

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ULUBEY (ORDU-KD TÜRKİYE) YÖRESİ TERSİYER VOLKANİTLERİNİN
PETROGRAFİSİ, PETROKİMYASI, ⁴⁰Ar-³⁹Ar JEOKRONOLOJİSİ,
Sr-Nd İZOTOP JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ**

DOKTORA TEZİ

Jeo. Yük. Müh. İrfan TEMİZEL

**TEMMUZ 2008
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ULUBEY (ORDU-KD TÜRKİYE) YÖRESİ TERSİYER VOLKANİTLERİNİN
PETROGRAFİSİ, PETROKİMYASI, ⁴⁰Ar-³⁹Ar JEOKRONOLOJİSİ,
Sr-Nd İZOTOP JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ

Jeo. Yük. Müh. İrfan TEMİZEL

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (Jeoloji Mühendisliği)”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04.06.2008

Tezin Savunma Tarihi : 02.07.2008

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet ARSLAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Durmuş BOZTUĞ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Cüneyt ŞEN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Kenan GELİŞLİ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Hasan KOLAYLI

Enstitü Müdür V. : Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2008

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Doktora Tezi" olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında, Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiş, volkanitlerin jeokimyasal, petrolojik, jeokronolojik ve izotopik özellikleri irdelenerek bölgedeki Tersiyer volkanizmanın jeodinamik gelişimi ortaya konulmuştur.

"Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi" tarafından 2003.112.5.5 No'lu proje ile desteklenen bu çalışmayı bana öneren ve beni yönlendiren, çalışmanın başlangıcından sonuna kadar bilgi, deneyim ve tecrübeleri ile yol gösteren, maddi manevi desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet ARSLAN'a minnet ve şükranlarımı sunmak isterim.

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim. Doktora Tez İzleme Komitesi'nin değerli üyeleri Sayın Prof. Dr. Cüneyt ŞEN ve Sayın Prof. Dr. Kenan GELİŞLİ'ye katkılarından dolayı teşekkür ederim. Bilgi, tecrübe, görüş ve önerilerinden yararlandığım, değerli hocalarım Prof. Dr. Cemil YILMAZ'a, Yrd. Doç. Dr. Hasan KOLAYLI'ya ve Yrd. Doç. Dr. Kemal AKDAĞ'a şükranlarımı sunarım. Bu çalışmanın her aşamasında benimle birlikte tüm zorlukları paylaşan, her konuda destekleri ile bana güç veren sevgili dostlarım Yrd. Doç. Dr. Hakan ERSOY'a, Dr. Arzu Fırat ERSOY'a ve Dr. Emel ABDİOĞLU'na müteşekkirim. İnceleme alanına ait eski jeolojik çalışmaların gözden geçirilmesine imkan veren MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü'ne ve özellikle arazi çalışmaları sırasında bana yardımcı olan MTA Ordu İli Kampı çalışanlarına, mineral kimyası (EPMA) analizleri için Dr. Lang SHI'ye (McGill Üniv., Kanada), tüm-kayaç analizleri için ACME Analiz Lab. Ltd. (Kanada) teknisyenlerine, ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşlandırması için Dr. Gilles RUFFET'a (Geosciences Rennes, Fransa), Sr-Nd izotop analizleri için Dr. Jean Jacques PEUCAT'a (Rennes Üniv., Fransa), ince kesitlerin hazırlanmasında Mak. Müh. Murat KAYIKÇI'ya ve Teknisyen Yakup YAVUZ'a (KTÜ, Jeoloji Müh.) içtenlikle teşekkür ederim.

Hayatımın en değerli varlıkları olan ve öğrenim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ailemin tüm fertlerine şükranlarımı bir borç bilirim.

İrfan TEMİZEL

Trabzon 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XXV
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XXIX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri.....	1
1.3. Bölgesel Jeoloji.....	3
1.4. Önceki Çalışmalar.....	6
1.5. Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı.....	17
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	19
2.1. Materyal ve Yöntemler.....	19
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	19
2.1.1.1. 1/25000 Ölçekli Jeoloji Haritası ve Jeolojik Kesitlerin Hazırlanması.....	19
2.1.1.2. Petrografik, Kimyasal ve İzotopik Analizler İçin Örnek Alımı.....	20
2.1.2. Laboratuar Çalışmaları ve Analitik Yöntemler.....	20
2.1.2.1. Mikroskobik Tayinler.....	20
2.1.2.2. Kimyasal Analizler.....	21
2.1.2.2.1. Elektron Mikroprob Analizleri.....	21
2.1.2.2.2. Tüm Kayaç Analizleri.....	22
2.1.2.2.3. İzotop Analizleri.....	23
2.1.2.2.3.1. ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar Yaşlandırması.....	23
2.1.2.2.3.2. Sr ve Nd İzotop Analizleri.....	23
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	24

3.	BULGULAR.....	25
3.1.	Giriş	25
3.2.	Jeotektonik Konum	25
3.3.	Stratigrafi	26
3.3.1.	Dasit-Riyodasit ve Piroklastitleri.....	26
3.3.2.	Andezitik Tüf-Breş Arakatkılı Çamurtaşı-Kireçtaşı-Kumtaşı-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Volkano-Tortul Seri	29
3.3.3.	Andezit-Bazalt ve Piroklastitleri.....	31
3.3.4.	Çamurtaşı, Konglomera, Kireçtaşı, Kumtaşı-Tüfit-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Tortul Seri	32
3.3.5.	Bazalt Daykları	37
3.3.6.	Volkanik Domlar	37
3.3.6.1.	Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)	40
3.3.6.1.1.	Karataş Tepe Domu	40
3.3.6.1.2.	Fındıklı Tepe Domu	42
3.3.6.1.3.	Güzelyurt Tepe Domu.....	45
3.3.6.1.4.	Kalburcu Tepe Domu.....	46
3.3.6.2.	Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT).....	47
3.3.6.2.1.	Işık Tepe Domu.....	47
3.3.6.3.	Trakidasit-Dasit Takımı (TDT)	50
3.3.6.3.1.	Çatal Tepe Domu	50
3.3.6.3.2.	Elekçioğlu Tepe Domu	50
3.3.7.	Yenisaayaca Bazaltı	51
3.3.8.	Alüvyon.....	52
3.4.	Petrografi	53
3.4.1.	Dasit-Riyodasit ve Piroklastitleri.....	53
3.4.2.	Andezitik Tüf-Breş Arakatkılı Çamurtaşı-Kireçtaşı-Kumtaşı-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Volkano-Tortul Seri	54
3.4.3.	Andezit-Bazalt ve Piroklastitleri.....	55
3.4.4.	Çamurtaşı, Konglomera, Kireçtaşı, Kumtaşı-Tüfit-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Tortul Seri	57
3.4.5.	Bazalt Daykları	59
3.4.6.	Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)	61
3.4.6.1.	Karataş Tepe Domu	61

3.4.6.1.1.	Mineral Kimyası	63
3.4.6.1.1.1.	Plajiyoklas.....	63
3.4.6.1.1.2.	Hornblend	63
3.4.6.1.1.3.	Klinopiroksen.....	64
3.4.6.1.1.4.	Fe-Ti Oksitler.....	65
3.4.6.2.	Fındıklı Tepe Domu.....	72
3.4.6.2.1.	Mineral Kimyası	73
3.4.6.2.1.1.	Plajiyoklas.....	73
3.4.6.2.1.2.	Hornblend	74
3.4.6.2.1.3.	Klinopiroksen.....	74
3.4.6.2.1.4.	Biyotit	76
3.4.6.2.1.5.	Fe-Ti Oksitler.....	76
3.4.6.3.	Güzelyurt Tepe Domu.....	84
3.4.6.3.1.	Mineral Kimyası	86
3.4.6.3.1.1.	Plajiyoklas.....	86
3.4.6.3.1.2.	Hornblend	87
3.4.6.3.1.3.	Klinopiroksen.....	87
3.4.6.3.1.4.	Biyotit	88
3.4.6.3.1.5.	Fe-Ti Oksitler.....	88
3.4.6.4.	Kalburcu Tepe Domu.....	96
3.4.6.4.1.	Mineral Kimyası	97
3.4.6.4.1.1.	Plajiyoklas.....	97
3.4.6.4.1.2.	Klinopiroksen.....	98
3.4.6.4.1.3.	Fe-Ti Oksitler.....	99
3.4.7.	Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT).....	104
3.4.7.1.	Işık Tepe Domu.....	104
3.4.8.	Trakidasit-Dasit Takımı (TDT)	106
3.4.8.1.	Çatal Tepe Domu	106
3.4.8.1.1.	Mineral Kimyası	108
3.4.8.1.1.1.	Plajiyoklas.....	108
3.4.8.1.1.2.	Hornblend	108
3.4.8.1.1.3.	Klinopiroksen.....	110

3.4.8.1.1.4.	Biyotit	110
3.4.8.1.1.5.	Fe-Ti Oksitler.....	111
3.4.8.2.	Elekçioğlu Tepe Domu	118
3.4.8.2.1.	Mineral Kimyası	119
3.4.8.2.1.1.	Plajiyoklas.....	119
3.4.8.2.1.2.	Hornblend	120
3.4.8.2.1.3.	Biyotit	120
3.4.8.2.1.4.	Fe-Ti Oksitler.....	122
3.4.9.	Yenisayaca Bazaltı.....	129
3.4.9.1.	Mineral Kimyası	131
3.4.9.1.1.	Plajiyoklas.....	131
3.4.9.1.2.	Klinopiroksen.....	131
3.4.9.1.3.	Fe-Ti Oksitler.....	132
3.5.	Volkanitlerde Jeotermobarometre Hesaplamaları	138
3.5.1.	Jeotermometre Hesaplamaları.....	138
3.5.1.1.	Plajiyoklas Jeotermometresi	138
3.5.1.2.	Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi.....	140
3.5.1.3.	Klinopiroksen Jeotermometresi	140
3.5.1.4.	Tüm Kayaç SiO ₂ (%)-P ₂ O ₅ (%) Jeotermometresi.....	142
3.5.2.	Jeobarometre Hesaplamaları	149
3.5.2.1.	Plajiyoklas Jeobarometresi	149
3.5.2.2.	Hornblend Jeobarometresi	150
3.5.2.3.	Klinopiroksen Jeobarometresi	153
3.6.	Volkanik Kayaçların Jeokimyası	162
3.6.1.	Giriş	162
3.6.2.	Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlandırılması.....	162
3.6.3.	Ana Oksit ve İz Elementler.....	167
3.6.4.	Uyumsuz Elementler.....	181
3.6.5.	Nadir Toprak Elementler	183
3.6.6.	Tektonik Ortam.....	186
3.7.	Jeokronoloji ve İzotop Jeokimyası	189
3.7.1.	Giriş	189

3.7.2	$^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ Jeokronolojisi.....	189
3.7.3.	Sr ve Nd İzotop Jeokimyası.....	194
3.8.	Volkanik Kayaçların Petrojenezi.....	200
3.8.1.	Giriş.....	200
3.8.2.	Kısmi Ergime.....	200
3.8.3.	Ayrımlaşma.....	203
3.8.4.	Özümlleme.....	209
3.8.5.	Magma Karışımı.....	214
3.9.	Ulubey Volkanitlerinin Gelişiminde Etkili Olan Magmatik Olayların Jeokimyasal ve İzotopik Modellemesi.....	222
3.9.1.	Giriş.....	222
3.9.2.	Kısmi Ergime.....	222
3.9.3.	Ayrımlaşma (Fraksiyonel Kristallenme-FC).....	227
3.9.4.	Özümlleme ile Birlikte Gelişen Ayrımlaşma (Asimilasyon-Fraksiyonel Kristallenme-AFC).....	248
3.9.5.	Magma Karışımı.....	261
3.10.	Ana Magmanın Kökeni ve Gelişimi.....	270
4.	İRDELEME VE TARTIŞMA.....	281
4.1.	Ulubey (Ordu) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Jeokimyasal, Petrolojik ve Kökensele Özelliklerinin Doğu Pontidler'deki Diğer Tersiyer Volkanitleri ile Karşılaştırılması.....	281
4.2.	Doğu Pontid Tersiyer Magmatizmasının Jeodinamik Gelişimi ve Ulubey (Ordu) Yöresi Volkanitlerinin Oluşumu.....	289
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	294
6.	KAYNAKLAR.....	298
7.	EKLER.....	321
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Doğu Pontidler’de yer alan Ulubey (Ordu) yöresindeki Eosen (44.6-49.4 My) yaşlı ortaç-asidik bileşimli çarpışma volkanitleri ve Miyosen (15.1 My) yaşlı çarpışma sonrası bazik volkanitler; Trakibazalt, Trakidasit-Dasit Takımı, Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı ve Andezit-Trakiandezit Takımı olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.

İncelenen volkanitler, toleyitik-kalkalkalenden hafif alkalene kadar değişen jeokimyasal karaktere sahip olup, orta-yüksek-K içerirler. Petrokimyasal değişimlere göre, volkanitlerin gelişiminde plajiyoklas + klinopiroksen + hornblend + biyotit ± magnetit ± apatit ± sanidin ayrışması etkili olmuştur. Volkanitlerin N-tipi OOSB’na normalize edilmiş iz element dağılımları; BİLE, Th ve Ce içeriklerinde zenginleşme, Zr, Y ve TiO₂ içeriklerinde fakirleşme göstermektedirler. Volkanitlerin kondrite normalize edilmiş NTE dağılımları, benzer kaynaktan itibaren oluştuklarını göstermektedir. Volkanitlerin (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i oranları (0.70435-0.70503) ve εNd_i değerleri [(+2.7)–(-0.9)], yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleşmiş bir manto kaynağına işaret etmektedir. Ayrıca; BİLE’lere kıyasla azalan Nb ve Ta içerikleri, orta derecede HNTE/ANTE ve yüksek Th/Yb oranları ve Sr-Nd izotop jeokimyası bulguları; volkanitlerin ana magmasının Üst Kretase-Eosen zamanında, daha önceden yitim akışkanları tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden türeyebileceklerini göstermektedir. Doğu Pontidler’de litosferik dilim kopmasına bağlı olarak gelişen transtansiyonel gerilme rejimi sonucu oluşan genç litosferin incilmesiyle ilişkili olarak, litosferik manto kökenli Eosen yaşlı ortaç-asidik bileşimli volkanitlerin ve astenosferik manto kökenli Miyosen yaşlı bazik volkanitlerin oluştuğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Petrografi, Mineral Kimyası, Petrokimya, Jeokronoloji, Sr-Nd İzotopları, Jeokimyasal Modelleme, Volkanitler, Ulubey (Ordu), Doğu Pontid, Türkiye

SUMMARY

Petrography, Petrochemistry, ^{40}Ar - ^{39}Ar Geochronology, Sr-Nd Isotope Geochemistry and Petrogenesis of the Ulubey (Ordu-NE Turkey) Area Tertiary Volcanics

Eocene (44.6-49.4 Ma) aged collisional volcanics and Miocene (15.1 Ma) aged post-collisional volcanics in the Ulubey (Ordu) area at the eastern Pontides are divided into four groups; Trachybasalt, Trachydacite-Dacite, Trachyandesite-Trachydacite-Rhyolite and Andesite-Trachyandesite suites.

The volcanics have tholeiitic-calkalkaline to mildly alkaline affinities, and medium to high-K contents. The petrochemical variations show the fractionation of plagioclase + clinopyroxene + hornblende + biotite \pm magnetite \pm apatite \pm sanidine in the evolution of volcanics. N-Type MORB-normalized trace element patterns indicate enrichment in LILE, Th and Ce, and depletion in Zr, Y and TiO_2 . The chondrite-normalized REE patterns suggest a similar source for the volcanics. ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i ratios (0.70435-0.70503) and ϵNd_i values [(+2.7)–(-0.9)]) of the rocks reveal a depleted mantle source region enriched by slab components. Besides, depletion in Nb and Ta relative to LILE, moderate LREE/HREE and high Th/Yb ratios, and Sr-Nd isotope geochemistry data suggest that the parental melts of the volcanics were derived from an enriched mantle, which had been previously metasomatized by fluids derived from subducted slab during Upper Cretaceous-Eocene time. In the studied area, Eocene aged intermediate-acidic volcanics derived lithospheric mantle source and Miocene aged basic volcanics derived asthenospheric mantle source should be related to the thinning of young lithosphere caused by transtational extensional regime developed by slab break-off in the eastern Pontides.

Key Words: Petrography, Mineral Chemistry, Petrochemistry, Geochronology, Sr-Nd Isotopes, Geochemical Modelling, Volcanics, Ulubey (Ordu), Eastern Pontide, Turkey

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2. Doğu Pontidler'deki volkanik ve sedimanter kayalar ile bunları kesen sokulumların yayılımını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Güven, 1993'ten değiştirilerek)	4
Şekil 3.1. Doğu Pontidlerdeki Tersiyer volkanitleri ve bunları kesen sokulumların yayılımını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Güven, 1993'ten değiştirilerek).....	27
Şekil 3.2. Ulubey (Ordu) yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.....	28
Şekil 3.3. Arındibi Mahallesi civarında gözlenen dasitik breşlerin görünümü	29
Şekil 3.4. Çubukkıranı Mahallesi'nde yüzeyleyen, volkano-tortul birime ait K20D/25°GD duruşlu marn-kiltaş-silttaş aralanmasının görünümü	30
Şekil 3.5. Öteköy Mahallesi'nde yüzeyleyen volkano-tortul birime ait K25D/15°KB duruşlu kumtaş-kiltaş-silttaş aralanmasının görünümü.....	31
Şekil 3.6. Melet Irmağı civarında sivri kornişler şeklinde yüzeyleyen breşlerin görünümü.....	33
Şekil 3.7. Çöllen Mahallesi'nde yüzeyleyen, bol kırıklı ve çatlaklı andezitlerin görünümü.....	33
Şekil 3.8. Akçapınar Mahallesi'nde yüzeyleme veren taban konglomasının arazi görünümü.....	34
Şekil 3.9. Dedeli Mahallesi'nde gözlenen bol kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip kalın katmanlı kireçtaşlarının görünümü.....	35
Şekil 3.10. Güllübel Mahallesi'ndeki çamurtaş, konglomera, kireçtaş ile birlikte gözlenen kumtaş-tüfit-kiltaş-marn aralanması	36
Şekil 3.11. Melet Irmağı'nın batı-kuzeybatısında Üst Kretase yaşlı volkanitleri keserek yerleşen bazalt daykının görünümü.....	37
Şekil 3.12. Ulubey (Ordu) yöresinde yüzeyleme veren volkanitlerin morfolojisini gösterir blok diyagram.....	38
Şekil 3.13. Ulubey (Ordu) yöresinde yüzeyleme veren volkanik domların görünümü.....	39
Şekil 3.14. Karataş Tepe Domu'na ait andezit ve trakiandezitlerde gözlenen kolon yapısının görünümü	41
Şekil 3.15. Karataş Tepe Domu'nun üst seviyelerinde gözlenen kolon yapısının görünümü.....	41

