

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARTOVA YIĞIŞIM KARMAŞIĞI VE TETİS OKYANUSUNUN
JEOLJİK EVRİMİNDEKİ ÖNEMİ

RAHİM MELİH ÇÖRTÜK

KOCAELİ 2015

**KOCAELI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

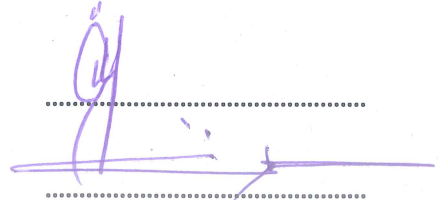

**ARTOVA YIĞIŞIM KARMAŞIĞI VE TETİS OKYANUSUNUN
JEOLJİK EVRİMİNDEKİ ÖNEMİ**

RAHİMİ MELİH ÇÖRTÜK

Doç.Dr. Ömer Faruk ÇELİK
Danışman, Kocaeli Üniv.

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

Prof.Dr. Gültekin TOPUZ
Jüri Üyesi, İstanbul Teknik Üniv.


.....

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 04.06.2015

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tokat güneyinde, Artova ve civarında yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı Artova Yığılım Karmaşığı içinde yer alan volkanik, metamorfik ve doleritik/garoyik sokulum kayaçları üzerinde gerçekleştirilen jeokimyasal çalışmalar sonucunda, bu kayaçların petrojenetik özellikleri ilk defa bu çalışmayla belirlenmiştir.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince fikirleri ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, yaptığımız çalışmalar ile ilgili beni ve arkadaşlarımı daima motive eden, TÜBİTAK 112Y123 numaralı projede bursiyer olarak görevlendirerek maddi açıdan beni destekleyen ve bana iyi bir çalışma ortamı sağlayan saygıdeğer hocam ve danışmanın Doç. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tanıştığımız ilk günden bu yana daima yanımda olan ve benden hiçbir desteği esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Jeoloji Yük. Müh. Mutlu ÖZKAN ve Jeoloji Yük. Müh. İsmail Emir ALTINTAŞ'a çok teşekkür ederim.

Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Müh. bölümü laboratuvarlarında tez çalışmanın önemli bir bölümünü oluşturan tüm kayaç jeokimyası analizlerini yapılmasının sağlayan Prof. Dr. İrfan YOLCUBAL'a teşekkür ederim.

Tez yazım süresince desteklerinden dolayı Jeoloji Yük. Müh. arkadaşlarım Özlem YILDIZ ve Hasan SİNİR'e, Jeoloji Müh. arkadaşım Ekin Gökçe BENLİ'ye teşekkür ederim.

Mineral kimyası analizlerini Padova Üniversitesi'nde gerçekleştiren Prof. Dr. Andrea MARZOLI'ye teşekkür ederim.

Bu çalışma TÜBİTAK 112Y123 kapsamında desteklenmiştir. Çalışmamızı maddi açıdan destekleyen ve bu çalışmayı yapmamızı sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve beni sürekli destekleyen kadim dostlarım Yasin Onur KAHRAMAN ve Bekir GELENLİ'ye teşekkür ederim.

Beni bu günlere getiren ve hayatımın iyi, kötü her anında yanımda olan sevgili aileme; annem Ayşe ÇÖRTÜK, babam Mustafa ÇÖRTÜK ve kardeşim Ebrar ÇÖRTÜK'e gönülden minnettarım.

Mayıs - 2015

Rahmi Melih ÇÖRTÜK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
TABLolar DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	2
1.2. Çalışma Yöntemi.....	2
1.2.1. Arazi çalışmaları.....	2
1.2.2. Laboratuvar çalışmaları	2
1.2.3. Örnekler ve gerçekleştirilen işlemler	4
1.2.4. Büro çalışmaları	4
1.3. Coğrafik Konum	6
1.4. İklim ve Bitki Örtüsü	7
1.5. Fauna	7
1.6. Önceki Çalışmalar.....	7
1.7. Bölgesel Jeoloji.....	9
2. GENEL JEOLojİ	11
2.1. Artova Yığılım Karmaşığı	13
2.2. Devecidağ Karışığı.....	20
2.3. Çökelikışla Formasyonu	21
3. PETROGRAFi VE MİNERAL KİMYASI	23
3.1. Mineroloji ve Petrografi	23
3.1.2. Amfibolitler	23
3.1.2. Granat-mikaşistler	25
3.1.3. Mavi amfibollü metabazitler	26
3.1.4. Ultramafitler	28
3.1.5. Doleritik/gabroyik sokulum kayaçları	30
3.1.6. Bazaltlar	32
3.2. Mineral Kimyası	33
3.2.1. Harzburjit.....	33
3.1.6. Amfibolit	35
4. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI.....	37
4.1. Amfibolitler	37
4.2. Dolerit/Mikrogabro Daykları.....	41
4.3. Bazaltlar	44
4.4. Metabazitler	47
5. JEOLojİK EVRİM	52
6. SONUÇLAR.....	57
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	64
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	74
ÖZGEÇMİŞ..	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	(a) İz ve nadir toprak element analizlerinin gerçekleştirildiği Perkin Elmer DRC-e model ICP-MS cihazı. (b) Analiz aşamasında, eritme ve ateşte kayıp işlemlerinin yapıldığı kül fırın (c) Ana-oksit analizlerinin gerçekleştirildiği SKYRAY EDX3600B model XRF cihazı. (d) Ateşte kayıp miktarı ölçülen örneklerin kül fırından çıkarılmasından sonra nem almayı engelleyici desikatör kap	3
Şekil 1.2.	Çalışma alanı yer bulduru haritası	6
Şekil 1.3.	Türkiye tektonik birlikleri ve kenet kuşaklarını gösteren tektonik haritası (IAEK: İzmir-Ankara-Erzincan kenedi, İTK: İç Torid Kenedi).....	9
Şekil 1.4.	Tokat-Sivas arasının sadeleştirilmiş genel jeoloji haritası	10
Şekil 2.1.	Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksizdir).	11
Şekil 2.2.	Çalışma alanının 1/25000 ölçekli genel jeolojik haritası.....	12
Şekil 2.3.	Serpantinitleler tarafından tektonik olarak üzerlenen amfibolitlerin genel görünüşleri. Ayrıca şekilde serpantinitlelerin de Üst Jura – Alt Kretase yaşlı kireçtaşları tarafından tektonik olarak üzerlendikleri görülmektedir. (Yer: Artova Güneyi).....	13
Şekil 2.4.	Artova güneyinde yer alan metamorfik ve ultramafik dilimin arazi görünüşleri ve Kuzey-Güney yönlü jeolojik enine kesit (A-A') (Yer: Artova 3 km Güneyi)	14
Şekil 2.5.	Granit daykları tarafından kesilen amfibolitlerin arazi görünüşleri (a,b) (37T 0270518, 4441375).....	15
Şekil 2.6.	(a) Amfibolitleri kesen dolerit daykının genel görünüşü. (b) dolerit daykının yakından görünüşü (37T 0272488, 4441352).....	15
Şekil 2.7.	(a,b) Mermerlerin görünüşü ve mermerleri kesen dolerit daykı (37T,0264740, 4440621)	16
Şekil 2.8.	Doğanca köyü kuzeyinde serpantinitle hamuru içerisinde yer alan metabazit bloğunun arazi görünüşü (a), metabazitlerde gözlemlenen yönlenme kazanmış gaz boşlukları (37T, 0263525, 4437794).....	16
Şekil 2.9.	a) Doleriti kesen plajiyogranit (b,c) Plajiyogranitin (Plgrnt) yakından görünüşü (37T 0262125, 4436823).....	17
Şekil 2.10.	Serpantinitlelerde gözlemlenen katmanlı yapıların görünüşü (a,b), (37T 0262453, 4438005)	18
Şekil 2.11.	Serpantinitleleri kesen dolerit daykı (37T, 0270105, 4441563).....	18
Şekil 2.12.	(a) Çamurtaşları ve volkaniklerin iç içe görünüşü (b). Yastık yapılı bazaltlarının görünüşü (b) (37T, 0251900, 4438603)	19
Şekil 2.13.	Volkanikler ve içerisinde yer alan kireçtaşlarının görünüşü (Yer: Ağmusa Güneyi).....	19
Şekil 2.14.	(a) Kireçtaşlarında gözlemlenmiş mercan fosillerinin görünüşü (b) biyoklastik kireçtaşlarının makro görünüşleri (37T 0259510, 4439775).....	20
Şekil 2.15.	Devecidağ karışığına ait mermerler ve düşük dereceli metamorfiklerin genel (a) ve yakından görünüşü (b) (37T 0251392, 4442962)	21

Şekil 2.16.	Devecidağ karışığına ait çakıldaşları genel (a) ve yakından (b) görünümleri (37T 0258544, 4444997).....	21
Şekil 2.17.	Çökeliğiyle Formasyonuna ait kırmızı renkli çökellerin genel (a) ve yakından (b) görünümü (37T 0258407, 4442782)	22
Şekil 2.18.	(a) Yığışım karmaşığının güneyinde yer alan Çökeliğiyle formasyonun genel görünümü (b) Artova Yığışım Karmaşığı ile olan dokunağı (Yer: Doğanca köyü kuzeyi).....	22
Şekil 3.1.	(a,b) Amfibolitlerde gözlenen nematoblastik doku ve mineral birliktelikleri. (Doğal ve Polarizan ışık altında) (Kısaltmalar: B.K.; Birinci Kısım, İ.K.; İkinci Kısım).....	24
Şekil 3.2.	Amfibolitlerde gözlenen prehnit damarları (a) ve makaslanma (b) (Doğal ve Polarizan ışık altında).....	25
Şekil 3.3.	Granat mikaşitte gözlenen granat porfiroblastı (a) ve kuvars damarının (b) doğal ışık altındaki görünümü.....	26
Şekil 3.4.	Metabazitlerde gözlenen buruşma klivajı (a), ve sodik amfibollerden itibaren kalsik amfibol gelişimleri (b) (Doğal ve Polarizan ışık altında)	27
Şekil 3.5.	Metabazitlerin arazideki genel görünümleri (a), Metabazitlerin dokusal görünümü ve glokofan mineralleri (b,c) (Doğal ve Polarizan ışık altında)	28
Şekil 3.6.	Ultramafiklerdeki klinopiroksen minerallerinde gözlemlenen kataklastik doku (Polarizan ışık(a))	29
Şekil 3.7.	Piroksenitlerde gözlemlenen mineraller (a) ve klinopiroksen porfiroblastları (b) (Doğal ve Polarizan ışık altındaki görünümleri)	30
Şekil 3.8.	Serpantinlerde gözlemlenen kalsit ve serpantin minerallerinin polarizan ışık altındaki görünümleri (a,b)	30
Şekil 3.9.	Doleritlerde gözlemlenen alterasyon ve plajiyoklaz mineralleri (a) Polarizan ışık altındaki görünümleri, (b) Doğal ışık altındaki görünümleri.	31
Şekil 3.10.	Doleritlerde gözlemlenen mineral parajenezi (Doğal ışık altında (a)) Polarizan ışık altında (b))	31
Şekil 3.11.	Bazaltlarda gözlenen çubuksu plajiyoklazlar ve mineral birlikteliğinin Doğal ışık ve Polarizan ışık altındaki görünümü (a,b)	32
Şekil 3.12.	MA-126 numaralı harzburjit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri	34
Şekil 3.13.	(a) MA-126 numaralı harzburjit örneğine ait klinopiroksenlerin Cr_2O_3 içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. Abisal peridotit alanı; yay-önü peridotitleri alanı ve yay gerisi havza bazaltları alanı; (b) Klinopiroksenlerin, TiO_2 ve Al_2O_3 içeriklerinin karşılaştırılması. Abisal ve yay önü peridotitlerinin değişim aralığı	34
Şekil 3.14.	a) MA-126 numaralı harzburjit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO_2 içeriklerinin kıyaslanması	36
Şekil 3.15.	MA-069 numaralı amfibolit numunesine ait (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri).....	36
Şekil 4.1.	(a) Amfibolitlerin Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) aynı kayaçların Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	39
Şekil 4.2.	Yığışım karmaşığı içinde yer alan amfibolitlerin çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a)Y/15-La/10-N/8 diyagramı (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı.....	39
Şekil 4.3.	Amfibolitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE)diyagramı.....	40

Şekil 4.4.	MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramı.....	40
Şekil 4.5.	Yığışım karmaşığı içinde yer alan dolerit dayklarının çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a)Y/15-La/10-N/8 diyagramı, (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı, (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı.....	42
Şekil 4.6.	(a) Dolerit dayklarının Zr/Ti-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması, (b) Aynı örneklerin Ti/Y-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması.....	43
Şekil 4.7.	Dolerit dayklarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı.....	43
Şekil 4.8.	Doleritlerin MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramındaki görünüşleri	44
Şekil 4.9.	(a) Bazaltların Zr/Ti-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması, (b) Aynı örneklerin Ti/Y-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması.....	46
Şekil 4.10.	Yığışım karmaşığı içinde yer alan bazaltların çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a)Y/15-La/10-N/8 diyagramı, (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı , (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı.....	46
Şekil 4.11.	Bazaltların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı	47
Şekil 4.12.	Bazaltların MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramındaki görünüşleri	47
Şekil 4.13.	Yığışım karmaşığı içinde yer alan metabazitlerin çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a)Y/15-La/10-N/8 diyagramı, (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı , (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı.....	49
Şekil 4.14.	(a) Metabazitlerin Zr/Ti-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması, (b) Aynı örneklerin Ti/Y-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.15.	Metabazitlerin MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramındaki görünüşleri	50
Şekil 4.16.	Metabazitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE)diyagramı.....	51
Şekil 5.1.	Türkiye ve yakın çevresinde yüzlek veren ofiyolit ve yığışım karmaşıkları	53
Şekil 5.2.	(a,b) Amfibolit ve doleritlere ait kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramları (c) Doleritlerin MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı.....	55
Şekil 5.3.	(a) Ofiyolit tabanı metamorfiteilerinin oluşum mekanizmasını gösteren basitleştirilmiş model	56

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Örnekler, koordinatları ve gerçekleştirilen analizler	5
Tablo 3.1. Amfibolitlerin ve Granat-mikaşistin mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri.....	23
Tablo 3.2. Mavi amfibollü metabazitlerde gözlenen mineral parajenezi ve dokusal özellikler	26
Tablo 3.3. Ultramafitlerin mineral birliktelikleri ve dokusal özellikleri.....	28
Tablo 3.4. Doleritlerin mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri.....	30
Tablo 3.5. Bazaltların mineral birliktelikleri ve dokusal özellikleri.....	32
Tablo 4.1. Amfibolitlerin ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları.....	38
Tablo 4.2. Yığışım karmaşığı içindeki dolerit/mikrogabro dayklarının ana, iz ve nadir toprak element sonuçları.....	41
Tablo 4.3. Bazaltların jeokimyasal analiz sonuçları	45
Tablo 4.4. Metabazitlerin tüm kayaç jeokimyası sonuçları.....	48

KISALTMALAR

AKD	: Ateşte kayıp değeri
Amf	: Amfibol
Bio	: Biyotit
°C	: Centigrade (Santigrat)
Ca	: Calcium (Kalsiyum)
Cal	: Calcite (Kalsit)
Chl	: Chlorite (Klorit)
Cpx	: Clino-pyroxene(Klinopiroksen)
Ep	: Epidot
Glf	: Glokofan
gr	: Gram
Grn	: Granat
HFS	: High field strength elements (Yüksek alan şiddetli elementler)
HREE	: High Rare earth elements (Ağır nadir toprak elementleri)
ICP-MS	: Inductively coupled plasma - mass spectrometer (Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi)
Km	: Kilometre
LILE	: Large-ion lithophile elements (Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler)
LREE	: Light Rare Earth Element (Hafif nadir toprak elementleri)
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mus	: Muskovit
My	: Milyon yıl
Na	: Sodyum
OI	: Olivin
Opir	: Ortopiroksen
Opq	: Opaque (Opak)
Qtz	: Quartz (Kuvars)
Plgrt	: Plajiyogranit
Plj	: Plajiyoklas
Prh	: Prehnit
Pump	: Pumpelleyit
Px	: Pyroxene (Piroksen)
ppm	: Milyonda bir
Sfn	: Sfen
Spn	: Spinel
XRF	: X-ray fluorescence (X-Işını Floresans)

ARTOVA YIĞIŞIM KARMAŞIĞI VE TETİS OKYANUSUNUN JEOLJİK EVRİMİNDEKİ ÖNEMİ

ÖZET

Artova Yığışım Karmaşığı Türkiye'nin kuzeyinde yer alan İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağı üzerinde bulunmaktadır. İAE kenet kuşağı Neo-Tetis okyanusunun kapanması sonucu meydana gelmiş olup, kuzeyde Sakarya Zonu, güneyde ise Kırşehir Masifi ve Anatolid-Torid platformunu birbirinden ayırmaktadır. Artova Yığışım Karmaşığı kuzeyde Eosen ve daha genç birimler tarafından örtülmekteyken, iki birim güneyde tektonik ilişkilidir. Artova Yığışım Karmaşığı serpantin, serpantinize peridotitler, piroksenitler, bazaltlar, ofiyolit ile ilişkili taban metamorfileri, pelajik ve neritik çökellerden meydana gelmektedir. Ofiyolit ile ilişkili taban metamorfileri, amfibolitler, mikaşistler ve mermerler ile temsil edilmektedir. Ofiyolit ile ilişkili taban metamorfileri ve ultramafik kayalar dolerit/gabro daykaları tarafından kesilmektedir. Amfibolitler başlıca amfiboli plajiyoklaz, piroksen, epidot, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Mikaşistler, başlıca granat, biyotit, kuvars ve plajiyoklazlardan oluşmaktadır. Dolerit/gabro daykaları amfibol, plajiyoklaz, piroksen, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Ultramafik kayalar ise olivin, klinopiroksen, ortopiroksen, spinel, opak minerallerden ve serpantin minerallerinden oluşmaktadır. Spinel ve klinopiroksen mineral kimyası sonuçlarına göre peridotitler abisal peridotit niteliğindedirler. Mavi amfibol içeren metabazitler, sodik-kalsik amfibol, kalsik amfibol, plajiyoklaz, ak mika, sfen, kuvars ve opak minerallerden oluşmaktadır. Ofiyolit ile ilişkili taban metamorfilerinden amfibolitler, bazaltik kökenli olup, E-MORB ve OIB jeokimyasal karakterine sahiptirler. Ayrıca, dolerit daykaları IAT karakterini sergilemektedirler.

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, Ofiyolit Taban Metamorfileri Tetis, Yığışım Karmaşığı.

THE ARTOVA ACCRETIONARY COMPLEX AND ITS SIGNIFICANCE FOR THE EVOLUTION OF TETHYS OCEAN

ABSTRACT

The Artova accretionary complex in the İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) suture zone is located at the northern part of Turkey. The İAE suture zone, occurred final closure of Neo-Tethyan Ocean, separates the Sakarya zone in the north from the Kirşehir Massif and the Anatolide –Tauride blocks in the south. The Artova accretionary complex, is unconformably covered by Eocene and younger aged sedimentary units to the north. However both units have tectonic contact relationships to the south. The Artova accretionary complex is composed of serpentinite, serpentized peridotites, pyroxenites, basalts, the ophiolite related metamorphic sole rocks, pelagic and neritic sedimentary rocks which are observed as blocks and tectonic slices. The ophiolite related metamorphic sole rocks are represented by amphibolites, micaschists and marble. The ophiolite related metamorphic sole rocks and ultramafic rocks are crosscut by dolerite or gabbro dykes. The amphibolites consist mainly of amphibole, plagioclase, pyroxene, epidote, chlorite, sphene and opaque minerals. The micaschists are composed mainly of garnet, biotite, plagioclase and quartz. The dolerites/gabbros dykes comprise plagioclase, amphibole, pyroxene, sphene and opaque minerals. The ultramafic rocks consist of olivine, clinopyroxene, orthopyroxene, spinel, opaque mineral and serpentine minerals. They are similar to the abyssal peridotites, based on the mineral chemistry of spinel and pyroxenes. Blue amphibole bearing metabasites comprise sodic-calcic amphiboles, calcic amphibole, plagioclase, white mica, sphene, quartz and opaque minerals. The amphibolites of the ophiolite related metamorphic sole rocks are basaltic rocks exhibiting E-MORB and OIB geochemical characteristics. Dolerite dykes on the other hand display IAT geochemical characteristics.

Keywords: Geochemistry, The Metamorphic sole rocks, Tethys, Accretionary complex.

GİRİŞ

Kenet kuşakları boyunca ve kıtasal kabuk üzerinde eski okyanus tabanına ait ofiyolitik kayaç toplulukları ve yığışım karmaşıkları yer almaktadır. Günümüze değin, bu kayaç toplulukları üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda eski okyanusal litosferin oluşum ve gelişim süreçlerini ortaya koymak hedeflenmiştir. Jeolojik konumu itibariyle Türkiye, yığışım karmaşıklarının ve ofiyolitik kayaç topluluklarının kenet kuşakları ve kıta üzerlerinde yaygın olarak gözlemlendiği bir yerdir.

Türkiye'nin kuzeyinde, yaklaşık olarak 1100 km doğu-batı uzanımlı bir hat boyunca devam eden, İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağı yer almaktadır. İAE kenet kuşağı kuzeyde Sakarya Zonu'nu güneyde ise Kırşehir Masifi ve Anatolid-Torid platformunu birbirinden ayırmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu kenet kuşağı boyunca bir çok araştırmacı bölgenin jeolojisine katkıda bulunmak amacıyla jeokronolojik ve petrojenetik çalışmalar gerçekleştirmiştir (Çelik ve diğ. 2011; 2013; Özcan ve Aksay 1996; Topuz ve diğ. 2013a; 2013b). Çalışma alanını oluşturan Artova Yığışım Karmaşığı bu zon üzerinde yer almakta ve birim tipik yüzeylemelerini Tokat güneyinde, Artova ve civarında sunmaktadır. Artova Yığışım Karmaşığı'nı oluşturan kaya gruplarıyla ilgili yapılmış olan daha önceki çalışmalar, petrolojik incelemelerden ziyade Genel jeolojik kapsamda yapılmış olan klasik çalışmalardır. Yapılan bu çalışma kapsamında, bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmak, çalışma sahası içerisinde yer alan kayaç topluluklarını tanımlamak, birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek, petrografik ve petrojenetik analizler sonucunda bölgedeki kayaç topluluklarının kökenini açıklamak hedeflenmiştir.

1.GENEL BİLGİLER

1.2. Çalışma Yöntemi

Bu tezin hazırlanması üç aşamada gerçekleştirildi. Bu aşamalar sırasıyla; arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmalarıdır.

1.2.1. Arazi çalışmaları

Tokat iline bağlı, Artova ilçesinde bulunan inceleme alanında detaylı olarak arazi çalışmaları gerçekleştirildi. Bu çalışmalar esnasında TOKAT H36-c4, H36 d3 pafta numaralı topoğrafik haritalar kullanıldı. Bölgenin 1/25000 ölçekli jeolojik haritası yapıldı ve inceleme alanından petrografik ve petrolojik analiz amaçlı örneklemeler yapılmıştır.

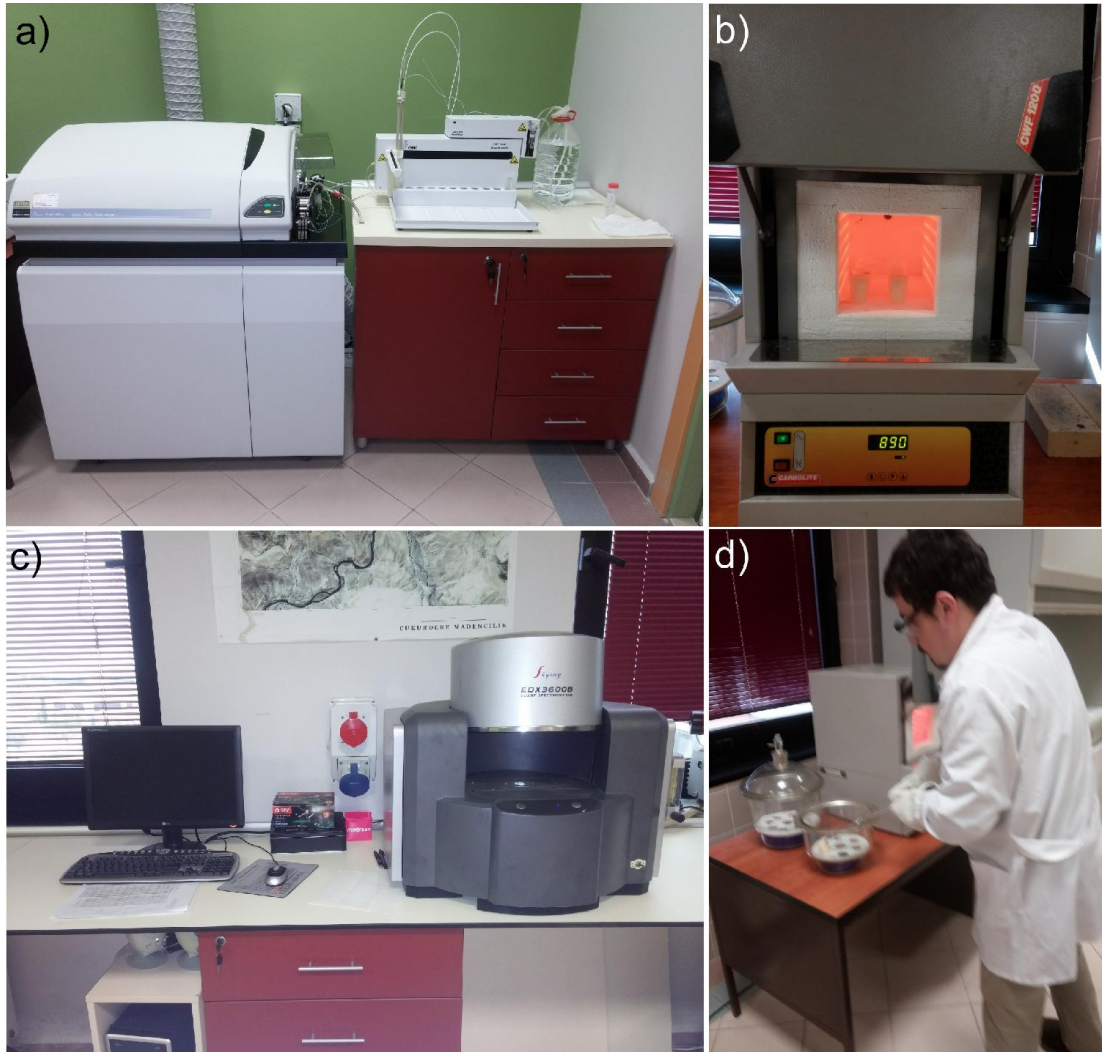
1.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Çalışma alanından derlenen 35 adet örnek Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği örnek hazırlama laboratuvarında taş kesme makinası ile kesilerek ince kesit yapılmak üzere çip haline getirildi. Hazırlanan ince kesitler Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği mikroskop laboratuvarında polarizan mikroskop altında incelendi.

Bölgeden temin edilen 35 adet örnek Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği örnek hazırlama laboratuvarında, çeneli kırıcı vasıtasıyla yaklaşık 2 mm çapına kadar kırıldı. Kırılan örnekler, RETSCH marka agat pulverizatör kullanılarak toz haline getirildi. Toz haline getirilen örnekler Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Analitik Jeokimya laboratuvarında, ICP- MS cihazı kullanılarak iz ve nadir toprak elementi ve XRF kullanılarak ana element analizleri yapıldı.

KOU Jeoloji Mühendisliği Analitik Jeokimya laboratuvarında ana, iz ve nadir toprak element analizi yapılan örneklerin içerisinde bulunan uçucu ve kristal su miktarını belirlemek üzere ateşte kayıp miktarları hesaplandı. Bunun için, daha önceden toz

haline getirilen örnekler kullanıldı. Bu örneklerden yaklaşık 2 gr tartılarak 900 °C'ye ısıtılmış kül fırın içerisine konulup, burada 2 saat boyunca kavrulmaya bırakıldı (Şekil1.1b). Kül fırından çıkarılan örneklerin sıcaklıkları, yaklaşık oda sıcaklığına ulaşınca kadar nem almasını engelleyen ve içerisinde silika jel bulunan desikatör içerisinde bekletildi (Şekil1.1d). Bu örneklerin ısıtılmadan önceki kütleleri ile ısıtıldıktan sonraki kütleleri arasındaki fark alınarak, örneklerin ateşte kayıp miktarları hesaplandı. Aradaki bu farkın, ısıtılmadan önceki örnek miktarına oranlanıp 100 ile çarpılması sonucunda, örneğin ateşte kayıp miktarı ağırlıkça yüzde olarak hesaplandı.



Şekil 1.1. (a) İz ve nadir toprak element analizlerinin gerçekleştirildiği Perkin Elmer DRC-e model ICP-MS cihazı. (b) Analiz aşamasında, eritme ve ateşte kayıp işlemlerinin yapıldığı kül fırın. (c) Ana-oksit analizlerinin gerçekleştirildiği SKYRAY EDX3600B model XRF cihazı. (d) Ateşte kayıp miktarı ölçülen örneklerin kül fırından çıkarılmasından sonra nem almayı engelleyici desikatör kap

Ana element analizleri için toz haline getirilen örneklerden 0,6 gram alınarak 3 gram spektromelt tozu (lityum tetraborat %66-lityum metaborat %34) ile homojen olacak şekilde karıştırıldı. Bu karıştırılan örnek 1100⁰C sıcaklıkta olan kül fırında yaklaşık 15 dk süreyle ergitildi. Ergitme işlemi sırasında, örnek fırına konulduktan 10 dk sonra amonyum iyodür eklenerek tekrar kül fırına yerleştirildi. Cam disk haline getirilen örneklerin SKYRAY EDX3600B model EDXRF cihazı kullanılarak analizleri yapıldı (Şekil1.1c). İz ve nadir toprak element analizleri için, toz halindeki örnekten 0.2 gram örnek ve 1.4 gram spektromelt tozu (lityum tetraborat %66 - lityum metaborat %34) kullanılarak kül fırında 1100 ⁰C de 15 dakika boyunca platinyum kroze içerisinde ergitildi. Bu ergitme işlemi esnasında örnek fırına konulduktan 10 dk sonra amonyum iyodür eklenerek, tekrar kül fırın içerisine konuldu. Tamamen ergiyik haline gelen örnek ultra saf su ile hazırlanmış hacimce %5 lik ultrasaf nitrik asit (HNO₃) içerisine aktarılarak, manyetik karıştırıcı yardımıyla numunenin asit içerisinde tamamen çözülmesi sağlandı. Çözülen örnekler Perkin Elmer DRC-e model ICP-MS cihazında analiz edildi (Şekil1.1a).

