

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ AVRASYA YER BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

**ALMACIK DAĞI EOSEN VOLKANİZMASININ PETROGRAFİK VE
PETROLOJİK OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Fatma GÜLMEZ

Anabilim Dalı : Katı Yer Bilimleri

Programı : Yer Sistem Bilimi Programı

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YER BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

**ALMACIK DAĞI EOSEN VOLKANİZMASININ PETROGRAFİK VE
PETROLOJİK OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Fatma GÜLMEZ
(601061007)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Haziran 2009

Tez Danışmanları : Prof. Dr. Ş. Can GENÇ (İTÜ)
Doç. Dr. Zekiye KARACIK (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Okan TÜYSÜZ (İTÜ)
Doç. Dr. Mehmet KESKİN (İÜ)
Doç. Dr. Ercan ALDANMAZ (KOÜ)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Katı Yer Bilimleri Programında hazırlanan “Almacık Dağı Eosen Volkanizmasının Petrografik ve Petrolojik Olarak İncelenmesi” konulu master tezi, bölgede gözlenen Orta Eosen yaşlı volkanik kayaların incelenmesini, jeokimyasal ve izotop verileri ışığında magmatizmanın kökenine ve evrimine yaklaşımda bulunmayı amaçlamaktadır.

Çalışmaya İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen ve yürütücülüğünü Yar. Doç. Dr. Turgay İşseven’in yaptığı, halen devam etmekte olan “Almacık Dağı’nın (KB Anadolu) Eosen magmatik Kayalarının Paleomanyetizması ve Petrolojik Özelliklerinin Araştırılması” konulu proje kapsamında başlanmış, yürütücülüğünü Prof. Dr. Ş. Can Genç’in yaptığı “Almacık Dağı Eosen Volkanitlerinin Petrografik ve Petrolojik Olarak İncelenmesi” başlıklı master tezi projesi kapsamında ise tamamlanmıştır.

Tez konusunu öneren, saha çalışmaları, petrografik incelemeler, jeokimyasal verilerin yorumlanması dahil olmak üzere, çalışmanın her aşamasında bilgi ve tecrübelerini paylaşan, eleştirileriyle çalışmayı şekillendiren danışmanım **Prof. Dr. Ş. Can Genç**’e ve özellikle arazi çalışmalarında, volkanik birimlerin tanımlanması başta olmak üzere, çalışmanın tamamında büyük katkıları olan, master öğrenimim boyunca her türlü konuda tartışma fırsatı bulduğum, sorularımı titizlikle cevaplamış olan ikinci danışmanım **Doç. Dr. Zekiye Karacık**’a teşekkürlerimi sunarım.

Magmatizmanın kökeni ve evriminin yorumlanmasında büyük önem taşıyan izotop ve yaş analizlerinin yaptırılmasındaki katkılarından dolayı **Prof. Dr. Muharrem Satır**’ a ve araziden derlenen, radyometrik yaşlarla deneştirme yapılacağından kritik öneme sahip olan fosillerin yaşlandırılmasındaki katkılarından ötürü, hocam **Doç. Dr. Ercan Özcan**’a minnettarım.

Arazi çalışmalarının yapılmasındaki yardımları, gösterdikleri ilgi ve misafirperverlikten dolayı, Akyazı Öğretmen Evi Müdürü **Mustafa Akcan** ve Göksu köyü muhtarı **İsmail Gülmez** başta olmak üzere, tüm yöre halkına teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında bana eşlik etmiş olan **Aras Tüysüz**’ e büyük katkısından dolayı, dostlarım **Murat Baysoy** ve **Başak Eskiömeroğlu**’ na her zaman olduğu gibi bu çalışma sırasında da destekleri ve gösterdikleri hoşgörü için, **Pınar Gutsuz** ve **Korhan Erturaç**’ a manevi destekleri için sonsuz teşekkürler.

Tüm eğitim ve akademik çalışma hayatımda asıl emeğin sahibi olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen **aileme**, babama, anneme ve sevgili kardeşime her zaman minnettarım.

Mayıs 2009

Fatma Gülmez

Jeoloji Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ	xi
FOTOĞRAF LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Tanımı ve Amacı	1
1.2 Morfoloji ve İklim	3
1.3 Önceki Çalışmalar	4
2. ALMACIK DAĞI VE DOLAYININ JEOLJİSİ	7
2.1 Stratigrafi	7
2.1.1 Metamorfik Temel Kayalar	10
2.1.2 Dikmen Grubu (Orta Eosen, <i>Td</i>).	15
2.1.2.1 Göksu Formasyonu (<i>Tdgf</i>)	15
2.1.2.2 Ayırtedilmemiş Volkanikler	17
Bazaltik Andezitik ve Bazaltik Lavlar (<i>Tdba</i>)	18
Andezitik ve Dasitik Lavlar (<i>Tdad</i>)	23
2.1.2.3 Dayklar	27
2.1.2.4 Derinoba Formasyonu (<i>Tddo</i>)	28
2.1.2.5 Sofular Kireçtaşı Üyesi (<i>Tdsk</i>)	31
2.1.3 Abhazyatağı Volkanikleri (<i>Tabv</i>)	33
2.1.4 Gökveren Formasyonu (<i>Tgf</i>)	34
2.1.5 Taşkesti Formasyonu (<i>Qt</i>)	35
2.2 Dikmen Grubu Birimlerinin Dokanak İlişkileri ve Oluşum Ortamları	35
2.3 Dikmen Grubu Birimlerinin Yaşı	36
3. PETROGRAFIK ÖZELLİKLER	39
3.1 Dikmen Grubu Lavlarının (Eosen, <i>Td</i>) Petrografik Özellikleri	40
3.1.1 Susuz Seri (Bazaltik Andezitik ve Bazaltik Lavlar, L1)	40
3.1.2 Sulu Seri (Andezitik ve Dasitik Lavlar, L2)	45
3.2 Abhazyatağı Lavlarının (Oligosen, <i>Tav</i>) Petrografik Özellikleri	46
4. JEOKİMYA VE PETROLOJİK ÖZELLİKLER	49
4.1 Analitik Yöntemler	49
4.2 Ana ve İz Element İçeriklerine Göre Sınıflama	50
4.3 Tektonik Ortam	55
4.4 Magmanın Kökeni ve Evrimleşme	58
4.4.1 Ana Elementlerin Harker Diyagramları.	58
4.4.2 İz Elementlerin Harker Diyagramları	61
4.5 Örümcek Diyagramları	66
4.6 İzotop Jeokimyası	69
4.7 Jeokimya Verilerine İlişkin Sonuç ve Tartışma	75

5. YAPISAL JEOLJİ	77
5.1 Uyumsuzluklar	77
5.2 Faylar	78
5.2.1 Kındıra-Baklaya Fayı	78
5.2.2 Kocadüztepe Fayı	82
6.EVRİM	85
7.SONUÇLAR	89
KAYNAKLAR	91
EKLER	97

KISALTMALAR

AL	: Abhazyatağı Lavları
Amp	: Amfibol
An	: Anortit
Bio	: Biyotit
DG	: Dikmen Grubu
Kprk	: Klinopiroksen
Plj	: Plajiyoklas
Qt	: Taşkesti Formasyonu
Ol	: Olivin
Td	: Dikmen Grubu (Orta Eosen)
Tdba	: Dikmen Grubu Bazaltik Andezitik ve Bazaltik Lavları
Tdad	: Dikmen Grubu Andezitik ve Dasitik Lavları
Tdgf	: Göksu Formasyonu
Tddo	: Derinoba Formasyonu
Tdsk	: Sofular Kireçtaşı Üyesi
Tabv	: Abhazyatağı Lavları
Tgf	: Gökveren Formasyonu

ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

Şekil 1.1a-b	Çalışma alanının yerbulduru haritası	2
Şekil 2.1a	Çalışma alanının stratigrafik kesiti	8
Şekil 2.1b	Çalışma alanının jeoloji haritası	9
Şekil 2.1.1a	KB Anadolu'nun genelleştirilmiş jeoloji haritası	11
Şekil 2.1.1.b	Almacık dağı civarındaki metamorfik temel kayaları	12
Şekil 3.1	Lavların mineralojik ve petrografik özellikleri	39
Tablo 4.2a	Farklı lav serilerinin mineralojik bileşimleri	50
Tablo 4.2b	Örneklerin ana element jeokimya analiz sonuçları	51
Şekil 4.2a	TAS diyagramında lavların sınıflanması	53
Şekil 4.2b	Zr/TiO ₂ ' ye karşılık SiO ₂ diyagramı	53
Şekil 4.2c	Lavların Kalkalakalin-Toleyitik ayrımı	54
Şekil 4.2d	Lavların silika K ₂ O değişimi	54
Şekil 4.3a	2xNb-Zr/4-Y tektonomagmatik ayırım diyagramı	56
Şekil 4.3b	Ti/100-Zr-Y*3 diyagramı	56
Şekil 4.3c	Hf/3-Ta-Th diyagramı	57
Şekil 4.4.1a-h	Ana elementlerin Harker diyagramları	60
Şekil 4.4.2a	İz elementlerin Harker diyagramları	63
Şekil 4.4.2b	İz elementlerin Harker diyagramları	64
Şekil 4.4.2c	İz elementlerin Harker diyagramları	65
Şekil 4.5a-f	Örümcek diyagramları	67
Şekil 4.6a	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr _i ' ye karşılık ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd _i diyagramı	70
Şekil 4.6b	^{206/204} Pb' ye karşılık ^{207/204} Pb diyagramı	71
Şekil 4.6c	^{206/204} Pb' ye karşılık ^{208/204} Pb diyagramı	72
Şekil 4.6d	^{206/204} Pb oranına karşılık □Nd _i değeri diyagramı	73
Şekil 4.6e	^{87/86} Sr _i ' ye karşılık δ ¹⁸ O diyagramları	74
Şekil 4.6f	SiO ₂ 'ye karşılık δ ¹⁸ O diyagramları	74
Şekil 5.2.1	Kındıra-Balkaya Fayı	79
Şekil 5.2.2	Kocadüztepe Fayı	83

FOTOĞRAF LİSTESİ

Foto 2.1.1	İzmit metamorfik Topluluğuna ait şistlerin genel görünümü	13
Foto 2.1.2.1a	Epiklastik birimler	16
Foto 2.1.2.1b	Epiklastik birimler	17
Foto 2.1.2.2a	Bazaltlarda gelişmiş eklem takımları	19
Foto 2.1.2.2b	Lavların gelişmiş altıgen soğuma kolonları	20
Foto 2.1.2.2c	Kırıntılı taban birimi	20
Foto 2.1.2.2d	Akma foliyasyonlu lavlar	21
Foto 2.1.2.2e	Dom benzeri bazaltik lavlar	22
Foto 2.1.2.2f	Çökel birimlerle yanla girik bulunan lavlar	24
Foto 2.1.2.2g	Bloklu/Breşik lav akıntıları	25
Foto 2.1.2.2h	Andezitik lavlarda küresel alterasyon	26
Foto 2.1.2.2i	Dasitik lavların genel görünümü	26
Foto 2.1.3	Daykların genel görünümü	28
Foto 2.1.2.4a	Derinoba Formasyonunun genel görünümü	39
Foto 2.1.2.4b	Derinoba Formasyonunun genel görünümü	30
Foto 2.1.2.5a	Sofular Kireçtaşının mostra görünümü	31
Foto 2.1.2.5b	Sofular Kireçtaşının mostra görünümü	32
Foto 2.1.3	Abhazyatağı lavlarının genel görünümü	33
Foto 3.1.1a	Plajiyoklas fenokristallerinde cam kapanımları	41
Foto 3.1.1b	Ofitik Dokuya eşlik eden penetrasyon ikizleri	41
Foto 3.1.1c	Özşekilli piroksen fenokristalleri	42
Foto 3.1.1d	Olivin kapanımları içeren piroksen fenokristalleri	42
Foto 3.1.1e	Basit ikizli, silisifiye olivin ve cam kapanımları içeren klinopiroksenler	42
Foto 3.1.1f	İddingsitleşmiş yarıözşekilli olivin fenokristali	43
Foto 3.1.1g	Kümülofirik doku oluşturmuş olivin fenokristalleri ile birlikte bulunan klinopiroksen mikro kristalleri.	43
Foto 3.1.1h	İntersertal dokulu bazaltik lav	44
Foto 3.1.1i	Subofitik dokulu olivinli bazaltlar	44
Foto 3.1.1j	Olivinli bazaltik andezitlerde gelişmiş korona dokusu	45
Foto 3.2a	Bol opak mineral kapanımı içeren ve basit ikizli olarak gözlenen klinopiroksen fenokristalleri	47
Foto 3.2b	Plajiyoklasların çatlaklarında gelişmiş olan ikincil kalsit mineralleri ile vitrofik doku	47
Foto 5.2.1a	Dikmen tepe civarında fay düzleminin genel görünümü.	80
Foto 5.2.1b	Kel tepe civarında metamorfik temel kayalar ile Orta Eosen yaşlı bazaltik andezitlerin konumu.	80
Foto 5.2.1c	Keltepe' de gözlenen fay düzleminde fay çiziklerinin konumu	81
Foto 5.2.1d	1 numaralı yırtılma fayının düzlemi	82

ALMACIK DAĞI EOSEN VOLKANİZMASININ PETROGRAFİK VE PETROLOJİK OLARAK İNCELENMESİ

ÖZET

Almacık Dağı (KB Anadolu) ve dolaylarında temel vazifesi gören tektonik birlikleri bölgesel bir diskordans ile örten yaygın bir Orta Eosen yaşlı volkano-sedimanter istif gözlenir. Dikmen Grubu olarak tanımlanan bu istif Neo-Tetis okyanusun kuzey kolunun geç Kretase'de tüketilmesiyle sonucunda meydana gelen İstanbul-Zonguldak Zonu ile Sakarya Kıtasının çarpışmasının ardından gelişmiş ve farklı tektonik birlikleri örtmüştür. Dikmen volkanitleri altta bazik (bazaltik andezit-bazalt), üste doğru da ortaç, ortaç-asidik (andezit, dasit) bileşimli lavlar ve bunlarla ilişkili epiklastik ve piroklastik birimlerle temsil edilir. İlk kez bu çalışmada elde edilen radyometrik yaş bulguları 48.7 ± 4.1 ve 41.1 ± 1.6 milyon yıl (K-Ar) aralığında olup, volkanik aktivitenin Bürükseliyen-Bartoniye süresince etkin olduğunu gösterir.

Volkanik kayalar kalkalkalen ve başlıca düşük-orta potasyumludurlar. Belirgin LIL element (Sr, K, Rb, Ba ve Th) zenginleşmesi ile Ta, Nb, Ti ve P elementlerinde gözlenen fakirleşmeler magma gelişiminde daha önceki dalma batma ve kabuk katkısı süreçlerinin önemli rol oynamış olduklarını düşündürmektedir. Dikmen volkanitlerine ait lavların ilksel Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$: 0,70418-070523) ve Nd ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$; 0,512503-0,512857) izotop değerleri ile ϵNd içerikleri (-1,5 - + 5,4) örneklerin toplam yerküre bileşimine (Bulk Earth) ve manto dizisine yakın bir alanda bulduklarına işaret etmektedir. Analiz edilen örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ içerikleri (‰8,5-13) magma evriminde kabuksal katkının giderek önem kazandığı şeklinde yorumlanabilir. Kurşun izotop değerleri ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 18,676-18,806; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 15,609-15,633; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 38,635-38,857) lavların bileşimsel açıdan toplam yerküre (Bulk Earth) ile MORB arasında değerlere sahip oldukları ve zenginleşmiş manto kaynağıyla (EM II) benzer özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Elde edilen jeokimya ve izotop verilerinin ön değerlendirmesi ile Dikmen volkaniklerini üreten magmanın kıta altı litosferik mantonun (SCLM) ergimesiyle geliştiği sonucuna varılmaktadır.

PETROGRAFICAL AND PETROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE EOCENE VOLCANIC ROCKS OF ALMACIK MOUNTAIN

SUMMARY

Middle Eocene aged volcano-sedimentary succession of the Almacık mountain and surroundings is a common cover unit rests on the basement rocks of the region with a region-wide unconformity. It is known as “Dikmen volcanics” (Yılmaz et al, 1981) in the literature. It was deposited on the different tectonic units after the continental collision event that resulted by total elimination of the northern branch of the NeoTethyan oceanic realm during the latest Cretaceous period. The Dikmen volcanics are represented by basic lavas (basalt, basaltic andesites) and related pyroclastic and epiclastic rocks at the bottom, and intermediate to acidic volcanic rocks at the top of the succession. The first radiometric ages obtained from this study indicate that the volcanic activity was formed during the Bruxellian – Bartonian ($48.7 \pm 4.1 - 41.1 \pm 1.6$ Ma; K-Ar).

The volcanic rocks display low- to medium-K calc-alkaline character. They show significant LILE (Sr, K, Rb, Ba and Th) enrichments and negative anomalies in Ta, Nb, Ti and P elements. This may possibly indicate that the previous subduction event(s) together with the crustal contributions had played an important role in the magma genesis. Initial Sr, Nd isotope contents ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$: 0,70418-070523; $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$: 0,512503-0,512857) and ϵNd values (-1.5 to +5.4) of the samples of Dikmen volcanics are close to the bulk Earth and mantle array. The $\delta^{18}\text{O}$ contents (‰8,5-13) may be interpreted to indicate the existence of the crustal contributions in magma evolution. The lead isotopic data ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 18,676-18,806; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 15,609-15,633; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 38,635-38,857) reveal that the Dikmen volcanics are in between the bulk Earth and Mantle fields, and similar to the enriched mantle (EM II). The preliminary interpretations of the geochemical and isotopic data obtained from this study show that the magma that produced the Dikmen volcanic was derived from the partial melting of the subcontinental lithospheric mantle (SCLM).

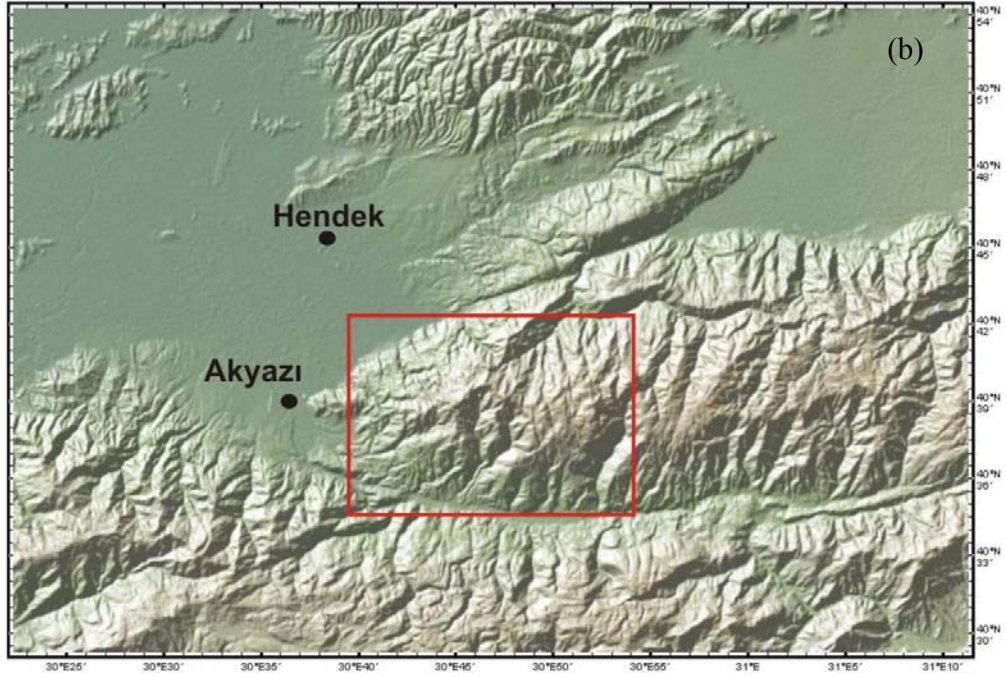
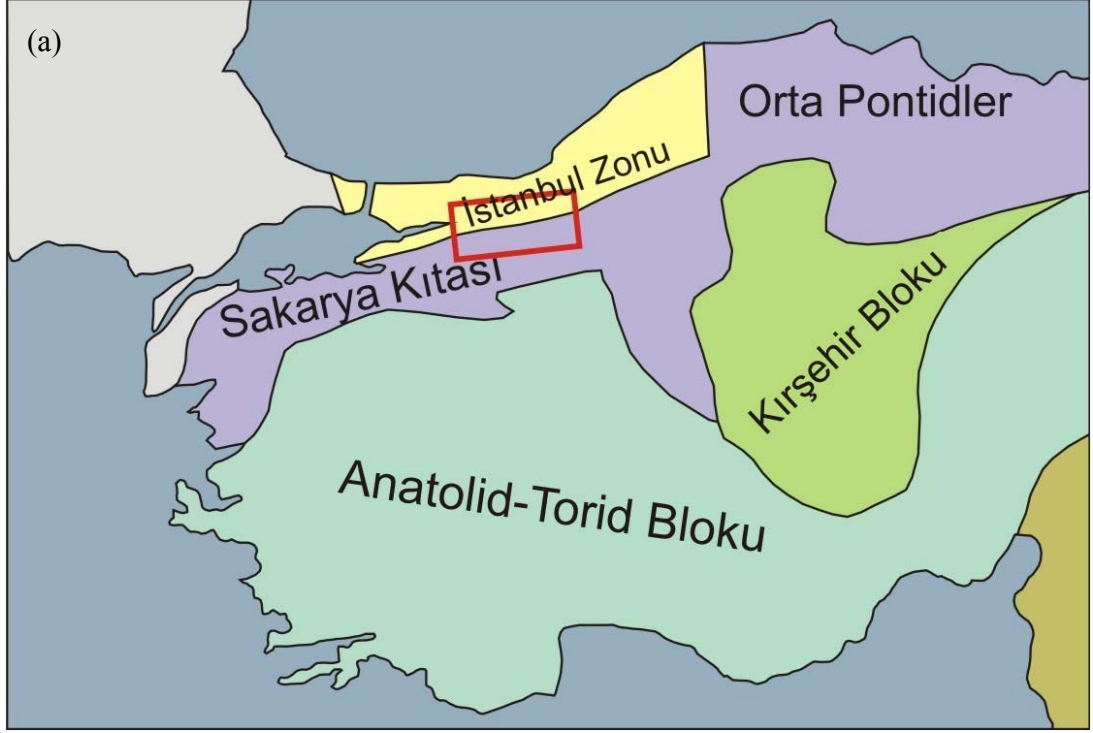
1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Tanımı ve Amacı

İnceleme alanı Doğu Marmara bölgesi doğusunda Adapazarı ile Batı Bolu ve Düzce il sınırları içinde yaklaşık 250 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1a-b).

Çalışmanın amacı bölgedeki Orta Eosen yaşlı bazik-ortaç volkanik kayaların türlerini ve petrografik özelliklerini incelemek, bölgedeki dağılımlarını ve diğer kayalarla ilişkilerini belirlemek, jeokimyasal verilerden yararlanarak volkanizmanın kökenine ve tektonik ortamına yaklaşımda bulunmaktır.

Çalışma başlıca 3 aşamada yürütülmüştür: 1) öncelikle 2007 ve 2008 yaz dönemleri boyunca yaklaşık 1 ay süren arazi çalışmalarında 1:25000' lik Adapazarı G25-d2-c1 ve c2 paftaları içerisinde kalan 250 km²'lik alanın 1:25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Saha çalışmaları sırasında arazinin değişik kesimlerinden seri numuneli kesitler alınmış ve saha genelinden 80 kadar numune derlenmiştir. 2) Derlenen örnekler arasından 44 adedinin ince kesiti hazırlanarak petrografik olarak incelemelere tabii tutulmuşlardır. Petrografik çalışmalar ışığında 34 adet numune tüm kaya ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmak üzere Kanada' daki ACME laboratuvarına gönderilmiş ve analiz edilmişlerdir. Analiz yapılan örnekler değerlendirilerek kendi içlerinde sınıflanmışlardır. Bunun sonucunda Sr, Nd, Pb ve O izotop tayinleri yapılmak üzere 9 adet örnek, K-Ar radyometrik yaş tayinleri için de 4 adet örnek seçilmiş ve Tubingen Üniversitesine analiz edilmek için gönderilmiştir. 3) Çalışmanın son aşaması büro çalışması şeklinde yapılp tüm sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir.



Şekil 1: Çalışma alanının yerbulduru haritası. Kırmızı ile işaretlenmiş alanlar çalışma alanını gösterir. Türkiye'nin tektonik birliklerini gösteren harita, Okay ve Tüysüz (1999)' den derlenmiştir.

1.2 Morfoloji ve İklim

Almacık Dağı'nın batısında yer alan inceleme alanı Adapazarı'na bağlı olan Akyazı ve Hendek ilçelerinin doğusunda bulunmaktadır. Bölgenin morfolojisi bütünüyle fay kontrolü altında gelişmiş ve flüvyal etkilerle şekillenmiştir. Kuzeyinde ve güneyinde Kuzey Anadolu Fay Hattının iki koluyla sınırlanan Almacık Dağı ana doruk çizgisi bölgesel jeolojiye uygun olarak doğu-batı yönelimli konumlanmıştır. İnceleme alanının sınırları dahilindeki önemli yükseklikler Keremali Tepesi (1543 m), Durhasan Dağı (1320 m), Yılan Dağı (1113 m), Ambarkaya Tepe (1575), İspandanlık Tepe (1540), Mayısık Tepe (1723), Dikmen Tepe (1729), Mercan Tepe (1669 m), Yanlık Tepe (1368 m), Kocadüz Tepe (1166 m), Delihüseyin Tepe (1091 m) olarak özetlenebilir. Doruklar kabaca kuzey-güney konumlanmış derin ve dik vadilerle kesilirler. Çalışma alanının doğusunda (Balkaya ve Bilalin mahallesi civarı) daha yüksek ve sarp tepelerle derin vadilerin Aksu deresinin güneyinden itibaren metamorfik birimler üzerinde geliştiği gözlenir. Görece daha alçak ve yumuşak topoğrafya ise Aksu deresinin kuzeyinde volkanik ve sedimanter birimler üzerinde gelişmiştir. Ancak çalışma alanının orta kesimlerinde (Tütünlük mahallesi, Aksu ve Göksu köyleri civarı) topoğrafyanın volkanik ve sedimanter birimler üzerinde de derin vadiler ve sarp kayalıklar oluşturduğu gözlenmektedir.

Çalışma alanındaki ana nehir yatağını Almacık Dağının kuzey eteği boyunca akan Melen Çayının bir kolu olan Aksu deresi oluşturmaktadır. İnceleme alanının doğusunda doğu-batı uzanımlı derin bir vadi içinden akan Aksu deresi, Aksu köyü civarında Göksu deresi ile birleşerek kuzeye doğru akar ve Melen çayına birleşir.

Bölgede Marmara ve Karadeniz bölgelerinin ortak iklim özellikleri görülür. Yıllık ortalama sıcaklıklar Temmuz ayında en yüksek (23.2°C) ve Ocak ayında en düşük (6.0°C) değerlere ulaşır. Ortalama yağışlı gün sayısı Aralık ayı için en yüksek (15,8 gün) ve Temmuz ayı (6,7 gün) içinse en düşüktür. İnceleme alanının yüksek kesimleri çam, meşe, köknar gibi ağaçların oluşturduğu sık ve yaygın bir orman örtüsüyle, daha alçak ve tarıma müsait alanlar ise fındık bahçeleriyle kaplıdır. Yaygın bitki örtüsü saha çalışmaları sırasında güçlük yaratmış bu nedenle yol yarmaları ve vadilerden yararlanılarak haritalama yapılmıştır.

Çalışma alanındaki önemli yerleşim birimleri doğuda Aksu deresi vadisinin kuzeyinde Hendek ilçesine bağlı Kadifekale ve Karadere köyü ile vadinin güneyinde Dikmen köyüdür. Batıda ise Göksu ve Aksu köyleri bulunmaktadır. Akyazı ilçesine bağlı Haraklı (Çamlıca) Belediyesi çalışma alanının batısındaki en büyük yerleşim alanıdır. Bununla beraber yüksek alanlarda bulunan Çiğdem Yaylası, Kındıra yaylası, Turnalık ve Alağaç yaylaları yazlık yerleşim alanları olarak kullanılmaktadır.

1.3 Önceki Çalışmalar

Blumenthal (1948), “Bolu civarı ile aşağı Kızılırmak mecrası arasındaki Kuzey Anadolu silsilelerinin Jeolojisi” konulu çalışmasında bölgenin jeolojisi ve evrimi hakkında ayrıntılı bilgi vermektedir.

Abdüselamoğlu (1959), Almacık dağı civarında yapılan ilk ayrıntılı jeolojik çalışmayı ortaya koymuştur. Metamorfik temel kayaları ayırtlayarak bu çalışmanın konusunu oluşturan Eosen yaşlı birimleri kısmen ayırtlayarak çökel kayalarla bazalt olarak adlandırdığı lavları haritalamıştır.

Ketin (1969), Kuzey Anadolu Fay hattı boyunca meydana gelmiş olan, bilinen depremleri göz önüne alarak fayın hareketi ve özelliği hakkında yorumda bulunmuştur.

Tokay (1972), “Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler” başlıklı çalışmasında bölgeyi ağırlıklı olarak yapısal unsurları bakımından ele alarak bölgede, Eosende bazalt, andezit, dasit bileşiminde lavlar üreten bir ada yayı volkanının varlığını ileri sürmüştür.

Gözübol (1978), “Mudurnu-Dokurcun Dolayının Jeolojisi” isimli doktora tez çalışmasında geniş bir alanda çalışarak bölgedeki pek çok jeolojik sorunu ele almıştır.

Yılmaz vd. (1981), Gözübol’ un doktora çalışması kapsamında değindiği jeolojik problemlerin aydınlatılması amacıyla oluşturulan bir proje kapsamında bölgedeki metamorfik temel kayaların kökeni ve evrimi incelenmiş, temel kayaların diğer birimlerle olan ilişkileri belirlenmiştir. Bu çalışmada bölgedeki Eosen yaşlı volkanik birimler Dikmen volkanikleri olarak adlanmış ve volkanik birimlerle metamorfik birimlerin

dokanak ilişkisi Sakarya Kıtasının Pontid Kıtasıyla çarpışması sonucu gelişmiş bir bindirme sistemi olarak açıklanmıştır.

Yılmaz vd. (1994, 1995), Kuzeybatı Anadolu’ da Armutlu yarımadası ve Almacık Dağı dolaylarında yüzlek veren Sakarya Kıtası ve İstanbul Zonunun çarpışması sonucu bir araya gelmiş farklı tektonik birliklerin, kökenlerini ve evrimlerini ele almışlardır.