Şekil 3.16.	Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit ve andezitlerde gözlenen ışınsal şekilde gelişmiş kolon yapısının görünümü	42
Şekil 3.17.	Fındıklı Tepe Domu'na ait kayaçlarda gözlenen kolon yapısının görünümü.....	43
Şekil 3.18.	Fındıklı Tepe Domu'nu kesen bol olarak mikro çatlak ve kırık içeren, afanitik dokuya sahip besleme daykının görünümü	43
Şekil 3.19.	Fındıklı Tepe Domu'nun özellikle kenar kısımlarında gözlenen, oldukça kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip otobreşlerin görünümü	44
Şekil 3.20.	Güzelyurt Tepe Domu ve hemen güneyinden geçen Melet Irmağı'nın güneyden kuzeye doğru görünümü	45
Şekil 3.21.	Güzelyurt Tepe Domu andezitlerinde gözlenen kolon yapısının görünümü.....	46
Şekil 3.22.	Kalburcu Tepe Domu'na ait trakiandezitlerin görünümü.....	47
Şekil 3.23.	Kalburcu Tepe Domu'nun kenar kısımlarında gözlenen bol çatlaklı ve kırıklı yapıya sahip otobreşlerin görünümü.....	48
Şekil 3.24.	Işık Tepe domu'nun üst seviyelerinde bol olarak gaz boşlukları içeren ve oldukça sert ve camsı trakiandezitlerin görünümü	49
Şekil 3.25.	Işık Tepe Domu'na ait breşik trakidasitlerin görünümü.....	49
Şekil 3.26.	Elekçioğlu Tepe Domuna ait trakidasitlerin görünümü	50
Şekil 3.27.	Yenisayaca Mahallesi civarında yüzeylenen, oldukça camsı trakibazaltların görünümü.....	51
Şekil 3.28.	Yenisayaca Bazaltı'na ait trakibazaltlarda gözlenen; (a) düşey yönde gelişmiş soğuma çatlakları, (b) oldukça yuvarlaklaşmış aglomeralarda gözlenen soğan kabuğu şeklindeki ayrışma	52
Şekil 3.29.	Üst Kretase yaşlı dasit-riyodasitlerde gözlenen; (a) çeperinde yeniden büyüme zarfı oluşmuş halkalı zonlu ve ikizli plajiyoklas megakristali (Örnek No: D-9), (b) süngerimsi dokuya sahip halkalı zonlu ve ikizli plajiyoklas megakristali (Örnek No: D-9), (c) kenarlarından itibaren yenme-kemirilme dokusu gösteren kuvars megakristali ve yer yer opaklaşmış biyotit minerali (Örnek No: D-4), (d) hamurda bulunan kuvars mikrotanelerinin gösterdiği kar tanesi dokusu ve eğilmiş-bükülmüş biyotit fenakristali (Örnek No: D-3)(Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Ku: Kuvars, Kl: Klorit, Op: Opak mineral).....	53
Şekil 3.30.	Çubukkıranı dolaylarında yüzeylenen biyomikritik kireçtaşlarının polarizan mikroskopta görünümü (Pf: Pelajik foraminifer; Pb: Pelajik bivalv; Mm: Mikritik matriks)(T.N.; Örnek No:T-14).....	55

- Şekil 3.31. Üst Kretase yaşlı bazaltlarda gözlenen; (a) süngerimsi dokuya sahip özşekilli plajiyoklas megakristali (Örnek No: V-8), (b) opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen mikrofenokristalleri ile boşluk dolgusu şeklinde gelişmiş zeolit minerali (Örnek No: V-1), (c) albit ikizi gösteren plajiyoklas fenokristalleri ile opak mineral inklüzyonları içeren, kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip klinopiroksen fenokristali (Örnek No: V-7), (d) camsı doku içerisinde gözlenen süngerimsi dokuya sahip plajiyoklas megakristali ile bol olarak opak mineral ve plajiyoklas inklüzyonları içeren klinopiroksen megakristalleri (Örnek No: V-5) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ze: Zeolit, Op: Opak mineral)..... 56
- Şekil 3.32. Pelajik bir matriks içindeki sığ denizel kireçtaşlarından türemiş bir parça (a); sparitik bir çimento içinde, sığ denizel kireçtaşındaki milioid tip foraminifer (b); tümüyle sığ denizel biyoklastik kırıntılardan oluşmuş kireçtaşı (c); algli kireçtaşları (d) ve bu kırmızı alglerin yakından görünümü (e); biyoklastik kireçtaşı (f); bentik ve pelajik faunaların birarada görüldüğü biyoklastik kireçtaşı (g); enerjinin düştüğü ortamlarda birikmiş, ince taneli ve pelajik foraminiferlerce zenginleşmiş kireçtaşı (h); ince taneli kırıntılılar (i, j, k, l); yer yer ardalı olarak gözlenen kumtaşlarının mikroskop görüntüleri (Şekil içerisindeki kısaltmalar metin içerisinde ayrıntılı olarak verilmiştir) 58
- Şekil 3.33. Bazaltik dayklarda gözlenen; (a) opak mineral ve klinopiroksen inklüzyonları içeren plajiyoklas megakristalinin gösterdiği süngerimsi doku (Örnek No: V-6A), (b) yenme-kemirilme dokusu gösteren tamamen yuvarlaklaşmış plajiyoklas megakristali, opak mineral yığılımları ile boşluk dolgusu şeklinde gelişmiş kalsit (Örnek No: V-6B), (c) plajiyoklas, klinopiroksen ve opak minerallerin biraraya gelerek oluşturdukları glomerofirik doku (Örnek No: V-6A), (d) oldukça çatlaklı ve kırıklı dokuya sahip iskeletimsi klinopiroksen megakristalleri (Örnek No: V-6B) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Ka: Kalsit, Kpir: Klinopiroksen, Op: Opak mineral)..... 60
- Şekil 3.34. Karataş Tepe Domu'na ait andezit-trakiandezitlerde gözlenen; (a) yarı özşekilli plajiyoklas fenokristallerindeki albit ikizi ve kenarlarındaki elek dokusu (Örnek No: KR-1), (b) iğnemsiz klinopiroksenler tarafından sarılmış kuvars ksenokristalinin oluşturduğu reaksiyon dokusu (Örnek No: KR-1), (c) flüidal doku içerisinde kenarlarından itibaren opaklaşmış mızrak şekilli hornblend fenokristali ile iğnemsiz klinopiroksenler (Örnek No: KR-5), (d) yönelmiş kısa lata şekilli plajiyoklasların oluşturduğu trakitik doku içerisinde klinopiroksen fenokristali (Örnek No: KR-5) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral) 62
- Şekil 3.35. Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı..... 63
- Şekil 3.36. Karataş Tepe Domu'ndaki andezite ait hornblend sınıflaması (Leake vd., 1997)..... 64
- Şekil 3.37. Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)..... 64

Şekil 3.38.	Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	65
Şekil 3.39.	Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitlerde gözlenen; (a) klinopiroksen ve plajiyoklas mikrolitlerinden ve çok küçük opak minerallerden oluşan mikrolitik hamur içerisindeki albit ikizi gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: FK-9), (b) merkezinden itibaren tamamen opaklaşmış, klinopiroksen ve plajiyoklas inklüzyonları içeren özşekilli hornblend fenokristali (Örnek No: FK-2), (c) yönelmiş kısa lata şekilli plajiyoklasların ve opak minerallerin oluşturduğu flüidal doku içerisinde albit ikizli plajiyoklas fenokristali (Örnek No: FK-9), (d) iğnemsî klinopiroksenler tarafından sarılmış olan kuvars ksenokristalinin oluşturduğu dengesizlik dokusu (Örnek No: FK-9), (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral)	73
Şekil 3.40.	Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı.....	74
Şekil 3.41.	Fındıklı Tepe Domu'ndaki andezitlere ait hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997).....	75
Şekil 3.42.	Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	75
Şekil 3.43.	Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait biyotitlerin sınıflandırılması (Speer, 1987). (a) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı.....	76
Şekil 3.44.	Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	77
Şekil 3.45.	Güzelyurt Tepe Domu'na ait trakiandezitlerde gözlenen; (a) sünger dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: GY-11), (b) iğnemsî ve/veya tamamen yuvarlaklaşmış çok küçük mikrotaneler halindeki klinopiroksenler tarafından sarılmış olan kuvars ksenokristalinin oluşturduğu dengesizlik dokusu (Örnek No: GY-11), (c) mikrolitik hamur içerisinde gözlenen yer yer opaklaşmış, özşekilli ve zonlu hornblend fenokristali (Örnek No: GY-1), (d) yer yer klinopiroksen inklüzyonları içeren, oldukça kırılmış ve parçalanmış hornblend fenokristal ve mikrofenokristalleri (Örnek No: GY-11) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral)	85
Şekil 3.46.	Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı.....	86
Şekil 3.47.	Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)	87
Şekil 3.48.	Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	88

Şekil 3.49.	Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait biyotitlerin sınıflandırması (Speer, 1987). (a) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı.....	89
Şekil 3.50.	Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	89
Şekil 3.51.	Kalburcu Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitlerde gözlenen; (a) ince, kısa lata şekilli plajiyoklas mikrolitleri ile parçalanmış hornblend ve opak minerallerin oluşturduğu flüidal doku (Örnek No: KB-1), (b) trakitik doku içerisindeki yüzey ikizi gösteren, yuvarlağımsı klinopiroksen fenokristali (Örnek No: KB-9), (c) flüidal dokuya sahip hamur içerisinde elek dokusu gösteren klinopiroksen fenokristali ile plajiyoklas mikrofenokristalleri (Örnek No: KB-2), (d) kırılmış ve parçalanmış klinopiroksen fenokristali ile kenarlarından itibaren yenmiş-kemirilmiş plajiyoklas fenokristalinin gösterdiği sünger dokusu (Örnek No: KB-9) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Op: Opak mineral).....	96
Şekil 3.52.	Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı.....	98
Şekil 3.53.	Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	98
Şekil 3.54.	Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	99
Şekil 3.55.	Işık Tepe Domu'na ait; (a) trakiandezitlerde, zonlu plajiyoklas mineralinin kenarlarında gözlenen elek dokusu ile klinopiroksen ve opak mineral inklüzyonu içeren plajiyoklas fenokristalleri (Ç.N.; Örnek No: IS-5), (b) trakiandezitlerde, hyalo-mikrolitik doku içerisindeki özşekilli biyotit ile opak mineral inklüzyonu içeren iskeletimsi klinopiroksen minerali (Ç.N.; Örnek No: IS-1), (c) trakiandezitlerde, karmaşık zonlu plajiyoklas megakristali (Ç.N.; Örnek No: IS-2), (d) trakidasitlerde, hyalo-mikrolitik doku içerisinde opak mineral inklüzyonu içeren ve elek dokusu gösteren halkalı zonlu plajiyoklas megakristali (Ç.N.; Örnek No: IS-9), (e) riyolitlerde, perlitik doku içerisinde gözlenen özşekilli plajiyoklas, sanidin ve biyotit mineralleri (T.N.; Örnek No:IS-7), (f) riyolitlerde, perlitik doku içerisinde enine çatlaklara sahip sanidin (Ç.N.; Örnek No:IS-10)(Pl: Plajiyoklas, Sa: Sanidin, Kpir: Klinopiroksen, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral)	105

Şekil 3.56.	Çatal Tepe Domu'na ait trakidasit-dasitlerde gözlenen; (a) kenarlarında yeniden büyüme zarfı gelişmiş sünger dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: CT-2), (b) iğnemi çok küçük mikrolitler halindeki plajiyoklasların oluşturduğu trakitik doku içerisindeki biyotit ve hornblend mineralleri (Örnek No: CT-2), (c) hyalo-mikrolitik hamur içerisinde kenarlarından itibaren opaklaşmış, özşekilli biyotit fenokristali (Örnek No: CT-1), (d) yer yer amfibol inklüzyonları içeren, oldukça kırılmış ve parçalanmış plajiyoklas fenokristali ile tamamen opaklaşmış özşekilli hornblend mikrofenokristalleri (Örnek No: CT-2) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral).....	107
Şekil 3.57.	Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı	109
Şekil 3.58.	Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997).....	109
Şekil 3.59.	Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)	110
Şekil 3.60.	Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait biyotitin sınıflandırması (Speer, 1987). (a) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı	111
Şekil 3.61.	Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	111
Şekil 3.62.	Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitlerde gözlenen; (a) plajiyoklas megakristalindeki sünger dokusu (Örnek No: EÇ-12), (b) hornblend ve opak mineral inklüzyonu içeren karmaşık zonlu plajiyoklas fenokristali ile özşekilli hornblend minerali (Örnek No: EÇ-7), (c) trakitik doku içerisinde kenarlarından itibaren opaklaşmış, özşekilli hornblend fenokristalleri (Örnek No: EÇ-8), (d) hornblend ve opak mineral inklüzyonu içeren karmaşık zonlu plajiyoklas fenokristali ile kırılmış ve parçalanmış hornblend fenokristali (Örnek No: EÇ-7) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Op: Opak mineral).....	119
Şekil 3.63.	Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı	120
Şekil 3.64.	Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997).....	121
Şekil 3.65.	Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait biyotitlerin sınıflandırması (Speer, 1987) (a) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al ₂ O ₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı.....	121
Şekil 3.66.	Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	122

Şekil 3.67.	Yenisayaca Bazaltı'na ait trakibazaltlarda gözlenen; (a) plajiyoklas fenokristallerindeki elek dokusu (Örnek No: YS-2), (b) opak mineral, klinopiroksen ve volkanik cam inklüzyonu içeren, elek dokusu gösteren plajiyoklas megakristali (Örnek No: YS-3), (c) h'(100) ikizi gösteren, opak mineral ve plajiyoklas inklüzyonu içeren özşekilli klinopiroksen megakristali (Örnek No: YS-13), (d) klinopiroksen ve opak minerallerin oluşturduğu glomeroporfirik doku (Örnek No: YS-2) (e) tamamen iddingsitleşmiş yarı özşekilli olivin fenokristali (Örnek No: YS-2), (f) opak mineral inklüzyonları içeren ve h'(100) ikizi gösteren gösteren klinopiroksen megakristali (Örnek No: YS-6)(Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Op: Opak mineral)	130
Şekil 3.68.	Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı	131
Şekil 3.69.	Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	132
Şekil 3.70.	Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	132
Şekil 3.71.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin içerdiği plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı. İzoterm eğrilerine ait değerler Fuhrman ve Lindsley (1988)'e göredir.....	139
Şekil 3.72.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin içerdiği klinopiroksen bileşimlerinin gösterildiği Di-Hd-En-Fs piroksen dörtyüzlüsü. İzoterm eğrileri 100°C aralıklarla ve 1 atm basınç altında oluşturulmuştur (Lindsley, 1983; Lindsley ve Andersen, 1983) (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)	141
Şekil 3.73.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin 1 atm (Watson, 1979; kesiksiz mavi çizgi) ve 7.5 kbar (Watson ve Green, 1982; kesikli kırmızı çizgi) basınçlarda çizilen sıcaklık değerlerini gösterir SiO ₂ (%) karşı P ₂ O ₅ (%) diyagramı (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir).....	143
Şekil 3.74.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerden TDT ve ATT'nı oluşturan kayalardaki horblendlere ait Al ^[6] (% at.) ve Si (% at.) jeobarometresi (Alanlar, Raase (1974)'e göredir)(Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)	152
Şekil 3.75.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerden TDT ve ATT'nı oluşturan kayalarda artan sıcaklık koşullarındaki horblendlere ait sıcaklık (°C) - Al ^T diyagramı (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)	153
Şekil 3.76.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerindeki klinopiroksenlerin içerdiği Ti (% atom) karşı Al (% atom) diyagramı (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)	154
Şekil 3.77.	Yenisayaca Bazaltı'na ait trakibazaltlardaki klinopiroksenlerin; (a) Si ^[4] -Al ^T ve (b) Al ^[4] -Al ^[6] diyagramları. Alanlar, Aoki ve Shiba (1973)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir).....	156
Şekil 3.78.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların SiO ₂ 'ye karşı Na ₂ O+K ₂ O (TAS) diyagramı (Le Maitre vd., 1989). Alkali-Yarıalkali eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'a göredir	163

Şekil 3.79.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların Normatif Plajiyoklas Bileşimi - Normatif Renk İndisi diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)	164
Şekil 3.80.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanitlerin SiO ₂ (%)'ye karşı K ₂ O (%) diyagramı (Le Maitre vd., 2002; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	165
Şekil 3.81.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların Nb/Yb karşı Zr/TiO ₂ *0.0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	166
Şekil 3.82.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların AFM (Na ₂ O+K ₂ O, Fe ₂ O ₃ (t), MgO) diyagramı. Toleyitik-Kalk-alkali ayırım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'a göredir (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	167
Şekil 3.83.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin SiO ₂ (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	177
Şekil 3.84.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin SiO ₂ (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)	178
Şekil 3.85.	İncelenen volkanilerdeki ana oksit ve iz element çiftlerinden yararlanılarak çizilen mineral ayrışması ve birikimini yansıtan değişim diyagramları; (a) Zr(ppm)-TiO ₂ (%), (b) Zr(ppm)-Y(ppm), (c) Zr(ppm)-Nb(ppm), (d) TiO ₂ (%)-Ni(ppm), (e) Zr(ppm)-Sr(ppm) ve Ce(ppm)-P ₂ O ₅ (%)(Vektörler, mineral ayrışması ve birikim yönlerini göstermekte olup, Pearce ve Norry, 1979'e göredir) (Plj: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Mt: Magnetit, Zr: Zirkon, Ap: Apatit; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	180
Şekil 3.86.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayalarının E-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	182
Şekil 3.87.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayalarının N-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	182
Şekil 3.88.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanitlerinin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	185
Şekil 3.89.	Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	186
Şekil 3.90.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ba (ppm)'a karşı Nb (ppm) ve La (ppm) tektonik ortam ayırtman diyagramları. Alanlar; Perfit vd. (1980) ve Gill (1981)'e göredir. (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	187

- Şekil 3.91. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Zr (ppm)'a karşı Ti (ppm) tektonik ortam ayırtman diyagramı. Ada Yayılı Toleyitleri (AYT), Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı (OOSB), Kalk-alkalen Bazaltlar, Okyanus Adası Toleyitleri ve Okyanus adası Alkalen Bazaltları alanları; Pearce ve Cann (1973) ve Floyd ve Winchester (1975)'den; ayırma vektörleri ise Pearce ve Norry (1979)'den alınmıştır. (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 188
- Şekil 3.92. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ta/Yb'a karşı Th/Yb değişim diyagramı Merkez Andlar ile kıtasal levha içi bazalt (LİB) alanları, Pearce (1982; 1983)'den; OÜKK: Ortalama Üst Kıtasal Kabuk bileşimi, Wedepohl (1995)'den; İM: İlksel Manto, OAB: Okyanus Adası Bazaltı, E- ve N-OOSB: Zenginleşmiş ve Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı bileşimleri ise Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır. (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 188
- Şekil 3.93. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden, Karataş Tepe Domu (KR-4), Fındıklı Tepe Domu (FK-9), Güzelyurt Tepe Domu (GY-10), Kalburcu Tepe Domu (KB-9), Elekçioğlu Tepe Domu (EÇ-12) ve Yeniseyaca Bazaltı (YS-2) örneklerinin ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş spektrumları. Her bir sıcaklık için yaş hatası 1σ seviyesindedir ve J değerleri içerisindeki hataları kapsamazlar. J değerleri (%0.2) içerisindeki hatalar plato yaşı hesaplamalarını içermektedir..... 190
- Şekil 3.94. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i'le karşı (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i izotop diyagramındaki konumları. OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) ve Manto Aralığı alanları; Wilson (1989), Arculus ve Powell (1986), Gill (1981) ve McCulloch vd. (1994)'den; Atlantik Sedimanları alanı ise White vd. (1985)'den; BSE (Toplam Silikat Yerküre), Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 195
- Şekil 3.95. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i'e karşı (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i izotop diyagramındaki konumları. EMI ve EMII (Zenginleşmiş Manto I ve II), HIMU (μ-değeri veya (²³⁸U/²⁰⁴Pb) oranı yüksek olan manto kaynağı), DM (Tüketilmiş Manto), BSE (Toplam Silikat Yerküre), PREMA (Ortalama Manto), Manto Aralığı alanları, White (1985), Zindler ve Hart (1986), Hart vd. (1992)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 196
- Şekil 3.96. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd'a karşı (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i diyagramındaki konumları. Alanlar, Goldstein ve O'Nions (1984)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 197
- Şekil 3.97. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i'e karşı SiO₂ (%) ve TiO₂ (%) ile (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i'e karşı SiO₂ (%), TiO₂ (%), Sr (ppm) ve (1/Sr)x10³(ppm⁻¹) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 198
- Şekil 3.98. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Zr (ppm)'a karşı Co (ppm) ve Ni (ppm) değişimleri (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 201