Mineral kimyası analizleri Padova Üniversitesi'nde (İtalya) Prof. Dr. Andrea MARZOLI tarafından gerçekleştirilmiştir. Analitik yöntem Çelik ve diğ., 2011'de anlatıldığı gibidir.

1.2.3. Örnekler ve gerçekleştirilen işlemler

Yığılım karmaşığı içinde yüzeyleyen metamorfitle, ultramafitle, volkanitlerden detaylı çalışmalar için örnekler derlendi. Bu örnekler üzerinde minerolojik ve petrografik, Tüm kayaç jeokimyası (Ana, İz ve Nadir toprak element analizleri) ve mineral kimyası analizleri gerçekleştirildi. Örnekler üzerinde gerçekleştirilen ilgili çalışmalar detaylı bir şekilde Tablo 1.1'de verilmiştir.

Derlenmiş olan örnekler çalışma sahası içindeki konumu, temsil ettikleri alan ve alterasyon süreçlerinden etkilenip etkilenmedikleri göz önüne alınarak seçilmiştir. Örneklerin çalışma sahası içindeki yerleri ve konumları Ek A1 ve Ek A2'de yer alan örnek noktası haritalarında detaylı bir şekilde verilmiştir.

1.2.4. Büro çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında elde edilen veriler değerlendirildi ve dijital ortamda jeolojik harita hazırlandı. Ayrıca inceleme alanı içerisinde gerekli görülen noktalardan derlenen örnekler üzerinde gerçekleştirilen, petrografik ve kimyasal

analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek yüksek lisans tezi hazırlandı.

Tablo1.1. Örnekler, koordinatları ve gerçekleştirilen analizler

ÖRNEK LOKASYONLARI VE YAPILAN İŞLEMLER					
Örnek adı	Lokasyon		İnceKesit	Jeokim.	Mineral Kim.
MA-008	255321	4440248	*	*	
MA-009	255321	4440248	*	*	
MA-011	259458	4440749	*	*	
MA-016	259370	4439882	*		
MA-017	259510	4439775	*		
MA-019	258792	4437253	*	*	
MA-020	263951	4437874		*	
MA-025	262125	4436823	*	*	
MA-026	262125	4436823	*	*	
MA-027	262107	4436864	*		
MA-029	262032	4437190	*	*	
MA-033	262417	4438514	*	*	
MA-036	262384	4438700	*	*	
MA-037	261499	4438382	*	*	
MA-039	262399	4437569	*	*	
MA-041	262509	4437875	*		
MA-042	267646	4439015	*	*	
MA-048	267483	4440499	*	*	
MA-049	267483	4440499	*	*	
MA-050	267483	4440499	*	*	
MA-055	264257	4438808	*	*	
MA-057	263574	4437790	*	*	
MA-058	263473	4437857	*	*	
MA-059	270089	4441369	*	*	
MA-060	270116	4441478	*	*	
MA-061	270105	4441563	*	*	
MA-062	270966	4441628	*	*	
MA-068	270518	4441375	*	*	
MA-069	270518	4441375	*	*	*
MA-072	270303	4441135		*	
MA-073	270303	4441135	*	*	
MA-078	269951	4441497	*		
MA-079	269951	4441497	*	*	
MA-080	269951	4441497	*		
MA-081	269951	4441497	*		
MA-082	269951	4441497	*	*	
MA-086	271610	4441195		*	
MA-098	270049	4441668	*		
MA-099	270049	4441668	*		
MA-113	255802	4440965		*	
MA-124	257188	4444003		*	
MA-125	270221	4438077	*		
MA-126	270027	4442013	*		*

1.3. Coğrafi Konum

Çalışma alanı Tokat ili, Artova ve Yeşilyurt ilçeleri arasında kalan yaklaşık 170 km²'lik alan kapsamaktadır. Çalışma sahası başlıca, Kuşçu Kasabası ile Doğanca, Doğlacık, Ağmusa, Ahmetdanışment, Poyrazalan, Kayaönü ve Çıkrık köylerini kapsamaktadır.. Çalışma alanına ana ulaşım hatları, Çamlıbel-Artova- Yeşilyurt yolu ve Tokat-Artova yolları olması nedeniyle çalışma alanı içerisine ulaşım imkanları oldukça fazladır.



Şekil 1.2. Çalışma alanı yer bulduru haritası

1.4. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma sahası kuzey Türkiye'de yer almakta ve İç Anadolu ve Karadeniz bölgeleri arasında bir geçiş iklimi göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bölgeye genel olarak yoğun bir ormanlık alan hakim değildir. Ormanın hakim olduğu alanlar, Gürardıç, Sağlıca ve Ahmetdanışment köyleri ve civarında olup, ormanlık alanların büyük çoğunluğunu meşe (Quercus), gürgen (Carpinus) ve çam (Pinaceae) ağaçları oluşturmaktadır.

1.5. Fauna

Çalışma sahası içinde çeşitli hayvan türleri bulunmaktadır. Bunlar genellikle tilki kene, domuz, tavşan, yılan, kartal gibi hayvanlardan meydana gelmektedir. Bu hayvan türlerinden kene bölgede çok sık karşılaşılmaktadır ve ısırması halinde ölümcül sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenden dolayı kene hususunda dikkatli olunmalıdır.

1.6. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanına dair yapılmış detaylı jeolojik çalışma çok sınırlı olmakla birlikte, inceleme alanını kapsayan ilk detaylı jeolojik çalışma Kuzey Anadolu Fayı Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi isimli MTA raporudur (Özcan ve diğ.,1980). Bölgede Doğu-Batı uzanımlı olarak bulunan yığışım karmaşığı, ilk olarak bu çalışma ile Artova Ofiyolitli Karışığı olarak adlandırılmıştır. Bölgenin geneline ait bazı jeolojik çalışmalar şu şekildedir;

Tatar (1977)'e göre, Çalışma alanının güneydoğusunda yer alan, Yıldızeli (Sivas) ile Çamlıbel (Tokat) arasındaki yaptığı çalışmasında, bölgedeki birimleri Akdağ Metamorfileri, ofiyolitik seri, Üst kretase sedimanter kayalar, ofiyolitik seriyi kesen asidik ve bazik sokulumlar olarak ayırmıştır. Bölgedeki ofiyolitik serinin Üst kretase öncesi olduğunu ve bu ofiyolitik serinin serpantinit, piroksenit daykları, şistleşmiş durumda olan dolerit, radyolarit, az çok mermerleşmiş kırmızı karbonatlardan oluştuğunu belirtmiştir. Bunun dışında, ofiyolitik seri içerisinde gözlemediği serpantinit, rodenjit, albit-epidotfels, yeşilşist, glokofanşist, amfibolit, granat amfibolit, mermerler ve kalkşist'in varlığından dolayı ofiyolitik serinin başkalaşıma uğradığını öne sürmüştür.

Koçyiğit (1979)'a göre Tokat güneyindeki yaptığı çalışmada, bölgenin tektonik özelliklerini ve stratigrafisini incelemiştir. Bunun sonucunda ofiyolitli ve ofiyolitsiz olmak üzere iki birlik ayırtlamıştır. Ofiyolitsiz birliği alttan üste doğru Tokat grubu metamorfiteeri, Fırınkaya formasyonu, Tekneli formasyonu ve Boyunpınar formasyonlarıyla, ofiyolitli birliği ise, Beşören ofiyolitli karışığı ile temsil edildiğini belirtmiştir. Bu ofiyolitli karışığı oluşturan kayaların Akdağ metamorfiteeri ve Tokat grubu metamorfiteerinden türemiş paleozoik yaşlı bloklar bazik ve ultrabazik, radyolarit, tuf, pembe-kırmızı renkte çamurtaşı Permilen, Triyas, Jura yaşlı bloklar ve olistolitlerden oluştuğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1981)'e göre Tokat ile Sivas arasındaki ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı isimli yapmış olduğu çalışmada, çalışma alanının kuzeyinde bulunan Tokat metamorfiteerini (yeşilist, permilen yaşlı kristalleşmiş kireçtaşı) ve Karaçayır metamorfiteerini iki üyeye ayırmıştır (kalkşist ve kuvarsit). Bu iki biriminde ofiyolitli karışık ile olan ilişkisinin tektonik olduğunu öne sürmüştür. Çalışma alanı içerisinde bulunan ofiyolitli karışığın başlıca ultramafikler, serpantiniter, gabro, diyabaz, spilit, radyolarit, amfibolit, mermer, fillit metaçamurtaşı kayalarından oluştuğunu ve bu karışığın Üst Senomanyien yaşlı kireçtaşları tarafından uyumsuz örtüldüğünü belirtmiştir. Ayrıca ofiyolitli karışığın Senomanyien-Alt Senoniyen yaş aralığında yerleştiğini öne sürmüştür.

Yılmaz (1984)'e göre Dumanlı Dağı (Tokat) ile Çeltek Dağı (Sivas) bölgeleri arasında yaptığı çalışmasında, Tekelidağ ofiyolitli karışığı içerisinde yer alan Senomanyien yaşlı kireçtaşlarının ofiyolitli karışık içinde hem blok hem de spilitik bazalatlara ile ardışık olduğunu belirtmiştir. Üst Kampanyen-Paleosen yaşlı kırıntılı kayaların ofiyolitli karışık üzerine yerel uyumsuzlukla geldiğini, Eosen yaşlı kayaların ise Üst Kretase yaşlı kayalar üzerine açısız uyumsuzlukla geldiğini ifade etmiştir.

Özcan ve Aksay (1996)'da Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel civarında gerçekleştirdikleri çalışmalarda, Tokat Masifi'nin Liyas öncesi Karakaya ve Alpin orojenezinin etkilerini taşıdıkları ve metamorfik temel üzerinde yer alan Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kayaların ise farklı dönemlerde kuzey-güney yönlü sıkışmalara maruz kaldıklarını, Artova Ofiyolitli Karışığı'nın da bu deformasyon esnasında güneyden kuzeye doğru hareket ederek yerleştiğini belirtmişlerdir.

1.7. Bölgesel Jeoloji

Türkiye, birbirlerinden kenet zonları ile ayrılan üç ana tektonik birlikten meydana gelmektedir. Bunlar, Pontidler, Anatolid-Torid Bloğu ve Arap platformudur (Ketin 1966). Bu kenet zonlarından birisi olan İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı kuzeyde Sakarya Zonu, güneyde ise Anatolid-Torid bloğu ve Kırşehir Masifi'ni birbirinden ayırmaktadır. (Okay ve Tüysüz, 1999; Şengör ve Yılmaz, 1981).

Sakarya Zonu'nu, Batıda Biga Yarımadası'ndan, Doğuda Doğu Pontidler'e kadar uzanmakta olan ve temelini Jura öncesine ait farklı yaş ve toplulukta kaya grupları meydana getirmektedir. Bu temel kayaları, Karbonifer yaşlı yüksek sıcaklık metamorfite (Topuz ve diğ. 2004; 2007; Okay ve diğ. 2006), (ii) Paleozoyik yaşlı granitoidler (Delaloye ve Bingöl, 2000; Okay ve diğ. 2002, 2006; Topuz ve diğ.,2010) ve Permo-Triyas yaşlı düşük dereceli metamorfite oluşturmuştur. (Okay ve Göncüoğlu 2004; Topuz ve diğ. 2004b; Yılmaz ve Yılmaz, 2004).

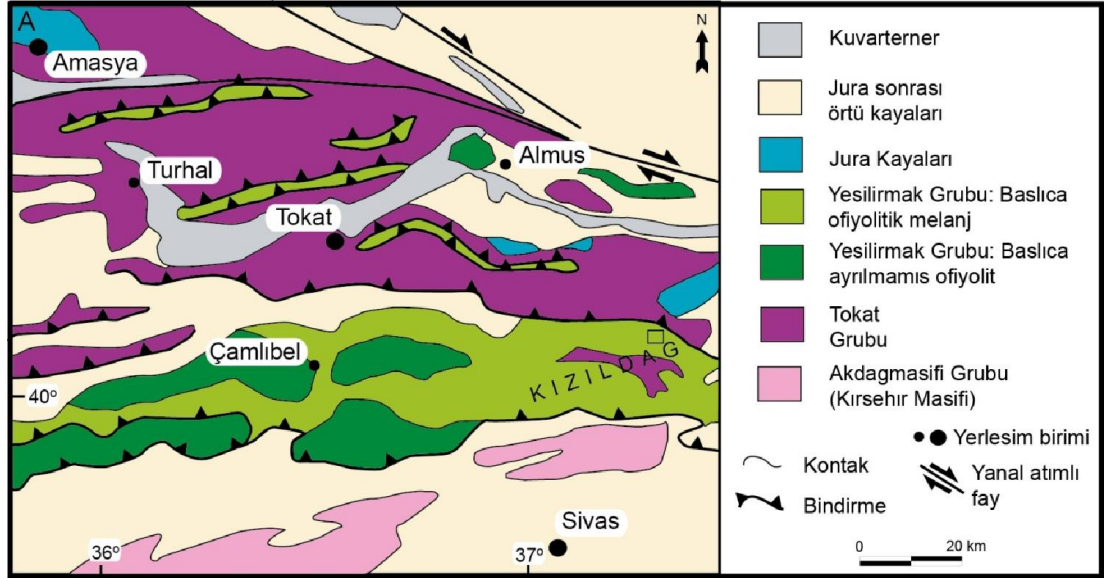


Şekil 1.3. Türkiye tektonik birlikleri ve kenet kuşaklarını gösteren tektonik haritası (Okay ve Tüysüz 1999), (İAEK: İzmir-Ankara-Erzincan kenedi, İTK: İç Torid Kenedi)

Kırşehir Masifi'nin temelini gnays, mikaşist, mermer, metakuvarsit ve kalk-silikat kayaları oluşturmaktadır (Seymen 1983). Bölgesel metamorfizma, yeşilşist-granülit fasiyesleri arasında yüksek sıcaklık-düşük basınç koşullarında gerçekleşmiş olup bu metamorfik kayalar Üst Kretase metamorfizma yaşına sahiptir (Seymen 1983; Göncüoğlu ve diğ., 1997; Whitney ve diğ., 2003; Whitney ve Hamilton 2004). Kırşehir masifinin temel birimleri Niğde, Akdağ ve Kırşehir bölgelerinde yüzülemektedir. Bu kayalar, tektonik olarak Geç Kretase yaşlı yığılım karmaşığına üzerlemektedir. Ayrıca bu birimler, yaşları 95 My ile 75 My arasında

değişen granitik kayalar tarafından kesilmektedir (Whitney ve diğ., 2003; Köksal ve diğ., 2004, Boztuğ ve diğ., 2007). Granitik sokulum kayaları ve metamorfik kayalar Üst Maastrichtiyen yaşlı kırıntılı ve karbonatlı kayalar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Seymen, 1983).

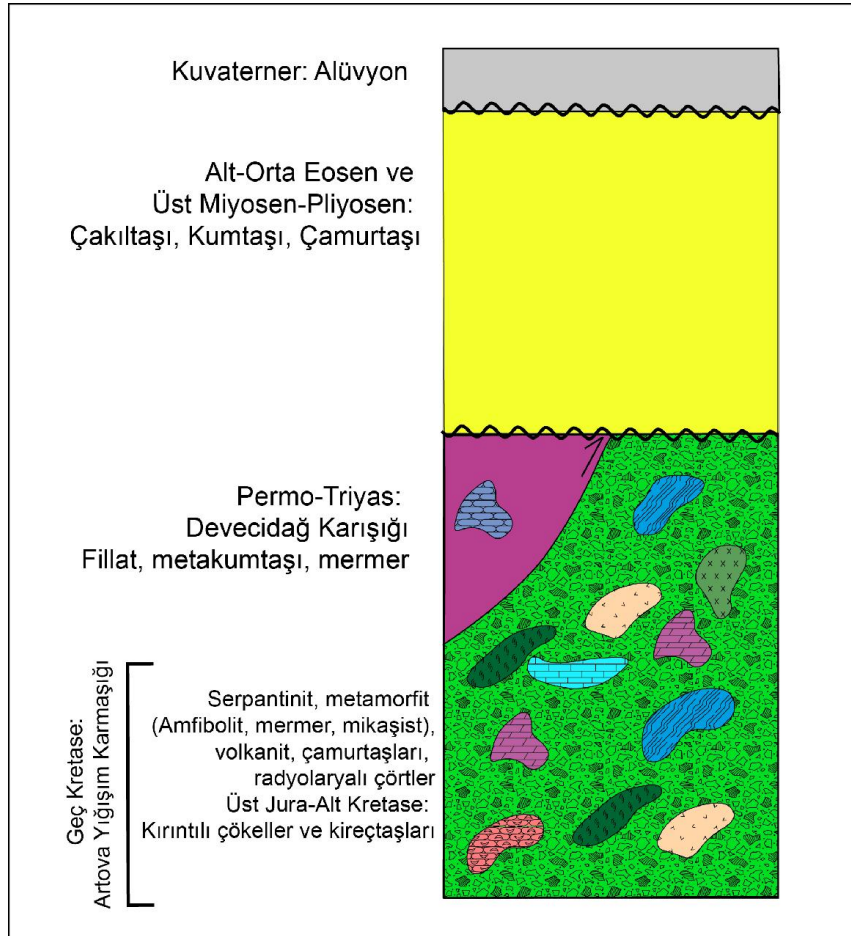
Yılmaz ve Yılmaz 2004' te Tokat Masifi Sakarya zonu içinde yer alan, doğu pontidlerin batı kesimi ile temsil edilen Permo-Triyas yaşta metamorfik bir karmaşık olarak temsil edilmektedir (Şekil1.4). Tokat masifi, Turhal metamorfikleri ve Devecidağ Karışığı olarak iki grup altında incelenmiştir. Bunlardan ilki olan Turhal Metamorfikleri metavolcano-tortul ile temsil edilmekte olup birimin alt kesimi gnays, amfibolit, ve mikaşistlerle, üst kesimi ise mika-şist, fillit, metakırıntılı, metabazit ve mermerlerden oluşmaktadır. Devecidağ karışığı ise, masifin güneyini oluşturan ve olistostromal özellikteki bir birim ile karakterize edilmiştir.



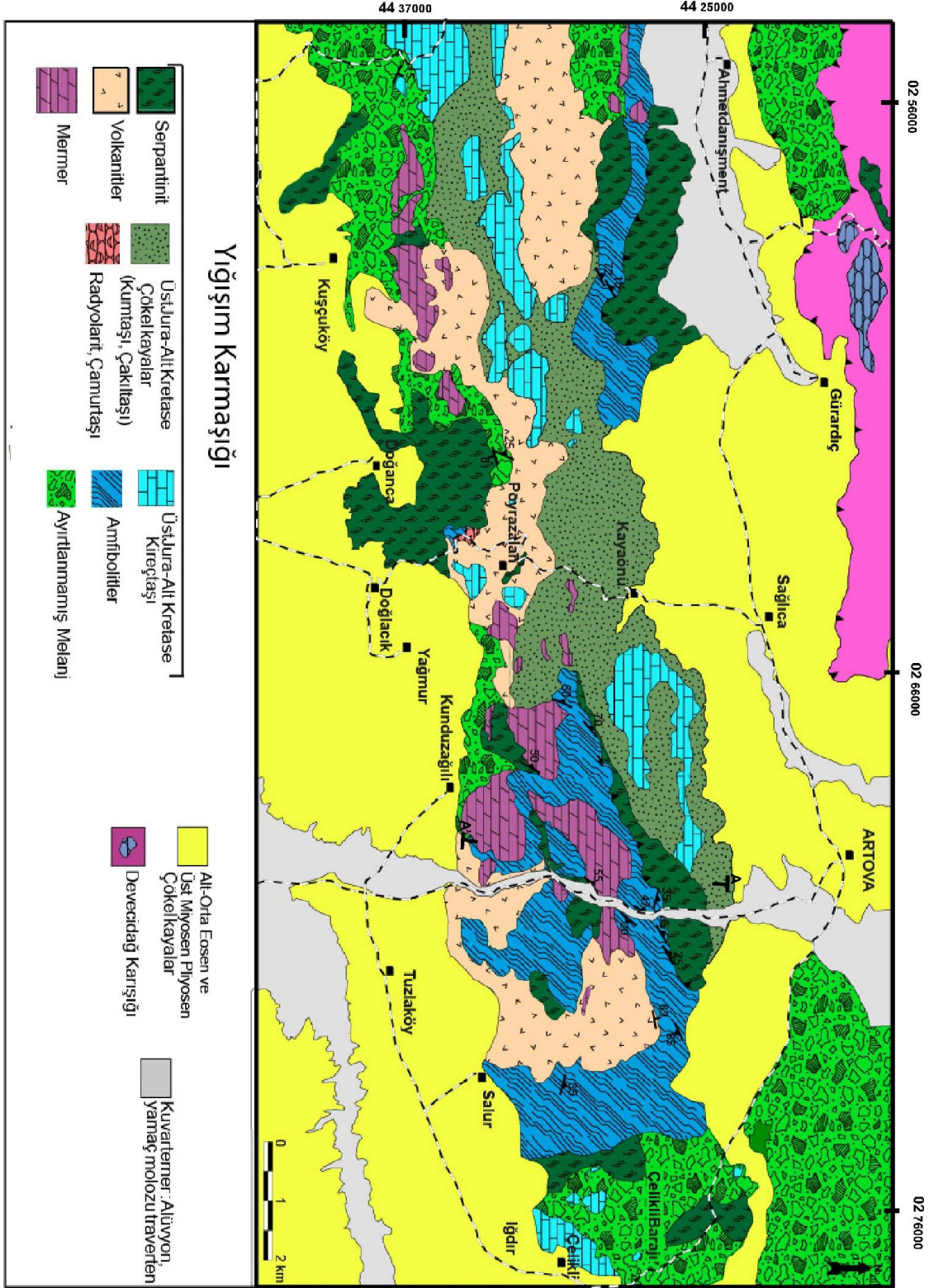
Şekil 1.4. Tokat-Sivas arasının sadeleştirilmiş genel jeoloji haritası (Yılmaz ve Yılmaz 2004'den alınmıştır)

2. GENEL JEOLJİ

Çalışma sahası olarak belirlenen Artova ve civarında birbirinden farklı oluşum koşullarında meydana gelen kayaç toplulukları yüzeylemektedir. Haritalama alanı içerisinde üç ana birim ayırtlanmıştır. Bu birimler, Geç Kretase yaşlı Artova Yığılım Karmaşığı (AYK), Paleojen-Neojen yaşlı Çökelişikla Formasyonu ve Permo-Triyas yaşlı Devecidağ Karışığı'dır (Şekil 2.1). Yığılım karmaşığı, haritalama alanında yaklaşık Doğu-Batı uzanımlı bir kuşak halinde yüzeylemektedir (Şekil 2.2). Haritalama alanının kuzey kesiminde, Eosen ve daha genç yaşlı örtü çökelleri yığılım karmaşığını yaklaşık Doğu-Batı yönlü olarak ikiye ayırmaktadır. Kuzey kesimde yer alan yığılım karmaşığı, Devecidağ karışığı tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir.



Şekil 2.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksizdir)



Şekil 2.2. Çalışma alanının 1/25000 ölçekli genel jeolojik haritası

2.1. Artova Yiğışım Karmaşığı

Artova Yiğışım Karmaşığı, okyanusal litosferin manto ve kabuk bölümünü, yitim süreçlerinde değişik derecelerde başkalaşıma uğramış metamorfitlet ile sığ ve derin denizel ortamda oluşmuş çökel kayaçların tektonik dilim ve/veya bloklar içeren bir karışiktır. Yiğışım karmaşığının baskın litojisini, tektonik dilimler şeklinde, haritalanabilir ölçekteki ultramafitlet, metamorfitlet, bazaltik volkanitlet ve Jura-Kretase yaşı çökel kayaçlar oluşturmaktadır. Bu farklı litolojiler arasındaki tektonik hatlar, yaklaşık Doğu-Batı ve Kuzeydođu-Güneybatı hatları boyunca uzanmakta olup, genellikle tektonik dokunaklar ters fay niteliğindedir. Yiğışım karmaşığının, bloklı kesimlerinin hamuru genellikle serpantinitler ve bazaltik volkanitletlerden meydana gelmektedir.

Metamorfitlet; amfibolit, granat-mikaşist, kalkşist ve mermer ile temsil edilmektedir. Metamorfitlet, çalışma sahası içerisinde en büyük dilimini Artova'nın yaklaşık 3 km güneyinde sunmaktadır (Şekil 2.2). Bunun dışında, Ağmusa köyü güneyinde büyük dilim halinde yüzlek sunan metamorfitlet, yine karmaşık içerisinde boyutları değişkenlik gösteren haritalanamayacak boyuttaki dilimler halinde de yer almaktadır. Yukarıda bahsedilen iki büyük dilim de serpantinit ve serpantinize peridotitletlerle tektonik ilişkili (Şekil 2.3) olup, yapılan ölçümler sonucunda her iki biriminde foliyasyonları birbiriyle paralellik sunduğu belirlenmiştir.



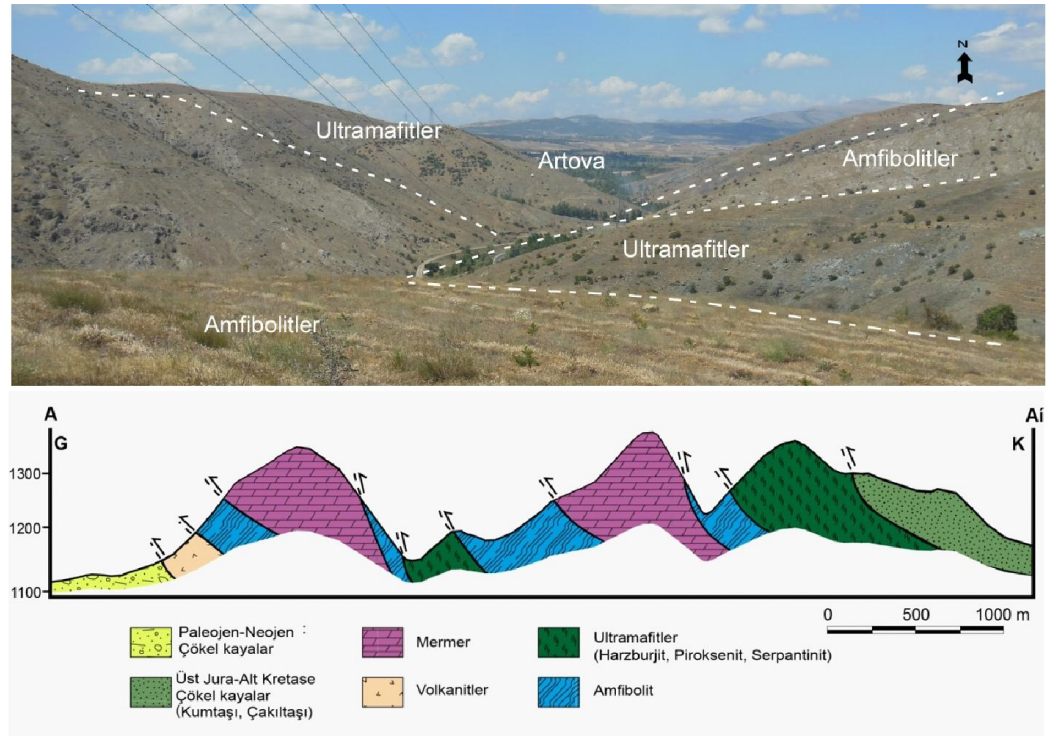
Şekil 2.3. Serpantinitler tarafından tektonik olarak üzerlenen amfibolitlerin genel görünümüleri. Ayrıca şekilde serpantinitlerin de Üst Jura – Alt Kretase yaşı kireçtaşları tarafından tektonik olarak üzerlendikleri görülmektedir. (Yer: Artova Güneyi)

Artova güneyinde yer alan metamorfik dilimden alınan jeolojik enine kesitte görülmektedir ki birimler Kuzey-Kuzeybatı yönüne eğimli ve yaklaşık dike yakın bir açıyla birbirlerinden ters fay düzlemleri ile ayrılmaktadır (Şekil 2.4). Kesit

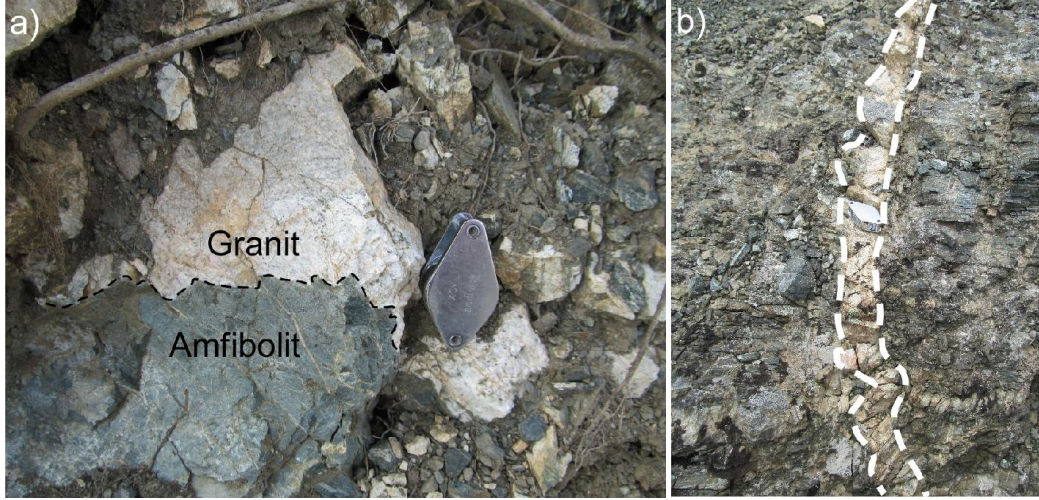
hattı boyunca yüzeyleyen birimlerin tekrarlandıkları ve ekaylı bir yapı sundukları görülmektedir.

Yığılım karmaşığı içinde yer alan metamorfik dilimlerin baskın litolojilerini amfibolitler oluşturmaktadır. Amfibolitler arazi görünülerinde bantlı yapı sunmakta ve kalınlıkları 10m'ye kadar ulaşan doleritik/gabroyik sokulum kayaları tarafından kesilmektedirler (Şekil 2.6). Doleritik kayaların haricinde amfibolitler, sadece Artova güneyinde yer alan dilim içerisinde kalınlıkları 70-80 cm'ye ulaşan granitik kayalar tarafından da kesilmektedir (Şekil 2.5). Granitler amfibolitik kayacın foliasyonunu dikine kesmektedirler. Alınan jeolojik kesit incelendiğinde amfibolitler, içerisinde serpantinit ve serpantinize peridotit dilimleri barındırdığı görülmektedir (Şekil 2.4).