Yılmaz vd. (1997), Pontidlerin jeolojik özelliklerini kapsamlı bir şekilde ele alarak tektonik evrimini ortaya koymuşlardır.

Greber (1997), Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca sıralanmış 40 kadar sıcak ve soğuk su kaynağında incelemeler yapmış, Akyazı-Kuzuluk kaplıcalarını jeokimyasal olarak ele almıştır.

Elmas ve Yiğitbaş (2001), Kuzeybatı Anadolu’da Sakarya ve Pontid zonu civarındaki ofiyolit yerleşmesi ve bölgenin tektoniğini incelemiş, bölgedeki metamorfik temel kayaları üç gruba ayırarak, bölgenin jeolojik evrimini ortaya koymuşlardır. Bu farklı tektonik birliklerin Üst Jura öncesinde biraraya geldiklerini savunmuşlardır.

Yiğitbaş vd (2004), İstanbul-Zonguldak Zonunun temelini oluşturan Sünnice grubuna ait farklı birimleri ve bu birimlerin stratigrafik ve petrografik özelliklerini göz önüne almış, jeokimyasal verileri ışığında Çele metaofiyolitini değerlendirerek, Sünnice grubunun Proteroyozik yaşlı peri-Gondwana kıtasının ofiyolitleriyle benzeştiği ve bu nedenle güney Avrupa suture kuşağının bir parçası olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır.

Okay vd (2008), Pontidlerdeki temel kayalara ait birimleri izotop ve radyometrik yaş verileri ışığında yeniden ele alarak, Almacık civarında gözlenen metaofiyolitik birimleri önceki çalışmalarda kabul edilen aksine Pre-Kambriyen yaşlı olarak değerlendirmişlerdir.

Yıldırım (2008), “Almacık Bloku ve Yakın Çevresinin Morfotektoniği” konulu doktora tezi çalışmasında Geç Senozoyikten günümüze kadar olan süreçte blokun maruz kaldığı tektonik deformasyonu belirlemeyi amaçlamıştır. Flüvyal sistemlerin düşey blok rotasyonuna etkilerini de araştırarak Almacık Blokunun Pliyo-Kuvaterner’den itibaren

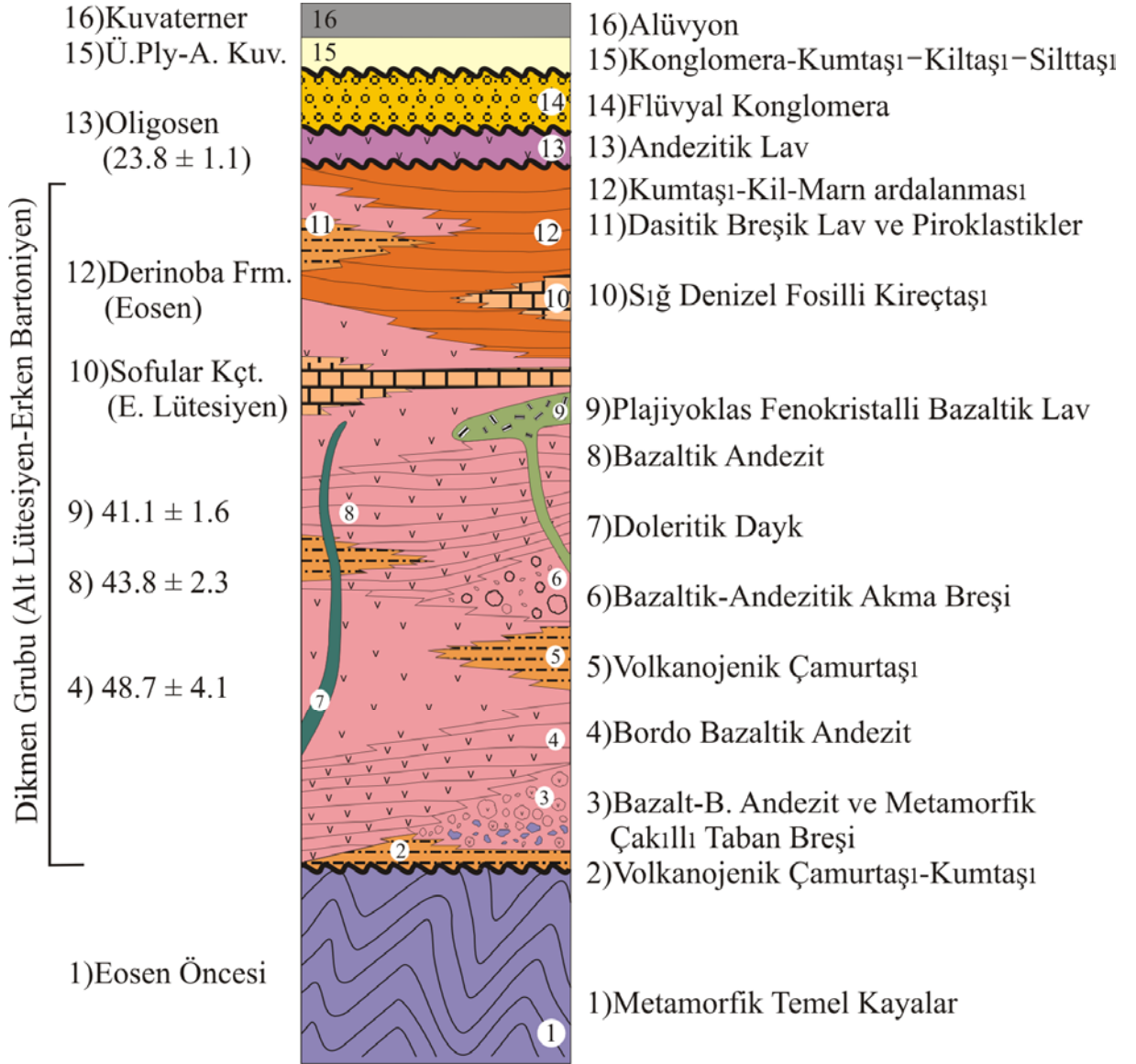
yaklaşık 1000 m yükseldiğini, güneye ve doğuya doğru çarpılarak ayrıca düşey ekseninde saat yönünde yaklaşık 25° rotasyona uğradığını ortaya koymuştur.

2. ALMACIK DAĞI VE DOLAYININ JEOLJİSİ

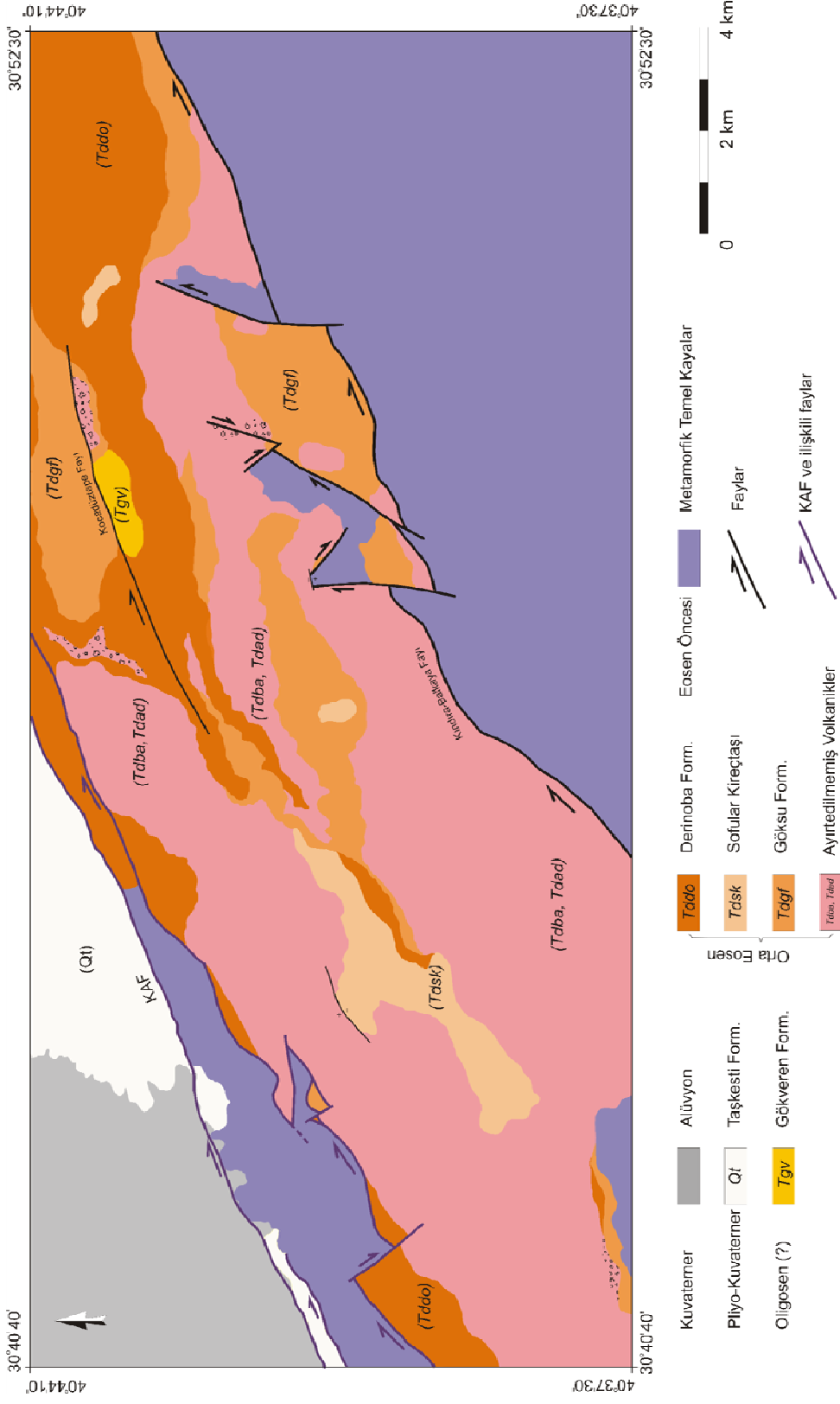
2.1 Stratigrafi

Kuzeybatı Anadolu’ da bulunan Almacık Dağı kuzeyinde ve güneyinde Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) iki koluyla sınırlanmıştır. Bu alanda, temel ve örtü olmak üzere iki farklı topluluktan söz edilebilir. Temel olarak değinilen birimler önceki çalışmalara göre, 3 farklı tektonik birlikten oluşmaktadır (Yılmaz vd, 1981; 1994, 1995). Yılmaz vd (1994) bu tektonik birimleri, a) İstanbul-Zonguldak zonuna ait, düşük dereceli metamorfizmaya uğramış Paleozoyik yaşlı sedimanter birimler, b) Meta-ofiyolitik kayalar ve c) Sakarya kıtasına ait birimler olarak tanımlar. Elmas ve Yiğitbaş ise (2001) aynı temel kayalarını a) Pontid Zonu (İstanbul-Zonguldak ve Ballıdağ-Küre birimleri), b) Sakarya Zonu ve c) Armutlu-Ovacık zonu (Sakarya ve Pontid Zonu karmaşığı) olarak tanımlamıştır.

Bu çalışmanın amacı bakımından “Örtü birimleri” olarak tanımlanan birimler Orta Eosen yaşlı volkano-sedimanter istif (Dikmen Grubu) ve daha genç kaya-stratigrafi birimleridir. Orta Eosen yaşlı kayalar bazalt, andezit, dasit bileşimli volkanitler, bunlarla ilişkili volkanoklastik kayalar ile volkanik kaya topluluğuyla yanal ve düşey geçiş gösteren sığ denizel fosilli kireçtaşları ve fliş benzeri sedimanter kayalardan oluşur. Dikmen Grubuna ait birimler Oligosen yaşlı Abhazyatağı (bazaltik) lavları tarafından diskordan olarak örtülürler. Bölgenin en üst birimleri ise karasal kıvrıntılılar ve güncel alüvyon birimleriyle temsil olunur (Şekil 2.1a ve 2.1b). Aşağıdaki bölümde bu birimler alttan üste doğru ayrı ayrı tanıtılmışlardır.



Şekil 2.1a: Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik kesiti



Şekil 2.1b: Çalışma alanının jeoloji haritası

2.1.1 Metamorfik Temel Kayaları

Metamorfik temel kayaları genellikle çalışma alanının güneyinde yaygın olarak mostra verirler. Çalışma alanının doğusunda Balkaya mahallesi, orta kesimlerinde Yurt mahallesinin güneyi ile Turnalık ve Kındıra yaylası civarında tipik mostraları gözlenmiştir.

Bu çalışmanın konusu öncelikli olarak volkanik kayalar olduğundan metamorfik birimler üzerinde yersel bazı saha gözlemleri dışında ayrıntılı bir inceleme yapılmamıştır. Temelin niteliğine ilişkin bilgiler literatürden derlenmiş ve yer yer sahada yapılmış olan gözlemlere yer verilmiştir.

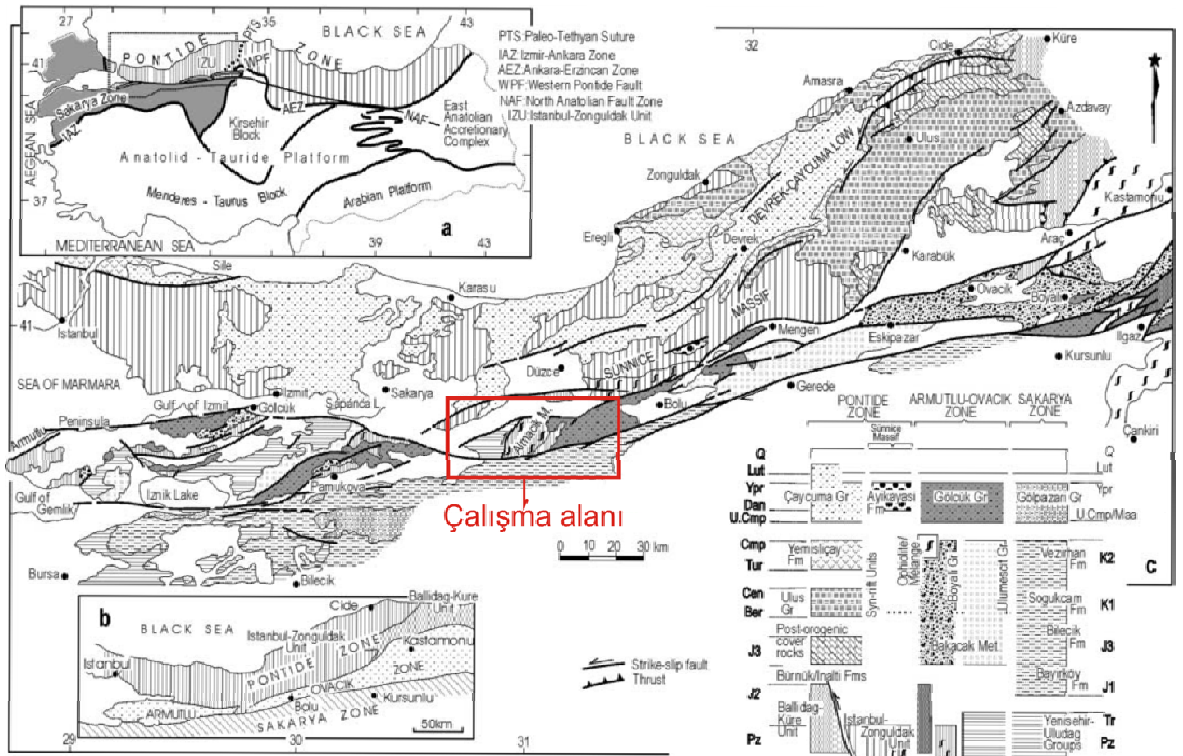
Armutlu yarımadası ve çalışma alanının bulunduğu Almacık Blokunu da kapsayan alandaki Eosen öncesi yaşlı temel kayalar, üç farklı tektonik birimden oluşur. Bu tektonik birimler, Yılmaz vd (1995) tarafından Sakarya Kıtasına ait bir temel üzerinde gelişmiş sedimanter birimlerin oluşturduğu Güney zon; çoğunlukla İznik metamorfik topluluğu ve Geyve metaofiyolitine ait kayalardan oluşan Orta zon ile Armutlu metamorfik topluluğuna ait birimlerden oluşan Kuzey zon olarak tanımlanır. Pontidler ve Sakarya Kıtasının Geç Kretase boyunca çarpışması sonucu bir araya gelmiş olan bu üç farklı tektonik birim beraberce Üst Kretase-Alt Eosen yaşlı çökeller tarafından örtülürler. Elmas ve Yiğitbaş (2001) ise KB Anadolu' da bulunan metamorfik temel kayaları Pontid zonu, Sakarya zonu ve her iki zona ait birimleri de içeren Armutlu-Ovacık zonu olarak tanımlayarak bu zonların Paleo-Tetis ile Karakaya okyanusunun Üst Jura süresince çarpışmaları sonucu bir araya geldiklerini kabul ederler. Pontid zonu, Sakarya zonu ve Almacık-Ovacık zonunu birlikte örten en yaşlı birimler Üst Jura yaşlı çökellerdir (Elmas ve Yiğitbaş, 2001) (Şekil 2.1.1a).

Almacık Dağı ve dolaylarında Orta zon ve Kuzey zona ait olan metamorfik birimler yüzlek verirken çalışma alanı sınırlarında Orta zona ait kayalar gözlenmiştir. Metamorfik temel kayaların tanıtılmasında Yılmaz vd (1995)' nin çalışması esas alınmıştır.

İznik metamorfik topluluğu (İMT) Gemlik körfezinin kuzeyinde, İznik gölünün kuzeybatısından Sapanca gölüne kadar olan geniş bir alanda mostra verir ve Orta zonun diğer üyesi olan Geyve ofiyolitiyle tektonik dokuşaklıdır. Orta zonu oluşturan bu iki

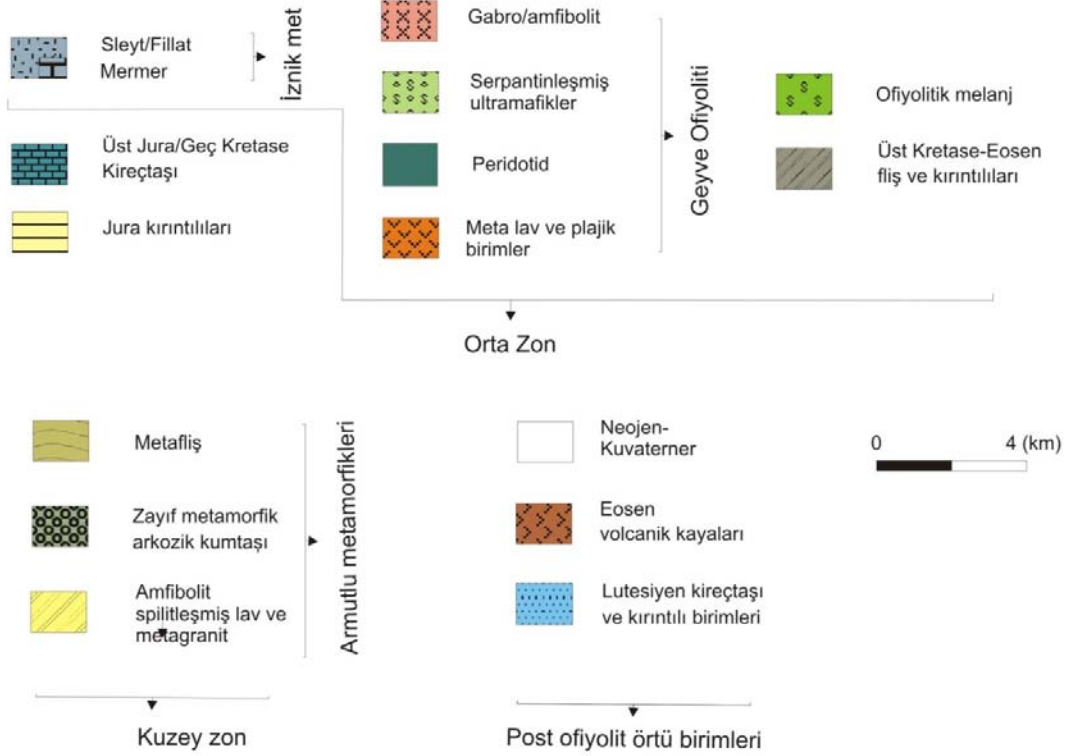
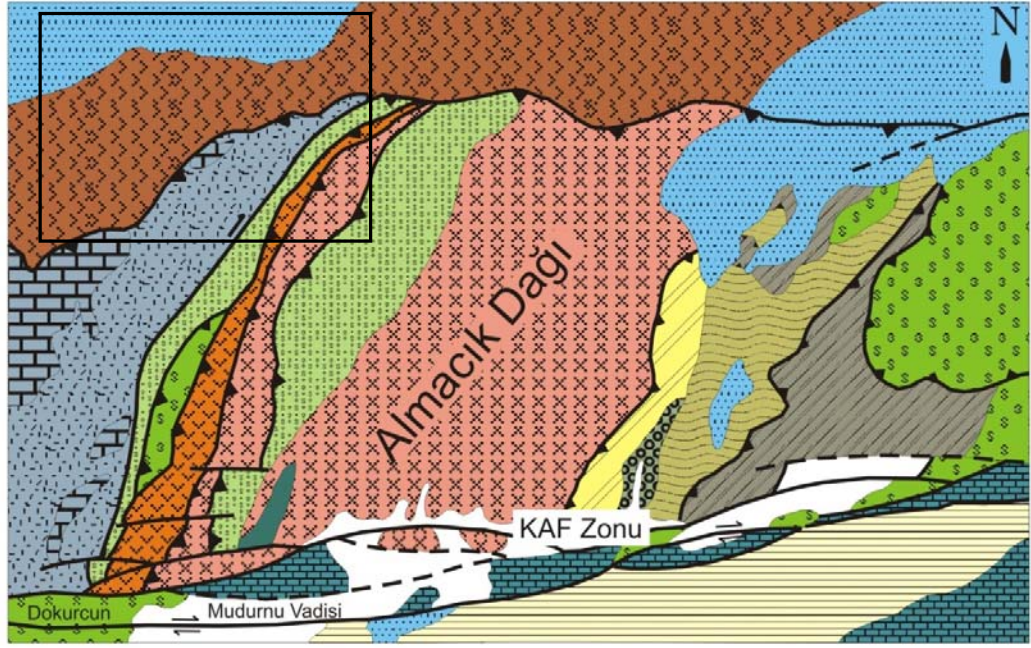
tektonik birim Geç Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı sedimanter birimler tarafından örtülür (Yılmaz vd, 1995) (Şekil 2.1.1b).

İznik Metamorfik topluluğu yeşilist koşullarında bölgesel metamorfizmaya uğramış kalın bir çökel istifini temsil etmektedir ve metamorfizmanın şiddeti istifin altından üstüne doğru azalmaktadır. İznik metamorfik topluluğu ile Güney zonun aynı yaştaki birimleri arasında yakın bir benzerlik olması nedeniyle İznik metamorfik topluluğu Sakarya kıtasının metamorfik eşdeğeri olarak kabul edilmektedir (Yılmaz vd, 1995).



Şekil 2.1.1a: Kuzeybatı Anadolu'nun genelleştirilmiş jeoloji haritası ve stratigrafik kesiti (Elmas ve Yiğitbaş, 2001).

Geyve ofiyoliti Geyve boğazı yakınlarında ve Almacık Dağı'nda mostra veren rejyonel metamorfik bir ofiyolit topluluğudur ve iki ya da daha fazla düzenli ofiyolit diliminden oluşur. Bunlar tabanda ultramafik kayalardan üstte bazaltik lav ve pelajik şeyllere kadar eksiksiz bir dizi sunarlar. Geyve ofiyoliti İznik metamorfik topluluğunun en üst düzeyleri üzerinde bir şaryaj düzlemiyle yer almaktadır.



Şekil 2.1.1b: Mudurnu vadisinin kuzeyinden itibaren Almacık Dağı civarındaki metamorfik temel kayaların dağılımını gösteren jeoloji haritası (Yılmaz vd, 1994). Çalışma alanı siyah dikdörtgenle gösterilmiştir.



Foto 2.1.1: İznik metamorfik Topluluğuna ait şistlerin genel görünümü.

İnceleme alanındaki metamorfik temel kayalar genel olarak ikiye ayrılırlar: 1) Sleyt ve fillatlar ile mermer ve rekristalize kireçtaşları, 2) meta-ofiyolitik kayalar. İznik metamorfik topluluğuna ait olan kayalar çalışma alanının güneyinde oldukça geniş bir alanda mostra verirken meta-ofiyolitik birimler çalışma alanının güneybatısında görece çok daha dar bir alanda gözlenirler. Sleyt ve fillatlar ile rekristalize kireçtaşları çoğunlukla iç içe bir konum sergilerler. Çalışma alanının genelinde sleyt ve fillatların rekristalize kireçtaşlarını merccekler halinde içerdikleri gözlenir.

Sleyt ve fillatlarda mükemmel yapraklanma gelişmiştir. Özellikle çalışma alanının güney batısındaki mostralarda ileri derecede kıvrımlanma (kink yapıları) ve buruşma klivajı yapılarının geliştiği gözlenir (Foto 2.1.1). Bu gruba ait kayalar genel olarak taze yüzeylerinde mavimsi-gri renklidirler. Yapraklanma düzlemleri çalışma alanının batısında Balkaya mahallesi civarında KB ve GD, güney alanlarda Kındıra yaylası civarında ise GD' ya doğru eğimlidirler.

Rekristalize kireçtaşları genel olarak eklemsiz ve masif bloklar halinde görünürler. Bu kayalar beyaz renklidirler ve el örneklerinde görülebilecek büyüklükte kalsit kristalleri içermektedir. Çamlık Tepe sırtlarında bu kayaların işletildiği bir taş ocağı bulunmaktadır. Aynı şekilde Kel Tepenin güneyinde harita alanının dışında kalan kesimlerde rekristalize kireçtaşlarının mostralarna yaygın olarak rastlanır.

Mermerler yaygın olarak eklemlidir ve sarımsı-bej renklidirler. Mermer mostraları çalışma alanının güneybatısında Mermerlik sırtlarında, Çiğdemli ile Kocamanlı mahalleleri civarında ve Balkaya mahallesinin batısındaki derin vadinin içinde gözlenmektedir.

İznik metamorfik topluluğu Yılmaz vd (1994) tarafından Sakarya kıtasının metamorfik eşdeğeri olan, Üst Kretaseyi de içeren Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı kalın bir çökel istif olarak tanımlanmaktadır. İznik metamorfik topluluğunu örten metamorfik olmayan en yaşlı birim Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı sedimanterlerdir. Buna göre topluluk Turoniyen sonrası ile Geç Kampaniyende metamorfizma geçirmiş olmalıdır (Yılmaz vd, 1994).

İnceleme alanında İznik metamorfikleri ile temele ait diğer birimler bindirme faylarıyla bir araya gelmişlerdir (Yılmaz vd, 1981, 1995).

Orta zonun diğer bir topluluğu olan metaofiyolitik kayalar çalışma alanının güneydoğusunda Erenler tepe civarında yüzeylenmektedir. Bu çalışmada Geyve metaofiyoliti eşdeğeri olarak kabul edilen bu topluluk içerisinde gabro ve peridotitler gözlenmiştir. Yaygın ve taze mostra bulunmamasına rağmen bu birimlerin şiddetli bir deformasyona uğradıkları ve düşeye yakın bir konum kazandıkları gözlenmiştir. Gabrolar taze yüzeylerinde grimsi siyah renkli, peridotitler ise yeşilimsi siyah renklidirler. Alterasyona ve metamorfizmaya uğramış olmalarına rağmen ilksel dokularını korumuşlardır. Normal bir ofiyolit dizisindekinin aksine istifin üst kesimlerinde peridotit alt kesimlerinde ise gabro türü kayaların yer alması birimin kendi içinde bindirmeli bir yapı kazandığını ya da devrildiğini gösterir.

Geyve metaofiyoliti, altında yer alan düşük dereceli metamorfik pelajik çökel istifin güney zondaki stratigrafik eşdeğeri olan birimlerden yola çıkılarak Üst Kretase olarak yaşlandırılmıştır. Geyve ofiyolitinin altında bulunan ve onu örten birimlerin yaşları, ofiyolitinin yerleşme yaşını Turoniyen sonrası-Geç Kampaniyen öncesi olarak sınırlandırmaktadır (Yılmaz vd, 1994). Bununla birlikte Almacık Dağı ve civarındaki temel kayalara ilişkin olarak yapılan son çalışmalarda Geyve metaofiyolitine ait birimlerden elde edilen izotop ve radyometrik yaş verileri, ofiyolitlerin Güney Avrupa

sütür kuşağını oluşturan Proterozoyik yaşlı peri-Gondvana ofiyolitleriyle benzer olduğu görüşünü ortaya çıkarmıştır (Yiğitbaş vd, 2004; Okay vd, 2008).

İnceleme alanında metamorfik temel kayalarıyla Orta Eosen yaşlı volkanik/volkanosedimanter birimlerinin dokanak ilişkisi tektonik niteliklidir. Yılmaz vd, (1981) tarafından Abant-Dokurcun arasındaki bölgede yapılan çalışmada bu birimlerin dokanak ilişkisi bir bindirme fayı olarak tanımlanmıştır. Haritalama çalışmaları sırasında bu dokanakta yapılan gözlemler fayın genel olarak ters atım bileşeni olan sağ yanal atımlı oblik bir fay olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 2.1b). Harita alanının güneybatısında Kel tepe güneyinde oldukça dar bir alanda ve Mermerlik sırtlarının güneybatısındaki alanlarda stratigrafik dokanak ilişkisi gözlenebilmektedir. Bu alanlarda Dikmen formasyonuna ait volkanik/volkanoklastik birimlerin metamorfik temel kayalarını diskordan olarak örttüğü görülür (Şekil 2.1b).

2.1.2 Dikmen Grubu (Orta Eosen, Td)

Dikmen Grubu, Almacık Dağının kuzey kesimlerinde gözlenir. İlk kez Yılmaz vd. (1981) tarafından Dikmen köyü civarındaki tipik mostraları nedeniyle Dikmen Volkanitleri olarak adlandırılmış ve haritaya yalnızca bazalt olarak işlenmiştir. Ancak Dikmen volkanitlerinin bazalttan dasite bileşimsel farklılık gösteren volkanik kayalar, bunlarla ilişkili volkanojenik birimler ve benzeri kalın çökel kayalar ile kireçtaşlarından oluştuğu belirlenmiştir. İçerisinde oldukça kalın, haritalanabilir ölçekte farklı litolojik birimler bulunduğu birime, “Dikmen volkanitleri” yerine “Dikmen Grubu” adının verilmesi uygun görülmüştür. Dikmen Grubu kendi içerisinde volkanik, volkanoklastik ve çökel kayalardan oluşan üç formasyona ayrılmıştır. Dikmen Grubuna ait birimler genelleştirilmiş stratigrafik kesitteki durumlarına göre sırasıyla aşağıda tanıtılmaktadır.