Şekil 3.99. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Zr/Nb'a karşı Zr/Y diyagramı (Menzies ve Kyle, 1990) P: Plume, N: Normal ve T: Geçiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı alanları, Le Roex (1987)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	202
Şekil 3.100. Yenisayaca Bazaltı (TB)'na ait örneklerin Yb (ppm) karşı Nb (ppm) diyagramındaki konumları (Pearce ve Parkinson, 1993; KYB: Kalk-alkali Yay Bazaltı, OOSB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, AYB: Ada Yaylı Bazaltı, İÜM: İlksel Üst Manto, ZMK: Zenginleşmiş Manto Kaynağı; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	202
Şekil 3.101. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ana oksit ve iz element çiftlerinden yararlanılarak çizilen diyagramlar; (a) MgO(%)-Zr(ppm), (b) SiO ₂ (%)-Zr(ppm), (c) Rb(ppm)-Ni(ppm), (d) Y(ppm)-Zr(ppm), (e) Ce(ppm)-Zr (ppm) ve (f) La(ppm)-Zr(ppm) (AFC: Özümleme+Ayrımlaşma; FC: Ayrımlaşma; Vektörler, minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir. Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	204
Şekil 3.102. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin artan SiO ₂ (%) içeriğine karşı (a) Nb/Th, (b) Nb/U, (c) Sr/Y, (d) Sr/Nd, (e) Eu/Eu* ve (f) (La/Yb) _N iz element oranlarını gösteren değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	205
Şekil 3.103. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Fe ₂ O ₃ */MgO karşı CaO/Al ₂ O ₃ ve CaO/Na ₂ O karşı Al ₂ O ₃ (%) değişim diyagramları (Vektörler, minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	206
Şekil 3.104. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin, SiO ₂ (%)'ye karşı (a) Ni (ppm) ve (b) Th (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	207
Şekil 3.105. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Y (ppm)'a karşı CaO (%) diyagramı (Lambert ve Holland, 1974; Vektörler, bazaltik bileşim için minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	207
Şekil 3.106. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (a) Zr(ppm)-Hf (ppm), (b) Zr(ppm)-Nb(ppm), (c) Zr(ppm)-Ce (ppm) ve (d) La (ppm)-Ce (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	208
Şekil 3.107. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i 'e karşı Th (ppm), Rb (ppm), U (ppm) ve La (ppm) diyagramlarında gözlenen doğrusal ilişkiler (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	210
Şekil 3.108. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin gelişiminde etkili olan kabuk kirlenmesini ve ayrışmayı gösterir (⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i 'e karşı MgO (%), Ba/Zr, Rb/Nb ve Rb (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	211
Şekil 3.109. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Nb/Y'a karşı Rb/Y diyagramı. Üst kabuk, bulk kabuk, alt kabuk bileşimleri, Taylor ve McLennan (1985) 'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	212

- Şekil 3.110. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin gelişiminde ayrımlaşmanın ve kabuk kirlenmesinin etkisini gösteren (a) Y/Nb'a karşı Y/Nb, (b) K₂O/MgO'a karşı K₂O (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 213
- Şekil 3.111. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (La/Sm)_N karşı (Ba/La)_N grafiği. Ada Yayısı Bazaltı ve Okyanus Volkanitleri alanı Arculus ve Powel (1986)' dan, vektörler ve N-Tipi OOSB bileşimi ise Defant vd. (1991)'den, kondrit normalize değerleri Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 214
- Şekil 3.112. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden Trakidasit-Dasit Takımı'nı ve Andezit-Trakiandezit Takımı'nı oluşturan kayalardaki plajiyoklas minerallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Çatal Tepe Domu (Örnek No: ÇT-4), (b) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-7), (c) Güzelyurt Tepe Domu (Örnek No: GY-14), (d) Fındıklı Tepe Domu (Örnek No: FK-6), (e) Karataş Tepe Domu (Örnek No: KR-4), (f) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-8) (Pl: Plajiyoklas) 216
- Şekil 3.113. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlardaki ve Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı'nı oluşturan kayalardaki plajiyoklas megakristallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Işık Tepe Domu (Örnek No: IS-2), (b) Yenisayaca Bazaltı (Örnek No: YS-2), (c) Işık Tepe Domu (Örnek No: IS-1), (d) Yenisayaca Bazaltı (Örnek No: YS-3), (e) ve (f) Yenisayaca Bazaltı (Örnek No: YS-12) (Pl: Plajiyoklas)..... 217
- Şekil 3.114. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik karakterli Andezit-Trakiandezit Takımı'nı ve Trakidasit-Dasit Takımı'nı oluşturan kayalardaki hornblend ve biyotit minerallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Çatal Tepe Domu (Örnek No: ÇT-4), (b) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-7), (c) Güzelyurt Tepe Domu (Örnek No: GY-14), (d) Fındıklı Tepe Domu (Örnek No: FK-6), (e) Karataş Tepe Domu (Örnek No: KR-4), (f) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-8) (Hbl: Hornblend; Bi: Biyotit) 218
- Şekil 3.115. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden Andezit-Trakiandezit Takımı'nı, Trakidasit-Dasit Takımı'nı ve Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalarda gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Çatal Tepe Domu (Örnek No: ÇT-4), (b) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-7), (c) Güzelyurt Tepe Domu (Örnek No: GY-14), (d) Fındıklı Tepe Domu (Örnek No: FK-6), (e) Karataş Tepe Domu (Örnek No: KR-4), (f) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-8) (Pl: Plajiyoklas; Kpir: Klinopiroksen; Hbl: Hornblend; Ku: Kuvars; Op: Opak mineral) 219
- Şekil 3.116. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin uyumlu-uyumsuz element diyagramları; (a) Ni (ppm)-Y (ppm), (b) Ni(ppm)-Nb(ppm), (c) Co(ppm)-Rb(ppm), (d) Co(ppm)-Sr(ppm) değişimi (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 221

Şekil 3.117. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ayrımlaşma, karışım ve azalan kısmi ergime derecesini gösteren La(ppm)'a karşı La/Sm grafiği (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir).....	221
Şekil 3.118. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin ana magmasının belirlenmesinde kullanılan modal olmayan Rayleigh kısmi ergime modeli (granat-lerzolit kaynağının değişik derecelerdeki kısmi ergimeye uğratılmasıyla oluşturulan ergiğin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (granat-lerzolit, E-Tipi OOSB ve Okyanus Adası Bazaltı'nın NTE değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan; mantonun modal bileşimi ve ergime oranları, Frey (1984)'den; ayrımlanma katsayıları ise Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'dan; kondrit normalize değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır).....	225
Şekil 3.119. Ulubey (Ordu) yöresindeki bazik volkanitlerin (trakibazalt) gelişiminde etkili olan minerallerin ayrımlaşma yönlerini ve oranlarını gösteren değişim diyagramları.....	230
Şekil 3.120. Ulubey (Ordu) yöresindeki ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayrımlaşma yönlerini ve oranlarını gösteren değişim diyagramları.....	233
Şekil 3.121. Ulubey (Ordu) yöresindeki ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayrımlaşma yönlerini ve oranlarını gösteren değişim diyagramları.....	234
Şekil 3.122. Ulubey (Ordu) yöresi bazik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Magma bileşimi (C_o) Koçevyanı Bazaltı (Temizel ve Arslan, 2002)'na ait olup, Üst Kıtasal Kabuk (C_A) değerleri Taylor ve McLennan (1985); ayrımlanma katsayıları, Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'dan alınmıştır).....	250
Şekil 3.123. Ulubey (Ordu) yöresi bazik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Bileşimsel değerler ve açıklamaları, Şekil 3.122'deki gibidir).....	251
Şekil 3.124. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Magma bileşimi (C_o) Koçevyanı Bazaltı (Temizel ve Arslan, 2002)'na ait olup, Üst Kıtasal Kabuk (C_A) değerleri Taylor ve McLennan (1985); ayrımlanma katsayıları, Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'dan alınmıştır).....	252
Şekil 3.125. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Bileşimsel değerler ve açıklamaları, Şekil 3.124'deki gibidir).....	253
Şekil 3.126. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin AFC modellemesini gösterir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Rb/Sr diyagramı (Magma bileşimi (C_o) Aleutian volkanitleri-SH15, Jicha vd. (2004)'den, Üst Kabuk (C_A) izotopik değerleri, Davies vd. (1985)'den; iz element değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır).....	257

- Şekil 3.127. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin AFC modellemesini gösterir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Rb/Nb diyagramı (Magma bileşimi (C_o) Aleutian volkanitleri-SH15, Jicha vd. (2004)'den, Üst Kabuk (C_A) izotopik değerleri, Davies vd. (1985)'den; iz element değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır)..... 257
- Şekil 3.128. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin izotopik AFC modellemesini gösterir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ diyagramı (İlksel magma bileşimi (IC_o) ve Üst Kıtasal Kabuk (IC_A)'a ait bileşimler Tablo 3.51'de verilmiştir)..... 259
- Şekil 3.129. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde karışım modellemesini gösterir ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i - ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i diyagramı (K değerleri, Üst Manto değerinin Sr konsantrasyonu sabit alınarak hesaplanmıştır. CHUR-Nd ve -Sr (Chondritic Uniform Reservoir-Nd and -Sr): Nd ve Sr için kondritik tekdüze rezervuar. Modellemede kullanılan Sr ve Nd iz element içerikleri ile izotopik oranları, Tablo 3.54'de verilmiştir. Alanlar ise; OOSB:Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, Ada Yayı Volkanitleri, Okyanus Adası Bazaltları, Kıtasal Volkanitler; Zindler ve Hart (1986); Hart vd. (1986)'ne göredir) 264
- Şekil 3.130. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde karışım modellemesini gösterir ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i - ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i diyagramı (K değerleri, Üst Manto değerinin Nd konsantrasyonu sabit alınarak hesaplanmıştır. CHUR-Nd ve CHUR-Sr: Nd ve Sr için kondritik tekdüze rezervuar. Modellemede kullanılan Sr ve Nd iz element içerikleri ile izotopik oranları, Tablo 3.53'de verilmiştir. Alanlar, Şekil 3.129'deki gibidir) 265
- Şekil 3.131. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde karışım modellemesini gösterir ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i-($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i diyagramı (K değerleri, Üst Manto değerinin hem Sr hem de Nd konsantrasyonları değişken (sabit değil) olarak kabul edilerek hesaplanmıştır. CHUR-Nd ve CHUR-Sr: Nd ve Sr için kondritik tekdüze rezervuar. Modellemede kullanılan Sr ve Nd iz element içerikleri ile izotopik oranları, Tablo 3.54'de verilmiştir, Alanlar, Şekil 3.129'deki gibidir)..... 266
- Şekil 3.132. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin zenginleşmiş bir manto kaynağından türediğini gösteren Sr-Sc/Ga diyagramı (Zenginleşmiş ve tüketilmiş kaynaklar Arculus vd. (1991)'den alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir) 271
- Şekil 3.133. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin zenginleşmiş manto kaynağındaki kalıntı granatı işaret eden Ce/Yb - Zr/Nb diyagramı (OOSB ve OAB kaynak bileşimleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir) 273
- Şekil 3.134. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin SiO_2 (%)'ye karşı Ba/Nb diyagramı (Yay Bazaltları, OAB-Okyanus Adası Bazaltı, OOSB-Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı alanları, Pearce (1982)'den alınmıştır; oklar, yitim ile ilişkili akışkanların katkısı sonucundaki kaynak değişimi ile ayırılma ve kabuk kirlenmesini göstermektedir; Ba-Nb diyagramındaki Orojenik Andezitler ve OOSB-OAB alanları, Gill (1981)'den alınmıştır; Semboller 3.78'deki gibidir) 274

- Şekil 3.135. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin Ba/Nb'a karşı La/Nb (Jahn vd., 1999)(Yay volkanitleri ve Arkeen granolitleri, Jahn ve Zhang, 1984'den; İlksel Manto, Sun ve McDonough (1989)'dan; ort. Kıtasal Kabuk, Taylor ve McLennan (1985) ve Condie (1993)'den; ort. klastik sedimanlar, Condie (1993)'den; OOSB, OAB ve Dupal-OAB, Jahn vd. (1999)'den alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 275
- Şekil 3.136. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ti (ppm)'a karşı La/Nb diyagramı. (Yitim ergiyikleri alanı, Schiano vd. (1995) ve Yogodzinski vd. (1995)'den; MORB ve OAB alanları ise, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 276
- Şekil 3.137. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce, 1983). FC (ayrışma), AFC (özümleme+ayrışma), yitim zenginleşmesi ve manto metazomatizmasını gösterir vektörler Pearce vd. (1990)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 277
- Şekil 3.138. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i karşı Dy/Yb diyagramı. Dy/Yb ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ arasındaki pozitif ilişki, izotopik olarak farklı manto kaynaklarından türeyen ergiyiklerin karışımını ifade etmektedir (semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 278
- Şekil 3.139. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ϵNd_i karşı La/Nb diyagramı. OOSB ve mantonun son üyeleri olan BSE (Toplam Silikat Yerküre), DM (Tüketilmiş Manto) ve PREMA (Ortalama Manto) bileşimleri Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır. Yiten okyanus sedimanlarından serbest bırakılan akışkan çizgisi, OAB (Okyanus Adası Bazaltı)'ları için ölçülmüş en yüksek Nd ve La/Nb oranından hesaplanmıştır (OAB, White ve Patchett, 1984). Kıtasal Kabuk alanı Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 279
- Şekil 3.140. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin üç bileşenli karışım modeline ait ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i karşı Ba/Th diyagramı (Turner vd. 1996). Alanlar, Lesser Antilles volkanitlerine ait olup, Davidson (1983 ve 1987)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)..... 280
- Şekil 4.1. Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerine ait kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının (a), Doğu Pontid Güney (b) ve Kuzey (c) Zon'u Tersiyer volkanitleri ile karşılaştırılması (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır)..... 285
- Şekil 4.2. Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin karşılaştırıldığı Orta ve Batı Anadolu, Ege ada yayı ve Doğu Pontid Güney Zonu'ndaki Tersiyer yaşlı volkanik ve plütonik kayaçların ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)'ya karşı ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) izotop diyagramı. Alanlar; Galatia, Orta ve Batı Anadolu ile Ege ada yayı volkanitleri, Briquet vd. (1986), Güleç (1991), Pamir vd. (1995)'den; Pontid Sarıçiçek ve Dölek Granitoidleri, Karlı vd. (2007)'den; DM (Tüketilmiş Manto), EMI ve EMII (Zenginleşmiş Manto I ve II) ve HIMU (μ -değeri veya ($^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$) oranı yüksek olan manto kaynağı) manto bileşimleri, Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır..... 288

- Şekil 4.3. Doğu Pontid Güney Zonu'nda yer alan, Eosen yaşlı Bayburt-Gümüşhane ve Alucra-Şiran yöreleri volkanitleri ile Eosen yaşlı Sarıçiçek ve Dölek Granitoidlerine ait $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ karşı $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop diyagramı. NHRL (Kuzey Yarımküre Referans Çizgisi; Hart, 1984); EMI ve EMII (Zenginleşmiş Manto I ve II), HIMU (μ -değeri veya (U-Th)/Pb oranı yüksek olan manto kaynağı), DM (Tüketilmiş Manto), BSE (Toplam Silikat Yerküre), PREMA (Ortalama Manto) alanları, White (1985); Zindler ve Hart (1986); Hart vd. (1992); Eosen yaşlı Bayburt-Gümüşhane ve Alucra-Şiran yörelerine ait alanlar, Arslan vd. (2007a ve b); Eosen yaşlı Sarıçiçek ve Dölek Granitoidlerine ait alanlar, Karlı vd. (2007)'den alınmıştır) 290
- Şekil 4.4. Doğu Pontidler'de kıta (Avrasya Levhası, EP)-kıta (Torid-Anatolid Platformu) çarpışması (yaklaşık 65-55 My önce) ve bunu takiben litosferik dilim kopmasına (a-b) bağlı olarak meydana gelen bölgesel gerilme rejimi sonucunda (litosferik incelleme), değişik kökenli kaynak malzemelerin (litosferik manto, astenosferik manto, alt kabuk) kısmi ergimesinden oluşan magmalardan türeyen Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin yerleşimi ve transtansiyonel karakterli havza gelişiminin (c-d) şematik modeli 294
- Ek Şekil 1. Ulubey (Ordu) Yöresinin Jeoloji Haritası ve Jeolojik Kesitleri

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Karataş Tepe Domu andezit-trakiandezitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	66
Tablo 3.2. Karataş Tepe Domu andezitine ait hornblend mineralinin mikroprob analiz sonucu	68
Tablo 3.3. Karataş Tepe Domu andezit-trakiandezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	69
Tablo 3.4. Karataş Tepe Domu andezit-trakiandezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	71
Tablo 3.5. Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	78
Tablo 3.6. Fındıklı Tepe Domu'ndaki andezitlere ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları	80
Tablo 3.7. Fındıklı Tepe Domu trakiandezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	81
Tablo 3.8. Fındıklı Tepe Domu trakiandezitlerine ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları	82
Tablo 3.9. Fındıklı Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	83
Tablo 3.10. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	90
Tablo 3.11. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları	92
Tablo 3.12. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	93
Tablo 3.13. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait biyotit mineralinin mikroprob analiz sonucu	94
Tablo 3.14. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	95
Tablo 3.15. Kalburcu Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	100
Tablo 3.16. Kalburcu Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	102
Tablo 3.17. Kalburcu Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	103

Tablo 3.18.	Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	112
Tablo 3.19.	Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları	114
Tablo 3.20.	Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	115
Tablo 3.21.	Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait biyotitin mikroprob analiz sonucu	116
Tablo 3.22.	Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	117
Tablo 3.23.	Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	123
Tablo 3.24.	Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları	125
Tablo 3.25.	Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları	127
Tablo 3.26.	Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	128
Tablo 3.27.	Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	133
Tablo 3.28.	Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	135
Tablo 3.29.	Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	137
Tablo 3.30.	Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden TDT, ATT ve TB'yi oluşturan kayalarda hesaplanan "plajiyoklas-ergiyik" jeotermobarometresi	144
Tablo 3.31.	Ulubey (Ordu) yöresindeki TDT ve ATT'nı oluşturan kayalarda hornblend-plajiyoklas jeotermometresinden hesaplanan sıcaklık(°C) değerleri	146
Tablo 3.32.	Ulubey yöresi volkanitlerinden ATT ve TB'yi oluşturan volkanitlerin içerdiği klinopiroksenlerden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları	148
Tablo 3.33.	Ulubey yöresi volkanik kayalarının SiO ₂ (%) ve P ₂ O ₅ (%) tüm kayaç analiz değerleri	149
Tablo 3.34.	Ulubey (Ordu) yöresindeki TDT ve ATT'nı oluşturan kayaların içerisindeki hornblendlerden hesaplanan jeobarometre değerleri	157
Tablo 3.35.	Ulubey yöresindeki TDT ve ATT'nı oluşturan kayaların içerisindeki hornblend minerallerinde sıcaklık değerlerine karşı hesaplanan jeobarometre değerleri	160
Tablo 3.36.	Ulubey yöresindeki ATT'nı ve Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalardaki klinopiroksenlerin Al (% atom) ve Ti (% atom) içerikleri.....	160

Tablo 3.37. Ulubey yöresi volkanitlerinden Andezit-Trakiandezit Takımı'nı ve Yeisayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalardaki bazı klinopiroksenlerden hesaplanan jeobarometre değerleri.....	161
Tablo 3.38. Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaların ana (%) ve iz (ppm) element analizleri ve CIPW normatif mineralojik (%) bileşimleri.....	170
Tablo 3.39. Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaların nadir toprak element (ppm) analizleri	174
Tablo 3.40. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerine ait ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırması ölçüm verileri. $^{40}\text{Ar}_{\text{atm}}$ = atmosferik ^{40}Ar . $^{40}\text{Ar}^*$ = radyojenik ^{40}Ar . Ca = Ca nötron karşımından üretilen. K = K-nötron karşımından üretilen. Yaş (Milyonyıl) = Steiger ve Jäger (1977) tarafından önerilen bozunma sürelerini kullanarak hesaplanan zaman. Hatalar, 1σ seviyesindedir ve J parametresinin değeri içerisindeki hatayı kapsamazlar. McMaster reaktöründeki nötron ışınlanması tarafından üretilen girişim yapan izotoplar için düzeltme faktörleri $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 7.06 \times 10^{-4}$, $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 2.79 \times 10^{-4}$, $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 2.97 \times 10^{-2}$ dir.....	191
Tablo 3.41. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların SiO_2 (%), Rb (ppm), Sr (ppm), $1/\text{Sr} \times 10^3$ (ppm-1), Sm (ppm) ve Nd (ppm) içerikleri ve ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş, Rb-Sr ve Sm-Nd izotopik verileri	199
Tablo 3.42. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin jeokimyasal modellemesinde kullanılan Koçevyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'na ait ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri ile CIPW normatif mineralojik bileşimleri (analiz değerleri, Temizel (2002)'den alınmıştır).....	224
Tablo 3.43. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin jeokimyasal modellemesinde kullanılan Koçavyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'nın içerdiği olivin, klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları (analiz değerleri, Temizel (2002)'den alınmıştır)	225
Tablo 3.44. Ulubey (Ordu) yöresi ilksel bazik volkanik kayaları temsil eden, Koçevyanı Bazaltı için uygulanan modal olmayan Rayleigh Kısmi Ergime modellemesi (granat-lerzolit kaynağının değişik derecelerdeki kısmi ergimeye uğratılmasıyla oluşturulan ergiyiğin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları)	226
Tablo 3.45. Ulubey (Ordu) yöresi bazik, ortaç ve asidik bileşimli volkanik kayalarda, FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002) yardımıyla belirlenen minerallerin ayrışma yönlerinin hesaplanmasında kullanılan ayrışma katsayıları ve C_0 değerleri	229
Tablo 3.46. Ulubey (Ordu) yöresi bazik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayrışma yönlerini belirlemek için hesaplanan C_L değerleri (FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002)'nda kullanılan ayrışma katsayıları, Keskin vd. (1998)'den alınmıştır).....	231
Tablo 3.47. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayrışma yönlerini belirlemek için hesaplanan C_L değerleri (FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002)'nda kullanılan ayrışma katsayıları, Keskin vd. (1998)'den alınmıştır).....	235