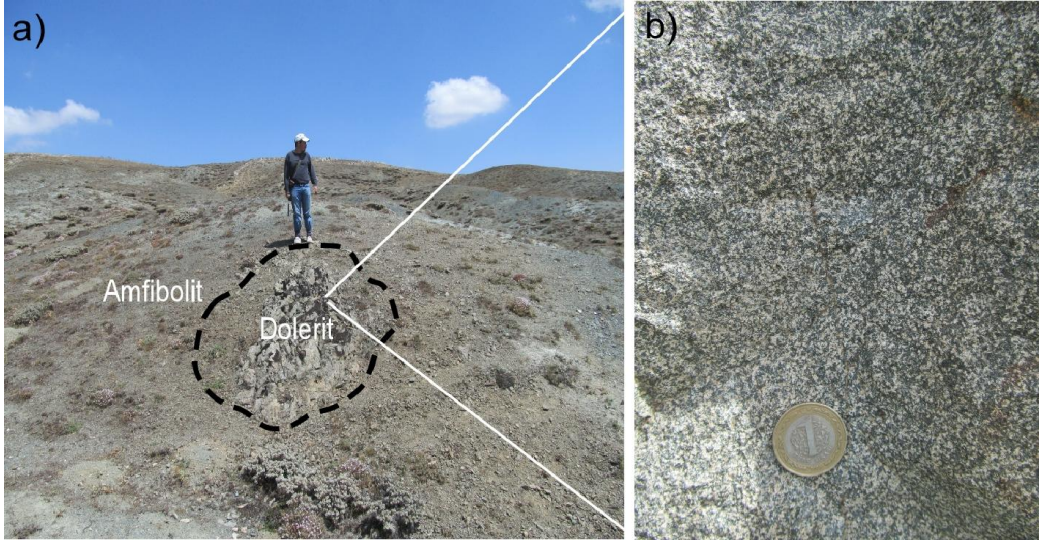
Granat-mikaşistler çalışma sahasında sadece Artova güneyinde yer alan dilim içerisinde yüzlek vermekte ve arazi görünülerinde çok ince taneli masif görümlü olup, dolerit daykaları tarafından kesilmektedirler.



Şekil 2.4. Artova güneyinde yer alan metamorfik ve ultramafik dilimin arazi görünüşleri ve Kuzey-Güney yönlü jeolojik enine kesit (A-A') (Yer: Artova 3 km Güneyi)

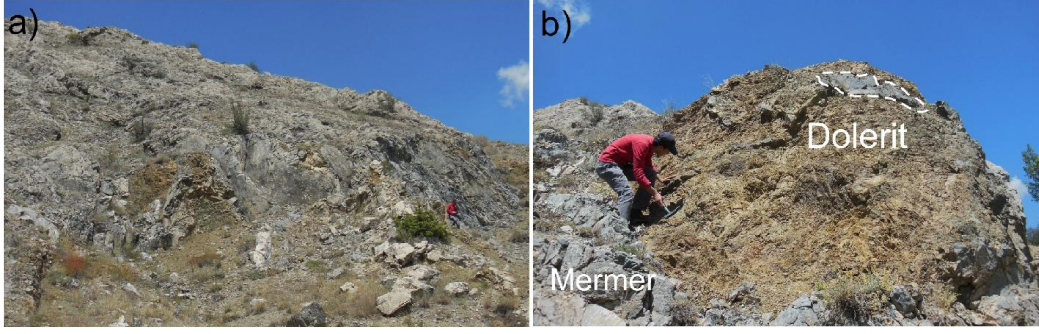


Şekil 2.5. Granit daykları tarafından kesilen amfibolitlerin arazi görünümleri (a,b) (37T 0270518, 4441375)



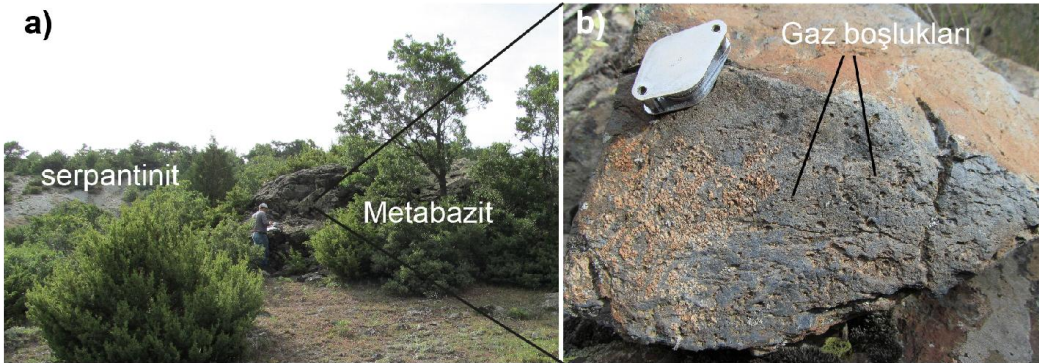
Şekil 2.6. (a) Amfibolitleri kesen dolerit daykının genel görünümü. (b) dolerit daykının yakından görünümü (37T 0272488, 4441352)

Mermerler, yığışım karmaşığı içinde çeşitli noktalarda, boyutları birkaç m'den birkaç yüz metreye kadar değişiklik gösteren tektonik dilimler halinde yer almaktadır. Mermerlerin tamamı beyaz masif yapıda ve içerisinde kalkışist seviyeleri barındırmakta olup, kalınlıkları 5-6 metreye kadar ulaşan doleritik/gabroyik dayklar tarafından kesilmektedir (Şekil 2.7a,b). Mermerlerde herhangi bir makro veya mikro fosil örneği tespit edilememiştir.

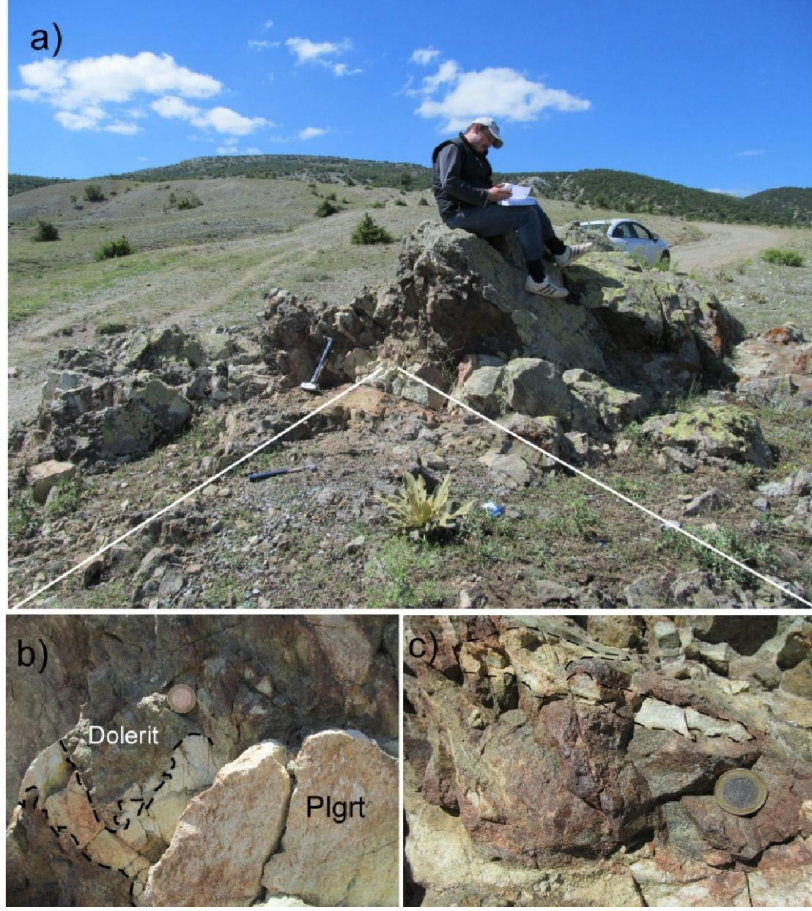


Şekil 2.7. (a,b) Mermerlerin görünümü ve mermerleri kesen dolerit daykı (37T,0264740, 4440621)

Yukarıda bahsedilen metamorfik kayalardan farklı olarak, Doğanca köyü kuzeyinde farklı başkalaşım fasiyes koşullarına sahip metamorfitle ve metamorfizma göstermeyen doleritler yer almaktadır. Dilim içinde yer alan metamorfitle serpantin hamuru içerisinde 1/25000 ölçekli haritaya işlenemeyecek boyuttaki bloklardan meydana gelmektedir. Bu metamorfik kayalardan ilki arazi görünümünde kaba taneli, bantlı yapılı, plajyoklaz minerallerinden oluşan amfibolit olarak tanımlanmıştır. Bir diğeri ise genellikle ince taneli ve masif yapılı olarak gözlenmekte ve petrografik incelemeler sonucunda sodik amfibol ve beyaz mika mineralleri içeren mavişist türü kayalar olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Bölüm 3). Bazı sodik amfibol oluşumları gözlenen metabazit bloklarının ince taneli oldukları ve ilksel dokularını korudukları tespit edilmiştir (Şekil 2.8a). Metamorfizmanın izleri gaz boşluklarında uzamalarda belirgin bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 2.8b). Serpantinitle içerisinde metamorfizma göstermeyen, doleriti kesen ve kalınlığı yaklaşık birkaç cm'den 40 cm'ye kadar ulaşan plajiyogranit daykı tespit edilmiştir (Şekil 2.9).

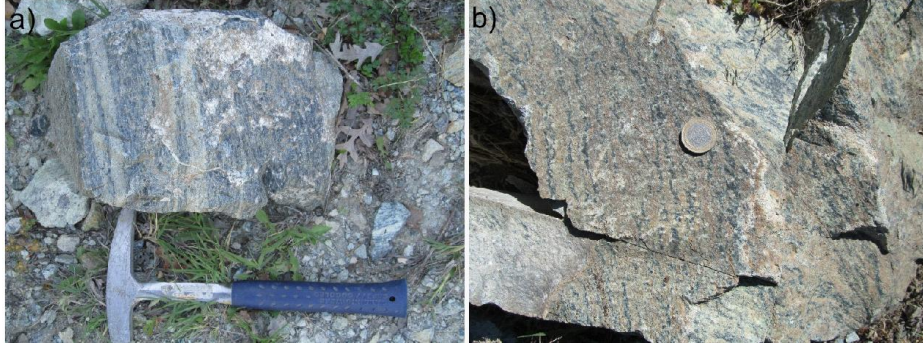


Şekil 2.8. Doğanca köyü kuzeyinde serpantin hamuru içerisinde yer alan metabazit bloğunun arazi görünümü (a), metabazitlerde gözlemlenen yönlendirilmiş gaz boşlukları (37T, 0263525, 4437794)



Şekil 2.9. (a) Doleriti kesen plajiyogranit (b,c) Plajiyogranitin (Plgrnt) yakından görünümü (37T 0262125, 4436823)

Çalışma sahasında gözlenen ultramafitlerde serpantinleşme oldukça yaygındır. Ultramafik kayalar haritalanan bölgede harzburjit, dünit, verlit ve piroksenitlerle temsil edilmektedir. Harzburjitler arazi görünümünde yeşil alterasyon rengine sahip olup, taze kırık yüzeylerinde yeşil-kara renklere olduğu görülmektedir. Piroksenitler, Artova güneyinde yer alan dilim içinde yer almakta ve arazi görünümünde yönlenme kazanmış, iri bademsi yapıya sahip piroksenler barındırmaktadır. Arazinin genelinde serpantinitle matriks konumundan ziyade tektonik dilimler halinde yer almaktadır. Sadece Doğanca köyü kuzeyinde yer alan dilim içinde, serpantinitle yığılım karmaşığının matriksi konumundadır. Serpantinitle, çalışma sahasının bir çok alanında doleritik/gabroyik sokulum kayaları tarafından kesildiği görülmektedir (Şekil 2.11). Serpantinize olmuş peridotitler ise birçok alanda yönlenme kazanmış ve deformasyon izleri taşımaktadır (Şekil 2.10 a,b).



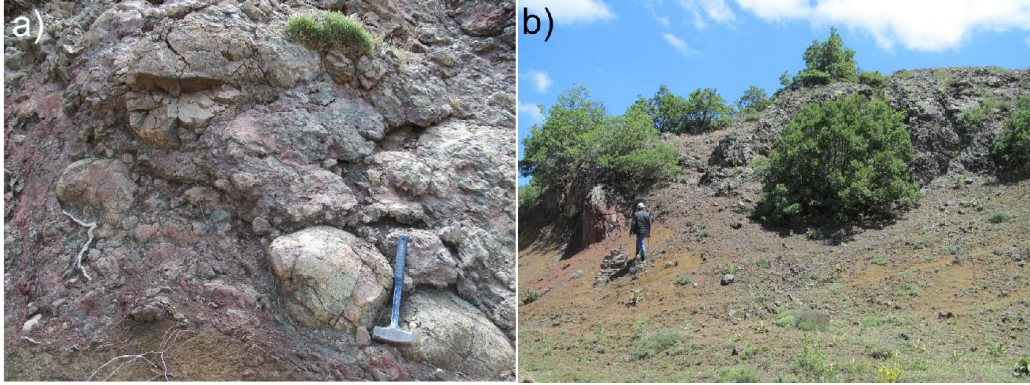
Şekil 2.10. Serpantinitlerde gözlemlenen katmanlı yapıların görünümü (a,b), (37T 0262453, 4438005)



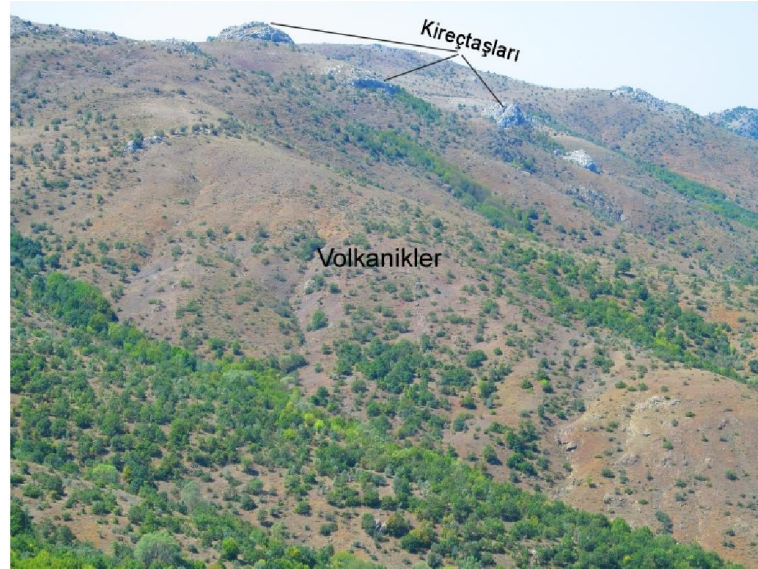
Şekil 2.11. Serpantinitleri kesen dolerit dayığı (37T, 0270105, 4441563)

Volkanitler karmaşık içinde yaygınca ve büyük dilimler halinde gözlemlenmektedir. Bunlar genellikle masif ve kırıklı çatlaklı yapılarıyla dikkat çekmektedirler. Ahmetdanışment köyü kuzeyi ve Doğlacık köyü güneyinde, büyük dilimler halinde yüzlek veren volkanitler, içinde kireçtaşı, mermer, blok ve tektonik dilimleri barındırmaktadırlar (Şekil 2.13). Volkanik kayaçlar, inceleme alanı içerisinde masif yapılı bazaltlar, spilit ve yastık yapılı bazaltlarla temsil edilmektedirler. Masif yapılı bazaltlar, Ahmetdanışment güneyinde iki büyük dilim halinde, homojen bazaltlar ve spilitler olarak yüzlek vermektedirler. Bazaltlar arazi görünümünde ve el örneklerinde taze masif yapıda gözlemlenmişlerdir. Yastık bazaltlar ise ayırtlanmamış melanj içerisinde epiofiyolitik çökellerle bir arada ara katkılı olarak bulunmaktadırlar (Şekil 2.12 a.b). Epiofiyolitik çökeller haritalama alanında ayırtlanamamış melanj birimleri

içerisinde yer almakta olup çamurtaşları, radyolaritler ve çörtler ile temsil edilmektedir.



Şekil 2.12. (a) Çamurtaşları ve volkaniklerin iç içe görünümü (b). Yastık yapılı bazaltlarının görünümü (b) (37T, 0251900, 4438603)

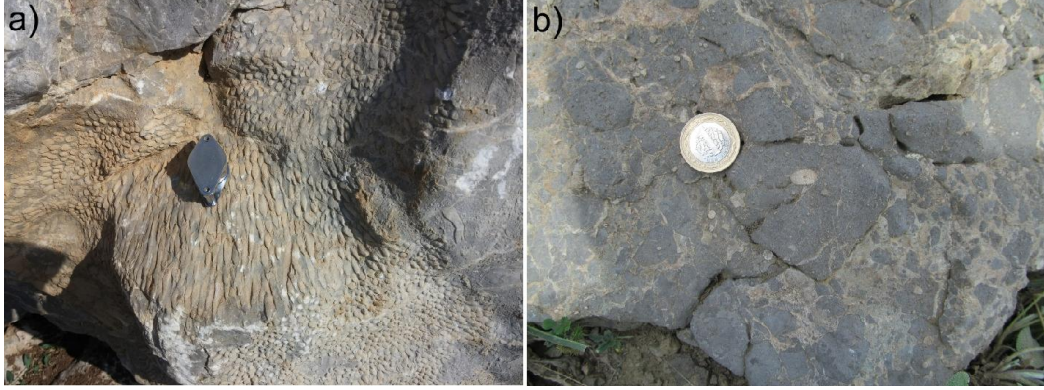


Şekil 2.13. Volkanikler ve içerisinde yer alan kireçtaşlarının görünümü (Yer: Ağmusa Güneyi)

Kırıntılı çökeller haritalama alanı içerisindeki en büyük dilim konumunda olup, çalışma alanının neredeyse en doğusundan batısına kadar uzanmaktadır. Bu birim kumtaşları ve çakıltaşları ile temsil edilmektedir. Yığılım karmaşığı içindeki yüzleklerinde tabakalı yapı sunan bu birimlerin, makro görünümünde fosil bulgusuna rastlanılmamıştır.

Karbonatlı çökeller, karmaşık içinde blok ve dilimler halinde yer almakta ve kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Haritalama alanı içinde, kireçtaşları büyük çoğunlukla kırıntılı çökeller ile beraber bulunmaktadır. Genellikle masif yapıya sahip olan kireçtaşlarında, oolitik ve biyoklastik seviyelere rastlanılmıştır (Şekil

2.14 a,b). Kireçtaşları bünyesinde makro ve mikro ölçekte fosil verisi barındırmaktadır (Şekil 2.14 a). Birimin yaşlandırılmasında çalışma sahasının doğusunda yer alan birimler ile olan litolojik benzerliklerden dolayı Yılmaz (1981)'in Üst Jura-Alt Kretase olarak nitelendirdiği yaş verileri kullanılmıştır.



Şekil 2.14. (a) Kireçtaşlarında gözlemlenmiş mercan fosillerinin görünümü (b) biyoklastik kireçtaşlarının makro görünümleri (37T 0259510, 4439775)

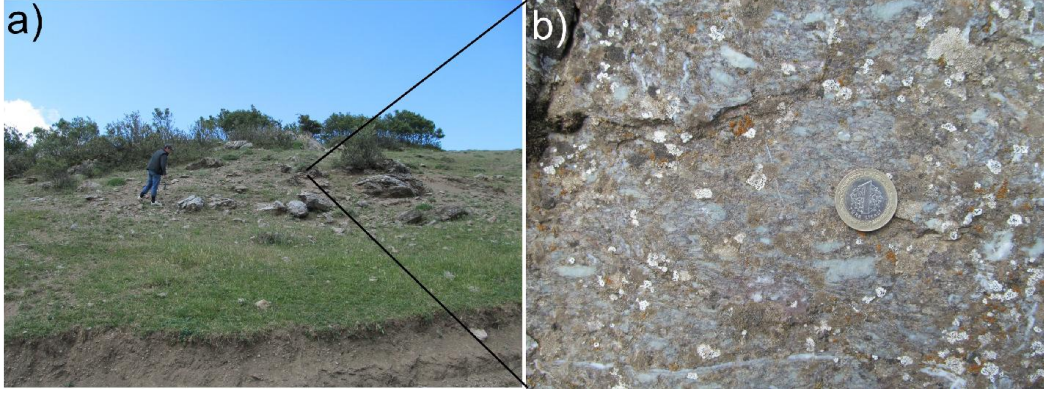
2.2. Devecidağ Karışığı

Özcan ve diğ., (1980) tarafından tanımlanan Devecidağ Karışığı tipik yüzeylemelerini Tokat-Amasya güneyinde Devecidağ bölgesinde gösterir. Birim çalışma sahası içerisinde, Sağlıca ve Ahmetdanişment köyleri (Artova batısı) arasında yer almaktadır. Birimin, Artova yığışım karmaşığı ile olan ilişkisi tektonik ve karmaşığı üzerlemektedir (Şekil 2.2). Çökelikışla Formasyonu ise birimin tektonik olarak altında yer almaktadır.

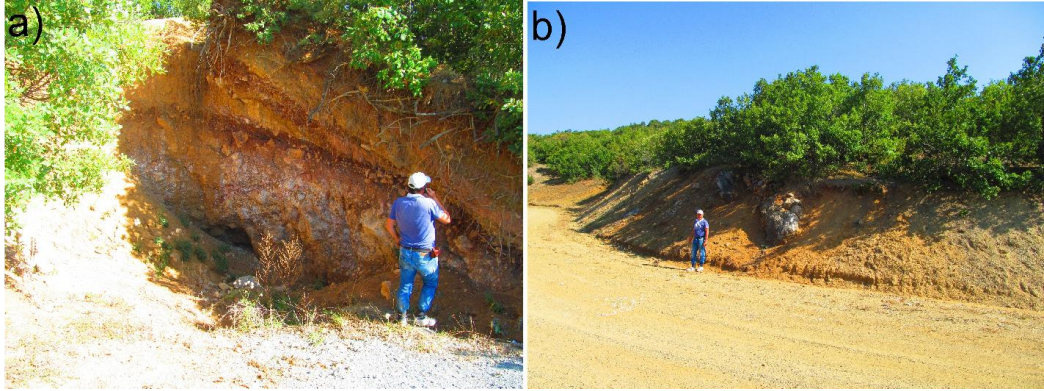
Devecidağ Karışığı, çalışma sahasında, düşük dereceli meta-kırıntılılar (meta-şeyl, sleyt, fillat) çakıltaşı blokları, radyolaritler, serpantinitle ve mermerlerle temsil edilmekte olup, birimin yaşı Permo-Triyas (Özcan ve diğ.,1980) olarak belirlenmiştir. Birim çalışma sahası içinde, çok deforme, kataklastik ve tektonik bir karmaşık konumundadır. Birimin baskın litolojisini sleyt ve fillatlar oluşturmaktadır. Baskın litolojiyi oluşturan sleyt ve fillatlar genel olarak, ince yapraklanma sergilemekte ve makaslanmış bol kırıklı görünümüleri ile dikkati çekmektedir (Şekil 2.15 b). Çakıltaşlarının boyutları yaklaşık birkaç cm'ye kadar ulaşmakta ve kötü boylanma sergilemektedir (Şekil 2.16 a,b).

Mermerler, beyaz renkte, masif yapılıdır ve litolojik olarak Artova Yığışım Karmaşığı içinde yer alan mermerler ile farklılık sergilemektedirler. Yığışım karmaşığı içinde yer alan mermerler doleritik ve gabroyik sokulum kayaları

tarafından kesilirken, Devecidağ karışığı içinde yer alanlarda ise böyle bir durum söz konusu değildir.



Şekil 2.15. Devecidağ karışığına ait mermerler ve düşük dereceli metamorfiklerin genel (a) ve yakından görünümü (b) (37T 0251392, 4442962)

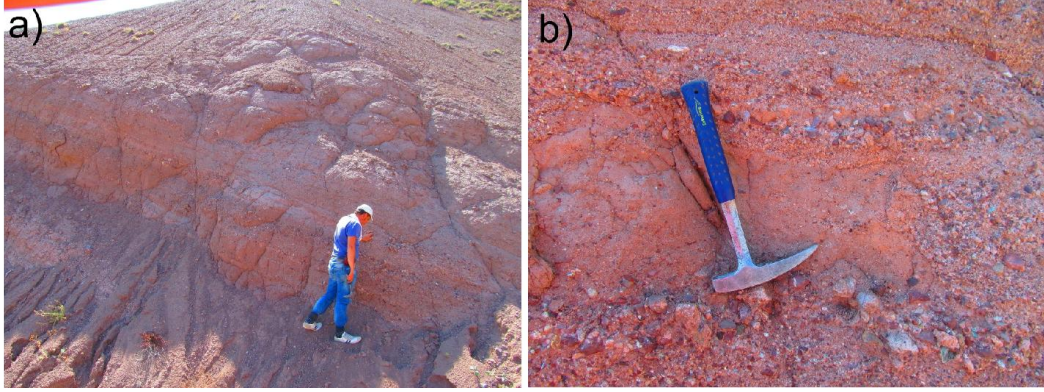


Şekil 2.16. Devecidağ karışığına ait çakıltaşları genel (a) ve yakından (b) görünümü (37T 0258544, 4444997)

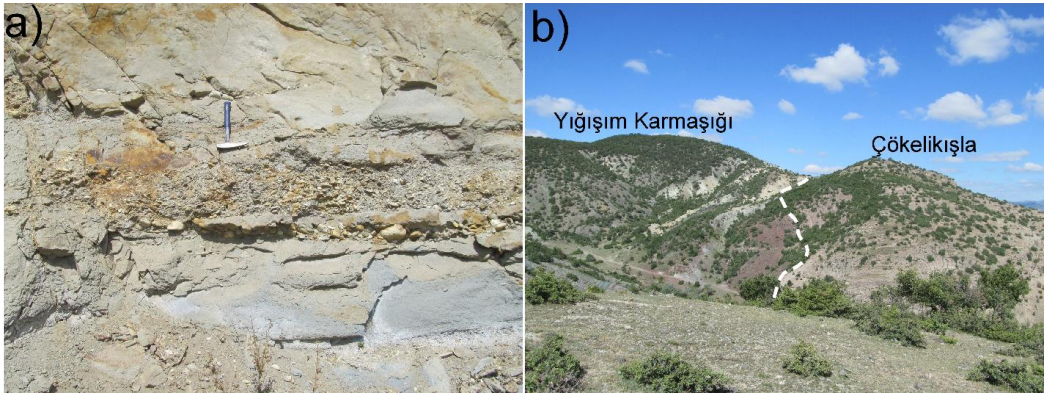
2.3. Çökelikışla Formasyonu

Çökelikışla formasyonu (Özcan ve Aksay, 1996) çalışma sahası içinde geniş bir yayılıma sahip olup, Eosen ve daha genç yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn ve killi seviyeler ile temsil edilmektedir (Özcan ve Aksay, 1996). Birim güneyde Artova yığışım karmaşığını açısız uyumsuzlukla örtmekte ve Devecidağ Karışığı'nın tektonik olarak altında yer almaktadır (Şekil 2.18b), kuzeyde ise bu formasyon yığışım karmaşığının tektonik olarak altında yer almaktadır. Birim çalışma sahasının kuzeyinde ve güneyinde litolojik olarak farklılık sergilemektedir. Kuzeyde açık renkli, kumlu, killi ve çakıllı seviyeler halinde yüzlek vermekte olup, güneyde ise kırmızı renkli bol çakıllı olarak tespit edilmiştir (Şekil 2.17a,b). Çakılların çapları yaklaşık olarak 1mm ile 8 cm arasında değişiklik göstermektedir. Çakılların türleri genel olarak, serpantin, peridotit, gabro,

volkanit ve mermerleri kapsamaktadır. Kuzeyde ve güneyde yer alan birimler litolojik olarak benzerlik sunmakta ve aralarındaki renk farklılığının sebebinin matriks etkisi olduğu düşünülmektedir (Şekil 2.17 a). Düzenli bir derecelenmeye sahip olmayan genç çökellerde, tanelerin yuvarlaklıkları ve boylanmaları kötü veya köşelidir. Birim içerisinde herhangi bir makro veya mikro ölçekte fosil verisine rastlanılmamıştır.



Şekil 2.17. Çökelikışla Formasyonuna ait kırmızı renkli çökellerin genel (a) ve yakından (b) görünümü (37T 0258407, 4442782)



Şekil 2.18. (a) Yığışım karmaşığının güneyinde yer alan Çökelikışla formasyonunun genel görünümü (b) Artova Yığışım Karmaşığı ile olan dokunağı (Yer: Doğanca köyü kuzeyi)

3. PETROGRAFI ve MİNERAL KİMYASI

3.1. Mineroloji ve Petrografi

Farklı kaya topluluklarının petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla çalışma sahası içinde yer alan metamorfitletlerden, volkanitlerden, ultramafiklerden, metabazitlerden ve doleritik/gabroyik kayalardan derlenmiş olan 31 adet örneğin ince kesitleri mikroskop altından incelendi. Minerolojik, dokusal özellikleri ve çalışma sahası içinde temsil ettikleri alana göre seçilmiş olan 2 adet örnek (Harzburjlit, MA-126 ve Amfibolit, MA-069) üzerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirildi. İçerdikleri mineral türleri, örnek numarası ve inceleme sonuçları ekte yer alan tabloda ve yazı içinde detaylı olarak anlatılmıştır.