2.1.2.1 Göksu Formasyonu (Tdgf)

Göksu Formasyonu, çalışma alanında görece geniş yayılım gösteren epiklastik ve daha az görülen piroklastik kaya birimlerinden oluşan volkanoklastik kaya topluluğudur. Balkaya mahallesi, Kadifekale, Göksu civarında ve batıda Patateslik tepe dolaylarında tipik mostraları gözlenebilmektedir.

Volkanik aktivitenin başladığı anda, sığ-derin denizel bir ortamın hüküm sürüyor olması sebebiyle, su etkisiyle işlenmiş olan volkanoklastikler epiklastik kayalar olarak adlanmıştır. Derinoba Formasyonunun çökel birimleriyle mostra ölçeğinde benzerlik gösteren epiklastik birimler genel olarak sarımsı bej-gri renkli ve 2-10 cm tabakalıdırlar (Foto 2.1.2.1a). Yer yer kırıklı ve parçalanmış olarak gözlenirler. El örneklerinde tane boylarının kum ve silt boyutunda olduğu gözlenir. Mikroskop incelemelerinde ise lavlara ait litik parça, plajiyokas kırıntıları ve bunların arasını dolduran kil boyutunda malzemedan oluştuıkları saptanmıştır. Balkaya mahallesi civarında epiklastik birimler masif, tabakasız, bordo renkli çamurtaşı görünümüyle tipiktirler. İleri derecede altere olan bu kayalar dağılgan özellikte olduğundan el örnekleri dışında incelenmemişler. Metamorfik temel kayaları diskordan olarak örttüğü alanlarda özellikle Bilalin mahallesi civarında, epiklastik birimlerin metamorfik temel kayalardan derlenmiş çakıllar içerdikleri gözlenmiştir (Foto 2.1.2.1b).



Foto 2.1.2.1a: Çökel benzeri görünüm kazanmış olan epiklastik birimler.



Foto 2.1.2.1b: Metamorfik temel kayaya ait çakıllar içeren epiklastik birimler.

Piroklastik birimler genel olarak kül boyutundaki bir matriks içerisindeki kötü boylanmış litik parçalar ile kristal parçalarından oluşmaktadır. Litik parçalar bazaltik andezit, andezit ve bazalt olarak gözlenirken, parçalanmış haldeki kristallerin çoğunluğunu plajiyoklaslar oluşturmaktadır. Piroklastik kayaların içerdiği kaya parçaları yer yer 20-25 cm büyüklüğe ulaşan blok görünümündedir. Piroklastik olarak tanımlanan bu kayalar özellikle çalışma alanının kuzeyinde dasitik bileşimli lavlarla yanal girik olarak gözlenmektedir. Bu alan dışında epiklastik birimlerle birlikte Balkaya mahallesi civarında görülürler.

Volkanoklastik birimler Dikmen grubuna ait diğer lav ve çökel birimlerle yanal olarak giriktirler ve düşey olarak da her ölçekte ardalama gösterirler.

2.1.2.2 Ayırtılmemiş Volkanikler

Ayırtılmemiş volkanik birimler, bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit bileşimdeki lavlardan oluşur. İnceleme alanında lavlar, kabaca GD-KB uzanımlı bir kuşak halinde geniş bir alanda gözlenmektedirler. Birim çalışma alanının özellikle orta kesimlerinde ve

batısında sarp bir morfoloji oluşturur. Metamorfik temel kayalarla olan dokanağa yakın alanlarda istifin tabanını oluşturan lavların çoğunlukla bazaltik andezit ve daha az oranda bazalt bileşiminde oldukları gözlenir. Bu lavların üzerine çalışma alanının farklı yerlerinde bazalt, bazaltik andezit ve andezit bileşimli lavlar gelir. İnceleme alanının kuzeyinde, Dikmen grubuna ait istifin en üstünde ise andezitten dasite farklılık gösteren lavlar egemendir.

Bazaltik Andezitik ve Bazaltik Lavlar (Tdba)

Dikmen formasyonunun tabanını temsil eden bazaltik andezitik ve bazaltik lavların en tipik ve görece taze mostraları Keremali tepesinin güneybatısında Mermerlik sırtlarında ve güneyde Kel tepe civarında gözlenirler. Kel Tepe güneyinde ve Çiğdem yaylası kuzeyinde yüzlek veren bazalt ve bazaltik andezitlerde yer yer üç yönlü eklem takımlarının ve bazı yerlerde düşeye yakın soğuma kolonlarının geliştiği gözlenir (Foto 2.1.2.2a ve b). Altere yüzeylerinde kahverengi toprağımsı ve bordo, taze yüzeylerinde ise gri ve bordomsu renklidirler. Bu alanlardaki örnekler piroklastik birimlerle girik halde bulunurlar. Genel olarak 1-3 cm büyüklüğünde yine bazaltik andezitik ve andezitik bileşimde köşeli çakıllar içerirler.

Çalışma alanının güneybatısında Mermerlik sırtları ve Patateslik tepe civarındaki dar bir alanda bazalt ve bazaltik andezitlerin metamorfik temel kayaları diskordan olarak örtükleri görülmüştür. Bu alanda epiklastik birimler ve bunlarla yanal yönde girik bulunan lavlar, temel kayaları doğrudan üzerlemekte olup, dokanağın hemen üstündeki bazaltik andezitlerin metamorfik temel kayalarına ait 1-15 cm büyüklüğünde sleyt, fillat ve mermer parçaları kapsadığı göze çarpar. Bu çakıllı seviyenin, lavların temel kayaları üzerine akmasıyla oluştuğu ve tıpkı çökel kayalardaki “taban konglomerası” gibi bir özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir (Foto 2.1.2.2c).



Foto 2.1.2.2a: Çiğdemli yaylası civarında gözlenen bazaltlarda gelişmiş olan üç yönlü eklem takımları.

Aksu-Çiğdem yaylası yolu üzerinde mostra veren bazaltlar mükemmel akma foliasyonları sergilemektedirler. Foliasyon düzlemleri 25-50 cm aralıklıdır ve konumları da $K60^{\circ}D 25^{\circ}KB'$ dır. Dikmen köyünün kuzeybatısındaki alanlarda ise katman kalınlıkları 30-100 cm arasında olup, $K75^{\circ}D 35^{\circ}KB$ konumludurlar (Foto 2.1.2.2d). Dikmen civarındaki mostralarında ise genel olarak foliasyonsuz ve masif halde görülürler. Bazaltik lavların el örneklerinde yer yer 0,5-2 cm büyüklüğünde köşeli ve kendinden türeme çakıllar içerdikleri de görülmüştür. Altere yüzeyleri toprağımsı bir görünüm kazanmış olan lavlar taze yüzeylerinde ise koyu gri, açık gri, yeşilimsi gri ve bordomsu olmak üzere farklılık gösterirler.



Foto 2.1.2.2b: Kel tepe güneyindeki bazaltik andezitlerde gelişmiş olan altıgen soğuma kolonları.



Foto 2.1.2.2c: Metamorfik temel kayalardan çakıllar içeren kırıntılı taban birimi.



Foto 2.1.2.2d: Dikmen köyü civarındaki bazaltik lavlarda görülen 30-100 cm kalınlıkta akma foliasyonları.

Balkaya mahallesinin kuzeyi, Kocamanlı mahallesinin güneyi ile Bilalin Mahallesi civarında masif, intrüzif kütleleri andıran, homojen ve el örneklerinde 0,5-1,3 cm büyüklükte plajiyoklas fenokristalleri içermeleriyle karakterize olan bazaltik kayalar yer almaktadır. Bunlar Dikmen Grubuna ait lavları ve girik oldukları volkanoklastik birimleri kesmekte yer yer de aynı kayaların üzerine akmış olarak izlenmektedirler. İnceleme alanının bu kesiminde yer alan iri plajiyoklas fenokristalli ve ileri derecede porfirik dokulu bazaltik lavlar Dikmen grubuna ait diğer lavlardan dokusal anlamda belirgin olarak farklıdır (Foto 2.1.2.2e).

Bazaltik andezitik bileşimli lavlar inceleme alanının diğer kesimlerinde genellikle breşik özellikte görülmektedir. Breşik bazaltik andezitik lavların en tipik mostraları Göksu-Kocadere yolu üzerinde bulunur. Bu lokalitelerde çökel birimlerle girik vaziyette bulunan bazaltik andezit bileşimli breşik lavlar, büyüklükleri 20 cm ile 1 m arasında değişen çakıl ve bloklar içermektedir.



Foto 2.1.2.2e: Dom benzeri görünüm kazanmış bazaltik lavların mostra görünümü.

Bazalt-bazaltik andezitik lavlar el örneklerinde genel olarak mikrokristalen, hemikristalen porfirik dokuludurlar. Hemikristalen porfirik dokulu olan lavlarda plajiyoklas fenokristalleri ile birlikte az miktarda mafik ve opak mineraller gözle seçilebilir haldedir. Bazı örneklerde ileri derecedeki alterasyon nedeniyle el örneklerinde minerallerin tanınması mümkün değildir. 0,5-1,3 cm büyüklüğünde plajiyoklas fenokristallerinin geliştiği porfirik dokulu bazaltlarda mafik minerallerin kümülat dokusu oluşturduğu ve bu kümülatların çaplarının bazı örneklerde 3-4 cm' e kadar ulaştığı gözlenir.

Andezitik ve Dasitik Lavlar (Tdad)

Dikmen Grubuna ait andezitik lavlar volkanik istifin özellikle orta kesimlerinde bazalt ve bazaltik andezitik lavlarla girik, yanal ve düşey geçişli halde bulunurlar. Dasit türündeki lavlar ise volkanik istifin en üstünde, çalışma alanının kuzeyinde Kocadüz tepe ve Kadifekale köyü civarında yüzlek verirler.

Andezitik lavlar inceleme alanı içerisinde başlıca iki şekilde bulunurlar. Bunların ilkinde lavlar genel olarak masiftir ve Aksu köyü civarında Aksu vadisi içinde gözlenir. Bu alanda masif lavlar çökel birimlerle yanal yönde giriktir (Foto 2.1.2.2f). Balkaya mahallesi civarında bordo renkli matriksli 10-30 cm gri andezitik kırıntılar içeren andezitik lavların, kırmızı renkli volkanojenik çamurtaşlarının üzerine akmış olduğu gözlenmiştir. Diğer tür andezitik lavlar çoğunlukla bloklu/breşik lav akıntıları halindedir ve en tipik mostralarına çalışma alanının batısında Alaağaç yaylasında ve daha doğuda Bakacak mahallesi ile Balkaya mahallesi civarında rastlanır (Foto 2.1.2.2g). Bu alanlardaki andezitik lavların genel olarak köşeli ve büyüklükleri 1-5 cm ile 10-30 cm arasında çeşitlilik gösteren bloklardan oluştuğu, genellikle kuzeye eğim kazanmış akma foliyasyonlu lavların altında ve üstünde, bu lavlarla yanal ve düşey girik halde buldukları gözlenir. Blokların genel olarak andezitik bileşimli matriksle aynı bileşimde olmalarına rağmen, yer yer bazalt ve bazaltik andezitik bileşimli olanların varlığı da gözlenir. Genel olarak altere yüzeylerinde toprağımsı, taze yüzeylerinde ise bordomsu ve gri renklidirler.

Alaağaç yaylasının güneybatısında bordo matriksli ve 1-2 cm boyutunda çakıllar içeren andezitik lavların soğuma kolonları oluşturdukları ve bu lavlarda yer yer küresel alterasyonun geliştiği gözlenmiştir (Foto 2.1.2.2h). Çok sınırlı alanlarda andezitik lavlarda 0,3-0,5cm kalınlıkta akma laminasyonlarının geliştiği görülmüştür.



Foto 2.1.2.2f: Aksu vadisi içinde çökel birimlerle yanal yönde girik halde gözlenen masif andezitik lavlar.

Dasitler Dikmen Grubuna ait istifin en üstündeki birimi oluşturur. Bunlar yanal olarak uzun mesafelerde devamlılık göstermezler ve bloklu yüzeylere sahiptirler. Bu özellikleri itibariyle “aa” tipi lavlara benzerler. Bazalt ve bazaltik andezitlere göre daha açık renkli, daha alteredirler. Nadiren masif lav özelliğindeki mostraları vardır. Dasitik lavlar Derinoba formasyonuna ait fliş benzeri çökellerle girik haldedirler ve yine bu çökel birimler tarafından örtülürler. Çalışma alanının dışında dasitik lavların andezitik lavlarla girik olduğu gözlenmiştir.

Dikmen Grubunun dasitik lavları mostralarında tamamen breşik özelliktedir (foto 2.1.2.2i). Matriks alterasyona bağlı olarak yeşilimsi bir renk kazanmıştır ve genel

görünümü itibariyle porfirik dokuludur. Plajiyoklas ve mafik mineraller gözle görülebilir niteliktedir. Bununla birlikte çok az miktarda biyotit gözlenir. Breşik lav akıntısının bazaltik, bazaltik andezitik lavlara ait köşeli ve kötü boylanmalı çakıllar içerdikleri görülür. Çakılların büyüklükleri 0,5-10 cm arasında değişir. Bordo renkli andezitik çakılların hemikristalen porfirik dokuludur, boyları 0,5-3 cm arasında değişir, plajiyoklas ve hamur içine dağılmış tek tük mafik minerallerden oluşurlar. Bazaltik andezitik lavlara ait çakıllar ise koyu gri renklidirler, büyüklükleri 0,5-10 cm arasında değişir, andezitik lavlara ait çakılardan farklı olarak hamur içinde daha bol miktarda mafik mineral bulunur.



Foto 2.1.2.2g: İnceleme alanında gözlenen bloklı/breşik andezitik lav akıntılarının tipik görünümü.



Foto 2.1.2.2h: Alağaç yaylası civarında gözlenen küresel alterasyonun hakim olduğu mostralarında andezitik lav akıntılarının genel görünümü.



Foto 2.1.2.2i: Dikmen Grubu dasitik lavlarının çalışma alanındaki genel görünümü.

2.1.2.3 Dayklar

İnceleme alanında dayklar özellikle batıda Patateslik tepenin kuzeyindeki alanlarında ve çalışma alanının ortalarında Durhasan tepesine giden yol üzerindeki yarmalarda gözlenir. Çalışma alanının dışında kalan batı alanlarda ise daha sık olarak görülürler. Genelde 2-4 metre genişliğe ulaşan dayklar Dikmen Grubu lavları ile volkanoklastik kayaları keserler, istifin daha üst kotlarına ulaşmazlar. Mostralarında yer yer toprağımsı görünüm kazanmış olmalarına rağmen istifin diğer birimlerine göre çok daha taze durumdadırlar. Daykların içine yerleştiği yan kayaçların ileri derecede altere oldukları ve tamamen toprağımsı bir görünüm kazandıkları gözlenmektedir. Altere yüzeylerinde pembemsi gri renkli olan doleritik bileşimli kayaların taze yüzeylerinde grimsi renkli oldukları görülür. Yer yer 3 yönlü eklem takımlarının ve bunlara uygun olarak eksfoliasyon yapılarının geliştiği gözlenir (Foto 2.1.2.3). El örneklerinde mikrokristalen olarak gözlenen doleritlerin petrografik incelemeler sonucu, holokristalen porfirik dokulu oldukları tespit edilmiştir. Yaygın bitki örtüsü nedeniyle daykların konumlarını tespit etmek mümkün olmamıştır.



Foto 2.1.2.3: Durhasan tepesi civarında daykların genel görünümü. Dayklarda 3 yönlü eklem takımları gelişmiştir. Yan kayaç ileri derecede altere durumdadır.

2.1.2.4 Derinoba Formasyonu (*Tddo*)

Derinoba formasyonu Dikmen Grubuna ait volkanik birimlerde de olduğu gibi çalışma alanının kuzey kesimlerinde, kabaca doğu-batı bir yayılım gösterir. Çalışma alanının değişik yerlerinde farklı özellikler kazanmakla birlikte genel olarak, Sofular kireçtaşına ait birimleri mercekler halinde içeren ve bunlarla ardalanmış, kumtaşı-marn-şeyl ardalanmasından oluşan oldukça kalın bir istif niteliğindedir.

Birim, Yılmaz vd. (1981) tarafından Derinoba deresi boyunca tanınan tipik mostralardan yola çıkılarak isimlendirilmiş, tabanda orta kalın katmanlı, bol fosilli

detritik kireçtaşlarıyla başlayan ve üste doğru sığ denizel ortamda gelişmiş kumtaşı-marn tabakalarına geçen bir istif olarak tanımlanmıştır.

Derinoba formasyonu, çalışma sahasında Karadere'den Aksu'ya uzanan yol boyunca, Aksu vadisinin kuzeyindeki alanlarda, özellikle Saçmalıpınar mevkiinde geniş bir alanda yüzlek verir. Aksu vadisinin tabanından itibaren Kocadüz tepe mevkiine kadar, istifin kalınlığı en altından üstüne yaklaşık olarak 500 metre olarak ölçülmüştür. Bu alanda birim, kalın katmanlı ve (tabaka kalınlıkları altta 3-5 cm, orta kesimlerde 15-25 cm ve en üstte 5-10 cm) alt ve üst kesimlerde kil-marn ardalanması, orta kesimlerde ise marn tipi çökellerle karakterizedir (Foto 2.1.2.4a). Altere yüzeylerinde sarımsı, taze yüzeylerinde ise boz-grimsi renkli olduğu gözlenir. Karadere Aksu yolu üzerinde gözlenen mostralarında ise Derinoba formasyonunun monoton bir kumtaşı-şeyl ardalanması halindedir. Kumtaşı seviyelerinin kalınlığı 3-10 cm, şeyl seviyelerinin kalınlığı ise 5-25 cm arasında farklılık gösterir. Kumtaşı seviyeleri yanal yönde devamlılık sunarken, şeyl seviyeleri, düşük dayanımları nedeniyle parçalanmış ve ufalanmış vaziyettedir (Foto 2.1.2.4b).

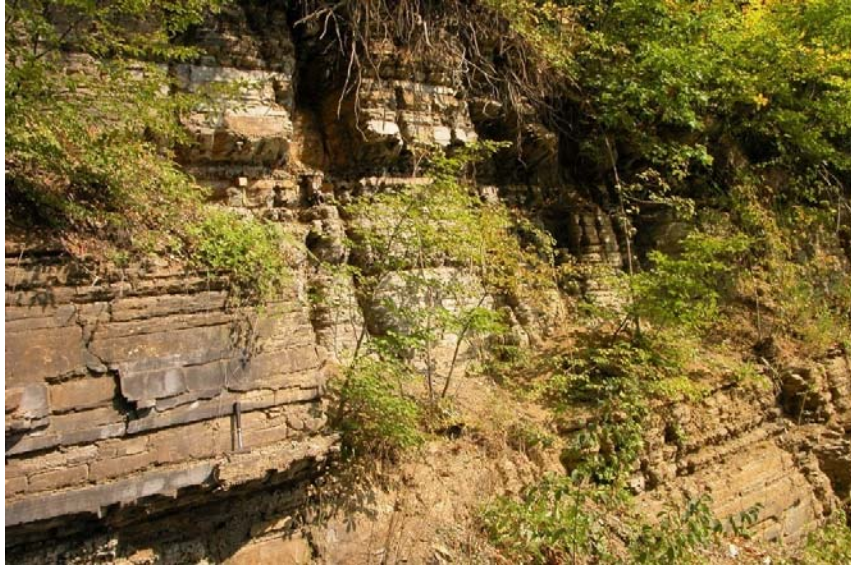


Foto 2.1.2.4a: Kocadüz tepe mevkiinde Derinoba formasyonunun genel görünümü.



Foto 2.1.2.4b: Karadere Aksu yolu üzerinde Derinoba formasyonunun genel görünümü.

Birim çökeliminden sonra tektonik hareketlerin etkisiyle deforme olmuştur. Kuzeyde geniş yayılım gösterdikleri alanda lokal olarak dalga boyu geniş ve kanatları düşük eğimli olarak konumlanmış kıvrımların olduğu gözlenmiştir. Bununla beraber çalışma alanının genelinde birimin kuzeye doğru eğimli olduğu gözlenmektedir. Saçmalıpınar mevkiinde yol yarmasından yapılan ölçümlerde KB-GD gidişli yanal olarak 30 metre izlenebilen bir kesitte eğimlerin kuzeybatı, kuzeydoğu ve güney batıya farklılık gösterdiği izlenmiştir.

Derinoba formasyonuna ait çökel birimler Dikmen grubuna ait lavlarla yanal girik halde bulunurlar, yer yer de lavlarla ardalandıkları gözlenir. Çökel birimlerle lavların bu ilişkisi en açık biçimde Aksu vadisi içinde görülmektedir (Foto 2.1.2.2f). Derinoba formasyonu Sofular kireçtaşıyla çalışma alanının genelinde yanal girik halde gözlenmiştir. Ancak Kocadüz tepe mevkiinde bu iki birimin ardalandıkları da gözlenir. Dokanak ilişkileri ve konumları göz önünde bulundurularak Sofular kireçtaşı Derinoba Formasyonunun bir üyesi olarak haritalanmış ve tanıtılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Derinoba formasyonundan derlenen herhangi bir fosil bulgusu yoktur. Ancak, 1959 tarihli çalışmasında Abdüsselamoğlu, birimden Eosen yaş verisini sağlayan fosiller derlemiştir. Derinoba formasyonunun Sofular kireçtaşıyla olan dokanak

ilişkisi göz önünde bulundurularak birimin Lütseyen yaşlı olduğunu söylemek mümkündür.

2.1.2.5 Sofular Kireçtaşı Üyesi (TdsK)

Sofular kireçtaşı çalışma alanında güneybatıda Keremali tepesinden kuzeydoğuda Hacıhasan mahallesine kadar olan verrev bir alanda kesintisiz olarak izlenir. Çok bol miktarda *Nummulites sp.* fosili içeren yer yer kompakt ve masif kireçtaşı yer yer de volkanik ara katkılı dağılgan bir birim halinde görülür (Foto 2.1.2.5a ve b).

Sofular kireçtaşı, Sofular mahallesi civarındaki mostraları nedeniyle ilk kez Gözübol tarafından 1978’ de isimlendirilerek algalı biyosparit ve algalı biyomikritten oluşan ve bazı kesimlerinde %15’ e kadar varan kuvars kırıntıları içeren ve üste doğru Derinoba formasyonunun kumtaşlarına geçen orta kalın katmanlı resifal bir kireçtaşı olarak tanımlanmıştır.



Foto 2.1.2.5a: Keremali Tepesi civarında, yolun her iki yanında Sofular Kireçtaşına ait mostraların genel görünümü.

Çalışma alanında Sofular kireçtaşı olarak tarif edilen birim Keremali tepesi, Alağaç yaylası, ve Gölyayla’ da, Arka mahallenin güneydoğusunda Yanık sırtlarında ve Delihüseyin tepenin batısındaki alanlarda gözlenir. Alağaç yaylası ise Gölyayla

arasında kalan alanda Sofular kireçtaşı tabakasız ve eklemsiz, masif ve çok yüksek dayanımlı, altere yüzeylerinde beyaz-bej, taze yüzeylerinde ise gri renkli olarak gözlenmektedir. El örneklerinde bol miktarda mikrofosilli ve karbonat çimentolu yer yer fosil miktarının azaldığı yerlerde kalsit kristalli mikritik kireçtaşı olarak tespit edilmiştir. Keremali tepesi civarındaki mostralarda Sofular kireçtaşına ait birimlerin Dikmen grubuna ait volkanik kayalarla olan birincil dokanak ilişkisi gözlenmemektedir. Bununla birlikte çalışma alanının diğer kesimlerinde bu birimlerin yanal girik oldukları gözlenmiştir. Yanık sırtları civarında, kireçtaşının çökeldiği ortama lavların akması sonucu birim, kendisini karakterize eden bol miktarda mikro fosilin tutturulmamış, elde kolaylıkla dağılan, volkanik arakatlı bir matriks içerisinde bulunduğu bir haldedir ve yanal yönde tedrici olarak masif kireçtaşına geçmektedir. Sofular kireçtaşının Derinoba formasyonu ile olan ilişkisine daha önce değinilmiştir.



Foto 2.1.2.5b: Genellikle dayanımlı ve sıkı olarak gözlenen bol fosilli kireçtaşlarının el örneğindeki görünümleri.

Çalışma kapsamında Sofular kireçtaşından özellikle Eosen açısından önem taşıyan orthopragmines fosilleri derlenmiştir. Fosil bulgusuna dayanarak kireçtaşının çökeldiği

alanın sıg denizel, resifal ortam özelliklerini yansıttığı söylenebilir. Özellikle lavların birimin çökeldiği ortama doğrudan akmış olduğu alanlardan derlenen fosillerden elde edilen yaş bulgusu Alt Lütésiyen dönemini işaret etmektedir.

2.1.3 Abhazyatağı Volkanikleri (*Tabv*)

Birim çalışma alanının dışında, Balkaya mahallesinin kuzey doğusunda bulunan Abhazyatağı Köyü civarında gözlenen tipik mostraları nedeniyle bu şekilde adlanmıştır. Mostra ölçeğinde yer yer masif yer yer de eklemli ve kırıklı yapılı olarak gözlenen volkanik birim el örneğinde koyu rengi nedeniyle bazalt olarak tanımlanan lavlardan oluşmaktadır. Mostralarında kahve-bej olarak tanımlanan Abhazyatağı lavları, oldukça taze ve taze yüzeylerinde siyahımsı-koyu gri renklidirler (Foto 2.1.3). Mıcır olarak işletilen bu lavlar, konkoidal kırıklıdır. El örneklerinde mikrokristalen olaran lavların mineralleri gözle ya da lupla tanınabilir özellikte değildir.



Foto 2.1.3: Abhazyatağı Lavlarının mostra ölçeğinde genel görünümü.

Abhazyatağı lavlarının alt ve üst dokanak ilişkileri çalışma alanında gözlenememiştir. Birim, stratigrafik olarak Dikmen volkaniklerinin üstünde bulunması ve su etkisiyle alterasyona uğramış Dikmen Grubu lavlarından farklılık göstermesi nedeniyle,

volkanizmanın karasallaştığı, en genç dönemin ürünleri olarak düşünülmüştür. Ancak petrografik incelemeler sonucu dokusal anlamda nispeten farklılık gösteren lavların, radyometrik yaş tayinlerine göre Oligosen (23.8±1.1 milyon yıl) yaşlı olduğu saptanmıştır. Aradaki yaş farkı göz önüne alındığında Abhazyatağı lavlarının Eosen yaşlı Dikmen Grubunu zamansal bir uyumsuzlukla örteceği kabul edilmiş ve stratigrafik kesitte bu şekilde gösterilmiştir. Abhazytağı lavlarının üst dokanak ilişkisi de çalışma kapsamında gözlenememiştir. Önceki çalışmalarda Oligosen yaşlı fosil kırıntıları içeren ancak kesin olarak yaşı saptanamamış olan flüvyal konglomeraların tüm Eosen yaşlı birimleri uyumsuz olarak örttüğü belirtilmiştir. Bu nedenle arazi ölçeğinde Orta Eosen lavlarından ayırt edilemeyen Abhazyatağı lavlarının da bu birim tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü kabul edilmiştir.

2.1.4 Gökveren Formasyonu (*Tgf*)

Farklı litolojilerden çakıllar içeren konglomera görünümündeki birim ilk kez Gökveren köyü dolaylarındaki tipik mostraları nedeniyle Gözübol (1978) tarafından adlanmıştır. Çalışma alanının kuzeyinde Kocadüztepe civarında geniş bir alanda mostrasına rastlanan birim, Kırağası (1980) tarafından daha kuzey alanlarda, Kadifekale ile Bakacak arasında bulunan tipik mostraları nedeniyle Kadifekale formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Farklı lokasyonlarda farklı litolojiler sunan birim çalışma alanında lav ve şist çakılları içeren, kötü boylanmalı, karbonat çimentolu çakıltaşı, konglomera görünümündedir. İğneciler-Gökveren yolu üzerinde miltaşı-kumtaşı-kumlu kireçtaşı ile Seyitali köyü batısında kötü boylanmalı çakıltaşı ile Gökveren köyü kuzeyinde ise krem-pembe renkli kumtaşı ve miltaşı ile temsil edilir. Birim taşınmış algae ve nummilites parçaları içermektedir (Yılmaz vd, 1981). Bu bilgiye dayanılarak Sofular kireçtaşından daha genç olduğu düşünülmüş ve Lütésiyen sonrası olarak yaşlandırılmıştır. Abdüsselamoğlu (1959) ise birimi Üst Kretase olarak yaşlandırmıştır. Kocadüztepe civarında Gökveren formasyonuna ait konglomeraların altında bulunan Derinoba formasyonuna ait çökel birimlerle ilişkisi net bir biçimde açısız uyumsuzluk olarak gözlenir. Masif, tabakasız konglomera birimi, kuzeydoğu ve kuzeybatıya eğimli olan hafif kıvrımlanmış Derinoba çökelleri üzerine oturmaktadır. Birimin kuzeyde volkanoklastik birimlerle olan dokanak

ilişkisi ise faylıdır. Burdan yola çıkarak birimin Dikmen Grubuna ait olan birimlerden daha genç olduğunu söylemek mümkündür. Gözübol birimin sığ denizel bir ortamda geliştiğini vurgulamaktadır (1978). Ancak Kocadüz tepe civarında yapılan gözlemlerde, farklı litolojilerden türeme, kötü boylanmalı ve yuvarlatılmış çakıllar içermesi nedeniyle daha çok flüvyal konglomera niteliğindedir.

2.1.5 Taşkesti Formasyonu (Qt)

Gökveren formasyonu, KAF' ın faaliyetine bağlı olarak gelişen ilk çökel birim olan Taşkesti formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir (Yılmaz vd, 1981; Yıldırım, 2008). Yıldırım (2008), Taşkesti formasyonunu flüvyal, kolüvyal ve gölsel çökellerden oluşan bir topluluk olarak tanımlamıştır. Birim özellikle çalışma alanının kuzeybetü alanlarında yayılım gösterir. Genel olarak tutturulmamış, gevşek halde bulunan kumtaşı-çakıltası görünümündedir. Birimin yaşı Yılmaz vd. (1980) tarafından Pliyosen, Paluska vd. (1989) tarafından ise Orta-Üst Kuvaterner olarak tanımlanır.

Taşkesti formasyonu güncel birimler tarafından uyumlu olarak örtülmektedir.