Tablo 3.48. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde ayırılmanın XLFRAC programıyla (Stormer ve Nicholls, 1978) modellenmesi	245
Tablo 3.49. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde AFC modellenmesi ve C_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan minerallere ait ayırılma katsayıları ile C_o ve C_A değerleri	249
Tablo 3.50. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde AFC modellenmesiyle hesaplanan C_L değerleri	254
Tablo 3.51. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin izotopik ve iz element oranlarına göre yapılan AFC modellenmesinde, IC_L ve C_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan toplam ayırılma katsayıları (D) ile IC_o , IC_A ve X_A bileşimsel değerleri	256
Tablo 3.52. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin izotopik bileşimlerinden yararlanılarak yapılan AFC modellenmesinde, IC_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan toplam ayırılma katsayıları (D) ile IC_o , IC_A , X_o ve X_A bileşimsel değerleri	258
Tablo 3.53. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde, izotopik AFC modellenmesiyle hesaplanan ($r=2$ için; D_1 , D_2 , D_3 , D_4 ve D_5 'e göre) Sr ve Nd izotoplarına ait IC_L değerleri	260
Tablo 3.54. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin magma karışımı modellenmesinde kullanılan ÜM, ÜKK, AKK-OKK ve YS'ye ait bileşimsel değerler	263
Tablo 3.55. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin karışım modellenmesinde, Sr sabit iken hesaplanan $R_{karışım}$ değerleri	267
Tablo 3.56. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin karışım modellenmesinde, Nd sabit iken hesaplanan $R_{karışım}$ değerleri	268
Tablo 3.57. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin karışım modellenmesinde, hem Sr hem de Nd sabit değil iken (değişken) hesaplanan $R_{karışım}$ değerleri	269
Tablo 4.1. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin mineral kimyalarından yararlanılarak hesaplanan jeotermobarometre sonuçları	283
Ek Tablo 1. Ulubey (Ordu) yöresinde gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında, mineral kimyası, tüm-kayaç jeokimyası ve izotopik amaçlı alınan örneklerin örnek alım noktalarının jeolojik haritadaki koordinatları (TB: Trakibazalt ve piroklastitleri, TDT: Trakidasit-Dasit Takımı, TTRT: Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı, ATT: Andezit-Trakiandezit Takımı, BD: Bazalt daykısı; ÜKET: Üst Kretase-Eosen tortul kayaçları, ÜKAB: Üst Kretase Andezit-Bazalt ve piroklastitleri, ÜKT: Üst Kretase tortul kayaçları, ÜKDR: Üst Kretase Dasit-Riyodasit ve piroklastitleri)	322
Ek Tablo 2. Ulubey volkanitlerinin gelişiminde etkili olan ayırılmanın kütle dengesi karışım hesaplamalarını (Stormer ve Nicholls, 1978) kullanarak test edilmesi	327

SEMBOLLER DİZİNİ

Ab	: Albit
AFC	: Asimilasyon ile eş zamanlı gelişen ayrımlaşma
Al ^[IV]	: Tetrahedral koordinasyonlu alüminyum
Al ^[T]	: Toplam (tetrahedral ve oktahedral koordinasyonlu) alüminyum
Al ^[VI]	: Oktahedral koordinasyonlu alüminyum
Amf	: Amfibol
An	: Anortit
ANTE	: Ağır Nadir Toprak Elementler
Ap	: Apatit
ATT	: Andezit-Trakiandezit Takımı
Bi	: Biyotit
BİLE	: Büyük İyon Yarıçaplı Litofil Elementler
BSE	: Toplam Silikat Yerküre
CHUR	: Kondritik tekdüze rezervuar
DM	: Tüketilmiş Manto
En	: Enstatit
E-OOSB	: Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
F	: Kısmi ergime miktarı veya AFC modellemesindeki artık eriyik fraksiyonu
FC	: Ayrımlaşma
Fs	: Ferrosilit
Hbl	: Hornblend
Hem	: Hematit
HIMU	: μ -değeri veya ($^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$) oranı yüksek olan manto kaynağı
HNTE	: Hafif Nadir Toprak Elementler
ICP-AES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometri
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometri
İlm	: İlmenit
Kbar	: Kilobar cinsinden basınç
Kd	: Ayrımlanma katsayısı
Kl	: Klorit

Km	: Kilometre cinsinden uzunluk
Kpir	: Klinopiroksen
Ku	: Kuvars
M	: Metre cinsinden uzunluk
Mgt	: Magnetit
MM	: Manto Metasomatizması
N-OOSB	: Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
NTE	: Nadir Toprak Elementler
OAB	: Okyanus Adası Bazaltı
ONTE	: Orta(ç) Nadir Toprak Elementler
OOSB	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
Op	: Opak mineral
P	: Basınç (kbar cinsinden)
Pl	: Plajiyoklas
PREMA	: Ortalama Manto
r	: Asimilasyonun ayrılaşmaya oranı
Sa	: Sanidin
Si ^[4]	: Tetrahedral koordinasyonlu silisyum
T	: Sıcaklık (°C cinsinden)
TAS	: Toplam alkali-SiO ₂
TDT	: Trakidasit-Dasit Takımı
TTRT	: Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı
Usp	: Ulvospinel
Wo	: Vollastonit
XRF	: X-Işınları Floresans
YÇAE	: Yüksek Çekim Alanlı Elementler
YZM	: Yitim Zonu Metasomatizması
Mg#	: Magnezyum numarası
εNd	: Nd izotopik bileşiminin bir manto rezervuarına göre oranı
εSr	: Sr izotopik bileşiminin bir manto rezervuarına göre oranı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışma, Doğu Pontidler'deki Tersiyer volkanizmasının gelişiminde yitim, kabuk ve kaynak zenginleşmesinin rolünü ortaya koymak amacıyla, Ordu İli Ulubey İlçesi çevresinde yüzeylenen ve farklı mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklere sahip, Tersiyer yaşlı volkanik kayalar konu almaktadır. Çalışmanın esas konusunu oluşturan ve inceleme alanında volkanik dom ve lav akıntısı şeklinde yüzeyleme veren volkanitlere yer yer Üst Kretase-Eosen zaman aralığında gelişmiş tortul kayalar eşlik etmektedir.

Bu kapsamda, Ordu İli Ulubey İlçesi ve çevresinde yüzeylenen Tersiyer volkanitlerini konu alan bu çalışmanın, bundan sonra yapılacak olan araştırmalara ve çalışmalara ışık tutması düşünülmektedir.

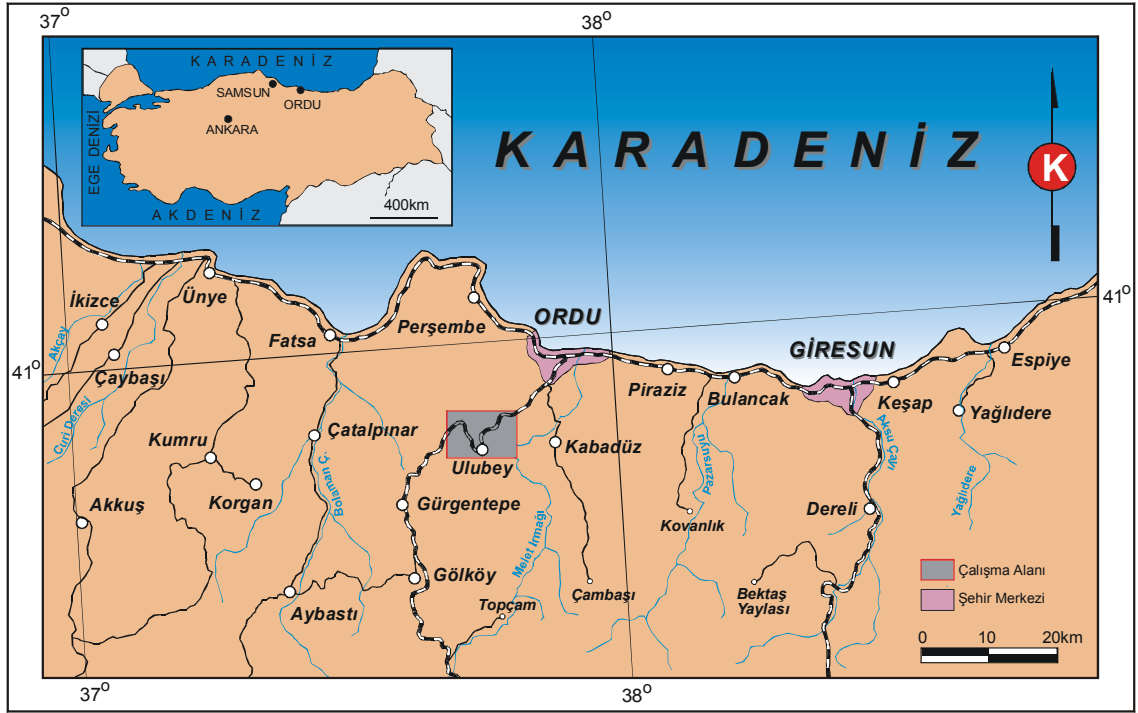
1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

Çalışma alanı Orta Karadeniz Bölgesi, Ordu İli Ulubey İlçesi ve çevresinde yer almaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanına ulaşım, Ordu İl merkezinden yaklaşık 25 km'lik asfalt yoldan sağlanmaktadır. Ulubey ve çevresinde, asfalt yolların yanı sıra mahalleleri birbirine bağlayan stabilize yollar da mevcuttur. İnceleme alanı, 1/25000 ölçekli Giresun G39a2, a3, b1 ve b4 paftaları içinde yer almakta olup, yaklaşık 80 km²'lik bir alan kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Bölgede, Ulubey İlçesi dışında dağınık bir yerleşime sahip, birçok köy ve mahalle mevcuttur. Bunların başlıcaları, Yeniseyaca, Akyazı, Çöllen, Camıyanı, Kıran, Camıyanı, Belendüzü, Güllübel, Muratlı, Öteköy, Ilıcak, Tepedibi, Kumrulu, Arındibi, Tepecik, Ulubeykıranı, Topçuoğulları, Bayramgazi, Yağmur, Ağcaoğulları, Kıranköy, Cıvil ve Dedeli Mahalleleridir.

Çalışma alanının güney kesimleri Kuzey Anadolu dağlarının orta bölümlerinin bir uzantısıdır. İnceleme alanı ve çevresi doğu ve batı Karadeniz bölgesindeki dağlara oranla çok daha alçak olan Canik dağlarının kuzey kesimlerinde yer almaktadır. Bu kesimlerde

yükseklikler 1000 metreyi geçmeyen basık, yuvarlak ve dar sırtlar biçimindedir. Bölgede önemli yükseltiler; Ağı boğazı Tepe (960 m), Kalburcu Tepe (700 m), Fındıklı Tepe (680 m), Karataş Tepe (670 m), Kale Tepe (595 m), Işık Tepe (570 m), Güzelyurt Tepe (683 m), Elekçioğlu Tepe (530 m), Çatal Tepe (525 m), Ziyaret Tepe (520 m), Eymir Tepe (488 m), Ak Tepe (480 m) ve Hacet Tepe (476 m)'dir. En önemli akarsuyu ise çalışma alanının güneydoğusunda yer alan Melet Irmağı'dır.



Şekil 1.1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası

Çalışma alanı ve çevresinde kışlar ılık, yazlar sıcak ve nemli olup bütün mevsimler yağışlıdır. Ordu İl merkezindeki meteoroloji istasyonunun ölçümlerine göre en soğuk ay, ortalama 6.6 °C ile Ocak , en sıcak ay ise ortalama 21.8 °C ile Temmuz'dur. En fazla yağış, ortalama 132.9 mm ile Aralık ayında, en az yağış ortalama 54.4 mm ile Mayıs ayında görülmektedir. Özellikle kıyı kesimlerinden doğuya doğru gidildikçe yağışlar artar. Bölge bitki örtüsü bakımından oldukça zengindir.

İnceleme alanında ormanlık kısımlar ile bölge halkının geçimini sağlayan fındık ağaçları oldukça yaygındır. Yüksek kesimlerde meşe, gürgen, kayın gibi yayvan yapraklı ağaçlar bulunmaktadır.

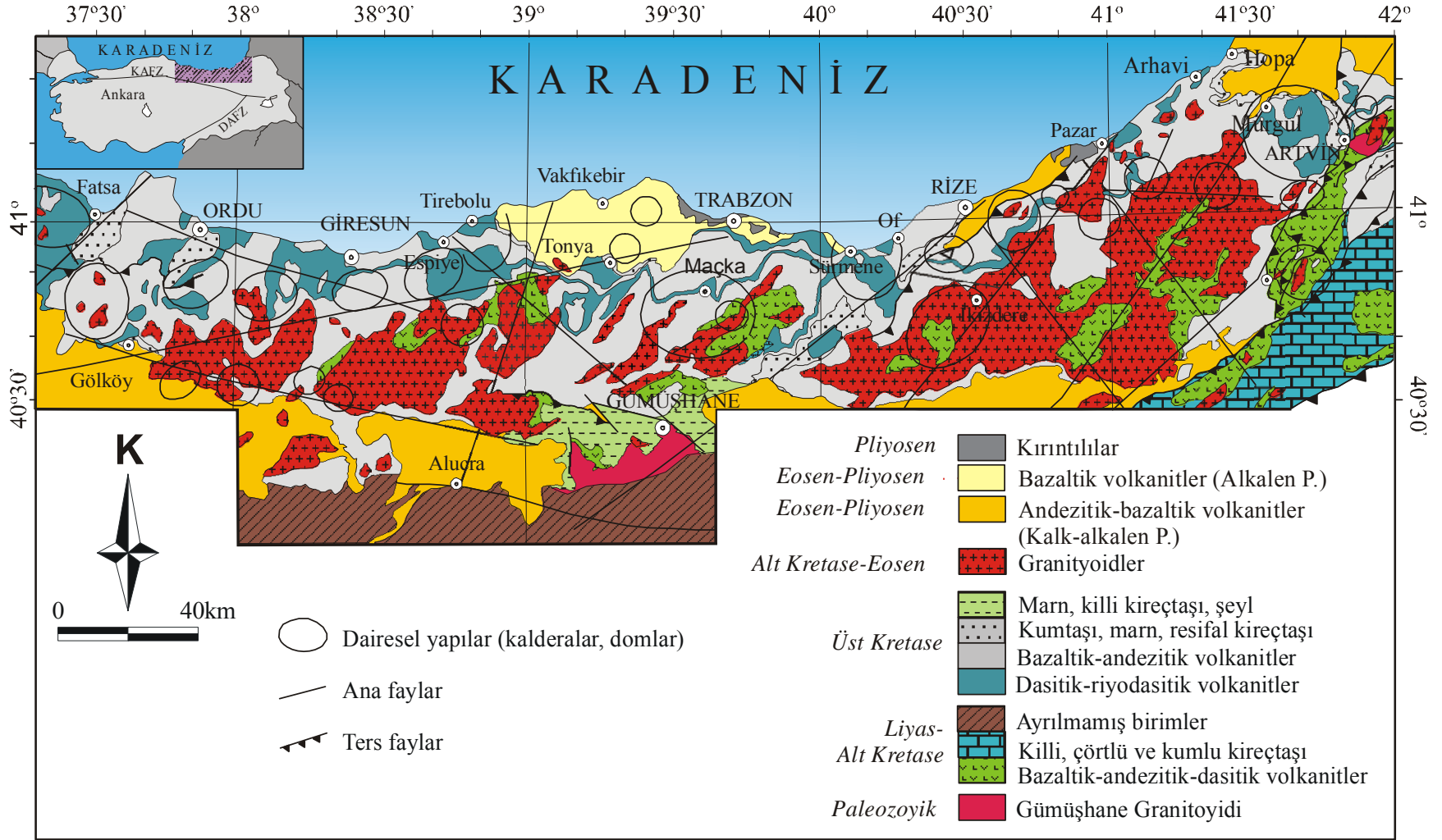
1.3. Bölgesel Jeoloji

Pontidler, Samsun'un batısında ve doğusunda, Batı Pontidler ve Doğu Pontidler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Özsayar vd., 1981). Doğu Pontidler, birçok araştırmacı tarafından bölgesel ve litolojik farklılıklar, magmatik, tektonik ve sedimantolojik değişikliklere göre farklı zonlara ayrılmıştır (Arslan vd., 1997; Şen vd., 1998; Arslan vd., 2002; Şen, 2007). Doğu Pontidler, ilk olarak Özsayar vd. (1981) tarafından yaklaşık olarak Ardanoç-İspir-Kemaliye-Reşadiye sınırı ile "Kuzey" ve "Güney" olmak üzere iki zona ayrılmıştır. Bektaş vd. (1995) ise Doğu Pontidler'i "Kuzey Zon", "Eksen Zonu" ve "Güney Zon" olmak üzere üç zona ayırmaktadır. Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda magmatik ve volkano-tortul kayalar egemen iken, Güney Zonu'nda ise tortul kayalar egemen olarak bulunmaktadır (Şekil 1.2).

Doğu Pontid'lerde temel Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar ve bunları kesen granitoidlerden oluşmaktadır (Çoğulu, 1970). Mikaşistler, kloritşistler, kalkşistler, mermerler, metagabrolar ve metabazaltlardan oluşan Paleozoyik temel, Korkmaz ve Baki (1984) tarafından Pulur Masifi olarak adlandırılmıştır. Bu metamorfik seriyi üstleyen en yaşlı birim Permo-Karbonifer yaşlı olması nedeniyle metamorfitlerin yaşı Permo-Karbonifer öncesi olarak kabul edilmektedir (Ağar, 1977; Korkmaz ve Baki, 1984). Ayrıca Paleozoyik yaşlı metamorfikleri kesen Gümüşhane Granitoidi içerisinde görülen büyük boyutlardaki şist anklavları bunların metamorfitlerden daha genç olduğunu kanıtlamaktadır (Gürsoy vd., 1983; Topuz vd., 2001; Topuz, 2002).

Metamorfik temel üzerine uyumsuzlukla volkano-tortul kayalardan oluşan Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu gelmektedir. Birim, genellikle yeşilimsi gri renkli bazalt ve piroklastitlerinden oluşmaktadır. Bazalt ve piroklastitleri arasında kalınlığı fazla olmayan (3-5m) kırmızı-bordo renkli kireçtaşı ve kumtaşı seviyeleri bulunmaktadır (Güven vd., 1993). Aynı birim Eren (1983) tarafından Zimonköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Hamurkesen Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu gelmektedir (Pelin, 1977). Kuzey Zon'da masif yapıda ve resifal karakterde görülen kireçtaşları, Güney Zon'da daha derin denizel bir ortama işaret eden orta tabakalı bir yapıya sahiptir (Güven vd., 1993).



Şekil 1.2. Doğu Pontidler'deki volkanik ve sedimanter kayaçlar ile bunları kesen sokulumların yayılımını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Güven, 1993'ten değiştirilerek)

Berdiga Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak Senoniyen (Santoniyen-Kampaniyen) yaşlı bazalt, andezit ve piroklastitleri ile kumtaşı, kireçtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn, tüfit ara seviyelerinden oluşan Mesudiye Formasyonu gelmektedir (Keskin vd., 1998). Bu birim ilk kez Tokel (1972) tarafından Kermutdere Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Aynı birim Güven (1993) tarafından, Mescitli Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Kampaniyen sonuna doğru oluşan trakiandezit, andezit ve piroklastitleri (yer yer dasit, riyodasit), tuf-breş ve bentonitten oluşan birim Tirebolu Formasyonu adıyla tanımlanmıştır (Keskin vd., 1998) ve Kaçkar Granitoyidi-I tarafından kesilmektedir.