3.1.1. Amfibolitler

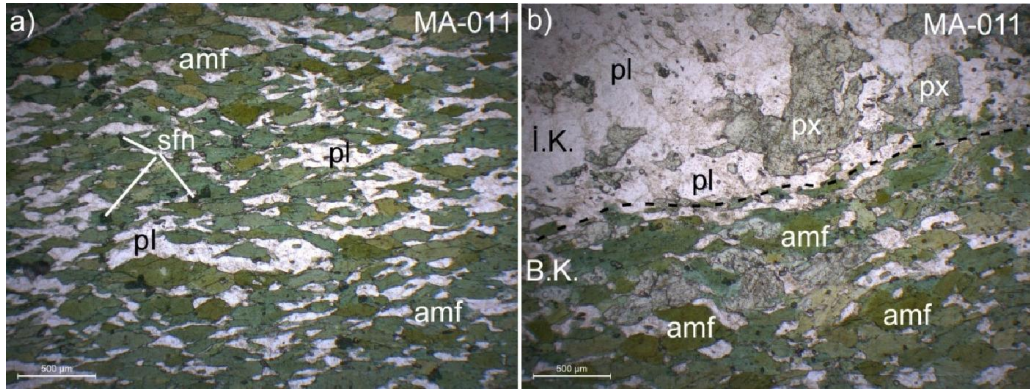
Artova yığışım karmaşığı içinde yer alan metamorfitletlerin baskın litolojisini oluşturan amfibolitik kayalardan derlenen 9 adet amfibolit ve 1 adet granat-mikaşist (Tablo 3.1) örnekleri üzerinde petrografik incelemeler gerçekleştirildi. Derlenen örneklerin minerolojik ve dokusal özellikleri tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Amfibolitlerin ve Granat-mikaşistin mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri

Örnek	Kayaç Adı	Doku	amf	px	plj	Cal	bio	grn	Chl	ep	qtz	sfn	prh	opq
MA-062	Amfibolit	Granoblastik	X	X	X				X			X		X
MA-011	Amfibolit	Nematoblastik	X	X	X				X	X		X		X
MA-048	Amfibolit	Granoblastik	X		X						X			
MA-079	Amfibolit	Nematoblastik	X		X									X
MA-060	Amfibolit	Granoblastik	X	X	X								X	X
MA-036	Amfibolit	Granoblastik	X	X	X									X
MA-069	Amfibolit	Nematoblastik	X		X									X
MA-059	Amfibolit	Granoblastik	X		X	X							X	X
MA-073	Amfibolit	Nematoblastik	X		X									X
MA-125	Granat-mikaşist	Grano-porfiroblastik					X	X			X			X

Amfibolitler başlıca, ince, kaba taneli, masif ve bantlı yapı sunmakta olup, nematoblastik, granoblastik ve grano-porfiroblastik doku sergilemektedirler. Amfibolitleri oluşturan mineral birliktelikleri bolluk sırasına göre, amfibol, plajiolaz ± piroksen, ± epidot, ± sfen (titanit), ± klorit, ± kuvars ve opak minerallerdir (Tablo 3.1).

Prehnit ve kalsit mineralleri ise amfibolitlerin boşluk ve çatlaklarında yer alan ikincil minerallerdir. Kayaçların genelinde içinde barındırdığı felsik ve mafik mineraller paralel dizilim göstermektedir (Şekil 3.1a,b). Amfibolitlerin bir çoğunda belirgin bir yönlenme ve makaslanma tespit edilmiştir (Şekil 3.2b). Plajiyoklazlar genel olarak öz şekilli ve yarı özşekilli olup, tane boyları (~0,05 mm-0,5 mm) değişiklik göstermektedir. Plajiyoklazların bazılarında kil minerallerine (ör. serisit) dönüşümler mevcutken, bazıları ise özşekilli ve polisentetik ikizlenmeler ayırt edilebilmektedir. Plajiyoklazların içinde kapanım halinde ince, çubuksu amfibol mineralleri yer almaktadır (Şekil 3.2 b), bu amfibol mineralleri gösterdikleri optik özellikler itibarıyla aktinolit bileşimine sahiptirler.

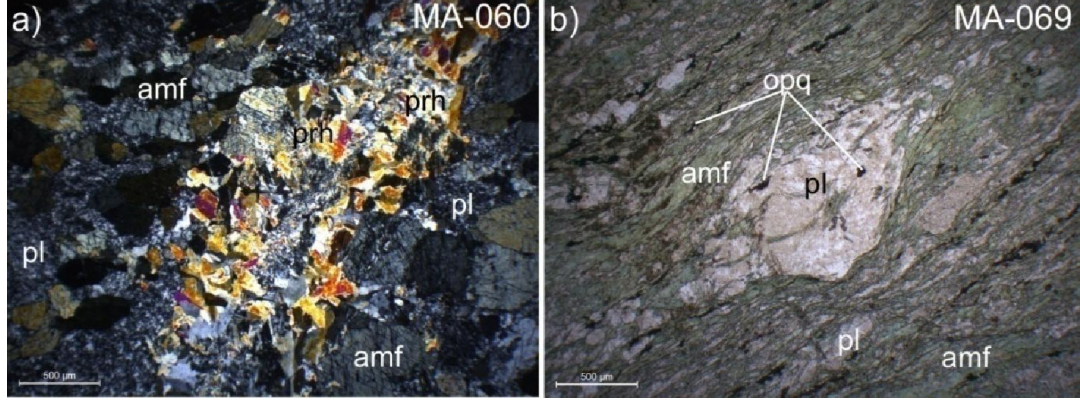


Şekil 3.1. (a,b) Amfibolitlerde gözlenen nematoblastik doku ve mineral birliktelikleri. (Doğal ve Polarizan ışık altında) (Kısaltmalar: B.K.; Birinci Kısım, İ.K.; İkinci Kısım)

Amfibol mineralleri kayaçların içinde, yarı öz şekilli ve özşekilli olup değişik boyutlar (~0,05mm - 0,5mm) sergilemektedirler. Amfibol minerallerinin uzun eksenleri birbirine paralel olarak uzamakta ve kayaçlardaki lineasyonu tanımlamakta olup plajiyoklazlar ile beraberlik sunmaktadırlar (Şekil 3.1a). Amfiboller yeşil ve kahverengi pleokroizmasıyla ayırt edilmektedir. Özşeklini korumuş amfibollerin bazılarında çift yönlü dilinimler ayırt edilebilmektedir. Epidotlar, amfibollerin içinde çok ince taneli biçimde görülmekte ve yüksek optik engebesi ile tanımlanmaktadırlar. Bunun dışında, amfibol mineralleri içinde yer alan piroksenler kalıntı halde yer almaktadırlar.

Diğer amfibolit örneklerinden farklı olarak MA-011 numaralı iki farklı kısımdan meydana gelmektedir (Şekil 3.1b). Birinci kısım iyi bir lineasyon ve foliyon göstermekte olup, amfibol ve plajiyoklaz minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 3.1a). İkinci kısım ise piroksen ve plajiyoklaz minerallerinden meydana gelmekte olup, belirgin herhangi bir yönlenme sergilememektedir. Bu durum kayaçta

iki farklı dokusal özelliğe neden olmaktadır. İkinci kısmı oluşturan mineraller genel olarak birinci kısımda yer alan minerallere göre daha iri tanelidir (Şekil 3.1b). İkinci kısımda yer alan piroksen minerallerinden bazıları içerisinde amfibol kapanımları barındırmaktadır. Bunun dışında yine aynı kesimde küçük amfibol damarcıkları yer almaktadır. Tam olarak sınır bölgesinde yer alan ve iri tane boyuna sahip amfibol minerallerinin çeperlerinde kemirilmeler gözlemlenmiştir (Şekil 3.1b).



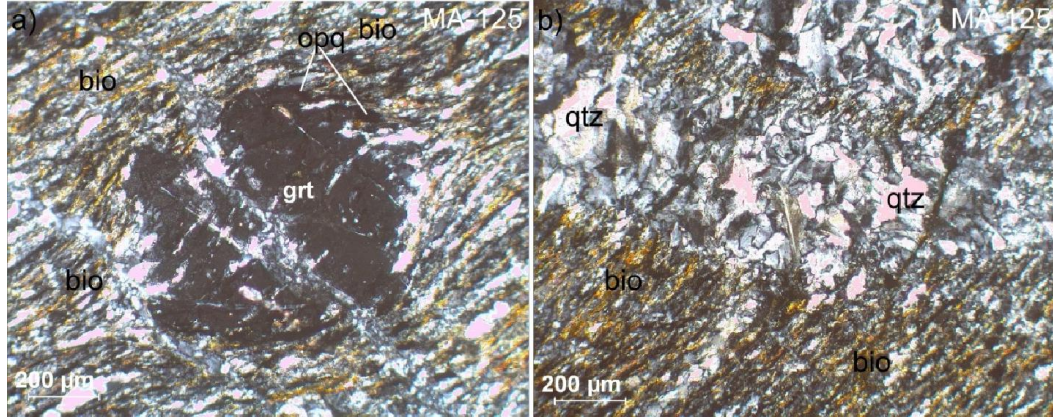
Şekil 3.2. Amfibolitlerde gözlenen prehnit damarları (a) ve makaslanma (b) (Doğal ve Polarizan ışık altında)

3.1.2. Granat-mikaşistler

Mikaşistler yığışım karmaşığı içinde sadece Artova güneyindeki metamorfik dilim içinde yer almakta ve arazi görünülerinde çok ince taneli, masif koyu renktedirler. Araziden granat-mikaşistleri temsilen MA-125 numaralı numune seçilmiş olup, mineral bileşimi ve dokusal özellikleri amfibolitler ile beraber Tablo 3.1'de verilmiştir. Petrografik incelemelerinde, mineral modal bolluklarına göre biyotit, kuvars, granat ve opak minerallerden meydana geldiği tespit edilmiş olup, grano-porfiroblastik doku sergilemektedirler. Ayrıca, kuvars ve plajiyoklaz mineralleri kayacın deformasyona uğramış kısımlarında foliasyonu dikine kesen hatlar boyunca ikincil damarlar olarak yer almaktadırlar.

Biyotit mineralleri, ince taneli kahverengi pleokraizmasıyla ayırt edilmekte ve yönlü uzamalar göstermektedir. Biyotitler, kayaç içinde modal olarak en fazla yer alan mineral olup, çubuksu görünümüleriyle dikkat çekmektedirler. Kuvars mineralleri, biyotitler ile beraber yer almakta ve çok ince taneli (~0,05mm-0,1mm) olarak gözlemlenmektedirler (Şekil 3.3 a,b). Foliasyonu dikine kesen kuvars ve plajiyoklaz minerallerinin kalınlıkları yaklaşık 0,5 mm'ye kadar ulaşmaktadır. Granat mineralleri kayaç içinde, iri porfiroblastlar (~1mm) halinde yer almaktadır (Şekil 3.3a). Ayrıca

granat mineralleri içerisinde foliasyona paralel olarak uzanan kuvars ve plajyoklaz kapanımları yer almaktadır (Şekil 3.3a).



Şekil 3.3. Granat mikaşistte gözlenen granat porfiroblastı (a) ve kuvars damarının (b) doğal ışık altındaki görünümü

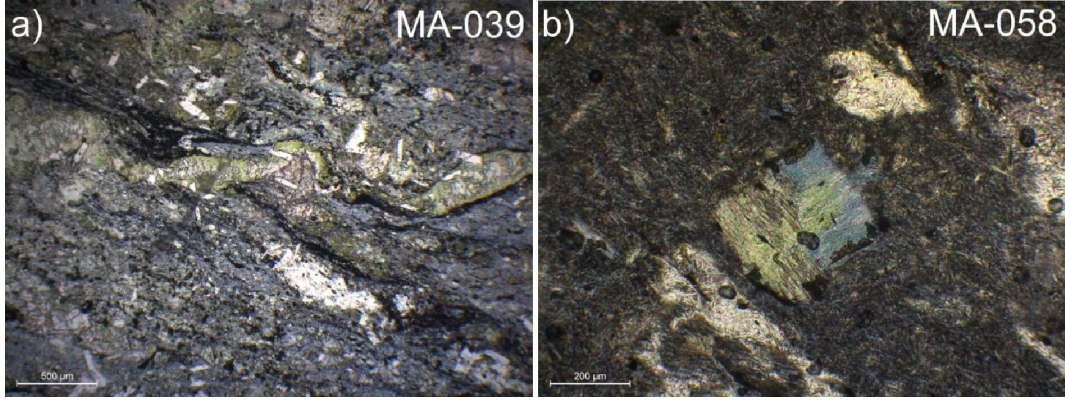
3.1.3. Mavi amfibollü metabazitler

Arazi görünümünde ince taneli, masif, iyi yönlenme ve yüksek deformasyon izleri (ör. buruşma klivajı) taşıyan kayalar ince kesit görünümünde sodik-kalsik (Na/Ca) amfibol, kalsik (Ca) amfibol, kuvars, ± plajyoklaz, ± beyaz mika (fengit, muskovit), ± sfen ve ± opak mineral bileşimine sahiptirler (Tablo 3.2). Kalsit, prehnit ve klorit mineralleri kayacın boşluk ve çatlaklarında yer alan ikincil ve alterasyon mineralleridir (Şekil 3,4 b). Metabazitler dokusal özellikleri bakımından granoblastik, porfiroblastik ve nematoblastik doku sergilemektedirler.

Tablo 3.2. Mavi amfibollü metabazitlerde gözlenen mineral parajenezi ve dokusal özellikler

Örnek	Kayaç Adı	Doku	glt	cpx	amf	qtz	sfn	ms	pl	prh	cal	chl	opq
MA-029	Metabazit	Granoblastik	x		x	x			x			x	x
MA-039	Metabazit	Nematoblastik	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
MA-058	Metabazit	Grano-porfiroblastik	x		x	x			x			x	x

Tüm örnekler iyi bir yapraklanma göstermemektedir. Sadece MA-039 numaralı örnek iyi derecede yapraklanma sergilemekte ve buruşma klivajları net bir şekilde ayırt edilebilmektedir (Şekil 3.4a). Amfiboller, kloritler ve opak mineraller diğerlerinden farklı olarak bu örnekte paralel uzanımlar sergilemektedirler.



Şekil 3.4. Metabazitlerde gözlenen buruşma klivajı (a), ve sodik amfibollerden itibaren kalsik amfibol gelişimleri (b) (Doğal ve Polarizan ışık altında)

Kayaçların içinde genel olarak, kalsik (Ca) amfibol ve mika mineralleri kaba taneli, plajiyoklaz, kuvars ve sodik-kalsik amfiboller ise ince tanelidir (Şekil 3.5 a,b). Sodik-kalsik amfibollerin neredeyse tamamı deformasyondan dolayı öz şeklini kaybetmiş ve kalsik amfibollerin çeperlerinden itibaren sodik amfibol (mavi amfibol) gelişimleri oluşmuştur (Şekil 3.4b). Kuvars mineralleri kayacın bünyesinin haricinde, kalınlıkları yaklaşık olarak 0,05 mm'ye ulaşan ve foliasyonu dikine kesen damarlar şeklinde de yer almaktadır.

Mika mineralleri genel olarak, ince tane boyuna (~0,01 mm) sahip, çubuksu görünüşleri ile dikkat çekmektedirler ve bazıları öz şeklini korumuş iken bazıları tamamen ayrışmaya maruz kalmışlardır. Kayaçların bünyesinde mavi amfibolün (sodik amfibol) varlığı, bu kayaçların basınç vurgulu bir başkalaşıma uğradıklarını göstermektedir.



Şekil 3.5. Metabazitlerin arazideki genel görünüşleri (a), Metabazitlerin dokusal görünümü ve glokofan mineralleri (b,c) (Doğal ve Polarizan ışık altında)

3.1.4. Ultramafitler

Artova yığışım karmaşığı içinde yer alan ultramafiklerden, nispeten taze olan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiş olan petrografik çalışmalar sonucunda, mineral modal bolluklarına göre verlit, harzburjit, piroksenit ve serpantinit bileşimine sahip kayalar oldukları belirlenmiştir (Tablo 3.3).

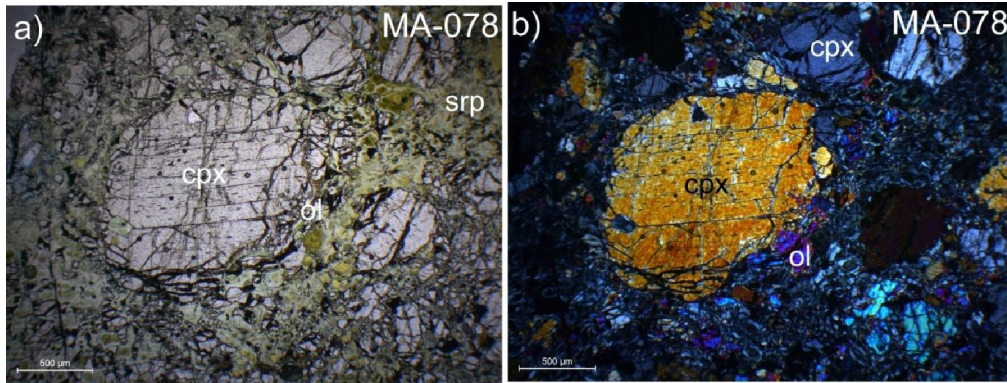
Tablo 3.3. Ultramafitlerin mineral birliktelikleri ve dokusal özellikleri

Örnek	Kayaç Adı	Kayaçın Dokusu	ol	opx	cpx	srp	spn	chl	cal	opq
MA-076	Piroksenit	Granüler	x	x	x	x	x			
MA-078	Verlit	Granüler	x		x	x		x		x
MA-098	Klino-piroksenit	Granüler		x	x	x		x		x
MA-126	Harzburjit	Granüler	x	x		x	x			x
MA-027	Serpantinit	Elek Dokusu				x			x	
MA-041	Serpantinit	Elek Dokusu				x			x	

Verlittler (MA-078), bünyesinde olivin, klinopiroksen, ortopiroksen, spinel ve opak mineralleri barındırmaktadır. Klinopiroksen mineralleri, genel olarak ince ve boyuna (~0,05mm) sahip olup, boyutları değişkenlik göstermektedir. Ayrıca, iri fenokristaller (~1mm) halinde de yer almaktadır. Klinopiroksen fenokristallerinin çepelleri boyunca tektonizmaya işaret edebilecek yaklaşık olarak 30°'lik açığa sahip bir yönelme

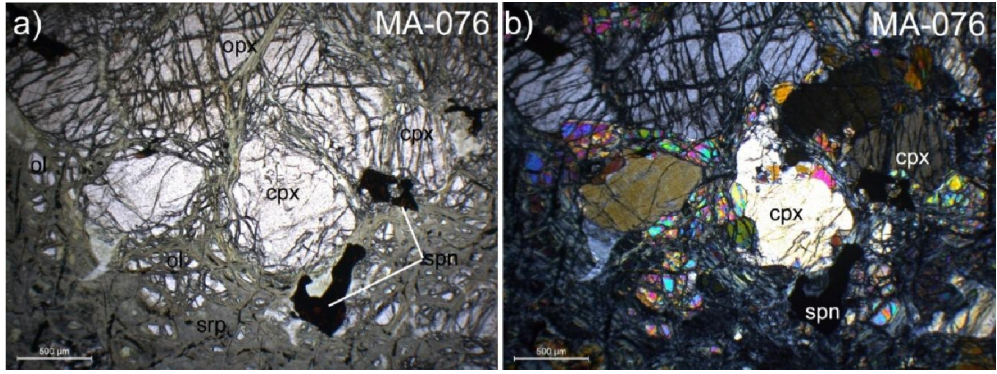
olup, makaslanma izleri ve fenokristallerin çeperlerinde kırılmalar yer almaktadır (Şekil 3.6a,b). Ortopirosen mineralleri kayaç içinde az oranda yer almakta (~ %5) ve ayrışma izleri (serpantinleşme) taşımaktadır. Piroksen minerallerinin kayaçtaki deformasyonlar nedeniyle dalgalı sönme gösterdikleri tespit edilmiştir. Olivinler genel olarak ince ve orta taneli olup, kloritleşmeler ve serpantinleşmeler görülmektedir.

Petrografik olarak piroksenitik bileşime sahip olan örnek (MA-076) klinopiroksen, ortopirosen, klorit, olivin ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 3.7a,b). Olivin mineralleri kayaç bünyesinde tali oranda (>%5) bulunmaktadır. Olivinlerin neredeyse tamamı ayrışmaya uğramış ve çok ince taneler halinde yer almaktadırlar (Şekil 3.7a). Ayrıca, piroksen minerallerinin kayaçtaki deformasyonlar nedeniyle dalgalı sönme gösterdikleri tespit edilmiştir.

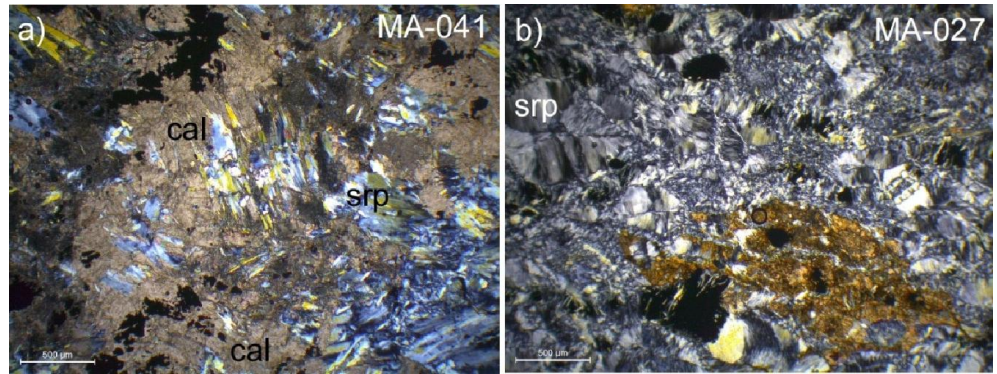


Şekil 3.6. Ultramafiklerdeki klinopiroksen minerallerinde gözlemlenen kataklastik doku (Polarizan ışık(a))

Kayaç bünyesinde % 70'den fazla serpantin minerali içeren ultramafik kayaçlar serpantin olarak adlandırılmışlardır. Bu kayaçlar (MA-027, MA-041) genel olarak serpantin minerallerinin yanı sıra kalsit minerallerinde bünyesinde barındırmaktadır (Şekil 3.8a). Dokusal olarak elek dokusu net bir şekilde gözlemlenebilmektedir (Şekil 3.8 b). Modal bolluğuna göre harzburjitik bileşime sahip ve kısmen taze olan örnek (MA-126), olivin, ortopirosen, Cr-spinel minerallerinden meydana gelmektedir. Olivinler de kloritleşmeler olağandır ve ortopirosen mineralleri içerisinde klinopiroksen kusmaları bulunmaktadır.



Şekil 3.7. Piroksenitlerde gözlemlenen mineraller (a) ve klinopiroksen porfiroblastları (b) (Doğal ve Polarizan ışık altındaki görünüşleri)



Şekil 3.8. Serpantinitlerde gözlemlenen kalsit ve serpantin minerallerinin polarizan ışık altındaki görünüşleri (a,b)

3.1.5. Doleritik/gabroyik sokulum kayaları

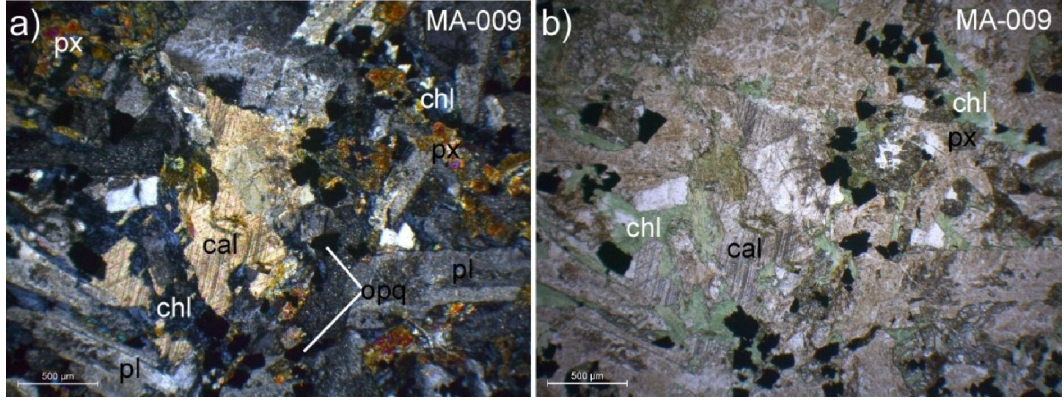
Yığılım karmaşığı içinden derlenen gabroyik ve doleritik sokulum kayaları üzerinde gerçekleştirilen petrografik incelemelerde, başlıca amfibol, piroksen, plajiolaz, ve ± opak minerallerden meydana geldiği saptanmıştır (Şekil 3.10a,b). Aksesuar ve alterasyon minerali olarak, ± sfen (titanit), ± epidot, ± klorit, ± kalsit, ± prehnit ve kil mineralleri (ör. serisit, ilmenit) yer almakta olup, subofitik, ve granüler doku sergilemektedirler (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Doleritlerin mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri

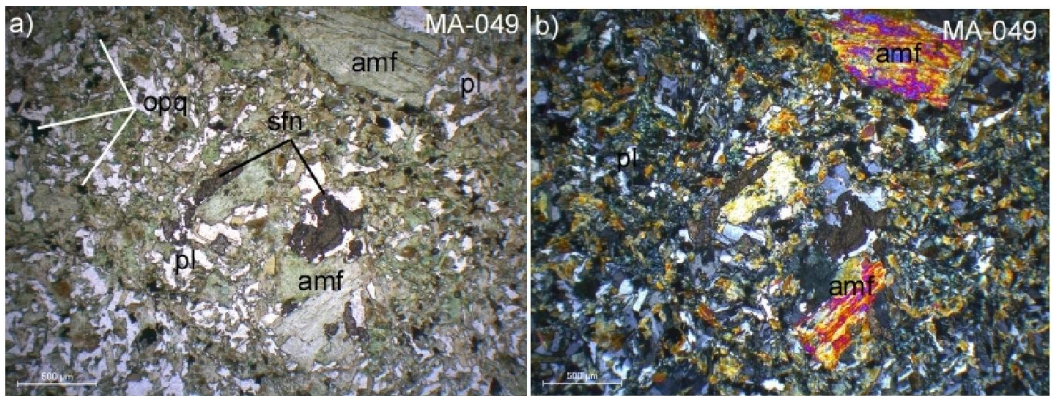
Örnek	Kayaç Adı	Kayaçın Dokusu	amf	px	plj	cal	Chl	ep	qtz	sfn	prh	opq
MA-042	Dolerit	Subofitik	X	X	X	X	X					X
MA-050	Dolerit	Granüler	X	X	X						X	X
MA-049	Dolerit	Granüler	X	X	X		X			X	X	X
MA-019	Dolerit	Granüler	X		X					X		X
MA-026	Dolerit	Granüler	X	X	X		X		X			X
MA-009	Dolerit	Subofitik	X	X	X	X	X					X
MA-049	Dolerit	Granüler	X	X	X			X		X		X
MA-061	Dolerit	Granüler	X		X							X

Amfibol minerallerinin, piroksen minerallerinden itibaren gelişmiş oldukları (uralitleşme) tespit edilmiştir (Şekil 3.9 a,b). Amfibollerin bir çoğu öz şekilsizdir ve kayaçların neredeyse tamamına yakınında baskın mineral olarak yer almaktadır. Kloritleşme yaygın olup, epidotlarda plajiyoklazlardan itibaren gelişimler mevcuttur ve kayacın çatlaklarında epidotlar yer almaktadır.

Doleritlerin (mikrogabro) genelinde plajiyoklazların büyük çoğunluğu alterasyona uğramış, kil mineralleri ayrışmaları gözlemlenmiştir. Bazı plajiyoklazlar ise çubuksu halde olup, özşekilli ve polisentetik ikizlenmeler göstermektedirler (Şekil 3.9a). Kayaçların bir çoğu kısmen taze olmasına karşın, akışkan kanalları boyunca yoğun alterasyon tespit edilmiş olup prehnit damarları yaygın olarak gözlemlenebilmektedir.



Şekil 3.9. Doleritlerde gözlemlenen alterasyon ve plajiyoklaz mineralleri (a) Polarizan ışık altındaki görünümü, (b) Doğal ışık altındaki görünümü



Şekil 3.10. Doleritlerde gözlemlenen mineral parajenezi (Doğal ışık altında (a)) Polarizan ışık altında (b))

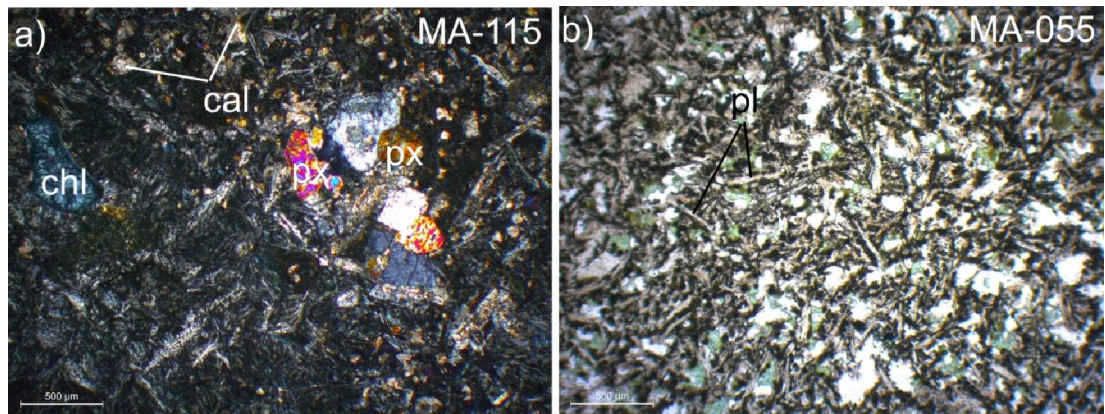
3.1.6. Bazaltlar

Yığılım karmaşığı içinden derlenen volkanik kayaçların, petrografik incelemelerinde bazaltik bileşimde oldukları tespit edilmiş olup, piroksen, plajiyoklaz, kuvars ve opak mineraller bazaltların ana mineral birlikteliğini oluşturmaktadır. Prehnit, kalsit ve klorit kayaçların damarlarında ve çatlaklarında yer alan ikincil ve alterasyon mineralleridir. Bazaltların dokusal olarak, mikrolitik ve mikrolitik-porifirik doku sergilemektedirler (Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Bazaltların mineral birliktelikleri ve dokusal özellikleri

Örnek	Kayaç Adı	Kayaçın Dokusu	px	plj	cal	Chl	qtz	opq
MA-055	Bazalt	Mikrolitik	x	x		x		
MA-033	Bazalt	Mikrolitik-porifirik	x	x			x	
MA-037	Bazalt	Mikrolitik		x		x	x	x
MA-115	Bazalt	Mikrolitik-porifirik	x	x	x	x		

Plajiyoklaz minerallerinin bir çoğı öz şekilsiz ve alterasyona maruz kalmış olup, bazıları ise çubuksu görünümleri ile dikkat çekmektedirler (Şekil 3.11b). Plajiyoklaz minerallerinin içinde, bazı kısımlarda, plajiyoklazların sınırlarından itibaren klorit mineral gelişimleri yer almaktadır. Piroksenler kayaçların içinde kısmen özşeklini korumuş olup, bazı bölümlerde ise fenokristaller halinde bir araya toplanmış şekilde görülmektedirler (Şekil 3.11a). Kuvars mineralleri, ince taneler halinde yer almakta ve bazı bölümlerde de ince damarlar halinde görülmektedirler. Klorit ve kalsit mineralleri ince taneler halinde görülmekte ve kayaçların genelinde yer almaktadır (Şekil 3.11a).



