

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**İZMİR-ANKARA-ERZİNCAN KENET ZONU YIĞIŞIM
KARMAŞIĞININ JEODİNAMİK EVRİMİ (SİVAS KUZEYİ)**

MUTLU ÖZKAN

KOCAELİ 2021

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

İZMİR-ANKARA-ERZİNCAN KENET ZONU YIĞIŞIM
KARMAŞIĞININ JEODİNAMİK EVRİMİ (SİVAS KUZEYİ)

MUTLU ÖZKAN

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

Prof. Dr. Timur USTAÖMER
Jüri Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Doç. Dr. Özgür KARAOĞLU
Jüri Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 02.02.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Sivas kuzeyindeki doktora tez çalışma sahası İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağının doğusunda yer almaktadır. Bu tez çalışması kapsamında Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolit ve ofiyolitle ilişkili kayaçların kökenleri ve bunların İAE kenet kuşağının jeodinamik evrim süreçlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde İAE okyanusal alanının Jura ve Kretase dönemlerindeki yitim zonu üstü ofiyolit oluşumları ve bu oluşumlara eşlik eden yitimle ilişkili başkalaşım süreçlerinin anlaşılmasına katkı sağlanmıştır.

Lisans, yüksek lisans ve doktora öğrenimim süresince fikirleriyle beni yönlendiren, yaptığımız çalışmalarla ilgili beni ve çalışma arkadaşlarımı sürekli motive eden, TÜBİTAK 112Y123 ve 117Y392 numaralı projelerinde bursiyer olarak görevlendirerek maddi açıdan beni destekleyen ve bana iyi bir çalışma ortamı sağlayan saygıdeğer hocam ve doktora tez danışmanım Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu doktora tez çalışması, Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'in yürütücülüğünde gerçekleştirilen 112Y123 numaralı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

TÜBİTAK 114Y226 ve 116Y234 numaralı projelerde bursiyer olarak görevlendirerek maddi açıdan beni destekleyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Gültekin TOPUZ'a teşekkür ederim.

Hem akademik çalışmalarım da hem de sosyal hayatımda daima yanımda olan ve benden hiçbir desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Dr. Rahmi Melih ÇÖRTÜK, Jeoloji Yük. Müh. İsmail Emir ALTINTAŞ, Anıl ALKAN ve Hasan SİNİR'e teşekkür ederim.

Kocaeli Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği bölümü laboratuvarlarında tüm kayaç jeokimyası analizlerini yapılmasını sağlayan Prof. Dr. İrfan YOLCUBAL'a teşekkür ederim. Hacettepe Üniversite'sinde zirkon minerallerinin katodoluminesans görüntüleri elde edilmesinde destek sağlayan Doç. Dr. Evren ÇUBUKÇU'ya teşekkür ederim. Mineral kimyası analizlerini Padova Üniversitesi'nde (İtalya) gerçekleştiren Prof. Dr. Andrea MARZOLI ve Raul CARAMPIN'e teşekkür ederim. Radyolaryo fosil tayinlerini yapan Dr. Havva SOYCAN'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları esnasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen bölgenin değerli halkına, Hafik Kaymakamlığı'na ve özellikle Tokat öğretmenevi çalışanlarından Murat POLAT'a ve Çamlıbel otel çalışanlarından Yunus SOLMAZ'a teşekkür ederim. Tezin bir bölümünü oluşturan "Uzaktan Algılama" çalışmalarında bilgi ve tecrübeleri ile bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Aziz ÖZYAVAŞ'a teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca yanımda olan maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili aileme; annem Fatma ÖZKAN'a, babam Hicret ÖZKAN'a ve çok sevgili kardeşim Metehan ÖZKAN'a gönülden minnettirim.

Şubat - 2021

Mutlu ÖZKAN



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLolar DİZİNİ	xix
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	xx
ÖZET	xxi
ABSTRACT	xxii
GİRİŞ	1
1. Genel Bilgiler	4
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	4
1.2. Materyal ve Yöntem	6
1.2.1. Büro çalışmaları	6
1.2.2. Uzaktan algılama çalışmaları	6
1.2.3. Saha çalışmaları	7
1.2.4. Laboratuvar çalışmaları	8
1.2.3.1. Tüm kayaç jeokimyası	8
1.2.3.2. Mineralojik ve petrografik çalışmalar	9
1.2.3.3. Radyometrik tarihlendirmeler (U-Pb, ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar)	10
1.2.3.4. Paleontolojik tarihlendirme çalışmaları	14
1.3. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu	14
1.4. Bölgesel Jeoloji	15
1.5. Önceki Çalışmalar	18
2. UZAKTAN ALGILAMA	24
2.1. VNIR ve SWIR Bantları	25
2.2. Termal (TIR) Bantlar	31
3. GENEL JEOLojİ	33
3.1. Tekelidağ Karmaşığı	35
3.1.1. Beydili Metamorfitleri	50
3.1.2. Balıbey Grubu	52
3.1.3. Kaytarmış Metamorfitleri	58
3.2. Kırşehir Masifi	60
4. MİNERALojİ VE PETROGRAFI	63
4.1. Tekelidağ Karmaşığı	63
4.1.1. Beydili Metamorfitleri	80
4.1.2. Balıbey Grubu	83
4.1.3. Kaytarmış Metamorfitleri	93
4.2. Kırşehir Masifi	94
5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI	97
5.1. Tekelidağ Karmaşığı	97
5.1.1. Beydili Metamorfitleri	112
5.1.2. Balıbey Grubu	113
5.1.3. Kaytarmış Metamorfitleri	121
6. PALEONTOLOJİK BULGULAR	124

7. JEOKRONOLOJİ	132
7.1. LA-ICP-MS U-Pb Tarihlemesi	132
7.2. ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar Tarihlemesi	135
8. BASINÇ-SICAKLIK SONUÇLARI	140
8.1. Beydili Metamorfitleri	140
8.2. Balıbey Grubu	140
9. TARTIŞMA	145
9.1. Orta – Üst Jura ve Alt Kretase Başkalaşım Olayları.....	145
9.2. Balıbey Grubu Metabazitlerinin Kökenleri.....	151
9.3. Erken – Orta Jura yaşlı Metamorfik ve Metamorfik Olmayan Ofiyolitik Kayaçlar: Yitim Zonu Üstü Ofiyolitlerin Yaşam Ömürleri Üzerine Çıkarımlar	155
9.4. Orta – Üst Jura – Alt Kretase Yaşlı Radyolaryalı Çörtlerin ve İlişkili Ofiyolitik Kayaçların Değerlendirilmesi.....	161
9.5. Beydili Metamorfitleri'nin Tekelidağ Karmaşığı İçindeki Konumu ve Kırşehir Masifi ile Kıyaslanması	167
10.SONUÇLAR	171
KAYNAKLAR	174
EKLER.....	204
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	244
ÖZGEÇMİŞ	248

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	(a) Doktora tez çalışma sahasının ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası. (b) Doğu Akdeniz bölgesindeki tektonik birlikleri ve kenet kuşaklarını yerini gösteren harita. Kısaltmalar: İAEK, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi; İTK, İç Torid Kenedi; KAFZ, Kuzey Anadolu Fayı Zonu 5	5
Şekil 1.2.	(a) Kül fırında kayaç örneklerinin ergitme aşamasını gösteren fotoğraf. (b) XRF tüm kayaç ana element analizleri öncesi hazırlanan cam disklerin görüntüsü..... 8	8
Şekil 1.3.	KOU analitik jeokimya laboratuvarında tüm kayaç jeokimyası analizlerinin gerçekleştirildiği (a) Skyray EDX3600B model ED-XRF ve (b) Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS cihazları 9	9
Şekil 1.4.	(a) Eleme işleminden sonra farklı tane boyutunda ayrılan örnekler. (b) El mıknatısı ile örnekler içerisindeki manyetik minerallerin ayıklanması. (c) Frantz manyetik ayırıcı cihazıyla felsik (açık renkli) ve mafik (koyu renkli) minerallerin ayrılması..... 11	11
Şekil 1.5.	Ayırma hunisi içerisinde zirkon minerallerinin, yoğunluğu yaklaşık 2.9 gr/cm^3 olan sodyum politungstat sıvısı (SPT) yardımıyla gerçekleştirilen çöktürme işlemi 12	12
Şekil 1.6.	(a) Epoksi halkalarının karbon film ile kaplanma işleminin ve (b) üstü karbon film ile kaplanmış olan zirkon minerallerinin gömülü olduğu epoksi halkalarının görünümü..... 12	12
Şekil 1.7.	Doktora tez çalışma sahası yer bulduru haritası 15	15
Şekil 1.8.	Türkiye ve yakın civarının ofiyolit ve kenet kuşakları haritası Kısaltmalar: İAEK, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi; İTK, İç Torid Kenedi 16	16
Şekil 2.1.	Çalışma alanını kapsayan yalancı renk kompozit ASTER görüntüsü (Kırmızı, band 1; Yeşil, band 3; Mavi, band 2). Çalışma alanı siyah renkli çerçeve ile gösterilmiştir..... 25	25
Şekil 2.2.	Çalışma sahasının orta ve batı bölümünün jeoloji haritası 26	26
Şekil 2.3.	ASTER uydu görüntüsü PC1, band3/band4, band4/band6 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; g, gabro; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; m, metamorfik kayaç; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, mikaşist ve kalkşist; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit; tsc, sedimanter örtü birimleri 27	27
Şekil 2.4.	ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir 28	28

Şekil 2.5.	ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; g, gabro; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; m, metamorfik kayalık; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, mikaşist ve kalkşist; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit; tsc, sedimanter örtü birimleri.....	28
Şekil 2.6.	ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; g, gabro; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; m, metamorfik kayalık; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, mikaşist ve kalkşist; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit; tsc, sedimanter örtü birimleri.....	29
Şekil 2.7.	(a) Google Earth uygulaması üzerindeki yüksek çözünürlükteki görüntüde serpantinize peridotitlerin litolojik sınırlarının yakın görünümü. (b) ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsünün Google Earth görüntüleriyle karşılaştırılması ile oluşturulan görüntü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; r, radyolaryalı çört; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit.....	30
Şekil 2.8.	ASTER TIR bantlarıyla spektral indislerle oluşturulan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: b, bazalt; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, şist ve kalkşist; u, farklı oranlarda serpantinleşmiş ultramafik kayalar.....	32
Şekil 3.1.	Doktora tez çalışması sahası ve yakın civarının sadeleştirilmiş jeoloji haritası.....	33
Şekil 3.2.	Çalışma sahasının orta ve batı bölümünün jeoloji haritası.....	34
Şekil 3.3.	Çalışma sahasının orta ve doğu bölümünün jeoloji haritası.....	34
Şekil 3.4.	Altınoluk köyü civarında yüzeyleyen Tekelidağ Karmaşığı'nın ekaylı yapısının gösteren A-A' hattı boyunca (KB-GD yönlü) alınan jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı Şekil 3.2'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir.....	36
Şekil 3.5.	(a) Çörtlerle birlikte yığışım karmaşığının hamurunu oluşturan ve yoğun şekilde makaslanmış serpantinitlerin genel görünümü. (b) Bazalt ve gabrolar arasındaki tektonik dokanak boyunca gözlenen serpantinitlerin genel görünümü. (c) Kurtlapa ve Kızılalan köyleri arasında gözlenen göreceli olarak daha az serpantinleşmenin gözlemlendiği ultramafik kayaların genel görünümü. (d) Ayrıışmış dış yüzeylerinde kızılımsı renge sahip olan serpantinize harzburjitlelerin genel görünümü.....	36
Şekil 3.6.	Ovacık köyü kuzeyinde yüzeyleyen Tekelidağ karmaşığına ait birimler arasındaki dokanak ilişkilerini gösteren B-B' hattı boyunca (K-G yönlü) alınan jeolojik enine kesit. Kesit hattı Şekil 3.2'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir.....	37
Şekil 3.7.	(a) Zengi köyü güneydoğusunda ve (b) Ovacık köyü kuzeyinde serpantinitleri kesen beyaz renkli görünüme sahip rodonjit	

	dayklarının görünüşleri. (c) Ovacık kuzeyinde serpantinize peridotitleri kesen makaslanmış gabro pegmatit dayklarının görünüşü. (d) Gabro pegmatit dayklarında gözlenen makaslama yapılarının görünüşü.	38
Şekil 3.8.	Kızılalan köyünün ~4 km KD'sunda epiofiyolitik çökellerle (çamurtaş ve radyolaryalı çörtler) birlikte gözlenen gabroların genel görünüşü.	39
Şekil 3.9.	(a) Kızılalan köyünün ~4 km KD'sunda gabroları kesen dolerit daykının görünüşü. Kızılalan köyü kuzeyindeki gabroları kesen (b) porfirik dokulu daykın ve (c) makaslanmış gabroların yakından görünüşü.	39
Şekil 3.10.	Kızılalan köyü kuzeyindeki gabroların, serpantinize peridotit ve bazaltlarla olan dokanak ilişkilerini gösteren C-C' hattı boyunca (KB-GD yönlü) alınan jeolojik enine kesit. Kesit hattı Şekil 3.2'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir.)	40
Şekil 3.11.	(a) Karabalçık köyü kuzeyindeki gabro ve diyoritlerin genel arazi görüntüsü. Gabro ve diyoritleri kesen (b) dolerit ve (b) plajiyogranit daykının görünüşleri.	40
Şekil 3.12.	(a) Bayırtı köyü kuzeyinde bazaltik volkanit ve serpantinler tarafından tektonik olarak üzerlenen kümülat gabroların genel görünüşü (b) Kümülat gabroların magmatik bantlı yapısının yakından görünüşü. (c) Kümülat gabroları kesen gabro daykının görünüşü.	41
Şekil 3.13.	Zengi köyü civarında gözlenen serpantin, gabro, bazalt ve levha dayklarının genel görünüşü.	42
Şekil 3.14.	Zengi köyü kuzeyinde yer alan gabroların (a) ayrılmış ve (b) taze kırık yüzeylerinin yakından görümleri. Gabroları kesen (c) dolerit ve (d) pegmatit gabro daykları	42
Şekil 3.15.	(a, b) Gnaysik gabrolardaki makaslama yapılarının yakından görünüşleri. (c) İzotropik dokulu gabro kütlesi içerisindeki makaslanmış gnaysik gabronun yakından görünüşü. (d) Gabrolarda gözlenen birkaç milimetre kalındaki amfibol sıvama yüzeylerinin görünüşü.	43
Şekil 3.16.	Levha daykları ve onlarla girift bir şekilde gözlenen yastık yapılı bazaltların genel görünüşü.	44
Şekil 3.17.	(a) Ovacık kuzeyinde yüzeyleyen masif yapılı bazaltlar ile bazaltlara eşlik eden serpantinize peridotit, gabro ve radyolaryalı çörtlerin genel görünüşü. (b) Beydili kuzeybatısında ve (c) Karabalçık köyü doğusunda Balıbey Grubu'na ait litolojiler üzerinde tektonik olarak yer alan bazaltların genel görünüşü	45
Şekil 3.18.	(a) Kızılalan köyü kuzeyinde gabrolarının tektonik olarak tabanında gözlenen masif ve yastık yapılı bazaltların görünüşü. (b) Kızılalan köyü kuzeydoğusunda yüzlek veren yastık yapılı bazaltlar görünüşü.	46
Şekil 3.19.	(a) Alahacı ve Çelteköyleri arasında gözlenen Kampaniyen – Maastrihtiyen yaşlı masif yapılı bazaltlar ve üzerinde uyumlu olarak yer alan çökellerin genel görünüşü. (b) Alahacı köyü güneyinde bazaltların üzerine uyumlu olarak gelen çamurtaşları içerisindeki bazalt akıntılarının görünüşü.	46

Şekil 3.20.	Karabalçık güneyindeki çamurtaşı ve çört ara katkıları içeren (a) masif ve (b) yastık yapılı bazaltların genel görünüşleri.....	47
Şekil 3.21.	Karabalçık köyü güneyinde çamurtaşları içinde yer alan makaslanmış spilitik yastık yapılı bazaltların (a) genel ve (b) yakından görünüşleri. Beydili ve Düğer köyleri arasında yer alan (c) bazaltik volkanitleri kesen bazaltik daykın ve (d) bazaltlarda gözlenen soğuma çatlaklarının genel görünüşleri.....	48
Şekil 3.22.	(a) Karabalçık köyü kuzeyinde Üst Kretase yaşlı bazaltlar içerisinde gözlenen Üst Jura – Alt Kretase yaşlı çökel birimin genel görünüşü. (b) Aynı alandaki bu birime ait çakıltaşlarının yakın görüntüsü.	49
Şekil 3.23.	(a) Kızıllalan köyü ~ 7 km KD’sundaki Üst Kretase yaşlı bazalt, radyolaryalı çört ve serpantinitletler içerisinde gözlenen Üst Jura – Alt Kretase yaşlı çökel birimin genel görünüşü. (b) Aynı alandaki bu birime ait çakıltaşlarının yakın görüntüsü.	49
Şekil 3.24.	Beydili köyü kuzeyinde, Beydili metamorfitletleri ile Tekelidağ Karmaşığı’na ait çamurtaşları ve volkanitlerin tektonik dokanağı	50
Şekil 3.25.	Beydili Metamorfitletleri’nin Tekelidağ Karmaşığına ait litolojilerle ve Eosen örtü çökelleri ile olan dokanak ilişkilerini gösteren (a) D-D’ (K-G yönlü) ve (b) E-E’ (KB-GD yönlü) hatları boyunca alınan jeolojik enine kesitler. Kesit hatları Şekil 3.3’deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir.	51
Şekil 3.26.	Beydili metamorfitletlerine ait (a) deforme mermerlerin, (b) mikaşist bantları içeren kalkşistlerin, (c) kıvrımlı yapı sunan mikaşistlerin ve (d) kuvarsit ara bantları içeren mikaşistlerin görünüşleri.	51
Şekil 3.27.	Balıbey Grubu ve serpantinize peridotitinin genel arazi görünüşleri.	52
Şekil 3.28.	Ovacık kuzeyinde Balıbey Grubu’na ait çamurtaşı-çört ve serpantinitlet hamuru içerisinde yüzeyleyen amfibolit bloğunun genel görünüşü.....	53
Şekil 3.29.	Karabalçık köyü ve yakın civarının jeoloji haritası	53
Şekil 3.30.	Karabalçık köyü doğusunda yüzeyleyen Balıbey Grubu’na ait serpantinitletler içerisinde yüzeyleyen mavişist bloğunun (a) genel ve (b) yakından görünüşü.	54
Şekil 3.31.	Karabalçık köyü kuzeyinde gözlenen (a) kaba taneli amfibolitlerin yakından görünüşü ve (b) amfibolitleri kesen dolerit daykının görünüşü	54
Şekil 3.32.	Karabalçık köyü kuzeyindeki amfibolitlerin içerisinde gözlenen meta-plajiyogranit daykının (a) genel ve (b) yakından görünüşü. Aynı alandaki amfibolitlerin (c) foliasyonuyla paralellik sunan ve (d) amfibolitlerle birlikte kıvrımlanmış meta-plajiyogranitin yakından görünüşü.....	55
Şekil 3.33.	(a) Kurtlapa kuzeyindeki gözlenen ince taneli, yeşil renkli ve masif yapılı metabazitinin genel görünüşü. (b) Aynı bölgedeki koyu gri renkli ve kırmızı benekli masif yapılı mermerlerin yakın görünüşü	56
Şekil 3.34.	(a) Kurtlapa köyü kuzeyindeki yapraklanma sunan metabazitlerin genel görünüşü. (b, c) Aynı alandaki yoğun kıvrımlı yapıya ve	

	mavi renkli arazi görünümüne sahip metabazitlerin yakından görünümleri	57
Şekil 3.35.	Beydili köyü kuzeybatısındaki Beydili Metamorfitleri'ne ait mermer, kalkışist ve mikaşistler üzerinde yer alan Balıbey Grubu'na ait metabazitlerin genel görünümü.....	57
Şekil 3.36.	Otmanalan köyü güneyindeki, Balıbey Grubu'na ait amfibolitlerin genel arazi görünümleri.....	58
Şekil 3.37.	Kaytarmış kuzeyinde yüzlek veren Permiyen yaşlı mermerlerin oluşturduğu sarp topoğrafyanın genel görünümü.....	59
Şekil 3.38.	(a) Meta-pelit ara katkıları içeren budinleşmiş mermerlerin ve (b) kıvrımlı yapıya sahip meta-pelitlerin yakından görünümleri.....	59
Şekil 3.39.	(a) Meta-pelitleri kesen dolerit daykının genel görünümü. (b) Dolerit daykı tarafın kesilen mermerin ve pişirme zonunun yakından görünümü.....	60
Şekil 3.40.	Kırşehir Masifi'ne ait (a) kıvrımlı yapı sunan mikaşist-kuvarsitler, (b) mermer ve kalkışist ardalanması (c) metamorfitler içerisinde seyrek olarak gözlenen amfibolitlerin ve (d) deforme kalkışistlerin genel görünümleri.	60
Şekil 3.41.	Tekelidağ Karmaşığı'nın güneyinde gözlenen Kırşehir Masifi'nin genel görünümü. (b) Bu alandaki Kırşehir Masifi ile Tekelidağ Karmaşığı'na ait Üst Kretase yaşlı bazaltik kayalar arasında gözlenen yüksek açılı fayların genel görünümü. (c) Gökkaya köyü doğusunda Tekelidağ Karmaşığı tarafından tektonik olarak üzelenen Kırşehir Masifi'nin genel görünümü. (d) Yıldız köyü güneyinde, Miyosen yaşlı çökel kayaların üzerine itilmiş olarak gözlenen Tekelidağ Karmaşığı'nın ve Kırşehir Masifi'nin genel görüntüsü.....	62
Şekil 4.1.	Karabalçık köyü güneyinde gözlenen sert yapılu ultramafik kayalardan derlenen MET-257 numaralı serpantin örneklerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: ser, serpantin; mag, manyetit.	63
Şekil 4.2.	Kızıllan köyü kuzeyinden derlenen serpantinize harzburjit örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen; mag, manyetit; ol, olivin; opx, ortopiroksen; spn, spinel.	64
Şekil 4.3.	Kurtlapa köyü güneyinden derlenen MET-292 numaralı taze lerzolit örneğinin polarize (a) ve doğal (b) ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen; ol, olivin; opx, ortopiroksen; spl, spinel.	65
Şekil 4.4.	Kurtlapa köyü güneyinden derlenen MET-292 numaralı lerzolit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri.	65
Şekil 4.5.	(a) MET-292 numaralı lerzolit örneğine ait klinopiroksenlerin Cr ₂ O ₃ içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. (b) Klinopiroksenlerin, TiO ₂ ve Al ₂ O ₃ içeriklerinin karşılaştırılması	66
Şekil 4.6.	(a) MET-292 numaralı lerzolit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması. (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO ₂ (% ağı.) içeriklerinin kıyaslanması.....	67

Şekil 4.7.	Karabalçık köyü kuzeyindeki piroksenit bloğuna ait ortokümülat dokulu ve özşekilli piroksen mineralleri içeren RM-143 numaralı vebsterit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	67
Şekil 4.8.	(a, b) MET-303 numaralı pegmatit gabro örneğinin polarize ışık altındaki görüntüsü ve kink bantlaşması sunan iri taneli klinopiroksenlerin görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen.....	68
Şekil 4.9.	Ovacık köyü kuzeyindeki serpantinize peridotitleri kesen dolerit daykından derlenen MET-304 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; opq, opak; pl, plajiyoklaz.....	68
Şekil 4.10.	Kahverengi ve yeşil renkli amfibol oluşumları içeren MET-264 numaralı kümülat gabro numunesinin polarize (a, c) ve doğal (b, d) ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; cpx, klinopiroksen; opq, opak.....	69
Şekil 4.11.	MET-264 numaralı gabro numunesine ait; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri. (c) piroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	70
Şekil 4.12.	Kurtlapa güneyinde yüzlek veren kümülat gabro MET-291 numaralı kümülat gabro örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; cpx, klinopiroksen.....	71
Şekil 4.13.	MET-291 numaralı kümülat gabro örneğine ait; (a) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri.....	71
Şekil 4.14.	Bayıraltı köyü kuzeyinden derlenen MET-317 ve MET-318 numaralı kümülat gabro örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; ilm, ilmenit; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	72
Şekil 4.15.	(a) MET-318 numaralı kümülat gabro örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri. (b) Aynı örneğe ait plajiyoklazların kimyasal bileşimleri.....	73
Şekil 4.16.	Zengi köyü kuzeyindeki kümülat gabrolardan derlenen MET-280 numaralı olivin gabro örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; cpx, klinopiroksen; ol, olivin; pl, plajiyoklaz.....	74
Şekil 4.17.	MET-280 numaralı olivin gabro ve MET-278 numaralı gnaysik gabro örneklerine ait; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri. (c) piroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	74
Şekil 4.18.	Zengi köyü kuzeyindeki kümülat gabrolardaki makaslama zonlarında gelişen gnaysik gabro örneklerine (MET-276 ve MET-278) ait ince kesitlerin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	75
Şekil 4.19.	Çaltılı köyü güneyinden derlenen izotropik gabro örneklerinin (MET-263 ve MET-312) (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık	

	altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz.....	76
Şekil 4.20.	Karabalçık köyü kuzeyinden derlenen RM-147 numaralı diyorit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kayacın çatlaklarındaki yaygın prehnit gelişimleri görülmektedir. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; prh, prehnit.	77
Şekil 4.21.	(a) Karabalçık güneyindeki masif yapılı bazaltlar. (b) yastık yapılı volkanikler arasındaki çamurtaşı ve çört katkılarının görünümü Zengi köyü kuzeyindeki levha dayklarından derlenen MET-275 numaralı dolerit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Beydili köyü güneyindeki levha dayklarından derlenen RM-099 numaralı dolerit örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz mleri.....	77
Şekil 4.22.	Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki yastık yapılı bazaltik volkanitlerden derlenen örneklerinin ince kesit (a-d) görüntüleri. Çubuksu klinopiroksen ve plajiyoklaz mineralleri içeren sub-ofitik dokulu MET-262 numaralı örneğin polarize (b) ve (c) doğal ışık altındaki görünümü. İnce taneli altere plajiyoklaz ve klinopiroksen minerallerinden oluşan intersertal dokulu MET-269 numaralı örneğin polarize (b) ve doğal (c) ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cal, kalsit; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz.	78
Şekil 4.23.	Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki masif yapılı bazaltik volkanitlerden derlenen örneklerinin ince kesit (a-d) görüntüleri. İntergranüler dokulu ve özşekilli klinopiroksen mineralleri içeren MET-302 numaralı bazalt örneğinin polarize (a) ve doğal (b) ışık altındaki görünümü. RM-110 numaralı bazalt örneğine ait ince taneli plajiyoklaz ve klinopiroksen hamuru içerisinde yer alan plajiyoklaz ve klinopiroksen fenokristallerinin polarize (c) ve doğal (d) ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: chl, klorit; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz.	79
Şekil 4.24.	Beydili Metamorfitleri'nden derlenen granoblastik dokulu MET-320 numaralı mermer örneğinin (a, b) polarize ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: cal, kalsit; grt, granat; mu, muskovit.	80
Şekil 4.25.	Beydili Metamorfitleri'nden derlenen MET-272 numaralı kalkşist örneğine ait ince kesit (a-d) görüntüleri. Kayacı oluşturan mineral topluluğunun (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kayaca ait L1 ve L2 lineasyon eksenlerinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. bt, biyotit; cal, kalsit; mu, muskovit; opq, opak; pl, plajiyoklaz; qtz, kuvars.	81
Şekil 4.26.	Beydili Metamorfitleri'nden derlenen MET-322 numaralı amfibolit örneğine ait (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; rt, rutil.....	82
Şekil 4.27.	Beydili Metamorfitleri'nden derlenen MET-322 numaralı amfibolit örneğinin; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklaz kimyasal bileşimleri.....	82

- Şekil 4.28. Kurtlapa köyü kuzeyindeki masif yapılı yeşilşistlerden derlenen MET-298 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Aynı bölgedeki ikincil albit ve kuvars damarları tarafından kesilen MET-299 numaralı yeşilşist örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars; ttn, titanit..... 83
- Şekil 4.29. (a-d) Kurtlapa köyü kuzeyindeki amfibolit fasiyesi metamorfik kayalarına ait ince kesit görüntüleri. Nematoblastik dokulu MET-295 numaralı amfibolit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Makaslanmış granat porfiroblastları ve mika balığı yapıları içeren MET-297 numaralı granat-mikaşist örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; grt, granat; ms, muskovit; opq, opak; pl, plajiyoklaz; prh, prehnit; qz, kuvars..... 84
- Şekil 4.30. Kurtlapa köyü kuzeyinden derlenen ve sodik-amfibol oluşumları içeren RM-131 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Sodik amfibol gelişimleri doğal ışık altında mavi renkli tonlarda görülmektedir. 86
- Şekil 4.31. Kurtlapa köyü kuzeyindeki Cr-spinel minerali içeren koyu siyah renkli ve kırmızı benekli mermerlere ait MET-296 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: ank, ankerit; cal, kalsit; opq, opak; spl, spinel..... 86
- Şekil 4.32. Balıbey Grubu'nun Beydili ve Otmanalan köyleri arasında yüzleklerinden derlenen RM-015 ve RM-084 numaralı epidot-amfibolit ve RM-102 numaralı amfibolit örneklerinin (a, c, d) polarize ve (b, d, e) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; ep, epidot; opq, opak; pl, plajiyoklaz; ttn, titanit 88
- Şekil 4.33. Ovacık kuzeyinden derlenen MET-306 numaralı örneğe ait ince kesit (a-d) görüntüleri. Amfibolitik bölümünün (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Hem amfibolitik hem de doleritik bölümünü kapsayan kesiminin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz. 89
- Şekil 4.34. Ovacık kuzeyinden derlenen MET-306 numaralı örneğe ait; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri. (b) Plajiyoklazların kimyasal bileşimleri. (c) Piroksenlerin kimyasal bileşimleri. 90
- Şekil 4.35. Karabalçık köyü kuzeyinden derlenen amfibolit (RM-063) ve meta-plajiyogranit (RM-060) örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars..... 90
- Şekil 4.36. Karabalçık köyü doğusundan derlenen RM-035 ve RM-067 numaralı mavişist örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. RM-067 numaralı mavişist örneğinin doğal ışık altındaki (b) görünümünde glokofan mineralleri mavi renkleriyle tanınabilmektedir. (c, d) RM-035 numaralı örnekte lavsonit minerallerinin iyi gelişmiş çubuksu özşekilli yapıları görülebilmektedir. Kısaltmalar: gln, glokofan; lws; lavsonit; ph, fengit; qz, kuvars; ttn, titanit. 91

Şekil 4.37. (a) Karabalçık köyü doğusundan derlenen RM-067 numaralı mavişist numunesine ait amfibollerin kimyasal bileşimleri. (b) RM-035 ve RM-067 numaralı mavişist örneklerine ait fengit minerallerinin Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslanması	92
Şekil 4.38. Kalsik amfibollerin çeperlerinde, sodik amfibol gelişimleri gözlenen RM-040 numaralı amfibolit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol; Na-amp, sodik amfibol; ep, epidot; pl, plajiyoklaz....	93
Şekil 4.39. Kaytarmış Metamorfitleri'ne ait fillatları kesen dolerit daykından derlenen MET-326 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cal, kalsit; pl, plajiyoklaz..	94
Şekil 4.40. (a, b) Kızılca köyü civarındaki Kırşehir Masifi'ne ait MET-265 numaralı kalkışist örneğinin polarize ışık altındaki görüntüleri. Şekillerde kuvars minerallerindeki uzamalar ve alt tane gelişimleri ile kalsit ve muskovit minerallerinin kristal kafeslerindeki bükülmeler görülebilmektedir.	95
Şekil 4.41. Kırşehir Masifi'ne ait mikaşistlerden derlenen mikaşist örneklerinin (MET-286, MET-288 ve RM-109) ince kesit (a-d) görüntüleri. Çift mikalı MET-286 numaralı mikaşist örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. (c) granat psödomorfu içeren mikaşist örneğinin polarize ışık altındaki görünümü. (d) Çift mikalı ve epidot içeren RM-109 numaralı örneğin doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; ep, epidot; ms, muskovit; qz, kuvars.....	95
Şekil 5.1. Kurtlapa köyü güneyinden derlenen MET-292 numaralı lertzolit örneğine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayacın ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı	98
Şekil 5.2. Tekelidağ Karmaşığı'ndan derlenen kümülat gabro örneklerine ait Al_2O_3 -MgO-CaO üçgen diyagramı	99
Şekil 5.3. Tekelidağ Karmaşığı'na ait kümülat gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO_2 , (b) MgO, (c) Al_2O_3 ve (d) CaO içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması.....	100
Şekil 5.4. Tekelidağ Karmaşığı'ndan derlenen kümülat gabro örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	100
Şekil 5.5. Tekelidağ Karmaşığı'ndan derlenen kümülat gabro örneklerine ait (a) TiO_2 - Na_2O - SiO_2 üçgen diyagramı ve (b) plajiyoklazların An (% mol) bileşimleriyle klinopiroksenlerin Mg# değerlerinin kıyaslanması. Kısaltmalar: BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları	101
Şekil 5.6. Tekelidağ Karmaşığı'na ait gabro, dolerit ve bazaltlardan derlenen örneklerin jeoloji haritası üzerindeki konumları.	102
Şekil 5.7. Tekelidağ Karmaşığı'na ait gabro, dolerit ve bazalt örneklerinin La/Nb ve Th/Nb oranlarının kıyaslanması. Bu kıyaslama neticesinde örnekler Grup II ve Grup II olarak iki ayrı gruba	

	ayrılmıştır. Kısaltmalar: E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	103
Şekil 5.8.	Grup I'e ait gabro, bazalt ve dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	104
Şekil 5.9.	Grup I'e ait izotropik gabro, dolerit ve bazalt örneklerinin Mg# değerlerine karşı (a) SiO ₂ , (b) TiO ₂ , (c) Al ₂ O ₃ ve (d) CaO içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması.....	104
Şekil 5.10.	Grup I'e ait izotropik gabro örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	105
Şekil 5.11.	Grup I'e ait izotropik gabro, dolerit ve bazalt örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı, (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	106
Şekil 5.12.	Grup I'e RM-028 numaralı izotropik gabro ve MET-262 numaralı bazalt örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	106
Şekil 5.13.	Grup I'e ait bazalt örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	107
Şekil 5.14.	Grup I'e ait dolerit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	107
Şekil 5.15.	Grup II'ye ait diyorit, bazalt ve dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	108
Şekil 5.16.	Grup II'ye ait diyorit, dolerit, bazalt ve plajiyogranit örneklerinin Mg# değerlerine karşı (a) SiO ₂ , (b) TiO ₂ , (c) Al ₂ O ₃ ve (d) CaO içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması.....	109
Şekil 5.17.	Grup II'ye ait diyorit, dolerit, bazalt ve plajiyogranit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	109
Şekil 5.18.	Grup II'ye ait diyorit, dolerit, bazalt ve plajiyogranit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	110
Şekil 5.19.	Tüm kayaç jeokimyasal özellikleri incelenen Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç örneklerin jeoloji haritası üzerindeki konumları.....	111
Şekil 5.20.	Üst Kretase yaşlı volkanik kayaçları için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	112

Şekil 5.21. Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	112
Şekil 5.22. Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	113
Şekil 5.23. Beydili Metamorfiteri'nden derlenen MET-322 numaralı amfibolit örneğine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayacın ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	113
Şekil 5.24. Balıbey Grubu'na ait metabazit örneklerinin La/Nb ve Th/Nb oranlarının kıyaslanması. Bu kıyaslama neticesinde örnekler Grup I ve Grup II olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. Kısaltmalar: E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	114
Şekil 5.25. Balıbey Grubu'ndan derlenen Grup I'e metabazit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması, (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	115
Şekil 5.26. Grup I'e ait metabazit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı, (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	115
Şekil 5.27. Grup I'e ait toleyitik nitelikteki metabazit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	116
Şekil 5.28. Grup I'e ait RM-084 ve MET-306 numaralı metabazit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	117
Şekil 5.29. Balıbey Grubu'ndan derlenen Grup II'ye ait metabazit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması, (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	117
Şekil 5.30. Grup II'ye ait metabazit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	118
Şekil 5.31. Grup II'ye ait metabazit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	118
Şekil 5.32. Balıbey Grubu'ndan derlenen dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	119

Şekil 5.33.	Balıbey Grubu'na ait dolerit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	120
Şekil 5.34.	Grup II'ye ait dolerit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları	120
Şekil 5.35.	Balıbey Grubu'na ait RM-060 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı	121
Şekil 5.36.	Kaytarmış Metamorfitleri'nden derlenen dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması, (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması	122
Şekil 5.37.	Kaytarmış Metamorfitleri'nden derlenen dolerit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	122
Şekil 5.38.	(Kaytarmış Metamorfitleri'nden derlenen dolerit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.....	123
Şekil 6.1.	Çalışma sahasının orta ve doğu bölümün jeoloji haritası. Harita üzerindeki beyaz renkli noktalar, tarihlendirilebilir radyolaryaya fosil faunalarının tespit edildiği radyolaryalı çört örneklerinin konumlarını göstermektedir.	125
Şekil 6.2.	MET-266 ve MET-267 numaralı radyolaryalı çört örneklerinin derlendiği Beydili köyü kuzeybatısındaki radyolaryalı çört istifinin arazi görünümü.	126
Şekil 6.3.	Doktora tez çalışma sahasındaki tarihlendirilen radyolaryalı çört örneklerinin Orta - Geç Jura ve Erken Kretase radyolaryaya taksonlarının stratigrafik aralıkları ve bölgelerinin gösterimi.....	127
Şekil 6.4.	Doktora tez çalışma sahasındaki tarihlendirilen radyolaryalı çört örneklerindeki Orta - Geç Jura ve Erken Kretase radyolaryalarının taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (Şekil üzerindeki numaralarla gösterilen radyolaryaya fosillerinin tür bilgileri metin içerisinde sunulmuştur) ...	128
Şekil 6.5.	Esenli köyü civarında yer alan (a) ince-orta kalın katmanlı radyolaryalı çörtlerin ve (b) İnce-orta katmanlı ve çamurtaşları ile ardalanmalı radyolaryalı çörtlerin arazi görünümleri.....	129
Şekil 7.1.	Karabalçık köyü ve yakın civarının jeoloji haritası. Harita üzerindeki siyah noktalar LA-ICP-MS tarihlendirme yöntemi için seçilen plajiyogranit örneklerin konumlarını, kırmızı noktalar ise ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemi için seçilen amfibolit ve mavişist örneklerinin konumlarını göstermektedir.....	133

Şekil 7.2.	Karabalçık kuzeyinde yüzeyleyen (a) amfibolitleri kesen meta-plajiyogranit (RM-060) ve (b) gabro ve diyoritleri kesen plajiyogranit (RM-150) örneğine ait zirkonların katodoluminesans görüntüleri. (c) Meta-plajiyogranit (RM-060) ve (d) plajiyogranit (RM-150) örneklerindeki tarihlendirilen zirkonların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementi diyagramları	134
Şekil 7.3.	(a) Meta-plajiyogranit (RM-060) ve (b) plajiyogranit (RM-150) örneklerinin LA-ICP-MS U-Pb zirkon konkordia yaş diyagramları. Konkordia yaşları Isoplot 3.50 ile hesaplanmıştır	135
Şekil 7.4.	Doktora tez çalışma sahası ve yakın civarının jeoloji haritası. Harita üzerindeki kırmızı noktalar, ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesi yapılan alanları göstermektedir. Kırmızı noktalara ait siyah yazılar örnek isimlerini, kırmızı yazılar ise ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesi sonucu elde edilen yaş sonuçlarını temsil etmektedir.....	136
Şekil 7.5.	(a) Beydili Metamorfitleri'ne ait amfibolitlerin amfibol minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu. (b, c) Kırşehir Masifi'ne ait mikaşistlerin ak minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonuçları	137
Şekil 7.6.	(a) Kurtlapa köyü kuzeyindeki Balıbey Grubu'na ait granat-mikaşist örneğinin muskovit minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu. (b) Karabalçık köyü kuzeyindeki Balıbey Grubu'na ait amfibolit örneğinin amfibol minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu. Karabalçık köyü doğusundaki Balıbey Grubu'na ait mavişist örneğinin fengit minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu.....	138
Şekil 8.1.	Granat-mikaşist örneği için Theriak-Domino yazılımı ile hesaplanan denge faz diyagramı. Eş bileşim eğrileri alamandin bileşimi için kırmızı, pirop bileşimi için yeşil çizigi ve grossüler bileşimi için mavi çizgi ile gösterilmiştir. $X_{alm}=\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+}+\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Mn})$; $X_{py}=\text{Mg}/(\text{Fe}^{2+}+\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Mn})$; $X_{grs}=\text{Mg}/(\text{Fe}^{2+}+\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Mn})$. Gri yıldız sembolü kayaç için hesaplanan P – T koşulları göstermektedir	142
Şekil 8.2.	Lavsonit ve glokofan içeren mavişist örneğine (RM-067) ait denge koşullarını gösteren P – T diyagramı. Örneğe ait minerallerin uç-üye bileşimleri: $a(\text{gln}) = 0,089$; $a(\text{fgln}) = 0,19$; $a(\text{ms}) = 0,37$; $a(\text{cel}) = 0,17$; $a(\text{pg}) = 0,6709$; $a(\text{lws}) = 1$; $a(\text{ab}) = 1$; $a(\text{qz}) = 1$; $a(\text{H}_2\text{O}) = 1$	144
Şekil 9.1.	Tez çalışma sahası ve doğusundaki Çamlıbel (Tokat güneyi) bölgesine ait jeoloji haritası. Harita üzerinde Balıbey Grubu'ndan elde edilen U-Pb zirkon ve ^{40}Ar - ^{39}Ar amfibol ve ak mika yaşları gösterilmiştir.....	147
Şekil 9.2.	Jura döneminde, yitim zonu üstü okyanusal kabuk oluşumuna eş yaşlı olarak, okyanus içi yitim süreçlerinde oluşan yeşilşist ve amfibolit fasiyesindeki başkalaşımın gelişimini gösteren tektonik model.....	148
Şekil 9.3.	(a, b) Daha önce yeşil şist ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış metamorfik kayaçların mavişist fasiyesinde yeniden başkalaşımını gösteren tektonik model	150

Şekil 9.4.	Balıbey Grubu'na ait metabazit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları.	152
Şekil 9.5.	Erken-Orta Jura yitim zonu üstü kabuk oluşumunu ve okyanus içi yitim erozyonu sürecinin şematik gösterimi.	153
Şekil 9.6.	Tekelidağ Karmaşığı'nın Karabalçık köyü yakın civarına ait jeoloji haritası. Harita üzerinde bu alandaki kayalardan elde edilen ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar ve U-Pb yaş tayini sonuçları gösterilmektedir.	156
Şekil 9.7.	(a) Türkiye'deki kenet kuşakları boyunca yüzeyleyen Mesozoyik yaşlı ofiyolit ve ofiyolitik melanjlerin dağılımı gösteren harita. (b) İAE kenet kuşağı içerisindeki ofiyolitlerden elde edilen oluşum yaşlarının ve yitimle ilişkili metamorfik kayaların başkalaşım yaşlarının karşılaştırılması. Şekilde gösterilen numaralara ait referanslar Tablo 1'de sunulmuştur.....	159
Şekil 9.8.	Tekelidağ Karmaşığına ait bazaltik kayaç (gabro, dolerit ve bazalt) örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı, b) Nb/Yb-Th/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramı	163
Şekil 9.9.	İAE kenet kuşağına ait yığışım karmaşıklarından elde edilen radyolaryalı fosil faunalarının yaş aralıklarını ve radyolaryalı çörtlerle birlikte gözlenen bazaltik volkanik kayaların tektono-magmatik oluşum ortamlarını gösteren kronostratigrafik şekil	164
Şekil 9.10.	Kırşehir Masifi'nin ve kuzeyindeki İAE kenet kuşağının sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayalardan ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar ve U-Pb tarihlendirme yöntemleriyle elde edilen başkalaşım yaşlarının konumları	168

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 9.1. İAE kenet kuşağındaki Erken – Orta Jura yaşlı ofiyolitik ve okyanus içi metamorfik kayalara ait yaş verileri.....	158
--	-----



SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

Ar	: Argon
ağ.	: Ağırlık
°C	: Santigrat
g	: Gram
Km	: Kilometre
Kv	: Kilovat
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Mol
nA	: Nano Amper
Pa.s	: Paskal-saniye
ppm	: Milyonda bir
U-Pb	: Uranyum-Kurşun
µm	: Mikrometre

Kısaltmalar

Apfu	: Atomic per formula unit (Formül başına birim)
ANT	: Ağır Nadir Toprak
CL	: Katodoluminesans
E-MORB	: Enriched Mid-Ocean Ridge Basalt (Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı)
HFS	: High Field Strength (Yüksek Alan Şiddetli)
HNT	: Hafif Nadir Toprak
IAT	: Island Arc Tholeiite (Ada Yayı 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
LIL	: Large-Ion Lithophile (Büyük İyon Yarıçaplı Litofil)
LOI	: Loss on ignition (Ateşte Kayıp Değeri)
My	: Milyon yıl
MORB	: Mid-Ocean Ridge Basalt (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı)
N-MORB	: Normal Mid-Ocean Ridge Basalt (Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı)
OIB	: Ocean Island Basalt (Okyanus Adası Bazaltı)
P-T	: Basınç-Sıcaklık
SPT	: Sodyum Politungstat
SSZ	: Supra Subduction Zone (Yitim Zonu Üstü)
XRF	: X-ray Fluorescence (X-Işını Floresans)

İZMİR-ANKARA-ERZİNCAN KENET ZONU YIĞIŞIM KARMAŞIĞININ JEODİNAMİK EVRİMİ (SİVAS KUZEYİ)

ÖZET

Sivas kuzeyindeki Geç Kretase yaşlı Tekelidağ Karmaşığı İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağının bir bölümünü oluşturmakta olup kuzeyde Tokat Masifi güneyde ise Kırşehir masifiyle tektonik olarak sınırlanmaktadır. Tekelidağ Karmaşığı başlıca serpantinitle, serpantinize ultramafik kayalar, kümülat ve izotropik gabrolar, levha daykları, bazaltlar, çamurtaşları, radyolaryalı çörtler, metamorfitle, Üst Jura – Alt Kretase yaşlı sığ denizel çökel kayalardan meydana gelmektedir. Ofiyolitik kayaların tüm kayaç ve mineral kimyası analizlerine göre, okyanus ortası sırtı bazaltlarına (MORB) ve ada yay toleyitlerine (IAT) benzer jeokimyasal özelliklere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bazaltik kayalarla birlikte gözlenen radyolaryalı çörtlerden Orta Jura'dan Erken Kretase'ye kadar değişen radyolaryalı fosil toplulukları elde edilmiştir. Radyolaryalı yaş verileri MORB- ve IAT-tipi bazaltik kayaların eşzamanlı olarak oluştuğunu göstermektedir. Gabroyik kayaları kesen plajiyogranit daykının zirkonlarından 168 My kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi, metamorfik ofiyolitik kayaların (ofiyolit tabanı metamorfitle) Orta Jura (~167 My) ^{40}Ar - ^{39}Ar amfibol soğuma yaşı ile benzerdir. Öte yandan, metamorfik ofiyolite ait meta-plajiyogranit daykının zirkonlarından 188 ± 4 My U-Pb kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu veriler, (i) yitim zonu üstü ofiyolit oluşumun ~ 20 My boyunca aktif ya da dönemsel aktif olduğunu ve (ii) Orta Jura'da yitim zonu üstü ofiyolit oluşumu ile ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin oluşumunun eş zamanlı olduğunu göstermektedir. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ radyometrik tarihlendirme yöntemiyle Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfitlelere ait amfibol ve ak mika minerallerinden Orta - Üst Jura'dan Üst Kretase'ye kadar değişen yaşlar tespit edilmiştir. Orta - Üst Jura yaşlı metamorfitle, amfibolit ve yeşilist fasiyesinde başkalaşıma uğramıştır. Alt Kretase (~ 104 My) başkalaşım yaşı, lavsonit içeren mavişist bloğundan elde edilmiştir. Üst Kretase yaşlı metamorfitlelerin başkalaşım yaşları ve litolojik özellikleri çalışma alanının güneyindeki Kırşehir Masifi'yle benzerlik sunmaktadır. Dolayısıyla, bu metamorfitlelerin yığışım karmaşığı içerisine tektonik olarak aktarılmış, Kırşehir Masifi'ne ait dilimler olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, Jeokronoloji, Metamorfizma, Ofiyolit, Tetis Okyanusu.

GEODYNAMIC EVOLUTION OF THE ACCRETIONARY COMPLEX FROM THE İZMİR-ANKARA-ERZİNCAN SUTURE ZONE (NORTHERN SİVAS)

ABSTRACT

The Late Cretaceous Tekelidağ accretionary complex in northern Sivas is a part of the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone which is tectonically bounded by the Tokat Massif to the North and the Kırşehir Massif to the South. The Tekelidağ accretionary complex consists mainly of cumulate and isotropic gabbros, sheeted dykes, basalts, mudstones, radiolarian cherts and the Late Jurassic - Early Cretaceous shallow marine sedimentary rocks. The whole rock and mineral chemistry data from the ophiolitic rocks display the mid-ocean ridge basalts (MORB) and island arc tholeiites (IAT) signatures. Radiolarian fossil assemblages varying from the Middle Jurassic to the Early Cretaceous were obtained from the radiolarian cherts intercalated with the basaltic rocks. Radiolarian age data indicate that MORB- and IAT-type basaltic rocks were simultaneously formed in the oceanic environment. The zircon crystallization age of 168 Ma was obtained from the plagiogranite dike cutting the gabbroic rocks. This age data is similar to ^{40}Ar - ^{39}Ar cooling age (the Mid Jurassic, ~ 167 Ma) of amphiboles from the ophiolite-related metamorphic sole rocks. On the other hand, U-Pb crystallization age of 188 ± 4 Ma was obtained from zircons of a meta-plagiogranite dyke of the meta-ophiolite. These data show that (i) the supra-subduction zone ophiolite formation is active or episodic during ~ 20 Ma and (ii) the formation of the supra-subduction zone ophiolite in the Middle Jurassic is contemporaneous with that of the metamorphic sole rocks. Amphibole and white mica minerals from the metamorphic rocks of the Tekelidağ accretionary complex yielded Middle-Late Jurassic to Upper Cretaceous based on the ^{40}Ar - ^{39}Ar radiometric dating method. Protoliths of the Middle-Late Jurassic metamorphites were metamorphosed in the amphibolite and the greenschist facies. Early Cretaceous (~ 104 Ma) metamorphic age data was obtained from a blueschist block which contain lawsonite in the mineral association. The metamorphic age data and the lithological characteristics of the Late Cretaceous metamorphic rocks are similar to those of the Kırşehir Massif in the south of the study area. Therefore, these metamorphic rocks, which were tectonically incorporated into the accretionary complex, should be a part of the Kırşehir Massif.

Keywords: Geochemistry, Geochronology, Metamorphism, Ophiolite, Tethys Ocean.

GİRİŞ

Ofiyolit ve yığışım karmaşığı topluluklarının kıtasal bloklar arasında yüzlek verdiği bölgeler, ‘Kenet Zonu ya da Kenet Kuşağı’ olarak tanımlanır (ör. Burke ve diğ., 1977; Moores, 1981). Jeolojik olarak Türkiye, eski okyanus kalıntıları olan ofiyolit ve yığışım karmaşığı topluluklarının kenet kuşakları boyunca ve kıtasal bloklar üzerinde yaygınca gözlendiği bir coğrafik alanda yer almaktadır. Dolayısıyla, kenet kuşaklarında yapılacak genel jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar hem paleocoğrafyanın yeniden tasvir edilmesi hem de manto-kabuk dinamikleri hakkında önemli bilgiler elde edilmesini sağlar. Türkiye Jeolojisi, Gondwana ve Laurasia süper kıtaları arasında Karbonifer’den itibaren var olmuş olan Tetis okyanusunun evrimi ile yakından ilgilidir (ör. Smith ve diğ., 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon 1984; Yılmaz ve diğ., 1997a; Stampfli ve Borel 2002). Bu nedenle, Türkiye ofiyolitleri ve yığışım karmaşıkları şimdiye kadar yerli ve yabancı birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir (ör. Bailey ve McCallien, 1950; Göncüoğlu ve diğ., 1997; Rojay ve diğ., 2004; Bağcı ve diğ., 2005; Dilek ve Thy, 2006; Aldanmaz ve diğ., 2007; Çelik ve diğ., 2006, 2011; Robertson ve diğ., 2012; Parlak ve diğ., 2013a; Özbey ve diğ., 2013; Uysal ve diğ., 2016; Saka ve diğ., 2019). Juteau (1980) tarafından Türkiye ofiyolitleri Kuzey Ofiyolit Kuşağı, Toros Ofiyolit Kuşağı ve Güney ya da Peri-Arab Ofiyolit Kuşağı olmak üzere üç temel kuşak şeklinde tarif edilmiştir. Kuzey Ofiyolit Kuşağı, kabaca Pontidler ile Anadolid-Torid blokları arasında kalan ve Tetis Okyanusu’nun kuzey kolu olarak değerlendirilen İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağı boyunca yer alan ofiyolitik kayaçları kapsamaktadır (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999). İAE kenet kuşağı boyunca yer alan ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarında yapılan jeolojik ve jeokronolojik çalışmalarla, bu kuşak içinde yer alan ofiyolitik kayaçlardan Üst Kretase, Jura ve Üst Triyas yaşları elde edilmiştir (ör. Önen, 2003; Çelik ve diğ., 2011, 2013, 2019a; Göçmengil ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Uysal ve diğ., 2015; Çörtük ve diğ., 2016).

Toros Ofiyolit Kuşağı ve Peri-Arab Ofiyolit Kuşağı'na ait ofiyolitlerin oluşum ve okyanus-ıçi yitim yaşları incelendiğinde ise Üst Kretase yaşlı oldukları belirlenmiştir (ör. Dilek ve diğ., 1999; Dilek ve Thy, 2009; Parlak ve Delaloye, 1999; Çelik ve diğ., 2006; Parlak ve diğ., 2013b). İAE kenet kuşağı boyunca yüzeyleyen ofiyolitlerden ve metamorfik kayaçlardan bugüne kadar elde edilen bilgiler ve özellikle radyometrik yaşlar mevcut olsa da tüm kenet kuşağını temsil etmekten uzaktır. Bununla birlikte bu okyanusların geçirdikleri evrimin (oluşum, gelişim ve kapanma) zamanı ve mekânı hakkında görüş birliği tam olarak sağlanamamıştır (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör, 1984; Okay ve Tüysüz, 1999; Stampfli, 2000; Robertson ve diğ., 2004, 2012; Göncüoğlu ve diğ., 2010; Çelik ve diğ., 2011; Şengör ve diğ., 2019). Fikir ayrılığı oluşmasının en genel sebebi kenet kuşaklarını oluşturan kayaç topluluklarıyla ilgili analitik verilerin (ör. jeokronolojik, jeokimyasal) eksikliğidir. Örneğin, İAE kenet kuşağının batısında yer alan ofiyolit tabanı metamorfitlerinden elde edilen Erken - Geç Kretase yaşlarının (Önen, 2003; Harris ve diğ., 1994; Pourteau ve diğ., 2019) varlığı ve İAE kenet kuşağı içindeki ofiyolitik malzemelerin Tetis okyanusunun kuzey kolunda gelişen Erken Kretase okyanusal litosferinin kalıntıları oldukları şeklinde birçok araştırmacı tarafından genel kabul görmesine karşın (ör. Koçyiğit, 1991; Tankut ve diğ., 1998; Bortolotti ve diğ., 2018), özellikle son on yıl içerisinde kenet kuşağındaki ofiyolitik kayaçlar ve metamorfik topluluklar üzerine yapılan yeni jeokimyasal, jeokronolojik ve paleontolojik çalışmalar, bu kuşak içerisinde farklı zaman ve mekânlarda oluşmuş ofiyolitik ve metamorfik toplulukların varlığını ortaya koymuştur. Bu çalışmaların en önemlilerinden bir tanesi, Çelik ve diğ. (2011)'de Eldivan (Çankırı) ofiyoliti ve metamorfik kayaçlarından yaptıkları jeokronolojik ve jeokimyasal çalışmalarla, daha önce düşünülenin aksine İAE okyanusal alanında Jura döneminden itibaren kapanma süreçlerinin başladığı ve Balkanlarda yaygın olarak gözlenen Jura yaşlı ofiyolitlerin Türkiye'deki ofiyolitik alanlarla kıyaslanabileceğini tespit etmişlerdir. Bir diğer örnek ise, Kretase ofiyolitleri (ör. Rice ve diğ., 2009; Parlak ve diğ., 2013a) ve Permo-Triyas yaşlı metamorfik kayaçları (ör. Yılmaz ve Yılmaz 2004) olarak değerlendirilen Refahiye (Erzincan) bölgesindeki ofiyolitik ve metamorfik kayaçlarının Jura yaşlı yitim zonu üstü ofiyolitini ve onun metamorfik yığışım karmaşıklıklarını temsil ettikleri ortaya çıkarılmıştır (Topuz ve diğ., 2013a, 2013b). Bununla birlikte, Çelik ve diğ. (2019a) Tokat güneyinde (Çamlıbel civarı)

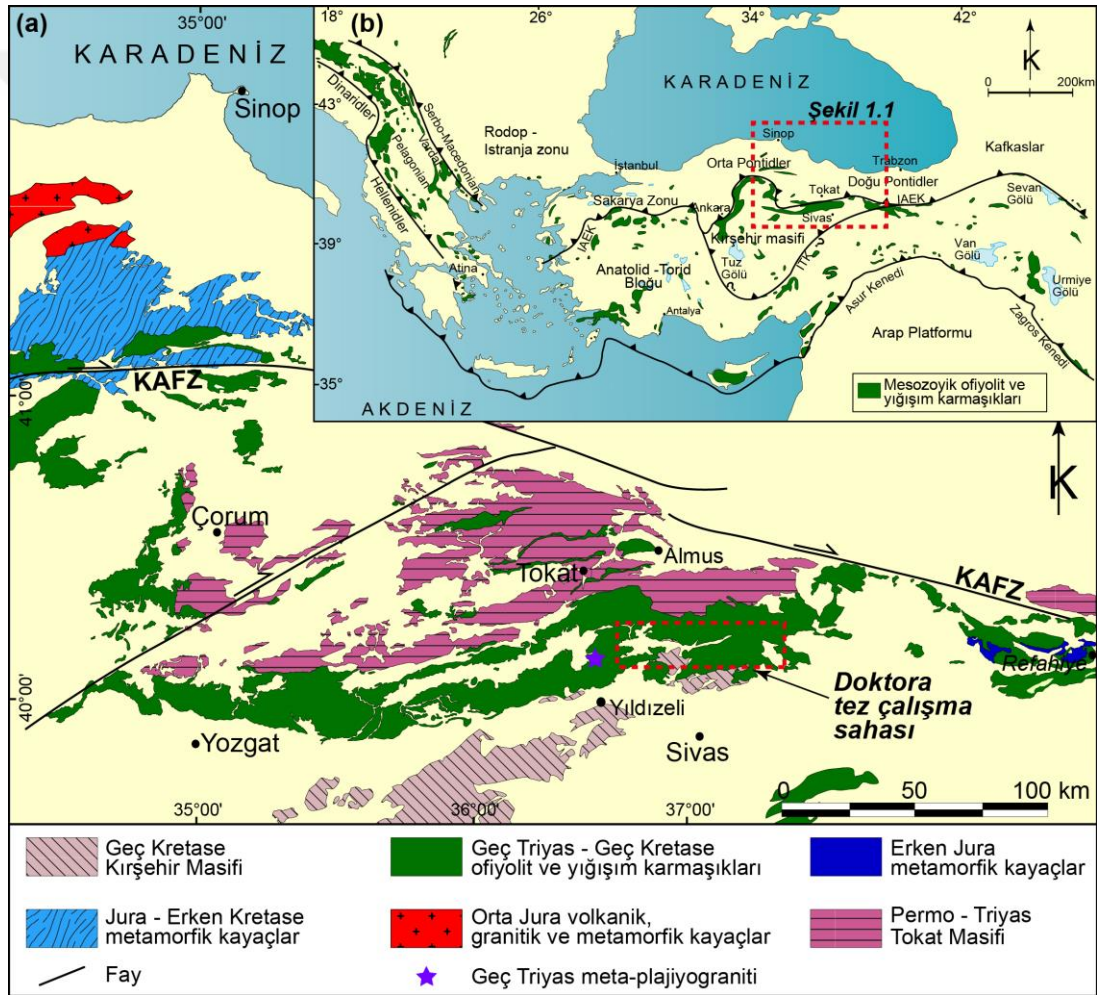
yaptıkları çalışmada Üst Triyas yaşlı yitimle ilişkili meta-ofiyolite ait kabuk parçalarının varlığı tespit etmiş ve Üst Triyas'tan Alt Kretase'ye kadar olan süreçte okyanus içi yitim süreçleri hakkında önemli bilgiler sunmuşlardır. Tüm bu gelişmeler İAE kenet kuşağı boyunca yüzeyleyen ofiyolitik ve onlarla mekânsal beraberlik gösteren bölgesel metamorfik kayalardan yapılacak olan ayrıntılı yeni çalışmaların Tetis okyanusunun oluşum, gelişim ve kapanma süreçlerinin aydınlatılmasında önemli katkılar sağlayacağını göstermiştir. İAE kenet kuşağı üzerinde yer alan doktora tez çalışması kapsamında ilk olarak çalışma sahasının ayrıntılı jeoloji haritası oluşturulmuş ve jeokimyasal, jeokronolojik ve paleontolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm bu yeni veriler ışığında İAE kenet kuşağının ve daha genel anlamda Tetis okyanusunun Mesozoyik jeodinamik evrim süreçlerinin ortaya çıkartılmasına katkı konulması hedeflenmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye'nin kuzeyinde yaklaşık doğu – batı yönlü 1500 km izlenebilen İAE kenet kuşağı, kuzeyde Pontidler güneyde ise Anatolid-Torid bloğu ve Kırşehir Masifi'yle sınırlanır. İAE kenet kuşağı, diğer kenet kuşaklarında olduğu gibi geçmişin jeolojik kayıtlarını bünyesinde barındırmakta olup kalıntılarını temsil ettiği Tetis okyanusal alanının jeolojik evrim süreçlerinin anlaşılabilmesi için araştırmacılar tarafından seçilen hedef alanlardandır. İAE kenet kuşağı üzerindeki doktora tez çalışma sahası olarak belirlenen bölgede (Sivas Kuzeyi) ofiyolitik kayaçlar ve onlarla tektonik ilişki metamorfik kayaç toplulukları (Tokat ve Kırşehir masifleri) bir arada gözlenmektedir (Şekil 1.1). Doktora tez çalışma sahası olarak seçilen alanda ofiyolitik dizinin farklı bölümlerini temsil eden kayaçlarla birlikte farklı metamorfik fasiyeslere ait kayaçlar yığışım karmaşığında yüzlek vermektedirler. Bu açıdan ofiyolitik kayaçların tektonik olarak birlikte oldukları metamorfik topluluklarla olan zamansal ve mekânsal ilişkilerinin ortaya çıkarılması tezin en önemli amaçlarından birini oluşturmaktadır. Ayrıca, ofiyolitik kayaçlarla birlikte gözlenen metamorfik kayaç topluluklarının aidiyetlerinin, oluştukları termo-barometrik koşulların ve evrimlerinin belirlenmesi doktora tez çalışmasının hedefleri arasındadır. Bu doğrultuda, ofiyolitlerle mekânsal ilişkileri olan metamorfik kayaçların ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmeleriyle başkalaşım zamanları tespit edilmiş, ofiyolitlerden elde edilen bilgilerle de birlikte diğer metamorfik sahalarla kıyaslanmıştır. Bununla birlikte, bölgedeki ofiyolitik kayaçların oluşum yaşlarının, oluştukları jeodinamik ortam/ortamların ve ne zaman yitime uğradıklarının belirlenmesi tezin bir diğer önemli amaçlarındandır. Bu sorulara cevaplar, titiz saha jeolojisi çalışmalarıyla birlikte modern laboratuvar tekniklerinin kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Örneğin, ofiyolitik kayaçların kabuk bölümlerine ait kayaçlardan elde edilen zirkon minerallerine U-Pb tarihlendirme yöntemleri uygulanarak ofiyolitlerin oluşum yaşları ve dolayısıyla ait olabilecekleri okyanusal havzalara cevap aranmıştır.

Benzer şekilde, ofiyolite ait bazaltik kayalarla birlikte gözlenen radyolaryalı çörtlerden elde edilen fosil bulgularıyla, bu kayaların oluşum yaşlarının tespit edilmiştir. Ofiyolitlerin kabuk ve manto bölümünden gerçekleştirilen tüm kaya ve mineral kimyası analizleriyle ofiyolitik kayaların oluşmuş oldukları jeodinamik ortam/ortamların hakkındaki sorulara yanıt aranmıştır. Sonuç olarak, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı üzerinde yer alan tez çalışma sahasındaki ofiyolitik ve metamorfik toplulukların jeolojik, jeokronolojik ve jeokimyasal çalışmalarla değerlendirilmesiyle, Gondwana ve Laurasia arasında var olmuş Tetis okyanusunun ve dolayısıyla Türkiye jeolojisinin evrimine önemli katkılar sağlaması hedeflenmiştir.



Şekil 1.1. (a) Doktora tez çalışma sahasının ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve (b) Doğu Akdeniz bölgesindeki tektonik birlikleri ve kenet kuşaklarını yerini gösteren harita (MTA, 2002; Çelik ve diğ., 2011, 2019a; Okay ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013b). Kısaltmalar: İAEK, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi; İTK, İç Torid Kenedi; KAFZ, Kuzey Anadolu Fayı Zonu

1.2. Materyal ve Yöntem

Doktora tez çalışması birçok farklı çalışma yöntemini içermektedir. Bunlar genel itibariyle (i) tez çalışma konusuyla ilgili konuların araştırılmasını ve tez çalışmasından üretilen verilerle ilgili makalelerin yazım süreçlerini kapsayan büro çalışmaları, (ii) saha çalışmaları (iii) uzaktan algılama ve (iv) laboratuvar çalışması aşamalarından meydana gelmektedir.

1.2.1. Büro çalışmaları

Büro çalışmaları, diğer çalışma aşamalarına paralel olarak sürekli devam etmiş olup tez çalışma takviminin tümünü kapsamaktadır. Bu açıdan, büro çalışmaları saha ve laboratuvar çalışmaları sonrasında da devam etmiştir. Saha çalışmaları öncesi büro çalışmaları kapsamında farklı araştırmacılar tarafından üretilmiş jeoloji haritaları bilgisayar yardımıyla örtüştürülerek farklılıkları belirlenmiştir. Tez çalışması içerisinde ayrı bir bölüm olarak da anlatılan uzaktan algılama çalışmaları büro çalışmalarının bir diğer bölümünü oluşturmaktadır. Bu aşamada, saha çalışmalarında üretilen jeoloji haritalarındaki litolojik sınırların ve yapısal unsurların belirlenmesinde uydu görüntüleri üzerinde uygulanan görüntü işleme tekniklerinden faydalanılmıştır. Büro çalışmalarında tez çalışma konusundan üretilen 3 adet uluslararası makale yayınlanmıştır. Ayrıca, birçok ulusal ve uluslararası sempozyum ve konferanslarda bildiri ve poster sunumları yapılmıştır.

1.2.2. Uzaktan algılama çalışmaları

Aralık 1999'da başlatılan ASTER (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), EOS (Earth Observing System) TERRA platformunda bulunmaktadır. ASTER uydusu toplamda 14 bantta yansıma sunan radyasyonu ölçülmekte olup bunlardan 3'ü 0.52 ve 0.86 μm spektral aralıkta ve 15 m mekânsal çözünürlükteki "görünür yakın kızılötesi (VNIR)" bantları, 6'sı 1.6 ila 2.43 μm arasında ve 30 m mekânsal çözünürlüklü "kısa dalga boylu kızılötesi (SWIR)" bantları, 5'i ise 8.125 ve 11.65 μm arasında ve 90 m mekânsal çözünürlük "termal kızılötesi (TIR)" bantlarıdır. Bu band aralıklarındaki ASTER görüntüsü 60 x 60 km^2 'lik alan kaplamaktadır. ASTER_L1T veri seti (Precision Terrain Corrected

Registered At-Sensor Radiance) ücretsiz olarak kamuya açık olup NASA'nın LP DAAC (Land Processes Distributed Active Archive Center) arşivi üzerinden ücretsiz olarak ulaşılabilir. Bu tez çalışmasında 22 Temmuz 2005 tarihinde Sivas'ın kuzeyindeki ASTER verilerinin tüm spektral bantları değerlendirilmiştir.

ASTER L1T SWIR bantları üzerinde "cross-talk effect" düzeltmesi işlenmiştir. VNIR ve SWIR bantlarında ise atmosferik saçınım düzeltmesi için "karanlık nokta çıkarma" tekniği, TIR bantlar için ise "termal düzeltme algoritması" tekniği uygulanmıştır. SWIR'in 6 bandı ile VNIR'ın 3 bandı 15 m mekânsal çözünürlükle yeniden kombine edilerek aynı boyutlara sahip 9 bant elde edilmiştir. Yayma verisi, Gillespie ve diğ. (1998) tarafından geliştirilen "sıcaklık-emisyon ayırımı (TES)" algoritmasını kullanarak ASTER TIR bantlarından türetilmiştir. Görüntü işleme ve hazırlama için ENVI 5.3 (Environment for Visualizing Images) ve ArcGIS 9.3 (Arc Geographic Information System) yazılımları kullanılmıştır. Ayrıca, çalışma sahasındaki bazı alanlarda litolojik sınırların daha hassas belirlenmesi için ASTER sonuç görüntüleri KMZ (Keyhole Markup Language-Zipped) formatına dönüştürülerek Google Earth (DigitalGlobe) görüntüleriyle birlikte değerlendirilmiştir.

1.2.3. Saha çalışmaları

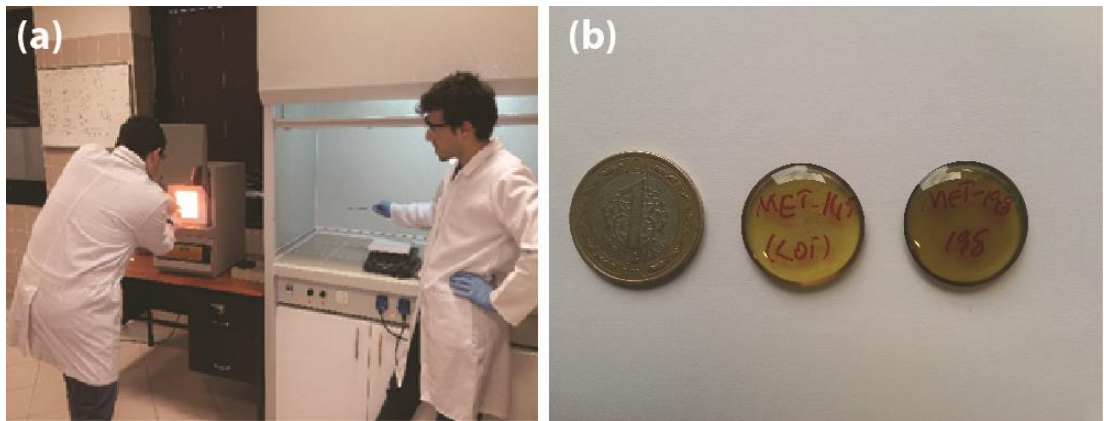
Saha çalışmaları doktora tez kapsamında 2013-2015 yılları arasındaki yaz aylarında yaklaşık 85 iş günü olarak gerçekleştirilmiştir. Tez çalışma sahasında yüzeyleyen farklı kayaç türlerinden petrografik, jeokimyasal ve radyometrik / paleontolojik tarihlendirmeler amacıyla ofiyolitik, metamorfik ve çökel kayaçlardan örnekler derlenmiş, alınan örneklerin koordinatları noktasal olarak kayıt altına alınmıştır. Saha çalışmalarından derlenen ilgili örneklerin lokasyonları EK Tablo A'da sunulmuştur. Bölgedeki kayaç gruplarının birbirleriyle olan ilişkilerinin saptanması ve litolojik ayırtmanın yapılması amacıyla yaklaşık 1250 km²'lik alanın ayrıntılı jeoloji haritası oluşturulmuştur. Buna bağlı olarak bölgedeki kayaçların birbirleriyle olan ilişkileri (ör. Tektonik, uyumlu, uyumsuz vb.) ayrıntılı olarak tespit edilmiş ve bu süreçte gerekli yapısal unsurların (ör. Doğrultu – eğim, foliasyon) ölçümleri de gerçekleştirilmiştir.

1.2.4. Laboratuvar alışmaları

Laboratuvar alışmaları saha çalışmalarında derlenen örneklerin ince ve parlak kesitlerinin hazırlanması, tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası analizleri ile radyometrik tarihlendirmeler için örneklerin hazırlanması ve analizi aşamalarını kapsamaktadır. Laboratuvar alışmaları kapsamında 120 adet örneğin ince kesiti hazırlanmış ve 68 adet örneğin tüm kayaç jeokimyası, 16 adet örneğin mineral kimyası analizi, 2 adet rneğin U-Pb tarihlendirmesi, 6 adet rneğin ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesi ve 5 adet örneğin radyolarya fosil tarihlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

1.2.3.1. Tüm kayaç jeokimyası

Tüm kayaç jeokimyası analizleri için örneklerin analize hazır hale getirilme ve analiz işlemleri Kocaeli Üniversitesi (KOU) Jeoloji Mühendisliği Bölümü rnek hazırlama ve analitik jeokimya laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Tüm kayaç jeokimyası analizleri için örnek hazırlama sürecinde ilk olarak kayaç örnekleri kayaç kesme aleti parçalara ayrılmıştır. Bu aşamada kayaç örnekleri altere kesimlerinden ve varsa ikincil olarak gelişmiş damarlarından arındırılmıştır. Kayaçlardan elde edilen yaklaşık 250 gram ağırlığındaki taze kayaç parçaları çeneli kırıcıda çapları 0,5 santimetreden küçük olacak şekilde kırılmıştır. Kırılmış kayaç rnekleri Retsch PM100 model agat havanlı öğütücüde ğtlp pudra kıvamına getirilmiştir. Ana element analizleri için kl fırında ergitilmiş örneklerden cam diskler hazırlanmıştır (şekil 1.2a, b).



şekil 1.2. (a) Kl fırında kayaç örneklerinin ergitme aşamasını gösteren fotoğraf. (b) XRF tüm kayaç ana element analizleri öncesi hazırlanan cam disklerin görüntüsü

İz ve Nadir Toprak Element analizleri, hazırlanan çözeltilerden itibaren ICP-MS cihazı vasıtasıyla ölçülmüştür. Tüm kayaç ana element ölçümleri Skyray EDX3600B model EDXRF cihazıyla (Şekil 1.3a) diğer elementler ise Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS cihazıyla (Şekil 1.3b) yapılmıştır. Örneklerin ateşte kayıp değerleri (LOI) ise pudra halindeki numunenin 900 °C'deki kül fırında 2 saat boyunca bekletilmesi sonucu oluşan kütle kaybına göre tayin edilmiştir.



Şekil 1.3. KOU analitik jeokimya laboratuvarında tüm kayaç jeokimyası analizlerinin gerçekleştirildiği (a) Skyray EDX3600B model ED-XRF ve (b) Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS cihazları

1.2.3.2. Mineralojik ve petrografik çalışmalar

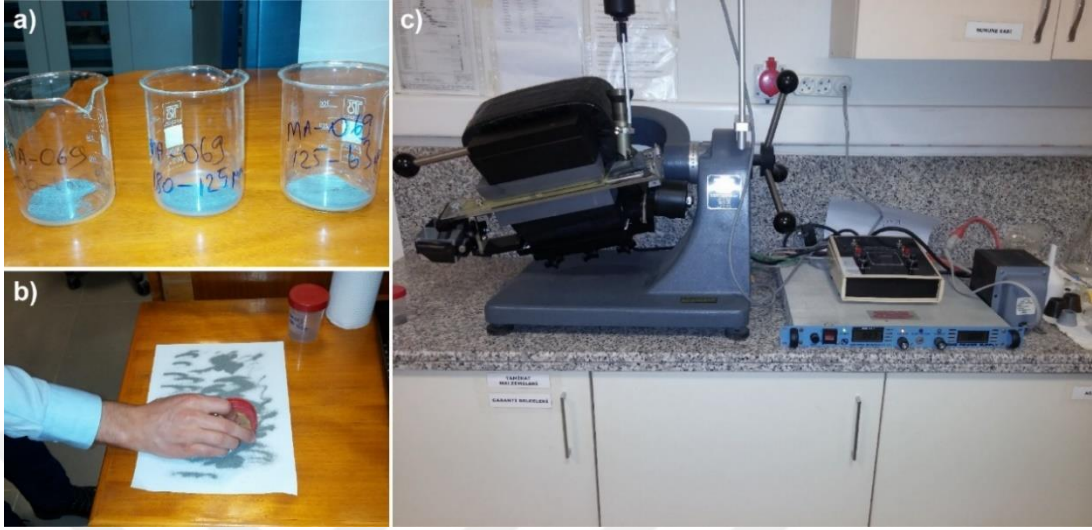
İnce kesitler ve parlak kesitler İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'ndeki (İTÜ-AYBE) ince kesit laboratuvarında yapılmıştır. İnce kesitlerin detaylı petrografik analizleri KOU Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde görüntülü polarize mikroskop vasıtasıyla yapılmış olup içlerinden radyometrik tarihlendirme, 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 Padova Üniversitesi'ndeki (İtalya) Cameca SX50 elektron mikroprob cihazında koordinatlarını ayrıntılı olarak belirlediğimiz mineraller üzerinden gerçekleştirilmiştir. 15 kV sabit hızlanma geriliminde, ışın akımı amfibol ve plajiyoklazın analizi için 15 nA, piroksenler ve oksitler ise 20 nA olarak ayarlanmıştır. Tekrarlanan standart analizleri, ana elementler için ~ % 1 ve iz elementler için % 5'lik bağıl analitik belirsizliklere işaret etmektedir.

1.2.3.3. Radyometrik tarihlendirmeler (U-Pb, ⁴⁰Ar-³⁹Ar)

Radyometrik tarihlendirmeler (U-Pb ve ⁴⁰Ar/³⁹Ar) için seçilen kayaç örneklerine ait zirkon, hornblend ve mika minerallerinin ayıklama işlemleri İTÜ-AYBE örnek hazırlama laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Tarihlendirme ölçümleri için uygun bulunan örnekler ilk olarak kayaç kesme aletiyle kesilip basınçlı piston yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Parçalanan kayaç örneği çeneli kırıcı ile daha küçük boyutlara getirildikten sonra 250, 180, 125 ve 63 mikrometrelik eleklerden oluşan elek setinde elenmiştir. Eleklerin üzerinde kalan örnek 250-180 mikrometre arası, 180-125 mikrometre arası ve 125-63 mikrometre arası olmak üzere üç ayrı fraksiyona ayrılmıştır (Şekil 1.4a). Daha sonra üç fraksiyon da ayrı ayrı saf su ile yıkanarak toz boyutundaki kısımlarından arındırılarak, 105°C'deki etüvde kurutulmuştur. Kuruyan numuneye ait her bir fraksiyon ayrı ayrı temiz bir dosya kağıt üzerine yayılmış ve üzerinde mıknatıs dolaştırılarak mıknatıslanma özelliğine sahip mineraller bu yolla uzaklaştırılmıştır (Şekil 1.4b). Bu işlemin ardından, örneğe ait farklı fraksiyonlar Frantz izodinamik manyetik ayırıcı (Şekil 1.4c) kullanılarak numunenin içerisinden ayıklanmak istenilen mineralin mıknatıslanma değerine göre, uygulanacak olan voltaj değeri ayarlanmış ve etkili bir şekilde ayırıştırma sağlanmıştır. Bu aşamadan sonra ayıklanmak istenen her mineral için farklı yöntem uygulanmıştır.

Mika minerallerinin ayıklamasında, mineralinin geometrik yapısından yararlanılmaktadır. Bu süreçte, içinden mika mineralleri ayıklanacak olan kayaç örneği kâğıt üzerine serpilmiştir. Üzerinde örnek olan kâğıt yavaş hareketlerle sallanarak, örnek bir başka kâğıda aktarılmıştır. Bu işlem sayesinde geometrik olarak yuvarlaksı olan maddeler diğer kâğıda düşerken, levhamsı olan mika pulcukları titreştirilen kâğıtta kalmaktadır. Bu işlemin defalarca tekrarlanmasıyla mika minerallerinin zenginleşmesi sağlanmıştır. Sonrasında agat havan içerisine konulan zenginleştirilmiş mika minerallerinin üzerine aseton eklenerek havan tokmağıyla hafifçe öğütülmüş olup hem mika minerali haricindeki kırılğan minerallerinden hem de mika mineralinin içindeki kapanımlardan ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen mika mineralleri özel şişelere konularak hazır hale getirilmiştir. İçinden amfibol mineralleri ayıklanacak olan kayaç örneğinin Frantz izodinamik elektromanyetik ayırıcıdan geçirilerek ayrılan bölümü, % 99.9 oranında bolluk elde etmek amacıyla son olarak

binoküler mikroskop altında elle ayıklanarak ve elde edilen mineraller özel şişelere konularak analize hazır hale getirilmiştir.

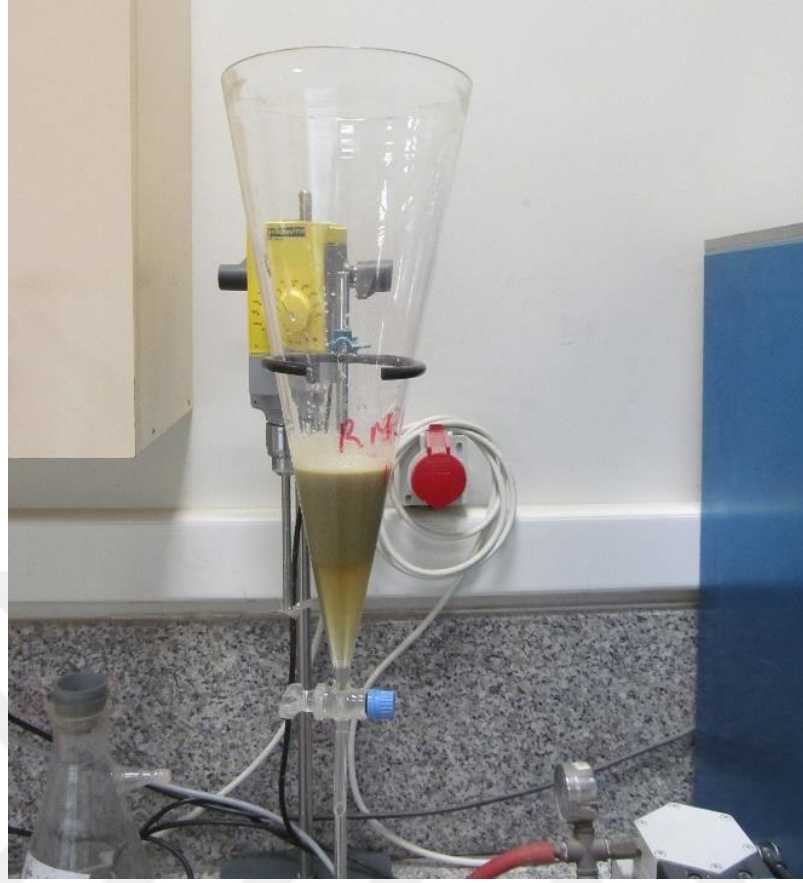


Şekil 1.4. (a) Eleme işleminden sonra farklı tane boyutunda ayrılan örnekler. (b) El mıknatısı ile örnekler içerisindeki manyetik minerallerin ayıklanması. (c) Frantz manyetik ayırıcı cihazıyla felsik (açık renkli) ve mafik (koyu renkli) minerallerin ayrılması

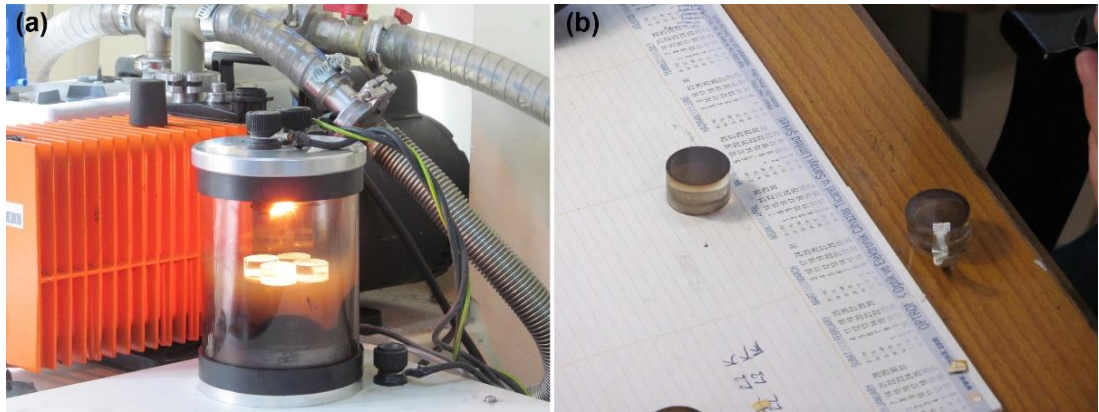
Zirkon ayıklama işleminde yoğunluğu yaklaşık 2.9 gr/cm^3 olan sodyum politungstat sıvısı (SPT) yardımıyla ayırma hunisi içerisinde çöktürme işlemi yapılmıştır (Şekil 1.5). Çöktürme işlemi ile kayaç örneğinden ayrılan mineraller, binoküler altında incelenerek, zirkon mineralleri tek tek ayıklanmıştır. Ayıklanan zirkonlar epoksi halkalara gömüldükten sonra sırasıyla 6, 3 ve 1 mikronluk elmas çözeltilerle parlatılarak analize hazır hale getirilmiştir.

LA-ICP-MS U-Pb tarihlendirme analizleri öncesinde katodoluminesans (CL) görüntülemeleri için epoksi halkalar içerisinde gömülü olan zirkon mineralleri karbon film ile kaplanmıştır (Şekil 1.6a, b). Zirkonların katodoluminesans (CL) görüntülemeleri Hacettepe Üniversitesi'nde yapılmıştır. LA-ICP-MS U-Pb tarihlendirmeleri ve zirkonların iz element ölçümleri ise Göteborg Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

U-Pb yöntemiyle zirkon minerallerinin tarihlendirilmesi ve iz element ölçümleri, New Wave NWR213 lazer ablasyon sistemi ile donatılmış Agilent 8800 ICP-MS cihazı ile Gothenburg Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1.5. Ayırma hunisi içerisinde zirkon minerallerinin, yoğunluğu yaklaşık 2.9 gr/cm^3 olan sodyum politungstat sıvısı (SPT) yardımıyla gerçekleştirilen çöktürme işlemi



Şekil 1.6. (a) Epoksi halkalarının karbon film ile kaplanma işleminin ve (b) üstü karbon film ile kaplanmış olan zirkon minerallerinin gömülü olduğu epoksi halkalarının görünümü

Ölçümler, $20 \mu\text{m}$ lazer nokta boyutu, yaklaşık $4,5 \text{ J/cm}^2$ lazer akısı ve 5 Hz frekans (zirkonların iz element ölçümleri için 10 Hz frekans) ile helyum atmosferinde ($0,9 \text{ l/dak}$) TV2 iki hacimli bir hücrede gerçekleştirilmiştir. Aşındırılmış örnek aerosol He

içinde taşınır ve ardından 4 ml N₂/dak ve 07 l Ar/dak ile ICP-MS'ye ulaşmadan önce aşağı akışla karıştırılır. Zirkonun U-Pb yaş tayini, birincil standartlar olarak 91500 kullanılarak ölçülmüştür. Veri azaltımı, URanos v.2.06a (Dunkl ve diğ., 2008; <http://www.sediment.uni-goettingen.de/staff/dunkl/software/uranos.Html>) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bütün veri düzeltmeleri Excel makroyla ve tarihlendirmeler Isoplot (Ludwig, 2003) kullanımıyla hesaplanmıştır.

Amfibol ve mika mineralleri için ⁴⁰Ar/³⁹Ar tarihlendirmeleri Open Üniversitesi'nde Dr. Sarah Christine Sherlock tarafından yapılmıştır. Ayıklanan mineraller radyoaktif ışığa işlemi öncesinde alüminyum folyelere sarılmıştır. Örnekler 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 ³⁷Ar ve ³⁹Ar bozuşmaları ve nötron-uyarımı girişim reaksiyonları düzeltme faktörlerinin kullanımıyla düzeltilmiştir: Potasyum tuzları ve Kalsiyum analizlerine göre [CaF ve KSO₄ tuzları], (⁴⁰Ar/³⁹Ar)_K = 0.0085 ± 0.0000425 , (³⁹Ar/³⁷Ar)_{Ca} = 0.00065 ± 0.00000325 , ve (³⁶Ar/³⁷Ar)_{Ca} = 0.000265 ± 0.000001325 . Radyoaktif ışığa sonrası numuneler New Wave Research tablasına yerleştirilip, aşırı yüksek vakumlu sistem içine koyulmuştur. 1059nm CSI lazer, numune haznesine odaklandırılıp ve her analizde (tane boyutlarının küçük olması nedeniyle tek tane ergitme imkânı mümkün olmamıştır) iki ya da üç mineral tanesi ergitmek için kullanılmıştır. Çıkan gazlar 450°C ve oda sıcaklığında çalışan iki SAES AP-10 getter kullanımıyla 5 dakika süresince saflaştırılmış ve ölçüm için Nu cihazları soygaz kütle spektrometresine aktarılmıştır. Kütle ayırım değeri ⁴⁰Ar/³⁶Ar için 295 değeri (modern cam analizlerine göre) hesaba katılarak kullanılmıştır. Her bir ya da iki numune analizinden önce ve sonra, kapalı sistem boş olarak ölçülmüştür. Gaz temizleme ve numune girişi, ⁴⁰Ar, ³⁹Ar, ³⁸Ar, ³⁷Ar ve ³⁶Ar ölçümleriyle birlikte, her on tarama için tamamen otomatizedir. Her bir ya da iki numune analizinden önce ve sonra boş sistem ölçümleri ham örnek

verilerinden çıkarılmıştır. 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.

1.2.3.4. Paleontolojik tarihlendirme çalışmaları

Çalışma sahası içerisinde yüzlek veren radyolaryalı çörtlerden derlenen örneklerinin kırma ve eleme işlemleri sonrasında, radyolaryaya fosilleri Soycan ve diğ. (2015) ile Soycan ve Hakyemez (2018) tarafından aktarılan yöntemle elde edilmiştir. Buna göre, ilk olarak yaklaşık 3-4 cm çapındaki radyolaryalı çört örnekleri plastik beherlerde 24 saat süre ile hidroflorik asit (% 4-5) içerisinde bekletilmiştir. Hidroflorik asitte çözüldürülen örnekler, 63 μm ve 600 μm arasındaki elek dizisinde yeteri miktarda suyla yıkanarak elenmiştir. Eleme işleminin ardından eleklerin üzerinde kalan kısımlar tekrar yeteri miktardaki suyla dört kez yıkandıktan sonra cam petri kapların içerisine alınarak kurutulmuştur. Bu işlemler sonucunda elde edilen radyolaryaya fosillerinin tayinleri binoküler mikroskobu altında gerçekleştirilmiştir. Radyolaryaya fosillerinin fotoğrafları taramalı elektron mikroskopuyla elde edilmiştir.

1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Sivas ve Tokat il sınırları içerisinde kalan doktora tez çalışma sahası coğrafi olarak İç Anadolu Bölgesinin Yukarı Kızılırmak bölümünde yer almaktadır. Çalışma alanı genel itibariyle kuzeyde ve batıda Tokat'ın Çamlıbel ve Almus ilçeleri, güney ve doğuda ise Sivas'ın Yıldızeli ve Hafik ilçeleri ile çevrilidir (Şekil 1.7). Bölgedeki başlıca yerleşim alanları Sivas iline bağlı Yıldız, Alahacı, Kurtlapa, Karabalçık, Gaziköy, Çeltek, Ovacık, Kızılalan ve Beydili köyleridir. Doktora tez çalışma sahası yaklaşık 1250 km^2 'lik bir alan kaplamaktadır. Çalışma alanının büyük bir bölümü bitki örtüsü açısından oldukça fakirdir. Çalışma sahası genel itibariyle engebeli bir topoğrafyaya olup ortalama yükseltisi 1400 ile 2000 m arasında değişmektedir.



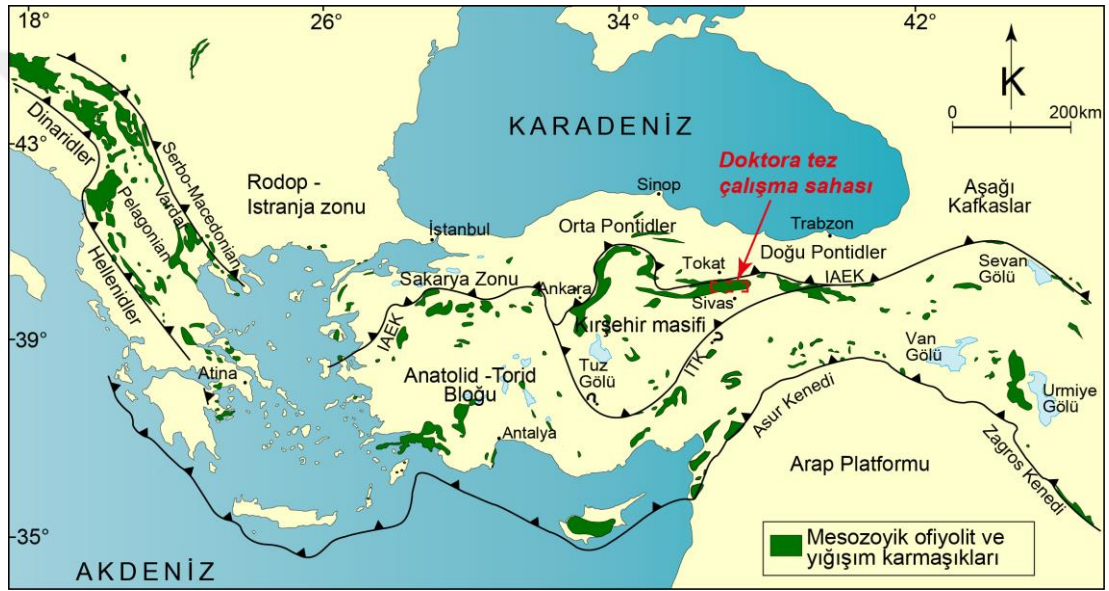
Şekil 1.7. Doktora tez çalışma sahası yer bulduru haritası (Google Earth®)

1.4. Bölgesel Jeoloji

İAE kenet kuşağı, kuzeyde Avrasya'nın güneyinde aktif kıta kenarını oluşturan Pontidler (Göncüoğlu ve diğ., 2003; Okay ve Altınar, 2007; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2010; Çelik ve diğ., 2011; Hässig ve diğ., 2017) ile güneyde Anatolid-Toridler'in pasif kıta kenarında çökelmiş olan sedimanter istifleri ve Kırşehir Masifi'nin bölgesel metamorfik kayalarını birbirinden ayırmaktadır (Şekil 1.8) (ör. Özgül, 1976, 1984; Okay ve Tüysüz, 1999; Mackintosh ve Robertson, 2009; Göncüoğlu, 2010; Robertson ve diğ., 2012). İAE kenet kuşağı doğuda Aşağı Kafkasya bölgesinde Sevan-Akera kenedi olarak, batıda ise Hellenidler bölgesinde Vardar kenedi olarak devam etmektedir (Şekil 1.8; Okay ve Tüysüz, 1999; Çelik ve diğ., 2011, 2013; Topuz ve diğ., 2013b).

İAE okyanusu, Geç Paleozoyik'ten bu yana kuzeye doğru yitimi uğraması nedeniyle Avrasya'nın güney kenarına art arda eklenen tektonik bloklar meydana getirmiştir (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Stampfli ve Borrel, 2002). Bu açıdan, İAE kenet kuşağı farklı yaşlarda (Üst Triyas, Jura ve Üst Kretase) ve farklı okyanusal ortam koşullarından (ör. MORB, SSZ) türemiş ofiyolitik kayaç kalıntılarını içermektedir (ör. Önen, 2003; Aldanmaz ve diğ., 2008; Göncüoğlu ve diğ., 2010; Çelik ve diğ., 2011, 2019a, 2019b; Rojay, 2013; Topuz ve diğ., 2013; Robertson ve diğ., 2014; Çörtük ve diğ., 2016).

Yakın zamanda, İAE kenet kuşağı üzerindeki Çamlıbel bölgesinde (Tokat güneyi) meta-plajiyogranitlerden U-Pb zirkon tarihlendirme yöntemiyle Üst Triyas (~ 222 ve ~ 227 My) kristallenme yaşları elde edilmiş (Çelik ve diğ., 2019a) olup bu kayalar İAE kenet kuşağı içerisinde tespit edilmiş yitimle ilişkili en yaşlı okyanusal kabuk kalıntısını temsil etmektedirler. Serpantiniter, gabrolar, bazaltlar, çamurtaşları ve radyolaryalı çörtler İAE kenet kuşağındaki ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarının en yaygın olarak rastlanılan kayaç türleridir (Bragin ve Tekin, 1996; Tekin ve diğ., 2002; Rojay ve diğ., 2006; Göncüoğlu ve diğ., 2010; Tekin ve diğ., 2012).



Şekil 1.8. Türkiye ve yakın civarının ofiyolit ve kenet kuşakları haritası (Çelik ve diğ., 2011'den değiştirilerek alınmıştır). Kısaltmalar: İAEK, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi; İTK, İç Torid Kenedi

Birçok alanda ofiyolit kütlelerinin İAE kenet kuşağının Üst Kretase yığışım karmaşıkları içerisinde yoğun şekilde tektonik süreçlerden etkilenmiş ve üyelerine ayrılmış halde yer aldıkları gözlenmektedir. Göreceli olarak iyi korunmuş ofiyolitik istifler, İAE kenet kuşağının doğusundaki Refahiye bölgesinde ve batısındaki Eldivan bölgesinde gözlenmektedir (ör. Çelik ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013b; Uysal ve diğ., 2015, 2016). Örneğin, Topuz ve diğ. (2013b) tarafından Refahiye ofiyolitinin başlıca manto peridotitlerinden (klinopiroksenli harzburjit ve dünit) ve peridotitleri kesen gabroyik dayk/stoklardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların tronjomitlere ait zirkonlardan yaptıkları, LA-ICP-MS U-Pb tarihlendirmesiyle $184 \pm$

4 My ve 178 ± 4 My (Erken Jura) oluşum yaşları elde etmişlerdir. Peridotitlerdeki spinel ve piroksen minerallerin bileşimlerine ve gabroyik kayaların jeokimyasal özelliklerinin yitim zonu üstü ortam koşullarını yansıttıklarını belirtmişlerdir. Çelik ve diğ. (2013), Eldivan ofiyolitine ait kabuksal kayaların (gabro ve dolerit) ve ofiyolitik melanj içerisindeki bazaltik volkanik kayaların jeokimyasal ve jeokronolojik özelliklerini çalışmışlardır. Ofiyolitik melanj içinde yer alan bazaltik volkanik kayaların okyanus adası bazaltları ve zenginleşmiş normal okyanus-ortası sırtı bazaltları niteliğinde olduklarını, ofiyolite ait gabro ve dolerit dayklarının ise yitim zonu üstü koşullarında oluştuklarını belirtmişlerdir. Gabrolardaki amfibol minerallerini $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yöntemiyle tarihlendirerek 150.5 ± 1.5 ve 150.0 ± 3.9 yaşları elde etmişlerdir (Çelik ve diğ., 2013).

İAE kenet kuşağının kuzeyindeki Pontidler Sakarya Zonu ile temsil edilmektedir (Şekil 1.8). Sakarya Zonu batıda Biga Yarımadası, doğuda ise Doğu Pontidler'e kadar uzanan bir kıtasal blok konumundadır. Sakarya Zonu, Jura - Tersiyer yaşlı sedimanter ve volkanik istifler tarafından uyumsuz olarak örtülen Jura öncesi bir temelden oluşmaktadır. Jura öncesi bu temel iki bölümden oluşmaktadır. Bunlardan ilki Kazdağ, Uludağ ve Pulur'da yüzeyleyen Variskan kristallin bir temeli temsil eden yüksek dereceli metamorfik kayalardan ve Paleozoyik granitlerinden meydana gelmektedir (ör. Okay ve diğ., 1996, 2006; Kibici ve diğ., 2010; Dokuz, 2011; Aysal ve diğ., 2012; Kaygusuz ve diğ., 2012; Ustaömer ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2004, 2007, 2010, 2020). İkinci tip temel kayaları ise Karbonifer ve Permian yaşlı radyolaritler, Permian ofiyolit dilimleri ve Triyas yaşlı eklojit ve mavişistler içeren ve "Karakaya Kompleksi" olarak adlandırılan (Okay ve Göncüoğlu, 2004) Permo-Triyas yaşlı eklenir prizmadan oluşmaktadır (ör. Okay ve diğ., 2006; Topuz ve diğ., 2018). Karakaya Kompleksi, Triyas yaşlı eklojit ve mavişist dilimleri içeren metabazitlerin oluşturduğu "Alt Karakaya" (Okay ve Monié, 1997; Okay ve diğ., 2002) ve yoğun şekilde deforme olmuş grovak ve bazaltlar ile egzotik Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşı bloklarının oluşturduğu "Üst Karakaya" olarak adlandırılan iki birime ayrılmıştır. Doktora tez çalışma sahasındaki yığılım karmaşığın kuzeyde Sakarya Zonu'na ait Tokat Masifi ile tektonik olarak sınırlanmaktadır. Tokat Masifi, Doğu Pontid'lerin batı kesimini temsil eden ve Amasya ile Reşadiye arasında geniş bir yayılım sunan ve Karakaya Karmaşığın ile deneştirilen Liyas öncesi yaşta metamorfik bir karmaşıklıkla

temsil edilmektedir (ör. Tekeli, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997a, 1997b; Yılmaz ve Yılmaz, 2004).

İAE kenet kuşağının güneyindeki kalan tüm tektonik bloklar, Gondwana süper kıtasından türetilmiş, benzer kıta temellerine ve karbonatlı istiflere sahip riftleşmiş parçalar olarak yorumlanmaktadır (ör. Ketin, 1966; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1984; Robertson, 2004; Robertson ve diğ., 2009; Okay, 2011; Robertson ve diğ., 2012). Batıda, İAE kenet kuşağının güneyinde Toridler'in kuzey kenarını temsil eden ve Tetis okyanusunun Geç Kretase dönemindeki yitim süreçlerinde metamorfizmaya uğramış Tavşanlı ve Afyon zonlarına ait metamorfitle gözlenmektedir (Okay ve diğ., 1998; Sherlock ve diğ., 1999; Robertson ve diğ., 2004; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010; Özbey ve diğ., 2013; Plunder ve diğ., 2015). Doktora tez çalışma sahasının da içinde yer aldığı orta bölümde ise İAE kenet kuşağı Geç Kretase döneminde bölgesel başkalaşım koşullarından etkilenmiş olan Kırşehir Masifi ile Pontidleri birbirinden ayırmaktadır (ör. Görür ve diğ., 1984; Lefebvre ve diğ., 2013). Doğuda ise Anatolid-Toridlere ait platform tipi karbonatları Pontidlerden ayırmaktadır (ör. Özgül, 1976; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b).

1.5. Önceki Çalışmalar

İAE kenet kuşağı üzerinde yer alan tez çalışma sahasında ofiyolitik ve metamorfik kayalar, Sivas kuzeyindeki alanda yüzlek verirler ve kabaca Tokat ve Kırşehir masifleri arasında yer alırlar (Şekil 1.1). Bu bölümde çalışma sahası ve yakın civarındaki alanlarda yer alan ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıkları ile ilgili farklı araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmaların özeti sunulmuştur. Çalışma alanı olarak seçilen bölgede yer alan yığışım karmaşıkları ve içerdikleri ofiyolitik kayalar genel olarak Kretase olarak değerlendirilmişlerdir (ör. Tatar, 1977; Koçyiğit, 1979; Yılmaz, 1981a; Yılmaz ve Yılmaz, 2004). Çalışma alanı ve yakın civarındaki alanlarda yüzeyleyen yığışım karmaşıkları için “Artova ofiyolitli karışığı” (Özcan ve diğ., 1980), “Başören ofiyolitli karışığı” (Koçyiğit, 1979), “Tekelidağı karışığı” (Yılmaz, 1982), “Çamlıbel ofiyolitik topluluğu (melanj-ofiyolit dilimi)” ve “İslimköy ofiyolitik melanjı” (Yılmaz ve diğ., 1993) gibi farklı adlandırmalar kullanılmıştır.

Tatar (1977, 1981), Yıldızeli (Sivas) ile amlıbel (Tokat) arasındaki bölgede yaptığı çalışmalarda Senozoyik ncesi birimleri Akdağ metamorfileri, ofiyolitik seri ve st Kretase kelleri olarak tanımlamıştır. Bu birimlerden ofiyolitik seriyi, piroksenit daykları, serpantinit, kısmen şistleşmiş diyabazlar, radyolarit, rekrystalize karbonatlardan oluşan düzenli istiflenmiş st Kretase ncesi birim olarak betimlenmiştir (Tatar, 1977, 1981). Ayrıca, ofiyolitik seri içerisinde gözlemediği, şistleşmiş diyabaz, albit-epidotfels, yeşil şist, glokofanşist, amfibolit, granat amfibolit, mermer ve kalkşistin varlığı nedeniyle, ofiyolitik serinin başkalaşıma maruz kaldığı ne sürülmüştür.

Koçyiğit (1979), Tokat güneyindeki Tekneli bölgesinin tektonik özelliklerini incelediği çalışmasında, bölgenin stratigrafisine de ayrıntılı olarak yer vermiştir. Ofiyolitsiz birliğin, alttan üste doğru, Tokat grubu metamorfileri, Fırınkaya formasyonu, Tekneli formasyonu ve Boyunpınar formasyonlarıyla, ofiyolitli birliğin ise Beşren ofiyolitli karışığıyla temsil edildiğini belirtmiştir. İAE kenet kuşağını temsil eden Beşren ofiyolitli karışığını oluşturan kayaçları, Akdağ metamorfilerinden ve Tokat metamorfilerinden türeyen Paleozoyik yaşlı bloklar, bazik ve ultrabazik kayaçlar, radyolarit, tf, lav, pembe-kırmızı amurtaşı, Permiyen, Triyas, Jura yaşlı bloklar ve olistolitler olarak betimlemiştir. Beşren ofiyolitli karışığının hamurunun, ofiyolit kumu, grovak, serpantinit ve çamurtaşından oluştuğunu ve yarı şisti bir halde olduğunu da rapor etmiştir.

zcan ve diğ. (1980), Kuzey Anadolu Fayı ile Kırşehir masifi arasının temel jeolojisini inceleyerek, bölgedeki genel istifin temeli olarak belirledikleri metamorfiler ile bunlarla ilişkili magmatitleri Akdağmadeni Grubu olarak adlandırmışlardır. Daha nceleri Paleozoyik metamorfik temel olarak nitelendirilen Turhal grubu ve Devecidağ karışığı birimlerinin allokton olduğunu ve bu birimlerin yerleşmesiyle, buna bağlı metamorfizmanın gelişmesine st Triyas – Liyas orojenezinin neden olduğunu ileri sürmüştür.

Çalışma alanındaki ofiyolitik kayaçları da kapsayan alandaki ayrıntılı ilk alışmalar Yılmaz (1980, 1981a) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazar, Yıldızeli-Karaçayır (Sivas-Tokat) arasındaki bölgede çalışarak, metamorfik ve ofiyolitik kayaçları incelemiştir. Tokat Masifi'ne ait Tokat formasyonu biriminin yeşilşistlerden ve

Permiyen yaşı kireçtaşı bloklarından oluşan metamorfik melanj görünümünde olduğunu belirtmiştir. Tekelidağı karışığı olarak belirttiği kayaç grubu içinde; ultramafik kayalar, serpantinitle, gabro, diyabaz, spilit, radyolarit, amfibolit, mermer, fillit, metaçamurtaşı, Üst Jura - Alt Kretase, Senomaniyen yaşı kırınıtlar ve kireçtaşı bloklarından bahsetmiş ve Üst Senomaniyen yaşı ofiyolitli karışıktan türemiş olistostromlar kapsayan pelajik kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak örtüldüklerini aktarmıştır. Öte yandan, Tekelidağı karışığının Üst Triyas – Jura yaşı kireçtaşı bloklarını kapsadığı belirlenmiştir. Ofiyolitli karışık, Senomaniyen - Alt Senomaniyen yaşı bir okyanus hendeğinin ürünü olarak değerlendirilmiştir. Tekelidağı karışığının Tokat metamorfikleri ile Karaçayır metamorfikleri arasında yer aldığını, Tekelidağ karışığı içindeki metamorfik blokların Tokat masifinden türemiş olduğunu ve Tekelidağ karışığı ile Tokat metamorfikleri arasında sedimenter-tektonik ilişkili olduğunu belirtmiştir. Yılmaz (1982) tarafından “Gediktepe metamorfikleri” olarak adlandırılan bu metamorfiklerin, Kızıldağ güney ve batı kesimlerinde yığılım karmaşığını tektonik olarak sınırlayan Akdağmadeni grubu (Kırşehir Masifi) ile olan litolojik benzerliğini dikkat çekmiş ve Gediktepe metamorfiklerinin yığılım karmaşığı içerisinde Akdağmadeni Grubu’nun bir parçası olduğu öne sürülmüştür.

Yılmaz (1981b), Tekelidağ karışığı içinden derlemiş olduğu volkaniklerden yapmış olduğu tüm kayaç ana element jeokimyası çalışmalarına göre, volkaniklerin toleyitik nitelikte okyanus ortası sırtı volkaniklerine ait olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1983), Dumanlıdağ (Tokat), ile Çeltekdağı (Sivas) arasındaki bölgenin temel jeoloji özelliklerini ve buradaki ofiyolitli karışığın konumunu incelediği çalışmada, Eosen öncesi kayaçları üç tektonik birlik olarak (Tokat Grubu metamorfikleri, Akdağmadeni Grubu metamorfikleri ve Yeşilirmak Grubu) ele almıştır. Çalışma kapsamında, bölgenin yapısal özellikleri yanı sıra ofiyolitli karışığın metamorfizması ve metamorfiklerle olan ilişkilerini araştırmıştır. Tokat metamorfikleri’nin, genellikle bloklu meta-volkanotortul dizi özelliğinde olduğunu ve yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir. Yeşilirmak grubu altında değerlendirilen Tekelidağ karışığının düşük dereceli metamorfizmaya uğramış olduğunu ve karışığın üzerine yersel uyumsuzlukla gelen Senomaniyen yaşı Boztepe formasyonunu örtüldüğünü rapor etmiştir. Aynı zamanda, Tokat metamorfikleri üzerine açıl

uyumsuzlukla gelen Jura - Alt Kretase yaşlı tortul kayalara benzerlik gösteren blokların ofiyolitli karışık içinde yer aldığı ifade edilmiştir.

Yılmaz, (1984), Dumanlı Dağı (Tokat) ile Çeltek Dağı (Sivas) bölgeleri arasında yüzeyleyen Tekelidağ ofiyolitik karışığında, Senomaniyen yaşlı kireçtaşlarının ofiyolitli karışık içinde hem blok hem de spilitik bazaltlar ile ardışıklı olduğunu belirtmiştir. Üst Kampaniyen-Paleosen yaşlı kırıntılı kayaçlarının ofiyolitli karışığın üzerine yerel uyumsuzlukla geldiğini ve Eosen yaşlı kayaçların ise Üst Kretase yaşlı kayalar üzerinde açısız uyumsuzlukla geldiği vurgulamıştır. İşler (1982) tarafından Çaltılı (Sivas) dolaylarında Üst Jura kireçtaşları olarak değerlendirilen birimin yaşının Paleosen olması gerektiğini aynı zamanda İşler (1982)'de belirtildiği üzere bölgedeki kireçtaşlarının Üst Jura yaşlı olması durumunda ise kireçtaşlarının temelini oluşturan ofiyolitli karışığın Üst Jura öncesi bir oluşum yaşına sahip olabileceğini vurgulamıştır.

İşler, (1982) Çaltılı (Sivas) bölgesinde yüzeyleyen birimlerin Yılmaz (1984)'de belirtilenin aksine kireçtaşlarının Üst Jura yaşlı ve ofiyolitik kayaçların da Üst Kretase yaşlı olduğunu savunmuştur. Kireçtaşlarının yaklaşık 600 m kalınlığa sahip olduğunu ve içerisinde elde ettiği Üst Jura yaşlı fosilleri ile fikrini desteklemiştir.

İşler, (1982) tarafından Üst Jura olarak tarihlendirilen birim, Yılmaz (1984) tarafından Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı ve ofiyolitli karışığın örtü kayası olarak yorumlanmıştır. Ofiyolitli karışığın üzerinde yer alan söz konusu birimin, İşler (1982)'de belirttiği gibi Üst Jura yaşlı olması durumunda ofiyolitli karışığın en azından Üst Jura öncesi yaşta olması gerektiğini vurgulamıştır. İşler, (1982)'de metamorfik olarak belirttiği birimin Yılmaz (1982 ve 1984) ofiyolitli karışığına ve karışığın örtüsüne karşılık geldiği ve bu bölümün de İşler (1982)'nin dikme kesitinde Jura yaşlı birimlerin altında yer aldığını belirtmiştir.

Norman (1990), Hafik (Sivas) kuzeyinde doğu-batı uzanımlı yığılım karmaşığı alanını kuzey-güney konumlu dar bir şerit boyunca incelediği çalışmasında, güneyde Akdağ metamorfitlerini, kuzeyde Asmadağ metamorfitlerini (Tokat masifi) ve bu iki kütle arasında ise ofiyolitli melanjin çeşitli birimlerini tanımlamıştır. Söz konusu ofiyolitik melanjin birimlerinin, Kretase döneminin sonundan bu yana en azından üç farklı

zamanda (Erken - Orta Paleosen, Geç Eosen-Erken Oligosen, Geç Pliyosen) kuzey-güney yönlü sıkışmalarla metamorfizma geçirdiklerini belirtmiştir.