2.2 Dikmen Grubu Volkanik Kayalarının Dokanak İlişkileri ve Oluşum Ortamları

Bazaltik ve bazaltik andezitik lavların metamorfik temel kayalarıyla olan dokanak ilişkisi inceleme alanının genelinde tektonik niteliklidir. Çalışma alanının güneyinde Kındıra yaylası civarında metamorfik temel kayalar ile lavların ana dokanağının sağ yanal atımlı ters bir fay olduğu görülür. Lavlar ile temel kayaların normal dokanak ilişkisi çalışma sahasının güneybatısında oldukça dar bir alanda açığa çıkar. Bu alanda temel kayalar epiklastik birimlerle yanal girik vaziyette bulunan lavlar tarafından diskordan olarak örtülmektedirler ve bazaltik andezitik lavların metamorfik temel kayalara ait 1-15 cm büyüklüğünde sleyt, fillat ve mermer parçaları da içeren kırıntılı taban birimi niteliğinde olduğu gözlenir. Bazaltik ve bazaltik andezitik lavların üst dokanak ilişkisi ise daha karmaşıktır. Çalışma alanının bazı kesimlerinde egemen olmalarına rağmen bazaltik, bazaltik andezitik ve andezitik lavların iç içe bir görünüm sergiledikleri, düşey ve yanal olarak girik halde buldukları gözlenir.

Çalışma alanında, Dikmen grubuna ait lavların piroklastik kayaları her ölçekte içerdiği, bu iki birimin birbiriyle yanal ve düşey olarak ardalandıkları görülmüştür. Bazaltik andezitik/bazaltik lavların piroklastik birimlerle olan ilişkisi en açık şekilde Patateslik tepe civarında gözlenir. Bu alanda lavlar piroklastik birimlerle yanal girik haldedirler ve bu birimleri diskordan olarak örterler. Kuzeyde Kadifekale civarında ise dasitik lavların piroklastik birimleri örttüğü gözlenmektedir.

Dikmen grubuna ait çökel kayalar ile volkanik birimlerin dokanak ilişkileri de Dikmen Grubuna ait istifin diğer birimlerinin ilişkisine benzerdir. Bazaltik andezitik lavların ve istifin daha orta kesimlerinde egemen olarak bulunan andezitik lavların Sofular kireçtaşı ve Derinoba formasyonuna ait sedimanter birimlerle de yanal girik halde oldukları Sofular kireçtaşını örttükleri, Derinoba formasyonu tarafından ise uyumlu olarak örtüldükleri gözlenmiştir. Tüm bu gözlemler birlikte değerlendirildiğinde ortam sığ bir denizken başlayan volkanizmanın zaman içinde karasal özellik kazandığı ortaya çıkmaktadır. Takip eden süreç içerisinde, istifin daha üst kesimlerinde volkanik kayaların resifal kireçtaşları ile olan dokanak ilişkisi, lavların doğrudan resif ortamına aktığı şeklinde yorumlanmalıdır. Aynı şekilde Dikmen Grubuna ait volkanik kayaların Derinoba formasyonunun sığ-derin deniz ortamını temsil eden çökelleriyle yanal girik halde bulunması, yer yer çökeller tarafından örtülmeleri lavların bu ortama kadar aktığının kanıtı olarak değerlendirilebilir.

2.3 Dikmen Grubu Volkanik Kayalarının Yaşı

İnceleme alanında daha önce Yılmaz vd (1981) tarafından yapılan çalışmada, Dikmen Grubu volkanik kayaları, stratigrafik ilişkileri göz önüne alınarak, Sofular kireçtaşından derlenen *Nummilites* (irregularis ve ataticus grupları), *Discocyclina*, *Milliolidae*, *Spherogypsina Globosa REUSS*, *Operculina sp.*, *Lenticuna sp*, *Ostracod*, *Bryzoa*, *Algae*, *Archeolithothamnium*, *Melobesia* fosillerine dayanılarak Lütesiye olarak yaşlandırılmıştır. Ancak önceki çalışmalarda volkanik kayalara ait herhangi bir yaş bulgusu yoktur. İlk kez bu çalışmanın da içinde bulunduğu bir araştırma projesi kapsamında volkanik kayalardan K-Ar yöntemiyle radyometrik yaş tayinleri yapılmıştır. Bazaltik andezitlerden 2, bazaltlardan da bir numuneden elde edilen K-Ar radyometrik

yaşları sırasıyla 43.8 ± 2.3 ve 48.7 ± 4.1 ile 41.1 ± 1.6 milyon yıl yaşlarını vermektedir. Radyometrik yaş bulguları göz önüne alındığında bölgedeki volkanik aktivitenin Brükseliyen ile Bartoniyen aralığında etkin olduğu ortaya çıkmaktadır. Çalışma alanında, Dikmen formasyonuna ait tüm volkanik, volkanoklastik ve çökel birimlerin birbirleriyle yanal ve düşey olarak tekrarlandıkları gözlenmiştir. Birimlerin dokanak ilişkileri göz önüne alındığında ise Sofular kireçtaşından derlenen *Orthophragmine* fosillerinden elde edilen Erken Lütésiyen (Brükseliyen) yaş verisi de radyometrik yaş verileriyle uyumlu görünmektedir.

3. PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

Petrografik özellikler bölümünde Dikmen Grubu'na ait Orta Eosen yaşlı lavların ve ilk kez bu çalışma esnasında K-Ar radyometrik yaş tayinlerine göre Oligosen yaşlı oldukları tespit edilmiş olan Abhazyatağı lavlarının mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri birarada tanıtılmıştır. Lavlar, Keskin vd (2008)' nin Amasya-Çorum bölgesinde, Orta Eosen yaşlı lavlar üzerinde yaptıkları çalışmada kullandıkları petrografik sınıflama temel alınarak, mafik mineral içerikleri göre sulu (L2) ve susuz (L1) olmak üzere iki seriye ayrılmışlardır. Sulu seriye ait lavlar mafik mineral olarak klinopiroksen, amfibol ve biyotit içerir. Susuz seriye ait olan lavlar ise mafik mineral içerikleri açısından olivin ve piroksenli olanlar (L1a) ile yalnızca piroksenli (L1b) olanlar olmak üzere iki alt grupta sınıflandırılmışlardır. Mikrokristalen minerallerin bolluğundan dolayı lavların türlerine göre sınıflanmalarında petrografik özellikleriyle jeokimyasal analiz sonuçlarından elde edilen veriler bir arada değerlendirilmiştir. Bu bölümde Eosen ve Oligosen yaşlı lavlar farklı başlıklar altında ele alınacak, sırasıyla susuz ve sulu seriye ait kaya türleri tanımlanıp özellikle mineral toplulukları ve dokusal özellikleri tanıtılacaktır.

<i>lav serisi</i>	<i>yaş</i>	<i>kaya türü</i>	<i>mineral topluluğu</i>	<i>dokusal özellikler</i>	<i>alterasyon çeşidi</i>	
<i>Susuz Seri</i>	<i>L1a</i>	Oligo.	andezit	kprk+plj	vitrofirik porfirik, kümülofirik	serisitleşme, kalsitleşme
		Eosen	bazaltik andezit	kprk+plj	pilotaksitik, subofitik	silisleşme, opaklaşma, serisitleşme
	<i>L1b</i>	Eosen	bazalt, bazaltik andezit	ol+kprk+plj	korona, varyolitik, ofitik	iddingsitleşme, silisleşme
<i>Sulu Seri</i>	<i>L2</i>	Eosen	andezit, dasit	kprk+plj±amp±bio	mikrolitik, trakitik, amigdaloidal	kloritleşme, serisitleşme, kalsitleşme

Tablo 3.1: Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavlarının mineralojik ve petrografik özelliklerine göre sınıflanması (kprk, klinopiroksen; plj, plajiyoklas; ol, olivin; amp, amfibol; bio, biyotit).

3.1 Dikmen Grubu Lavlarının (Eosen; Td) Petrografik Özellikleri

3.1.1 Susuz seri (Bazaltik Andezitik ve Bazaltik Lavlar; L1)

İnceleme alanında susuz seri olarak ayırđedilen lavlar başlıca bazaltik andezitik ve bazaltik lavlardır. Bunlar bünyelerinde susuz mineralleri barındırmaları nedeniyle bu gruba dahil edilmişlerdir. Susuz seri lavlarının petrografik incelenmesi sonucunda bunların iki farklı mineral topluluğuyla temsil edildikleri görülmüşür:

a) Olivin+Klinopiroksen+Plajiyoklas+Opak mineraller (L1a)

b) Klinopiroksen+Plajiyoklas+Opak mineraller (L1b)

L1 grubuna ait görece taze örnekler genel olarak çalışma alanının dışında batıda, Adapazarı-Serdivan ve doğuda, Bolu-Yığılca bölgelerinden, volkanik istifin taban seviyesini temsil eden lavlardan derlenmişlerdir.

Dikmen Grubuna ait bazaltik andezit ve bazaltlarda (L1) plajiyoklasların iri fenokristaller ve hamuru oluşturan mikrolitler olmak üzere iki farklı halde buldukları gözlenir. Fenokristallerin büyüklüğü, özellikle Balkaya mahallesinin kuzeyi, Kocamanlı mahallesinin güneyi ile Bilalin Mahallesi civarında mostra veren ileri derecede porfirik dokulu bazaltik lavlarda 2,5 cm boyutlarına kadar ulaşabilmektedir. Fenokristallerin genel olarak yarı özşekilli oldukları, formlarını korudukları ancak kenarlarında reaksiyon dokularının da gelişmiş olduğu gözlenir. Bol miktarda cam, mafik ve opak mineral kapanımı içerirler. Cam kapanımlarının bazı örneklerde kenar zonlarda yoğunlaşmış olduğu, bazılarında ise kristaller içinde saçılmış halde buldukları gözlenir (Foto 3.1.1a). Bazaltik örneklerin bir kısmında plajiyoklas fenokristallerinde, ofitik dokuya eşlik eden penetrasyon ikizlerinin (Augustithis, 1978) varlığı gözlenmiştir (Foto 3.1.1b). Plajiyoklaslarda alterasyon etkisi kristallerin uzun eksenine verev olarak konumlanmış çatlaklar içerisinde ikincil minerallerin gelişmiş olmasıyla tanımlanır. İleri derecede altere olan örneklerde ise serisit ve kil minerallerin varlığı gözlenmektedir. Uygun olan plajiyoklaslarda yapılan sönme açısı ölçümlerine göre, plajiyoklasların bileşimlerinin geniş bir aralıkta değiştii tespit edilmiştir. Bunun nedeni bileşimsel

zonlanmanın yaygın olmasıdır. Buna rağmen genel olarak L1a serisine ait (olivinli) bazaltik andezitlerde plajiyoklasların bileşiminin, An_{39-54} bazaltlarda ise An_{28-55} olarak ölçüldüğü söylenmelidir.

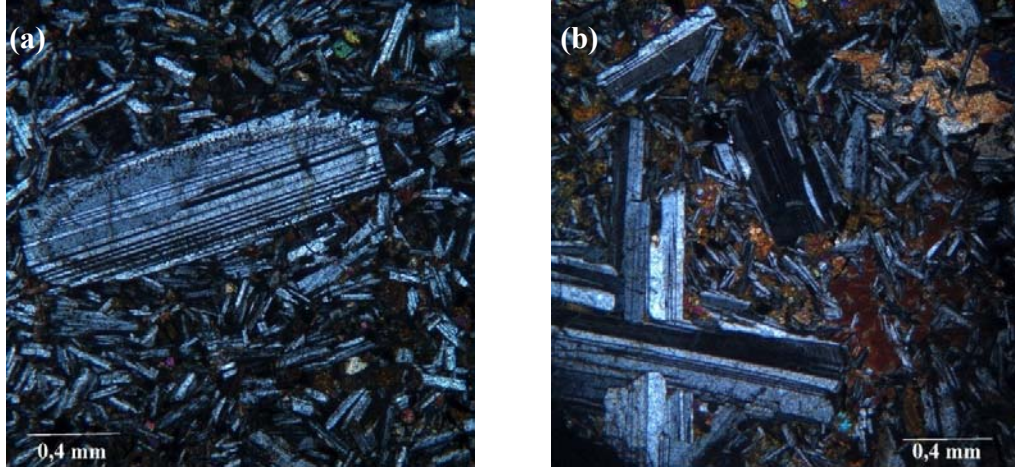


Foto 3.1.1a: Plajiyoklas fenokristallerinde kenar zonlarda yoğunlaşmış olan cam kapanımları, **(b)** ofitik dokuya eşlik eden penetrasyon ikizleri

L1 serisine ait lavlarda gözlenen en yaygın mafik mineral piroksendir. Plajiyoklaslarda olduğu gibi piroksenler de iri fenokristaller ve hamur içine saçılmış mikro fenokristaller olarak görülürler. Sönme açlarına bağlı olarak fenokristallerin tümünün klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir. Ancak hamur içerisindekilerin türünü tayin etmek mümkün olmamıştır. Piroksenler yarıözşekilli ve özşekilsiz fenokristaller olmak üzere iki farklı şekilde bulunurlar ve mikrokristalen olanlar ise tamamen özşekilsizdir. Bazal kesitlerinde sekizgen formlu ve birbirlerine dik gelişmiş iki yönde dilinimleri tipiktir (Foto 3.1.1c). L1a serisine ait örneklerdeki piroksenlerin bol miktarda olivin (Foto 3.1.1d), L1b serisine ait lavlardaki piroksenlerin ise cam kapanımları içerdiği görülür.

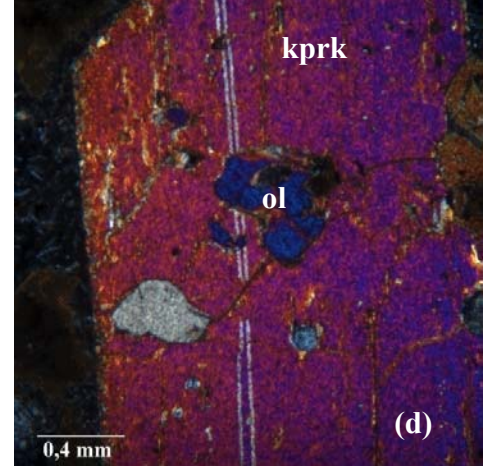
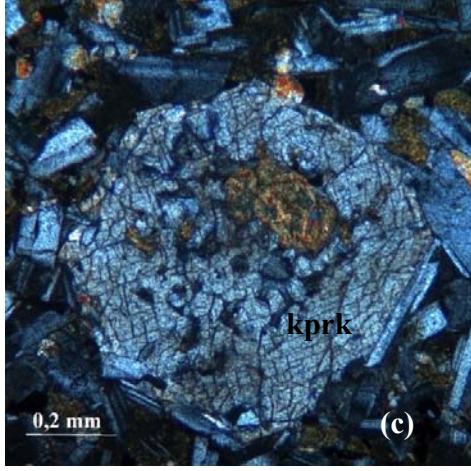


Foto 3.1.1c: Bazal kesitinde birbirine dik konumda dilinimli, özşekilli piroksen fenokristali, **(d)** olivin kapanımı içeren yaklaşık 2,5 mm büyüklüğünde klinopiroksen fenokristali.

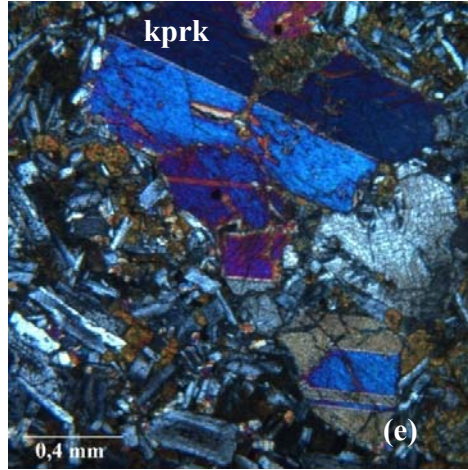


Foto 3.1.1e: L1b Serisine ait lavlardaki basit ikizli cam ve silisifiye olivin kapanımları içeren klinopiroksenler (kprk).

Piroksenlerin bazılarının alterasyon nedeniyle opak zarflarla kuşatılmış halde buldukları gözlenir. Bazı piroksenlerin kenarlarında ise reaksiyon dokularının geliştiği görülür. Bu bilgiye dayanarak kristallenme sürecinde piroksenlerin hamur ile denge halinde kalamadıklarını söylemek mümkündür (Foto 3.1.1d). Genel olarak piroksenler tek nikolde renksiz ya da soluk yeşil renklerde ve yeşil tonlarında çok zayıf pleokroik olarak gözlenirler. Çift nikolde ise 1. dizinin yüksek renklerinde polarize olurlar. L1b serisine ait bazaltik lavlarda basit ikizli klinopiroksenlere ve bazaltik andezitik lavlarda

ise az da olsa zonlu piroksenlere rastlanmıştır (Foto 3.1.1e). Bazaltik andezitik ve bazaltik bileşimli lavlarda klinopiroksenlerin sönme açılarının 30° ile 44° arasında olduğu gözlenmiştir. L1 serisine ait lavlardaki piroksenler optik özellikleri açısından değerlendirildiklerinde ojit türü piroksenlere benzemektedirler.

L1a grubuna ait lavlarda bulunan olivinler genel olarak özşekilsiz ve bozmuş kristaller halindedirler. Mikrokristalleri hamur içerisinde plajiyoklas mikrolitleri arasında bulunur (intergranüler doku) ve kimi örneklerde fenokristallerinin kenarlarında dengesizlik dokularının geliştiği görülür. Yaygın olarak ileri derecede idingsitleşmişler ve opak zarflarla kuşatılmışlardır. Çift nikolde bazı olivinlerin piroksenlere benzer girişim renkleri gösterdiği ancak genel olarak 2. dizinin düşük renklerinde polarize oldukları gözlenir.

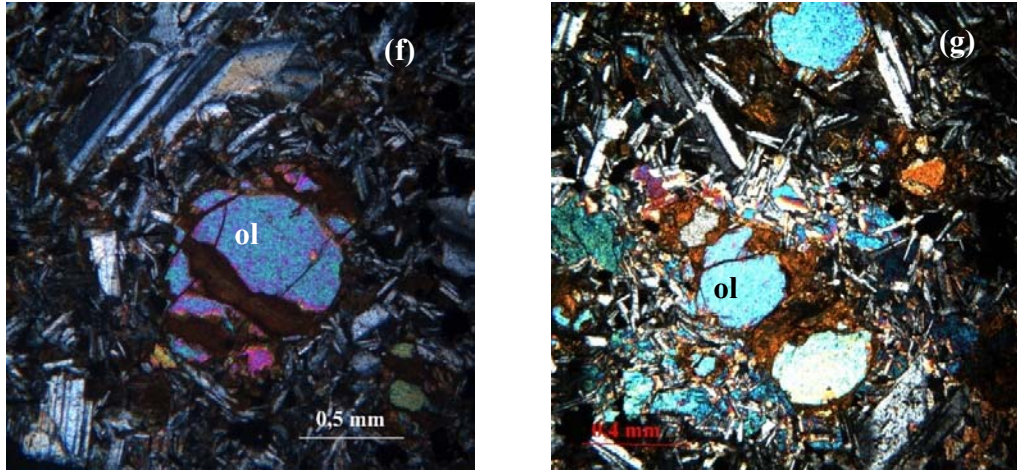


Foto 3.1.1f: İddingsitleşmiş yarıözşekilli olivin fenokristali (ol) ile birlikte bileşimsel zonlanma gösteren plajiyoklaslar, **(g)** kümülofirik doku oluşturmuş olivin fenokristalleri ile birlikte bulunan klinopiroksen mikro kristalleri.

Eosen yaşlı lavlarda alterasyon nedeniyle gelişmiş olan ikincil mineraller klorit, serisit, kalsit ve iddingsittir. Petrografi kapsamında ikincil mineraller detaylı olarak incelenmemiştir.

Bazaltik andezit ve bazaltik lavlar mineralojik bileşimleri çok fazla değişmemekle birlikte dokusal olarak çeşitlilik gösterirler. Genel itibariyle mikrolitik porfirik dokuludurlar. Ancak hamur fenokristal oranı ve hamurun türü değişkendir. Bazaltik

lavların genelinde mikrolitlerin akma yönüne paralel dizildikleri ve aralarının camla dolu olduğu örneklerde trakitik ve intersertal dokuların geliştiği gözlenir (Foto:3.1.1h). Bunun dışında, bazaltik andezitlerde ise pilotaksitik doku egemendir. İncelenen kesitlerin genelinde mafik minerallerin glomeroporfirik/kümülofirik doku oluşturdukları gözlenmiştir. L1 serisine ait tüm lavlarda yaygın olarak piroksen ve plajiyoklasların ofitik ve subofitik doku oluşturdukları ve ayrıca olivinli bazaltik andezitlerde volkanik camın devitrifikasyonu sonucu varyolitik dokunun gelişmiş olduğu gözlenir (Foto 3.1.1i). L1a serisine ait bazı bazaltik lavlarda ise olivinlerin etrafını kuşatan piroksen mikrokristallerinin korona dokusu oluşturdukları izlenmiştir (Foto 3.1.1j).

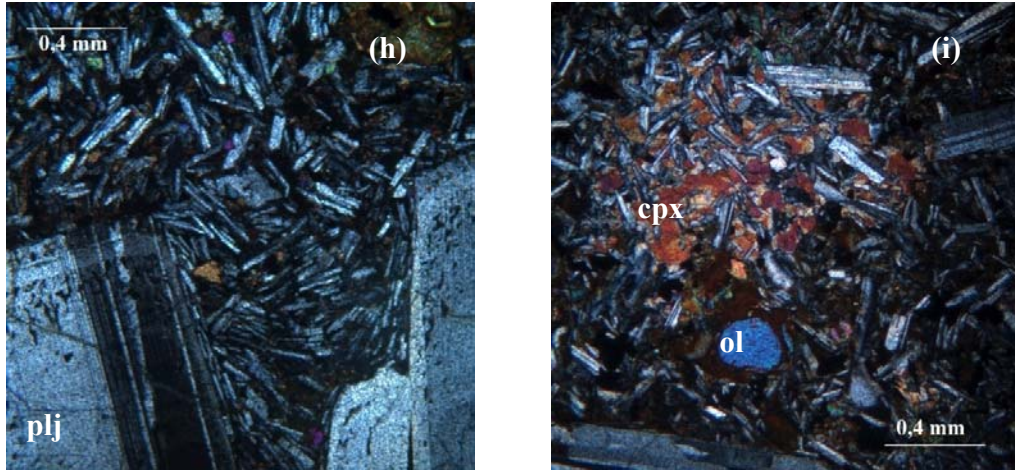


Foto 3.1.1h: Kenarlarında bileşimsel zonlanma ile birlikte cam kapanımları gözlenen yaklaşık 3 mm büyüklüğünde plajiyoklas fenokristalleri içeren intersertal dokulu bazaltik lav, (i) subofitik dokulu olivinli bazaltik lavlar.

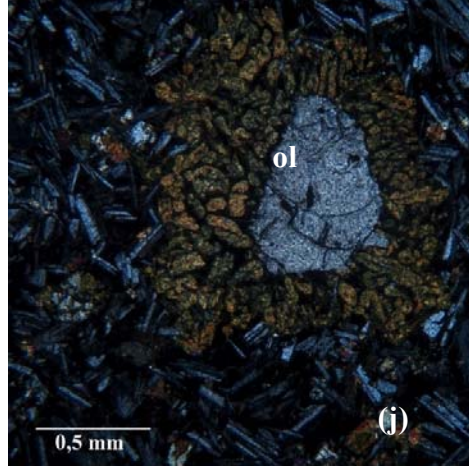


Foto 3.1.1 j: Olivinli bazaltik andezitlerde gelişmiş dengesizlik dokusuna örnek olarak korona dokusu ve hamur içerisinde camın devitrifikasyonu sonucu oluşmuş varyolitik doku görülmektedir.

3.1.2 Sulu Seri (Andezitik ve Dasitik Lavlar; L2)

Dikmen Grubuna ait andezitik ve dasitik lavlar ileri derecede alterasyona uğradıklarından dolayı bazalt ve bazaltik andezitik lavlarda olduğu gibi kapsamlı petrografik inceleme yapmak mümkün olmamıştır. Petrografik incelemelerde plajiyoklas dışında alterasyon sebebiyle mafik mineralleri tanımlamak oldukça güçtür. Piroksenler formları itibariyle tanınabilir haldedir. Nispeten daha taze olan bazı kesitlerde piroksenlerin sönme açılarının $32-35^\circ$ olduğu tespit edilmiştir. Çok az olmakla birlikte dış formlarını korumalarına rağmen tamamen kloritleşmiş amfibollerin psödomorflarının varlığı da belirlenmiştir. Aynı şekilde plajiyoklas mineralleri de bozuşmuş, killeşmiş ve serisitleşmiş olarak görülürler. Dikmen Grubu'nun sulu seri lavlarının eş değeri olan Orta Eosen yaşlı Kızderbent volkanitleri (Armutlu yarımadası) (Genç vd, 2004) ve Hamamözü volkaniklerinde (Orta Pontidler) (Keskin vd, 2008) yapılmış olan çalışmalarda, araştırmacılar hornblend ve biyotitli andezitler tanımlamışlardır. Bu bilgiye dayanılarak andezitler mineral parajenezi açısından sulu seriye dahil edilmiştir. Buna göre andezitik lavlar

Plajiyoklas+Klinopiroksen±Amfibol±Biyotit+Opak mineraller (L2)

minerallerini içerirler. Andezitik lavların genel olarak hemikristalen porfirik ve trakitik dokulu oldukları gözlenmiştir. Bazı kesitlerde amigdaloidal dokunun gelişmiş olduğu ve vesiküllerin içinin tamamen ikincil kalsit minerali tarafından doldurulduğu görülür.

3.2 Abhazyatağı Lavlarının (Oligosen; Tav) Petrografik Özellikleri

Haritalanan alanın dışından derlenen ve volkanik istifin en üst seviyelerini temsil eden Oligosen yaşlı lavlar andezit bileşimindedir ve

Plajiyoklas (An)+Klinopiroksen+Opak mineral

minerallerinden oluşurlar. Mineral topluluğu bakımından bu lavlar Eosen yaşlı Dikmen Grubu susuz seri lavlarına (L1b) benzerler.

Oligosen yaşlı lavlarda plajiyoklasların genel olarak özşekili iri fenokristaller ve hamur içerisinde bulunan yarıözşekilli mikro kristaller halinde buldukları, bol cam kapantılı ve bazı örneklerinde ileri derecede zonlanmalı oldukları gözlenmiştir. Bazı kesitlerde plajiyoklasların kenarlarının yuvarlanmış olduğu ve korozyona uğradıkları, çatlakları boyunca ise ikincil kalsit minerallerinin ve ayrıca güve yeniği benzeri doku türünün (elek dokusu) geliştiği izlenmiştir. Bazı plajiyoklaslar klinopiroksen kapanımları içermektedir. Zonlanmanın olmadığı uygun kristallerinde yapılan ölçümlere göre plajiyoklasların andezin (%An₃₈₋₄₃) bileşiminde olduğu tespit edilmiştir.

Lavlara ait klinopiroksenler özşekilli ya da yarı özşekilli kümelenmiş fenokristaller veya hamur içerisinde dağılmış özşekilsiz fenokristaller halinde bulunurlar. Bazal kesitlerinde sekizgen formlarını korudukları ancak bazılarının kenarlarında reaksiyon dokularının gelişmiş olduğu gözlenir. Uygun olan örneklerde klinopiroksenlerin sönme açılarının 7° ile 14° ve 34° ile 40° arasında olmak üzere iki farklı aralıkta değiştiği gözlenir. Klinopiroksenler bol miktarda opak mineral, çok daha nadir olarak da ksenomorf plajiyoklas kapanımları içerir ve bazı klinopiroksenlerin basit ikizli oldukları görülür (Foto 3.2a).

Mineral içeriği açısından Eosen lavlarından farklılık göstermeyen bu lavlar hamurun yaygın olarak camdan oluşması nedeniyle vitrofirik dokulu olarak tanımlanmıştır. Bu özellikleriyle de Eosen lavlarından ayrılırlar. Ayrıca klinopiroksen ve yer yer de plajiyoklas fenokristallerinin kümelenmiş olması ile belirginleşen kümülofirik doku da oluştururlar (Foto 3.2b).

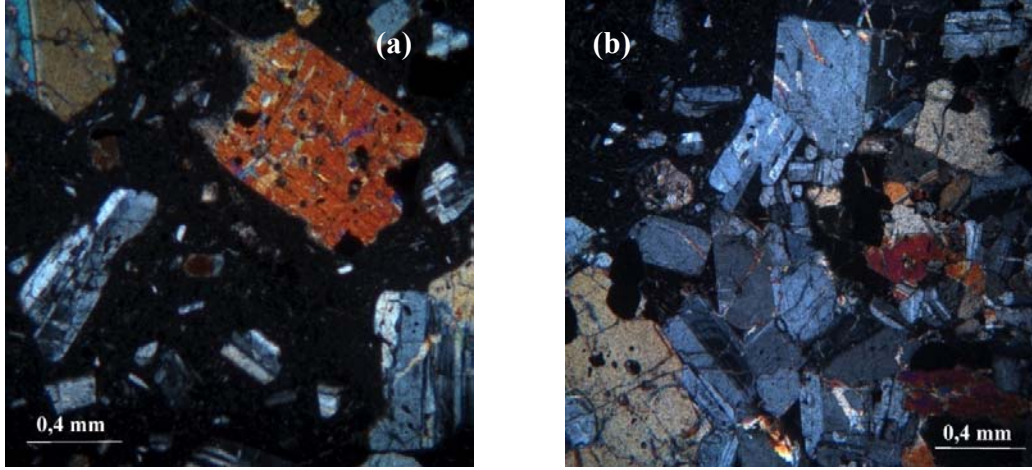


Foto 3.2a: Bol opak mineral kapanımı içeren ve basit ikizli olarak gözlenen klinopiroksen fenokristalleri, **(b)** plajiyoklasların çatlaklarında gelişmiş olan ikincil kalsit mineralleri ile vitrofirik doku.

4. JEOKİMYA VE PETROLOJİK ÖZELLİKLER

Çalışmanın petrolojik özellikler kısmında, Dikmen grubu lavları ve bunları diskordan olarak örten Oligosen yaşlı lavların jeokimyasal analizler yoluyla belirlenmiş olan petrolojik özelliklerinden hareketle, kökenlerine ve evrimlerine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir.