Şekil 3.11. Bazaltlarda gözlenen çubuksu plajiyoklazlar ve mineral birlikteliğinin Doğal ışık ve Polarizan ışık altındaki görünümü (a,b)

3.2. Mineral Kimyası

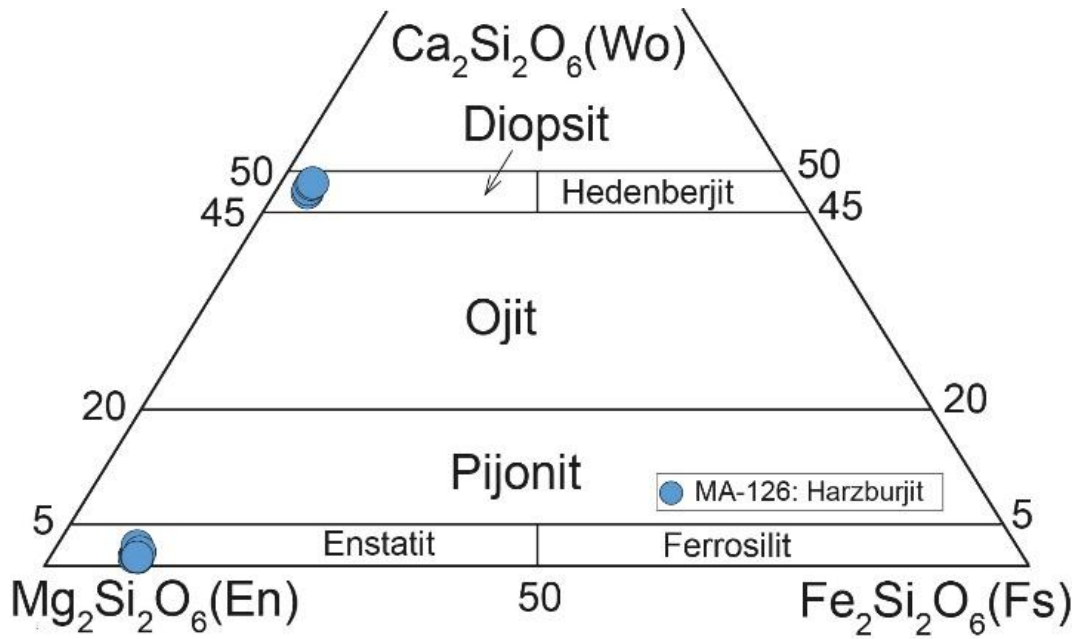
Artova güneyinde gözlemlenen ultramafitler genel olarak harzburjitler, metamorfitletler ise amfibolitler ile temsil edilmektedirler. Harzburjit ve amfibolitleri oluşturan minerallerin kimyasal bileşimlerinin ve bu minerallerin kimyasal bileşimlerine bağlı olarak tektonomagmatik oluşum koşulları hakkında fikir elde etmek amacıyla MA-126 numaralı harzburjit örneği ve MA-069 numaralı amfibolit örneği mineral kimyası analizi için seçilmiştir.

Seçilen harzburjit örneği olivin, ortopiroksen, klinopiroksen, Cr-spinel ve opak minerallerden meydana geldiği ve kayacın yaklaşık % 40'nin serpantinleştirdiği tespit edilmiştir. Amfibolit örneğinin ise amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana geldiği belirlenmiştir.

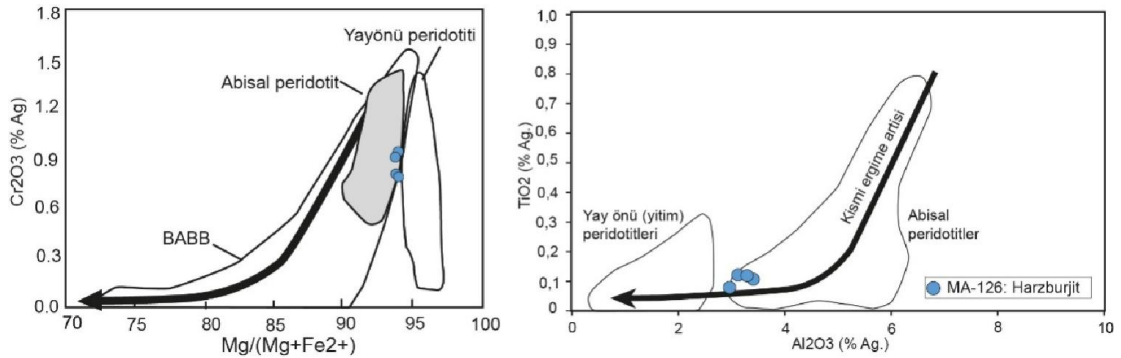
3.2.1. Harzburjit

Olivin minerallerinin forsterit (fo) içerikleri % 90.61 ile 90,97 arasında değişmektedir. Klinopiroksen mineralleri diyopsit ile temsil edilmekte olup $En_{48,39-49,56}-Wo_{46,66-47,85}-Fs_{3,17-3,33}$ bileşimine sahiptir (Şekil 3.12). Mg sayısı (Mg#) değerleri sırasıyla 93,65 ila 93,89 aralığında değişim gösteren klinopiroksenlerin, Cr_2O_3 içerikleri % 0,79-0,94, Al_2O_3 içerikleri ise % 2,96-3,40 arasında değişen değerlere sahiptirler. Klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile Cr_2O_3 içeriklerinin kıyaslandığında harzburjit örneğinin abisal peridotitlere benzer bir bileşime sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.13a). Aynı şekilde, TiO_2 ve Al_2O_3 içeriklerinin kıyaslandığı diyagramda, klinopiroksenlerin yüksek Al_2O_3 içerikleriyle yitimle ilişkili yay önü peridotitlerinden farklılık sunduğu ve abisal peridotit alanında yer aldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.13b).

Ortopiroksen mineralleri ise enstatit ile temsil edilmekte ve $En_{89,36-90,37}-Wo_{0,9-2-3,36}-Fs_{8,28-9,05}$ bileşimine sahiptirler (Şekil 4.12). Ortopiroksenlerin Mg# değerleri, klinopiroksenlere göre nispeten daha düşük olup 90,87-91,52 arasında değişen değerlere sahiptirler. Cr_2O_3 ve Al_2O_3 içerikleri ise sırasıyla 0,34-0,74 ve 2,12-3,24 arasında değişiklik göstermektedirler.

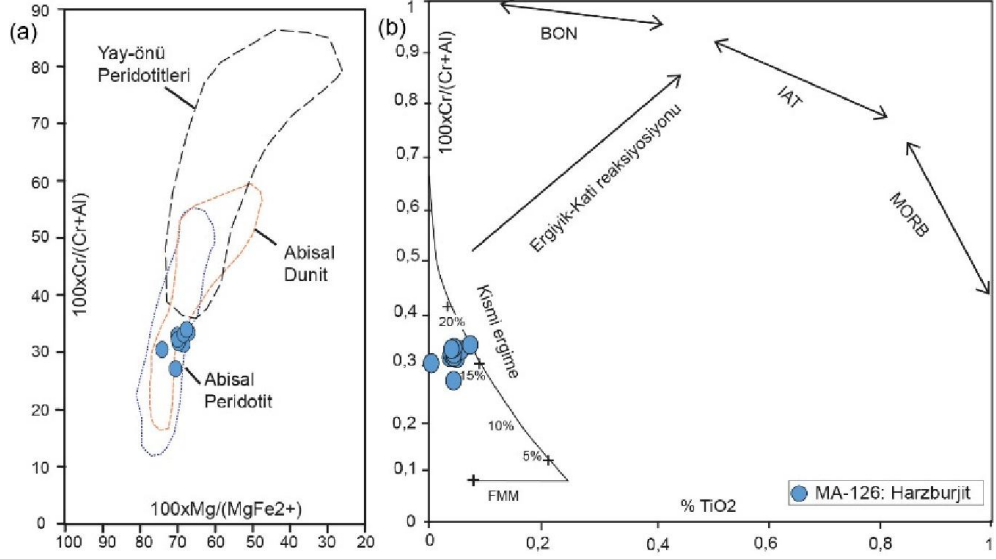


Şekil 3.12. MA-126 numaralı harzburjit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri



Şekil 3.13. (a) MA-126 numaralı harzburjit örneğine ait klinopiroksenlerin Cr_2O_3 içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. Abisal peridotit alanı; Johnson ve diğ. (1990), yay-önü peridotitleri alanı; Ishii ve diğ. (1992) ve yay gerisi havza bazaltları alanı; Hawkins ve Allan(1994). (b) Klinopiroksenlerin, TiO_2 ve Al_2O_3 içeriklerinin karşılaştırılması. Abisal ve yay önü peridotitlerinin değişim aralığı sırasıyla Hebert ve diğ.1990) ve Ishii ve diğ. (1990)'dan alınmıştır

Spinellerin Cr sayısı (Cr#) değerleri 27,22-34,07 arasında değişen değerlere sahip iken Mg# değerleri 66,82-73,97 arasında değişen değerlere sahiptir. Mg# değerlerindeki değişime karşı Cr# değerlerindeki değişimi gösteren Şekil 3.14'te harzburjit örneği Dick ve Bullen, (1984) tarafından önerilen diyagramda abisal peridotit alanında yer aldığı görülmektedir. Spinellerin TiO_2 içeriklerine karşı Cr# değerlerinin kıyaslandığı diyagramda ise, harzburjit örneğinin fertil MORB mantosu bileşimine göre yaklaşık %15-20 civarındaki bir kısmı ergime neticesinde oluşmuş manto peridotitleriyle benzerlik sunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.14 a,b).

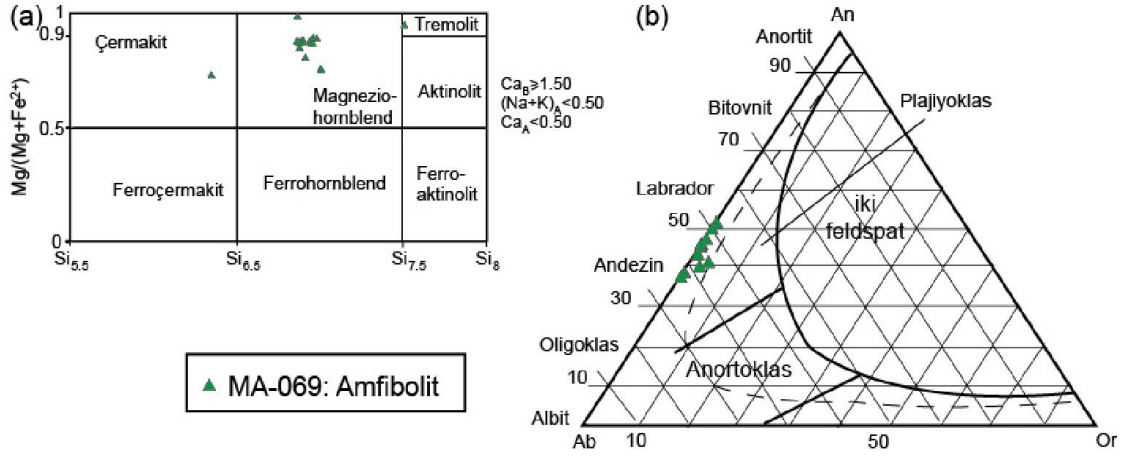


Şekil 3.14. (a) MA-126 numaralı harzburgit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (Dick ve Bullen, 1984'a göre). (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO₂ içeriklerinin kıyaslanması (Pearce, 2000'e göre)

3.2.2. Amfibolit

Mineral kimyası analizleri amfibolit kayacının (MA-069) ana bileşenlerini oluşturan amfibol ve plajiyoklaz minerallerinden gerçekleştirilmiştir. Amfibollerin türünün belirlenmesi amacıyla Leake ve diğ., 1997 tarafından belirlenen sınıflama kullanılmış olup, amfiboller kalsik amfibol niteliği taşımaktadır. MA-069 numaralı numuneye ait amfibol minerallerinin büyük çoğunluğu magnezio-hornblend türüne sahiptir. Bu durumdan farklı olarak iki adet amfibol minerali Tremolit ve Çermakit alanında yer almaktadır (Şekil 3.15a).

Magnezio-hornblend bileşimine sahip örnekler de TiO₂ içerikleri % 0,44 ile % 0,60 arasında değişiklik gösterirken, çermakit ve tremolit bileşimine sahip olanlar % 0,11 ve % 0,23 TiO₂ içeriğine sahiptirler. Amfibol minerallerinin X_{Mg} değerleri % 0,74 ile % 1,00 (Mg/Mg+Fe²⁺) arasında değişmektedir. Plajiyoklaz mineralleri değişken bir aralık sunmakta olup, andezin ile labrador arasında yer almaktadır (Şekil 3.15b). Plajiyoklaz minerallerinin anortit içerikleri % 40,42 ile % 51,71 arasında değişiklik göstermektedir.



Şekil 3.15. MA-069 numaralı amfibolit numunesine ait (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997) (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

4. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

Artova yığışım karmaşığı içinden farklı kayaç topluluklarının jeokimyasal ve petrojenetik özelliklerini belirlemek amacıyla 7 adet amfibolit, 11 adet dolerit, 4 adet bazalt ve 3 adet mavi amfibollü metabazit örneği üzerinde (toplamda 25 adet) ana-iz ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analizler Kocaeli Üniversitesi Analitik Jeokimya laboratuvarında 1.2.2 Laboratuvar çalışmaları bölümünde anlatıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Örnek numaraları ve ilgili analiz bilgileri Bölüm 1'de tablo1'de verilmiştir.

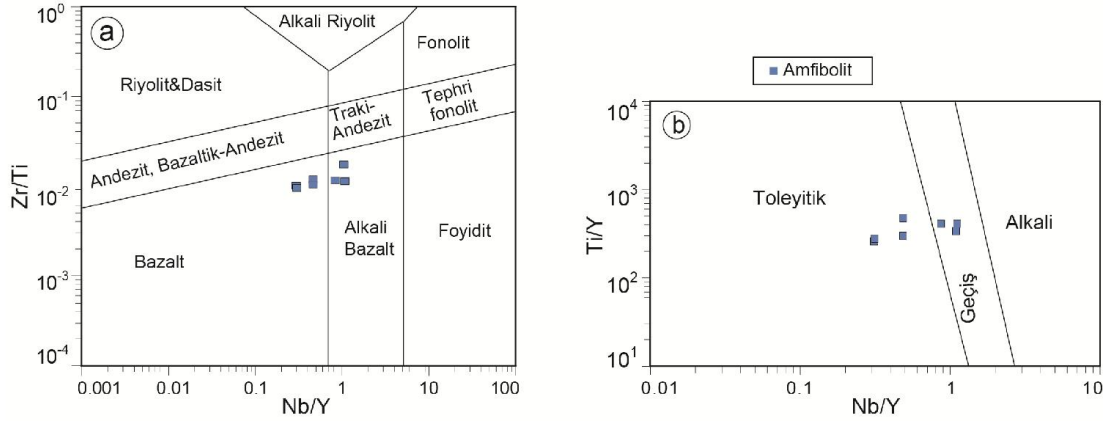
Örneklerin ana, iz ve nadir toprak element verileri incelenerek jeokimyasal ve tektono-magmatik oluşum ortamlarını belirlemek için, çeşitli ayırım diyagramları kullanılmıştır. Bu ayırım diyagramlarında kullanılan örneklerin alterasyon süreçlerinden fazla etkilenmemiş kayaçlar olmasına dikkat edilmiştir. Örneklere ait ana (wt %), iz ve nadir toprak element (ppm) içerikleri, ilgili konu başlıklarında sunuldu.

4.1. Amfibolitler

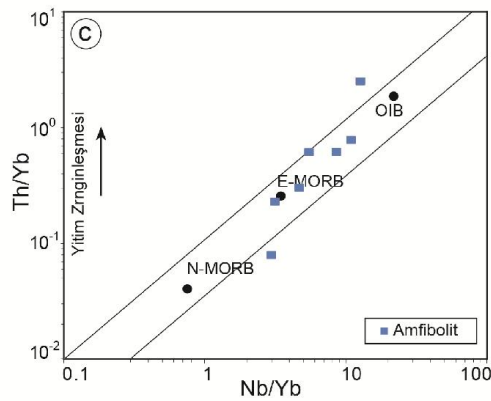
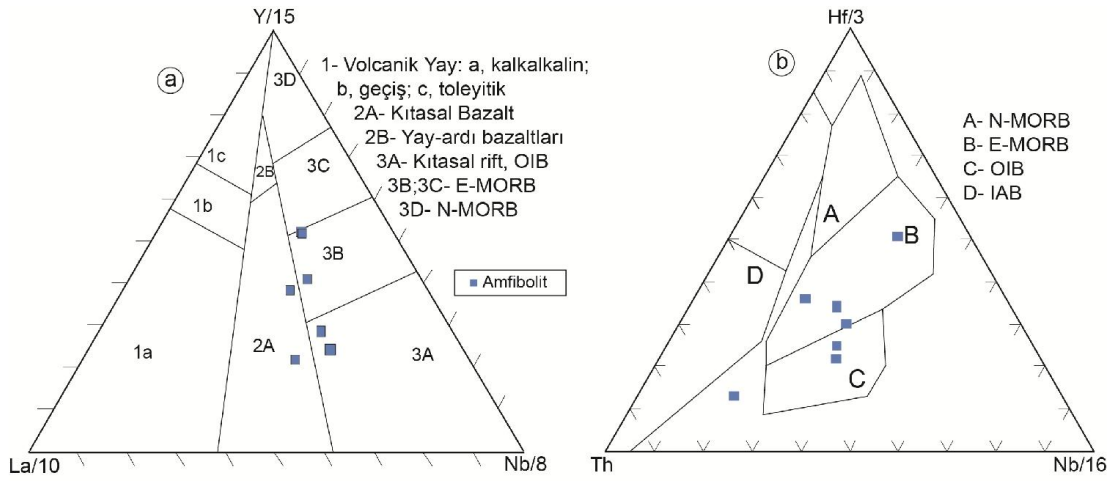
Ofiyolit ile ilişki taban metamorfiteğine ait amfibolitler, MA-011, MA-036, MA-048, MA-062, MA-069, MA-073, MA-113 numaralı örnekler ile temsil edilmektedir. Ana, iz ve nadir toprak element sonuçları tablo 4.1'de verilmiştir. Derlenen amfibolit örneklerinin ateşte kayıp değerleri (AKD) %0,82 ile %2,50 arasında değişmektedir. Bu değerler kayacın içerdiği sulu silikat (ör. epidot, klorit) ve karbonat (ör. kalsit) minerallerinin varlığına göre değişmektedir. Amfibolitler, Zr/Ti-Nb/Y kimyasal karakter diyagramında, bazaltik ve alkali bazalt özelliği sergilemektedir (Şekil 4.1a). Ti/Y-Nb/Y ayırım diyagramında ise amfibolitler toleyitik, geçiş karakteri sunmaktadır (Şekil 4.1b). Th/Yb-Nb/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramında amfibolitler E-MORB (zenginleşmiş okyanus ortası sırt) ve OIB (okyanus adası bazaltları) ortamlarını işaret etmektedir (Şekil 4.2c). Bunun dışında Hf-Th-Nb ve Y-La-Nb üçgen diyagramlarında ise bir örnek haricinde (MA-062) diğer örnekler E-MORB ve OIB alanlarına iz düşmektedir (Şekil 4.2a,b).

Tablo 4.1. Amfibolitlerin ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	MA-011	MA-036	MA-048	MA-062	MA-069	MA-073	MA-113
SiO ₂	48,17	47,27	47,89	50,63	49,33	48,56	50,10
TiO ₂	1,00	0,90	0,87	1,37	1,37	1,95	1,17
Al ₂ O ₃	15,02	14,70	13,81	12,37	15,58	12,51	14,36
FeO	8,87	9,21	9,08	8,69	8,84	13,08	8,88
MnO	0,12	0,14	0,14	0,19	0,14	0,18	0,13
MgO	9,24	9,62	9,21	5,12	8,51	9,23	9,07
CaO	15,43	11,82	12,67	16,26	11,22	11,77	12,17
K ₂ O	0,19	2,11	0,76	1,86	0,29	0,22	0,37
Na ₂ O	1,21	2,32	2,25	2,42	3,03	2,31	3,72
AKD	0,82	1,84	2,50	1,01	1,64	0,95	0,87
Toplam	100,05	99,93	99,19	99,91	99,95	100,75	100,82
<i>İz Elementler (ppm)</i>							
Rb	0,88	42,47	8,68	43,63	4,37	0,39	2,46
Ba	20,67	144,46	207,30	307,99	90,53	186,81	65,46
Th	0,49	0,16	0,52	4,98	1,52	1,27	1,01
U	0,20	0,04	0,15	1,33	0,55	0,35	0,27
Nb	6,68	5,94	7,92	24,98	21,16	11,28	14,09
Ta	0,40	0,38	0,55	1,76	1,61	0,87	0,98
Pb	0,28	0,80	0,51	2,89	0,96	0,72	0,65
Sr	257,35	558,56	512,63	262,05	462,17	241,34	266,00
Zr	60,39	51,04	61,17	141,16	92,39	120,40	80,58
Hf	1,40	1,64	1,30	3,46	2,34	3,31	1,84
Y	22,15	19,49	16,75	23,31	19,40	23,79	16,56
Zn	49,12	54,78	50,22	107,01	48,86	72,02	46,13
Cu	8,28	73,46	15,72	13,33	15,68	107,70	98,98
Ni	172,66	193,35	219,96	178,28	131,07	326,69	198,17
Cr	589,50	664,64	754,47	422,60	450,27	617,96	677,76
V	357,86	396,46	303,07	190,69	311,71	315,63	329,39
<i>Nadir Toprak Elementleri (ppm)</i>							
La	5,35	4,75	6,33	25,38	14,41	11,60	10,32
Ce	12,83	11,44	14,66	51,06	30,93	27,08	22,41
Pr	1,74	1,56	1,99	6,16	3,78	3,72	2,88
Nd	8,06	7,28	8,65	23,56	15,33	16,57	12,06
Sm	2,40	2,20	2,35	5,22	3,60	4,55	2,94
Eu	0,89	0,83	0,91	1,78	1,19	1,68	1,08
Gd	2,90	2,66	2,79	5,38	3,67	4,99	3,11
Tb	0,56	0,49	0,47	0,80	0,58	0,80	0,52
Dy	3,59	3,23	2,87	4,35	3,48	4,52	2,98
Ho	0,77	0,69	0,60	0,82	0,72	0,89	0,62
Er	2,34	2,13	1,83	2,33	2,14	2,48	1,82
Tm	0,33	0,31	0,26	0,32	0,30	0,33	0,25
Yb	2,12	1,99	1,69	1,96	1,93	2,05	1,63
Lu	0,32	0,30	0,25	0,27	0,30	0,29	0,25
(La/Yb) _N	2,52	2,38	3,75	12,92	7,46	5,66	6,32
La/Sm	2,23	2,16	2,70	4,86	4,01	2,55	3,51
Eu/Eu*	0,34	0,34	0,35	0,34	0,33	0,35	0,36
Sm/Yb	1,13	1,10	1,39	2,66	1,86	2,22	1,80

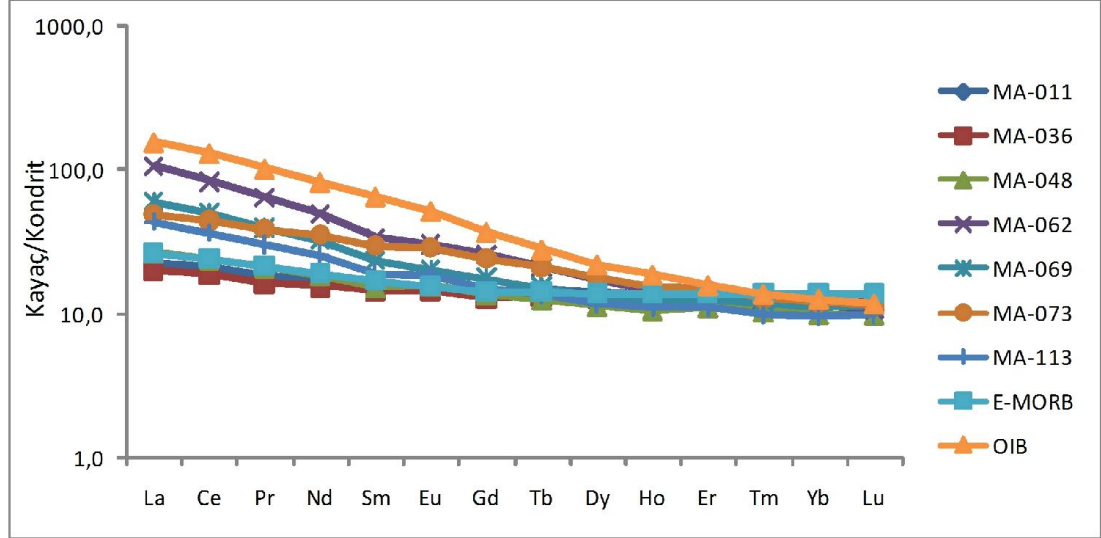


Şekil 4.1. (a) Amfibolitlerin Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'ya göredir), (b) aynı kayaçların Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce,1982'ye göredir)

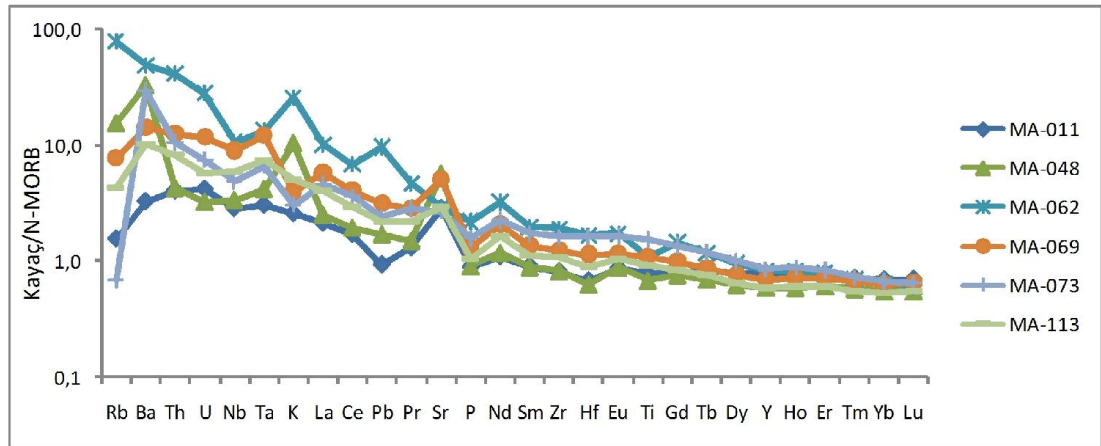


Şekil 4.2. Yiğışim karmaşığı içinde yer alan amfibolitlerin çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a) Y/15-La/10-N/8 diyagramı (Cabanis ve Lecolle 1989'a göre), (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre), (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı (Pearce 1982'e göre)

Kondrite göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında, amfibolitler E-MORB ve OIB ($La/Sm=1,39-3,14$), benzeri bir dağılım deseni sunmaktadır. Amfibolitlerin, La_N/Yb_N oranları 1,71-9,27 arasında değişmekte olup, hafif nadir toprak elementlerinden (LREE) ağır nadir elementlerine (HREE) doğru tüketilme tespit edilmiştir (Şekil 4.3). MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında ise E-MORB ve OIB benzeri bir dağılım deseni sergilemektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3 Amfibolitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı (Normalize edilmiş değerler ve ortalama E-MORB, OIB değerleri Sun Mc Donough 1989'e göredir)



Şekil 4.4 MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramı (normalize edilmiş değerler Sun ve Mc Donough 1989'e göredir)

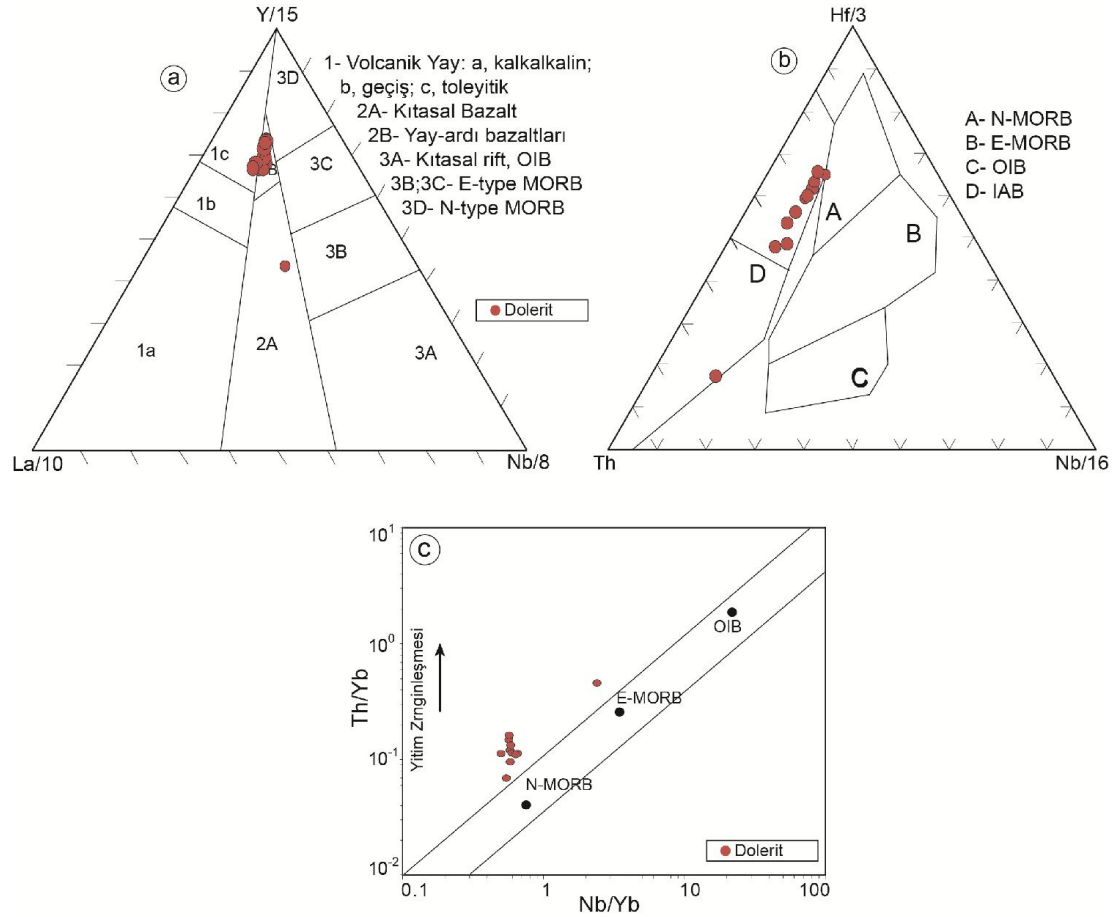
4.2. Dolerit/Mikro-gabroDaykları

Çalışma sahası içinden derlenen 11 adet (MA-009, MA-012, MA-020, MA-026, MA-042, MA-049, MA-050, MA-061, MA-072, MA-124) dolerit daykı örneklerinde ana-iz ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirildi. Doleritlerin AKD %0,49 ile %3,81 arasında değişiklik göstermektedir. Bu değişim doleritlerin içinde barındırdığı klorit kalsit gibi alterasyon süreçleri ile oluşan minerallerden kaynaklanabilir. Diğer tüm örneklerden farklı olarak MA-020 ve MA-026 numaralı örnekler Doğanca kuzeyinde yer alan serpantin hamuruna sahip, içinde metamorfik bloklar barındıran dilimden derlenmişlerdir.