Özcan ve Aksay (1996), Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel yöresinde yapmış oldukları incelemede, Tokat Metamorfitleri'nin Liyas öncesi Karakaya ve Alpin orojenezini etkilerini taşıdıklarını, metamorfik temel üzerinde yer alan Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kayaçların ise farklı dönemlerde kuzey-güney yönlü sıkışmalara uğradıklarını, Artova Ofiyolitleri'nin de bu deformasyon sırasında güneyden kuzeye doğru hareket ederek yerleştiğini belirtmiştir.

Özden (1998), tez çalışma sahasını da içine alan Sivas kuzeyindeki alanda bölgenin tektono-stratigrafik ve yapısal jeoloji özelliklerini konu alan çalışmalar gerçekleştirmiştir. İnceleme alanındaki yığılım karmaşığının Senomaniyen öncesi yaşlı olarak değerlendirilmiş olup Senomaniyen-Kampaniyen yaşlı kireçtaşı ve volkano-sedimanter birimler tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü ifade edilmiştir. Yığılım karmaşığında içerisindeki metamorfik kayaçların Tokat Dumanlı metamorfitlerinden (Tokat Masifi) türemiş olduğunu vurgulamıştır.

Mesci (2002), tez çalışma sahasının batısındaki (Sivas KB'sı) Çobansaray-Karakaya bölgelerinde yaptığı çalışmada, Üst Kretase yaşlı Tekelidağ ofiyolitli karışığının içerisinde Alt Kretase yaşlı kırıntılı kayaçlar tarafından örtülen ofiyolitik birimlerin varlığını gözlemleyerek, karışık içerisinde Alt Kretase öncesi ofiyolitik kayaçların da varlığına işaret etmiştir.

Yılmaz ve Yılmaz (2004) ise Amasya ile Reşadiye arasında geniş bir yayılım sunan Tokat Masifi'ni oluşturan metamorfik birimlerin, Doğu Pontidler'in diğer kesimlerinde ve Kuzey Anadolu Ofiyolit Kuşağı boyunca da izlenmekte olduğunu rapor etmiştir. Bu birimlerin, daha güneydeki Kuzey Anadolu Ofiyolit Kuşağı'na ait ofiyolitli melanj prizması içerisine, Geç Kampaniyen öncesinde tektonik dilimler halinde eklenmiş olduğunu, Geç Kretase yaşlı olan ofiyolitli melanj prizmasına ait bazı dilimlerin de Tokat Masifi içerisinde yaklaşık doğu-batı uzanımlı olarak yer aldığını belirtmiştir. Bu nedenleri değerlendirerek, Tokat Masifi içerisinde yer alan ofiyolitler ve ofiyolitik melanjin ilksel yerleşim yerlerinde olmadıklarını ve bunların konumları kullanılarak kenet kuşaklarının çizilemeyeceğini vurgulamıştır.

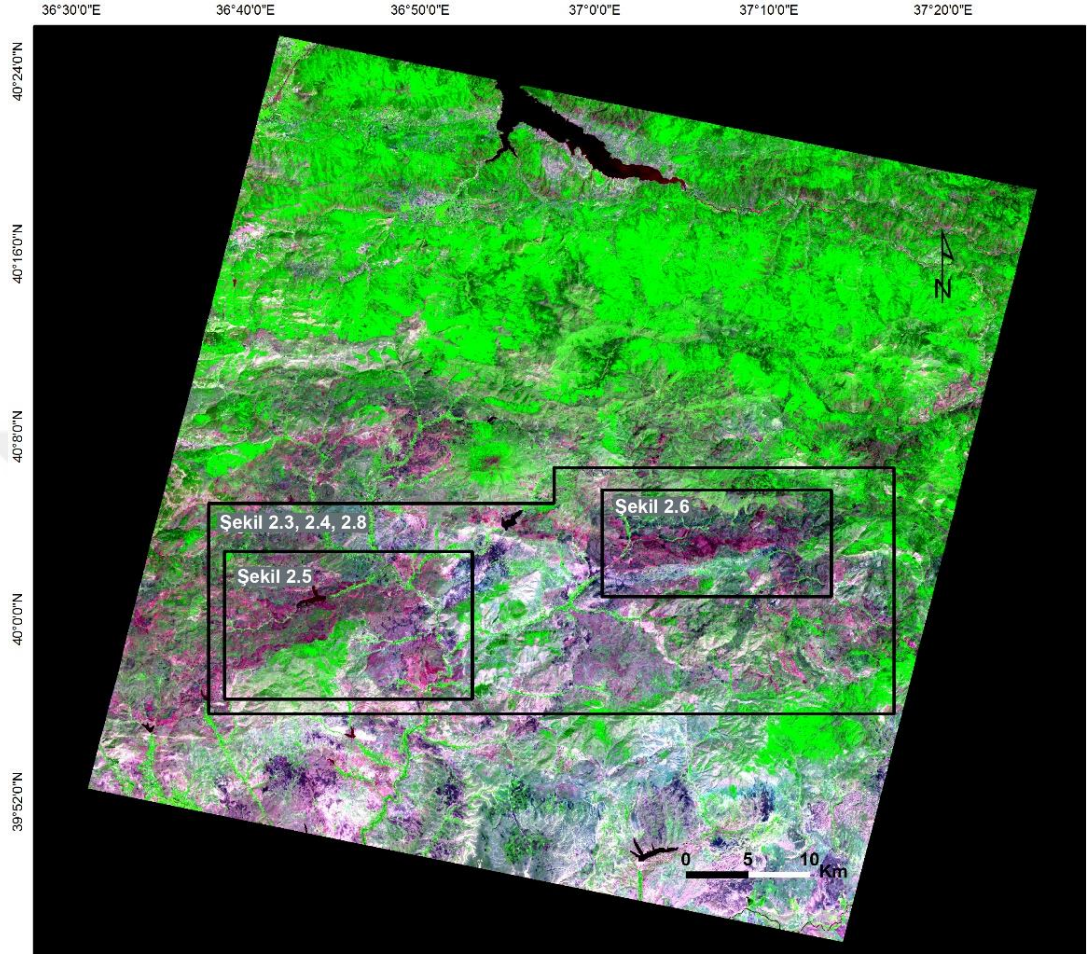
Çörtük ve diğ. (2016)'da çalışma alanının batısında yer alan Artova civarındaki (Tokat güneyi) yığılım karmaşığı içerisinde tespit ettikleri ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarını incelemişlerdir. Ofiyolit tabanı metamorfiteğine ait amfibolitik kayaçların zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları ve okyanus adası bazaltlarına benzer jeokimyasal özelliklere sahip oldukları ve yitimle ilişkili ada yayı bazaltı karakterine sahip dolerit daykları tarafından kesildiklerini tespit etmişlerdir. Amfibolitlere ait hornblend minerallerinden ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmelerine göre ofiyolit tabanı metamorfiteğinin Üst Jura – Alt Kretase ($139 \pm 11 - 157 \pm 3.6$ My) yaşlı oldukları tespit edilmiştir. Jeotermobarometrik çalışmalara göre ofiyolit tabanı metamorfiteğinin $\sim 650 \pm 30^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 5 kbar'dan daha az basınç koşullarında başkalaşıma uğradıkları ifade edilmiştir.

Çörtük ve diğ. (2018) Artova ve Günçalı (Tokat) bölgelerindeki yığılım karmaşığında yüzlek veren volkanik, metabazit ve ultramafik kayaçların kökenleri hakkında çalışma yapmışlardır. Volkanik kayaçların bazaltlarla temsil edildikleri ve ada yayı toleyitleri, zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltları ve okyanus adası bazalt ortamlarını yansıtan jeokimyasal özelliklere sahip oldukları tespit edilmiştir. Metabazitlerin yüksek basınç – düşük sıcaklık başkalaşımından etkilendikleri ve jeokimyasal olarak ada yayı toleyitleri ve zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltlarıyla ilişkili kaynak alanlarında türediklerini ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada, serpantinize peridotit örneğinde yaptıkları mineral kimyası analizlerine göre okyanus ortası sırtı peridotitleri ile benzer özellikler sunduğı rapor edilmiştir.

2. UZAKTAN ALGILAMA

Doktora tez çalışmasının ana bölümünü oluşturan ofiyolitler ve yığışım karmaşıkları orojenik kuşakların evrimine ışık tutmada ve bazı maden yataklarına ev sahipliği yapmaları yönünden önemlidir (ör. Moores ve diğ., 2000; Dilek ve Furnes, 2011; Arai ve Miura, 2015). Ofiyolit ve yığışım karmaşıkları için yapılan detaylı jeoloji haritaları, ofiyolit ve yığışım karmaşıklarının kıta üzerine yerleşme mekanizmaları ve okyanus içi oluşum koşullarının tespitinde oldukça önemli bir yere sahiptirler (ör. Khan ve Mahmood, 2008; Festa ve diğ., 2012; Wakabayashi, 2012; Wakita, 2012; Çelik ve diğ., 2016; Çörtük ve diğ., 2016). Kayaç bileşimleri hakkında önemli bilgiler sağlayan multi-spektral görüntü verileri litoloji haritalamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. ASTER'in görünür dalga boylu (VNIR) ve kısa dalga boylu (SWIR) bantları özellikle demir oksit, hidroksil, sülfat ve karbonat minerallerinin tespit edilmesinde (ör. Rowan ve Mars, 2003; Öztan ve Süzen, 2011; Pour ve Hashim, 2012; Özyavaş, 2016; Çörtük ve diğ., 2020), termal bantları (TIR) ise silikat ve karbonat kayaçlarının diğer çevre kayaçlarından ayırt edilmesinde (ör. Hook ve diğ., 2005; Ninomiya ve diğ., 2005; Rockwell ve Hofstra, 2008; Xiong ve diğ., 2011; Çörtük ve diğ., 2020) verimli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Önceki çalışmalardaki birçok araştırmacı dünya çapında ASTER uydu görüntüsünü kullanarak ofiyolitik alanların ve temel kayaçlarının jeolojik haritalamasına ve litolojik sınırların belirlenmesiyle ilgili çalışmalar gerçekleştirmiştir (ör. Rowan ve diğ., 2005, 2006; Khan ve diğ., 2007; Aboelkhair ve diğ., 2010; Amer diğ., 2010; Hashim ve diğ., 2011; Tangestani ve diğ., 2011; Çörtük ve diğ., 2020). Bu tez çalışmasında ise çalışma alanındaki yığışım karmaşığının detaylı jeoloji haritasını elde edebilmek için ASTER'in VNIR ve SWIR bantlarına uygulanan yeni bir hibrit renk kompozit görüntü tekniği geliştirmiştir. Bu görüntülerin yanı sıra kapsamlı bir saha çalışması da dâhil olmak üzere ASTER TIR bantlarıyla oluşturulan spektral indeksleri değerlendirmiş ve ilgili sonuçlar aşağıda aktarılmıştır. Şekil 2.1'de çalışma alanını kapsayan ASTER'in yalancı renk kompozit görüntüsü (R, band 1; G, band 3; B, band 2) sunulmuştur. Bu görüntüde yeşil renkli alanlar bitki örtüsünü temsil etmektedir (Şekil 2.1).

Çalışma alanı sınırları içerisinde bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlar genellikle görüntünün kuzey ve doğu bölümündeki alanlarda gözlenmektedir (Şekil 2.1).



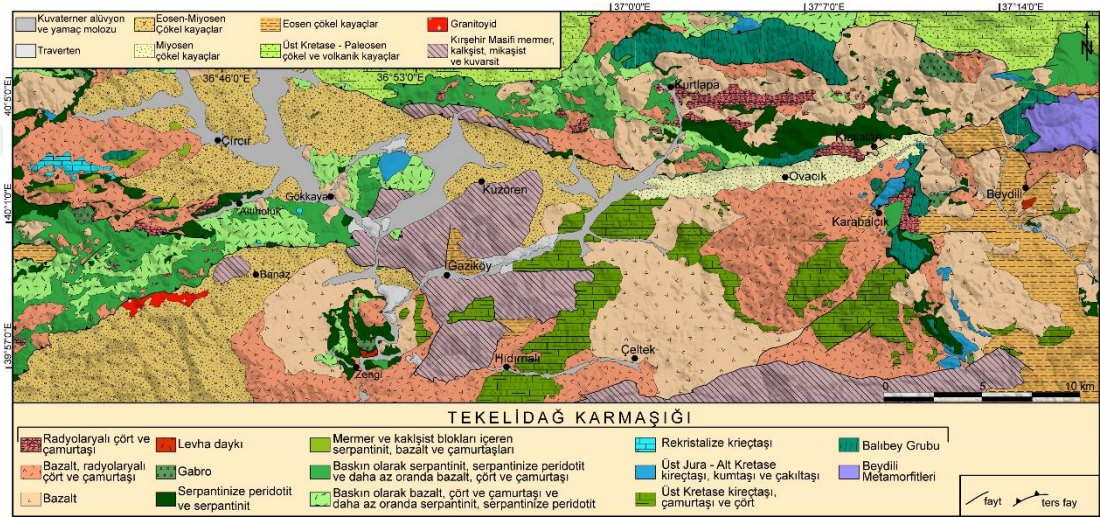
Şekil 2.1. Çalışma alanını kapsayan yalancı renk kompozit ASTER görüntüsü (Kırmızı, band 1; Yeşil, band 3; Mavi, band 2). Çalışma alanı siyah renkli çerçeve ile gösterilmiştir

2.1. VNIR ve SWIR bantları

Bu çalışma kapsamındaki haritalama çalışmaları için ASTER L1T uydu görüntüleri üzerinde daha önce rapor edilmiş birçok bant kombinasyonu uygulanmış ve test edilmiştir. Tüm bu görüntüler içerisinde çalışma sahası içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayaların ayırdını en iyi sağlayan iki adet görüntü seçilmiştir. Bu görüntülerden ilki PC1, band3/band4, band4/band6 (RGB) kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsüdür. İkinci görüntü ise band4, PC5, band3/band4 (RGB) kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsüdür. Oluşturulan her iki görüntüde yığışım karmaşığı içerisindeki

litolojilerin ayırt edilmesi için olumlu sonuçlar sağlanmış olup ikinci görüntü ultramafik kayaların ayırt edilmesinde daha iyi sonuçlar vermektedir.

Şekil 2.2'deki litolojik sınırlar, karşılaştırma için elde edilen ASTER görüntülerinin tümünde üst üste bindirilmiştir (ör. Şekil 2.3, 2.6 ve 2.8). ASTER VNIR ve SWIR bantlarını kullanan yeni hibrid renkli kompozit görüntülerinde, yığışım karmaşığına ait peridotit, gabro, bazalt, epi-ofiyolitik çökel kayalar ve metamorfite bir çok bölgede açıkça tanımlanabilmektedir (Şekil 2.3).

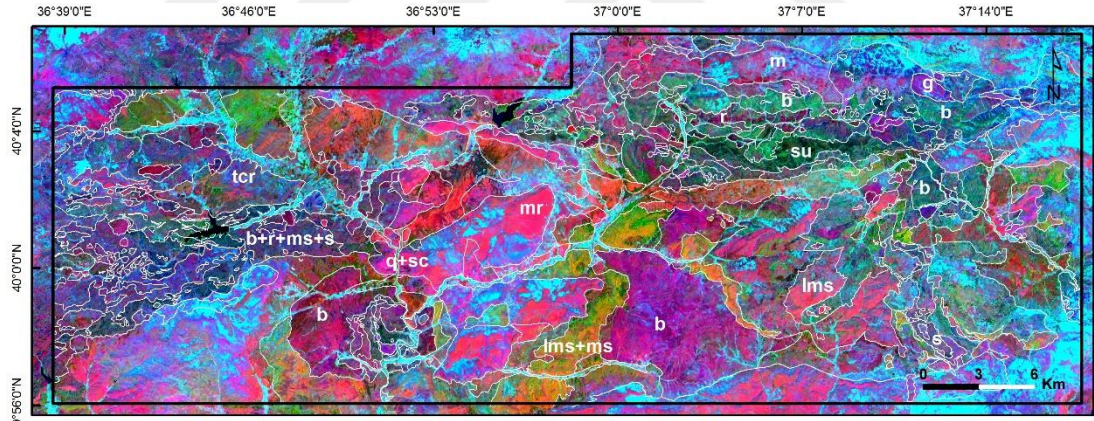


Şekil 2.2. Çalışma sahasının orta ve batı bölümünün jeoloji haritası

İki yeni hibrid renkli kompozit görüntünün geliştirilmesi, seçilen her görüntünün görsel analizine dayanmaktadır. Literatürde yayınlanan birkaç band oranını değerlendirilmiş ve 4/6 ve 3/4 band oranlarının, çalışma alanındaki litolojileri tanımlamak için diğerlerinden daha yararlı oldukları görülmüştür. Temel bileşenler analizi (PCA) dönüşümü ASTER'in VNIR ve SWIR bantları için gerçekleştirilmiştir. Üretilen temel bileşen (PC) görüntülerinin görsel analizleri, PC1 ve PC5 görüntülerinin en bilgilendirici görüntü olduğunu ortaya koymaktadır. PC1 görüntüsü diğer PC görüntüleri arasında en yüksek varyansa sahip olsa da diğer PC'ler de yararlı olabilmektedir. Üstelik daha yüksek PC'lerin litolojik farklılaşma için başarıyla kullanıldığı bazı çalışmalar da yapılmıştır (ör. Amer ve diğ., 2010). Bu nedenle, PC5 görüntüsü PC1'de ve diğer PC'lerde örtülü olan bazı litolojileri göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışmadaki durum için PC5, bazı litolojileri diğer PC'lerden daha iyi tanımlamaya yardımcı olmuştur.

Özgün bantlardan (daha az görüntü varyansı) birini kullanmak yerine, oran hâlindeki görüntülerin 'intesity blind' olduğu ilk hibrid renk kompozit görüntüde (PC1, band3/band4, band4/band6; RGB) yer aldığı takdirde, PC1 görüntüsü iki band oranıyla birleştirilmiştir. ASTER sensörünün en büyük avantajlarından birisi, haritalama litolojileri için SWIR bantlarındaki yeterli spektral çözünürlüğe sahip olmasıdır. Litolojiyi tanımlamak için spektrumun SWIR bölgesinde bantlar içeren yalancı renk kompozit görüntüleri, uzaktan algılamada yaygın bir uygulamadır (Rowan ve Mars, 2003; Xiong ve diğ., 2011; Rajendran ve diğ., 2013). ASTER 4. bandı, çalışma alanındaki bazı litolojileri diğer SWIR bantlarına göre daha iyi tanımlamakta ve bu nedenle ikinci hibrid renkli kompozit görüntüsüne (R: band4; G: PC5; B: band3/band4) dâhil edilmiştir.

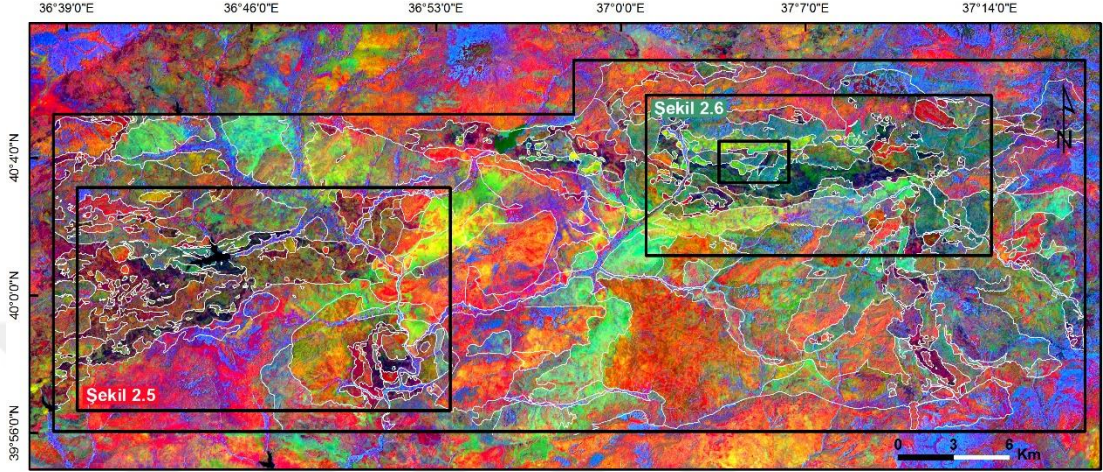
İki yeni hibrid yalancı renk kompozit görüntüsü, yığılım karmaşığına ait çeşitli kayaçları ayırt edilmesini mümkün kılmıştır. Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'te sırasıyla birinci ve ikinci hibrid renk kompozit görüntüleri gösterilmektedir.



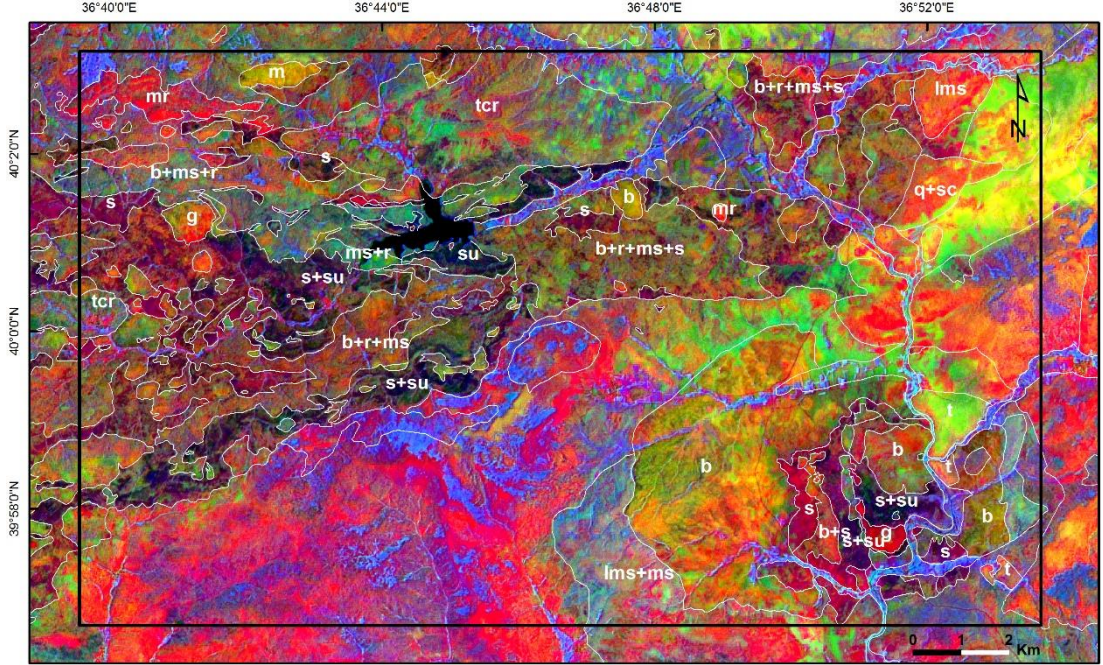
Şekil 2.3. ASTER uydu görüntüsü PC1, band3/band4, band4/band6 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; g, gabro; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; m, metamorfik kayaç; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, mikaşist ve kalkşist; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantin; tsc, sedimanter örtü birimleri

İkinci hibrid renk kompozit görüntüsünden seçilen Şekil 2.5 ve 2.6'da diğer alanlara göre yığılım karmaşığına ait kayaçların ve karmaşığın hamurunun daha iyi gözlenebildiği şekillerdir. Şekil 2.3, 2.5 ve 2.6'daki litolojiler için semboller baskın kayaç litolojilerini (ör. b, bazalt, ms, çamurtaşı) ya da iki veya daha fazla kayaç grubundan meydana gelen yığılım karmaşığının hamurunu belirtecek şekilde

verilmiştir (ör. b + r + ms; bazalt + radyolaryalı çört + çamurtaşı). İlk hibrid renk kompozit görüntüsü esas olarak radyolaryalı çörtler, çamurtaşları, mafik magmatik kayalar (bazaltlar ve gabrolar), kireçtaşları, mermerler, şistler ve Eosen/Miyosen çökel kayalarının tespit edilebilmesine imkân tanımaktadır (Şekil 2.3).

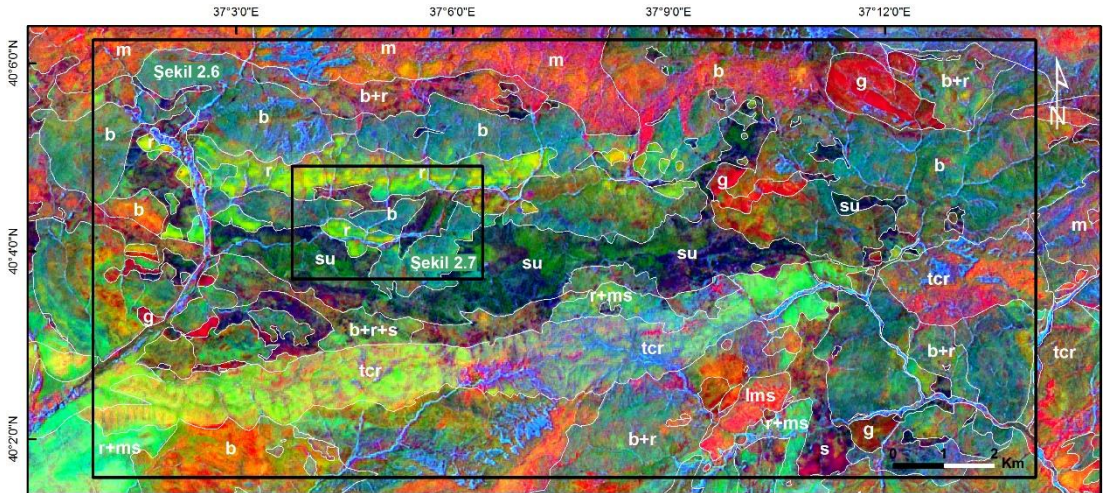


Şekil 2.4. ASTER uydu görüntüsü band4, PC5 B, band3/bad4 (RGB) bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir



Şekil 2.5. ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; g, gabro; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; m, metamorfik kayaç; mr, mermer; q, kuvarisit; r, radyolaryalı çört; sc, mikaşist ve kalkışist; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit; tsc, sedimanter örtü birimleri

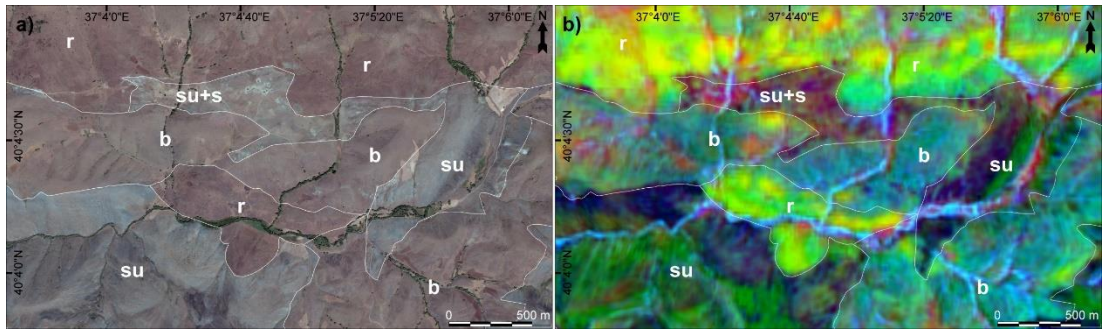
İnceleme alanının orta ve kuzey bölümündeki büyük bazalt yüzlekleri, yığılım karmaşığı diğer litolojilerinden daha belirgin şekilde farklı renklerde (genellikle açık yeşil) görülebilmektedir (Şekil 2.3). Aynı şekilde, ikinci hibrid kompozit görüntüsünde, bazaltlar sarıdan turuncu ve mavimsi yeşil arasında değişen farklı renklerde sergilenmektedir (Şekil 2.4; Şekil 2.5). Bazaltik kayaçlarının renk değişiminin başlıca nedeni, farklı jeodinamik ortamlarda (ör. okyanus ortası sırtı sırtlı bazaltları ve ada yayı bazaltları) oluşmuş olmaları veya farklı alterasyon süreçlerine maruz kalmış olmalarından dolayı olduğu düşünülmektedir. İlk hibrid renk kompozit görüntüsü, serpantinitle, göreceli olarak daha taze ultramafik kayalardan ayırt etmiş olsa da serpantinitle ve bazaltların renkleri birbiriyle benzerlik sunmaktadır (Şekil 2.3). Ultramafik kayaçlar tipik olarak ikinci hibrid renk kompozit görüntüsünde, farklı oranlardaki serpantinleşme derecesine ve mineralojik bileşimlerine bağlı olarak yeşilden mavi/koyu mavi renklere kadar değişen çeşitli renklerle temsil edilmektedir (Şekil 2.5 ve 2.6). Buna ek olarak, ultramafik kayaçlar, yoğun serpantinleşmeye maruz kaldıkları bazı bölgelerde eflatun yansıma rengi sunmaktadırlar (Şekil 2.5 ve 2.6). Kümülat ve izotropik gabrolar çoğunlukla kırmızımsı tonlara sahiptir (Şekil 2.5 ve 2.6). Çalışma alanının orta ve kuzey bölümündeki doğu-batı yönünde uzanan radyolaryalı çörtler açık sarı renkli olarak görülmektedir (Şekil 2.6, 2.7). Öte yandan hem kireçtaşları hem de mermerler mor tonlar sergilemektedir (Şekil 2.5 ve 2.6).



Şekil 2.6. ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; g, gabro; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; m, metamorfik kayaç; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, mikaşist ve kalkışist; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit; tsc, sedimanter örtü birimleri

2005 yılından bu yana Google Earth uygulaması yerbilimlerinin farklı alanlarında (e.g. dijital haritalama, yapısal jeoloji, jeofizik) kullanılan en popüler Sanal Küre teknolojilerinden biri haline gelmiştir (ör. Lisle, 2006; Yu ve Gong, 2012; Allen, 2008; De Paor ve Whitmeyer, 2009; Whitmeyer ve Nicoletti, 2010; De Paor ve Whitmeyer, 2011). Google Earth uygulamasının sağladığı başlıca avantajlar; (a) görüntülerinin yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olması, (b) Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) yazılımlarıyla uyumlu olarak veri aktarımının yapılabilmesi ve (c) arazinin üç boyutlu (3D) olarak görüntülenebilmesidir (ör. Lisle, 2006; Khan ve Mahmood, 2008; Whitmeyer ve Nicoletti, 2010).

Bu çalışmada Google Earth görüntüleri temel harita olarak kullanılmış olup farklı görüntü işleme teknikleri uygulanan ASTER görüntüleriyle kombine edilerek görüntü analizi yapılmıştır. Google Earth ve ASTER görüntüleri üzerinden tespit edilen litolojilerin ve sınırların doğruluğunun kontrolü için, yığışım karmaşığının klasik arazi çalışmalarıyla oluşturulan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası sayısallaştırılarak Google Earth'e aktarılmış olup jeoloji haritasındaki litoloji sınırları Google Earth uygulaması üzerinde vektör ve poligon verileri halinde yeniden çizilmiştir. Google Earth görüntülerinde yığışım karmaşığına ait başlıca serpantinize peridotitler, serpantinitler, bazaltlar ve radyolaritler yüksek renk kontrast farklılıklarından dolayı büyük oranda ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. (a) Google Earth® uygulaması üzerindeki yüksek çözünürlükteki görüntüde serpantinize peridotitlerin litolojik sınırlarının yakın görünümü. (b) ASTER uydu görüntüsü band4, PC5, band3/band4 (RGB) band kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsünün Google Earth görüntüleriyle karşılaştırılmasıyla oluşturulan görüntü. Beyaz çizgiler farklı litolojiler arasındaki sınırları temsil etmektedir. Kısaltmalar: b, bazalt; r, radyolaryalı çört; su, serpantinize ultramafitler; s, serpantinit

Google Earth görüntüleriyle kombine edilen ASTER görüntüleri sayesinde yığışım karmaşığına ait litolojilerin büyük bir bölümü ayırt edilebilir hale gelmektedir. Yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip Google Earth görüntüleri, arazi ve ASTER verileriyle tayin edilen yığışım karmaşığına ait litolojilerin sınırlarının daha hassas bir şekilde çizilebilmesine olanak tanımaktadır (Şekil 2.7). Ayrıca, 1/25.000 ölçekli harita üzerinde detaylı olarak gösterilmesi güç olan göreceli olarak küçük yüzlek alanlarına sahip (<250 m) litolojilerin, Google Earth görüntüleri üzerinden gösterilebilmesi detaylı jeoloji haritalarının oluşturulmasını mümkün kılmaktadır (Şekil 2.7).

2.2. Termal (TIR) Bantlar

Ninomiya ve diğ. (2005) tarafından ASTER'in TIR bantlarını kullanarak silikat ve karbonatlı kayaları ayırt etmek için Kuvars indeksi (QI), Karbonat indeksi (CI) ve Mafik inkdexsi (MI) olmak üzere farklı spektral indeksler önerilmiştir. Silikat kayaları TIR bölgesinde tipik spektral özellikleri yansıtmaktadır. Kayaların silika içerikleri azaldıkça, spektral emilim TIR bölgesinin daha uzun dalga boylu alanına doğru ilerlemektedir. Buna ek olarak, kayaların silika içeriği ne kadar yüksekse, daha uzun dalga boylarındaki yayım değerleri de o kadar yüksektir.

Silika içeren kayaların, ASTER'in 10 ve 12 bantları 11 bandından daha düşük bir emme gücüne sahip olması nedeniyle QI aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$QI = (Band11 \times Band11) / (Band10 \times Band12)$$

MI olarak tanımlanan ASTER band 12 ile band 13 oranı, mafik-ultramafik kayalarda, felsik kayalardan daha yüksek olacak ve aşağıdaki denklemle gösterilmektedir:

$$MI = (Band12 / Band13)$$

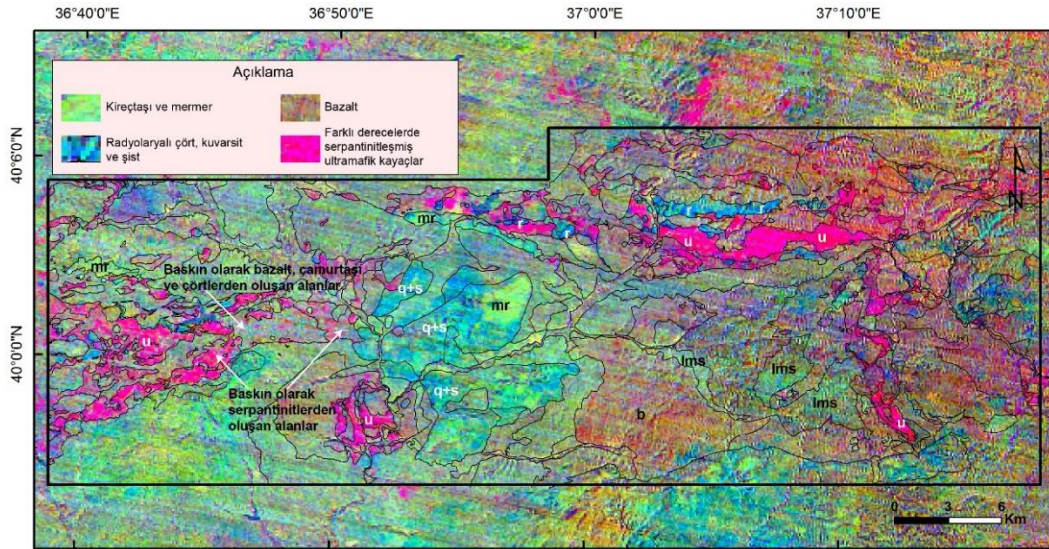
Öte yandan, karbonat mineralleri ASTER band 14'te karakteristik emme özelliğine ve band13 de yüksek yayma oranına sahiptir. Dolayısıyla CI şu şekilde tanımlanır:

$$CI = (Band13 / Band14)$$

ASTER yansıma ve yayma verisinin görüntü işleme teknikleri tutarlı ve tamamlayıcı litolojik haritalar oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Ortaya çıkan görüntüler, saha çalışmasına ve kaydedilen saha verilerine dayanan jeoloji haritası ile de uyumluluk

sergilemektedir. Doğrusal kontrast gerdirme yöntemi litolojik farklılıkların artırılması için tüm renk kompozit görüntülere uygulanmıştır.

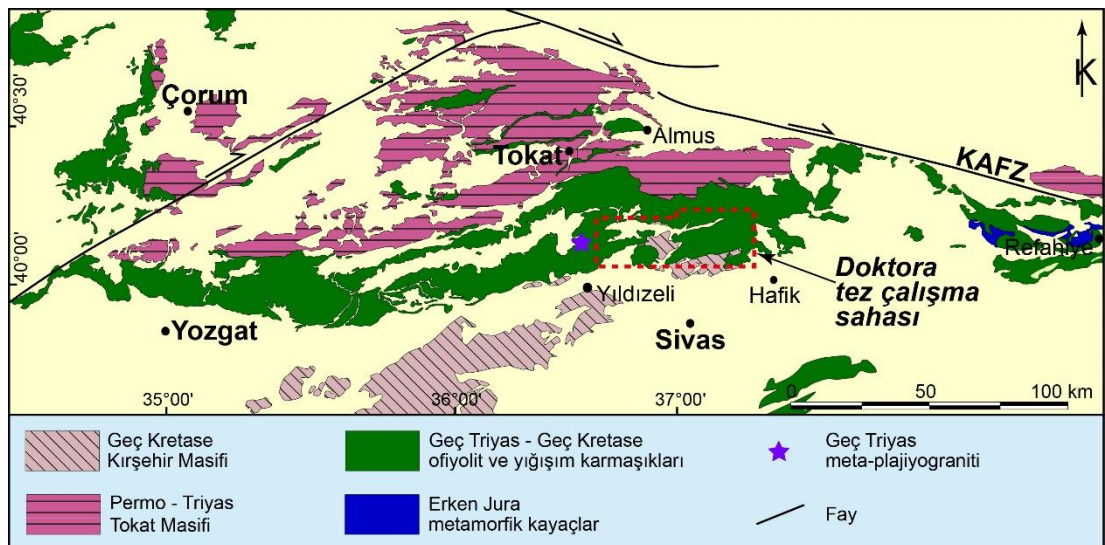
ASTER TIR verilerinin nispeten daha düşük mekânsal çözünürlüğüne sahip olmasına rağmen ince litolojik farklılıkları tasvir etmekte ve mostraların mekânsal kapsamını tanımlamayı mümkün kılmaktadır. Her ne kadar ASTER yayma verisinin çeşitli bant kombinasyonları, renk birleşik görüntüler üretmek için test edilmiş olsa da tüm kayaç birimlerini tanımlayacak kadar da başarılı olamamıştır. Bununla birlikte, ASTER TIR bantlarının spektral indekslerinden türetilen yalancı renk kompozit görüntüsü, silisli kayaçları (özellikle radyolaryalı çörtler), mermer ve karbonat kayaçları başarıyla ayırt etmiştir (Şekil 2.8). Şekil 2.8'de MI'nın kırmızıya, CI'nın yeşile, QI'nın da mavi renklere atandığı ASTER TIR verileri kullanılarak elde edilen yalancı renk kompozit görüntüsü, Şekil 2.2'deki jeolojik haritasına ait litolojik sınırlarla birlikte sunulmuştur. Eflatun rengi silisyum açısından zayıf olan ultramafik kayaçları, açık yeşil renkteki olan bölgeler karbonatça zengin kayaçları (örneğin kireç taşı ve mermer) ve mavi renk ise silisyumca zengin zengin kayaçları (ör. Radyolaryalı çörtler) temsil etmektedir. Bileşimsel farklılıklarına ve serpantinleşme derecelerine göre, spektrumun VNIR ve SWIR bantlarıyla oluşturulan görüntülerde çeşitli renkler sergiler iken, ultramafik kayaçların termal yalancı renk kompozit görüntülerinde tek bir renge sahiptir (Şekil 2.8).



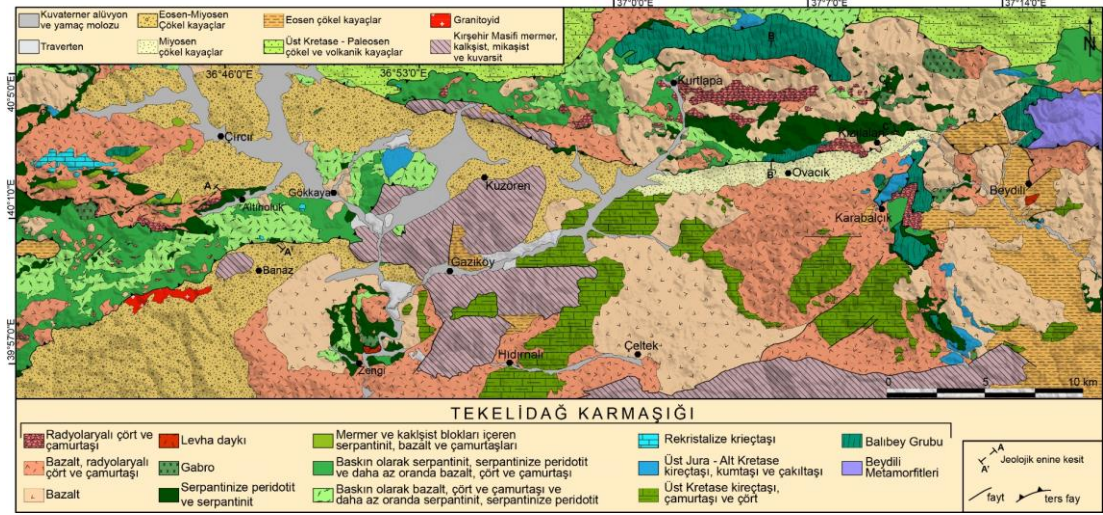
Şekil 2.8. ASTER TIR bantlarıyla spektral indislerle oluşturulan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: b, bazalt; lms, kireçtaşı; ms, çamurtaşı; mr, mermer; q, kuvarsit; r, radyolaryalı çört; sc, şist ve kalkşist; u, farklı oranlarda serpantinleşmiş ultramafik kayaçlar

3. GENEL JEOLJİ

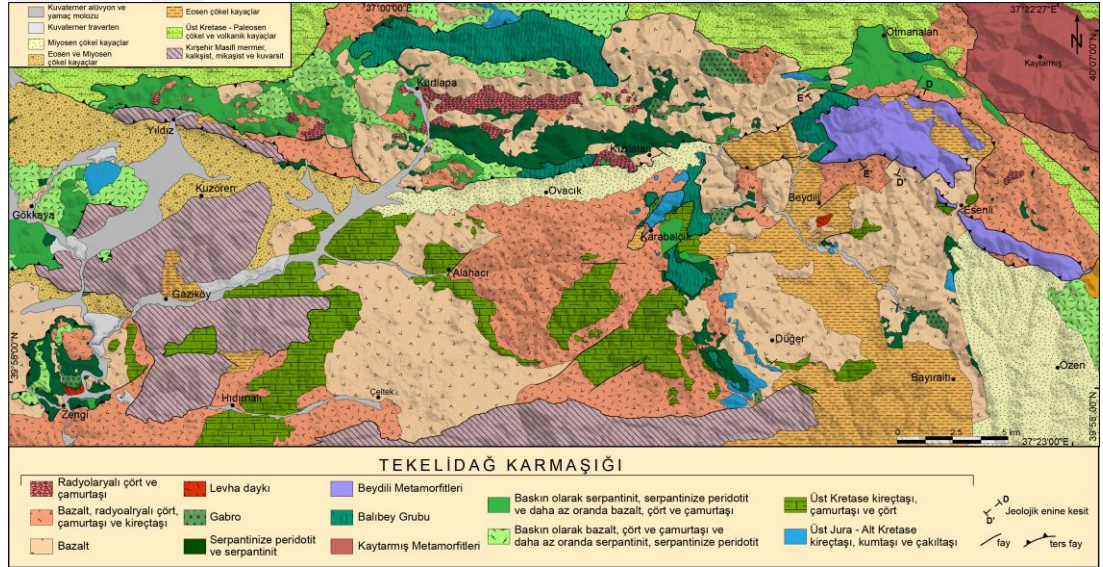
Tokat ve Sivas illeri arasındaki alanda yer alan Geç Kretase yaşlı yığışım karmaşıkları kuzeyde Tokat Masifi, güneyde ise Kırşehir masifi arasında genişliği 30 km'ye ulaşan ve doğu-batı hattı boyunca yaklaşık 100 km'den daha uzun bir kuşak boyunca yüzlek vermektedir (Şekil 3.1). Yılmaz (1981) yılında, çalışma sahasını da kapsayan alanlardaki Geç Kretase yaşlı yığışım karmaşıkları için "Tekelidağı Karışığı" adlandırılması kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında ise "Tekelidağ Karmaşığı" adlandırılması benimsenmiştir. Çalışma sahasında yüzeyleyen Tekelidağ Karmaşığı başlıca serpantinitle, serpantinize ultramafik kayalar, kümülat ve izotropik gabrolar, levha daykları, bazaltlar, çamurtaşları, radyolaryalı çörtler, metamorfitle, Üst Jura – Alt Kretase yaşlı sığ denizel çökel kayalardan meydana gelmektedir (Şekil 3.2 ve 3.3). Tekelidağ Karmaşığı'nı oluşturan bu birimler birçok alanda oldukça küçük yüzlek alanlarına (< 0,5 km²) sahiptir. Çalışma sahasının tümünün D-B uzanımlı bir hat boyunca yaklaşık 65 km uzunluğa sahip olması da dikkate alındığında, Tekelidağ Karmaşığı'nı oluşturan birimlerin jeoloji haritası üzerinde göreceli olarak daha iyi bir şekilde gösterilebilmesi için jeoloji haritası Şekil 3.2 ve 3.3'teki gibi aşmalı olarak iki kısım halinde sunulmuştur.



Şekil 3.1. Doktora tez çalışma sahası ve yakın civarının sadeleştirilmiş jeoloji haritası. (MTA, 2002'nin 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasından sadeleştirilerek alınmıştır)



Şekil 3.2. Çalışma sahasının orta ve batı bölümünün jeoloji haritası



Şekil 3.3. Çalışma sahasının orta ve doğu bölümünün jeoloji haritası

Tekelidağ Karmaşığı'nın hamuru çalışma alanı içerisinde bölgelere göre çeşitlilik sunmasına karşın genel itibariyle serpantin, bazalt, çört ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Bu durum haritalama çalışmalarında da dikkate alınarak, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasında işlenemeyecek olan kayaç türlerinin gözlemlendiği alanlar, baskın kayaç türleri dikkate alınarak gruplandırılarak haritalanmıştır (Şekil 3.2 ve 3.3). Tekelidağ Karmaşığı'nın örtü çökelleri ise Üst Kretase – Paleosen, Orta Eosen ve Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı çökel ve volkanik kayaçlarla temsil edilmektedir (ör. Yılmaz, 1982; Yılmaz ve diğ., 1993; Göçmengil ve diğ., 2019). Aşağıda, çalışma alanındaki yığılma karmaşığını oluşturan ofiyolit ve ofiyolitik kayaçlarla ilgili birimlerin genel jeolojik özellikleri “Tekelidağ Karmaşığı” ana başlığı altında aktarılmıştır. Tekelidağ

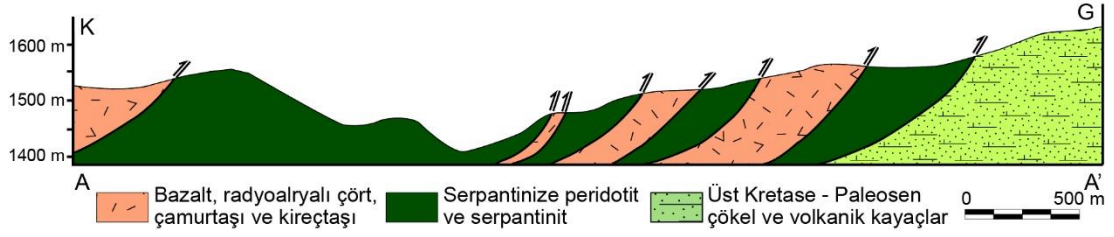
Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalar ise başkalaşım koşulları, zamanları ve oluştukları kayac toplulukları göz önüne alınarak üç grup altında toplanmış ve bunların genel jeolojik özellikleri “Beydili Metamorfitleri”, “Balıbey Grubu” ve “Kaytarmış Metamorfitleri” şeklinde alt başlıklar halinde sunulmuştur.

3.1. Tekelidağ Karmaşığı

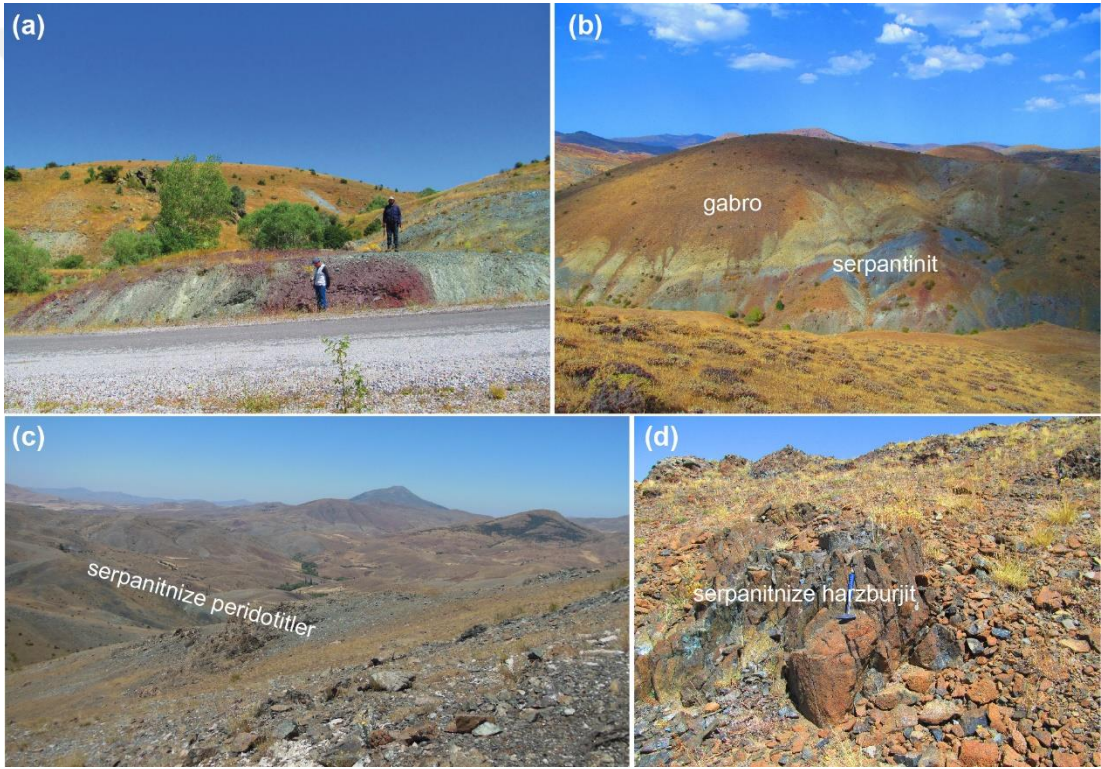
Tekelidağ Karmaşığı, ideal bir ofiyolit istifinde var olan kayac türlerinin hemen hepsini bünyesinde barındırmaktadır. Manto bölümünü temsil eden lerzolit ve harzburjit türü peridotitler, okyanusal kabuk bölümüne ait gabro ve bazaltlar da Tekelidağ Karmaşığı içerisinde yaygınca gözlenen kayac türlerindedir. Ancak, ofiyolitik istifin kabuk bölümüne ait izotropik gabrolar, kümülat gabrolara göre göreceli olarak daha seyrek olarak yüzlek vermektedir. Ayrıca, ultramafik kümülat kayalarına (ör. verlit, piroksenit) inceleme yapılan gözlem noktaları içerisinde yalnızca Karabalçık köyü civarında birkaç metre çapında bloklar halinde rastlanılmıştır. Tekelidağ Karmaşığı’nı oluşturan tüm bu ofiyolitik kayac kütleleri yoğun şekilde Geç Kretase dönemindeki yığışım karmaşığı oluşum süreçlerinden etkilenmiş olup İAE kenet kuşağında (ör. Refahiye Ofiyoliti; Topuz ve diğ., 2013a, b) ve Dünya’nın farklı bölgelerindeki (ör. Kızıldağ Ofiyoliti, Trodos Ofiyoliti; Moores ve Vine, 1971; Dilek, 2003; Dilek ve Thy, 2009) iyi korunmuş ofiyolitik istiflerinde gözlendiği gibi düzenli bir içyapıya sahip değildir. Tekelidağ Karmaşığı kayac birliktelikleri ve yapısal özellikleri açısından Festa ve diğ. (2019) tarafından tanımlanan “Tektonik Melanj” oluşumları ile benzer özelliklere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Tekelidağ Karmaşığı’nı oluşturan ofiyolitik kayalar arasındaki dokanak ilişkilerin baskın olarak doğu-batı uzanımlı ve kuzeye eğimli ters faylarla temsil edildikleri ve ekay yapılarının yaygın olarak geliştiği gözlenmiştir. Örneğin, çalışma sahasının doğusundaki İslim ve Altınoluk köyleri arasında kalan alanlar baskın olarak serpantin, bazaltik volkanit, çamurtaşı ve radyolaryalı çörtlerden oluşmaktadır. Bu alanda pelajik çamurtaşı, radyolaryalı çört istifleri geniş alanlar kaplamakta ve kalın istifler oluşturmaktadır. Bu kayalar, K-KB’ya eğimli ekay zonlarıyla serpantinlerden ayrılmakta ve sık bir şekilde tekrarlanmaktadır (şekil 3.4). Ekay zonları boyunca serpantinlerin ve çamurtaşlarının makaslmalı tektonizmaya

uğradıkları ve yapraklanma ve hatta kıvrımlı yapı kazandıkları görülmektedir (Şekil 3.5a).



Şekil 3.4. Altınoluk köyü civarında yüzeyleyen Tekelidağ Karmaşığı'nın ekaylı yapısının gösteren A-A' hattı boyunca (KB-GD yönlü) alınan jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı Şekil 3.2'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir

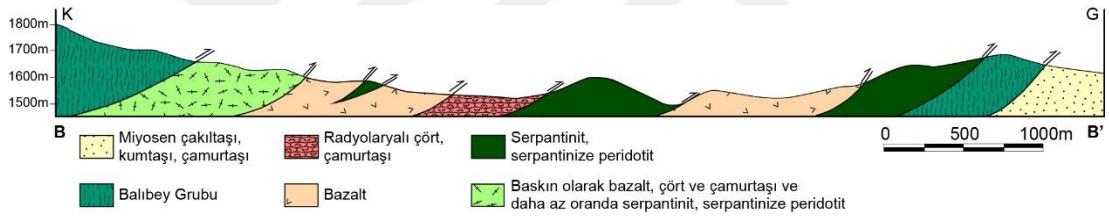


Şekil 3.5. (a) Çörtlerle birlikte yığışım karmaşığının hamurunu oluşturan ve yoğun şekilde makaslanmış serpantinlerin genel görünümü. (b) Bazalt ve gabrolar arasındaki tektonik dokanak boyunca gözlenen serpantinlerin genel görünümü. (c) Kurtlapa ve Kızıllalan köyleri arasında gözlenen göreceli olarak daha az serpantinleşmenin gözleendiği ultramafik kayaların genel görünümü. (d) Ayrıışmış dış yüzeylerinde kızılımsı renge sahip olan serpantinize harzburjitlerin genel görünümü

Ofiyolitik istifin manto bölümünü temsil eden ultramafik kayalar Tekelidağ Karmaşığı'nın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Şekil 3.2 ve 3.3). Ultramafik kayalarda serpantinleşmenin oldukça yaygın olduğu gözlenmiştir. Özellikle, ileri

derecede serpantinitleşmiş ultramafik kayalara, Tekelidağ Karmaşığı'nın hamurunu oluşturduğu alanlarda ve tektonik hatlar boyunca tespit edilmiştir (Şekil 3.5a, b). Ovacık ve Kızılalan köyleri kuzeyinde ve Kurtlapa köyü güneyinde yaklaşık doğu-batı uzanımlı bir kuşak boyunca nispeten taze peridotitler yüzlek vermektedir (Şekil 3.5c). Bu alandaki peridotitler baskın olarak serpantinize harzburjitler ve seyrek olarak serpantinize lertzolitler ile temsil edilmektedir.

Serpantinize harzburjitler arazide, kızılımsı ayrışmış dış yüzeylere ve taze kırık yüzeylerinde ise koyu siyah renkli görünüme sahiptirler (Şekil 3.5d). Ovacık ve Kızılalan köyleri kuzeyindeki serpantinize peridotitler, kuzeyde tektonik olarak masif yapılu bazaltlarla, güneyde ise Balıbey Grubu tarafından tektonik olarak sınırlanmaktadır (Şekil 3.6). Kurtlapa köyü güneyinde serpantinize lertzolitlerin de tespit edildiği alanlarda, serpantinize peridotitler tektonik dilimler halinde gabro, bazalt ve çamurtaşı-radyolaryalı çörtlerle birlikte yüzlemektedir.

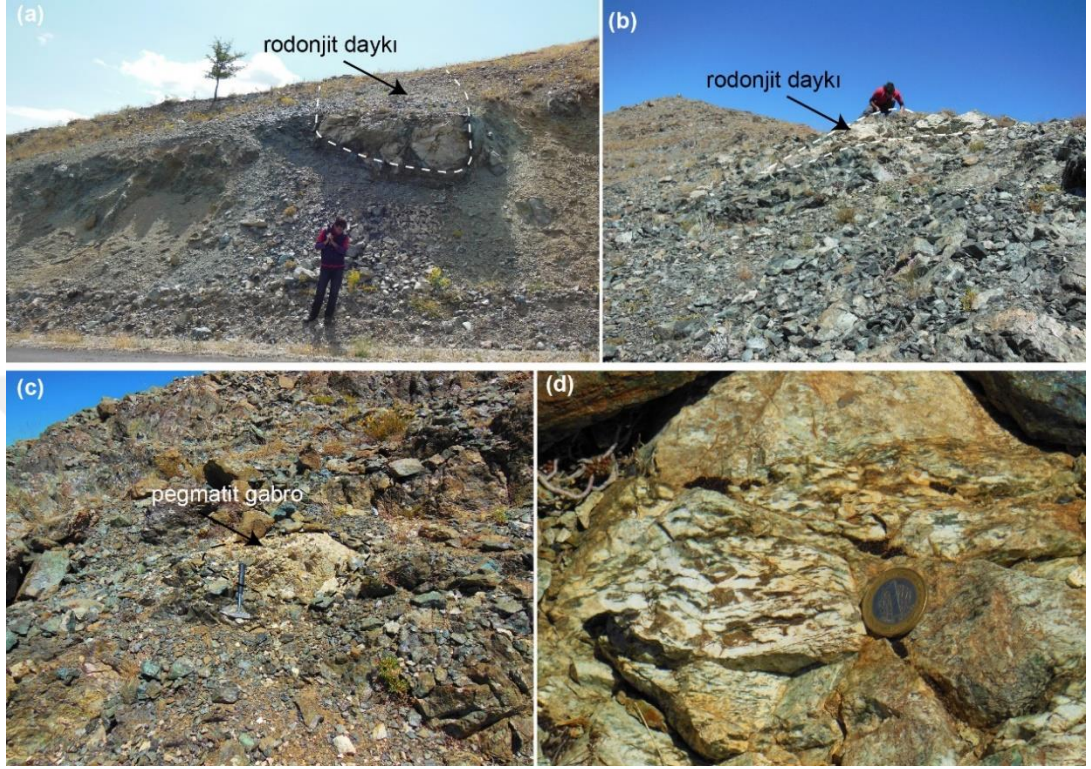


Şekil 3.6. Ovacık köyü kuzeyinde yüzeyleyen Tekelidağ Karmaşığı'na ait birimler arasındaki dokanak ilişkilerini gösteren B-B' hattı boyunca (K-G yönlü) alınan jeolojik enine kesit. Kesit hattı Şekil 3.2'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir

Serpantinize peridotitlerin, kalınlıkları birkaç metreye ulaşan dolerit ve gabro pegmatit daykları tarafından kesildikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, bazı gabro pegmatit ve dolerit dayklarında önemli oranda rodonjitleşme gözlenmiştir (Şekil 3.7a, b). Ovacık köyü kuzeyinde tespit edilen pegmatit gabrolardaki piroksen (yeşil renkli) ve plajiyoklaz minerallerinin tane boyutları 10 cm'ye ulaşmaktadır. Aynı alanda oldukça serpantinitleşmiş peridotitleri kesen gabro pegmatit dayklarının, deformasyondan etkilendikleri ve belirgin makaslama yapıları kazandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3.7c, d).

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde gabroyik kayalar, ultramafik kayalara ve bazaltlara göre daha sınırlı alanlarda yüzlek verirler. Haritalanabilir ölçekteki gabro yüzlekleri Kızılalan köyü K-KD'sunda, Karabalçık köyü civarında, Kurtlapa köyü güneyinde,

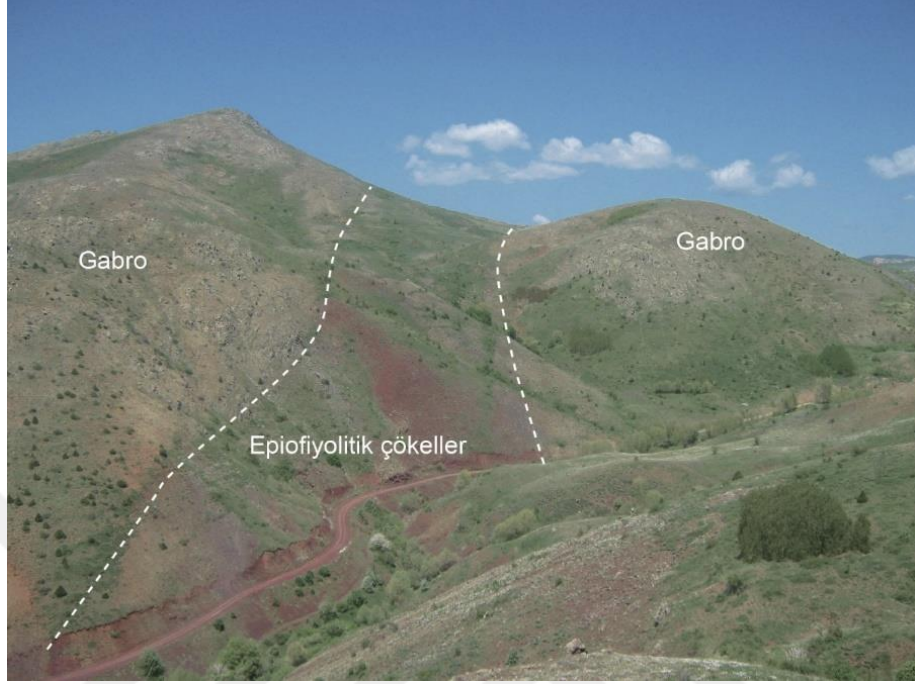
Bayıraltı köyü kuzeyinde ve Zengi köyü civarında tespit edilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3). Bu alanlarda yüzlek veren gabroyik kayaçların büyük bir bölümü kümülat gabro niteliğindedir.



Şekil 3.7. (a) Zengi köyü güneydoğusunda ve (b) Ovacık köyü kuzeyinde serpantinitle kesen beyaz renkli görünüme sahip rodonjit dayklarının görünümü. (c) Ovacık kuzeyinde serpantinize peridotitleri kesen makaslanmış gabro pegmatit dayklarının görünümü. (d) Gabro pegmatit dayklarında gözlenen makaslama yapılarının görünümü

Kızılalan köyünün ~4 km KD'sunda gözlenen gabroyik kayaçlar çamurtaş, radyolaryalı çört ve bazaltlarla bir arada bulunmaktadır (Şekil 3.8). Bu alanda (Kızılalan köyü KD'su) yüzeyleyen gabrolar arazide genellikle açık kahverengi görümlüdürler. Bir bölümü kümülat niteliğinde olan bu alandaki gabroların arazi görünümünde çubuksu minerallerin (ör. piroksen) magmatik tabakalanmaya paralellik sergiledikleri görülebilmektedir. Diğer kesimler ise tipik izotropik dokulu gabrolar niteliğindedir. Gabroyik kayaçlar, kalınlıkları birkaç metreye ulaşan dolerit ve pegmatit gabro daykları tarafından kesilmektedirler (Şekil 3.9a). Kızılalan köyü kuzeyinde ve Kurtlapa köyü güneyinde yer alan gabroyik kayaçlar bazaltlar ve serpantinize peridotitler arasında tektonik olarak yer almaktadır (Şekil 3.10). Kızılalan köyü kuzeyindeki daykların porfirik dokuya sahip oldukları gözlenmiştir (Şekil 3.9b).

Plajiyoklaz mineralleri kayadaki fenokristalleri oluşturmaktadır. Ayrıca bu alandaki gabroların belirgin makaslama yapılarına sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.9c).

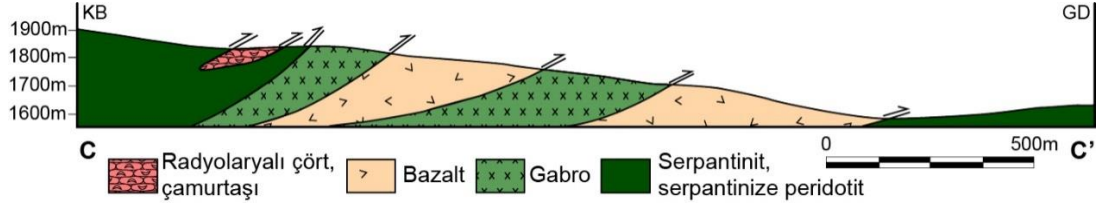


Şekil 3.8. Kızıllalan köyünün ~4 km KD'sunda epiofiyolitik çökellerle (çamurtaş ve radyolaryalı çörtler) birlikte gözlenen gabroların genel görünümü



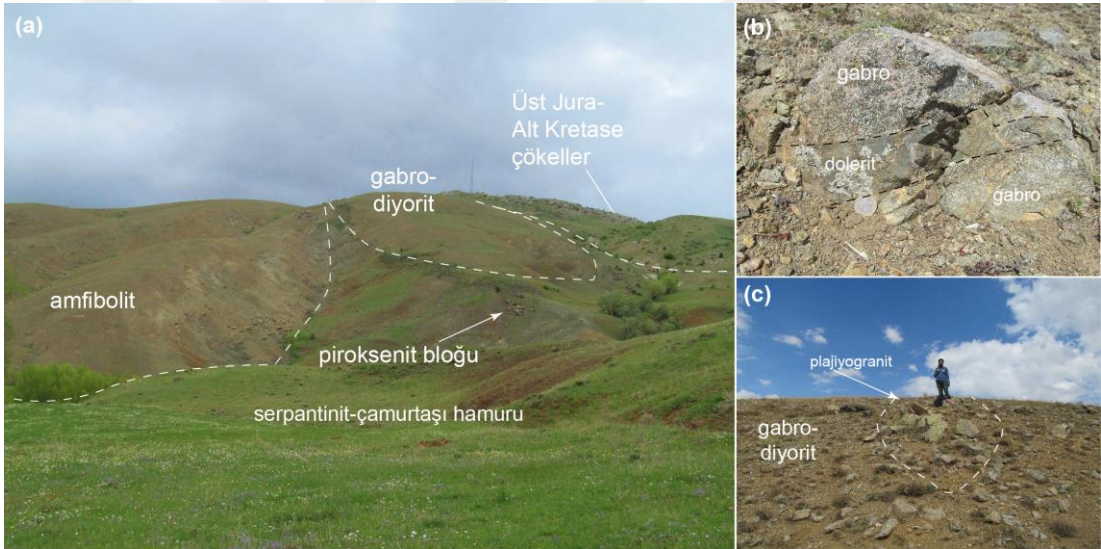
Şekil 3.9. (a) Kızıllalan köyünün ~4 km KD'sunda gabroları kesen dolerit daykının görünümü. Kızıllalan köyü kuzeyindeki gabroları kesen (b) porfirik dokulu daykının ve (c) makaslanmış gabroların yakından görünümü

Karabalçık köyü kuzeyindeki alanda gabro ve diyoritler gözlenmektedir. Ayrıca bu alandaki gabrolarla birlikte çamurtaş-serpantinit hamuru içerisinde boyutları 10 metreye kadar kümülat gabro ve piroksenit blokları tespit edilmiştir (Şekil 3.11a).



Şekil 3.10. Kızılalan köyü kuzeyindeki gabroların, serpantinize peridotit ve bazaltlarla olan dokanak ilişkilerini gösteren C-C' hattı boyunca (KB-GD yönlü) alınan jeolojik enine kesit. Kesit hattı Şekil 3.2'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir

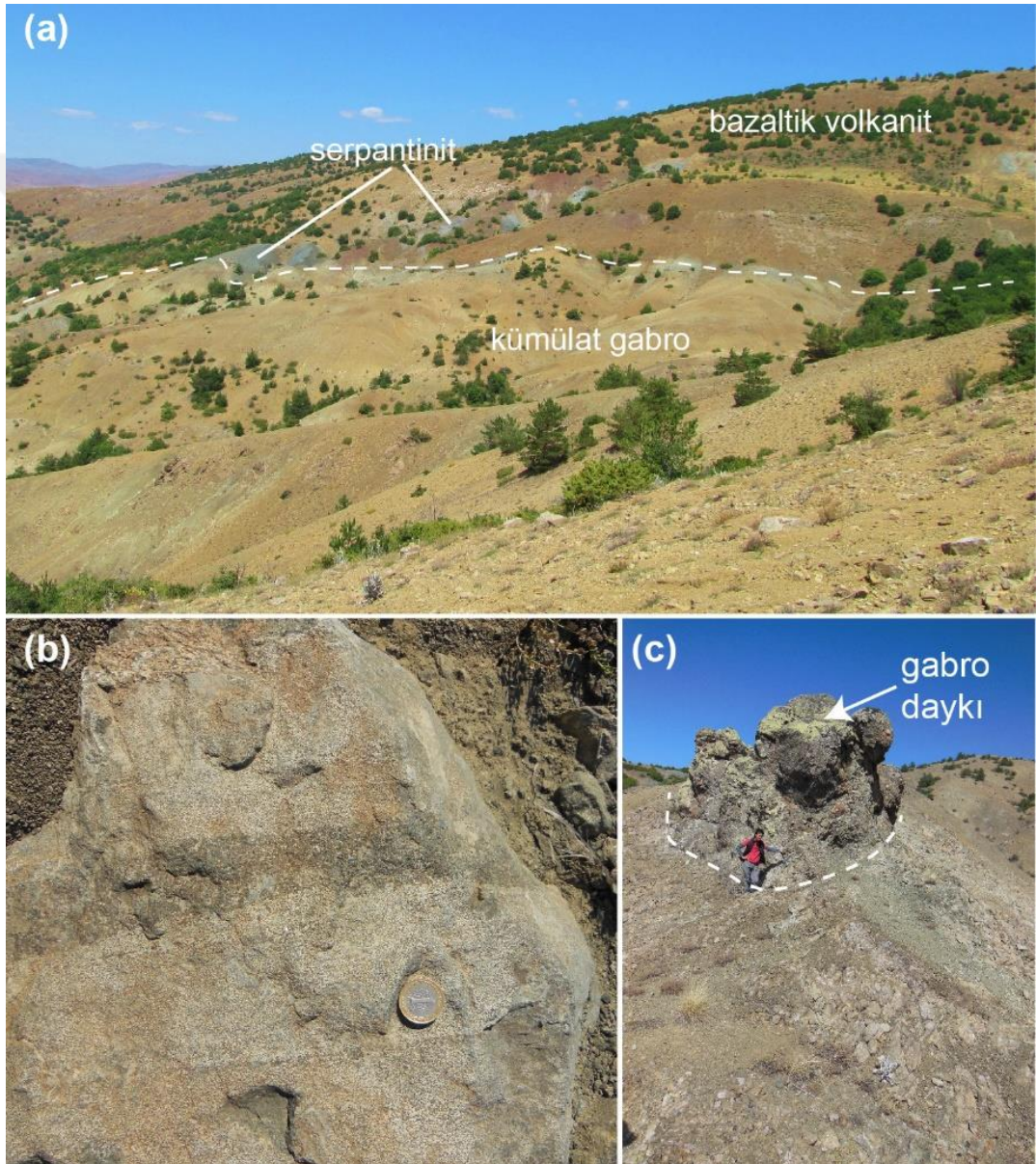
Bu alandaki gabroyik kayalar kırmızı renkli çamurtaşı ve serpantinlerden oluşan hamur içerisinde yer almakta olup Üst Jura – Alt Kretase yaşlı çökeller ve amfibolitler (Balıbey Grubu) tarafından tektonik olarak sınırlanmaktadır (Şekil 3.10a). İzotropik gabrolar, kalınlıkları birkaç metreye ulaşan dolerit ve plajiyogranit daykaları tarafından kesilmektedirler (Şekil 3.11b, c).



Şekil 3.11. (a) Karabalçık köyü kuzeyindeki gabro ve diyoritlerin genel arazi görüntüsü. Gabro ve diyoritleri kesen (b) dolerit ve (c) plajiyogranit daykının görüntüleri

Bayıraltı köyü kuzeyindeki gabroyik kayaların tamamı kümülat gabrolarla temsil edilmektedir. Bu alandaki kümülat gabrolar, bazaltik volkanitler tarafından tektonik üzerlenmekte olup iki birim arasındaki tektonik zon boyunca serpantinler yer almaktadır (Şekil 3.12a). Taze kırık yüzeylerinde kahverengi tonlarda gözlenen kümülat gabrolar, belirgin magmatik bantlı yapıya sahiptir (Şekil 3.12b). Bantlı yapıdaki gabro, kalınlığı yaklaşık 7 ile 8 m arasında olan ve soğuma kenarı gösteren gabroyik dayklar tarafından kesilmektedir (Şekil 3.12c).

Zengi köyü ve civarında okyanusal kabuğa ait kayaçlar kümülat gabrolar, levha daykları ve yastık yapılı bazaltlarla temsil edilmektedir (Şekil 3.13). Gabroik kayaçlar kümülat gabro niteliğinde olup olivin gabro, gabro ve gnaysik gabro (amfibol gabro) türü kayaçlardan oluşmaktadır. Gabrolar taze ve kırık yüzeylerinde koyu renkli bir görünüme sahip olup genellikle izotropik gabro görünümüne sahiptirler (Şekil 3.14a, b). Gabrolar bol miktarda dolerit (Şekil 3.14c) ve pegmatitik gabro (Şekil 3.14d) daykları tarafından kesilmektedirler.

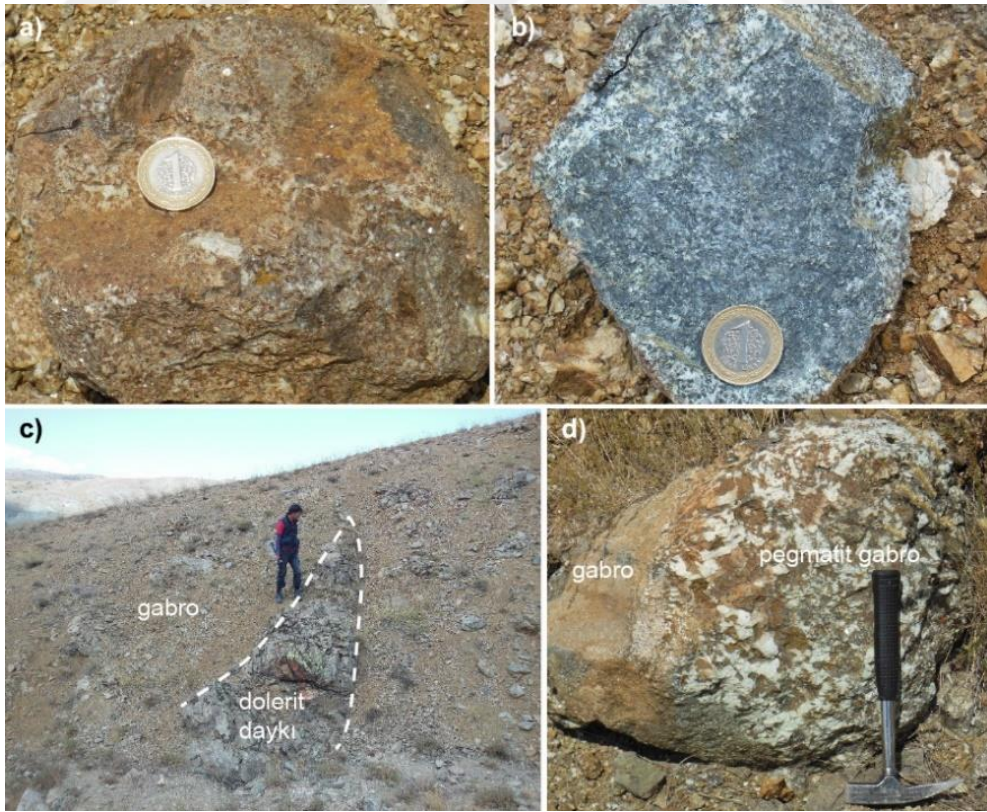


Şekil 3.12. (a) Bayıraltı köyü kuzeyinde bazaltik volkanit ve serpantinitler tarafından tektonik olarak üzerlenen kümülat gabroların genel görünümü (b) Kümülat gabroların magmatik bantlı yapısının yakından görünümü. (c) Kümülat gabroları kesen gabro daykının görünümü

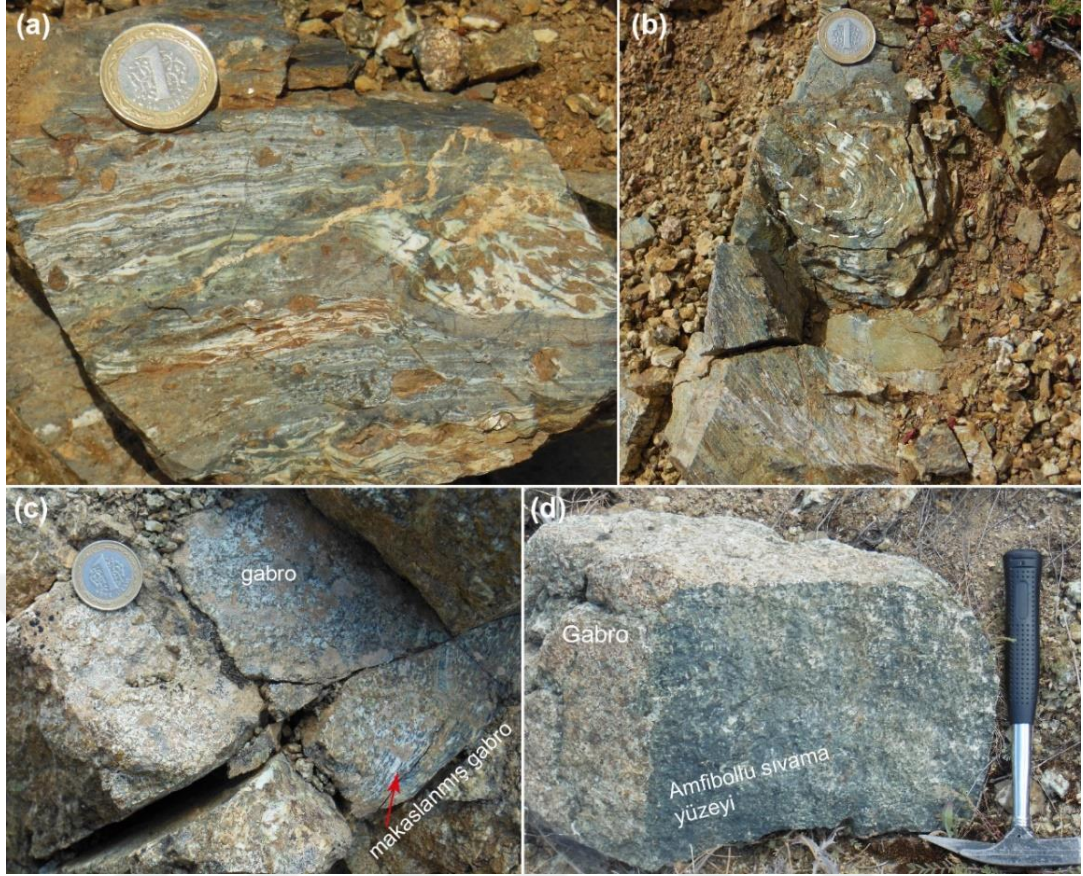
Zengi köyü civarındaki gabroların tektonik süreçlerde makaslama maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Makaslamanın etkileri makroskopik ve mikroskopik incelemelerde belirgin bir şekilde tayin edilebilmektedir. Gnaysik gabro olarak adlandırılan kayaçların arazi görünümünde hem kayacın ana dokusunda hem de kayacı oluşturan minerallerde uzamalar ve kıvrımlanmalar mevcuttur (Şekil 3.15a, b). İnce kesit görüntülerinde de makaslama yapıları belirgin olup iri kristallerin çevresinde mikro breşik yapıların gelişmesiyle karakteristiktirler (Şekil 3.15a).



Şekil 3.13. Zengi köyü civarında gözlenen serpantinit, gabro, bazalt ve levha dayklarının genel görünümü



Şekil 3.14. Zengi köyü kuzeyinde yer alan gabroların (a) ayrılmış ve (b) taze kırık yüzeylerinin yakından görümleri. Gabroları kesen (c) dolerit ve (d) pegmatit gabro daykları



Şekil 3.15. (a, b) Gnaysik gabrolardaki makaslama yapılarının yakından görünüşleri. (c) İzotropik dokulu gabro kütlesi içerisindeki makaslanmış gnaysik gabronun yakından görünüşü. (d) Gabrolarda gözlenen birkaç milimetre kalındaki amfibol sıvama yüzeylerinin görünüşü

Makaslama zonundan uzaklaştığında gnaysik yapıli makaslama yapıları kaybolmaktadır. Bu durumun iyi bir örneği Şekil 3.15c’de görülebilmektedir. Ayrıca, aynı alandaki gabroların çatlak düzlemleri boyunca kalınlığı birkaç milimetre civarında olan amfibol damarları mevcuttur. Bu damarların, kayaların kırık yüzeylerinde bakıldığında sıvamalar şeklinde gözlenmesi nedeniyle “amfibol sıvaması” şeklinde adlandırılan yüzeyler gelişmiştir (Şekil 3.15d). Aynı alanda yastık yapıli bazaltlar ve levha daykları ince bir serpantinit dilimiyle birlikte gabroyik kayalara geçmektedir (Şekil 3.13). Levha daykları yaklaşık K60°D gidişli bir doğrultuya sahiptirler (Şekil 3.16). Bununla birlikte yastık yapıli bazaltlarla levha dayklarının girift bir ilişkiye sahip olmaları, bu bölgedeki yüzlek veren levha dayklarının okyanus tabanında yüzeye yakın kesimlerde oluştuğuna işaret etmektedir. Yastık yapıli bazaltlar spilitik bir özellik sunmaktadırlar.

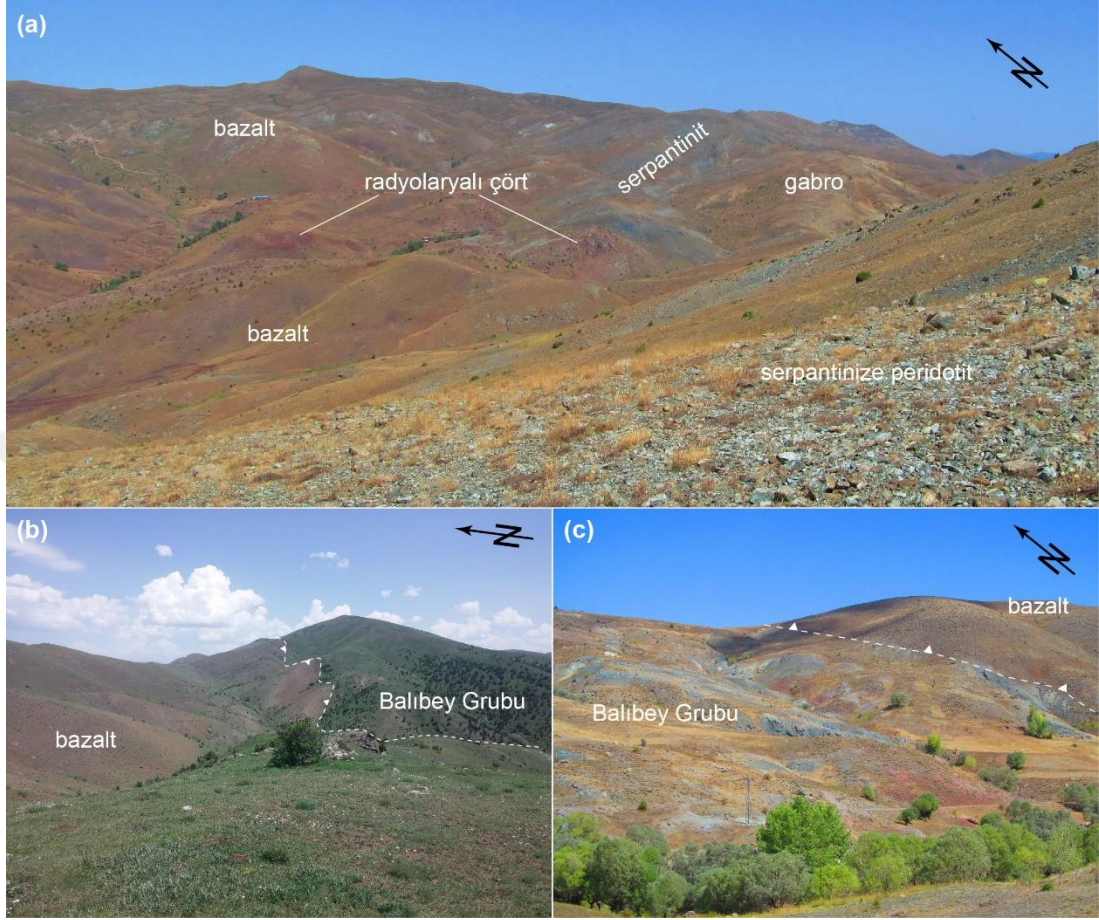


Şekil 3.16. Levha daykları ve onlarla girift bir şekilde gözlenen yastık yapılı bazaltların genel görünümü

Volkanik kayaçlar Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki en yaygın gözlenen litolojiyi temsil etmekte olup birçok alanda yığışım karmaşığının hamurunu oluşturmaktadır. Genel olarak bazaltlarla temsil edilen bu volkanik kayaçlar farklı oluşum yaşlarına sahiptirler. Bu nedenle, bazaltların değerlendirilmesinde birlikte gözlemlenen kayaç toplulukları ve yaş konakları dikkate alınmıştır. Örneğin, çalışma sahasındaki bazaltların bir bölümünün oluşum yaşlarının detayları tezin “6. PALEONTOLOJİK BULGULAR” bölümünde sunulmuş olan radyolaryalı çörtlerdeki radyolaryaya fosillerine göre tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki diğer volkanik kayaçların oluşum yaşları ise önceki çalışmalarda farklı araştırmacılar (Yılmaz, 1981, 1982; Yılmaz ve diğ., 1993; Özden, 1998) tarafından rapor edilen paleontolojik verilere göre değerlendirilmiştir. Paleontolojik veriler ışığında bazaltların Orta – Üst Jura’dan Üst Kretase’ye kadar değişen yaş konaklarına sahip oldukları ortaya çıkmaktadır. Aşağıda fosil bulgularına göre yaş ilişkileri belirlenmiş olan alanlardaki bazaltik volkanik kayaçların ve ilişkili çökel kayaçların genel jeolojik özellikleri sunulmuştur.

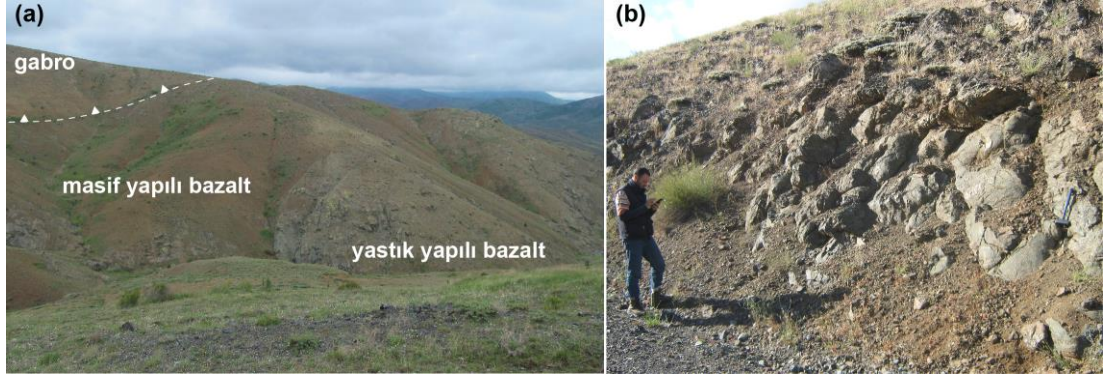
Ovacık ile Kızıllalan köylerinin kuzeyinde, Beydili ile Kızıllalan köyleri arasında ve Esenli köyü doğusundaki alanlarda yüzeyleyen bazaltik kayaçlar hâkim olarak Orta – Üst Jura – Alt Kretase yaşlı radyolaryalı çörtlerle birlikte gözlenmektedir. Bu bazaltik kayaçlar sıklıkla kalın istifler oluşturan çamurtaşları ve radyolaryalı çörtlerle birlikte gözlenmektedir (Şekil 3.17a). Çoğunlukla bazaltlarla birlikte gözlenen radyolaryalı

çörtlerin ve pelajik çamurtaşların kalın istifler oluşturan haritalanabilir ölçekteki bölümleri jeoloji haritasında diğer birimlerden ayırt edilerek gösterilmiştir.



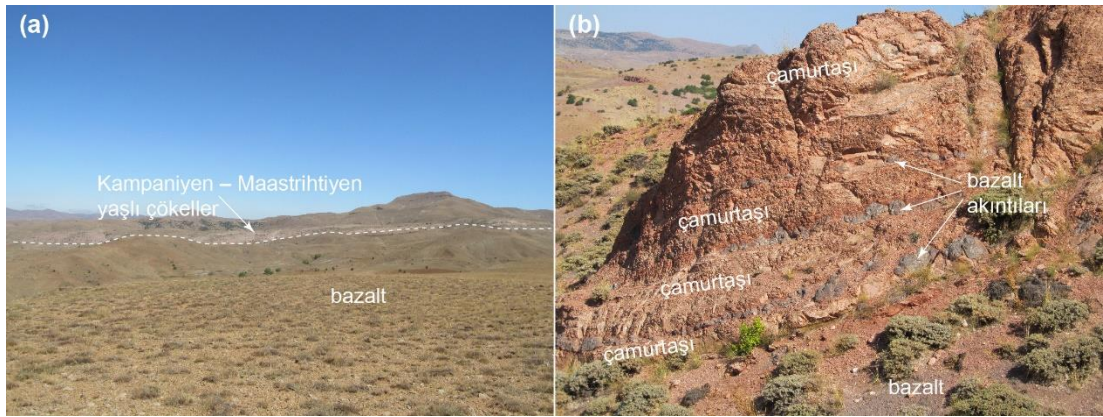
Şekil 3.17. (a) Ovacık köyü kuzeyinde yüzeyleyen masif yapılu bazaltlar ile bazaltlara eşlik eden serpantinize peridotit, gabro ve radyolaryalı çörtlerin genel görünümü. (b) Beydili köyü kuzeybatısında ve (c) Karabalçık köyü doğusunda Balıbey Grubu'na ait litolojiler üzerinde tektonik olarak yer alan bazaltların genel görünümü

Bazı alanlarda (ör. Kurtlapa köyü güneyi) radyolaryalı çörtler içerisinde mangan cevherleşmesi gözlenmektedir. Aynı zamanda, birçok alanda bazaltik kayalara serpantinize peridotitler, serpantinitler ve gabrolar eşlik etmektedir (Şekil 3.17a). Bazaltik kayalar içerisinde tanımlanan tektonik hatlar genellikle D-B doğrultulu olup serpantinize peridotit ve gabrolarla genellikle kuzeye eğimli ekaylı yapı sunmaktadırlar. Beydili kuzeybatısındaki ve Karabalçık köyü doğusundaki bazaltik kayaların ise Balıbey Grubu'na ait litolojiler üzerinde tektonik olarak yer aldıkları görülmektedir (Şekil 3.17b, c). Masif yapılu bazaltlar içerisinde yaygın olarak yastık yapılu bazaltlar yüzlek vermektedir (Şekil 3.18a). Yastık yapılu bazaltların çapları birkaç metreye kadar ulaşmaktadır (Şekil 3.18b).



Şekil 3.18. (a) Kızıllalan köyü kuzeyinde gabrolarının tektonik olarak tabanında gözlenen masif ve yastık yapılı bazaltların görünümü. (b) Kızıllalan köyü kuzeydoğusunda yüzlek veren yastık yapılı bazaltlar görünümü

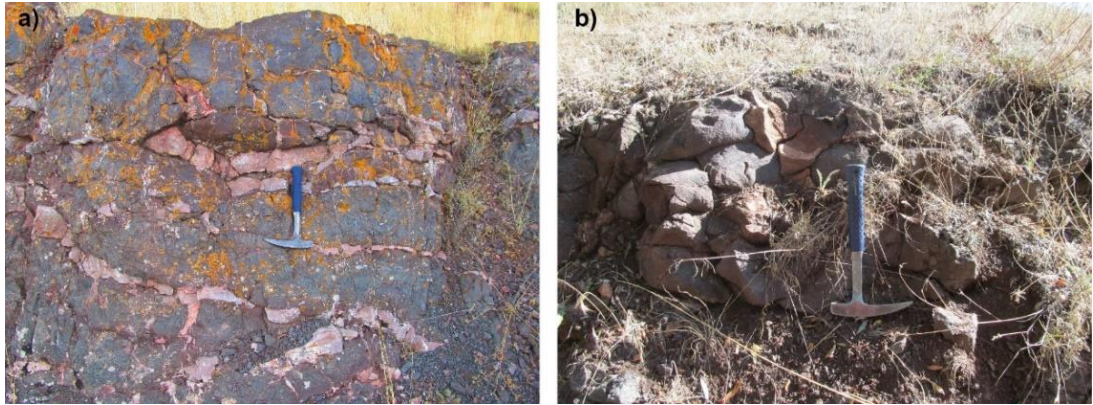
Üst Kretase yaşlı bazaltik kayaçlar genel itibariyle Ovacık ve Beydili köyleri güneyinde ve Zengi köyü civarında gözlenmektedir. Alahacı, Çeltek ile Hıdırnalı köyleri arasında ve Zengi köyü civarında yüzlek veren bazaltik kayaçlar, çalışma alanındaki diğer Üst Kretase yaşlı bazaltlara göre farklılıklar sunmaktadır. Bu alanlardaki bazaltik kayaçlar çok büyük oranda masif yapılı bazalt ve volkanoklastik kayaç yüzleklerinden oluşmakta olup Geç Kampaniyen – Maastrichtiyen yaşlı (Yılmaz, 1982) kırıntılı – karbonatlı çökeller tarafından uyumlu örtülmektedir (Şekil 3.19a, b).



Şekil 3.19. (a) Alahacı ve Çeltek köyleri arasında gözlenen Kampaniyen – Maastrichtiyen yaşlı masif yapılı bazaltlar ve üzerinde uyumlu olarak yer alan çökellerin genel görünümü. (b) Alahacı köyü güneyinde bazaltların üzerine uyumlu olarak gelen çamurtaşları içerisindeki bazalt akıntılarının görünümü

Bazaltik kayaçların üzerinde uyumlu olarak gözlenen kırmızı renkli çamurtaşlarının taban seviyelerinde kalınlıkları birkaç metreye kadar ulaşan bazalt akıntıları tespit edilmiştir (Şekil 3.19b). Bu kayaçların Geç Kretase dönemindeki yığılma karmaşığı oluşum süreçlerinden göreceli olarak çok daha az etkilendikleri ve genellikle iç

yapısını korumuş oldukları gözlenmiştir. Ayrıca, diğer alanlardaki bazaltik kayalarla birlikte gözlenen ofiyolitik malzemeler (ör. serpantin, gabro) bu alandaki bazaltlarda gözlenmemiştir. Diğer alanlarda gözlenen Üst Kretase yaşlı bazaltların ise Geç Kretase dönemindeki yığılım karmaşığı oluşum süreçlerinden önemli oranda etkilendikleri ve tektonik açıdan karmaşık bir iç yapıya sahip oldukları gözlenmiştir. Ayrıca, bazaltik kayalarla bir arada gözlemlenen Üst Kretase (Senomaniyen – Maastrichtiyen) yaşlı çökel kayalarla (Yılmaz, 1982, 1983; Yılmaz ve diğ., 1993; Özden, 1998) olan birincil dokan ilişkilerini kaybettikleri ve bloklu bir görünüm kazandıkları tespit edilmiştir. Örneğin, Çatalkaya köyü civarındaki bazaltik kayalar Üst Kretase yaşlı kireçtaşı blokları kapsamaktadır. Karabalçık köyü yakın civarında yüzlek veren Üst Kretase bazaltların içerisinde ise Jura yaşlı gabrolar ve Balıbey Grubu'na ait amfibolitler tektonik dilimler halinde gözlenmektedir. Karabalçık ve Çatalkaya köyleri arasında yer alan bazaltlar, Üst Kretase yaşlı karbonatlı kayalarla (Yılmaz, 1982) tektonik olarak iç içe geçmiş bir yapıya sahiptir. Yılmaz (1982), Ovacık ve Karabalçık köyleri güneyindeki bazaltlarla ara katkılı olarak gözlenen çamurtaşı seviyelerinden (Şekil 3.20a, b) elde ettiği mikro fosillere göre birimin yaşının Senoniyen olduğunu belirtmiştir. Bu alanlardaki volkanitler, çoğunlukla masif ve küçük çaplı (<1 m) yastık yapılı oldukları gözlenmiştir (Şekil 3.20a, b).



Şekil 3.20. Karabalçık güneyindeki çamurtaşı ve çört ara katkılı (a) masif ve (b) yastık yapılı bazaltların genel görünümü

Karabalçık köyü güneyinde, çamurtaşlarıyla sarılı spilitik yastık yastık yapılı bazaltların yaklaşık çapları 20-30 cm civarındadır (Şekil 3.21a, b). Ayrıca bu alandaki volkanitlerde makaslama yapıların geliştiği gözlenmiştir (Şekil 3.21b). Beydili ve Düğür köyleri arasındaki Üst Kretase yaşlı bazaltik volkanik kayaların kalınlıkları 5 metreye ulaşan bazaltik dayklar tarafından kesildikleri tespit edilmiştir (Şekil 3.21c).

Bu kayalarda soğumayla ilişkili çatlaklı yapıya sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.21d).

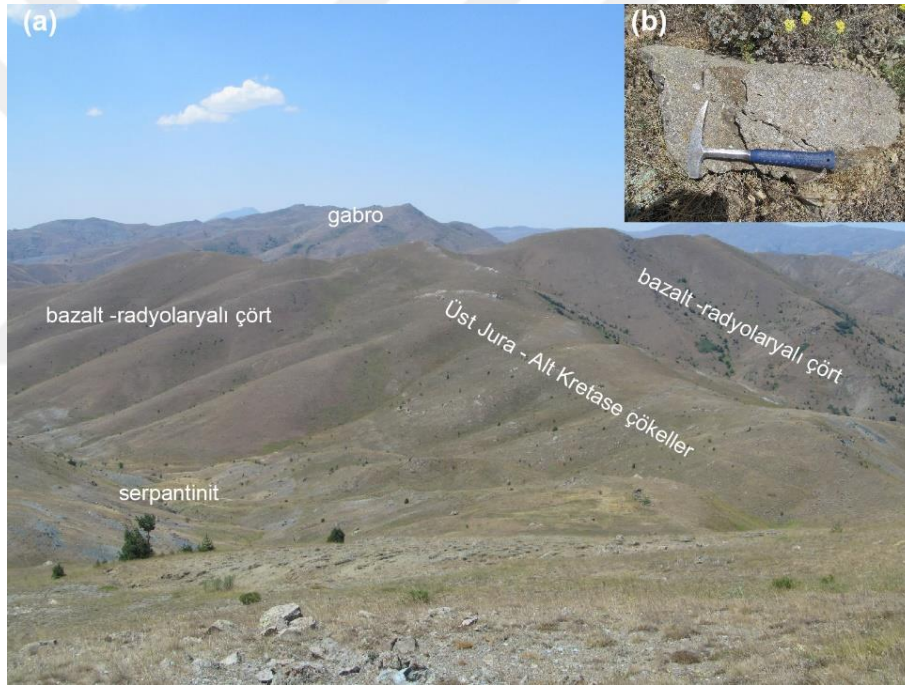


Şekil 3.21. Karabalçık köyü güneyinde çamurtaşları içinde yer alan makaslanmış spilitik yastık yapılı bazaltların (a) genel ve (b) yakından görünüşleri. Beydili ve Düğeri köyleri arasında yer alan (c) bazaltik volkanitleri kesen bazaltik dayk ve (d) bazaltlarda gözlenen soğuma çatlaklarının genel görünüşleri

Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki birçok alanda Üst Jura – Alt Kretase yaşlı sığ denizel ortamda çökelmiş kırıntılı ve karbonatlı kayalar egzotik bloklar şeklinde bulunmaktadır. Yılmaz, (1982) tarafından birimin yaşı elde edilen fosil bulgularına göre Üst Jura – Alt Kretase olarak tespit edilmiştir. Bu kayaların yüzlek alanları genellikle 4-5 km²'yi aşmayan büyüklüklerde gözlenmektedir. Karabalçık köyü yakınındaki ve Kızıllalan köyünün ~ 7 km KD'sundaki alanlar bu kayaların tipik yüzlek alanlarına örnek olarak verilebilir. Karabalçık köyü kuzeyindeki alanda KD-GB uzanımlı Üst Jura – Alt Kretase çökeller bazaltlar, çamurtaşları ve serpantinitle içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.22a). Kızıllalan KD'sundaki birimin benzer şekilde, Tekelidağ Karmaşığının diğer bölümlerinde de bazalt, gabro, serpentin gibi litolojilerle tektonik olarak sınırlandırıldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.23a).



Şekil 3.22. (a) Karabalçık köyü kuzeyinde Üst Kretase yaşlı bazaltlar içerisinde gözlenen Üst Jura – Alt Kretase yaşlı çökel birimin genel görünümü. (b) Aynı alandaki bu birime ait çakıltaşlarının yakın görüntüsü



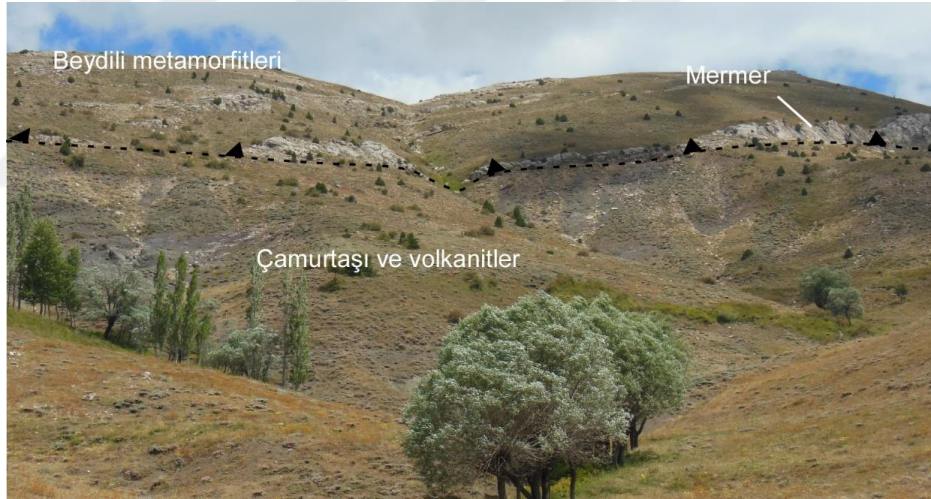
Şekil 3.23. (a) Kızılalan köyü ~ 7 km KD'sundaki bazalt, radyolaryalı çört ve serpantinitler içerisinde gözlenen Üst Jura – Alt Kretase yaşlı çökel birimin genel görünümü. (b) Aynı alandaki bu birime ait çakıltaşlarının yakın görüntüsü

Bu alanlardaki kireçtaşları taze ve kırık yüzeylerinde açık sarı ve bej renklere sahip olup orta – kalın katmanlıdır (Şekil 3.22a). İnce ve orta katman kalınlıklarına sahip olan kireçtaşları, bazı alanlarda marn ara düzeyleri içermektedir. Kumtaşlarını ve çakıltaşlarını oluşturan kırıntıların yarı yuvarlaklaşmış ve kötü gelişmiş boylanmaya sahip oldukları gözlenmiştir. Kumtaşları ve çakıltaşları farklı kökenli kayaç türleri içermekle birlikte kuvarslar ve karbonatlı kayaç kırıntıları baskın tane türünü

oluşturmaktadır (Şekil 3.22b, 3.23b). Ancak, kumtaşları içerisinde herhangi bir ofiyolitik malzeme (ör. peridotit, gabro) gözlenmemiş olması, bu kayaçların yığışım karmaşığı içerisine daha sonraki tektonik süreçlerle aktarılmış olduğunu düşündürmektedir.

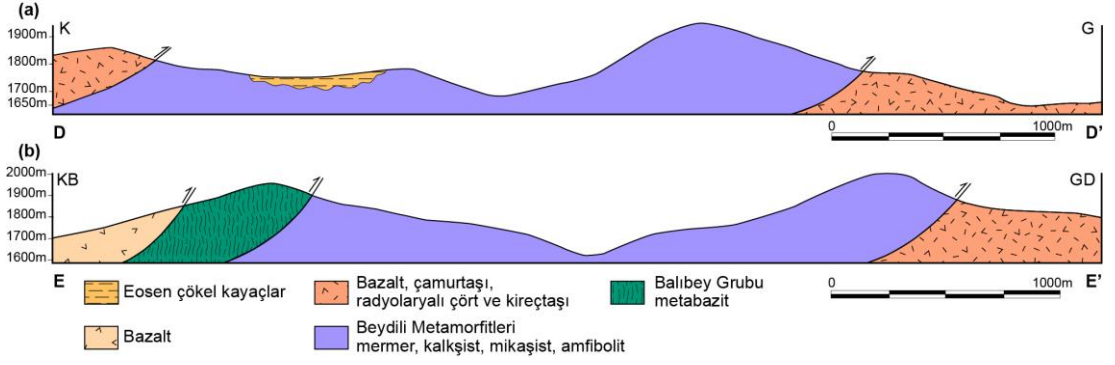
3.1.1. Beydili Metamorfitleri

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde Beydili, Esenli ve Çakmak köyleri civarında yaklaşık KB-GD gidişli bir hat boyunca gözlenen bölgesel başkalaşım koşullarında oluşmuş olan metamorfik kayaçlar “Beydili Metamorfitleri” olarak adlandırılmıştır. Bölgedeki metamorfik kayaçlar baskın olarak mermer, kalkşist (~ % 90) ve daha az oranda mikaşist, kuvarsit ve amfibolitler ile temsil edilmektedir. Beydili Metamorfitleri'nin, Tekelidağ Karmaşığı'nı oluşturan bazalt ve çamurtaşı gibi litolojiler ile tektonik dokanaktır (Şekil 3.24).



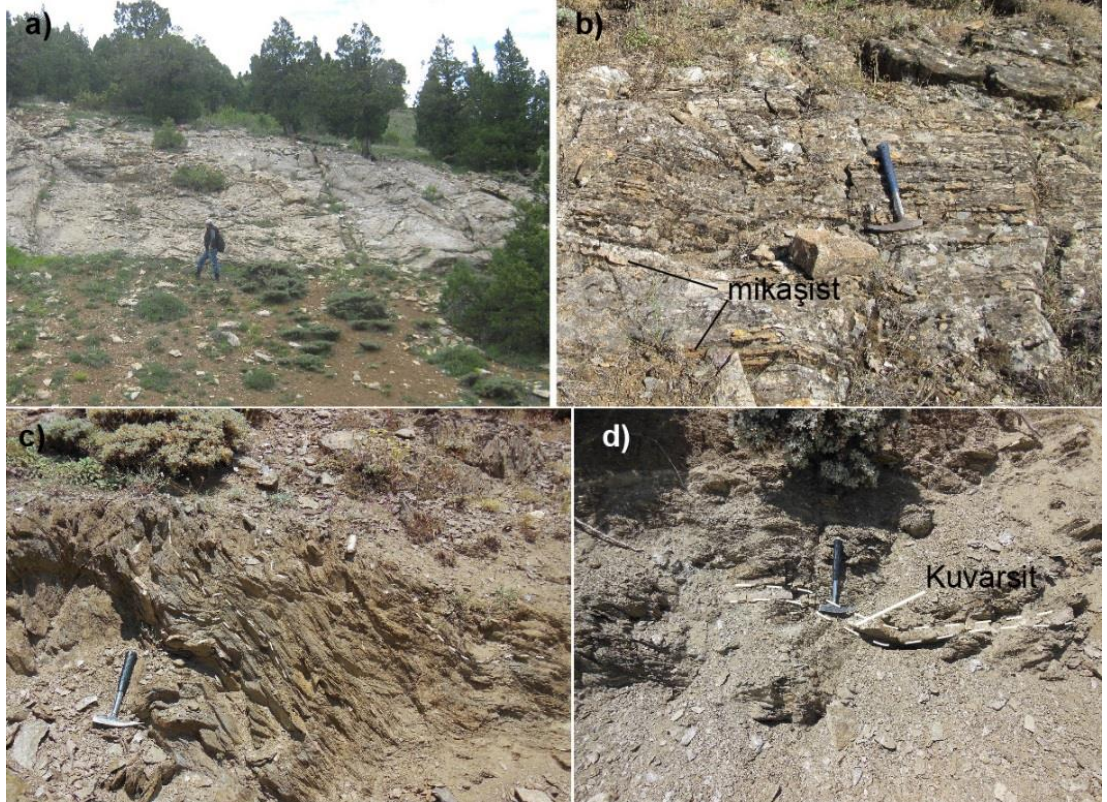
Şekil 3.24. Beydili köyü kuzeyinde, Beydili metamorfitleri ile Tekelidağ Karmaşığı'na ait çamurtaşları ve volkanitlerin tektonik dokanağı

Örneğin, Beydili köyü K-KD'sunda söz konusu metamorfitlerinin yüksek açılı ters fay ile çamurtaşı ve volkanitlerden oluşan yığışım karmaşığının üzerine itilmiş olduğu görülmektedir (Şekil 3.24 ve 3.25a, b). Ayrıca, Balıbey Grubu'na ait bazik kökenli metamorfik kayaçlar B-KB'ya eğimli ters fayla Beydili Metamorfitleri'nin üzerine itilmiş durumdadır (Şekil 3.25b). Beydili köyünün kuzeydoğusundaki alanlarda metamorfik kayaçlar Eosen yaşlı örtü çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.25a).



Şekil 3.25. Beydili Metamorfiteeri'nin Tekelidağ Karmaşığı'na ait litolojilerle ve Eosen örtü çökelleri ile olan dokanak ilişkilerini gösteren (a) D-D' (K-G yönlü) ve (b) E-E' (KB-GD yönlü) hatları boyunca alınan jeolojik enine kesitler. Kesit hatları Şekil 3.3'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmektedir

Beydili Metamorfiteeri'nin ana litolojisini oluşturan mermerler genellikle beyaz renkli ve masif yapıdırlar. Ancak bazı alanlarda (ör. tektonik dokanakların yakın kesimlerde) mermerler kıvrımlı ve yapraklanmalı bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.26a).

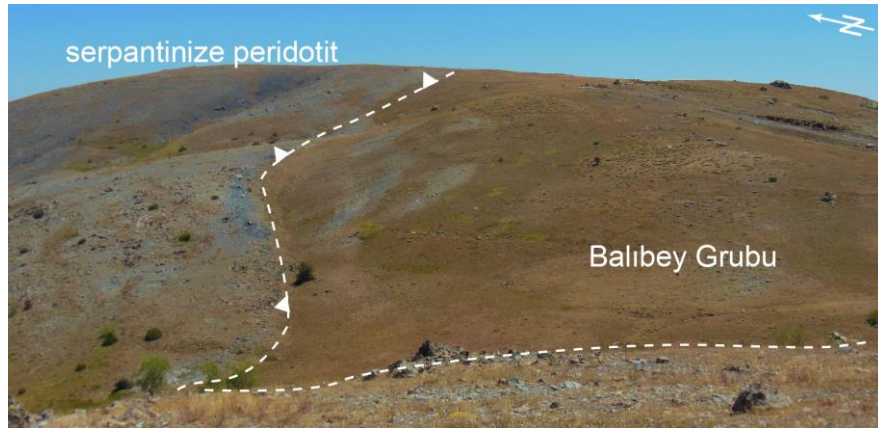


Şekil 3.26. Beydili Metamorfiteeri'ne ait (a) deforme mermerlerin, (b) mikaşist bantları içeren kalkşistlerin, (c) kıvrımlı yapı sunan mikaşistlerin ve (d) kuvarsit ara bantları içeren mikaşistlerin görünümüleri

Kalkışistler, çoğunlukla mermerlerle ve daha az oranda ise mikaşistlerle ara katkılı olarak gözlenmekte olup iyi gelişmiş foliasyonlu ve bantlı yapılar sunarlar (Şekil 3.26b). Mermer ve kalkışistlerin içerisinde gözlenen kuvarsitler, sert ve tıknaz görüntüleriyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Mikaşistler, oldukça kıvrımlanmış ve faylanmış görünüme sahiptirler (Şekil 3.26c). Mikaşistler içerisinde kuvarsit ve karbonat bantları mevcuttur. Kuvarsit bantlarının kalınlıkları yaklaşık 5 cm civarında olup foliasyon düzlemiyle uyumlu görülmektedir (Şekil 3.26d). Mikaşistlerdeki kıvrım eksen gidişleri dikkate alındığında bu kayaç topluluğunun farklı deformasyon süreçlerinden etkilendikleri anlaşılmaktadır. Amfibolitik kayaçlar genellikle mermerler içerisinde ince seviyeler (yaklaşık 10 metre kalınlığına kadar ulaşmakta) şeklinde gözlenmiştir. Kaba taneli minerallerden oluşan amfibolitik kayaçlar bantlı ve foliasyonlu yapı sunarlar.