4.1 Analitik Yöntemler

Çalışma kapsamında inceleme sahasından volkanik istifi temsilen derlenen numuneler arasından en az oranda alterasyona uğramış olan 34 numune seçilerek ana element oksitler, iz ve nadir toprak element (REE) analizleri yaptırılmıştır. Örnekler sırasıyla, çeneli kırıcı ve agat havanda öğütülerek hazırlanmış ve Kanada'daki ACME laboratuvarına gönderilmiştir. ACME laboratuvarlarında ana element oksit analizleri Jarrel Ash Atomcomp Model 975 ile iz ve nadir toprak elementler ise Perkin Elmer Elan 6100 ICP-MS aletleri ile yapılmıştır. Numunelerle birlikte USGS standartlarından W-2, AGV-1, GSP-2, BCR-2 ile STD SO-18, STD CSC ve STD OREAS76A gibi referans malzemeleri de analiz ettirilerek, olası analitik hataların oranı değerlendirilmiş ve kabul edilebilir sınırlar dahilinde oldukları belirlenmiştir.

Ana ve iz elementleri belirlenmiş olan numuneler arasından seçilen 9 adeti $^{87/86}\text{Sr}$, $^{143/144}\text{Nd}$, $^{206/204}\text{Pb}$, $^{207/204}\text{Pb}$, $^{208/204}\text{Pb}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotoplarının tespiti amacıyla Tubingen Üniversitesi'nde TIMS (Thermal Ionization Mass Spectrometry) ile analiz edilmiştir. $^{87/86}\text{Sr}$ için NBS-987 standardı 0.710256 ± 0.8 ile 0.710240 ± 10 (referans değeri: 0.710248) ve $^{143/144}\text{Nd}$ için La Jolla standardı 0.511825 ± 9 ile 0.511837 ± 8 (referans değeri: 0.511850) olarak ölçülmüştür. Ölçülen Pb izotoplarında ise 0.8% /kütle birim oranında düzeltme yapılmıştır. Bu durumda ölçülen her bir Pb izotopu için hata 0.1% olarak belirlenmiştir. Örneğin 18.5 olarak ölçülen $^{206/204}\text{Pb}$ izotopunun değeri aslında $18.5\pm 0.018'$ dir. Aynı numunelerin tüm kaya $\delta^{18}\text{O}$ izotopları ve istifin belirli düzeylerini

temsil edecek şekilde seçilmiş olan 4 adet numunenin tüm kaya K-Ar yaş analizleri de Tübingen Üniversitesi laboratuvarlarında yapılmıştır.

4.2 Ana Element Oksitleri ve İz Element İçeriklerine Göre Sınıflama

Petrografik incelemelerden yola çıkılarak Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavları mineralojik bileşimlerine göre 3 lav serisi altında sınıflanmıştır. Jeokimyasal değerlendirmenin yapıldığı bu bölümde de her iki birime ait olan örnekler bir arada değerlendirilmiştir. Bu iki lav serisinin mineralojik bileşimleri aşağıda gösterilmektedir (Tablo 4.2a).

<i>lav serisi</i>		<i>yaş</i>	<i>mineral topluluğu</i>
<i>Susuz Seri</i>	<i>L1a</i>	Oligo.	kprk+plj
		Eosen	kprk+plj
	<i>L1b</i>	Eosen	ol+kprk+plj
<i>Sulu Seri</i>	<i>L2</i>	Eosen	kprk+plj±amp±bio

Tablo 4.2a: Farklı lav serilerinin mineralojik bileşimleri.

Tablo 4.2a da özetlenen lav serilerine ilişkin jeokimya analiz sonuçları Tablo 4.2b' de verilmiştir.

Dikmen grubuna ait lavların SiO₂ içerikleri 47.82 ile 63.18 arasında değişiklik gösterir. Buna göre birimin genellikle bazik ve ortaç bileşimli volkanik kayalardan oluştuğu açıktır. Dikmen grubuna ait lavlar ana element jeokimyasına göre toplam alkalilere karşı silika diyagramında sınıflandığında (TAS) L2 serisi lavların genel olarak andezit bileşiminde olduğu, 2 örneğin andezit ve trakiandezit alanına, 1 örneğin ise dasit alanına;

Numune No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr2O3	Mg No
AD-1	47.82	16.92	9.83	4.84	16.58	2.18	0.22	1.04	0.19	0.36	0.012	32.99
AD-14	48.22	20.56	9.67	4.11	10.71	3.40	0.22	2.02	0.57	0.50	0.005	29.84
AD-11B	48.31	21.22	8.13	2.54	13.35	4.34	0.27	1.40	0.19	0.26	0.000	23.85
AD-13B	49.77	19.72	10.23	3.60	9.78	3.76	0.27	2.14	0.60	0.15	0.004	26.01
AD-3	49.77	15.35	13.11	4.90	8.70	3.28	1.27	2.61	0.70	0.32	0.008	27.22
AD-13A	50.27	19.39	10.04	3.46	9.95	3.62	0.28	2.17	0.61	0.17	0.016	25.61
AD-27	50.62	21.94	8.92	3.15	8.67	4.78	0.63	1.02	0.09	0.17	0.000	26.11
AD-7	50.86	20.11	10.32	3.60	6.85	4.99	1.07	1.57	0.35	0.27	0.003	25.88
AD-20	50.99	20.06	10.33	3.91	8.57	4.41	0.27	1.20	0.13	0.13	0.004	27.44
AD-21	51.28	21.64	7.62	2.92	10.02	4.68	0.33	1.28	0.14	0.13	0.004	27.67
AD-8	51.43	18.83	10.96	3.61	6.61	5.56	0.36	1.76	0.57	0.28	0.003	24.77
AD-10B	51.82	19.72	9.46	5.19	8.77	3.53	0.15	1.04	0.15	0.17	0.007	35.44
AD-10A	51.85	19.73	9.52	5.14	8.60	3.60	0.15	1.05	0.17	0.17	0.008	35.05
AD-22	51.99	21.09	7.71	3.07	10.03	4.20	0.33	1.16	0.13	0.22	0.008	28.50
AD-6	52.03	20.85	8.48	3.87	7.69	5.19	0.39	1.17	0.21	0.12	0.003	31.35
AD-11A	52.51	21.38	9.13	3.03	9.12	3.58	0.09	0.94	0.10	0.12	0.006	24.91
AD-15	52.63	19.30	8.51	4.90	7.58	4.30	0.23	1.22	0.15	0.20	0.000	33.99
AD-12	54.24	20.24	8.67	2.89	8.68	3.67	0.20	1.09	0.19	0.12	0.000	25.00
AD-16	54.59	18.94	8.78	3.55	8.51	3.28	1.01	0.96	0.15	0.23	0.000	28.77
AD-2A	57.41	19.68	5.94	2.03	8.41	3.74	1.45	1.04	0.18	0.11	0.005	25.48
AD-2B	57.73	19.22	6.33	1.38	8.70	3.59	1.72	1.01	0.19	0.12	0.005	17.88
AD-17D	58.98	16.96	7.94	2.98	6.73	3.44	1.48	1.09	0.24	0.14	0.003	27.31
AD-17B	59.07	16.87	7.80	2.98	6.89	3.40	1.55	1.07	0.22	0.14	0.004	27.66
AD-17C	59.25	16.93	7.60	2.91	6.72	3.51	1.60	1.10	0.24	0.14	0.004	27.65
AD-17A	59.31	16.68	7.92	2.96	6.77	3.39	1.50	1.07	0.23	0.14	0.003	27.20
AD-28A	49.42	17.81	11.78	5.14	9.07	3.55	0.69	1.93	0.41	0.18	0.010	30.40
AD-30	49.70	17.00	11.76	6.41	9.41	3.05	0.62	1.59	0.26	0.18	0.009	35.29
AD-28B	49.86	17.23	11.96	5.39	8.90	3.41	0.72	1.92	0.40	0.17	0.010	31.05
AD-29	49.94	17.45	11.99	5.34	9.19	3.28	0.36	1.87	0.39	0.18	0.009	30.83
AD-25	52.15	17.84	8.25	7.10	9.52	2.90	0.95	0.93	0.19	0.11	0.040	46.25
AD-26	52.31	16.95	8.05	7.52	10.56	2.65	0.58	1.06	0.17	0.11	0.053	48.31
AD-23	56.98	18.75	7.54	3.84	5.81	3.94	2.09	0.72	0.19	0.17	0.003	33.70
AD-18	58.36	18.38	7.30	1.54	7.79	3.76	1.71	0.88	0.16	0.13	0.004	17.45
AD-19	63.18	17.84	5.07	0.61	5.47	6.08	0.68	0.69	0.16	0.23	0.002	10.681

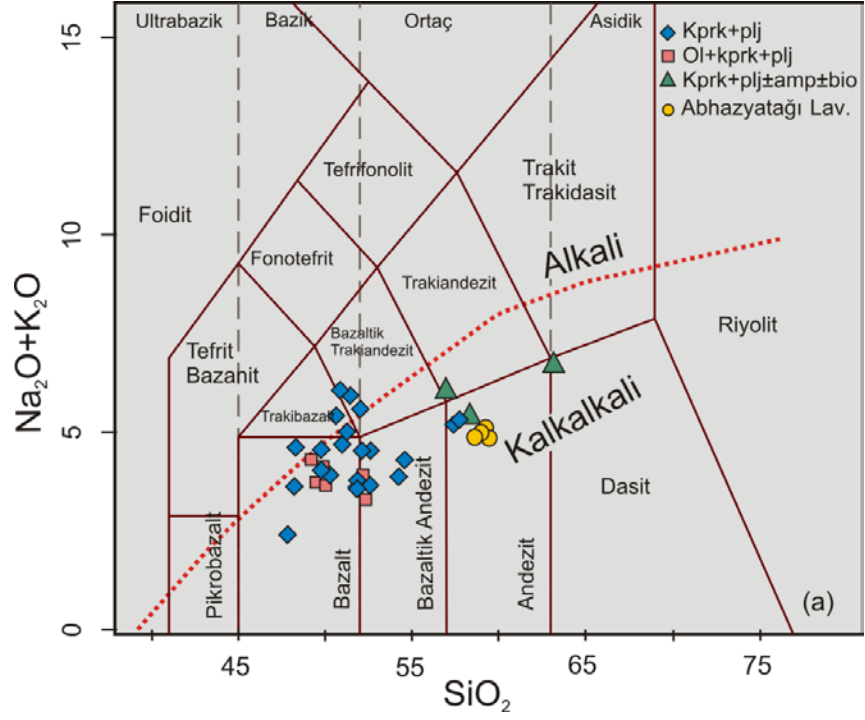
Tablo 4.2b: Örneklerin ana element oksit jeokimya analiz sonuçları

L1a serisi lavların çoğunluğu bazalt alanına, daha az sayıda örneğinin bazaltik andezit alanına izdüştüğü görülmektedir. L1b serisi lavlar diğer lavlarla karşılaştırıldığında geniş aralıkta değişen bir SiO₂ içeriğine sahip oldukları; bazalt, bazaltik andezit ve trakibazalt ile traki bazaltik andezit alanlarına izdüştüğü görülür (Şekil 4.2a).

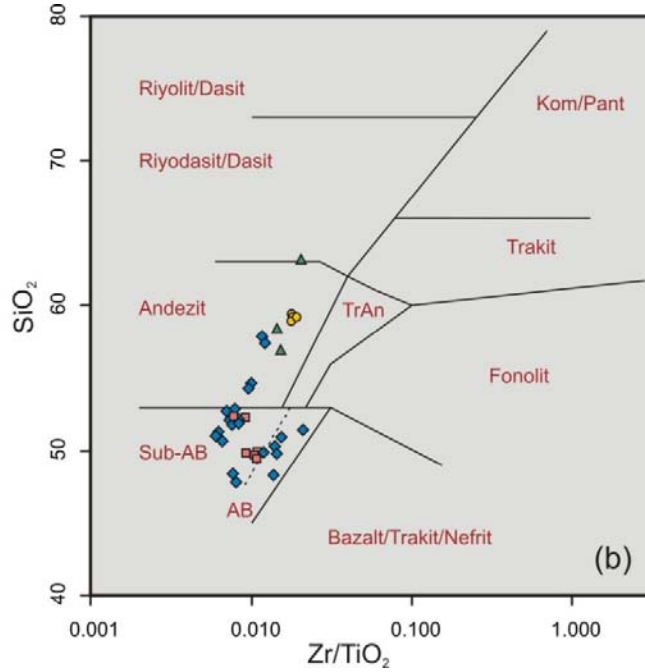
Birimin petrografik özellikleri tüm örneklerde değişen derecede alterasyon etkisinin varlığını göstermiştir. Buradan hareketle, alterasyon sebebiyle numunelerin toplam alkali içeriklerinin değişmiş olabileceği düşünülerek, lavların TAS diyagramıyla belirlenmiş olan bileşimlerini ve alkali-subalkali karakterlerini denetlemek amacıyla, Winchester ve Floyd' un, (1977) alterasyon sırasında daha duraylı davranan elementleri esas alarak hazırladıkları Zr/TiO₂-SiO₂ sınıflama diyagramına başvurulmuştur (Şekil 4.2b). Her iki diyagramda da alkali alana izdüşen örneklerin olduğu gözlenir ve sonuçlar birbirleriyle uyumludur. TAS diyagramında alkali alanda bulunan numuneler trakibazalt ve bazaltik trakiandezit (L1b serisi lavları) bileşiminde, Zr/TiO₂' ye karşılık SiO₂ diyagramında bazalt (L1b serisi lavları) bileşimindedir. Buradan hareketle alkali ve subalkali lavlar arasında tedrici bir geçiş olduğunu söylemek uygun olacaktır. Subalkalin örneklerin kalkalkalin-toleyitik ayrımlarının yapılması amacıyla örnekler AFM diyagramına izdüşürülmüştür.

AFM diyagramına izdüşürülen 29 adet numuneden L1a serisine ait 1, L1b serisine ait 4 ve L2 serisine ait 2 adet numunenin toleyitik alanda, 5 adet numunenin ise ayırım çizgisi üzerinde bulunduğu, bunun dışında çoğunluğun kalk-alkalin seri içinde yer aldığı gözlenir (Şekil 4.2c). Bu sonuca göre volkanik istifte hem toleyitik hem de kalk-alkali lavların varlığı açıktır. Ancak toleyitik olan örnekler daha azdır.

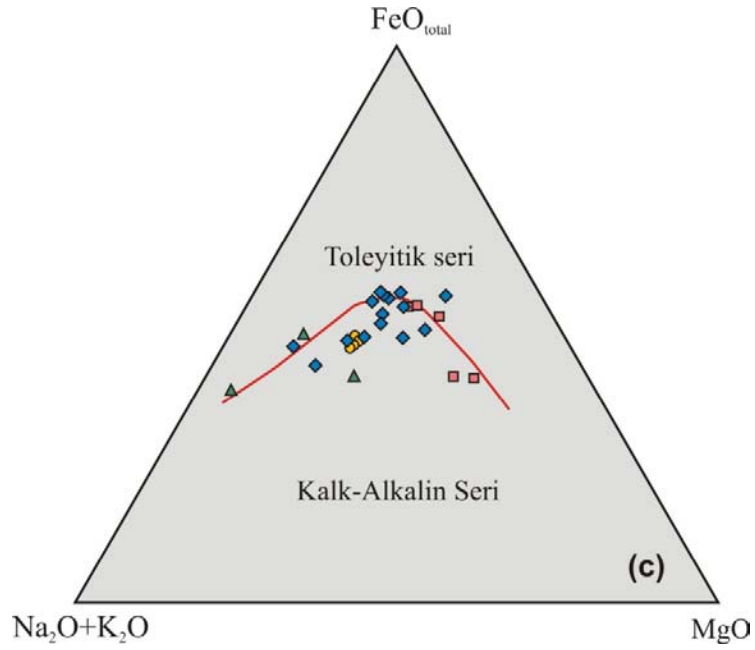
Örneklerin K₂O' ya karşılık SiO₂ değişimleri incelendiğinde L2 serisine ait 1 adet andezitik lav dışındaki tüm örnekler, Düşük-Orta K alanlarında yoğunlaşırlar (Şekil 4.2d). L1a serisi lavların çoğunluğu ve Oligosen yaşlı lavların tamamı Orta-K alanında kümelenirken, L1b serisi lavların büyük kısmı ise Düşük-K alanında bulunmaktadır. Bununla birlikte TAS diyagramında alkali alanda bulunan örnekler Orta ve Düşük-K alanlarında, AFM diyagramında toleyitik alanda bulunan örnekler ise Düşük-K alanında kümelenirler (Şekil 4.2d).



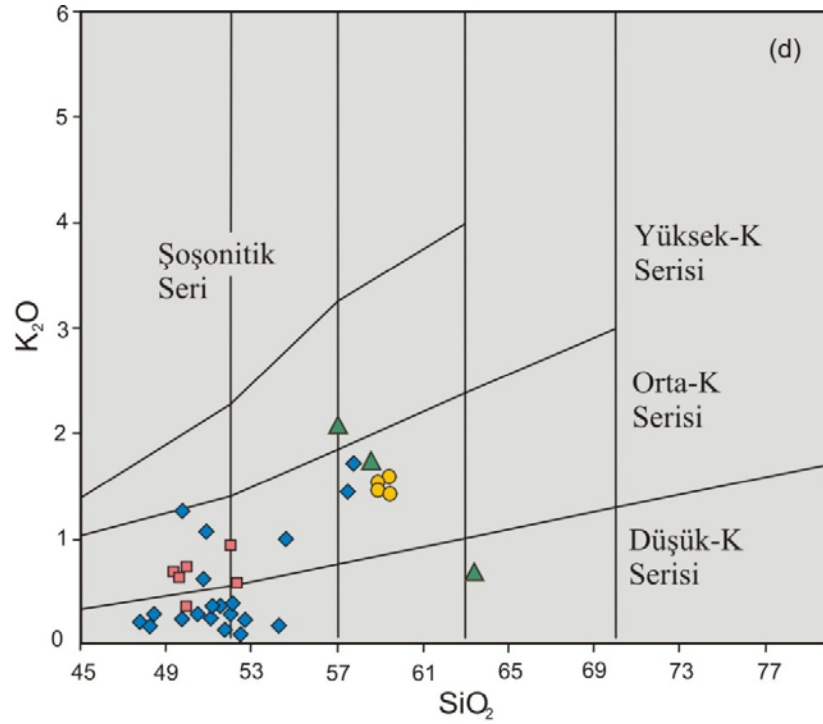
Şekil 4.2a: TAS diyagramında (Le Bas, 1986) Dikmen Grubu (Kprk+plj; Ol+kprk+plj; Kprk+plj±amp±bt) ve Abhazyatağı Lavlarının konumları (diğer sınıflama diyagramlarında da aynı simgeler kullanılmıştır).



Şekil 4.2b: Winchester ve Floyd (1977)'un Zr/TiO_2 ' ye karşılık SiO_2 diyagramında Dikmen Grubu (Orta Eosen) ve Abhazyatağı (Oligosen) lavlarının sınıflanması.



Şekil 4.2c: Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavlarının kalk-alkali ve toleyitik ayrımının yapılması.



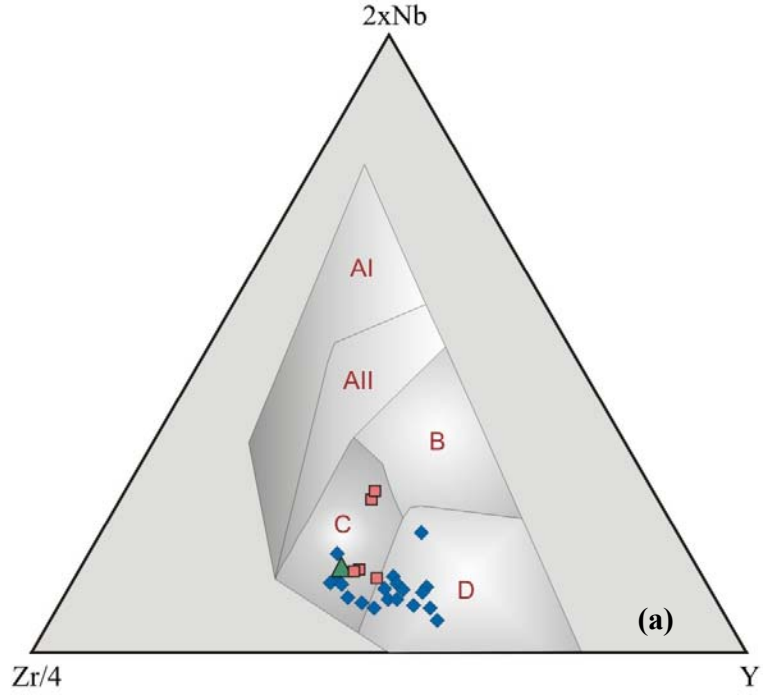
Şekil 4.2d: Dikmen Grubu (DG) ve Abhazyatağı lavlarının (AL) SiO_2 'ye karşı K_2O değişimleri (Peccerillo ve Taylor, 1976), (tüm sınıflama diyagramlarında simgeler şekil 4.1a ile aynıdır).

4.3 Tektonik Ortam

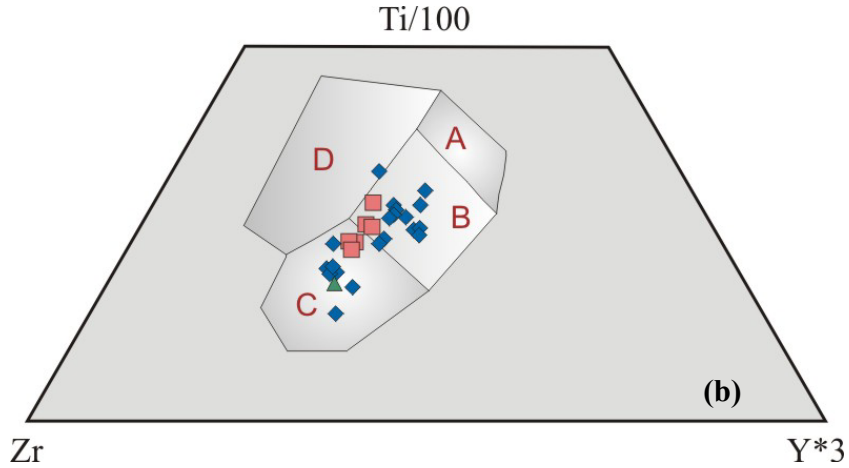
Bu başlık altında çeşitli tektono-magmatik ayırım diyagramları kullanılarak Orta Eosen yaşlı Dikmen Grubu lavlarının gelişmiş olabilecekleri tektonik ortam koşulları değerlendirilmiştir. Tektono-magmatik ayırım diyagramlarında sınıflama, immobil olan iz elementlere bağlı olarak yapıldığından, bu diyagramlar altere ve metamorfik olan örneklerin sınıflanmasında dahi doğruluğu yüksek sonuçlar verirler. Diyagramlar bazalt bileşimdeki kayaların tasnifi için uygun olduğundan yalnızca SiO₂ oranı %57'den küçük olan örnekler kullanılmış, bu nedenle SiO₂ içerikleri yüksek olduğundan Oligosen yaşlı Abhazyatağı lavları sınıflama dışı kalmıştır.

Meschede (1986), $2xNb-Y-Zr/4$ tektonik ayırt diyagramını asıl olarak tüketilmiş iz element içeriği ile N-MORB ve zenginleşmiş iz element içeriği ile E-MORB (P-MORB olarak da adlandırılır) türü kayaları sınıflamak için tasarlamıştır. Bununla birlikte bu diyagram, $\%20 > CaO+MgO > \%12$ bileşimindeki bazaltların levha içi alkali, levha içi toleyitik ve volkanik yay bazaltları olarak sınıflanmasını mümkün kılar. Diyagram üzerinde Dikmen Grubu lavlarının, volkanik yay bazaltları alanını temsil eden C ve N-MORB ile volkanik yay bazaltları alanını temsil eden D alanlarında kümелendikleri görülmektedir (Şekil 4.3a).

Ti/100-Zr-Y*3 (Pearce ve Cann, 1973) diyagramı $\%20 > CaO+MgO > \%12$ bileşimindeki toleyitik bazaltlar ile Y/Nb oranı düşük olan alkali bazaltlar en doğru sonuçları vermektedir (Rollinson, 1993). Bu koşullara uygun olarak ayrılan Dikmen Grubu lavları ve koşullar göz ardı edilerek SiO₂ içeriği %57'den düşük olan tüm lavlar bu diyagrama izdüşürüldüğünde sonuçlar farklılık göstermeksizin örnekler B ve C alanlarında kümelenir. C, Kalkalkali bazalt alanını temsil ederken, B MORB, ada yayı toleyitleri ve kalkalkali bazalt alanlarına karşılık gelmektedir (Şekil 4.3b).

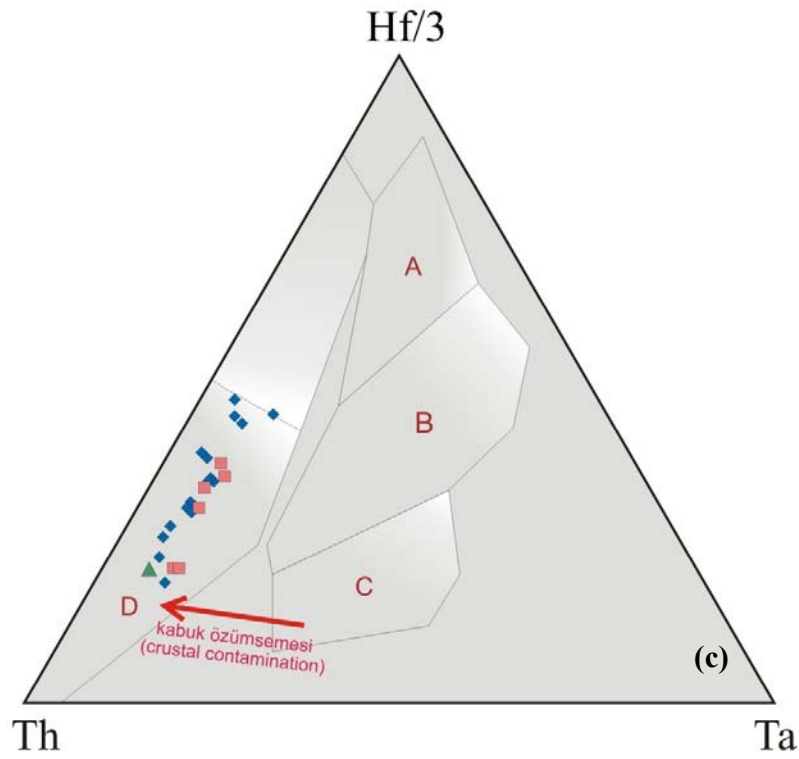


Şekil 4.3a: $2xNb$ - $Zr/4$ - Y tektonomagmatik ayırım diyagramı (Meschede, 1986) üzerinde Dikmen Grubu lavları (AI: levha içi alkali bazaltları, AII: levha içi toleyitleri, B: P-MORB, C: volkanik yay bazaltları, D: volkanik yay bazaltları ve N-MORB).



Şekil 4.3b: $Ti/100$ - Zr - $Y*3$ diyagramında (Pearce ve Cann, 1973) Dikmen Grubu lavlarının konumları (A: ada yayı toleyitleri, B: okyanus ortası sırtı bazaltları ve ada yayı toleyitleri, C: kalkalkalin bazaltlar, D: levha içi bazaltları alanlarını ifade etmektedir).

İmmobil HFS elementlere bağılı olarak oluşturulmuş Wood (1980) (Hf/3-Ta-Th) diyagramında ise örneklerin tamamen kalkalkali bazalt alanında kümelendiği az sayıdaki L1b grubu (cpx+plj) lavların toleyitleri temsil eden alanının sınırına izdüşükleri gözlenir. Üçgen diyagramda Ta ucundan Th ucuna doğru gidildikçe kabuk özümsemesi etkisinin arttığı gösterilmektedir. Bu durumda örneklerin jeokimyasal özelliklerinin belirgin olarak kabuk katkısı etkisi tarafından kontrol edildiği kabul edilmelidir (Wilson, 1989).



Şekil 4.2c: Hf/3-Ta-Th diyagramında (Wood, 1980) örneklerin dağılımları (A:N-MORB, B: P-MORB, C: levha içi bazaltları, D:kalkalkalin yay bazaltları)

Tüm tektonik ayırt diyagramlarında MORB alanına izdüşen az sayıda örneğin olduğu görülmektedir. Tektonomagmatik ayırım diyagramlarının tümünden elde edilen genel sonuç; Orta Eosen yaşlı Dikmen Grubu lavları belirgin bir şekilde yitim ile ilişkili magma serilerine benzerlik göstermektedir.

4.4 Magmanın Kökeni ve Evrimleşme

Orta Eosen yaşlı Dikmen Grubu ve Oligosen yaşlı Abhazyatağı lavlarının Mg numaraları 10.684 ile 48.31 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 4.2b). Buna göre lavların ileri derecede evrimleşmiş bir magmadan türedikleri söylenebilir. Buradan hareketle evrimleşme sürecinin değerlendirilmesi için SiO_2 'ye karşılık ana ve iz elementlerinin izdüşürüldüğü Harker diyagramları kullanılmıştır. Harker diyagramlarında element oksitlerin SiO_2 'ye karşılık gösterdiği trendler, kristallenme sürecinde meydana gelen kesirli kristallenme, kısmi ergime, magma karışımı ve kabuk özümsemesi gibi işlemler hakkında bilgi edinmeyi, lav serilerinin gelişim aşamasındaki ortaklık ve farklılıkları konusunda ipucu sağlar.