Tablo 4.2. Yığışım karmaşığı içindeki dolerit/mikrogabro dayklarının ana, iz ve nadir toprak element sonuçları

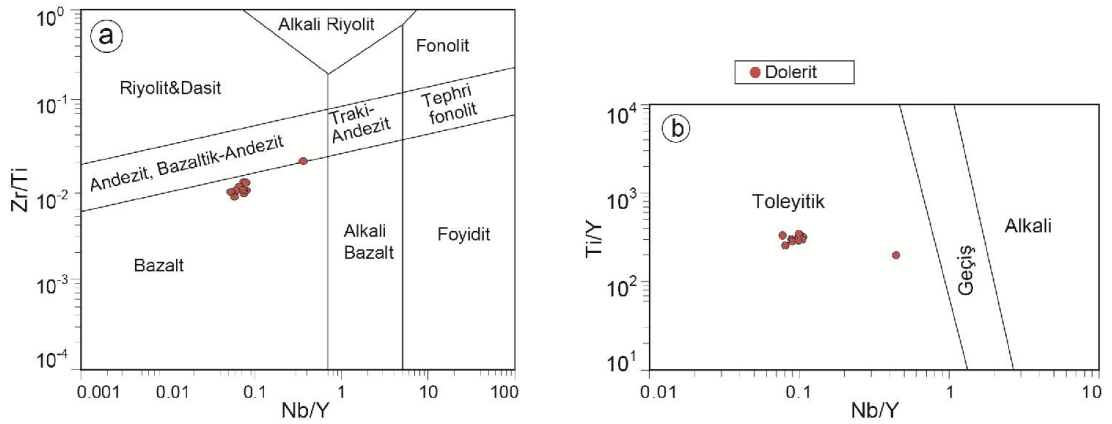
Kaya	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit	Dolerit
Örnek	MA-009	MA-012	MA-019	MA-042	MA-049	MA-050	MA-061	MA-072	MA-124	MA-020
SiO ₂	50,93	49,24	48,88	50,97	50,57	50,57	52,83	50,16	50,89	50,16
TiO ₂	1,73	1,42	1,07	1,50	2,24	1,87	2,29	1,62	1,82	0,82
Al ₂ O ₃	14,26	14,75	15,30	13,66	11,69	14,24	13,96	15,40	14,72	15,47
FeO	13,17	13,17	10,70	12,68	15,66	14,50	14,37	13,18	12,08	9,38
MnO	0,23	0,19	0,15	0,18	0,23	0,21	0,21	0,21	0,15	0,14
MgO	4,71	5,55	6,65	5,36	4,73	4,75	3,40	4,89	4,56	7,36
CaO	7,22	7,93	9,82	6,93	7,43	6,97	7,76	8,35	7,60	6,87
K ₂ O	0,80	1,18	0,63	0,88	0,14	0,52	1,20	0,72	0,55	0,32
Na ₂ O	4,37	4,94	3,98	4,77	5,49	5,33	4,28	3,88	4,08	6,01
AKD	2,86	2,32	2,81	3,81	1,22	1,99	0,49	1,78	3,52	3,16
Toplam	100,29	100,70	99,98	100,74	99,40	100,95	100,80	100,18	99,96	99,69
iz Elementler (ppm)										
Rb	14,82	17,88	10,00	18,59	1,35	6,75	26,92	11,05	10,95	6,64
Ba	110,73	90,46	339,68	115,72	24,37	134,73	83,94	872,14	130,49	80,01
Th	0,48	0,52	0,44	0,23	0,59	0,52	0,64	0,49	0,47	0,26
U	0,17	0,18	0,14	0,11	0,20	0,17	0,22	0,16	0,17	0,14
Nb	2,59	2,21	1,72	1,79	3,79	3,03	4,11	2,37	3,16	1,31
Ta	0,16	0,14	0,11	0,13	0,29	0,23	0,34	0,19	0,25	0,10
Pb	2,06	0,53	0,72	1,04	0,20	1,81	0,83	0,95	6,08	0,40
Sr	189,42	328,61	994,79	239,87	75,49	683,03	251,20	215,99	238,89	106
Zr	111,05	84,11	61,32	74,60	130,53	110,13	162,34	87,29	131,25	47,23
Hf	2,90	2,29	1,52	1,92	4,02	3,21	4,77	2,44	3,83	1,01
Y	38,08	32,26	24,81	29,84	46,37	40,10	50,77	30,90	41,45	21,10
Zn	81,07	69,02	54,89	81,86	61,55	75,10	76,54	65,01	90,66	25,01
Cu	32,09	72,56	75,47	25,09	174,40	58,20	62,31	60,71	56,54	17,52
Ni	27,83	28,89	56,59	30,26	23,54	20,34	13,09	23,83	27,24	107,40
Cr	59,75	36,27	119,85	71,06	39,75	23,39	8,58	21,67	50,13	106
V	535,91	543,36	436,59	547,52	561,97	553,89	447,42	463,99	449,91	400
Nadir Toprak Elementleri (ppm)										
La	4,84	5,03	4,36	3,62	7,13	5,99	7,96	5,08	5,78	2,38
Ce	13,64	13,20	10,82	10,18	19,90	16,31	21,94	13,24	16,58	6,55
Pr	2,14	1,96	1,57	1,60	3,06	2,53	3,44	2,02	2,66	1,01
Nd	10,83	9,58	7,65	8,42	15,30	12,78	17,27	10,17	13,71	5,22
Sm	3,71	3,20	2,48	2,97	5,10	4,29	5,73	3,43	4,59	1,84
Eu	1,41	1,20	1,00	1,17	1,91	1,58	2,00	1,42	1,70	0,74
Gd	4,58	3,97	3,02	3,78	6,39	5,40	7,00	4,16	5,61	2,38
Tb	0,93	0,78	0,61	0,71	1,18	1,02	1,32	0,80	1,11	0,49
Dy	5,91	5,19	4,02	4,70	7,61	6,72	8,52	5,32	7,26	3,28
Ho	1,30	1,13	0,87	1,05	1,67	1,43	1,85	1,17	1,57	0,71
Er	4,00	3,47	2,65	3,17	5,16	4,43	5,74	3,58	4,71	2,22
Tm	0,58	0,50	0,38	0,47	0,76	0,65	0,83	0,52	0,70	0,33
Yb	3,75	3,27	2,52	3,06	4,86	4,24	5,43	3,40	4,56	2,14
Lu	0,56	0,50	0,37	0,47	0,74	0,63	0,84	0,52	0,69	0,33
(La/Yb) _N	0,93	1,10	1,24	0,85	1,05	1,01	1,05	1,07	0,91	1,11
La/Sm	0,84	1,02	1,14	0,79	0,90	0,90	0,90	0,96	0,81	1,30
Eu/Eu*	1,05	1,03	1,11	1,07	1,02	1,00	0,96	1,15	1,03	0,36
Sm/Yb	1,10	1,09	1,09	1,08	1,17	1,13	1,17	1,12	1,12	0,86

Doleritlerin jeokimyasal özellikleri MA-026 numaralı örnek hariç kimyasal bileşim ve tektono-magmatik ayırım diyagramlarında benzerlik sunmaktadır. MA-026 numaralı örneğin diğer dolerit örneklerinden farklı olarak, Doğanca köyü kuzeyinde yer alan serpantinitle hamuru içindeki metamorfik blokların bulunduğu dilimden derlenmiş olmasıdır (Bkz Bölüm 2). Ti/Y-Nb/Y kimyasal karakter ayırım diyagramından tüm doleritler toleyitik özellik sergilemektedir (Şekil 4.6b). Zr/Ti-Nb/Y ayırım diyagramında ise MA-026 numaralı dolerit örneği hariç tüm doleritler bazaltik bileşime sahiptir (Şekil 4.6a). MA-026 numaralı örnek ise andezit ve bazalt kısmına iz düşmüştür. Th/Yb-Nb/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramında ise doleritlerin tümü yitim bileşenine sahiptir (Şekil 4.5c). Hf-Th-Nb ve Y-La-Nb tektono-magmatik üçgen diyagramlarında yitim süreçlerine işaret eden yay ardı bazaltları ve ada yayı bazaltları özelliklerine sahiptir (Şekil 4.5 a,b).

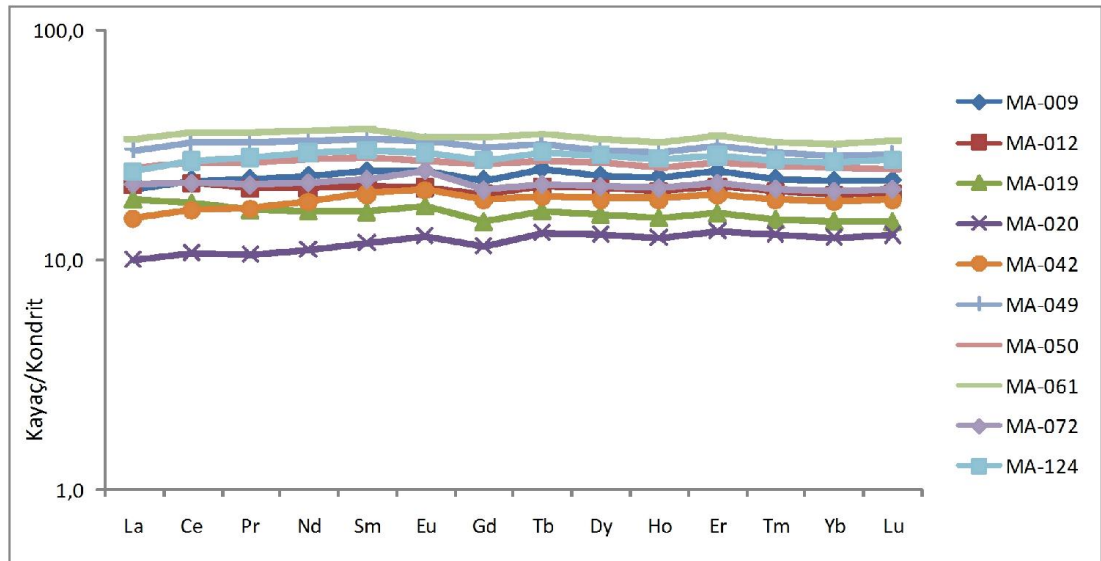


Şekil 4.5 Yığılım karmaşığı içinde yer alan dolerit dayklarının çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a)Y/15-La/10-N/8 diyagramı (Cabanis ve Lecolle 1989'a göre), (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre), (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı (Pearce 1982'e göre)

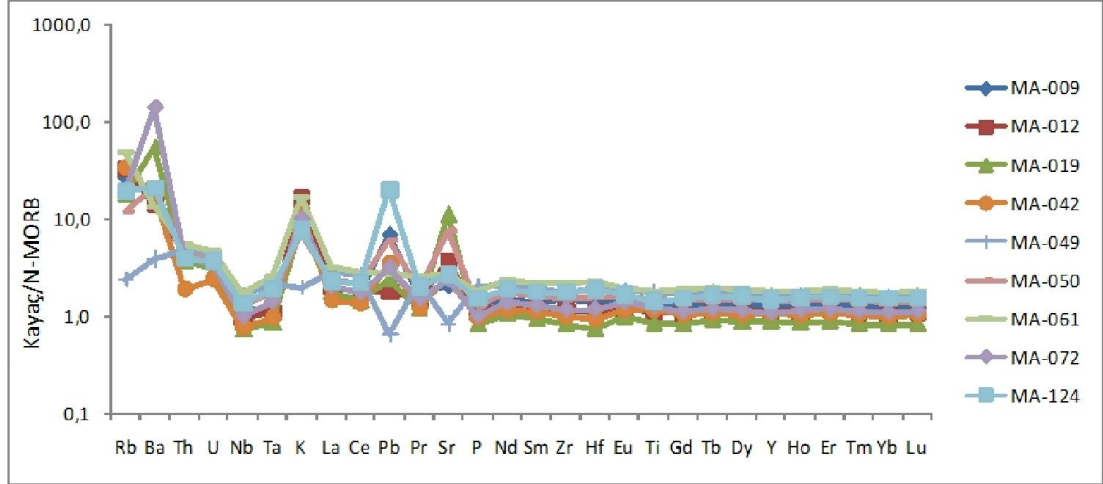
Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında MA-026 numaralı örnek hariç, göreceli olarak düz bir dağılım deseni sergilemekte ve yitim süreçlerine işaret etmektedir ($La_N/Yb_N=0,8-1,24$) (Şekil 4.7). MA-026 numaralı örnek ise LREE elementlerinden HREE elementlerinde doğru bir tüketilim sergilemektedir. MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramında ise doleritler, yitim bileşenine işaret eden Nb, Ta elementlerinde Th elementine göre, göreceli olarak tüketilim göstermektedir (Şekil 4.8). Alterasyon süreçlerinde hareketli olan, Rb, Ba, K elementlerinde bir zenginleşme görülmektedir. MA-026 numaralı örnek ise diğer doleritlere göre, göreceli olarak Sr, Rb, Ba, Th elementlerinde tüketilim sergilemektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.6 (a) Dolerit dayklarının Zr/Ti-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce 1986), (b) Aynı örneklerin Ti/Y-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce 1982)



Şekil 4.7. Dolerit dayklarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı (Normalize edilmiş değerler Sun Mc Donough 1989'e göredir)



Şekil 4.8. Doleritlerin MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramındaki görünüşleri (normalize edilmiş değerler Sun ve Mc Donough 1989'e göredir)

4.4. Bazaltlar

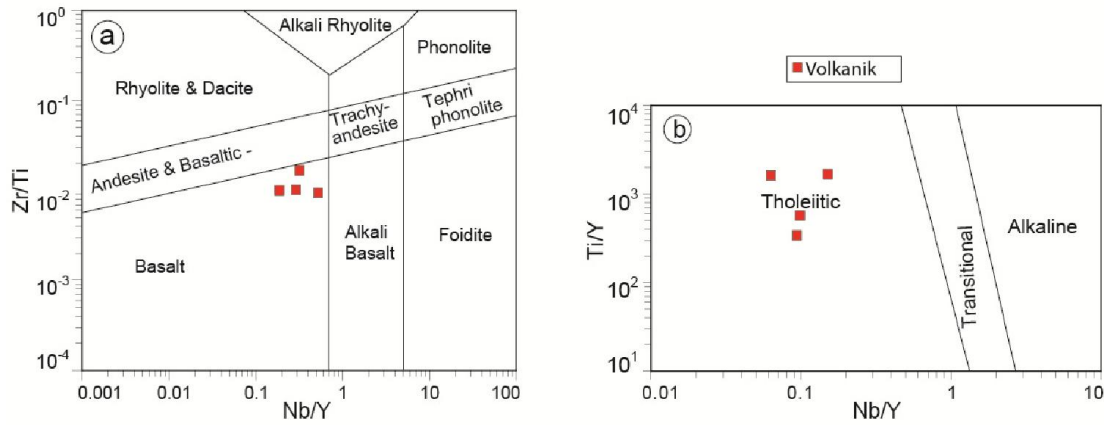
Çalışma sahasından derlenen 4 adet (MA-033, MA-037, MA-055 MA-086) bazalt örneği üzerinde ana-iz ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Bazaltların AKD değerleri %1,54 ile %4,47 arasında değişmektedir. Bazaltlarda AKD değerlerinin diğer örneklerle göre yüksek olmasının nedeni diğer numunelere göre çalışma sahasındaki volkanitlerin alterasyon oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Bazaltlar genellikle benzer jeokimyasal özellikler sergilemektedirler. Zr/Ti-Nb/Y kimyasal köken ayırım diyagramında bazaltların tamamı bazaltik kimyasal karakter sergilemektedir (Şekil 4.9a). Ti/Y-Nb/Y ayırım diyagramında ise bazaltların hepsi toleyitik özellik sergilemektedir (Şekil 4.9b). Th/Yb-Nb/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramında ise üç numune yitim bileşenine işaret etmekteyken bir tanesi ise manto trendi üzerinde N-MORB (normal okyanus ortası sırt), E-MORB arasında bir yerde yer almaktadır (Şekil 4.10c).

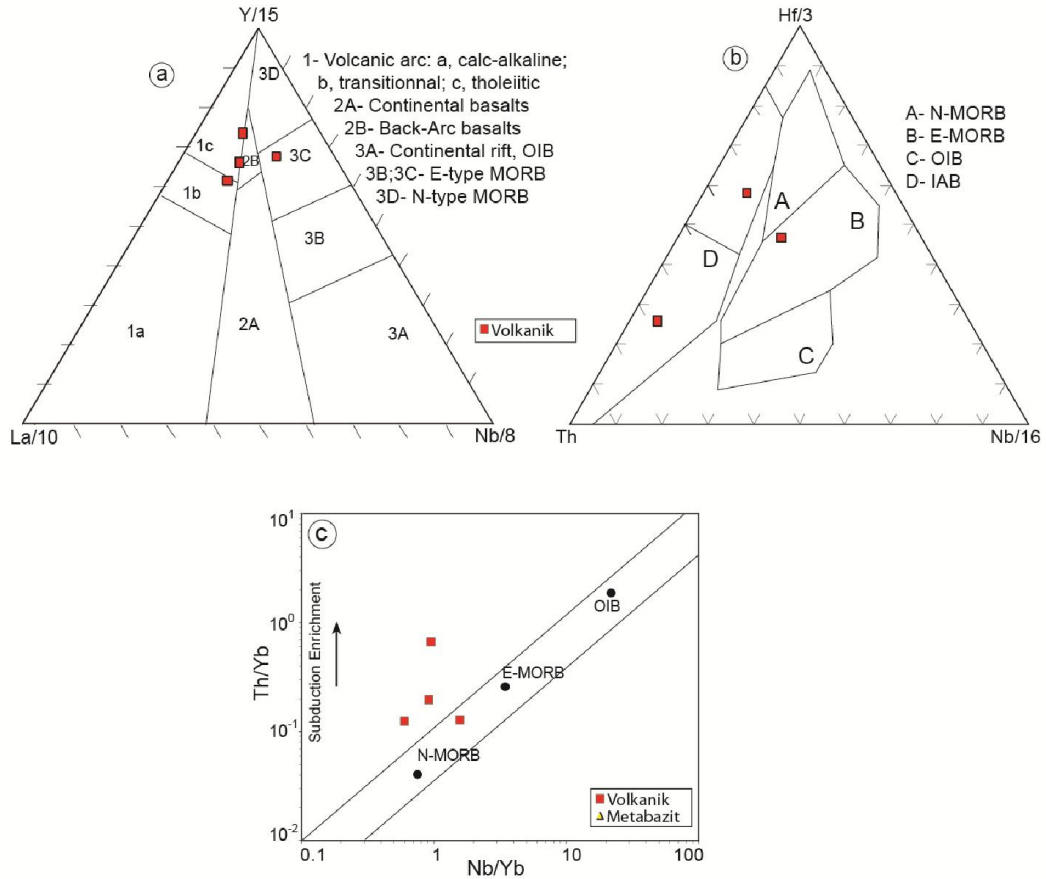
Tektono-magmatik üçgen ayırım diyagramlarında (Y-La-Nb ve Hf-Th-Nb) bazaltlardan, üç tanesi yitim zonunu işaret eden yay-ardı bazaltlar ve ada yayı bazaltlarının gösterirken, Hf-Th-Nb diyagramında ise E-MORB özelliği sergilemektedir (Şekil 4.10a,b).

Tablo 4.3. Bazaltlara jeokimyasal analiz sonuçları

Bazaltların Tüm Kayaç Jeokimyası Analiz Sonuçları				
Kaya				
Örnek	MA-033	MA-037	MA-055	MA-086
SiO ₂	56,68	48,81	61,37	61,95
TiO ₂	0,75	1,33	1,28	1,85
Al ₂ O ₃	15,98	17,36	11,66	13,17
FeO	8,25	10,91	8,22	8,49
MnO	0,14	0,14	0,12	0,13
MgO	2,66	3,26	2,55	2,21
CaO	5,40	11,40	5,99	5,78
K ₂ O	0,32	0,04	0,31	0,97
Na ₂ O	6,45	3,11	5,42	4,72
AKD	3,48	4,47	1,83	1,54
Toplam	100,11	100,84	98,75	100,80
İz Elementler (ppm)				
Rb	5,84	0,09	3,93	21,40
Ba	39,34	21,32	32,32	104,20
Th	1,81	0,43	0,37	0,66
U	0,59	0,10	0,22	0,99
Nb	2,57	5,12	1,77	3,05
Ta	0,16	0,35	0,14	0,25
Pb	5,52	0,49	1,11	0,37
Sr	57,07	36,64	322,03	287,83
Zr	74,13	72,16	77,02	113,39
Hf	2,06	1,97	1,98	3,05
Y	25,77	33,94	27,67	31,91
Zn	61,70	59,76	62,89	63,33
Cu	41,12	524,64	61,25	19,40
Ni	14,01	72,02	15,91	13,57
Cr	35,34	72,78	14,37	28,24
V	273,91	320,70	486,53	501,36
Nadir Toprak Elementleri (ppm)				
La	7,75	4,69	4,61	7,26
Ce	17,07	10,96	11,88	18,33
Pr	2,22	1,62	1,81	2,68
Nd	9,74	8,40	9,03	12,87
Sm	2,90	3,19	3,05	4,06
Eu	1,06	1,35	1,13	1,48
Gd	3,40	4,23	3,78	4,76
Tb	0,62	0,82	0,71	0,90
Dy	3,98	5,34	4,75	5,62
Ho	0,88	1,16	1,02	1,20
Er	2,78	3,64	3,12	3,57
Tm	0,41	0,52	0,45	0,51
Yb	2,70	3,30	2,94	3,34
Lu	0,43	0,51	0,44	0,50
(La/Yb) _N	2,87	1,42	1,57	2,17
La/Sm	2,67	1,47	1,51	1,79
Eu/Eu*	0,34	0,37	0,33	0,34
Sm/Yb	1,08	0,97	1,04	1,22



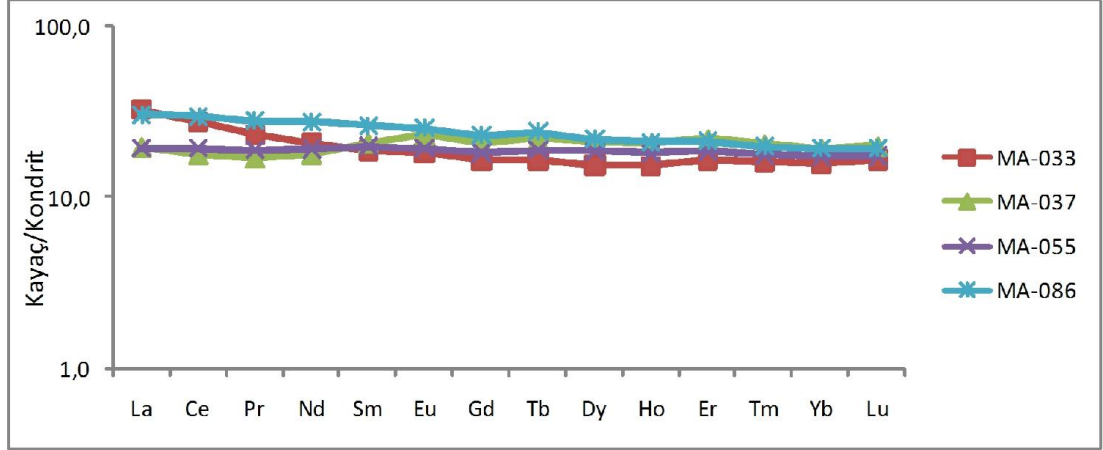
Şekil 4.9. (a) Bazaltların Zr/Ti-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce 1986), (b) Aynı örneklerin Ti/Y-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce 1982)



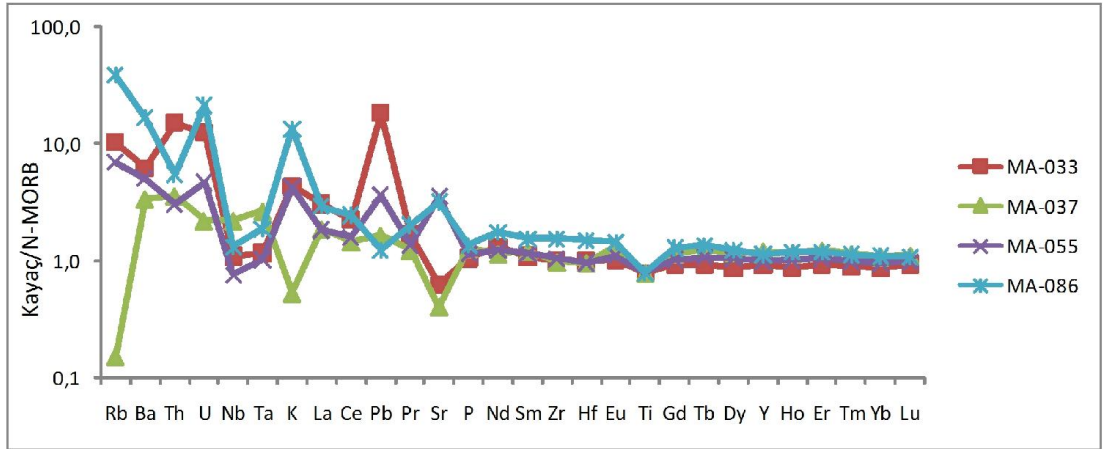
Şekil 4.10. Yiğışim karmaşığı içinde yer alan bazaltların çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a) Y/15-La/10-Nb/8 diyagramı (Cabaniş ve Lecolle 1989'a göre), (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre), (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı (Pearce 1982'e göre)

Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında, tüm bazalt numuneleri yitim süreçlerine işaret eden ($La_N/Yb_N=1,02$ 1,56) düz bir dağılım deseni sergilemektedir. (Şekil 4.11). MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramında

bazaltlarda, MA-037 numaralı örnek haricinde diğerlerinde LIL elementlerinde, HFS elementlerine göre göreceli olarak bir zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.12). MA-037 numaralı volkanik örneği ise, Rb, K elementlerinde tüketim sergilemektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11. Bazaltların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı (Normalize edilmiş değerler Sun Mc Donough 1989'e göredir)



Şekil 4.12. Bazaltların MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramındaki görünüşleri (normalize edilmiş değerler Sun ve Mc Donough 1989'e göredir)

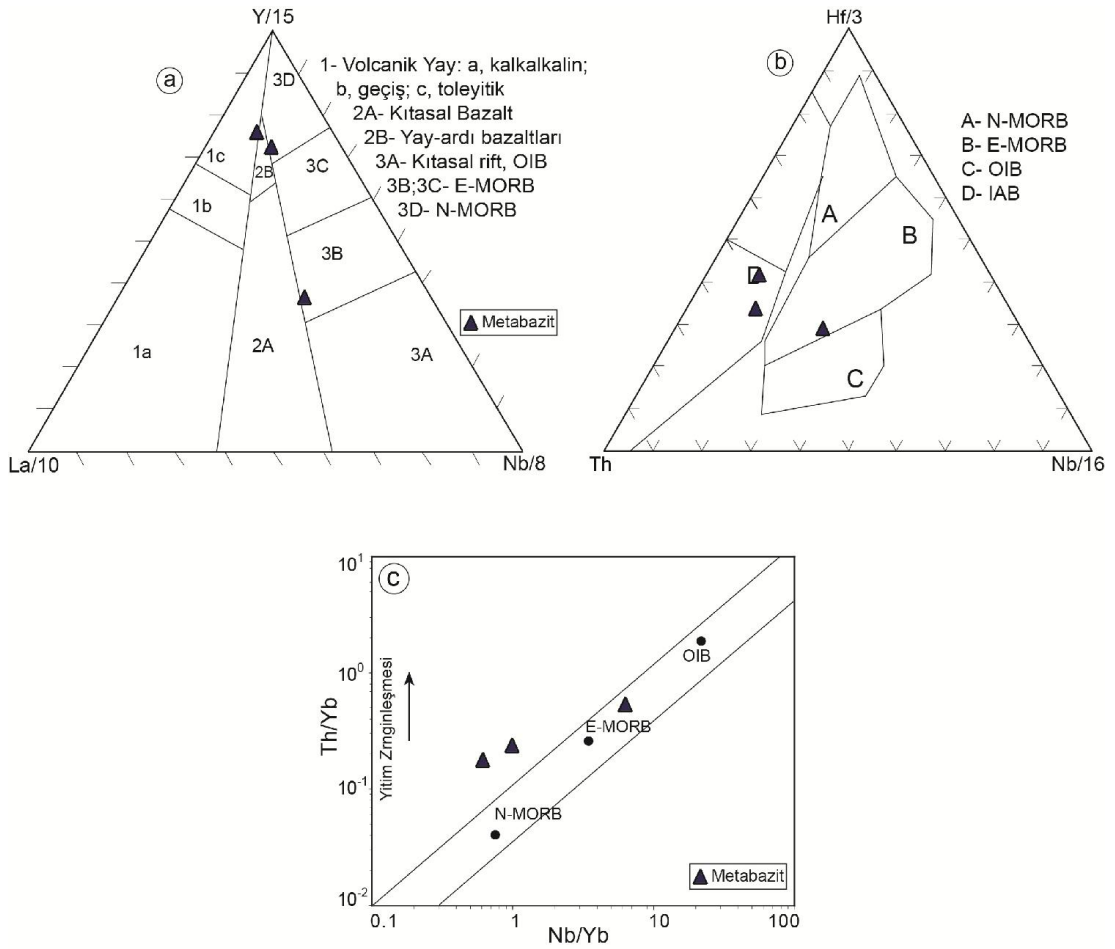
4.5. Metabazitler

Doğanca köyü kuzeyinde yer alan metamorfik bloklı melanj içinden derlenen örnekler (MA-029, MA-039, MA-058) üzerinde ana, iz ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirildi. Metabazitlerin AKD leri, %3,28 ile %9,93 arasında değişiklik sergilemektedir. Örneklerin AKD lerinin bu kadar yüksek olmasının nedeni alterasyon süreçlerinden fazla etkilenmiş olmalarından kaynaklanmaktadır.