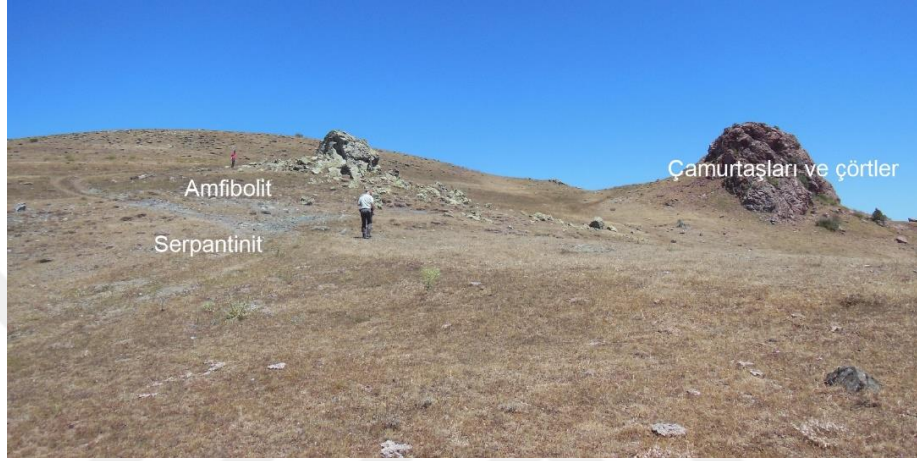
3.1.2. Balıbey Grubu

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde okyanus içi yitim zonunda amfibolit, yeşilist ve mavişist fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış metamorfik kayaçlar “Balıbey Grubu” adı altında toplanmıştır. “Balıbey Grubu” ilk olarak Çelik ve diğ. (2019) tarafından çalışma sahasının dışında, batıda, Çamlıbel yöresinde (Tokat güneyi) tanımlanmıştır. Çalışma sahasında Balıbey Grubu’na ait tipik yüzlekler Kurtlapa ve Ovacık köyleri kuzeyindeki ve Karabalçık köyü doğusundaki alanlarda gözlenmektedir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Balıbey Grubu’nun Ovacık köyü kuzeyindeki yüzlekleri serpantinize peridotitler (Şekil 3.27) ve Miyosen yaşlı (Yılmaz, 1982) karasal çökeller tarafından tektonik olarak sınırlanmaktadır.

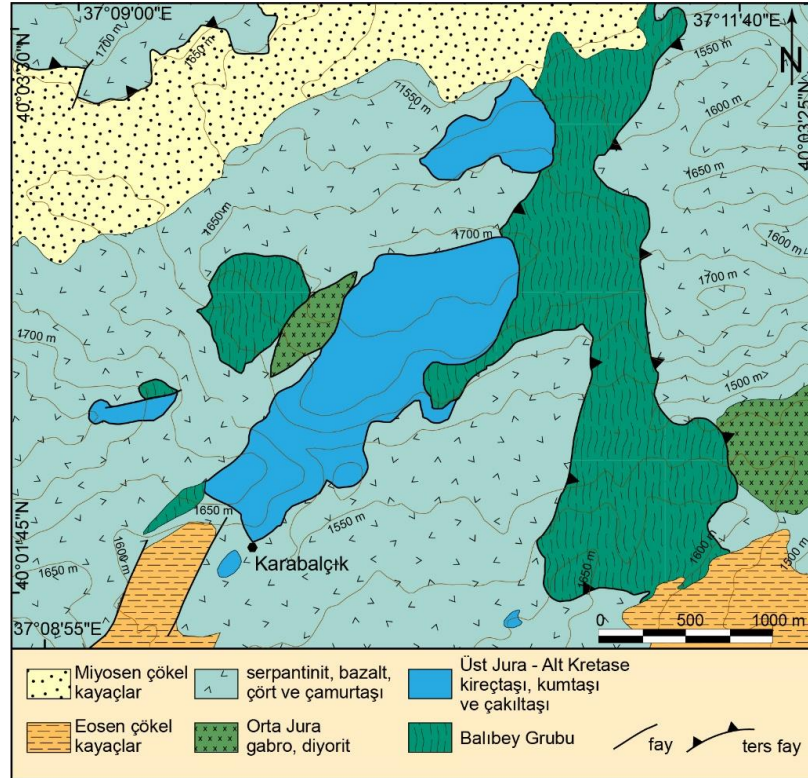


Şekil 3.27. Balıbey Grubu ve serpantinize peridotitinin genel arazi görünümü

Ovacık köyü kuzeyinde yaklaşık blok boyutları 10 metreye ulaşan amfibolitler (Şekil 3.28) genellikle bantlı ve foliasyonlu yapı sunmaktadır. Bazı amfibolitlerin ise yoğun şekilde makaslamaya uğradıkları ve kataklastik doku sundukları gözlenmiştir. Ayrıca, bu alandaki amfibolit bloklarının dolerit daykları tarafından kesildikleri tespit edilmiştir. Karabalçık köyü doğusunda yüzeyleyen Balıbey Grubu Kuzey-Güney yönlü bir hat boyunca yüzeylemektedir (Şekil 3.29).

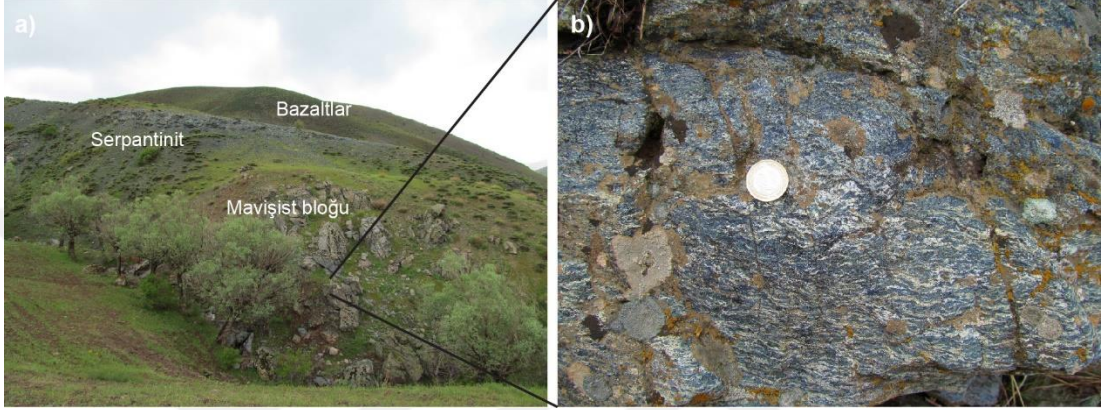


Şekil 3.28. Ovacık köyü kuzeyinde Balıbey Grubu'na ait çamurtaşı-çört ve serpantinit hamuru içerisinde yüzeyleyen amfibolit bloğunun genel görünümü



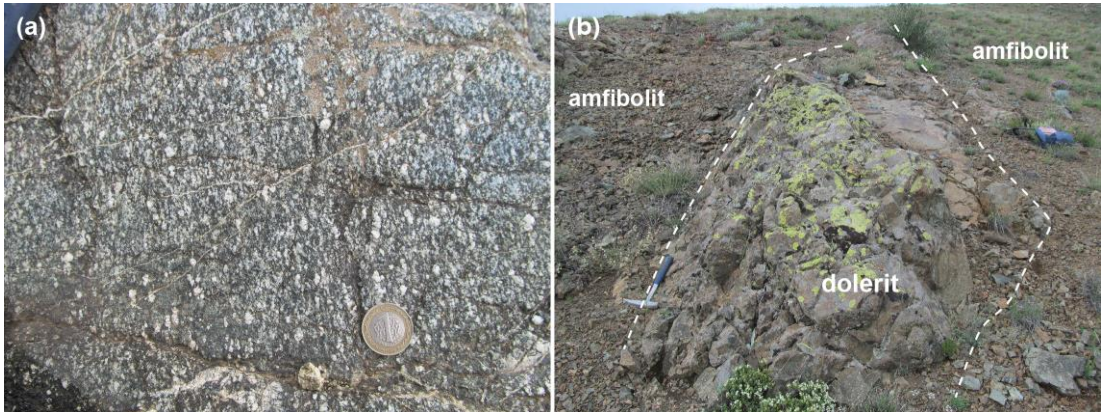
Şekil 3.29. Karabalçık köyü ve yakın civarının jeoloji haritası

Karabalçık köyü doğusunda boyutları 30 metreye kadar olan amfibolit, fillit, mermer ve mavişist türü metamorfik kayaç blokları, serpantinit ve deforme çamurtaşı ve çörtlerden oluşan bir hamur içerisinde yüzeylemektedirler. Boyutları 30 metreye kadar ulaşan mavişistler, serpantinit hamuru içerisinde yüzlek vermektedirler (Şekil 3.30a). İyi gelişmiş yapraklı ve bantlı yapıya sahip olan mavişistler, arazide mavi renklere sahip olmasıyla oldukça karakteristiktir (Şekil 3.30b).



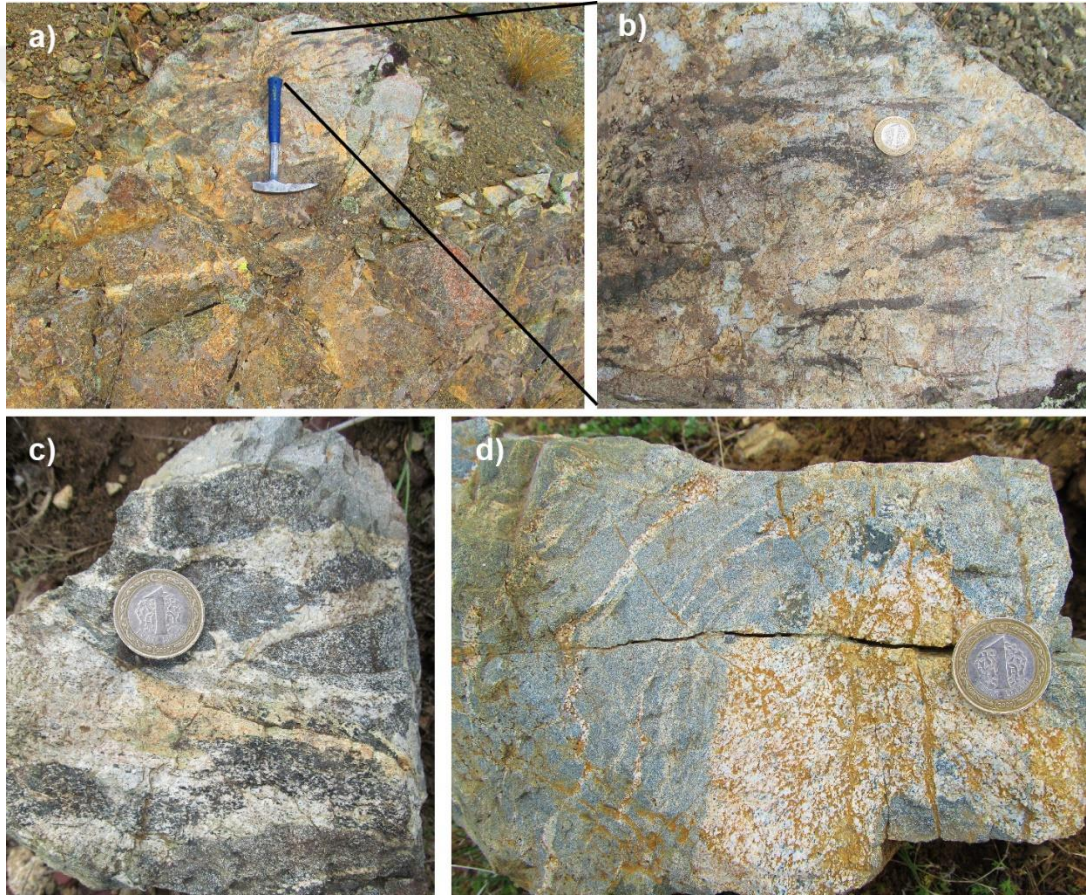
Şekil 3.30. Karabalçık köyü doğusunda yüzeyleyen Balıbey Grubu'na ait serpantinitler içerisinde yüzeyleyen mavişist bloğunun (a) genel ve (b) yakından görünümü

Karabalçık köyü kuzeyinde Balıbey Grubu'na ait metamorfik kayaçlar amfibolitlerle temsil edilmektedir (Şekil 3.31a). Amfibolitik kayaçlar volkanitler ve gabrolar tarafından tektonik olarak sınırlanmaktadır. Bu alandaki amfibolitler kalınlıkları birkaç metreye ulaşan metamorfik olmayan dolerit daykları tarafından kesilmektedirler (Şekil 3.31b).



Şekil 3.31. Karabalçık köyü kuzeyinde gözlenen (a) kaba taneli amfibolitlerin yakından görünümü ve (b) amfibolitleri kesen dolerit daykının görünümü

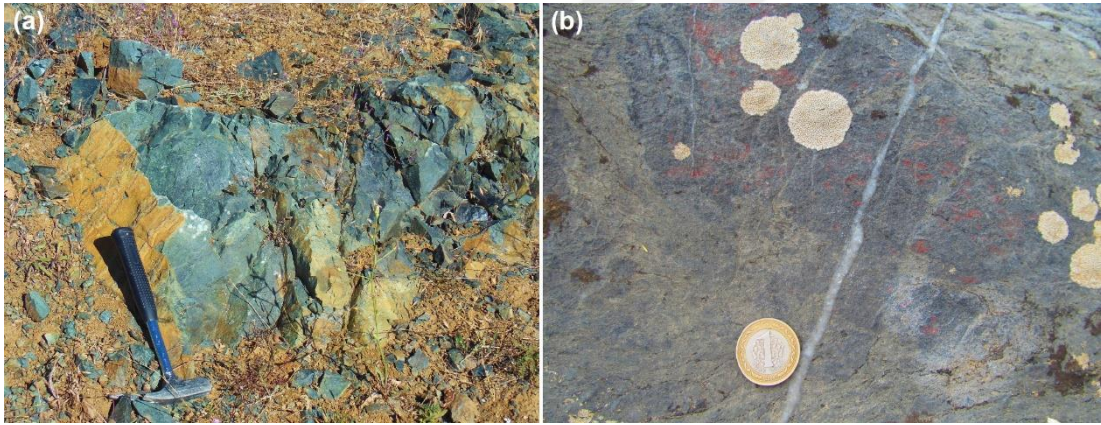
Amfibolitler içerisinde, metamorfik olmayan dolerit dayklarından farklı olarak belirgin bir şekilde metamorfizma gösteren meta-plajiyogranit daykları tespit edilmiştir (Şekil 3.32a-d). Meta-plajiyogranit dayklarının kalınlıkları yaklaşık 50 cm'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 3.32a, b). Meta-plajiyogranitlerin foliasyonları amfibolitlerle paralellik sunmakta (Şekil 3.32c), hatta birlikte kıvrımlı yapı kazandıkları gözlenmektedir (Şekil 3.32d). Amfibolitlerin genellikle kaba taneli dokuya sahip olmaları (Şekil 3.31a), köken kayaçlarının gabroyik kayaçlar olabileceği düşünülmektedir. Meta-plajiyogranitler, metamorfizma öncesi gabrolar içerisine yerleşmiş plajiyogranit daykları olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.32. Karabalçık köyü kuzeyindeki amfibolitlerin içerisinde gözlenen meta-plajiyogranit daykının (a) genel ve (b) yakından görünümü. Aynı alandaki amfibolitlerin (c) foliasyonuyla paralellik sunan ve (d) amfibolitlerle birlikte kıvrımlanmış meta-plajiyogranitin yakından görünümü

Kurtlapa köyü kuzeyi, Otmanalan köyü güneyi ve Karabalçık köyü kuzey ve güneyi, Balıbey Grubu'na ait metamorfik kayaçların tektonik dilimler halinde gözlemlendiği alanlardır. Kurtlapa köyü kuzeyinde doğu-batı gidişli bir hat boyunca uzanan

metamorfitler, güneyde volkanitler, kuzeyde ise yığışım karmaşığının ayırtılmamış birimleri (ör. serpantinit, volkanit, çamurtaş) tarafından kuzeye eğimli ters faylarla tektonik olarak sınırlanmaktadır. Baskın olarak bazik kökenli metamorfik kayalardan oluşan bu alandaki metamorfitler içerisinde daha az oranda granat mikaşist ve mermer yüzleklerine rastlanılmaktadır. Bazik kökenli metamorfik kayalar birçok alanda ince taneli ve masif yapıya sahiptirler (Şekil 3.33a). Şekil 3.33a'daki masif yapı ve ince taneli yeşil rengeyle karakteristik olan yeşilşist niteliğindeki metabazitlerin tipik bir görünümüne bir örnektir. Bölgedeki göreceli olarak daha yüksek dereceli başkalaşım kayalarını temsil eden granat mikaşistler ve amfibolitik kayalar iyi gelişmiş yapraklı yapıya sahiptirler. Granat mikaşistlerle birlikte gözlenen mermerler ise masif yapıya olup koyu gri renkli ve kırmızı benekli arazi görünümüne sahiptirler (Şekil 3.33b).

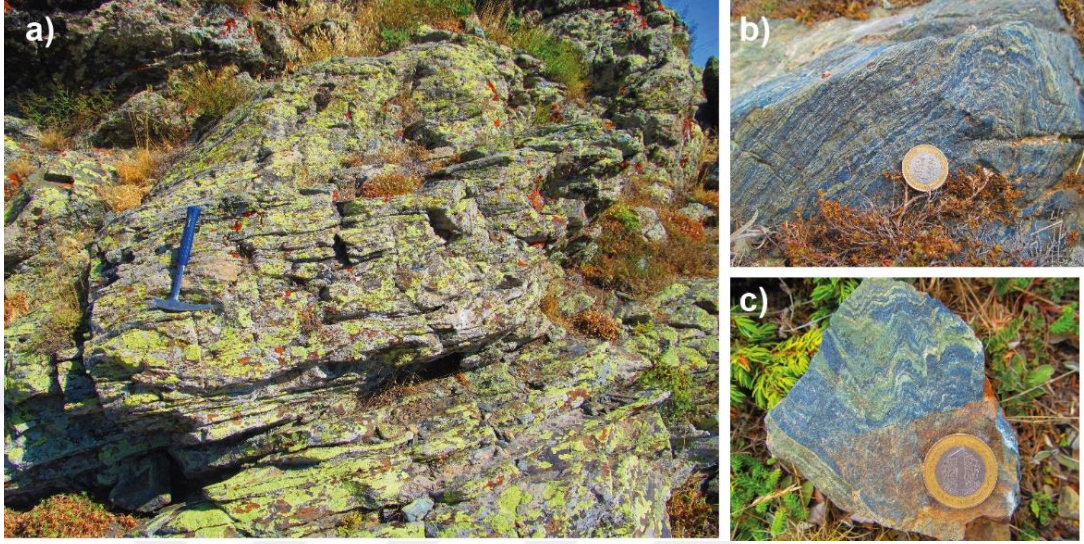


Şekil 3.33. (a) Kurtlapa kuzeyindeki gözlenen ince taneli, yeşil renkli ve masif yapıya metabazitin genel görünümü. (b) Aynı bölgedeki koyu gri renkli ve kırmızı benekli masif yapıya mermerlerin yakın görünümü

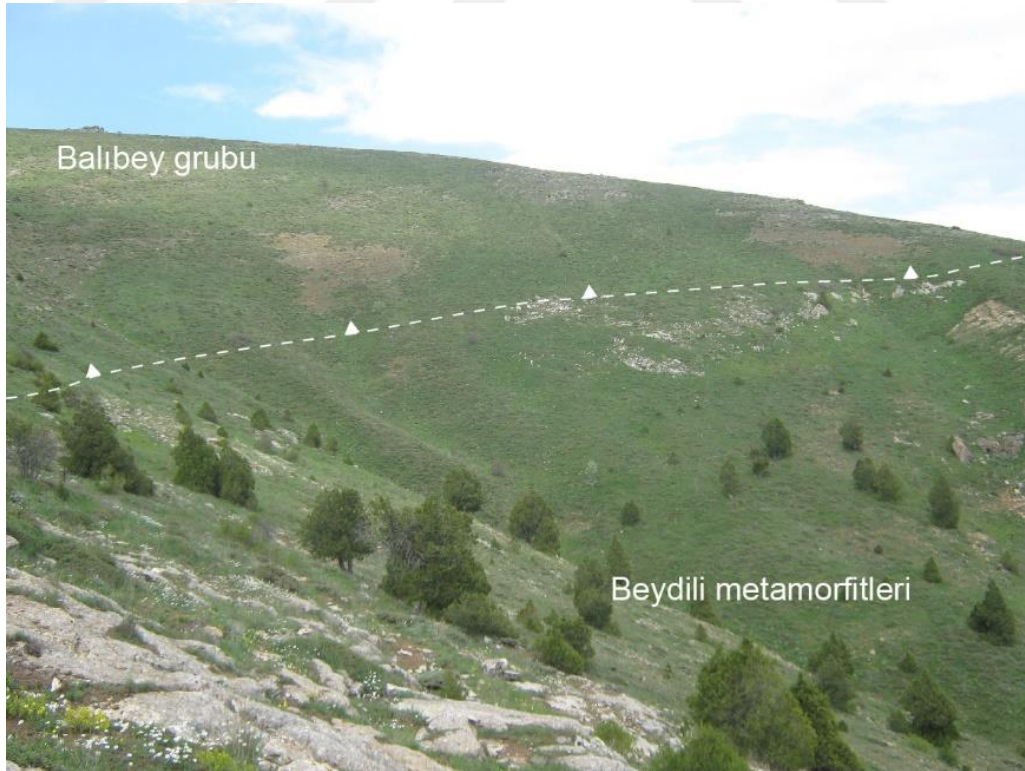
Aynı alandaki (Kurtlapa köyü kuzeyi) metamorfik dilimin kuzeyinde gözlenen metabazitler dokusal ve mineralojik özellikleri açısından diğerlerinden farklılık sunmaktadırlar. Bu alandaki metabazitlerin hem makro ölçekte hem de mikro ölçekte çok iyi gelişmiş kıvrımlı yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.34a-c). Petrografik olarak mavi amfibol oluşumları içerdiği tespit edilen bu metabazitlerin Şekil 3.34b ve c'de görüldüğü üzere arazi görünümünde de belirgin mavi renge sahiptirler.

Beydili köyü KB'sında yüzeyleyen Balıbey Grubu'na ait metamorfik kayalar epidot-aktinolitşist, epidot-amfibolit türü metabazitlerle temsil edilmektedir. Metabazitler

genellikle ince taneli, masif yapılu olup nadir olarak zayıf yapraklanma göstermektedirler. Bu alandaki metabazitler, Beydili Metamorfitleri'nden ve bazaltlardan B-KB'ya eğimli ters fay düzlemleriyle ayrılmaktadır (Şekil 3.35).



Şekil 3.34. (a) Kurtlapa köyü kuzeyindeki yapraklanma sunan metabazitlerin genel görünümü. (b, c) Aynı alandaki yoğun kıvrımlı yapıya ve mavi renkli arazi görünümüne sahip metabazitlerin yakından görünüşleri



Şekil 3.35. Beydili köyü kuzeybatısındaki Beydili Metamorfitleri'ne ait mermer, kalkışist ve mikaşistler üzerinde yer alan Balıbey Grubu'na ait metabazitlerin genel görünümü

Otmanalan köyü güneyinde yüzeyleyen metabazitler, yaklaşık D-B eksenli elips şeklinde bir yüzlek alanına sahip olup Üst Kretase - Paleosen yaşlı örtü çökelleri (Yılmaz, 1982) ve Tekelidağ Karmaşığı'na ait bazalt, çamurtaşı ve çörtlerle tektonik olarak sınırlanmaktadır (Şekil 3.36). Ayrıca, bu alandaki metabazitlerin dolerit daykları tarafından kesildikleri tespit edilmiştir.



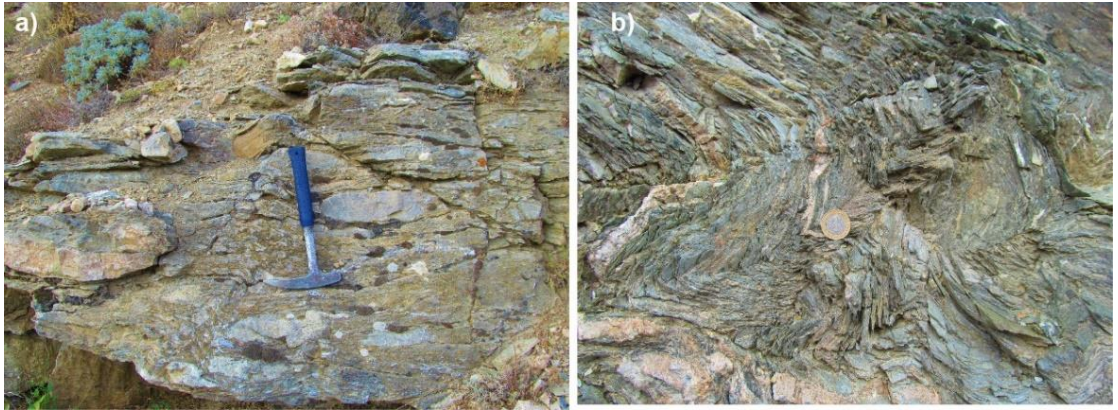
Şekil 3.36. Otmanalan köyü güneyindeki, Balıbey Grubu'na ait amfibolitlerin genel arazi görünümü

3.1.3. Kaytarmış Metamorfileri

Kaytarmış köyü civarında geniş alanlar kaplayan, pelitik ve karbonat kökenli düşük dereceli metamorfik kayalar “Kaytarmış Metamorfileri” olarak adlandırılmıştır. Genellikle ince taneli ve masif yapıya sahip olan mermerler birim içerisindeki en yaygın gözlenen kayac türünü oluşturmaktadır ve arazideki sarp morfolojiyi oluşturmaktadır (Şekil 3.37). Birimin bu karbonatlı kesimlerinde Yılmaz (1982) tarafından Permian yaşlı fosiller tanımlanmıştır. Sleyt ve fillit türü meta-pelitik kayalar mermerlerin içerisinde ince seviyeler halinde (10 metreden daha az kalın) gözlenmiştir. Ayrıca metapelit ara katkıları içeren mermerler metamorfizma etkisiyle budinleşmişlerdir (Şekil 3.38a). Metapelitik kayaların bazı alanlarda ilksel dokuları korunmuş olmakla birlikte, genellikle yapraklanma ve kıvrımlı yapı sundukları görülmektedir (Şekil 3.38b).

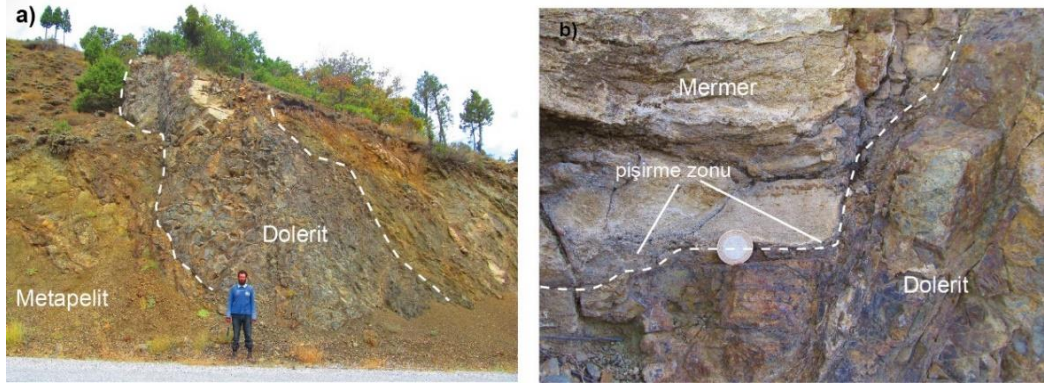


Şekil 3.37. Kaytarmış kuzeyinde yüzlek veren Permiyen yaşlı mermerlerin oluşturduğu sarp topoğrafyanın genel görünümü



Şekil 3.38. (a) Meta-pelit ara katkılı içerdiği budinleşmiş mermerlerin ve (b) kıvrımlı yapıya sahip meta-pelitlerin yakından görünümü

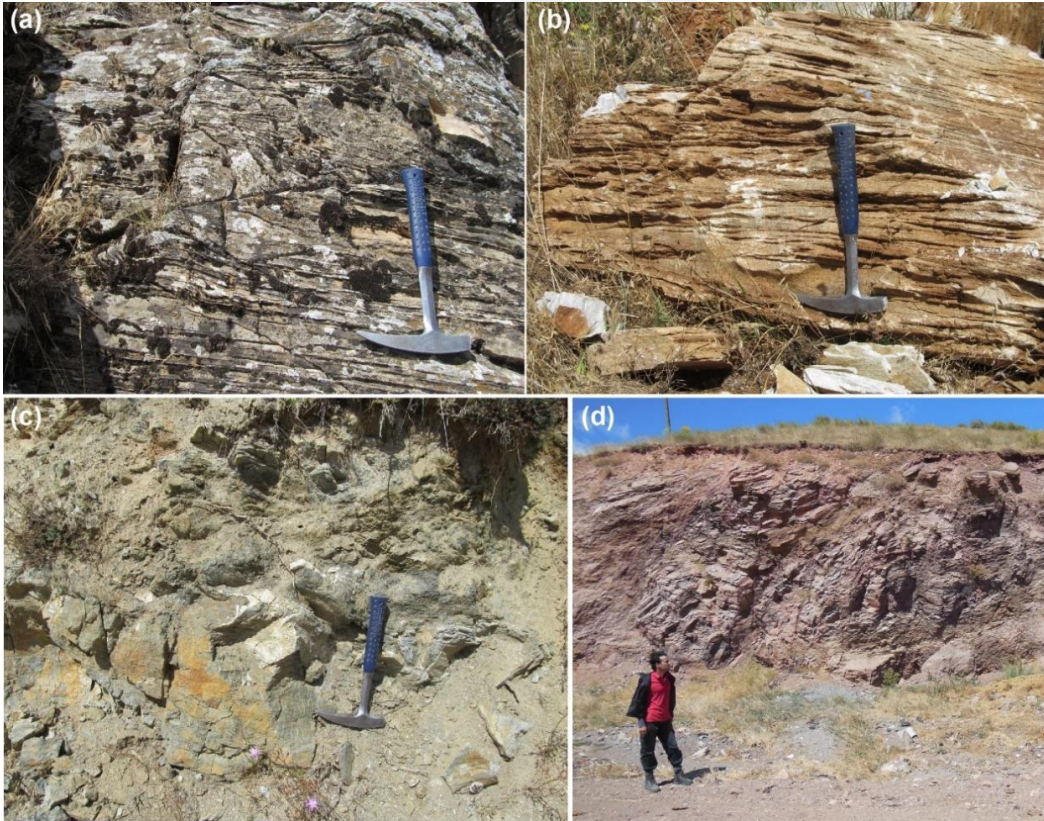
Metapelitler ve mermerler kalınlıkları 1 ilâ 4 metre arasında değişen ve belirgin başkalaşım izi sunmayan dolerit daykları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.39a). Dolerit dayklarında soğuma kenarları gözlenmektedir. Ayrıca, dolerit daykı tarafından kesilen mermerlerin kenar kesimlerinde ince bir hale şeklinde pişirme kenarlarının varlığı tespit edilmiştir (Şekil 3.39b).



Şekil 3.39. (a) Meta-pelitleri kesen dolerit daykının genel görünümü. (b) Dolerit daykı tarafın kesilen mermerin ve pişirme zonuunun yakından görünümü

3.2. Kırşehir Masifi

Kırşehir Masifi'ne ait yüzlekler çalışma alanın güney ve orta bölümünde gözlenmektedir. Bu alanlarda gözlenen Kırşehir Masifi baskın olarak mermer, kalkşist, mikaşist ve kuvarsit türü metamorfik kayalardan ve daha az oranda ise amfibolit türü metamorfik kayalardan meydana gelmektedir (Şekil 3.40a-d).

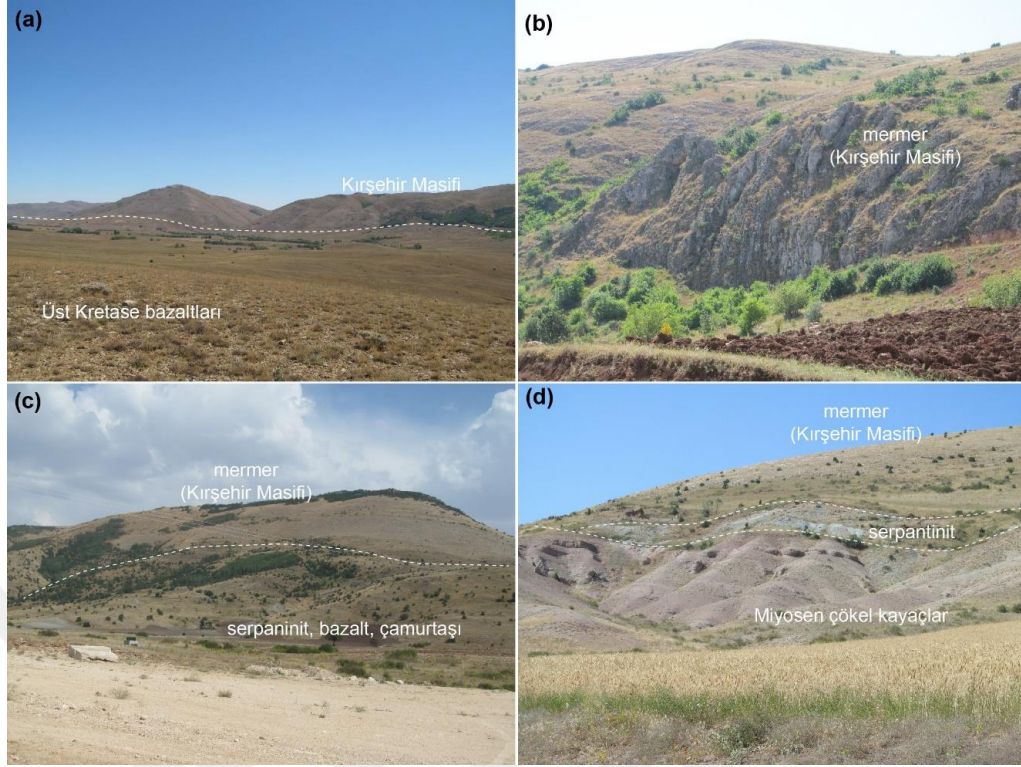


Şekil 3.40. Kırşehir Masifi'ne ait (a) kıvrımlı yapı sunan mikaşist-kuvarsitler, (b) mermer ve kalkşist ardalanması (c) metamorfitler içerisinde seyrek olarak gözlenen amfibolitlerin ve (d) deforme kalkşistlerin genel görünümleri

Çoğunlukla masif yapılı olan mermerlere ait tipik yüzlekler Kuzören ve Gaziköy köyleri arasındaki alanda gözlenebilmektedir. Kuvarsit türü kayaçlara ise Gökkaya köyü doğusundaki alanlarda yüzlek vermektedir. Haritalama alanı dışındaki Karaçayır köyü civarında (Çeltek köyünün ~ 5 km GB'sında) Kırşehir Masifine ait metamorfik kayaçlar Üst Kretase - Paleosen yaşlı (^{40}Ar - ^{39}Ar biyotit yaşı $65,1 \pm 0,3$; Boztuğ ve diğ., 2009) yaşlı "Karaçayır siyeniti" (Boztuğ ve diğ., 2009) ve "Karaçay graniti" (Yılmaz, 1983) olarak adlandırılan sokulum kayaçları tarafından kesilmektedir. Bununla birlikte, Kırşehir Masifi çalışma alanı içerisindeki farklı alanlarda (ör. Gaziköy kuzeyi) Orta Eosen yaşlı (ör. Yılmaz, 1982) sığ denizel çökel kayaçlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Çalışma alanının güneyinde yaklaşık 25 km'lik D-B uzanımlı bir hat boyunca Kırşehir Masifi ile Tekelidağ Karmaşığı dokanak halinde gözlenebilmektedir. Bu dokanak hattı boyunca Kırşehir Masifi, çoğunlukla Tekelidağ Karmaşığı'nın Üst Kretase yaşlı volkanik ve sedimanter kayaçları ile kuzeye eğimli yüksek açılı faylarla tektonik olarak sınırlanmaktadır (Şekil 3.41a, b). Dokanak boyunca yapılan saha gözlemlerinde, eğim atım bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı fayların varlığı gözlenmiştir. Benzer gözlemler Yılmaz ve Yılmaz (2006) tarafından da rapor edilmiş olup bu faylar olasılıkla çalışma alanının güneyindeki Sivas havzasında gözlenen neotektonik döneme ait faylarla ilişkilendirilebilir.

Çalışma alanının orta bölümündeki Gaziköy ve Gökkaya köyleri arasındaki alanlarda Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayaçlarının Tekelidağ Karmaşığı'na ait serpantin, bazalt, çamurtaşları tarafından tektonik olarak üzerlendikleri tespit edilmiştir (Şekil 3.41c). Çalışma alanı içerisinde Yıldız köyü güneyi Tekelidağ Karmaşığı ile Kırşehir Masifi arasındaki dokanak ilişkilerinin tespit edilebildiği alanlardan bir diğeridir. Bu alandaki Kırşehir Masifi kuzey sınırı boyunca Tekelidağ Karmaşığı tarafından tektonik olarak üzerlenmekte iken güneyde Tekelidağ Karmaşığı ve Miyosen yaşlı çökellerin üzerine itilmiş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.41d). Bu Miyosen sonrası ters faylar çalışma alanının doğu bölümündeki Beydili köyü kuzeyine kadar olan kesimde gözlenebilmekte, yaklaşık D-B uzanımlı bir hat boyunca takip edilebilmektedir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).



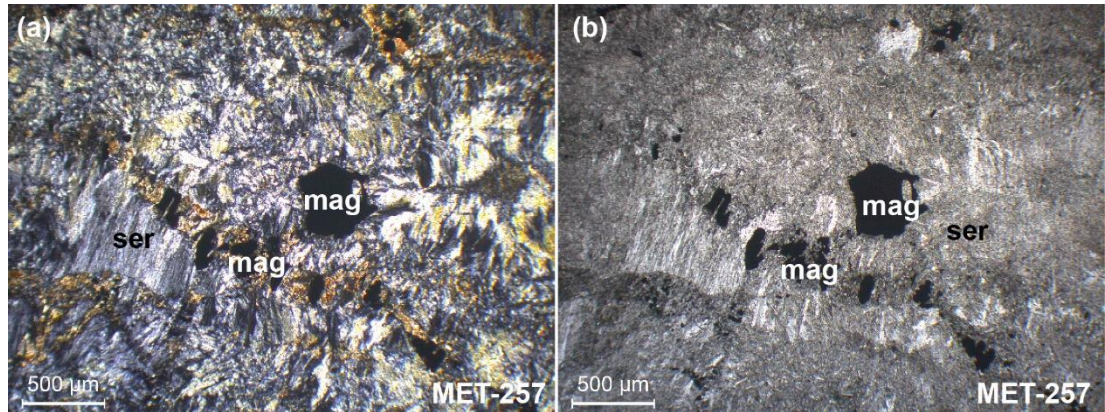
Şekil 3.41. Tekelidağ Karmaşığı'nın güneyinde gözlenen Kırşehir Masifi'nin genel görünümü. (b) Bu alandaki Kırşehir Masifi ile Tekelidağ Karmaşığı'na ait Üst Kretase yaşlı bazaltik kayalar arasında gözlenen yüksek açılı fayların genel görünümü. (c) Gökkaya köyü doğusunda Tekelidağ Karmaşığı tarafından tektonik olarak üzerlenen Kırşehir Masifi'nin genel görünümü. (d) Yıldız köyü güneyinde, Miyosen yaşlı çökel kayaların üzerine itilmiş olarak gözlenen Tekelidağ Karmaşığı'nın ve Kırşehir Masifi'nin genel görüntüsü

4. MİNERALOJİ VE PETROGRAFI

Doktora tez çalışma sahası içerisinde yüzeyleyen ofiyolitik ve metamorfik kayaçların mineral topluluklarının tayin edilebilmesi için 120 adet örneğin petrografik analizleri gerçekleştirilmiştir. Petrografik analizler neticesinde uygun görülen 16 adet örneğin mineral bileşimlerinin tayini için mineral kimyası analizleri yapılmıştır. Yazı ve şekiller içerisinde kullanılan mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre dir.

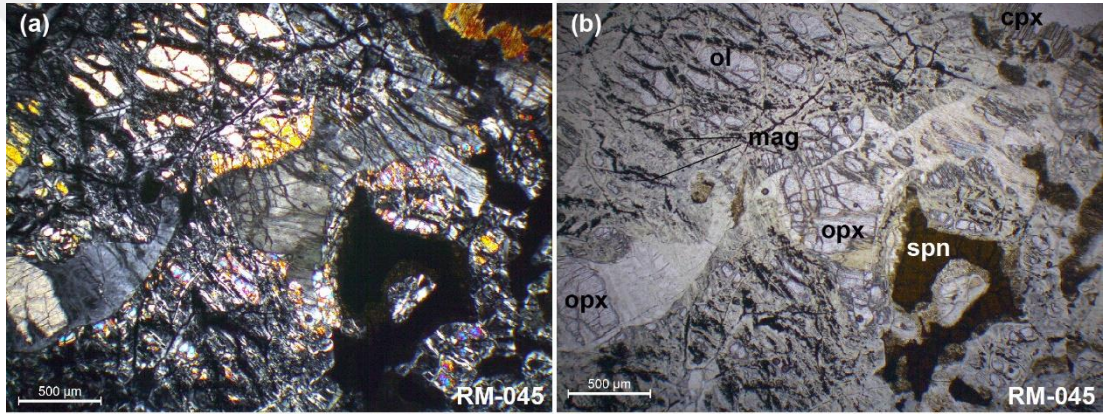
4.1. Tekelidağ Karmaşığı

Tekelidağ karmaşığı içerisindeki ultramafik kayaçların petrografik analizleri neticesinde, bu kayaçların farklı oranlarda serpantinitleşme süreçlerinden etkilendikleri tespit edilmiştir. Genel olarak incelenen örneklerdeki serpantinitleşme oranlarının % 50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Örneğin, Karabalçık köyü güneyinde, tektonik olarak Balıbey Grubu'na ait metamorfik kayaçların altında yer alan ultramafik kayaçların arazi gözlemlerinde sert yapılı olup göreceli olarak taze bir ultramafik kayaç görünümü sergilemektedirler. Ancak, bu alandan derlenen örneklerin petrografik analizlerinde kayaçların neredeyse tamamen serpantinitleşmiş oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.1a, b). Bu örneklerdeki kalıntı spinel minerallerinin de büyük oranda manyetit minerallerine dönüştükleri belirlenmiştir (Şekil 4.1b).



Şekil 4.1. Karabalçık köyü güneyinde gözlenen sert yapılı ultramafik kayaçlardan derlenen MET-257 numaralı serpantinit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: ser, serpantin; mag, manyetit

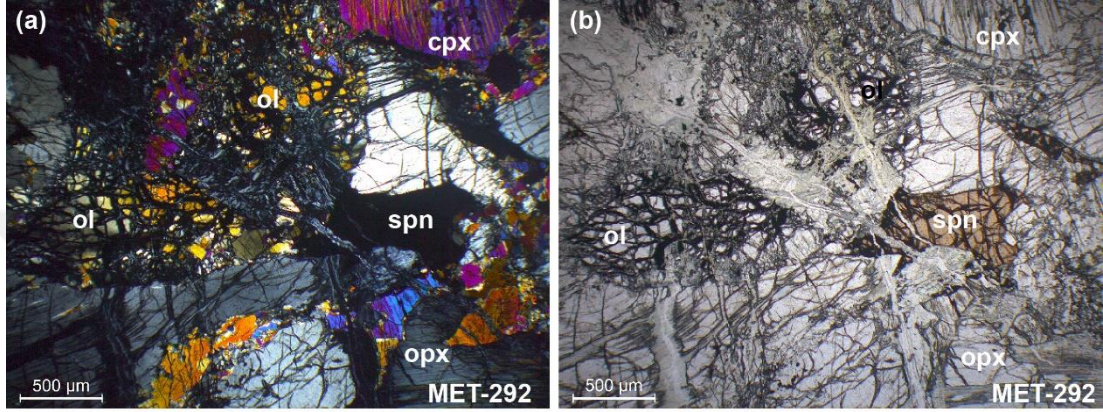
Göreceli olarak daha taze durumda olan ultramafik kayalar Ovacık ve Kızıllan köyleri kuzeyinde gözlenmektedir. Bu bölgedeki masif ultramafik kayaç kütesinden derlenen RM-045 numaralı kayaç örneği serpantinize harzburjit olarak tanımlanmıştır. Kayaçta serpantinleşme hâkim olup serpantinleşmenin oranı yaklaşık % 55 civarındadır. Kayaç olivin (~ % 83), ortopiroksen (~ % 15), klinopiroksen (~ % 1) ve spinel (~ % 1) minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.2a, b). Ayrıca, olivin minerallerinin çeper ve çatlaklarından itibaren manyetit ve klorit minerali gelişimleri yaygındır (Şekil 4.2a, b). Benzer şekilde spinel minerallerinden itibaren de manyetit gelişimleri gözlenmekte olup spineller genel itibariyle koyu kahverengi renkli ve özşekilsiz görünüme sahiptirler (Şekil 4.2a, b).



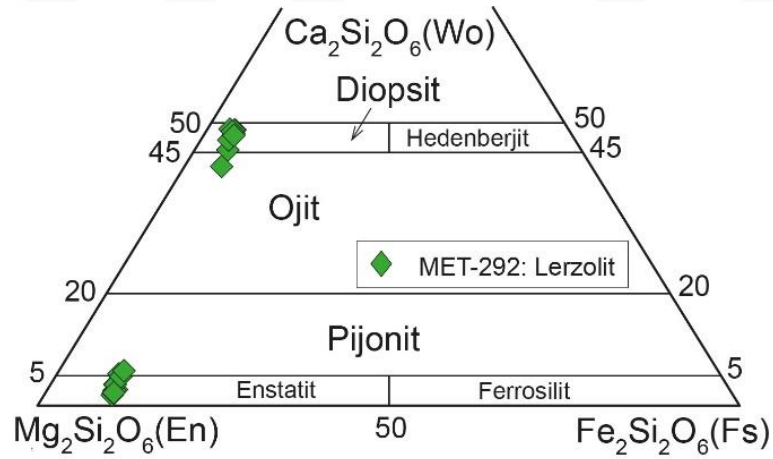
Şekil 4.2. Kızıllan köyü kuzeyinden derlenen serpantinize harzburjit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen; mag, manyetit; ol, olivin; opx, ortopiroksen; spn, spinel

Aynı bölgenin batısında Kurtlapa köyü civarından derlenen MET-292 numaralı ultramafik kayaç örneği ise lertzolit bileşime sahip olup diğer örneklerle göre oldukça tazedir. Kayaçtaki serpantinleşme oranı yaklaşık % 25 civarındadır. Kayaç olivin (% 70), ortopiroksen (% 10), klinopiroksen (% 15) ve spinel (% 2) minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.3a, b). Milonitik doku gösteren kayaçta, iri taneli piroksen mineralleri arasında ince taneli olivin ve piroksen mineralleri yer almaktadır (Şekil 4.3a, b). Serpantinit minerallerinin gelişimi yalnızca olivin minerallerinin çatlaklarında görülmektedir (Şekil 4.3a, b). Spinel mineralleri açık kahverengi görünümündedir (Şekil 4.3b). Piroksen minerallerinde kayacın tektonizmadan etkilendiğine işaret eden dalgalı sönmenin varlığı gözlenmektedir (Şekil 4.3a).

Lerzolit (MET-292) örneğine ait olivin, piroksen ve spinel minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiş olup analiz sonuçları Ek Tablo B’de sunulmuştur. Olivinlerin forsterit içerikleri 88.8 ile 89.8 arasında değişmektedir. Klinopiroksen mineralleri diyopsit ve ojit ile temsil edilmekte olup $Wo_{40,4-46,9}-En_{46-51,1}-Fs_{3,3-5,3}$ bileşimine sahiptir. Ortopiroksen mineralleri ise enstatit ile temsil edilmektedir ve $Wo_{1,4-5,6}-En_{84,2-88,5}-Fs_{9,2-10,3}$ bileşimine sahiptirler (Şekil 4.4).



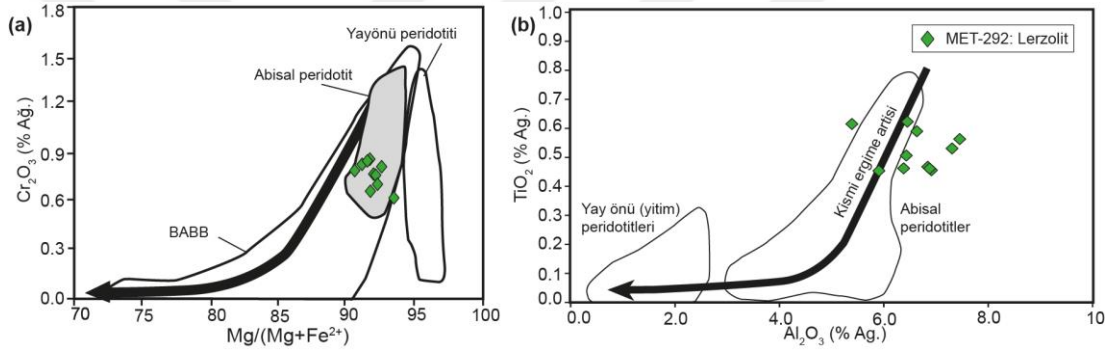
Şekil 4.3. Kurtlapa köyü güneyinden derlenen MET-292 numaralı taze lerzolit örneğinin polarize (a) ve doğal (b) ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen; ol, olivin; opx, ortopiroksen; spl, spinel



Şekil 4.4. Kurtlapa köyü güneyinden derlenen MET-292 numaralı lerzolit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri

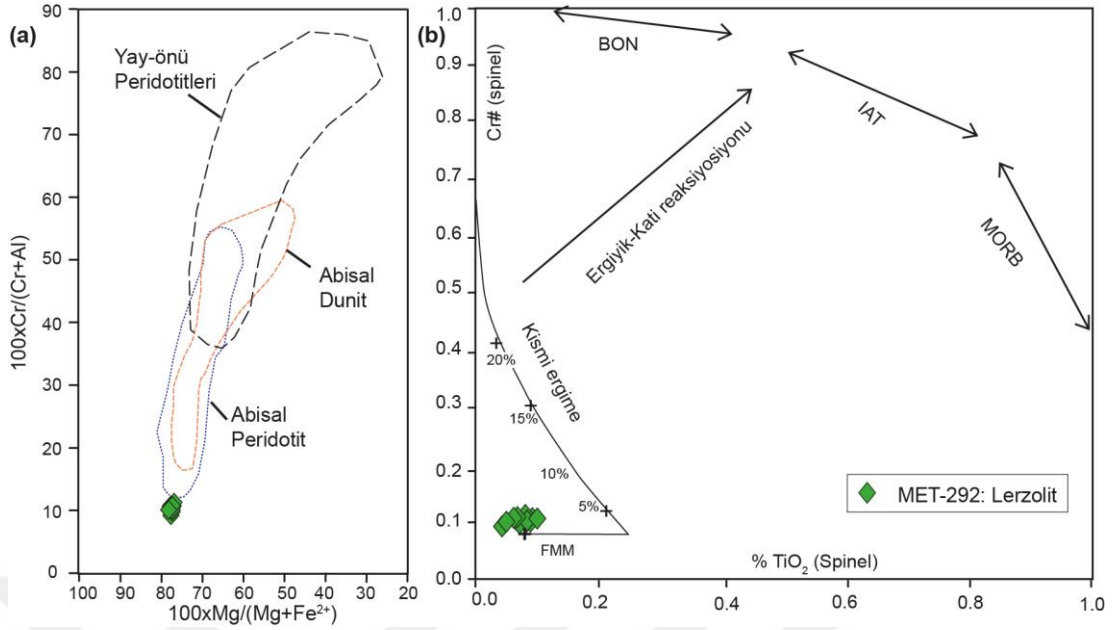
Klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin Mg# değerleri sırasıyla 90,5-93,4 ile 89,5-90,2 arasında değişmektedir. Spinellerin Cr# değerleri 9,1-11,2 arasında değişen değerlere sahip iken Mg# değerleri 76,9-78,2 arasında değişen değerlere sahiptir. Spinellerin TiO_2 içerikleri ise % ağı. 0,03 ile 0,1 arasında değişim göstermektedir. Piroksen (ör. yüksek TiO_2 ve Al_2O_3 içerikleri) ve spinel (ör. düşük Cr# değerleri)

minerallerinin kimyasal bileşimleri lertzolitik kayacın abisal manto peridotitleriyle benzerlik sunduğunu göstermektedir. Örneğin, klinopiroksen minerallerinin Mg# değerleri ile Cr₂O₃ içeriklerinin ve TiO₂ ve Al₂O₃ içeriklerinin kıyaslandığı diyagramlarda lertzolit örneğinin abisal peridotitlere benzer bir bileşime sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.5a, b). Spinellerin Mg# değerlerindeki değişime karşı Cr# değerlerindeki değişiminin kıyaslandığı diyagramda da (Şekil 4.6a), lertzolit örneğinin abisal peridotitlerle ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, spinellerin TiO₂ içeriklerine karşın Cr# değerlerinin kıyaslandığı diyagramda, lertzolit örneğinin fertil MORB mantosu bileşimine oldukça benzer olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6b). Dolayısıyla lertzolit örneğinin, tüketilmemiş MORB manto kayaçlarının bir parçasını temsil ettiği söylenebilir.

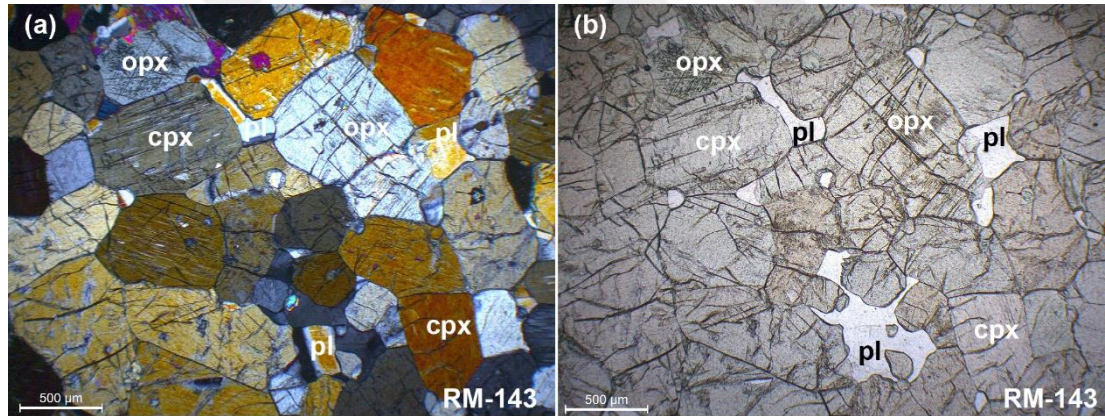


Şekil 4.5. (a) MET-292 numaralı lertzolit örneğine ait klinopiroksenlerin Cr₂O₃ içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. Abisal peridotit alanı; Johnson vd. (1990), yay-önü peridotitleri alanı; Ishii ve diğ. (1994) ve yay gerisi havza bazaltları alanı; Hawkins ve Allan (1994). (b) Klinopiroksenlerin, TiO₂ ve Al₂O₃ içeriklerinin karşılaştırılması. Abisal ve yay önü peridotitlerinin değişim aralığı sırasıyla Hebert ve diğ. (1990) ve Ishii ve diğ. (1994)'dan alınmıştır

Piroksenit bileşimli ultramafik kayaçlar Tekelidağ Karmaşığı içerisinde nadir olarak gözlenen kayaç türlerinden biridir. RM-143 numaralı piroksenit örneği Karabalçık köyü kuzeyinde serpantin ve çamurtaşı hamurunun içerisinde yer alan piroksenit bloğundan derlenmiştir. Kayaç ortopiroksen (~ % 40), klinopiroksen (~ % 48), plajiyoklaz (~ % 2) ve opak minerallerden (~ % 1) meydana gelmekte olup kayaç vebsterit olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.7a, b). Ortokümülat dokuya sahip olan özşekilli piroksen mineralleri kümülüs fazını oluşturmaktadır (Şekil 4.7a). Plajiyoklaz mineralleri ise piroksen mineralleri arasındaki boşluklarda yer almakta olup interkümüülüs fazı temsil etmektedirler (Şekil 4.7b).



Şekil 4.6. (a) MET-292 numaralı lerzolit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (Dick ve Bullen, 1984'a göre). (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO₂ (% ağı.) içeriklerinin kıyaslanması (Pearce, 2000'e göre)

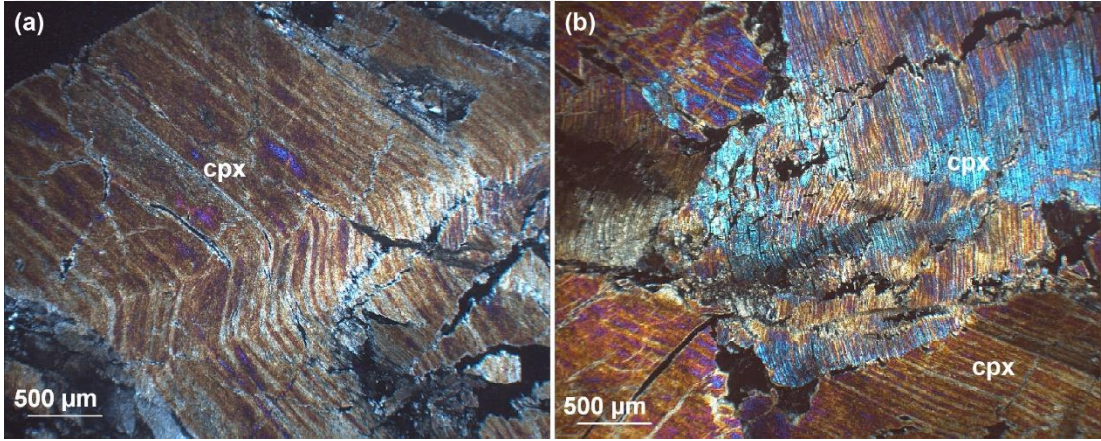


Şekil 4.7. Karabalçık köyü kuzeyindeki piroksenit bloğuna ait ortokümülat dokulu ve özşekilli piroksen mineralleri içeren RM-143 numaralı vebsterit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: cpx, klinopyroksen; opx, ortopyroksen; pl, plajiyoklaz

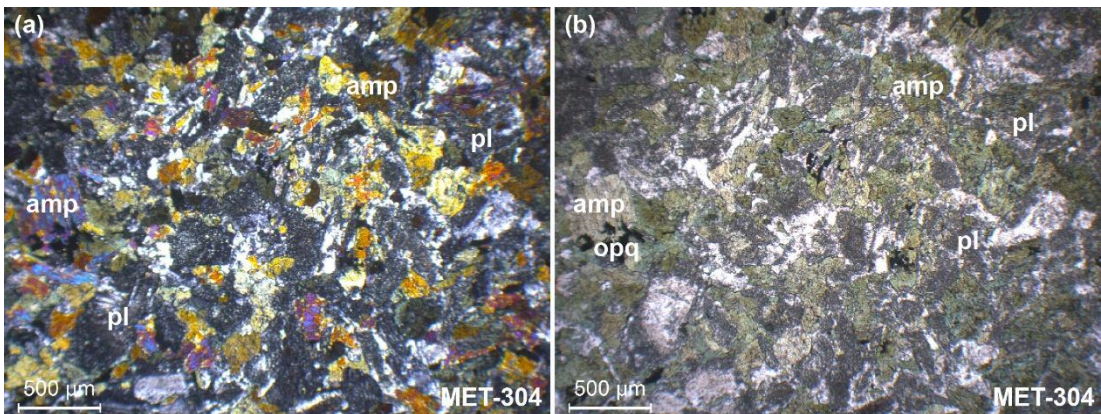
MET-303 numaralı pegmatit gabro örneği, Ovacık köyü kuzeyindeki serpantinize ultramafik kayaları kesen makaslanmış pegmatit gabro daykından derlenmiştir. Oldukça iri taneli minerallerden oluşan kayaç klinopyroksen, altere plajiyoklaz ve ikincil olarak gelişen klorit minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.8a, b). Kayaçtaki deformasyonun izleri klinopyroksen minerallerinde gelişen kink bantlaşması yapılarıyla belirgin olarak görülebilmektedir (Şekil 4.8a, b). Aynı alandaki serpantinize peridotitleri kesen dolerit dayklarında, pegmatit gabrolarda tespit

edilen deformasyon yapıları gözlenmemiştir. Doleritler amfibol, altere plajiyoklaz ve opak minerallerden oluşmakta olup taneli dokuya sahiptirler (Şekil 4.9a, b).

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde gabroyik kayaların büyük bir bölümü tüm kayacın jeokimyası özelliklerinden (ör. yüksek % ağırlıkta Al_2O_3 içerikleri ve pozitif Eu anomalileri) ve arazi gözlemlerinde de tayin edilebildiği üzere (ör. magmatik tabakalanma sunmaları) kümülat gabro niteliğindedir. Kümülat gabrolar genel olarak benzer mineral topluluklarına sahip olup başlıca plajiyoklaz, + klinopiroksen, ± ortopiroksen, ± olivin, ± amfibol ve opak minerallerden oluşmaktadır. Aşağıda farklı lokasyonlarda gözlenen kümülat gabrolara ait detaylı petrografik gözlemler temsili olarak seçilen örnekler üzerinden sunulmuştur.

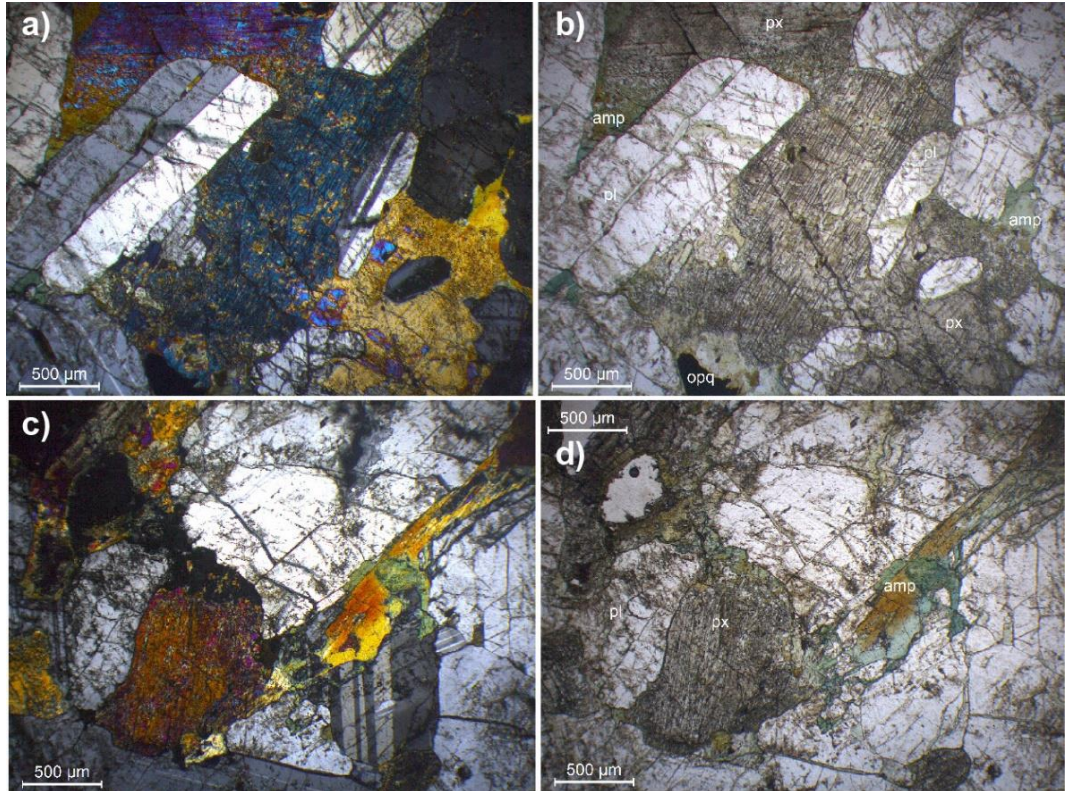


Şekil 4.8. (a, b) MET-303 numaralı pegmatit gabro örneğinin polarize ışık altındaki görüntüsü ve kink bantlaşması sunan iri taneli klinopiroksenlerin görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen



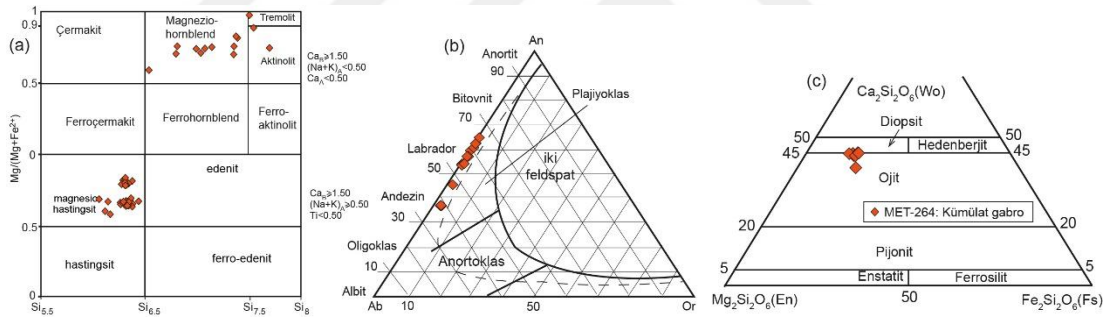
Şekil 4.9. Ovacık köyü kuzeyindeki serpantinize peridotitleri kesen dolerit daykından derlenen MET-304 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; opq, opak; pl, plajiyoklaz

Çaltılı güneybatısındaki gabroyik kütlede derlenen MET-264 numaralı kümülat gabro örneğinin petrografik incelenmesinde kayacın klinopiroksen, plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.10a, b). Klinopiroksen ve amfibollerden itibaren oluşan klorit minareleri, plajiyoklazlardan itibaren oluşan kil mineralleri ayrışma ürünleri olarak gelişmiştir. Ayrıca, kayacın çatlaklarında ikincil kalsit ve prehnit minerali gelişimleri mevcuttur. Klinopiroksenler, plajiyoklaz kapanımları içermekte ve dolayısıyla poikilitik doku sunmaktadır (Şekil 4.10a, b). Amfibol minerallerinin tümüne klinopiroksen minerallerinin çeperleri ve dilinim düzlemleri boyunca rastlanılmıştır (Şekil 4.10a-d). Amfibol mineralleri iki farklı bileşim sergilemektedirler. İlki yaygınca gözlenen mavi-yeşil pleokroizmalı amfibol, ikincisi ise kahverengi pleokroizmalı amfibollerdir (Şekil 4.10c, d). Kahverengi amfibol mineralleri yeşil amfibollerinin merkezinde gözlenmektedir (Şekil 4.10c, d). Bununla birlikte, klinopiroksenlerden itibaren önce kahverengi amfibollerin, daha sonra yeşil renkli amfibollerin geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4.10d).



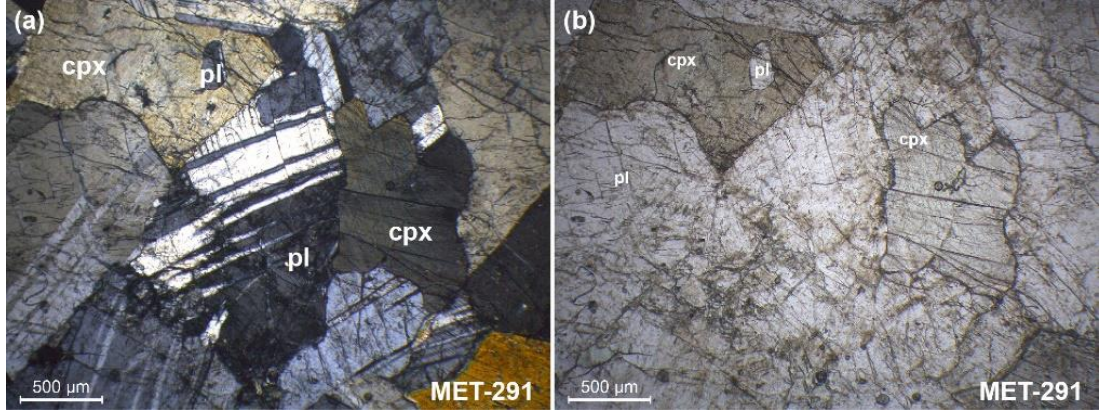
Şekil 4.10. Kahverengi ve yeşil renkli amfibol oluşumları içeren MET-264 numaralı kümülat gabro örneğinin polarize (a, c) ve doğal (b, d) ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; cpx, klinopiroksen; opq, opak

Mineral kimyası analizi sonuçlarına göre, kahverengi amfibollerin magnezyumlu hastingsit bileşimine, yeşil renkli amfibollerin ise magnezyumlu hornblend, aktinolit ve tremolit bileşimine sahip oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 4.11a). Magnezyumlu hastingsit bileşimli amfiboller TiO_2 içerikleri % ağı. 3,4'e kadar ulaşmakta olup bu amfibollerin magmatik kökenli olduklarına işaret etmektedir. Ayrıca, Otten (1984)'ün amfibollerin Ti içeriklerine göre kalibre edilmiş yarı-kantitatif jeotermometresine göre magnezyumlu hastingsit bileşimli amfibollerin oluşum sıcaklıkları için 880 ile 970 °C arasında değişen değerler elde edilmiştir. Buna karşın, yeşil renkli amfiboller için 550 ile 640 °C değişen daha düşük sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Dolayısıyla dış kısımlarda yer alan yeşil renkli amfibollerin geç evre süreçlerinde oluştuğu söylenebilir. Kayaca ait plajiyoklazların anortit içerikleri 37,1 - 65,2 arasında değişmekte (Ek Tablo B) olup andezin ve labrador bileşimlerine sahiptirler (Şekil 4.11b). Ojit ve diopsit bileşimine sahip klinopiroksen minerallerinin Mg# değerleri 79,5 - 87 arasında değişmektedir (Şekil 4.11c).



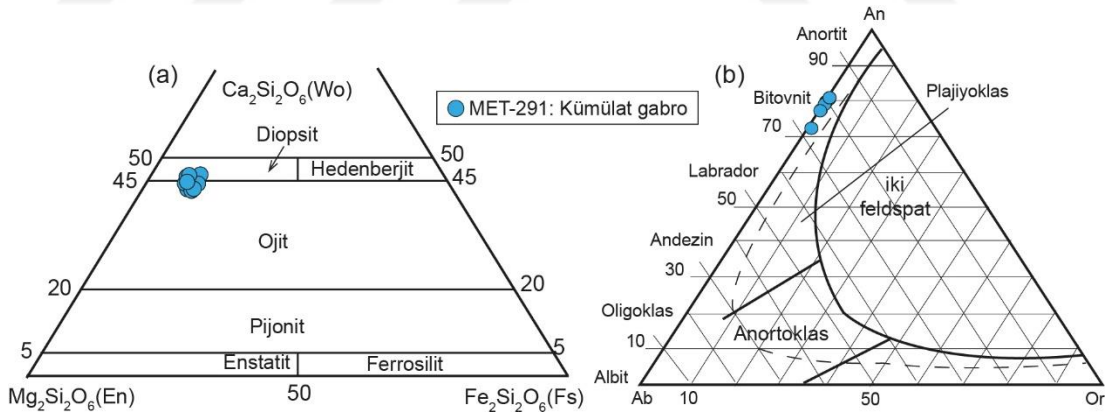
Şekil 4.11. MET-264 numaralı gabro örneğine ait; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre). (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri. (c) piroksenlerin kimyasal bileşimleri

Kurtlapa köyü güneyinde yer alan kümülat gabrolar genellikle açık renkli görünüme sahiptirler. Bu alandaki kümülat gabrolardan derlenen MET-291 numaralı örneğin petrografik yönden incelenmesinde plajiyoklaz, klinopiroksen ve opak minerallerinden oluştuğu ve poikilitik dokuya sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.12a, b). Kayaçta plajiyoklazlardan itibaren ikincil olarak gelişen serisit, klinopiroksenlerden itibaren ise klorit oluşumları olağandır. Plajiyoklaz mineralleri genel olarak klinopiroksen minerallerine göre özşekilli olup iyi gelişmiş polisentetik ikizlenme göstermektedir (Şekil 4.12a).



Şekil 4.12 Kurtlapa güneyinde yüzlek veren kümülat gabro MET-291 numaralı kümülat gabro örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; cpx, klinopiroksen

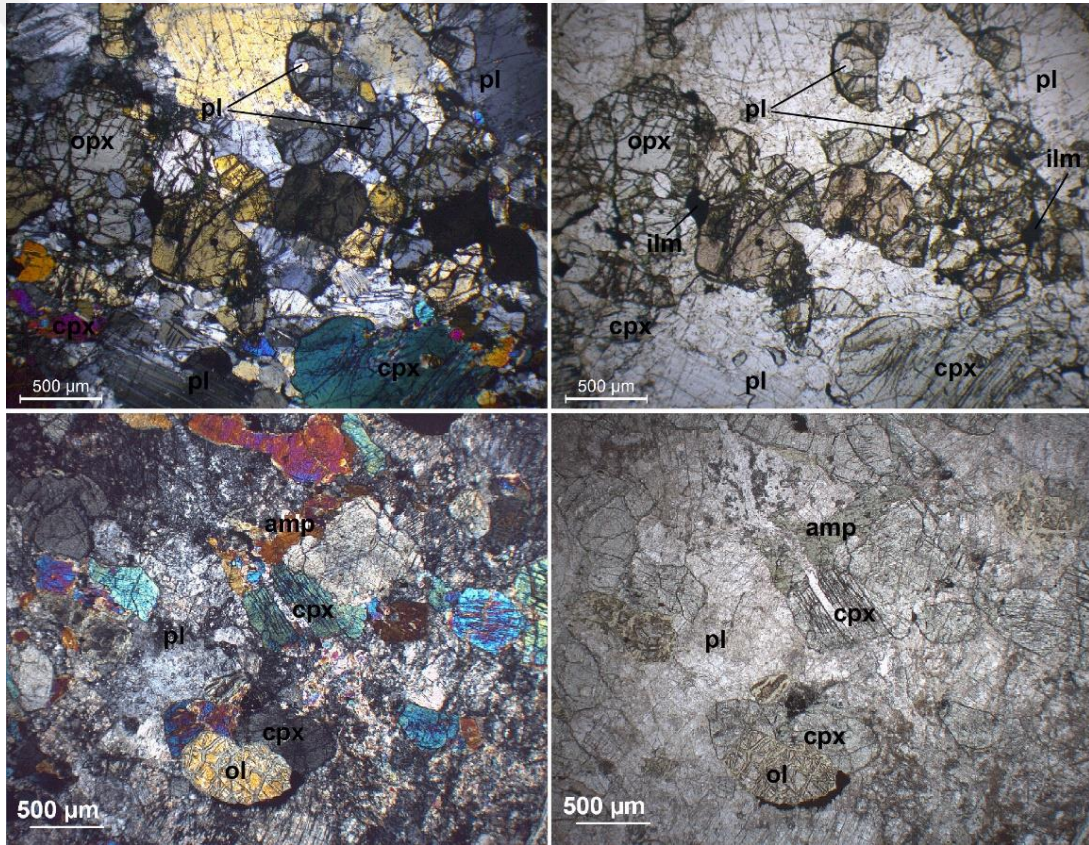
Mineral kimyası analizlerinde MET-291 numaralı gabro örneğinin piroksen ve plajiyoklaz minerallerinin kimyasal bileşimleri belirlenmiştir (Ek Tablo B). Buna göre klinopiroksen minerallerinin ojit ve diyopsit bileşiminde oldukları, plajiyoklazların ise bitovnit ($An_{72,3-81,3}$) bileşiminde oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.13a, b). Klorit mineralleri ise penninit (klinoklor türü klorit minerali) bileşimine sahip olup $Fe/(Fe+Mg)$ oranları 0,19-0,20'dir (Ek Tablo B).



Şekil 4.13. MET-291 numaralı kümülat gabro örneğine ait; (a) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

MET-317 ve MET-318 numaralı gabro örnekleri Bayıraltı köyü kuzeyinde yüzlek veren kümülat gabrolardan derlenmiştir. MET-317 numaralı kümülat gabro örneği olivin, klinopiroksen, ortopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.14a, b). Kayaçta, olivinlerden itibaren serpantin, plajiyoklazlardan itibaren ise serisit minerali gelişimi yaygındır (Şekil 4.14a, b). Benzer şekilde, kayaçta piroksen ve amfibollerden itibaren klorit mineral gelişimleri

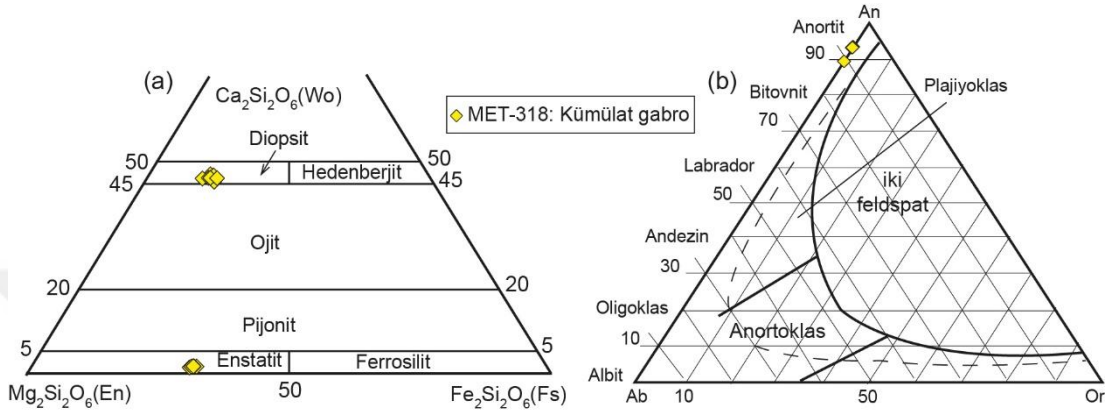
tespit edilmiştir. MET-318 numaralı kümülat gabro örneği, MET-317 numaralı kümülat gabro örneğine göre alterasyon süreçlerinden daha az etkilenmiş taze bir örnektir. Kayacın klinopiroksen, ortopiroksen, plajiyoklaz ve Fe-Ti oksit minerallerden meydana geldiği ve kümülat dokusuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.14a, b). Piroksen mineralleri kapanımlar halinde içerisinde plajiyoklaz mineralleri içermektedir (Şekil 4.14a, b). Kayaçta mafik ve felsik minerallerin araldanmasından oluşan magmatik bantlı doku aynı zamanda, minerallerinin uzun eksenlerinin yaklaşık paralel uzanımına sahip olmasıyla belirgin bir şekilde tanınabilmektedir (Şekil 4.14a, b). Fe-Ti oksit mineralleri de magmatik tabakalanmaya paralel uzanımına sahip olup kayaçtaki kümülüs fazını oluşturmaktadır (Şekil 4.14a, b).



Şekil 4.14. Bayıraltı köyü kuzeyinden derlenen MET-317 ve MET-318 numaralı kümülat gabro örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; ilm, ilmenit; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz

MET-318 numaralı kümülat gabro örneğine ait klinopiroksen mineralleri diyopsit, ortopiroksen mineralleri ise enstatit bileşimine sahip (Şekil 4.15a) olup Mg# değerleri sırasıyla, 80,8-85,9 ile 70,9-71,7 arasında değişmektedir (Ek Tablo B). Bitovnit ve

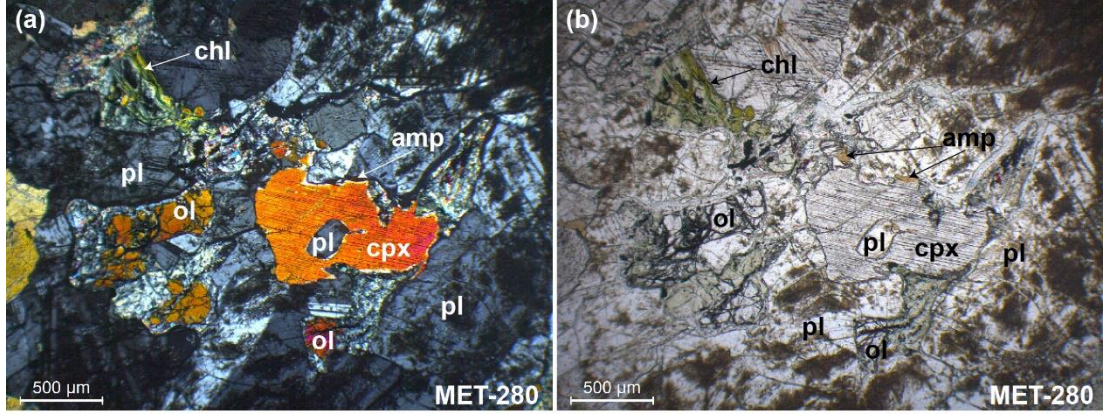
anortit bileşimine sahip plajiyoklaz minerallerinin anortit içerikleri 89,2 ile 93,3 arasında değişmektedir (Şekil 4.15b). Ayrıca, kayaca ait opak minerallerin mineral kimyası analizleri neticesinde Fe-Ti oksit bileşimine sahip oldukları tespit edilmiş olup Fe_2O_3 (toplam) ve TiO_2 içerikleri sırasıyla, % ağı. 74,6 – 86,7 ile % ağı. 1,8 – 6,3 arasında değişmektedir (Ek Tablo B).



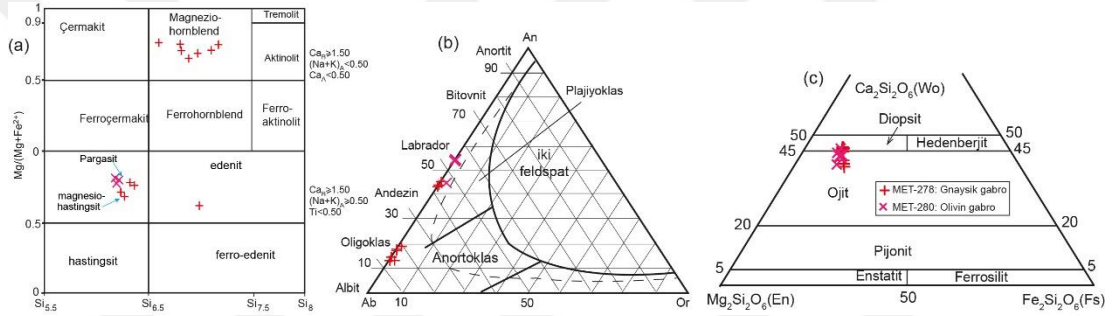
Şekil 4.15 (a) MET-318 numaralı kümülat gabro örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri. (b) Aynı örneğe ait plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

Zengi köyü kuzeyindeki kümülat gabrolardan derlenen MET-280 numaralı olivin gabro örneği olivin, ortopiroksen, klinopiroksen, plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.16a, b). Poikilitik doku sunan kayaçta, olivin ve piroksen mineralleri bol miktarda plajiyoklaz kapanımı içermektedir (Şekil 4.16a, b). Kayaçta plajiyoklaz minerallerinden itibaren kil minerallerine, olivin minerallerinden itibaren serpantin, klorit ve manyetit minerallerine dönüşümler olağandır (Şekil 4.16a, b). Kayaca ait olivin mineralinin Fo içerikleri 75,2 ile 75,8 arasında değişmektedir. Kayaçtaki amfibollerin, piroksen minerallerinin kenar kısımlarından itibaren geliştikleri gözlenmiştir. Amfibol mineralleri kalsik amfibol niteliğinde olup pargasit türü amfibollerle temsil edilmektedir (Şekil 4.17a). Plajiyoklaz mineralleri labrador ($An_{44,95-54,60}$) bileşimine, klinopiroksen mineralleri ise ojit bileşimine sahiptir (Şekil 4.17b, c).

MET-276 ve MET-278 numaralı gnaysik gabro örnekleri aynı bölgedeki kümülat gabrolar içerisinde gözlenen makaslama zonlarından derlenmiştir. Kuvvetli şekilde makaslama uğramış olan kayaçlarda mikro-breşik doku hâkimdir (Şekil 4.18a-d). Kayaçlar başlıca klinopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.18a-d).

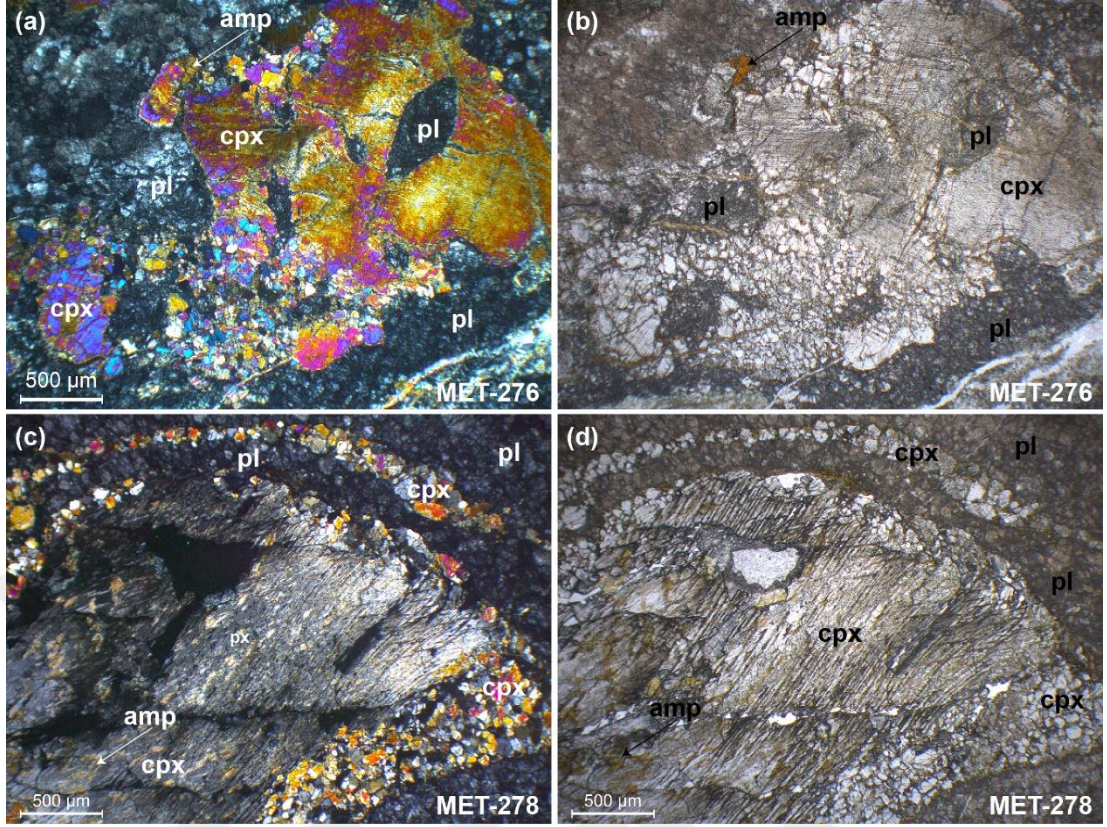


Şekil 4.16. Zengi köyü kuzeyindeki kümülat gabrolardan derlenen MET-280 numaralı olivin gabro örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; cpx, klinopirotksen; ol, olivin; pl, plajiyoklaz



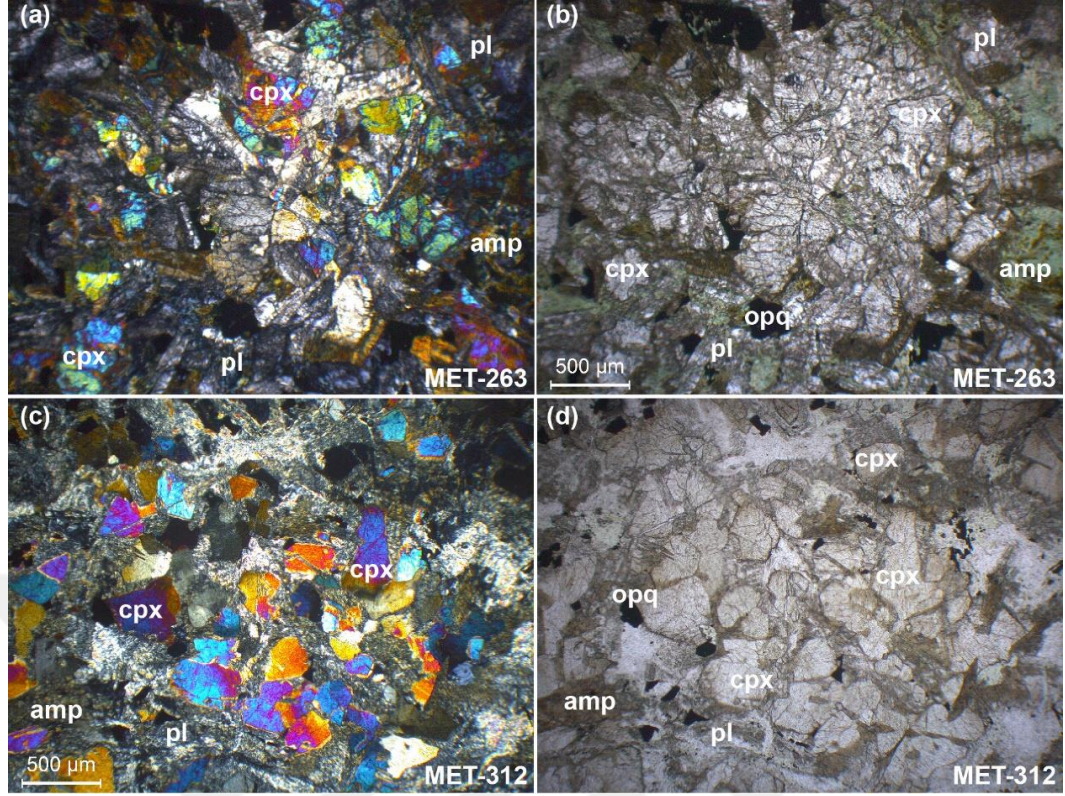
Şekil 4.17. MET-280 numaralı olivin gabro ve MET-278 numaralı gnaysik gabro örneklerine ait; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake vd., 1997'e göre). (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri. (c) piroksenlerin kimyasal bileşimleri

Klinopirotksen mineralleri içerisinde plajiyoklaz kapanımlarına rastlanılmaktadır. Kayaçlarda amfibol minerallerinin tümü piroksen minerallerinden itibaren gelişmişlerdir. Klinopirotksen mineralleri plajiyoklaz mineralleri ile karşılaştırıldığında oldukça ince taneli olup kink bantlaşması yapıları gözlenmektedir (Şekil 4.18a, b). Amfibol mineralleri iri taneli porfiroblastları temsil eden klinopirotksenlerin hem iç kısımlarındaki dilinimler boyunca hem de kenar kısımları boyunca oluşumları bulunmaktadır (Şekil 4.18a-d). Ayrıca ince taneli hamur kesimin temsil eden alanda da amfiboller olağandır. Kalsik nitelikteki (Leake ve diğ., 1997) amfibol mineralleri, magnezyumlu hornblend, magnezyumlu hastingsit ve edenit bileşimlerine sahip olup Si değerleri 6,2 ile 7,1 arasında değişmektedir (Şekil 4.17a). Plajiyoklaz mineralleri oligoklaz ve andezin ($An_{13,40-45,69}$) bileşimindedir (Şekil 4.17b). Klinopirotksen mineralleri diyopsit ve ojit ile temsil edilmekte olup $En_{41,1-46,9}-Wo_{35,2-46,6}-Fs_{9,8-16,7}$ bileşimine sahiptir (Şekil 4.17c).



Şekil 4.18. Zengi köyü kuzeyindeki kümülat gabrolardaki makaslama zonlarında gelişen gnaysik gabro örneklerine (MET-276 ve MET-278) ait ince kesitlerin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz

İzotropik nitelikteki gabroyik kayalar çoğunlukla kümülat gabrolarla birlikte gözlenmekte olup nadir olarak izole kütleler halinde bulunmaktadır. İzotropik gabrolar başlıca plajiyoklaz, klinopiroksen, \pm amfibol ve opak minerallerden oluşmaktadır. Klorit, prehnit ve kalsit gibi ikincil mineraller kayaların çatlaklarında ve birincil minerallerin kenar kısımlarında gözlenmektedir. Ofitik, sub-ofitik (ör. Şekil 4.19a, b) ve granüler (ör. Şekil 4.19c, d) dokular bu kayalarda yaygın olarak gözlenen doku türlerindedir. MET-263 numaralı izotropik gabro örneği, kümülat gabroların baskın olduğu gabroyik kütlede derlenmiştir. MET-312 numaralı izotropik gabro örneği, serpantin ve çört hamuru içerisinde yer alan gabroyik bloktan derlenmiştir. Her iki izotropik gabro örneği de plajiyoklaz, klinopiroksen, amfibol ve opak minerallerden oluşan benzer mineral topluluğuna sahiptir (Şekil 4.19a-d). MET-312 numaralı izotropik gabro örneği alterasyon süreçlerinden yoğun şekilde etkilenmiş olup kayadaki plajiyoklaz mineralleri büyük oranda bozuşmuştur (Şekil 4.19c, d).



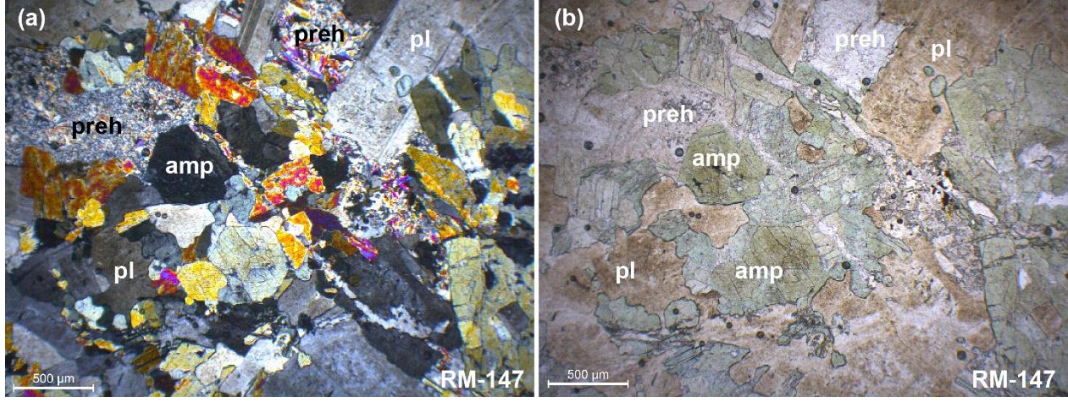
Şekil 4.19. Çaltılı köyü güneyinden derlenen izotropik gabro örneklerinin (MET-263 ve MET-312) (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz

Karabalçık köyü kuzeyinde kümülat ve izotropik gabroların gözleendiği alanda, diyorit bileşimli kayalar da tespit edilmiştir. Bu alandan derlenen RM-147 numaralı diyorit örneği yeşil pleokroizmalı amfibol (% 40-45), altere plajiyoklaz (50-55), apatit (< % 1) ve opak (< % 1) minerallerden meydana gelmekte ve granüler doku sunmaktadır (Şekil 4.20a, b). Ayrıca, kayacın çatlakları prehnit mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.20a, b).

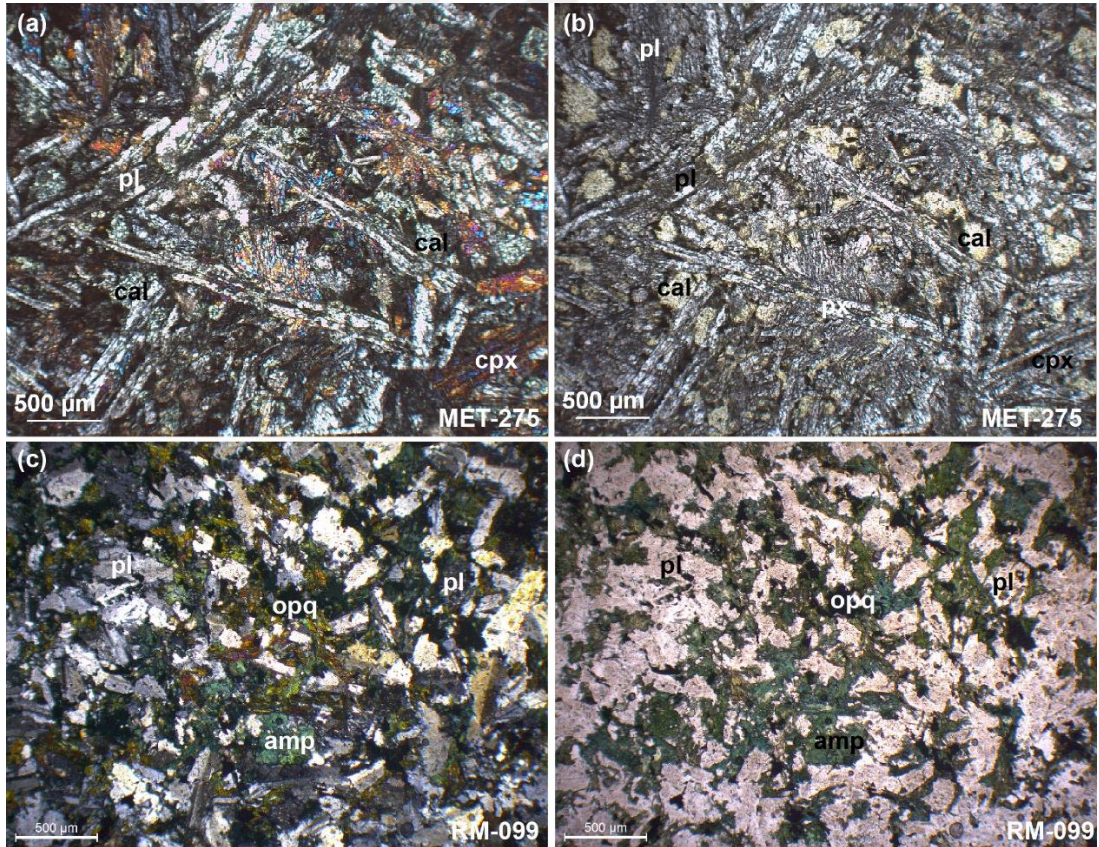
Bu bölgedeki diyoritik kayalar plajiyogranit ve dolerit daykları tarafından kesilmektedir. Plajiyogranit dayklarından derlenen RA-150 numaralı örnek mafik mineraller açısından oldukça fakir olup kuvars (% 40 - 45), plajiyoklaz (% 40 - 45), biyotit (~ % 3) ve opak (~ % 1) minerallerinden oluşmakta ve granüler doku sunmaktadır. Plajiyoklaz minerallerinde kil minerallerine dönüşüm olağan olup biyotitler büyük oranda klorit minerallerine dönüşmüştür.

MET-275 numaralı doleritik örnek, Zengi köyü civarındaki levha dayklarından derlenmiştir. Kayaç klinopiroksen, altere plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana

gelmekte ve sub-ofitik doku sergilemektedir (Şekil 4.21a, b). Kayaçta ikincil olarak oluşan kalsit mineralleri mevcuttur.



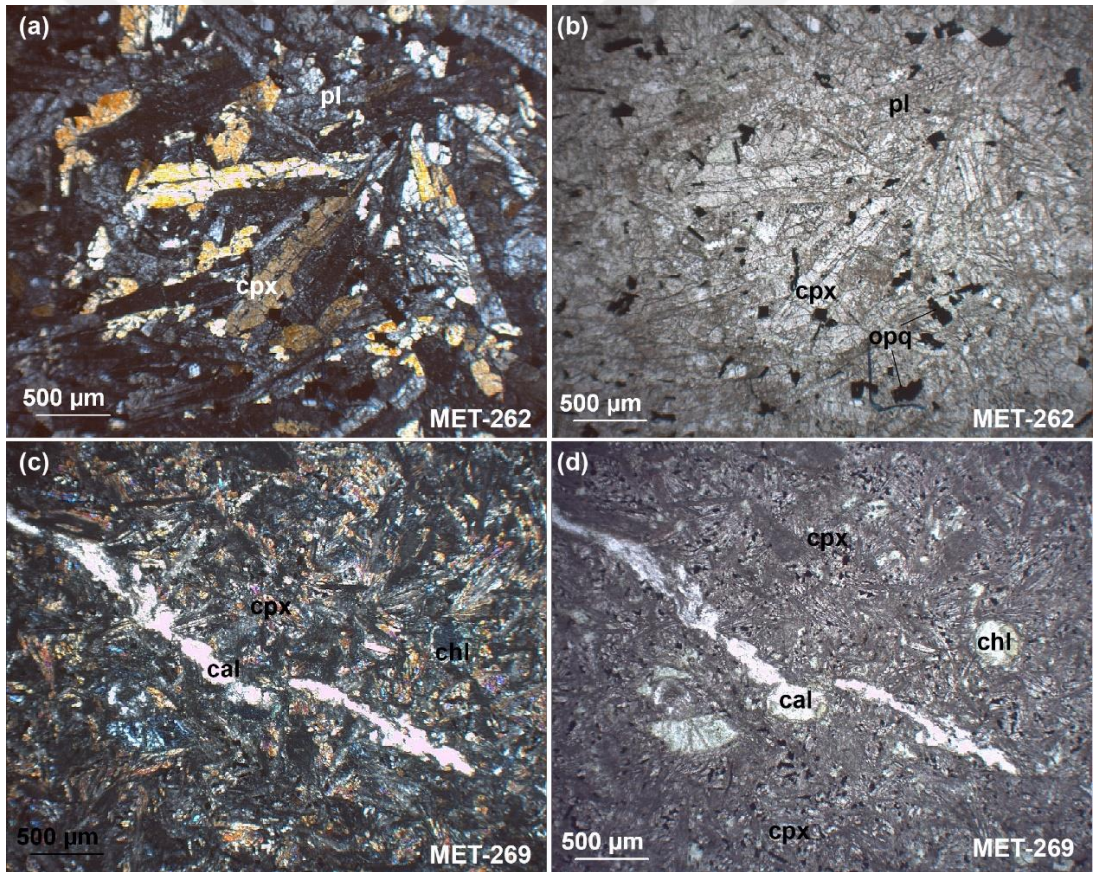
Şekil 4.20. Karabalçık köyü kuzeyinden derlenen RM-147 numaralı diyorit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kayacın çatlaklarındaki yaygın prehnit gelişimleri görülmektedir. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; prh, prehnit



Şekil 4.21. Zengi köyü kuzeyindeki levha dayklarından derlenen MET-275 numaralı dolerit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Beydili köyü güneyindeki levha dayklarından derlenen RM-099 numaralı dolerit örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz

RM-099 numaralı örnek, Beydili köyü güneyinde bazaltlarla birlikte gözlenen levha dayklarından derlenmiştir. Sub-ofitik dokulu bu kayaç örneği amfibol (mavi-yeşil pleokroizmalı), plajiyoklaz ve opak minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.21c, d).

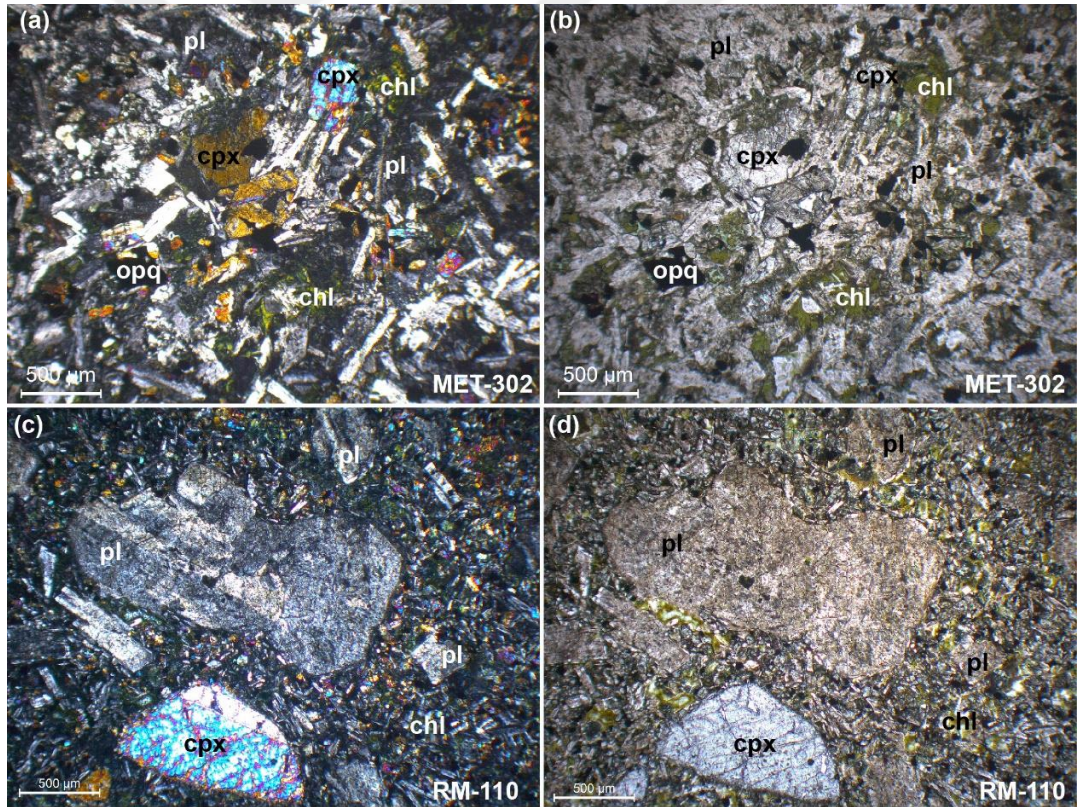
Tekelidağ Karmaşığı içerisinde derlenen volkanik kayaçların petrografik incelemelerinde, başlıca plajiyoklaz, piroksen ve opak minerallerden oluşan bazaltik kayaçlar olarak tanımlanmışlardır (Şekil 4.22a-d ve 4.23a-d). Klinopiroksen mineralleri çoğunlukla taze olup bazılarının çeperlerinde ikincil klorit gelişimleri görülebilmektedir. Kayaçlardaki ince taneli ikincil damarlar ve boşluklar kuvars, kalsit ve klorit gibi ikincil mineraller tarafından doldurulmuştur. Bazalt örnekleri yaygın olarak ince ve orta taneli minerallerden oluşmakta ve genellikle intergranüler, intersertal, sub-ofitik ve porfiritik dokuya sahiptirler.



Şekil 4.22. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki yastık yapılı bazaltik volkanitlerden derlenen örneklerinin ince kesit (a-d) görüntüleri. Çubuksu klinopiroksen ve plajiyoklaz mineralleri içeren sub-ofitik dokulu MET-262 numaralı örneğin polarize (b) ve (c) doğal ışık altındaki görünümü. İnce taneli altere plajiyoklaz ve klinopiroksen minerallerinden oluşan intersertal dokulu MET-269 numaralı örneğin polarize (b) ve doğal (c) ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cal, kalsit; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz

Çaltılı köyü yolu boyunca gözlenen yastık yapılı bazaltlardan derlenen MET-262 numaralı örnek tümü kristalli bir yapıya sahip olup ince ve orta taneli (1 mm'ye kadar) klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden oluşmakta ve sub-ofitik doku sergilemektedir (Şekil 4.22a, b). Aynı bölgedeki bir diğer yastık yapılı bazaltlardan derlenen MET-269 numaralı örnek ince taneli (0,2 mm'ye kadar) plajiyoklaz ve piroksen minerallerinden meydana gelmekte ve intersertal doku göstermektedir (Şekil 4.22c, d). Kayaçtaki plajiyoklaz mineralleri büyük oranda bozuşarak kil minerallerine dönüşmüştür (Şekil 4.22c, d). Ayrıca, kayacın ince çatlak ve boşluklarında ikincil olarak klorit ve kalsit mineralleri yer almaktadır (Şekil 4.22c, d).

Ovacık köyü batısındaki masif yapılı bazaltik volkanitlerden derlenen MET-302 numaralı bazalt örneği klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden oluşmakta ve intergranüler dokuya sahiptir (Şekil 4.23a, b).

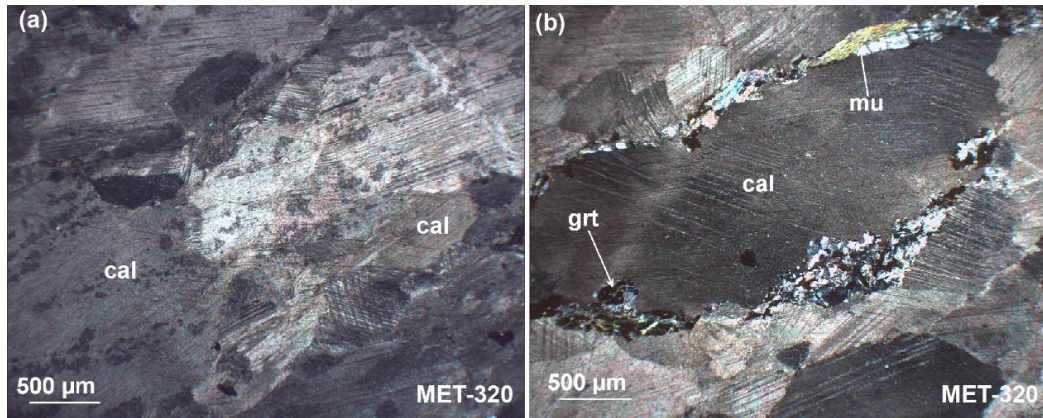


Şekil 4.23. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki masif yapılı bazaltik volkanitlerden derlenen örneklerinin ince kesit (a-d) görüntüleri. İntergranüler dokulu ve özşekli klinopiroksen mineralleri içeren MET-302 numaralı bazalt örneğinin polarize (a) ve doğal (b) ışık altındaki görünümü. RM-110 numaralı bazalt örneğine ait ince taneli plajiyoklaz ve klinopiroksen matrisi içerisinde yer alan plajiyoklaz ve klinopiroksen fenokristallerinin polarize (c) ve doğal (d) ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: chl, klorit; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz

Kayaçtaki klinopiroksen mineralleri özşekilli ve yarı-özşekillidir (Şekil 4.23a, b). Kayacın boşluklarında ikincil klorit gelişimleri mevcuttur (Şekil 4.23a, b). RM-110 numaralı bazalt örneği Alahacılı ve Çeltek köyleri arasındaki masifi yapılı bazaltik volkanitlerden derlenmiştir. Kayaç plajiyoklaz, klinopiroksen ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.23c, d). Uzunlukları 2,5 mm uzunluğuna kadar ulaşan iri taneli plajiyoklaz ve klinopiroksen fenokristalleri kayaçtaki porfirik dokuyu oluşturmaktadır (Şekil 4.23c, d). Kayacın matrisini oluşturan klinopiroksen minerallerinde ikincil klorit gelişimleri yaygındır (Şekil 4.23c, d).

4.1.1. Beydili Metamorfitleri

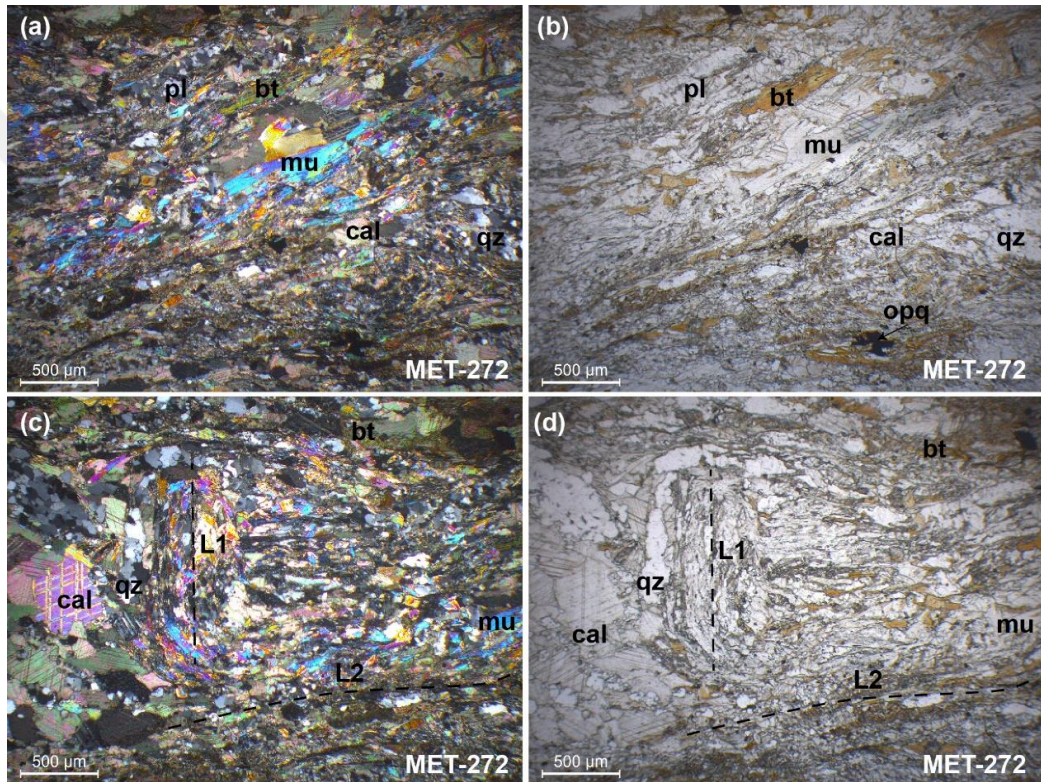
Beydili Metamorfitleri'nin yaygın litolojisini oluşturan mermerler genellikle beyaz renkli ve masif yapılıdır. Petrografik incelemelerinde kaba taneli kalsit minerallerinden oluşan ve granoblastik doku sunan mermerlerdeki kalsit minerallerinde metamorfizma etkisi ile oluşan kristal kafeslerinde bükülmeler gözlenmektedir (Şekil 4.24a, b). Granat, mika ve kuvars mineralleri (muskovit ve biyotit) kayaçtaki aksesuar mineralleridir (Şekil 4.24a, b). Mermerlerle aralanmalı olarak gözlenen kalkışist ve mikaşistler belirgin foliasyonlu ve bantlı yapılar sunarlar. Kalkışistlerden derlenen örnekler (ör. MET-272, RM-076) kuvars, + kalsit, ± muskovit, ± biyotit, ± feldspat, ± granat, ± opak, ± amfibol, ± epidot minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.25a-d).