4.4.1 Ana Elementlerin Harker Diyagramları

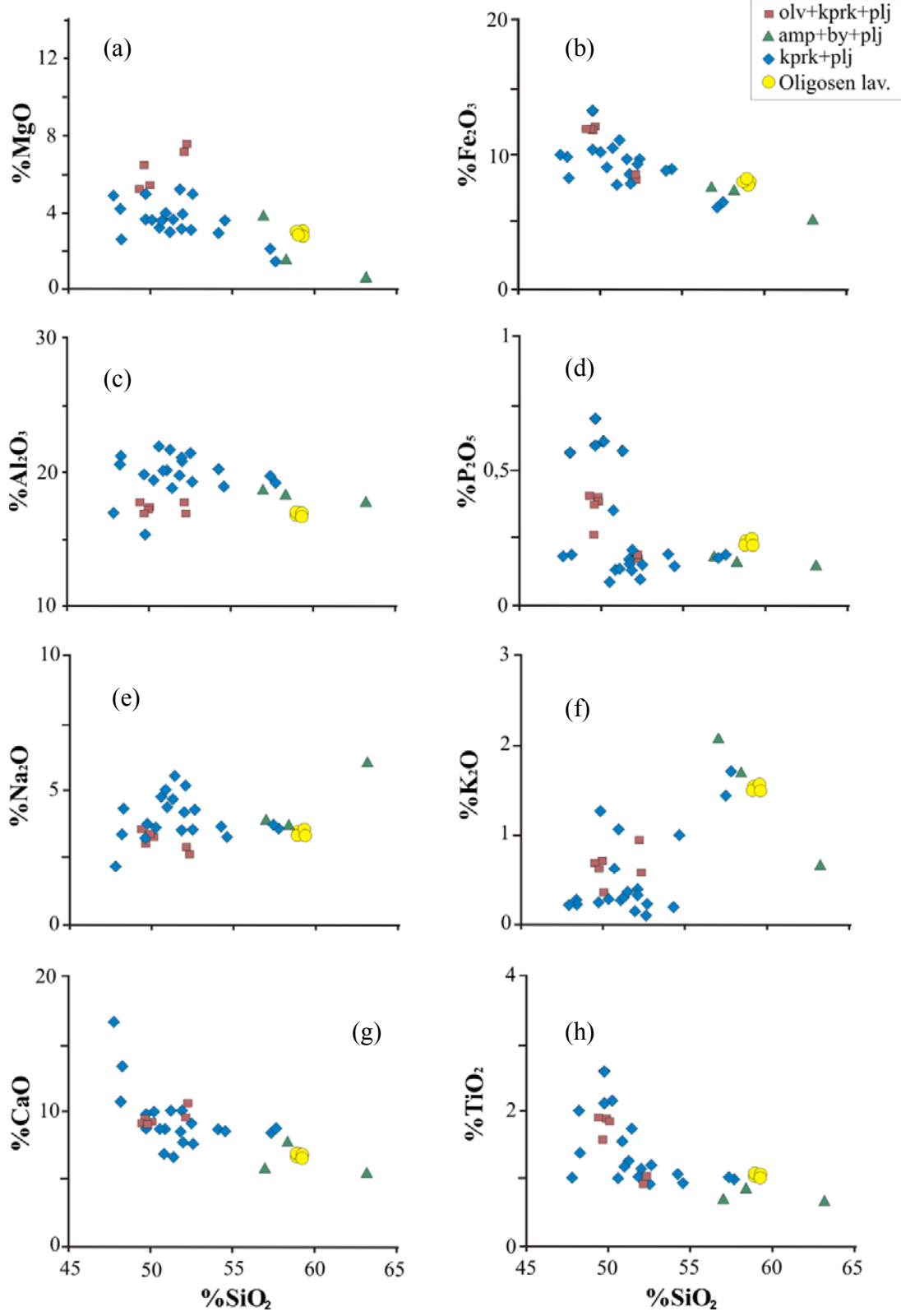
Dikmen ve Abhazyatağı lavlarının Harker diyagramlarında ana elementlerden MgO , Fe_2O_3 , TiO_2 ve CaO genel anlamda artan SiO_2 'ye karşılık azalma eğilimindedir (Şekil 4.4.1a, b, g ve i). Element oksitlerin gösterdiği negatif anomali, kristallenme sürecinde magma içerisinde giderek tüketildikleri ve kristal bileşimine katıldıkları anlamına gelir. TiO_2 ve CaO trenlerinde yaklaşık %51 SiO_2 değerine karşılık gelen bükülmeler Ca'ca zengin plajiyoklas ve piroksen kristallenmesine bağlı olmalıdır.

SiO_2 'ye karşılık Al_2O_3 'ün izdüşürüldüğü Harker diyagramında, Al_2O_3 'ün bazik örneklerde artan, ortaç örneklerde ise azalan bir trend izlediği gözlenir. Yaklaşık %52 SiO_2 değerinde meydana gelen bu trend değişimi magma bileşiminin daha ortaç hale gelmesiyle birlikte amfibol ve biyotit minerallerinin kristallenmesi sonucu meydana gelmiş olabilir (Şekil 4.4.1c).

P_2O_5 'in magma içindeki davranışı değerlendirildiğinde Al_2O_3 'ün tersine bazik olan magma bileşiminde hızla tüketildiği ve ortaç magma bileşiminde ise hafifçe zenginleştiği gözlenir. P_2O_5 'in genel olarak apatit gibi aksesuar minerallerin bünyesinde tutulan bir element oksittir. Harker diyagramında izlenen bu trend ilk evrede aksesuar minerallerin kristallenmiş olabileceğine işaret eder ancak buna ilişkin petrografik veri yoktur (Şekil 4.4.1d). Olasılıkla apatit hamurda çok ince taneler halinde yer almış olabilir.

K, geniş iyon yarıçapı nedeniyle kolaylıkla mobil hale geçebilen bir elementtir. Harker diyagramlarında numunelerin K_2O içeriklerinin %52.5 SiO_2 değerine kadar belli bir trend izlemeyip saçılma gösterirler. Bu noktadan itibaren önce hızla artan sonra da hızla azalan bir trend izler. İlk gözlenen saçılma alterasyon sonucu meydana gelmiş olmalıdır (Şekil 4.3.1e).

Na_2O 'in Harker diyagramlarında öncelikle artan sonra azalan bir trend izler. L2 seri lavlarında ve Oligosen yaşlı Abhazyatağı lavları azalan trendin en uç noktalarını temsil eder (Şekil 4.3.1f). L2 lav serisindeki bir adet numune muhtemelen alterasyon sebebiyle yüksek Na_2O içerikli olarak görülmektedir. Genel trende göre %63 SiO_2 değerine karşılık gelen bükülme, andezit ve dasit bileşimindeki bu lavlarda albit bileşimindeki plajiyoklasın ve amfibolün kristallanması sonucu izleniyor olmalıdır.



Şekil 4.4.1a-h: SiO_2 ' ye karşılık major element Harker diyagramları.

4.4.2 İz Element Harker Diyagramları

İz elementler, mineral ve ergiyik fazda bulunma eğilimlerine göre uyumlu ve uyumsuz olarak sınıflanırlar. İz elementlerin uyumlu veya uyumsuz davranması magma bileşimi başta olmak üzere pek çok koşula bağlı olarak değişir. Temel olarak küçük iyon yarıçapı ve düşük iyon yüküne sahip olan iz elementler uyumlu davranır. İyon çapı büyük olan (LILE) Rb, Sr, Ba ve iyon yükü büyük olan (HFSE) Nb, Zr, Y, Th, Hf, Ta gibi iz elementler ile toprak nadir elementler (REE) magmanın evrimi süresince meydana gelen kimyasal değişimler konusunda veri sağlamaları nedeniyle önem taşır. İz elementlerin Harker diyagramlarında ana element Harker diyagramlarından farklı olarak y eksenini logaritmik kullanılmıştır.

Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavlarının iz element içeriklerinin SiO_2 'ye karşılık izdüşürüldüğü Harker diyagramlarında elementlerin genel anlamda birbirinden farklı iki davranış sergilediği göze çarpar. Pb ile Sc, Co, V, Ni, Cr ve Ti gibi geçiş elementleri artan SiO_2 'ye karşılık tüketilme eğilimindedirler. Bununla birlikte özellikle nadir toprak elementlerin diyagramlarında farklılaşan iki ayrı trendin varlığı gözlenir.

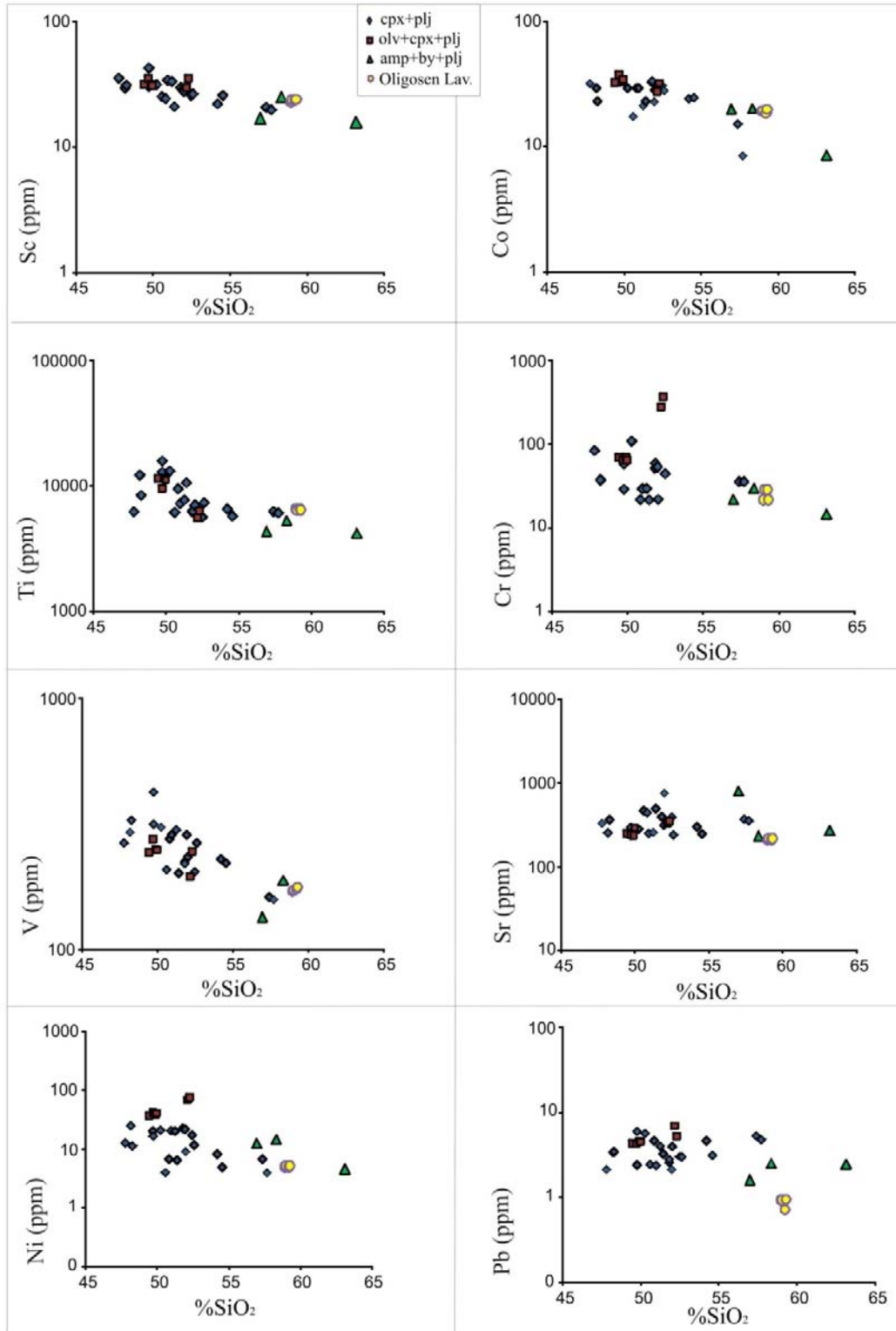
Pb geçiş elementlerine göre daha yüksek iyon yarıçapı ve daha az yüke sahip olduğundan daha kolay mobil hale geçer. Bu nedenle Harker diyagramlarında gösterdiği trend geçiş elementlerine oranla daha az belirgindir.

Sr iyon yükü ve yarıçapı açısından Pb ile benzerlik gösterir. Bazaltik, bazaltik andezitik bileşimli magmalarda öncelikle plajiyoklas az miktarda da amfibolün yapısına katılır. Örnekler Harker diyagramlarında çok belirgin olmamakla birlikte azalan bir trend gösterirler.

Sc oksitler, bazaltik magmalarda öncelikle granat, daha sonra da amfibol ve klinopiroksen yapısına, Co öncelik sırasına göre olivin, piroksen ve amfibolün, Cr elementi ise özellikle klinopiroksenin yapısına katılma eğilimindedir.

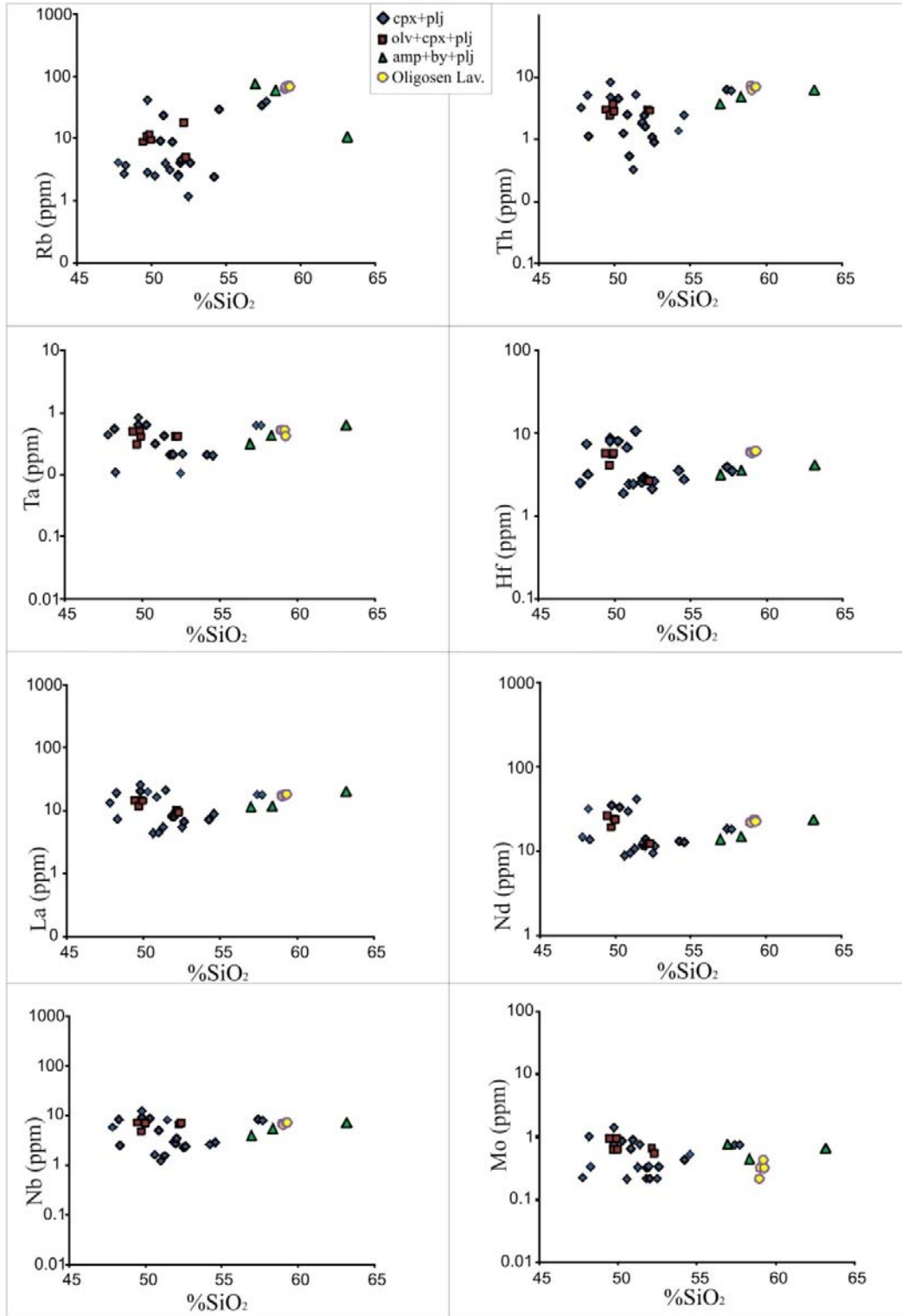
Cr elementinin Harker diyagramında L1a grubu lavlara ait iki adet numunenin farklı davrandığı görülür. Ancak genel trend artan SiO_2 oranına karşılık azalma şeklindedir.

V ve Ni elementleri Sc, Co ve Cr ile benzerlik göstererek öncelikle olivin, piroksen ve amfibol bünyesine katılırlar. SiO₂ miktarının artmasına karşılık ve tüm bu elementlerin magma içerisinde giderek tüketilmesi Eosen yaşlı Dikmen grubu lavlarında olivin ve klinopiroksenin kristallenmesinin bir sonucu olarak yorumlanabilir.



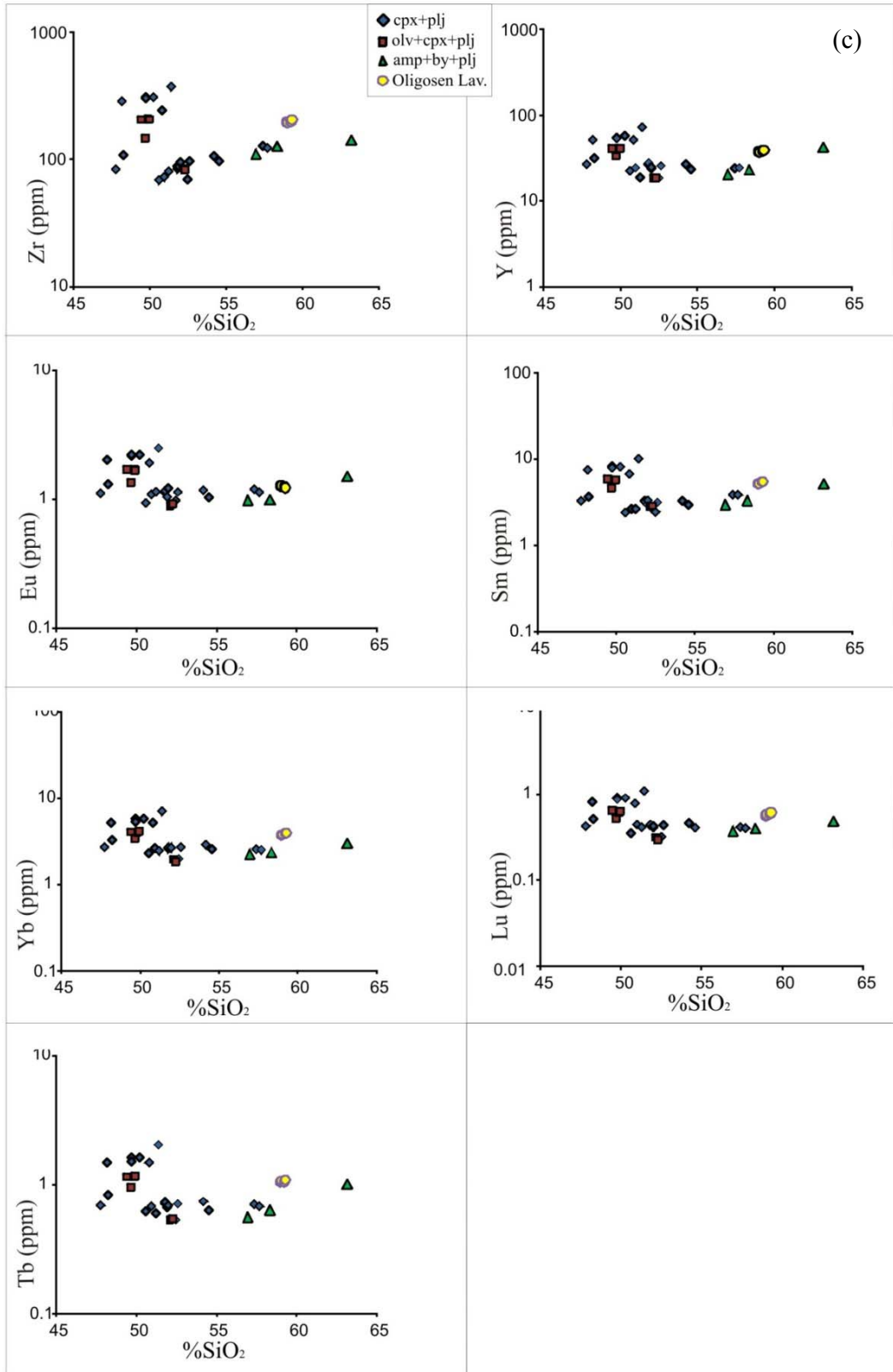
(a)

Şekil 4.4.2a: İz element Harker diyagramları.



(b)

Şekil 4.4.2b: İz element Harker diyagramları.



Şekil 4.4.2c: İz element Harker diyagramları.

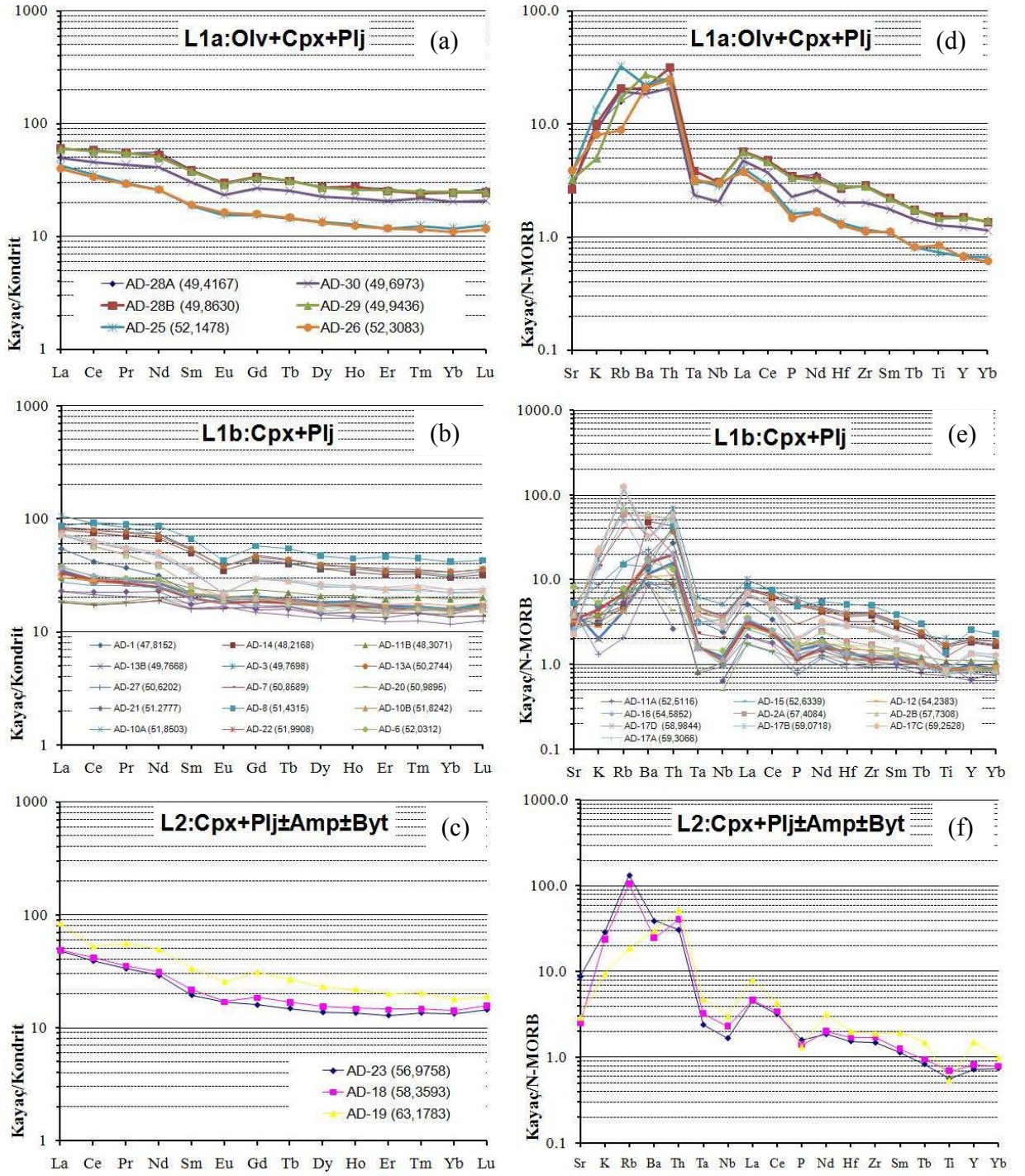
Harker diyagramlarında, Lantanidler olarak adlandırılan La, Nd, Eu, Sm, Yb, Lu, Tb gibi nadir toprak elementler (REE) ile Y, Th, Zr, Hf, Nb, Ta gibi yüksek iyon yüklü (HFSE) elementlerin, farklı iki trend izledikleri görülmektedir. Bu diyagramlarda L1a serisine ait numunelerin çoğunluğu ve L1b serisine ait örneklerin ise bir kısmı artan SiO₂'ye karşılık belirgin biçimde zenginleşirler. Bunlar dışındaki tüm numuneler daha geniş bir SiO₂ aralığında artma eğilimindedirler. İz elementler açısından hızla zenginleşme trendi gösteren numunelerin çoğunluğu alkalin özelliindedir.

İz elementlerin Harker diyagramlarında gözlenen farklı trendler, birbirinden farklı iki magma kaynağının olduğu ya da magma kaynağının heterojen olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.5 Örümcek Diyagramları

Bazaltik lavların iz element konsantrasyonları üretilmiş oldukları farklı tektonik ortamlar hakkında bilgi vermektedir. Bazaltların iz element içerikleri primitif bileşimli oldukları kabul edilen MORB ya da kondritlerin iz element içerikleriyle karşılaştırılır, zenginleşmeler ve tüketilmeler belirlenerek, kaynak alanı etkileyen tektonik koşullara yaklaşımda bulunulabilir.

Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavlarının iz element içerikleri N-MORB ve Kondrite normalize edilmiştir. Örümcek diyagramlarda Sun ve McDonough (1989)' in N-MORB ve C1 türü Kondrit değerleri referans alınmış ve elementlerin diyagram üzerindeki dizilişinde ise Pearce vd, (1990) tarafından önerilen sıra benimsenmiştir. N-MORB ve kondrite normalize diyagramlar bazalt bileşimindeki kayalar için tasarlanmış olmalarına rağmen asit bleşimindeki kayalarda da kaynak alanın doğasına ilişkin doğru yaklaşımlar yapılmasına olanak vermektedir. Bu nedenle kimyasal analizleri yaptırılmış olan tüm örnekler ait oldukları lav serilerine göre ayrı örümcek diyagramlarında gösterilmiştir. Her bir diyagramın lejantında örneklerin SiO₂ değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



Şekil 4.5 a-f: Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavlarının Kondrite ve N-MORB' a normalize örümcek diyagramları.

Tüm lav serilerinin N-MORB' a normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında iri iyon yarıçaplı litofil Sr, K, Rb, Ba ve Th (LILE) elementlerinin N-MORB değerlerine göre belirgin biçimde zenginleştiği görülür (Şekil 4.4d-f). Bununla birlikte Nb ve Ta elementlerinin LIL elementlere oranla çok daha düşük değerlerde olduğu ve bazı örneklerin Nb ve Ta değerlerinin ise N-MORB değerlerine göre az da olsa tüketilmiş oldukları gözlenir. LIL elementlerdeki zenginleşmeyle karşılaştırıldığında La-Yb (LREE) elementleri arasındaki zenginleşmenin daha zayıf olduğu göze çarpar.

Örneklerin genelinde P ve Ti elementlerinde negatif anomali belirgindir. Özellikle, kaynak alanda ilmenit gibi minerallerin varlığını temsil eden negatif Ti anomalisi gösteren ve diğer numunelere oranla N-MORB' a göre daha zenginleşmiş olan örnekler alkali karakterdedir. Numunelerin N-MORB'a normalize örümcek diyagramlarda oluşturdukları paternler göz önüne alındığında kaynak alanın yitim bileşenince zenginleşmiş olduğu düşüncesi desteklenmektedir (Pearce, 1982, 1983). Numunelerin nadir toprak element (REE) içeriklerinin C1 türü kondritin REE içeriği ile kıyaslandığı örümcek diyagramlarda, hafif nadir toprak elementlerin (LREE) ağır nadir toprak elementlere (HREE) oranla daha fazla zenginleşmiş olduğu gözlenir. Bu durum örneklerin (La_N/Yb_N) oranlarıyla da belirgindir. Bu oran L1a serisi lavlarda 1.2-5 aralığında, L1b serisi lavlarda 2.4-3.6 aralığında ve L2 serisinde ise 3.5-4.7 aralığında değişmektedir. Ayrıca MREE ile LREE arasındaki ilişki (Sm_N/Yb_N) oranlarıyla belirgindir. (Sm_N/Yb_N) oranının L1a serisi lavlarında 1.2-1.7; L1b serisi lavlarında 1.5-1.7; L2 serisinde ise 1.5-1.9 değerleri arasında değiştiği hesaplanmıştır. Kondrite normalize diyagramlarda yukarı doğru hafif konkav gidiş bu değerler ile ortaya çıkar ve genellikle amfibol ve piroksen fraksiyonlaşması ile açıklanır. HREE' lerde önemli negative anomaliler görülmemekte olup, kaynak alanda granatın tutulmuş olmadığına işaret etmektedir. Ancak N-MORB' a normalize edilmiş çoklu element diyagramlarının bazılarında Y ve Yb elementlerinin çok hafif tüketilmiş oldukları izlenir. Bu durum kaynak alanda granat stabilizasyonuna bağlı olarak gelişmektedir. Kondrite normalize diyagramlar ile desteklenmediğinden kaynak alanda granatın varlığı şüphelidir.

Tüm lav serilerine ait kondrite normalize örümcek diyagramlarda genel anlamda L1b serisine ait üç örnek dışında negatif Eu anomalisi görülmektedir. Eu/Eu^* değerleri, $Eu_N/\sqrt{[(Sm_N) \times (Gd_N)]}$ formülüyle hesaplanmıştır. L1a lavları için Eu/Eu^* , 0.81-0.94, L1b için 0.65-1.18 ve L2 lavları için 0.79-0.96 arasında değişiklik gösterir. Negative Eu anomalisi çoğunlukla plajiyoklas kristallenmesini göstermektedir. Eu' a benzer şekilde Yb elementi de çok düşük olmakla birlikte negatif anomali gösterir. Yb büyük oranda granat, daha az olarak da amfibol yapısına katılan bir toprak nadir element olduğundan negatif anomalisi, kaynak alanda granatın ya da amfibolün varlığı gösteriyor olabilir.