Tirebolu Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, tüfit, marn, silttaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşan Maestrichtiyen-Paleosen (Tanesiyen) yaşlı Akveren Formasyonu gelmektedir. Akveren Formasyonu üye mertebesinde ayırtlanmış ve Tekkiraz Üyesi, Kaleköy Üyesi ve Kozmandağı Kireçtaşı Üyesi olarak isimlendirilmiştir. Kozmandağı Kireçtaşı Üyesi, Akveren Formasyonu'nun en üst seviyesini oluşturmaktadır ve masif kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve algli kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Keskin vd.,1998).

Bu birimlerin üzerine açısız uyumsuzlukla kumtaşı, kumlu kireçtaşı, çamurtaşı silttaşı, marn ardalanması ile yer yer çakıltaşı ara seviyeleri içeren Alt-Orta Eosen (İpreziyen-Alt Lütesiyen) yaşlı Kumru Formasyonu gelmektedir (Keskin vd., 1998).

Kumru Formasyonu'nun üzerine andezit, bazalt ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı marn ve çakıltaşı ara seviyelerinden oluşan Orta-Üst Eosen (Üst Lütesiyen-Priyaboniyen) yaşlı Tekkeköy Formasyonu gelmektedir (Keskin vd., 1998). İnceleme alanının batısında yeralan ve Temizel (2002) tarafından üye mertebesinde ayırtlanan Tekkeköy Formasyonu; kumtaşı, silttaşı, kumlu kireçtaşı, marn, çakıltaşı ve yer yer tüfit ve konglomeralardan oluşan Çaybaşı Üyesi; breş, aglomera ve tüflerden oluşan Kale Üyesi; camsı yapı gösteren andezitlerden oluşan Kurttaşlı Tepe Andeziti; prizmatik debili andezitlerden oluşan İkizce Andeziti ve porfirik andezitlerden oluşan Teknecik Andezit Porfiri'nden ibarettir.

Eosen yaşlı Kumru ve Tekkeköy Formasyonları, Eren (1983) tarafından Alibaba Formasyonu olarak adlanmıştır. Formasyon ilk kez Tokel (1972) tarafından tanımlanmıştır ve kumlu kireçtaşı, aglomera, hornblendli andezit ve tüfit arakatkısı içeren yastık lav yapısı gösteren andezit ve aglomeralardan oluşmaktadır (Eren, 1983). Kaçkar Granitoyidi II tarafından kesilen birim Güven (1993) tarafından Kabaköy Formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Tekkeköy Formasyonu'nun üzerine uyumsuzlukla gelen Canik Volkanitleri Miyosen-Pliyosen yaşlıdır (Keskin vd., 1998). Aynı birim, Güven (1993) tarafından Pliyosen yaşlı bazalt ve piroklastitlerinden oluşan Bülbülen Yayla Volkanitleri şeklinde tanımlamıştır.

Kuvaterner yaşlı traverten, taraça ve alüvyondan oluşan birimlerle istifi uyumsuz olarak örtmektedir.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını kapsayan bölgede genel jeoloji, mineraloji-petrografi ve maden yatakları-jeokimya amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar daha çok, Doğu Pontidler'in Güney Zonu'ndaki Mesozoyik ve Senozoyik volkanitlerinin ve sokulum kayalarının tektonik ortamlarını, jeokimyasal ve kökensele özelliklerini açıklamaya yönelik olup, kronolojik olarak kısaca aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Göksu (1974), 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Samsun paftasını derlemiştir. Ordu yöresindeki Eosen yaşlı birimlerin daha yaşlı birimlerin üzerine transgressif olarak geldiğini, bölgede faylarla kırılmış Germano tip bir yapının etken olduğunu ve bu eski fayların ise magmatitlerin çıkış yollarını oluşturduğunu belirtmiştir.

Tokel (1977), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Tersiyer volkanizmasını incelemiş ve bunların kalko-alkalen sınıfın kalsik ucunda yer aldığını, silisyuma doymuş ve genellikle Al_2O_3 bakımından zengin olduğunu belirtmiştir.

Terlemez ve Yılmaz (1980), Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan bölgede yaptıkları incelemede, yörede Orta Jura - Pliyosen yaş aralığında ve çeşitli fasiyeslerde kayaların yüzelediğini, istifin temelini Jura-Alt Kretase Zinav kireçtaşlarının oluşturduğunu, bunun üzerine açısız uyumsuzlukla tüfit, andezit, aglomera, kireçtaşı ve kumtaşı ardalanmasının oturduğunu; bu birimin dasit ve siyenitlerle kesildiğini, daha üstte, kuzeyde tüfit-killi kireçtaşı ardalanması, güneyde ise kumlu kireçtaşı ardalanması bulunduğunu ve bu iki dizinin daha genç birimler altında yanal geçişli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Paleosen yaşlı tüfit, aglomera ve kömür ara katkılı kireçtaşı ve kumtaşı ardalanması, Maestrichtiyen yaşlı birimlerin devamı şeklinde çökeldiğini, bunların üzerine açısız uyumsuzlukla bazı yerlerde kireçtaşı, bazı yerlerde ise bazaltın geldiğini belirtmektedirler. Bu birimin üzerine Eosen yaşlı aglomera ile andezit ve aglomera arakatlı kumtaşı istifinin geldiğini, Miyosen-Pliyosen devresinde ise çeşitli bazalt oluşumlarının geliştiğini ve bu birimlerin alüvyonlarla örtüldüğünü vurgulamaktadırlar.

Özbeşikçi vd. (1981), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin manganez cevherleşmesi potansiyelini ortaya koymak amacıyla yaptıkları incelemelerde, Ordu yöresinde andezitik bir volkanizma ve piroklastitlerinden bahsetmiştir. Daha sonra riyolit, dasit volkanizması ile piroklastitlerinin oluşturdukları istifini tanımlamıştır. Deniz altında devam eden volkanizmanın kireçtaşı, marn, kumtaşı ve kiltası istifinde arakatki olarak bulunduğunu; yine sığ denizel ortam koşullarında çökelmiş sedimanter arakatki volkanik serilerin genç intrüziyonlarla kesildiğini belirtmişlerdir.

Er vd. (1985), Ulubey-Sayacaköy (Ordu) illit sahasının ayrıntılı etüdünü yapmışlardır. İllit oluşumlarının ana kayacının dasitik tuf ve breşler olduğunu ve illitlerin oluşumunu sağlayan hidrotermal çözeltinin intrüziyon nitelikli genç dasit veya intrüziyon siyenit kütlelerinden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca sahadaki illitin endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Bektaş vd. (1987), Liyas volkanizmasını doğu Karadeniz Volkanik Yayı'nı enine kesen bir profil boyunca petrokimyasal yönden irdelemiş ve volkanitlerin K ve Ti içeriklerinin güneye doğru arttığını ortaya koymuşlardır. Bu artışın güneye doğru dalan bir okyanusal litosferden kaynaklandığını ve sonucunda, Doğu Pontidler'in kuzeyinde toleyitik, güneyine doğru kalk-alkali ve alkali özellikte volkanik kayaçların oluştuğunu söylemişlerdir.

Çınar vd. (1987), Ulubey-Perşembe-Fatsa Ordu yörelerinin jeolojisine ve cevherleşmelerine yönelik olarak yapmış oldukları çalışmada, Üst Kretase-Eosen aralığında değişen yaşlarda intrüziyon, volkanik ve tortul birimler ayırtlamışlardır. Ayrıca ekonomik olabileceği düşünülen bakır, kurşun, çinko cevherleşmeleri ile seramik ve kâğıt sanayisinde kullanılacak kil yatakları (illit) tespit etmişlerdir. Bu çalışmacılara göre yöredeki volkanizma ve sedimantasyon ardışıklı olup, Üst Kretase-Eosen zaman aralığında gelişmiştir. Volkanizma andezit, bazalt ve dasit karakterlidir. Volkanik ve tortul kayaçların Geç Kretase ve Tersiyer yaşlı genç intrüziyonlar tarafından kesildiğini belirtmişlerdir.

Çınar vd. (1988), Ordu İli güney yöresinin maden potansiyelini araştırmak amacıyla 1/25000 ölçekli 11 paftayı içeren yaklaşık 1350 km² lik alanın jeolojik etüdüyle, 450 km² lik bir alanın genel jeokimyasal etüdünü yapmışlardır. Çalışmacılar, yörede ekonomik olabilecek Cu-Pb-Zn, Sb ve Mn cevherleşmeleriyle, kil yataklarını belirlemişlerdir. Bu çalışmacılara göre bölgede volkanizma ve sedimantasyon ardışıklı olup, Üst Kretase-Eosen zaman aralığında gelişmiş volkanizma andezit, bazalt ve dasit karakterli olup, lav akıntıları, tüfler ve aglomeralar şeklindedir. Volkanik ve tortul kayaçlar Üst Kretase ve Tersiyer yaşlı genç intrüziyonlar tarafından kesilmektedir.

Çınar vd. (1989), Ordu ili Kumru, Korgan-Aybastı, Akkuş civarında maden jeolojisi amaçlı yaptıkları 1/25000 ölçekli harita çalışmalarında yörede denizaltı volkanizmasının etkili olduğunu, bazik volkanik kayaların yanı sıra tortul birimler ve bunları kesen genç intrüzifleri tespit etmişlerdir. Litolojik birimlerin Üst Kretase ile Eosen arasında değiştiğini, magmatik ve tektonik faaliyetlerin oluşumunda Alt ve Orta Alpin orojenik fazların etkili olduğunu, Paleosen ile Alt Eosen arasında belirlenen uyumsuzluğun Laramik fazına karşılık geldiğini söylemişlerdir. İnceleme alanında başlıca Cu, Pb, Zn cevherleşmeleri, bentonit, kömür ve asfalt oluşukları belirlemişlerdir. Polimetalik cevherleşmelerin Üst Kretase yaşlı andezitik kayaçlar içerisinde hidrotermal damar şeklinde, bentonitlerin ise trakiandezitlerin hidrotermal alterasyonu sonucunda oluştuklarını belirtmişlerdir.

Güner vd. (1989), Ordu-Gölköy yöresinde yapmış oldukları çalışmada en yaşlı birimin Geç Kretase yaşlı andezit, bazalt ve piroklastitleri olduğunu ve bu birimin siyenitik sokulumlar tarafından kesildiğini ve trakiandezit ve piroklastitleri tarafından uyumlu olarak üstlendiğini belirlemişlerdir. Trakiandezitlerin üzerine uyumlu olarak çok iyi tabakalanma gösteren Geç Kretase yaşlı tortul serinin geldiğini ve Paleosen yaşlı tortul serinin ise birimi transgresif olarak örttüğünü ifade etmişlerdir. Paleosen üzerine taban konglomerası ile Eosen yaşlı kalın kumlu kireçtaşlan ve andezit, bazalt ve piroklastitlerinin geldiğini ortaya koymuşlardır. Eosen yaşlı volkanitlerin ise özellikle Gölköy'ün güneydoğusunda monzonitik intrüzifler tarafından kesildiğini belirtmişlerdir.

Akıncı vd. (1991), Doğu Pontidler'in Kuzey Zonu'ndaki Mesozoyik yaşlı volkanitlerin hidrotermal alterasyondan etkilenmiş ada yayı toleyitleri olduklarını ve üst mantodan türeyen magmalardan itibaren oluştuklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, Sr izotop oranlarına ve yüksek Ba içeriklerine dayanarak, hidrotermal alterasyona neden olan sıvıların deniz suyu ile ilişkili olabileceklerini belirtmişlerdir.

Çamur vd. (1996), Kuzey Zon'daki volkanik kayaçları oluştukları zaman dilimine göre; Jura Volkanik Devri, Üst Kretase Alt Volkanik Devri, Üst Kretase Üst Volkanik Devri ve Tersiyer Volkanik Devri şeklinde dört ana volkanik devire ayırmıştır. Bu çalışmaya göre, Jura volkanitleri yay gerisi ve zenginleşmiş okyanus ortası bazaltı özellikleri taşır ve kabuktan etkilenmemiştir. Buna karşın, Üst Kretase volkanik kayaçları toleyitik ve kalk-alkali, Tersiyer volkanitleri ise şoşonitik özellikte olup, zenginleşmiş okyanus ortası bazaltlarına benzer bir magmadan türemişlerdir.

Arslan vd. (1997), “Doğu Pontid Volkanik Kayaçlarının Jeokimyası ve Petrojenezi” adlı çalışmada, Doğu Pontidler’i Liyas, Üst Kretase ve Eosen’de olmak üzere üç ana volkanik evreye ayırmışlardır. Her bir evreyi jeokimyasal ve petrolojik olarak ayrı ayrı incelemişler ve birbiriyle karşılaştırmalarını yapmışlardır. Liyas volkanizmasının ekstansiyonel rejim altında riftleşmeye bağlı olarak, Üst Kretase volkanizmasının yitim sonucu, Eosen volkanizmasının ise yitim sonunda alt kabuk ve/veya üst mantodan kısmi ergime sonucu oluştuklarını belirtmişlerdir. Tüm bu jeokimyasal ve petrolojik verilerin Doğu Pontid volkanik kayaçlarının ada yayında oluştuklarına işaret ettiklerini vurgulamışlardır.

Keskin vd. (1998), “Ünye-Fatsa-Korgan (Ordu) Dolayının Jeolojisi” isimli çalışmada, yörede yüzeylenen kayaçları üye mertebesinde ayırtlamışlar ve potansiyel cevherleşmeler açısından incelemişlerdir. İnceleme alanının tabanını Senoniyen (Santoniyen-Kampaniyen) yaşlı bazalt, andezit ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn, tüffit ara seviyelerinden oluşan Mesudiye Formasyonu’nun oluşturduğunu; bu formasyonun üzerine uyumlu olarak kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, tüffit, marn, silttaşı, kumtaşı ardalanmasından oluşan Maestrichtiyen-Paleosen (Tanesiyen) yaşlı Akveren Formasyonu’nun geldiğini belirtmişlerdir. Akveren Formasyonu’nu da üyelere ayırarak, alttan üste doğru Tekkiraz Üyesi, Kaleköy Üyesi ve Kozmandağı Kireçtaşı olarak tanımlamışlardır. Bu formasyonun üzerine açısız uyumsuzlukla kumtaşı, kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, silttaşı, marn ardalanması ile yer yer çakıltası ara seviyeleri içeren Alt-Orta Eosen (İpreziyen-Alt Lütasiyen) yaşlı Kumru Formasyonu’nun geldiğini, bu formasyonun üzerine andezit, bazalt ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, marn ve çakıltası ara seviyelerinden oluşan Orta-Üst Eosen yaşlı Tekkeköy Formasyonu’nun geldiğini vurgulamışlardır. Ayrıca Kümbet mikrodiyorit ve andeziti ile İkizce andezitinin Tersiyer yaşlı volkanitler olduklarını ifade etmişlerdir. Tekkeköy Formasyonu’nun üzerine açısız uyumsuzlukla bazalt, tuf ve andezitlerde oluşan Miyo-Pliyosen yaşlı Canik Volkanitleri’nin geldiğini ve tüm bu birimlerin Kuvaterner yaşlı taraça ve alüvyonlarla örtüldüğünü belirtmişlerdir.

Şen vd. (1998), “Doğu Pontid Alkalin Volkanik Provensi” adlı çalışmada, yöredeki alkalin volkanitlerin Senozoyik döneminde gelişen volkanik faaliyetler sonucunda oluştuğunu, petrografik ve jeokimyasal verilere göre bu alkalin kayaçların iki farklı gruba (Tonya grubu ve Trabzon grubu) ayrılabilceğini belirtmişlerdir. Petrografik olarak, her iki grubun alkali bazalt, tefrit, fonolitik tefrit, bazanit, nefelinit, nefelin latit ve bunların

piroklastik kayaçlarını içerdiğini söylemişlerdir. Jeokimyasal verilerin, Tonya grubu örneklerinin Trabzon grubu örneklerine göre daha yüksek MgO ve Ni, daha düşük hafif nadir toprak element (HNTE) içeriklerine ve büyük iyon yarıçaplı litofil element (BİLE) / aşırı duraylı element (ADE) oranlarına sahip olduklarını vurgulamışlardır. İlk bulguların bu iki kayacın, metazomatizmaya uğramış bir manto kaynağından türeyen ve sığ derinlikte farklılaşmaya uğrayan birincil bir magma ile ilişkili olabileceğini söylemişlerdir.

Aliyazıcıoğlu (1999), “Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelenmesi ” adlı çalışmada; Kale Formasyonu’nu oluşturan mikritik kireçtaşlarında ve aglomeralar içerisindeki mikritik kireçtaşı çakıllarında Paleosen mikrofosilleri bulunduğunu ve bu nedenle volkanizmanın Paleosen döneminde başlayıp Eosen’de etkili bir şekilde devam ettiğini belirtmiştir. Ayrıca petrografik ve jeokimyasal incelemeler sonucunda volkanitlerin bazik bileşimli bir ana magmadan hornblend-ojit kontrollü fraksiyonel kristallenme, kontaminasyon ve magma karışımı olayları sonucu oluştuğunu ileri sürmüştür. Volkanitlerin ana magmasının zenginleşmiş bir ana kaynaktan muhtemelen metazomatizmaya uğramış bir manto kaynağından türemiş olduğunu ve yöredeki volkanizmanın ekstansiyonel rejimdeki bir tortulaşma havzasında önce patlamalı (aglomera ve tüfleri oluşturan) olarak, daha sonra da bunu takip eden lav erüpsiyonu (andezitik kayaçları oluşturan) şeklinde geliştiğini vurgulamıştır.

Bektaş vd. (1999), Doğu Karadeniz Bölgesi’nin Kuzey Zonu’ndaki Üst Kretase yaşlı volkanitlerin, bimodal (toleyitik-kalkalkali) özellikte ada yayı kayaçları olduğunu ve Güney Zon’daki Üst Kretase yaşlı kayaçlarına göre daha erken bir zamanda oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu veriyi yitim zonu üzerinde oluşan Geç Kretase volkanizmasının güneye doğru göç ettiği şeklinde yorumlamışlardır.

Arslan vd. (2000a), Doğu Karadeniz Bölgesi’nin kuzeyindeki Tersiyer volkanitlerinin petrolojisi ve petrojenezi üzerine yaptıkları çalışmada, birbiriyle ilişkili iki farklı volkanik kayaç grubunun var olduğunu ve bu kayaçların kökenleri üzerinde iki farklı görüş olabileceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla; söz konusu volkanitlerin ya heterojen bir manto kaynağından türemiş olabileceklerini ya da aynı kaynağın farklı kısmî ergime dereceleriyle oluşabileceklerini ifade etmiştir. Ayrıca yazarlar, manto kaynağının tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltlarına (N-OOSB) göre zenginleşmiş bir kaynak olduğunu ve bu zenginleşmenin muhtemelen Kretase sürecindeki yitime bağlı olarak geliştiğini söylemektedirler.

Barbieri vd. (2000), özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuzey Zonu'ndaki Senozoyik yaşlı volkanitlerin K-Ar radyometrik yaşlarını ve Sr izotop oranlarını tayin etmişlerdir. Elde edilen çoğu kayaç yaşlarının özellikle 26 My etrafında kümелendiğini belirten yazarlar bu olayı, Doğu Pontidler'deki magmatik aktivitenin son aşamasıyla ilişkili olan hidrotermal alterasyonun neden olduğu Ar kaybına bağlarlar. Ancak Trabzon güneyinden alınan silise doymamış alkali örneğin 26.5-27 My yaşında olmasını, yöredeki Senozoyik volkanitlerinin en son ürünü olarak yorumlamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, söz konusu kayaçların Sr izotop oranlarının alterasyondan etkilenmediklerini ve bu oranların 0.70415 ile 0.70696 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Şen (2000), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Eosen sonrası kayaçlar içerisinde ilk olarak "ultramafik nodüllerin" varlığını keşfetmiş ve bunların mineralojisini ve kimyasını incelemiştir. Söz konusu bu nodüllerin manto kalıntısı olmadığını, ancak nodüllerin magmanın değişik derinliklerinde kristallenen mineral birikimleri olduğunu ortaya koymuştur.

Yaylalı (2000), Akoluk (Ulubey-Ordu)'da bulunan Geç Kkretase yaşlı kristal litik feslik tüfler içerisinde gelişen K45-50D ve K55-60B doğrultulu iki ana kırık sistemi boyunca yükselen hidrotermal eriyiklerin oluşturduğu cevherleşmeyi incelemiştir. Cevherleşmenin genellikle silisleşmeye bağlı olarak geliştiği ve yan kayaçtan damara doğru gidildiğinde simektit-karbonat-albit-serizit ve simektit-serizit-barit-albit'ten oluşan iki farklı zonu varlığını ortaya koymuştur.