Şekil 4.24. Beydili Metamorfitleri'nden derlenen granoblastik dokulu MET-320 numaralı mermer örneğinin (a, b) polarize ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: cal, kalsit; grt, granat; mu, muskovit

MET-271 ve MET-272 numaralı kalkışist örneklerinde biyotitlerden itibaren klorit gelişimleri gözlenmiştir. Kalkışistler genellikle lepidoblastik ve grano-lepidoblastik

dokular sergilemekte olup kalsit ve mika minerallerinin (muskovit ve biyotit) foliasyona paralel uzanım göstermektedirler (Şekil 4.25a, b). MET-272 numaralı kalkşist örneğinde, kayacın birden çok kez başkalaşıma uğradığını işaret eden mika minerallerinin iki ayrı yönde lineasyon gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.25c, d). Bunlardan L1 olarak adlandırılan lineasyon eksenini, kayacın mevcut foliasyon düzlemine aykırılık sergilemektedir. L2 olarak adlandırılan lineasyon eksenini, kayacın foliasyonuna paralellik sunmakta olup bu lineasyon kayacın son başkalaşımı evresinde kazanılmıştır (Şekil 4.25c, d).

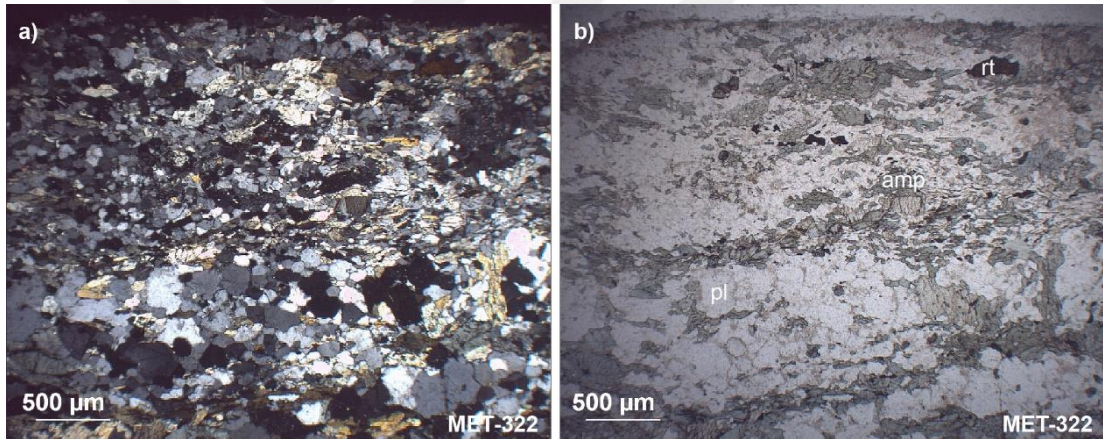


Şekil 4.25. Beydili Metamorfileri'nden derlenen MET-272 numaralı kalkşist örneğine ait ince kesit (a-d) görüntüleri. Kayacı oluşturan mineral topluğunun (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kayaca ait L1 ve L2 lineasyon eksenlerinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. bt, biyotit; cal, kalsit; mu, muskovit; opq, opak; pl, plajiyoklaz; qtz, kuvars

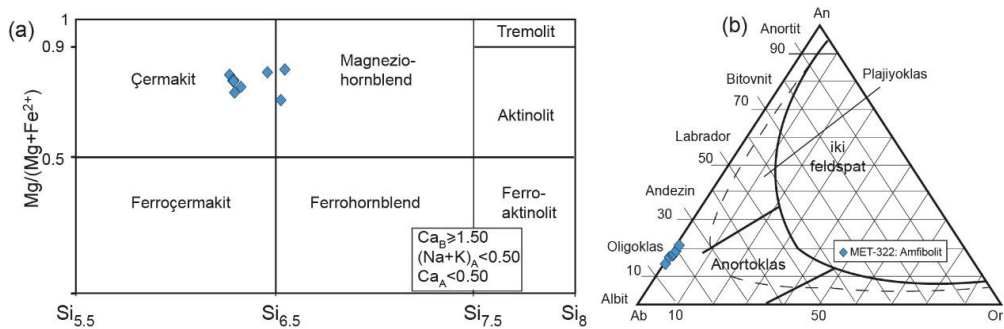
MET-272 numaralı kalkşist örneği mineral kimyası analizleri için seçilmiş olup analiz sonuçları Ek Tablo B'de sunulmuştur. Kayaca ait kalsit mineralleri yüksek CaO (% ağı. 58,2 - 58,5), düşük MgO (% ağı. 1,46 - 1,54) ve $Fe_2O_{3(toplam)}$ (% ağı. 1,20 - 1,32) içeriğine sahiptir. Mika mineralleri biyotit ve muskovit türleri ile temsil edilmekte olup biyotit mineralleri modal yüzde olarak muskovit mineralleri göre daha fazladır. Biyotit minerallerinin X_{Mg} değerleri 0,65 ile 0,68 arasında değişmektedir (Ek Tablo B).

Muskovit minerallerinin formül başına Si içerikleri 3,09 – 3,79 arasında geniş bir aralıkta değişim göstermektedir (Ek Tablo 2). X_{Mg} değerleri ise 0,68 ile 0,78 arasında değişen değerlere sahiptir. Aynı kayadaki plajiyoklaz mineralleri oligoklaz ve andezin bileşimine ($Ab_{50,7-73,9}$) sahiptir (Ek Tablo B).

MET-322 numaralı amfibolit örneği, mermer ve kalkıştler içerisinde yer alan amfibolit seviyesinden derlenmiştir. Kayaç dokusal olarak belirgin bantlı yapısıyla birlikte foliasyon ve lineasyon göstermektedir. Nematoblastik dokulu kayaç amfibol, plajiyoklaz, kuvars, titanit, apatit, kalsit, epidot, klorit ve rutil minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.26a, b). Amfibol mineralleri, kalsik amfibol niteliğinde olup X_{Mg} sayıları 0,71 ile 0,82 arasında değişmektedir. Amfibol minerallerinin magnezyumlu hornblend ve çermakit türünde oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.27a). Kayaca ait plajiyoklaz mineralleri ise oligoklaz ($Ab_{77,78-84,73}$) bileşimine sahiptir (Şekil 4.27b).



Şekil 4.26. Beydili Metamorfitleri'nden derlenen MET-322 numaralı amfibolit örneğine ait (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; rt, rutil

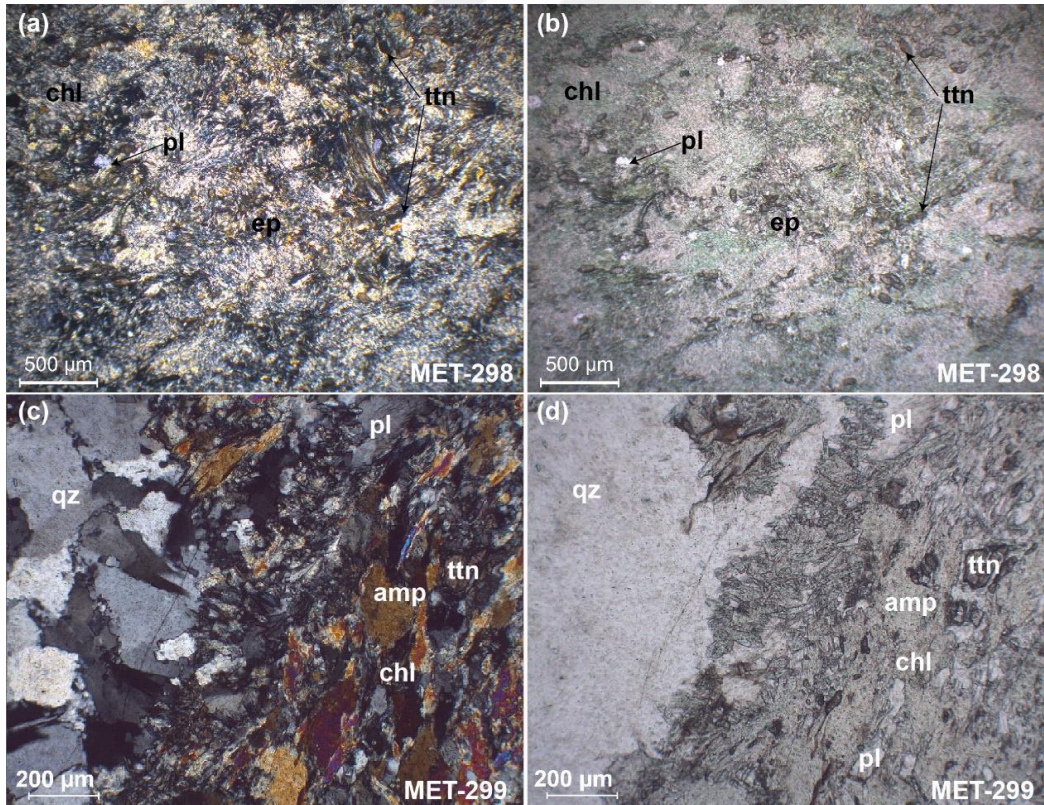


Şekil 4.27. Beydili Metamorfitleri'nden derlenen MET-322 numaralı amfibolit örneğinin; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre). (b) plajiyoklaz kimyasal bileşimleri

4.1.2. Balıbey Grubu

Balıbey Grubu yeşilist, amfibolit ve mavişist fasiyesi gibi başkalaşım koşullarında oluşmuş birçok türdeki farklı metamorfik kayaçları bünyesinde barındırmaktadır. Aşağıda, Tekelidağ Karmaşığı içerisinde farklı lokasyonlarda yüzlek veren bu metamorfik kayaçlara ait petrografik gözlemler ve mineral kimyası analizleri seçilmiş örnekler üzerinden sunulmuştur.

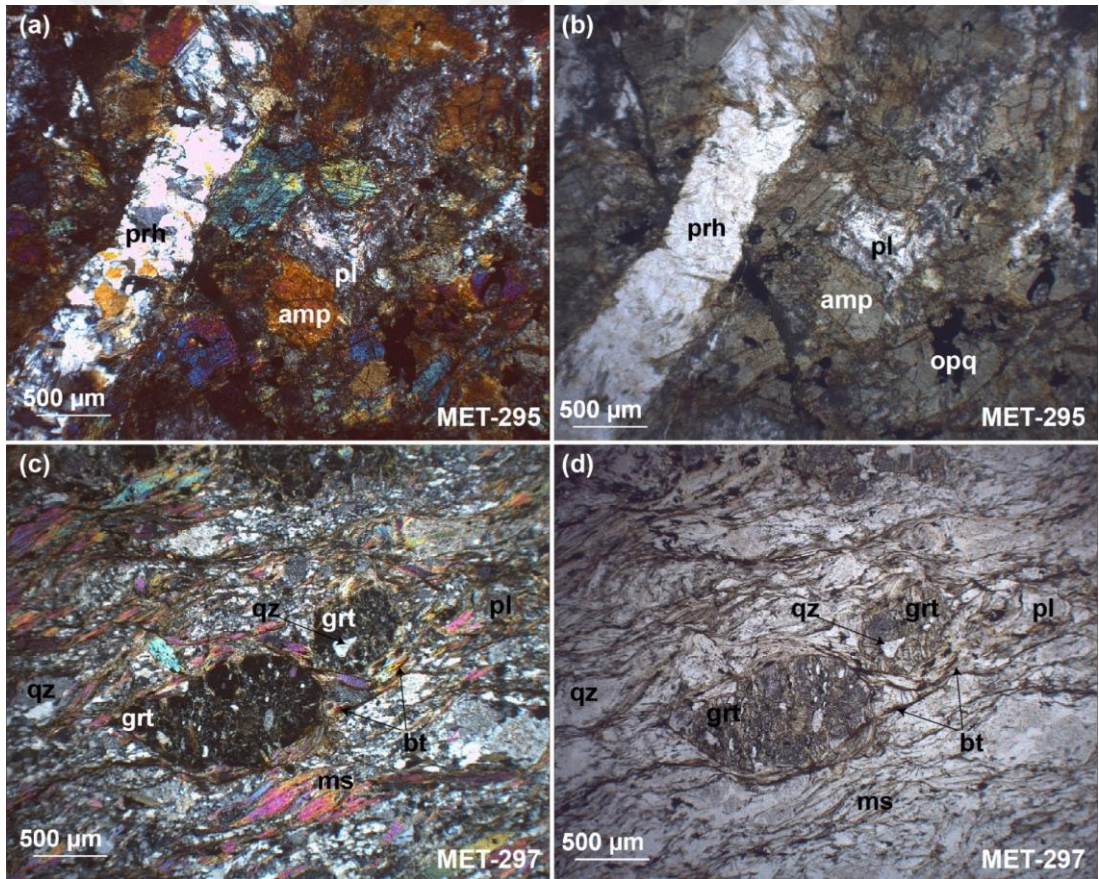
Kurtlapa köyü kuzeyindeki Balıbey Grubu'na ait yüzlekler baskın olarak yeşilist fasiyesi koşullarını temsil eden mineral topluluklarına (ör. epidot, klorit, aktinolit) sahip bazik kökenli metamorfik kayaçlardan meydana gelmektedir. Arazi görünümünde yeşil renkleriyle de karakteristik olan bu kayaçlar çoğunlukla zayıf gelişmiş foliasyonlu yapılarla sahiptir. MET-295 numaralı örnek, masif yapılu yeşilistlerin gözlemlendiği alandan derlenmiştir. Kayaç ince taneli epidot, plajiyoklaz (albit), klorit, titanit ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.28a, b).



Şekil 4.28. Kurtlapa köyü kuzeyindeki masif yapılu yeşilistlerden derlenen MET-298 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Aynı bölgedeki ikincil albit ve kuvars damarları tarafından kesilen MET-299 numaralı yeşilist örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars; ttn, titanit

MET-299 numaralı yeşilist örneği, aynı bölgeden zayıf gelişmiş yapraklanma sahip metabazitlerden derlenmiştir. Kayaç amfibol (aktinolit), plajiyoklaz (albit), epidot, klorit ve titanit minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.28c, d). Ayrıca, kayacın foliasyonunu kesen ikincil damarlar, olasılıkla kayacın başkalaşımı esnasındaki metamorfik reaksiyonlar sonucu açığa çıkan kuvars ve plajiyoklaz (albit) mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.28c, d).

MET-295 numaralı amfibolit ve MET-297 numaralı granat-mikaşist örnekleri Kurtlapa köyü kuzeyindeki amfibolit fasiyesi metamorfik kayaların temsil etmektedir. MET-295 numaralı amfibolit örneği kaba taneli (1 mm'ye ulaşmakta) amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmekte ve nematoblastik doku sergilemektedir (Şekil 4.29a, b).

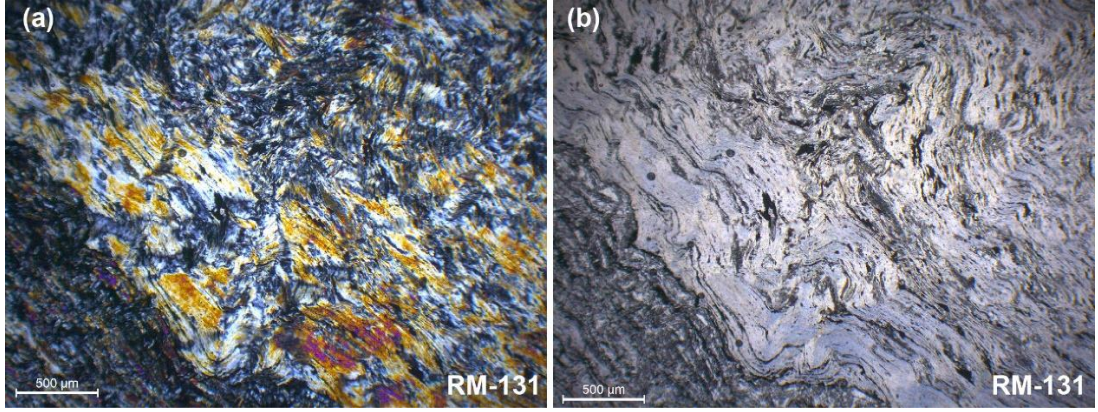


Şekil 4.29. (a-d) Kurtlapa köyü kuzeyindeki amfibolit fasiyesi metamorfik kayalarına ait ince kesit görüntüleri. Nematoblastik dokulu MET-295 numaralı amfibolit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Makaslanmış granat porfiroblastları ve mika balığı yapıları içeren MET-297 numaralı granat-mikaşist örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; grt, granat; ms, muskovit; opq, opak; pl, plajiyoklaz; prh, prehnit; qz, kuvars

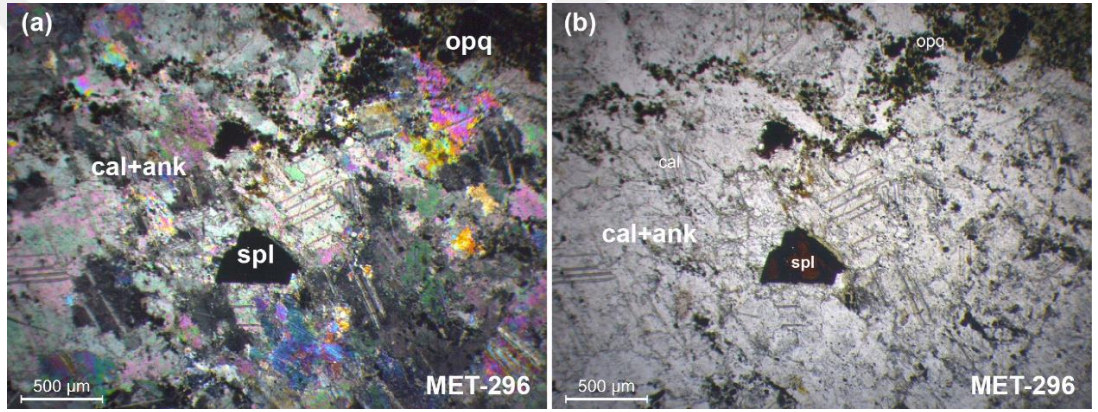
Kayacı oluşturan plajiyoklaz minerallerinin yoğun şekilde alterasyona uğradıkları gözlenmiştir. Ayrıca, bol kırık ve çatlaklı yapıya sahip olan kayacın çatlakları boyunca prehnit ve pumpelleyit mineralleri gelişmiştir (Şekil 4.29a, b). MET-297 numaralı granat mikaşist örneği ise lepidoblastik dokulu olup granat, kuvars, plajiyoklaz, muskovit, biyotit ve opak minerallerden oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.29c, d). İri granat porfiroblastları (1,5 mm'ye kadar ulaşmakta) kuvars ve muskovit kapanımları içermektedir (Şekil 4.29c, d). Kayacın yoğun biçimde makaslama kuvvetlerinin etkisinde kaldığı ve buruşma klivajı yapılarının geliştiği görülmektedir (Şekil 4.29c, d). Ayrıca, kuvars kristallerinde uzamalar ve alt tane gelişimleri, muskovit minerallerinde ise mika balığı yapısı gözlenmektedir. Kayaca ait muskovit minerallerinin Si değerleri 3,05 ile 3,13 arasında X_{Na} değerleri ise 0,13 ile 0,21 arasında değişmektedir (Ek Tablo B). Mineral kimyası analizi gerçekleştirilen granat minerallerinin baskın bileşiminin almandin ($Alm_{76-79}Pyp_{15-16}Grs_{3-4}Sps_{3-4}$) olduğu tespit edilmiştir (Ek Tablo B). Plajiyoklaz minerallerinin bir bölümü serisit minerallerine dönüşmüştür. Taze olan plajiyoklaz mineralleri albit bileşimine ($Ab_{96,21-99,89}$) sahiptirler (Ek Tablo B).

RM-131 numaralı metabazit örneği Balıbey Grubu'nun diğer bazik kökenli metamorfik kayaçlarından farklı olarak YB-DS metamorfizma koşullarını yansıtan sodik amfibol mineralleri içermektedir. Kayacın hem makroskopik hem de mikroskopik gözlemlerinde iyi gelişmiş foliasyonlu ve kıvrımlı yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.30a, b). Çok ince taneli minerallerden oluşan kayaç kalsik amfibol, sodik amfibol, epidot, beyaz mika ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.30a, b).

Kurtlapa köyü kuzeyindeki Balıbey Grubu'na ait yukarıda bahsi geçen kayaçlar haricinde, arazi görünümünde koyu siyah renge ve kırmızı renkli benekli bir yapıya sahip olan mermerler petrografik ve mineral kimyası özellikleri incelenmiştir. Bu mermerlerden derlenen MET-296 numaralı örnek kalsit, ankerit, Cr-spinel, klorit ve opak minerallerden (manyetit) oluşmakta ve granoblastik doku sergilemektedir (Şekil 4.31a, b). Kayaçtaki, Cr-spinel mineralleri koyu kırmızı renkli, yarı özşekilli ve özşekilli olup kenar kesimleri ile kırık ve çatlakları boyunca manyetit minerallerine dönüşümler olmaktadır (Şekil 4.31a, b).



Şekil 4.30. Kurtlapa köyü kuzeyinden derlenen ve sodik-amfibol oluşumları içeren RM-131 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Sodik amfibol gelişimleri doğal ışık altında mavi renkli tonlarda görülmektedir



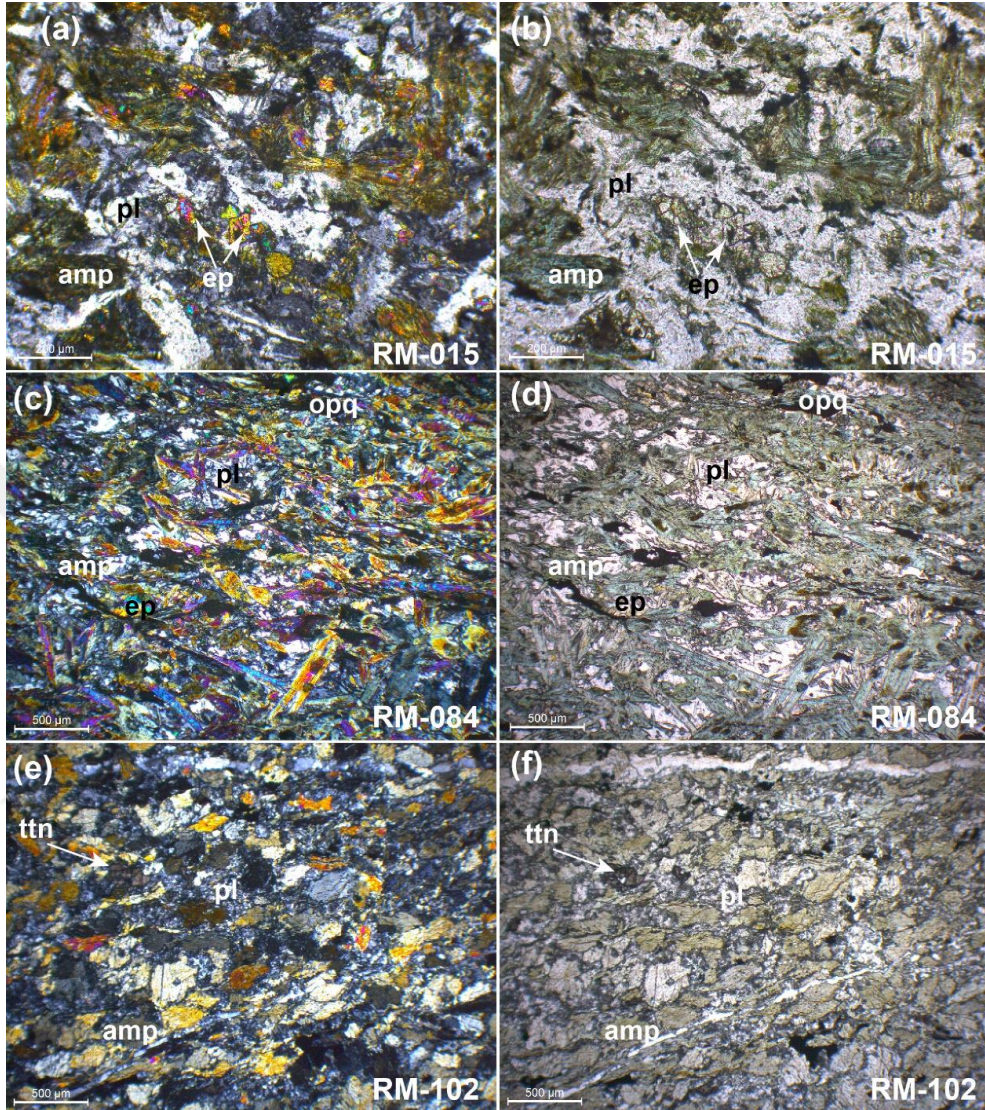
Şekil 4.31. Kurtlapa köyü kuzeyindeki Cr-spinel minerali içeren koyu siyah renkli ve kırmızı benekli mermerlere ait MET-296 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: ank, ankerit; cal, kalsit; opq, opak; spl, spinel

Arazi görünümünde kırmızı ve siyah renkli olarak gözlenen alanların her ikisinin de benzer karbonat minerallerinden meydana geldiği tespit edilmiştir. Karbonat minerallerindeki bu renk farklılığının olasılıkla, kaba taneli karbonat minerallerinin aralarını dolduran ince taneli ikincil minerallerin (ör. klorit, manyetit) varlığından veya karbonat minerallerinin iz ve eser element içerik farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Modal bolluğu % 2 civarında olan Cr-spinel minerallerinin varlığı, bu kayacın ilksel kayacının ultramafik kökenli bir kayaç olabileceği ve CO₂ metasomatizmasıyla lisvenitlendiği değerlendirilmiştir. Kayaca ait mineral kimyası analizi sonuçları Ek Tablo B’de sunulmuştur. Cr-spinel minerallerinin Cr₂O₃ içerikleri % ağı. 48,1 ile 53,1 arasında değişmekte olup Cr# ve Mg# değerleri sırasıyla 57,1 - 63 ve 57,2 – 72,4 arasındadır. Manyetit mineralleri düşük Cr₂O₃ içeriklerine (% ağı. < 3,2) ve yüksek Fe₂O₃(toplam) içeriklerine (% ağı. 88,6 – 92,1) sahiptir. Bir nokta üzerinde

yapılan ankerit minerali analizine göre CaO içeriği % ağı. 39,3 ve FeO içeriği ise % ağı. 24,7'dir. Klorit mineralleri diabantit bileşiminde olup göreceli olarak yüksek Cr₂O₃ içeriğine (%ağı. 1,7) sahiptir.

Beydili ve Otmanalan köyleri arasında kalan bazik kökenli metamorfik kayalar epidot-amfibolit ve amfibolit türü metamorfik kayalarla temsil edilmektedirler. Beydili köyü KB'sında yüzeyleyen metabazitler genel itibariyle ince taneli ve masif yapıya sahip olarak yapraklanma göstermektedirler. Petrografik incelemelerde metabazitler (ör. RM-015) amfibol, plajiyoklaz, epidot, klorit ve opak minerallerden oluşan granoblastik dokulu epidot amfibolitler şeklinde tanımlanmışlardır (Şekil 4.32a, b). Otmanalan köyü güneyindeki metabazit kütlelerinin arazi gözlemlerinde yoğun şekilde alterasyondan etkilendikleri tespit edilmiştir. Bu metabazit kütlelerinden RM-084 ve RM-102 numaralı metabazit örnekleri derlenmiştir. Her iki kayalık belirgin foliasyona ve lineasyona sahiptir. RM-084 numaralı örneğin petrografik incelemesinde, nematoblastik dokulu epidot-amfibolit olarak tanımlanmış olup kayalık amfibol, plajiyoklaz, epidot, kuvars ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.32c, d). Amfibolit olarak tanımlanan RM-102 numaralı metabazit örneği amfibol, plajiyoklaz, titanit ve opak minerallerden oluşmakta ve nematoblastik doku sunmaktadır (Şekil 4.32e, f). Ayrıca tali oranda kuvars ve epidot mineralleri içermektedir. Özellikle, RM-102 numaralı amfibolit örneğine ait plajiyoklaz minerallerinin büyük çoğunluğunun kil minerallerine dönüştükleri gözlenmiştir. Balıbey Grubu'nun, Ovacık köyü kuzeyindeki yüzleklerinde metamorfik kayalar çamurtaşı-çört ve serpantin hamuru içerisinde bloklar halinde yer almaktadır. Bu alandaki bazik kökenli metamorfik kayalar amfibolitlerle temsil edilmekte olup dolerit dayakları tarafından kesilmektedir. Amfibolit bloğundan derlenen MET-306 numaralı örneğin ince kesiti, amfibolit bloğunu kesen doleritik bölümü de kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. İnce kesitin amfibolitik bölümü amfibol, plajiyoklaz, apatit ve opak minerallerden oluşmakta ve nematoblastik doku sunmaktadır (Şekil 4.33a, b). Amfibolit foliasyonunu yaklaşık paralel şekilde kesen ince kesitin doleritik bölümü ise klinopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmekte olup granüler dokuya sahiptir (Şekil 4.33c, d). Doleritik kesimdeki amfibol mineralleri, klinopiroksen minerallerinin çeperlerinden itibaren gelişmişlerdir (Şekil 4.33d).

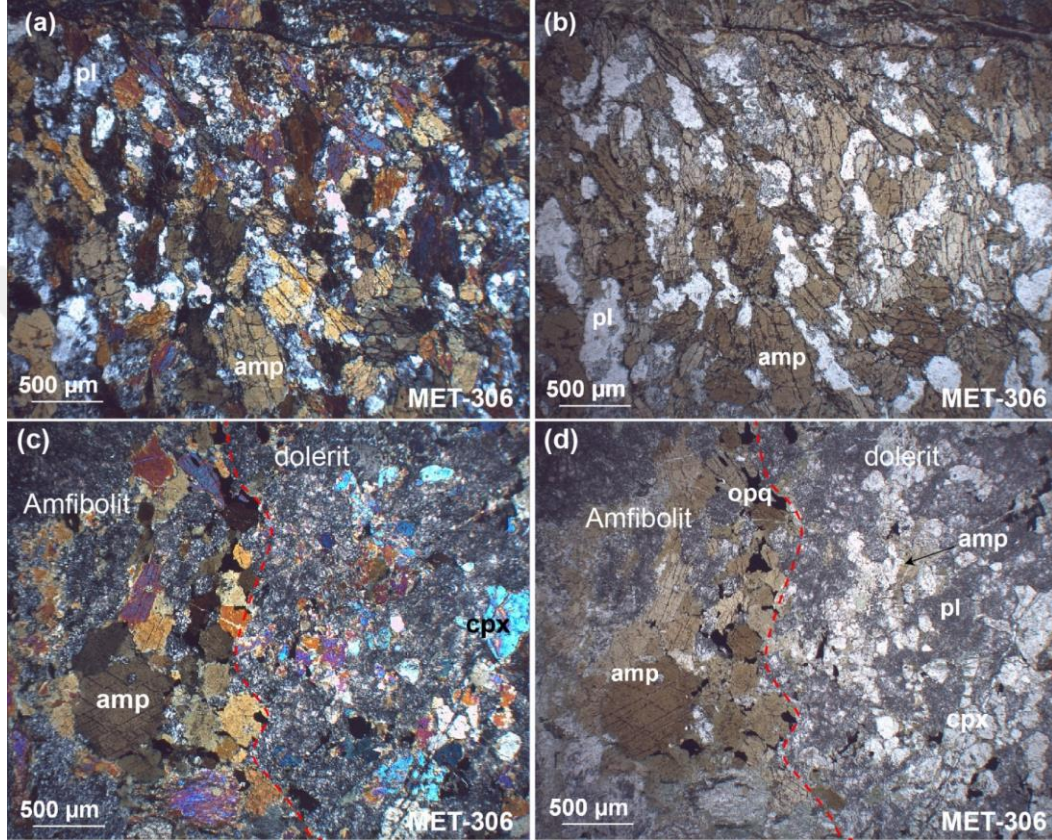
Kayacın her iki kesiminde yer alan plajiyoklaz minerallerinde yoğun şekilde alterasyon gözlenmektedir (Şekil 4.33a-d).



Şekil 4.32. Balıbey Grubu'nun Beydili ve Otmanalan köyleri arasında yüzleklerinden derlenen RM-015 ve RM-084 numaralı epidot-amfibolit ve RM-102 numaralı amfibolit örneklerinin (a, c, d) polarize ve (b, d, e) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; ep, epidot; opq, opak; pl, plajiyoklaz; ttn, titanit

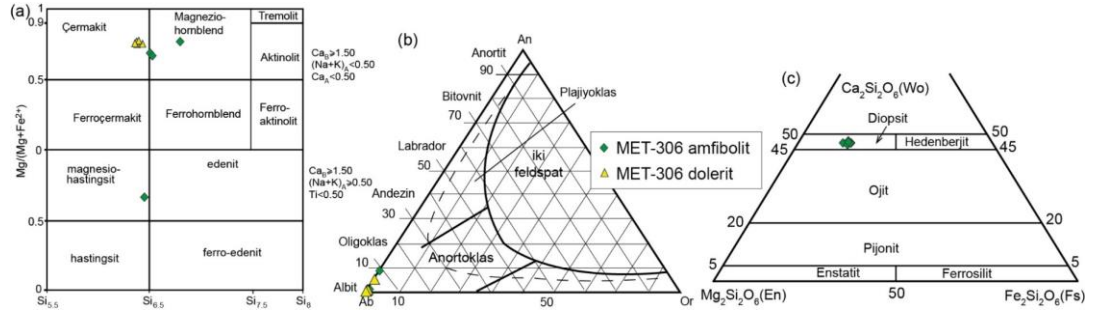
Mineral kimyası analizi için seçilen bu örneğe ait amfibol, piroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerinin analizleri gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları Ek Tablo B'de sunulmuştur. Amfibolitik ve doleritik kesimlerdeki amfibol mineralleri Leake ve diğ. (1997) tarafından önerilen sınıflamaya göre kalsik amfibol niteliğindedir (Şekil 4.34a). Amfibolitik kesimdeki amfibol mineralleri çermakit uç bileşimine sahip iken, doleritik bölümdeki amfiboller magnezyumlu hornblend ve magnezyumlu hastingsit uç

bileşimlerine sahiptir (Şekil 4.34a). Her iki kesimdeki plajiyoklaz mineralleri albit bileşimine ($Ab_{90,5-99,6}$) sahiptir (Şekil 4.34b). Doleritik kesime ait klinopiroksen mineralleri diyopsit ($Wo_{46-46,9-En_{37,9-40,2}-Fs_{11,9-13,8}}$) bileşimindedir (Şekil 4.34c). Doleritik bölüme ait opak mineraller ilmenit türünde olup TiO_2 içeriği % ağı. 51,5-56,1 ve Fe_2O_3 (toplam) içeriği ise % ağı. 35,5-40,7'tir.



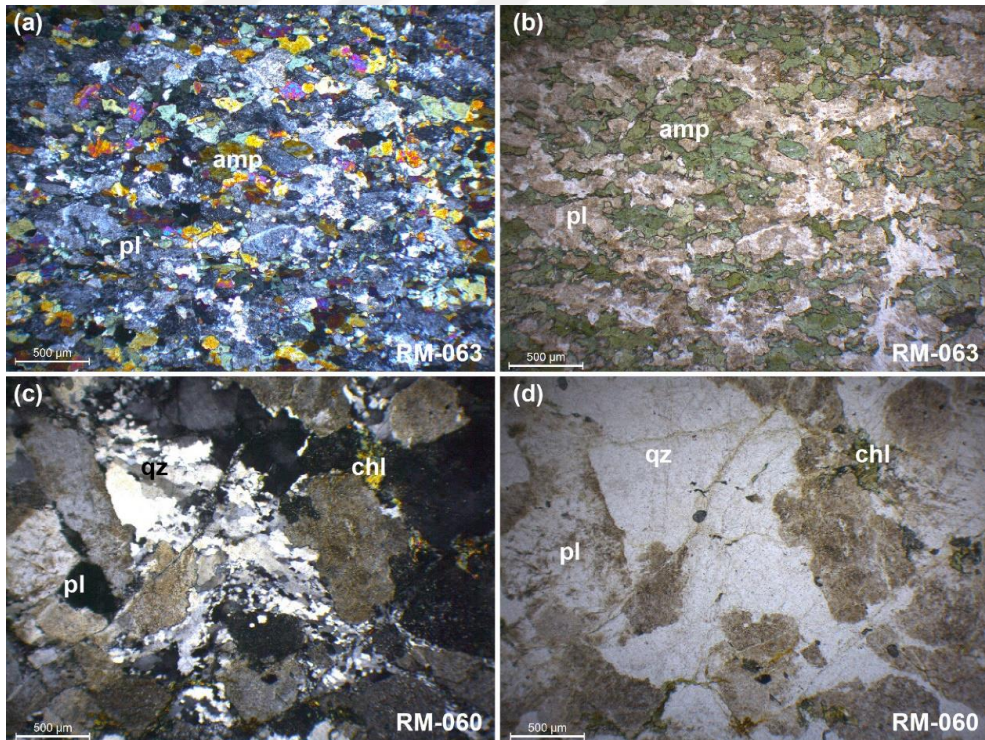
Şekil 4.33 Ovacık kuzeyinden derlenen MET-306 numaralı örneğe ait ince kesit (a-d) görüntüleri. Amfibolitik bölümünün (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Hem amfibolitik hem de doleritik bölümünü kapsayan kesiminin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; opq, opak; pl, plajiyoklaz

RM-063 numaralı amfibolit ve RM-060 numaralı meta-plajiyogranit örnekleri, Balıbey Grubu'nun Karabalçık köyü kuzeyindeki yüzleklerinden derlenmiştir. RM-063 numaralı amfibolit örneği, ince taneli minerallerden oluşmakta olup iyi gelişmiş bantlı ve lineasyonlu yapıya sahiptir. Kayaç amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.35a, b). Ayrıca kayaçta % 1-2 civarında epidot ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir. Bazı amfibol minerallerinde kloritleşmeler gözlenmektedir. Plajiyoklaz minerallerinde yaygın olarak alterasyon minerallerine dönüşüm mevcuttur (Şekil 4.35a, b).



Şekil 4.34. Ovacık kuzeyinden derlenen MET-306 numaralı örneğe ait; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre). (b) Plajiyoklazların kimyasal bileşimleri. (c) Piroksenlerin kimyasal bileşimleri

Mafik mineraller açısından oldukça fakir olan RM-060 numaralı meta-plajiyogranit örneği kuvars, plajiyoklaz, biyotit, epidot (~ % 1), zirkon ve opak mineral birlikteliğinden oluşmaktadır (Şekil 4.35c, d). Kayaçta yapraklanma zayıf olup genel itibariyle masif görümlü bir yapıya ve granoblastik dokuya sahiptir (Şekil 4.35c, d).

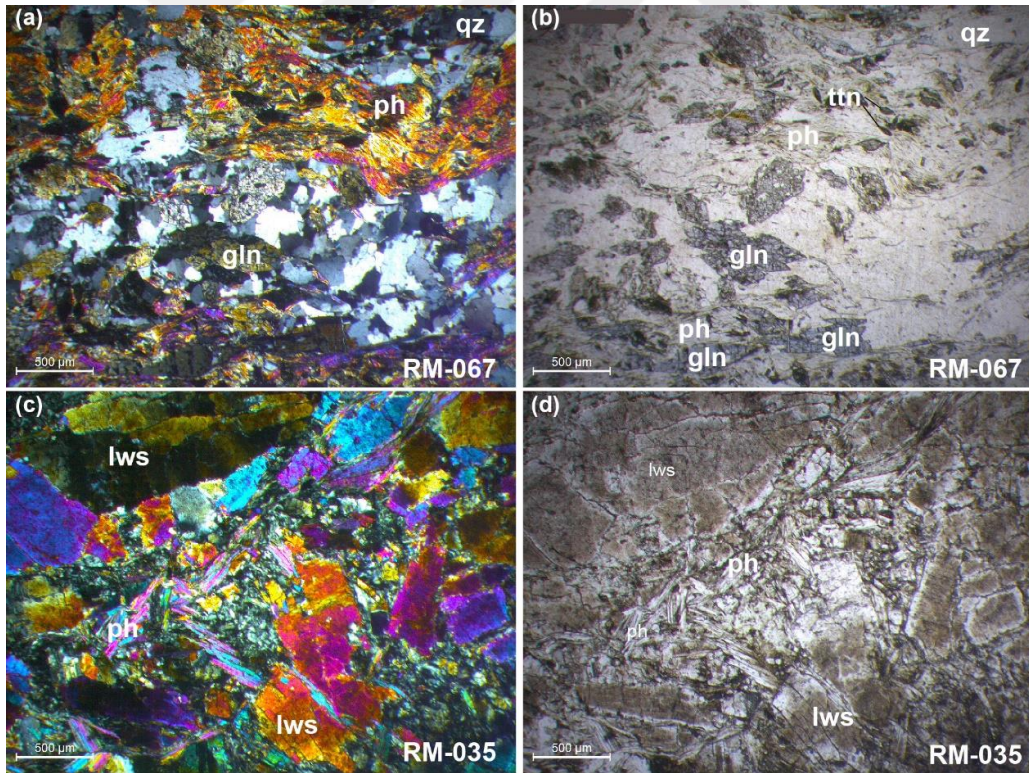


Şekil 4.35 Karabalçık köyü kuzeyinden derlenen amfibolit (RM-063) ve meta-plajiyogranit (RM-060) örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars

Biyotit minerallerinde klorit minerallerine dönüşüm, plajiyoklaz minerallerinde ise kil minerallerine dönüşüm yaygındır. Genel olarak, plajiyoklaz mineralleri kayaç içinde iri porfiroblastlar halinde gözlenmekte iken kuvars mineralleri ince taneli makaslanmış

mineraller şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.35c, d). Ayrıca, kuvars minerallerinde uzamalar ve alt tane gelişimleri mevcuttur.

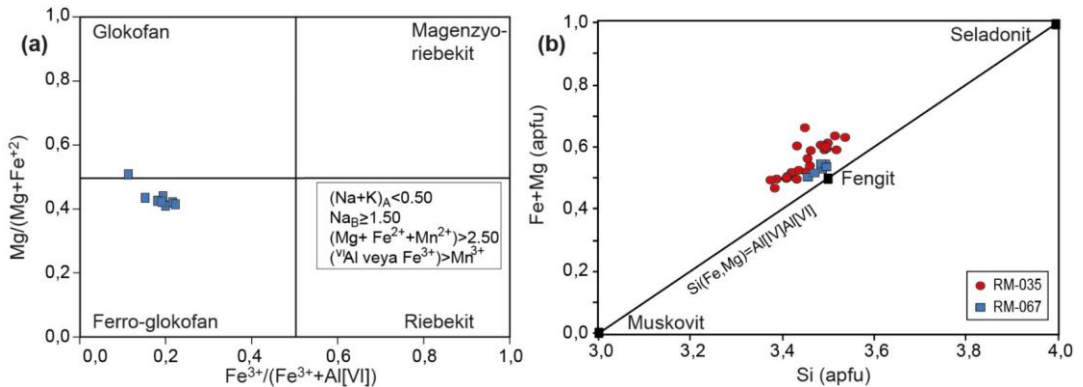
Balıbey Grubu'na ait mavişist fasiyesli metamorfik kayalar en iyi şekilde Karabalçık köyü doğusundaki alanda gözlenmektedir. Bu alanda mavişist fasiyesli metamorfik kayalar bloklar halinde deforme çamurtaşı-çört ve serpantinitten oluşan hamur içerisinde yer almaktadır. RM-035 ve RM-067 numaralı mavişist örnekleri bu bloklardan derlenmiştir. Örneklerin derlendiği kayalar çok iyi gelişmiş yapraklı ve şisti yapıya sahiptirler. Kayalardaki glokofan, fengit ve lavsonit mineralleri mavişist fasiyesi koşullarındaki başkalaşımı yansıtan indeks minerallerdir. Aynı zamanda, lavsonit minerallerinin varlığı başkalaşım koşullarının göreceli olarak daha soğuk koşullarda gerçekleştiğini işaret etmektedir. RM-067 numaralı mavişist örneği özşekilli glokofan, fengit, plajiyoklaz, lavsonit, kuvars, titanit ve opak minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.36a, b).



Şekil 4.36. Karabalçık köyü doğusundan derlenen RM-035 ve RM-067 numaralı mavişist örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. RM-067 numaralı mavişist örneğinin doğal ışık altındaki (b) görünümünde glokofan mineralleri mavi renkleriyle tanınabilmektedir. (c, d) RM-035 numaralı örnekte lavsonit minerallerinin iyi gelişmiş çubuksu özşekilli yapıları görülebilmektedir. Kısaltmalar: gln, glokofan; lws, lavsonit; ph, fengit; qz, kuvars; ttn, titanit

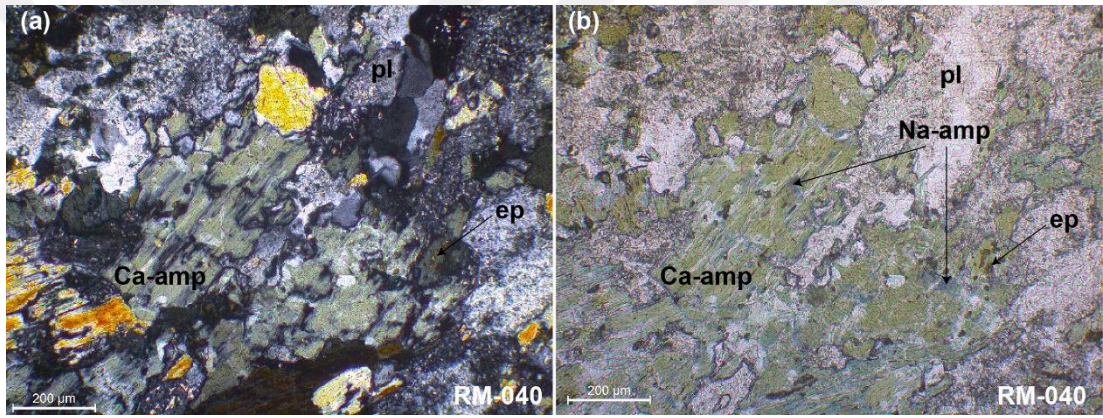
RM-035 numaralı mavişist örneği glokofan, fengit, lavsonit, klorit ve titanit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.36c, d). Örneğe ait lavsonit mineralleri özşekilli ve prizmatik bir görüntüye sahip olup uzunlukları 2 mm'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 4.36c, d). Aynı kayada, glokofan mineralleri ise ince taneli ve özşekilsiz ve yarı-özşekilli kristallerden oluşmaktadır.

RM-035 ve RM-067 numaralı mavişist örneklerin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiş olup sonuçları Ek Tablo B'de verilmiştir. RM-067 numaralı mavişist örneğine ait glokofan minerallerinin Na₂O içerikleri 6,8 ile 7,2 (% ağırlık) arasında, X_{Mg} değerleri ise 0,4 ile 0,5 arasında değişmektedir. Leake ve diğ. (1997) tarafından önerilen sınıflamaya göre glokofan mineralleri ağırlıklı glokofan ve ferro-glokofan bileşimine sahiptirler (Şekil 4.37a). RM-035 ve RM-067 numaralı mavişistlere ait fengit minerallerinin Si değerleri sırasıyla 3,37-3,54 ve 3,46-3,50 arasında değişim sunmaktadırlar. Fengit minerallerinin Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagramda ideal fengit bileşimine benzerlik gösterdikleri anlaşılmaktadır (Şekil 4.37b). RM-067 numaralı mavişist örneğine ait plajiyoklaz mineralleri hemen hemen saf albit (Ab_{99,5-99,8}) bileşimindedirler. RM-035 numaralı mavişist örneğine ait lavsonit minerallerinin ortalama SiO₂, Al₂O₃ ve CaO içerikleri sırasıyla % ağırlık 39,5, % ağırlık 32,2 ve % ağırlık 17,2 değerlerine sahiptir. Titanit minerallerinin ortalama SiO₂, TiO₂ ve CaO içerikleri ise sırasıyla, % ağırlık 39,5, % ağırlık 17,2 ve % ağırlık 32,2'dir. Aynı örneğe ait klorit mineralleri piknoklorit bileşimine sahip olup Fe/(Fe+Mg) oranları ortalama olarak 0,3'tür.



Şekil 4.37. (a) Karabalçık köyü doğusundan derlenen RM-067 numaralı mavişist örneğine ait amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre). (b) RM-035 ve RM-067 numaralı mavişist örneklerine ait fengit minerallerinin Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslanması

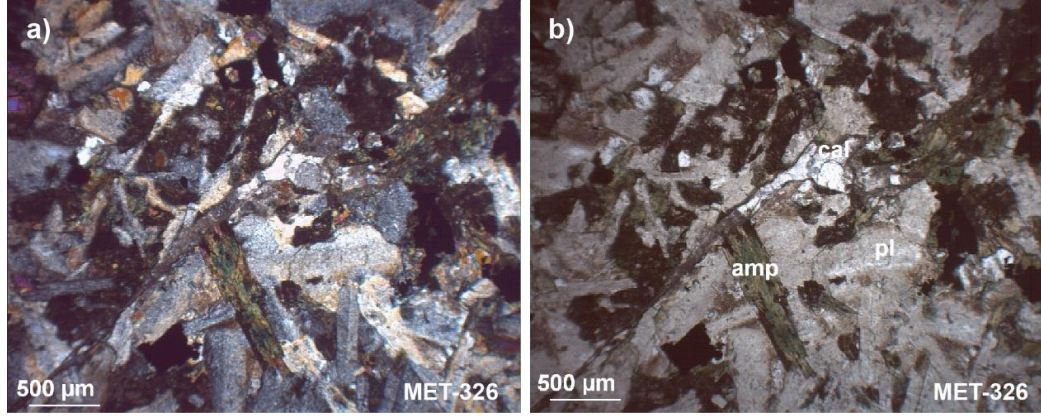
RM-040 numaralı amfibolit örneğini, yukarıda anlatılan mavişist örneklerin gözlendiği aynı alandan, deforme çamurtaşı-çört hamuru içerisindeki bir amfibolit bloğundan derlenmiştir. Kayacın petrografik incelemesinde tipik amfibolit fasiyesi koşullarını yansıtan amfibol, plajiyoklaz, epidot, titanit, klorit ve opak minerallerden oluştuğu ve nematoblastik dokulu olduğu görülmektedir (Şekil 4.38a, b). Ancak, detayda bakıldığında kalsik nitelikteki yeşil renkli amfibol minerallerinin çeperlerinden itibaren sodik nitelikteki mavi amfibol minerallerinin geliştikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.38b). Bu durum, kayacın amfibolit fasiyesi koşullarındaki başkalaşımı sonrasında mavişist fasiyesi koşullarında yeniden başkalaşıma uğradığını gösteren önemli bir veridir.



Şekil 4.38. Kalsik amfibollerin çeperlerinde, sodik amfibol gelişimleri gözlenen RM-040 numaralı amfibolit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol; Na-amp, sodik amfibol; ep, epidot; pl, plajiyoklaz

4.1.3. Kaytarmış Metamorfitleri

Mermer ve fillatlardan oluşan Kaytarmış Metamorfitleri'ne ait düşük dereceli meta-kırıntılı kayaçları kesen dolerit dayklarından MET-325 ve MET-326 numaralı örnekler derlenmiştir. Doleritlerin petrografik incelenmelerinde klinopiroksen, plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden oluştukları ve sub-ofitik dokulu oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.39a, b). Amfibol mineralleri, klinopiroksen minerallerinin uralitleşmesi neticesinde oluşmuşlardır. Klinopiroksen ve amfibol minerallerinden itibaren klorit, plajiyoklaz minerallerinden itibaren kil ve epidot mineralleri gelişimi olağandır. Doleritler, ayrıca ince kalsit damarları tarafından da kesilmektedir (Şekil 4.39a, b).



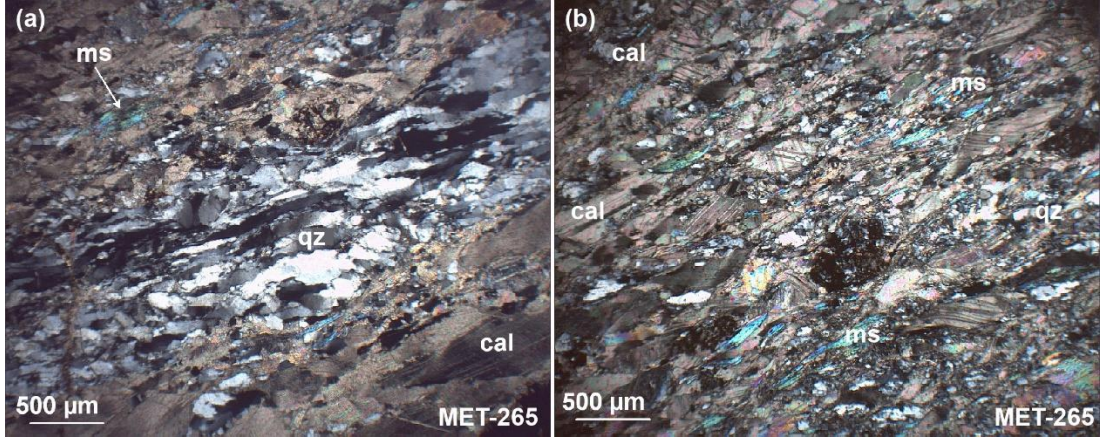
Şekil 4.39. Kaytarmış Metamorfileri'ne ait fillatları kesen dolerit daykıdan derlenen MET-326 numaralı örneğin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cal, kalsit; pl, plajiyoklaz

4.2. Kırşehir Masifi

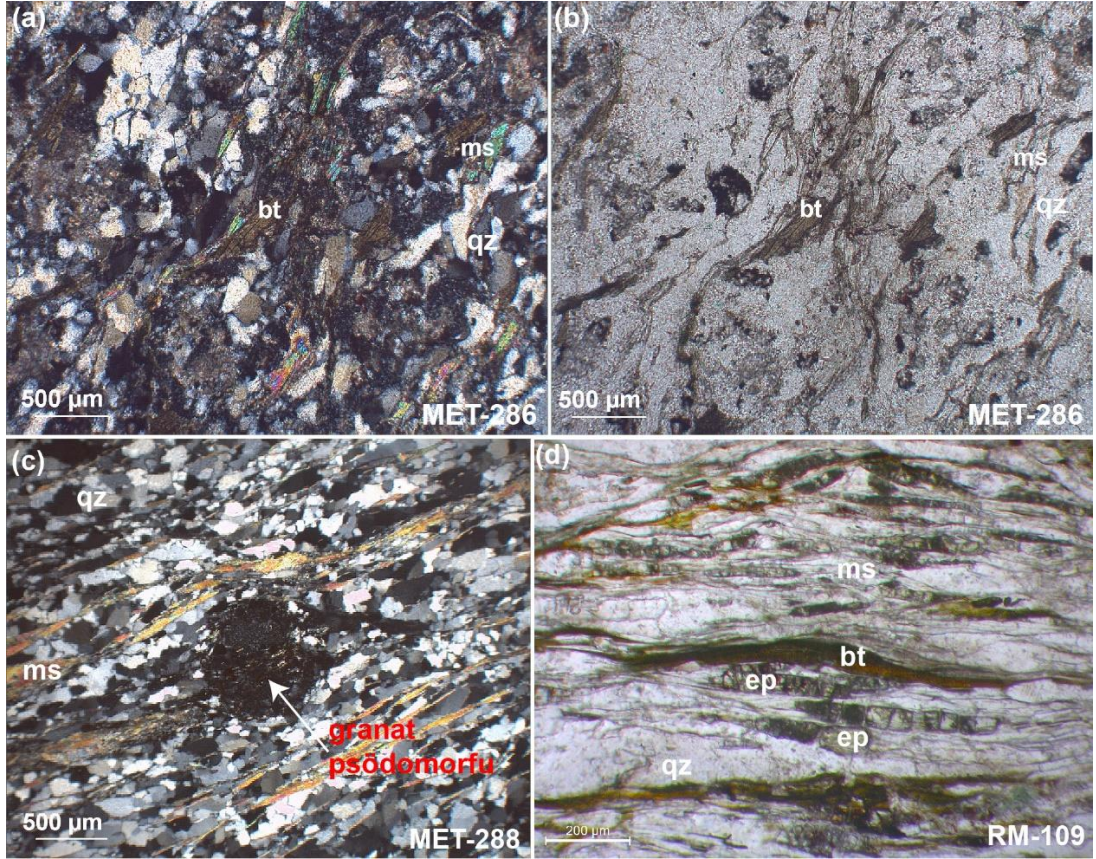
Kırşehir Masifi'nin doktora tez çalışma sahası içerisinde ve yakın civarında yer alan bölümü baskın olarak mermer ve kalkşistlerden, daha az oranda ise mikaşist, kuvarsit ve amfibolitlerden meydana gelmektedir. Kalkşist ve mikaşistlerden seçilen temsili örneklere ait petrografik gözlemler ve mineral kimyası analizleri aşağıda sunulmuştur.

MET-265 numaralı kalkşist örneği, Kızılca köyü civarındaki alandan derlenmiştir. Kayaç kalsit, kuvars, muskovit, plajiyoklaz ve opak mineral topluluğundan oluşmaktadır (Şekil 4.40a, b). Granolepidoblastik doku sunan kayaçta belirgin buruşma klivajı yapıları gözlenmektedir. Kuvars ve muskovit mineralleri lineasyona paralel uzanımına sahiptir. Muskovit mineralleri dalgalı sönme ve kalsit minerallerinde bükülmeler olağandır (Şekil 4.40a, b). Muskovit minerallerinin Si içerikleri formül başına 3,2 ile 3,3 arasında değişmektedir. X_{Na} ve X_{Mg} değerleri ise sırasıyla 0,03-0,05 ile 0,69-0,71 arasında değişmektedir (Ek Tablo B). Kuvars minerallerinde uzamalar ve alt tane gelişimleri gözlenmektedir (Şekil 4.40a, b). Bazı kuvars mineralleri yuvarlak kristaller halinde kalsitler içerisinde kapanım halinde bulunmaktadır. Kayacın çatlakları kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur.

Kırşehir Masifi'ne ait mikaşistler genel olarak iyi gelişmiş yapraklanmalı yapıya sahiptir (Şekil 4.41a-d). Mikaşistlerden derlenen örneklerin (ör. MET-286, MET-287, RM-109) kuvars, muskovit, ± plajiyoklaz, ± biyotit, ± kalsit, ± epidot ± klorit ve opak minerallerden meydana geldikleri ve lepidoblastik doku sergiledikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.41a-d).



Şekil 4.40. (a, b) Kızılca köyü civarındaki Kırşehir Masifi'ne ait MET-265 numaralı kalkşist örneğinin polarize ışık altındaki görüntüleri. Mikro-fotoğrafta kuvars minerallerindeki uzamalar ve alt tane gelişimleri ile kalsit ve muskovit minerallerinin kristal kafeslerindeki bükülmeler görülebilmektedir



Şekil 4.41. Kırşehir Masifi'ne ait mikaşistlerden derlenen mikaşist örneklerinin (MET-286, MET-288 ve RM-109) ince kesit (a-d) görüntüleri. Çift mikalı MET-286 numaralı mikaşist örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. (c) granat psödomorfu içeren mikaşist örneğinin polarize ışık altındaki görünümü. (d) Çift mikalı ve epidot içeren RM-109 numaralı örneğin doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; ep, epidot; ms, muskovit; qz, kuvars

Bazı mikaşist örneklerinde (ör. MET-288) granat mineralleri psödomorf kristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 4.41c). RM-109 numaralı mikaşist örneğine ait epidot mineralleri kayacın lineasyonuna paralellik sunmaktadır (Şekil 4.41d). Epidot minerallerinin $X_{Fe^{3+}}$ değerleri 0,78 ile 0,84 arasında değişmektedir (Ek Tablo B). Aynı örneğe muskovit minerallerinin formül başına Si içerikleri ve Mg# değerleri sırasıyla, 3,15 - 3,32 ve 0,4 - 0,6 arasında değişmektedir (Ek Tablo B). Biyotit mineralleri göreceli olarak yüksek TiO_2 (% ağı. 1,3 – 3,2) içeriklerine sahiptir (Ek Tablo B).



5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

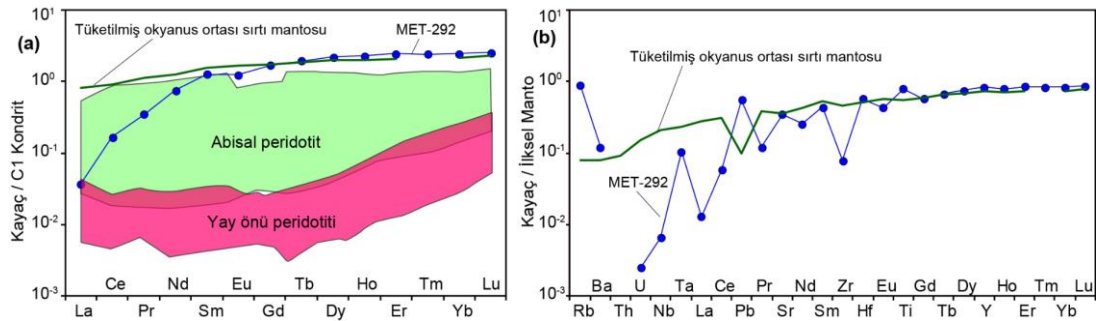
Tekelidağ Karmaşığı içerisinde yüzeyleyen serpantinize peridotit, gabro, dolerit, bazalt ve metamorfik kayaçların tektono-magmatik oluşum ortamlarının belirlenmesi için 68 adet örneğin tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element (NTE) analizleri yapılmıştır. Tüm kayaç jeokimyası sonuçları Ek Tablo C’de sunulmuştur. Ayrıca, metin içerisinde bahsi geçen element oranlarının değerleri de (r. Th/Nb, La/Yb) ilgili tablolarda sunulmuştur. İncelenen kayaçlar, farklı derecelerde alterasyon ve başkalaşım süreçlerinden etkilenmişlerdir. Örneğin, incelenen kayaçların büyük bir bölümünü oluşturan bazaltlarda ve bazik kökenli başkalaşım kayaçlarında alterasyon minerallerine (r. klorit, kalsit, kuvars, prehnit) yaygın olarak rastlanılmaktadır. Ayrıca, kayaçların ateşte kayıp değerleri 0.85 ila 8.75 (% ağ.) arasında değişmektedir. Genel olarak, Ba, Cs, K, Rb ve Sr gibi büyük iyon çaplı litofil elementlerin alterasyon ve başkalaşım süreçlerinde hareketli özellik gösterdikleri kabul edilmektedir (r. Pearce, 2014). Bu nedenle, tektono-magmatik ortam diyagramlarında görece hareketsiz iz ve nadir toprak elementlerinin kullanılması tercih edilmiştir. Öte yandan, Th ve Nb elementleri kayaçların tektono-magmatik oluşum ortam koşullarının belirlenmesinde kullanılan en önemli ayırt edici elementlerdendir. Bu elementlerinin davranış özelliklerinin daha iyi görülebilmesi için ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarının yanı sıra, kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramlarına da Th ve Nb elementleri eklenmiştir.

5.1. Tekelidağ Karmaşığı

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde yer alan ultramafik kayaçların arazi çalışmalarıyla ve petrografik gözlemlerle büyük bir bölümün serpantinitleşme süreçlerinden yoğun şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. Kurtlapa köyü güneyinde ve Ovacık köyü kuzeyinde ise göreceli olarak taze ultramafik kayaçlar yüzlek vermektedir. MET-292 numaralı ultramafik kayaç rneği Kurtlapa köyü güneyindeki alandan derlenmiş olup petrografik gözlemlerinde lertzolit bileşimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Serpantinitleşme oranı yaklaşık % 30 olan kayacın, ateşte kayıp değerleri % ağ. 8.75’dir.

Kayacın SiO₂ ve MgO içerikleri sırasıyla, % ağı. 41,8 ve % ağı. 35,2'dir. Al₂O₃ (2,6 % ağı.), TiO₂ (% ağı. 0,17) ve CaO (% ağı. 3,3) içerikleri kayacın lertzolit bileşimi ile uyumlu olup ilksel üst manto bileşimi (ör. McDonough ve Sun, 1995: Al₂O₃ % ağı. 4,5; TiO₂ % ağı. 0,2; CaO % ağı. 3,6) ile de benzerlik sunmaktadır.

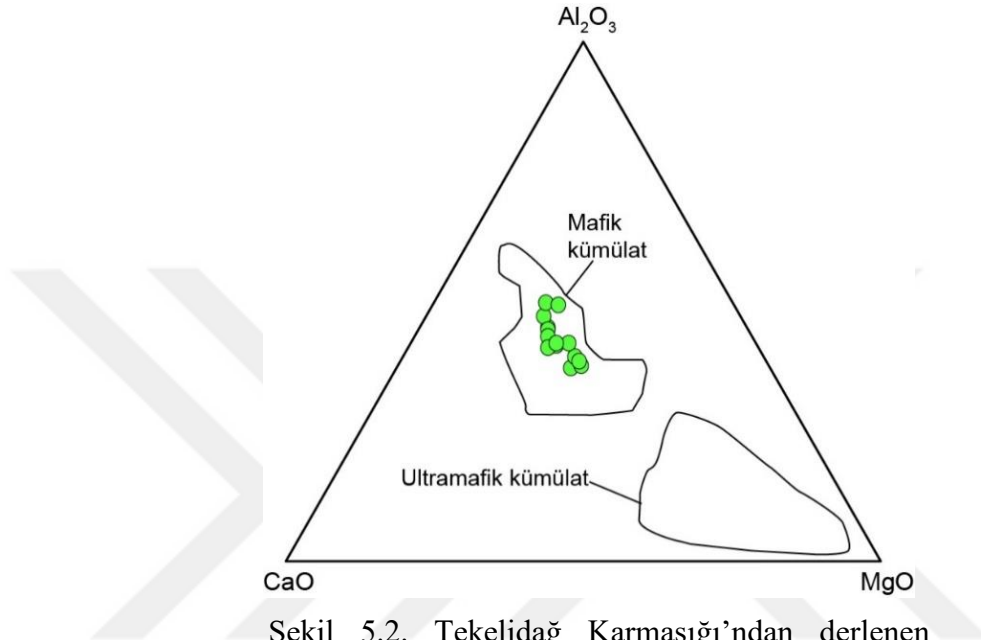
Lertzolit örneğinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, hafif nadir toprak (HNT) elementlerinde belirgin tüketim ($La_N/Sm_N=0,03$) sunmaktadır (Şekil 5.1a). Aynı diyagramda ağır nadir toprak (ANT) elementlerinde ise yaklaşık düz ($Gd_N/Yb_N=0,7$) ve tüketilmiş okyanus ortası sırtı mantosuna paralel bir dağılım deseni sunduğu görülmektedir (Şekil 5.1a). Ayrıca, kayacın aynı diyagram üzerinde gösterilen abisal peridotit alanı ile benzerlik sunduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.1a). Tezin "4. MİNERALOGİ VE PETROGRAFI" bölümünde sunulan kayaca ait mineral kimyası analizleri de, bu kayacın abisal tip peridotitlere benzer bir niteliğe sahip olduğunu desteklemektedir. Kayacın ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında, tüketilmiş okyanus ortası sırtı mantosuna göre Rb ve Pb elementlerince zenginleştiği, U, Nb, La ve Zr elementlerince belirgin şekilde tüketilmiş olduğu görülmektedir (Şekil 5.1b).



Şekil 5.1. Kurtlapa köyü güneyinden derlenen MET-292 numaralı lertzolit örneğine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayacın ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough (1989)'a göre. Abisal peridotit alanı Niu ve Hékinian (1997)'den yay önu peridotiti alanı ise Parkinson ve Pearce (1998)'den alınmıştır

Kümülat gabrolar, Tekelidağ Karmaşığı içerisinde yaygın olarak gözlenen gabroyik kayaç türünü temsil etmektedir. Bu kayaçların kümülat nitelikleri öncelikle arazi ve petrografik özellikleri göz önüne alınarak ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, bu kayaçların tüm kayaç jeokimyasal özellikleri, diğer izotropik gabrolardan belirgin şekilde farklı olduklarını ve kümülat gabrolara özgü niteliklere (ör. yüksek Mg# değerleri) sahip olduklarını desteklemektedir.

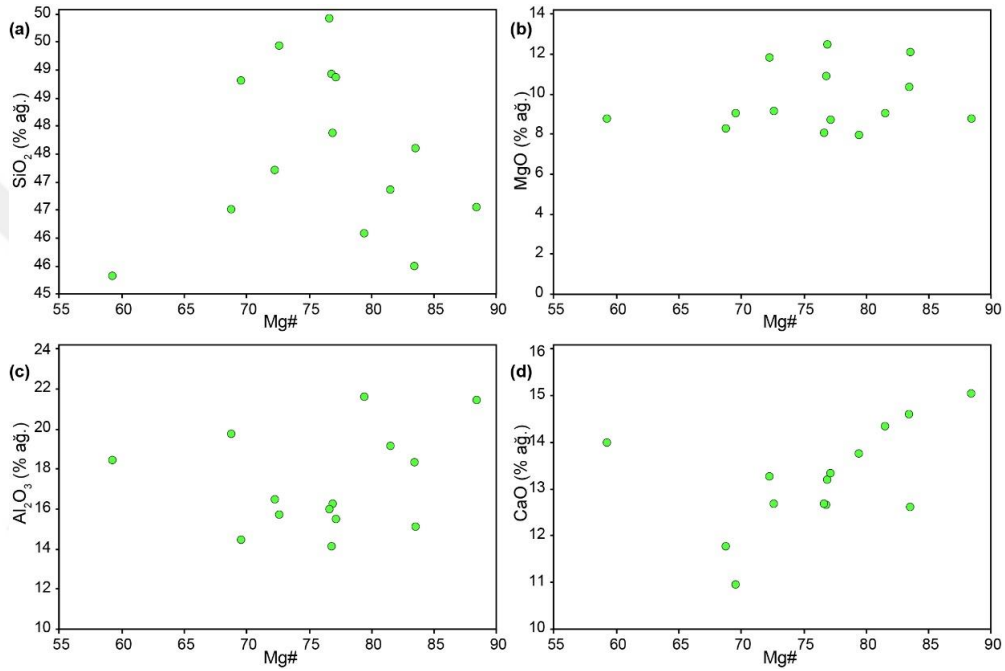
Kümülat gabro örnekleri, Coleman (1977)'nin Al_2O_3 -MgO-CaO ayırtman diyagramına iz düşürüldüklerinde, örneklerin tümünün mafik kümülat alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.2). Kümülat gabrolar 45,4 – 49,9 (% ağı.) arasında değişen SiO_2 içeriklerine ve 59,2 ile 88,3 arasında değişen Mg# (= $100 \cdot \text{molar MgO} / (\text{MgO} + \text{FeO}_{\text{toplam}})$) değerlerine sahiptirler (Şekil 5.3a).



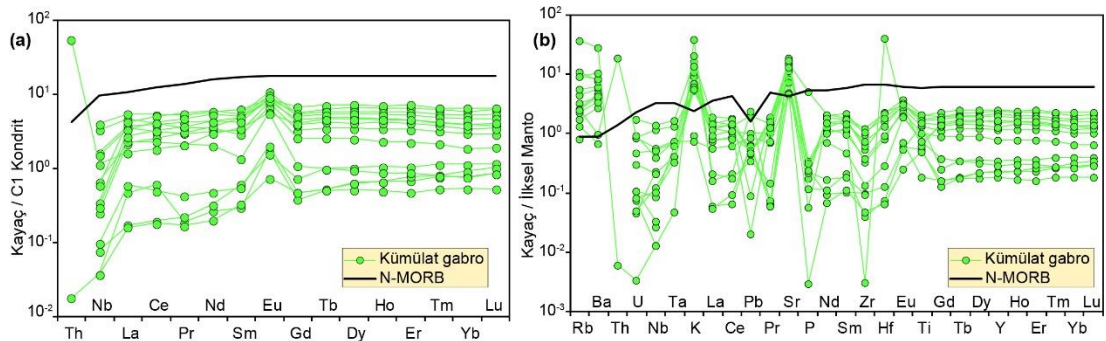
Şekil 5.2. Tekelidağ Karmaşığı'ndan derlenen kümülat gabro örneklerine ait Al_2O_3 -MgO-CaO üçgen diyagramı (Coleman, 1977'e göre)

Kümülat gabroların MgO ve Al_2O_3 içerikleri genel itibariyle yüksek olup sırasıyla 8,0-12,5 (% ağı.) ve 14,1-21,6 (% ağı.) arasında değişmektedir (Şekil 5.3b, c). Benzer şekilde, genel olarak yüksek CaO (% ağı. 11,0-15,1) içeriklerine sahiptirler (Şekil 5.3d). Al_2O_3 ve CaO içeriklerinin Mg# değerleriyle birlikte artış göstermesi, kümülat gabroların oluşumunda Al_2O_3 ve CaO içerikleri açısından zengin olan klinopiroksen ve plajiyoklaz minerallerinin birikiminin önemli role sahip olduğuna işaret etmektedir (Şekil 5.3c, d). Ayrıca, kümülat gabroların kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında da plajiyoklaz birikimine işaret eden belirgin pozitif Eu ($Eu/Eu^*=1,3-5,1$) anomalisine sahip oldukları görülmektedir (Şekil 5.4a). Aynı diyagramda, kümülat gabroların büyük bir bölümü (ör. MET-264, MET-280) HNT elementlerinde ANT elementlerine göre tüketilme ($La_N/Yb_N=0,2-0,9$), diğer bir bölümü (ör. MET-285, MET-291) ise zenginleşme ($La_N/Yb_N=1,2-3,0$) sunmaktadır (Şekil 5.4a). İlksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında Rb, Ba, K ve Sr gibi

büyük iyon çaplı litofil elementleri haricinde normal okyanus ortası sırtı bazaltlarına (N-MORB) göre belirgin bir şekilde tüketilmiş bir dağılım deseni sundukları görülmektedir (Şekil 5.4a, b). Ayrıca, aynı diyagramda Bayıraltı köyü kuzeyinden derlenen MET-317, MET-318 ve MET-319 numaralı kümülat gabro örnekleri pozitif Ti anomalisine sahiptir (Şekil 5.4b). Bu durum, ilgili kümülat gabro örneklerinin petrografik gözlemlerinde kümülus fazını temsil ettikleri tayin edilen Fe-Ti oksit minerallerinin varlığı ile açıklanabilir.

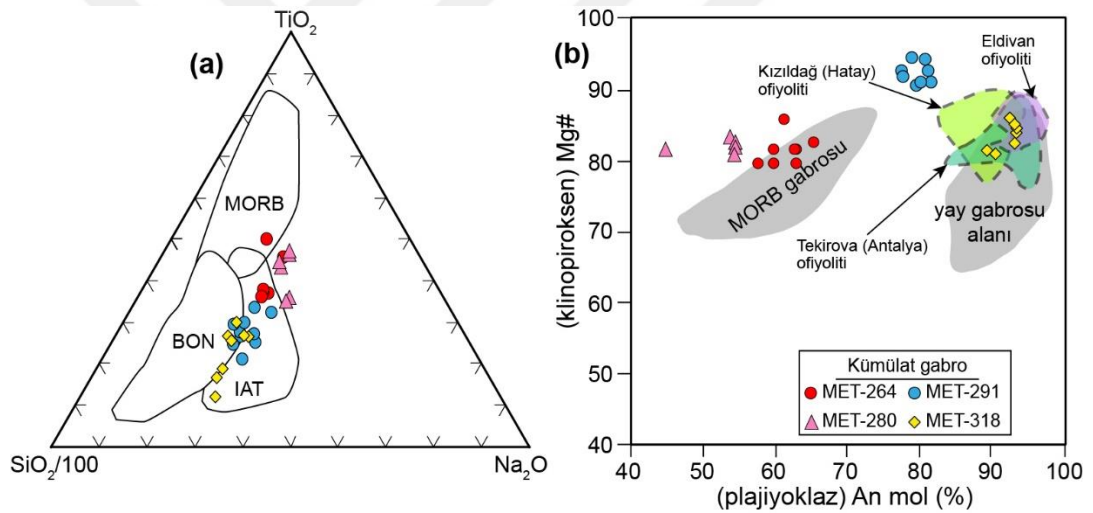


Şekil 5.3. Tekelidağ Karmaşığı'na ait kümülat gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO₂, (b) MgO, (c) Al₂O₃ ve (d) CaO içeriklerinin (% ağırlık) kıyaslanması



Şekil 5.4. Tekelidağ Karmaşığı'ndan derlenen kümülat gabro örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler ve kalın siyah çizgi ile gösterilen N-MORB değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

Gabroların kümülat özelliği sunmaları ve dolayısıyla tüm kayaç bileşimlerinin kayacın orijinal içeriğini yansıtmama potansiyeli nedeniyle, bu kayaçlar için tektono-magmatik ortamsal yorumlardan uzak kalmak tercih edilmiştir. Buna karşın, bazik kökenli kayaçlardaki klinopiroksen ve plajiyoklaz minerallerinin bileşimleri, kayaçların tektono-magmatik oluşum ortam koşullarının belirlenmesinde kullanılabilir (ör. Leterrier ve diğ., 1982; Beccaluva ve diğ., 1989). Bu nedenle, kayaçların tektono-magmatik ortamsal çıkarımlarının yapılabilmesi için mineral kimyası analizleri gerçekleştirilen kümülat gabro örnekleri kullanılmıştır. Şekil 5.5a'daki üçgen diyagrama göre MET-291 ve MET-318 numaralı kümülat gabro örneklerine ait klinopiroksen minerallerinin tümü yitimle ilişkili ada yay toleyitleri ve boninit alanlarına iz düşmektedir. MET-264 ve MET-280 numaralı örnekler ise ada yayı toleyitleri ile MORB alanları iz düşmektedir.

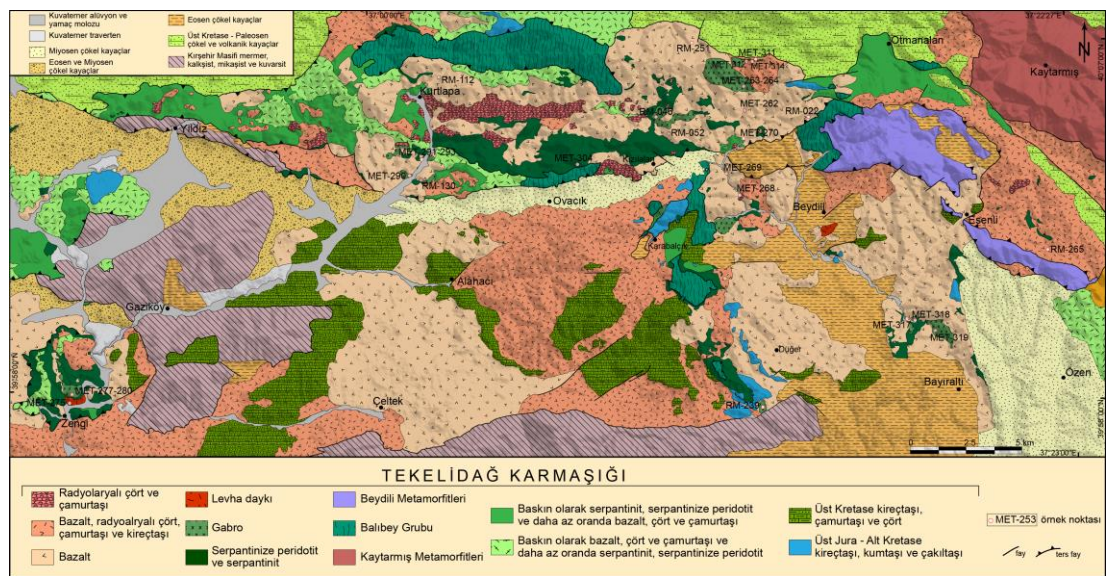


Şekil 5.5. Tekelidağ Karmaşığı'ndan derlenen kümülat gabro örneklerine ait (a) TiO₂-Na₂O-SiO₂ üçgen diyagramı (Beccaluva ve diğ., 1989'a göre) ve (b) plajiyoklazların An (% mol) bileşimleriyle klinopiroksenlerin Mg# değerlerinin kıyaslanması. MORB ve yay gabrosu alanları Burns (1985)'den alınmıştır. 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

Şekil 5.4b'deki diyagramda ise klinopiroksen minerallerinin Mg# değerleri ile plajiyoklaz minerallerinin An (% mol) içerikleri kıyaslanmaktadır. Bu diyagrama göre, MET-291 ve MET-318 numaralı kümülat gabro örnekleri, yay gabrosu ve yitimle ilişki Eldivan, Kızıldağ ve Tekirova ofiyolitlerin gabroyik kayaçlarıyla örtüşen benzer özelliklere sahiptir. Buna karşın, MET-264 ve MET-280 numaralı kümülat gabro

örneklerinin ise, yitimle ilişkili gabrolardan farklı olarak MORB gabrosuna benzer özelliğe sahip oldukları görülmektedir (Şekil 5.4b). Gabrolardaki plajiyoklaz minerallerinin yüksek An (% mol) içerikleri, bu kayaların sulu koşullarda magmadan kristallendiklerini işaret etmektedir (ör. Burns, 1985; Ushioda ve diğ., 2014). Bununla birlikte, kümülat gabrolarda tespit edilen magmatik amfibol minerallerinin varlığı, bu kayaların sulu bir kaynak alanında türediklerini desteklemektedir.

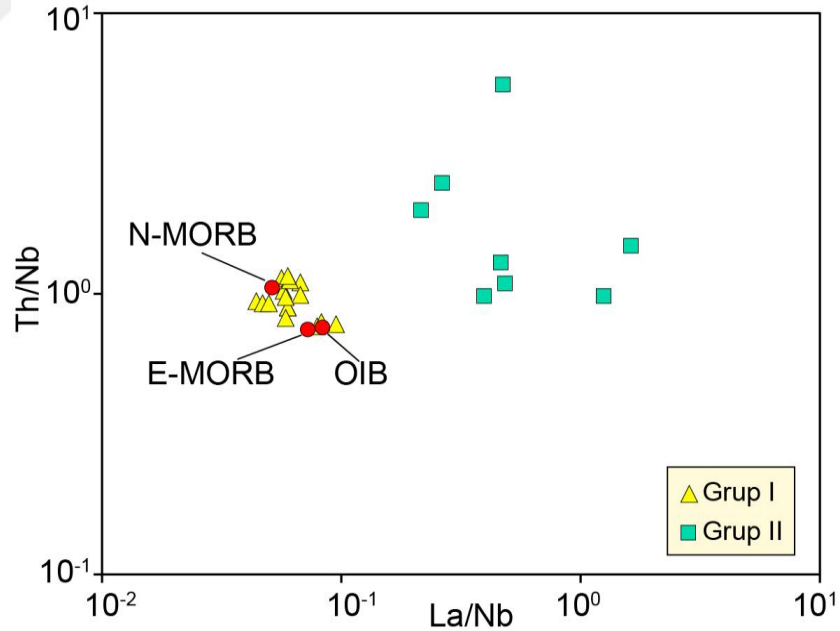
Tüm kayaç jeokimyasal analizleri için Tekelidağ Karmaşığı'na ait izotropik gabrolardan, dolerit ve bazaltik volkanik kayalardan örnekler derlenmiştir. Bu kayalar içerisinde Üst Kretase yaşlı olan volkanitlere ait örnekler ayrı olarak değerlendirilmiştir. İncelenen gabro, dolerit ve bazalt örneklerin konumları Şekil 5.6'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. Kayaların tüm kayaç jeokimyası özelliklerinin daha açık bir şekilde ifade edilebilmesi için, Th/Nb ve La/Nb oranları kullanılarak "Grup I" ve "Grup II" olmak üzere iki ayrı gruba ayrılmıştır (Şekil 5.7). Th, Nb ve La elementleri yitimle ilişkili olan ve yitimle ilişkili olmayan ofiyolitik kayaların belirlenmesinde oldukça etkili olup uzun yıllardır araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (ör. Pearce, 1982). Örneğin, Th elementinin Nb elementine göreceli olarak zenginleşme sunması, ofiyolitik kayaların yitimle ilişkili bir kaynak alanında türediğini işaret eden en önemli göstergelerden biridir (ör. Pearce, 2008; Metcalf ve Shervais, 2008). Ayrıca, bu elementler alterasyon ve başkalaşım süreçlerinden etkilenmemektedirler (ör. Pearce, 2014).



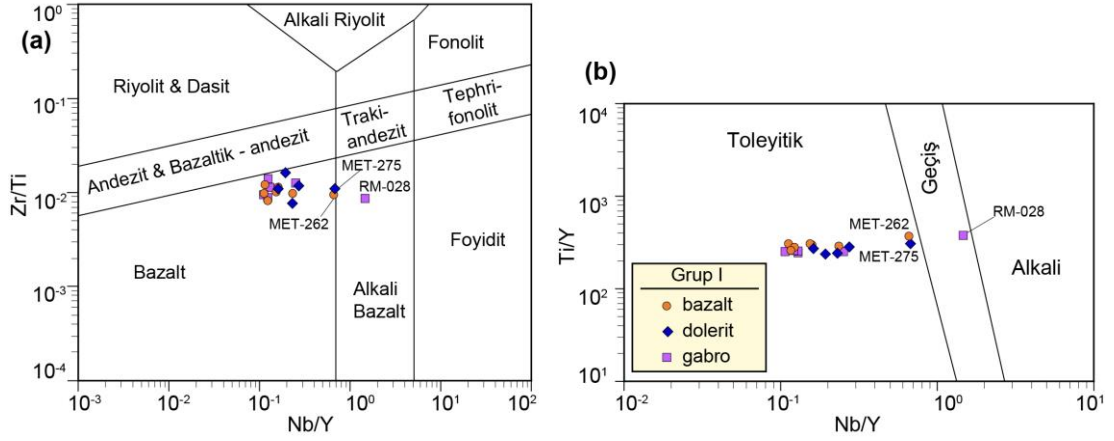
Şekil 5.6. Tekelidağ Karmaşığı'na ait gabro, dolerit ve bazaltlardan derlenen örneklerin jeoloji haritası üzerindeki konumları

Grup I'e ait kayaçlar, okyanus ortası sırtı bazaltlarına ($Th/Nb=0,05$; $La/Nb=1,07$; Sun ve McDonough, 1989) benzer Th/Nb (0,02-0,10) ve La/Nb (0,76-1,16) oranlarına sahiptirler (Şekil 5.7). Buna karşın, Grup II'ye ait kayaçlar okyanus ortası sırtı bazaltlarına kıyasla daha yüksek Th/Nb (0,21-1,62) ve La/Nb (1,0-5,62) oranlarına sahiptirler (Şekil 5.7).

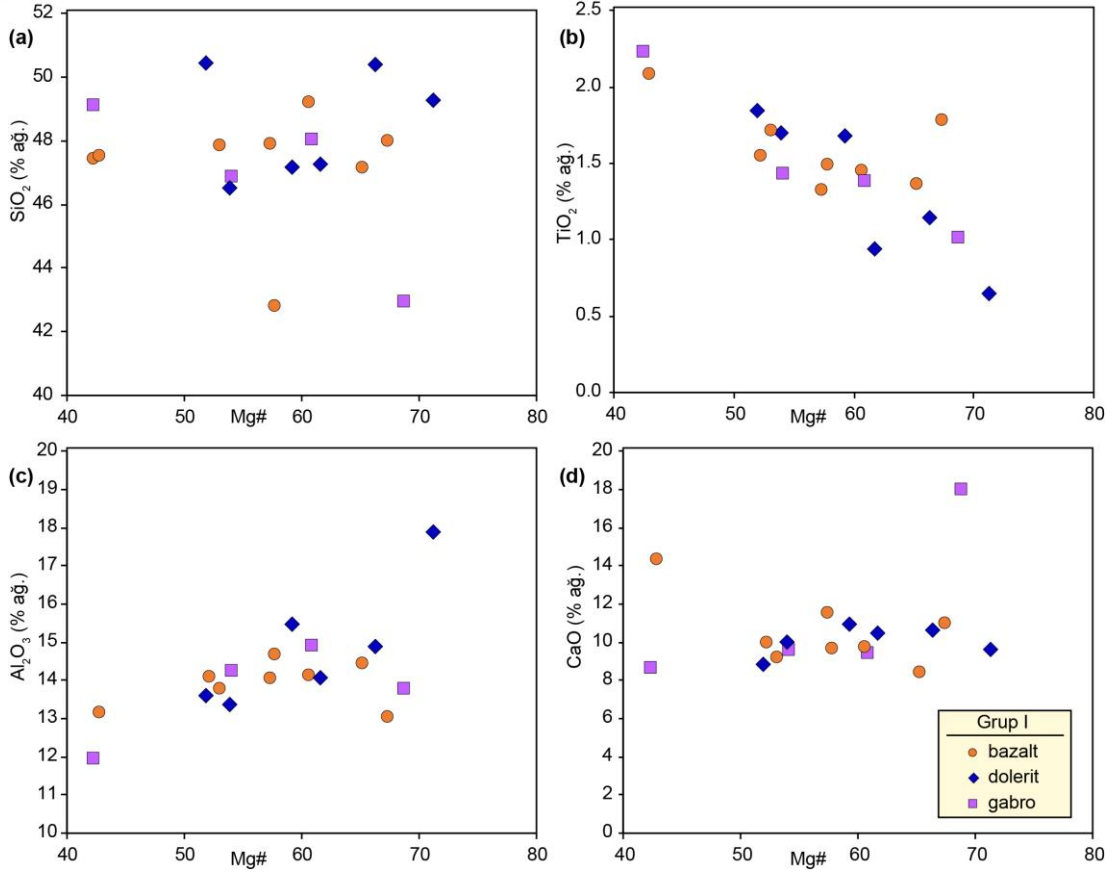
Grup I'e ait gabro, bazalt ve dolerit örnekleri, Pearce (1996)'nın $Zr/Ti - Nb/Y$ diyagramında ve Pearce (1982)'nin $Ti/Y - Nb/Y$ diyagramında incelendiklerinde, RM-028 numaralı gabro örneği hariç, diğer örneklerin toleyitik karakterli bazaltlar niteliğinde oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 5.8a, b). RM-028 numaralı gabro örneği ise geçiş karakterli alkali bazalt niteliğindedir (Şekil 5.8a, b). Kayaçların SiO_2 içerikleri ve $Mg\#$ değerleri geniş bir aralıkta değişmekte olup 42,8-52,4 (% ağı.) sırasıyla 42-71'dir (Şekil 5.9a). TiO_2 (0,7-2,2 % ağı.) içerikleri genel itibariyle yüksek olup, genel itibariyle $Mg\#$ değerlerinin artışıyla birlikte negatif yönelim sunmaktadır (Şekil 5.9b). Kayaçların Al_2O_3 ve CaO içerikleri ise sırasıyla 12,0-15,5 (% ağı.) ve 8,8-18,0 arasında değişmektedir (Şekil 5.9c, d).



Şekil 5.7. Tekelidağ Karmaşığı'na ait gabro, dolerit ve bazalt örneklerinin La/Nb ve Th/Nb oranlarının kıyaslanması. Bu kıyaslama neticesinde örnekler Grup I ve Grup II olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. N-MORB, E-MORB ve OIB değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır. Kısaltmalar: E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları



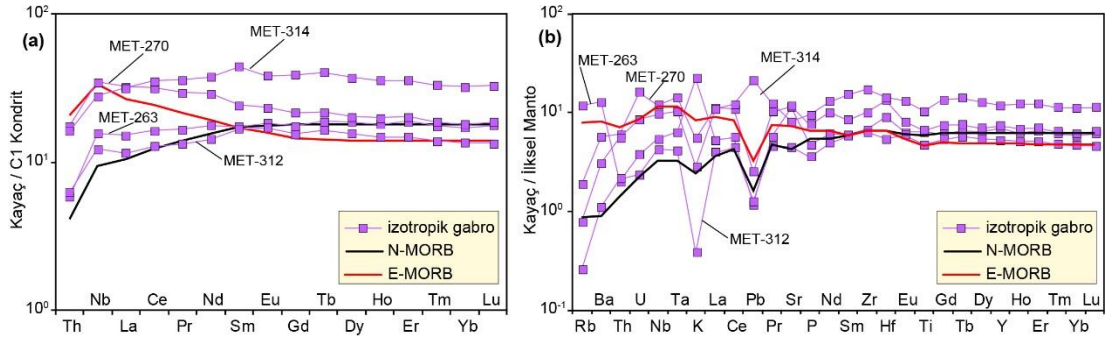
Şekil 5.8. Grup I'e ait gabro, bazalt ve dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)



Şekil 5.9. Grup I'e ait izotropik gabro, dolerit ve bazalt örneklerinin Mg# değerlerine karşı (a) SiO₂, (b) TiO₂, (c) Al₂O₃ ve (d) CaO içeriklerinin (% ağırlık) kıyaslanması

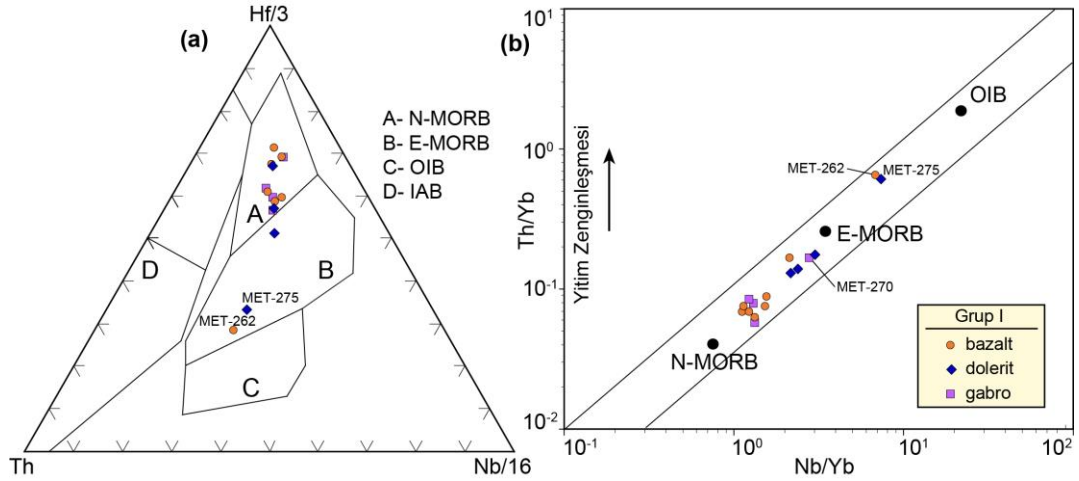
Kondrite göre normalize NTE diyagramında toleyitik bazalt karakterli olan izotropik gabro örnekleri N-MORB ve E-MORB benzeri dağılım deseni sunmaktadırlar (Şekil 5.10a). Bu kayalardan, MET-270 numaralı izotropik gabro örneği HNT elementlerinde bir miktar zenginleşmeye ($La_N/Sm_N=1,3$) sahip olup, HNT

elementlerinden ANT elementlerine doğru bir azalan ($La_N/Yb_N=1,8$; $Gd_N/Yb_N=1,2$) bir dağılım desenine sahiptir (Şekil 5.10a). Diğer izotropik gabro örnekleri ise (MET-263, MET-312 ve MET-314) HNT elementlerinde bir miktar tüketilim ($La_N/Sm_N=0,7-0,9$), ANT elementlerinde ise yaklaşık düz ($Gd_N/Yb_N=1,0-1,2$) bir dağılım desenine sahiptirler (Şekil 5.10a). Kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında Rb, Ba, K, U ve Pb gibi alterasyon süreçlerinden etkilenebilen elementler haricinde N-MORB ve E-MORB benzeri dağılım deseni sergilemektedirler (Şekil 5.10b). Bununla birlikte kayaçlar Hf-Nb-Th üçgen diyagramında değerlendirildiklerinde N-MORB alanına iz düştükleri görülmektedir (Şekil 5.11a). Nb/Yb oranlarının Th/Yb oranlarına kıyaslandığı diyagramda ise kayaçlar, manto yönelimi içinde yer almaktadırlar (Şekil 5.11b).

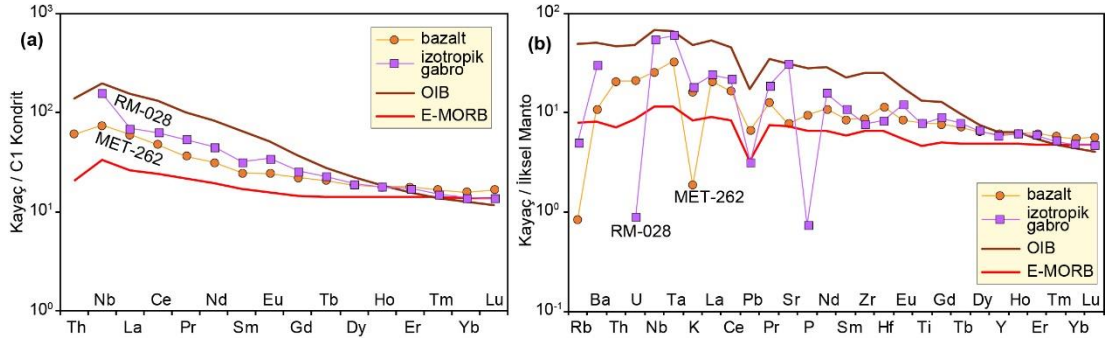


Şekil 5.10. Grup I'e ait izotropik gabro örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın kırmızı çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

Alkali bazalt özelliği sunan RM-028 numaralı izotropik gabro ve MET-262 numaralı bazalt örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, E-MORB kayaçlarına benzer şekilde, HNT elementlerinin zenginleşmeyle ($La_N/Yb_N=3,8-5,0$) birlikte, ANT elementlerinde düze yakın gidiş ($Gd_N/Yb_N=1,4-1,9$) görülmektedir (Şekil 5.12a). Benzer şekilde, aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında, Rb, U, K, Sr ve P element içerikleri haricinde, E-MORB benzeri dağılım desenine sahip oldukları görülmektedir (Şekil 5.12b). RM-028 numaralı izotropik gabro örneğine ait Th elementi ölçüm limitlerinin altında kalması nedeniyle ölçülemediği olup Şekil 5.12a ve b'deki ayırım diyagramlarında kullanılmamıştır. MET-262 numaralı örnek bu diyagramlarda değerlendirildiğinde, kayacın açık bir şekilde E-MORB alanında yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 5.11a, b).

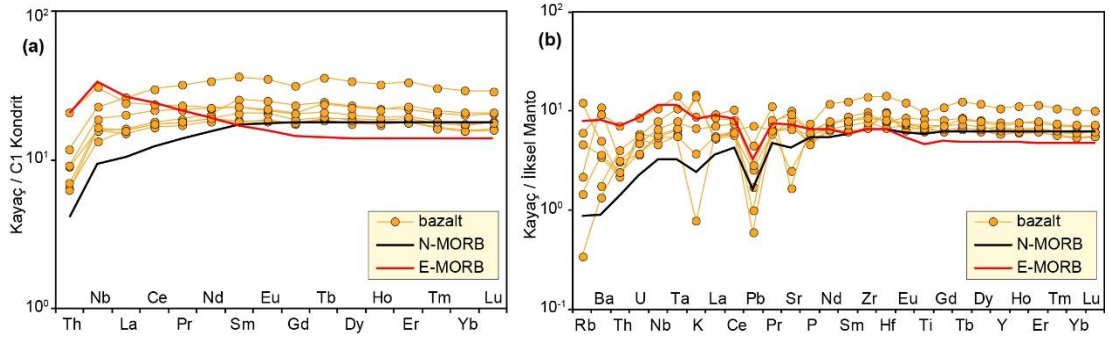


Şekil 5.11. Grup I'e ait izotropik gabbro, dolerit ve bazalt örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları



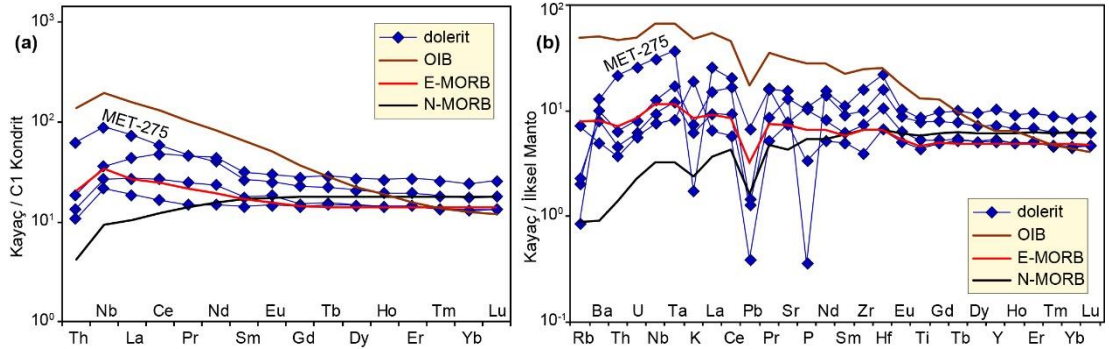
Şekil 5.12. Grup I'e RM-028 numaralı izotropik gabbro ve MET-262 numaralı bazalt örneklerinin (a) kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalize edilmiş değerleri ile E-MORB (kalın kırmızı çizgi) ve OIB (kalın kahverengi çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre

MET-262 numaralı örnek haricindeki Grup I'e ait diğer bazalt örnekleri ise daha çok N-MORB benzeri dağılım desenlerine sahiptirler (Şekil 5.13a, b). Bazaltların, kondrite göre normalize edilmiş La_N/Sm_N ve Gd_N/Yb_N oranları sırasıyla, 0,6-1,1 ve 1,0-1,2 aralığında değişmektedir. Kayaların, Wood vd. (1979)'un Hf-Th-Nb ve Pearce (1982)'nin Nb/Yb oranlarının Th/Yb oranlarına karşılaştırıldığı diyagramlarında açık bir şekilde N-MORB ve E-MORB'a karşılık gelen alanlarda yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.11a, b).



Şekil 5.13. Grup I'e ait bazalt örneklerinin (a) kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalize edilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın kırmızı çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

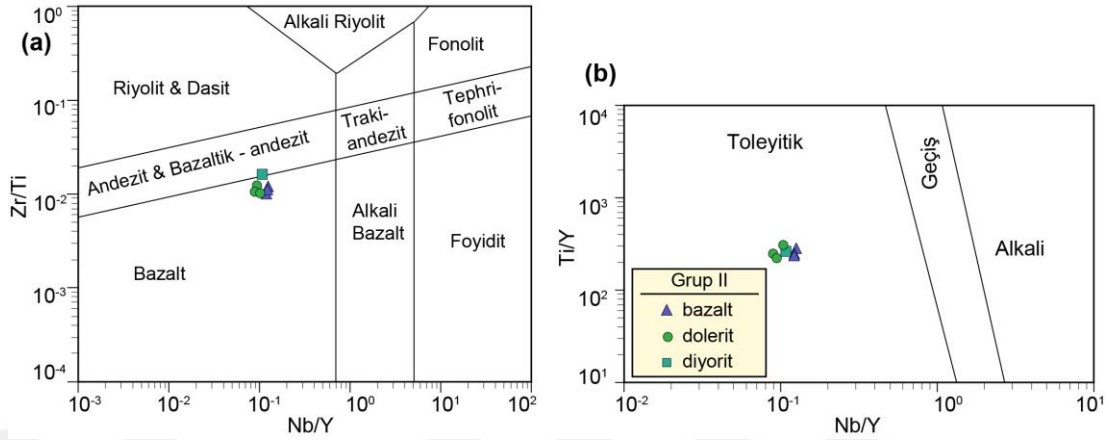
Dolerit örnekleri de izotropik gabro ve bazalt örneklerinde belirlendiği gibi N-MORB ve E-MORB benzeri özelliklere sahiptirler (Şekil 5.11a, b). Dolerit örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, HNT elementleri ANT elementlerine göre zenginleşme ($La_N/Yb_N=1,4-4,2$) göstermekte iken, ANT elementlerinde düze ($Gd_N/Yb_N=1,1-1,3$) yakın gidiş sergilemektedirler (Şekil 5.14a). Aynı kayaçlar ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında LIL ve HFS elementlerinde belirgin bir zenginleşmeye sahip olup, E-MORB benzeri bir dağılım deseni sergilemektedirler (Şekil 5.14b).



Şekil 5.14. Grup I'e ait dolerit örneklerinin (a) kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalize edilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi), E-MORB (kalın kırmızı çizgi) ve OIB (kalın kahverengi çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

Grup II'ye ait kayaçlar plajiyogranit, diyorit, dolerit ve bazaltlardan oluşmaktadır. Bu kayaç örnekleri, Pearce (1996)'nın $Zr/Ti - Nb/Y$ diyagramında ve Pearce (1982)'nin $Ti/Y - Nb/Y$ diyagramında incelendiklerinde, diyorit örneğinin toleyitik karakterli

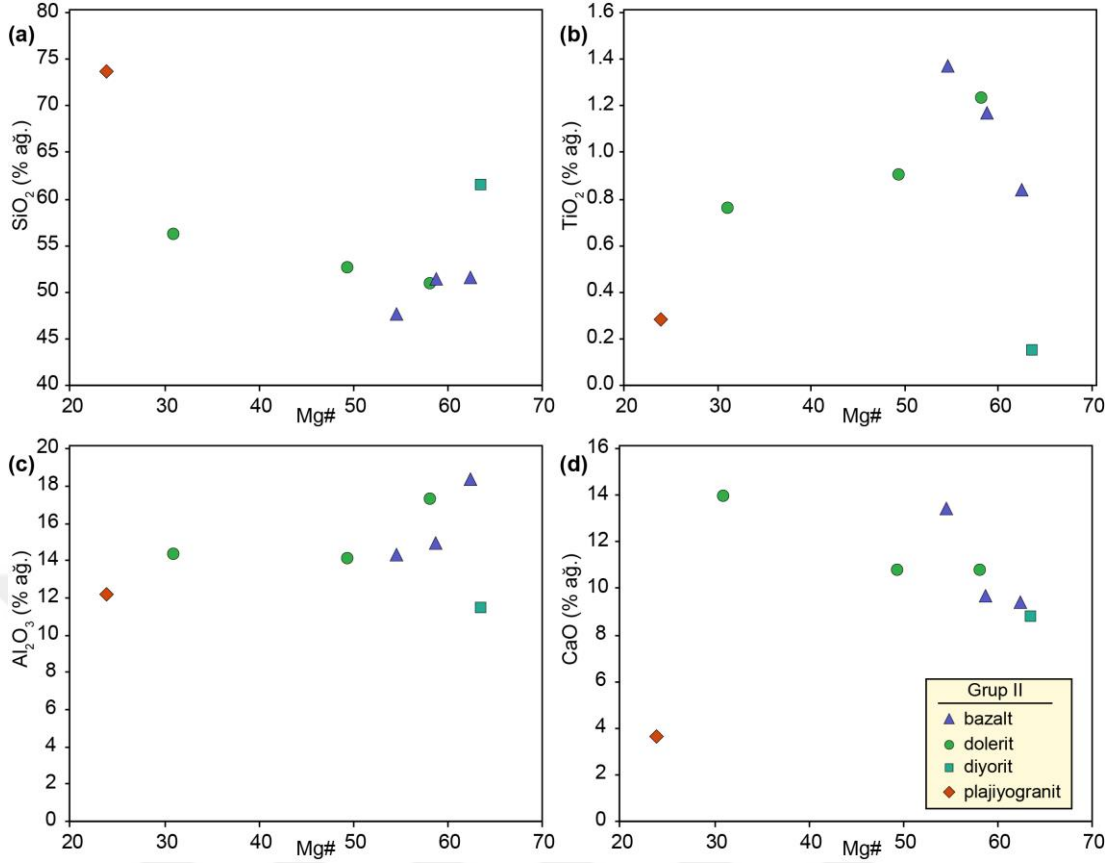
andezit/bazalt-andezit niteliğinde, bazalt ve dolerit örneklerin ise toleyitik karakterli bazaltlar niteliğinde oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 5.15a, b).



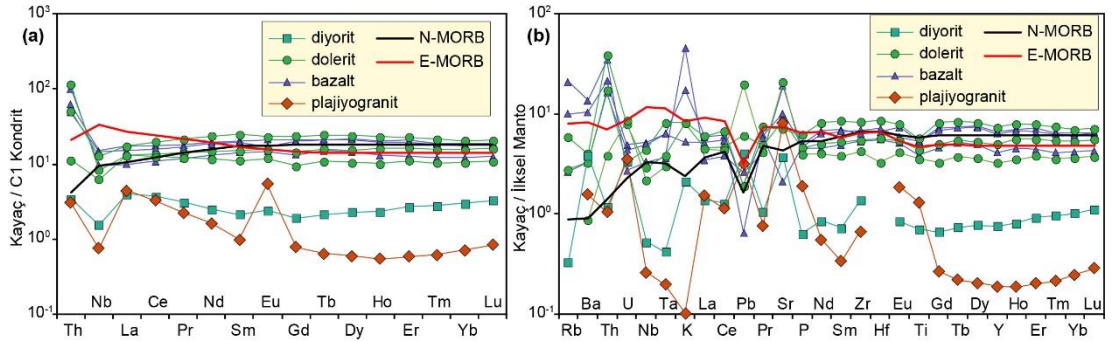
Şekil 5.15. Grup II'ye ait diyorit, bazalt ve dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

Pearce (1996)'nın Zr/Ti – Nb/Y sınıflama diyagramında plajiyogranit türü kayalara karşılık gelen alan olmaması nedeniyle, RM-150 numaralı plajiyogranit örneği bu diyagramda değerlendirilmemiştir. Plajiyogranit örneği, bazalt ve dolerit örneklerine göre yüksek SiO₂ (% ağı. 73,8), düşük TiO₂ (% ağı. 0,3), Al₂O₃ (% ağı. 12,2) ve CaO (% ağı. 3,6) içeriğine sahiptir (Şekil 5.16a-d). Bununla birlikte, kayaç ofiyolitik plajiyogranitler için karakteristik (ör. Dilek ve Furnes, 2017) olan yüksek Na₂O (% ağı. 4,4) ve oldukça düşük K₂O (% ağı. 0,003) içeriğine sahiptir. RM-147 numaralı diyorit örneği ortaç SiO₂ (% ağı. 61,6), düşük TiO₂ (% ağı. 0,2), Al₂O₃ (% ağı. 11,5) ve CaO (% ağı. 8,8) içeriğine ve göreceli olarak yüksek Mg# değerine (63,6) sahiptir (Şekil 5.16a-d). Bazalt ve dolerit örnekleri % ağı. 47,5 - 56,2 arasında değişen SiO₂ içeriğine ve 31,0 - 62,5 arasında değişen Mg# değerine sahiptirler (Şekil 5.16a).

RM-147 numaralı diyorit örneğinin ortaç NTE'lerinin HNT (La_N/Sm_N=1,9) ve ANT (Sm_N/Yb_N=0,7) elementlerine göre tüketildikleri görülmektedir (Şekil 5.17a). Plajiyogranit örneği HNT elementlerinde zenginleşme (La_N/Sm_N=4,5) sunmakla birlikte, ANT elementlerinde iç bükey bir dağılım deseni (Gd_N/Ho_N=1,4; Lu_N/Ho_N=1,5) sunmaktadır (Şekil 5.18a). Ayrıca, plajiyogranit örneği kümülat kayalarında gözlenen ve plajiyoklaz birikimine işaret eden yüksek pozitif Eu anomalisine (Eu/Eu*=6,2) sahiptir (Şekil 5.17a).



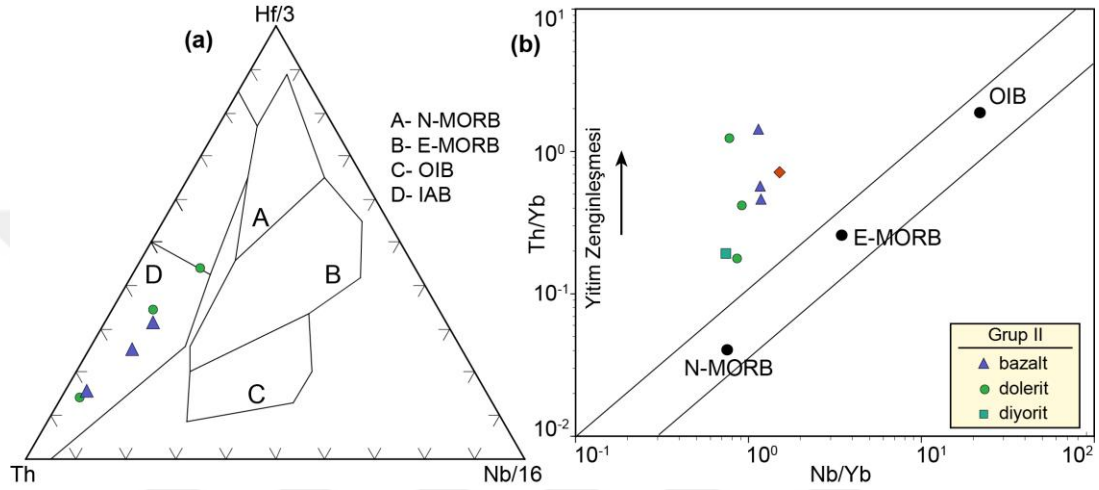
Şekil 5.16. Grup II'ye ait diyorit, dolerit, bazalt ve plajiyogranit örneklerinin Mg# değerlerine karşı (a) SiO₂, (b) TiO₂, (c) Al₂O₃ ve (d) CaO içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması



Şekil 5.17. Grup II'ye ait diyorit, dolerit, bazalt ve plajiyogranit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın kırmızı çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

Diyorit ve plajiyogranit örnekleri, hem kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında hem de ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında N-MORB'a göre oldukça tüketilmiş bir dağılım desenleriyle diğer

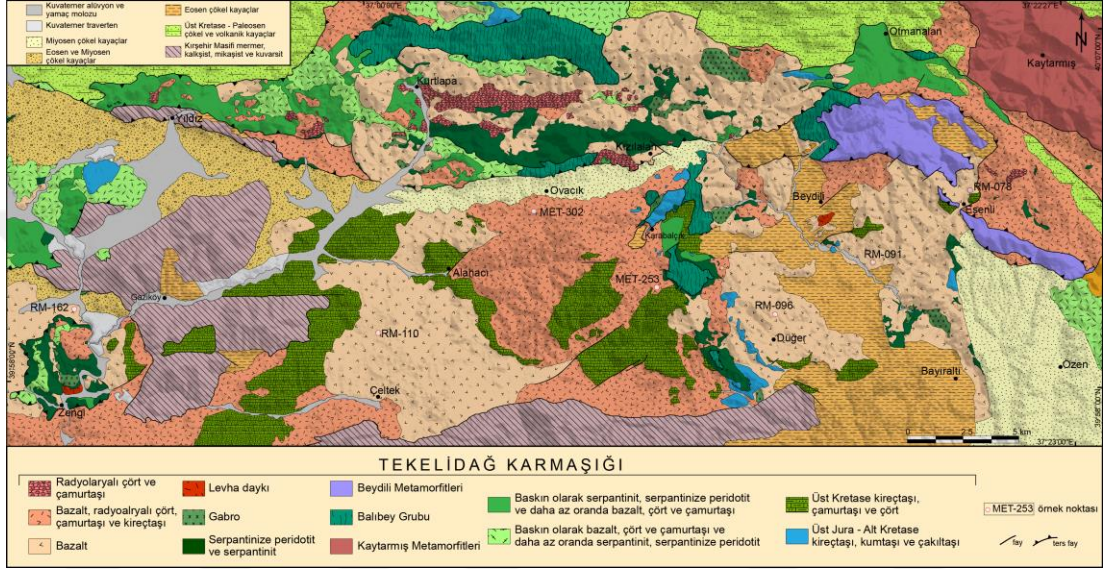
bazalt ve dolerit örneklerinden farklılık sunmaktadır (Şekil 5.17b). Bu durum, kayaçların tüketilmiş bir kaynak alanından türediklerini işaret etmektedir. Ayrıca, her iki örnekte de belirgin Nb tüketilimi ve Th zenginleşmesinin gözlenmesi, bu kayaçların yitim zonu üstü ortam koşullarında oluştuklarının önemli göstergelerinden biridir (Şekil 5.17a, b). Nb/Yb ve Th/Yb oranlarının kıyaslandığı diyagramda kayaçların oluşumdaki yitim bileşeninin etkisi açıkça görülebilmektedir (Şekil 5.18b).