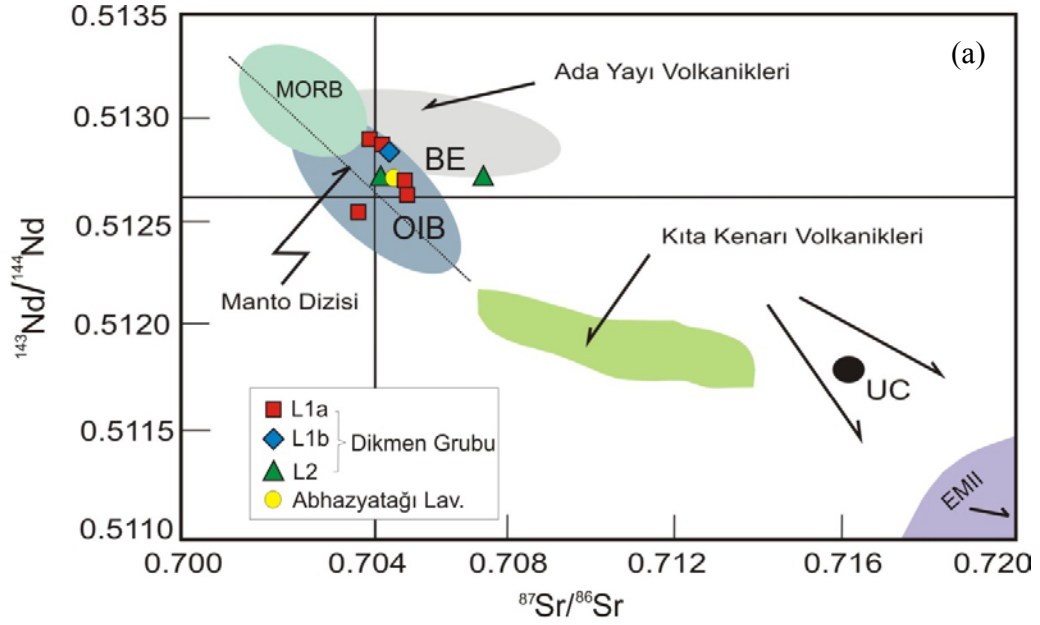
N-MORB ve kondrite normalize örümcek diyagramlarda bir grup numunenin diğerlerine oranla daha fazla zenginleşmiş olduğu görülür. Bu lavların büyük çoğunluğu alkanin özelliktedir.

4.6 İzotop Jeokimyası

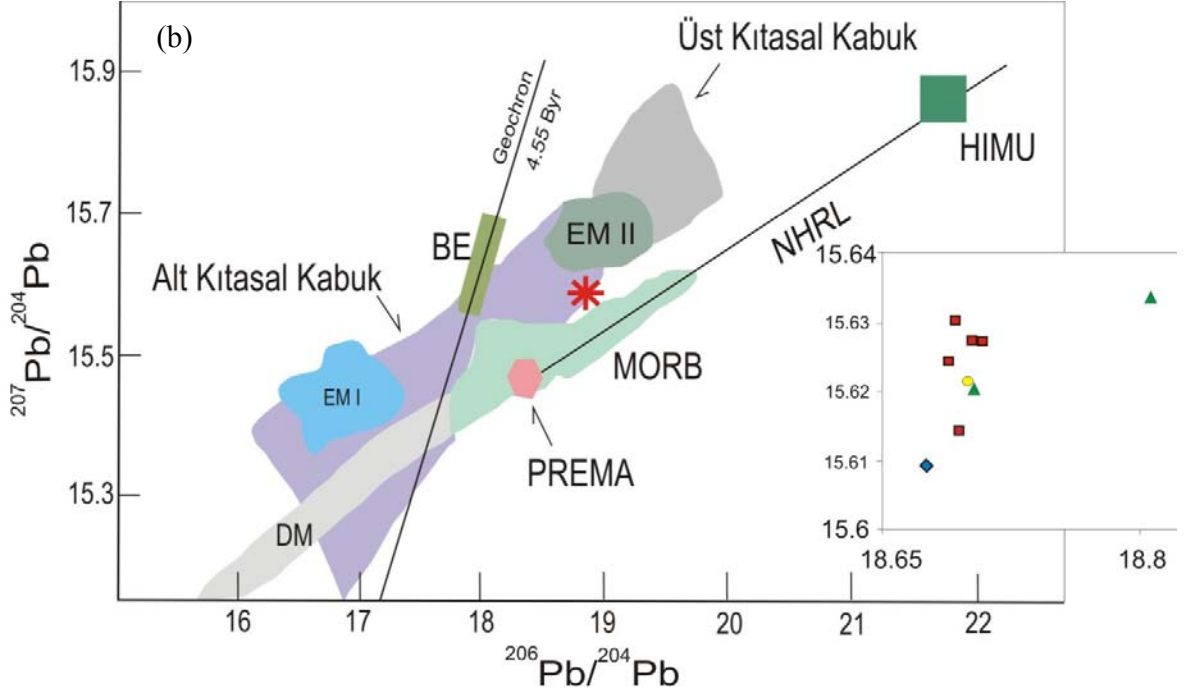
Dikmen Grubu lavlarından L1a serisine ait 5, L1b serisine ait 1 ve L2 serisine ait 2 numune ile Oligosen yaşlı Abhazyatağı Lavlarından (L1b serisi) derlenen 1 numunedan yapılan analizler sonucu elde edilen $^{87/86}Sr$, $^{143/144}Nd$, $^{206/204}Pb$, $^{207/204}Pb$, $^{208/204}Pb$ ve $\delta^{18}O$ verileri bu bölümde sırasıyla irdelenmiştir. Analiz sonuçlarında yaştan kaynaklanabilecek olası hatalar nedeniyle, izotopların kaynak alandaki ilksel değerleri her bir örneğin yaşına göre yeniden hesaplanmıştır.

Tüm örneklerin $^{87/86}Sr$ ($^{87}Sr/^{86}Sr_i$: 0,70418-070523) ve $^{143/144}Nd$ ($^{143}Nd/^{144}Nd_i$: 0,512503-0,512857) değerleri ile ϵNd içerikleri (-1,5 - + 5,4) bileşimsel açıdan toplam yer küre (Bulk Earth, BE) ile benzeştiği ve L2 serisine ait bir numune dışında manto trendi içinde yer aldıkları gözlenir. L1 a serisine ait en bazik uç üye Sr ve Nd izotopları bakımından MORB ile benzeşir ve en fazla tüketilmiş olan örneği temsil eder. Bununla birlikte Nd izotop değeri diğer örneklerle nazaran en düşük olan, asidik uç üyenin manto trendinin en fazla zenginleşmiş alanında bulunmadığı görülür. Ana ve iz element davranışları açısından Orta Eosen yaşlı lavlardan farklılık göstermeyen Oligosen lavları izotop davranışları açısından da farklı değildir. Bu sebeple örnekler bir arada değerlendirilmişlerdir.

Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavları Pb izotopları açısından değerlendirildiğinde Nd izotoplarından farklı olarak zenginleşmiş bir manto kaynağını işaret etmektedirler. Zenginleşen manto kaynakları genel olarak düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, yüksek $^{206}/^{204}\text{Pb}$ değerine karşılık yüksek $^{207}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}/^{204}\text{Pb}$ içerikleri ve değişken $^{87}/^{86}\text{Sr}$ oranlarıyla karakteristiktir (Rollinson, 1993).



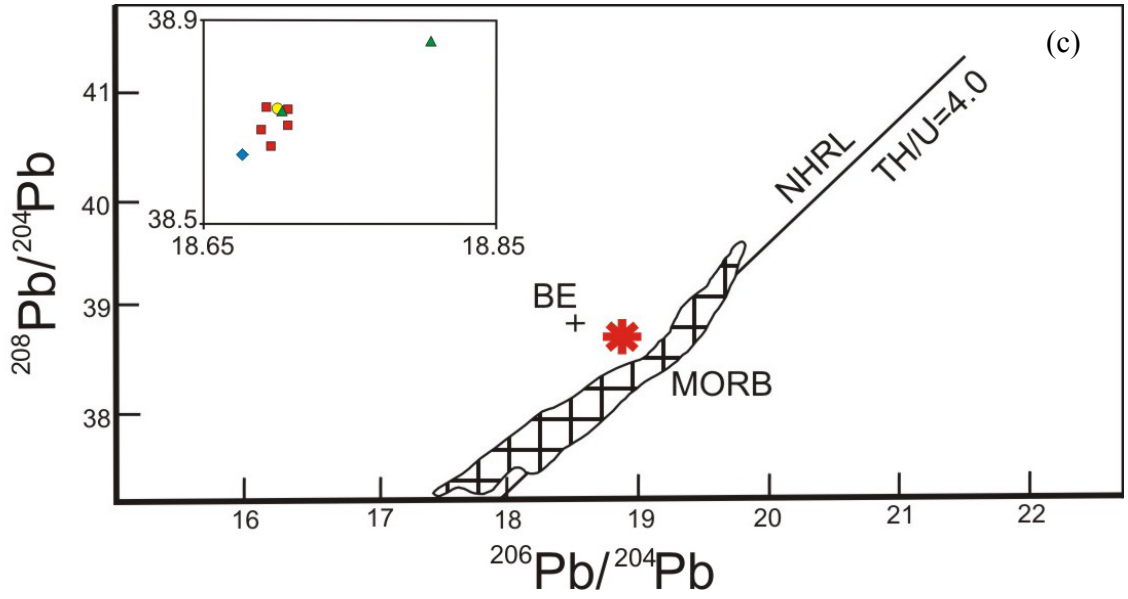
Şekil 4.6a: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ 'ye karşılık $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$ diyagramı (MORB: okyanus ortası sırtı; BE: toplam yerküre bileşimi; OIB okyanus-ada bazaltı; UC: üst kabuk; EMII: zenginleşmiş manto).



Şekil 4.6b: $^{206/204}\text{Pb}$ ' ye karşılık $^{207/204}\text{Pb}$ diyagramında örneklerin kümелendiği alan yıldız simgesi ile gösterilmiştir (BE: toplam yerküre bileşimi; EMI, EMII: zenginleşmiş manto kaynakları; DM: tüketilmiş manto; PREMA: NHRL: kuzey yarımküre referans çizgisi; HIMU: yüksek U/Pb içerikli manto).

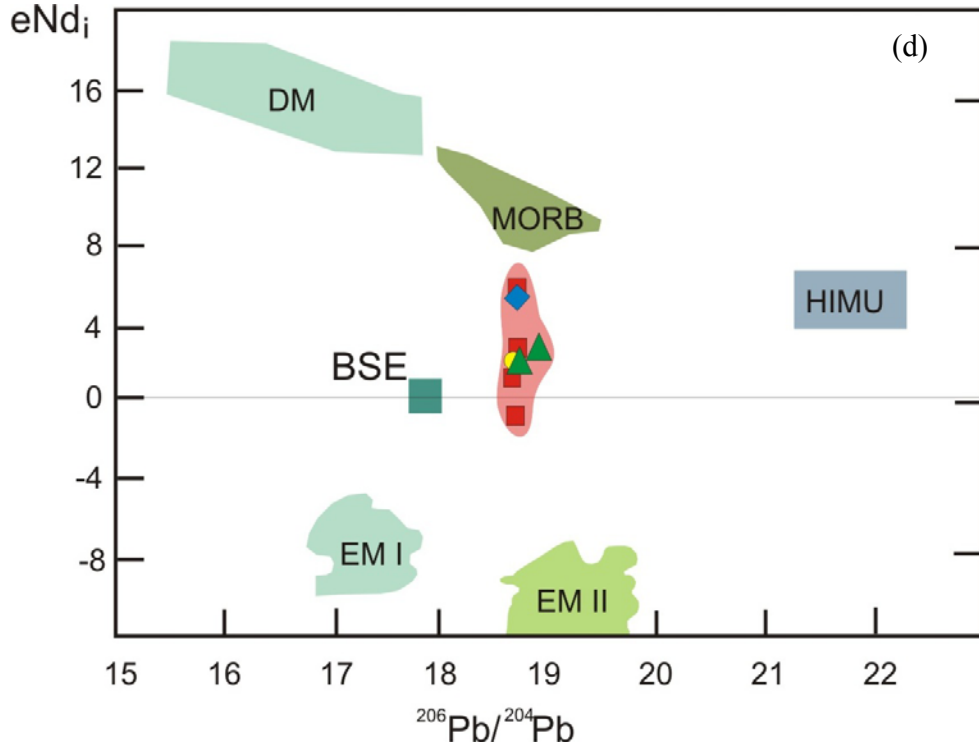
$^{206/204}\text{Pb}$ değerine karşılık $^{207/204}\text{Pb}$ diyagramında Orta Eosen ve Oligosen yaşlı lavlar zenginleşmiş manto kaynağı (EMII) ve okyanus ortası sırtı bazaltları (MORB) alanları arasında bulunur ve alt kıtasal kabuğu da işaret eden alanda kümelenirler (Şekil 4.6b). Numuneler çok dar bir alana izdüşüklerinden izotop değerlerinin değiştiği aralığın gözlenebilmesi amacıyla diyagram üzerinde farklı bir alanda daha büyük ölçekli olarak gösterilmiştir. L2 serisine ait bir örnek dışında Dikmen grubu ve Abhazyatağı lavlarının $^{206/204}\text{Pb}$ içerikleri 18.675 ile 18.704 ve $^{207/204}\text{Pb}$ içerikleri 15.609 ile 15.630 arasında değişir. Sulu seriye ait bir adet lav ise 18.806 $^{206/204}\text{Pb}$ içeriğiyle diyagramda diğer lavlardan farklı konumlanır.

$^{206/204}\text{Pb}$ değerine karşılık $^{208/204}\text{Pb}$ diyagramında da lavlar dar bir alanda kümelendiklerinden ayrı biçimde daha geniş ölçekte numunelerin dağılımı gösterilmiştir (Şekil 4.6c). Bu diyagramda lavlar toplam yerküre bileşimi (BE) ile okyanus ortası sırtı bazaltlarını (MORB) temsil eden alanların arasında kümelenirler. Tüm lavların $^{208/204}\text{Pb}$ içerikleri yine L2 serisine ait aynı örneğin dışında 38.635-38.729 arasında değişir. Sulu seriye ait lav bu diyagramda $^{208/204}\text{Pb}$ (38.856) içeriği açısından da farklılık göstererek diğer lavlardan ayrılır



Şekil 4.6c: $^{206/204}\text{Pb}$ 'ye karşılık $^{208/204}\text{Pb}$ diyagramında örneklerin izdüştüğü alan yıldız simgesi ile gösterilmiştir (BE: toplam yerküre bileşimi; MORB: okyanus ortası sırtı bazaltları; NHRL: kuzey yarımküre referans çizgisi)

Lavların kaynak alanının doğasına yaklaşımda bulunmak amacıyla kullanılan diyagramların birbirinden farklı sonuçlar ortaya koyması nedeniyle, çoğunlukla tüketilmiş manto kaynağını işaret eden ϵNd_i (-1,5 - + 5,4) değerleri ile manto kaynak alanının zenginleşmiş olabileceğine işaret eden $^{206}/^{204}Pb$ oranlarının birlikte ele alınmıştır. Bu izotopların birbirlerine göre değişimlerinin farklı karakterdeki kaynak alanları işaret ettikleri diyagramda tüm lavların okyanus ortası sırtı bazaltı bileşiminden zenginleşmiş manto kaynağı bileşimine doğru bir trend izledikleri görülmektedir. bu diyagramda da MORB bileşimine en yakın alanda kümelenmiş olan örnek (AD-29) bileşimsel açıdan primitif lavlarla benzer özelliktedir (SiO_2 içeriği %49.94 ve MgO numarası 30.82).

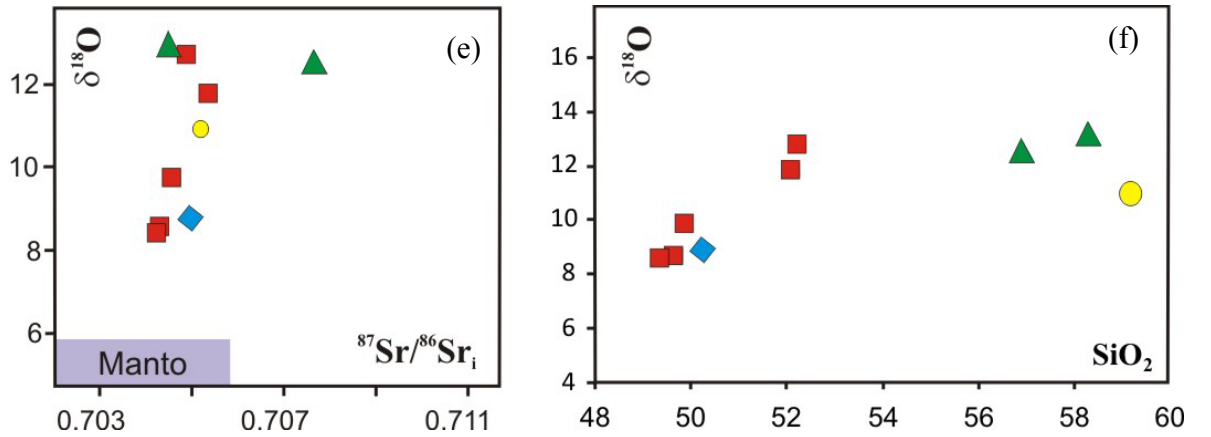


Şekil 4.6d: $^{206}/^{204}Pb$ oranına karşılık ϵNd_i değeri diyagramı (DM: tüketilmiş manto kaynağı; MORB: okyanus ortası sırtı bazaltları; EM I ve EM II: zenginleşmiş manto kaynakları; BSE: toplam yerküre bileşimi; HIMU: yüksek U/Pb içerikli manto).

Lavların tüm kaya $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri ‰ 8.5-13 aralığında değişmektedir. Tüketilmiş manto için $\delta^{18}\text{O}$ izotop içeriğinin ‰6' dan daha az olduğu bilinmektedir. Kıtasal litosferik mantonun en derin ürünlerini temsil eden eklojit ksenolitlerinin $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri bu alan için ‰ 2.2 ile 7.9 arasında değişkendir (McGregor ve Manton, 1986; Ongley vd, 1987). Litosferik ve yarı litosferik manto kaynakları $\delta^{18}\text{O}$ açısından farklılık göstermez ve ortalama içerikleri yaklaşık olarak ‰5.3 kadardır (Dobosi vd, 1998).

Orta Eosen ve Oligosen yaşlı lavların $\delta^{18}\text{O}$ içeriklerinin SiO_2 'ye karşı izdüşürüldüğü diyagramda özellikle L1b serisi lavların artan bir trend oluşturulduğu gözlenir. SiO_2 açısından en ilkel olan örnekler en düşük $\delta^{18}\text{O}$ konsantrasyonuna sahipken, asidik uç üyeye doğru gidildikçe örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ Sulu seriye ait SiO_2 açısından zengin olan lavların $\delta^{18}\text{O}$ içerikleri açısından da kısmen en zengin olan lavları temsil ettikleri görülür.

$^{87/86}\text{Sr}_i$ ' ye karşılık $\delta^{18}\text{O}$ diyagramında ise lavların $\delta^{18}\text{O}$ oranlarının 0.70370-0.70523 $^{87/86}\text{Sr}_i$ değerleri arasında, ‰ 8.52'ten ‰13'e hızlı bir şekilde arttığı görülür. L2 serisine ait bir adet lav yüksek $^{87/86}\text{Sr}_i$ içeriği ile diğer lav serilerinden ayrılır. Genel olarak alterasyonla kayaların $^{87/86}\text{Sr}_i$ içeriği artma, $\delta^{18}\text{O}$ oranı azalma eğilimdedir. $^{87/86}\text{Sr}_i$ değerindeki bu farklılık nispeten sulu seri lavların diğer lavlara göre daha altere vaziyette olmasından kaynaklanmış olmalıdır.



Şekil 4.6e-f: $^{87/86}\text{Sr}_i$ ' ye karşılık $\delta^{18}\text{O}$ ve SiO_2 'ye karşılık $\delta^{18}\text{O}$ diyagramları (tüm diyagramlarda simgeler Şekil 4.6a'dakiyle aynıdır).

$\delta^{18}\text{O}$ izotoplarının her iki diyagramda da $^{87/86}\text{Sr}_i$ ve SiO_2 'ye karşı belirgin şekilde artma eğilimindedir. Bu artış magma odası evriminde kabuk katkısının giderek etkin bir rol oynadığı şeklinde yorumlanmalıdır (Morris vd, 1999).

4.7 Jeokimya Verilerine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu başlık altında çalışma kapsamında ana, iz ve izotop analizleri yapılmış olan tüm numunelerden elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek, lavları üreten kaynak alanın doğası ve lavların geliştiği tektonik ortam değerlendirilecektir.

İstifin altından üstüne doğru giderek alkalın bir karakter kazanan Dikmen Grubuna ait lavların N-MORB ve kondrite normalize diyagramlarda ortaya çıkan paternler birbiriyle paralellik gösterir ve kaynak alanın yitim bileşenince zenginleştiğini ifade eder. Bununla birlikte alkalın özellikteki lavların kalkalkalin lavlarla karşılaştırıldığında N-MORB ve kondrit bileşimine göre daha zenginleşmiş oldukları görülmektedir. Bu açıdan lavlar Orta Pontidlerde Amasya-Çorum yöresinden tanıtılan Orta Eosen yaşlı Hamamözü lavlarıyla benzerlik taşır (Keskin vd, 2008). Tektonik ayırt diyagramlarında numunelerin kümelenedikleri alanlar, lavların yay benzeri özellikte olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle nadir toprak elementlerin SiO_2 'ye karşı iz düşürüldüğü Harker diyagramlarda alkalın lavlar kalkalkalin lavlardan farklı bir trend izlerler. Bu durum ya iki farklı kaynak alanın var olduğunu ya da kaynak alanın heterojen olduğunu düşündürmektedir.

İzotop verileri manto kaynak alanının $^{143/144}\text{Nd}$ içerikleri açısından tüketilmiş, diğer izotoplar açısından ise kısmen zenginleşmiş olduğu ortaya çıkmaktadır. Orta Eosen ve Oligosen yaşlı lavlar $^{143/144}\text{Nd}_i$ ve $^{87/86}\text{Sr}_i$ içerikleri açısından manto dizisi içinde yer almaları nedeniyle Armutlu bölgesindeki Orta Eosen yaşlı mafik lavlarla benzeşirler (Kürkçüoğlu vd, 2007).

Hem tüketilmiş gibi görünen (ϵNd : -1,5 - + 5,4) hem de bununla çelişkili bir biçimde LILE ve HREE' lerce zenginleşmiş olan bir manto kaynağı başlangıçta şüphelye karşılansa da bu durumun pek çok örneğine literatürde rastlanılmaktadır. Kürkçüoğlu vd. (2007) KB Anadolu-Armutlu bölgesinde jeokimyasal ve petrolojik açıdan Dikmen ve Abhazyatağı lavları ile benzerlik gösteren Orta Eosen yaşı mafik lavların gelişiminin iki farklı prosesle olabileceğini belirtir. Bunlardan ilki lavların, dalma batma olayları ile modifiye olmuş MORB benzeri tüketilmiş bir kaynak alanın ürünleri olabileceği, ikincisi ise kabuk ya da litosferik manto katkısı ile zenginleşmiş olan MORB benzeri bir magma kaynağı tarafından üretilmiş olabileceklery yönündedir.

Maheo vd (2009), uyumsuz element içeriği açısından zenginleşmiş manto kaynak alanını, izotop içerikleri açısından ise tüketilmiş kaynak alanı temsil eden 9 milyon yıl yaşındaki Hemasil siyenitleri ve bunlarla ilişkili lamprofirleri, metasomatizma etkisiyle, K ve LREE' ce zenginleşen spinel-lerzolit bileşimindeki bir kaynak alanın kısmi ergime ürünleri olarak nitelendirmektedirler.

“Armutlu Yarımadası (KB Anadolu) Eosen Magmatik Kayalarının Petrolojik Evrimi ve Paleomanyetizma Özelliklerinin Araştırılması” konulu TÜBİTAK projesi kapsamında (2004), bölgede bazalttan riyolite bileşimsel farklılık gösteren Orta Eosen yaşı lavların kısmi ergime modellemesinden elde edilen sonuçlar, kaynak alanın spinel-peridotit bileşimli olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle çalışmacılar lavların kıta altı litosferik bir mantodan türediklerini düşünmektedirler.

Bonev ve Stampfli (2008), Nd ve Pb izotop bileşimleri açısından tüketilmiş MORB benzeri bir karakter sunan mafik lavların, çoklu element diyagramlarında LILE' ce zenginleşme göstermelerine, manto kamasına slab ile birlikte taşınan silisçe zengin akışkanların neden olduğunu ileri sürmektedirler.

Literatürdeki tüm bu örnekler birlikte ele alındığında, Orta Eosen yaşı Dikmen Grubu ve Oligosen yaşı Abhazyatağı lavlarını, zaman içerisinde yitim bileşeni katkısıyla zenginleşmiş litosferik bir manto kaynağının ergime ürünleri olarak değerlendirmek mümkün görünmektedir.

5. YAPISAL JEOLJİ

Yapısal jeoloji bölümünde öncelikli olarak çalışma alanında gözlenen diskordanslar ve faylar tanıtılacak, ayrıca çökel kayalarda gelişmiş olan kıvrımlara ilişkin bilgi verilecek, arazi gözlemlerine ek olarak literatürden derlenen bilgiler sunulacaktır.

5.1 Uyumsuzluklar

Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesitinde görüldüğü gibi inceleme alanında gözlenen iki önemli zamansal uyumsuzluk söz konusudur. Bunlardan ilki metamorfik temel kayalar ile Orta Eosen yaşlı Dikmen Grubu kayaları arasında, ikincisi ise Dikmen grubu ile Oligosen yaşlı birimler arasındadır (Şekil 2.1a).

Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunun tüketilmesiyle bir araya gelmiş olan İstanbul-Zonguldak fragmanı ile Sakarya kıtası ve bu iki tektonik birlik arasında bulunan metaofiyolitik birimler Orta Eosen ve daha genç birimler için bir temel vazifesi görmektedir. Çarpışmayı takip eden süreçte tüm Pontid kuşağında, bölgesel bir uyumsuzluk üzerine yeni bir çökelme dönemi başlamış ve temel kayaları Orta Eosen yaşlı kırıntılı birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmüşlerdir (Genç ve Yılmaz, 1997; Keskin vd, 2008). İnceleme alanındaki metamorfik temel kayaları ile Alt Lütseyen (Brükseliyen) yaşlı, volkano-sedimanter birimler arasında içinde bolca metamorfik çakılları kapsayan tabakasız epiklastik birimler (*Tdgf*) bulunur. Bu birim taban çakıltası olarak değerlendirilebilir.

İnceleme alanında Oligosen yaşlı Abhazyatağı Lavlarının (*Tabv*) Dikmen Grubuna ait birimlerle alt dokanak ilişkisi izlenememiştir. Ancak aradaki zaman farklı göz önünde bulundurulduğunda birimlerin ilişkisini zamansal bir diskordansla açıklamak mümkün görünmektedir. Abhazyatağı lavları kesin yaş bilgisi bulunmayan ancak fluvial konglomera olarak tanımlanan Gökveren (*Tgf*) formasyonu tarafından örtülmektedir (Gözübol, 1978). Aradaki ilişki çalışma alanında gözlenememiştir. Ancak Gökveren formasyonunun Dikmen Grubu birimleri üzerine açılmal bir uyumsuzlukla geldiği Kocadüz tepe mevkiinde görülmektedir.

Oligosen yaşlı olduğu tahmin edilen Gökveren Formasyonu önceki çalışmacılar tarafından Pliyosen ve Kuvaterner olarak farklı yaşlandırılmış Taşkesti formasyonunun çökelleri tarafından açılmal uyumsuzlukla örtülmektedir (Yıldırım, 2008). Abhazyatağı lavları ile bu birim arasındaki ilişkinin de diskordans olabileceği düşünülmektedir.

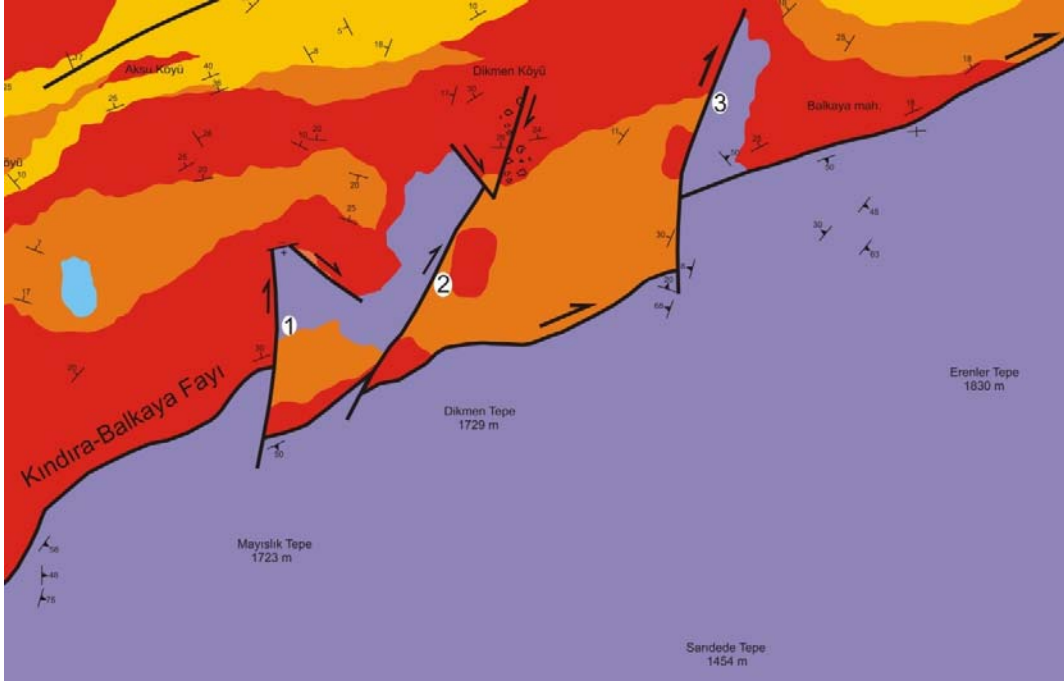
5.2 Faylar

Çalışma alanının içinde bulunduğu Almacık Bloğu olarak da adlandırılan Almacık Dağı kuzeyde ve güneyde Kuzey Anadolu Fay Hattının (KAF) aktif iki kolu tarafından sınırlanmaktadır. Çalışma kapsamında herhangi bir gözlem yapılmadığından KAF'a ilişkin bilgi verilmeyecektir. İnceleme sahasını kuzeyde sınırlayan KAF' a ait genç faylar, farklı çalışmacıların haritalarından derlenerek, inceleme alanının jeolojik haritasına aktarılmıştır. İnceleme alanında belirlenen diğer faylar ise aşağıda saha gözlemlerine dayalı olarak tanıtılmaktadır.

5.2.1 Kındıra-Balkaya Fayı

Çalışma alanında gözlenen en önemli fay, metamorfik temel kayaları ile Orta Eosen yaşlı birimlerin sınırını oluşturan kabaca KD-GB uzanımlı Kındıra-Balkaya fayıdır (Şekil 5.2.1). Balkaya-Kındıra Fayı' nı kesip öteleyen faylar da bu başlık altında anlatılacaktır.