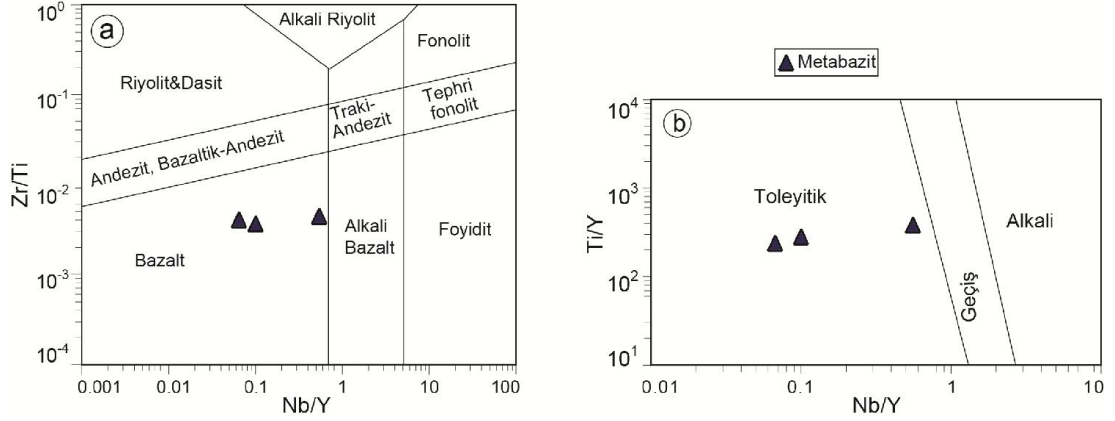
Tablo 4.4. Metabazitlerin tüm kayaç jeokimyası sonuçları

Kaya			
Örnek	MA-029	MA-039	MA-058
SiO ₂	50,18	43,01	54,25
TiO ₂	0,92	1,42	0,73
Al ₂ O ₃	15,53	14,89	15,09
FeO	11,60	10,63	10,05
MnO	0,19	0,23	0,12
MgO	5,75	7,57	4,67
CaO	7,83	10,06	4,32
K ₂ O	0,07	1,68	2,04
Na ₂ O	5,28	1,56	6,26
AKD	3,28	9,93	4,13
Toplam	100,64	100,98	101,66
İz Elementler (ppm)			
Rb	0,85	46,92	64,53
Ba	48,14	291,00	493,82
Th	0,44	1,18	0,40
U	0,16	0,52	0,19
Nb	1,55	13,91	1,70
Ta	0,11	0,94	0,14
Pb	0,45	1,07	0,73
Sr	62,71	384,66	153,13
Zr	48,98	94,67	35,28
Hf	1,14	2,49	0,77
Y	23,72	25,63	17,05
Zn	52,81	75,40	44,38
Cu	102,91	65,89	63,88
Ni	33,27	200,24	24,70
Cr	40,08	650,60	31,88
V	434,91	386,63	373,81
Nadir Toprak Elementleri (ppm)			
La	3,08	11,78	2,20
Ce	8,29	25,51	5,43
Pr	1,24	3,37	0,80
Nd	6,25	14,73	4,07
Sm	2,22	3,90	1,50
Eu	0,87	1,53	0,69
Gd	2,83	4,34	2,01
Tb	0,55	0,74	0,41
Dy	3,78	4,44	2,83
Ho	0,83	0,92	0,65
Er	2,55	2,79	2,04
Tm	0,37	0,40	0,30
Yb	2,46	2,53	2,02
Lu	0,37	0,38	0,31
(La/Yb) _N	0,90	3,33	0,78
La/Sm	0,90	1,95	0,95
Eu/Eu*	1,06	1,14	1,21
Sm/Yb	1,00	1,71	0,82

Kimyasal köken ayırım diyagramlarından, Zr/Ti-Nb/Y diyagramında bazaltik bileşime sahip oldukları, Ti/Y-Nb/Y diyagramında ise metabazitlerin toleyitik kimyasal karaktere sahip oldukları saptanmıştır (Şekil 4.14a,b). Th/Yb-Nb/Yb tektono-magmatik ayırım diyagramında ise MA-039 numaralı örnek E-MORB diğer iki örnek (MA-029, MA-058) ise yitim zonu özelliklerini göstermektedir (Şekil 4.13c). Hf-Nb-Th ve Y-Nb-La üçgen ayırım diyagramlarında ise, yine aynı şekilde MA-039 numaralı örnek E-MORB MA-029 ve MA-058 numaralı örnekler ada yayı bazalt özelliği sergilemektedirler (Şekil 4.13a,b).

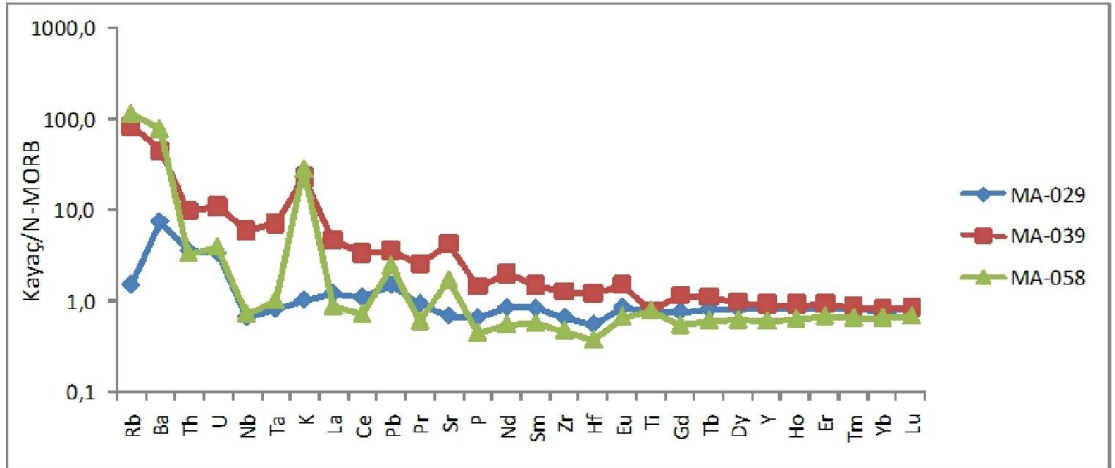


Şekil 4.13. Yığılım karmaşığı içinde yer alan metabazitlerin çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları: (a) Y/15-La/10-Nb/8 diyagramı (Cabanis ve Lecolle 1989'a göre), (b) Hf/3-Th-Nb/16 ayırım diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre), (c) Th/Yb-Nb/Yb diyagramı (Pearce 1982'e göre)

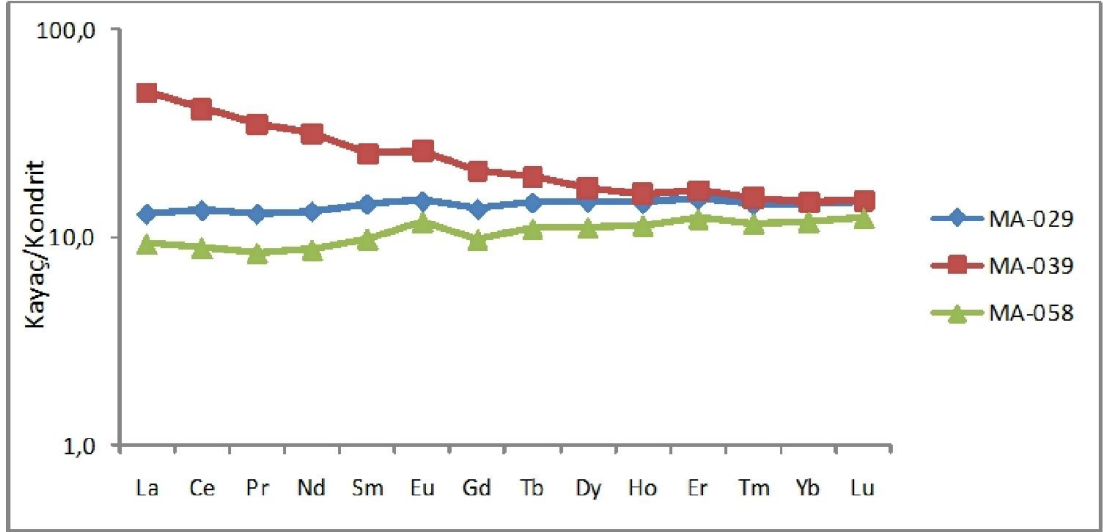


Şekil 4.14. (a) Metabazitlerin Zr/Ti-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce 1986), (b) Aynı örneklerin Ti/Y-Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce 1982)

MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramda MA-039 ve MA-058 numaralı örnekler de Rb, Ba K gibi LIL elementlerinde HFS elementlerinde göre zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.16). MA-029 numaralı metabazit örneğinde ise Rb ve Ba elementleri dışında diğer LIL elementlerinde herhangi bir zenginleşme görülmemektedir (Şekil 4.16). Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında MA-039 numaralı örnek E- MORB ($La/Sm=1,95$), benzeri bir dağılım deseni sunarken diğer iki örnek göreceli olarak düz bir dağılım deseni ($La_N/Yb_N=0,78-3,33$), sergilemektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Metabazitlerin MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element örümcek diyagramındaki görünüşleri (normalize edilmiş değerler Sun ve Mc Donough 1989'e göredir)



Şekil 4.16. Metabazitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE)diyagramı (Normalize edilmiş değerler Sun Mc Donough 1989'e göredir)

5. JEOLJİK EVRİM

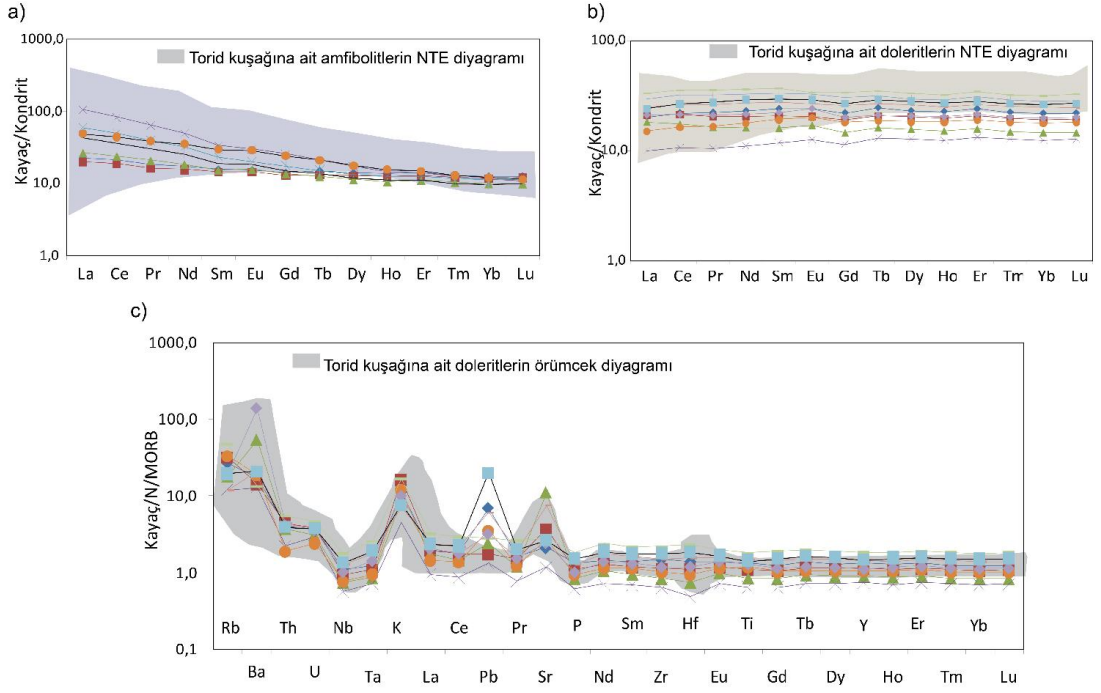
Eski okyanusal litosfere ait parçalar kıtasal levhalar arasında, orojenik süreçler boyunca, bir kısmının tüketilmesi ve bir kısmının da yüzeylemesiyle kenet kuşaklarını meydana getirir (Moores,1981). Dolayısıyla kenet kuşakları bir zamanlar var olan eski okyanusal havzaların oluşum/gelişim süreçlerinin belirlenmesinde önemli hedef alanları arasındadır. Türkiye ofiyolitler ve okyanus içi süreçlerde oluşmuş kaya topluluklarının yaygın olarak gözlemlendiği önemli coğrafik alanlardandır. Türkiye'de yer alan ofiyolitik kuşaklar başlıca üç ana kuşaktan meydana gelmekte ve bunlar, Kuzey kuşak, orta kuşak ve güney kuşak ofiyolitleri ile temsil edilmektedir (Juteau, 1980). Bu kuşaklardan kuzey kuşak, İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu'na karşılık gelmekte olup, bu kenet Gondwana ve Lawrasya süper kıtalarının açılması sonucu meydana gelen Tetis (Neo-Tetis/Paleo-Tetis) okyanusunun kalıntılarını bünyesinde barındıran bir zondur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz,1999).

Ofiyolitle ilişkili taban metamorfite, sıcak okyanusal litosferin altında, yitim işleminin başlaması ile oluşan metamorfik kayaç toplulukları olarak tanımlanmaktadır. Bu kaya toplulukları genellikle manto tektonitlerinin tabanı ile melanj birimleri arasında konumlanmaktadır. Ofiyolitle ilişkili taban metamorfite, okyanus içi yitim süreçlerinin başlangıç zamanı, yitim zonunda meydana gelen metamorfizmanın basınç-sıcaklık koşulları ve yitime uğrayan plakanın beslendiği manto kaynak alanları ile ilgili önemli jeolojik kayıtları bünyesinde barındırmaktadır.

magmatik kökenli olanlarının yanı sıra, sedimanter kayaçların metamorfizması ile meydana gelmiş olanları da mevcuttur. Örneğin, Torid kuşağı üzerinde yer alan Likya ofiyoliti'nde bulunan taban metamorfite, amfibolitik kayaçların dışında mikaşist ve mermerlerle temsil edilmektedir (Çelik ve diğ., 2003). Metabazik kayaçlar kuzey kuşakta yüzeleyen taban metamorfite baskın litolojisini oluşturmaktadırlar. Bu kayaçlar jeokimyasal olarak okyanus adası bazaltları (OIB), okyanus ortası sırt bazaltları (MORB), plaka içi toleyitler (WPT) ve ada yayı bazaltları (IAB) ile temsil edilmektedirler (Çelik ve diğ., 2011; Önen ve Pırıl, 2000). Torid kuşağı'nda yer alan okyanus tabanı metamorfite ise, genel itibariyle tektonik olarak manto tektonitleri ile melanj birimleri arasında konumlanmakta ve kalınlıkları ortalama 300 ile 500m arasında değişmektedir (Çelik ve Delaloye, 2003, 2006; Elitok, 2001; Parlak ve diğ., 2006). Ayrıca, bu kuşak üzerinde yer alan ofiyolit tabanı metamorfite ve manto tektonitleri dolerit/mikrogabro daykları tarafından kesilmektedir. Torid kuşağı üzerinde yer alan taban metamorfite kökeni OIB, MORB ve IAT (ada yayı toleyitleri) kaynaklı alanlardan beslenen tektono-magmatik ortamları yansıtmaktadırlar. (Çelik 2002, 2008; Çelik ve Delaloye 2003, 2006; Çelik ve Chiaradia, 2008; Daşçı ve diğ., 2014). Taban metamorfite kesen dolerit dayklarının jeokimyası ise yitim süreçlerinde oluştuklarına işaret eden ada yayı toleyitleri (IAT) ile temsil edilmektedir (Çelik ve diğ., 2006; Dilek ve diğ., 1999; Elitok, 2001; Parlak ve Delaloye, 1996).

İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı üzerinde yer alan Artova Yığılım Karmaşığı bünyesinde, iki büyük tektonik dilim halinde ofiyolitle ilişkili taban metamorfite barındırmaktadır. Bu ofiyolitle ilişkili taban metamorfite, genel hatlarıyla yukarıda açıklanan Kuzey kuşağı ve Torid kuşağına ait taban metamorfiteyle benzer genel jeolojik ve jeokimyasal özelliklere sahiptir. Çalışma alanında taban metamorfite, manto tektonitleri ve yığılım karmaşığına ait diğ. litolojiler (ör. bazaltlar) tarafından tektonik olarak sınırlanmaktadır. Taban metamorfite baskın olarak amfibolitlerden, daha az oranda ise mermerler ve mikaşistlerden meydana gelmektedir. Amfibolitlerin, ilksel kayaçları bazalt ve alkali bazaltlarla temsil edilmekte olup, E-MORB ve OIB jeokimyasal karakterine sahiptirler. Ofiyolit tabanı metamorfite ve manto tektonitleri metamorfik olmayan dolerit daykları tarafından kesilmektedir. Dolerit dayklarının jeokimyasal değerlendirmeleri toleyitik karakterde ada yayı bazaltları bileşimine işaret etmektedir. Bu durum özellikle Torid kuşağı ofiyolitlerinde yer alan taban metamorfite ile benzerlik sunmaktadır. Örneğin, Şekil 5.2'de Torid kuşağı üzerinde yer alan taban metamorfite ve bunları kesen dolerit dayklarının

NTE ve çoklu element örümcek diyagramı görülmektedir (Şekil 5.2. a,b,c). Şekilde de görüldüğü üzere çalışma sahası içinde yer alan dolerit dayklarının ve taban metamorfitlelerinin jeokimyasal bulguları ile Torid kuşağı ofiyolitlerinde bulunan taban metamorfitlelerine ait amfibolitlerin ve taban metamorfitlelerini kesen dolerit daykları eş kimyasal özellikler sunmaktadır (Şekil 5.2. a,b,c).

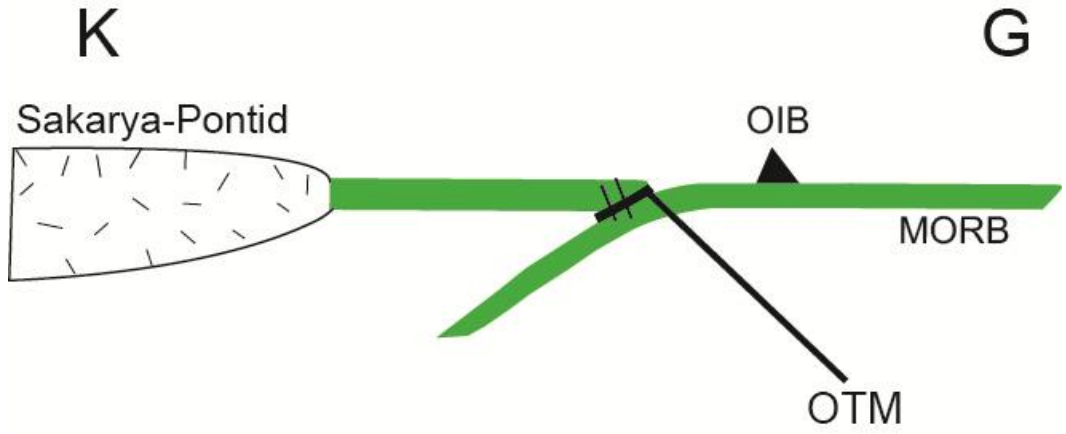


Şekil 5.2. (a,b) Amfibolit ve doleritlere ait kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramları (Kıyaslama değerleri (Çelik ve Delaloye, 2003, 2006; Çelik, 2007) (c) Doleritlerin MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı (Kıyaslama değerleri; Çelik ve Chiaradia, 2008) (Normalize değerler Sun ve McDonough 1989'a göredir)

Şekil 5.3'de resmedilen tektonik model, bölgenin kabaca yorumlanmış bir fotoğrafı olarak değerlendirilebilir. Bu modele göre dolerit dayklarının gelişiminin taban metamorfitlelerinin oluşumundan sonra, ofiyolit yerleşmesinden önce geliştiği söylenebilir (Şekil 5.3).

Artova yığılma karmaşığındaki ofiyolit tabanı metamorfitleleri coğrafik olarak doğuda Refahiye civarında (Refahiye metamorfitleleri), batıda ise Eldivan civarında yüzeyleyen okyanus içinde oluşmuş metamorfik kayalar ile aynı kuşak üzerinde yer almaktadır (Şekil 5.1). Söz edilen bu alanlardaki metamorfik kayaların okyanus içi kapanma süreçlerinde meydana geldikleri ve Alt-Orta Jura metamorfizma yaşına sahip oldukları tespit edilmiştir (Çelik ve diğ., 2011; Topuz ve diğ., 2013). Çelik ve diğ., 2011'deki çalışmasında İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun Jura döneminde açılma değil, tam tersine kapanma sürecinde olduğunu vurgulamıştır. Söz konusu

çalışmaların yapıldığı alanlarla, inceleme alanı aynı kuşak üzerinde yer almaktadır. Çalışma sahası içindeki ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin aynı kuşak üzerinde bulunması, benzer özellikler sunması ve yığışım karmaşığının içinde Jura (Yılmaz,1981) yaşlı çökel kayaçların (kırıntılı, karbonatlı) da gözlemlenmesi, bu ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin Jura dönemi içerisindeki yitim süreçlerinde oluşmuş olabileceğini düşündürmektedir. Oluşan bu kayaçlar daha sonrasında Geç Kretase melanj oluşum süreçlerinde yığışım prizması içine aktarılmışlardır.



Şekil 5.3. (a) Ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin oluşum mekanizmasını gösteren basitleştirilmiş model

6. SONUÇLAR

Artova ve civarını kapsayan çalışma sahası, Tokat ve Kırşehir masifleri arasında geniş yüzleklere sahip olan Geç Kretase yaşlı yığışım karmaşığının (ör, Özcan ve diğ., 1980; Yılmaz, 1981; Özcan ve Aksay, 1996) bir bölümünü temsil etmektedir. Bu alanda yüzeyleyen Artova yığışım karmaşığı başlıca, farklı derecelerde serpantinize olmuş ultramafitler, ofiyolit tabanı metamorfiteeri, bazaltik volkanitler, sığ ve derin denizel Jura-Kretase yaşlı çökellerden ve bloklı yapıdaki yığışım karmaşığından meydana gelmektedir. Yığışım karmaşığını oluşturan bu kayaç ve kayaç grupları yaklaşık Kuzey-Kuzeybatı'ya eğimli ters fay düzlemleriyle birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

Artova ve Ağmusa güneyinde yer alan ofiyolit tabanı metamorfiteeri, Artova yığışım karmaşığı içerisinde tespit edilen en önemli kayaç grubunu temsil etmektedir. Bu alanlarda ofiyolit tabanı metamorfiteerinin, ultramafitlerin tektonik olarak tabanında yer aldığı ve ekaylı bir yapı sundukları tespit edilmiştir. Esas litolojisi amfibolitler ve mermerlerden oluşan ofiyolit tabanı metamorfiteerin içerisinde yer yer granat mikaşist, kalkşist ve yeşilşist türü metamorfik kayaçlara da yer almaktadır. Genellikle bantlı yapı sunan amfibolitler amfibol, plajiyoklaz, \pm piroksen, \pm epidot, \pm klorit, \pm sfen ve opak minerallerden meydana gelmekte olup, granoblastik ve nematoblastik doku sergilemektedirler. Taban metamorfiteerine ait amfibolitlerden yapılan mineral kimyası analizleri sonucu amfibollerin, magneziyo-hornblend, çermakit ve tremolit bileşiminde oldukları tespit edilmiştir. Amfibol minerallerinin X_{Mg} değerleri % 0,74 ile % 1,00 ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) arasında değişmektedir. Plajiyoklazlar ise andezin ve labrador bileşimine sahiptirler. Plajiyoklaz minerallerinin anortit içerikleri % 40,42 ile % 51,71 arasında değişiklik göstermektedir. Ofiyolit tabanı metamorfiteerin mineral parajenezi göz önüne alındığında, yeşilşist ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğradıkları söylenebilir. Jeokimyasal analizler neticesinde amfibolitlerin magmatik kökenli oldukları, ilksel kayaçlarının geçiş ve alkali özelliğindeki bazaltlarla temsil edildiğı ve E-MORB ve OIB niteliğinde oldukları tespit edilmiştir.

Ofiyolit tabanı metamorfiteeriyle ilişkili olarak gözlenen ultramafitlerin baskın litolojini harzburjitler ve serpantinize harzburjitler oluşturmaktadır. Harzburjitler olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve Cr-spinel minerallerinden oluşan mineral birlikteliğine

sahiptirler. Bir harzburjit örneği üzerinde yapılan mineral kimyası analizinde olivinlerin fosterit (fo,~90), ortopiroksenlerin enstatit (Mg#,~91), klinopiroksenlerin diyopsit (Mg#,~93)ve spinellerin Cr-spinel (Cr#,27,22-34,07) bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Klinopiroksen ve Cr-spinel minerallerinin kimyasal bileşimleri, harzburjitlerin abisal manto peridotitleriyle benzerlik sunduğu ve fertil MORB mantosuna göre yaklaşık % 15-20'lik bir kısmi ergime neticesinde oluşmuş kalıntı manto ürünü olduğu anlaşılmıştır.

Birçok alanda ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin ve ultramafitlerin, kalınlıkları 10 metreye ulaşan dolerit daykları tarafından kesildikleri görülmektedir. Jeokimyasal analizler neticesinde dolerit örneklerinin tümünün toleyitik karakterli yitimle ilişkili ada yayı bazaltları niteliğinde oldukları tespit edilmiştir. Dolerit dayklarının bu özellikleri metamorfik kayaçların okyanus içi yitim süreçlerinde geliştiğinin en önemli delillerindendir.

Artova yığışım karmaşığı içerisinde genellikle masif yüzlekler halinde bulunan volkanitlerin petrografik ve jeokimyasal incelemeler neticesinde bazalt bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Tektono magmatik ortam koşulları açısından toleyitik bazalt nitelikteki N-MORB ve volkanitler ada yayı bazaltları özelliklerine sahiptirler.

Doğanca kuzeyinde yer alan dilim, kapsamış olduğu metamorfik kayaç türleri ve bloklu yapısı açısından, Artova yığışım karmaşığının diğer birimlerinden farklılık sunduğu gözlemlenmiştir. Serpantinit hamuru içerisinde, yüksek basınç - düşük sıcaklık başkalaşım koşullarını yansıtan metabazit blokları tespit edilmiştir. Bu metabazit blokları, plajiyoklaz, kalsik ve sodik amfibol, beyaz mika, sfen ve opak minerallerden oluşan mineral birlikteliklerine sahiptirler.

Bu çalışmayla elde edilen yeni analitik verilerle, bölgeye dair olan diğer çalışmalarda göz önüne alındığında (Çelik ve diğ., 2011, 2013; Topuz ve diğ., 2013 a,b) ofiyolit ile ilişkili taban metamorfitlerden yapılacak olan jeokronolojik çalışmalar sonucunda yitimin yaşı elde edilecektir. Sonuç olarak, yapılacak olan jeokronolojik analizler ile bölgenin evrimi ve oluşum/gelişim süreçlerine dair daha detaylı veriler sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Boztuğ D., Tichomirowa M., Bombach K., ^{207}Pb - ^{206}Pb single-zircon evaporation ages of some granitoid rocks reveal continent-oceanic island arc collision during the Cretaceous geodynamic evolution of the central Anatolian crust, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2007, **31**, 71–86.

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.

Çelik Ö. F., Geochemical, petrological and geochronological observations on the metamorphic rocks of the Tauride Belt Ophiolites (S.Turkey), Doktora Tezisi, Université de Genève, Genève, 2002, 257.

Çelik Ö. F., Delaloye M., Origin of metamorphic sole rocks and their postkinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey, *Geological Journal*, 2003, **38**, 235–256.

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., Detailed geochemistry and K-Ar geochronology of the metamorphic sole rocks and their mafic dykes from the Mersin Ophiolite, Southern Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2008, **17**, 685–708.

Çelik Ö. F., Chiaradia M., Geochemical and petrological aspects of dike intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): a case study for the dike emplacement along the Tauride Belt Ophiolites, *International Journal of Earth Sciences*, 2008, **97**, 1151–1164.

Çelik Ö. F., 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., and Marschik R., The Eldivan ophiolite and volcanic rocks in the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone, northern Turkey: Geochemistry, whole-rock geochemical and Nd-Sr-Pb isotopic characteristics, *Lithos*, 2013, **172-173**, 31–46.

Dilek Y., Moores E. M., Regional tectonics of the Eastern Mediterranean ophiolites, Ophiolites, oceanic crustal analogues: Nicosia, Cyprus, ed: Malpas, J., Moores E., M., Panayiotou A., Xenophontos C., *The Geological Survey Department, Proceedings of the Symposium Troodos 1987*, 1990, 295–309.

Dick H.J.B., Bullen T., Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpinetype peridotites and spatially associated lavas, *Contrib. Mineral Petrol*, 1984, **86**, 54–76.

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

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

Elitok Ö., Geochemistry and tectonic significance of the Şarkikara ağaç ophiolite in the Beyşehir–Hoyran nappes, SW Turkey. In: Akıncı, Ö., Görmüş, M., Kuşcu, M., Karagüzel, R., Bozcu, M. Eds., *Proceedings of 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology*, Isparta, Turkey, 2001, 181–196.

Göncüoğlu C. M., Dirik K., Kozlu H., Pre-Alpine and Alpine terranes in Turkey: explanatory notes to the terrane map of Turkey In: Papanikolaou, D., Sassi, F.P. (Eds.), IGCP Project n276; Paleozoic domains and their alpidic evolution in the Tethys, *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 1997, **76**, 515–536.

Hawkins J. W., Allan J. F., Petrologic evolution of Lau Basin sites 834 through 839. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 135. *Ocean Drilling Program, College Station, Texas*, 427–470, 1994.