Şekil 5.18. Grup II'ye ait diyorit, dolerit, bazalt ve plajiyogranit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

Bazalt ve dolerit örnekleri kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında birbirleriyle uyumlu bir dağılım deseni sunmakta ve HNT elementleri ANT elementlerine göre bir miktar zenginleşme ($L_{AN}/Y_{bN}=1,23-2,08$) göstermektedir (Şekil 5.17a). Bazalt ve dolerit örnekleri hem kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında hem de ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında N-MORB benzeri dağılım deseni sunmalarına karşın, yitim bileşeninin varlığına işaret eden Nb elementi, Th elementine göre belirgin bir şekilde tüketilim sunmaktadır (Şekil 5.17a, b). Ayrıca, bazı örneklerde negatif Ti, Zr ve Y anomalilerinin gözlenmesi, kayaçların yitimle ilişkili ortam koşullarında oluştuklarını desteklemektedir (Şekil 5.17b). Aynı kayaçlar, Hf-Nb-Th üçgen diyagramında (Şekil 5.18a) değerlendirildiğinde ada yayı bazaltları alanına iz düştükleri, Pearce (1982)'nin Nb/Yb oranlarının Th/Yb oranlarına karşılaştırıldığı diyagramda da kayaçların yitim bileşeninin varlığı açık bir şekilde tespit edilmektedir (Şekil 5.18b).

Tüm kayaç jeokimyası analizleri için Üst Kretase yaşlı volkanik kayalarından seçilen örneklerin konumları Şekil 5.20'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. MET-253 ve RM-096 numaralı örnekler haricindeki diğer volkanik kayaç örnekleri % ağırlıkta 49.2 ile 53.9 arasında değişen benzer SiO₂ içeriklerine sahiptirler. Göreceli yüksek olarak yüksek SiO₂ içeriklerine sahip olan MET-253 ve RM-096 numaralı örneklerin SiO₂ içerikleri sırasıyla % ağırlıkta 62,9 ve 66,3'dür.

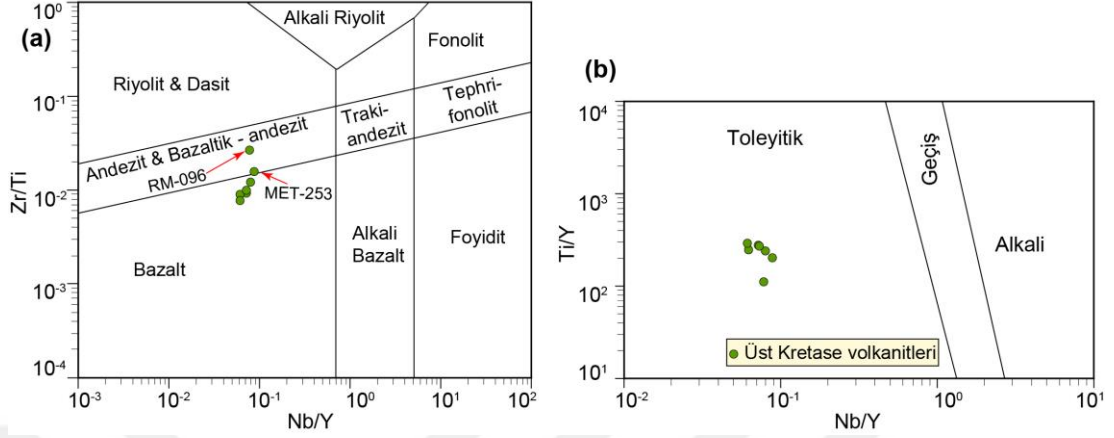


Şekil 5.19. Tüm kayaç jeokimyasal özellikleri incelenen Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç örneklerinin jeoloji haritası üzerindeki konumları

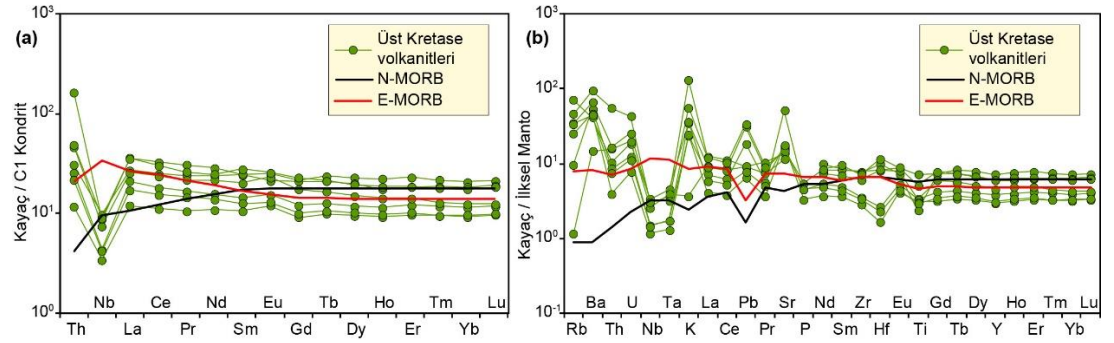
Derlenen bu volkanik kayaç örnekleri, Pearce (1996)'nın Zr/Ti-Nb/Y diyagramından ve Pearce (1982)'nin Ti/Y-Nb/Y diyagramında genel olarak toleyitik karakterli bazaltlar niteliğinde oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 5.20a, b). Aynı diyagramlara göre MET-253 ve RM-096 numaralı örneklerin ise andezit / bazaltik andezit bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 5.20a, b).

Volkanik kayaç örnekleri NTE ve iz element davranışları açısından birbirlerine benzer özelliklere sahiptirler. Bu kayaç örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında HNT elementleri, ANT elementlerine göre bir miktar zenginleşme (Şekil 5.21a) sunmakta olup La_N/Yb_N oranları 1,3 ile 2,0 arasında değişmektedir. Hem NTE hem de ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında belirgin şekilde gözlenen Nb ve Ta elementlerinde tüketim, Th elementinde ise zenginleşmenin varlığı, bu kayaların yitimle ilişkili kökene sahip olduklarını göstermektedir (Şekil 5.21a, b). Ayrıca, bazı volkanik kayaç örneklerinin ilksel

mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında Zr, Hf ve Ti çöküntülerin gözlenmesi bu kayaların yitimle ilişkili kökenlerini desteklemektedir.



Şekil 5.20. Üst Kretase yaşlı volkanik kayaları için (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)



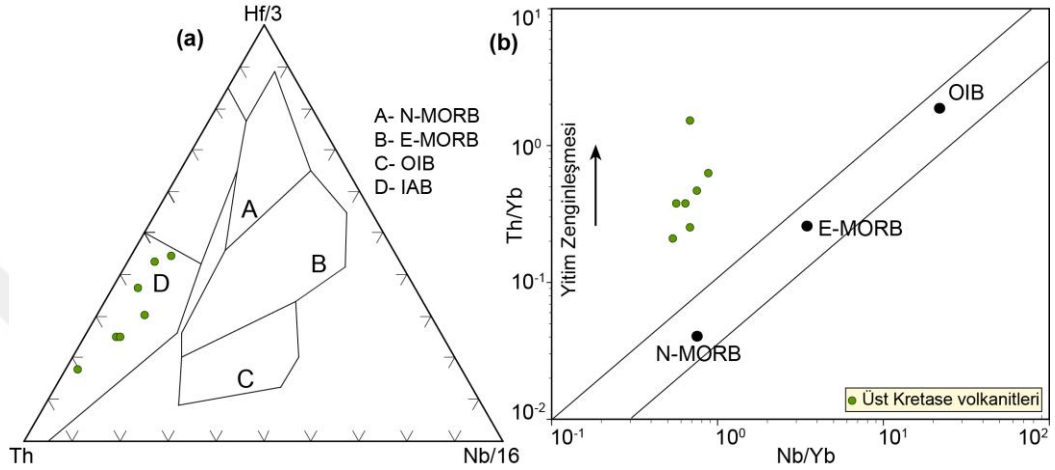
Şekil 5.21. Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın kırmızı çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göredir

Yitimle ilişkili bu örnekler Hf-Th-Nb üçgen diyagramında (Wood ve diğ., 1979) ada yayı bazaltları sahasına karşılık gelmektedirler (Şekil 5.22a). Benzer şekilde, Th/Yb oranlarının Nb/Yb oranlarına kıyaslandığı diyagramda (Pearce, 1982) kayaların oluşumundaki yitim bileşeninin etkisi açıkça görülebilmektedir (Şekil 5.22b).

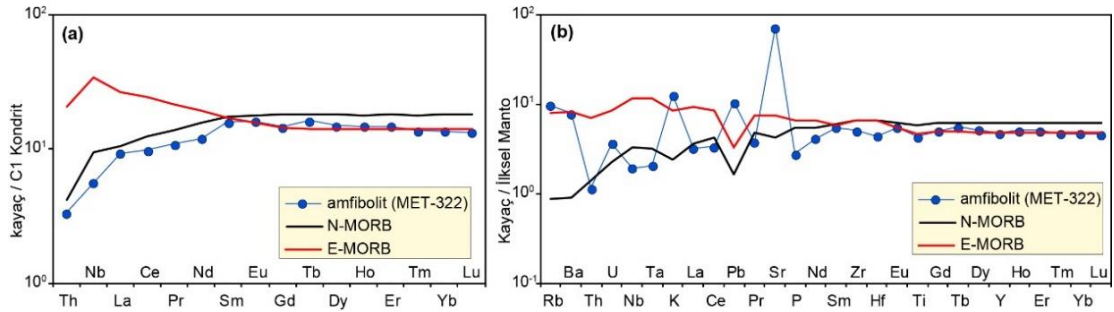
5.1.1. Beydili Metamorfitleri

MET-322 numaralı amfibolit örneği, Beydili metamorfitleri içerisinde kalkışist ve mermerlerle ara katkılı olarak yüzeyleyen amfibolitlerden derlenmiştir. Kayaç, bazaltik kökene ($\text{SiO}_2=47,6$ % ağırlık) sahip olup toleyitik ($\text{Nb/Y}=0,14$) karakterdedir.

Kayaçın kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında HNTE'lerde bir tüketilme ($La_N/Sm_N=0,6$) görülmektedir (Şekil 5.23a). Aynı kayaçın ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında, LIL elementlerinde (ör. Rb, Ba, Sr) zenginleşme sunması haricinde, N-MORB benzeri bir dağılım deseni sunduğu görülmektedir (Şekil 5.23b).



Şekil 5.22. Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları



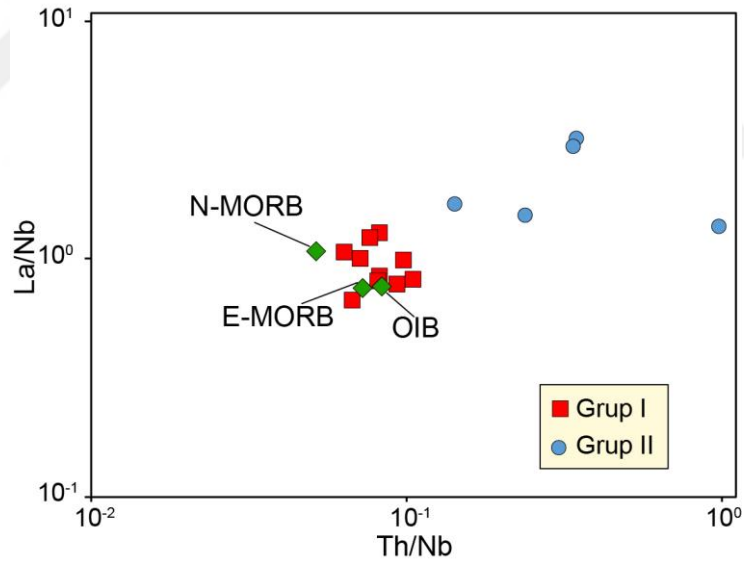
Şekil 5.23. Beydili Metamorfileri'nden derlenen MET-322 numaralı amfibolit örneğine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçın ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın kırmızı çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre

5.1.2. Balıbey Grubu

Bu bölümde Balıbey Grubu'na ait bazik kökenli metamorfik kayaçlarından ve bu kayaçları kesen meta-plajiyogranit ve dolerit dayklarından derlenen örneklerin tüm kayaç jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Ayrıntıları tezin "Mineraloji ve

Petrografi” bölümünde aktarıldığı üzere Balıbey Grubu’nu oluşturan bazik kökenli metamorfik kayalar, mineralojik ve dokusal özelliklerine göre farklı şekillerde (ör. amfibolit, mavişist, meta-bazalt) adlandırılmıştır. Anlatımda kapsayıcılık olması açısından bu bölümde, bazik kökenli metamorfik kayaların tümü “metabazit” olarak adlandırılmıştır.

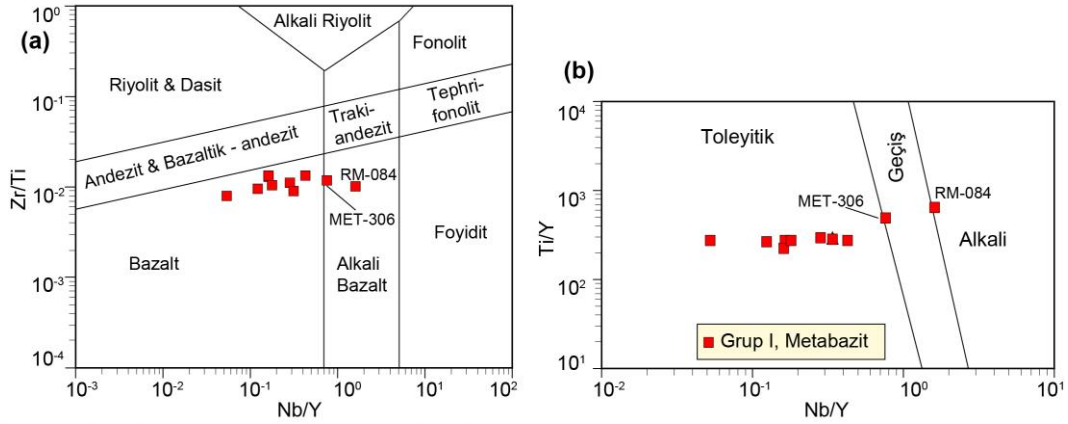
Balıbey Grubu’na ait metabazit örnekleri, ofiyolitik kayalarında gruplandırılmasında kullanılan Th/Nb oranlarının ve La/Nb oranlarına karşı kıyaslandığı diyagramda değerlendirilerek “Grup I” ve “Grup II” olmak üzere iki ayrı grubu ayrılmıştır (Şekil 5.24). Grup I’e ait metabazit örnekleri, okyanus ortası sırtı bazaltlarına (Th/Nb=0,05; La/Nb=1,07; Sun ve McDonough, 1989) benzer düşük Th/Nb (0,07-0,10) ve La/Nb (0,68-1,29) oranlarına sahiptirler (Şekil 5.24). Buna karşın Grup II’ye ait metabazit örnekleri, okyanus ortası sırtı bazaltlarına kıyasla daha yüksek Th/Nb (0,14-0,98) ve La/Nb (1,36-3,19) oranlarıyla temsil edilmektedirler (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Balıbey Grubu’na ait metabazit örneklerinin La/Nb ve Th/Nb oranlarının kıyaslanması. Bu kıyaslama neticesinde örnekler Grup I ve Grup II olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. N-MORB, E-MORB ve OIB değerleri Sun ve McDonough (1989)’dan alınmıştır. Kısaltmalar: E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

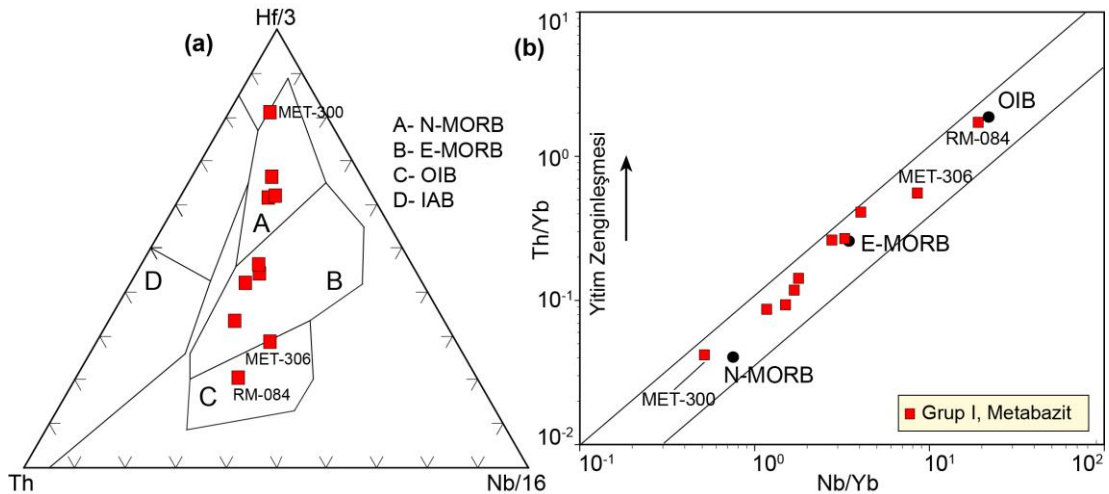
Grup I’e ait metabazit örnekleri, Zr/Ti – Nb/Y diyagramında (Pearce, 1996) ve Ti/Y – Nb/Y diyagramında (Pearce, 1982) incelendiklerinde alkali bazalt niteliğindeki RM-

084 ve MET-306 numaralı metabazit örnekleri dışındaki tüm örneklerin toleyitik bazalt benzeri özellik sundukları görülmektedir (Şekil 5.25a, b).



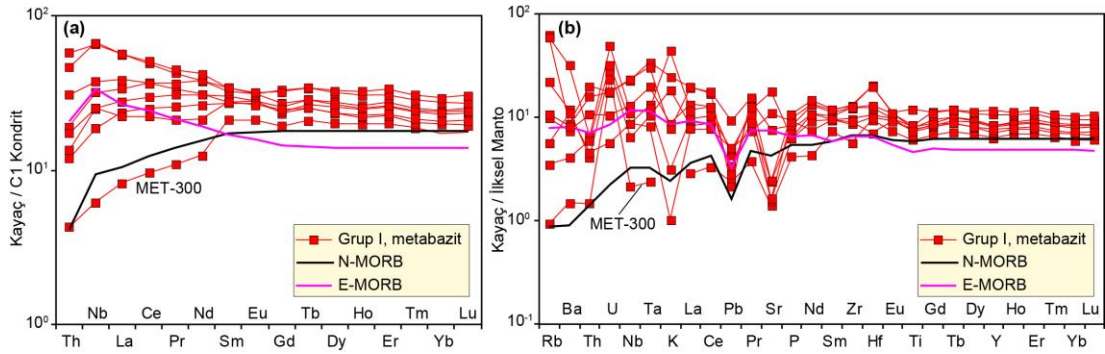
Şekil 5.25. Balıbey Grubu'ndan derlenen Grup I'e metabazit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

Grup I'e ait metabazit örnekleri, levha içi tektono-magmatik ortam koşullarını yansıtan jeokimyasal özelliklere sahiptirler (Şekil 5.26a, b). Örneğin, Th/Yb-Nb/Yb diyagramında (Pearce, 1982), metabazit örneklerinin manto yönsemesi içerisinde yer aldığı ve de N-MORB ile OIB arasında değişen özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.26b).



Şekil 5.26. Grup I'e ait metabazit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

Bu kayalardan MET-300 numaralı metabazit örneğinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında HNT elementleri, ANT elementlerine göre tüketilmiş ($La_N/Yb_N=0,5$), olup N-MORB benzeri dağılım deseni sunmaktadır (Şekil 5.27a). Benzer şekilde, kayaç ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında N-MORB benzeri bir dağılım desenine sahiptir (Şekil 5.27b). Diğer metabazit örnekleri ise, N-MORB'a göre zenginleşmiş NTE dağılımına sahip olup kondrite göre normalize La_N/Sm_N ve Gd_N/Yb_N oranları sırasıyla, 0,8-1,7 ve 1,0-1,2 arasında değişmektedir (Şekil 5.27a). Aynı kayalar ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında incelendiklerinde LIL elementlerindeki (ör. Rb, Ba, Sr) farklılıklar dışında E-MORB'a benzer dağılım desenine sahip oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 5.27b).

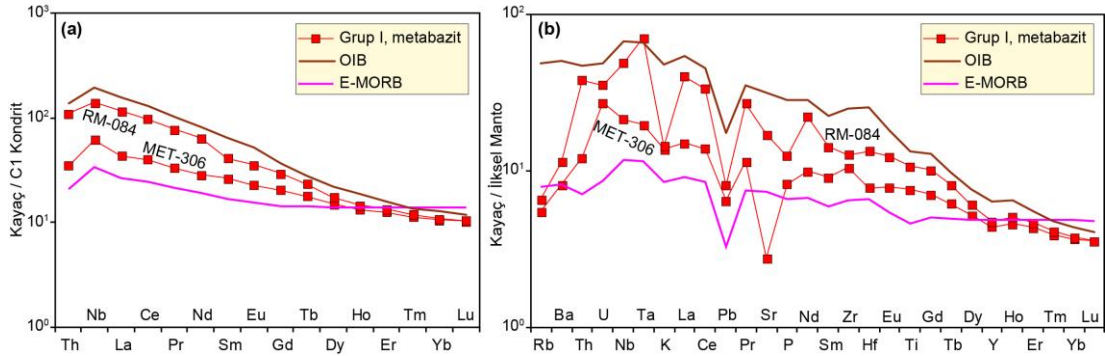


Şekil 5.27. Grup I'e ait toleyitik nitelikteki metabazit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın pembe çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

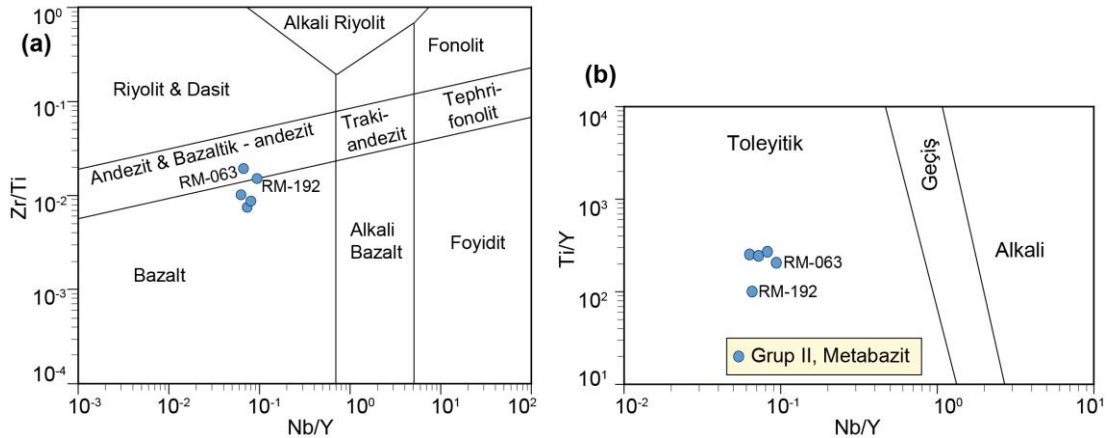
Alkali bazalt özelliği sunan MET-306 ve RM-084 numaralı metabazit örnekleri, diğer metabazit örneklerine göre, yüksek La_N/Yb_N (4,1-10,7) ve Gd_N/Yb_N (1,9-2,7) oranlarına sahiptirler. Bu kayalar, hem kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında hem de ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında OIB niteliğindeki kayalarda gözlenebilen negatif yönelim sunan bir dağılım desenine sahiptir (Şekil 5.28a, b).

Grup II'ye ait metabazit örnekleri toleyitik karakterli bazalt ve bazaltik andezit niteliğindeki ilksel kayaç bileşimlerine sahiptirler (Şekil 5.29a, b). Bunlardan, bazaltik andezit bileşiminde olan RM-063 numaralı metabazit örneği % ağı. 58,8 SiO_2 içeriğine sahip iken, diğer örneklerin SiO_2 içerikleri % ağı. 46,8-52,8 arasında değişmektedir.

Bununla birlikte, metabazit örnekleri göreceli olarak düşük TiO_2 (% ağı. 0,3-1,7) ve yüksek MgO (% ağı. 4,8-7,8) içeriklerine sahiptirler.



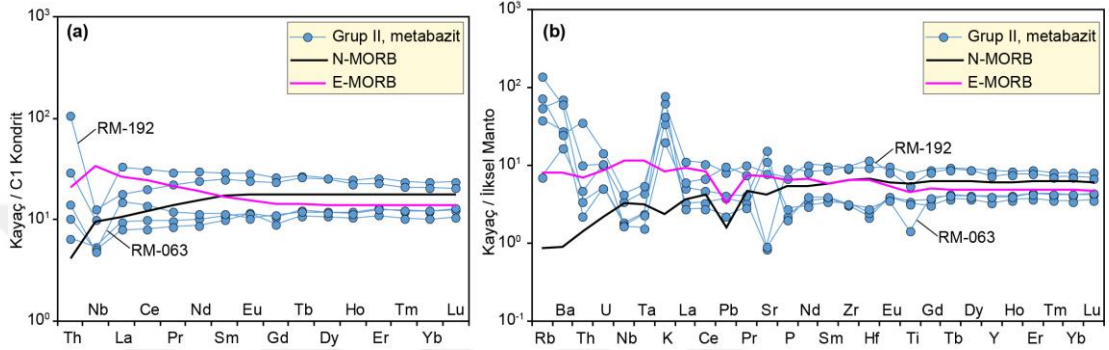
Şekil 5.28. Grup I'e ait RM-084 ve MET-306 numaralı metabazit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile E-MORB (kalın pembe çizgi) ve OIB (kahverengi kalın çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre



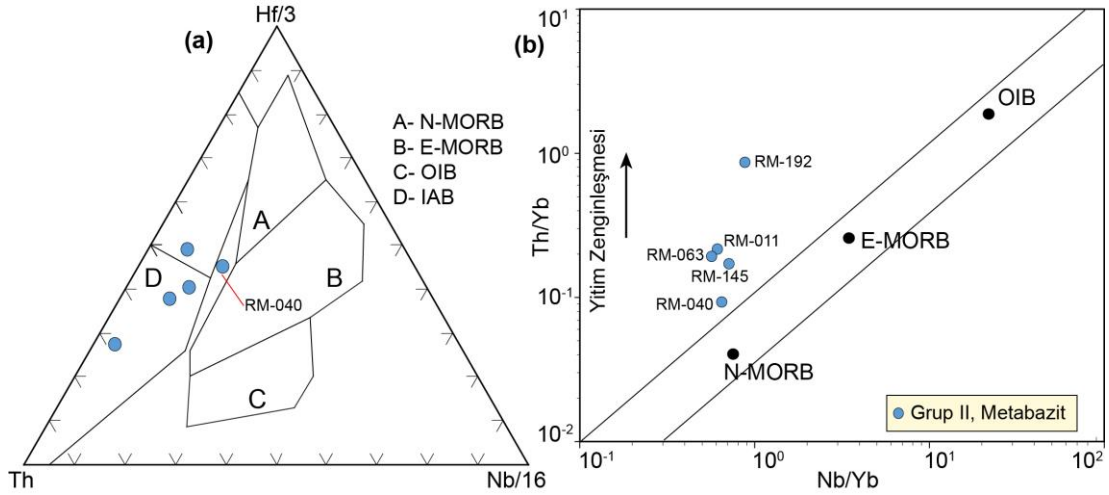
Şekil 5.29. Balıbey Grubu'ndan derlenen Grup II'ye ait metabazit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göre)

Grup II'ye ait metabazit örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş La_N/Sm_N oranları 0,7-1,3, Gd_N/Yb_N oranları ise 0,9-1,1 arasında değişmekte olup genel itibariyle yaklaşık düz bir dağılım desenine sahiptirler (Şekil 5.30a). Ayrıca aynı diyagramda, tüm kayaçların ortak özelliği yitimle ilişkili kaynak alanında türediklerini işaret eden Th elementindeki zenginleşmeye karşın Nb elementindeki tüketim belirgin olarak görülebilmektedir (Şekil 5.30a). Benzer şekilde, kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında ise Rb, Ba, K ve Sr elementlerinde belirgin zenginleşme, Nb ve Ta elementlerinde ise tüketim sunmaktadır (Şekil

5.30b). Öte yandan, RM-063 ve RM-192 numaralı örnekler, yitim bileşenin bir başka göstergesi olan negatif Ti anomalisi göstermektedirler (Şekil 5.30b). Hf-Nb-Th üçgen diyagramında (Cabanis ve Lecolle, 1989) metabazit örneklerinin ada yayı kayaçları özelliği sundukları görülmektedir (Şekil 5.31a). Th/Yb-Nb/Yb diyagramında da (Pearce, 1982), metabazit örneklerinin yitim bileşeni tarafından modifiye edilmiş manto kaynağından türedikleri görülmektedir (Şekil 5.31b).



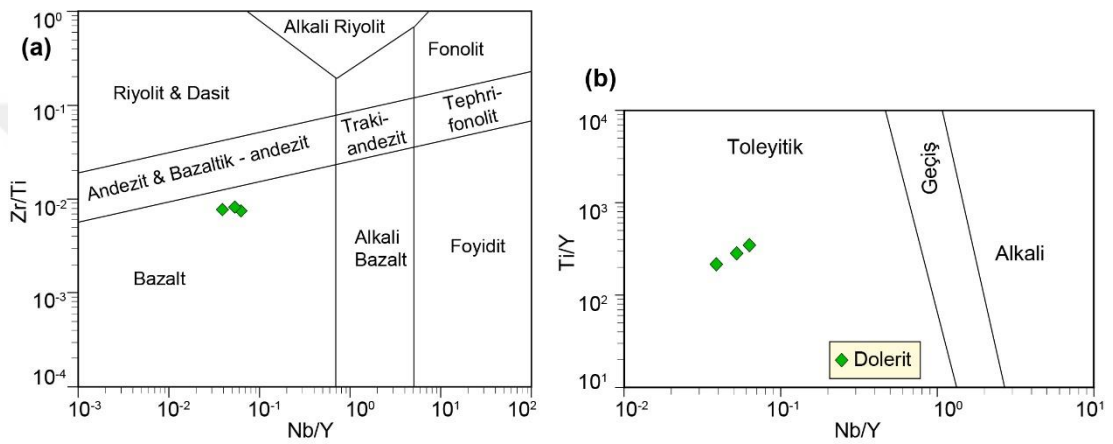
Şekil 5.30. Grup II'ye ait metabazit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın pembe çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir



Şekil 5.31. Grup II'ye ait metabazit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

MET-309 ve RM-085 numaralı dolerit örnekleri sırasıyla, Ovacık köyü kuzeyindeki ve Otmanalan köyü güneyindeki OIB niteliğindeki metabazitleri kesen dolerit

dayklarından derlenmiştir. RM-055 numaralı dolerit örneği ise, yitimle ilişkili RM-063 numaralı metabazit örneğinin derlendiği alandaki dolerit daykından derlenmiştir. RM-055 numaralı dolerit örneği göreceli olarak yüksek SiO₂ (% ağı. 55,4) ve MgO (% ağı. 7,3) içeriğine ve düşük TiO₂ (% ağı. 0,3) içeriğine sahiptir. Diğer dolerit örneklerinin % ağı. 50,0-53,0 SiO₂, % ağı. 4,6-5,8 MgO ve % ağı. 0,8-1,7 TiO₂ içeriğine sahiptir. Dolerit örnekleri, Zr/Ti – Nb/Y diyagramında (Pearce, 1996) ve Ti/Y – Nb/Y diyagramında (Pearce, 1982) incelendiklerinde ise toleyitik bazalt niteliğinde oldukları görülmektedir (Şekil 5.32a, b).

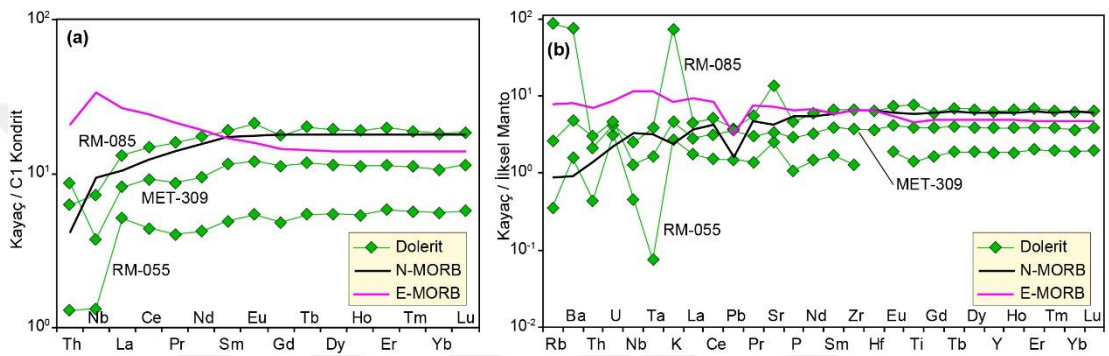


Şekil 5.32. Balıbey Grubu'ndan derlenen dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

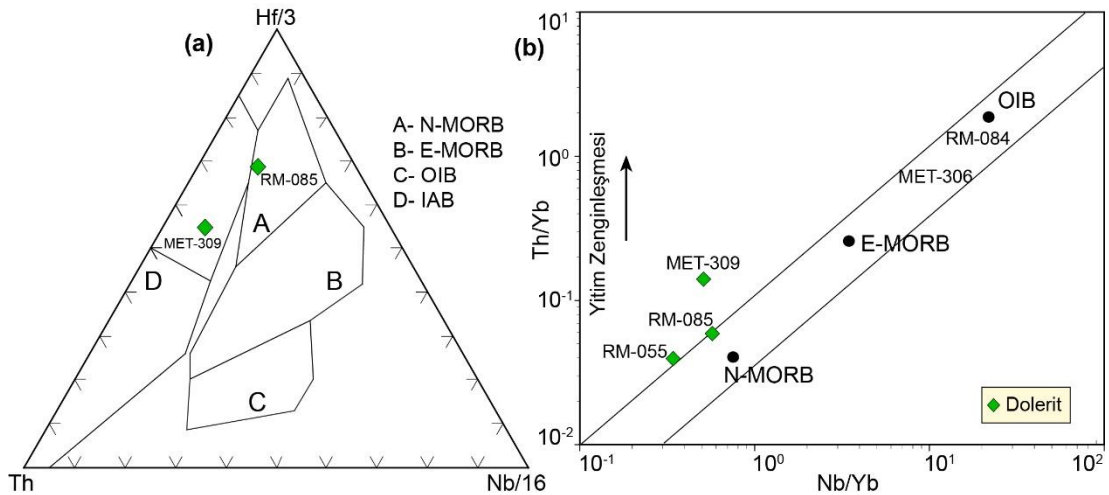
RM-055 numaralı dolerit örneğinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, yitimle ilişkili kayalarda gözlenen kaşık şekilli dağılım deseni sunmaktadır (Şekil 5.33a). Kayacın ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında LIL elementlerinde gözlenen artış (ör. Ba, U, K) dışındaki diğer iz elementler açısından N-MORB'a göre tüketildikleri görülmektedir (Şekil 5.33b). Öte yandan, Nb, Ta, Zr ve Hf elementlerinde tüketilme olması, bu kayacın yitimle ilişkili kaynak alanında türediğinin önemli bir göstergesidir.

RM-085 numaralı dolerit örneği ise HNT elementlerinde ANT elementlerine göre belirgin bir tüketilme ($La/Yb_N=0,7$) göstermektedir (Şekil 5.33a). Kayaç, ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında daha çok N-MORB benzeri bir dağılım deseni sunmaktadır (Şekil 5.33b). Ancak, diyagram dikkatli incelendiğinde Nb elementinde tüketilme ve Th elementinde zenginleşmenin varlığı görülebilmektedir (Şekil 5.33b). Ayrıca kayaç, Wood ve diğ. (1979)'un Hf-Nb-Th

diyagramında, N-MORB alanında (Şekil 5.34a) yer almakta iken, Pearce (1982)'nin Nb/Yb-Th/Yb diyagramında ise yitim bileşenin etkisi görülebilmektedir (Şekil 5.34b). MET-309 numaralı dolerit örneğinin NTE diyagramında, HNT elementlerinde bir miktar tüketilme ($La_N/Sm_N = 0,7$) olmakla birlikte, ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında yitim bileşenin varlığına işaret edecek şekilde Nb elementinin Th elementine göre tüketildiği görülmektedir (Şekil 5.33a, b). Benzer şekilde kayacın tektono-magmatik ortam diyagramlarında yitimle ilişkili yay volkanik kayaları niteliğinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.34a, b).

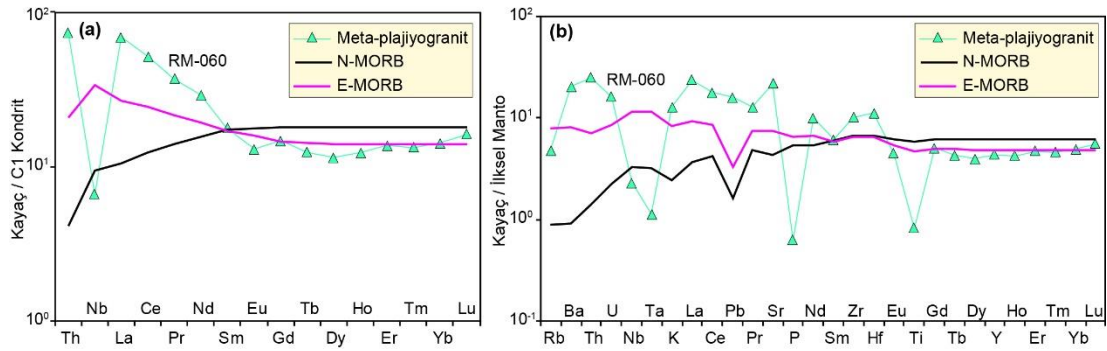


Şekil 5.33. Balıbey Grubu'na ait dolerit örneklerinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın pembe çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göredir



Şekil 5.34. Dolerit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

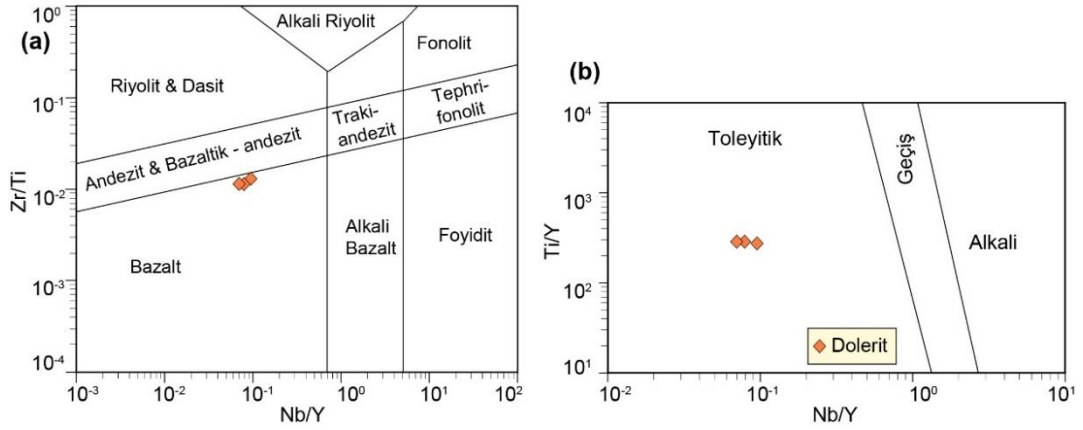
RM-060 numaralı meta-plajiyogranit örneği, Karabalçık köyü kuzeyindeki RM-063 (metabazit) ve RM-055 (dolerit) numaralı örneklerin de derlendiği metabazit kütesini kesen meta-plajiyogranit daykından alınmıştır. Kayaç, ofiyolitik plajiyogranit türü felsik kayalara benzer şekilde (ör. Furnes ve Dilek, 2017), yüksek SiO₂ (% ağı. 73,5) ve Na₂O (% ağı. 6,6) içeriğine ve düşük K₂O (% ağı. 0,4) içeriğine sahiptir. Kayaçın kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, HNT elementlerinde ANT elementlerine göre belirgin zenginleşme (La_N/Sm_N=3,9; La_N/Yb_N=4,8) sunmakla birlikte, kayaçın oluşumunda plajiyoklaz minerallerinin fraksiyonlaştığını gösteren negatif Eu (Eu/Eu*=0,8) anomalisine sahiptir (Şekil 5.35a). Aynı diyagramında, kayaçın yitimle ilişkili magmadan türediğini gösteren kuvvetli negatif Nb anomalisine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.35a). Benzer şekilde, kayaçın ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında belirgin negatif Nb, Ta, P ve Ti anomalisi sunmaktadır (Şekil 5.35b).



Şekil 5.35. Balıbey Grubu'na ait RM-060 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın pembe çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göre dir

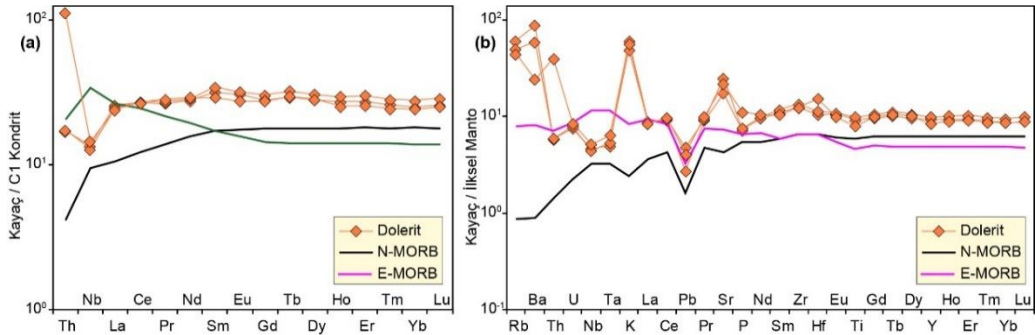
5.1.3 Kaytarmış Metamorfitleri

MET-325, MET-326 ve RM-086 numaralı örnekler, Kaytarmış Metamorfitleri'ne ait meta-kırıntılı ve meta-karbonatlı kayaları kesen dolerit dayklarından derlenmiştir. Dolerit örneklerinin SiO₂ içerikleri % ağı. 50,2-51,4, TiO₂ içerikleri % ağı. 1,7-2,1, Al₂O₃ içerikleri % ağı. 12,5-14,5, CaO içerikleri % ağı. 6,5-8,1 ve Mg# değerleri 39,4-46,2 arasında değişmekte olup, toleyitik karakterli bazaltlarla kıyaslanabilir (Şekil 5.36a, b).

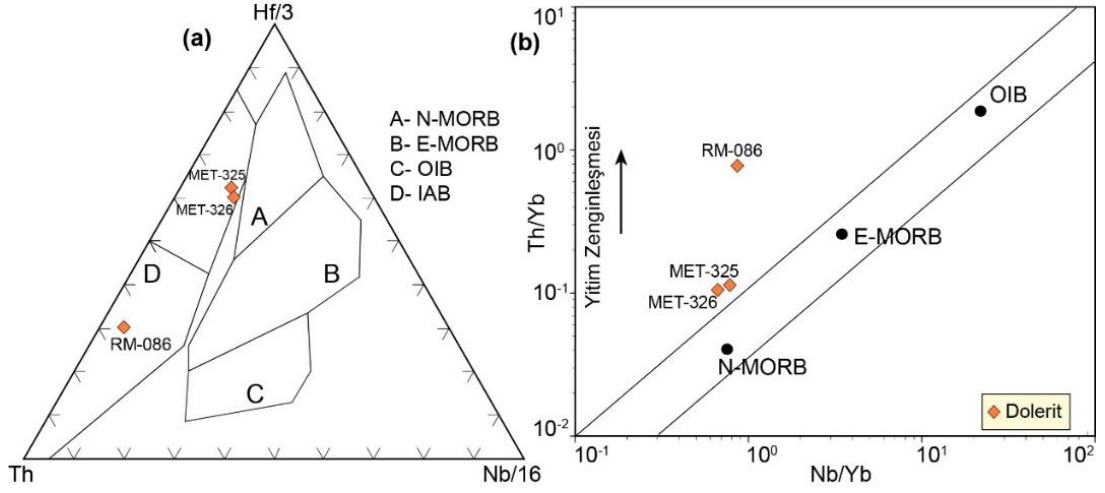


Şekil 5.36. Kaytarmış Metamorfileri'nden derlenen dolerit örnekleri için (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

Dolerit örnekleri iz ve NTE jeokimyasal özellikleri (Şekil 5.37a, b) açısından birbirlerine oldukça benzer özelliklere sahip olup Şekil 5.38a, b'deki tektonomagmatik ayırım diyagramlarında yitimle ilişkili ada yayı bazaltları özelliği sundukları görülmektedir. Kayaçların kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında HNT elementlerinde bir miktar tüketimle ($La_N/Sm_N=0,7-0,8$) birlikte, ANT elementlerinde yaklaşık düz ($Gd_N/Yb_N=1,1$) bir dağılım deseni sunmaktadırlar (Şekil 5.37a). Aynı diyagramda, doleritik kayaçların yitimle ilişkili kaynak alanından türedikleri işaret eden Nb elementinde tüketim gözlenmesine rağmen Th elementinde belirgin bir zenginleşme gözlenmektedir (Şekil 5.37a). Benzer şekilde, ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında da, Nb ve Ta elementlerinin Th elementine göre tüketilmiş oldukları ve pozitif Rb, Ba, K ve Sr anomalisine sahip oldukları görülmektedir. (Şekil 5.37b).



Şekil 5.37. Kaytarmış Metamorfileri'nden derlenen dolerit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş NTE diyagramı. (b) Aynı kayaçların ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı. Her iki diyagramda normalleştirilmiş değerleri ile N-MORB (kalın siyah çizgi) ve E-MORB (kalın pembe çizgi) değerleri Sun ve McDonough (1989)'a göredir



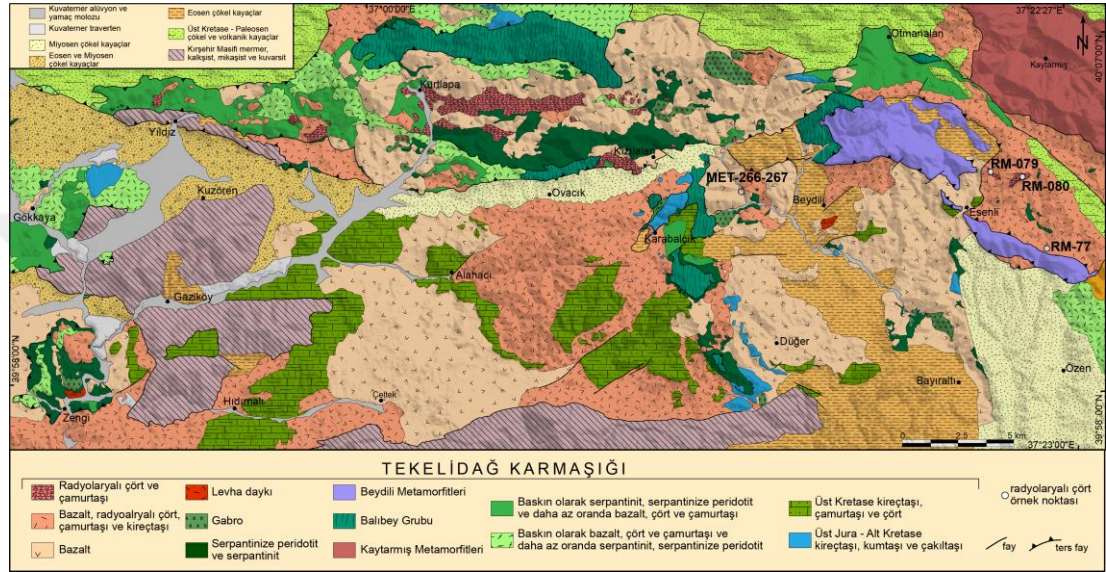
Şekil 5.38. Kaytarmış Metamorfite'lerden derlenen dolerit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

6. PALEONTOLOJİK BULGULAR

Radyolaryalı çörtler, bol miktarda radyolarya fosili içeren silisli derin denizel çökel kayaçlarıdır. Bu kayaçlardaki radyolarya fosilleri ışımsal morfolojileri ve silisli kavkı yapılarıyla karakteristik olan tek hücreli canlı kalıntılarıdır. Radyolaryalı çörtler, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağında da gözleendiği gibi birçok farklı kenet kuşağındaki ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarının en yaygın kayaç türlerinden biridir (Bragin ve Tekin, 1996; Bill ve diğ., 2001; Tekin ve diğ., 2002; Rojay ve diğ., 2006; Göncüoğlu ve diğ., 2006; O’Dogherty ve diğ., 2010; Tekin ve diğ., 2012). Kenet kuşaklarındaki radyolaryalı çörtlerin tarihlendirilmesi ve ilişkili bazaltik kayaçların jeokimyasal karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasıyla okyanusal plakaların evrimi, tektono-magmatik olaylar, yitim-yığışım karmaşıklarının oluşum süreçleri ve yakın alanlardaki ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarının stratigrafik/jeolojik özellikleri açısından kıyaslamasıyla ilgili önemli ipuçları sağlamaktadır (Okay ve Mostler, 1994; Bragin ve Tekin, 1996; Tekin ve diğ., 2002; Göncüoğlu ve diğ., 2006, 2010; Tekin ve Göncüoğlu, 2009; Danelian ve diğ., 2016). Ayrıca, radyolarya fosilleri ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarındaki özellikle bazaltik volkanik kayaçların tarihlendirilmesinde, radyometrik yaş tayini gibi yüksek maliyetli ve uzun süreçli yaş tayini yöntemlerine göre kıyaslandığında daha düşük maliyetli ve anlamlı yaş sonuçları sağlaması açısından önemli bir avantaja sahiptir.

Tezin “Genel Jeoloji” bölümünde aktarıldığı üzere, bazaltlar ve radyolaryalı çörtler doktora tez çalışma sahasında oldukça çok geniş yüzlek alanlarına sahiptirler. Ancak, tez sahası içerisinde yaygın olarak gözlenen bu bazaltlardan ve çökel kayaçlardan elde edilen fosil yaş verileri oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle, bazaltlarla birlikte gözlenen radyolaryalı çörtlerdeki radyolarya fosil faunalarının tarihlendirilmesi, bazaltların doğrudan oluşum yaşlarının tespiti için önemli bir veri kaynağını oluşturmaktadır. Radyolarya fosil topluluklarının tayini için doktora tez çalışma sahasının farklı yerlerinden derlenen 15 adet radyolaryalı çört örneği üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, 5 adet örnekte tarihlendirilebilir radyolarya fosil faunasının varlığı tespit edilmiştir.

Tarihlendirilen bu 5 adet radyolaryalı çört örneğinin konumları Şekil 6.1'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. Aşağıda bu örneklere ait arazi gözlemleri ve elde edilen radyolaryalı fosil faunalarının türleri ve yaş konakları hakkında bilgiler sunulmuştur. Orta - Geç Jura – Erken Kretase zaman aralığına ait radyolaryalı toplulukları Baumgartner ve diğ. (1995) tarafından önerilen Birleşik Topluluk Zonları'na göre tanımlanmıştır.



Şekil 6.1. Çalışma sahasının orta ve doğu bölümünün jeoloji haritası. Harita üzerindeki beyaz renkli noktalar, tarihlendirilebilir radyolaryalı fosil faunalarının tespit edildiği radyolaryalı çört örneklerinin konumlarını göstermektedir

MET-266 ve MET-267 numaralı radyolaryalı çört örnekleri Beydili köyü kuzeybatısındaki alandan derlenmiştir (Şekil 6.1). Bu alanda kırmızı renkli ince-orta katmanlı radyolaryalı çörtler bazaltlar üzerinde kalın bir istif oluşturmaktadır. Şekil 6.2'de kalın radyolaryalı çört istifinden derlenen MET-266 ve MET-277 numaralı örneklerin konumu gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü üzere MET-266 numaralı örnek yaklaşık 20 m kalınlığında olan bu istifin görünür tabanını, MET-267 ise istifin görünür orta-üst bölümünü temsil etmektedir. MET-266 numaralı radyolaryalı çört örneğindeki *Striatojaponocapsa synconexa* O'Dogherty, *Gorican* ve *Dumitrica*, *Transhsuum maxwelli* (Pessagno), *Takemurella japonica* (Takemura), *Mirifusus* sp. cf. *M. guadalupensis* Pessagno, *Praewilliriedellum* sp. cf. *P. robustum* (Matsuoka) (Baumgartner ve diğ., 1995; Prella ve diğ., 2000; O'Dogherty ve diğ., 2006; Şekil 6.3 ve Şekil 6.4) radyolaryalı türlerine varlığına dayanarak bu örneğe geç Bajosiyen – orta Batoniyen (UAZ 4-6; Orta Jura) yaşı verilmiştir. MET-267 numaralı radyolaryalı çört

örneğinde ise orta Oksfordiyen – Titoniyen (UAZ 9’dan 11-12’ye; Geç Jura) yaşına karşılık gelen *Archaeodictyomitra apiarium* (Rüst), *Archaeodictyomitra minoensis* (Mizutani), *Podocapsa amphitreptera* Foreman, *Mirifusus dianae* s. l. (Karrer), *Zhamoidellum ovum* Dumitrica, *Crococapsa* sp. cf. *C. tansinhoki* (Hull), *Loopus* sp., *Triactoma* sp., *Svinitzium* sp. radyolaryalı türleri tespit edilmiştir (Baumgartner ve diğ., 1995; Şekil 6.3 ve Şekil 6.4).

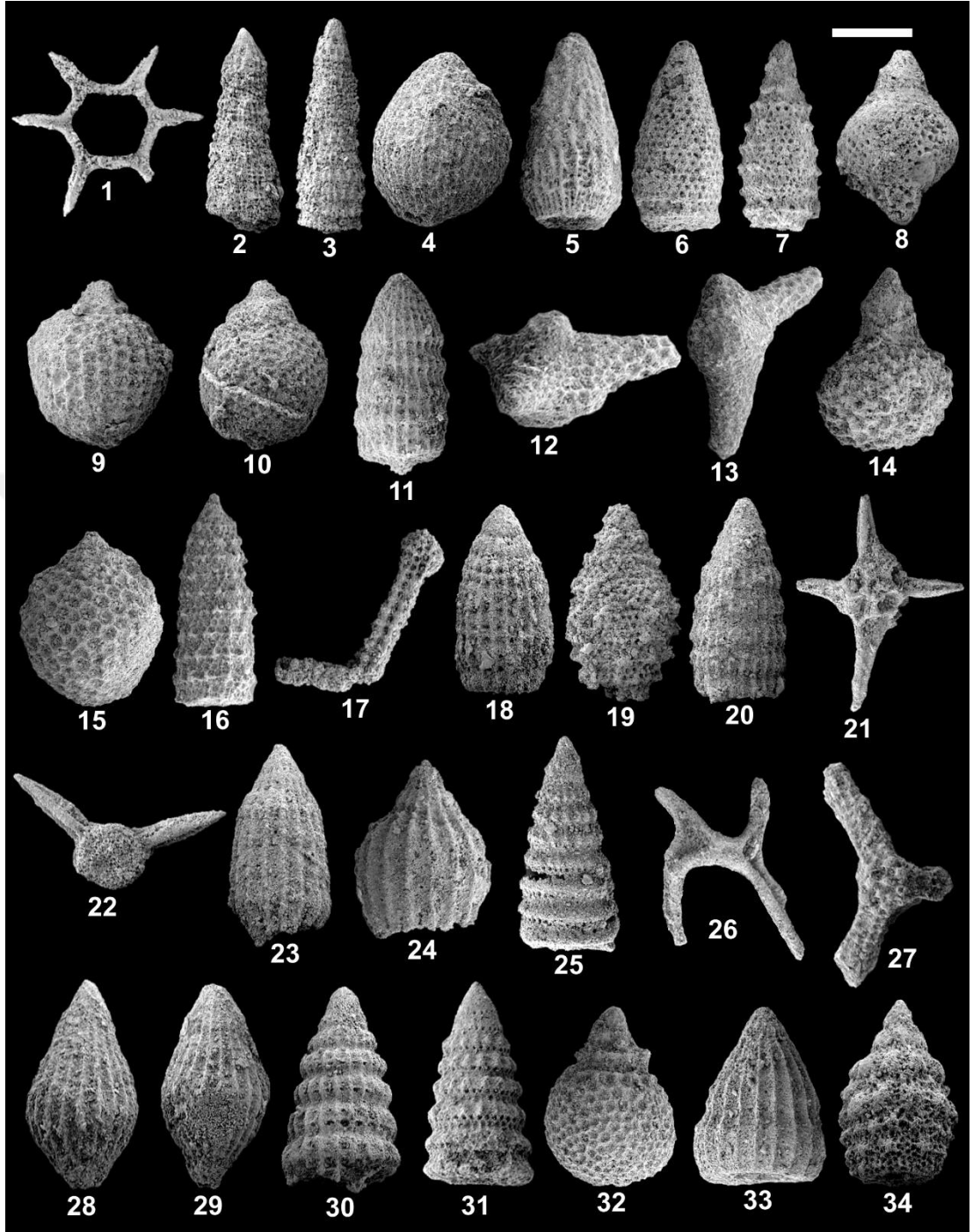


Şekil 6.2. MET-266 ve MET-267 numaralı radyolaryalı çört örneklerinin derlendiği Beydili köyü kuzeybatısındaki radyolaryalı çört istifinin arazi görünümü

RM-077, RM-079 ve RM-080 numaralı radyolaryalı çört örnekleri tez çalışma sahasının doğusundaki Esenli köyü civarında radyolaryalı çörtlerden derlenmiştir (Şekil 6.1). Bu alandaki radyolaryalı çörtler, Beydili köyü kuzeybatısında olduğu gibi bazaltlarla birlikte gözlenmektedir. Radyolaryalı çörtler kırmızı renkli ince – orta kalın katmalı ve yer yer ince çamurtaşları seviyeleri içeren istiflerden oluşmaktadır (Şekil 6.5a, b). Bu radyolaryalı çörtlerden Orta Jura ve Erken Kretase aralığına karşılık gelen yaşlar elde edilmiştir.

Middle Jurassic		Upper Jurassic						Lower Cretaceous						System/Series										
Aalenian		Bajocian		Bathonian		Callovian		Oxfordian		Kimmeridgean		Tithonian		Berriasian		Valanginian		Hauterivian		Barremian		Aptian		Stages/Substages
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
																								UAZones by Baumgartner et al. (1995)
																								Radoliarians
																								<i>Hexasaturnalis hexagonus</i> (Yao)
																								<i>Takemurella japonica</i> (Takemura)
																								<i>Transsuum hisuiyoense</i> (Isozaki and Matsuda)
																								<i>Eoxitus dhimenaensis</i> ssp. A sensu (Baumgartner et al.)
																								<i>Transsuum maxwelli</i> (Pessagno)
																								<i>Hemicryptocapsa yaoi</i> (Kozur)
																								<i>Striatojaponocapsa synconexa</i> O'Dogherty et al.
																								<i>Hemicryptocapsa tetragona</i> (Matsuoka)
																								<i>Stichocapsa</i> sp. E sensu Baumgartner et al.
																								<i>Archaeodictyomitra apiarium</i> (Rüst)
																								<i>Archaeodictyomitra minoensis</i> (Mizutani)
																								<i>Podocapsa amphitrepta</i> Foreman
																								<i>Suna echiodes</i> (Foreman)
																								<i>Zhamoidellum ovum</i> Dumitrica
																								<i>Crococapsa uterculus</i> (Parona) sensu Foreman
																								<i>Pseudodictyomitra carpatica</i> (Loznyiak)
																								<i>Angulobracchia</i> (?) <i>portimani portimani</i> Baumgartner
																								<i>Archaeodictyomitra</i> (?) <i>lacrimula</i> (Foreman)
																								<i>Tethyssetta usotanensis</i> (Tumanda)
																								<i>Cecrops septemporatus</i> (Parona)
																								<i>Dictyomitra pseudoscalaris</i> (Tan) sensu Schaaf
																								<i>Dictyomitra communis</i> (Squinabol)
																								<i>Thanarla pacifica</i> Nakaseko and Nishimura
																								<i>Aurisaturnalis carinatus</i> (Foreman)
																								<i>Pseudodictyomitra iliyae</i> (Tan)
																								<i>Thanarla elegantissima</i> (Cita) sensu Sanfilippo and Riedel

Şekil 6.3. Doktora tez çalışma sahasındaki tarihlendirilen radyolaryalı çört örneklerinin Orta - Geç Jura ve Erken Kretase radyolaryaya taksonlarının stratigrafik aralıkları ve bölgelerinin gösterimi. (Kesikli ve sınırlanmamış çizgiler Baumgartner ve diğ. (1995) tarafından Birleşik Topluluk Zonları'nın radyolaryaya toplulukları ile ortak oluşumlarına dayanarak taksonların stratigrafik aralıklarının varsayılan bölümlerini göstermektedir. Aşamalar ve altkümeler Baumgartner ve diğ. (1995) tarafından önerilen Birleşik Topluluk Zonları'na göre eşit olarak belirtilmiştir

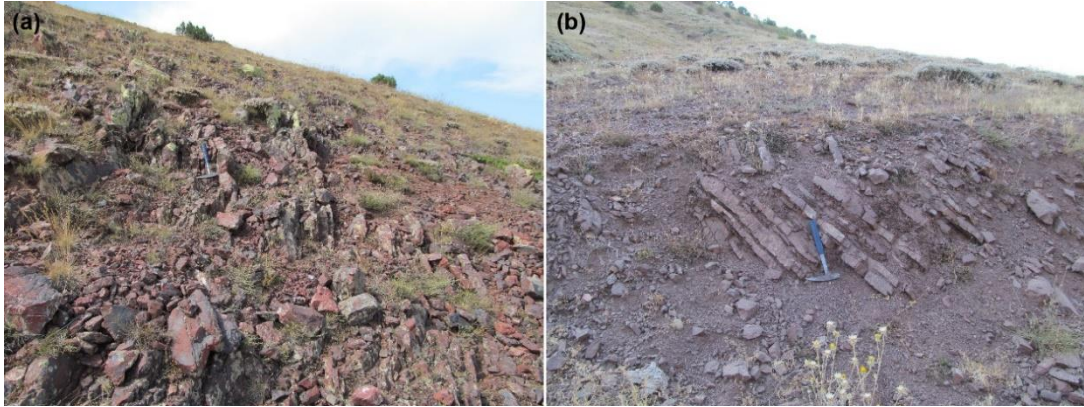


Şekil 6.4. Doktora tez çalışması kapsamında tarihlendirilen radyolaryalı çört örneklerindeki Orta - Geç Jura ve Erken Kretase radyolaryalarının taramalı elektron mikroskobu görüntüleri. (Şekil üzerindeki numaralarla gösterilen radyolaryaya fosillerinin tür bilgileri metin içerisinde sunulmuştur)

RM-080 numaralı radyolaryalı çört örneği *Hemicryptocapsa yaoi* (Kozur), *Hemicryptocapsa tetragona* (Matsuoka), *Stichocapsa* sp. E sensu Baumgartner et al., *Eoxitus dhimenaensis* ssp. A sensu (Baumgartner ve diğ.), *Striatojaponocapsa* sp. cf.

S. synconexa O'Dogherty, Gorican, ve Dumitrica, *Mirifusus* sp., *Parahsuum* sp., *Hsuum* sp., *Transhsuum* sp., *Triactoma* sp., *Saitoum* sp. radyolaryalı topluğunu içermektedir (Şekil 6.3 ve Şekil 6.4). Bu örneğin yaşı çok büyük olasılıkla *Stichocapsa* sp. E sensu Baumgartner ve diğ. (1995) türünün ilk ortaya çıkması ve *Hemicryptocapsa tetragona* (Matsuoka) radyolaryalı türünün (Baumgartner ve diğ., 1995; Ozvoldova, 1998; Şekil 6.3 ve Şekil 6.4) toplam aralığına göre en geç Bajosiyen – erken Batoniyen (UAZ 5; Orta Jura) olarak belirlenmiştir.

RM-079 numaralı radyolaryalı çört örneğinin yaşı *Archaeodictyomitra apiarium* (Rüst), *Cecrops septemporatus* (Parona), *Dictyomitra communis* (Squinabol), *Pseudodictyomitra lilyae* (Tan), *Pseudodictyomitra* sp. cf. *P. carpatica* (Lozyniak), *Crococapsa uterculus* (Parona) sensu Foreman, *Tethysetta usotanensis* (Tumanda), *Suna echiodes* (Foreman), *Thanarla elegantissima* (Cita) sensu Sanfilippo ve Riedel, *Thanarla pacifica* Nakaseko ve Nishimura, *Archaeotritrabs* sp. cf. *A. gracilis* Steiger, *Podobursa* spp., *Praeconocaryomma* sp. radyolaryalı taksonlarının (Matsuoka, 1992; O'Dogherty, 1994; Baumgartner ve diğ., 1995; Şekil 6.3 ve Şekil 6.4) birlikte ortaya çıkmalarına göre geç Valanjiniyen – erken Barremiyen (UAZ 17-21; Erken Kretase) olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.5. Esenli köyü civarında yer alan (a) ince-orta kalın katmanlı radyolaryalı çörtlerin ve (b) İnce-orta katmanlı ve çamurtaşları ile ardalanmalı radyolaryalı çörtlerin arazi görünüşleri

RM-077 numaralı radyolaryalı çört örneğinde *Aurisaturnalis carinatus* (Foreman), *Acanthocircus trizonalis* s.l. (Rüst), *Angulobracchia* (?) *portmanni portmanni* Baumgartner, *Archaeodictyomitra* (?) *lacrimula* (Foreman), *Archaeotritrabs* sp. cf. *A. gracilis* Steiger, *Dictyomitra pseudoscalaris* (Tan) sensu Schaaf, *Pseudodictyomitra carpatica* (Lozyniak), *Crococapsa uterculus* (Parona) sensu Foreman, *Suna echiodes*

(Foreman), *Thanarla pacifica* Nakaseko ve Nishimura, *Thanarla* sp. cf. *T. brouweri* (Tan), *Pseudoxitus* sp. cf. *P. laguncula* Dumitrica, *Pantanellium* spp., *Podobursa* spp., *Xitus* spp., *Praeconocaryomma* sp. radyolaryaya toplulukları tanımlanmıştır. *Dictyomitra pseudoscalaris* (Tan) sensu Schaaf ve *Aurisaturnalis carinatus* (Foreman) ve son olarak *Angulobracchia* (?) *portmanni portmanni* Baumgartner, *Archaeodictyomitra* (?) *lacrimula* (Foreman), *Aurisaturnalis carinatus* (Foreman), *Crococapsa uterculus* (Parona) sensu Foreman, *Dictyomitra pseudoscalaris* (Tan) sensu Schaaf (O'Dogherty, 1994; Baumgartner ve diğ., 1995; Dumitrica ve Dumitrica-Jud, 1995; Şekil 6.3 ve Şekil 6.4) radyolaryaya türlerinin ilk ortaya çıkmasına bağlı olarak bu örneğe geç Valanjiniyen – erken Apsiyen (UAZ 17-18'dan 22'ye; Erken Kretase) yaşı verilmiştir.

Şekil 6.4'de gösterilen Orta - Geç Jura ve Erken Kretase radyolaryalarının taramalı elektron mikroskopu görüntülerindeki radyolar türlerin yaş konakları 1-3 için geç Aaleniyen – Bajosiyen (Bu radyolaryaya fosilleri Özkan ve diğ. 2020'den alınmıştır), 4-6 için geç Bajosiyen - orta Batoniyen, 7-10 için en geç Bajosiyen - erken Batoniyen, 11-16 için orta Oksfordiyen - Tithoniyen - geç Valanjiniyen - erken Barremiyen'dir. 17-25 ve 26-34 için geç Valanjiniyen - erken Apsiyen'dir. Ölçek çubuğu, her bir radyolaryaya fosili için sağ üst köşede mikrometre (μm) cinsinden verilmiştir. Şekil 6.4'de radyolaryaya türleri: 1. *Hexasaturnalis hexagonus* (Yao), MET-357, 173 μm (Özkan ve diğ., 2020), 2. *Parahsuum* (?) sp. cf. *P. grande* Hori ve Yao, MET-357, 108 μm (Özkan ve diğ., 2020), 3. *Transhsuum hisuikyoense* (Isozaki ve Matsuda 1985), MET-357, 126 μm (Özkan ve diğ., 2020), 4. *Striatojaponocapsa synconexa* O'Dogherty, Gorican ve Dumitrica, MET-266, 70 μm , 5. *Transhsuum maxwelli* (Pessagno), MET-266, 97 μm , 6. *Takemurella japonica* (Takemura), MET-266, 80 μm , 7. *Eoxitus dhimenaensis* ssp. A sensu (Baumgartner ve diğ., 1995), RM-080, 92 μm , 8. *Stichocapsa* sp. E sensu Baumgartner ve diğ. (1985) RM-080, 69 μm , 9. *Hemicryptocapsa tetragona* (Matsuoka), RM-080, 62 μm , 10. *Hemicryptocapsa yaoi* (Kozur), RM-080, 70 μm , 11. *Archaeodictyomitra minoensis* (Mizutani), MET-267, 79 μm , 12-13. *Podocapsa amphitreptera* Foreman, MET-267, ölçekler sırasıyla 109 μm ve 123 μm , 14. *Crococapsa* sp. cf. *C. tansinhoki* (Hull), MET-267, 75 μm , 15. *Zhamoidellum ovum* Dumitrica, MET-267, 66 μm , 16. *Praeparvicingula* sp., MET-267, 217 μm , 17. *Archaeotritrabs* sp. cf. *A. gracilis* Steiger, RM-079, 100 μm , 18.

Archaeodictyomitra apiarium (Rüst), RM-079, 69 µm, 19. *Tethysetta usotanensis* (Tumanda), RM-079, 82 µm, 20. *Dictyomitra communis* (Squinabol), RM-079, 67 µm, 21. *Cecrops septemporatus* (Parona), RM-079, 127 µm, 22. *Suna echiodes* (Foreman), RM-079, 118 µm, 23. *Thanarla elegantissima* (Cita) sensu Sanfilippo ve Riedel, RM-079, 77 µm, 24. *Thanarla pacifica* Nakaseko ve Nishimura, RM-079, 79 µm, 25. *Pseudodictyomitra lilyae* (Tan), RM-079, 78 µm, 26. *Aurisaturnalis carinatus* (Foreman), RM-077, 76 µm, 27. *Angulobracchia* (?) *portmanni portmanni* Baumgartner, RM-077, 95 µm, 28-29. *Archaeodictyomitra* (?) *lacrimula* (Foreman), RM-077, ölçekler sırasıyla 84 µm ve 89 µm, 30. *Dictyomitra pseudoscalaris* (Tan) sensu Schaaf, RM-077, 94 µm, 31. *Pseudodictyomitra carpatica* (Lozyniak), RM-077, 78 µm, 32. *Crococapsa uterculus* (Parona) sensu Foreman, RM-077, 80 µm, 33. *Thanarla* sp. cf. *T. brouweri* (Tan), RM-077, 60 µm, 34. *Pseudoxitus* sp. cf. *P. laguncula* Dumitrica, RM-077, 79 µm.

7. JEOKRONOLOJİ

Doktora tez çalışma sahası içerisinde yüzeyleyen ofiyolitik ve metamorfik kayaların oluşum ve başkalaşım yaşlarının belirlenmesi için LA-ICP-MS U-Pb ve ^{40}Ar - ^{39}Ar radyometrik tarihlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Tarihlendirme için kullanılan zirkon, amfibol ve mika minerallerin ayıklama yöntemleri ve ölçüm yöntemleri tezin “1.2.3.3. Radyometrik tarihlendirmeler (U-Pb, ^{40}Ar - ^{39}Ar)” bölümünde sunulmuştur.

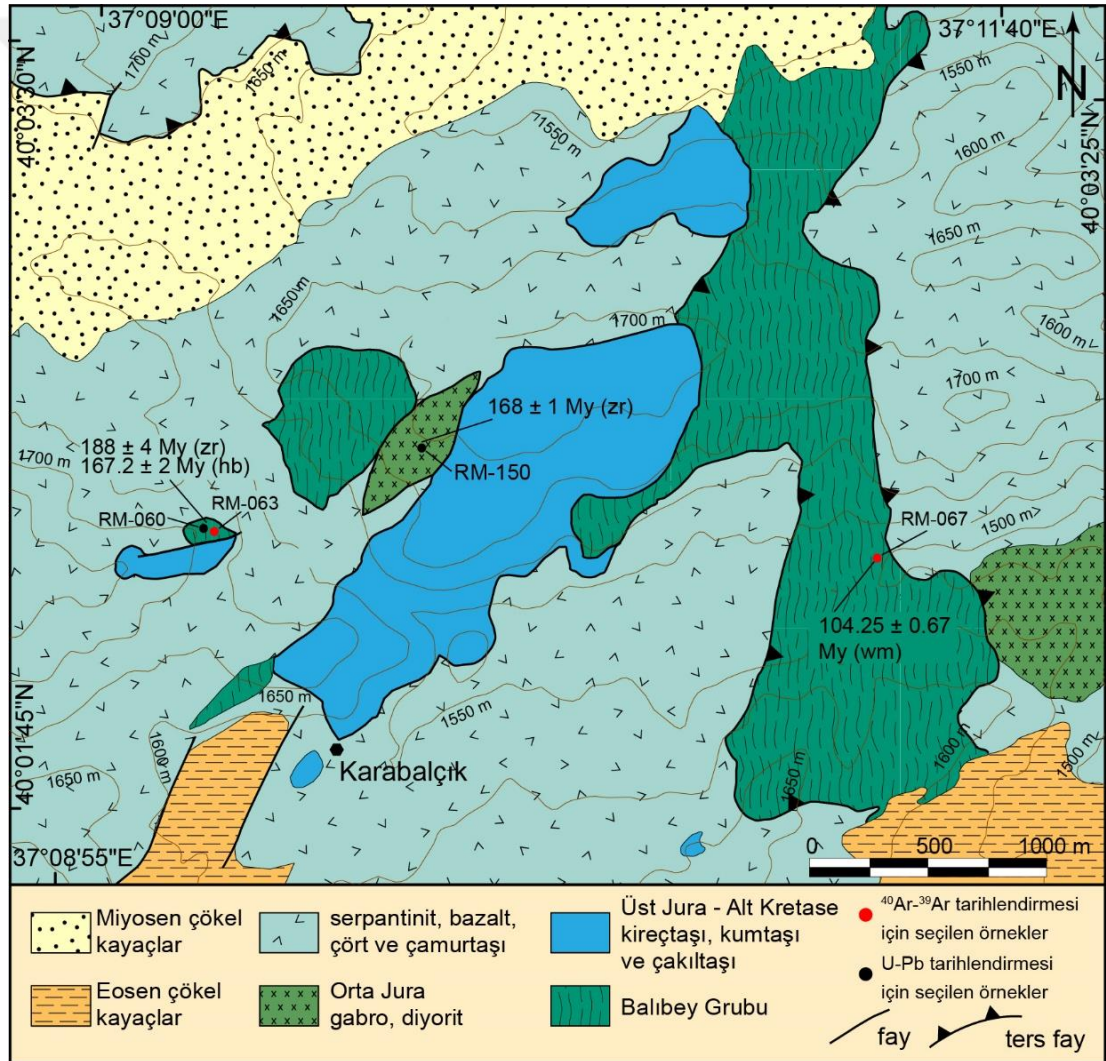
7.1. LA-ICP-MS U-Pb Tarihlendirmesi

Ofiyolitlerle ilişkili lökokratik kayaların (ör. tronjemit, tonolit, diyorit) sınıflandırılmasında bir fikir birliği olmamasına karşın, plajiyogranitler genellikle yüksek SiO_2 ve düşük K_2O içerikleriyle karakteristik olan lökokratik kayalar olarak tanımlanmaktadır (ör. Coleman ve Peterman 1975; Jafri ve diğ., 1995; Kuibida ve diğ., 2016; Furnes ve Dilek, 2017). Ofiyolitik istif içerisindeki farklı kayaç türlerini (ör. peridotit, gabro) kesen plajiyogranit daykları, ofiyolitlerin oluşum yaşlarının tespitinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (ör. Moghadam ve Stern, 2011; Topuz ve diğ., 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Çelik ve diğ., 2019; Chen ve diğ., 2020).

Doktora tez çalışma sahasında, Karabalçık köyü kuzeyinde yer alan gabro ve diyoritleri kesen plajiyogranit daykları tespit edilmiştir (Şekil 7.1). Yine aynı alanda Balıbey Grubu'na ait amfibolitleri kesen meta-plajiyogranit daykları tespit edilmiştir (Şekil 7.1). RM-150 numaralı plajiyogranit örneği gabro ve diyoritleri kesen plajiyogranit daykından, RM-060 meta-plajiyogranit örneği ise amfibolitleri kesen meta-plajiyogranitlerden alınmıştır. Bu örneklerden ayıklanan zirkon mineralleri Göteborg Üniversitesi'nde LA-ICP-MS U-Pb yöntemiyle tarihlendirilmiştir. Bununla birlikte, LA-ICPMS U-Pb tarihlendirme analizleri esnasında zirkon minerallerinin iz ve nadir toprak element analizi ölçümleri de gerçekleştirilmiştir (Ek Tablo D). U-Pb-Th izotopik oranları ve hesaplanmış yaş sonuçları Ek Tablo D'de sunulmuştur. U-Pb yaş hesaplamalarında yalnızca uyumluluk değerleri ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaşının $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ yaşına oranlanması ile elde edilmiştir) 0,95 ile 1,05 arasında olanları kullanılmıştır.

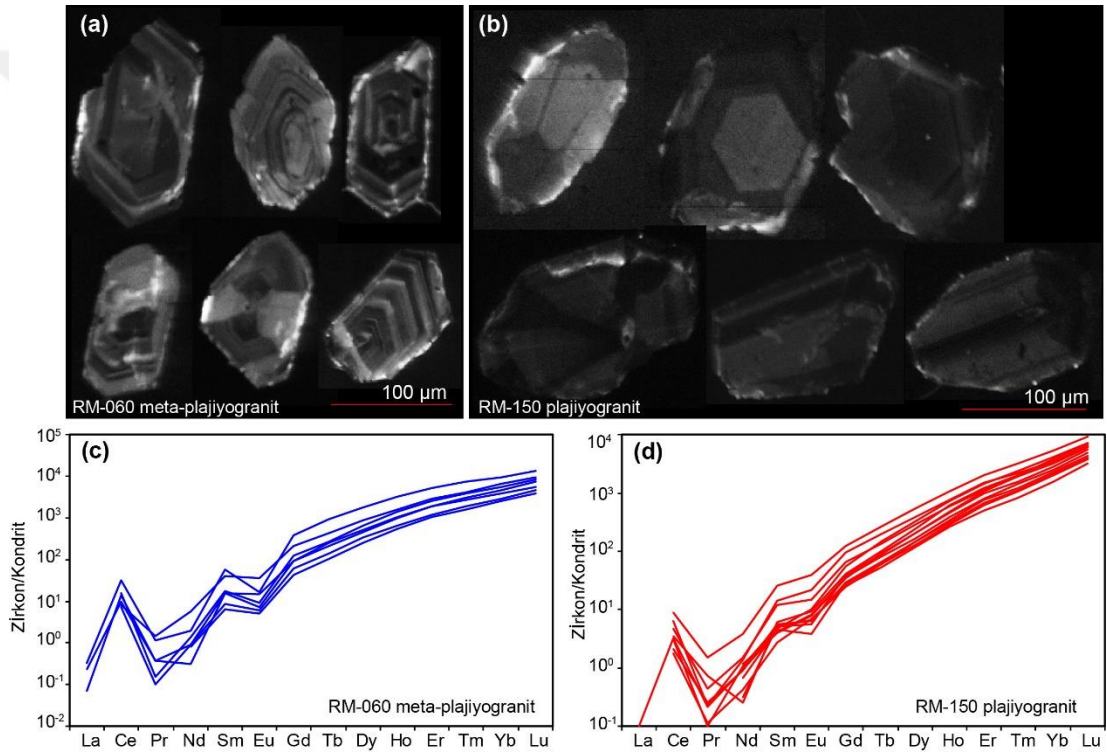
Bu değerlerin dışında kalan ve hidrotermal alterasyon süreçlerinden etkilenmiş bölümler (iz ve nadir toprak element içeriklerine göre belirlenmiştir) hesaplamalarda kullanılmamıştır (Ek Tablo D).

Her iki örnekten ayıklanan zirkon taneleri renksiz, saydam ve yarı saydam görünüme sahiptir (Şekil 7.2). Genellikle 50 - 150 μm uzunluğunda olan zirkon taneleri özşekilli, kısa küt veya uzun prizmatik kristaller şeklindedir (Şekil 7.2). Zirkon tanelerinin katodoluminesans görüntülerinde magmatik olarak gelişen zirkon minerallerinde gözlenen genel olarak iyi gelişmiş salınlı zonlu yapılar sahip oldukları ve çekirdeklerinde belirgin kalıntı kısımlar içermedikleri tespit edilmiştir (Şekil 7.2).



Şekil 7.1. Karabalçık köyü ve yakın civarının jeoloji haritası. Harita üzerindeki siyah noktalar LA-ICP-MS tarihlendirme yöntemi için seçilen plajiyogranit örneklerin konumlarını, kırmızı noktalar ise ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemi için seçilen amfibolit ve mavişist örneklerinin konumlarını göstermektedir

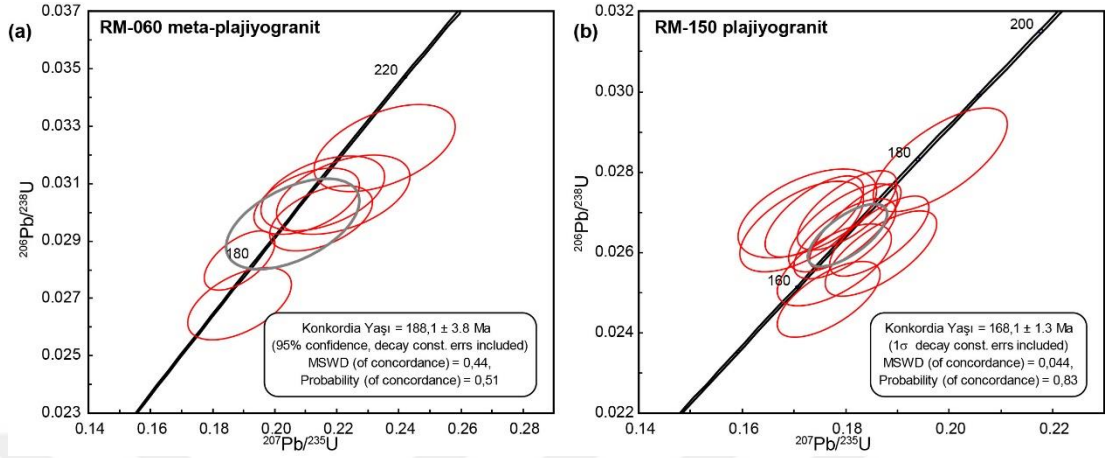
Şekil 7.2’de meta-plajiyogranit ve plajiyogranit örneklerindeki zirkon minerallerinin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı sunulmuştur. Bu diyagramda hafif nadir toprak elementleri, ağır nadir toprak elementlerine göre kuvvetli tüketilim ($Yb_{cn}/Gd_{cn} = 25,4 - 96,4$) sunmakta ve belirgin negatif Eu ($Eu/Eu^* = 0,11 - 0,84$) ve pozitif Ce anomalisi göstermektedir (Şekil 7.2; Ek Tablo D). Zirkonların U ve Th içerikleri sırasıyla 54 - 709 ppm ve 17 - 326 ppm arasında değişmekte olup Th/U oranları ise 0,22 - 0,64 arasındadır. Zirkonların tüm bu morfolojik ve jeokimyasal karakteristikleri, magmatik bir kökene sahip olduklarını göstermektedir (ör. Hoskin ve Schaltegger, 2003).



Şekil 7.2. Karabalçık köyü kuzeyinde yüzeyleyen (a) amfibolitleri kesen meta-plajiyogranit (RM-060) ve (b) gabro ve diyoritleri kesen plajiyogranit (RM-150) örneğine ait zirkonların katodoluminesans görüntüleri. (c) Meta-plajiyogranit (RM-060) ve (d) plajiyogranit (RM-150) örneklerindeki tarihlendirilen zirkonların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementi diyagramları. Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)’dan alınmıştır

RM-060 numaralı meta-plajiyogranit örneğindeki yedi zirkon tanesinden Erken Jura’ya karşılık gelen $188,1 \pm 3,8$ My (2σ , MSWD = 3; Şekil 7.3a) konkordia yaşı elde edilmiştir. RM-150 numaralı plajiyogranit örneğindeki 12 zirkon tanesinden ise Orta Jura’ya karşılık gelen $168 \pm 1,2$ My (2σ , MSWD = 0,58; Şekil 7.3b) konkordia yaşı elde edilmiştir. Elde edilen bu Erken Jura ve Orta Jura yaşları, yukarıda anlatılan

zirkonların morfolojik ve jeokimyasal özellikleri göz önüne alınarak, bu kayaların magmatik kristallenme yaşları olarak değerlendirilmiştir.



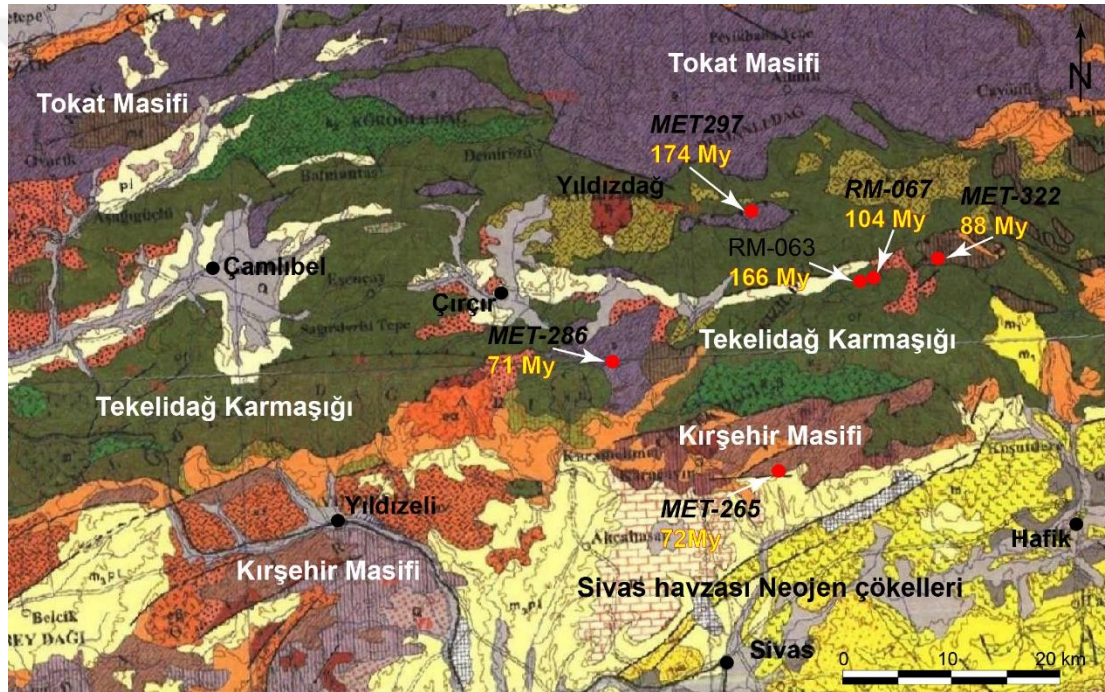
Şekil 7.3. (a) Meta-plajiyogranit (RM-060) ve (b) plajiyogranit (RM-150) örneklerinin LA-ICP-MS U-Pb zirkon konkordia yaş diyagramları. Konkordia yaşları Isoplot 3.50 ile hesaplanmıştır (Ludwig, 2003)

7.2. ⁴⁰Ar-³⁹Ar Tarihlendirmesi

Doktora tez çalışma sahası içerisinde farklı ortam ve başkalaşım koşullarında (ör. okyanus içi başkalaşım ve bölgesel başkalaşım koşulları) oluşmuş olan metamorfik kayalar yaygın olarak yüzeylenmektedir. Ancak, bu metamorfik kayaların aidiyetleri, oluşum zamanları ve koşulları hakkındaki bilgiler oldukça sınırlı olup, bir fikir birliği mevcut değildir. Örneğin, Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalar, yalnızca genel jeolojik gözlemlere dayalı olarak bir bölümü kuzeydeki Tokat Masifi'yle diğer bir bölümü ise güneydeki Kırşehir Masifi'yle denestirilmiştir (ör. Yılmaz ve diğ., 1993; Özden, 1998; Yılmaz ve Yılmaz 2004, 2013; Şekil 7.4). Beydili köyü kuzeyinde yer alan Beydili Metamorfikleri ise 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasında Permiyen yaşlı (MTA, 2002) metamorfik kayalar olarak gösterilmiştir (Şekil 7.4). Benzer şekilde, hem önceki çalışmalarda (ör. Yılmaz, 1982) hem de bu doktora tez çalışması kapsamında Kırşehir Masifine ait metamorfik kayalar olarak haritalan Çırçır köyü doğusundaki alanlar, MTA (2002)'nin 1/500.000'lik jeoloji haritasında Tokat Masifi olarak haritada gösterilmiştir (Şekil 7.4). Ayrıca, son on yıl içerisinde, doktora tez çalışma sahasının doğu ve batısındaki ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıkları üzerinde gerçekleştirilen radyometrik tarihlendirme çalışmalarıyla İAE kenet kuşağı boyunca Jura yaşlı okyanus içi yitim süreçlerinin varlığı ortaya çıkarılmıştır (ör. Çelik ve diğ., 2011; Topuz ve diğ., 2013b; Çörtük ve

diğ., 2016; Çelik ve diğ., 2019). Ancak, doktora tez çalışma sahasındaki metamorfik kayaların, bu Jura yaşlı okyanus içi yitim süreçleriyle olan bağlantıları açık değildir.

Doktora tez çalışması kapsamında, Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ve yakın civarındaki metamorfik kayalardan seçilen örneklere ait amfibol ve mika mineralleri ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle tarihlendirilmiştir. Analiz sonuçları Ek tablo E’de sunulmuştur. Orta - Geç Jura’dan başlayıp Erken Kretase’ye kadar değişen yeni ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları metamorfik kayaların hem yakın civardaki metamorfik masiflerle hem de İAE kenet kuşağındaki kayalarla kıyaslanabilmesi ve bölgenin oluşum süreçlerinin aydınlatılması açısından önemli katkılar sağlamıştır.

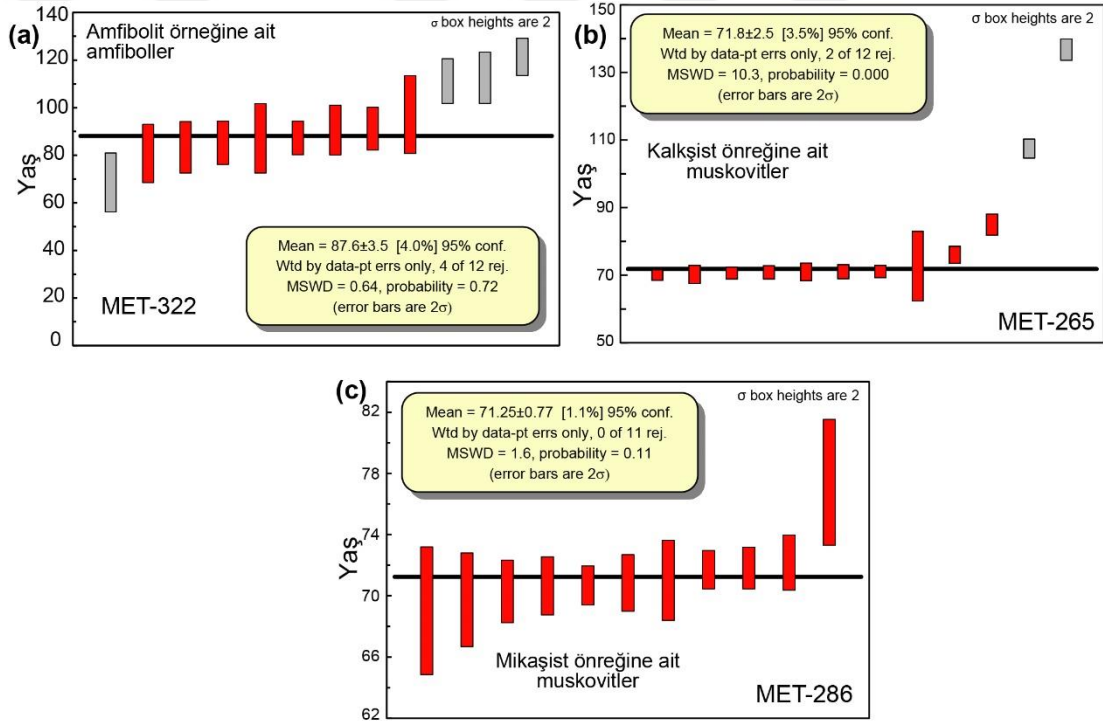


Şekil 7.4. Doktora tez çalışma sahası ve yakın civarının jeoloji haritası. Harita üzerindeki kırmızı noktalar, ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesi yapılan alanları göstermektedir. Kırmızı noktalara ait siyah renkli italik yazılar örnek isimlerini, sarı yazılar ise ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesi sonucu elde edilen yaş sonuçlarını temsil etmektedir. Şekildeki harita, MTA (2002)’nin 1/500.000’lik jeoloji haritasından değiştirilmeden alınmıştır

Tekelidağ Karmaşığı’nın yaklaşık orta bölümünde yer alan Beydili Metamorfitleri başlıca mermer, kalkşist, kuvarsit, mikaşist ve daha az miktarda amfibolitlerden meydana gelmektedir. Bu alandaki amfibolit ve kalkşist örneklerinden elde edilen jeotermometre hesaplamalarına göre başkalaşımın sıcaklık koşulları ortalama 650 °C olarak belirlenmiştir. Beydili kuzeyinden bir amfibolit (MET-322) örneğinden

ayıklanan amfibol minerallerinden $87,6 \pm 3,5$ My soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.5a).

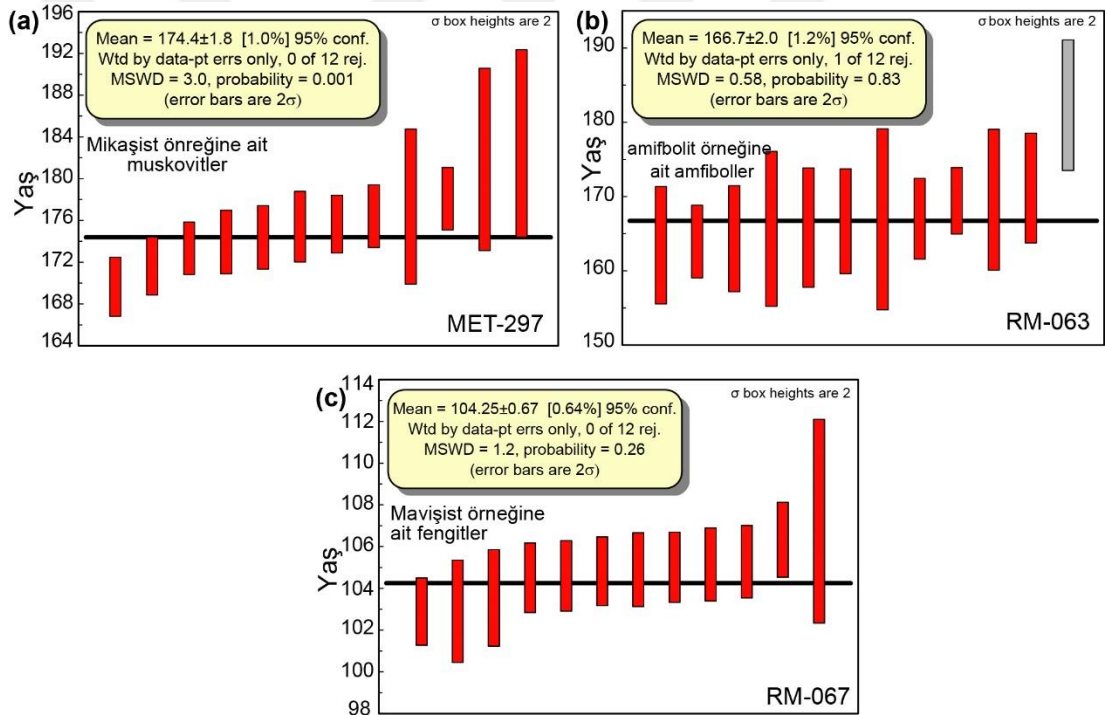
Çeltekdağ ve Yıldızdağ arasındaki bölgede yüzlek veren Kırşehir Masifi'ne ait metamorfitle amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış başlıca mermer, kalkışist, mikaşist, kuvarsit ve amfibolitlerden meydana gelmektedir. Çeltekdağ ve Yıldızdağ arasında yer alan kalkışist (MET-265) ve mikaşistlerden (MET-286) iki örnek seçilerek (Şekil 7.4), bu örneklerdeki ak mika mineralleri ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesi için ayıklanmıştır. Her iki örnekten benzer Geç Kretase (MET-265: $71,8 \pm 2,5$ My ve MET-286: $71,25 \pm 0,8$ My) soğuma yaşları elde edilmiştir (Şekil 7.5b, c).



Şekil 7.5. (a) Beydili Metamorfitleleri'ne ait amfibolitlerin amfibol minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu. (b, c) Kırşehir Masifi'ne ait mikaşistlerin ak minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonuçları

Balıbey Grubu'nun Kurtlapa köyü kuzeyindeki yüzlekleri başlıca amfibolit, epidot-amfibolit, granat-mikaşist ve mermerlerden oluşmaktadır. Aynı zamanda bu alandaki metamorfik kayalar, Tokat Masifi'nin Permo-Triyas yaşlı metamorfik kayaları ile denestirilen alana karşılık gelmektedir (Şekil 7.4). Bu alandaki granat-mikaşistlerden derlenen MET-297 numaralı örneğin ak mikalarından ayıklanmış ve $174,4 \pm 1,8$ My'a karşılık gelen soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.6a). Bu örnek üzerinde

gerçekleştirilen basınç-sıcaklık çalışmalarıyla amfibolit fasiyesindeki başkalaşım koşulları 600 ± 50 °C 7 - 8 kbar olarak tespit edilmiştir (Ayrıntılar için bkz. “8. BASINÇ – SICAKLIK KOŞULLARI”). Dolayısıyla elde edilen $174,4 \pm 1,8$ My’lık (Erken - Orta Jura) yaş verisi soğuma yaşı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen Erken - Orta Jura soğuma yaşı verileri, Kurtlapa köyü kuzeyindeki metamorfik kayaçların, Tokat Masifi’nin Permo-Triyas yaşlı metamorfitlerinden ziyade, daha çok İAE kenet kuşağındaki metamorfik kayaçlar ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Karabalçık köyü kuzeyindeki alanlar, Balıbey Grubu’na ait amfibolit fasiyesli metamorfik kayaçların yüzlek verdiği bir diğer önemli alanlardandır (Şekil 7.1). Bu alandaki amfibolitlerden derlenen RM-063 numaralı örneğin amfibol minerallerinden ayıklanan amfiboller $166,7 \pm 2$ My soğuma yaşı vermiştir (Şekil 7.6b).



Şekil 7.6. (a) Kurtlapa köyü kuzeyindeki Balıbey Grubu’na ait granat-mikaşist örneğinin muskovit minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu. (b) Karabalçık köyü kuzeyindeki Balıbey Grubu’na ait amfibolit örneğinin amfibol minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu. Karabalçık köyü doğusundaki Balıbey Grubu’na ait mavişist örneğinin fengit minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu

Balıbey Grubu’na ait mavişist fasiyesli metamorfik kayaçların en güzel gözlemlendiği yer Karabalçık köyü doğusunda yer almaktadır (Şekil 7.1). RM-067 numaralı mavişist örneği, bu alandaki deforme serpantin ve çamurtaşlarından oluşan hamur içerisinde

bloklar halinde yer alan mavişistlerden derlenmiştir. Glokofan, fengit, plajiyoklaz, lavsonit, kuvars, sfen ve opak minerallerden meydana gelen bu örneğin fengitlerinden $104,25 \pm 0,7$ My (Erken Kretase) başkalaşım yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.6c).



8. BASINÇ – SICAKLIK KOŞULLARI

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde gözlenen Balıbey Grubu ve Beydili Metamorfitleri'ne ait başkalaşım kayaçlarından seçilen uygun mineral topluluğuna sahip örnekler üzerinde basınç (P) – sıcaklık (T) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

8.1. Beydili Metamorfitleri

Beydili Metamorfitleri'ne ait pelitik, yarı-pelitik ve bazik kökenli başkalaşım kayaçları genel itibariyle amfibolit fasiyesi koşullarını yansıtan mineral topluluklarına sahiptirler. Ancak, bu kayaçlar P-T hesaplamaları için sınırlı mineral birlikteliğine sahiptirler. Bu açıdan, ilgili kayaç örneklerin sayısal olarak yalnızca sıcaklık koşulları belirlenebilmiştir. Beydili köyü KB'sından derlenen MET-321 numaralı amfibolit örneği, Beydili Metamorfitleri'ne ait bazik kökenli başkalaşım kayaçlarını temsil etmektedir. Bu örneğe ait amfibol plajiyoklaz çiftleri Holland ve Blundy (1994)'ün jeotermometresine göre ortalama 5-6 kbar basınç değerine karşın 600 - 650 °C sıcaklık değerleri vermiştir. Aynı bölgedeki MET-272 numaralı kalkşist örneğindeki biyotit mineralleri için Henry ve diğ. (2005)'in 4-6 kbar basınç koşullarında olmak üzere biyotitlerin Ti içeriklerine göre kalibre edilmiş jeotermometresine göre hesaplamalar yapılmıştır. Bu jeotermometreye göre kalkşist örneğindeki biyotit mineralleri için ortalama 670 °C sıcaklık değeri elde edilmiştir.

8.2. Balıbey Grubu

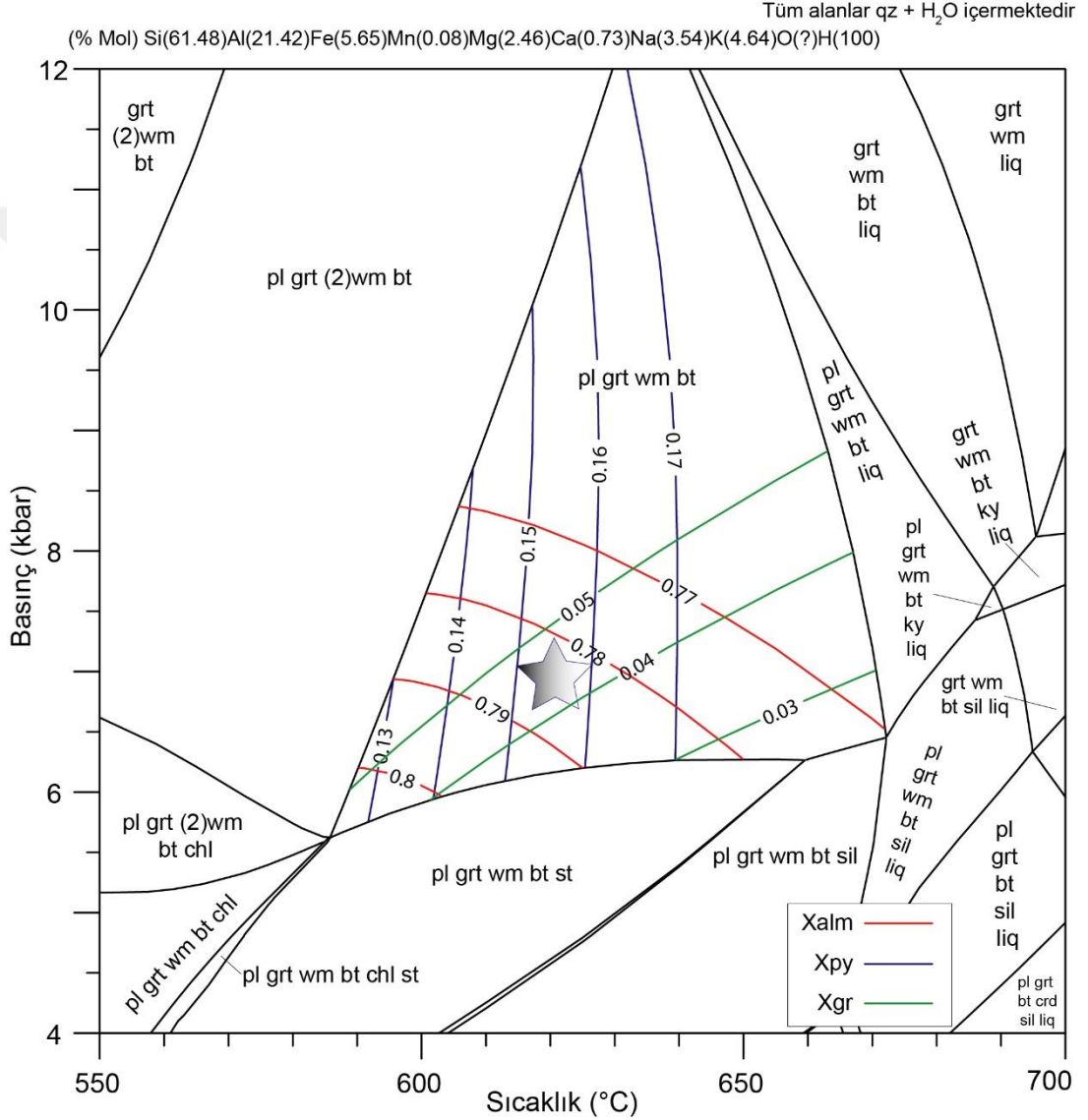
Balıbey Grubu içerisinde amfibolit, yeşilşist ve mavişist fasiyesi başkalaşım koşullarını yansıtan farklı derecelerde başkalaşıma maruz kalmış kayaçlar gözlenmektedir. P – T hesaplamaları Balıbey Grubu'nun amfibolit ve mavişist fasiyesli başkalaşım kayaçları için uygulanmıştır. Balıbey Grubu'nun yeşilşist fasiyesi başkalaşım koşullarını yansıtan kayaçları (ör. Beydili köyü KB'sındaki alanlar) baskın olarak bazik kökenli metamorfik kayaçlarla temsil edilmekte olup yeşilşist fasiyesi koşullarını karakterize eden albit – epidot – aktinolit - klorit mineral topluluğundan oluşmaktadır.

Balıbey Grubu'nun amfibolit fasiyesindeki başkalaşım koşullarının belirlenmesi için Kurtlapa köyü kuzeyindeki metamorfik dilim içerisinde derlenen MET-297 numaralı granat-mikaşist örneği seçilmiştir. Seçilen bu kayacın P - T koşullunun belirlenmesi için Wu ve Zhao (2006)'nın granat-muskovit jeotermometresi ve THERIAK-DOMINO (de Capitani ve Brown, 1987; de Capitani ve Petrakakis, 2010) yazılımı ile oluşturulan faz denge diyagramları (hayali kesit modellemesi) kullanılmıştır.

Wu ve Zhao (2006)'nın termometresine göre granat ve muskovit arasındaki Fe-Mg değiş-tokuşu dikkate alınmaktadır. Granat mineralleri zayıf bileşimsel zonlanma sunmaktadırlar. Mikalardaki tüm demirlerin +2 değerlikte olduğu varsayılmıştır. Granat – muskovit çiftleri için Wu ve Zhao (2006)'nın termometresi uygulandığında basınç değerinden bağımsız olarak 580 ile 620°C arasında değişen sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

MET-297 numaralı granat-mikaşist örneğinin mineral toplulukları ve bileşimlerinin termodinamik modellemesi Holland ve Powell (2011)'in kendi içinde tutarlı termodinamik veri seti (td-tc62-6axmn-03, Ağustos 2015; Doug Tinkham tarafından THERIAK-DOMINO formatına dönüştürülmüştür) kullanılarak Gibbs serbest-enerji minimizasyonu yazılımı THERIAK-DOMINO (de Capitani ve Brown, 1987; de Capitani ve Petrakakis, 2010) ile yapılmıştır. Mineral aktivite modelleri feldspat için Holland ve Powell (2003), granat, biyotit ve staurolit için White ve diğ. (2014a, 2014b), beyaz mika için Smye ve diğ. (2010) ve White ve diğ. (2014b); klorit için Powell ve diğ. (2014) ve White ve diğ. (2014a), ergiyik için White ve diğ. (2001) ve White ve diğ. (2014b) kullanılmıştır. Kuvars, sillimanit ve kyanit mineralleri saf uç üyeler olarak değerlendirilmiştir. Faz denge diyagramlarıyla P-T koşullarının sınırlandırılmasında granat-mikaşist örneğinin toplam kayaç bileşimi kullanılmıştır. Hesaplamalar MnO–Na₂O–CaO–K₂O–FeO–MgO–Al₂O₃–SiO₂–H₂O kimyasal model sistemine göre uygulanmıştır. Mineral topluluğundaki sulu minerallerin (muskovit, biyotit) yaygın olması nedeniyle sistemin suya doymuş olduğu düşünülmüştür. Ti içeren fazın yalnızca ilmenit olması nedeniyle TiO₂ ihmal edilmiştir. Normalize edilmiş molar yüzde oranları faz denge diyagramının şeklinin üst bölümünde sunulmuştur (Şekil 8.1).

İncelenen örneğe ait gözlenen denge mineral topluluğu (granat-muskovit-biyotit-plajiyoklaz-kuvars) için hesaplanan stabilite alanı 580 ve 680 °C ve 5.5 ve 13 kbar arasındadır. Granat mineralleri çoğunlukla sabit X_{Almandin} , X_{Piroop} , $X_{\text{Grossüler}}$ ve $X_{\text{Spessartin}}$ içeriklerine sahip olup belirgin bir bileşimsel zonlu yapı göstermemektedir. Denge mineral topluluğu granat eş bileşim eğrilerine göre kayacın başkalaşım koşulları 610 – 630 °C ve 6.5 – 7.5 kbar arasında sınırlandırılmıştır (Şekil 8.1).



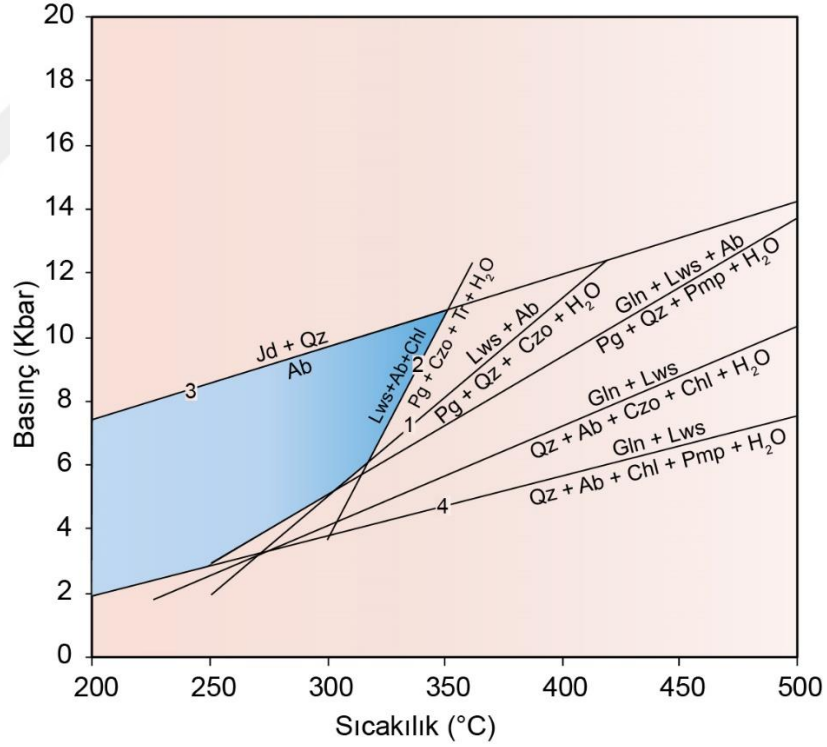
Şekil 8.1. Granat-mikaşist örneği için Theriak-Domino yazılımı ile hesaplanan denge faz diyagramı. Eş bileşim eğrileri almandin bileşimi için kırmızı, pirop bileşimi için yeşil çizgi ve grossüler bileşimi için mavi çizgi ile gösterilmiştir. $X_{\text{alm}} = \text{Fe}^{2+} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} + \text{Ca} + \text{Mn})$; $X_{\text{py}} = \text{Mg} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} + \text{Ca} + \text{Mn})$; $X_{\text{grs}} = \text{Mg} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} + \text{Ca} + \text{Mn})$. Gri yıldız sembolü kayaç için hesaplanan P – T koşulları göstermektedir. Şekil üzerinde kullanılan mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre

Balıbey Grubu'nun Karabalçık köyü doğusundaki yüzleklerinde bloklu bir görünüme sahiptir. Bu alandaki blokların mavişist fasiyesi koşullarına karşılık gelen yüksek basınç (YB) – düşük sıcaklık (DS) başkalaşım koşullarında başkalaşıma uğradıkları tespit edilmiştir. Özellikle bu alandaki mavişist kayalarında tespit edilen lavsonit minerallerinin varlığı YB – DS koşullarındaki başkalaşımının en önemli indeks mineralini temsil etmektedir. Aynı zamanda bu alanda amfibolit / epidot-amfibolit fasiyesindeki kayaların mavişist fasiyesi koşullarında yeniden başkalaşıma uğradıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bu alandaki YB – DS başkalaşımının koşullarının sınırlandırılması Balıbey Grubu'nun başkalaşım tarihçesinin anlaşılmasında önemli bir yere sahiptir.