Çalışma alanı kapsamında yaklaşık 20 km uzunluğunda olan Kındıra-Balkaya fayı, Yılmaz vd (1981) tarafından bir bindirme fayı olarak değerlendirilmiştir. Ancak bu tez kapsamında yapılan arazi çalışmaları sırasında Kındıra yaylası, Kel tepe, Dikmen Tepe ve Balkaya mahallesi civarında yapılan gözlemlerde fayın yer yer ters atım bileşeni de kazanan sağ yanal atımlı oblik bir fay olduğu gözlenmiştir. Derinoba formasyonuna ait çökel birimlerde kabaca güneyden kuzeye gerçekleşen bir bindirme olayı sonucu gelişmesi beklenen sürüklenme kıvrımı vb yapılarla rastlanılmamıştır. Genel olarak kıvrım eksenlerinin yırtılma faylarına uyumlu olarak konumlandıkları gözlenir. Yalnızca Aksu köyü civarındaki bir lokalitede çökel birimlerde K60°D yönelimli bir kıvrım eksenini tespit edilmiştir



Şekil 5.2.1: Kındıra-Balkaya fayının ve bu fayı öteleyen ikincil fayların çalışma alanının jeolojik haritasındaki konumu..

Kel tepe civarında yapılan gözlemlerde metamorfik temel kayaları ile Dikmen grubuna ait bazaltik andezitler arasındaki fay düzlemi kuzeybatıya 50° eğimlidir (Foto 5.2b). Bu lokasyondaki fay düzleminde belirlenen fay çizikleri fayın yanal atım bileşenli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Foto 5.2c). Fay düzleminde gelişmiş ezik zon da açık olarak görülmektedir.



Foto 5.2.1a: Dikmen tepe civarında fay düzleminin genel görünümü.

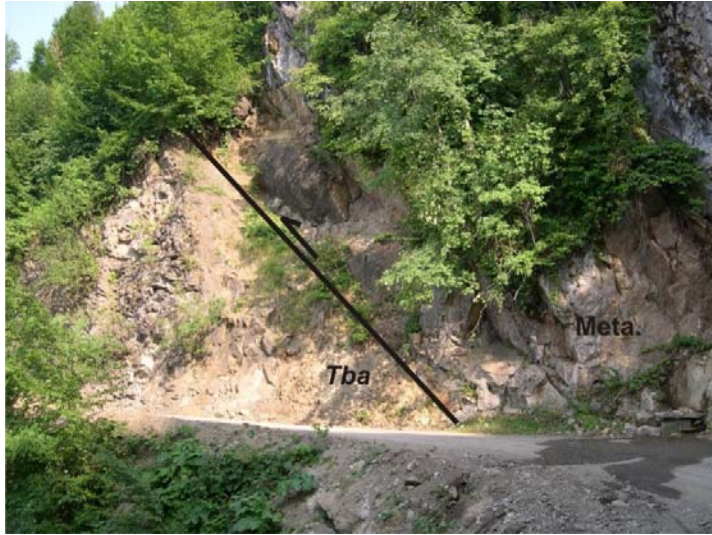


Foto 5.2.1b: Kel tepe civarında metamorfik temel kayalar ile Orta Eosen yaşlı bazaltik andezitlerin konumu.

Kındıra-Balkaya fayının 3 farklı noktada yaklaşık olarak kuzey-güney doğrultulu sağ ve sol yanal atımlı faylar tarafından ötelendiği görülür (Şekil 5.2a). Düşey atım bileşeni de içeren bu yırtılma fayları metamorfik temel kaya kütlelerini Dikmen Grubu birimleri içine itmişlerdir. Yılmaz vd' nin çalışmasında (1981) Dikmen grubu içerisinde gözlenen metamorfik kütleleri birer tektonik pencere olarak açıklanmaktadır. Ancak özellikle 2 numaralı yırtılma fayının düzleminde yapılan ölçümlerde $K50^{\circ}D$ $20^{\circ}GD$ konumlu olduğu gözlemlendiğinden, sağ yanal atımlı normal bir fay olarak nitelendirilmektedir. 1 ile gösterilmiş olan fayın, Mayısık tepe civarında tamamen metamorfik temel kayalar içinde yer aldığı alanda yapılan gözlemlerde $K5^{\circ}D$ konumlanmış olduğu tespit edilmiştir. Fayın düzlemindeki çiziklerin konumu, tamamen yanal atım bileşenli olduğuna işaret etmektedir.



Foto 5.2.1c: Keltepe' de gözlenen fay düzleminde fay çiziklerinin konumu.

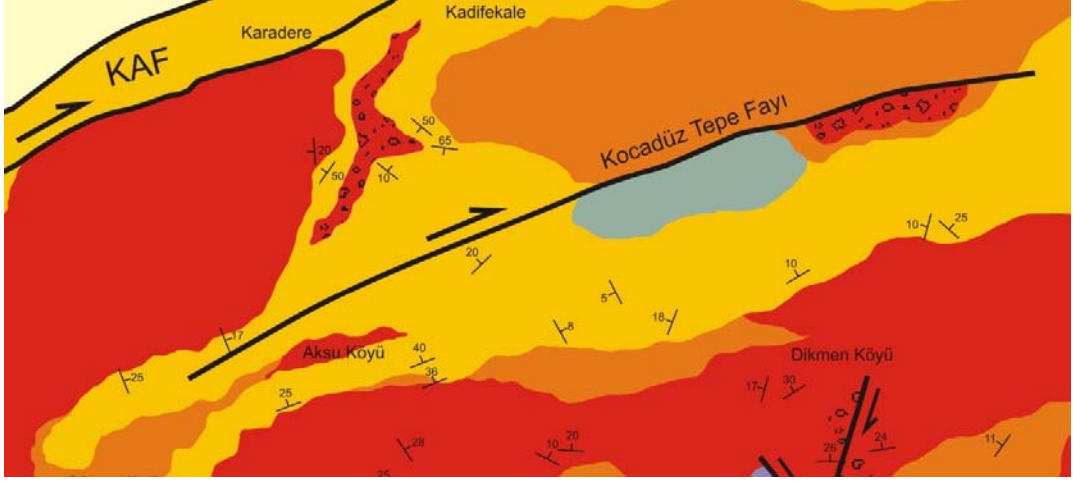


Foto 5.2.1d: 1 numaralı yırtılma fayının düzlemi

5.2.2 Kocadüztepe Fayı

Kocadüztepe Fayı çalışma alanının kuzeyinde Aksu köyünün batısından itibaren Kocadüz Tepeye kadar devam eden yaklaşık 6 km uzunluğunda sağ yanal atımlı oblik bir faydır (Şekil 5.2.2). Kırağası (1980), bölgede yapmış olduğu bitirme tezi çalışmasından Kocadüztepe fayını düşey atımlı bir fay olarak haritalamıştır. Aksu köyü civarında fayın $K70^{\circ}D$ uzanımlı olduğu gözlenmiştir. Bu noktadan itibaren topoğrafyadaki ötelenmeler göz önünde bulundurularak fayın sağ yanal atımlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Kocadüztepe mevkiinde, Gökveren formasyonu ile Dikmen Grubuna ait volkanoklastik birimlerin konumlarını bozarak, bu iki birimi yan yana getiren fayın düşey atım bileşeni de olmalıdır. Ancak veri olmadığından dolayı fayın ters mi normal mi olduğunu söylemek mümkün değildir.



Şekil 5.2.2: Kocadüztepe Fayının çalışma alanının jeolojik haritasındaki konumu.

5. EVRİM

Almacık dağı ve dolayları, Tersiyerden önce Neo-Tetis Okyanusu kuzey kolunun tamamen tüketilmesi sonucu bir araya gelmiş oldukları kabul edilen Sakarya kıtası ile Rodop-Pontid fragmanının çarpışma zonunu temsil etmektedir (Yılmaz vd 1994). Çarpışmanın devamında reyjonal bir diskordansla yeni bir sedimantasyon dönemi başlamıştır ve bu dönemin ilk ürünleri Orta Eosen yaşlı sedimanter birimler farklı tektonik birlikleri beraberce örtmüştür. Aynı zamanda bölgede sedimentasyona eşlik eden şiddetli bir volkanizma başlamış ve bunun sonucu olarak çökel birimlerle yanal geçişlilik gösteren bazikten asidik-ortaç bileşimsel farklılık gösteren lavlar ve bunlarla ilişkili volkanoklastik kayalar gelişmiştir.

Almacık dağı ve çevresinde gözlenen Eosen öncesi yaşlı metamorfik temel kayaların evrimine ilişkin görüşler tartışmalıdır. Yılmaz vd' den (1994) farklı olarak, Elmas ve Yiğitbaş (2001), Sakarya kıtası ile İstanbul zonunun Karakaya-Paleotetis okyanusunun kapanması esnasında Geç Jura süresince çarpışmış olduklarını ve bu farklı tektonik birliklerin ilk kez Üst Jura yaşlı sedimanter birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmüş olduklarını kabul etmektedirler. Ancak çalışma alanında gözlenen metamorfik temel kayaların ilk kez Eosen yaşlı epiklastik birimler tarafından uyumsuz olarak örtüldüğüdür.

Çalışma alanındaki metamorfik temel kayaları, Yılmaz vd tarafından (1995) Armutlu yarımadası ve civarında mostra veren metamorfik birimlerde yaptıkları Kuzey, Güney ve Orta zon sınıflamasında, Orta zona dahil edilmişlerdir. Orta zon İznik metamorfik topluluğu ve Geyve metaofiyolitine ait birimlerle temsil edilir. İznik metamorfik topluluğunun metamorfizma yaşı ve Geyve metaofiyolitinin yerleşme yaşı Turoniyen sonrası ile Geç Kampaniyen, olarak kabul edilmektedir (Yılmaz vd, 1994). Çok daha güncel araştırmalarda, Geyve ofiyolitinden elde Rb-Sr muskovit ve biyotit yaşları Erken Kretaseyi (138-111 milyon yıl) işaret etmektedir (Akbarayram vd, 2009).

Orta Lütésiyen' den itibaren Almacık ve dolaylarının jeolojik evriminde şiddetli bir magmatik aktivite rol oynamaya başlamıştır. Alt Lütésiyen-Bartoniyen aralığında daha çok denizel bir ortamda etkin olan volkanizma, Dikmen Grubu volkanik kayalarını üretmiştir. Dikmen Grubu stratigrafik olarak tabanda bazaltik andezitten üste doğru bazalt, andezit ve en üstte dasit bileşimine kadar farklılaşan lavlar ile bu lavlarla ilişkili, onlarla her ölçekte ardalanan piroklastik kayalar ile lavların aktığı ortamın temsilcisi olan denizel çökelleri kapsamaktadır. Metamorfik temel kayalar üzerine diskordan olarak gelen ilk birim epiklastik kayalardır. Bazaltik andezitlerle ilişkili piroklastikler volkanik faaliyetin ilk ürünleri olarak tanımlanabilir. Volkanizmanın ilerki dönemlerinde bazalt bileşimindeki malzeme Dikmen Grubuna ait birimlerin zayıflık zonlarına, çatlaklarına yerleşerek doleritik daykları oluşturmuştur. Magmatizma, Oligosende tamamen karasal ortamda aktif olarak Abhazyatağı bazaltik lavlarını üretmiştir. Orta Eosenden Oligosene kadar olan sürede sırasıyla bazaltik andezit, bazik, andezit, dasitik ve en son yine bazik bileşimde malzeme üretilmiştir. Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Taşkesti formasyonu flüvyal, kolüvyal ve gölssel çökelleri temsil eder dolayısıyla Orta Eosenden sonra ortam kara halini almıştır. Tüm Pontid kuşağında (Doğu Karadeniz dağlarının kuzeye bakan kesimleri dışında) gözlenen bu durum Orta Eosenden itibaren bölgede hızlı bir yükselmenin varlığını ortaya koymaktadır.

Orta Eosen magmatizmasının ürünleri olan kayalar, Türkiye'nin kuzeyinde, batıdan doğuya kadar devam eden tüm Pontid kuşağı boyunca gözlenir ve kökenine ilişkin farklı görüşler mevcuttur. Bunlardan ilki magmatizmayı yay ile ilişkilendirirken, diğeri çarpışma sonrası gelişmiş olduğu yönündedir. Magmatik kayalara ilişkin jeokimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar, çalışmacıların bunları yay magmatizması ürünleri olarak değerlendirmesine neden olmuştur Köprübaşı vd, (2000) Armutlu yarımadasında gözlenen Orta Eosen volkanizmasının ürünleri olan Kızderbent volkanitleriyle aynı magmatizma sonucu gelişmiş Fıstıklı granitini I tipi volkanik yay graniti olarak tanımlarlar. Genç (2001) Fıstıklı granitinin kökeninin sorgulanması durumunda, bölgenin jeolojik evrimini göz ardı edilemeyeceğini, yalnızca jeokimyasal verilere dayandırılarak, kökene ilişkin doğru sonuçların verilemeyeceğini vurgulayan ve granitin çarpışma sonrası gelişmiş olduğunu savunan bir tartışma yayınlamıştır. Daha sonra Köprübaşı ve Aldanmaz (2001) yaptıkları çalışmalar neticesinde granitin çarpışma

sonrası geliştiğini ileri sürmüşlerdir. Okay ve Satır (2006) Orta Eosen yaşlı granit plütonunun sokulduğu Tavşanlı zonundan elde ettikleri metamorfizma yaşını göz önünde bulundurarak KB Anadolu’ da okyanusal kabuğun dalma batma olaylarının Kampaniyende sona erdiğini ileri sürmüşlerdir. Bunun sonucu olarak KB Anadolu Eosen granitik magmatizması ve bununla ilişkili düşük basınç-yüksek sıcaklık metamorfizmasını Vardar zonunun devamı niteliğindeki KD konumlu bir dalma batma zonu ile ilişkilendirir ve magmatik bir yayın varlığına işaret ederler. Ancak bölgenin jeoloji, stratigrafisi ve yapısal evrimi göz önüne alındığında, jeokimyasal özellikleri açısından yitim ile ilişkili magmalara benzerlikler gösteren KB Anadolu Orta Eosen magmatizmasının çarpışma sonrası olarak değerlendirilmesi uygundur (Genç, 2001; Genç ve Yılmaz, 1997). Bunun en tipik ve açık verisi, tüm Pontid kuşağı boyunca Orta Eosen birimlerinin farklı tektonik üniteler üzerinde bölgesel bir diskordans ile oturmasıdır. Bu da bir olayın veya olaylar silsilesinin tamamlanıp yeni bir dönemin başladığına açıklıkla işaret eder.

Keskin vd (2008), Orta Pontidlerde Hamamözü volkaniklerinde yapmış oldukları çalışmada, Orta Eosen yaşlı volkanik/magmatik kayaların Türkiye’nin kuzeyindeki suture zonu boyunca izlenmesi, kıtasal çarpışmayı takip eden bölgesel yükselme, kayaların belirgin kabuk asimilasyonu izleri taşınması ve yay benzeri özellikler sunması ile volkanizmanın giderek alkalın karakter kazanması olaylarının hepsinin en iyi şekilde slab break-off modeli ile açıklanabileceğini savunmaktadır. Bu model aynı kuşağın batı devamında olmamız sebebiyle kendi sahamız için de geçerli olabilir. Diğer taraftan gerek Genç vd (2004) gerekse de Kürkcüoğlu (2008) Armutlu yarımadasında yaptıkları çalışmalarda Orta Eosen magmatik birimlerini “yay” olarak tanımlamamaktadırlar. Benzeri görüşler KB Anadolu’da Genç ve Yılmaz (1997), Aldanmaz vd. (2000); Altunkaynak (2007) tarafından da petrolojik veriler ışığında savunulmuştur.

Almacık Bloku kuzey ve güneyinde Türkiye’ nin en aktif fay sistemi olan Kuzey Anadolu Fay Hattı’ nın iki kolu ile sınırlanmaktadır. Dolayısıyla Almacık Blokunun bugünkü morfolojisinin gelişiminde KAF’ın neden olduğu tektonik etkinlik önem taşımaktadır. Özellikle çalışma alanının kuzeybatısında KAF’ ın faaliyetine bağlı olarak gelişmiş faylar temel kayalarla Pliyo-kuvaterner yaşlı birimleri ve daha genç güncel çökelleri bir araya getirmektedir. Ayrıca yapılan son araştırmalarda KAF’ a ait sağ yanal

atımlı iki fay kolu arasında bulunan Almacık Blokunun saat yönünde yaklaşık 20-25°'lik bir rotasyona uğradığı ortaya konulmuştur (İşseven vd, 2009; Yıldırım, 2008).

6. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- Daha önceki çalışmalarda bazalt ve bunlarla ilişkili piroklastik kayalardan oluşan bir topluluk olarak tanımlanan Orta Eosen yaşlı Dikmen Grubu, bazaltdan dasite bileşimsel farklılık gösteren kalkalkali ve daha az oranda alkali lavlar ile bunlarla ilişkili volkanoklastikler ve sığ-derin denizel çökel kaya topluluğundan oluştuğu belirlenmiştir.
- Dikmen Grubu lavları sığ-derin denizel çökel kayalarla yanal girik halde bulduklarından, denizel ortamda etkin olan bir volkanizmanın ürünleridir. Volkanizma üste doğru giderek karasallaşmaktadır.
- Almacık dağında yüzeyleyen Orta Eosen lavlarından ilk kez bu çalışmada elde edilen radyometrik yaş bulguları (48.7 ± 4.1 - 41.1 ± 1.6) bölgede volkanik aktivitenin Erken Lütésiyan ile Bartoniyan aralığında etkin olduğunu ortaya koymuştur. Bu yaş bulgusu, volkanik birimlerle yanal girik halde bulunan Sofular kireçtaşından derlenen fosil yaşlarıyla desteklenmiştir.
- İlk kez bu çalışmada radyometrik yaş tayinleri ile bölgede Oligosen yaşlı ayrı bir volkanik istifin varlığı ortaya konmuştur. Bunlar Abbhazyatağı lavları olarak isimlendirilmiştir.
- Dikmen Grubu birimleri ile Eosen öncesi metamorfik temel kayaların dokanak ilişkisi sağ yanal atımlı sıkışma (transpresyonal) bileşenli bir faydır. Normal dokanak ilişkisinin gözleendiği alanlarda istifin, metamorfik temel kayaları diskordan örten epiklastik birimlerle başladığı gözlenir.

- Orta Eosenden sonra bölgede denizel birimlere rastlanmaz, ortam tamamıyla kara halini almıştır.
- Volkanik istifin altından üstüne doğru lavlar kalkalkalinden alkaline tedrici bir geçiş gösterir.
- Tüm lavlar Kondrit ve N-MORB bileşimine göre zenginleşmiştir. Çoklu element diyagramlarında yay ile ilişkili olarak gelişmiş lavlara benzer paternler gösterirler.
- $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$ içerikleri açısından tüketilmiş bir manto kaynağını işaret eden lavlar, $^{206}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}/^{204}\text{P}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotopları açısından zenginleşmiş manto kaynaklarıyla benzeşmektedir. Bu durum ve buna benzer LILE zenginleşmelerinin sebebine yaklaşımda bulunulmuştur.
- Dikmen Grubu ve Abhazyatağı lavları önceki dalma batma olayları ile modifiye olmuş, yarı litosferik bir manto kaynağının ergime ürünleri olarak değerlendirilmişlerdir.
- KB Anadolu Orta Eosen magmatizmasının anlaşılması açısından önem taşıyan Dikmen Grubu lavları, Armutlu ve Amasya-Çankırı bölgelerindeki Orta Eosen yaşlı lavlarla kökensel olarak benzerdir ve olasılıkla aynı tektonik ortamda gelişmişlerdir.

KAYNAKLAR

- Abdüselamoğlu, M.Ş.**, 1959, Almacık Dağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi, *İ.Ü.F.F. Monografileri*, Tabii İlimler kısmı, Sayı 14 İstanbul.
- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirwall, M.F., Mitchell, J.G** 1995 Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol:102, pp. 67-95.
- Altunkaynak, Ş.**, 2007 Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of northwestern Anatolia, *Journal of Geology*, Vol 115, pp. 63-83.
- Akbayram, K., Okay, A.I., Satır, M., Topuz, G.**, 2009, Armutlu Yarımadası'ndaki Pontid İç Kenet Zonundan Yeni U-Pb ve Rb-Sr Yaşları; Erken Kretase'de Kıta Kıta Çarpışması, 62. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı I*, sayfa 468.
- Augustithis, S.S.**, 1979, Atlas of the textural patterns of basic and ultrabasic rocks and their genetic significance, W. De Gruyter, 1978.
- Bonev, N., Stampfli, G.**, 2008, Petrology, geochemistry and geodynamic implications of Jurassic island arc magmatism as revealed by mafic volcanic rocks in the Mesozoic low grade sequence, eastern Rhodope, Bulgaria, *Lithos*, 100, pp 210-233.
- Blumenthal, A.**, Bolu civarı ile aşağı Kızılırmak arasındaki Kuzey Anadolu silsilelerinin jeolojisi, *MTA yayınları*, Ankara.
- Dobosi, G., Downes, H., Matthey, D., Embey-Isztin, A.**, 1998, Oxygen isotope ratios of phenocrysts from alkali basalts of the Pannonian Basin; evidence for an O-isotopically homogenous upper mantle beneath a subduction-influenced area. *Lithos*, Vol.42, pp 213-223.
- Elmas, A., Yiğitbaş, E.**, 2001, Ophiolite emplacement by strike slip tectonics between the Pontide Zone and the Sakarya Zone, in northwestern Anatolia, Turkey, *Int. J. Earth Science*, 90: 257-256.
- Genç, Ş.C., Yılmaz, Y.**, 1997 An example of post-collisional magmatism in northwestern Anatolia: the Kızderbent volcanics (Armutlu peninsula, Turkey), *Tr. J. of Earth Science*, Vol. 6, pp. 33-42.

- Genç, Ş.C.**, 2001 Yer Bilimleri Bülteninde (2000, sayı 22, 33-44) yayımlanmış olan “Fıstıklı Granodiyoritinin (Armutlu) Jeokimyası” başlıklı makale (N. Köprübaşı, C. Şen, ve N. Köprübaşı) ile ilgili tartışma, *Yerbilimleri*, (2001) 23, s. 207-210.
- Genç, Ş.C., İşseven, T., Keskin, M., Tüysüz, O.**, 2004 Armutlu yarımadası (KB Anadolu) Eosen magmatik kayalarının petrolojik evrimi ve paleomanyetizma özelliklerinin araştırılması. TÜBİTAK Raporu, Proje No:102Y032.
- Gözübol, A.M.**, 1978 Mudurnu-Dokurcun-Abant dolayının jeolojisi. Doktora tezi.
- Greber. E.**, Deep circulation of CO₂-rich paleowaters in a seismically active zone (Kuzuluk/Adapazarı, Northwestern Turkey), *Geothermics*, Vol.23:2, pp. 151-174
- Irvine, T.N., Frey, F.A.**, 1978 Distribution of trace elements between garnet megacrysts and host volcanic liquidus of kimberlitic to rhyolitic composition, *Geodinamica et Cosmochimica Acta*, Vol. 42, pp. 771-787.
- İşseven, T., Demir, T., Genç, Ş.C.; Gülmez, F.**, 2009 Kuzey Anadolu fayı Almacık blokunu kaç derece döndürmüştür? 62. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı 1*, sayfa 936.
- Keskin, M., Genç, Ş.C., Tüysüz, O.**, 2008, Petrology and geochemistry of post-collisional middle Eocene volcanic units in north central Turkey: evidence for magma generation by slab break-off following the closure of the northern Neo-Tethys, *Lithos* (2008).
- Ketin, İ.**, Kuzey Anadolu fayı hakkında, *MTA Enstitüsü Dergisi*, Sayı:72, ss.1-27.
- Kırağası, F.**, 1980, Saçmalı-Bektemurlar (Bolu İli) yöresinin jeolojisi, *İÜ Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Diploma çalışması*.
- Kürkçüoğlu, B., Furman, T., Hanan, B.**, 2007, Geochemistry of post-collisional mafic lavas from the north Anatolian fault zone, Northwestern Turkey, *Lithos* (2007 accepted manuscript).
- Köprübaşı, N., Şen, C., Köprübaşı, N** 2000, Fıstıklı Granodiyoritinin (Armutlu) Jeokimyası *Yerbilimleri*,. 22 (2000), s.33-42.
- Köprübaşı, N., Aldanmaz, E.**, 2001, Geochemical constrains on the petrogenesis of Cenezoic I-type granitoids in northwest Anatolia, Turkey: evidence for magma generation by lithospheric delamination in a post-collisional setting. *International Geology Review*,. Vol. 46, pp.705-729.

- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B.A.**, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, *Journal of Petrology*, Vol. 27, pp.745-750.
- Maheo, G., Blichert-Toft, J., Pin, C., Guillot, S., Pecher, A.**, 2009, Partial melting of mantle and crustal sources beneath south Karakorum, Pakistan: implications for the Miocene Geodynamic evolution of India-Asia convergence zone, *Journal of Petrology*, Vol. 50:5 pp.427-449.
- McGregor, I.D. and Manton, S.R.**, 1986, Roberts Victor eclogites: ancient oceanic crust, *Journal of Geophysical Research*. Vol. 91 pp.14063-14079.
- Maheo, G., Blichert-Toft, J., Pin, C., Guillot, S., Pecher, A.**, 2009, Partial melting of mantle and crustal sources beneath south Karakorum, Pakistan: implications for the Miocene Geodynamic evolution of India-Asia convergence zone, *Journal of Petrology*, Vol. 50:5 pp.427-449.
- Meschede, M.**, A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram, *Chemical Geology*, Vol. 56, pp.207-218.
- Morris, G.A., Parson, P.B., Hooper, P.R.**, 1999, 'Subduction style' magmatism in a non-subduction setting: the Colville igneous complex, NE Washington State, USA, *Journal of Petrology*, Vol. 41, pp.43-67.
- Okay, A.I., Satır, M.**, 2006, Geochronology of Eocene plutonism and metamorphism in northwest Turkey: evidence for a possible magmatic arc, *Geodinamica Acta*. Vol. 19/5 (2006), pp.251-265.
- Okay, A.I., Tüysüz, O.**, 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In "Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen", Geological Society of London, Special Publication 156, pp. 475-515, Eds. Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M.
- Ongley, J.S., Basu, A.R., Kyser, T.K.**, 1987, Oxygen isotopes in coexisting garnets, clinopyroxenes and phlogopites of Roberts Victor eclogites: implication for petrogenesis and mantle metasomatism, *Earth Planet Science Letter* Vol. 83, pp.80-84.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., DeLong, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J.J.**, Genesis of collision volcanism in eastern Anatolia, Turkey. *Journ. Volcan. Geotherm. Res.*, Vol.44, pp.189-229 (1990).
- Pearce, J.A., Cann, J.R.**, 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses *Earth And Planetary Science Lett.*, Vol.19, pp.290-300 (1973).

- Peccerillo, A., Taylor, S.R.,** 1973, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey, *Cont. to Min. and Pet.*, Vol.58, pp.63-81 (1976).
- Rollinson, H.,** 1993, Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation, Publ. Pearson Education Limited, England, pp.215-281.
- Rollinson, H.,** 1993, Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation, Publ. Pearson Education Limited, England, pp.215-281.
- Sun, S.S., McDonough, W.F.,** 1989, Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle compositions and processes. *Magmatism in ocean basin*, Eds: Saunders, A.D., Norry, M.J. *Geo. Soc. London Spec. Pub.*, 42, pp 313-345.
- Tokay, M,** 1972, Kuzey Anadolu fay zonunun Ilgaz ile Gerede arasındaki kısmında jeolojik gözlemler, Kuzey Anadolu Fayı ve deprem Kuşağı Sempozyumu, *Tebliğler Dergisi*, ss:12-27, Ankara.
- Wilson M.,** 1989, Igneous Petrogenesis:A global tectonic approach, Kluwer, Dordrecht, pp. 36.
- Winchester, J.A., Floyd, P.A,** 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation product using immobile elements, *Chemical Geology*, Vol. 20, pp 325-343.
- Wood. D.A.,** 1980, The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province, *Eart and Planetary Science Lett.*, Vol. 50, pp 11-30.
- Yıldırım, C.,** 2008 Almacık Dağı ve yakın çevresinin morfolotektoniği. İTÜ Avrast-ya Yer Bilimleri Enstitüsü, 120s Doktora Tezi, Danışman: **O. Tüysüz** .
- Yılmaz, Y., Gözübol, A.M., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E.,** 1981, Abant (Bolu) Dokurcun (Sakarya) arasında Kuzey Anadolu Fay Zonunun Kuzey ve Güneyinde Kalan Tektonik Birliklerin Jeolojik Evrimi, *İ.Ü Yerbilimleri* 1., 243-261.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M., Yılmaz, K.,** 1995 Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of northwestern Anatolia, *Tectonophysics*, 243, 155-171,.
- Yiğitbaş, E., Kerrich, R., Yılmaz, Y., Elmas, A., Xie, Q,** 2004, Characteristic and geochemistry of Precambrian ophiolites and related volcanics from the Istanbul-Zonguldak units, northwestern Anatolia, Turkey: following the missing chain of the Precambrian south European suture zone to the east, *Precambrian Researchs*, 132 (2004), 179-206.

Url-1<<http://www.dmi.gov.tr/index.aspx>> alındığı tarih, 21.02.2008

EKLER

EK-A1: Almacık Dağı Kuzeybatısının Jeolojik Haritası.

EK-A2: Enine Stratigrafik Kesitler.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Fatma GÜLMEZ
Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 1983
Adres: İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl. Mineraloji-
Petrografi ABD, Maslak 34469, İstanbul
Lisans Üniversitesi: İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği

Yayın Listesi:

Gülmez, F., Genç, Ş.C, The post-collisional Middle Eocene volcanism of Almacık-Adapazari area (NW Turkey): Geochemical and isotopic data for its tectonic setting, 33.International Geological Congress, Oslo 2008,6-14 Ağustos.

Karacık, Z., Genç, Ş.C., **Gülmez, F.**, Volcanic history and petrogenesis of the Cumaovasi volcanics, West-Central Anatolia, Turkey, 33.International Geological Congress, Oslo 2008,6-14 Ağustos.

Gülmez, F., Genç, Ş.C.; İşseven, T., Demir, T., Radyometrik yaş, jeokimya ve izotop verileri ışığında Almacık Dağı Eosen Volkaniklerinin petrojenezine ilişkin Ön Değerlendirmeler, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara 2009, 13-17 Nisan

İşseven, T., Demir, T., Genç, Ş.C.; **Gülmez, F.**, Kuzey Anadolu fayı Almacık blokunu kaç derece döndürmüştür? 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara 2009, 13-17 Nisan

Gülmez, F., Genç, Ş.C, Petrology of the Middle Eocene volcanic rocks of Almacik Mountain, NW Turkey, 19th V.M Goldschmidt Conference, Davos 21-26 Haziran, 2009 (kabul edilmiş bildiri).