Arslan vd. (2001), "Trabzon ve Gümüşhane Yörelerinde (KD, Türkiye) Yüzeyleyen Eosen (?) Volkanitlerinin Karşılaştırmalı Jeolojisi, Mineralojisi ve Petrolojisi" isimli çalışmada; Pontid'lerin Güney Zon'unda yüzeyleyen Tersiyer volkanizmasının Paleosen mikritik kireçtaşlarıyla geçişli Nummulitli seviyeler içeren tortul kayaçların hemen üzerine uyumlu olarak geldiğini, buna karşın Kuzey zondaki Tersiyer volkanizmasının çoğu yerde Üst Kretase tortulları üzerine uyumsuz olarak, bazen de Üst Kretase volkanitleri üzerine uyumsuzluk konglomerası ile oturduğunu belirtmişlerdir. Güneydeki volkanitlerin bazaltik andezit, andezit, az oranda bazalt ve piroklastitlerden oluşmuş, kalkalkalen karakterli bir seri oluşturduklarını; kuzeydeki volkanitlerin ise alkalen bazalt, tefrit, bazanit, fonolitik tefrit ve piroklastitlerden oluşan bir alkalen seri özelliğinde olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca kuzeydeki alkalen seride iz elementleri farklı iki grup kayacın (Trabzon ve Tonya grupları) varlığından söz etmişler ve kuzey zonu volkanitlerinin gelişiminde, esasen yüksek basınçlarda gerçekleşen differansiyasyon ve değişen oranda kısmi ergimenin etkili

olduğunu vurgulamışlardır. Bunların yanısıra, Paleosen sonundan itibaren oluşan Güney zonu volkanitlerinin, güneye doğru dalan bir plakanın metazomatizmaya uğrattığı mantodan itibaren; Kuzey zonu volkanitlerinin ise sıkışmadan dolayı eğim açısının dikleşmesi sonucu daha derin kökenli bir mantodan itibaren oluştuklarını belirtmişlerdir.

Yılmaz vd. (2001), Doğu Karadeniz Bölgesinin kuzeyinde, Kretase sürecinde meydana gelen en erken aktif volkanizmanın, paleontolojik verilere göre. Geç Koniasiyen-Santoniyen'de başladığını ve Tersiyer sonuna kadar devam ettiğini belirtmiştir.

Abdioğlu (2002), 'Kavaklar (Ünye-Fatsa, Ordu) yöresindeki kil oluşuklarının mineralojik, jeokimyasal ve kökensel incelenmesi' adlı çalışmasında, yöredeki volkanitlerin; trakit, trakiandezit, hyalotrakit ve piroklastitlerden oluştuğunu ve genellikle mikrolitik, mikrolitik porfirik, glomeraporfirik, hyalomikrolitik porfirik, flüidal ve ötakstitik doku gösterdiklerini belirtmiştir. Volkanik kayaçların, orta alkali, alkali-toleyitik karakterli olduğunu ve yüksek K, Rb, Th ve hafif nadir toprak elementler ile düşük Sr, Ba, P, Ti ve Eu içerdiklerini, ayrıca gelişimlerinde hornblend, plajiyoklas, Fe-Ti oksitler, biyotit ve zirkon fraksiyonel kristallenmesi \pm kabuk asimilasyonu olaylarının etkin olduğu belirtmiştir. Bentonitik kil oluşuklarında başlıca kil mineralinin Ca-simektit (montmorillonit), kil dışı mineraller ise opal-CT, sanidin, plajiyoklas ve biyotit olduğunu vurgulamıştır. O ve H izotop çalışmaları sonucunda simektitlerin yaklaşık olarak 20-40°C sıcaklıklarda, daha çok deniz suyu az oranda ise meteorik su karışımı bir sıvı ile, volkanik kül ve tufün sıg denizel bir ortamda diyajenez (sıkışma) etkisi ile oluştuğunu ifade etmiştir.

Arslan vd. (2002), Avrasya ve Arap Plakalarının en son çarpışma aşamasından sonra, Senozoyik süresince Doğu Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen yarı paralel derin fayların, açılmalı bir tektonik rejimin ve bununla ilişkili magmatik olayların oluşmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca, Trabzon yöresi volkanitlerinin levha içi zenginleşmesine, Gümüşhane ve Ordu civarındakilerin ise yitim zonu zenginleşmesine ya da kabuksal kirlenmeye uğradıklarını ifade etmişlerdir.

Temizel (2002), İkizce (Ünye-Ordu) yöresinde yer alan Tersiyer yaşlı volkanik kayaçların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerini incelediği çalışmada, volkanizmanın gelişimi ortaya koyarak, kökeni belirlemeye çalışmıştır. İncelenen volkanik kayaçların; genellikle andezit, andezit porfir ve piroklastitlerinden daha az oranda ise bazalt ve bazaltik andezitten oluştuğunu, genelde porfirik, mikrolitik porfirik, hyalomikrolitik porfirik, hyalopilitik yer yer de entersertal, entergranüler, akıntı ve glomeroporfirik doku gösterdiklerini belirtmiştir. Volkanitlerin, genel olarak kalkalkali ve

toleyitik-alkali geçişli olup, orta derecede K içerdiklerini, ana ve iz element değişimlerinin, kayaçların gelişiminde klinopiroksen, olivin, hornblend, plajiyoklas, magnetit ve apatit ayrışmasının etkili olduğuna işaret ettiklerini vurgulamıştır. Yüksek BILE (Sr, K₂O, Rb, Ba) ve HNTE (La, Ce) ile düşük Nb, Zr, Y ve TiO₂ içerikleri kayaçların; yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir köken magmadan türediğine, Koçevyanı Bazaltı'nın yüksek basınçta (~2 kbar) olivin + ojit kontrollü ayrışmayla, andezitik kayaçların ise daha sığ derinliklerde düşük basınçta (~1 bar) ojit + hornblend ± plajiyoklas kontrollü ayrışma ve özümleme ± magma karışımıyla oluştuğunu ifade etmiştir.

Temizel ve Arslan (2003), "İkizce (Ünye-Ordu) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Gelişiminde Etkili Olan Magmatik Olayların Jeokimyasal Modellenmesi" adlı çalışmalarında incelenen kayaçlara ait petrokimyasal veriler kullanılarak kayaçların gelişiminde etkili olan magmatik olayları modellemeye çalışmışlardır. Rayleigh Fraksiyonel Ergimesi'ne göre volkanitlerin ana magmasının manto kaynağından ~%20-30'luk bir kısmı ergimeyle türediğini, iz elementlere dayalı Rayleigh Fraksiyonlaşması'na göre kayaçların gelişiminde klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit ayrışmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca XLFRAC modelleme programı yardımıyla Koçevyanı Bazaltından Kale Bazaltik Breşlerine (% 42 klinopiroksen + % 24 olivin + % 25 plajiyoklas + % 9 magnetit), Kale Bazaltik Breşlerinden İkizce Andezitine (% 46 klinopiroksen + % 41 plajiyoklas + % 13 magnetit) ve Teknecik Andezit Porfirine (% 90 klinopiroksen + % 10 magnetit) ayrışması test edilmiş ve bu kayaçların gelişiminde ayrışmasının yanısıra özümleme ile birlikte gelişen ayrışma olayının (AFC) ne kadar etkili olduğunu modellemişlerdir. Ancak bu kayaçların gelişimi esnasında AFC'nin çok etkili olmadığı (asimilasyon oranı / fraksiyonel kristallenme oranı $r \leq 0.2$), fraksiyonel kristallenmenin daha baskın olduğunu söylemişlerdir.

Arslan vd. (2004), Güre (Giresun) yöresinde yaptıkları çalışmada; Güre Granitoyidi'nin genellikle özşekilsiz taneli, ince taneli porfirik, yer yer yazı ve mikropegmatitik dokulu olup, kuvars, ortoklas, plajiyoklas, hornblend, biyotit, apatit ve sfen minerallerinden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Güre Granitoyidi'nin jeokimyasal olarak, I-tipi, kalkalkalin, metalümin-peralümin (A/CNK=0.9-1.2) karakterli, fraksiyonlaşmış ve alümino-kafemik (ALCAF) özellikte olduğunu, ana ve iz element değişimlerinin kayaçların gelişiminde ayrışmanın önemli olduğuna işaret ettiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Güre Granitoyidi'nin hibrid bir ana magmadan itibaren gelişmiş olduğunu, bu ana magmanın da muhtemelen yay kabuğu ve manto kaynaklarını kapsadığını belirtmişlerdir. Granitik

magmanın kristallenmesinin, yay kabuğunun nispeten derin kesimlerinde (~6 km) başlamış olduğunu ve magma yükselmesi ile sığ derinliklerde (~3 km) tamamlamış olduğunu söylemişlerdir.

Aydın (2004), Değirmendere Vadisi (Trabzon) volkanitlerinin mineralojik, kimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelediği çalışmasında, volkanitlerin gelişim süreçlerinde etkili olan magmatik olaylar modellenmiş ve kökenlerini tartışmıştır. Mineral ve kayaç kimyası verilerine göre, Üst Kretase yaşlı toleyitik-kalkalkali volkanitlerin ada yayı ürünler olup, bazaltik ve andezitik kayaçlardan oluştuğu, buna karşın Neojen yaşlı alkali-şoşonitik Trabzon Volkanitlerinin çarpışma sonrası yay özelliği gösteren bazanit, tefrit ve tefritik fonolitlerden (I.grup) ve alkali bazalt, trakibazalt, trakiandezit, trakit ve riyolitten (II.grup) oluşan iki farklılaşmış seriden meydana geldiği belirtilmiştir. Farklılaşma modellemelerine göre, Üst Kretase volkanitlerinin gelişiminde Kpir + Pl ± Fe-Ti oksit ayrışmasının baskın olduğu, buna karşın Neojen volkanitlerinin I. grup serisinde Kpir + Foid + Fe-Ti oksit + Ap, II. grubun ise K-Feld + Kpir + Pl + Bio + Fe-Ti oksit ayrışmalarının etkili olduğunu söylemiştir. Ayrıca jeokimyasal verilerin, Üst Kretase volkanitlerinin ana magmasının yitim ilişkili zenginleşmiş litosferik bir kaynaktan itibaren orta derecedeki (% 15-20) kısmi ergimeyle, Neojen volkanitlerinin ise ana magma kaynağının muhtemelen metazomatize olmuş bir manto kaynağından düşük dereceli (<%15) kısmi ergimeyle oluştuğunu ifade etmiştir.

Arslan ve Aslan (2006), Doğu Pontidlerde Tersiyer yaşlı granitik intrüzyonların mineralojisi, petrografisi ve tüm kayaç jeokimyası adlı çalışmalarında, petrografik olarak kuzey zon kayaçlarının monzonit, kuvars monzonit, monzodiyorit ve kuvars monzodiyorit, güney zon kayaçlarının ise monzogranit ve granodiyoritten ibaret olduklarını belirtmişlerdir. Genellikle kalkalkali-hafif alkali geçişli ve metalumin karaktere sahip bu kayaçların kafemik yönseme gösterdiğini söylemişlerdir. Kuzey zon intrüzyonları çarpışma öncesi, I-tipi, alkalen monzonitik birlikteliğinden, Güney zon intrüzyonları ise çarpışma öncesi, A-tipi, granodiyoritik kalkalkali-alkali geçiş birlikteliğinden oluştuğunu, jeokimyasal verilerin, farklılaşmanın ayrışma ve/veya magma karışımı ile olduğunu gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Uyumsuz ve nadir toprak element dağılımlarının, Kuzey ve Güney zon intrüzyonlarının her ikisinin de yitimle ilişkili akışkanlarca zenginleşmiş bir köken magmanın ergimesi sonucu oluştuklarını fakat yükselme ve yerleşme esnasında farklı bir şekilde geliştiklerini ifade ettiklerini vurgulamışlardır. Güney zon kayaçlarına ait U-Pb zirkon yaşlandırmasında intrüzyonun yaşının 44.4 ± 0.3 milyon yıl olduğunu

söylemişlerdir. Bölgesel jeodinamiğin bölgenin çarpışma öncesi ekstansiyonel tektoniğini ifade ettiğini belirtmişlerdir. Özellikle, Güney Zon intrüyonları için, yitimin durması ve bunu takip eden kabuk incelmelerinden sonra, kabuk kirlenmesinin ve yerleşim seviyesinin magmatik gelişim için önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Arslan vd. (2007a), Gümüşhane-Bayburt ve Alucra-Şiran yöresi volkanitlerinin, bazaltik ve andezitik kayalar ve bunlara eşlik eden sığ havzada oluşan sedimanter birimlerle temsil edildiklerini söylemişlerdir. Bazaltik kayaların plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend fenokristalleri ve magnetit mikrokristalleri içerirken, andezitik kayaların plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, biyotit fenokristalleri ve titanomagnetit ile apatit mikrokristalleri içerdiklerini vurgulamışlardır. Kayaların, toleyitik-alkalen geçişliden kalk-alkalen karaktere kadar değişen bileşimli ve düşük potasyum içeriğine sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Özellikle BİLE ve daha az oranda HNTE bakımından zenginleşme ve YÇAE bakımından tüketilmenin, volkanitlerin yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir köken magmadan türeyebileceklerini ifade ettiğini vurgulamışlardır. Kondrite normalize edilmiş NTE dağılımlarının, düşük-orta derecede zenginleşmeyle $[(La_N/Lu)_N=2-12]$ birbirlerine benzer olup, köken olarak Gümüşhane ve Alucra yöresi volkanitlerinin benzer kaynaklardan itibaren oluştuğunu düşündürdüğünü ifade etmişlerdir. İncelenen volkanitlerin $^{40}Ar-^{39}Ar$ yaşlandırmasının 37.7 ± 0.2 ile 44.5 ± 0.2 arasında, değiştiğini söylemişlerdir. Pb ve Sr izotop bileşimlerinin, kayaların manto-kabuk sınırında bir bölgeden türediğine işaret etmekle birlikte özellikle $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i < 0.705$ olan örneklerin tipik olarak manto karakterini yansıttıkları belirtmişlerdir. Gümüşhane ve Alucra yörelerindeki D-B doğrultulu Eosen volkano-sedimanter havzalarının, Karadeniz'in açılışının hızlanmasına yol açan gerilme rejimine bağlı olarak meydana gelen transtansiyonel (gerilme sırasında aynı zamanda doğrultu atımlı faylanmanın da etkin olması nedeniyle oluşan havza tipi) havza olduklarını ifade etmişlerdir.

Karslı vd. (2007), Eosen yaşlı Dölek ve Sarıçiçek (Gümüşhane) plütonlarının jeokimyası ve Sr-Nd-Pb izotopik bileşimleri; çarpışma sonrası ekstansiyonel ortamdaki yüksek-K'lı kalkalkalen granitoidlerin oluşumundaki magma etkileşimi adlı çalışmalarında, bu plütonların hesaplanan hornblend jeobarometresine göre sığ derinliklerde (~5-9km) yerleştiğini söylemişlerdir. Petrografik olarak mafik mikrogranüler anklav (MME) içeren anakayacın diyoritten granit kadar değişen kayaç türlerinden oluştuğunu vurgulamışlardır. Kayaların kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının düzgün bir şekil sunduğunu ve az da olsa negatif Eu anomalisi gösterdiğini

belirtmişlerdir. Ana kayaç için ilksel Nd-Sr izotopik bileşimlerin $\epsilon_{Nd}(43Ma)=-0.6-0.8$, $I_{Sr}=0.70482-0.70548$ olduğunu söylemişlerdir. Pb izotopik oranlarının ise $(^{206}Pb/^{204}Pb)=18.60-18.65$, $(^{207}Pb/^{204}Pb)=15.61-15.66$ ve $(^{208}Pb/^{204}Pb)=38.69-38.85$ olduğunu ifade etmişlerdir. Ana kayaç ile karşılaştırıldığında, MME'lerin izotopik bileşimlerinde göreceli bir homojenlik olduğunu ve Nd-Sr izotopik bileşimlerin $\epsilon_{Nd}(43Ma)=-0.1-0.8$, $I_{Sr}=0.70485-0.70517$, Pb izotopik oranlarının ise $(^{206}Pb/^{204}Pb)=18.58-18.64$, $(^{207}Pb/^{204}Pb)=15.60-15.66$ ve $(^{208}Pb/^{204}Pb)=38.64-38.77$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. MME'ler ile içerisinde bulunduğu kayaçlar arasındaki jeokimyasal ve izotopik benzerliklerin, anklavların büyük olasılıkla alt kabuk ve mantodan türemiş magmalar arasındaki etkileşimle oluşmuş karışık bir kökene işaret ettiğini söylemişlerdir.

Şen (2007), Jura volkanitlerinin, Pontidler'in evrimine ilişkin önemli veriler sunduklarını söylemiştir. Bu volkanik kayaçların toleyit ile kalk-alkalen arasında geçiş karakterli olduklarını ve çoğunlukla bazalt, bazaltik-andezit ve andezit bileşiminde olduklarını ifade etmiştir. Kayaçların, jeokimyasal özellikleri bakımından, okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre büyük iyon çaplı ve hafif nadir toprak elementlerce zenginleştiklerini ve yüksek alan enerjili elementlerce fakirleştiklerini $[(La/Yb)_{cn}=2.2-8.5; (Nb/La)_n=0.1-0.77]$ ve radyojenik Nd izotop oranlarının $\epsilon_{Nd}(210 Ma)=-0.72$ to 3.24 arasında değiştiğini belirtmiştir. İz element ve izotop verilerine göre bu kayaçların, yitim ilişkili sıvılarca metazomatizmaya uğratılmış spinel lertzolitin düşük dereceli bölümsel ergimesi sonucu oluştuğunu ve yüzeye akmadan önce bir magma odasında ayrılaşmaya uğradıklarını belirtmiştir.

Temizel ve Arslan (2008), İkizce (Ordu) yöresindeki Tersiyer volkanizmasının bazaltik ve andezitik kayaçlarla ilişkili olduklarını ortaya koymuşlardır. Bazaltik kayaçların plajiyoklas (An_{58-80}), olivin (Fe_{82-84}), klinopiroksen ($Wo_{44-48}En_{35-42}Fs_{7-17}$), hornblend ($Mg\#=0.68-0.76$) ve magnetit minerallerinden, andezitik kayaçların ise plajiyoklas (An_{25-61}), klinopiroksen ($Wo_{46-49}En_{38-43}Fs_{11-13}$), hornblend ($Mg\#=0.48-0.81$), biyotit ($Mg\#=0.48-0.60$), titanomagnetit, apatit ve zirkon minerallerinden oluştuğunu, jeokimyasal verilere göre orta derecede K içeren bu kayaçların toleyitik-alkalen geçişliden kalkalkalen karaktere kadar değişen afiniteye sahip olduklarını, ana ve iz elementlerdeki jeokimyasal değişimlerin ise kayaçların gelişiminde klinopiroksen, olivin, hornblend, plajiyoklas, magnetit ve apatit ayrılaşmasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Volkanitlerin E-tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları; özellikle büyük iyon yarıçaplı litofil element ve daha az oranda hafif nadir toprak element konsantrasyonları bakımından

zenginleşme ve yüksek çekim alanlı element konsantrasyonları bakımından tüketilme ile tipik olarak yitim ile ilişkili tektonik ortamları temsil eden kayaçlarınkine benzer jeokimyasal özellikler sunduklarını belirtmişlerdir.