YB - DS başkalaşımının koşulunun sınırlandırılması için basınç – sıcaklık değişimlerine hassas olan lavsonit ve glokofan mineralleri içeren RM-067 numaralı mikaşist örneği seçilmiştir. Mikaşist örneğinde omfasit ve granat minerallerinin olmaması ve glokofan-albit-lavsonit mineral topluluğundan oluşması nedeniyle kayacın lavsonit-mavişist fasiyesinde başkalaşıma uğradığını göstermektedir (Evans, 1990). Ancak, mavişist başkalaşımın P-T koşullarının geleneksel jeotermobarometreler ile sınırlandırılması sodik-piroksen, kloritoyid ve granat minerallerinin eksik olması durumunda güçtür. Öte yandan, düşük dereceli başkalaşım kayalarında düşük tepkime kinetiğine bağlı olarak gerçek bir denge durumuna ulaşılamaması ve birçok indeks mineral için güvenilir termodinamik verilerin ve aktivite-kimyasal bileşim modellerinin bulunmayışı başkalaşım koşulları hesaplamalarında jeotermobarometrik yöntemlerinin uygulanmasını kısıtlamaktadır. Bu nedenle lavsonit-mavişist fasiyesindeki başkalaşım koşulu faz diyagramları ve net-transfer tepkime eğrileri kullanılarak sınırlandırılmıştır. Mineral kimyası analizlerine göre minerallerin uç-üye aktivite değerleri Tim Holland'ın AX.2 yazılımında 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 8.2).

Evans (1990)'da yeşilşist, epidot-mavişist, lavsonit-mavişist ve eklojit fasiyeleri arasındaki stabilite sınırları glokofan, epidot ve lavsonit mineralleri dikkate alarak belirlemiştir. Mikaşist örneği albit, kuvars, lavsonit, glokofan, fengit, klorit, titanit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Bu mineral topluluğu lavsonit-mavişist fasiyesi

alanının (Evans, 1990) karakteristik mineral topluluğunu içermektedir. Lavsonitin varlığı ve klinozoisitin olmaması başkalaşımın üst sıcaklık sınırını belirlemektedir ($Lws + Ab = Pg + Czo + Qz + H_2O$) (Şekil 8.2). $Lws + Ab = Pg + Czo + Qz + H_2O$ reaksiyonu aynı zamanda lavsonit-mavişist ile epidot-mavişist arasındaki fasiyes sınırını belirlemektedir (Evans, 1990). Bununla birlikte sıcaklığın daha çok sınırlandırılması için $Lws + Ab + Chl = Pg + Czo + Tr + H_2O$ reaksiyon çizgisi kullanılmıştır (Şekil 8.2). Basıncın üst limiti albitin varlığı, jadeitik piroksenin olmamasına göre belirlenmiştir ($Jd + Qz = Ab$). Ayrıca, glokofan ve lavsonit topluluğu, lavsonit ve pumpelleyit topluluğuna göre daha yüksek basınç koşullarında oluşmaktadır ($Gln + Lws = Pmp + Chl + Qtz + Ab + H_2O$). Öte yandan, kayaçtaki yüksek Si (~ 3.5 apfu.) içeriğine sahip fengit minerallerinin varlığı başkalaşımın yüksek basınç koşullarında gerçekleştiğini desteklemektedir (Massonne ve Schreyer, 1987).



Şekil 8.2. Lavsonit ve glokofan içeren mavişist örneğine (RM-067) ait denge koşullarını gösteren P – T diyagramı. Örneğe ait minerallerin uç-üye bileşimleri: $a(gln) = 0,089$; $a(fgln) = 0,19$; $a(ms) = 0,37$; $a(ce) = 0,17$; $a(pg) = 0,6709$; $a(lws) = 1$; $a(ab) = 1$; $a(qz) = 1$; $a(H_2O) = 1$. Mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre

9. TARTIŞMA

Tezin bu bölümünde İAE kenet kuşağının bir parçasını temsil eden Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaçların kökenlerinin belirlenmesi ve İAE okyanusun jeodinamik evrimi ile ilişkili çıkarımların ve kıyaslamaların yapılması hedeflenmiştir. Tekelidağ Karmaşığı bünyesinde birçok farklı kayaç türünü barındırmaktadır. Bu açıdan farklı jeolojik dönemlerde ve süreçlerde oluşmuş olan kayaç gruplarının İAE okyanusun jeodinamik evrimiyle ilişkilerinin daha iyi bir şekilde ifade edilebilmesi için alt başlıklar şeklinde sunulmuştur.

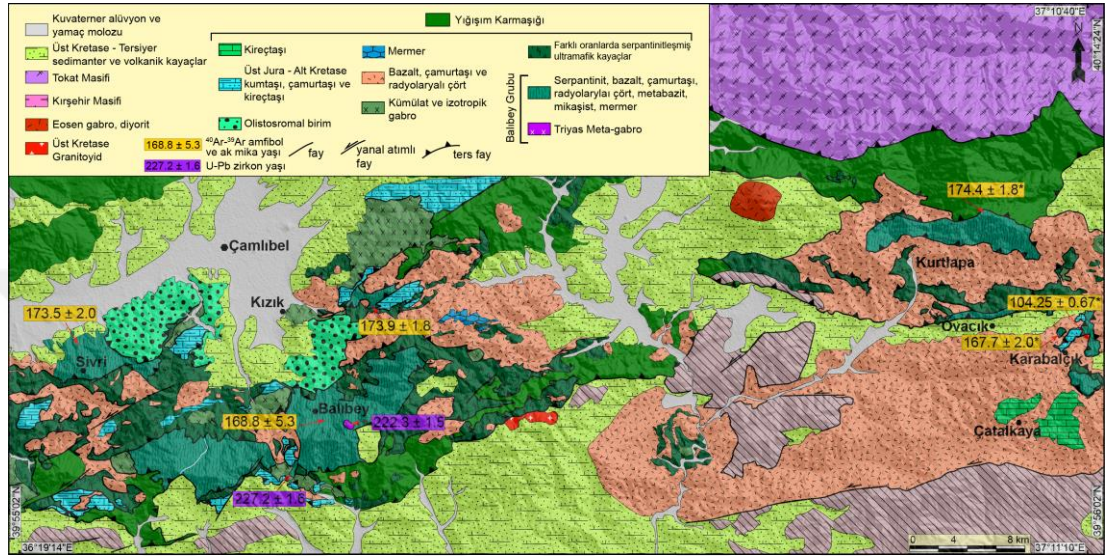
9.1. Orta – Üst Jura ve Alt Kretase Başkalaşım Olayları

Önceki çalışmalarda İAE okyanusal alanının Erken Jura döneminde Pontidler'in Anatolid-Torid Bloğu'ndan ayrılması sonucu oluştuğu ve ardından kuzeydeki Pontidler'in altına Üst Kretase döneminde yitimi neticesinde kapandığını öngören bir senaryo önerilmiştir (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997a). Ancak son 20 yılda İAE kenet kuşağı boyunca yapılan jeolojik, jeokronolojik ve jeokimyasal çalışmalar, İAE okyanusunun en azından Permiyen'den beri var olduğunu göstermektedir (ör. Okay, 2000; Tekin ve diğ., 2002; Çelik ve diğ., 2011, 2019a; Topuz ve diğ., 2013a, 2018). İAE kenet kuşağındaki geç Karniyen (Geç Triyas) radyolaryalı çörtlerle ilişkili bazaltik kayaçların jeokimyasal özellikleri, zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltlarına (E-MORB) benzerdir (Göncüoğlu ve diğ., 2010; Bortolotti ve diğ., 2018). Buna göre, İAE okyanusunda okyanusal kabuk oluşumunun ilk riftleşme aşaması ve başlangıcı sırasıyla Erken Triyas ve Geç Karniyen olarak kabul edilmiştir (ör. Göncüoğlu ve diğ., 2010). Dahası, İAE okyanusal alanında okyanusal yayılmanın Triyas'tan (Geç Karniyen) Kretase'ye kadar devam ettiği ileri sürülmüştür (ör. Göncüoğlu ve diğ., 2006; Tüysüz ve Tekin 2007; Bortolotti ve diğ., 2018). Ancak, okyanusal alanının kapanma süreçlerinin Triyas ve Jura dönemlerinde başladığına dair kuvvetli deliller elde edilmiştir (ör. Çelik ve diğ., 2011, 2013, 2016, 2019a, 2019b; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b; Göçmengil ve diğ., 2013; Çörtük ve diğ., 2016).

İAE okyanusal alanı içindeki okyanus içi yitim süreçlerinin varlığı genel olarak yitim zonu üstü ofiyolitlerinin ve yitimle ilişkili metamorfik kayaçların varlıkları ile belgelenmektedir. Örneğin, Çelik ve diğ. (2011), Eldivan (Çankırı) bölgesindeki ofiyolitle ilişkili amfibolit fasiyesi metamorfik kayaçlarının Erken Jura döneminde okyanus içi yitimiyle oluştuğuna ve bu süreçte İAE okyanusunun kuzeye doğru dalarak kapanmaya başladığına deliller sunmuşlardır. Benzer veriler, Refahiye ofiyolitinden ve metamorfik yığışım karmaşıklıklarından da sunulmuştur (Topuz ve diğ., 2013a, 2013b; Göçmengil ve diğ., 2013; Robertson ve diğ., 2014; Uysal ve diğ., 2015). Jura yaşlı kuzeye yitim olayları aynı zamanda Pontidler'deki yay magmatizması ve metamorfizma ile de kanıtlanmıştır (Çelik ve diğ., 2011, 2016; Ustaömer ve diğ., 2013; Okay ve diğ., 2014; Gücer ve diğ., 2016; Çimen ve diğ., 2017). Bazı çalışmalarda ise, Jura yaşlı yitimle ilişkili magmatik ve metamorfik olayların Tetis okyanusunun Pontidler'in altına güneye doğru yitimi neticesinde meydana geldiği önerilmektedir (ör. Eyüpoğlu ve diğ., 2016). Çelik ve diğ. (2019a) tarafından Geç Triyas (222 ve 227 My) yaşlı metamorfik yitim zonu üstü ofiyolitik kayaçlarının varlığı ilk kez ortaya çıkarılmıştır. Bu kayaçlar, İAE kenet zonu içerisinde tespit edilen yitimle ilişkili en yaşlı okyanusal kabuk kalıntısını temsil etmektedir. Orta Pontidler'deki Orta Triyas yaşlı granitik sokulum kayaçları İAE okyanusunun Triyas dönemindeki kuzeye yitimi sonucu oluşan yay magmatizması ile ilişkilendirilmiştir (Çimen, 2020). Akdoğan ve diğ. (2018)'de ise Doğu Pontidler'deki Jura yaşlı kırıntılı kayaçlardaki kırıntılı zirkonların U-Pb tarihlendirme analizlerine göre yaş popülasyonunun önemli bir bölümünün Triyas zirkonlarının oluşturduğunu ve bu zirkonların Triyas yaşlı yay magmatizmasının ürünleri olduklarını ifade etmişlerdir. Tüm bu yeni veriler, geniş bir zaman aralığında var olmuş olan İAE okyanusunun açılış ve kapanış yaşı, yitim zonu üstü ofiyolitlerinin oluşum yaşları ve mekanizmaları ile yitim süreçlerinin dönemsel (epizodik) ya da sürekli olarak mı devam ettiği gibi diğer başka soruları da gündeme getirmiştir (ör. Çelik ve diğ., 2011, 2019a; Topuz ve diğ., 2013b, 2018; Çörtük ve diğ., 2016).

İlk olarak Çelik ve diğ. (2019a) tarafından tanımlanan Balıbey Grubu, Tekelidağ Karmaşığı'nın Geç Triyas yaşlı metamorfik ofiyolit parçalarını içeren ve Jura döneminde amfibolit – yeşilşist, Alt Kretase döneminde ise mavişist fasiyesinde başkalaşıma uğramış alanlarına karşılık gelmektedir (Şekil 9.1). Bu bölümde

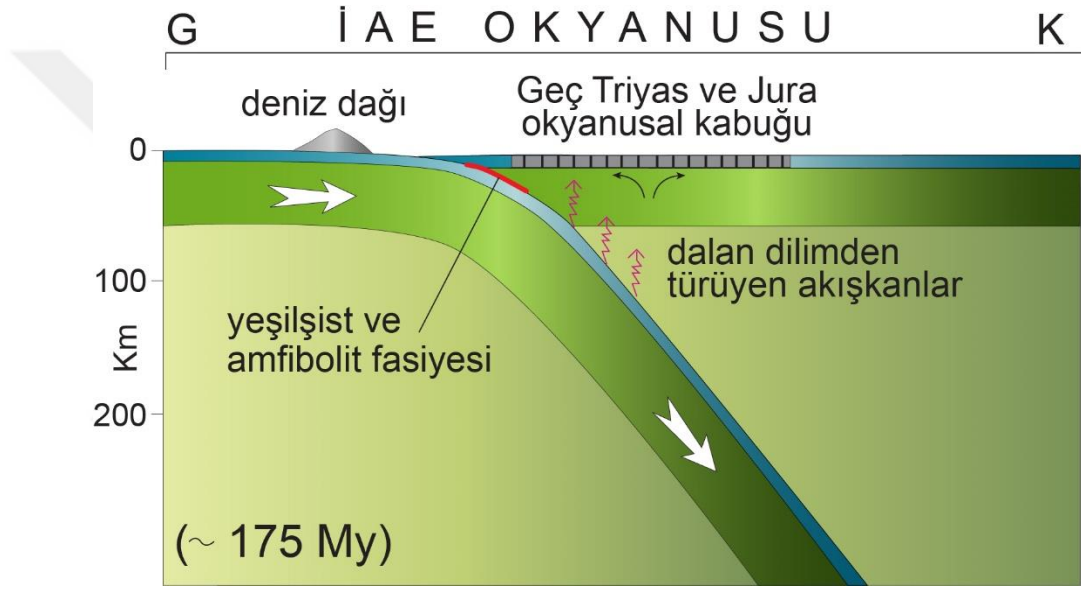
Tekelidağ Karmaşığı içerisinde haritalanabilir ayrı bir birim olarak ele alınan Balıbey Grubu'na ait farklı zaman süreçlerinde ve başkalaşım koşullarında oluşmuş olan metamorfik kayaçların İAE okyanusundaki yitim süreçleri ile olan ilişkilerinin ve kuşak boyunca rapor edilen diğer metamorfik kayaçlarla olan kıyaslamalarına dair değerlendirmeler ve çıkarımlar sunulmuştur.



Şekil 9.1. Tez çalışma sahası ve doğusundaki Çamlıbel (Tokat güneyi) bölgesine ait jeoloji haritası (Jeoloji haritası Çelik ve diğ., 2019a'dan alınmıştır). Harita üzerinde Balıbey Grubu'ndan elde edilen U-Pb zirkon ve ^{40}Ar - ^{39}Ar amfibol ve ak mika yaşları gösterilmiştir. Harita üzerinde gösterilen yaş verilerinin tümü Çelik ve diğ. (2019a)'da yayınlanmıştır. Bu yaş verilerinden yıldız simgesi ile belirtilen Kurtlapa ve Karabalçık köyleri civarındaki olanları ise bu tez çalışması kapsamında üretilen verileri temsil etmektedir

Tez çalışma sahasında Balıbey Grubu başlıca metabazit, mikaşist ve mermerler ile temsil edilmektedir. Amfibolit fasiyesinde (~ 620 °C, 7 kbar) başkalaşım geçirmiş mikaşist (MET-297) ve amfibolit (RM-063) örneklerinden ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemiyle Orta – Geç Jura'ya karşılık gelen sırasıyla $174.4 \pm 1,8$ My ve $166,7 \pm 2,0$ My soğuma yaşları elde edilmiştir (Şekil 9.1). Benzer yaş konaklarına sahip olan Eldivan ve Refahiye bölgelerindeki amfibolit ve yeşilist fasiyesinde başkalaşıma uğramış metamorfik kayaçların, İAE okyanusal alanındaki yitim zonu üstü ofiyolitlerinin oluşumu sırasında veya öncesinde, okyanus içi yitim aşamasında oluştukları ifade edilmiştir (ör. Çelik ve diğ., 2011, 2013; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b). Tekelidağ Karmaşığı'nda detayları aşağıda sunulmuş olan Orta – Üst Jura yaşlı yitim zonu üstü ofiyolitlerinin varlığı, radyometrik ve paleontolojik tarihlendirmeler ve jeokimyasal analizler neticesinde belirlenmiştir. Buna göre,

Balıbey Grubu metamorfik kayaların protolitlerinin, yitim zonu üzerindeki Jura okyanus litosferinin termal etkisine bağlı olarak, yeşil şist ve amfibolit fasiyesinde başkalaşım geçirmiş oldukları düşünülebilir (Şekil 9.2). Ayrıca, bazı alanlardaki amfibolit fasiyesindeki metamorfik kayaların yitimle ilişkili kökene sahip dolerit daykları tarafından kesilmiş olmaları, bu kayaların okyanus içi yitim zonunda başkalaşıma uğradıklarının önemli bir göstergesidir. Ofiyolit tabanı metamorfik kayalarıyla da ilişkilendirilebilecek bu gibi kayalar, tez çalışma sahasının batısındaki Çamlıbel ve Artova bölgelerindeki yığılma karmaşıkları içerisinde rapor edilmiştir (Çörtük ve diğ., 2016).



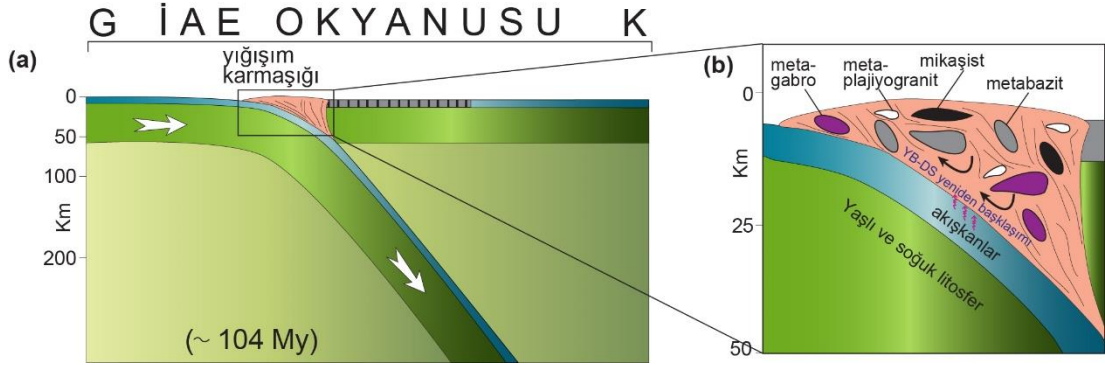
Şekil 9.2. Jura döneminde, yitim zonu üstü okyanusal kabuk oluşumuna eş yaşlı olarak, okyanus içi yitim süreçlerinde oluşan yeşilşist ve amfibolit fasiyesindeki başkalaşımın gelişimini gösteren tektonik model (Çelik ve diğ., 2019a'dan alınmıştır)

Çalışma sahasındaki Karabalçık köyü doğusunda yer alan yüksek basınç (YB) – düşük sıcaklık (DS) başkalaşım koşullarını yansıtan mavişist fasiyesi mineral topluluğuna sahip mikaşist örneğinin (RM-067) başkalaşım yaşı $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ tarihlendirme yöntemiyle $104,3 \pm 0,7$ My olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Balıbey Grubu'nun hem çalışma sahasındaki hem de çalışma sahasının batısındaki Çamlıbel bölgesinde (Çelik ve diğ., 2019a) yer alan amfibolit ve yeşilşist fasiyesli kayaların bir bölümünde tespit edilen mineralojik ve dokusal özellikler, bu kayaların mavişist fasiyesi koşullarında yeniden başkalaşıma uğradıklarını göstermektedir. Mavişist fasiyesindeki yeniden başkalaşımın olayları, amfibolit fasiyesinde oluşmuş olan kalsik amfibollerin

çeperlerinde gelişen sodik amfibol minerallerinin varlığı ile belirlenebilmektedir. Başkalaşım zamanları açısından da değerlendirildiğinde amfibolit fasiyesindeki başkalaşımın Orta – Üst Jura döneminde olması, mavişist başkalaşımın ise Alt Kretase'ye karşılık gelen yaş sonuçları vermesi, başkalaşımın önce amfibolit fasiyesinde, daha sonra mavişist fasiyesinde gerçekleştiğini desteklemektedir. Dolayısıyla, bu durum Balıbey Grubu'na ait kayaçların en azından bir bölümü için saatin tersi yönünde ilerleyen P-T-t yörüngesindeki başkalaşım süreçlerinden etkilendikleri ifade edilebilir (Çelik ve diğ., 2019a).

Balıbey Grubu kayaçlarındaki amfibolit fasiyesinden sonra gelişen mavişist fasiyesindeki yeniden başkalaşımın varlığı, amfibolit fasiyesi kayalarının önce yüzyledikleri ve daha sonra nispeten soğuk koşullarda tekrar yitim zonuna katıldıkları (ör. Dilek ve Whitney, 1997; Wakabayashi, 1990) veya yitim zonundaki başkalaşım koşullarının nispeten daha soğuk koşullara dönüştüğünü (ör. Plunder ve diğ., 2016) göstermektedir (Şekil 9.3a, b). Başkalaşım sonrası bu kayaçlar, İAE okyanusunun kapanması sırasında, arazi çalışmalarında da gözlenebildiği üzere, serpantin hamuru içerisinde yüzeylenmiş oldukları ifade edilebilir. Bir başka deyişle, düşük yoğunlukları sayesinde serpantinlerin metamorfik kayaçların yüzeyleme süreçlerinde ve yığışım karmaşığı içerisinde aktarılmalarında kolaylaştırıcı bir etken olduğu düşünülebilir (ör. Schwartz ve diğ., 2001). Mavişist fasiyesi kayaçlarında (ör. RM-067) lavsonit minerallerinin varlığı, başkalaşımın nispeten düşük sıcaklık (< 350 °C) koşulları altında (ör. Ernst, 2006; Tsujimori ve Ernst, 2014; Fornash ve diğ., 2019) hızlı bir şekilde yüzeylenmiş olduklarını göstermektedir. Balıbey Grubu kayaçlarında gözlenen bu mavişist fasiyesindeki yeniden başkalaşım döngüsü Batı Kaliforniya'daki Fransiskan Kompleksi ve İAE kenet kuşağının batısındaki Tavşanlı Zonu'ndan da rapor edilmiştir (ör. Sherlock ve diğ., 1999; Ukar ve Cloos 2014; Ogawa ve diğ., 2015; Plunder ve diğ., 2015). Balıbey Grubuna ait mavişist fasiyesli mikaşistlerdeki fengitlerin 104.3 ± 0.7 My başkalaşım yaşı, Orta Pontidler'deki Domuzdağ Kompleksi (~ 105 My; Okay ve diğ., 2006, 2013) ile kıyaslanabilir, ancak aynı kuşak üzerindeki Tavşanlı Zonu (~ 90 - 60 My; ör. Sherlock ve diğ., 1999; Seaton ve diğ., 2013; Fornash ve diğ., 2016; Pourteau ve diğ., 2019) ve Aşağı Kafkasya'daki Amassia-Stepanavan mavişistlerinden (~ 95 - 91 My; Rolland ve diğ., 2009) farklıdır. Ayrıca, Domuzdağ Kompleksi mavişistlerinde yeşilist fasiyesinde başkalaşım etkileri gözlenmektedir

(Okay ve diğ., 2006). Dolayısıyla, bu kayaların P-T-t yörüngesi, Balıbey Grubu mavişistlerinden farklı oldukları anlaşılmaktadır.



Şekil 9.3. (a, b) Daha önce yeşil şist ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış metamorfik kayaların mavişist fasiyesinde yeniden başkalaşımını gösteren tektonik model (Çelik ve diğ., 2019a'dan alınmıştır)

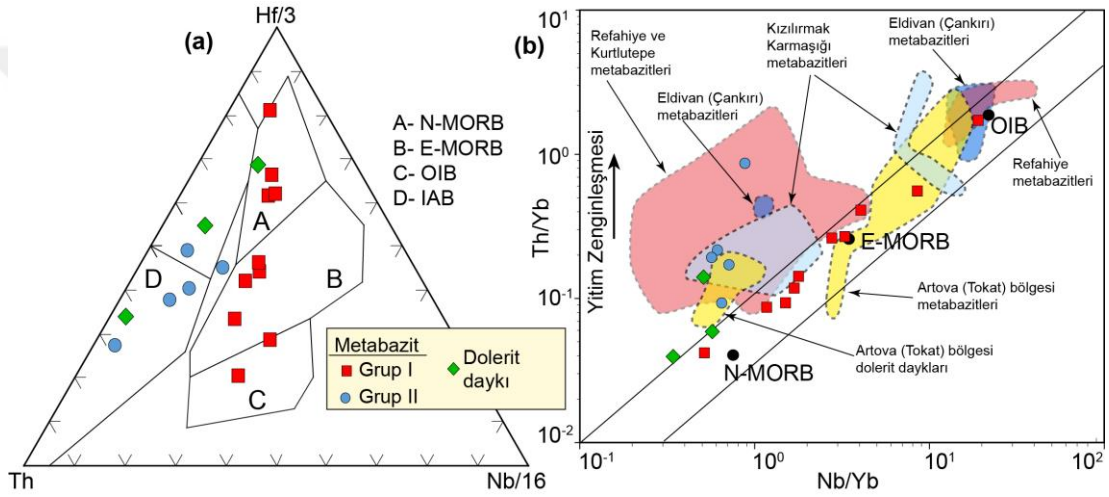
Daha önce Jura döneminde amfibolit veya yeşilşist fasiyesinde başkalaşıma uğramış kayalardaki mavişist fasiyesinde yeniden başkalaşımın gözlenmesi, bu kayaların yitim zonunda farklı zamanlarda ve derinliklerde fasılalı olarak başkalaşıma uğradığını göstermektedir. Amfibolit fasiyesi kayalarının yaşları $166,7 \pm 2,0$ ile $174,4 \pm 1,8$ My arasında değişmekte iken, mavişist fasiyesi kayalarının yaşları $104,3 \pm 0,7$ My'dır. Bu veriler, iki olay arasında $\sim 60 - 70$ My olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Çamlıbel bölgesindeki Geç Triyas ($222,3 \pm 1,5$ My ve $227,2 \pm 1,6$) meta-gabro ve meta-plajjiyogranitlerin magmatik kristalleşme yaşları (Çelik ve diğ., 2019a) ile bunu izleyen mavişist başkalaşımı arasında yaklaşık 120 milyon yıl zaman farkı vardır. İki olay arasındaki bu uzun zaman aralığını dinamik bir süreç içerisinde açıklamak çok mümkün görülmemektedir. Öte yandan, İAE kenet kuşağındaki radyolaryalı çörtlere göre Triyas yaşlı olduğu tarihlendirilen volkanik kayalar metamorfik değildirler. Bu da Triyas okyanus kabuğu kayalarının bu uzun jeolojik zamanlarda başkalaşıma uğrayabileceği veya korunabileceğini göstermektedir. Meta-plajjiyogranitlerin kristalleşme yaşı ile mavişist fasiyesi başkalaşımı arasındaki bu büyük zaman aralığı, Erken Kretase'den önce Tetis okyanus levhasının (İAE Okyanus bölgesi) yitimin sürekli olmasından ziyade, çok büyük olasılıkla dönemsel olarak devam ettiğini göstermektedir (Çelik ve diğ., 2019a). Öte yandan, okyanus kabuğu oluşumu düzenli olarak Triyas'tan Kretase'ye kadar devam ediyorsa ve birden fazla okyanus içi yitim varlığı da dikkate alındığında, yitimle ilişkili Triyas ve Jura okyanus kabuğu kayalarının Geç Kretase yığılım karmaşıklarına aktarılmasını açıklamak güçtür. İAE

kenet kuşağının metamorfik ve magmatik kayalarından elde edilen çok sayıdaki jeokimyasal analiz, OIB benzeri (deniz dağları) bir kökene işaret etmektedir (ör. Tankut ve diğ., 1998; Göncüoğlu ve diğ., 2010; Çelik ve diğ., 2013; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2014, 2017). Yitim zonuna ulaşan deniz dağları, okyanus levhasının yitimini uzunca bir süre durdurabilir veya yavaşlatabilir (Çelik ve diğ., 2019a). Türkiye'de Jura yaşlı ofiyolitler sınırlı alanlarda gözlenmekte (ör. Eldivan, Küre, Refahiye; ör. Çelik ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Uysal ve diğ., 2016; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017; Alparslan ve Dilek 2018) olup bu açıdan bakıldığında İAE kenet kuşağı içerisinde hacimsel olarak bol miktarda bulunmadıkları anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, Jura ofiyolitlerinin varlığı, Toros kuşağı ofiyolitlerinden rapor edilmemiştir (ör. Dilek ve diğ., 1999; Çelik ve diğ., 2006; Parlak ve diğ., 2013b). Sonuç olarak, yaklaşık 1500 km uzunluğunda İAE kenet kuşağı boyunca Triyas ve Jura ofiyolitlerinin nadir olarak gözlenmesi ve kabuksal kayaların kristallenme ve mavişist başkalaşımı arasındaki uzun zaman aralığı (~ 120 My) İAE okyanusunun dönemsel ve/veya yavaş yitiminden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Çelik ve diğ. 2019a; Bu çalışma).

9.2. Balıbey Grubu Metabazitlerinin Kökenleri

Balıbey Grubu'na ait bazik kökenli başkalaşım kayaları farklı tektono-magmatik ortam oluşum koşullarını yansıtan jeokimyasal özelliklere sahiptirler. Bu bazik kökenli başkalaşım kayaları jeokimyasal özelliklerine göre "Grup I metabazitleri" ve "Grup II metabazitleri" olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır (Şekil 9.4a, b). Birinci grup metabazitlerin daha çok okyanus ortası sırtı bazaltları (MORB), zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları (E-MORB) ve okyanus adası bazaltlarına (OIB) benzer köken kayalarına sahip oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 9.4a, b). İkinci gruba ait metabazit örneklerinin ilksel kayalarının ise yitimle ilişkili tektono-magmatik ortam koşullarında oluştukları tespit edilmiştir (Şekil 9.4a, b). Ayrıca, saha gözlemlerinde her iki gruba ait metabazitlerin yüzeyledikleri alanlarda, bu kayaların dolerit daykları tarafından kesildikleri tespit edilmiştir. Dolerit dayklarının jeokimyasal özellikleri ise bu kayaların yitimle ilişkili kaynak alanından türediklerini göstermektedir (Şekil 9.4a, b).

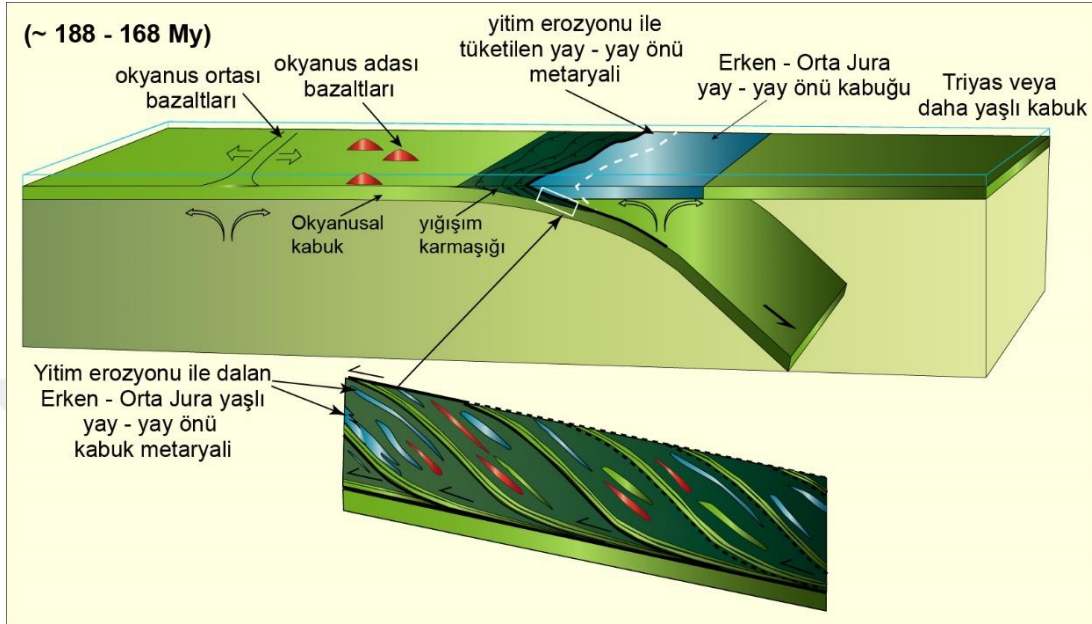
Birinci gruba ait E-MORB ve OIB benzeri kökene sahip metabazitler, İAE kenet kuşağı üzerindeki Refahiye metamorfitlelerinde (Göçmengil ve diğ., 2013) ve Kızılırmak karmaşığındaki metabazitlerde (Çelik ve diğ., 2016), Artova bölgesinde (Çörtük ve diğ., 2016) ve Eldivan bölgesindeki metabazitlerde (Çelik ve diğ., 2011) tanımlanmıştır (Şekil 9.4b). Benzer şekilde, farklı kenet ve ofiyolit kuşakları (ör. İç Pontid Keneti, Toros Kuşağı Ofiyolitleri) için de bazik kökenli başkalaşım kayaçlarının yaygın olarak OIB ve E-MORB jeokimyasal özelliklerine sahip oldukları rapor edilmiştir (ör. Çelik ve Delaloye, 2003, 2006; Çelik, 2007; Sayıt ve diğ., 2016; Parlak ve diğ., 2019).



Şekil 9.4. Balıbey Grubu'na ait metabazit örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı. Şekil 9.4b üzerindeki farklı renklerle gösterilen taralı alanlar Refahiye ve Kurtlutepeler metamorfitleleri için Göçmengil ve diğ. (2013)'den, Eldivan (Çankırı) metabazitleri için Çelik ve diğ. (2011)'den, Artova (Tokat) metabazitleri ve dolerit daykıları için Çörtük ve diğ. (2016)'dan ve Kızılırmak Karmaşığı metabazitleri için Çelik ve diğ. (2016)'dan alınmıştır. Kısaltmalar: IAB, ada yayı bazaltları; E-MORB, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları; N-MORB, normal okyanus ortası sırtı bazaltları; OIB, okyanus adası bazaltları

Balıbey Grubu'na ait söz konusu kayaçların Orta – Üst Jura başkalaşım yaşları dikkate alındığında, bunların ilksel magmatik oluşum yaşlarının en azından Orta Jura veya daha öncesi olması beklenmektedir. Bu açıdan, İAE kenet kuşağının Üst Kretase yaşlı yığılma karmaşıkları içerisinde tanımlan Geç Triyas yaşlı OIB ve E-MORB niteliğindeki ve metamorfik olmayan bazaltik kayaçlar, Balıbey Grubu'na ait metabazitlerin potansiyel köken kayaçları için bir örnek olarak sunulabilir. OIB ve E-MORB niteliğine sahip metabazitler, büyük olasılıkla deniz tabanındaki topoğrafik

yükseltilerden (ör. Deniz dağı, okyanus adası, okyanus platosu) toplanan materyalleri temsil etmektedir (Şekil 9.5; Shervais, 1990; Cloos, 1993; Fryer ve diğ., 2006; Çelik, 2007; Göçmengil ve diğ., 2013).



Şekil 9.5. Erken-Orta Jura yitim zonu üstü kabuk oluşumunu ve okyanus içi yitim erozyonu sürecinin şematik gösterimi

Balıbey Grubu'nun yitimle ilişkili kökene sahip olan ikinci grup metabazitler, İAE kenet kuşağı boyunca yer alan diğer Jura yaşlı metamorfik kayaçlarında ve farklı birçok kenet kuşağındaki okyanus içi metamorfik kayaçları için rapor edilmiştir (Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik ve Chiaradia, 2008; Guilmette ve diğ., 2009; Saha ve diğ., 2015; Çelik ve diğ., 2011, 2016; Göçmengil ve diğ., 2013; Bonnet ve diğ., 2020; Marroni ve diğ., 2020). Bir sonraki başlık altında detayları sunulduğu üzere Karabalçık köyü kuzeyindeki ikinci grup metabazitler içerisinde tespit edilen meta-plajiyogranit daykının zirkonlarından U-Pb tarihlendirme yöntemiyle 188.1 ± 3.8 My (Erken Jura) kristallenme yaşları elde edilmiştir. Elde edilen bu yaş verisi, İAE kenet kuşağındaki metamorfik olmayan Alt Jura yaşlı yitim zonu üstü ofiyolitlerinin oluşum yaşları ile örtüşmektedir (ör. Topuz ve diğ., 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Balcı ve Sayıt, 2020; Okay ve diğ., 2020). Yitimle ilişkili köken kayaçlarına sahip Balıbey Grubu'na ait metabazitlerinin kökenlerini açıklamak için iki farklı model önerilebilir; (i) çift veya çoklu yitim zonu modeli (ör. Encarnación, 2004; Çelik, 2008; Çelik ve Delaloye, 2006; Guilmette ve diğ., 2009; Wakabayashi ve diğ., 2010; Utsunomiya ve diğ., 2011; Bonnet ve diğ., 2020; Plunder ve diğ., 2020), (ii) yitim erozyon modeli (ör. Saha ve

diğ., 2005; Göçmengil ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013b, 2018; Wakabayashi ve Dilek, 2000, 2003). Erken-Orta Jura döneminde güney Avrasya kenarı boyunca çiftli veya çoklu yitim zonu varsa, metabazitlerin köken kayaçlarının tümünün yitimle ilişkili olması beklenmektedir. Ancak, hem Balıbey Grubu metabazitlerinin hem de İAE kenet kuşağı boyunca gözlenen metabazitlerin farklı tektono-magmatik ortam koşullarını yansıtan jeokimyasal özelliklere sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte, bu tez çalışmasında da ortaya konulduğu üzere yitimle ilişkili metabazitlerin, Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik olmayan Jura yaşlı ofiyolitik kayaçlarla benzer yaşlara sahip olduğundan, çift veya çoklu yitim modeli ihmal edilmiştir.

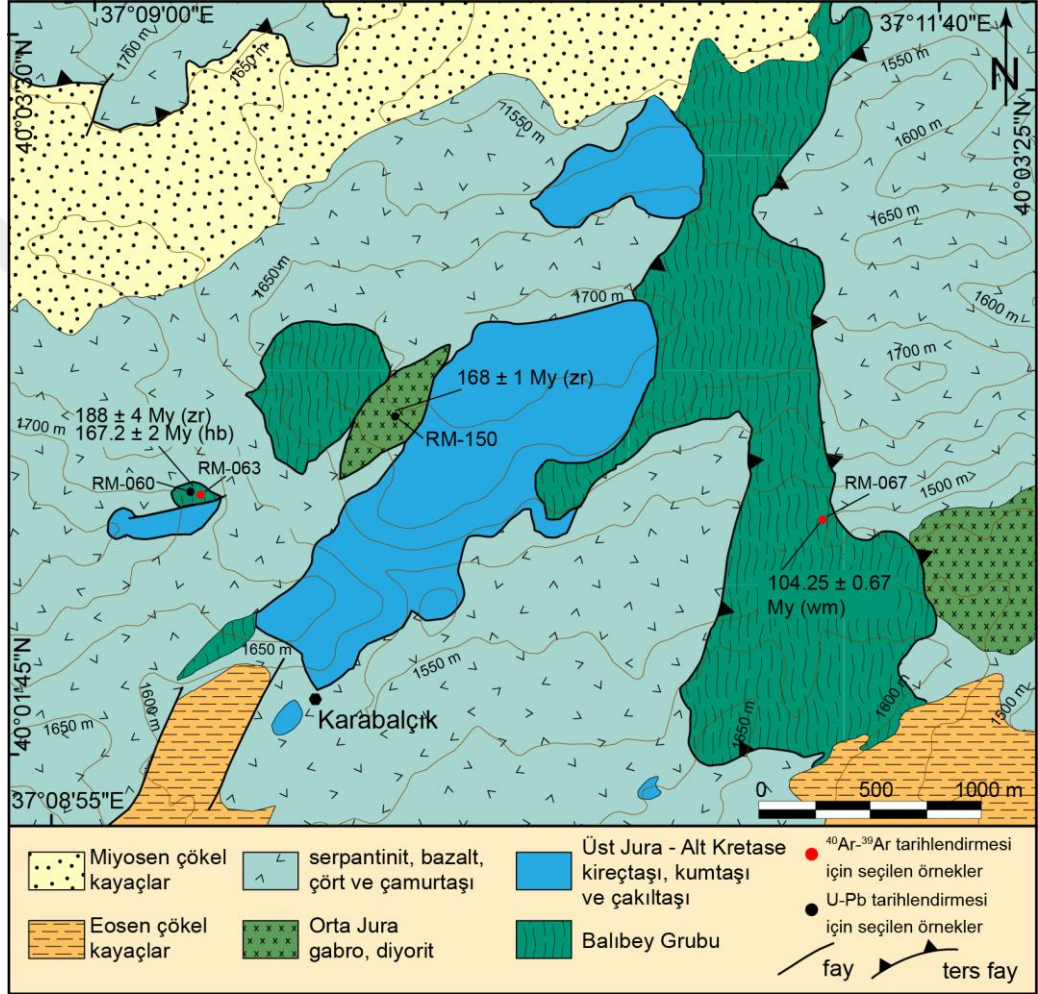
Yitim erozyonu süreci (tektonik erozyon, cephe erozyonu ve taban erozyonu dâhil) birçok okyanus içi yitim zonunda gözlenmiş olup yitimle ilişkili kökene sahip olan kayaçların yığışım karmaşıkları içerisinde ve yitim kanalına aktırılmasıyla ilgili süreçleri açıklamak için kullanılmıştır (ör. Von Huene ve Scholl, 1991; Clift ve Vannucchi, 2004; Clift ve Hartley, 2007; Scholl ve von Huene, 2007; Vannucchi ve diğ., 2008; Topuz ve diğ., 2013b; Göçmengil ve diğ., 2013; Agard ve diğ., 2018). Yakınlaşan levha sınırlarında yitime uğrayan levha ve yitimin üzerindeki üst levha arasındaki ara yüzey boyunca meydana gelen yitim zonu erozyonu üst levhadan önemli ölçüde malzemenin tüketilmesini de neden olmaktadır (ör. von Huene ve Lallemand, 1990; Lallemand, 1995; Clift ve diğ., 2005; von Huene ve diğ., 2004; Kukowski ve Oncken, 2006; Lallemand, 2006; Yamamoto ve diğ., 2009; Stern, 2011). Von Huene ve Scholl (1991) tarafından yakınlaşan levha sınırlarının yaklaşık yarısının biriktirici niteliğe sahip iken diğer yarısının da yitim erozyonu süreçleri nedeniyle aşındırıcı nitelikte olduğunu ifade edilmiştir. Örneğin, İzu-Bonin-Marina yitim zonunu dünyadaki yitim erozyonu faaliyetlerinin en etkin olduğu levha sınırlarından biri olarak sınıflandırılmıştır (ör. von Huene ve Scholl 1991; Lallemand, 1995). Bu alandaki yığışım karmaşıklarında gözlenen çamur ve serpantinit volkanlarında yapılan derin deniz sondajlarıyla, çamur ve serpantinit volkanların yaygın olarak üst levhadan aşındırılmış malzeme içerdikleri tespit edilmiştir (Bloomer, 1983; Fryer ve diğ., 1992; Lagabriele ve diğ., 1992; Fryer ve diğ., 1999). Bölgede hâkim olan yitim zonu erozyonu süreçleriyle yaklaşık son 40 My içerisinde üst plakanın en az 150 km'lik bölümün aşındırılmış olabileceği vurgulanmıştır (ör. Hussong ve Uyeda, 1981; Bloomer, 1983; Mitchell ve diğ., 1992). Balıbey Grubu'nun yitimle ilişkili kökene

sahip metabazitlerin oluşumunu açıklamak için yitim erozyon modeli önerilebilir (Şekil 9.5). Bu modele göre, metabazitlerin ilksel kayaçlarını temsil eden Erken Jura yaşlı yitim zonu üstü okyanusal kabuk kayaçlarının yitim erozyonu faaliyetleri neticesinde yitim zonuna aktarıldıkları ve Orta Jura döneminde ise amfibolit / yeşilist fasiyesi başkalaşımına maruz kaldıkları düşünülmektedir (Şekil 9.5).

9.3. Erken – Orta Jura yaşlı Metamorfik ve Metamorfik Olmayan Ofiyolitik Kayaçlar: Yitim Zonu Üstü Ofiyolitlerin Yaşam Ömürleri Üzerine Çıkarımlar

Ofiyolitler, farklı gruplar ve alt gruplar halinde tanımlanabilir, ancak genel olarak okyanus ortası sırt (MOR) tipi veya yitim zonu üstü (SSZ) tipi olarak sınıflandırılmaktadır (ör. Pearce ve diğ., 1984; Shervais, 2001; Stern, 2002; Metcalf ve Shervais, 2008; Pearce, 2008; Dilek ve Furnes, 2011, 2014). Dünya’da iyi bilinen ofiyolitlerin çoğunun (ör. Umman, Kızıldağ ve Troodos ofiyolitleri), okyanus kabuğu oluşumunun egemen olarak yitim zonu üstü ortamlarında (yay önü, yay ardı veya yay içi) oluştukları düşünülmektedir (ör. Shervais, 2001; Pearce, 2003; Bağcı ve diğ., 2005; Whattam ve Stern, 2011; Stern ve diğ., 2012; Dilek ve Furnes, 2011; Furnes ve Safonova, 2019; Furnes ve diğ., 2020). SSZ-tipi ofiyolitlerin çoğunun tabanında gözlenen ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları, okyanus içi yitim süreçlerini ve ofiyolitlerin yerleşme süreçlerinin anlaşılmasında önemli ipuçları sağlamaktadır (ör. Spray, 1984; Hacker ve diğ., 1996; Wakabayashi ve Dilek, 2000; Çelik 2007, 2008 ; Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik ve diğ., 2006, 2011; van Hinsbergen ve diğ., 2015; Agard ve diğ., 2016; Çörtük ve diğ., 2016; Plunder ve diğ., 2016). Radyometrik tarihlendirme (ör. ^{40}Ar - ^{39}Ar , U-Pb, Lu-Hf) verileri, ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarının, ofiyolit oluşumuna kıyasla genellikle aynı zamanda veya biraz daha erken/geç meydana geldiğini göstermektedir (ör. Hacker, 1991, 1994; Jones ve diğ., 1991; Hacker ve diğ., 1996; Wakabayashi ve Dilek, 2000; Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2008; Guilmette ve diğ., 2009, 2018; Parlak ve diğ., 2013a, 2019; Keenan ve diğ., 2016; Rioux ve diğ., 2016; Pourteau ve diğ., 2019). Bazı araştırmacılar, SSZ-tipi ofiyolitlerin ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarıyla birlikte kısa zaman aralıklarında (<10 My) oluştuğunu önermektedir (ör. Stern ve Bloomer, 1992; Robertson, 2002; Dilek ve Furnes, 2008, 2011; Pearce, 2003; Wakabayashi ve diğ., 2010). Bu bilgiler doğrultusunda, Karabalçık köyü kuzeyindeki alan (Şekil 9.6) metamorfik (ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları) ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçların oluşumları

arasındaki mekânsal ve zamansal ilişkiyi anlamak için çalışma sahasındaki en önemli alanlardan biridir. Bu açıdan, Karabalçık köyü civarındaki kayaçlar aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır. Bu bölümde, tez çalışması kapsamında elde edilen yeni veriler ve önceki sonuçlar birleştirilerek, İAE okyanusal alanındaki SSZ-tipi metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçların Erken-Orta Jura dönemindeki ofiyolit oluşum süreçlerinin ve bu kayaçların yaşam sürelerinin anlaşılması için kullanılmıştır.



Şekil 9.6. Tekelidağ Karmaşığı'nın Karabalçık köyü yakın civarına ait jeoloji haritası. Harita üzerinde bu alandaki kayaçlardan elde edilen $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ ve U-Pb yaş tayini sonuçları gösterilmektedir

Ayrıntılı jeoloji haritası Şekil 9.6'da sunulan Karabalçık köyü kuzeyindeki alanda ofiyolit tabanı metamorfite olarak değerlendirilen Balıbey Grubu'na ait Erken Jura oluşum yaşına sahip yitimle ilişkili metabazitler ile Orta Jura yaşlı metamorfik olmayan yitim zonu üstü ofiyolitik kayaçları serpantin, bazalt ve çamurtaşı hamuru içerisinde bir arada gözlenebilmektedir. Bu alandaki ofiyolitik kayaçlar kümülat

gabro, izotropik gabro, diyorit ve bu kayaçları kesen dolerit ve plajiyogranit daykları ile temsil edilmektedir. Balıbey Grubu'na ait metabazitler mineralojik ve dokusal özelliklerine göre amfibolit olarak tanımlanmış olup bu amfibolitik kayaçlar metamorfik plajiyogranit daykları ve metamorfik olmayan dolerit daykları tarafından kesilmektedir. Benzer nitelikteki ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları, İAE kenet kuşağındaki ve Toros Ofiyolit Kuşağı'ndaki yığışım karmaşıkları içerisinde gözlenmiştir (ör. Çelik ve Delaloye, 2003, 2006; Parlak ve diğ., 2006; Çelik ve diğ., 2011; Çörtük ve diğ., 2016, 2020).

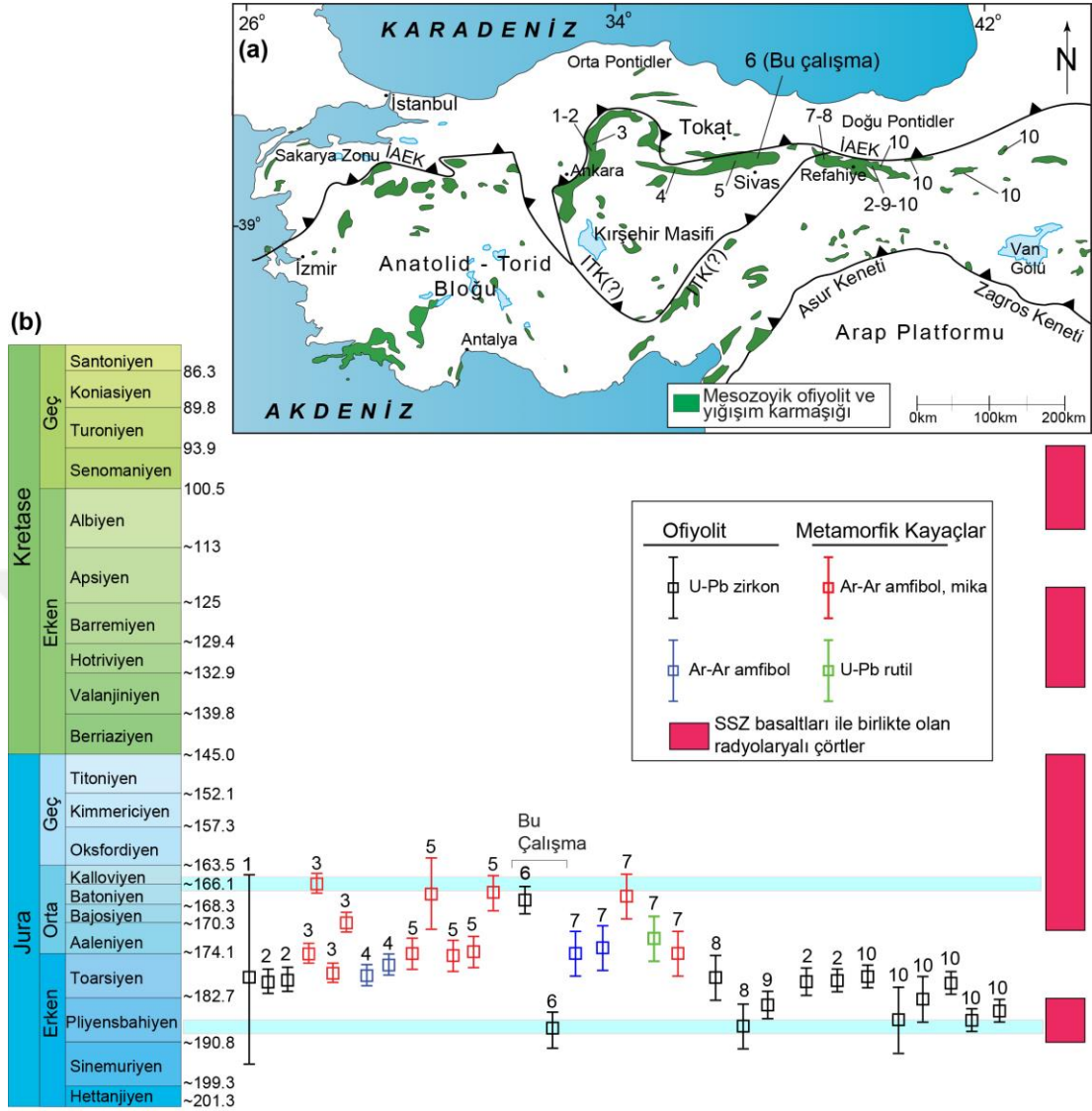
İAE kenet kuşağı üzerindeki düzenli ofiyolitik istiflerden (Refahiye ve Eldivan) ve yığışım karmaşığı içerisindeki okyanusal kabuk kayaçlarından gerçekleştirilen jeokimyasal çalışmalar, bu kayaçların farklı jeodinamik ortam koşullarında (ör. SSZ, OIB) oluştuklarını göstermektedir (ör. Tankut ve diğ., 1998; Rojay ve diğ., 2004; Rice ve diğ., 2006; Göncüoğlu ve diğ., 2006, 2010; Gökten ve Floyd, 2007; Bortolotti ve diğ., 2018; Çörtük ve diğ., 2018; Çelik ve diğ., 2013, 2018). Bununla birlikte, İAE kenet kuşağındaki Erken - Orta Jura ofiyolitlerinin ise yaygın olarak SSZ-tipi jeokimyasal özelliklere sahip oldukları belirtilmiştir (ör. Dilek ve Thy, 2006; Rice ve diğ., 2009; Çelik ve diğ., 2013, 2019b; Topuz ve diğ., 2013b; Sarifakioğlu ve diğ., 2014, 2017; Balcı ve Sayıt, 2020). Bu Erken - Orta Jura ofiyolitleri, İAE Okyanusu'nun kuzeye doğru yitimi sırasında yay, yay arkası ve yay önü ortamlarında oluştukları şeklinde yorumlanmıştır (ör. Çelik ve diğ., 2011, 2018; Hässig ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Uysal ve diğ., 2015). Benzer şekilde Karabalçık köyü kuzeyindeki Erken - Orta Jura yaşlı metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçların da yitim zonu ortam koşullarında oluştukları tespit edilmiştir.

İAE kenet kuşağı boyunca gözlenen Geç Triyas, Jura ve Kretase SSZ-tipi ofiyolitik kayaçların varlığı, İAE okyanusal alanı içerisinde farklı dönemlerde gelişen uzun süreli okyanusal yayılmanın ve yığışım karmaşıklarının oluşumuna işaret etmektedir. Bu çalışmada, İAE okyanusal alanındaki Erken - Orta Jura yaşlı SSZ-tipi ofiyolit oluşumu ve okyanus içi yitim süreçlerine odaklanılmıştır. İAE kenet kuşağındaki metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçlara ait farklı araştırmacılar tarafından elde edilen Erken - Orta Jura yaş verileri Tablo 1'de özetlenmiş ve Şekil 9.7a ve b'de gösterilmiştir. Radyometrik tarihlendirme ve radyolaryaya fosil yaşı verileri

(Robertson ve diğ., 2014; Bu çalışma) SSZ-tipi magmatizmanın yaklaşık 186 My'da (Erken Jura) başlamış olabileceğini göstermektedir (Şekil 9b). İAE kenet kuşağının doğu kesimindeki ofiyolitlerin (gabrolar, doleritler ve plajiyogranit) Erken - Orta Jura U-Pb zirkon ve $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ hornblend yaşları, Refahiye bölgesinde 185 - 170 My (Topuz ve diğ., 2013b; Uysal ve diğ., 2015; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017), Karadağ ve Şahvelet bölgelerinde 182 - 186 My (Robertson ve diğ., 2014) olarak belirlenmiştir (Şekil 9.7a, b). Balcı ve Sayıt (2020), İAE kenet kuşağının batı kesimindeki Eldivan ofiyolitinin peridotitlerini kesen dolerit dayklarının hornblend minerallerinde $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yöntemiyle 178 - 176 My oluşum yaşı elde etmişlerdir (Şekil 9.7a, b). Öte yandan, Erken - Orta Jura yaşları metamorfik kayalarındaki (amfibolit, mikaşist) hornblend, mika ve rutil minerallerinden $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ve U-Pb tarihlendirme yöntemleriyle elde edilmiştir (Şekil 9.7b; Çelik ve diğ., 2011, 2019a; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b).

Tablo 9.1. İAE kenet kuşağındaki Erken – Orta Jura yaşlı ofiyolitik ve okyanus içi metamorfik kayalara ait yaş verileri

Numara	Örnek	Kayaç	Mineral	Yöntem	Yaş (My)	Hata payı	Referans
Ofiyolitik kayalar							
1	97-AM-5	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	179	15	Dilek ve Thy, 2006
2	YK-6	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	180.48	0.34	Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017
2	YK-8	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	180.27	0.11	Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017
2	YK-425	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	180.1	2.4	Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017
2	YK-450	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	179	2	Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017
4	HT-16	dolerit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	176.3	0.52	Balcı ve Sayıt, 2020
4	HT-20-A	dolerit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	178.82	0.8	Balcı ve Sayıt, 2020
6	RM-060	meta-plajiyogranit	zirkon	U-Pb	188.1	3.8	Bu çalışma
6	RM-150	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	168.1	1.3	Bu çalışma
7	96B	gabro	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	174	4	Topuz ve diğ., 2013a
7	252	gabro	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	173	4	Topuz ve diğ., 2013a
8	96A	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	186	4	Topuz ve diğ., 2013b
8	746	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	178	4	Topuz ve diğ., 2013b
9	REF1	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	183.4	1.7	Uysal ve diğ., 2015
10	EZ-11-62	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	178.4	1.8	Robertson ve diğ., 2014
10	EZ-11-79	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	185.6	3.9	Robertson ve diğ., 2014
10	EZ-11-80	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	182.6	3.2	Robertson ve diğ., 2014
10	EZ-11-24	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	179.9	1.7	Robertson ve diğ., 2014
10	EZ-11-59	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	186.5	1.8	Robertson ve diğ., 2014
10	EZ-11-179	plajiyogranit	zirkon	U-Pb	184	2	Robertson ve diğ., 2014
Metamorfik kayalar							
3	FEM-076	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	166.9	1.1	Çelik ve diğ., 2011
3	FEM-084	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	169.91	0.96	Çelik ve diğ., 2011
3	FEM-067	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	174.13	0.87	Çelik ve diğ., 2011
3	FEM-068	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	177.08	0.96	Çelik ve diğ., 2011
4	MET-87	mikaşist	ak mika	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	166.8	5.3	Çelik ve diğ., 2019a
4	MET-118A	mikaşist	ak mika	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	173.5	2	Çelik ve diğ., 2019a
4	MET-193	mikaşist	ak mika	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	173.3	1.8	Çelik ve diğ., 2019a
4	MET-297	mikaşist	ak mika	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	174.4	1.8	Çelik ve diğ., 2019a; Bu çalışma
4	RM-063	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	166.7	2	Çelik ve diğ., 2019a; Bu çalışma
7	87C	mikaşist	ak mika	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	174	4	Topuz ve diğ., 2013a
7	142	mikaşist	ak mika	$^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	167	4	Topuz ve diğ., 2013a
7	514B	mikaşist	rutil	U-Pb	172	4	Topuz ve diğ., 2013a



Şekil 9.7. (a) Türkiye'deki kenet kuşakları boyunca yüzeyleyen Mesozoyik yaşlı ofiyolit ve ofiyolitik melanjların dağılımı gösteren harita (Çelik ve diğ., 2011'den alınmıştır). (b) İAE kenet kuşağı içerisindeki ofiyolitlerden elde edilen oluşum yaşlarının ve yitimle ilişkili metamorfik kayaların başkalaşım yaşlarının karşılaştırılması. Yitim zonu üstü bazaltları ve ilişkili radyolaryalı çörtlere ilişkin veriler Özkan ve diğ. (2020)'den ve bu çalışmadan alınmıştır. Jeolojik zaman cetveli Cohen ve diğ. (2013)'den alınmıştır. Şekilde gösterilen numaralara ait referanslar Tablo 1'de sunulmuştur

Karabalçık köyü kuzeyindeki amfibolitleri kesen meta-plajiyogranitlerin zirkonlarından U-Pb tarihlendirme yöntemiyle $188,1 \pm 3,8$ My (Erken Jura) kristallenme yaşı elde edilmiştir. Amfibolitlerin hornblend minerallerinden ise $167,2 \pm 2$ My (Orta Jura) $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ soğuma yaşı elde edilmiştir. Bu durum, amfibolitlerin ilksel kayalarının Erken Jura döneminde yitim zonu üstü ortamda oluştuğunu ve daha sonrasında Orta Jura döneminde ise amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşım

uğradıklarını göstermektedir. Meta-plajiyogranitlerin oluşum yaşlarının İAE kenet kuşağındaki metamorfik olmayan SSZ-tipi ofiyolitik kayaçlarından elde edilen oluşum yaşları ile benzerlik sunmaktadır (Şekil 9.7b). Ayrıca, bu yaş verisi yitim zonu üstü bazaltlarıyla ilişkili radyolaryalı çörtlere elde edilen Erken Jura (Pliensbahiye) fosil verileri ile de uyumludur. Diğer bir taraftan, aynı alandaki metamorfik olmayan gabro ve diyoritleri kesen plajiyogranit daykının zirkonlarından U-Pb tarihlendirme yöntemiyle $168,1 \pm 1,3$ My (Orta Jura) kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi, aynı alandaki amfibolitlerin soğuma yaşı (~ 168 My) soğuma yaşı ile oldukça benzerdir (Şekil 9.7b). Bu durum, söz konusu zaman dilimi içerisinde ofiyolit tabanı metamorfikleri ile SSZ-tipi ofiyolit oluşumunun yaklaşık eş zamanlı olarak devam ettiğini işaret etmektedir. Benzer gözlemler, Doğu Akdeniz ve Coast Range (Batı Amerika) ofiyolitleri ve ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları için rapor edilmiştir (ör. Wakabayashi ve Dilek, 2000; Wakabayashi ve Dilek, 2003; Liati ve diğ., 2004; Çelik ve diğ., 2006, 2013; Parlak ve diğ., 2019).

Dünyadaki birçok ofiyolit için (ör. Vourinos, Mirdita, Pindos, Troodos, Kızıldağ, Umman, ve Coast Range ofiyolitleri) kısa ömürlü bir SSZ kabuğu oluşumu (genellikle 10 My veya daha az) önerilmektedir (Robertson, 2002; Wakabayashi ve Dilek, 2003; Liati ve diğ., 2004; Çelik ve diğ., 2006; Dilek ve diğ., 2007; Hopson ve diğ., 2008; Moghadam ve Stern, 2011; Karaoğlan ve diğ., 2013; Parlak ve diğ., 2013b, 2019; Maffione ve diğ., 2015). Örneğin, Geç Kretase yaşlı Tetis ofiyolitlerinin neredeyse tümü benzer ve dar bir aralıkta değişen yaşlara sahiptirler; Troodos ofiyoliti için 90-94 My; Oman ofiyoliti için 95 My; Kızıldağ ofiyoliti için 91-92 My; Zagros kuşağı ofiyolitleri için 103-99 My (ör. Searle ve Cox, 1999; Robertson, 2002, 2004; Çelik ve diğ., 2006; Chan ve diğ., 2007; Moghadam ve Stern, 2011; Karaoğlan ve diğ., 2013; Parlak ve diğ., 2013b; van Hinsbergen ve diğ., 2016). Benzer şekilde, Orta Jura yaşlı Balkan ofiyolitleri 160 ila 172 My arasında değişen oluşum yaşlarına sahiptir (Liati ve diğ., 2004; Dilek ve diğ., 2008; Schmid ve diğ., 2008; Robertson, 2012; Bortolotti ve diğ., 2013; Maffione ve diğ., 2015). Ancak, Şekil 9'de sunulan İAE kenet kuşağına içerisindeki Jura yaşlı ofiyolitik kayaçlardan ve ilişkili metamorfik kayaçlardan elde edilmiş mevcut jeokronolojik yaş verileri incelendiğinde okyanus içi yitim süreçlerinin ve yitim zonu üstü okyanusal kabuk gelişimin yaklaşık 20 My'lık bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştiğini göstermektedir (Tablo 1; Şekil 9.7b). Çalışma alanındaki

meta-plajiyogranitin (~ 188 My) kristallenme yaşının, metamorfik olmayan plajiyogranitin kristallenme (~ 168 My) yaşına göre yaklaşık 20 My daha yaşlı olması, söz konusu durum için iyi bir örnektir. Ayrıca, uzun ömürlü yitim zonu üstü kabuk gelişimine, yay önü bazaltları ile kalk-alkali bazaltlar arasındaki zaman farkının yaklaşık 20 My olduğu İzu-Bonin-Mariana yay önü sistemi örnek olarak gösterilebilir (ör. Ishizuka ve diğ., 2011; Reagan ve diğ., 2019). Bununla birlikte, gabro ve diyoritleri kesen plajiyogranit daykına ait zirkon minerallerinden elde edilen ~ 168 My yaş verisi amfibolitlerin başkalaşım yaşı ile örtüşmektedir. Sonuç olarak bu durum, okyanus içi yitim süreçlerinin devam ettiğini ve bu esnada yitim zonu üstü ortamda kabuk gelişiminin gerçekleştiğini göstermektedir.

9.4. Orta – Üst Jura – Alt Kretase Yaşlı Radyolaryalı Çörtlerin ve İlişkili Ofiyolitik Kayaçların Değerlendirilmesi

Bu bölümde çalışma sahasındaki Tekelidağ Karmaşığı'na ait bazaltik volkanik kayaçlarla ilişkili radyolaryalı çörtlerden elde edilen radyolaryaya fosil topluluğuna göre belirlenen yaş sonuçları ve bu kayaçlarla birlikte gözlenen ofiyolitik kayaçların jeokimyasal özellikleri sunulmuştur. Elde edilen bu yeni sonuçlar neticesinde İAE kenet kuşağı boyunca gözlenen ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarından elde edilen verilerle kıyaslanmış ve ofiyolitik kayaçların jeodinamik oluşum ortam koşullarına dair çıkarımlar yapılmıştır.

Kenet kuşaklarındaki radyolaryalı çörtlerin tarihlendirilmesi ve ilişkili bazaltik kayaçların jeokimyasal karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasıyla okyanusal levhaların evrimi, tektono-magmatik olaylar, yitim-yığışım karmaşıklarının oluşum süreçleri ve yakın alanlardaki ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarının stratigrafik/jeolojik özellikleri açısından kıyaslamasıyla ilgili önemli ipuçları sağlamaktadır (Bragin ve Tekin, 1996; Tekin ve diğ., 2002; Göncüoğlu ve diğ., 2006, 2010; Tekin ve Göncüoğlu, 2009; Robertson ve diğ., 2014; Danelian ve diğ., 2016; Pirnia ve diğ., 2020). Ayrıca, radyolaryaya fosilleri ofiyolit ve ofiyolitik yığışım karmaşıklarındaki özellikle bazaltik volkanik kayaçların tarihlendirilmesinde, radyometrik yaş tayini gibi yüksek maliyetli ve uzun süreçli yaş tayini yöntemlerine kıyasla daha düşük maliyetli ve anlamlı yaş sonuçları sağlaması açısından önemli bir avantaja sahiptir. Bu açıdan, İAE kenet kuşağındaki yığışım karmaşıklarının tipik bir üyesi olan ve yaygınca

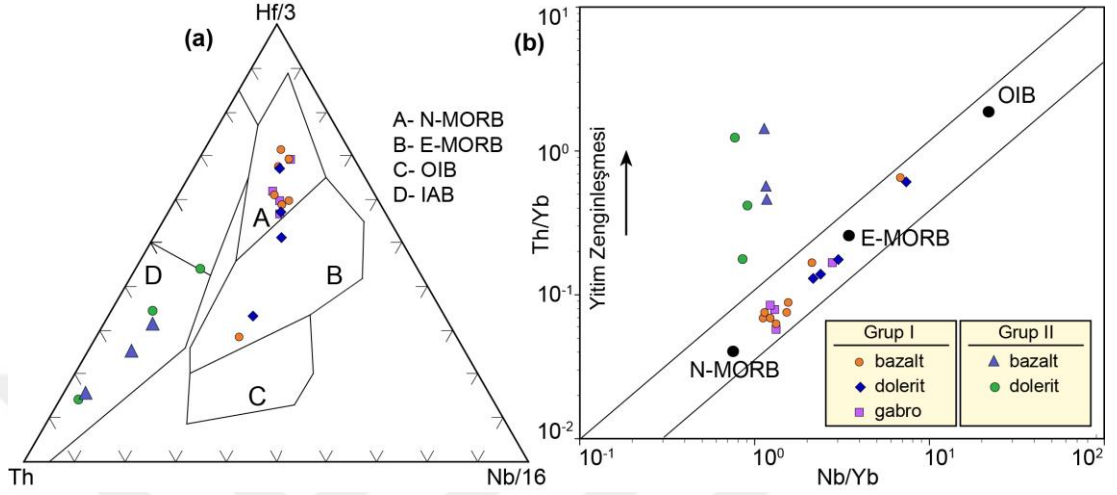
gözlenen radyolaryalı çörtler, kenet kuşağının jeodinamik evriminin anlaşılmasında önemli katkılar sağlamaktadır (ör. Bragin ve Tekin, 1996; Tekin ve diğ., 2002, 2012; Göncüoğlu ve diğ., 2006, 2010; Rojay ve diğ., 2006; Robertson ve diğ., 2014).

İAE kenet kuşağı içerisinde Triyas, Jura ve Kretase yaşlı ofiyolitlerin ve okyanus içi metamorfik kayaçlarının varlığı yapılan radyometrik tarihlendirme yöntemleri (U-Pb ve ^{39}Ar - ^{40}Ar) ve jeokimyasal çalışmalarla ortaya konulmuştur (ör. Harris ve diğ., 1994; Önen, 2003; Çelik ve diğ., 2011, 2013; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b; Çörtük ve diğ., 2016; Okay ve diğ., 2020; Bu çalışma). Ofiyolitlerin tarihlendirilmesinde genel olarak ofiyolitik istifin kabuk bölümü temsil eden başlıca gabro ve plajiyogranit türü kayaçlar kullanılmıştır. Bazaltik kayaçların tarihlendirilmesinde ise, bu kayaçlarla birlikte bulunan çökel kayaçlardaki (ör. radyolaryalı çörtler, kireçtaşları) mikro fosil faunaları kullanılmıştır (Göncüoğlu ve diğ., 2006). Bazaltik kayaçlarla birlikte bulunan çökel kayaçlardan, Orta - Geç Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar değişen fosil yaşları elde edilmiştir. Örneğin, Dağköplü Melanji'ndaki radyolaryalı çörtlerdeki radyolaryalı fosillerinden Geç Triyas (Karniyen), Orta - Geç Jura (Batonyen - Titonyen) ve Erken Kretase (Berriazyen – Hotriviyen ve Senomaniyen) yaşları elde edilmiştir (Göncüoğlu ve diğ., 2000, 2006; Tekin ve diğ., 2002). Ankara Melanji'na ait yastık lavlarla ilişkili olarak gözlenen kireçtaşlarından Alt Kretase (Apsiyen - Barremiyen) yaşları elde edilmiştir (Rojay ve diğ., 2004).

Tekelidağ karmaşığında ait bazaltik kayaçlar (gastro, dolerit ve bazalt) jeokimyasal özelliklerine göre iki gruba ayrılmıştır. Bunlardan, ilk gruba ait bazaltik kayaçlar iz ve nadir toprak element davranışları açısından ve tektono-magmatik ortam diyagramlarında incelendiklerinde (Şekil 9.8a, b) normal ve zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlarına (N-MORB ve E-MORB) benzer jeokimyasal özelliklere sahip oldukları anlaşılmaktadır. İkinci gruba ait bazaltlar ise SSZ ortam koşullarına yansıtan ada yayı toleyitlerine benzer jeokimyasal özelliklere sahiptir (Şekil 9.8a, b).

İAE kenet kuşağındaki radyolaryalı topluluklarının yaş aralıkları ve birlikte gözlemlendikleri bazaltik kayaçların petrojenetik özellikleri Şekil 9.9a, b'de kısa özet halinde sunulmuştur. Orta - Geç Jura radyolaryalı toplulukları Grup I bazaltik kayaçlarıyla, Orta Jura – Erken Kretase radyolaryalı toplulukları ise Grup II bazaltik kayaçlarıyla ile bir arada bulunmaktadır (Şekil 9.9b). Bu çalışmada tanımlanan

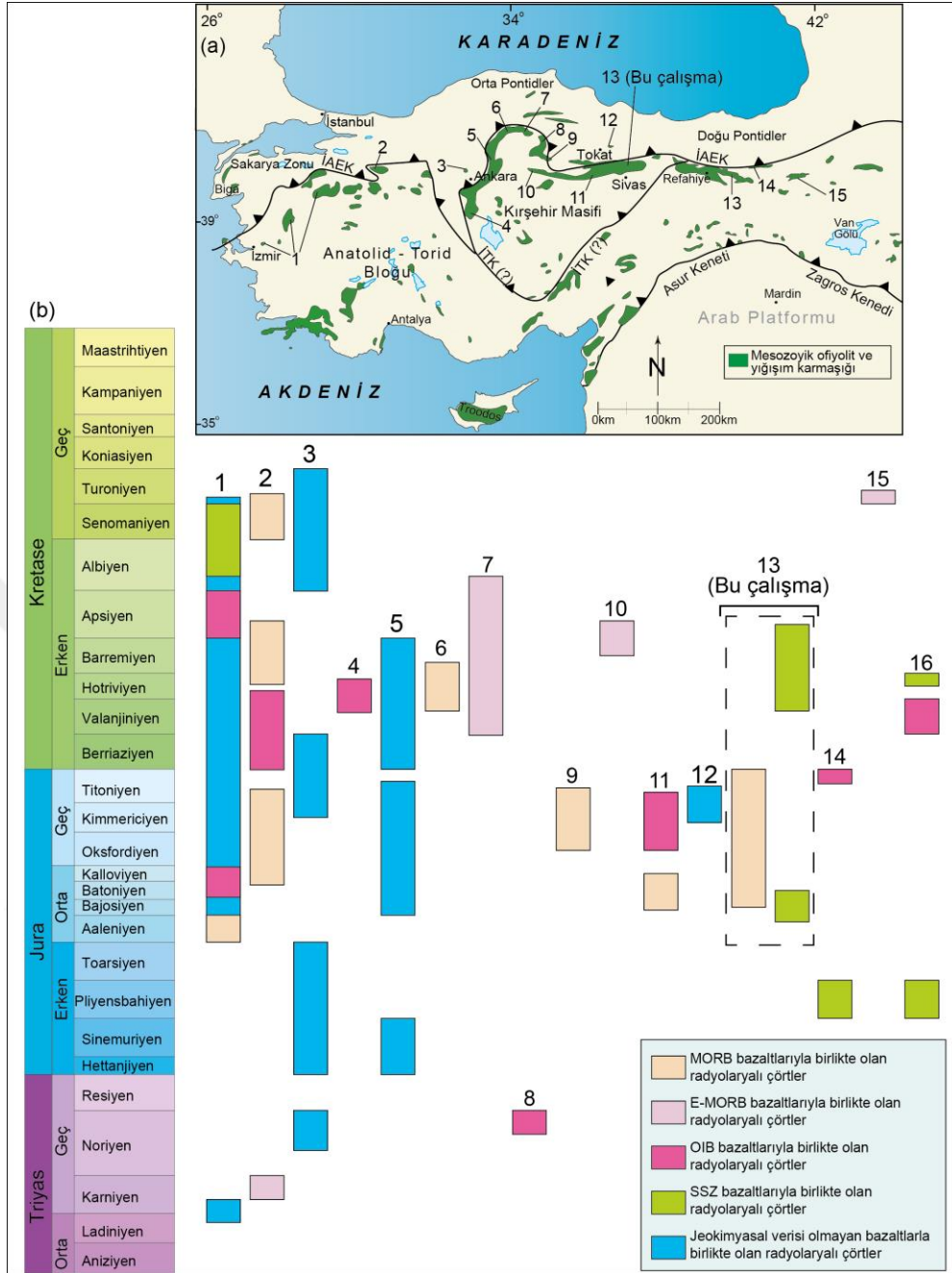
radyolaryaya yaşları, İAE kenet kuşağında tanımlananlar ile benzerdir. İAE kenet kuşağındaki radyolaryaya açısından zengin silisli çökel kayaçlarından Orta Triyas ile Geç Kretase aralığında yaşlar elde edilmiştir (Şekil 9.9a, b).



Şekil 9.8. Tekelidağ Karmaşığı'na ait bazaltik kayaç (gabro, dolerit ve bazalt) örneklerinin (a) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (b) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektono-magmatik ayırım diyagramı

İAE kenet kuşağında tanımlanan mevcut radyolaryaya fosil yaşlarının baskın olarak Orta Jura ve Erken Kretase yaş aralığında dağılım sunduğu söylenebilir (Şekil 9.9b). Öte yandan, ofiyolitik magmatik kayaçlardan (ör. gabro ve plajiyogranit) radyometrik kristallenme yaşları ofiyolitlerin Geç Triyas ile Geç Jura zaman aralığında değişen oluşum yaşları tespit edilmiştir (ör. Dilek ve Thy, 2006; Çelik ve diğ., 2013, 2018, 2019b; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Uysal ve diğ., 2015; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017; Bu çalışma). İAE kenet kuşağındaki en yaşlı radyolaryaya fosilleri kenet kuşağının batısındaki Bornova Filiş Zonu, Dağküplü Melanjı ve Ankara Melanjı'nda tespit edilmiştir (Şekil 9.9a, b; ör. Tekin ve diğ., 2006; Tekin ve Göncüoğlu, 2007; Göncüoğlu ve diğ., 2010; Bortolotti ve diğ., 2018). Bununla birlikte kenet kuşağının doğusundaki alanlardan (ör. Erzincan bölgesi ve Şahvelet Melanjı) elde edilen en yaşlı radyolaryaya fosilleri Erken Jura (Pliyensbahiye) yaşlıdır (Şekil 9.9a, b; Robertson ve diğ., 2014).

Tekelidağ Karmaşığı'nda MORB-benzeri bazaltik kayaçlarla birlikte gözlenen radyolaryalı çörtlere geç Bajosiyen (Orta Jura) - Titoniyen (Geç Jura) aralığındaki fosil toplulukları tespit edilmiştir. İAE kenet kuşağı içerisinde Orta - Geç Jura yaşlı MORB- ve E-MORB-benzeri bazaltlar yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 9.9b).



Şekil 9.9. İAE kenet kuşağına ait yığışım karmaşıklıklarından elde edilen radyolaryalı fosil faunalarının yaş aralıklarını ve radyolaryalı çörtlerle birlikte gözlenen bazaltik volkanik kayaların tektono-magmatik oluşum ortamlarını gösteren kronostratigrafik şekil. Jeolojik zaman cetveli Cohen (2013)'den alınmıştır. Şekiller üzerinde numaralarla gösterilen çalışmalar sırasıyla: 1. Bornava Filiş Zonu, Tekin ve diğ. (2006) ve Göncüoğlu ve diğ. (2006a, 2006b), Tekin ve Göncüoğlu (2007, 2009); 2. Dağköplü Melanjı, Göncüoğlu ve diğ. (2000, 2006b, 2010), Tekin ve diğ. (2002); 3. Ankara Melanjı, Bragina ve Tekin (1996), Tekin (1999); 4. Ankara Melanjı, Üner (2010); 5. Çankırı bölgesi Çelik (2010); 6 – 11. Ankara Melanjı Bortolotti ve diğ. (2018); 12. Tokat bölgesi Bozkurt ve diğ. (1997); 13. Tekelidağ Karmaşığı, bu çalışma; 14. Erzincan bölgesi Robertson ve diğ. (2014); 15. Otlukbeli Melanjı ve 16. Şahvelet Melanjı, Robertson ve diğ. (2014)

Yitimle ilişkili ikinci grup bazaltik kayaçların yüzeylediği alanlardan derlenen radyolaryalı çörtlere ise geç Aaleniyen (Orta Jura) ve erken Apsiyen (Erken Kretase) aralığındaki radyolaryaya fosil toplulukları elde edilmiştir (Şekil 9.9b). İAE kenet kuşağı içerisinde yitimle ilişkili Orta Jura ve Erken Kretase yaşlı bazaltlara ait veriler oldukça sınırlıdır. Yalnızca, çalışma sahasının doğusunda yer alan Refahiye ofiyolitine ait yığışım karmaşıkları içerisinde Jura yaşlı yitimle ilişkili bazaltlar gözlenmiştir (Robertson ve diğ., 2014). Dolayısıyla, çalışma alanından elde edilen yeni veriler, bu alandaki bazaltların Jura yaşlı Eldivan ve Refahiye ofiyolitleriyle kıyaslanmasına imkân sunmuştur.

İAE kenet kuşağı boyunca yüzlek veren radyolaryalı çörtlere ilişkili bazaltik kayaçlar için farklı tektono-magmatik ortamlarda (N-MORB, E-MORB, OIB ve SSZ bazaltları) tanımlanmıştır (ör. Tankut ve diğ., 1998; Göncüoğlu ve diğ., 2006, 2010; Gökten ve Floyd, 2007; Robertson ve diğ., 2014; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017; Bortolotti ve diğ., 2018). Kuşak boyunca gözlenen radyolaryaya yaş sonuçları, levha içi volkanizmanın (E-MORB / OIB) Orta - Geç Triyas'ta başladığını (Tekin ve diğ., 2002; Göncüoğlu ve diğ., 2006; Göncüoğlu ve diğ., 2010) ve Geç Apsiyen'e (Erken Kretase) kadar devam ettiğini göstermektedir (ör. Rojay ve diğ., 2004; Göncüoğlu ve diğ., 2006a, b) (Şekil 9.9b). Ancak, Robertson ve diğ. (2014), İAE kenet kuşağının doğudaki devamı olan Otlukbeli Melanjı'nda hem OIB hem de E-MORB benzeri kökene sahip bazaltlarla birlikte gözlenen radyolaryalı çörtlere daha genç Turoniyen (Geç Kretase) oluşum yaşlarını rapor etmişlerdir. Orta - Geç Triyas OIB- ve E-MORB-tipi bazaltlar İAE okyanusal alanının erken açılma evresiyle ilişkili olarak yorumlanmıştır (Göncüoğlu ve diğ., 2006, 2010). Ayrıca, Orta Jura - Erken Geç Kretase (Senomaniyen) MORB tipi bazaltların varlığının İAE okyanusunun genişleme rejimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (ör. Göncüoğlu ve diğ., 2006a, 2006b, 2015; Bortolotti ve diğ., 2018). Bu düşüncelerin aksine, İAE kenet kuşağının bir parçası olan Balıbey Grubu'ndan son zamanlarda yitimle ilişkili Geç Triyas yaşlı meta-plajiyogranit ve meta-gabroların keşfi, okyanus içi yitimin Geç Triyas'ta başladığını göstermektedir (Çelik ve diğ., 2019b).

Jeokimyasal ve jeokronolojik verilere göre, Jura yaşlı yitim zonu üstü ofiyolitlerinin varlığı, İAE kenet kuşağı boyunca iyi bilinmektedir (ör. Çelik ve diğ., 2013, 2018; Topuz ve diğ., 2013b; Robertson ve diğ., 2014; Uysal ve diğ., 2015). Bununla birlikte,

SSZ tipi bazaltlarla ilişkili Jura yaşlı radyolaryaya fosilleri sadece Erzincan bölgesi ve Şahvelet Melanji'nda tespit edilmiştir (Robertson ve diğ., 2014). Ancak, daha önceki çalışmalarda Orta-Geç Jura radyolaryalı çörtlerle ilişkili bazaltik kayaçların, İAE kenet kuşağında okyanus ortamı içinde MORB tipi ve OIB tipi düzenlemelere sahip olduğunu ileri sürülmüştür (ör. Göncüoğlu ve diğ., 2006a; Bortolotti ve diğ., 2018). Bazaltik kayaçların jeokimyasal özellikleri, radyolaryaya yaş verileri ile birleştirildiğinde, Tekelidağ Karmaşığı'ndaki SSZ-tipi bazaltların (Grup II) ilk olarak bu çalışmada belirlenen Orta Jura (Aaleniyen) sırasında oluştuğunu göstermektedir. Bu radyolaryaya yaşları, daha önce Tokat bölgesinde gabroları kesen SSZ tipi plajiyogranitlerden elde edilen U-Pb zirkon kristallenme yaşları (~ 172 - 175 My; Özkan ve diğ., 2015) ve bu çalışmayla plajiyogranit daykından elde edilen U-Pb zirkon kristallenme yaşı (~ 168 My) ile de uyumludur. Bununla birlikte, Tekelidağ Karmaşığı'nda yüzlek veren yitimle ilişkili bazaltlarla birlikte gözlenen Orta Jura radyolaryalı çörtlerin radyolaryaya toplulukları, Refahiye ofiyolitinde tanımlanan radyolaryaya topluluklarından (Erken Jura, Pliyensbahiyen; Robertson ve diğ., 2014) ve bu çalışmada tespit edilen metamorfik ofiyolitlerin kristallenme yaşından (~ 188 My) biraz daha gençtir. Diğer yandan, Tekelidağ Karmaşığı'ndaki SSZ-tipi bazaltların bir bölümü, bu kayaçların Erken Kretase (Geç Valanginiyen - Erken Apsiyen) sırasında oluştuklarını göstermektedir (Şekil 9.9b). Benzer şekilde, Robertson ve diğ. (2014) İAE kenet kuşağının doğusunda yer alan Şahvelet Melanji'ndan Erken Kretase radyolaryaya topluluklarıyla ilişkili SSZ-tipi bazaltların varlığını rapor etmişlerdir (Şekil 9.9b).

MORB benzeri Grup I bazaltlarını örten yaklaşık 20 m kalınlığındaki radyolaryalı çörtlerin taban ve tavan bölümünden derlenen örneklerden sırasıyla, Orta Jura (geç Bajosiyen - orta Batoniyen) ve Geç Jura (Orta Oksfordiyen - Titoniyen) yaşlarını veren radyolaryaya toplulukları elde edilmiştir (Şekil 9.9b). Bu durum radyolaryaya birikiminin yaklaşık 25 milyon yıllık uzun bir süreç boyunca devam ettiğini düşündürmektedir. MORB benzeri bazaltlarla birlikte gözlenen radyolaryalı çörtlerden benzer yaşlar, İAE kenet kuşağının batısındaki, Ankara ve Dağköplü melanjlarından elde edilmiştir (ör. Bortolotti ve diğ., 2018) (Şekil 9.9b).

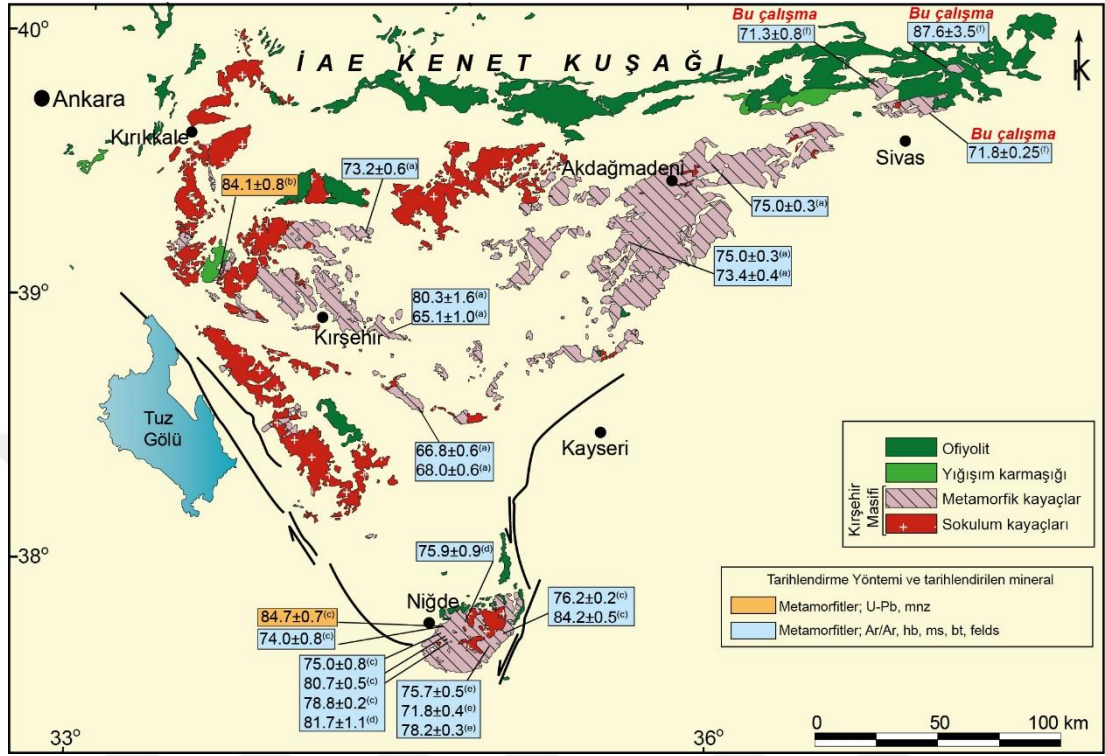
MORB benzeri magma oluşumunun genel olarak orta Atlantik ortası gibi orta okyanus sırt sisteminde oluştukları kabul edilmektedir. Ancak MORB benzeri kayaçların

okyanus içi yay ardı havza sistemlerinde de oluşabildikleri rapor edilmiştir (ör. Hawkins ve Melchior, 1985 ; Leat ve diğ., 2000; Pearce ve diğ., 2005; Pearce ve Stern, 2006; Dilek ve Furnes, 2011; Todd ve diğ., 2012). Örneğin, Batı Pasifik okyanusundaki Lau ve Izu-Bonin-Mariana Çukuru'nun yay ve yay-ardı sistemlerinde eş zamanlı MORB- ve IAT-tipi bazalt oluşumları bilinmektedir (ör. Gribble ve diğ., 1996; Taylor ve Martinez, 2003; Ishizuka ve diğ., 2009; Zhang ve diğ., 2019). Güney Atlantik Okyanusu'ndaki Güney Sandviç yay ardı sistemi, hem MORB hem de IAT benzeri bazalt oluşumunun ortak olduğu SSZ-tipi ofiyolit oluşumu için en iyi örneklerden biridir (ör. Fretzdorff ve diğ., 2002; Leat ve diğ., 2004; Pearce ve Stern, 2006). Ek olarak, MORB, SSZ ve OIB bazaltlarının benzer toplulukları Coast Range (Batı Amerika) ofiyolitlerinde, Fransiskan melanjlarında, Orta ve Kuzey Balkanlar'da rapor edilmiştir (ör. Shervais ve Kimbrough, 1985; Shervais ve diğ., 2005; Vishnevskaya ve diğ., 2009). Çalışma alanında Orta Jura MORB benzeri ve Orta - Geç Jura - Erken Kretase SSZ-tipi bazaltik kayaları aynı yığışım karmaşığı içerisinde birlikte yer almaktadır. Bu durum, Batı Pasifik ve Güney Atlantik okyanuslarının modern örneklerinde gözlemlendiği gibi, MORB- ve SSZ-tipi magmatizmanın bir yay ardı sisteminde eşzamanlı oluştuğunu göstermektedir. Öte yandan, MORB benzeri bazaltlar, SSZ ofiyolit oluşumunun en erken aşamasında yay-önü bazaltları şeklinde de gözlenebilmektedir (ör. Reagan ve diğ., 2010). İAE kenet kuşağı boyunca Jura yaşlı SSZ-tipi ofiyolitler yaygındır (ör. Çelik ve diğ., 2013, 2018, 2019b; Topuz ve diğ., 2013a, 2013b; Parlak ve diğ., 2013a; Robertson ve diğ., 2014; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2017). Bu nedenle, Orta - Geç Jura MORB- ve SSZ-tipi bazaltik kayaların bir yay veya yay-ardı ortamında oluştuğu önerilebilir.

9.5. Beydili Metamorfitleri'nin Tekelidağ Karmaşığı İçindeki Konumu ve Kırşehir Masifi ile Kıyaslanması

Kırşehir Masifi ile İAE kenet kuşağı yaklaşık 400 km uzunluğundaki D-B uzanımlı bir güzergâh boyunca takip edilebilen bir sınıra sahiptir (Şekil 9.10). Ancak, bu güzergâh boyunca yer alan yaygın Üst Kretase ve daha genç örtü kayaları nedeniyle masif ile kenet kuşağı arasındaki dokanak ilişkileri birçok alanda görülememektedir. Bu açıdan çalışma sahası, Tekelidağ Karmaşığı ile Kırşehir Masifi'nin ilişkilerinin gözlenebildiği önemli bir alanı teşkil etmektedir (Şekil 9.10). Bir başka açıdan Kırşehir Masifi ile İAE kenet kuşağı arasındaki ilişkilinin ve bir araya gelme zamanının sınırlandırılması,

bölgesel ölçekte Pontidler ile Kırşehir Masifi'nin bir araya gelme zamanı hakkında da önemli çıkarımlar yapmaya imkân sağlamıştır.



Şekil 9.10. Kırşehir Masifi'nin ve kuzeyindeki İAE kenet kuşağının sadeleştirilmiş jeoloji haritası (MTA 2002'den sadeleştirilerek alınmıştır) ve Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayalardan ^{40}Ar - ^{39}Ar ve U-Pb tarihlendirme yöntemleriyle elde edilen başkalaşım yaşlarının konumları. Harita üzerinde gösterilen yaş sonuçlarının alındığı çalışmalar: (a) van Hinsbergen ve diğ. 2016; (b) Whitney ve Hamilton (2004); (c) Whitney ve diğ. (2003); (d) Gautier ve diğ. (2008); (e) Idleman ve diğ. (2014); (f) Bu çalışma

Çalışma sahasının doğusunda yer alan Beydili köyü kuzeyindeki bölgesel başkalaşım kayaları Beydili Metamorfitleri olarak tanımlanmıştır. Beydili Metamorfitleri her iki yakasında Tekelidağ Karmaşığına ait birimlerle tektonik olarak sınırlanmaktadır. Bu alandaki metamorfik kayalar başlıca mermer, kalkışist, mikaşist ve amfibolit türü kayalardan oluşmaktadır. Beydili Metamorfitleri önceki çalışmalarda genel jeolojik özelliklerine göre Kırşehir Masifi ile kıyaslanarak, Kırşehir Masifi'nin yığılım karmaşığı içerisine aktırılmış bölümleri olarak değerlendirilmiştir (ör. Yılmaz, 1982; Yılmaz ve Yılmaz, 2004, 2013). Her iki metamorfik kütle benzer litolojik özelliklere sahip olmalarıyla birlikte başkalaşım yaşlarında farklılıklara sahiptirler. Beydili Metamorfitleri'ne ait amfibolit örneğinin hornblend minerallerinden ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemiyle $87 \pm 3,5$ My (Geç Kretase) soğuma yaşları elde edilmiştir.

Kırşehir Masifi'nin ^{40}Ar - ^{39}Ar (amfibol, mika, feldspat) ve U/Pb (monazit, zirkon) tarihlendirme yöntemleriyle belirlenen yaş sonuçları 85 - 65 My arasında değişiklik (Şekil 9.10) sunmakta olup masifin farklı zamanlarda ve koşullardaki süreçlerden etkilendiği göstermektedir (ör. Fayon ve diğ., 2001; Whitney ve Dilek, 2001; Gautier ve diğ., 2008; Lefebvre, 2011; Lefebvre ve diğ., 2013, 2015; van Hinsbergen ve diğ., 2016). Bu açıdan Beydili Metamorfizmi'nden elde edilen yaş verisi hata payları içerisinde Kırşehir Masifi'nin zirve başkalaşımın yaşı olarak yorumlanan ~ 85 My'lık başkalaşım yaşları ile kıyaslanabilir olduğu görülmektedir (Whitney ve diğ., 2003; Whitney ve Hamilton, 2004). İncelenen örnekler kayaçların başkalaşım koşullarının sınırlanması için sınırlı mineral topluluklarına sahiptirler. Metamorfik kayaçlardaki başkalaşımın sıcaklık koşulları amfibol – plajiyoklaz çiftlerinden ve biyotitlerden yapılan jeotermometre hesaplamalarına göre 650 °C olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık koşulları Kırşehir Masifi'nden elde edilen (650 - 750 °C) başkalaşım koşulları ile benzerlik sunduğu anlaşılmaktadır (ör. Whitney ve diğ., 2003; Whitney ve Hamilton, 2004; Lefebvre ve diğ., 2015).

Tekelidağ Karmaşığı'nı güneyden tektonik olarak sınırlayan Kırşehir Masifi'ne ait kalkıştı ve mikaşistlerden ayıklanan ak mikalardan $71,25 \pm 0.8$ My ve $71,8 \pm 3$ My'a (Maastrichtiyen; Geç Kretase) karşılık gelen soğuma yaşları elde edilmiştir. Bu yaş verileri, Beydili Metamorfizmi'nin başkalaşım yaşlarına göre göreceli olarak daha genç olmalarına karşın, benzer soğuma yaşları Kırşehir Masifi içerisinde yaygın olarak tespit edilmiştir (Şekil 9.10; ör. van Hinsbergen ve diğ., 2016). Sonuç olarak elde edilen yeni jeokronolojik ve petrografik veriler, bu metamorfik kayaçların açık bir şekilde Kırşehir masifinin parçaları olduklarını göstermektedir.

Çalışma sahasında hem Tekelidağ Karmaşığını hem de Kırşehir Masifi'ni örten ortak örtü Orta Eosen yaşlıdır (ör. Yılmaz, 1982; Özden, 1998). Bu nedenle Kırşehir masifi ile Tekelidağ karmaşığının Orta Eosen'den önce bir zamanda bir araya geldikleri söylenebilir. Alt sınır olarak ise Kırşehir Masifi'ninden elde edilen 70 My'lık başkalaşım yaşları masifin hemen hemen Üst Kretase'nin sonuna kadar gömülü olduğunu göstermektedir. Ayrıca, çalışma sahasının güneybatındaki Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayaçları kesen siyenit bileşimindeki sokulum kütlesi mevcuttur. Bu sokulum kütlesine ait biyotit minerallerinden ise ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemiyle ~ 65 My soğuma yaşı elde edilmiştir (Boztaş ve diğ., 2009).

Ayrıca, bu sokulum kütesinden Erken – Orta Paleosen'e karşılık gelen 58 – 61 My apatit fizyon iz yaşları elde edilmiştir. Dolayısıyla, Kırşehir Masifi'nin Orta Paleosen'e kadar henüz yüzeylememiş olduğu anlaşılmaktadır. Üst Kretase yaşlı volkanik kayalar Tekelidağ karmaşığı içerisinde alansal olarak önemli üyelerinden birini oluşturmaktadır. Bu kayalardan elde edilen fosil verilerine göre volkanizmanın Üst Kretase'nin başından hemen hemen sonuna doğru olan (Maastrichtiyen) döneme kadar devam etmiş olduğunu işaret etmektedir. Fosil yaş verileriyle birlikte, volkanik kayaların ada yayı toleyitlerine benzer jeokimyasal özellikleri, okyanus içi yitimle ilgili magmatik aktivitenin yaklaşık Kretase sonuna kadar devam ettiğini göstermektedir. Bir başka açıdan, Kretase sonuna kadar olan dönemde Pontidler ile Kırşehir Masifi arasındaki okyanusal alanın henüz kapanmamış olduğu çıkarımı yapılabilir. Sonuç olarak mevcut bu temel yaş ve dokanak ilişkileri göz önüne alındığında Kırşehir Masifi ile Pontidler'in Üst Paleosen ile Orta Eosen dönemi arasında bir araya geldikleri önerilebilir.

10. SONUÇLAR

Saha çalışmalarına paralel olarak ASTER uydu görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilen uzaktan algılama çalışmalarında iki yeni hibrid bant kombinasyonu geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yeni yeni hibrid renk kompozit görüntülerin her ikisi de PC, bant oranı ve/veya orijinal bantları birleştirerek ASTER VNIR ve SWIR verilerinden türetilmiş olup Tekelidağ Karmaşığı'na ait peridotit, gabro, bazalt ve epi-ofiyolitik çökel kayaçları içeren litolojik birimleri tanımlanmasında oldukça etkili olduğu ve saha çalışmalarıyla oluşturulan jeoloji haritası ile çok büyük oranda uyumluluk sergilediği belirlenmiştir. Bununla birlikte, ASTER TIR verilerine uygulanan spektral indeksler (Kuvars, Karbonat ve Mafik indeks), çalışma sahasındaki özellikle ultramafik kayaçların ve silisli/karbonatlı kayaçların (ör. radyolaryalı çörtler ve mermerler) ayırında başarılı sonuçlar sunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip Google Earth görüntülerinin ASTER uydu görüntüleriyle bütünleştirilmesi sonucunda haritalama çalışmaları için faydalı sonuçlar sağladığı anlaşılmıştır. Sonuç olarak elde edilen ASTER görüntülerinin yorumlanması ve doğrulanmasına yardımcı olmak için gerçekleştirilen kapsamlı saha çalışması, görüntü analizi sonuçlarıyla oldukça iyi uyum içindedir. Tekelidağ Karmaşığı'nın birçok farklı kayaç türünden oluşmasına rağmen, bu çalışmada kullanılan görüntü işleme teknikleri, seyrek bitki örtüsüne sahip coğrafi bölgelerdeki ofiyolit ve yığışım karmaşığına ait litolojilerin ayırında da tatmin edici sonuçlar sağlayabileceği görülmüştür.

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde haritalanabilir ayrı bir birim olarak ele alınan Balıbey Grubu farklı zaman süreçlerinde ve başkalaşım koşullarında oluşmuş metamorfik kayaçlardan meydana gelmektedir. Metamorfik kayaçların jeokimyasal özellikleri, bu kayaçların farklı tektono-magmatik ortamlarda (N-MORB, E-MORB, OIB ve SSZ bazaltları) oluştukları göstermektedir. Bu metamorfik kayaçlardan Orta – Üst Jura döneminde ($174,4 \pm 1,8$ My ve $166,7 \pm 2,0$ My) oluşanların amfibolit fasiyesinde (~ 620 °C; 7 kbar) başkalaşıma uğradıkları tespit edilmiştir.

Orta – Üst Jura döneminde amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşmış kayaçların bir bölümünün yüksek basınç – düşük sıcaklık koşullarında (mavişist fasiyesi) yeniden başkalaşıma maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Mavişist fasiyesi mineral topluluğuna sahip kayaçların başkalaşım yaşı $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ tarihlendirme yöntemiyle $104,3 \pm 0,7$ My (Erken Kretase) olarak belirlenmiştir. Mavişist fasiyesindeki başkalaşımın lavsonit minerallerinin duraylılık alanını içerisinde gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Balıbey Grubu'na ait kayaçların en azından bir bölümü için saatin tersi yönünde ilerleyen P-T-t yörüngesindeki başkalaşım süreçlerinden etkilendiklerini göstermektedir. Ayrıca, amfibolit ve mavişist başkalaşımı arasındaki yaklaşık 70 My'lık zaman farkı, İAE okyanusal alanındaki yitimin dönemselsel olarak devam etmiş olabileceğini dair önemli bir bulgudur.

İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağı, yaşları Geç Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar değişen birçok metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçlar içermektedir. İAE kenet kuşağının doğusunda yer alan Geç Kretase Tekelidağ Karmaşığı içerisinde yaygın olarak Jura yaşlı yitimle ilişkili kökene sahip ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar gözlenmektedir. Yitim zonu üstü ortam koşullarında oluştuğu tespit edilen metamorfik ofiyolitik kayaçlarını kesen meta-plajiyogranit daykının zirkonlarından 188 ± 4 (2σ) My (Erken Jura) U-Pb magmatik kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi, İAE kenet kuşağında tanımlanan Erken Jura yaşlı SSZ okyanusal kabuğunun metamorfik eşlenikleri olduklarını düşündürmektedir. Tekelidağ Karmaşığı'nda metamorfik ofiyolitik kayaçlarla, yitimle ilgili kökene sahip ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçlarla tektonik dokanıklı olarak bir arada gözlenmektedir. Bu alandaki metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçlara ait gabroyik kayaçları kesen plajiyogranit daykının zirkonlarından 168 ± 1 My (2σ) (Orta Jura) U-Pb kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi, metamorfik ofiyolitik kayaçlardan elde edilen Orta Jura (~ 167 My) $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ amfibol soğuma yaşları ile benzerdir. Metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitlerin oluşum zamanları arasındaki zaman farkı, yitim zonu üstü kabuk gelişiminin yaklaşık 20 My boyunca devam ettiğini işaret etmektedir. Metamorfik olan Erken Jura yaşlı SSZ ofiyolitlerinin yitim zonu erozyonu faaliyetleri neticesinde, Orta Jura döneminde yitime katıldıkları düşünülmektedir. Öte yandan, OIB ve E-MORB niteliğine sahip metabazitler ise büyük olasılıkla deniz

tabanındaki topoğrafik yükseltilerden (ör. Deniz dağı, okyanus adası, okyanus platosu) toplanan materyalleri temsil etmektedir.

Bazaltlar ve radyolaryalı çörtler çalışma alanındaki yığışım karmaşığı içerisinde en yaygın olarak gözlenen kayaç türleridir. Bazaltlarla ilişkili radyolaryalı çörtlerden elde edilen radyolaryaya fosilleri bu bazaltların Orta - Geç Jura ve Erken Kretase yaşlı oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen bu yaş verileri MORB- ve SSZ-tipi bazaltik kayaçların eşzamanlı olarak oluştuklarını göstermektedir. Bununla birlikte, bazaltik kayaçlardan yapılan tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element jeokimyası çalışmaları, bu kayaçların yay-yay-ardı ortam koşullarında oluştuklarını işaret etmektedir.

Tekelidağ Karmaşığı içerisinde incelenen bir diğer metamorfik saha ise Beydili Metamorfikleri olarak adlandırılmıştır. Beydili Metamorfikleri'ne ait Üst Kretase yaşlı metamorfik kayaçlar izole olarak karmaşığın içerisinde gözlenir. Kırşehir Masifi'nin KD ucundaki metamorfik kayaçlar, Tekelidağ Karmaşığı'nın güneyinde, Tekelidağ Karmaşığı'nı tektonik olarak sınırlandırmaktadır. Her iki alandaki metamorfik kayaçlar Üst Kretase döneminde amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış, baskın olarak mermer ve kalkşist türü metamorfik kayaçlardan meydana gelmektedir. Beydili Metamorfikleri, litolojik özellikleri ve başkalaşım zamanı açısından Tekelidağ Karmaşığı'nın güneyindeki Kırşehir Masifi ile benzerlik niteliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Hem Kırşehir Masifi'ni hem de Tekelidağ Karmaşığı'nı örten en yaşlı ortak örtü çökellerinin fosil verileriyle birlikte, Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki Maastrichtiyen (Üst Kretase) yaşlı okyanus içi ada yayı volkaniklerinin de varlığı dikkate alındığında Kırşehir Masifi ile Pontidler'in Üst Paleosen ile Orta Eosen dönemi arasında bir araya geldiklerini işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

Aboelkhair H., Ninomiya Y., Watanabe Y., Sato I., Processing and interpretation of ASTER TIR data for mapping of rare-metal-enriched albite granitoids in the Central Eastern Desert of Egypt, *Journal of African Earth Sciences*, 2010, **58**(1), 141-151.

Agard, P., Yamato, P., Soret, M., Prigent, C., Guillot, S., Plunder, A., Dubacq B., Chauvete 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.

Agard P., Plunder A., Angiboust S., Bonnet G., Ruh J., The subduction plate interface: rock record and mechanical coupling (from long to short timescales), *Lithos*, 2018, **320**, 537-566.

Akdoğan R., Dunkl İ., Triassic-Jurassic arc magmatism in the Pontides as revealed by the U-Pb detrital zircon ages in the Jurassic sandstones of northeastern Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2018, **27**(2), 89-109.

Aldanmaz E., Yaliniz M. K., Guctekin A., Goncuoglu M. C., Geochemical characteristics of mafic lavas from the Neotethyan ophiolites in western Turkey: implications for heterogeneous source contribution during variable stages of ocean crust generation, *Geological Magazine*, 2008, **145**(1), 37-54.

Allen T. R., Digital terrain visualization and virtual globes for teaching geomorphology, *Journal of Geography*, 2008, **106**(6), 253-266.

Alparslan G., Dilek Y., Seafloor spreading structure, geochronology, and tectonic evolution of the Küre ophiolite, Turkey: A Jurassic continental backarc basin oceanic lithosphere in southern Eurasia, *Lithosphere*, 2018, **10**, 14-34.

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.

Arai S., Miura M., Podiform chromitites do form beneath mid-ocean ridges, *Lithos*, 2015, **232**, 143-149.

Aysal N., Öngen S., Peytcheva I., Keskin M., Origin and evolution of the Havran Unit, Western Sakarya basement (NW Turkey): new LA-ICP-MS U-Pb dating of the metasedimentary-metagranitic rocks and possible affiliation to Avalonian microcontinent, *Geodinamica Acta*, 2012, **25**(3-4), 226-247.

Bağcı U., Parlak O., Höck V., Whole rock and mineral chemistry of cumulates from the Kızıldağ (Hatay) ophiolite (Turkey), clues for magma generation during crustal accretion in the southern Neotethyan ocean, *Mineralogical Magazine*, 2005, **69**, 39-62.

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.

Bailey E., McCallien W. J., The Ankara mélange and the Anatolian thrust, *Nature*, 1950, **166**, 938-940.

Balcı U., Sayit K., Diabase dykes from Boğazkale (Çorum), Central Anatolia: Geochemical insights into the geodynamical evolution of the northern branch of Neotethys, *Geochemistry*, 2020, **80**(2), 125602.

Baumgartner P. O., O'Dogherty L., Gorican S., Dumitrica-Jud R., Dumitrica P., Pillecuit A., Urquhart E., Matsuoka A., Danelian T., Bartolini A., Carter E. S., De Wever P., Kito N., Marcucci M., Steiger T., Radiolarian catalogue and systematics of Middle Jurassic to Early Cretaceous Tethyan genera and species, *Mémoires de Géologie*, 1995, **1**, 37-685.

Beccaluva L., Macciotta G., Piccardo G. B., Zeda O., Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator, *Chemical Geology*, 1989, **77**, 165-182.

Bill M., O'Dogherty L., Guex J., Baumgartner P. O. Masson H., Radiolarite ages in Alpine-Mediterranean ophiolites: Constraints on the oceanic spreading and the Tethys-Atlantic connection, *GSA Bulletin*, 2001, **113**, 129-143.

Bloomer S. H., Distribution and origin of igneous rocks from the landward slopes of the Mariana Trench: Implications for its structure and evolution, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 1983, **88**, 7411-7428.

Bonnet G., Agard P., Whitechurch H., Fournier M., Angiboust S., Caron B., Omrani J., Fossil seamount in southeast Zagros records intraoceanic arc to back-arc transition: New constraints for the evolution of the Neotethys, *Gondwana Research*, 2020, **81**, 423-444.

Bonev N., Dilek Y., Geochemistry and tectonic significance of proto-ophiolitic metamafic units from the Serbo-Macedonian and western Rhodope massifs (Bulgaria-Greece), *International Geology Review*, 2010, **52**, 298-335.

Bonev N., Dilek Y., Hanchar J. M., Bogdanov K. Klain L., Nd-Sr-Pb isotopic composition and mantle sources of Triassic rift units in the Serbo-Macedonian and the western Rhodope massifs (Bulgaria-Greece), *Geological Magazine*, 2012, **152**, 146-152.

Bonev N., Moritz R., Borisova M., Filipov P., Therma-Volvi-Gomati complex of the Serbo-Macedonian Massif, northern Greece: a Middle Triassic continental margin ophiolite of Neotethyan origin, *Journal of the Geological Society*, 2019, **176**(5), 931-944.

Bonnet G., Agard P., Whitechurch H., Fournier M., Angiboust S., Caron B., Omrani J., Fossil seamount in southeast Zagros records intraoceanic arc to back-arc transition: New constraints for the evolution of the Neotethys, *Gondwana Research*, 2020, **81**, 423-444.

Bortolotti V., Chiari M., Marroni M., Pandolfi L., Principi G., Saccani E., Geodynamic evolution of ophiolites from Albania and Greece (Dinaric-Hellenic belt): one, two, or more oceanic basins?, *International Journal of Earth Sciences*, 2013, **102**(3), 783-811.

Bortolotti V., Chiari M., Göncüoğlu M. C., Principi G., Saccani E., Tekin U. K., Tassinari R., The Jurassic–Early Cretaceous basalt–chert association in the ophiolites of the Ankara Mélange, east of Ankara, Turkey: age and geochemistry, *Geological Magazine*, 2018, **155**, 451-478.

Bozkurt E., Holdsworth B. K., Koçyigit A., Implications of Jurassic chert identified in the Tokat Complex, northern Turkey, *Geological Magazine*, 1997, **134**, 91-97.

Boztuğ D., Türksever E., Heizler M., Jonckheer R. J., Tichomirowa M., ^{207}Pb - ^{206}Pb , ^{40}Ar - ^{39}Ar and Apatite Fission-Track Geothermochronology Revealing the Emplacement, Cooling and Exhumation History of the Karaçayır Syenite (N Sivas), East-Central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2009, **18**(1), 109-125.

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

Burke K., Dewey J. F., Kidd W. S. F., World distribution of sutures - the sites of former oceans, *Tectonophysics*, 1977, **40**(1-2), 69-99.

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 séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series*, 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**(1-2), 102-124.

Catlos E. J., Huber K., Shin T. A., Geochemistry and geochronology of meta-igneous rocks from the Tokat Massif, north-central Turkey: implications for Tethyan reconstructions, *International Journal of Earth Science*, 2013, **102**(8), 2175-2198.

Chan G. H. N., Malpas J., Xenophontos C., Lo C. H., Timing of subduction zone metamorphism during the formation and emplacement of Troodos and Baer–Bassit ophiolites: insights from ^{40}Ar – ^{39}Ar geochronology, *Geological Magazine*, 2007, **144**(5), 797-810.

Chen Y., Niu Y., Shen F., Gao Y., Wang X., New U-Pb zircon age and petrogenesis of the plagiogranite, Troodos ophiolite, Cyprus, *Lithos*, 2020, **362**, 105472.