Ishii T., Robinson P. T., Maekawa H., Fiske M., et al., Petrological studies from diapiric serpentine seamounts in the Izu-Ogazawara-Mariana forearc. In: Fryer P., Pearce, J.A., Stokking, L.B. (Eds.), 125. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Ocean Drilling Program, College Station, Texas, 445–485 1994.

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, *J. Geophys. Res.*, 1990, **95**, 2661–2678.

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

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

Koçyiğit A., Tekneli bölgesinin (Tokat Güneyi) tektonik özelliği, *TÜBİTAK, proje raporu No: TBAG-262*, 63, 1979.

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.

Moores E.M., Ancient suture zones within continents, *Science*, 1981, **213**, 41–46.

Okay A.,I., Tüysüz O., Tethyan sutures of northern Turkey, The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen, ed: Durand B., Jolivet L., Horvath F., Seranne, M., *Geological Society, London, Special Publications*, 1999, **156**, 475-515.

Okay A. I., Monod O., Monie P., Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction, *Lithos*, 2002, **64**, 155-178.

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., Satir M., Siebel W., Pre-Alpide Palaeozoic and Mesozoic orogenic events in the Eastern Mediterranean region, *Memoirs of The Geological Society London*, 2006, **32**, 389-405.

Önen A. P., and Hall R., Sub-ophiolitic metamorphic rocks from NW Anatolia, Turkey, *Metamorphic Geology*, 2000, **18**, 483-495.

Önen A. P., Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites, *Journal of the Geological Society of London*, 2003, **160**, 947–962.

Özcan A., Aksay A., Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel Dolayının Jeolojisi, *MTA Rapor No: 9972*, 1-36, 1996.

Özcan A., Erkan A., Keskin A., Oral A., Özer S., Mengen M., Tekeli O., Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi, *MTA, Rapor no. 6722*, 1980.

Parlak O., Delaloye M., Geochemistry and timing of postmetamorphic dike emplacement in the Mersin ophiolite (southern Turkey): new age constraints from Ar–Ar geochronology, *Terra Nova*, 1996, **8**, 585–592.

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

Pearce J. A., Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, Editor: Thorpe R.S., *Andesites, 1st ed.*, Wiley and Sons, New York, 525-548, 1982.

Pearce J. A., A users guide to basalt discrimination diagrams, Editor: Wyman D.A., *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration, 1st ed.*, Geological Association of Canada, Canada, 79-113, 1996.

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, *Contrib Mineral Petrol*, 2000, **139**, 36–53.

Robertson A. H. F., Woodcock N., H., Gödene Zone, Antalya Complex, SW Turkey: volcanism and sedimentation on Mesozoic marginal ocean crust, *Geological Rundschau*, 1981, **70**, 1177–1214.

Robertson A. H.F., Dixon J. E., Introduction: aspects of the geological evolution of the eastern Mediterranean. In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), *The Geological Evolution of the Eastern 96 Mediterranean*, *Geological Society Special Publication*, 1984, **17**, 1–74.

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

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.

Stampfli G., Tethyan oceans In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area, *Geological Society of London*, Special Publication, 2000, **173**, 1–23.

Sun S., McDonough W. F., Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In Magmatism in the Ocean Basins, Saunders AD, Norry MJ (eds), *Geology Society, London, Special Publication*, 1989, **42**, 313–345.

Şengör A. M. C., Yılmaz Y., Tethyan Evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 1981, **75**, 181-241.

Tatar Y., Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi, *MTA Dergisi*, 1977, **127**, 56-84.

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

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., Altherr R., Kalt A., Satir M., Werner O., Schwartz W. H., Aluminous granulites from the Pular Complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallisation, *Lithos*, 2004 a, **72**, 183-207.

Topuz G., Altherr R., Satir M., Schwarz M., Low grade metamorphic rocks from the Pular complex, NE Turkey: implications for pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides, *International Journal of Earth Sciences*, 2004 b, **93**, 72-91.

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

Topuz G., Altherr R., Siebel W., Zack T., Hasözbeğ A., Barth M., Satir M., Şen C., Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane pluton (NE Turkey), *Lithos*, 2010, **116**, 92–110.

Topuz G., Çelik Ö. F., Şengör A. M. C., Altıntaş İ. E., Zack T., Rolland Y., Barth M. Jurassic ophiolite formation and emplacement as backstop to a subduction accretion complex in the northeast Turkey, the Refahiye ophiolite, and relation to Balkan ophiolites, *American Journal of Science* 2013 b, **353**, 1054-1087.

Whitney D. L., Teyssier C., Fayon A. K., Hamilton M. A. ve Heizler M. J., Tectonic controls on metamorphism, partial melting, and intrusion: Timing of regional metamorphism and magmatism of the Niğde Massif, Turkey, *Tectonophysics*, 2003, **376**, 37-60.

Whitney D. L. ve Hamilton M. A. Timing of high-grade metamorphism in central Turkey and the assembly of Anatolia, *Journal of the Geological Society London*, 2004, **161**, 823-828.

Wood D. A., Joron J. L., Treuil M., A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings, *Earth Plan. Sci. Lett*, 1979, **45**, 326-36.

Yılmaz A., Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1981, **24**, 31-36.

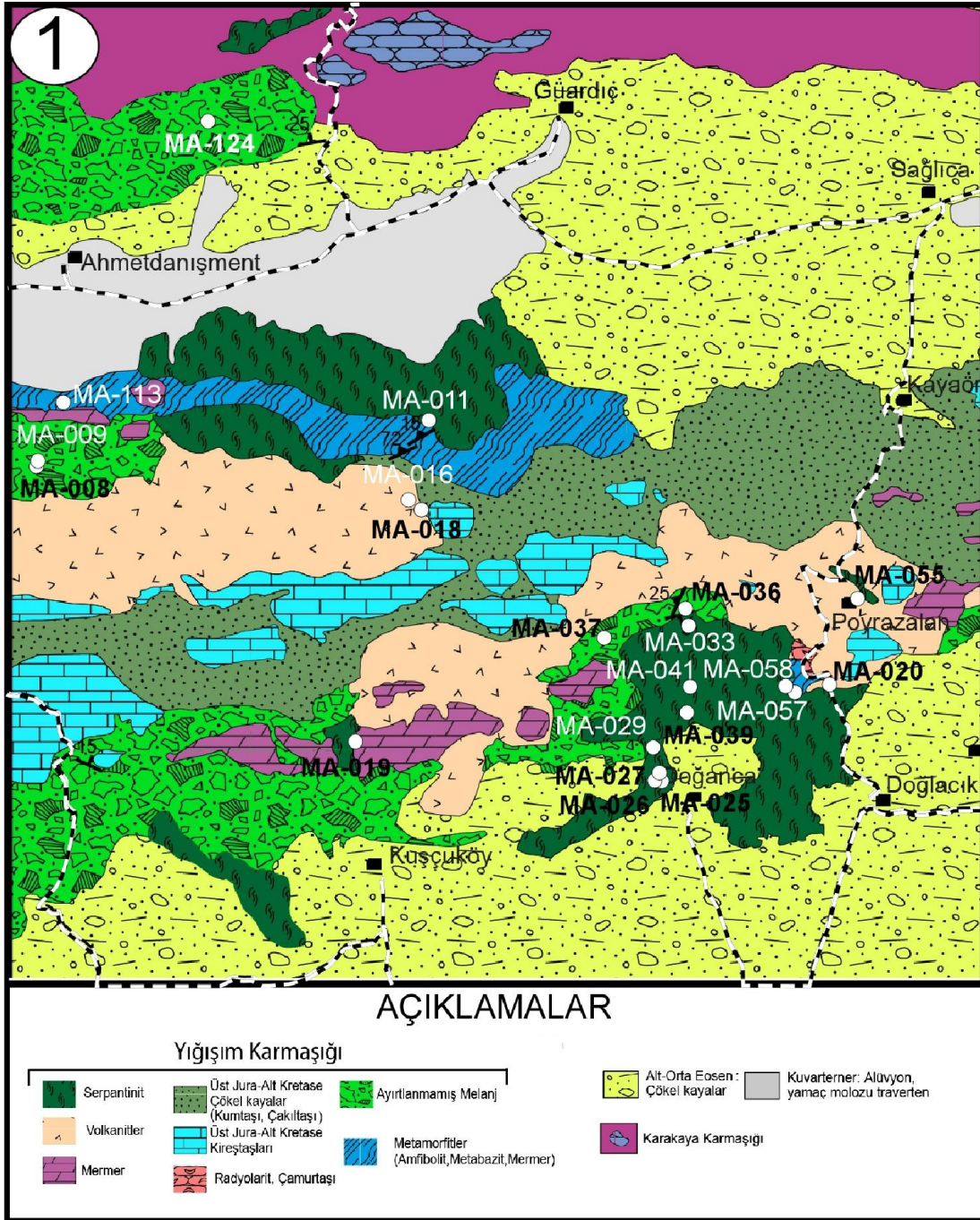
Yılmaz A., Dumanlı Dağı (Tokat) ve Çeltek Dağı (Sivas) arasındaki bölgede Boztepe Formasyonu'nun yaşı, alt bölümleri ve dokanak ilişkileri, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 1984, **27**, 111-117.

Yılmaz A., Yılmaz H., Geology and Structural Evolution of the Tokat Massif (Eastern Pontides, Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2004, **13**, 231-246.

EKLER

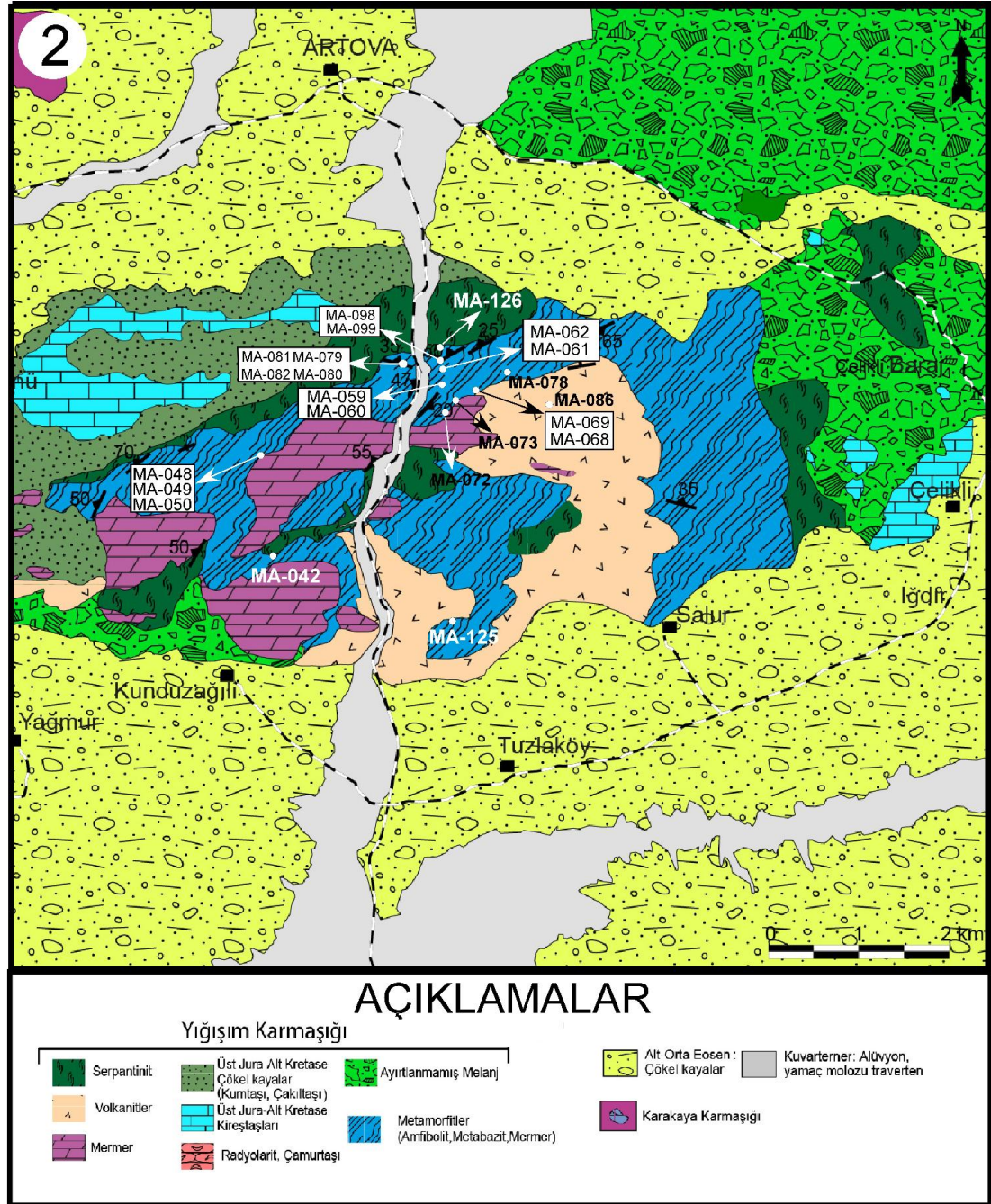
EK-A

Şekil A.1. Çalışma sahasının doğu bölümünün jeoloji ve örnek noktası haritası

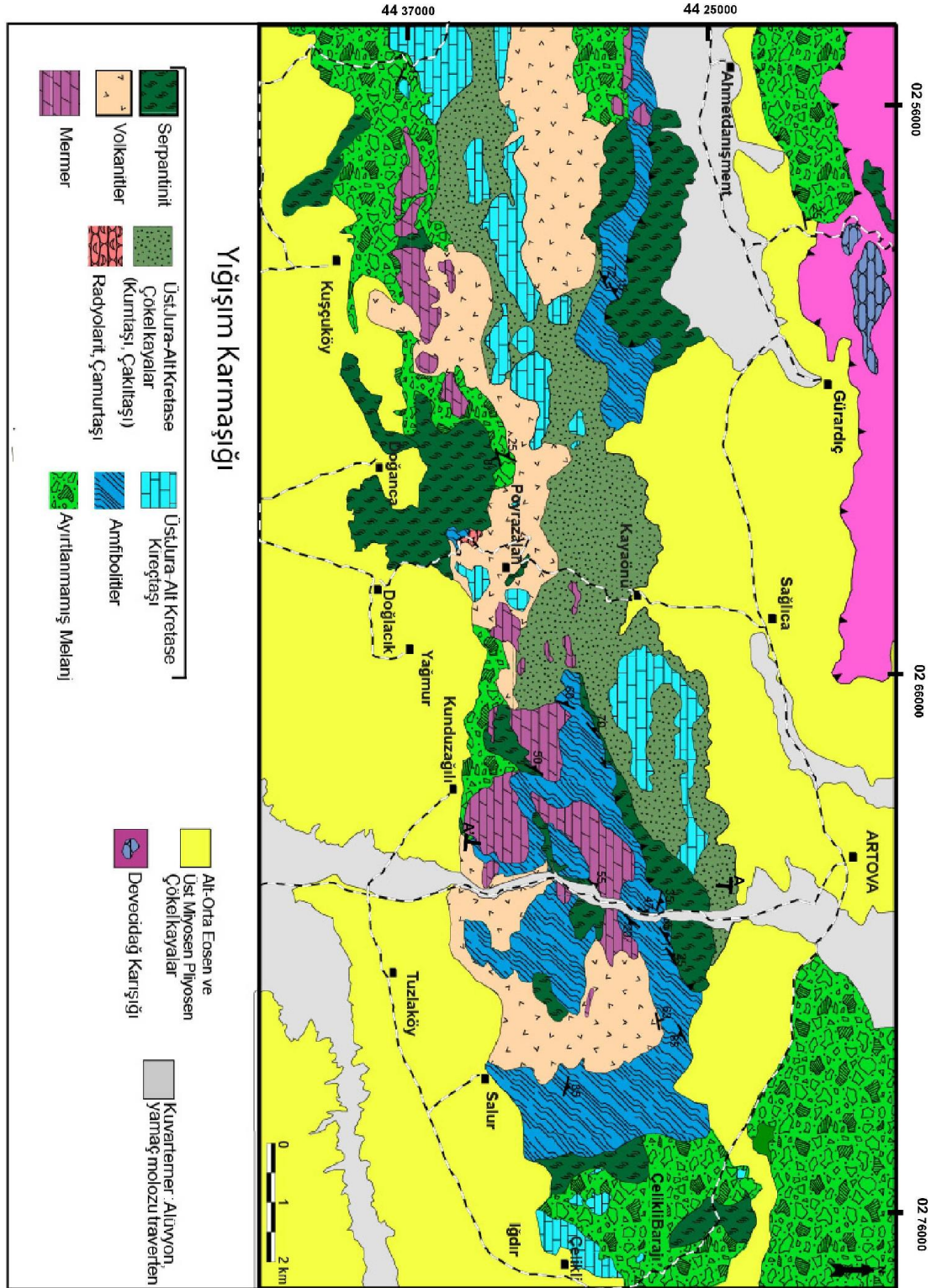


EK-B

Şekil B.1. Çalışma sahasının batı kesiminin jeoloji ve örnek noktası haritası



Şekil B.2. Çalışma sahasının 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritası



EK-C

Tablo C.1. Artova Yığışım Karmaşığında ait harzburjit örneğindeki ollivin mineral kimyası analiz ana oksit (%) sonuçları (yapısal parametreler oksijen 4 alınarak hesaplanmıştır)

Örnek	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126
Mineral	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin	Olivin
Na ₂ O	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
MgO	50,33	50,57	50,31	50,45	50,22	50,29	50,12	50,46	50,36	50,37
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
SiO ₂	41,06	40,84	41,13	41,01	40,73	41,06	41,26	41,25	41,02	41,11
CaO	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Mno	0,16	0,15	0,15	0,12	0,16	0,10	0,07	0,11	0,14	0,16
FeO	9,14	9,04	8,75	8,95	8,83	9,00	8,88	8,86	9,01	8,78
Toplam	100,71	100,61	100,36	100,56	99,98	100,51	100,37	100,71	100,85	100,73
Si	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
Ti	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
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	1,82	1,83	1,82	1,82	1,83	1,82	1,81	1,82	1,82	1,82
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	3,00	3,01	3,00	3,00	3,01	3,00	3,00	3,00	3,01	3,00
Fo	90,61	90,75	90,97	90,83	90,88	90,78	90,90	90,93	90,75	90,94
Fa	9,23	9,10	8,87	9,04	8,96	9,12	9,03	8,95	9,11	8,89

Tablo C.2. Artova Yığışım Karmaşığına ait harzburjit örneğindeki klinopiroksen mineral kimyası analiz ana oksit (%) sonuçları (yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır, Mg# = $100 \cdot \text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$, Cr# = $100 \cdot \text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al})$, Vo = $100 \cdot \text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$, En = $100 \cdot \text{Mg}/(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$, Fs = $100 \cdot \text{Fe}/(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$)

Örnek	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126
Mineral	Kpir.	Kpir.	Kpir.	Kpir.
Na ₂ O	0,12	0,12	0,12	0,13
MgO	17,72	17,45	17,34	17,24
Al ₂ O ₃	2,96	3,40	3,12	3,28
SiO ₂	52,73	52,63	52,67	52,58
K ₂ O	0,00	0,03	0,01	0,00
CaO	23,21	23,19	23,66	23,72
TiO ₂	0,08	0,10	0,12	0,12
Cr ₂ O ₃	0,80	0,94	0,79	0,90
MnO	0,08	0,09	0,08	0,11
FeO	2,12	2,03	2,01	2,08
Toplam	99,82	99,99	99,90	100,17
Si	1,92	1,91	1,91	1,91
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,13	0,15	0,13	0,14
Cr	0,02	0,03	0,02	0,03
Fe ²⁺	0,06	0,06	0,06	0,06
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,96	0,94	0,94	0,93
Ca	0,90	0,90	0,92	0,92
Na	0,01	0,01	0,01	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	4,01	4,01	4,01	4,01
Mg#	93,70	93,86	93,89	93,65
Wo	46,66	47,06	47,72	47,85
En	49,56	49,27	48,67	48,39
Fs	3,33	3,22	3,17	3,28

Tablo C.3. Artova Yığışım Karmaşığına ait harzburjit örneğindeki ortopiroksen mineral kimyası analiz ana oksit (%) sonuçları (yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır, $Mg\# = 100 \cdot Mg / (Mg + Fe^{2+})$, $Cr\# = 100 \cdot Cr / (Cr + Al)$, $Vo = 100 \cdot Ca / (Ca + Mg + Fe^{2+})$, $En = 100 \cdot Mg / (Ca + Mg + Fe^{2+})$, $Fs = 100 \cdot Fe / (Ca + Mg + Fe^{2+})$)

Örnek	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126
Mineral	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.	Opir.
Na ₂ O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01
MgO	34,86	34,81	34,71	34,77	33,94	34,28	34,36	34,66	34,45	34,36
Al ₂ O ₃	2,12	2,53	2,48	2,78	3,16	3,24	2,77	2,63	3,18	2,93
SiO ₂	56,93	56,21	56,29	56,26	55,89	55,55	55,69	56,45	55,88	56,19
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
CaO	0,53	0,64	0,71	0,58	1,25	0,85	0,89	0,49	0,62	0,52
TiO ₂	0,01	0,04	0,01	0,00	0,04	0,05	0,04	0,03	0,00	0,01
Cr ₂ O ₃	0,39	0,43	0,34	0,57	0,72	0,74	0,50	0,50	0,62	0,66
MnO	0,13	0,15	0,16	0,10	0,10	0,13	0,15	0,14	0,15	0,17
FeO	5,94	5,97	5,95	6,06	5,60	6,12	5,79	6,21	5,99	6,12
Toplam	100,91	100,79	100,66	101,11	100,69	100,95	100,26	101,12	100,92	100,96
Si	1,94	1,93	1,93	1,92	1,92	1,90	1,92	1,93	1,91	1,92
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,09	0,10	0,10	0,11	0,13	0,13	0,11	0,11	0,13	0,12
Cr	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Fe ²⁺	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	1,77	1,78	1,77	1,77	1,73	1,75	1,76	1,76	1,76	1,75
Ca	0,02	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	4,01	4,02	4,02	4,02	4,01	4,02	4,02	4,01	4,02	4,01
Mg#	91,27	91,23	91,23	91,10	91,52	90,90	91,36	90,87	91,11	90,92
Wo	0,98	1,19	1,33	1,09	2,36	1,59	1,67	0,92	1,17	0,97
En	90,37	90,14	90,00	90,11	89,36	89,45	89,72	90,03	89,98	90,00
Fs	8,65	8,67	8,65	8,81	8,28	8,96	8,49	9,05	8,78	8,99

Tablo C.4. Artova Yiğışim Karmaşığı'na ait harzburjit örneğinin spinel minerallerine ait mineral kimyası analiz sonuçları (yapısal parametreler 4 oksijene göre hesaplanmıştır, (Cr# = 100*Cr/(Cr+Al), Mg# = 100*Mg/(Mg+Fe²⁺))

Örnek	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126	MA-126
Mineral	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn	Spn
MgO	16,37	16,22	16,41	16,52	16,46	16,49	15,61	16,10	15,79	17,53	16,68	
Al ₂ O ₃	39,91	40,32	39,43	39,52	38,67	39,26	38,25	38,96	38,08	39,20	42,30	
SiO ₂	0,09	0,04	0,00	0,06	0,02	0,05	0,05	0,05	0,06	0,53	0,06	
CaO	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,36	0,00	
TiO ₂	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,07	0,00	0,04	
Cr ₂ O ₃	27,53	27,60	28,02	27,37	28,50	27,99	28,76	28,92	29,33	25,73	23,58	
MnO	0,17	0,19	0,23	0,20	0,16	0,19	0,19	0,16	0,18	0,20	0,19	
FeO	15,47	15,47	15,82	15,87	15,11	15,15	16,08	15,11	15,51	14,74	15,09	
Toplam	99,58	99,91	99,97	99,62	98,98	99,19	99,01	99,38	99,02	98,31	97,98	
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	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	
Al	1,33	1,34	1,31	1,31	1,30	1,31	1,29	1,30	1,28	1,31	1,41	
Cr	0,61	0,61	0,62	0,61	0,64	0,63	0,65	0,65	0,66	0,58	0,53	
Fe ³⁺	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,09	0,06	
Fe ²⁺	0,31	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,33	0,32	0,33	0,26	0,30	
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mg	0,69	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,67	0,68	0,67	0,74	0,70	
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	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	
Cr#	31,64	31,47	32,28	31,73	33,08	32,35	33,53	33,24	34,07	30,57	27,22	
Mg#	68,89	68,19	69,22	69,66	69,94	69,81	66,82	68,31	67,44	73,97	70,39	

Tablo C.5. MA-069 numaralı numuneye ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları (yapısal parametreler 23 oksijene göre hesaplanmıştır, $X_{Mg} = (Mg/Mg+Fe_{2+})$)

Örnek Mineral	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069
	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf
Na ₂ O	1,27	1,86	1,20	0,99	1,05	0,56	0,41	1,15	1,18	1,27	1,08	1,16	1,18	1,11		
MgO	15,26	12,32	15,72	14,85	14,89	16,39	18,70	15,77	15,69	15,64	16,09	15,88	15,95	15,90		
Al ₂ O ₃	8,26	12,83	7,90	8,17	8,62	7,62	3,00	7,98	8,35	8,21	7,27	7,56	7,54	7,64		
SiO ₂	48,12	43,32	48,49	48,20	48,45	48,37	53,83	48,35	48,26	48,21	49,16	48,74	48,90	48,91		
K ₂ O	0,12	0,20	0,13	0,10	0,10	0,12	0,03	0,12	0,09	0,11	0,07	0,07	0,07	0,09		
CaO	11,41	11,76	11,32	12,44	11,89	10,09	11,52	11,50	11,55	11,39	11,40	11,48	11,25	11,59		
TiO ₂	0,60	0,53	0,52	0,40	0,39	0,23	0,11	0,51	0,47	0,52	0,45	0,44	0,45	0,49		
Cr ₂ O ₃	0,06	0,03	0,05	0,04	0,09	0,02	0,00	0,00	0,05	0,04	0,03	0,00	0,00	0,02		
MnO	0,20	0,13	0,19	0,13	0,13	0,19	0,21	0,27	0,23	0,22	0,23	0,24	0,26	0,23		
FeO	11,63	13,63	11,51	10,86	11,80	12,37	9,30	11,09	11,24	11,22	11,14	11,31	11,09	11,07		
Toplam	96,92	96,60	97,04	96,19	97,41	95,96	97,11	96,75	97,10	96,84	96,93	96,88	96,69	97,05		
Si	6,88	6,35	6,89	7,00	6,91	6,86	7,50	6,90	6,86	6,87	6,98	6,94	6,96	6,95		
Aliv	1,12	1,65	1,11	1,00	1,09	1,14	0,49	1,10	1,14	1,13	1,02	1,06	1,04	1,05		
Alvi	0,27	0,56	0,22	0,40	0,36	0,14	0,00	0,24	0,26	0,25	0,19	0,21	0,22	0,23		
Ti	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,02	0,01	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05		
Cr	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe ₃₊	0,86	0,71	0,97	0,33	0,69	1,47	0,92	0,90	0,92	0,91	0,95	0,92	0,96	0,86		
Fe ₂₊	0,53	0,96	0,40	0,98	0,71	0,00	0,16	0,42	0,42	0,43	0,37	0,42	0,36	0,46		
Mn	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		
Mg	3,25	2,69	3,33	3,22	3,17	3,47	3,88	3,35	3,32	3,32	3,40	3,37	3,38	3,37		
Ca	1,75	1,85	1,72	1,94	1,82	1,53	1,72	1,76	1,76	1,74	1,73	1,75	1,72	1,77		
Na	0,35	0,53	0,33	0,28	0,29	0,15	0,11	0,32	0,32	0,35	0,30	0,32	0,33	0,31		
K	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	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		
Toplam (Ca+Na) (B)	17,12	17,41	17,08	17,23	17,13	16,83	16,84	17,10	17,10	17,11	17,04	17,08	17,06	17,09		
Na (B)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,69	1,83	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
(Na+K) (A)	0,25	0,15	0,28	0,06	0,18	0,15	0,11	0,24	0,24	0,26	0,27	0,25	0,28	0,23		
X _{Mg#}	0,12	0,41	0,08	0,23	0,13	0,02	0,01	0,10	0,10	0,11	0,04	0,08	0,06	0,09		
	0,86	0,74	0,89	0,77	0,82	1,00	0,96	0,89	0,89	0,89	0,90	0,89	0,90	0,88		

Tablo C.6. MA-069 numaralı amfibolit numunesine ait plajiyoklasların mineral kimyası analiz sonuçları. Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir

Örnek Numarası	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069	MA-069
	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj	Plj
Na ₂ O	5,47	6,26	6,16	6,97	7,07	5,69	5,86	6,32	6,18	6,20	6,45
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	28,53	27,69	27,61	26,64	26,23	28,23	27,67	27,23	27,68	27,69	27,42
SiO ₂	54,73	56,00	56,10	57,66	58,33	54,45	55,26	56,72	56,78	56,10	56,63
K ₂ O	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,05	0,43	0,63	0,00	0,09
CaO	10,63	9,56	9,59	8,14	7,82	10,37	9,66	8,10	8,52	9,59	9,13
TiO ₂	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00
Mno	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,07	0,08	0,04	0,03	0,06	0,09	0,05	0,06	0,09	0,01	0,11
Toplam	99,49	99,64	99,53	99,49	99,55	98,88	98,56	98,90	99,96	99,63	99,82
Ab %	48,14	54,13	53,73	60,66	61,97	49,76	52,18	57,04	54,68	53,90	55,81
An %	51,71	45,68	46,21	39,16	37,88	50,10	47,53	40,42	41,65	46,09	43,68
Or %	0,15	0,18	0,06	0,18	0,16	0,14	0,29	2,54	3,67	0,01	0,51

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Çörtük R.M., Çelik Ö.F., Özkan M., Topuz G., Artova (Tokat, Kuzey Türkiye) Civarında Geç Kretase Yığışım Karmaşığı İçindeki Metamorfik Kayaçların (Ofiyolit Tabanı Metamorfitleri) 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., Geç Kretase Yığışım Karmaşığı (Artova, Tokat, Kuzey Türkiye) İçinde Yer alan Ofiyolit Tabanı Metamorfitlerinin ve Doleritik Sokulum Kayaçlarının Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri *Uluslararası Deprem Sempozyumu* Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.

ÖZGEÇMİŞ

29 Kasım 1990 tarihinde Balıkesir'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Balıkesir'de tamamladı. 2008 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2013-2015 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine tamamlamıştır. 2014 yılından beri Tübitak 112Y123 numaralı projede proje asistanlığı yapmaktadır.