1.5. Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı

Doğu Karadeniz yöresi eski bir magmatik yay ortamını karakterize etmesi bakımından Liyas döneminden Eosen sonrasına kadar değişik magma-tektonik gelişim gösteren kayaçlar ile temsil edilmektedir. Bunlar genellikle Liyas, Üst Kretase ve Eosen döneminde gelişen değişik türdeki volkanik kayaçlar (Arslan vd., 1997) ve bu volkaniklerle ilişkili sokulum kayaçlarıdır. Son yıllarda sınırlı sayıda yapılan ve devam eden çalışmalara göre; Tersiyer magmatitleri olarak tanımlanan kayaçların (volkanitler ve bunları kesen granitik sokulumlar) kuzey zon (Trabzon-Tonya) ve güney zon (Gümüşhane-Yağmurdere ve Ordu-İkizce) arasında farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur (Arslan vd., 1997; Şen vd., 1998; Arslan vd., 2000a, b, 2002; Temizel, 2002; Temizel ve Arslan, 2002, 2003; Arslan vd., 2004; Boztuğ vd., 2004, 2005a, b; Aydın, 2004; Temizel ve Arslan, 2005; Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ vd., 2006; Arslan vd., 2007a, b; Boztuğ vd., 2007; Karlı vd., 2007; Temizel vd., 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Temizel ve Arslan, 2008). Genel olarak kuzey ve güneyde mineralojik, petrografik, petrolojik farklılıklar gösteren bu kayaçların Pontidlerin batısına (Samsun) doğru da yayılım gösterdikleri bilinmektedir. Ancak Doğu Pontidler’de yer alan Tersiyer yaşlı volkanik kayaçlar ve bunları kesen sokulumlar hakkındaki petrolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla, yalnızca genel jeolojik ve sınırlı radyometrik çalışmalara dayanılarak Eosen olarak yaşlandırılan bu volkanitlerin kesin stratigrafik konumları ve petrografik özellikleri, oluşumlarına kaynaklık eden magmanın gelişimi ile ilişkili soruların cevabı tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle, Doğu Pontidlerin batısında (Ordu-Ulubey) yayılım gösteren volkanitler söz konusu bu çalışmada ele alınarak incelenmiştir. Volkanik kayaçlar stratigrafik, petrografik, jeokimyasal ve petrolojik ve jeokronolojik açıdan araştırılmıştır. Doğu Pontidler’de yukarıda bahsedilen petrolojik ve jeodinamik problemlerin bir kısmının çözümü bu tez kapsamında giderilmesi düşünülmüştür.

Bu gerekçelerden yola çıkarak, bu tezin esas amacını şu şekilde açıklamak mümkündür. Çalışma alanı, Doğu Pontidler’de Ordu yöresinde yüzeyleme veren Tersiyer volkanitlerini kapsadığından öncelikle, daha önce yapılmış olan yöresel 1/25000’lik (bkz. literatür özeti)

ve daha büyük ölçekli (örneğin Güven, 1993) jeolojik haritalar esas alınarak bölgenin stratigrafik, litolojik ve tektonik özellikleri ortaya konulmuştur. Araziden petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik örnekler derlenmiştir. Volkanik kayalar örneklerinin petrografik özellikleri incelenerek, mineral kimyası analizleri ile birlikte magmatik gelişime ışık tutulmuştur. Ayrıca volkanitlerin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yaptırılarak, petrokimyasal, magma-tektonik özellikleri belirlenmiş ve volkanitleri oluşturan magmanın kökeni ve gelişimi (ayrışma + magma karışımı + kirlenme gibi) modellenmiştir. Tüm-kayalar örneklerinden jeokronolojik ve köken amaçlı izotop analizleri yardımıyla, hem volkanitlerin Tersiyer dönemindeki mutlak yaşları ve hem de kaynak bölgeleri (manto/kabuk katkısı) hakkında bilgi edinilmiştir. Elde edilen bu verilerin ışığında Doğu Pontid Tersiyer volkanitlerinin oluşumlarında yitim, kabuk ve köken zenginleşmesinin rolü belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda; genel olarak Pontidlerin doğu ve batısı arasındaki stratigrafik, petrografik, jeokimyasal, petrolojik ve jeokronolojik ilişkiler araştırılarak, Pontidlerin Tersiyer dönemi magmatizmasının jeodinamik gelişimi ortaya konulmuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Bu çalışmanın amacını oluşturan Ulubey (Ordu) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanik kayalardan petrografik, jeokimyasal, petrolojik ve izotopik amaçlı alınan kayaç örnekleri kullanılan materyalleri oluşturmaktadır. Bu kayaçların petrografik, jeokimyasal, petrolojik ve izotopik özelliklerini belirlemek ve elde edilen verileri yorumlayarak bu yöredeki volkanizmanın gelişimini açıklamak amacıyla yapılan çalışmalar, arazi ve laboratuvar ve büro çalışması olarak üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Büro çalışmalarında, arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilecek verilerin değerlendirilmesi yapılarak tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

2.1.1.1. 1/25000 Ölçekli Jeoloji Haritası ve Jeolojik Kesitlerin Hazırlanması

Arazi çalışmaları, Ordu İli Ulubey İlçesi ve çevresinde bulunan Yenisayaca, Kadıncık, Akyazı, Çöllen, Camiyanı, Kıran, Yukarıköy, Camiyanı, Belendüzü, Muratlı, Öteköy, Güllübel, Köseli, Ilıcak, Tepedibi, Kumrulu, Arındibi, Tepecik, Ulubeykıranı, Topçuoğulları, Bayramgazi, Yağmur, Ağcaoğulları, Kıranköy, Civil ve Dedeli Mahallelerini içine alan yaklaşık 80 km² lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma sahasının morfolojisini ve coğrafik (yerleşim yeri, ulaşım, kayaç ve bitki örtüsü) durumunu incelemek için bölgenin 1/100000 ve 1/25000 ölçekli topografik haritaları derlenmiştir. Daha sonra bölgede daha önce yapılmış olan çalışmalarda göz önünde tutularak, bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ve jeolojik kesitleri hazırlanmıştır (Ek Şekil 1). Çalışma alanından farklı hatlar boyunca farklı amaçlar için toplam 171 adet kayaç örneği alınmıştır (Ek Tablo 1). Ayrıca, inceleme alanında yüzeyleyen tortul birimlerde ve tüflerde tabaka ölçümleri yapılarak, bölgedeki muhtemel kırık ve fay sistemleri ile muhtemel kıvrım eksenleri belirlenmiştir.

2.1.1.2. Petrografik, Kimyasal ve İzotopik Analizler İçin Örnek Alımı

İnceleme alanındaki birimlerin yayılımlarını, yatay ve düşey yöndeki değişimlerini, oluşum ortamları dikkate alınarak, içerdikleri kayaçların petrografik, mineralojik ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla sistematik bir şekilde 171 adet kayaç örneği alınmıştır (Ek Tablo 1). Volkanitlerin kökenlerini ve yaşlarını belirlemeye yönelik izotop analizleri için belli lokasyonlardan (özellikle volkanik domlardan) yine sistematik bir şekilde 25 adet kayaç örneği alınmıştır. Örnek alımında, sınırları belirlenen birimin tüm özelliklerini en iyi şekilde yansıtacak taze örneklerin alınmasına özen gösterilmiştir. Özellikle volkanik domlara ait kayaçlardan yaptırılacak kökensele (tüm kayaç Sr, Nd) ve yaşlandırma (tüm kayaç Ar-Ar) amaçlı izotop analizlerinde kullanılacak kayaç örneklerinin taze ve minerallerce (plajiyoklas vs.) zengin olmasına özen gösterilmiştir.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları ve Analitik Yöntemler

Laboratuvar çalışmalarını, mikroskobik (mineralojik ve petrografik) tayinler ve mineral kimyası için kayaç ince kesitlerinin hazırlanması, kimyasal analizler (mikroprob ve ana, iz ve nadir toprak element) ve izotopik analizler gibi üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

2.1.2.1. Mikroskobik Tayinler

K.T.Ü Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında, mineralojik ve petrografik incelemeler için 130 adet ince kesit hazırlanmıştır. Mineralojik ve petrografik incelemeler için, seçilen kayaç örneklerinden kayaç kesme makinesinde yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar kesilmiş ve bu plakalar 0.1x2.5x4.6 cm boyutundaki ince kesit camları üzerine Kanada Balzamu ile yapıştırılmıştır. Daha sonra, ince kesitler 0.035 mm kalınlığa kadar aşındırılmıştır.

Kayaçların mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi ve adlamalarının yapılabilmesi için K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Araştırma Laboratuvarı'ndaki LEITZ marka polarizan mikroskopta ince kesitler ayrıntılı olarak incelenmiş ve önemli olanlardan

mikrofotoğraflar çekilmiştir. Ayrıca tortul birimlerden alınan kireçtaşı örneklerinden hazırlanan ince kesitlerin bazılarında paleontolojik yaş tayini yapılmıştır.

2.1.2.2. Kimyasal Analizler

2.1.2.2.1. Elektron Mikroprob Analizleri

Elektron mikroprob analizleri, Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT-Fındıklı Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Kalburcu Tepe Domu ve Karataş Tepe Domu) ve Trakidasit-Dasit Takımı (TDT-Çatal Tepe Domu ve Elekçioğlu Tepe Domu)'nı oluşturan kayaç örnekleri ile Yenısayaca Bazaltı (YS)'na ait kayaç örneklerindeki fenokristal ve mikrolitler halinde gözlenen mineraller üzerinde yapılmıştır.

Çatal Tepe Domu'ndaki plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen ve opak mineraller üzerinde toplam 25 noktada; Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki plajiyoklas, hornblend, biyotit ve opak mineraller üzerinde toplam 32 noktada; Fındıklı Tepe Domu'ndaki plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, biyotit ve opak mineraller üzerinde toplam 28 noktada; Güzelyurt Tepe Domu'ndaki plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, biyotit ve opak mineraller üzerinde toplam 27 noktada; Kalburcu Tepe Domu'ndaki plajiyoklas, klinopiroksen ve opak mineraller üzerinde toplam 25 noktada; Karataş Tepe Domu'ndaki plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen ve opak mineraller üzerinde toplam 28 noktada ve Yenısayaca Bazaltı'ndaki plajiyoklas, klinopiroksen ve opak mineraller üzerinde toplam 31 noktada elektron mikroprob analizi yapılarak bu minerallerin kimyası ve cinsi tayin edilmiştir.

K.T.Ü Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında elektron mikroprob analizleri için 25 adet parlatılmış ince kesit hazırlanmıştır. Kayaçlardan, mineral kimyası incelemeleri için kayaç kesme makinesinde yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar çıkartılmış, daha sonra bu plakalar 0.1x2.5x4.6 cm boyutundaki ince kesit camları üzerine Kanada Balzamu ile yapıştırılmıştır. Kesitler 0.035 mm kalınlığa kadar aşındırılmış ve daha sonra alüminyum tozda iyice parlatılmıştır. Hazırlanan bu parlatılmış ince kesitler polarizan mikroskopta detaylı bir şekilde incelenerek, elektron mikroprob analizi yapılacak mineraller belirlenmiştir. Belirlenen bu mineraller parlatılmış kesitin arka yüzeyinde cam kalemiyle daire içine alınarak işaretlenmiştir.

Elektron mikroprob analizleri Kanada McGill Üniversitesi Yer ve Gezegen Bilimleri Mikroanalitik Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Elektron mikroprob analizleri JEOL JXA-8900L marka mikroprob cihazı ile yapılmıştır. Amfibol, biyotit, piroksen, Fe-Ti oksit ve plajiyoklas mineralleri için hızlandırma voltajı 15kV ve ışın akımı 20nA olup sayma zamanı 20sn, olivin minerali için ise hızlandırma voltajı 20kV ve ışın akımı 20nA olup sayma zamanı 20sn'dir. Analizlerde kullanılan standartlar, doğal mineral standartları olup, analitik hata ana elementler için %1'den ve iz elementler için ise 200 ppm'den daha azdır.

2.1.2.2.2. Tüm Kayaç Analizleri

Petrografik incelemeler sonucunda taze olduğu saptanmış örneklerden 48 tanesinde ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizler, Çatal Tepe Domu'na ait 4, Elekçioğlu Tepe Domu'na ait 6, Fındıklı Tepe Domu'na ait 6, Güzelyurt Tepe Domu'na ait 6, Işık Tepe Domu'na ait 6, Kalburcu Tepe Domu'na ait 6, Karataş Tepe Domu'na ait 6, Yenısayaca Bazaltı'na ait 7 ve Bazalt Daykısı'na ait 1 örnekten elde edilmiştir.

Tüm kayaç analizleri için; K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü örnek hazırlama laboratuvarında 250-300 gr ağırlığındaki örnekler önce çeneli daha sonrada halkalı öğütücüde yaklaşık 200 mesh tane boyutuna kadar öğütülmüştür. Öğütülmüş örnekler, ana, iz ve nadir toprak element analizleri için ACME Analiz Laboratuvarı (Kanada)'na gönderilmiştir. Ana ve iz elementler ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry), nadir toprak elementler ise ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) aletleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Öğütülen toz örneklerden 0.2 gr alınarak 1.5 gr LiBO₂ ile karıştırılarak, % 5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözündürülmüştür. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ise ppm olarak ölçülmüştür. Nadir toprak elementler ise, toz örneklerden 0.25 gr alınarak dört farklı asit içerisinde çözündürülmüş ve analiz sonuçları ppm olarak tespit edilmiştir.

2.1.2.2.3. İzotop Analizleri

2.1.2.2.3.1. ^{40}Ar - ^{39}Ar Yaşlandırması

Çalışma sahasındaki volkanik domlardan (Elekçioğlu Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Kalburcu Tepe Domu ve Karataş Tepe Domu) ve Yanisayaca Bazaltı'ndan seçilmiş 6 adet örnekte ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırması gerçekleştirilmiştir..

^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırma analizleri Fransa Rennes Üniversitesi Yerbilimleri Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Tüm kayaç örnekleri ve mineraller ilk olarak 0.3-2 mm tane boyutuna gelinceye kadar öğütülmüş, daha sonra örnek seçimi binoküler mikroskop altında dikkatli bir şekilde elle yapılmıştır. Örnekler 11 mm x 11 mm x 0.5 mm boyutunda olacak şekilde alüminyum folyo ile paketlenmiştir. Bu paketler bir yığın halinde istiflenmiş ve her 8-10 örnek paketinin içine örneklerin özelliklerini belirten bilgiler eklenmiştir. Işımaya maruz kalacak olan yığın McMaster reaktöründe (Hamilton, Kanada) 1.7×10^{18} n.cm⁻² toplam değişken ile 13.33 saat ışımaya maruz bırakılmıştır. Işıma standardı Renne vd. (1998)'e göre 28.34 milyon yıl yaşındaki sanidindir (TCR-2). Örnek yerleşimi ± 0.2 kesinlikle değişim gradyanının tanımlanmasına olanak sağlamıştır.

Basamaklı ısıtma Ruffet vd. (1995, 1997) tarafından detaylı olarak tanımlanan prosedüre uygun olarak yapılmıştır. Boş örnekler her ilk veya üçüncü analizde rutin olarak ölçülmüştür ve bir sonraki örneğe ait gaz fazından çıkartılmıştır. Ölçümler Map215® kütle spektrometresinde yapılmıştır.

Plato yaşını belirlemek için serbest kalan toplam $^{39}\text{Ar}_K$ 'un asgari %70'ine karşılık gelen üç düzenli ardışık basamağa ihtiyaç vardır ve her bir fraksiyon yaşı plato segmentlerinin tamamlayan yaşı ile 1σ veya 2σ arasında uyumlu olmalıdır. Serbest kalan toplam $^{39}\text{Ar}_K$ 'un %70'inden azına karşılık gelen yalancı plato yaşları da saptanmıştır. Tüm sunulan ve tartışılan ^{40}Ar - ^{39}Ar sonuçları 1σ seviyesinde gösterilmiştir.

2.1.2.2.3.2. Sr ve Nd İzotop Analizleri

Tüm kayaç Nd ve Sr izotop bileşimleri Finnigan Mat 262 kütle spektrometresi kullanılarak, Rb ve Sm içerikleri ise CAMECA TSN 206 kullanılarak belirlenmiş olup, tüm bu analizler Fransa Rennes Üniversitesi Yerbilimleri Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Boş örnekler, Rb=0.1 ng, Sr-Nd-Sm<0.05 ng'dir. Belirsizlikler $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ oranları için %2,

$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ oranları için ise %0.2'dir. AMES standartına göre NBS 987'nin tekrarlanan analizlerinin ortalama $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranı 0.71020 ± 8 , ortalama $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranı ise 0.511962 ± 6 olarak belirlenmiştir. Nd ait T_{DM} model yaşları günümüz tüketilmiş manto (DM: Depleted Mantle) değerleri ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.513150$ ($\epsilon_0=+10$) ve $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.2137$) kullanılarak hesaplanmıştır ve söz konusu manto başlangıcı için radyojenik doğrusal büyüme 4.54Ga 'dır. İzokron hata yaşları York (1969)'a göre iki sigma (2σ) seviyesindedir. İki nokta Sr ve Nd yaşları için belirlenen hata, her bir analiz için belirlenen hata kutularından hesaplanan yaş aralığı ile uyumaktadır.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin yorumlanması için büro çalışmaları yapılmıştır. Arazide topografik harita üzerine çizilen jeolojik harita ile birlikte stratigrafik kolon kesit, bilgisayar ortamında çizim programları yardımıyla temize geçirilerek yeniden çizilmiştir. Böylece inceleme alanının $1/25000$ ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır (Ek-1). Bu haritadan yararlanarak inceleme alanının jeolojik enine kesitleri çıkarılmıştır (Ek-1). Ayrıca bilgisayar ortamında çizilen bu jeolojik harita üzerinde çalışma alanından petrografik, kimyasal ve izotopik amaçlı alınan örnek noktalarının koordinatları tablo halinde verilmiştir (Ek-2).

Petrografik ve mineralojik bulgular, kayaç ve mineral kimyası analizleri sonucunda elde edilen veriler, jeolojik amaçlı çeşitli hazır paket programlarında değerlendirilerek grafik ve tablo haline getirilmiştir. Ayrıca jeotermobarometre hesaplamalarında, değişik araştırmacıların makalelerinde öne sürdükleri programlar ve formüller kullanılmıştır.

Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda ortaya çıkan tüm veriler birleştirilip, yorumlanmış ve sonuçta "K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Klavuzu" kurallarına göre tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Giriş

Doğu Pontid Güney Zonu'nda yer alan çalışma sahasındaki (Ordu-Ulubey, Şekil 3.1, Ek Şekil 1), en yaşlı birim Çınar vd. (1987) tarafından tanımlanan Geç Kretase yaşlı dasit-riyodasit ve piroklastitleridir. Bu birim, andezitik tuf-breş arakatkılı çamurtaşı-kireçtaşı-kumtaşı-kiltaşı-marn ardalanmalı Geç Kretase yaşlı volkano-tortul seri tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Şekil 3.2). Bu tortul istif Geç Kretase yaşlı andezit-bazalt ve piroklastitleri uyumlu olarak örtmektedir. Birim çamurtaşı, konglomera, kiltaşı, kumtaşı-tüfit-kiltaşı-marn ardalanmasından oluşan Geç Kretase-Eosen yaşlı tortul seri tarafından uyumsuzlukla üzerlenir. Bu birimlerin tümü Eosen yaşlı bazaltik dayklar tarafından kesilmektedir. Çalışma alanındaki Geç Kretase ve Geç Kretase-Eosen yaşlı tüm birimler, litostratigrafi adlama kurallarına (Boggs, 1995) göre adlandırılmıştır. Bu çalışmada ilk defa "takım" olarak sınıflandırılmış Eosen yaşlı volkanik kayalar tüm birimleri kesmektedir. Bu takımlar; Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT- Karataş Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu ve Kalburcu Tepe Domu), Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT-Işık Tepe Domu) ve Trakidasit-Dasit Takımı (TDT-Çatal Tepe Domu ve Elekçioğlu Tepe Domu)'dır. Ayrıca, Geç Kretase ve Geç Kretase-Eosen yaşlı birimler, bol ojitli trakibazaltlardan oluşan Yeniseyaca Bazaltı (TB-Trakibazalt ve piroklastitleri) tarafından da kesilmektedir. İstif Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.2).