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), 1-31.

Clift P. D., Pavlis T., DeBari S. M., Draut A. E., Rioux M., Kelemen P. B., Subduction erosion of the Jurassic Talkeetna-Bonanza arc and the Mesozoic accretionary tectonics of western North America, *Geology*, 2005, **33**(11), 881-884.

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.

Cloos M., Lithospheric buoyancy and collisional orogenesis: Subduction of oceanic plateaus, continental margins, island arcs, spreading ridges, and seamounts, *Geological Society of America Bulletin*, 1993, **105**(6), 715-737.

Cohen K. M., Finney S. C., Gibbard P. L. Fan J. X., The ICS International Chronostratigraphic Chart, *Episodes*, 2013, **36**, 199-204.

Coleman R. G., Peterman Z. E., Oceanic plagiogranite, *Journal of Geophysical Research*, 1975, **80**, 1099-108.

Coleman R. G., *What is an Ophiolite?*, 1st ed., Springer, Berlin, Heidelberg, 1977.

Çelik S., İzmir-Ankara-Erzincan suture karmaşığı içinde yer alan pelajik çökellerin jura - erken kretase yaşlı radyolaryla faunasının taksonomisi ve biyostratigrafisi, Kuzeydoğu ve Güneybatı Çankırı, Kuzey Türkiye, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 270260.

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**(4), 685-708.

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**(3-4), 235-256.

Çelik Ö. F., Delaloye M. F., 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**(5), 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**, 213-227.

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**, 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:

Geochronology, whole-rock geochemical and Nd–Sr–Pb isotope 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**, 34-49.

Çelik Ö. F., Marzoli A., Marschik R., Chiaradia M., Mathur R., Geochemical, mineralogical and Re-Os isotopic constraints on the origin of Tethyan oceanic mantle and crustal rocks from the Central Pontides, northern Turkey, *Mineralogy and Petrology*, 2018, **112**, 25-44.

Çelik Ö. F., Özkan M., Chelle-Michou C., Sherlock S., Marzoli A., Ulianov A., Altıntaş İ. E., Topuz G., Blueschist facies overprint of late Triassic Tethyan oceanic crust in a subduction–accretion complex in north-central Anatolia, Turkey, *Journal of the Geological Society*, 2019a, **176**(5), 945-957.

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*, 2019b, **61**(16), 2021-2035.

Çimen O., Göncüoğlu M. C., Simonetti A., Sayit K., Whole rock geochemistry, Zircon U–Pb and Hf isotope systematics of the Çangaldağ Pluton: Evidences for Middle Jurassic Continental Arc Magmatism in the Central Pontides, Turkey, *Lithos*, 2017, **290**, 136–155.

Çimen O., Geochemical characteristics of the adakite-like Dodurga Pluton (Central Pontides, N Turkey): implications for Middle Triassic continental arc magmatism in southern Black Sea region, *International Journal of Earth Sciences*, 2020, **109**, 1-21.

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**, 1839-1855.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Marzoli A., The origin of the basic-ultrabasic rocks in the accretionary complex (southern Tokat) from the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone, *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 2018, **28**, 145-161.

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.

Danelian T., Goričan Š., Radiolarian biochronology as a key to tectono-stratigraphic reconstructions, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2012, **183**, 269-271.

Danelian T., Asatryan G., Galoyan G., Sahakyan L., Stepanyan J., Late Jurassic–Early Cretaceous radiolarian age constraints from the sedimentary cover of the Amasia ophiolite (NW Armenia), at the junction between the İzmir–Ankara–Erzincan and Sevan–Hakari suture zones, *International Journal of Earth Sciences*, 2016, **105**, 67-80.

de Capitani C., Brown T. H., The computation of chemical equilibrium in complex systems containing non-ideal solutions, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1987, **51**(10), 2639-2652.

de Capitani C., Petrakakis K., The computation of equilibrium assemblage diagrams with Theriak/Domino software, *American Mineralogist*, 2010, **95**, 1006-1016.

De Paor, D. G., Whitmeyer, S. J., Innovation and obsolescence in geoscience field courses: Past experiences and proposals for the future, *Geological Society of America Special Papers*, 2009, **461**, 45-56.

De Paor D. G., Whitmeyer S. J., Geological and geophysical modeling on virtual globes using KML, COLLADA, and Javascript, *Computers & Geosciences*, 2011, **37**(1), 100-110.

Dick H. J., Bullen T., Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas, *Contributions to mineralogy and petrology*, 1984, **86**(1), 54-76.

Dilek Y., Ophiolite concept and its evolution, *Geological Society of America*, 2003, **373**, 1-16.

Dilek Y., Whitney D. L., Counterclockwise PTt trajectory from the metamorphic sole of a Neo-Tethyan ophiolite (Turkey), *Tectonophysics*, 1997, **280**, 295-310.

Dilek Y., Thy P., Age and petrogenesis of plagiogranite intrusions in the Ankara, mélangé, central Turkey, *Island Arc*, 2006, **15**, 44-57.

Dilek Y., Thy P., Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Cretaceous Kizildag (Turkey) ophiolite: Model for multi-stage early arc–forearc magmatism in Tethyan subduction factories, *Lithos*, 2009, **113**(1-2), 68-87.

Dilek Y., Furnes H., Ophiolite genesis and global tectonics: geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere, *Geological Society of America Bulletin*, 2011, **123**, 387-411.

Dilek Y., Furnes H., Ophiolites and their origins, *Elements*, 2014, **10**, 93-100.

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**, 1192-1216.

Dilek Y., Furnes H., Shallo M., Suprasubduction zone ophiolite formation along the periphery of Mesozoic Gondwana, *Gondwana Research*, 2007, **11**(4), 453-475.

Dilek Y., Furnes H., Shallo M., Geochemistry of the Jurassic Mirdita Ophiolite (Albania) and the MORB to SSZ evolution of a marginal basin oceanic crust. *Lithos*, 2008, **100**, 174-209.

Dokuz A., A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: the Köse composite pluton, *Gondwana Research*, 2011, 19(4), 926-944.

Dumitrica P., Dumitrica-Jud R., *Aurisaturnalis carinatus* (Foreman), an example of phyletic gradualism among Saturnalid-type radiolarians, *Revue de micropaleontology*, 1995, **38**, 195-216.

Dumitrica P., Dumitrica-Jud R., *Hexasaturnalis nakasekoi* nov. sp., a Jurassic saturnalid radiolarian species frequently confounded with *Hexasaturnalis suboblongus* (Yao), *Revue de micropaleontologie*, 2005, 48, 159-168.

Dunkl I., Mikes T., Simon K. von Eynatten H., Brief introduction to the Windows program Pepita: data visualization, and reduction, outlier rejection, calculation of trace element ratios and concentrations from LA-ICP-MS data, Editor: Sylvester P., *Laser ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current practices and outstanding issues*, Mineralogical Association of Canada, 1st ed., Canada, 2008.

Ernst W. G., Preservation/exhumation of ultrahigh-pressure subduction complexes, *Lithos*, 2006, **92**, 321-335.

Evans B. W., Phase relations of epidote-blueschists, *Lithos*, 1990, **25**, 3-23.

Eyuboglu Y., Dudas F. O., Santosh M., Xiao Y., Yi K., Chatterjee N., Wu F. Y., Bektaş O., Where are the remnants of a Jurassic ocean in the eastern Mediterranean region?, *Gondwana Research*, 2016, **33**, 63-91.

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.

Festa A., Dilek Y., Pini G.A., Codegone G., Ogata K., Mechanisms and processes of stratal disruption and mixing in the development of mélanges and broken formations: Redefining and classifying mélanges, *Tectonophysics*, 2012, **568**, 7-24.

Festa A., Pini G. A., Ogata K., Dilek Y., Diagnostic features and field-criteria in recognition of tectonic, sedimentary and diapiric mélanges in orogenic belts and exhumed subduction-accretion complexes, *Gondwana Research*, 2019, **74**, 7-30.

Fornash K. F., Whitney D. L., Seaton N. C., Lawsonite composition and zoning as an archive of metamorphic processes in subduction zones, *Geosphere*, 2019, **15**(1), 24-46.

Fretzdorff S., Livermore R. A., Devey C. W., Leat P. T., Stoffers P., Petrogenesis of the back-arc east scotia ridge, south Atlantic ocean, *Journal of Petrology*, 2002, **43**, 1435-1467.

Fryer P., Pearce J. A., Stokking L. B., A synthesis of Leg 125 drilling of serpentine seamounts on the Mariana and Izu–Bonin forearcs, *In Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 1992, 125, 593-614.

Fryer P., Wheat C. G., Mott, M. J., Mariana blueschist mud volcanism: Implications for conditions within the subduction zone, *Geology*, 1999, **27**(2), 103-106.

Fryer P., Gharib J., Ross K., Savov I., Mottl M. J., Variability in serpentinite mudflow mechanisms and sources: ODP drilling results on Mariana forearc seamounts, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2016, **7**(8), 1-15.

Fujisada H., Sakuma F., Ono A., Kudo M., Design and preflight performance of ASTER instrument protoflight model, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1998, **36**(4), 1152-1160.

Furnes H., Dilek Y., Geochemical characterization and petrogenesis of intermediate to silicic rocks in ophiolites: A global synthesis, *Earth-Science Reviews*, 2017, **166**, 1-37.

Furnes H., Safonova I., Ophiolites of the Central Asian Orogenic Belt: Geochemical and petrological characterization and tectonic settings, *Geoscience Frontiers*, 2019, **10**(4), 1255-1284.

Furnes H., Dilek Y., Zhao G., Safonova I., Santosh M., Geochemical characterization of ophiolites in the Alpine-Himalayan Orogenic Belt: Magmatically and tectonically diverse evolution of the Mesozoic Neotethyan oceanic crust, *Earth-Science Reviews*, 2020, **208**, 1-42.

Gillespie A. R., Matsunaga T., Rokugawa S., Hook S. J., Temperature and Emissivity from Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) images, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1998, **36**(4), 1113–1126.

Göçmengil A., Altıntaş İ. A., Topuz G., Çelik Ö. F., Özkan M., Diverse tectonic settings of formation of the metaigneous rocks in the Jurassic metamorphic accretionary complexes (Refahiye, NE Turkey) and their geodynamic implications. *Geodinamica Acta*, 2013, **26**, 294-310.

Göçmengil G., Karacık Z., Genç Ş. C., Billor M. Z., ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology and petrogenesis of post-collisional trachytic volcanism along the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (NE, Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2018, **27**, 1-31.

Göçmengil G., Karacık Z., Genç Ş. C., Prelević D., Billor Z., ⁴⁰Ar-³⁹Ar ages and petrogenesis of middle Eocene post-collisional volcanic rocks along the Izmir-Ankara-Erzincan suture zone, NE Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2019, **173**, 121-142.

Gökten E., Floyd P. A., Stratigraphy and geochemistry of pillow basalts within the ophiolitic mélangé of the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone: implications for the geotectonic character of the northern branch of Neotethys, *International Journal of Earth Sciences*, 2007, **96**, 725-741.

Göncüoğlu M. C., Geochronological data from the southern part (Niğde area) of the Central Anatolian Massif, *Bulletin of Mineral Research and Exploration*, 1986, **105**, 83-96.

Göncüoğlu M. C., *Introduction to the Geology of Turkey: Geodynamic evolution of the pre-Alpine and Alpine terranes*, 1st ed., MTA Monography Series, Ankara, 2010.

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, *Annales Geologique de Pays Hellenique*, 1997, **37**, 515-536.

Göncüoğlu M. C., Turhan N., Şentürk K., Özcan A., Uysal Ş., Yaliniz, M. K., A geotraverse across northwestern Turkey: tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution, *Geological Society of London*, 2000, **173**(1), 139-161.

Göncüoğlu M. C., Turhan N., Tekin U. K., Evidence for the Triassic rifting and opening of the Neotethyan Izmir-Ankara Ocean and discussion on the presence of Cimmerian events at the northern edge of the Tauride-Anatolide Platform, Turkey, *Bolletino della Societa Geologica Italiano*, 2003, **2**, 203-212.

Göncüoğlu M. C., Yalınız K. Tekin U. K., Geochemistry, tectono-magmatic discrimination and radiolarian ages of basic extrusives within the Izmir-Ankara Suture Belt (NW Turkey): time constraints for the Neotethyan evolution, *Ofioliti*, 2006a, **31**, 25-38.

Göncüoğlu M. C., Yaliniz M. K., Tekin U. K., Geochemical features and radiolarian ages of volcanic rocks from the Izmir-Ankara Suture Belt, western Turkey, *Mesozoic ophiolite belts of the northern part of the Balkan Peninsula, Proceedings*, 2006(b), **1**, 41-44.

Göncüoğlu M. C., Gürsu S., Tekin U. K., Köksal S., New data on the evolution of the Neotethyan oceanic branches in Turkey: Late Jurassic ridge spreading in the Intra-Pontide branch, *Ofioliti*, 2008, **33**(2), 153-164.

Göncüoğlu M. C., Sayit K., Tekin U. K., Oceanization of the northern Neotethys: Geochemical evidence from ophiolitic mélangé basalts within the İzmir-Ankara suture belt, NW Turkey, *Lithos*, 2010, **116**, 175-187.

Göncüoğlu M. C., Marroni M., Pandolfi L., Ellero A., Ottria G., Catanzariti, R., Tekin U. K., Sayit, K., The Arkot Dağ Mélangé in Araç area, central Turkey: Evidence of its origin within the geodynamic evolution of the Intra-Pontide suture zone, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2014, **85**, 117-139.

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 of London*, 1984, **17**(1), 467-482.

Green T. H., Hellman P. L., Fe-Mg partitioning between coexisting garnet and phengite at high pressure and comments on a garnet-phengite geothermometer, *Lithos*, 1982, **15**, 153-266.

Gribble R. F., Stern R. J., Bloomer S. H., Stüben D., O'Hearn T., Newman S., MORB mantle and subduction components interact to generate basalts in the southern Mariana Trough back-arc basin, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1996, **60**, 2153-2166.

Guilmette C., Hébert R., Wang C., Villeneuve M., Geochemistry and geochronology of the metamorphic sole underlying the Xigaze ophiolite, Yarlung Zangbo Suture Zone, south Tibet, *Lithos*, 2009, **112**(1-2), 149-162.

Guilmette C., Smit, M. A., van Hinsbergen D. J., Gürer D., Corfu F., Charette B., Maffione M., Rabeau O., Savard D., Forced subduction initiation recorded in the sole and crust of the Semail Ophiolite of Oman, *Nature Geoscience*, 2018, **11**(9), 688-695.

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**(1), 1-27.

Gücer M. A., Arslan M., Sherlock S., Heaman, L. M., Permo-Carboniferous granitoids with Jurassic high temperature metamorphism in Central Pontides, Northern Turkey, *Mineralogy and Petrology*, 2016, **110**, 943-964.

Hacker B. R., The role of deformation in the formation of metamorphic gradients: ridge subduction beneath the Oman ophiolite, *Tectonics*, 1991, **10**(2), 455-473.

Hacker B. R., Rapid emplacement of young oceanic lithosphere: argon geochronology of the Oman ophiolite, *Science*, 1994, **265**, 1563-1565.

Hacker B. R., Mosenfelder J. L., Gnos E., Rapid emplacement of the Oman ophiolite: Thermal and geochronologic constraints, *Tectonics*, 1996, **15**, 1230-1247.

Harris N. B., Kelley S., Okay A. I., Post-collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 1994, **117**, 241-252.

Hashim M., Pournamdary M., Pour A.B., Processing and interpretation of advanced space-borne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) data for lithological mapping in ophiolite complex, *International Journal of Physical Sciences*, 2011, **6**(28), 6410-6421.

Hässig M., Rolland Y., Sosson M., Galoyan G., Sahakyan L., Topuz G., Çelik Ö.F., Avagyan A., Müller C., Linking the NE Anatolian and Lesser Caucasus ophiolites: evidence for large-scale obduction of oceanic crust and implications for the formation of the Lesser Caucasus-Pontides Arc, *Geodinamica acta*, 2013, **26**, 311-330.

Hässig M., Rolland Y., Sosson M., From seafloor spreading to obduction: Jurassic–Cretaceous evolution of the northern branch of the Neotethys in the Northeastern Anatolian and Lesser Caucasus regions, *Geological society of London*, 2017, **428**(1), 41-60.

Hawkins J. W., Melchior J. T., Petrology of Mariana Trough and Lau basin basalts. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 1985, **90**, 11431-11468.

Hawkins J. W., Allan J. F., Petrologic evolution of Lau Basin sites 834 through 839, *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 1994, **135**, 427-470.

Hebert R., Adamson A. C., Komor S. C., Metamorphic petrology of ODP 109, Hole 670A serpentinized peridotites. Serpentinization at slow spreading ridge environment, *Proceeding of the Ocean Drilling Program*, 1990, **106**,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.

van Hinsbergen D. J., Peters K., Maffione M., Spakman W., Guilmette C., Thieulot C., Plümper O., Gürer D., Brouwer F. M., Aldanmaz E., Kaymakçı N., Dynamics of intraoceanic subduction initiation: 2. Suprasubduction zone ophiolite formation and metamorphic sole exhumation in context of absolute plate motions, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2015, **16**(6), 1771-1785.

van Hinsbergen D. J., Maffione, M., Plunder, A., Kaymakçı, N., Ganerød, M., Hendriks, B. W., Corfu F., Gürer D., de Gelder G. I. N. O., Peters K., McPhee P. J., Brouwer F. M., Advokaat E. L., Vissers R. L. M., Tectonic evolution and paleogeography of the Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey, *Tectonics*, 2016, **35**(4), 983-1014.

Holland T., Blundy J., Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry, *Contributions to mineralogy and petrology*, 1994, **116**(4), 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.

Hook S. J., Dmochowski J. E., Howard K. A., Rowan L. C., Karlstrom K. E., Stock J. M., Mapping variations in weight percent silica measured from multispectral thermal infrared imagery-Examples from the Hiller Mountains, Nevada, USA and Tres Virgenes-La Reforma, Baja California Sur, Mexico, *Remote Sensing of Environment*, 2005, **95**(3), 273-289.

Hopson C. A., Mattinson J. M., Pessagno E. A., Luyendyk B. P., Wright J. E., Shervais J. W., California Coast Range ophiolite: composite middle and late Jurassic oceanic lithosphere, *Geological Society of America*, 2008, **438**, 1-91.

Hoskin P. W., Schaltegger U., The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis, *Reviews in mineralogy and geochemistry*, 2003, **53**, 27-62.

Hussong D. M., Tectonic processes and the history of the Mariana arc: a synthesis of the results of Deep Sea Drilling Project Leg 60, *Initial reports of the deep sea drilling project*, 1981, **60**, 909-929.

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**, 134-146.

Ishii T., Robinson P. T., Maekawa H., Fiske M., Petrological studies from diapiric serpentine seamounts in the Izu-Ogazawara-Mariana forearc, *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 1994, **125**, 445-485.

Isozaki Y., Matsuda T., Early Jurassic radiolarians from bedded chert in Kamiaso, Mino Belt, central Japan, *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, 1985, **39**(6), 429-442.

Ishizuka O., Yuasa M., Taylor R. N., Sakamoto I., Two contrasting magmatic types coexist after the cessation of back-arc spreading, *Chemical Geology*, 2009, **266**, 274-296.

Ishizuka O., Tani K., Reagan M. K., Kanayama K., Umino S., Harigane Y., Sakamoto I., Miyajima Y., Yuasa M., Daniel Dunkley D. J., The timescales of subduction initiation and subsequent evolution of an oceanic island arc, *Earth and Planetary Science Letters*, 2001, **306**(3-4), 229-240.

İşler F., Kurtlapa-Çaltılı (Sivas) civarının jeolojik, petrografik ve petrokimyasal incelemesi, Doktora Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1982, 378737.

Jackson S. E., LAMTRACE data reduction software for LA-ICP-MS, *Mineralogical Association of Canada Short Course Series*, 2008, 40, 305-307.

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

Jafri S. H., Charan S. N., Govil P. K., Plagiogranite from the Andaman ophiolitic belt, Bay of Bengal, India, *Journal of the Geological Society of London*, 1995, **152**, 681-687.

Johsan K. T. M., Dick 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.

Jones G., Robertson A. H. F., Cann J. R., *Genesis and emplacement of the supra-subduction zone Pindos ophiolite, northwestern Greece*, 1st ed., Springer, Dordrecht, 1991.

Juteau T., Ophiolites of Turkey, *Ofioliti*, 1980, **2**, 199-238.

Karaoğlan F., Parlak O., Klötzli U. R. S., Thoeni M., Koller F., U-Pb and Sm-Nd geochronology of the Kızıldağ (Hatay, Turkey) ophiolite: implications for the timing and duration of suprasubduction zone type oceanic crust formation in the southern Neotethys, *Geological Magazine*, 2013, **150**(2), 283-299.

Kaygusuz A., Arslan M., Siebel W., Sipahi F., İlbeyli N., Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, eastern Pontides, Turkey, *International Geology Review*, 2012, **54**(15), 1776-1800.

Keenan T. E., Encarnación J., Buchwaldt R., Fernandez D., Mattinson J., Rasoazanamparany C., Luetkemeyer P. B., Rapid conversion of an oceanic spreading center to a subduction zone inferred from high-precision geochronology, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016, **113**(47), 1-8.

Ketin İ., Anadolu'nun tektonik birlikleri, *MTA dergisi*, 1966, **20**, 20-34.

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**, 593-659.

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.

Khan S.D., Mahmood K., The application of remote sensing techniques to the study of ophiolites, *Earth-Science Reviews*, 2008, **89**(3), 135-143.

Kibici Y., İlbeyli N., Yıldız A., Bağcı M., Geochemical constraints on the genesis of the Sarıcakaya intrusive rocks, Turkey: Late Paleozoic crustal melting in the central Sakarya Zone, *Geochemistry*, 2010, **70**(3), 243-256.

Koçyiğit A., Tekneli bölgesinin (Tokat Güneyi) tektonik özelliği, *TUBİTAK*, TBAG-262, 1-63, 1991.

Koçyiğit A., First remarks on the geology of Karakaya Orogen and pre-Jurassic nappes in eastern Pontides, Turkey, *Geologica Romana*, 1991, **27**, 3-11.

Kuibida M. L., Safonova I. Y., Yermolov P. V., Vladimirov A. G., Kruk N. N., Yamamoto S., Tonalites and plagiogranites of the Char suture-shear zone in East Kazakhstan: implications for the Kazakhstan-Siberia collision, *Geoscience Frontiers*, 2016, **7**, 141-150.

Kukowski N., Oncken O. *Subduction erosion-The "normal" mode of fore-arc material transfer along the Chilean margin?. In The Andes*, 1st ed., Springer, Berlin, Heidelberg, 2006.

Lallemand S., Philippine Sea Plate inception, evolution, and consumption with special emphasis on the early stages of Izu-Bonin-Mariana subduction, *Progress in Earth and Planetary Science*, 2016, **3**(1), 15.

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.

Lagabriele Y., Karpoff A. M., Cotten J., Mineralogical and geochemical analyses of sedimentary serpentinites from conical seamount (Hole 778A): implications for the evolution of serpentine seamounts, *In Proceedings of the ocean drilling program, scientific results*, 1992, **125**, 325-342.

Lallemand S., High rates of arc consumption by subduction processes: Some consequences, *Geology*, 1995, **23**(6), 551-554.

Leat P. T., Livermore R. A., Millar I. L., Pearce J. A., Magma supply in back-arc spreading center segment E2, East Scotia Ridge, *Journal of Petrology*, 2000, **41**, 845-866.

Leat P. T., Pearce J. A., Barker P. F., Millar I. L., Barry T. L., Larter R. D., Magma genesis and mantle flow at a subducting slab edge: the South Sandwich arc-basin system, *Earth and Planetary Science Letters*, 2004, **227**, 17-35.

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.

Leterrier J., Maury R. C., Thonon P., Girard, D., Marchal, M., Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleo-volcanic series, *Earth and planetary science letters*, 1982, **59**, 139-154.

Liati A., Gebauer D., Fanning C.M., The age of ophiolitic rocks of the Hellenides (Vourinos, Pindos, Crete): first U–Pb ion microprobe (SHRIMP) zircon ages, *Chemical Geology*, 2004, **207**(3-4), 171-188.

Lisle R. J., Google Earth: a new geological resource. *Geology Today*, 2006, **22**(1), 29-32.

Ludwig K. R., User's Manual for Isoplot 3.00. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2003.

Mackintosh P. W., Robertson A. H., Structural and sedimentary evidence from the northern margin of the Tauride platform in south central Turkey used to test alternative models of Tethys during Early Mesozoic time, *Tectonophysics*, 2009, **473**(1-2), 149-172.

Maffione M., Thieulot C., Van Hinsbergen D. J., Morris A., Plümper O., Spakman W., Dynamics of intraoceanic subduction initiation: 1. Oceanic detachment fault inversion and the formation of supra-subduction zone ophiolites, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2015, **16**(6), 1753-1770.

Marroni M., Frassi C., Göncüoğlu M. C., Di Vincenzo G., Pandolfi L., Rebay G., Ellero A., Ottria G., Late Jurassic amphibolite-facies metamorphism in the Intra-Pontide Suture Zone (Turkey): an eastward extension of the Vardar Ocean from the Balkans into Anatolia?, *Journal of the Geological Society*, 2014, **171**(5), 605-608.

Marroni M., Göncüoğlu M. C., Frassi C., Sayit K., Pandolfi L., Ellero A., Ottria G., The Intra-Pontide ophiolites in Northern Turkey revisited: From birth to death of a Neotethyan oceanic domain, *Geoscience Frontiers*, 2020, **11**(1), 129-149.

Massonne H. J., Schreyer W., Phengite geobarometry based on the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite, and quartz, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1987, **96**(2), 212-224.

Matsuoka A., Jurassic and Early Cretaceous radiolaria from Leg 129 sites 800 and 801 Western Pacific Ocean, *Proceedings of the Ocean Drilling Programme*, 1992, **129**, 203-220.

Mesci B. L., Gürsoy H., Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli KB-Sivas) arasındaki Orta Anadolu Bindirme Kuşağının (Kuzey Neotetis Kenedi) tektonostratigrafik ve yapısal özellikleri, *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2002, **2**, 135-150.

Mitchell J. G., Peate D. W., Murton B. J., Pearce J. A., Arculus R. J., van der Laan S. R., K-Ar dating of samples from sites 782 and 786 (Leg 125): The Izu-Bonin forearc region, *In Proceedings of the Ocean Drilling Program: Scientific results*, 1992, **125**, 203-210.

MTA 2002, *Geological map of Turkey: Scale 1:500.000*, Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2002.

Metcalf R. V., Shervais J. W., Suprasubduction-zone ophiolites: Is there really an ophiolite conundrum?, *Special Papers-Geological Society of America*, 2008, **438**, 191-222.

Moghadam H. S., Stern R. J., Geodynamic evolution of Upper Cretaceous Zagros ophiolites: formation of oceanic lithosphere above a nascent subduction zone, *Geological Magazine*, 2011, **148**(5-6), 762-801.

Moore E. M., Ancient suture zones within continents, *Science*, 1981, **213**, 41-46.

Moores E. M., Vine F. J., The Troodos Massif, Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 1971, **268**(1192), 443-467.

Moores E. M., Kellogg L. H., Dilek Y., Tethyan ophiolites, mantle convection, and tectonic "historical contingency": A resolution of the "ophiolite conundrum", *Geological Society of America*, 2000, **349**, 3-12.

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.

Niu Y., Hekinian R., Spreading-rate dependence of the extent of mantle melting beneath ocean ridges, *Nature*, 1997, **385**, 326-329.

Norman, T. N. 1990. "Orta Anadolu'da Hafik (Sivas) Kuzeyindeki Melanj Kuşağının Yapısal Gelişimi Hakkında", Türkiye 8. Petrol Kongresi, 107-112.

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), 745.

O'Dogherty L., Biochronology and paleontology of Mid-Cretaceous radiolarians from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain), *Mémoires de Géologie, Lausanne*, 1994, **21**, 1-415.

O'Dogherty L., Bill M., Gorican S., Dumitrica P., Masson H., Bathonian radiolarians from an ophiolitic melange of the Alpine Tethys (Gets Nappe, Swiss-French Alps), *Micropaleontology*, 2006, **51**, 6, 425-485.

O'Dogherty L., Carter E. S., Goričan Š., Dumitrica P., Triassic radiolarian biostratigraphy. The Triassic Timescale, *Geological Society, London, Special Publications*, 2010, **334**, 163-200.

Ogawa Y., Mori R., Tsunogae T., Dilek Y., Harris R., New interpretation of the Franciscan mélange at San Simeon coast, California: Tectonic intrusion into an accretionary prism, *International Geology Review*, 2015, **57**, 824-842.

Okay A. I., Distribution and characteristics of the north-west Turkish blueschists, *Geological Society of London*, 1984, **17**(1), 455-466.

Okay A. I., Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau?, *Geological Society of London*, 2000, **173**(1), 25-41.

Okay A.I., Mostle, H., Carboniferous and Permian radiolarite blocks from the Karakaya Complex in Northwest Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 1994, **3**, 23-28.

- Okay A. I., Monié P., Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey, *Geology*, 1997, **25**(7), 595-598.
- Okay A. I., Tüysüz O., Tethyan sutures of northern Turkey, *Geological Society, London, Special Publication*, 1999, **156**, 475-515.
- Okay A.I., Göncüoğlu M. C., The Karakaya Complex: a review of data and concepts, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2004, **13**, 75-95.
- Okay A. I., Altiner D., A condensed Mesozoic succession north of İzmir: A fragment of the Anatolide-Tauride platform in the Bornova Flysch Zone, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2007, **16**(3), 257-279.
- Okay A. I., Harris N. B., Kelley S. P., Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey, *Tectonophysics*, 1998, **285**(3-4), 275-299.
- Okay A. I., Monod, O., Monié P., Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction, *Lithos*, 2002, **64**(3-4), 155-178.
- Okay A. I., Tüysüz O., Satır M., Özkan-Altiner S., Altiner D., Sherlock S., Eren R. H., Cretaceous and Triassic subduction-accretion, HP/LT metamorphism and continental growth in the Central Pontides, Turkey, *Geological Society of America Bulletin*, 2006, **118**, 1247-1269.
- Okay A. I., Sunal G., Sherlock S., Altiner D., Tüysüz O., Kylander-Clark A. R., Aygül M., Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the active margin of Eurasia: Southern Central Pontides, Turkey, *Tectonics*, 2013, **32**(5), 1247-1271.
- Okay A. I., Sunal G., Tüysüz O., Sherlock S., Keskin, M., Kylander-Clark A. R. C., Low-pressure-high-temperature metamorphism during extension in a Jurassic magmatic arc, Central Pontides, Turkey, *Journal of Metamorphic Geology*, 2014, **32**, 49-69.
- Okay A. I., Sunal G., Sherlock S., Kylander-Clark A. R., Özcan E., İzmir-Ankara Suture as a Triassic to Cretaceous Plate Boundary - Data From Central Anatolia, *Tectonics*, 2020, **39**(5), 1-21.
- Otten M. T., The origin of brown hornblende in the Artfjället gabbro and dolerites, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1984, **86**(2), 189-199.
- Ozoldova L., Middle Jurassic Radiolarian assemblages from Radiolarites of the Silica nappe (Slovak karst, western Carpathians), *Geologica Carpathica*, 1998 **49**, 289-296.
- Önen A.P., Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites, *Journal of the Geological Society*, 2003, **160**, 947-962.
- Özbey Z., Ustaömer T., Robertson A. H., Mesozoic magmatic and sedimentary development of the Tavşanlı Zone (NW Turkey): implications for rifting, passive

margin development and ocean crust emplacement, *Geological Society, London, Special Publications*, 2013, **372**(1), 141-165.

Özcan A., Aksay A., Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel Dolayının Jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, 9972, 1996.

Özcan A., Erkan A., Keskin A., Oral, A., Özer S., Mengen M., Tekeli O., Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, 6722, 1980.

Özden S., Sivas Havzası kuzeyinde İzmir-Ankara kenet kuşağının tektonostratigrafisi ve deformasyon biçimi (Sivas-KD Anadolu), Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 1998, 76987.

Özgül N., Some geological aspects of the Taurus orogenic belt (Turkey), *Bulletin of the Geological Society of Turkey*, 1976, **19**, 65-78.

Özgül, N. (1984). Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. In *Geology of the Taurus belt. International symposium* (pp. 77-90).

Özkan M., Çelik Ö.F., Altıntaş İ.E, Topuz G., Marzoli A., Chelle-Michou, C., Ulianov A., Çörtük R.M., 2015. Petrographical and geochemical characteristics of the Jurassic cumulate gabbros in a Late Cretaceous accretionary complex in the Çamlıbel region (Tokat, Northern Turkey), in: 68th Geological Congress of Turkey, Ankara, 312-313.

Özkan, M., Çelik, Ö. F., Soycan, H., Çörtük, R. M., & Marzoli, A. (2020). The Middle Jurassic and Early Cretaceous basalt-radiolarian chert association from the Tekelidağ Mélange, eastern İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (northern Turkey). *Cretaceous Research*, 107, 104280.

Öztan N. S., Süzen M. L., Mapping evaporate minerals by ASTER, *International Journal of Remote Sensing*, 2011, **32**(6), 1651-1673.

Özyavaş A., Assessment of image processing techniques and ASTER SWIR data for the delineation of evaporates and carbonate outcrops along the Salt Lake Fault, Turkey, *International Journal of Remote Sensing*, 2016, **37**(4), 770-781.

Parkinson I. J., Pearce J. A., Peridotites from the Izu–Bonin–Mariana forearc (ODP Leg 125): evidence for mantle melting and melt–mantle interaction in a supra-subduction zone setting, *Journal of Petrology*, 1998, **39**(9), 1577-1618.

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., Çolakoğlu A., Dönmez C., Sayak H., Yildirim N., Türkel A., Odabaşı İ., Geochemistry and tectonic significance of ophiolites along the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone in northeastern Anatolia, *Geological Society of London*, 2013(a), **372**, 75–105.

Parlak O., Karaoğlan F., Rızaoğlu T., Klotzli U., Koller F., Billor Z., U-Pb and ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology of the ophiolites and granitoids from the Tauride belt: Implications for the evolution of the Inner Tauride suture, *Journal of Geodynamic*, 2013(b), **65**, 22–37.

Parlak O., Dunkl I., Karaoğlan F., Kusky T. M., Zhang C., Wang L., Koepke J., Billor Z., Hames W. E., Şimşek E., Şimşek G., Şimşek T., Öztürk S. E., Rapid cooling history of a Neotethyan ophiolite: Evidence for contemporaneous subduction initiation and metamorphic sole formation, *GSA Bulletin*, 2019, **131**(11-12), 2011-2038.

Pearce J. A., *Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries*, 1st ed., John Wiley, New York, 1982.

Pearce J. A., A user's guide to basalt discrimination diagrams, Editor: Wyman D.A., *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*, Geological Association of Canada, 1st ed., Canada, 1996.

Pearce J. A., Supra-subduction zone ophiolites: The search for modern analogues, *Geological Society of America*, 2003, **373**, 269-294.

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

Pearce J. A., Immobile element fingerprinting of ophiolites, *Elements*, 2014, **10**, 101-108.

Pearce J. A., Stern R. J., Origin of back-arc basin magmas: trace element and isotope perspectives, *Geophysical Monograph-American Geophysical Union*, 2006, 166, 1-63.

Pearce J. A., Harris N. B., Tindle A. G., Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, *Journal of petrology*, 1984, **25**, 956-983.

Pearce J. A., Lippard S. J., Roberts S., Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites, *Geological Society of London*, 1984, **16**, 74-94

Pearce J. A., Peate D. W., Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas, *Annual review of Earth and planetary sciences*, 1995, **23**(1), 251-285.

Pearce, J. A., Barker, P. F., Edwards, S. J., Parkinson, I. J., Leat 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., Stern R. J., Bloomer S. H., Fryer P., Geochemical mapping of the Mariana arc-basin system: Implications for the nature and distribution of subduction components. *Geochemistry, geophysics, geosystems*, 2005, **6**, 1-27.

Pirnia T., Saccani E., Torabi G., Chiari M., Goričan Š., Barbero E., Cretaceous tectonic evolution of the Neo-Tethys in Central Iran: Evidence from petrology and age of the Nain-Ashin ophiolitic basalts, *Geoscience Frontiers*, 2020, **11**(1), 57-81.

Plunder A., Agard P., Chopin C., Pourteau A., Okay A.İ., 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.

Prela M., Chiari M., Marucci M., Jurassic radiolarian biostratigraphy of the sedimentary cover of ophiolites in the Mirdita area, Albania: New data, *Ofioliti*, 2000, **25**, 55-62.

Pour A. B., Hashim M., The application of ASTER remote sensing data to porphyry copper and epithermal gold deposits, *Ore Geology Reviews*, 2012, **44**, 1-9.

Powell R., White R. W., Green E. C. R., Holland T. J. B., Diener, J. F. A., On parameterising thermodynamic descriptions of minerals for petrological calculations, *Journal of Metamorphic Geology*, 2014, **32**, 245-260.

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, Halilbağ Complex (Anatolia), *Geoscience Frontiers*, 2019, **10**(1), 127-148.

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**, 470-488.

Reagan M. K., Ishizuka O., Stern R. J., Kelley K. A., Ohara Y., Blichert-Toft J., Sherman H. B., Cash J., Fryer P., Hanan B. B., Hickey-Vargas R., Ishii T., Kimura J., Peate D. W., Rowe M. C., Woods M., Fore-arc basalts and subduction initiation in the Izu-Bonin-Mariana system. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2010, **11**(3), 1-17.

Reagan M. K., Heaton D. E., Schmitz M. D., Pearce J. A., Shervais J. W., Koppers A. A., Forearc ages reveal extensive short-lived and rapid seafloor spreading following subduction initiation, *Earth and Planetary Science Letters*, 2019, **506**, 520-529.

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*, 1998, **145**, 117-152.

Rice S. P., Robertson A. H., Ustaömer T., Late Cretaceous-Early Cenozoic tectonic evolution of the Eurasian active margin in the Central and Eastern Pontides, northern Turkey, *Geological Society of London*, 2006, **260**(1), 413-445.

Rice S. P., Robertson A. H., Ustaömer T., Inan N., Tasli K., Late Cretaceous–Early Eocene tectonic development of the Tethyan suture zone in the Erzincan area, Eastern Pontides, Turkey, *Geological Magazine*, 2009, **146**, 567-590.

Rioux M., Garber J., Bauer A., Bowring S., Searle M., Kelemen P., Hacker B., Synchronous formation of the metamorphic sole and igneous crust of the Semail ophiolite: New constraints on the tectonic evolution during ophiolite formation from high-precision U–Pb zircon geochronology, *Earth and Planetary Science Letters*, 2016, **451**, 185-195.

Robertson A. H., Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region, *Lithos*, 2002, **65**(1-2), 1-67.

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

Robertson A. H., Ustaömer T., Pickett E. A., Collins A. S., Andrew T., Dixon J. E., Testing models of Late Palaeozoic–Early Mesozoic orogeny in Western Turkey: support for an evolving open-Tethys model, *Journal of the Geological Society*, 2004, **161**(3), 501-511.

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., Parlak O., Ustaömer T., Tashlı K., İnan N., Dumitrica P., Karaoğlan F., Subduction, ophiolite genesis and collision history of Tethys adjacent to the Eurasian continental margin: new evidence from the Eastern Pontides, Turkey, *Geodinamica Acta*, 2014, **26**, 230-293.

Rockwell B. W., Hofstra A. H., Identification of quartz and carbonate minerals across northern Nevada using ASTER thermal infrared emissivity data - Implications for geologic mapping and mineral resource investigations in well-studied and frontier areas, *Geosphere*, 2008, **4**(1), 218-246.

Rojay B., Tectonic evolution of the Cretaceous Ankara ophiolitic mélangé during the Late Cretaceous to pre-Miocene interval in Central Anatolia, Turkey, *Journal of Geodynamics*, 2013, **65**, 66-81.

Rojay B., Altiner D., Altiner S. Ö., Önen P., James S., Thirlwall M. F., Geodynamic significance of the Cretaceous pillow basalts from North Anatolian Ophiolitic Mélange Belt (Central Anatolia, Turkey): geochemical and paleontological constraints, *Geodinamica Acta*, 2004, **17**, 349-361.

Rolland Y., Billo S., Corsini M., Sosson M., Galoyan, G., Blueschists of the Amassia-Stepanavan suture zone (Armenia): Linking Tethys subduction history from E-Turkey to W-Iran, *International Journal of Earth Sciences*, 2009, **98**, 533-550.

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**(3), 350-366.

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**(1), 105-126.

Rowan L. C., Schmidt R. G., Mars J. C., Distribution of hydrothermally altered rocks in the Reko Diq, Pakistan mineralized area based on spectral analysis of ASTER data, *Remote Sensing of Environment*, 2006, **104**(1), 74-87.

Saha A., Basu A. R., Wakabayashi J., Wortman, G. L., Geochemical evidence for a subducted infant arc in Franciscan high-grade-metamorphic tectonic blocks, *Geological Society of America Bulletin*, 2005, **117**(9-10), 1318-1335.

Saka S., Uysal, I., Kapsiotis A., Bağcı U., Ersoy E. Y., Su B. X., Seitz H. M., Hegner E., Petrological characteristics and geochemical compositions of the Neotethyan Mersin ophiolite (southern Turkey): Processes of melt depletion, refertilization, chromite formation and oceanic crust generation, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2019, **176**, 281-299.

Sarifakioğlu E., Özen H., Çolakoğlu A., Sayak, H., Petrology, mineral chemistry, and tectonomagmatic evolution of Late Cretaceous suprasubduction-zone ophiolites in the İzmir–Ankara–Erzincan suture zone, Turkey, *International Geology Review*, 2010, **52**(2-3), 187-222.

Sarifakioğlu E., Dilek Y., Sevin M., Jurassic-Paleogene intraoceanic magmatic evolution of the Ankara Mélange, north-central Anatolia, Turkey, *Solid Earth*, 2014, **5**, 77-108.

Sarifakioğlu E., Dilek Y., Sevin M., New synthesis of the Izmir-Ankara-Erzincan suture zone and the Ankara mélange in northern Anatolia based on new geochemical and geochronological constraints, *Geological Society of America*, 2017, **525**, 613-675.

Sayıt K., Marroni M., Göncüoğlu M. C., Pandolfi L., Ellero A., Ottria G., Frassi C., Geological setting and geochemical signatures of the mafic rocks from the Intra-Pontide Suture Zone: implications for the geodynamic reconstruction of the Mesozoic Neotethys, *International Journal of Earth Sciences*, 2016, **105**(1), 39-64.

Schmid S. M., Bernoulli D., Fügenschuh B., Matenco L., Schefer S., Schuster R., Tischler M., Ustaszewski K., The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units, *Swiss Journal of Geosciences*, 2008, **101**(1), 139-183.

Schwartz S., Allemand P., Guillot S., Numerical model of the effect of serpentinites on the exhumation of eclogitic rocks: insights from the Monviso ophiolitic massif (Western Alps), *Tectonophysics*, 2001, **342**, 193-206.

- 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.
- Searle M., Cox J., Tectonic setting, origin, and obduction of the Oman ophiolite, *Geological Society of America Bulletin*, 1999, **111**(1), 104-122.
- Seaton N. C., Teysier C., Whitney D. L., Heizler M. T., Quartz and calcite microfabric transitions in a pressure and temperature gradient, Sivrihisar, Turkey, *Geodinamica Acta*, 2013, **26**(3-4), 191-206.
- Seymen İ., Tectonic features of the Kaman Group in comparison with those of its neighbouring formations around Tamadağ (Kaman-Central Anatolian Crystalline Complex), *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1983, **26**, 89–98.
- Seymen İ., Kırşehir Masifi metamorfizlerinin jeolojik evrimi Geological evolution of the Kırşehir Masif metamorphics, Editors: Ercan T. Çağlayan M. A., *İhsan Ketin Sempozyumu*, Türkiye Jeoloji Kurumu Publication, Ankara, 133-148, 1985.
- Seymen İ., Mecitözü (Çorum) dolayında Tokat Masifinin jeolojisi, *Adana Ahmet Acar Sempozyumu Bildirileri*, Adana, Türkiye, 1991.
- 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 Tavşanlı Zone, NW Turkey, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1999, **137**, 46-58.
- Shervais J. W., Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas, *Earth and planetary science letters*, 1982, **59**(1), 101-118.
- Shervais J., Birth, death, and resurrection: The life cycle of suprasubduction zone ophiolites, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2001, **2**(1), 1-45.
- Shervais J. W., Kimbrough D. L., Geochemical evidence for the tectonic setting of the Coast Range ophiolite: A composite island arc–oceanic crust terrane in western California, *Geology*, 1985, **13**(1), 35-38.
- Shervais J. W., Murchey B. L., Kimbrough D. L., Renne P. R., Hanan B., Radioisotopic and biostratigraphic age relations in the Coast Range Ophiolite, northern California: Implications for the tectonic evolution of the Western Cordillera, *Geological Society of America Bulletin*, 2005, **117**(5-6), 633-653.
- Smith A. G., Hurley A. M., Briden J. C., *Phanerozoic Paleogeographic World Maps*, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- Smye A. J., Greenwood L. V., Holland T. J. B., Garnet-chloritoid-kyanite assemblages: eclogite facies indicators of subduction constraints in orogenic belts, *Journal of Metamorphic Geology*, 2010, **28**, 753-768.

Sláma J., Košler J., Condon D. J., Crowley J. L., Gerdes A., Hanchar J. M., Horstwood M. S. A., Morris G. A., Nasdala L., Norberg N., Schaltegger U., Schoene B., Tubrett, M. N., Whitehouse M. J., Plešovice zircon - A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis, *Chemical Geology*, 2008, **249**, 1-35.

Sorbadere F., Schiano P., Métrich N., Bertagnini A., Small-scale coexistence of island-arc-and enriched-MORB-type basalts in the central Vanuatu arc, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2013, **166**, 1305-1321.

Soycan H., Erdoğan K., Konak N., Aalenian–Early Bathonian (Middle Jurassic) radiolarian assemblages in the Tavas nappe within Lycian nappes in the western Taurides (SW Turkey): the first dating of carbonate platform drowning, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2015, **104**, 3-21.

Soycan H., Hakyemez A., The first calibration of radiolarian biochronology with Late Cretaceous (latest Coniacian–Santonian to early Campanian) planktonic foraminifera in the volcano-sedimentary sequences of the Eastern Pontides, NE Turkey, *Cretaceous Research*, 2018, **85**, 319-348.

Spray J. G., Possible causes and consequences of upper mantle decoupling and ophiolite displacement, *Geological Society of London*, 1984, **13**, 255-268.

Stampfli G. M., Tethyan oceans, Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area, Geological Society of London, 2000, **173**, 1-23.

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**(1-2), 17-33.

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., Subduction zones, *Reviews of geophysics*, 2002, **40**(4), 3-1.

Stern C. R., Subduction erosion: rates, mechanisms, and its role in arc magmatism and the evolution of the continental crust and mantle, *Gondwana Research*, 2011, **20**(2-3), 284-308.

Stern R. J., Bloomer S. H., Subduction zone infancy: Examples from the Eocene Izu-BoninMariana and Jurassic California arcs, *Geological Society of America Bulletin*, 1992, **104**, 1621-1636.

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.

Sun S. S., McDonough W. F., Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, *Geological Society of London*, 1989, **42**, 313-345.

Şengör A. C., Yılmaz Y., Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 1981, **75**(3-4), 181-241.

Şengör A. C., The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia. *Geological Society of America Special Paper*, 1984, **195**, 1-82.

Şengör A. C., Lom N., Sunal G., Zabcı C., Sancar, T., The phanerozoic palaeotectonics of Turkey. Part I: an inventory, *Mediterranean Geoscience Reviews*, 2019, **1**(1), 91-161.

Tangestani M. H., Jaffari L., Vincent R. K., Sridhar B. M., Spectral characterization and ASTER-based lithological mapping of an ophiolite complex: A case study from Neyriz ophiolite, SW Iran, *Remote Sensing of Environment*, 2011, **115**(9), 2243-2254.

Tankut A., Dilek Y., Önen P., 1998., Petrology and geochemistry of the Neo-Tethyan volcanism as revealed in the Ankara mélange, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 1998, **85**, 265-284.

Tatar Y., Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi, *MTA Dergisi*, 1977, **1**, 56-84.

Taylor B., Martinez F., Back-arc basin basalt systematics, *Earth and Planetary Science Letters*, 2003, **210**, 481-497.

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

Tekin U. K., Biostratigraphy and systematics of late middle to late Triassic radiolarians from the Taurus Mountains and Ankara Region, Turkey, Doktora Tezi, Innsbruck University, Institut für Geologie, Austria, 1999.

Tekin U. K., Göncüoğlu M. C., Turhan N., First evidence of Late Carnian radiolarian fauna from the Izmir-Ankara Suture Complex, Central Sakarya, Turkey: implications for the opening age of the Izmir-Ankara branch of Neotethys, *Geobios*, 2002, **35**, 127-135.

Tekin U. K., Göncüoğlu M. C., Özkan-Altın S., Yalınız M. Y., Neotetis Volkanitlerinin Planktonik Fosil Faunası ile Yaşlandırılması, Bornova Filyş Zonu, KB Anadolu (Dating of Neotethyan volcanits by using planktonic fosil faunas, Bornova Flysch Zone, NW Anatolia), *TUBITAK*, 103Y027, 1-236, 2006.

Tekin U. K., Göncüoğlu M. C., Discovery of the oldest (upper Ladinian to middle Carnian) radiolarian assemblages from the Bornova Flysch Zone in western Turkey: implications for the evolution of the Neotethyan Izmir-Ankara Ocean, *Ofioliti*, 2007, **32**, 131-150.

Tekin U. K., Göncüoğlu M. C., Late Middle Jurassic (Late Bathonian-Early Callovian) radiolarian cherts from the Neotethyan Bornova Flysch Zone, Spil Mountains, western Turkey, *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2009, **17**, 298-308.

Tekin U. K., Göncüoğlu M. C., Uzunçimen S., Radiolarian assemblages of Middle and Late Jurassic to early Late Cretaceous (Cenomanian) ages from an olistolith record pelagic deposition within the Bornova Flysch Zone in western Turkey, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2012, **183**, 307-318.

Todd E., Gill J. B., Pearce J. A., A variably enriched mantle wedge and contrasting melt types during arc stages following subduction initiation in Fiji and Tonga, southwest Pacific, *Earth and Planetary Science Letters*, 2012, **335**, 180-194.

Topuz G., Altherr R., Kalt A., Satır M., Werner O., Schwarz W. H., Aluminous granulites from the Pulur complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallisation, *Lithos*, 2004, **72**(3-4), 183-207.

Topuz G., Altherr R., Schwarz W. H., Dokuz A., Meyer H. P., Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex (Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey), *International Journal of Earth Sciences*, 2007, **96**(5), 861-873.

Topuz G., Altherr R., Siebel W., Schwarz W. H., Zack T., Hasözbeğ A., Barth M., Satır M., 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., Göçmengil G., Rolland Y., Çelik Ö. F., Zack T., Schmitt A. K., Jurassic accretionary complex and ophiolite from northeast Turkey: No evidence for the Cimmerian continental ribbon, *Geology*, 2013(a), **41**, 255-258.

Topuz G., Çelik Ö. F., Şengör A. C., Altıntaş İ. E., Zack 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(b), **313**, 1054-1087.

Topuz G., Okay A. I., Schwarz W. H., Sunal G., Altherr R., Kylander-Clark A. R., A middle Permian ophiolite fragment in Late Triassic greenschist-to blueschist-facies rocks in NW Turkey: An earlier pulse of suprasubduction-zone ophiolite formation in the Tethyan belt, *Lithos*, 2018, **300**, 121-135.

Topuz G., Candan O., Okay A. I., von Quadt A., Othman M., Zack T., Wang J., Silurian anorogenic basic and acidic magmatism in Northwest Turkey: Implications for the opening of the Paleo-Tethys, *Lithos*, 2020, **356**, 105302.

Tsujimori T., Ernst W. G., Lawsonite blueschists and lawsonite eclogites as proxies for palaeo-subduction zone processes: A review, *Journal of Metamorphic Geology*, 2014, **32**(5), 437-454.

Tüysüz O., Dellaloğlu A. A., Terzioğlu N., A magmatic belt within the Neo-Tethyan suture zone and its role in the tectonic evolution of northern Turkey, *Tectonophysics*, 1995, **243**, 173-191.

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

Ukar E., Cloos M., Low-temperature blueschist-facies mafic blocks in the Franciscan mélange, San Simeon, California: Field relations, petrology, and counterclockwise PT paths, *Geological Society of America Bulletin*, 2014, **126**, 831-856.

Ulianov A., Muntener O., Schaltegger U., Bussy F., The data treatment dependent variability of U–Pb zircon ages obtained using mono-collector, sector field, laser ablation ICPMS, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2012, **27**, 663–676.

Ustaömer T., Robertson A. H., Ustaömer P. A., Gerdes A., Peytcheva I., Constraints on Variscan and Cimmerian magmatism and metamorphism in the Pontides (Yusufeli–Artvin area), NE Turkey from U–Pb dating and granite geochemistry, *Geological Society of London*, 2013, **372**(1), 49-74.

Utsunomiya A., Jahn B. M., Okamoto K., Ota T., Shinjoe, H., Intra-oceanic island arc origin for Iratsu eclogites of the Sanbagawa belt, central Shikoku, southwest Japan, *Chemical Geology*, 2011, **280**(1-2), 97-114.

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**, 1-10.

Uysal İ., Şen A. D., Ersoy E. Y., Dilek Y., Saka S., Zaccarini F., Escayola M., Karlı O., Geochemical make-up of oceanic peridotites from NW Turkey and the multi-stage melting history of the Tethyan upper mantle, *Mineralogy and Petrology*, 2014, **108**, 49-69.

Uysal I., Ersoy E. Y., Dilek Y., Escayola M., Sarıfakıoğlu E., Saka S., Hirata T., Depletion and refertilization of the Tethyan oceanic upper mantle as revealed by the early Jurassic Refahiye ophiolite, NE Anatolia-Turkey, *Gondwana Research*, 2015, **27**, 594-611.

Uysal İ., Ersoy E. Y., Dilek Y., Kapsiotis A., Sarıfakıoğlu E., Multiple episodes of partial melting, depletion, metasomatism and enrichment processes recorded in the heterogeneous upper mantle sequence of the Neotethyan Eldivan ophiolite, Turkey, *Lithos*, 2016, **246**, 228-245.

Üner T., Eldivan ve Ahlat (Çankırı) ofiyolitlerinin petrolojisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 270325.

Vannucchi P., Remitti F., Bettelli G., Geological record of fluid flow and seismogenesis along an erosive subducting plate boundary, *Nature*, 2008, **451**(7179), 699-703.

Vishnevskaya V. S., Djerić N., Zakariadze G. S., New data on Mesozoic Radiolaria of Serbia and Bosnia, and implications for the age and evolution of oceanic volcanic rocks in the Central and Northern Balkans, *Lithos*, 2009, **108**(1-4), 72-105.

von Huene R., Lallemand S., Tectonic erosion along the Japan and Peru convergent margins, *Geological Society of America Bulletin*, 1990, **102**(6), 704-720.

- 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., Counterclockwise PTt paths from amphibolites, Franciscan Complex, California: Relics from the early stages of subduction zone metamorphism, *The Journal of Geology*, 1990, **98**, 657-680.
- Wakabayashi J., Subducted sedimentary serpentinite mélanges: Record of multiple burial–exhumation cycles and subduction erosion, *Tectonophysics*, 2012, **568**, 230-247.
- 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 of London*, 2003, **218**(1), 427-447.
- Wakabayashi J., Ghatak A., Basu A. R., Suprasubduction-zone ophiolite generation, emplacement, and initiation of subduction: A perspective from geochemistry, metamorphism, geochronology, and regional geology, *GSA Bulletin*, 2010, **122**(9-10), 1548-1568.
- Wakita K., Mappable features of mélanges derived from Ocean Plate Stratigraphy in the Jurassic accretionary complexes of Mino and Chichibu terranes in Southwest Japan, *Tectonophysics*, 2012, **568**, 74-85.
- Whattam S. A., Stern R. J., The ‘subduction initiation rule’: a key for linking ophiolites, intra-oceanic forearcs, and subduction initiation, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2011, **162**(5), 1031-1045.
- Whitmeyer S. J., Nicoletti J., De Paor D. G., The digital revolution in geologic mapping, *GSA Today*, 2010, **20**(4-5), 4-10.
- Whitney D. L., Hamilton M. A., Timing of high-grade metamorphism in central Turkey and the assembly of Anatolia, *Journal of the Geological Society of London*, 2004, **161**, 823–828.
- Whitney D. L., Evans B. W., Abbreviations for names of rock-forming minerals, *American mineralogist*, 2010, **95**, 185-187.
- 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**(1-2), 37-60.

White R., Powell R., Holland, T. J. B., Calculation of partial melting equilibria in the system Na₂O-CaO-K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (NCKFMASH), *Journal of Metamorphic Geology*, 2001, **19**, 139-153.

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(a), **32**, 809-828.

White R. W., Powell R., Holland T. J. B., Johnson T. E., Green E. C. R., New mineral activity-composition relations for thermodynamic calculations in metapelitic systems, *Journal of Metamorphic Geology*, 2014(b), **32**, 261-286.

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 and Planetary Science Letters*, 1979, **45**, 326-336.

Wu C. M., Zhao G., Recalibration of the garnet-muscovite (GM) geothermometer and the garnet-muscovite-plagioclase-quartz (GMPQ) geobarometer for metapelitic assemblages, *Journal of Petrology*, 2006, **47**, 2357-2368.

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.

Yamamoto S., Senshu H., Rino S., Omori S., Maruyama S., Granite subduction: arc subduction, tectonic erosion and sediment subduction, *Gondwana Research*, 2009, **15**(3-4), 443-453.

Yılmaz A., Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1981(a), **24**, 31-36.

Yılmaz A., Tokat ili Sivas arasındaki bölgede bazı volkanitlerin petrokimyasal özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1981(b), **24**, 51-58.

Yılmaz A., Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltekdağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, 7230, 1-164, 1982.

Yılmaz A., Tokat (Dumanlıdağ) ile Sivas (Çeltekdağı) dolaylarının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 1983, **99**, 1-19.

Yılmaz A., Dumanlı Dağı (Tokat) ve Çeltek Dağı (Sivas) arasındaki bölgede Boztepe Formasyonu'nun yaşı, alt bölümleri ve dokanak ilişkileri, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 1984, **27**(2), 111-117.

Yılmaz A., Yılmaz, H., Geology and Structural Evolution of the Tokat Massif (eastern Pontides, Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2004, **13**, 231-246.

Yılmaz A., Yılmaz H., Characteristic features and structural evolution of a post collisional basin: The Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2006, **27**(2), 164-176.

Yılmaz A., Yılmaz H., Ophiolites and ophiolitic mélanges of Turkey: a review, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 2013, **56**(2), 61-114.

Yılmaz Y., Gürpınar O., Yiğitbaş E., Yıldırım M., Genç Ş. C., Gürer Ö. F., Elmas A., Bozcu M., Çalışkan B. A., Tokat Masifi ve Yakın Çevresinin Jeolojisi, *TPAO Arama Grubu Başkanlığı*, 3390, 1993.

Yılmaz Y., Serdar H. S., Genç C., Yiğitbaş E., Gürer Ö. F., Elmas A., Yıldırım M., Bozcu M., Gürpınar O., The geology and evolution of the Tokat Massif, south-central Pontides, Turkey, *International Geology Review*, 1997a, **39**(4), 365-382.

Yılmaz Y., Tüysüz O., Yiğitbaş E., Genç S. C., Şengör A. M. C., Geology and tectonic evolution of the Pontides, *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1997b, **68**, 183-226.

Yu L., Gong P., Google Earth as a virtual globe tool for Earth science applications at the global scale: progress and perspectives, *International Journal of Remote Sensing*, 2012, **33**(12), 3966-3986.

Zhang H., Yan Q., Li C., Zhu Z., Zhao R., Shi X., Geochemistry of diverse lava types from the Lau Basin (South West Pacific): Implications for complex back-arc mantle dynamics, *Geological Journal*, 2019, **54**(6), 3643-3659.



EKLER

EK-A

Tablo A.1. Çalışma sahası içerisinde derlenen seçili örneklere ait GPS koordinatları

Örnek	Kayaç Adı	Doğu	Kuzey	Örnek	Kayaç Adı	Doğu	Kuzey
MET-253	bazalt	343376	4430256	MET-312	gabro	347389	4442826
MET-254	metabazit	343800	4430792	MET-313	gabro	347611	4440857
MET-255	serpantinit	344256	4430535	MET-314	gabro	347600	4440869
MET-256	serpantinit	344256	4430535	MET-317	gabro	354481	4429328
MET-257	serpantinit	344256	4430535	MET-318	gabro	354912	4429234
MET-258	serp. harzburjit	344256	4430535	MET-319	gabro	355783	4428808
MET-259	kireçtaşı	343881	4430389	MET-320	mermer	351042	4435960
MET-262	bazalt	347209	4438908	MET-321	mikaşist	351042	4435960
MET-263	gabro	347180	4439821	MET-322	amfibolit	351042	4435960
MET-264	gabro	347180	4439821	MET-323	dolerit	355705	4428932
MET-265	kalkşist	338747	4416442	MET-324	bazalt	362912	4434937
MET-266	radylaryalı çört	347122	4434631	MET-325	dolerit	358574	4438647
MET-267	radylaryalı çört	347131	4434642	MET-326	dolerit	359634	4444942
MET-268	bazalt	347024	4434745	RM-001	kireçtaşı	350243	4436330
MET-269	bazalt	346439	4435821	RM-004	metabazit	350847	4436032
MET-270	gabro	347232	4437395	RM-005	metabazit	350847	4436032
MET-271	mikaşist	350991	4436689	RM-008	metabazit	351068	4438063
MET-272	kalkşist	350904	4436665	RM-011	metabazit	351351	4438596
MET-273	kalkşist	351373	4437123	RM-015	metabazit	349755	4437599
MET-274	meta-volkanit	316858	4425097	RM-022	bazalt	350265	4438347
MET-275	dolerit	316917	4425562	RM-023	dolerit	347219	4439662
MET-276	gabro	317124	4425834	RM-024	volkanik	348531	4437496
MET-277	dolerit	317124	4425834	RM-025	volkanik	346928	4433989
MET-278	gabro	317124	4425834	RM-026	kumtaşı	347225	4440930
MET-279	gabro	317124	4425834	RM-027	gabro	346791	4440928
MET-280	gabro	317124	4425834	RM-028	gabro	347020	4440908
MET-281	gabro	317169	4425875	RM-029	bazalt	345464	4440738
MET-282	gabro	317169	4425875	RM-030	bazalt	345295	4440752
MET-283	dolerit	317182	4425917	RM-031	bazalt	345295	4440752
MET-284	dolerit	317013	4426292	RM-035	mavişist	345149	4433846
MET-285	gabro	316920	4426138	RM-040	metabazit	345106	4434483
MET-286	mikaşist	319694	4429425	RM-041	metabazit	345106	4434483
MET-287	kalkşist	319694	4429425	RM-042	çamurtaşı	345106	4434483
MET-288	mikaşist	321334	4428361	RM-044	dolerit	343434	4436736
MET-289	gabro	332320	4435756	RM-045	harzburjit	343199	4437829
MET-290	gabro	332320	4435756	RM-046	gabro	343270	4438326
MET-291	gabro	332789	4436412	RM-049	dolerit	343270	4438326
MET-292	lerzolit	332720	4436697	RM-050	gabro	343270	4438326
MET-293	gabro	332866	4436524	RM-051	bazalt	343745	4438253
MET-295	metabazit	337525	4442627	RM-052	Bazalt	343807	4437616
MET-297	granat-mikaşist	337449	4442572	RM-055	dolerit	343087	4434545
MET-298	metabazit	335810	4441004	RM-058	gabro	343137	4433829
MET-299	metabazit	335810	4441004	RM-060	meta-plajiyogranit	342573	4433815
MET-300	metabazit	336132	4440598	RM-063	metabazit	342573	4433815
MET-302	bazalt	337168	4433619	RM-067	mikaşist	345217	4433768
MET-303	gabro pegmatit	339661	4436417	RM-077	radylaryalı çört	360665	4432364
MET-305	metabazit	340527	4436228	RM-078	bazalt	357310	4434777
MET-306	metabazit	340527	4436228	RM-079	radylaryalı çört	358239	4435570
MET-309	dolerit	340527	4436228	RM-080	radylaryalı çört	359748	4435375
MET-311	bazalt	347762	4441037	RM-084	metabazit	355530	4440605

Tablo A.1. (Devam) Çalışma sahası içerisinde derlenen seçili örnekler için GPS koordinatları

Örnek	Kayaç Adı	Doğu	Kuzey
RM-085	dolerit	355591	4440655
RM-091	bazalt	352808	4431197
RM-099	dolerit	350913	4433158
RM-101	metabazit	351462	4439317
RM-102	metabazit	351132	4439682
RM-110	bazalt	330081	4426011
RM-112	bazalt	333730	4440092
RM-130	bazalt	332759	4435467
RM-131	metabazit	339014	4442006
RM-143	piroksenit	343306	4433881
RM-145	metabazit	344989	4435102
RM-146	metabazit	344989	4435095
RM-147	gabro	343578	4434236
RM-148	dolerit	343527	4434233
RM-150	plajiyogranit	343559	4434192
RM-152	dolerit	359763	4441747
RM-160	metabazit	344437	4431337
RM-163	metabazit	316461	4425451
RM-164	gabro	316555	4427267
RM-166	dolerit	310755	4431081
RM-173	bazalt	305316	4434826
RM-174	kireçtaşı	305316	4434826
RM-182	amfibolit	303012	4434741
RM-183	kireçtaşı	345261	4424602
RM-203	metabazit	335994	4441342
RM-205	mikaşist	337116	4441350
RM-206	metabazit	337116	4441350
RM-207	metabazit	336369	4441723
RM-209	gabro	337289	4444698
RM-213	metabazit	341379	4439732
RM-230	metabazit	350358	4420578
RM-238	gabro	348088	4425318
RM-239	dolerit	348088	4425318
RM-245	bazalt	347636	4441945
RM-247	bazalt	346889	4442530
RM-250	bazalt	345126	4441685
RM-251	bazalt	333873	4440101
RM-252	bazalt	334306	4440301
RM-253	bazalt	341610	4444424
RM-258	metabazit	346279	4436417
RM-262	metabazit	350502	4436263
RM-263	metabazit	351687	4436309

EK-B

Tablo B.1. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibol mineral kimyası analizleri

Kayaç Adı Örnek	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260	Amfibolit MET-260
SiO ₂	45.56	48.48	45.71	46.42	44.88	45.82	46.24	45.00	46.72	50.90	48.37	50.60	51.15	46.74	45.12	50.36	50.59	53.75	47.47	48.82
TiO ₂	1.35	0.18	1.44	1.50	1.57	0.20	0.81	1.35	0.92	0.31	0.98	0.48	0.23	1.25	0.79	0.69	0.41	0.17	1.17	0.55
Al ₂ O ₃	7.67	4.31	7.98	7.72	8.07	6.79	7.13	7.75	6.64	3.56	6.28	4.42	5.66	7.29	8.34	4.53	3.84	1.48	6.86	5.19
FeO	19.02	21.47	16.96	14.66	16.84	22.52	19.23	18.35	17.76	15.24	15.33	12.97	10.51	15.77	16.32	14.22	15.93	14.05	15.27	16.81
MnO	0.17	0.19	0.18	0.13	0.20	0.15	0.12	0.16	0.21	0.19	0.22	0.20	0.27	0.21	0.17	0.22	0.22	0.37	0.19	0.16
MgO	11.23	10.52	11.70	13.69	12.17	9.49	11.23	12.20	12.82	15.12	13.81	15.91	15.63	13.06	13.33	14.83	13.84	16.91	13.57	12.67
CaO	11.18	10.77	11.49	11.52	11.34	10.70	11.16	10.63	10.83	11.47	11.55	11.58	12.88	11.58	10.72	11.82	11.81	10.79	11.11	11.98
Na ₂ O	1.42	0.97	1.40	1.70	1.97	1.35	1.32	1.41	1.03	0.54	0.94	0.53	0.22	1.59	1.03	0.91	0.54	0.26	1.18	0.92
K ₂ O	0.13	0.09	0.16	0.28	0.11	0.13	0.08	0.13	0.09	0.07	0.12	0.05	0.03	0.32	0.22	0.17	0.09	0.03	0.27	0.11
Cr ₂ O ₃	0.04	0.00	0.03	0.08	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.08	0.06
Toplam	97.77	96.97	97.05	97.71	97.21	97.15	97.33	97.00	97.02	97.40	97.60	96.76	96.58	97.82	96.05	97.77	97.28	97.85	97.16	97.26
Si	6.70	7.20	6.75	6.74	6.63	6.84	6.82	6.59	6.80	7.29	6.98	7.24	7.36	6.82	6.57	7.24	7.34	7.52	6.88	7.17
Al ^{iv}	1.30	0.75	1.25	1.26	1.37	1.16	1.18	1.34	1.14	0.60	1.02	0.74	0.64	1.18	1.43	0.76	0.66	0.24	1.12	0.83
Al ^{vi}	0.03	0.00	0.14	0.07	0.03	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.32	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.07
Ti	0.15	0.02	0.16	0.16	0.17	0.02	0.09	0.15	0.10	0.03	0.11	0.05	0.02	0.14	0.09	0.07	0.05	0.02	0.13	0.06
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	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	0.00	0.01	0.01
Fe ³⁺	1.02	1.08	0.71	0.74	0.80	1.24	1.03	1.43	1.39	1.07	0.91	0.98	0.22	0.70	1.56	0.67	0.73	1.37	0.97	0.57
Fe ²⁺	1.32	1.59	1.38	1.04	1.28	1.57	1.34	0.81	0.77	0.76	0.94	0.58	1.04	1.22	0.42	1.04	1.21	0.28	0.89	1.49
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02
Mg	2.46	2.33	2.58	2.97	2.68	2.11	2.47	2.66	2.78	3.23	2.97	3.39	3.35	2.84	2.90	3.18	3.00	3.53	2.93	2.77
Ca	1.76	1.71	1.82	1.79	1.79	1.71	1.76	1.67	1.69	1.76	1.79	1.77	1.99	1.81	1.67	1.82	1.84	1.62	1.73	1.89
Na	0.41	0.28	0.40	0.48	0.57	0.39	0.38	0.40	0.29	0.15	0.26	0.15	0.06	0.45	0.29	0.25	0.15	0.07	0.33	0.26
K	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.06	0.04	0.03	0.02	0.00	0.05	0.02
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	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.19	17.01	17.25	17.32	17.38	17.13	17.15	17.09	17.00	16.92	17.07	16.93	17.05	17.32	17.01	17.10	17.01	16.69	17.11	17.17

Tablo B.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibol mineral kimyası analizleri

Kayaç Adı Örnek	Amfibolit MET-260	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264	Gabro MET-264
SiO ₂	45.67	53.42	48.45	50.28	52.23	43.30	43.86	43.64	43.23	49.49	43.07	42.68	42.33	42.49	42.71	42.68	42.34	42.64	42.70	42.96
TiO ₂	0.65	0.06	0.72	0.53	0.38	3.30	2.57	2.95	3.20	0.56	0.22	0.18	0.18	0.17	0.20	0.21	0.17	0.12	0.09	0.08
Al ₂ O ₃	7.88	1.47	6.21	4.04	4.16	10.39	10.69	10.65	10.19	6.04	11.50	11.43	11.98	11.79	11.58	11.87	12.15	11.70	11.67	11.31
FeO	18.80	13.13	13.33	15.15	9.41	10.99	10.83	10.79	10.92	13.43	17.66	17.91	18.12	17.70	17.82	17.80	17.65	17.51	17.32	17.38
MnO	0.09	0.11	0.15	0.20	0.09	0.16	0.18	0.16	0.14	0.06	0.24	0.23	0.22	0.19	0.22	0.20	0.25	0.23	0.15	0.15
MgO	11.79	16.07	14.27	13.72	17.85	14.70	15.13	14.84	14.67	14.55	10.73	10.72	10.64	10.68	10.77	10.79	10.80	11.06	11.08	11.04
CaO	11.28	12.58	11.79	11.75	12.85	10.86	11.19	11.07	11.13	11.81	11.30	11.18	11.26	11.31	11.21	11.35	11.31	11.30	11.54	11.40
Na ₂ O	1.05	0.24	1.25	0.70	0.90	2.53	2.50	2.47	2.50	1.13	2.36	2.49	2.39	2.41	2.37	2.35	2.30	2.35	2.52	2.18
K ₂ O	0.07	0.03	0.12	0.12	0.10	0.72	0.76	0.71	0.69	0.06	0.46	0.40	0.42	0.39	0.44	0.45	0.44	0.46	0.47	0.43
Cr ₂ O ₃	0.02	0.01	0.20	0.22	0.13	0.26	0.19	0.25	0.40	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Toplam	97.29	97.11	96.49	96.71	98.10	97.21	97.90	97.54	97.07	97.25	97.55	97.21	97.56	97.14	97.30	97.71	97.40	97.37	97.59	96.93
Si	6.68	7.70	7.08	7.35	7.37	6.29	6.31	6.31	6.31	7.14	6.38	6.35	6.27	6.32	6.33	6.31	6.26	6.31	6.33	6.38
Al ^{iv}	1.32	0.25	0.92	0.65	0.63	1.71	1.69	1.69	1.69	0.86	1.62	1.65	1.73	1.68	1.67	1.69	1.74	1.69	1.67	1.62
Al ^{vi}	0.04	0.00	0.14	0.05	0.07	0.07	0.13	0.13	0.06	0.17	0.39	0.35	0.36	0.39	0.36	0.37	0.38	0.35	0.37	0.37
Ti	0.07	0.01	0.08	0.06	0.04	0.36	0.28	0.32	0.35	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Cr	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	1.28	0.39	0.54	0.56	0.32	0.66	0.69	0.64	0.56	0.58	0.83	0.91	0.99	0.88	0.93	0.92	0.99	0.97	0.79	0.89
Fe ²⁺	1.02	1.19	1.09	1.29	0.80	0.67	0.61	0.67	0.77	1.04	1.35	1.31	1.25	1.32	1.28	1.28	1.20	1.20	1.35	1.27
Mn	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
Mg	2.57	3.45	3.11	2.99	3.76	3.18	3.25	3.20	3.19	3.13	2.37	2.38	2.35	2.37	2.38	2.38	2.38	2.44	2.45	2.45
Ca	1.77	1.94	1.84	1.84	1.94	1.69	1.73	1.72	1.74	1.83	1.79	1.78	1.79	1.80	1.78	1.80	1.79	1.79	1.83	1.82
Na	0.30	0.07	0.35	0.20	0.25	0.71	0.70	0.69	0.71	0.32	0.68	0.72	0.68	0.69	0.68	0.67	0.66	0.67	0.72	0.63
K	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.13	0.14	0.13	0.13	0.01	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08
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	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.08	17.01	17.22	17.06	17.21	17.54	17.56	17.54	17.58	17.15	17.56	17.57	17.55	17.57	17.55	17.56	17.53	17.55	17.65	17.53

Tablo B.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibol mineral kimyası analizleri

Kayaç Adı	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro	Gabro
Örnek	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264
SiO ₂	42.58	42.85	42.96	43.67	42.43	41.09	41.37	40.72	43.42	43.77	51.35	54.39	51.87	46.72	46.18	40.88	44.00	43.48	43.58	43.93
TiO ₂	0.02	0.03	0.08	0.16	0.08	0.10	0.06	0.11	3.17	2.57	0.27	0.11	0.21	0.23	0.17	0.10	0.11	3.25	3.42	2.83
Al ₂ O ₃	11.98	11.24	11.13	10.77	11.64	14.09	13.65	14.14	10.41	10.09	4.56	2.52	4.00	7.56	7.96	12.57	9.99	10.39	10.36	10.68
FeO	17.49	17.29	16.65	16.65	17.09	17.30	15.61	15.16	11.22	11.34	11.80	9.22	11.54	15.03	15.92	19.21	19.50	11.47	11.49	11.46
MnO	0.22	0.20	0.15	0.23	0.19	0.18	0.14	0.11	0.16	0.17	0.15	0.14	0.11	0.18	0.22	0.18	0.19	0.14	0.19	0.18
MgO	11.09	11.39	11.75	11.75	11.38	10.01	11.28	11.48	14.43	14.68	15.99	19.43	16.62	13.84	12.83	9.50	10.18	14.41	14.47	14.38
CaO	11.46	11.50	11.32	11.53	11.53	11.96	11.92	11.92	11.12	11.15	12.81	11.81	12.28	11.53	11.53	11.33	11.59	11.09	11.08	11.03
Na ₂ O	2.44	2.39	2.38	2.32	2.43	2.38	2.55	2.68	2.51	2.27	0.76	0.37	0.62	1.86	1.85	2.51	1.88	2.58	2.56	2.47
K ₂ O	0.43	0.50	0.49	0.48	0.51	0.36	0.27	0.31	0.71	0.69	0.10	0.06	0.08	0.22	0.29	0.60	0.43	0.69	0.72	0.71
Cr ₂ O ₃	0.00	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.21	0.11	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.20	0.17	0.23
Toplam	97.70	97.43	96.93	97.58	97.29	97.45	96.86	96.62	97.36	96.85	97.80	98.07	97.33	97.21	96.95	96.89	97.88	97.70	98.06	97.92
Si	6.29	6.35	6.37	6.44	6.29	6.12	6.15	6.06	6.32	6.38	7.35	7.50	7.39	6.81	6.80	6.17	6.54	6.31	6.30	6.34
Al ^{iv}	1.71	1.65	1.63	1.56	1.71	1.88	1.85	1.94	1.68	1.62	0.65	0.41	0.61	1.19	1.20	1.83	1.46	1.69	1.70	1.66
Al ^{vi}	0.37	0.31	0.31	0.31	0.33	0.59	0.54	0.54	0.11	0.11	0.12	0.00	0.06	0.11	0.18	0.40	0.29	0.09	0.07	0.16
Ti	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.35	0.28	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.35	0.37	0.31
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03
Fe ³⁺	0.94	0.90	0.93	0.81	0.89	0.70	0.72	0.74	0.54	0.68	0.30	0.96	0.57	0.86	0.77	0.89	0.84	0.55	0.57	0.61
Fe ²⁺	1.22	1.24	1.13	1.24	1.23	1.46	1.22	1.14	0.83	0.70	1.11	1.10	0.80	0.97	1.19	1.53	1.58	0.84	0.82	0.77
Mn	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Mg	2.44	2.51	2.60	2.58	2.52	2.22	2.50	2.55	3.13	3.19	3.41	4.00	3.53	3.01	2.82	2.14	2.26	3.12	3.12	3.10
Ca	1.81	1.82	1.80	1.82	1.83	1.91	1.90	1.90	1.73	1.74	1.97	1.75	1.87	1.80	1.82	1.83	1.84	1.73	1.72	1.71
Na	0.70	0.69	0.68	0.66	0.70	0.69	0.73	0.77	0.71	0.64	0.21	0.10	0.17	0.53	0.53	0.74	0.54	0.73	0.72	0.69
K	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.07	0.05	0.06	0.13	0.13	0.02	0.01	0.02	0.04	0.05	0.11	0.08	0.13	0.13	0.13
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	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.59	17.60	17.57	17.58	17.63	17.66	17.68	17.73	17.58	17.51	17.19	16.86	17.06	17.37	17.40	17.68	17.47	17.58	17.57	17.53

Tablo B.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibol mineral kimyası analizleri

Kayaç Adı Örnek	Gabro MET-264	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-278	Gabro MET-280	Gabro MET-280	Gabro MET-280	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306
SiO ₂	43.52	43.37	48.71	47.84	46.98	46.78	47.09	49.59	45.13	42.39	49.87	43.14	41.94	43.13	42.55	42.87	43.50	43.63	44.03	43.94
TiO ₂	3.14	2.00	0.45	0.24	1.29	1.43	0.29	0.26	1.53	2.90	0.94	1.96	2.85	3.93	3.99	3.65	2.26	2.29	2.22	1.90
Al ₂ O ₃	10.59	11.50	5.62	6.60	7.77	8.30	8.70	5.33	8.88	11.11	18.35	10.65	11.00	12.11	11.48	11.93	10.72	10.51	10.54	10.86
FeO	11.92	9.75	14.16	15.74	12.28	13.03	14.75	14.49	13.37	13.27	6.87	13.22	12.94	8.61	9.64	9.58	12.91	12.96	13.43	12.65
MnO	0.24	0.15	0.21	0.27	0.20	0.17	0.22	0.21	0.23	0.25	0.10	0.23	0.22	0.12	0.11	0.09	0.20	0.20	0.24	0.18
MgO	14.38	14.63	14.07	13.23	14.53	13.53	12.58	14.39	13.87	12.68	6.16	13.21	13.03	15.07	14.75	14.96	13.22	13.29	13.51	13.30
CaO	11.17	11.90	12.07	11.88	12.00	11.85	12.32	11.72	11.48	11.46	9.61	11.02	11.33	11.75	11.73	11.44	11.42	11.36	11.42	11.41
Na ₂ O	2.54	2.87	1.44	1.73	1.76	1.67	1.54	1.18	1.97	2.90	5.27	2.44	2.95	2.73	2.98	2.96	1.91	1.86	1.97	1.93
K ₂ O	0.73	0.21	0.07	0.10	0.23	0.26	0.11	0.08	0.40	0.52	0.26	0.57	0.45	0.27	0.16	0.24	0.71	0.65	0.66	0.62
Cr ₂ O ₃	0.22	0.91	0.54	0.29	0.61	0.40	0.00	0.00	0.07	0.09	0.00	0.05	0.03	0.10	0.15	0.18	0.13	0.13	0.13	0.07
Toplam	98.43	97.27	97.34	97.91	97.66	97.42	97.61	97.25	96.92	97.55	97.45	96.47	96.74	97.81	97.54	97.90	97.00	96.88	98.12	96.86
Si	6.28	6.32	7.11	6.98	6.81	6.82	6.89	7.18	6.60	6.27	6.99	6.36	6.23	6.22	6.19	6.18	6.38	6.40	6.37	6.43
Al ^{iv}	1.72	1.68	0.89	1.02	1.19	1.18	1.11	0.82	1.40	1.73	1.01	1.64	1.77	1.78	1.81	1.82	1.62	1.60	1.63	1.57
Al ^{vi}	0.08	0.29	0.07	0.11	0.14	0.25	0.39	0.09	0.13	0.20	2.02	0.21	0.16	0.27	0.16	0.20	0.23	0.21	0.17	0.31
Ti	0.34	0.22	0.05	0.03	0.14	0.16	0.03	0.03	0.17	0.32	0.10	0.22	0.32	0.43	0.44	0.40	0.25	0.25	0.24	0.21
Cr	0.02	0.10	0.06	0.03	0.07	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.65	0.28	0.46	0.60	0.44	0.35	0.33	0.70	0.69	0.32	0.00	0.70	0.43	0.21	0.23	0.40	0.60	0.65	0.74	0.59
Fe ²⁺	0.79	0.91	1.27	1.32	1.05	1.24	1.47	1.06	0.95	1.32	0.80	0.93	1.18	0.83	0.94	0.75	0.98	0.94	0.89	0.96
Mn	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02
Mg	3.09	3.18	3.06	2.88	3.14	2.94	2.74	3.11	3.02	2.79	1.29	2.91	2.89	3.24	3.20	3.21	2.89	2.91	2.92	2.90
Ca	1.73	1.86	1.89	1.86	1.86	1.85	1.93	1.82	1.80	1.82	1.44	1.74	1.80	1.81	1.83	1.77	1.79	1.78	1.77	1.79
Na	0.71	0.81	0.41	0.49	0.49	0.47	0.44	0.33	0.56	0.83	1.43	0.70	0.85	0.76	0.84	0.83	0.54	0.53	0.55	0.55
K	0.13	0.04	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02	0.01	0.08	0.10	0.05	0.11	0.09	0.05	0.03	0.04	0.13	0.12	0.12	0.11
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	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.57	17.71	17.31	17.36	17.40	17.37	17.39	17.16	17.43	17.74	17.14	17.55	17.74	17.63	17.70	17.64	17.47	17.43	17.44	17.45

Tablo B.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibol mineral kimyası analizleri

Kayaç Adı Örnek	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-306	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Amfibolit MET-322	Mavişist RM-067	Mavişist RM-067	Mavişist RM-067	Mavişist RM-067
SiO ₂	43.76	43.55	43.68	46.51	44.02	44.68	43.16	43.53	43.13	49.49	43.33	45.42	43.27	44.53	43.31	55.40	55.31	55.73	55.87
TiO ₂	2.45	2.37	1.72	0.29	1.64	1.57	0.40	0.44	0.41	0.30	0.66	0.34	0.46	0.56	0.50	0.07	0.06	0.08	0.12
Al ₂ O ₃	10.44	10.61	9.95	7.89	9.63	9.62	14.50	14.86	15.18	17.19	13.37	12.34	14.77	12.50	13.84	10.07	10.32	10.29	9.84
FeO	12.72	13.09	15.55	16.48	14.94	15.32	13.64	13.10	12.71	8.75	13.17	13.29	12.92	13.17	13.30	17.75	17.67	16.59	17.02
MnO	0.25	0.23	0.21	0.18	0.13	0.17	0.26	0.31	0.27	0.16	0.23	0.23	0.30	0.20	0.30	0.35	0.32	0.25	0.22
MgO	13.48	13.40	12.15	12.66	12.47	12.51	11.61	11.69	11.35	8.30	11.89	12.51	11.63	12.58	11.73	5.56	5.63	6.04	6.00
CaO	11.15	11.47	11.82	11.20	11.88	12.04	9.96	10.45	10.64	9.10	11.49	9.94	10.49	10.70	10.74	0.42	0.38	0.24	0.18
Na ₂ O	1.93	1.99	1.94	0.85	1.62	1.74	2.52	2.31	2.29	4.53	1.95	2.18	2.21	1.65	2.23	6.76	6.75	7.05	6.81
K ₂ O	0.70	0.67	0.54	0.16	0.54	0.52	0.27	0.27	0.40	0.27	0.43	0.25	0.27	0.39	0.23	0.00	0.00	0.01	0.00
Cr ₂ O ₃	0.13	0.09	0.07	0.08	0.13	0.05	0.12	0.05	0.08	0.08	0.09	0.14	0.11	0.10	0.29	0.02	0.03	0.03	0.00
Toplam	96.98	97.47	97.64	96.30	97.00	98.22	96.43	97.02	96.46	98.16	96.61	96.63	96.44	96.38	96.45	96.40	96.46	96.33	96.07
Si	6.40	6.36	6.45	6.80	6.51	6.54	6.264	6.283	6.288	6.939	6.359	6.540	6.284	6.453	6.321	7.93	7.90	7.96	7.99
Al ^{iv}	1.60	1.64	1.55	1.20	1.49	1.46	1.736	1.717	1.712	1.061	1.641	1.460	1.716	1.547	1.679	0.07	0.10	0.04	0.01
Al ^{vi}	0.19	0.19	0.18	0.16	0.19	0.20	0.744	0.811	0.897	1.779	0.671	0.634	0.812	0.588	0.700	1.63	1.64	1.69	1.65
Ti	0.27	0.26	0.19	0.03	0.18	0.17	0.044	0.048	0.045	0.031	0.073	0.037	0.050	0.061	0.055	0.01	0.01	0.01	0.01
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.013	0.006	0.010	0.008	0.010	0.016	0.013	0.012	0.033	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.69	0.65	0.58	1.18	0.59	0.55	1.036	0.876	0.672	0.000	0.567	1.015	0.856	0.965	0.807	0.41	0.45	0.30	0.39
Fe ²⁺	0.86	0.95	1.34	0.83	1.26	1.33	0.620	0.706	0.878	1.026	1.049	0.585	0.713	0.632	0.816	1.72	1.66	1.68	1.64
Mn	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.032	0.038	0.033	0.019	0.029	0.028	0.037	0.025	0.037	0.04	0.04	0.03	0.03
Mg	2.94	2.92	2.67	2.76	2.75	2.73	2.511	2.516	2.466	1.735	2.601	2.686	2.518	2.718	2.553	1.19	1.20	1.29	1.28
Ca	1.75	1.79	1.87	1.76	1.88	1.89	1.548	1.615	1.662	1.368	1.807	1.534	1.631	1.662	1.678	0.06	0.06	0.04	0.03
Na	0.55	0.56	0.56	0.24	0.46	0.49	0.709	0.648	0.647	1.230	0.554	0.608	0.621	0.465	0.630	1.88	1.87	1.95	1.89
K	0.13	0.13	0.10	0.03	0.10	0.10	0.049	0.050	0.074	0.048	0.080	0.045	0.050	0.072	0.043	0.00	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	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.42	17.48	17.53	17.03	17.45	17.48	17.307	17.313	17.383	17.245	17.441	17.187	17.303	17.198	17.351	16.94	16.93	16.99	16.92

Tablo B.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibol mineral kimyası analizleri

Kayaç Adı	Mavişist	Mavişist	Mavişist	Mavişist
Örnek	RM-067	RM-067	RM-067	RM-067
SiO ₂	56.54	56.36	55.86	56.44
TiO ₂	0.00	0.01	0.03	0.03
Al ₂ O ₃	11.03	10.18	9.60	9.91
FeO	14.06	17.36	18.24	17.71
MnO	0.26	0.21	0.21	0.20
MgO	6.97	5.89	5.72	5.90
CaO	0.07	0.07	0.12	0.10
Na ₂ O	6.97	7.10	7.08	7.16
K ₂ O	0.02	0.01	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.02
Toplam	95.91	97.20	96.86	97.46
Si	8.00	7.98	7.97	7.98
Al ^{iv}	0.00	0.02	0.03	0.02
Al ^{vi}	1.84	1.68	1.58	1.63
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.23	0.37	0.45	0.38
Fe ²⁺	1.43	1.68	1.72	1.71
Mn	0.03	0.03	0.03	0.02
Mg	1.47	1.24	1.22	1.24
Ca	0.01	0.01	0.02	0.01
Na	1.91	1.95	1.96	1.96
K	0.00	0.00	0.00	0.00
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	16.92	16.96	16.98	16.98

Tablo B.2. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspat mineral kimyası analizleri

Kayaç	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro
Örnek	MET-260	MET-260	MET-260	MET-260	MET-260	MET-260	MET-260	MET-260	MET-260	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264	MET-264
SiO ₂	56.93	61.93	61.00	58.36	60.28	66.35	64.70	58.85	66.14	51.10	52.09	51.31	52.19	51.41	53.54	54.16	53.16	51.95	56.09	53.92
TiO ₂	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07	0.06	0.05	0.10	0.04	0.06	0.06	0.07	0.07	0.03	0.04
Al ₂ O ₃	25.69	23.51	24.20	26.15	24.97	20.85	21.39	21.86	20.81	30.09	29.81	29.96	29.19	30.69	28.71	28.76	29.21	29.92	27.39	28.86
FeO	0.53	0.17	0.27	0.05	0.04	0.07	0.21	1.25	0.05	0.21	0.18	0.19	0.15	0.21	0.29	0.14	0.21	0.19	0.19	0.21
MnO	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
MgO	0.36	0.08	0.12	0.00	0.01	0.05	0.08	0.82	0.05	0.00	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05	0.01	0.05	0.03
CaO	8.95	4.38	5.18	7.76	6.42	1.33	1.65	7.59	1.29	13.02	12.41	12.80	11.88	13.30	11.32	11.16	11.88	13.01	9.43	11.20
Na ₂ O	6.71	8.40	8.18	7.06	7.98	10.59	9.90	7.75	10.39	4.20	4.57	4.42	4.76	3.88	5.19	5.21	4.81	4.23	5.96	5.04
K ₂ O	0.23	0.31	0.35	0.04	0.09	0.19	0.51	0.03	0.24	0.09	0.05	0.11	0.15	0.06	0.06	0.10	0.06	0.07	0.30	0.18
Cr ₂ O ₃	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	99.48	98.79	99.34	99.43	99.83	99.47	98.48	98.20	98.96	98.79	99.22	98.88	98.46	99.64	99.22	99.65	99.47	99.47	99.45	99.49
Si	2.58	2.77	2.73	2.62	2.69	2.92	2.89	2.70	2.93	2.35	2.38	2.36	2.40	2.34	2.44	2.45	2.42	2.37	2.54	2.45
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	1.37	1.24	1.28	1.38	1.31	1.08	1.13	1.18	1.09	1.63	1.61	1.62	1.58	1.65	1.54	1.54	1.57	1.61	1.46	1.54
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	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	0.43	0.21	0.25	0.37	0.31	0.06	0.08	0.37	0.06	0.64	0.61	0.63	0.59	0.65	0.55	0.54	0.58	0.64	0.46	0.55
Na	0.59	0.73	0.71	0.61	0.69	0.91	0.86	0.69	0.89	0.37	0.41	0.39	0.42	0.34	0.46	0.46	0.42	0.37	0.52	0.44
K	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
Toplam	5.04	4.98	5.00	5.00	5.00	4.99	4.99	5.05	4.98	5.02	5.02	5.03	5.02	5.00	5.02	5.01	5.01	5.01	5.00	5.00
Ab %	56.81	76.23	72.57	62.05	68.89	92.49	88.85	64.78	92.29	36.66	39.88	38.22	41.65	34.43	45.19	45.54	42.14	36.90	52.41	44.41
An %	41.91	21.94	25.38	37.70	30.62	6.39	8.17	35.06	6.31	62.83	59.83	61.13	57.49	65.23	54.45	53.86	57.50	62.70	45.86	54.54
Or %	1.29	1.83	2.05	0.25	0.49	1.11	2.98	0.16	1.40	0.50	0.29	0.65	0.85	0.34	0.36	0.60	0.36	0.40	1.73	1.05

Tablo B.2. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspat mineral kimyası analizleri

Kayaç	gabro	gabro	gabro	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	
Örnek	MET-264	MET-264	MET-264	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-278	MET-278	MET-278	MET-278	MET-278	MET-278	MET-280	MET-280	MET-280	MET-280	
SiO ₂	58.09	58.27	58.07	56.10	56.83	60.80	57.53	55.28	55.72	62.54	63.26	64.08	64.60	61.23	56.42	56.28	54.63	53.66	53.88	53.89
TiO ₂	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.02
Al ₂ O ₃	25.83	25.88	25.71	27.22	27.20	23.93	26.92	28.13	27.53	22.66	22.75	22.41	21.66	24.60	27.15	27.05	29.03	28.43	27.92	28.95
FeO	0.27	0.33	0.26	0.03	0.05	0.03	0.00	0.04	0.02	0.03	0.07	0.10	0.09	0.11	0.20	0.16	0.15	0.14	0.42	0.12
MnO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.04	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00
MgO	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.03
CaO	7.69	7.82	7.78	9.15	8.88	5.30	8.20	9.93	9.57	3.66	3.85	3.18	2.94	3.87	9.38	9.09	11.13	11.24	9.26	11.48
Na ₂ O	6.91	7.00	6.91	6.12	6.44	8.47	6.85	5.67	5.89	9.48	9.57	10.01	10.45	8.84	6.50	6.49	5.25	5.15	6.02	5.27
K ₂ O	0.44	0.37	0.40	0.09	0.03	0.09	0.07	0.04	0.07	0.07	0.02	0.01	0.05	0.16	0.04	0.02	0.05	0.03	0.37	0.07
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.02	0.00	0.02	0.04	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	99.26	99.74	99.18	98.74	99.45	98.70	99.63	99.11	98.80	98.49	99.56	99.86	99.81	98.97	99.74	99.14	100.33	98.69	98.00	99.82
Si	2.62	2.62	2.62	2.55	2.56	2.73	2.58	2.51	2.53	2.81	2.81	2.83	2.86	2.74	2.54	2.55	2.46	2.46	2.48	2.44
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	1.37	1.37	1.37	1.46	1.44	1.27	1.42	1.50	1.47	1.20	1.19	1.17	1.13	1.30	1.44	1.44	1.54	1.53	1.52	1.55
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.37	0.38	0.38	0.45	0.43	0.26	0.39	0.48	0.47	0.18	0.18	0.15	0.14	0.19	0.45	0.44	0.54	0.55	0.46	0.56
Na	0.60	0.61	0.61	0.54	0.56	0.74	0.60	0.50	0.52	0.82	0.82	0.86	0.90	0.77	0.57	0.57	0.46	0.46	0.54	0.46
K	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Toplam	5.01	5.01	5.01	5.00	5.00	5.00	5.00	4.99	4.99	5.01	5.01	5.01	5.03	5.00	5.02	5.01	5.00	5.01	5.04	5.02
Ab %	60.38	60.54	60.26	54.47	56.65	73.90	59.92	50.71	52.48	82.12	81.74	85.03	86.32	79.73	55.51	56.30	45.91	45.24	52.91	45.20
An %	37.12	37.37	37.46	45.00	43.18	25.56	39.66	49.06	47.12	17.50	18.18	14.92	13.40	19.30	44.26	43.61	53.81	54.60	44.95	54.42
Or %	2.50	2.10	2.28	0.54	0.18	0.54	0.43	0.23	0.40	0.38	0.09	0.05	0.28	0.96	0.22	0.09	0.28	0.16	2.14	0.38

Tablo B.2. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspat mineral kimyası analizleri

Kayaç	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	granat- mikaşist	granat- mikaşist	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit
Örnek	MET-280	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-291	MET-297	MET-297	MET-306	MET-306	MET-306	MET-306	MET-306	MET-306	MET-306
SiO ₂	54.34	47.50	47.05	47.77	47.71	47.83	49.39	47.41	47.36	47.19	47.76	68.46	68.55	68.17	67.25	68.02	67.84	67.80	65.91	67.31
TiO ₂	0.03	0.02	0.06	0.05	0.04	0.07	0.03	0.00	0.03	0.04	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	28.99	33.12	33.12	32.81	32.44	31.30	31.72	33.15	32.37	33.02	31.96	19.55	19.51	19.45	19.92	19.58	19.86	19.69	19.99	19.58
FeO	0.12	0.36	0.37	0.38	0.37	0.56	0.37	0.33	0.41	0.36	0.29	0.05	0.07	0.07	0.28	0.06	0.07	0.03	0.43	0.04
MnO	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
MgO	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.22	0.08	0.04	0.06	0.06	0.08	0.01	0.00	0.02	0.10	0.00	0.00	0.01	0.25	0.01
CaO	11.35	16.48	16.58	16.20	16.06	15.87	14.76	16.31	16.22	16.41	15.50	0.01	0.00	0.11	1.13	0.20	0.16	0.29	2.08	0.19
Na ₂ O	5.25	2.24	2.05	2.35	2.24	2.48	2.99	2.08	2.31	2.06	2.46	11.47	11.48	11.58	11.42	11.62	11.71	11.50	10.98	11.71
K ₂ O	0.05	0.10	0.09	0.10	0.11	0.10	0.19	0.15	0.10	0.12	0.10	0.02	0.02	0.05	0.09	0.05	0.04	0.12	0.00	0.08
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00
Toplam	100.17	99.86	99.40	99.72	99.01	98.43	99.58	99.57	98.87	99.28	98.21	99.57	99.64	99.48	100.19	99.55	99.70	99.43	99.68	98.92
Si	2.45	2.19	2.18	2.20	2.21	2.23	2.27	2.19	2.20	2.18	2.23	3.00	3.00	2.99	2.95	2.99	2.98	2.98	2.92	2.98
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	1.54	1.80	1.81	1.78	1.77	1.72	1.72	1.80	1.77	1.80	1.76	1.01	1.01	1.01	1.03	1.01	1.03	1.02	1.04	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	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	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Ca	0.55	0.81	0.82	0.80	0.80	0.79	0.73	0.81	0.81	0.81	0.77	0.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01
Na	0.46	0.20	0.18	0.21	0.20	0.22	0.27	0.19	0.21	0.18	0.22	0.97	0.97	0.99	0.97	0.99	1.00	0.98	0.94	1.00
K	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Toplam	5.01	5.02	5.01	5.02	5.01	5.02	5.01	5.01	5.02	5.01	5.01	4.99	4.98	5.00	5.02	5.00	5.01	5.00	5.03	5.02
Ab %	45.42	19.59	18.21	20.66	20.05	21.92	26.55	18.56	20.35	18.38	22.17	99.81	99.89	99.19	94.36	98.79	99.05	97.99	90.50	98.66
An %	54.28	79.83	81.28	78.77	79.31	77.48	72.32	80.55	79.08	80.89	77.23	0.06	0.02	0.52	5.17	0.93	0.76	1.34	9.47	0.88
Or %	0.30	0.58	0.51	0.57	0.64	0.60	1.13	0.89	0.57	0.73	0.60	0.13	0.09	0.29	0.47	0.28	0.20	0.67	0.03	0.46

Tablo B.2. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspat mineral kimyası analizleri

Kayaç	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	gabro	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	amfibolit	mavişist	mavişist	mavişist
Örnek	MET-318	MET-318	MET-318	MET-318	MET-318	MET-318	MET-322	MET-322	MET-322	MET-322	MET-322	MET-322	MET-322	RM-067	RM-067	RM-067
SiO ₂	44.06	44.42	44.34	44.36	43.92	44.05	64.13	62.89	63.70	61.80	62.79	63.34	63.42	68.01	68.14	68.09
TiO ₂	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al ₂ O ₃	35.41	35.39	35.24	34.83	35.12	34.92	22.53	23.15	23.11	23.72	23.08	22.91	22.79	19.79	19.67	19.64
FeO	0.40	0.11	0.09	0.17	0.16	0.11	0.05	0.13	0.15	0.04	0.02	0.03	0.08	0.01	0.03	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
MgO	0.05	0.01	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
CaO	18.84	18.73	18.97	18.65	18.73	19.05	3.12	4.02	3.80	4.62	3.87	3.85	3.69	0.07	0.05	0.03
Na ₂ O	0.74	0.88	0.79	1.12	0.74	0.78	9.78	9.28	9.54	9.09	9.57	9.36	9.63	11.48	11.64	11.72
K ₂ O	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.06	0.20	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05	0.03	0.04	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04
Toplam	99.54	99.55	99.54	99.23	98.72	98.94	99.68	99.71	100.45	99.35	99.46	99.58	99.70	99.40	99.58	99.53
Si	2.05	2.06	2.06	2.07	2.06	2.06	2.83	2.79	2.80	2.76	2.79	2.81	2.81	2.99	2.99	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	0.00	0.00	0.00
Al	1.94	1.93	1.93	1.91	1.94	1.92	1.17	1.21	1.20	1.25	1.21	1.20	1.19	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	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	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	0.00	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	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	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	0.00
Ca	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	0.95	0.15	0.19	0.18	0.22	0.18	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00
Na	0.07	0.08	0.07	0.10	0.07	0.07	0.84	0.80	0.81	0.79	0.83	0.80	0.83	0.98	0.99	1.00
K	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	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.01	5.01	5.01	5.03	5.01	5.01	5.00	5.01	5.01	5.02	5.02	5.00	5.01	4.99	5.00	5.00
Ab %	6.59	7.82	7.02	9.77	6.65	6.85	84.73	79.77	81.57	77.78	81.46	81.28	82.26	99.51	99.52	99.83
An %	93.30	92.18	92.93	90.23	93.20	93.03	14.91	19.08	17.94	21.87	18.20	18.46	17.43	0.32	0.25	0.12
Or %	0.11	0.00	0.06	0.00	0.15	0.12	0.36	1.15	0.49	0.35	0.34	0.27	0.31	0.17	0.22	0.05

Tablo B.3. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait piroksen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	gabro MET-264	gabro MET-264	gabro MET-264	gabro MET-264	gabro MET-264	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278
SiO ₂	51.43	51.75	51.55	50.94	50.25	52.33	49.47	52.03	51.71	51.84	52.27	52.48	52.19	52.73	49.26	48.86	52.48	52.53	52.33	52.23
TiO ₂	0.53	0.52	0.54	0.49	0.84	0.30	1.03	0.33	0.38	0.36	0.26	0.21	0.27	0.26	0.95	1.01	0.25	0.23	0.24	0.23
Al ₂ O ₃	2.46	2.01	2.09	2.59	2.81	2.19	4.66	2.32	2.76	2.81	1.96	1.90	2.30	2.10	5.44	6.05	2.08	1.96	2.18	1.96
FeO	8.29	7.91	8.66	7.33	8.56	6.40	7.37	6.41	6.66	6.69	6.32	6.22	6.44	6.54	7.59	7.85	6.40	6.40	6.47	6.27
MnO	0.23	0.27	0.24	0.19	0.22	0.29	0.20	0.24	0.26	0.22	0.28	0.23	0.25	0.25	0.24	0.18	0.19	0.25	0.26	0.23
MgO	15.00	14.95	14.44	15.36	14.82	15.56	15.47	15.68	15.51	15.66	15.50	15.60	15.72	15.58	15.26	15.25	15.55	15.83	15.43	15.62
CaO	21.25	21.54	21.74	21.62	21.15	22.13	19.19	21.78	21.34	21.45	22.17	22.42	21.79	21.96	18.24	17.64	21.99	22.05	22.04	22.19
Na ₂ O	0.37	0.36	0.35	0.35	0.33	0.44	1.17	0.50	0.61	0.60	0.36	0.44	0.47	0.41	1.34	1.42	0.47	0.44	0.34	0.40
K ₂ O	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.08	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00
Cr ₂ O ₃	0.20	0.26	0.23	0.30	0.10	0.34	0.65	0.40	0.32	0.40	0.34	0.33	0.36	0.38	0.58	0.51	0.34	0.32	0.31	0.35
Toplam	99.77	99.58	99.87	99.16	99.10	99.98	99.29	99.70	99.57	100.04	99.48	99.84	99.81	100.23	98.98	98.85	99.74	100.02	99.62	99.48
Si	1.92	1.93	1.93	1.91	1.89	1.93	1.85	1.93	1.92	1.92	1.94	1.94	1.93	1.94	1.84	1.83	1.94	1.94	1.94	1.94
Ti	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.11	0.09	0.09	0.11	0.12	0.10	0.21	0.10	0.12	0.12	0.09	0.08	0.10	0.09	0.24	0.27	0.09	0.09	0.10	0.09
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.26	0.25	0.27	0.23	0.27	0.20	0.23	0.20	0.21	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20	0.24	0.25	0.20	0.20	0.20	0.19
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.83	0.83	0.80	0.86	0.83	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.86	0.85	0.85	0.86	0.87	0.85	0.86
Ca	0.85	0.86	0.87	0.87	0.85	0.88	0.77	0.86	0.85	0.85	0.88	0.89	0.86	0.87	0.73	0.71	0.87	0.87	0.88	0.88
Na	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.09	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.10	0.10	0.03	0.03	0.02	0.03
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.02	4.02	4.02	4.03	4.03	4.02	4.06	4.02	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.01	4.05	4.06	4.02	4.02	4.01	4.02
Wo	43.14	43.82	44.16	43.82	43.12	44.64	39.50	44.00	43.35	43.29	44.95	45.04	43.97	44.38	38.15	37.09	44.45	44.21	44.83	44.80
En	42.36	42.31	40.82	43.31	42.06	43.68	44.29	44.07	43.85	43.98	43.73	43.61	44.15	43.80	44.40	44.62	43.74	44.17	43.66	43.88
Fs	13.13	12.56	13.73	11.60	13.62	10.08	11.84	10.10	10.55	10.54	10.01	9.75	10.15	10.31	12.39	12.89	10.10	10.02	10.27	9.88
X _{Mg}	76.34	77.10	74.83	78.88	75.54	81.25	78.90	81.35	80.60	80.66	81.38	81.74	81.31	80.94	78.19	77.59	81.24	81.51	80.96	81.63

Tablo B.3. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait piroksen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278
SiO ₂	52.36	52.10	49.42	51.74	52.12	52.80	51.73	52.55	52.45	52.84	52.76	51.37	51.67	51.71	49.05	51.54	51.91	51.40	51.80
TiO ₂	0.24	0.19	0.76	0.43	0.41	0.36	0.43	0.28	0.34	0.22	0.22	0.66	0.33	0.26	0.61	0.33	0.32	0.42	0.35
Al ₂ O ₃	1.85	1.78	4.84	2.74	1.65	1.60	2.27	1.39	1.62	1.22	1.31	2.74	2.95	2.98	5.68	2.99	2.55	3.53	3.01
FeO	6.59	6.41	7.51	6.46	8.15	7.81	8.05	7.83	7.72	7.64	7.26	7.65	6.20	6.38	8.05	6.20	6.16	6.40	6.26
MnO	0.22	0.22	0.25	0.18	0.25	0.32	0.29	0.28	0.24	0.25	0.30	0.26	0.23	0.18	0.16	0.21	0.24	0.20	0.20
MgO	15.69	15.64	15.72	15.80	15.07	15.06	14.79	15.52	15.06	15.61	15.48	14.70	15.63	15.98	15.52	15.87	15.50	15.52	15.30
CaO	22.11	22.10	18.56	21.14	21.43	22.01	20.83	21.64	21.85	21.95	22.16	22.09	21.81	20.79	16.40	21.08	21.74	21.54	21.80
Na ₂ O	0.45	0.53	1.20	0.58	0.45	0.43	0.64	0.43	0.41	0.39	0.32	0.45	0.51	0.49	1.24	0.53	0.58	0.62	0.49
K ₂ O	0.00	0.03	0.08	0.03	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.02
Cr ₂ O ₃	0.28	0.26	0.48	0.36	0.01	0.02	0.01	0.04	0.00	0.03	0.00	0.06	0.50	0.47	0.72	0.45	0.48	0.49	0.47
Toplam	99.79	99.26	98.82	99.46	99.54	100.42	99.14	99.96	99.69	100.15	99.83	99.98	99.83	99.24	97.50	99.20	99.48	100.12	99.71
Si	1.94	1.94	1.85	1.92	1.95	1.95	1.94	1.95	1.95	1.96	1.96	1.91	1.91	1.92	1.85	1.91	1.93	1.90	1.92
Ti	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.08	0.08	0.21	0.12	0.07	0.07	0.10	0.06	0.07	0.05	0.06	0.12	0.13	0.13	0.25	0.13	0.11	0.15	0.13
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.20	0.20	0.24	0.20	0.25	0.24	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.24	0.19	0.20	0.25	0.19	0.19	0.20	0.19
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.87	0.87	0.88	0.87	0.84	0.83	0.83	0.86	0.84	0.86	0.86	0.82	0.86	0.88	0.87	0.88	0.86	0.85	0.84
Ca	0.88	0.88	0.75	0.84	0.86	0.87	0.84	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.86	0.83	0.66	0.84	0.86	0.85	0.86
Na	0.03	0.04	0.09	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.09	0.04	0.04	0.04	0.03
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	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.02	4.03	4.06	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.02	4.03	4.03	4.02	4.04	4.02	4.02	4.03	4.02
Wo	44.30	44.36	38.30	42.96	43.22	44.16	42.63	43.16	44.08	43.60	44.36	44.79	44.23	42.52	35.26	43.06	44.22	43.73	44.62
En	43.76	43.68	45.13	44.67	42.31	42.05	42.13	43.09	42.27	43.15	43.14	41.46	44.09	45.49	46.42	45.09	43.88	43.86	43.58
Fs	10.30	10.04	12.09	10.25	12.84	12.23	12.87	12.19	12.16	11.85	11.35	12.10	9.81	10.19	13.51	9.89	9.79	10.14	10.00
X _{Mg}	80.95	81.31	78.87	81.34	76.72	77.47	76.60	77.95	77.66	78.46	79.17	77.40	81.80	81.70	77.45	82.02	81.76	81.22	81.34

Tablo B.3. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait piroksen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-278	gabro Met-280	gabro Met-280	gabro Met-280	gabro Met-280	gabro Met-280	gabro Met-280	gabro Met-291	gabro Met-291
SiO ₂	50.86	51.25	51.08	52.47	51.52	51.26	51.64	50.98	52.84	51.17	50.85	52.16	51.95	51.85	51.97	52.24	51.99	51.50	52.24	51.28
TiO ₂	0.31	0.34	0.49	0.29	0.38	0.49	0.43	0.48	0.06	0.41	0.25	0.35	0.74	0.89	0.77	0.59	0.54	0.92	0.30	0.26
Al ₂ O ₃	3.01	2.87	3.75	2.35	2.83	3.63	3.11	3.36	0.85	3.07	3.54	2.43	2.71	2.86	2.85	2.74	3.02	2.80	2.71	3.92
FeO	6.98	6.94	6.80	6.67	7.16	7.09	6.99	7.24	7.10	8.61	9.16	6.89	5.87	5.93	6.94	6.60	6.73	6.86	5.16	4.56
MnO	0.25	0.19	0.26	0.20	0.22	0.27	0.24	0.29	0.21	0.24	0.29	0.32	0.15	0.25	0.24	0.23	0.20	0.19	0.14	0.14
MgO	15.97	15.65	15.56	15.47	15.45	15.50	15.30	15.28	14.67	14.36	14.56	14.96	16.32	15.66	17.00	16.37	16.17	16.03	17.42	16.43
CaO	21.22	21.36	20.54	21.72	21.16	20.25	21.06	20.59	23.11	20.29	18.83	21.76	21.40	21.99	19.46	20.91	20.67	21.08	21.17	22.17
Na ₂ O	0.47	0.45	0.80	0.51	0.56	0.84	0.67	0.71	0.31	0.81	0.77	0.59	0.45	0.50	0.43	0.52	0.49	0.51	0.28	0.26
K ₂ O	0.00	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	0.04	0.03	0.01	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
Cr ₂ O ₃	0.41	0.44	0.57	0.38	0.50	0.48	0.50	0.50	0.31	0.54	0.54	0.40	0.10	0.15	0.07	0.09	0.11	0.11	0.38	1.22
Toplam	99.48	99.51	99.87	100.09	99.78	99.85	99.98	99.46	99.48	99.55	98.83	99.87	99.70	100.11	99.76	100.30	99.92	100.02	99.82	100.24
Si	1.89	1.91	1.89	1.94	1.91	1.90	1.91	1.90	1.97	1.91	1.91	1.93	1.92	1.91	1.91	1.92	1.92	1.90	1.92	1.88
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01
Al	0.13	0.13	0.16	0.10	0.12	0.16	0.14	0.15	0.04	0.14	0.16	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.17
Cr	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04
Fe ²⁺	0.22	0.22	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.27	0.29	0.21	0.18	0.18	0.21	0.20	0.21	0.21	0.16	0.14
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Mg	0.89	0.87	0.86	0.85	0.86	0.86	0.84	0.85	0.82	0.80	0.82	0.83	0.90	0.86	0.93	0.90	0.89	0.88	0.95	0.90
Ca	0.85	0.85	0.81	0.86	0.84	0.80	0.84	0.82	0.92	0.81	0.76	0.86	0.85	0.87	0.77	0.82	0.82	0.83	0.83	0.87
Na	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05	0.02	0.06	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.04	4.03	4.04	4.02	4.03	4.03	4.03	4.03	4.01	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02
Wo	42.66	43.26	41.96	43.99	42.96	41.45	42.96	42.21	46.56	41.87	39.52	44.38	43.22	44.59	39.46	42.01	41.92	42.45	42.38	45.19
En	44.67	44.12	44.23	43.61	43.65	44.13	43.43	43.57	41.14	41.24	42.53	42.45	45.88	44.18	47.97	45.75	45.62	44.91	48.53	46.59
Fs	10.95	10.97	10.84	10.55	11.34	11.32	11.12	11.58	11.17	13.87	15.02	10.97	9.26	9.39	10.99	10.36	10.66	10.79	8.06	7.26
X _{Mg}	80.31	80.09	80.32	80.53	79.37	79.59	79.61	79.00	78.64	74.84	73.91	79.46	83.20	82.47	81.36	81.54	81.06	80.63	85.75	86.52

Tablo B.3. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait piroksen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	gabro MET-291	gabro MET-291	gabro MET-291	gabro MET-291	gabro MET-291	gabro MET-291	gabro MET-291	gabro MET-291	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292
SiO ₂	51.60	51.86	50.84	49.78	51.10	51.89	51.86	51.16	54.34	54.50	55.15	55.13	54.83	54.75	54.58	54.58	54.75	54.92	55.31	55.32	53.69
TiO ₂	0.31	0.33	0.44	0.42	0.30	0.33	0.36	0.23	0.17	0.17	0.16	0.10	0.12	0.12	0.15	0.11	0.10	0.08	0.13	0.12	0.20
Al ₂ O ₃	3.51	3.00	4.22	4.50	3.66	2.60	3.02	3.98	4.88	5.11	4.34	4.19	4.50	4.90	4.56	5.00	4.23	4.28	3.46	3.75	6.13
FeO	4.45	5.78	5.52	5.87	5.75	4.16	4.31	4.48	6.67	6.85	6.38	6.77	6.69	6.70	6.76	6.75	6.47	6.79	6.18	6.62	6.30
MnO	0.12	0.15	0.15	0.16	0.16	0.07	0.15	0.11	0.15	0.14	0.10	0.12	0.13	0.13	0.15	0.17	0.16	0.16	0.13	0.14	0.16
MgO	17.29	17.27	15.63	16.18	16.61	16.87	16.51	16.76	32.84	32.72	32.79	32.91	32.76	32.80	33.10	32.81	32.85	33.09	32.13	33.13	31.00
CaO	21.77	21.06	22.36	21.39	20.71	22.45	22.48	21.53	1.18	1.20	1.68	0.99	1.04	0.70	0.93	1.10	1.68	0.91	2.64	1.37	2.86
Na ₂ O	0.28	0.25	0.39	0.31	0.34	0.33	0.29	0.30	0.06	0.04	0.09	0.06	0.02	0.01	0.03	0.05	0.07	0.04	0.14	0.09	0.19
K ₂ O	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.78	0.46	0.44	0.58	0.80	0.91	1.00	1.36	0.32	0.41	0.39	0.31	0.48	0.43	0.38	0.44	0.38	0.50	0.32	0.34	0.66
Toplam	100.12	100.16	100.00	99.18	99.42	99.63	99.97	99.90	100.62	101.14	101.08	100.58	100.59	100.54	100.64	101.00	100.69	100.79	100.45	100.87	101.18
Si	1.89	1.90	1.87	1.85	1.89	1.91	1.90	1.88	1.87	1.87	1.89	1.90	1.89	1.89	1.88	1.88	1.89	1.89	1.91	1.90	1.85
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	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	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	0.15	0.13	0.18	0.20	0.16	0.11	0.13	0.17	0.20	0.21	0.18	0.17	0.18	0.20	0.19	0.20	0.17	0.17	0.14	0.15	0.25
Cr	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Fe ²⁺	0.14	0.18	0.17	0.18	0.18	0.13	0.13	0.14	0.19	0.20	0.18	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.18	0.19	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	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	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.94	0.94	0.86	0.90	0.92	0.93	0.90	0.92	1.69	1.68	1.68	1.69	1.68	1.68	1.70	1.68	1.69	1.70	1.66	1.70	1.59
Ca	0.85	0.83	0.88	0.85	0.82	0.89	0.88	0.85	0.04	0.04	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.10	0.05	0.11
Na	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.03	4.03	4.03	4.04	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.02	4.02	4.01	4.01	4.02	4.02
Wo	43.72	42.08	45.51	43.61	42.34	45.10	45.56	44.04	2.27	2.30	3.21	1.90	2.01	1.35	1.77	2.11	3.19	1.75	5.04	2.59	5.59
En	48.30	48.00	44.27	45.91	47.24	47.17	46.57	47.71	87.56	87.32	86.98	87.75	87.84	88.47	88.04	87.61	86.98	87.99	85.29	87.33	84.15
Fs	6.98	9.02	8.77	9.34	9.18	6.52	6.81	7.15	9.97	10.25	9.50	10.13	10.07	10.14	10.08	10.12	9.61	10.13	9.20	9.80	9.59
X _{Mg}	87.38	84.19	83.47	83.09	83.73	87.85	87.24	86.96	89.77	89.49	90.15	89.65	89.71	89.72	89.72	89.65	90.05	89.67	90.27	89.91	89.77

Tablo B.3. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait piroksen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306	gabro MET-318
SiO ₂	50.46	51.03	51.38	51.28	50.96	50.62	51.43	50.82	50.46	50.13	52.23	51.63	51.77	52.67	51.51	52.78	53.24
TiO ₂	0.58	0.46	0.50	0.45	0.56	0.52	0.61	0.45	0.62	0.46	0.18	0.26	0.23	0.14	0.33	0.19	0.10
Al ₂ O ₃	6.63	6.84	6.43	6.91	7.45	7.30	5.39	5.91	6.45	6.88	1.64	1.79	1.57	1.26	2.25	1.31	1.46
FeO	2.46	2.54	2.43	3.26	2.54	2.89	2.05	2.50	2.30	2.62	8.33	8.26	8.66	8.78	8.37	7.66	19.67
MnO	0.09	0.11	0.04	0.12	0.07	0.13	0.05	0.03	0.08	0.07	0.24	0.28	0.30	0.25	0.27	0.23	0.57
MgO	15.69	15.72	15.82	17.52	15.67	16.57	16.30	16.63	15.96	15.77	13.59	13.70	13.55	13.50	13.77	14.47	25.10
CaO	22.11	21.61	22.18	19.27	21.34	20.40	22.70	21.70	22.08	21.46	22.94	23.16	22.91	23.17	22.62	23.49	0.63
Na ₂ O	0.87	0.96	0.75	0.85	1.03	0.91	0.81	0.83	0.85	0.92	0.52	0.42	0.42	0.39	0.46	0.27	0.00
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04	0.03	0.02	0.00
Cr ₂ O ₃	0.77	0.66	0.76	0.79	0.86	0.83	0.62	0.71	0.81	0.85	0.00	0.05	0.02	0.02	0.08	0.07	0.02
Toplam	99.67	99.94	100.29	100.46	100.48	100.17	99.95	99.56	99.61	99.17	99.69	99.56	99.44	100.22	99.70	100.49	100.78
Si	1.84	1.85	1.86	1.84	1.84	1.83	1.87	1.85	1.84	1.84	1.96	1.94	1.95	1.97	1.93	1.96	1.94
Ti	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Al	0.29	0.29	0.27	0.29	0.32	0.31	0.23	0.25	0.28	0.30	0.07	0.08	0.07	0.06	0.10	0.06	0.06
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.07	0.08	0.07	0.10	0.08	0.09	0.06	0.08	0.07	0.08	0.26	0.26	0.27	0.27	0.26	0.24	0.60
Mn	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	0.01	0.01	0.01	0.02
Mg	0.85	0.85	0.85	0.94	0.84	0.89	0.88	0.90	0.87	0.86	0.76	0.77	0.76	0.75	0.77	0.80	1.37
Ca	0.86	0.84	0.86	0.74	0.82	0.79	0.88	0.85	0.86	0.84	0.92	0.93	0.92	0.93	0.91	0.93	0.02
Na	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	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	0.00	0.00
Toplam	4.02	4.01	4.01	4.02	4.01	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02
Wo	46.61	45.79	46.75	40.38	45.41	43.08	46.85	44.95	46.38	45.55	46.53	46.86	46.49	46.80	46.04	46.89	1.24
En	46.03	46.34	46.40	51.07	46.40	48.69	46.82	47.91	46.63	46.58	38.38	38.57	38.27	37.93	38.98	40.18	68.60
Fs	4.04	4.20	3.99	5.34	4.23	4.77	3.30	4.04	3.77	4.35	13.19	13.04	13.72	13.84	13.29	11.94	30.16
X _{Mg}	91.92	91.69	92.08	90.54	91.65	91.08	93.42	92.22	92.51	91.47	74.42	74.74	73.61	73.27	74.57	77.09	69.46

Tablo B.3. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait piroksen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318
SiO ₂	52.49	51.77	53.17	52.90	52.33	51.26	52.28	52.69	50.88	52.86	51.52	51.99	50.90
TiO ₂	0.10	0.27	0.10	0.10	0.15	0.33	0.12	0.10	0.29	0.10	0.26	0.17	0.29
Al ₂ O ₃	1.99	2.55	1.59	1.46	1.59	3.13	1.89	1.83	3.46	1.65	2.87	2.15	3.49
FeO	20.34	7.27	19.79	6.69	7.36	7.82	19.88	19.91	8.00	20.05	7.57	7.54	8.23
MnO	0.53	0.26	0.53	0.28	0.24	0.26	0.47	0.55	0.24	0.54	0.21	0.24	0.23
MgO	24.44	14.89	24.90	15.76	15.24	14.41	24.49	24.48	14.50	24.80	14.40	15.04	14.37
CaO	0.77	23.03	0.75	22.78	22.76	22.29	0.78	0.73	21.50	0.79	22.36	22.60	22.19
Na ₂ O	0.02	0.24	0.00	0.25	0.24	0.26	0.00	0.00	0.31	0.00	0.26	0.25	0.29
K ₂ O	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	0.02
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01
Toplam	100.68	100.30	100.83	100.23	99.91	99.78	99.92	100.30	99.18	100.82	99.48	100.00	100.02
Si	1.93	1.92	1.94	1.95	1.95	1.91	1.93	1.94	1.91	1.94	1.92	1.93	1.90
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Al	0.09	0.11	0.07	0.06	0.07	0.14	0.08	0.08	0.15	0.07	0.13	0.09	0.15
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⁺	0.62	0.23	0.60	0.21	0.23	0.24	0.61	0.61	0.25	0.61	0.24	0.23	0.26
Mn	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg	1.34	0.82	1.36	0.87	0.84	0.80	1.35	1.34	0.81	1.35	0.80	0.83	0.80
Ca	0.03	0.91	0.03	0.90	0.91	0.89	0.03	0.03	0.86	0.03	0.89	0.90	0.89
Na	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	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	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.03	4.03
Wo	1.51	46.20	1.47	45.22	45.39	45.56	1.54	1.46	44.36	1.54	45.85	45.33	45.17
En	67.09	41.54	68.15	43.52	42.29	41.00	67.65	67.67	41.61	67.74	41.08	41.96	40.69
Fs	31.33	11.38	30.38	10.36	11.46	12.48	30.81	30.87	12.88	30.72	12.12	11.81	13.07
X _{Mg}	68.17	78.50	69.17	80.77	78.67	76.66	68.71	68.67	76.36	68.80	77.22	78.04	75.69

Tablo B.4. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait ak mika mineral kimyası analizleri

Kayaç	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist
Örnek	MET-265	MET-265	MET-265	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272
SiO ₂	48.00	48.43	48.92	46.45	46.09	46.82	46.26	46.87	45.40	46.07	46.34	46.33
TiO ₂	0.22	0.14	0.18	0.45	0.57	0.76	0.85	0.64	0.67	0.76	0.42	0.80
Al ₂ O ₃	30.98	29.89	30.83	32.49	32.30	33.44	33.35	33.59	32.28	33.47	33.88	33.38
FeO	1.70	2.13	2.16	1.53	1.46	1.17	1.39	1.08	2.06	1.27	1.21	1.14
MnO	0.00	0.00	0.03	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04
MgO	2.28	2.85	2.69	2.41	2.06	1.57	1.73	1.45	2.86	1.61	1.56	1.56
CaO	0.06	0.03	0.10	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.03	0.00
Na ₂ O	0.33	0.29	0.26	0.52	0.44	0.42	0.44	0.49	0.40	0.39	0.38	0.45
K ₂ O	10.12	9.95	9.32	9.93	10.29	10.78	10.71	10.50	9.72	10.74	10.79	10.49
Cr ₂ O ₃	0.05	0.08	0.13	0.00	0.01	0.00	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01
Toplam	93.73	93.77	94.63	93.83	93.27	94.95	94.78	94.69	93.45	94.37	94.62	94.19
Si	3.24	3.27	3.26	3.14	3.14	3.13	3.11	3.14	3.09	3.10	3.11	3.12
Ti	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04
Al	2.47	2.38	2.42	2.59	2.59	2.64	2.64	2.65	2.59	2.66	2.68	2.65
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.10	0.12	0.12	0.09	0.08	0.07	0.08	0.06	0.12	0.07	0.07	0.06
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	0.23	0.29	0.27	0.24	0.21	0.16	0.17	0.14	0.29	0.16	0.16	0.16
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.04	0.03	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
K	0.87	0.86	0.79	0.86	0.89	0.92	0.92	0.90	0.84	0.92	0.92	0.90
Toplam	6.97	6.97	6.93	7.01	7.01	7.00	7.02	6.99	7.03	7.01	7.01	6.99
XNa	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06
Mg#	0.71	0.70	0.69	0.74	0.72	0.70	0.69	0.71	0.71	0.69	0.70	0.71
Al4	0.76	0.73	0.74	0.86	0.86	0.87	0.89	0.86	0.91	0.90	0.89	0.88
Al6	1.71	1.66	1.69	1.73	1.73	1.77	1.75	1.79	1.68	1.76	1.79	1.77

Tablo B.4. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait ak mika mineral kimyası analizleri

Kayaç	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	kalkşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	mavişist	mavişist	mavişist
Örnek	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-272	MET-297	MET-297	MET-297	MET-297	MET-297	MET-297	RM-035	RM-035	RM-035
SiO ₂	46.31	46.71	46.50	46.15	46.34	46.03	46.66	46.07	46.04	46.29	46.01	45.54	43.77	48.19	45.73	45.52	46.26	53.43	52.85	51.29
TiO ₂	0.86	0.79	0.82	0.70	0.79	0.52	0.71	0.75	0.70	0.83	0.76	0.44	0.99	0.49	1.08	1.23	0.68	0.06	0.06	0.07
Al ₂ O ₃	33.01	33.70	33.36	33.48	33.65	33.49	33.19	33.65	33.48	33.03	33.31	30.58	33.40	32.61	35.45	34.92	36.26	24.26	25.29	27.44
FeO	1.22	1.19	1.25	1.21	1.22	1.44	1.32	1.25	1.17	1.21	1.30	5.71	3.37	2.12	1.13	1.28	1.06	2.12	2.06	1.82
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.10	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03
MgO	1.68	1.66	1.75	1.51	1.52	1.70	1.65	1.49	1.59	1.60	1.71	2.07	1.14	1.43	0.68	0.82	0.68	5.18	4.92	4.00
CaO	0.02	0.01	0.01	0.14	0.01	0.03	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Na ₂ O	0.46	0.36	0.38	0.47	0.41	0.38	0.51	0.44	0.52	0.41	0.42	0.85	1.27	1.00	1.39	1.24	1.53	0.12	0.12	0.39
K ₂ O	10.51	10.62	10.66	10.52	10.72	10.58	10.48	10.77	10.52	10.51	10.71	8.57	8.73	9.42	9.15	9.25	8.97	10.48	10.42	10.04
Cr ₂ O ₃	0.02	0.00	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.07	0.03	0.03	0.07	0.02	0.03	0.00
Toplam	94.13	95.06	94.77	94.18	94.70	94.21	94.57	94.44	94.04	93.90	94.26	93.91	92.78	95.34	94.66	94.30	95.51	95.71	95.77	95.08
Si	3.12	3.12	3.12	3.11	3.11	3.11	3.13	3.10	3.11	3.13	3.11	3.13	3.02	3.20	3.05	3.05	3.05	3.54	3.49	3.41
Ti	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.05	0.02	0.05	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00
Al	2.63	2.65	2.64	2.66	2.66	2.66	2.63	2.67	2.66	2.63	2.65	2.48	2.72	2.55	2.79	2.76	2.82	1.89	1.97	2.15
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.33	0.19	0.12	0.06	0.07	0.06	0.12	0.11	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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	0.17	0.16	0.15	0.16	0.16	0.17	0.21	0.12	0.14	0.07	0.08	0.07	0.51	0.48	0.40
Ca	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06	0.11	0.17	0.13	0.18	0.16	0.20	0.01	0.02	0.05
K	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.91	0.90	0.93	0.91	0.91	0.92	0.75	0.77	0.80	0.78	0.79	0.75	0.88	0.88	0.85
Toplam	7.00	6.99	7.00	7.00	7.00	7.02	7.00	7.01	7.01	6.99	7.02	7.04	7.04	6.96	6.98	6.98	6.98	6.96	6.96	6.96
XNa	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.13	0.18	0.14	0.19	0.17	0.21	0.02	0.02	0.06
Mg#	0.71	0.71	0.71	0.69	0.69	0.68	0.69	0.68	0.71	0.70	0.70	0.39	0.38	0.55	0.52	0.53	0.54	0.81	0.81	0.80
Al4	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.87	0.90	0.89	0.87	0.89	0.87	0.98	0.80	0.95	0.95	0.95	0.46	0.51	0.59
Al6	1.75	1.77	1.75	1.77	1.77	1.77	1.76	1.77	1.77	1.76	1.76	1.61	1.73	1.75	1.84	1.81	1.87	1.43	1.46	1.56

Tablo B.4. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait ak mika mineral kimyası analizleri

Kayaç	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist	mavişist
Örnek	RM-035	RM-035	RM-035	RM-035	RM-067	RM-067	RM-067	RM-067	RM-067	RM-067
SiO ₂	51.24	51.39	51.85	52.37	51.45	51.77	50.94	51.37	51.68	51.49
TiO ₂	0.05	0.04	0.03	0.01	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	27.38	26.90	26.44	26.45	25.34	25.16	25.98	25.17	25.89	24.97
FeO	1.72	1.78	1.63	1.67	3.10	3.28	2.75	3.23	2.92	3.29
MnO	0.01	0.04	0.05	0.01	0.10	0.10	0.07	0.01	0.12	0.07
MgO	4.08	3.98	4.31	4.52	3.48	3.57	3.42	3.57	3.51	3.44
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Na ₂ O	0.37	0.35	0.24	0.19	0.19	0.17	0.22	0.19	0.20	0.17
K ₂ O	10.07	10.22	10.43	10.40	10.13	10.20	10.11	10.22	10.30	10.35
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.02	0.00	0.02
Toplam	94.93	94.71	94.99	95.63	93.85	94.36	93.62	93.87	94.71	93.89
Si	3.41	3.43	3.45	3.46	3.49	3.49	3.46	3.49	3.47	3.50
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	2.15	2.12	2.07	2.06	2.02	2.00	2.08	2.01	2.05	2.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.10	0.10	0.09	0.09	0.18	0.19	0.16	0.18	0.16	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.40	0.40	0.43	0.45	0.35	0.36	0.35	0.36	0.35	0.35
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02
K	0.86	0.87	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.90
Toplam	6.97	6.97	6.97	6.96	6.95	6.95	6.95	6.96	6.95	6.96
XNa	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
Mg#	0.81	0.80	0.83	0.83	0.67	0.66	0.69	0.66	0.68	0.65
Al4	0.59	0.57	0.55	0.54	0.51	0.51	0.54	0.51	0.53	0.50
Al6	1.56	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.53	1.50	1.52	1.50

Tablo B.5. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara olivin mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	gabro MET-280	gabro MET-280	gabro MET-280	gabro MET-280	gabro MET-280	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292
SiO ₂	38.57	38.68	38.31	38.12	37.55	40.51	40.57	40.73	41.60	40.88	40.53	40.77
TiO ₂	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.01	0.00	0.03
FeO	22.95	22.74	22.46	22.78	25.51	10.81	10.90	10.63	10.02	9.97	10.00	10.28
MnO	0.38	0.33	0.33	0.38	0.36	0.16	0.17	0.14	0.19	0.12	0.16	0.14
MgO	39.61	39.57	39.95	39.69	38.31	49.35	49.23	49.12	47.82	49.71	49.52	49.56
CaO	0.02	0.02	0.04	0.03	0.05	0.01	0.02	0.02	0.11	0.01	0.01	0.01
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.01	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01	0.03	0.02	0.04
Toplam	101.56	101.37	101.15	101.02	101.82	100.86	100.96	100.66	99.96	100.71	100.25	100.83
Si	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00	1.02	0.99	0.99	0.99
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
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⁺	0.49	0.49	0.48	0.49	0.55	0.22	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.21
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.52	1.52	1.53	1.53	1.48	1.80	1.79	1.79	1.74	1.80	1.81	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	3.01	3.01	3.01	3.01	3.02	3.01	3.01	3.00	2.98	3.00	3.01	3.01
Fo	75.16	75.35	75.76	75.34	72.52	88.92	88.80	89.04	89.30	89.78	89.68	89.45
Fa	24.43	24.29	23.89	24.26	27.09	10.92	11.02	10.81	10.50	10.10	10.16	10.41

Tablo B.6. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara granat mineral kimyası analizleri

Kayaç	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist	granat- mikaşist
Örnek	MET-297	MET-297	MET-297	MET-297	MET-297	MET-297
SiO ₂	37.10	36.91	36.90	37.12	36.71	37.09
TiO ₂	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	21.08	21.40	21.30	21.25	21.34	21.12
FeO	33.86	35.07	34.77	34.62	34.08	34.71
MnO	1.67	1.52	1.41	1.37	1.91	1.88
MgO	3.81	3.83	3.80	3.65	3.84	3.76
CaO	1.50	1.23	1.23	1.18	1.47	1.39
Na ₂ O	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00
K ₂ O	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
Toplam	99.07	100.07	99.42	99.24	99.39	99.98
Si	1.23	1.23	1.23	1.24	1.22	1.23
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.62	0.63	0.63	0.63	0.63	0.62
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.47	0.49	0.48	0.48	0.47	0.48
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
Mg	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09
Ca	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Na	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
Toplam	2.47	2.49	2.48	2.47	2.47	2.48
XAlm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
XPyp	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04
XGrs	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.15
XSpS	0.80	0.81	0.81	0.81	0.79	0.80

Tablo B.7. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait biyotit mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272	kalkışist MET-272
SiO ₂	36.73	36.66	37.27	37.87	37.73	38.05	38.38	37.88	37.89	36.65	37.74	37.06	37.64	37.59	36.49	39.21	37.62
TiO ₂	1.82	1.68	1.70	2.38	2.51	2.41	2.19	2.09	2.28	1.94	2.52	2.28	2.56	1.95	1.92	1.21	2.19
Al ₂ O ₃	18.05	18.11	17.96	17.84	17.38	17.17	17.62	17.99	17.24	17.06	17.58	17.44	17.72	17.67	17.92	23.15	17.21
FeO	13.56	13.38	13.43	12.75	13.16	12.98	12.80	12.37	13.29	12.54	13.16	12.82	12.76	12.95	14.13	10.93	13.45
MnO	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01
MgO	15.43	15.67	15.78	14.72	14.74	14.69	14.87	14.38	14.92	15.50	14.82	14.70	14.65	15.52	15.03	11.83	14.44
CaO	0.09	0.17	0.18	0.16	0.34	0.30	0.02	0.06	0.19	0.16	0.06	0.09	0.09	0.10	0.11	0.16	0.05
Na ₂ O	0.09	0.07	0.09	0.09	0.16	0.14	0.11	0.12	0.10	0.12	0.12	0.11	0.12	0.08	0.09	0.19	0.15
K ₂ O	8.28	7.42	7.36	8.92	9.03	9.41	9.48	9.04	8.84	8.93	9.31	9.50	9.44	9.39	8.80	7.61	9.50
Cr ₂ O ₃	0.08	0.09	0.03	0.05	0.08	0.09	0.05	0.00	0.03	0.02	0.04	0.06	0.02	0.04	0.01	0.03	0.04
Toplam	94.14	93.28	93.84	94.78	95.13	95.25	95.52	93.97	94.77	92.96	95.36	94.06	95.00	95.29	94.50	94.37	94.64
Si	2.73	2.73	2.76	2.79	2.78	2.80	2.81	2.81	2.80	2.76	2.77	2.77	2.77	2.77	2.72	2.81	2.80
Ti	0.10	0.09	0.09	0.13	0.14	0.13	0.12	0.12	0.13	0.11	0.14	0.13	0.14	0.11	0.11	0.07	0.12
Al	1.58	1.59	1.57	1.55	1.51	1.49	1.52	1.57	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.53	1.57	1.96	1.51
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	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	0.84	0.83	0.83	0.78	0.81	0.80	0.78	0.77	0.82	0.79	0.81	0.80	0.79	0.80	0.88	0.66	0.84
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	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.71	1.74	1.74	1.62	1.62	1.61	1.62	1.59	1.64	1.74	1.62	1.64	1.61	1.70	1.67	1.27	1.60
Ca	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02
K	0.78	0.71	0.69	0.84	0.85	0.88	0.88	0.85	0.83	0.86	0.87	0.90	0.89	0.88	0.84	0.70	0.90
Toplam	7.77	7.73	7.72	7.73	7.76	7.77	7.76	7.73	7.75	7.81	7.77	7.80	7.77	7.81	7.81	7.50	7.79
X _{Na}	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02
Mg#	0.67	0.68	0.68	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.69	0.67	0.67	0.67	0.68	0.65	0.66	0.66
Al ^{IV}	1.27	1.27	1.24	1.21	1.22	1.20	1.19	1.19	1.20	1.24	1.23	1.23	1.23	1.23	1.28	1.19	1.20
Al ^{VI}	0.31	0.32	0.32	0.33	0.29	0.29	0.33	0.38	0.30	0.28	0.30	0.30	0.31	0.30	0.29	0.77	0.30

Tablo B.8. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait epidot mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306
SiO ₂	37.71	39.76
TiO ₂	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	24.78	27.50
FeO	5.10	2.05
MnO	0.07	0.20
MgO	2.64	1.01
CaO	22.65	21.35
Na ₂ O	0.17	0.92
K ₂ O	0.00	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00
Toplam	93.13	92.80

Tablo B.9. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayalara ait spinel mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292	lerzolit MET-292
SiO ₂	0.05	0.06	0.06	0.07	0.03	0.05	0.00	0.04	0.05	0.04	0.04	0.01
TiO ₂	0.07	0.04	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07	0.10	0.06	0.05
Al ₂ O ₃	58.04	59.12	58.47	58.32	58.68	58.51	57.88	57.77	58.07	58.14	57.82	58.59
FeO	10.93	11.32	10.88	10.70	10.64	10.88	10.73	10.96	10.45	10.53	10.68	10.59
MnO	0.11	0.10	0.12	0.07	0.11	0.13	0.11	0.09	0.16	0.07	0.14	0.10
MgO	20.12	20.22	20.06	20.14	19.96	20.06	19.86	20.08	20.04	20.13	19.85	20.23
CaO	0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
Cr ₂ O ₃	9.92	8.86	10.35	9.71	9.40	9.76	10.89	9.76	10.46	10.25	10.30	9.72
Toplam	99.25	99.73	100.07	99.10	98.89	99.48	99.56	98.79	99.29	99.26	98.90	99.31
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	1.78	1.79	1.78	1.78	1.80	1.78	1.77	1.77	1.78	1.78	1.78	1.79
Cr	0.20	0.18	0.21	0.20	0.19	0.20	0.22	0.20	0.21	0.21	0.21	0.20
Fe ³⁺	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.22	0.22	0.23	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	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
Mg	0.78	0.78	0.77	0.78	0.77	0.77	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77	0.78
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
Toplam	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}	6.70	8.38	2.42	4.20	2.16	3.90	0.98	7.76	1.34	2.45	2.50	4.86
Cr#	10.29	9.14	10.61	10.04	9.70	10.06	11.21	10.18	10.78	10.57	10.68	10.01
Mg#	77.86	77.66	77.10	77.79	77.36	77.37	76.91	77.98	77.61	77.76	77.26	78.16

Tablo B.10. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait klorit mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035
SiO ₂	29.10	28.78	28.53	27.90	27.89	28.54	28.57	29.21	29.21	28.78	28.48	28.49	28.82	29.17	29.29	29.91
TiO ₂	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	18.96	19.38	19.19	19.64	19.78	19.07	18.87	18.49	18.89	18.87	19.61	19.41	19.24	19.53	19.31	19.18
FeO	17.19	17.12	17.05	17.31	17.13	16.82	17.48	17.62	17.23	17.46	16.94	17.12	17.25	17.06	16.88	16.77
MnO	0.31	0.31	0.26	0.30	0.28	0.30	0.33	0.34	0.33	0.28	0.28	0.34	0.29	0.29	0.30	0.32
MgO	22.51	22.66	21.98	21.70	21.91	22.44	21.96	22.68	22.59	22.29	22.12	21.83	22.06	21.99	22.78	23.19
CaO	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.03	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
K ₂ O	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.03	0.02
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
Toplam	88.11	88.28	87.09	86.91	87.00	87.22	87.26	88.46	88.30	87.74	87.45	87.23	87.71	88.14	88.60	89.39
Si	5.82	5.74	5.77	5.67	5.66	5.76	5.78	5.84	5.82	5.79	5.73	5.75	5.79	5.81	5.80	5.86
Al ^{iv}	2.18	2.26	2.23	2.33	2.34	2.24	2.22	2.16	2.18	2.21	2.27	2.25	2.21	2.19	2.20	2.14
Al ^{vi}	2.29	2.31	2.35	2.38	2.39	2.30	2.29	2.19	2.27	2.27	2.38	2.38	2.34	2.41	2.32	2.30
Ti	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	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.06	0.03	0.07	0.03	0.02	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.07	0.08	0.08	0.11	0.07	0.09
Fe ²⁺	2.82	2.83	2.81	2.91	2.88	2.80	2.92	2.93	2.82	2.90	2.78	2.82	2.82	2.73	2.73	2.66
Mn	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Mg	6.71	6.74	6.62	6.57	6.63	6.75	6.63	6.75	6.71	6.69	6.63	6.57	6.60	6.53	6.73	6.78
Ca	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
K	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01
OH*	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Toplam	35.93	35.97	35.91	35.96	35.97	35.96	35.95	35.98	35.94	35.95	35.92	35.90	35.90	35.87	35.92	35.89
Fe/Fe+Mg	0.30	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29

Tablo B.11. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki metamorfik kayalara ait sfen mineral kimyası analizleri

Kayaç Örnek	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035	mavişist RM-035
SiO ₂	29.67	29.87	30.03	29.56	28.90
TiO ₂	38.18	38.65	34.92	38.60	39.29
Al ₂ O ₃	0.99	1.06	2.78	0.46	0.82
FeO	0.22	0.32	1.18	0.54	0.58
MnO	0.04	0.03	0.03	0.02	0.00
MgO	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00
CaO	27.78	27.69	27.56	27.97	27.65
Na ₂ O	0.00	0.04	0.00	0.01	0.02
K ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04
Toplam	96.88	97.67	96.80	97.17	97.30

Tablo B.12. Tekelidağ Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait oksit minerallerinin kimyasal analizleri

Kayaç Örnek	amfibolit MET-306	amfibolit MET-306	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318	gabro MET-318
SiO ₂	1.14	0.54	3.59	0.05	1.02	0.12
TiO ₂	56.11	51.53	6.25	2.27	1.80	1.93
Al ₂ O ₃	0.00	0.01	3.79	1.37	1.33	1.10
FeO	35.46	40.70	74.60	86.70	86.67	88.40
MnO	5.20	5.31	1.42	0.18	0.18	0.18
MgO	0.04	0.06	1.80	0.30	0.55	0.30
CaO	1.69	0.93	0.13	0.09	0.04	0.04
Na ₂ O	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01
K ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.05	0.09	0.21	0.10	0.07	0.14
Toplam	99.72	99.25	91.78	91.08	91.65	92.22

EK-C

Tablo C.1. Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Örnek Ad	MET-322	RM-011	RM-040	RM-145	RM-063	RM-192	MET-300	RM-101	RM-102	RM-160	RM-131
SiO ₂	47.6	46.8	49.7	52.8	58.8	51.6	47.2	51.0	50.1	47.1	49.3
TiO ₂	0.93	1.7	0.8	0.7	0.3	1.2	1.32	1.58	1.65	1.73	1.72
Al ₂ O ₃	13.10	13.24	14.90	13.34	14.66	12.98	12.02	13.47	14.02	15.68	14.79
FeO	10.18	13.40	10.74	10.08	8.21	10.08	11.63	10.94	10.77	11.64	13.03
MnO	0.17	0.28	0.17	0.09	0.17	0.15	0.20	0.15	0.19	0.15	0.19
MgO	9.81	6.9	7.8	5.1	4.8	7.7	7.64	6.01	6.49	7.10	6.46
CaO	10.28	4.57	7.51	4.41	5.01	7.92	12.68	9.47	10.00	8.69	5.46
Na ₂ O	4.36	4.35	5.06	6.30	7.02	4.20	1.34	3.52	2.98	4.11	3.54
K ₂ O	0.38	1.95	1.04	2.35	0.60	0.01	0.03	0.26	0.55	0.09	0.74
P ₂ O ₅	0.06	0.15	0.05	0.06	0.04	0.20	0.09	0.14	0.13	0.16	0.18
Cr ₂ O ₃	0.06	0.01	0.02	0.01	0.02	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
LOI	2.70	6.36	3.17	5.42	1.05	2.81	4.48	2.65	2.32	4.69	5.27
Toplam	99.60	99.73	100.86	100.68	100.68	98.90	98.61	99.20	99.21	101.20	100.76
İz Elementler (ppm)											
V	334.73	413.53	393.14	266.40	155.54	386.91	424.01	291.44	341.04	269.69	300.10
Co	42.89	47.41	46.39	29.79	26.33	58.26	52.06	36.37	35.44	44.52	39.66
Ni	112.14	36.15	62.23	33.39	31.67	136.70	84.64	64.90	56.93	132.36	85.93
Cu	15.59	22.94	87.34	31.61	8.66	84.95	140.02	25.42	41.61	56.21	50.07
Zn	38.34	84.50	48.88	33.84	40.86	129.60	43.31	37.38	57.32	67.77	60.45
Rb	6.11	34.50	24.50	88.60	4.58	47.64	0.59	6.21	13.84	3.54	38.99
Sr	1522.34	167.83	18.24	238.61	328.52	19.48	29.52	369.86	32.93	49.99	160.93
Y	21.65	39.24	18.34	15.18	18.05	33.36	28.78	32.24	37.15	37.70	37.75
Zr	42.41	102.84	34.56	36.57	36.07	106.94	49.97	107.73	96.40	137.80	136.76
Nb	1.38	2.47	1.33	1.24	1.20	3.12	1.52	9.20	4.58	6.16	16.09
Mo	0.34	0.36	0.59	0.08	0.56	0.32	0.67	0.56	0.36	0.39	0.09
Cs	0.27	4.26	0.88	2.67	b.d.	1.39	0.07	0.01	0.27	n.d.	1.09
Ba	54.76	492.43	198.41	423.43	117.49	173.58	10.36	51.69	82.11	75.91	60.65
Sn	0.97	1.15	0.24	0.22	0.49	1.25	0.61	1.26	0.82	0.80	1.23
Sb	0.56	0.11	0.07	0.03	b.d.	0.74	0.56	0.79	0.07	0.26	0.29
Pb	1.93	1.50	0.71	0.42	0.78	1.80	0.43	0.80	0.63	0.91	0.39
U	0.08	0.22	0.11	0.11	0.22	0.31	0.49	0.22	0.59	0.12	0.36
Ta	0.09	0.19	0.10	0.10	0.06	0.23	0.10	0.81	0.42	0.54	1.38
W	1.09	0.02	n.d.	n.d.	b.d.	0.04	0.73	0.69	0.23	0.37	0.43
Hf	1.36	2.93	0.68	0.76	0.87	3.66	1.36	3.22	3.06	3.82	4.02
Th	0.10	0.86	0.19	0.30	0.41	3.07	0.12	0.90	0.35	0.39	1.68
Nadir Toprak Elementleri (ppm)											
La	2.19	7.87	2.26	1.88	3.55	4.23	1.96	9.19	5.65	6.60	13.35
Ce	5.99	18.90	6.02	4.97	8.43	12.16	5.88	22.50	15.42	18.28	29.99
Pr	1.03	2.78	0.92	0.81	1.13	2.10	1.03	3.19	2.46	2.94	4.05
Nd	5.57	13.87	4.73	4.12	5.38	11.26	5.81	14.52	12.32	14.45	17.67
Sm	2.43	4.43	1.66	1.52	1.76	3.85	3.23	4.19	4.16	4.59	4.96
Eu	0.93	1.65	0.67	0.67	0.60	1.40	1.22	1.62	1.56	1.64	1.80
Gd	2.98	5.33	2.18	1.84	2.30	4.83	3.99	4.82	4.94	5.24	5.60
Tb	0.61	1.02	0.46	0.40	0.45	0.97	0.78	0.95	1.00	1.07	1.08
Dy	3.80	6.57	3.04	2.72	2.98	6.49	5.10	5.92	6.58	7.02	6.82
Ho	0.83	1.40	0.67	0.59	0.65	1.27	1.13	1.24	1.40	1.49	1.43
Er	2.43	4.23	2.13	1.82	2.09	3.77	3.32	3.72	4.24	4.54	4.31
Tm	0.35	0.61	0.31	0.26	0.32	0.53	0.48	0.52	0.61	0.64	0.61
Yb	2.29	4.00	2.05	1.72	2.09	3.51	2.96	3.37	3.92	4.16	4.04
Lu	0.34	0.60	0.31	0.27	0.33	0.52	0.45	0.50	0.60	0.64	0.61
Mg#	65.61	50.48	58.86	50.23	53.44	60.28	56.55	52.13	54.42	54.71	49.54
Th/Nb	0.07	0.35	0.14	0.24	0.34	0.98	0.08	0.10	0.08	0.06	0.10
La/Nb	1.59	3.19	1.70	1.52	2.97	1.36	1.29	1.00	1.23	1.07	0.83
Eu*	1.05	1.04	1.08	1.22	0.91	0.99	1.04	1.10	1.05	1.02	1.04
La/Yb	0.68	1.41	0.79	0.79	1.22	0.86	0.48	1.96	1.03	1.14	2.37
La/Sm	0.58	1.15	0.88	0.80	1.30	0.71	0.39	1.42	0.88	0.93	1.74
Sm/Yb	1.18	1.23	0.90	0.98	0.94	1.22	1.21	1.38	1.18	1.23	1.37
Gd/Yb	1.08	1.10	0.88	0.89	0.91	1.14	1.11	1.18	1.04	1.04	1.15

Tablo C.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Örnek Adı	MET-295	MET-299	MET-274	MET-306	RM-084	RM-055	RM-085	MET-309	RM-060	MET-325	MET-326
SiO ₂	48.4	46.0	47.4	47.7	47.3	55.4	50.0	53.0	73.53	51.2	50.2
TiO ₂	1.81	1.59	2.57	1.64	2.32	0.3	1.7	0.8	0.18	2.0	2.1
Al ₂ O ₃	13.41	12.77	11.99	13.24	11.43	12.9	13.7	13.7	14.64	13.2	12.5
FeO	13.28	9.29	17.02	9.16	11.13	7.3	13.2	9.2	0.60	14.2	14.2
MnO	0.19	0.18	0.29	0.16	0.19	0.1	0.2	0.1	0.02	0.2	0.2
MgO	9.22	8.63	5.50	9.12	9.34	7.3	4.6	5.8	0.33	5.0	4.7
CaO	7.26	14.38	8.00	12.67	12.60	11.72	6.56	8.28	1.94	7.0	6.5
Na ₂ O	3.48	1.84	3.96	3.08	2.58	3.72	4.40	5.58	6.60	4.79	4.42
K ₂ O	1.23	0.10	0.23	0.41	0.43	0.08	2.22	0.14	0.38	1.82	1.47
P ₂ O ₅	0.21	0.20	0.23	0.18	0.27	0.02	0.10	0.06	0.01	0.16	0.16
Cr ₂ O ₃	0.03	0.07	0.00	0.07	0.14	0.06	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
LOI	2.43	3.57	3.41	2.59	2.86	1.44	2.32	2.59	1.26	1.55	3.77
Toplam	100.96	98.64	100.64	100.01	100.54	100.41	99.05	99.33	99.49	101.20	100.15
İz Elementler (ppm)											
V	501.74	421.18	432.71	298.95	320.28	251.38	510.19	327.02	b.d.	429.87	422.98
Co	39.32	58.90	48.25	41.10	56.01	35.73	38.55	31.11	2.46	39.81	36.58
Ni	60.68	138.05	29.80	113.33	251.35	78.97	20.81	41.42	3.45	21.18	22.66
Cu	91.33	21.36	98.28	18.47	86.60	27.62	44.43	51.98	4.19	36.66	38.36
Zn	77.52	68.85	75.49	36.36	63.91	32.29	73.92	23.08	6.09	49.07	52.56
Rb	37.76	2.22	6.82	3.49	4.14	0.23	54.73	1.66	3.04	38.40	31.33
Sr	34.69	228.88	51.71	58.53	359.42	53.29	286.95	71.88	455.68	366.92	527.18
Y	48.32	34.61	53.25	19.92	21.57	8.37	28.32	17.47	19.60	42.32	44.85
Zr	120.11	81.83	94.91	89.12	141.23	14.42	75.72	33.57	113.86	103.10	109.11
Nb	7.84	6.22	16.60	15.19	34.61	0.32	1.80	0.92	1.63	3.33	3.15
Mo	0.63	1.87	1.43	2.69	0.24	0.47	0.23	1.42	0.44	1.04	0.73
Cs	1.07	0.08	0.41	0.07	n.d.	b.d.	0.49	0.08	b.d.	0.78	0.71
Ba	220.99	28.28	57.61	56.92	79.26	10.94	524.79	33.34	142.32	608.77	414.69
Sn	1.56	0.80	1.77	1.52	1.21	b.d.	0.24	0.63	b.d.	0.69	0.98
Sb	0.57	0.49	0.57	0.37	n.d.	b.d.	n.d.	0.30	b.d.	0.16	0.31
Pb	0.51	0.93	1.71	1.19	1.49	0.28	0.69	0.67	2.95	0.50	0.88
U	1.01	0.67	0.37	0.57	0.74	0.07	0.09	0.10	0.34	0.16	0.17
Ta	0.50	0.33	1.25	0.80	2.89	0.00	0.16	0.07	0.05	0.20	0.22
W	1.38	0.68	1.26	0.26	n.d.	b.d.	n.d.	0.20	b.d.	0.12	0.27
Hf	6.24	2.15	6.12	2.40	4.10	b.d.	1.95	1.13	3.45	3.23	3.50
Th	0.56	0.50	1.35	1.02	3.20	0.04	0.18	0.25	2.12	0.49	0.51
Nadir Toprak Elementleri (ppm)											
La	7.97	5.29	13.45	10.28	27.47	1.21	3.13	1.94	16.21	6.10	5.86
Ce	22.39	13.62	31.16	24.45	59.37	2.71	9.08	5.61	31.38	16.43	16.58
Pr	3.48	2.02	4.27	3.16	7.40	0.38	1.52	0.83	3.50	2.52	2.60
Nd	17.94	9.97	19.75	13.40	29.91	1.97	8.12	4.42	13.51	12.93	13.24
Sm	5.26	4.23	5.28	4.02	6.30	0.75	2.91	1.76	2.71	4.83	5.25
Eu	1.81	1.53	1.85	1.32	2.07	0.31	1.23	0.70	0.75	1.77	1.83
Gd	6.79	5.09	6.62	4.20	6.03	0.99	3.62	2.30	3.02	5.72	6.22
Tb	1.27	0.95	1.28	0.67	0.88	0.20	0.75	0.44	0.46	1.09	1.21
Dy	8.06	5.99	8.37	3.82	4.43	1.39	4.92	2.89	2.90	7.10	7.76
Ho	1.73	1.28	1.84	0.75	0.82	0.30	1.08	0.64	0.69	1.53	1.67
Er	5.13	3.82	5.58	2.08	2.23	0.96	3.29	1.87	2.25	4.49	4.95
Tm	0.73	0.55	0.79	0.29	0.30	0.14	0.48	0.28	0.34	0.66	0.72
Yb	4.65	3.52	5.00	1.81	1.85	0.95	3.10	1.80	2.40	4.25	4.70
Lu	0.69	0.53	0.78	0.26	0.26	0.15	0.47	0.29	0.41	0.66	0.73
Mg#	57.90	64.81	39.05	66.36	62.46	66.35	41.04	55.67	52.56	41.12	39.41
Th/Nb	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.11	0.10	0.27	1.30	0.15	0.16
La/Nb	1.02	0.85	0.81	0.68	0.79	3.73	1.74	2.10	9.96	1.83	1.86
Eu*	0.93	1.01	0.96	0.98	1.02	1.12	1.16	1.06	0.80	1.03	0.98
La/Yb	1.23	1.08	1.93	4.08	10.67	0.92	0.72	0.78	4.84	1.03	0.90
La/Sm	0.98	0.81	1.64	1.65	2.82	1.04	0.69	0.71	3.86	0.82	0.72
Sm/Yb	1.26	1.33	1.17	2.47	3.79	0.88	1.04	1.09	1.25	1.26	1.24
Gd/Yb	1.21	1.19	1.09	1.92	2.70	0.86	0.97	1.06	1.04	1.11	1.10

Tablo C.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Örnek Adı	RM-086	MET-264	MET-290	MET-291	MET-293	MET-317	MET-318	MET-319	RM-046	RM-238	RM-058
SiO ₂	51.4	49.45	46.89	46.58	48.95	46.11	45.36	47.24	47.64	47.89	46.54
TiO ₂	1.7	0.38	0.28	0.22	0.43	0.12	0.30	0.11	0.14	0.16	0.04
Al ₂ O ₃	14.5	15.75	19.18	21.46	14.15	21.62	18.50	16.49	15.13	16.28	19.80
FeO	11.6	6.88	4.08	2.30	6.55	4.11	12.01	9.01	4.76	7.45	7.48
MnO	0.2	0.12	0.08	0.06	0.12	0.11	0.21	0.18	0.08	0.12	0.13
MgO	5.0	9.16	9.05	8.81	10.92	7.99	8.80	11.84	12.12	12.49	8.29
CaO	8.1	12.69	14.36	15.05	12.67	13.77	14.00	13.28	12.63	13.21	11.79
Na ₂ O	4.50	2.74	2.02	1.85	2.35	1.29	0.07	0.06	3.08	1.32	2.24
K ₂ O	1.17	0.28	0.33	0.16	0.50	1.14	0.03	0.00	0.63	0.05	0.41
P ₂ O ₅	0.24	0.00	b.d.	b.d.	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Cr ₂ O ₃	0.03	0.08	0.12	0.13	0.14	0.08	0.01	0.09	0.06	0.18	0.04
LOI	2.42	2.21	2.77	2.26	3.16	3.17	1.29	1.12	4.15	1.59	3.11
Toplam	100.78	99.74	99.16	98.88	99.95	99.53	100.57	99.41	100.43	100.74	99.89
İz Elementler (ppm)											
V	382.26	193.20	67.33	51.79	186.36	152.04	402.17	224.32	237.95	125.22	109.54
Co	44.46	48.64	28.67	24.17	45.91	29.26	56.82	60.38	45.16	58.15	41.57
Ni	57.58	150.50	118.86	156.13	178.02	66.22	62.66	179.40	183.05	309.03	65.84
Cu	67.15	28.41	57.10	52.61	48.80	154.02	75.95	162.82	58.21	100.93	7.46
Zn	102.32	23.48	9.06	3.71	17.42	b.d.	21.03	11.71	17.61	35.16	22.25
Rb	27.15	2.84	3.48	2.07	6.90	23.63	1.60	0.83	5.80	0.51	5.93
Sr	443.11	164.27	304.62	358.73	179.19	324.76	156.67	102.48	394.86	100.28	314.82
Y	37.43	11.02	5.20	3.59	11.10	0.83	1.59	1.07	6.98	5.85	0.99
Zr	135.09	6.20	3.72	4.23	11.11	1.10	0.45	0.54	7.08	0.04	1.03
Nb	3.59	0.40	0.37	0.81	0.99	0.01	0.02	0.01	0.17	0.28	0.02
Mo	1.81	0.98	0.46	0.84	0.82	0.58	0.41	0.47	0.79	0.54	0.07
Cs	0.73	0.14	0.00	0.08	0.14	1.13	0.09	0.14	0.35	0.00	0.15
Ba	162.70	39.10	43.39	28.35	52.50	192.48	6.65	4.69	59.58	6.83	72.33
Sn	1.69	0.32	0.31	0.13	0.32	0.30	0.14	0.04	b.d.	0.31	b.d.
Sb	0.42	0.07	0.14	0.02	0.05	0.22	0.11	0.07	b.d.	0.15	b.d.
Pb	0.75	0.37	0.19	0.11	0.09	0.44	0.12	0.17	0.09	0.16	0.06
U	0.17	0.02	0.01	0.02	0.04	0.00	b.d.	0.00	0.00	0.02	0.00
Ta	0.26	0.03	0.03	0.06	0.07	0.00	b.d.	b.d.	b.d.	0.03	b.d.
W	<0.025	0.11	0.16	0.14	0.16	0.05	0.03	0.04	b.d.	0.85	b.d.
Hf	4.59	0.50	0.25	0.28	0.70	0.04	0.02	0.02	b.d.	12.16	b.d.
Th	3.24	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.00	b.d.	b.d.	b.d.	1.60	b.d.
Nadir Toprak Elementleri (ppm)											
La	5.69	0.90	0.82	1.11	1.30	0.11	2.24	0.04	0.52	0.39	0.14
Ce	16.50	2.39	1.90	2.50	3.30	0.37	6.64	0.12	1.58	1.11	0.31
Pr	2.70	0.39	0.28	0.34	0.50	0.02	1.18	0.02	0.29	0.20	0.04
Nd	13.70	2.03	1.47	1.63	2.67	0.13	6.33	0.15	1.72	1.38	0.23
Sm	4.48	0.75	0.51	0.44	0.96	0.05	3.01	0.09	0.74	0.53	0.08
Eu	1.61	0.50	0.45	0.39	0.51	0.10	1.14	0.09	0.47	0.33	0.12
Gd	5.70	1.13	0.67	0.53	1.39	0.08	3.67	0.15	0.92	0.80	0.10
Tb	1.12	0.24	0.13	0.10	0.27	0.02	0.69	0.04	0.18	0.16	0.02
Dy	7.23	1.67	0.89	0.64	1.85	0.13	4.38	0.26	1.24	1.04	0.16
Ho	1.44	0.37	0.19	0.13	0.40	0.03	0.89	0.06	0.27	0.24	0.04
Er	4.27	1.08	0.56	0.38	1.20	0.08	2.52	0.17	0.74	0.67	0.13
Tm	0.63	0.16	0.08	0.05	0.17	0.01	0.35	0.03	0.10	0.10	0.02
Yb	4.14	0.99	0.51	0.32	1.10	0.09	2.28	0.20	0.67	0.58	0.16
Lu	0.64	0.16	0.07	0.05	0.17	0.01	0.34	0.03	0.10	0.09	0.03
Mg#	46.23	72.51	81.47	88.35	76.75	79.37	59.20	72.23	83.45	76.86	68.71
Th/Nb	0.90	-	-	-	-	0.06	-	-	-	5.71	-
La/Nb	1.58	2.24	2.22	1.37	1.32	12.18	117.77	4.45	3.12	1.38	5.87
Eu*	0.97	1.66	2.35	2.46	1.35	5.06	2.34	1.88	1.75	1.54	3.99
La/Yb	0.99	0.65	1.16	2.51	0.84	0.89	0.15	0.21	0.56	0.47	0.65
La/Sm	0.82	0.77	1.05	1.63	0.87	1.59	0.28	0.48	0.45	0.47	1.10
Sm/Yb	1.20	0.84	1.11	1.54	0.97	0.56	0.53	0.43	1.23	1.02	0.59
Gd/Yb	1.14	0.95	1.09	1.39	1.04	0.71	0.63	0.60	1.15	1.14	0.52

Tablo C.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Örnek Adı	MET-276	MET-280	MET-281	MET-285	MET-263	MET-270	MET-312	MET-314	MET-262	MET-268	MET-269
SiO ₂	48.84	49.94	48.89	45.53	48.1	46.9	43.0	49.1	47.4	47.9	47.9
TiO ₂	0.45	0.36	0.33	0.16	1.4	1.4	1.0	2.2	1.7	1.3	1.5
Al ₂ O ₃	14.52	16.03	15.54	18.38	14.9	14.3	13.8	12.0	13.8	14.1	14.7
FeO	7.89	4.91	5.13	4.10	11.3	10.0	8.7	11.3	11.2	9.4	10.1
MnO	0.12	0.12	0.12	0.08	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
MgO	9.07	8.11	8.72	10.39	8.8	5.9	9.6	4.2	6.4	6.4	7.0
CaO	10.96	12.69	13.35	14.61	9.5	9.6	18.0	8.7	9.2	11.5	9.7
Na ₂ O	4.36	3.69	3.65	2.47	3.9	5.5	0.2	6.0	4.8	4.7	4.6
K ₂ O	0.21	0.18	0.17	0.21	0.7	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4
P ₂ O ₅	0.01	0.00	n.d.	n.d.	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
Cr ₂ O ₃	0.03	0.03	0.10	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
LOI	3.02	2.97	3.44	3.50	2.5	5.1	5.1	5.5	4.3	4.7	4.2
Toplam	99.48	99.04	99.43	99.44	101.3	99.2	99.6	99.4	99.3	100.5	100.4
İz Elementler (ppm)											
V	120.94	114.52	104.62	n.d.	317.18	234.72	307.30	364.56	270.14	255.21	301.90
Co	39.21	35.74	34.52	38.32	48.24	39.40	42.53	36.46	41.38	39.68	50.70
Ni	67.51	117.08	116.53	345.61	104.47	77.97	111.53	40.88	82.49	79.62	135.74
Cu	15.52	68.01	38.92	29.82	77.89	57.86	57.71	48.51	54.50	64.01	59.65
Zn	15.01	13.30	13.13	7.13	49.61	58.43	34.62	53.48	53.40	44.73	53.68
Rb	1.43	1.62	1.60	1.12	7.49	1.19	0.16	0.49	0.53	0.92	7.65
Sr	320.13	354.81	279.26	245.94	237.41	244.75	93.98	170.87	163.48	147.70	167.44
Y	9.73	9.00	7.66	1.33	31.62	33.60	23.76	53.85	27.78	30.61	31.52
Zr	8.96	7.69	4.88	0.89	46.92	74.71	53.78	143.31	63.38	50.57	48.14
Nb	0.15	0.09	0.08	0.06	3.83	8.52	3.02	6.85	18.29	3.27	3.88
Mo	0.38	0.48	0.58	0.47	1.01	0.51	3.28	1.22	1.03	0.54	0.52
Cs	n.d.	0.04	0.03	n.d.	0.19	0.04	0.61	0.09	b.d.	b.d.	0.30
Ba	24.05	32.39	29.83	18.67	89.30	40.03	7.74	21.42	75.42	24.04	34.86
Sn	0.34	0.25	0.26	0.13	0.87	1.98	0.66	1.68	1.45	0.87	0.79
Sb	0.05	0.07	0.09	0.02	0.12	0.09	0.05	0.08	0.24	0.05	0.04
Pb	0.02	0.09	0.00	n.d.	0.22	0.47	0.23	3.93	1.21	0.31	0.47
U	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.34	0.05	0.18	0.44	0.11	0.12
Ta	0.02	0.02	0.01	0.03	0.26	0.59	0.17	0.42	1.33	0.23	0.26
W	0.09	0.09	0.12	0.17	0.19	0.25	0.18	0.14	0.44	0.14	0.16
Hf	0.69	0.57	0.41	0.09	2.77	4.11	1.68	4.41	3.53	2.99	2.94
Th	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.17	0.51	0.18	0.47	1.76	0.11	0.18
Nadir Toprak Elementleri (ppm)											
La	1.00	0.80	0.65	0.55	3.60	7.65	2.72	7.51	14.25	3.74	3.57
Ce	3.09	2.56	1.98	1.41	10.02	19.40	7.87	21.53	29.13	10.53	10.13
Pr	0.52	0.45	0.35	0.20	1.58	2.81	1.26	3.41	3.48	1.69	1.62
Nd	2.81	2.50	2.02	0.95	8.23	13.52	6.69	17.62	14.74	8.86	8.50
Sm	0.82	0.76	0.65	0.21	2.66	3.72	2.56	6.73	3.80	2.80	2.74
Eu	0.63	0.56	0.52	0.32	1.06	1.36	0.99	2.21	1.42	1.06	1.07
Gd	1.13	1.04	0.83	0.22	3.62	4.42	3.16	8.04	4.57	3.61	3.64
Tb	0.22	0.20	0.17	0.04	0.71	0.82	0.61	1.51	0.77	0.69	0.71
Dy	1.50	1.38	1.17	0.24	4.74	5.16	3.95	9.44	4.76	4.47	4.80
Ho	0.33	0.30	0.26	0.05	1.02	1.12	0.84	2.01	1.02	0.97	1.05
Er	0.96	0.88	0.76	0.14	3.11	3.34	2.46	5.89	2.98	2.94	3.12
Tm	0.14	0.12	0.11	0.02	0.45	0.47	0.35	0.84	0.43	0.43	0.45
Yb	0.88	0.79	0.66	0.13	2.89	3.05	2.30	5.51	2.70	2.67	2.91
Lu	0.14	0.12	0.10	0.02	0.45	0.47	0.34	0.84	0.42	0.41	0.46
Mg#	69.50	76.60	77.11	83.40	60.83	54.06	68.74	42.31	53.07	57.29	57.71
Th/Nb	-	-	-	-	0.04	0.06	0.06	0.07	0.10	0.03	0.05
La/Nb	6.75	9.24	8.61	8.84	0.94	0.90	0.90	1.10	0.78	1.14	0.92
Eu*	4.57	2.00	1.93	2.19	1.05	1.02	1.07	0.92	1.04	1.02	1.03
La/Yb	3.03	0.82	0.73	0.71	0.89	1.80	0.85	0.98	3.79	1.00	0.88
La/Sm	1.69	0.79	0.68	0.65	0.88	1.33	0.69	0.72	2.42	0.86	0.84
Sm/Yb	1.79	1.04	1.07	1.09	1.02	1.36	1.23	1.36	1.57	1.16	1.05
Gd/Yb	1.41	1.06	1.09	1.04	1.04	1.20	1.14	1.21	1.40	1.12	1.03

Tablo C.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Örnek Adı	MET-311	RM-022	RM-029	RM-112	RM-130	MET-289	RM-049	RM-028	MET-275	MET-277	MET-283	RM-052	RM-251
SiO ₂	42.8	48.0	47.2	49.2	47.5	47.3	49.3	47.2	46.5	50.4	50.4	51.5	51.3
TiO ₂	1.8	1.4	1.5	2.1	1.6	0.9	0.7	1.7	1.7	1.8	1.1	0.8	1.2
Al ₂ O ₃	13.1	14.5	14.1	13.2	14.1	14.1	17.9	15.5	13.4	13.6	14.9	18.3	14.8
FeO	12.2	10.1	10.7	12.1	12.0	10.6	5.7	10.6	11.4	11.3	7.8	7.2	10.6
MnO	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
MgO	12.7	9.5	8.3	4.6	6.6	8.6	7.1	7.8	6.7	6.1	7.8	6.0	7.6
CaO	11.1	8.4	9.8	14.4	10.0	10.5	9.6	10.9	10.0	8.8	10.7	9.3	9.6
Na ₂ O	1.6	3.4	4.8	0.5	3.9	2.8	4.6	3.9	4.8	5.0	4.2	2.70	3.16
K ₂ O	0.0	0.4	0.2	b.d.	0.3	0.6	1.5	0.5	0.1	0.2	0.2	1.13	0.39
P ₂ O ₅	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.10	0.11
Cr ₂ O ₃	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.05	0.02
LOI	5.7	4.8	3.6	4.6	3.8	3.7	4.1	2.0	4.7	1.6	2.1	3.24	1.52
Toplam	101.5	100.8	100.6	101.0	100.2	99.2	100.7	100.3	99.8	99.5	99.5	100.45	100.51
İz Elementler (ppm)													
V	367.30	294.70	335.11	410.64	344.00	267.80	187.84	412.45	248.49	240.02	152.74	238.43	342.12
Co	45.29	52.76	49.58	39.27	51.67	46.82	33.92	48.71	42.67	35.66	37.50	38.44	48.04
Ni	106.79	187.04	146.22	29.88	175.98	96.14	82.33	68.27	80.05	59.49	130.35	102.77	61.53
Cu	92.34	75.05	38.23	41.36	61.00	34.26	13.41	49.26	52.47	15.41	60.43	69.80	74.32
Zn	40.42	62.70	53.00	79.48	66.13	32.99	25.57	49.95	57.50	45.80	30.32	96.90	36.11
Rb	0.21	2.91	1.37	b.d.	3.75	4.54	13.27	3.16	0.54	1.27	1.46	13.32	6.37
Sr	52.04	137.37	207.79	34.97	192.89	156.55	215.59	646.59	162.41	323.23	272.81	404.87	213.32
Y	34.57	26.29	28.99	48.07	32.14	23.24	14.37	26.60	32.79	46.37	24.26	18.76	30.42
Zr	79.30	85.73	99.00	154.16	93.93	39.64	42.95	85.71	76.97	124.89	60.09	59.56	71.11
Nb	3.86	4.05	4.64	5.58	7.56	5.34	2.34	38.92	22.10	8.97	6.66	2.37	3.70
Mo	0.49	0.29	0.22	1.42	0.79	0.54	0.48	0.26	1.23	1.05	1.96	0.23	1.81
Cs	0.28	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.03	0.11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.07	0.54
Ba	9.20	25.27	75.21	12.21	64.51	34.69	111.79	209.39	89.57	69.88	56.27	94.81	73.18
Sn	0.83	0.68	0.65	0.79	0.62	0.63	0.19	0.22	1.30	2.10	1.12	1.11	0.76
Sb	0.29	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.05	n.d.	n.d.	0.09	0.08	0.09	0.27	0.22
Pb	1.30	0.11	0.18	0.82	0.51	0.07	0.16	0.58	1.24	0.27	0.24	0.48	0.35
U	0.08	0.08	0.10	0.12	0.18	0.12	0.05	0.02	0.54	0.17	0.13	0.06	0.10
Ta	0.22	0.27	0.32	0.43	0.58	0.34	0.15	2.46	1.52	0.70	0.49	0.15	0.26
W	0.12	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.22	n.d.	n.d.	1.14	0.21	0.20	b.d.	0.18
Hf	2.38	2.06	2.43	4.34	2.50	2.04	0.67	2.57	4.89	6.79	3.24	1.65	4.09
Th	0.26	0.20	0.27	0.34	0.60	0.31	0.05	n.d.	1.84	0.54	0.39	2.92	1.80
Nadir Toprak Elementleri (ppm)													
La	3.83	3.73	4.77	6.23	5.76	4.43	2.46	16.50	17.44	10.43	6.45	2.37	4.08
Ce	11.06	10.67	13.15	18.30	14.41	10.19	6.65	39.00	36.18	29.36	16.47	6.70	10.82
Pr	1.79	1.72	2.07	3.04	2.20	1.41	1.02	5.13	4.46	4.40	2.35	1.14	1.71
Nd	9.41	8.88	10.36	15.91	10.51	7.00	5.07	21.09	18.93	20.73	10.97	6.16	9.21
Sm	3.90	3.16	3.47	5.53	3.48	2.19	1.69	4.85	4.07	4.88	2.73	2.19	3.09
Eu	1.44	1.20	1.25	2.04	1.27	0.86	0.69	2.01	1.47	1.75	1.08	0.86	1.23
Gd	4.80	3.84	4.18	6.47	4.22	2.93	2.02	5.29	4.70	5.79	3.13	2.74	4.29
Tb	0.91	0.73	0.78	1.34	0.89	0.56	0.38	0.85	0.83	1.08	0.58	0.56	0.79
Dy	5.87	4.71	5.10	8.60	5.72	3.75	2.49	4.85	5.28	6.97	3.73	3.66	5.54
Ho	1.26	1.00	1.09	1.82	1.23	0.81	0.52	1.01	1.11	1.50	0.81	0.74	1.16
Er	3.63	2.96	3.24	5.54	3.79	2.42	1.57	2.85	3.24	4.53	2.40	2.11	3.43
Tm	0.52	0.42	0.46	0.78	0.55	0.35	0.23	0.38	0.47	0.66	0.34	0.31	0.48
Yb	3.40	2.64	2.96	4.95	3.54	2.25	1.45	2.37	2.98	4.13	2.21	2.07	3.18
Lu	0.52	0.41	0.45	0.74	0.53	0.34	0.22	0.35	0.46	0.66	0.34	0.32	0.48
Mg#	67.36	65.21	60.57	42.83	52.11	61.67	71.23	59.28	53.92	51.90	66.33	62.47	58.78
Th/Nb	0.07	0.05	0.06	0.06	0.08	0.06	0.02	-	0.08	0.06	0.06	1.23	0.49
La/Nb	0.99	0.92	1.03	1.12	0.76	0.83	1.05	0.42	0.79	1.16	0.97	1.00	1.10
Eu*	1.01	1.05	1.01	1.04	1.01	1.03	1.14	1.21	1.03	1.01	1.13	1.07	1.03
La/Yb	0.81	1.01	1.16	0.90	1.17	1.41	1.22	5.00	4.20	1.81	2.10	0.82	0.92
La/Sm	0.63	0.76	0.89	0.73	1.07	1.31	0.94	2.19	2.77	1.38	1.52	0.70	0.85
Sm/Yb	1.27	1.33	1.30	1.24	1.09	1.08	1.30	2.28	1.52	1.31	1.38	1.18	1.08
Gd/Yb	1.17	1.20	1.17	1.08	0.99	1.08	1.15	1.85	1.31	1.16	1.17	1.09	1.12

Tablo C.1. (Devam) Tekelidağ Karmaşığı'na ait ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Örnek Adı	RM-265	MET-304	RM-239	RM-148	RM-147	RA-150	RM-078	RM-091	RM-096	MET-253	MET-302	RM-110	RM-162	MET-292
SiO ₂	47.5	52.7	51.0	56.2	61.6	73.8	48.75	52.75	66.27	62.86	53.88	49.24	51.91	41.82
TiO ₂	1.4	0.9	1.2	0.8	0.2	0.3	1.55	0.73	0.52	0.72	1.10	0.67	0.63	0.17
Al ₂ O ₃	14.3	14.2	17.3	14.4	11.5	12.2	14.77	17.10	14.68	16.05	13.60	17.08	16.17	2.56
FeO	10.5	10.6	8.7	9.9	6.7	4.0	10.84	9.72	3.19	5.23	12.27	11.50	8.69	8.48
MnO	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.13	0.19	0.08	0.20	0.18	0.14	0.17
MgO	6.3	5.2	6.1	2.2	5.9	0.6	5.51	2.62	1.51	2.23	3.01	4.74	3.08	35.15
CaO	13.3	10.8	10.8	14.0	8.8	3.6	7.47	8.17	1.89	2.55	6.07	8.55	9.22	3.30
Na ₂ O	3.13	3.28	2.92	0.30	3.97	4.4	4.56	4.21	4.72	6.91	4.34	4.05	3.92	n.d
K ₂ O	0.08	0.22	0.16	0.00	0.06	0.003	1.08	0.72	3.58	0.19	1.92	0.73	1.08	n.d
P ₂ O ₅	0.15	0.10	0.13	0.09	0.01	0.04	0.12	0.10	0.16	0.21	0.24	0.07	0.10	nd
Cr ₂ O ₃	0.03	0.01	0.05	0.002	0.012	0.0002	0.01	0.00	0.001	n.d.	0.00	0.01	0.004	0.29
LOI	3.95	2.61	1.32	1.30	1.60	1.61	0.51	4.22	2.58	2.04	2.43	3.91	4.45	8.75
Toplam	100.76	100.74	99.86	99.32	100.47	100.54	100.31	100.47	99.12	99.07	99.06	100.73	99.31	100.69
İz Elementler (ppm)														
V	327.82	354.71	273.06	307.46	194.08	14.01	341.32	411.78	41.55	36.09	377.50	409.90	329.77	72.78
Co	63.94	39.30	37.31	20.51	28.38	4.39	29.98	24.42	4.95	8.18	31.25	38.16	28.16	106.42
Ni	88.35	64.03	74.89	11.28	43.17	2.76	37.12	5.17	4.22	1.60	8.39	22.25	12.47	2096.08
Cu	1.48	52.30	31.78	20.81	47.63	6.78	11.08	92.11	6.83	14.69	173.26	142.05	127.04	48.41
Zn	41.11	76.98	33.90	35.17	24.38	22.15	45.54	63.14	71.88	45.80	55.14	51.04	47.47	22.55
Rb	1.68	3.71	1.77	b.d.	0.21	b.d.	45.30	6.21	29.69	0.73	21.99	16.08	21.80	0.56
Sr	44.56	183.05	148.98	434.53	79.41	169.80	331.85	367.90	290.55	243.97	309.99	380.32	1099.00	7.37
Y	28.88	22.62	33.39	14.79	3.44	0.86	32.99	17.31	27.18	20.90	27.38	13.65	14.07	3.80
Zr	76.77	61.52	93.23	47.65	15.22	7.46	88.51	39.90	85.26	68.72	80.59	31.46	37.57	0.89
Nb	3.54	2.06	3.15	1.53	0.38	0.19	2.40	1.08	2.13	1.85	2.22	0.84	1.03	0.00
Mo	1.03	5.83	3.31	0.66	0.29	0.97	0.47	0.80	1.55	1.14	1.32	1.22	0.69	0.46
Cs	1.08	0.03	0.02	b.d.	b.d.	b.d.	0.37	n.d.	0.15	n.d.	0.04	0.05		0.37
Ba	22.78	27.94	22.78	6.13	26.89	10.87	291.69	384.59	659.88	103.14	463.93	330.18	312.52	0.84
Sn	0.78	0.64	0.72	0.14	b.d.	b.d.	0.53	0.40	0.71	0.54	0.88	0.07	0.15	0.08
Sb	0.16	0.30	0.40	0.01	b.d.	b.d.	0.69	n.d.	0.26	0.06	0.12	n.d.		0.08
Pb	0.12	1.12	0.35	3.63	0.74	0.59	5.83	3.46	1.68	1.72	6.36	1.20	1.46	ND
U	0.09	0.17	0.07	0.18	0.07	0.07	0.39	0.26	0.91	0.42	0.54	0.16	0.24	0.00
Ta	0.26	0.16	0.34	0.12	0.02	0.01	0.19	0.07	0.15	0.16	0.13	0.05	0.07	0.00
W	0.16	b.d	0.72	b.d.	b.d.	b.d.	1.18	n.d.	<0.025	0.21	0.21	n.d.		0.09
Hf	3.58	2.00	9.13	1.01	b.d.	b.d.	2.53	0.81	3.05	2.56	1.81	0.51	0.71	0.18
Th	1.39	3.32	1.46	0.33	0.10	0.09	0.89	0.74	4.72	1.34	1.41	0.34	0.63	ND
Nadir Toprak Elementleri (ppm)														
La	3.55	3.10	4.14	3.07	0.95	1.05	6.42	4.96	8.58	6.12	8.37	2.82	4.06	0.01
Ce	9.71	8.20	11.99	7.70	2.27	2.02	15.35	11.12	20.05	14.46	18.37	6.81	9.47	0.10
Pr	1.59	1.33	2.05	1.16	0.29	0.21	2.27	1.58	2.90	2.06	2.49	1.01	1.40	0.03
Nd	8.62	6.86	11.01	5.43	1.16	0.75	11.09	7.31	13.41	10.05	11.48	5.05	6.51	0.35
Sm	2.95	2.31	3.80	1.68	0.32	0.15	3.70	2.21	3.76	3.07	4.29	1.63	1.93	0.19
Eu	0.98	0.90	1.33	0.69	0.14	0.31	1.46	0.90	1.24	1.34	1.49	0.70	0.75	0.07
Gd	4.11	2.98	4.86	1.95	0.39	0.16	4.41	2.49	4.34	3.58	4.67	1.88	2.05	0.35
Tb	0.78	0.59	0.91	0.41	0.08	0.02	0.89	0.47	0.79	0.62	0.79	0.37	0.40	0.07
Dy	5.38	3.87	6.04	2.66	0.58	0.15	5.82	3.00	5.05	3.79	4.90	2.43	2.59	0.56
Ho	1.11	0.91	1.31	0.57	0.13	0.03	1.25	0.65	0.99	0.80	1.05	0.52	0.56	0.13
Er	3.18	2.70	3.78	1.82	0.45	0.10	3.80	2.00	3.03	2.35	3.09	1.59	1.69	0.41
Tm	0.47	0.40	0.55	0.26	0.07	0.02	0.55	0.30	0.47	0.33	0.46	0.24	0.24	0.06
Yb	2.98	2.63	3.45	1.79	0.50	0.12	3.53	1.94	3.12	2.11	2.97	1.57	1.63	0.42
Lu	0.47	0.41	0.53	0.28	0.08	0.02	0.54	0.30	0.49	0.32	0.47	0.24	0.25	0.06
Mg#	54.53	49.39	58.20	30.97	63.56	23.83	50.19	34.81	48.34	45.75	32.69	44.96	41.23	89.14
Th/Nb	0.39	1.62	0.46	0.21	0.26	0.48	0.37	0.68	2.22	0.73	0.63	0.40	0.61	-
La/Nb	1.00	1.51	1.31	2.00	2.52	5.65	2.67	4.60	4.04	3.32	3.77	3.36	3.94	1.91
Eu*	0.86	1.05	0.94	1.17	1.21	6.16	1.10	1.17	0.94	1.23	1.02	1.22	1.15	0.85
La/Yb	0.85	0.85	0.86	1.23	1.35	6.16	1.30	1.84	1.98	2.08	2.02	1.29	1.78	0.02
La/Sm	0.78	0.87	0.70	1.18	1.90	4.53	1.12	1.45	1.47	1.29	1.26	1.12	1.36	0.03
Sm/Yb	1.10	0.98	1.22	1.05	0.71	1.36	1.17	1.27	1.34	1.61	1.60	1.15	1.31	0.52
Gd/Yb	1.14	0.94	1.17	0.90	0.65	1.08	1.03	1.06	1.15	1.40	1.30	0.99	1.04	0.69

EK-D

Tablo D.1. RM-060 numaralı meta-plajiyogranit ve RM-150 numaralı plajiyogranit örneklerinin U-Pb yaş verileri

	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Oran $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 1s		Oran $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 1s		Rho	Oran $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 1s		Yaş My $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 1s		Yaş My $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 1s		Yaş My $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 1s		Uyum
RM-060 meta-plajiyogranit																	
1	130	50	0.39	0.1887	5.8	0.0268	3.1	0.53	0.0511	4.9	175.5	5.4	170.5	3.1	243.1	46.7	0.97
2	70	34	0.50	0.2221	6.4	0.0306	3.0	0.46	0.0526	5.7	203.6	11.7	194.4	5.9	312.4	41.6	0.95
3	135	65	0.49	0.2156	6.1	0.0307	2.8	0.45	0.0510	5.4	198.2	11.1	194.7	5.4	239.7	51.9	0.98
4	181	101	0.56	0.2149	5.1	0.0298	2.5	0.49	0.0523	4.5	197.6	9.3	189.3	4.9	298.5	34.1	0.96
5	417	269	0.64	0.1887	4.0	0.0283	2.4	0.59	0.0483	3.3	175.5	7.4	180	4.7	115.9	66.4	1.03
6	151	86	0.57	0.2103	5.3	0.0304	2.5	0.48	0.0502	4.7	193.8	9.7	193	5.0	204.5	53.1	1.00
7	54	17	0.31	0.2354	6.4	0.0322	3.1	0.49	0.0530	5.6	214.6	11.6	204.5	6.1	326.9	38.7	0.95
RM-150 plajiyogranit																	
1	458	127	0.28	0.1865	3.4	0.0264	2.5	0.72	0.0512	2.4	173.6	3.1	168	2.4	250.8	21.8	0.97
2	312	105	0.34	0.1778	4.1	0.0257	2.6	0.64	0.0502	3.1	166.1	3.8	163.6	2.6	203.3	35.7	0.98
3	204	48	0.23	0.1868	3.8	0.0260	2.7	0.7	0.0522	2.7	173.9	3.5	165.3	2.6	293.4	20.9	0.95
4	357	128	0.36	0.1767	3.7	0.0248	2.5	0.66	0.0516	2.8	165.2	3.4	158.2	2.4	267.6	23.7	0.96
5	267	71	0.27	0.1983	4.3	0.0283	3.0	0.69	0.0508	3.1	183.7	4.0	180	3.0	231.4	31.2	0.98
6	709	326	0.46	0.1819	3.2	0.0267	2.6	0.8	0.0495	1.9	169.7	3.0	169.6	2.6	170.5	26.5	1.00
7	170	44	0.26	0.1715	4.6	0.0267	2.8	0.6	0.0467	3.7	160.7	4.3	169.6	2.8	32.5	272.0	1.06
8	250	60	0.24	0.1795	3.9	0.0266	2.7	0.69	0.0489	2.8	167.6	3.6	169.3	2.6	143.8	46.5	1.01
9	347	108	0.31	0.1802	3.5	0.0271	2.4	0.69	0.0483	2.6	168.3	3.3	172.1	2.4	114.8	52.8	1.02
10	394	192	0.49	0.1740	3.6	0.0269	2.5	0.68	0.0469	2.7	162.9	3.4	171.1	2.4	45	141.2	1.05
11	248	71	0.29	0.1798	3.6	0.0264	2.5	0.69	0.0495	2.6	167.9	3.3	167.7	2.5	171.2	35.6	1.00
12	140	30	0.22	0.1726	5.1	0.0270	2.7	0.52	0.0464	4.4	161.7	4.7	171.6	2.6	18.3	571.6	1.06

Tablo D.2. RM-060 numaralı meta-plajiyogranit ve RM-150 numaralı plajiyogranit örneklerinin zirkonlarının iz element sonuçları

Örnek	RM-060	RM-060	RM-060	RM-060	RM-060	RM-060	RM-060	RM-150	RM150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150	RM-150
Ti	4.05	3.89	4.46	6.35	5.46	7.52	1.98	1.41	0.81	2.77	2.43	1.58	2.19	0.60	2.24	2.56	3.35	2.89	0.19
Zr	362712	375284	408905	370244	386489	369785	361323	390656	376542	379602	392344	376613	363698	383840	388433	389938	390962	387029	388736
Hf	8572	8485	7291	8878	10385	7746	7999	7544	6599	6655	6568	6500	6941	6814	6636	6239	6647	6347	6658
Y	1573	1064	2591	2195	4682	1696	917	782.37	942.49	594.49	1132.33	476.03	1268.28	561.60	699.47	958.84	1670.52	868.69	504.22
Th	49.94	34.48	65.42	101.42	268.64	86.09	16.83	126.83	105.16	47.67	128.29	71.00	326.43	43.71	59.59	107.89	192.08	70.82	30.49
U	129.66	69.60	134.82	180.55	416.67	150.73	53.95	458.09	311.95	203.86	357.11	267.09	709.21	169.82	249.79	346.67	394.00	247.79	140.26
La	0.06	-0.02	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ce	6.01	4.43	4.92	9.45	19.36	8.29	2.51	1.86	2.91	1.55	2.85	1.22	3.86	1.32	2.01	2.14	5.50	2.18	1.10
Pr	0.03	0.01	0.14	0.01	0.11	0.04	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.07	0.14	-0.01	0.01
Nd	0.14	0.43	2.67	0.62	0.91	0.43	0.38	0.49	0.69	0.31	0.48	0.15	0.62	0.42	0.42	0.12	1.74	0.54	0.19
Sm	2.26	1.25	5.85	2.55	8.48	2.27	0.94	0.76	1.80	0.67	0.71	0.75	2.09	0.83	0.62	0.90	3.81	0.59	0.40
Eu	0.40	0.34	1.98	0.51	0.91	0.83	0.28	0.31	0.82	0.21	0.56	0.38	1.24	0.37	0.45	0.53	2.21	0.45	0.39
Gd	18.28	12.37	41.91	24.31	75.17	18.81	8.73	7.84	12.94	5.58	10.84	5.22	18.67	5.78	7.05	8.07	24.06	6.98	4.84
Tb	9.05	4.94	16.04	9.86	33.15	7.80	3.87	3.17	4.87	2.12	5.24	1.93	7.09	2.37	2.88	3.57	9.36	3.25	2.16
Dy	130.64	84.10	213.54	165.16	435.52	111.52	63.31	50.26	70.75	36.25	78.90	28.74	96.55	36.44	41.24	60.73	136.00	49.66	31.44
Ho	56.68	35.84	86.63	78.07	174.55	53.66	29.86	25.00	32.91	18.76	39.71	14.34	41.37	17.08	20.69	34.25	57.73	26.17	15.86
Er	296.69	194.30	474.30	416.50	838.00	297.39	170.28	153.94	181.03	119.99	232.91	78.58	240.57	107.46	126.65	196.40	320.95	168.22	99.83
Tm	67.07	47.84	101.47	95.07	184.36	73.87	38.31	37.81	46.89	30.53	59.86	20.33	54.29	27.76	35.51	50.06	78.12	47.31	26.66
Yb	620.49	468.79	1054.24	909.79	1547.38	735.65	400.97	459.67	524.09	368.25	655.73	249.71	571.16	337.19	402.66	601.26	849.45	544.12	328.54
Lu	132.32	111.82	227.86	211.94	334.87	187.65	95.94	134.62	146.10	104.66	180.27	78.41	153.77	98.84	118.99	169.39	224.08	154.33	94.84
(Yb/Gd) _{cn}	41.96	46.85	31.09	46.25	25.44	48.33	56.78	72.48	50.05	81.60	74.76	59.09	37.80	72.14	70.60	92.09	43.64	96.36	83.95
Eu/Eu*	0.19	0.26	0.38	0.20	0.11	0.39	0.30	0.39	0.52	0.34	0.62	0.58	0.61	0.51	0.66	0.60	0.70	0.68	0.84
Th/U	0.39	0.50	0.49	0.56	0.64	0.57	0.31	0.28	0.34	0.23	0.36	0.27	0.46	0.26	0.24	0.31	0.49	0.29	0.22
U/Yb	0.21	0.15	0.13	0.20	0.27	0.20	0.13	1.00	0.60	0.55	0.54	1.07	1.24	0.50	0.62	0.58	0.46	0.46	0.43

EK-E

Tablo E.1. MET-322 numaralı örneğe ait ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş verileri

Sample MET-322 (J=0.00622653) Hornblende																							
Run No	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39A	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
Data_26363	46134.11	1689.013	3912.901	62.95287	224.3586	11.1813	71506.02	45.49286	73.50673	4.776828	6.239071	0.571432	68.75731	6.188143	6.178942537	0.084816	0.003392	0.001593	0.000119	18.27443	0.294239	0.057338	0.003003
Data_26368	62208.45	2267.267	5436.994	65.20933	298.3943	12.84871	77041.7	45.55779	74.97778	6.897067	7.366664	0.567642	80.90904	6.109574	6.096752653	0.0874	0.003353	0.001205	0.000119	14.16991	0.170155	0.054882	0.002453
Data_26369	40214.29	685.2782	3449.692	55.31135	140.3004	7.740235	40745.06	45.57029	47.27739	5.178033	7.607586	0.501075	83.4948	5.389544	5.37408143	0.085783	0.002007	0.001176	0.00013	11.81122	0.189838	0.04067	0.002337
Data_26359	42189.66	654.9571	3718.095	55.02936	175.5072	7.358088	57889.44	45.43986	44.79663	4.61465	7.786854	0.422873	85.41644	4.549691	4.530528253	0.088128	0.00189	0.001062	0.000111	15.56965	0.230761	0.047204	0.002099
Data_26360	38438.3	1500.243	3071.95	59.44978	155.0699	7.54096	40062.18	45.45233	47.33215	4.614318	7.959649	0.677678	87.26677	7.265483	7.252986229	0.079919	0.003482	0.001231	0.000129	13.04128	0.252814	0.050479	0.002642
Data_26362	56785.73	773.7848	4990.083	55.61009	185.2375	7.447396	46541.82	45.47789	57.49165	4.652195	7.975208	0.328389	87.43328	3.540142	3.514326857	0.087876	0.001547	0.001012	8.31E-05	9.326864	0.104338	0.037121	0.001549
Data_26365	54627.71	1073.272	3901.871	65.20918	237.1114	12.00224	65999.71	45.52032	75.48291	4.965557	8.283847	0.486051	90.73323	5.210892	5.192074174	0.071427	0.001842	0.001382	9.49E-05	16.91489	0.282927	0.060769	0.003239
Data_26357	51261.55	580.6534	3590.281	55.02945	184.9652	7.493656	66171.22	45.4137	72.16046	4.394235	8.338662	0.416289	91.31867	4.467664	4.445423982	0.070038	0.001335	0.001408	8.72E-05	18.43065	0.282776	0.051518	0.002232
Data_26356	23238.66	542.3217	1935.626	53.83974	89.28021	7.273195	33085.97	45.40125	20.37655	4.376978	8.895	0.765646	97.24988	8.163002	8.149264617	0.083293	0.003024	0.000877	0.000189	17.09316	0.476027	0.046125	0.003971
Data_26366	105961.3	1880.179	7870.574	72.88759	383.8326	12.84871	88631.01	45.53281	86.42861	9.521707	10.21801	0.440252	111.2769	4.680792	4.64958879	0.074278	0.001487	0.000816	9.10E-05	11.26106	0.104446	0.048768	0.001694
Data_26353	44871.22	649.1867	3091.558	54.51604	178.3416	7.740235	58300	45.36142	43.58273	4.454781	10.34835	0.508626	112.6529	5.395309	5.367606834	0.068898	0.001572	0.000971	0.0001	18.85781	0.332859	0.057687	0.002702
Data_26354	80334.73	627.175	4533.595	55.92563	274.1547	7.845637	86288.25	45.37635	100.3234	4.777257	11.18079	0.367586	121.4164	3.904785	3.860395103	0.056434	0.000824	0.001249	6.03E-05	19.03307	0.235002	0.060472	0.001884

Tablo E.2. RM-063 numaralı örneğe ait ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş verileri

Sample RM-063 (J=0.00622057) Hornblende																							
Run No	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
26375	4179.648	674.4922	233.2377	293.9285	189.745	87.26274	84.15094	38.5652	9.809333	4.234601	5.49220863	9.222323	60.60619	100.0778	100.0773647	0.055803	0.070898	0.002347	0.001082	0.360795	0.483809	0.812526	1.091349
26390	116754.6	1406.514	6573.245	78.34013	202.7231	9.91831	70255.29	50.80175	56.17586	5.654393	15.2367088	0.378649	163.367	3.959241	3.88145837	0.0563	0.000954	0.000481	4.88E-05	10.68807	0.127615	0.030841	0.001553
26374	218645.5	1880.759	11427.08	66.78154	413.018	12.41595	121580	38.55357	148.8744	4.940425	15.2841332	0.226693	163.8531	2.451615	2.323159364	0.052263	0.000544	0.000681	2.33E-05	10.63963	0.062271	0.036144	0.001107
26389	149403.5	1688.559	8127.885	80.36492	287.7731	11.87751	89252.4	50.78503	84.14263	6.130863	15.3224831	0.340287	164.2461	3.573782	3.48651153	0.054402	0.000817	0.000563	4.15E-05	10.98101	0.108755	0.035406	0.001503
26386	86079.39	1072.559	4616.197	72.90255	152.2133	9.572956	51397.15	50.74257	49.90877	5.849627	15.4524057	0.503742	165.5767	5.217754	5.157444142	0.053627	0.001079	0.00058	6.83E-05	11.13409	0.176181	0.032974	0.002138
26372	88672.15	914.1779	4414.502	47.32422	154.6833	6.724696	48303.34	38.52925	68.99075	4.173241	15.4684219	0.385251	165.7407	4.022636	3.943943311	0.049785	0.00074	0.000778	4.77E-05	10.94197	0.117624	0.03504	0.001569
26384	149591.1	1688.559	8095.401	78.83224	269.8219	11.43931	92248.26	50.71335	80.16172	5.938723	15.5524493	0.336802	166.6007	3.53697	3.44630467	0.054117	0.000807	0.000536	4.02E-05	11.39514	0.111142	0.03333	0.00145
26387	67262.55	895.9388	3704.222	73.98937	115.26	9.742537	41465.69	50.75649	32.34371	5.52508	15.5781641	0.591262	166.8638	6.101435	6.049170551	0.055071	0.001322	0.000481	8.24E-05	11.19417	0.224016	0.031116	0.002703
26383	241717	2462.131	13243.97	87.26621	478.4675	15.25747	147417.4	50.69875	119.4809	6.236317	15.5852403	0.253906	166.9362	2.717182	2.597596037	0.054791	0.000665	0.000494	2.63E-05	11.13091	0.073443	0.036127	0.001176
26376	220615.7	1784.956	11787.46	49.80686	419.6747	8.601175	130771.7	38.56837	115.4126	4.77094	15.8228551	0.204219	169.3655	2.237556	2.086460115	0.05343	0.000488	0.000523	2.20E-05	11.09414	0.046991	0.035603	0.000745
26371	68108.45	775.195	3537.384	45.76001	123.8542	6.573289	39001.52	38.51816	40.93443	4.145421	15.8343898	0.458149	169.4834	4.749873	4.680500392	0.051938	0.000895	0.000601	6.12E-05	11.02553	0.143043	0.035013	0.001913
26381	137985.1	1499.732	7553.909	80.89406	248.5028	12.79349	83740.71	50.66539	58.20222	6.080773	15.9899148	0.354008	171.0715	3.704407	3.613403185	0.054744	0.000835	0.000422	4.43E-05	11.08575	0.118905	0.032897	0.00173
26380	112873.7	1223.378	5904.353	78.34003	199.3472	11.01643	68491.48	50.64941	40.54187	5.893363	17.0880008	0.425831	182.2451	4.405764	4.319671943	0.052309	0.000896	0.000359	5.24E-05	11.60017	0.154152	0.033763	0.001919

Tablo E.3. MET-265 numaralı örneğe ait ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş verileri

Sample MET-265 (J=0.00619077 muscovite)																							
Run No	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/-(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
Data_26666	350647.76	3228.6706	53328.633	111.10087	682.72109	14.131158	4952.0243	24.92232	31.247714	2.3191565	6.4020779	0.0633125	70.121817	0.7621476	0.680156769	0.1520861	0.0014358	8.91E-05	6.66E-06	0.0928586	0.0005058	0.0128021	0.0002663
Data_26657	51328.074	648.75599	7751.1805	41.44421	101.22871	6.0872264	342.89645	24.854399	5.2691324	2.0928554	6.4210923	0.1206229	70.326075	1.3407971	1.295688906	0.1510125	0.0020725	0.0001027	4.08E-05	0.044238	0.0032152	0.0130598	0.0007884
Data_26665	167577.82	1648.7127	25067.75	74.44772	306.40244	4.7697077	2800.5844	24.915485	19.617845	2.2603888	6.4537401	0.0735056	70.676731	0.8621352	0.789416865	0.1495887	0.0015373	0.0001171	1.35E-05	0.1117206	0.0010478	0.012223	0.0001937
Data_26660	98547.761	1055.0951	14845.842	62.668563	187.3016	7.8240158	1839.1222	24.877246	8.0726326	1.2224631	6.4773894	0.0870826	70.930696	0.9976718	0.935095358	0.1506462	0.0017337	8.19E-05	2.16E-05	0.1238813	0.0017554	0.0126164	0.0005297
Data_26675	218429.13	2374.5299	32459.13	77.463063	393.3931	8.6317973	5100.7713	82.067706	26.498296	9.9122661	6.4881247	0.1171937	71.045968	1.3056703	1.258349492	0.1486026	0.0016539	0.0001213	4.54E-05	0.1571444	0.002556	0.0121196	0.0002675
Data_26663	87743.938	962.59781	13142.739	53.905984	167.28465	6.8550088	845.83904	24.900797	8.1358527	2.1252164	6.4933037	0.0914161	71.101576	1.0415996	0.981535493	0.1497851	0.0017543	9.27E-05	2.42E-05	0.0643579	0.0019129	0.0127283	0.0005242
Data_26659	116555.27	1167.764	17552.41	63.646615	217.32702	10.076382	902.20902	24.870083	8.3209146	2.117084	6.5003289	0.0790707	71.177004	0.9178684	0.848947423	0.150593	0.0016046	7.14E-05	1.82E-05	0.0514009	0.0014291	0.0123816	0.0005758
Data_26672	71492.182	1980.5526	7516.8845	64.997197	100.1448	7.6085343	153.64446	81.995709	72.809284	10.050023	6.6486372	0.4783476	72.768624	5.1436571	5.131280793	0.1051427	0.0030514	0.0010184	0.0001434	0.0204399	0.0109096	0.0133226	0.0010187
Data_26668	140578.06	2040.3771	19656.774	74.447742	244.3499	9.4865136	1350.0656	24.936337	12.802233	2.2734218	6.9591785	0.1124153	76.096758	1.2600096	1.203667142	0.1398282	0.0020975	9.11E-05	1.62E-05	0.068682	0.001295	0.0124308	0.0004849
Data_26673	215470.9	2374.5297	26949.1	75.092726	332.34141	8.7493647	1669.6248	82.020451	18.207549	9.9485163	7.7958287	0.1418994	85.032876	1.5678592	1.511855736	0.1250707	0.0014217	8.45E-05	4.62E-05	0.0619548	0.0030484	0.0123322	0.0003265
Data_26656	141629.16	1454.7223	13844.401	52.937655	178.29397	8.6044714	650.07758	24.846901	14.487729	2.4204223	9.9208365	0.1230819	107.53271	1.3963355	1.295112582	0.0977511	0.0010714	0.0001023	1.71E-05	0.046956	0.0018037	0.0128784	0.0006235
Data_26662	247762.82	2434.9763	19256.451	65.604942	228.33634	7.921352	469.31274	24.893286	9.1356321	2.3191472	12.726293	0.1383328	136.81384	1.5764046	1.43215459	0.0777213	0.0008084	3.69E-05	9.37E-06	0.0243717	0.0012954	0.0118577	0.0004133

Tablo E.4. MET-286 numaralı örneğe ait ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş verileri

Sample MET-286 (J=0.00618737 muscovite)																							
Run No	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/-(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
Data_26676	52195.614	2865.8211	1496.8945	93.195409	68.978407	11.711523	298.15106	119.9386	161.86099	14.505841	2.9164989	3.449407	32.265148	37.821816	37.82147782	0.0286786	0.0023806	0.003101	0.0003259	0.1991797	0.0810789	0.046081	0.0083333
Data_26691	309198.03	7214.4903	47273.711	861.96058	517.53822	6.8072344	180.0496	20.513317	38.252287	2.0630147	6.3014829	0.1914624	69.003626	2.0846629	2.05699648	0.1528914	0.0045274	0.0001237	7.27E-06	0.0038087	0.0004394	0.0109477	0.0002461
Data_26681	282862.57	3434.3916	39601.606	99.830316	516.55739	13.063555	362.83257	120.26967	103.84385	14.356163	6.3678406	0.1387588	69.716406	1.5289074	1.490181022	0.140003	0.0017361	0.0003671	5.09E-05	0.0091621	0.0030371	0.0130438	0.0003315
Data_26684	445918.2	4004.9222	65559.378	109.9296	820.81502	13.468283	350.21217	120.4215	84.847194	14.33877	6.4193082	0.0895807	70.269051	1.0216148	0.961745078	0.1470211	0.0013433	0.0001903	3.22E-05	0.0053419	0.0018369	0.0125202	0.0002065
Data_26679	1084195.4	12355.622	160169.3	237.60607	1967.7862	27.512887	1041.4551	120.20041	171.66401	14.617093	6.4523518	0.0822776	70.623774	0.9486309	0.883164152	0.147731	0.0016978	0.0001583	1.36E-05	0.0065022	0.0007505	0.0122857	0.0001727
Data_26694	276200.88	1911.8541	40358.16	54.7283	505.52805	6.0333754	400.35233	20.534145	52.993907	2.0630148	6.455725	0.050487	70.659982	0.6432053	0.541914066	0.1461189	0.0010307	0.0001919	7.59E-06	0.00092	0.000509	0.012526	0.0001505
Data_26678	962141.93	10416.914	142129.4	200.96074	1737.5913	23.930043	637.75391	120.11308	143.771	14.374262	6.4705655	0.0796776	70.819268	0.9229726	0.855163721	0.1477219	0.0016129	0.0001494	1.50E-05	0.0044871	0.0008451	0.0122254	0.0001693
Data_26682	330877.48	3549.3324	47418.97	103.25788	615.64129	13.468283	415.34809	120.34721	78.829933	14.364867	6.4865018	0.1175391	70.990302	1.3085434	1.261404274	0.1433128	0.0015687	0.0002382	4.35E-05	0.0087591	0.002538	0.012983	0.0002854
Data_26695	291214.38	1911.8542	41761.391	55.719614	514.53568	7.0016415	251.21931	20.540341	59.633427	1.8463287	6.5513311	0.0484039	71.685902	0.6269878	0.51925927	0.1434043	0.0009607	0.0002048	6.48E-06	0.0060156	0.0004919	0.0123208	0.0001685
Data_26693	158144	1116.7102	23520.842	31.147441	287.34331	5.0777599	29.538194	20.528514	12.892172	2.0064968	6.5616002	0.0544525	71.796061	0.6819393	0.584110816	0.1487305	0.0010685	8.15E-05	1.27E-05	0.0012558	0.0008728	0.0122165	0.0002165
Data_26685	1914579.9	21228.969	280436.98	313.43652	3388.9896	33.068545	1043.6712	120.45619	220.66343	14.384346	6.5946147	0.0775531	72.150172	0.9038039	0.831748371	0.1464744	0.0016323	0.0001153	7.62E-06	0.0037216	0.0004296	0.0120847	0.0001187
Data_26690	355235.96	2610.7231	51984.902	67.640397	573.58568	33.068885	-883.7595	20.50741	-44.0658	32.04397	7.0839299	0.1891701	77.390403	2.0580968	2.02294224	0.1463391	0.0010922	-0.000124	-9.02E-05	-0.017	-0.000395	0.0110337	0.0006363

Tablo E.4. MET-297 numaralı örneğe ait ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş verileri

Sample MET-297 (J=0.00618993 muscovite)																							
Run No	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
Data_26614	417768.5	2731.841	25870.2	42.31681	315.3392	5.721981	459.3677	38.28001	19.14271	3.005446	15.92998	0.114054	169.6584	1.414061	1.159341964	0.061925	0.000417	4.58E-05	7.20E-06	0.017757	0.00148	0.012189	0.000222
Data_26620	423778.6	2632.709	25869.52	42.31684	317.3409	6.37137	1530.368	38.34622	22.3589	3.135779	16.12599	0.111066	171.6497	1.393557	1.127722021	0.061045	0.000392	5.28E-05	7.41E-06	0.059157	0.001485	0.012267	0.000247
Data_26629	681444.1	3722.047	41513.12	45.39771	505.4396	5.060899	647.8153	25.29802	17.33833	2.572783	16.29173	0.093229	173.3318	1.255874	0.945727053	0.060919	0.000339	2.54E-05	3.78E-06	0.015605	0.00061	0.012175	0.000123
Data_26619	255582.5	1648.305	15447.55	32.30243	192.235	4.902686	237.8978	38.33465	10.1014	3.001251	16.35195	0.1259	173.9425	1.522307	1.276717878	0.060441	0.00041	3.95E-05	1.17E-05	0.0154	0.002482	0.012444	0.000318
Data_26613	331673	2237.106	19957.18	38.85206	244.2791	5.721981	578.6366	38.26899	15.11111	3.135778	16.39548	0.125459	174.3839	1.519388	1.27192911	0.060171	0.000422	4.56E-05	9.46E-06	0.028994	0.001918	0.01224	0.000288
Data_26623	198515.7	1357.923	11939.97	32.30244	146.196	4.569572	93.42529	38.37831	5.239687	3.135778	16.49647	0.144738	175.4075	1.687971	1.466548602	0.060146	0.000442	2.64E-05	1.58E-05	0.007825	0.003214	0.012244	0.000384
Data_26622	765192.2	4723.682	45212.56	54.09883	565.5511	7.138761	467.0048	38.36831	61.74069	3.135778	16.5208	0.108288	175.654	1.379827	1.097074816	0.059087	0.000372	8.07E-05	4.13E-06	0.010329	0.000849	0.012509	0.000159
Data_26625	282618.9	1745.86	16550.07	33.88075	213.2528	4.833755	80.31414	38.40095	26.94316	3.001251	16.59553	0.123101	176.4109	1.503388	1.246622882	0.05856	0.000381	9.53E-05	1.06E-05	0.004853	0.00232	0.012885	0.000293
Data_26630	347049.2	3223.651	21369.61	68.0088	218.1964	24.05283	-426.174	25.30496	-32.27706	23.11729	16.68664	0.35744	177.3334	3.71514	3.617887793	0.061575	0.000605	-9.30E-05	-6.66E-05	-0.019943	-0.001186	0.010211	0.001126
Data_26617	384738.9	2533.659	22763.66	39.70867	281.3104	5.115656	72.24775	38.31257	10.8453	3.135778	16.76067	0.122066	178.0825	1.498037	1.234997539	0.059167	0.000403	2.82E-05	8.15E-06	0.003174	0.001683	0.012358	0.000226
Data_26632	146816.6	917.68	8851.945	25.45106	86.98532	12.07502	-125.9306	25.31988	-16.36663	12.22331	17.13216	0.42388	181.8372	4.366184	4.279668887	0.060293	0.000415	-0.000111	-8.33E-05	-0.014226	-0.002861	0.009827	0.001364
Data_26616	1128615	12026.5	67863.54	151.7053	668.6384	92.14558	-1741.35	38.30207	-150.1741	91.04737	17.28456	0.435971	183.3751	4.483577	4.397999347	0.06013	0.000655	-0.000133	-8.07E-05	-0.02566	-0.000567	0.009853	0.001358

Tablo E.5. RM-067 numaralı örneğe ait ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş verileri

Sample RM-067 (J=0.00619249 muscovite)																							
Run No	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
26597	462991.3	2933.804	48118.769	60.896674	590.83779	7.7373952	6468.2497	25.453362	30.710914	1.8965743	9.4332469	0.0632101	102.42253	0.832465	0.667192653	0.1039302	0.0006716	6.63E-05	4.12E-06	0.1344226	0.0005557	0.0122787	0.0001615
26603	446977.81	4925.4576	46517.52	131.5435	556.80897	10.327463	3058.917	25.505075	27.314387	1.7569682	9.4352926	0.1097628	102.44412	1.2610273	1.158549222	0.1040712	0.001184	6.11E-05	3.99E-06	0.0657584	0.000579	0.0119699	0.0002246
26595	496019.12	5125.1262	51430.139	99.878524	622.8649	12.277259	61.186599	25.438705	25.608786	2.1346945	9.497383	0.1020842	103.09937	1.1879442	1.077110099	0.1036858	0.0010901	5.16E-05	4.34E-06	0.0011897	0.0004946	0.0121109	0.0002399
26594	448983.76	2933.8039	46211.322	50.481162	566.81745	6.7076154	11510.872	25.431729	19.374619	2.0705441	9.5919903	0.0656937	104.09731	0.857735	0.692763175	0.1029243	0.0006819	4.32E-05	4.62E-06	0.249092	0.0006139	0.0122658	0.0001458
26600	445982.93	2933.8039	45713.808	61.854017	557.80982	6.0653291	6048.0591	25.475013	24.022264	2.2015869	9.6006956	0.0670078	104.18911	0.8691895	0.706585781	0.1025012	0.0006884	5.39E-05	4.95E-06	0.1323027	0.0005853	0.0122022	0.0001337
26601	550070.61	3529.9059	56137.714	59.940838	686.91914	6.9863127	4269.061	25.482001	33.493699	2.3424245	9.6222875	0.0648954	104.41678	0.85175	0.6842239	0.1020555	0.0006639	6.09E-05	4.28E-06	0.0760462	0.0004611	0.0122363	0.0001251
26604	234812.71	1557.6596	23669.571	38.610105	291.5844	5.3492412	103.99424	25.512072	23.297442	1.896555	9.6295923	0.0716807	104.49379	0.9103932	0.755732143	0.1008019	0.0006886	9.92E-05	8.10E-06	0.0043936	0.0010779	0.012319	0.0002269
26598	367923.14	2340.2177	37198.699	46.762936	451.71999	5.7942018	682.64974	25.460344	31.444098	2.3424178	9.6409664	0.0667156	104.61371	0.8677235	0.703338246	0.1011045	0.0006555	8.55E-05	6.39E-06	0.0183514	0.0006848	0.0121434	0.0001565
26608	336601.17	2140.0365	33689.121	52.526528	408.33951	6.1458206	86.474065	32.964295	38.412084	3.0637806	9.6544638	0.0705971	104.75599	0.9015412	0.744200455	0.1000862	0.0006552	0.0001141	9.13E-06	0.0025668	0.0009785	0.0121208	0.0001834
26610	371624.72	2436.0494	37898.292	50.697258	466.38866	5.6035994	157.31831	32.98374	17.793311	3.0765486	9.6671057	0.069817	104.88925	0.8950778	0.735922478	0.10198	0.0006823	4.79E-05	8.28E-06	0.0041511	0.0008703	0.0123063	0.0001488
26607	283553.93	1845.4772	28675.522	46.187672	350.29035	4.646905	4139.138	32.955255	11.538128	3.0096647	9.7694619	0.073153	105.96784	0.9266364	0.770625255	0.101129	0.000678	4.07E-05	1.06E-05	0.1443439	0.0011725	0.0122157	0.0001632
26611	344598.55	3627.5011	35593.736	84.843643	380.31578	27.140266	-587.4828	32.992788	-21.05932	25.168734	9.8562728	0.2336646	106.88211	2.5143993	2.460276046	0.1032904	0.0011148	-6.11E-05	-7.30E-05	-0.016505	-0.000928	0.0106849	0.0007629

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Alkan A., Çelik Ö. F., Çörtük R. M., **Özkan M.**, Lithological mapping of the Pınarbaşı ophiolite using ASTER satellite images, 71. *With International Participation Geological Congress of Turkey*, Ankara, Turkey, 23-27 April, 2018.

Altıntaş İ. E., Çelik Ö. F., Topuz G., Göçmengil G., **Özkan M.**, Refahiye (Erzincan) ofiyoliti'nin yaşı ve jeokimyasal özellikleri, 5. *Jeokimya Sempozyumu*, Denizli, Türkiye, 23-25 Mayıs, 2012.

Altıntaş İ. E., Topuz G., Çelik Ö. F., Rolland Y., Göçmengil G., **Özkan M.**, Erken Jura yitim zonu üstü ofiyolitine Türkiye'den bir örnek: Refahiye (Erzincan) ofiyoliti, 65. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 2-6 Nisan, 2012.

Altıntaş İ. E., Çelik Ö. F., **Özkan M.**, Topuz G., Marzoli A., Rolland Y., Tokat güneybatısında Geç Kretase yığışım karmaşığı içinde farklı fasiyesli başkalaşım kayaçları, 68. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 6-10 Nisan, 2015.

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**, 34-49.

Çelik Ö. F., **Özkan M.**, Chelle-Michou C., Sherlock S. C., Marzoli A., Ulianov A., Altıntaş İ. E., Topuz G., Tetis okyanus kabuğunun YB-DS meta-plajiyogranitlerinden Geç Triyas kristallenme yaşları. Çukurova Ünivertesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 40. *Yıl Jeoloji Sempozyumu*, Adana, Türkiye, 3-6 Mayıs 2017.

Çelik Ö. F., **Özkan M.**, Chelle-Michou, C., Sherlock, S., Marzoli, A., Ulianov, A., Altıntaş, İ.E., Topuz, G., Blueschist facies overprint of late Triassic Tethyan oceanic crust in a subduction–accretion complex in north-central Anatolia, Turkey, *Journal of the Geological Society*, 2019, **176**(5), 945-957.

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.

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., **Özkan M.**, Topuz G., Artova (Tokat, Kuzey Türkiye) civarında Geç Kretase yığışım karmaşığı içindeki metamorfik kayaçların (ofiyolit tabanı metamorfitleleri?) jeolojik özellikleri, 68. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 6-10 Nisan, 2015.

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), *5th International Earthquake Symposium*, Kocaeli, Turkey, 10-12 June, 2015.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., **Özkan M.**, Marzoli A., Altıntaş İ.E., Topuz G., Artova yığılma karmaşığı içinde yer alan ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri (Tokat), *Jeolojinin 100. Yılı Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 21-23 Ekim, 2015.

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 April, 2016.

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 yığılma karmaşığında (Tokat güneyi) yüzeyleyen mafik-ultramafik kayaların kökeni, *Istanbul Üniversitesi Yerbilimleri dergisi*, 2018, **28**, 145-161.

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.**, 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.

Göçmengil G., Topuz G., Çelik Ö. F., Altıntaş İ. E., **Özkan M.**, Refahiye metamorfitleleri'nin (Erzincan) jeolojik evrimi ve jeodinamik önemleri, *64. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 25-29 Nisan, 2011.

Göçmengil G., Altıntaş İ. E., Topuz G., Çelik Ö. F., **Özkan M.**, Geochemical features of metabasic rocks from the Jurassic metamorphosed accretionary complexes from the Eastern Pontides (Refahiye and Kurtlutepe metamorphics, NE, Turkey): Implications for the nature of accreted materials, *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region (IESCA)*, İzmir, Turkey, 1-5 October, 2012.

Göçmengil G., Topuz G., Çelik Ö. F., Altıntaş İ. E., **Özkan M.**, Geochemical features of metabasic rocks from an Early to Middle Jurassic accretionary complex (Refahiye Metamorphics, Eastern Pontides, NE Turkey): Implications for Late Jurassic-Early Cretaceous magmatic lull, *EGU General Assembly*, Vienna, Austria, 22-27 April, 2012.

Göçmengil G., Altıntaş İ. E., Topuz G., Çelik Ö. F., **Özkan M.**, 2013. Diverse tectonic settings of formation of the metaigneous rocks in the Jurassic metamorphic accretionary complexes (Refahiye, NE Turkey) and their geodynamic implications, *Geodinamica Acta*, 2013, **26**(3-4), 294-310.

Göçmengil G., Topuz G., Çelik Ö. F., Altıntaş İ. E., **Özkan M.**, Refahiye yöresindeki (Doğu Pontidler, KD Türkiye) Jura yaşlı metamorfik yığışım karmaşlarındaki yay karakterli kayaların varlığı ve önemleri, *66. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 1-5 Nisan, 2013.

Özkan M., Çelik Ö. F., Marzoli A., Topuz G., Altıntaş İ. E., Geyve boğazı civarında yüzeyleyen karbonatça zengin (Karbonatit?) kayaçların jeolojik özellikleri, *65. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 2-6 Nisan, 2012.

Özkan M., Çelik Ö. F., Altıntaş İ. E., Topuz G., Marzoli A., Chelle-Michou C., Ulianov 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, Türkiye, 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, Türkiye, 6-10 Nisan, 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Pleonast içeren ofiyolitik mafik-ultramafik kayaçlar, Armutlu Yarımadası, KB Türkiye, *Uluslararası Katılımlı Doğu Anadolu Jeoloji Sempozyumu*, Van, Türkiye, 7-11 Eylül, 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, Türkiye, 21-23 Ekim, 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Altıntaş İ. E., Marzoli A., Topuz G., Kümülat gabrolar içindeki amfibolitik kayaçların muhtemel oluşum mekanizması), *Jeolojinin 100. Yılı Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 21-23 Ekim, 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Altıntaş İ. E., Çörtük R. M., Topuz G., The geological and geochemical characteristic of volcanites in the Eastern part of the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (Northern Sivas), *5th International Earthquake Symposium*, Kocaeli, Turkey, 10-12 June, 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Sherlock S. C., Altıntaş İ. E., Çörtük R. M., Topuz G., Geç Kretase yığışım karmaşığı içinde Jura ve Kretase yaşlı başkalaşım kayaçları, *69. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 11-15 Nisan, 2016.

Özkan M., Çelik Ö. F., Özyavaş A., Sivas'ın kuzeyindeki ofiyolitik kayaçların Landsat/Aster uydu görüntüleriyle haritalanması, *6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs)*, Adana, Türkiye, 5-7 Ekim, 2016.

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 April, 2016.

Özkan M., Çelik Ö. F., Özyavaş A., 2017. Hybrid color composites and spectral indices for lithologic mapping of the accretionary complex with ASTER data, *International Symposium on GIS Applications in Geography and Geosciences*, Çanakkale, Turkey, 18-21 October, 2017.

Özkan M., Çelik Ö. F., Sherlock S., Çörtük R. M., Tectonic importance of the metamorphic rocks located between Çeltekdağ and Yıldızdağ (northern Sivas), 70. *With International Participation Geological Congress of Turkey*, Ankara, Turkey, 10-14 April, 2017.

Özkan M., Çelik Ö.F., Armutlu yarımadası doğusundaki (KB Türkiye) psödo-karbonatit oluşumlarının kökeni, 8. *Jeokimya Sempozyumu*, Antalya, Türkiye, 2-6 Mayıs, 2018.

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. *With International Participation Geological Congress of Turkey*, Ankara, Turkey, 23-27 April, 2018.

Özkan M., Çelik Ö. F., Origin of the pleonaste-bearing mafic-ultramafic rocks from the Armutlu peninsula, NW Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2018, **27**(3), 167-190.

Özkan M., Çelik Ö. F., Özyavaş A., Lithological discrimination of accretionary complex (Sivas, northern Turkey) using novel hybrid color composites and field data, *Journal of African Earth Sciences*, 2018, **138**, 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**, 1-16.

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.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Aydın'da tamamladı. 2005 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2010-2013 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2013 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında doktora eğitimine başlamıştır. 112Y123, 114Y226, 116Y234 ve 117Y392 numaralı TÜBİTAK numaralı projelerinde proje çalışanı olarak görev almıştır. 2020-2021 eğitim öğretim yılında doktora öğrenimini tamamlamıştır.