3.2. Jeotektonik Konum

İnceleme alanı, Doğu Pontid Tektonik Birliği içerisinde, Güney Zon'da yer almaktadır (Şekil 3.1). Çalışma alanında yüzeyleyen volkanik kayalar ve tortul birimler Alt-Orta Alpin orojenik fazlarının etkisinde kalmış ve bugünkü yapısal konumlarını kazanmışlardır. Magmatik faaliyetler, diskordanslar, kıvrımlar, fay ve çatlaklar bu orojenik fazlara bağlı olarak oluşmuştur. Ortaç-bazik volkanizmanın ürünleri olan andezit-bazalt ve piroklastitleri ile asidik volkanizmanın ürünleri olan dasit ve piroklastitleri Geç Kretase

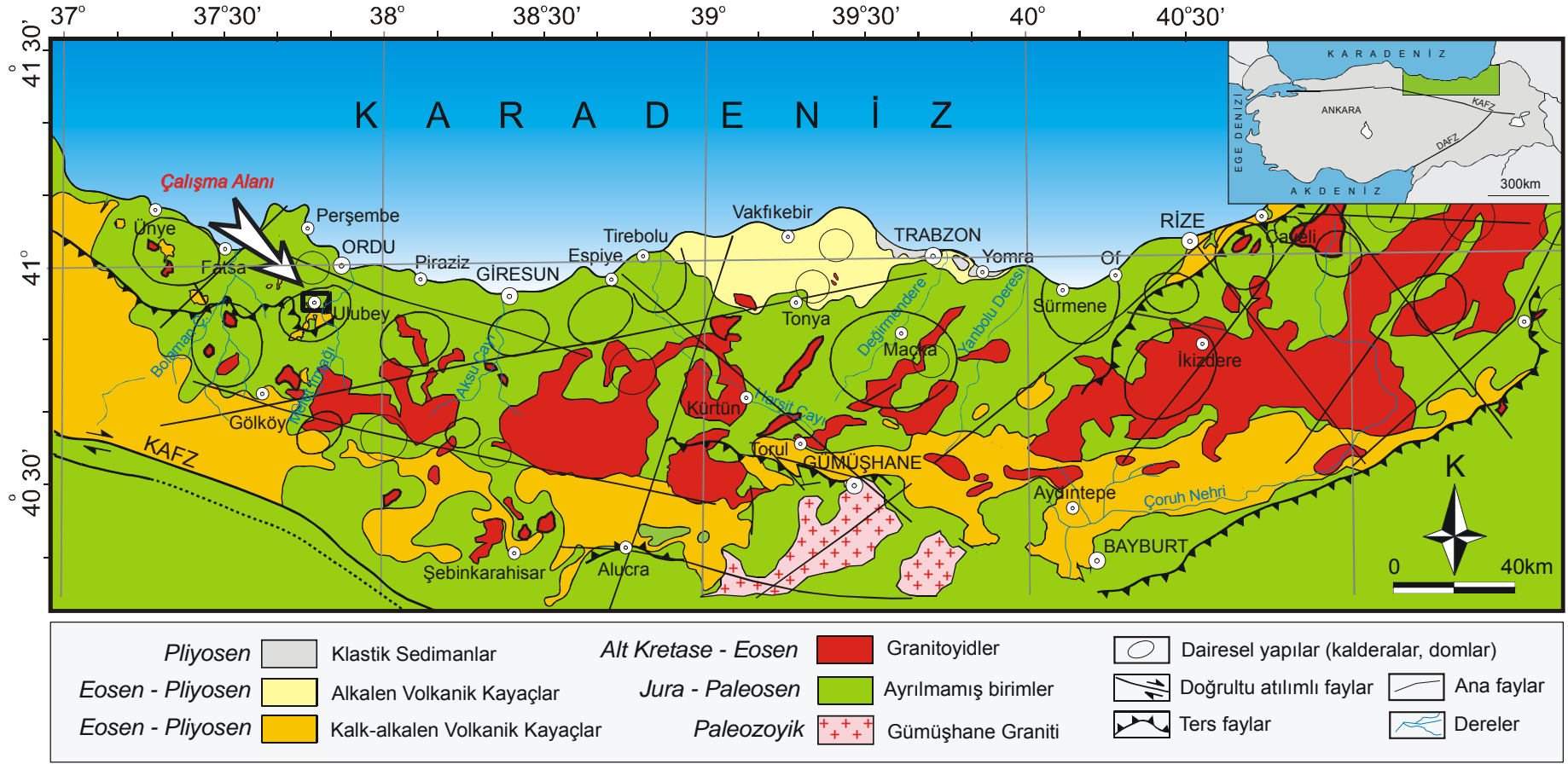
yaşlıdır. Plütonizma ise daha çok asidik-ortaç karakterli olan ve inceleme alanının dışında yer alan granit-granodiyorit-kuvarslı diyoritlerle (Çınar vd., 1987, 1988) temsil edilmektedir. Bunların yaşı Geç Kretase veya daha gençtir. Genç volkanitler şeklinde izlenen andezitik-trakiandezitik-dasitik-trakidasitik-riyolitik domlar, trakibazaltik birimler ve bazaltik dayklar Eosen-Miyosen yaşlıdır (Ek Şekil 1).

Çalışmada ayrıntılı olarak incelenen ATT (Andezit-Trakiandezit Takımı), TTRT (Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı) ve TDT (Trakidasit-Dasit Takımı)'nın oluşturduğu volkanik domlar ile trakibazaltlar (TB-Yenisayaca Bazaltı) daha çok kıvrım tektoniğinin etkisinde kalmıştır. Çalışma alanında yüzeylenen birimlerin, genel olarak doğrultuları KD-GB ve K-G olan antiklinal ve senklinallerin kıvrım eksenleri boyunca çıktıkları düşünülmektedir (Ek Şekil 1). Ancak daha sonraki küçük tektonik faaliyetler sonucu değişik doğrultuda kıvrım ve kırık tektoniği de gelişmiştir. Yoğun bitki ve toprak örtüsü nedeniyle fay hatlarını takip etmek güçtür. Sahada izlenen faylar doğrultu ya da eğim atımlı normal faylar olup, eğimleri dike yakındır. Volkanik kayalar oldukça kırık ve çatlaklı bir yapı gösterirler. Özellikle Ulubey yöresinde bu kırık sistemlerine bağlı olarak Cu-Pb-Zn içeren cevher damarları gelişmiştir (Çınar vd., 1987, 1988 ve 1989). Tortul birimler oldukça düzgün tabakalıdır. Eğimleri genel olarak 5-30° arasında değişir. Bazen yersel kıvrımlardan dolayı tabakaların dikleştiği görülmektedir (Ek Şekil 1).

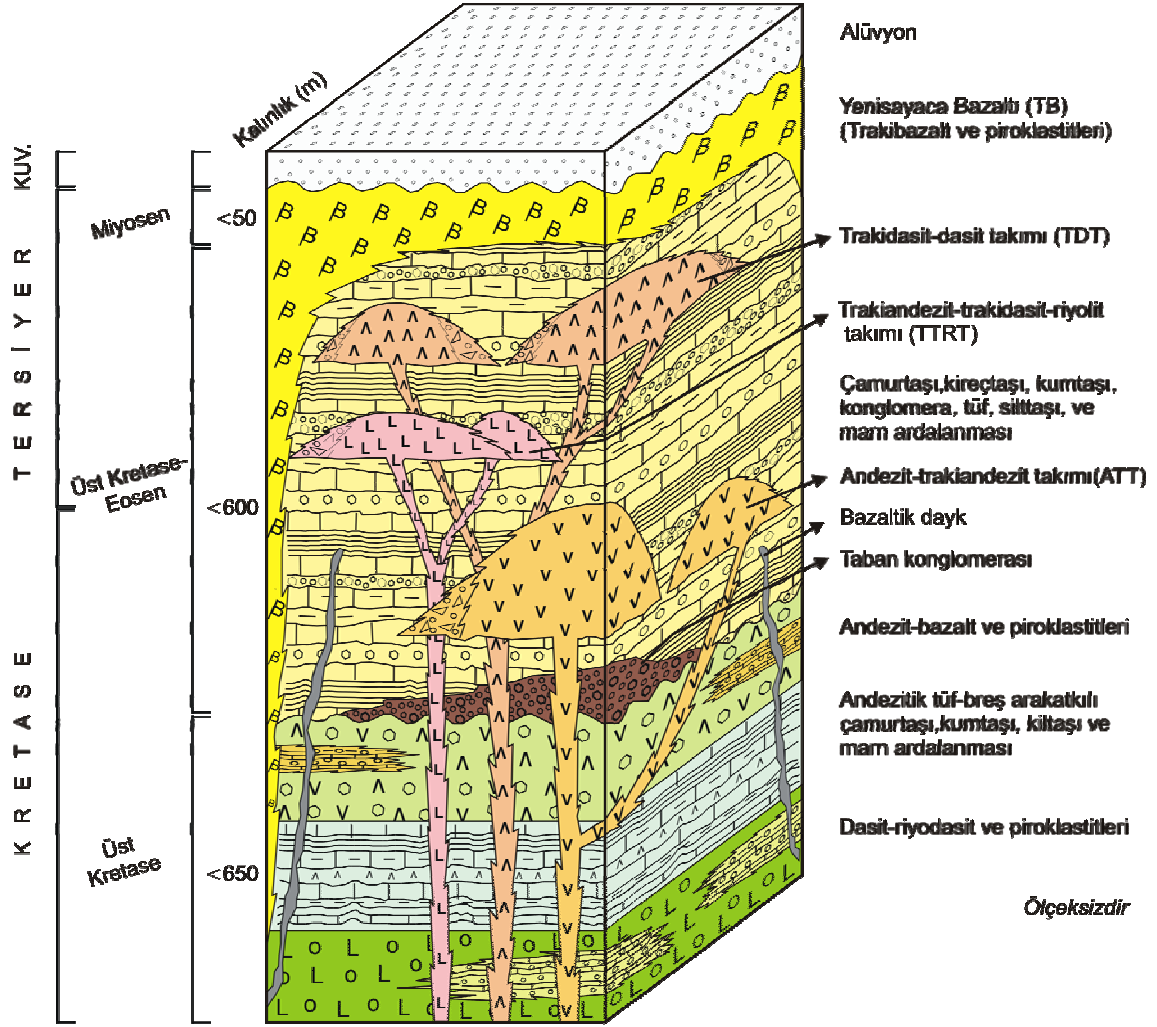
3.3. Stratigrafi

3.3.1. Dasit-Riyodasit ve Piroklastitleri

İnceleme alanının en yaşlı birimini oluşturan Geç Kretase yaşlı dasit-riyodasit ve piroklastitleri, çalışma alanının batısında Arındibi, Muratlı, Karabaş, Tırabov, Kazancı, Akçapınar Mahalleleri dolaylarında, güneydoğusunda Külekçioğlu, Eymir Mahalleleri ve Melet Irmağı civarında yüzeyleme vermektedir (Ek Şekil 1). Bu kayalar, çalışma alanındaki metalik cevherleşmeler ve çeşitli alterasyon topluluklarının yan kayacını oluşturduğundan kayaların büyük bir kısmı oldukça alteredir. Genel olarak beyaz, bej, gri, kahverengi ve yeşilimsi renkte gözlenen ve makroskobik olarak iri kuvars, plajiyoklas ve biyotit kristalleri içeren birim, bu çalışmada dasit-riyodasit ve piroklastitleri olarak adlandırılmıştır. Birim, Güven (1993) tarafından Kızılkaya Formasyonu olarak adlandırılan asidik karakterli dasit, riyodasit ve piroklastitleri ile deneştirilebilir.



Şekil 3.1. Doğu Pontidlerdeki Tersiyer volkanitleri ve bunları kesen sokulumların yayılımını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Güven, 1993'ten değiştirilerek)



Şekil 3.2. Ulubey (Ordu) yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti

İri kuvars ile biyotit minerallerinin çok iyi gözlendiği kayalardan oluşan birim içerisinde tuf ve breşlere de rastlanmaktadır. Tüfler daha çok sarı ve sarımsı yeşil renkte gözlenmekte olup genelde tabakasızdır. Breşler ise çapları 5-20 cm arasında değişen piroklast boyutlarına sahip olup, gri ve açık yeşil renktedir (Şekil 3.3). Breş taneleri oldukça sert ve çatlaklı bir yapıya sahip olup dasitik bileşimlidirler. Çatlakların arası ise kil dolguludur.

Birim, hidrotermal ve yüzeysel alterasyondan yoğun olarak etkilenmiştir. Kayalarda izlenen alterasyonlar silisleşme, serisitleşme, killeşme, kloritleşme ve daha az oranda piritleşmedir. Dasit ve riyo dasitler daha çok koyu gri, koyu yeşil ve siyah renktedir. Alterasyondan etkilenen kısımların koyu sarı, sarımsı kahverengi ve morumsu

renklerde dir. Birim, ekonomik olabilecek illit oluşunları ile ekonomik olmayan Cu-Pb-Zn cevherleşmelerini içermektedir (ınar vd., 1987).

Birimin yüzeyleme verdiği alanlarda topografya yapısal unsurların (faylanma) kontrolü altındadır. Dere yataklarının aniden yön değiştirmesi, birimin dik topografik Őevlerle aniden sona ermesi gibi topografik olaylar bu bölgede yapısal unsurların etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.3. Arındibi Mahallesi civarında gözlenen dasitik breşlerin görünümü

Birimin yaşını kesin ortaya koyacak bir veri yoktur. Ancak Geç Kretase yaşlı volkano-tortul istif bu birimin üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Bu stratigrafik konumuna göre birimin yaşı Geç Kretase olarak kabul edilmiştir.

3.3.2. Andezitik Tüf-Breş Arakatkılı amurtaşı-Kireçtaşı-Kumtaşı-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Volkano-Tortul Seri

Dasit-riyodasit ve piroklastitleri üzerine uyumlu olarak gelen volkano-tortul birim çalışma alanının batısında izlenmektedir (Ek Şekil 1). Erencik, ubukkıranı, Akyazı, Kadıncık ve teky Mahalleleri civarında yüzeyleme veren bu seri, inceleme alanında

yaklaşık 10 km²'lik bir alanı kaplar. Birim içerisinde, yaklaşık K-G eksenli bir senklinal geçmektedir.

İstif, genelde tortul kayalardan nadiren de piroklastitlerden oluşmaktadır. Piroklastlar daha çok andezitik tuf ve breştir. Tüflerin kalınlıkları 1-50m arasında değişir. Genel olarak andezitik bileşime sahip breş çakıllarının çapları 5-15cm arasında değişmekte olup, bağlayıcısı yine andezitik bileşimlidir.

Seri içindeki tortul kayalar başlıca; çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı, kiltası ve marnlardan oluşmaktadır (Şekil 3.4). Birim oldukça düzgün tabakalanmalıdır. Kumtaşları diğerlerine oranla daha kalın tabakalıdır. İstif içerisindeki kumtaşlarına ve marnlara ait tabaka doğrultuları yaklaşık K10-25D arasında, eğimleri ise senklinal ekseninin durumuna göre 15-23° GD ile 10-25° KB arasında değişmektedir.



Şekil 3.4. Çubukkıranı Mahallesi'nde yüzeylenen, volkano-tortul birime ait K20D/25°GD duruşlu marn-kiltası-silttaşı ardalanmasının görünümü

Piroklastit arakatlı volkano-tortul seri bordo renkli çamurtaşları ile başlamaktadır. Birim içerisindeki tabakalı seviyeler sık sık ardalanma göstermektedir (Şekil 3.5). Yersel kıvrımlanma gösteren totul seviyelerin eğimleri yaklaşık olarak 5-50° arasında değişmektedir.



Şekil 3.5. Öteköy Mahallesi'nde yüzeylenen volkano-tortul birime ait K25D/15°KB duruşlu kumtaşı-marn-kiltaşı-silttaşı ardalanmasının görünümü

Çınar vd. (1987) tarafından birim içerisinde bol mikrofossil içeren çamurtaşı, kireçtaşı ve marnlardan alınan örneklerde paleontolojik incelemeler yapılmıştır. İncelemeler sonucunda Üst Kretase'ye ait tespit edilen karakteristik fosiller;

- *Globotruncana sp.*,
- *Globotruncana spp.*,
- *Heterohelit sp.*,
- *Globugerina sp.*,
- *Radiolaria*,
- *Ostracoda*'dır.

Volkano-tortul serinin yaşı, Çınar vd. (1987)'nin yaptığı çalışmaya göre Üst Kretase olarak saptanmıştır. Serinin ortalama görünür kalınlığı 650m'dir.

3.3.3. Andezit-Bazalt ve Piroklastitleri

Andezit-bazalt ve piroklastitlerinden oluşan birim, inceleme alanının batısında; Çöllen, Bulhayır, Camiyanı, Belendüzü, Kadıncık ve Yukarıköy Mahalleleri civarında,

güneydoğusunda; Ulubeykıranı, Yağmur, Dağtarla, Çıtkıran ve Mollaoğlu Mahalleleri ile Melet Irmağı civarında yüzeyleme vermektedir (Ek Şekil 1). Piroklastitler sahada daha hakimdir ve çalışma alanında daha çok sivri kornişler (çivi/nek) şeklinde yüzeylemektedirler (Şekil 3.6). Piroklastitler daha çok breşlerden daha az oranda ise aglomeralardan oluşmaktadırlar. Çakıllar genellikle andezitik bileşimli olup, bağlayıcısı yine andezitik tüftür.

Andezitler yer yer kolon yapısına sahiptirler (Şekil 3.7). Hidrotermal ayrışma nedeniyle renkleri değişkendir. Makroskobik olarak gri, açık gri-beyaz, bej, yeşil, yeşilimsi gri ve siyah renkte gözlenmektedirler. Cu-Pb-Zn mineralleşmelerinin yer aldığı kesimlerde ayrışmalar oldukça yoğundur. Ayrışma ürünleri daha çok silisleşme, serizitleşme, kloritleşme ve piritleşme'dir.

Akma şeklinde gözlenen bazaltlar inceleme alanında bazen düşey, bazen de yanal yönde geçiş gösterirler. Bazaltlar yer yer kalsit ve zeolit dolguları içermektedirler. Serinin yaşını kesin olarak ortaya koyacak yeterli veri yoktur. Ancak Geç Kretase yaşlı volkanotortul birim üzerine uyumlu olarak gelir. Bu stratigrafik veriye dayanılarak, serinin yaşı Üst Kretase olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, serinin yaşı Terleme vd. (1974) ve Türk Yugoslav Ekibi (1970) tarafından da Üst Kretase belirlenmiştir.

3.3.4. Çamurtaşı, Konglomera, Kireçtaşı, Kumtaşı-Tüfit-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Tortul Seri

Birim, inceleme alanında yaklaşık 40 km²'lik bir alanı kaplamaktadır (Ek Şekil 1) ve Ulubey İlçesi ve Orta, Tepecik, Külekçi, Köseli, Kumrulu, Güllübel, Aşağı, Sello ve Tepedibi Mahalleleri dolaylarında yüzeyleme vermektedir. Birim, eksen doğrultuları K10-45D arasında değişen senklinal ve antiklinallerden oluşan kıvrım tektoniği etkisinde kalmıştır. Kıvrımlı yapılar, K5-15D eksen doğrultulu olan büyük bir senklinal ve farklı doğrultularda gelişmiş çok daha küçük ölçekli antiklinal ve senklinallerden oluşmaktadırlar.

Bu tortul seri, genel olarak şarabi renkli, ince tabakalı ve bol mikrofosil içeren çamurtaşları ile başlamaktadır. Fakat, Ulubey İlçesi'nin yaklaşık 2km kuzeydoğusunda, görünür kalınlığı 4-5 m olan ve çamurtaşları ile yanal geçişli taban konglomerası da gözlenmiştir (Şekil 3.8). Konglomera çakılları volkanik ve tortul kayaç parçalarından oluşmuştur. Çakıllardaki volkanik parçalar genellikle bazaltik ve andezitik bileşimlidir.



Şekil 3.6. Melet Irmağı civarında sivri kornişler şeklinde yüzeylenen breşlerin görünümü



Şekil 3.7. Çöllen Mahallesi'nde yüzeylenen, bol kırıklı ve çatlaklı andezitlerin görünümü

Tortul kayaç parçaları ise kumtaşı ve kireçtaşından oluşmaktadır. Çakılların çapları yaklaşık 5-30 cm arasında değişmekte olup, koyu gri, sarımsı yeşil ve siyah renktedir.

Hidrotermal ve yüzeysel ayrışmanın gözlemlendiği yerlerde ise açık ve koyu kahverengi tonlarındadır. Bağlayıcısı ise kalsit ve limonitten ibarettir. Bağlayıcı oldukça ayrışmış olup sarımsı kahverengi ve açık sarı renktedir.

Taban konglomasının varlığı, tortul kayaçların çökelmelerinden önce alttaki bazaltik ve andezitik kayaçların bir aşınma evresi geçirdiklerini göstermektedir. İnceleme alanında yüzeyleyen konglomeralar içerisindeki bazaltik çakıllardan yapılan makroskobik ve mikroskobik tayinlerde, tabandaki bazaltik kayaçlarla aynı özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tortul serinin içerisinde çakılları tamamen tortul kayaç parçaları içeren kalsit çimentolu ve kalınlıkları 1-2 m'yi geçmeyen konglomera seviyeleri de izlenmiştir. Bunlar, taban kongloması ile ilgisi olmayan, yersel olarak oluşmuş konglomeralardır.



Şekil 3.8. Akçapınar Mahallesi'nde yüzeyleme veren taban konglomasının arazi görünümü

Tabanda bulunan konglomasının üzerinde gri-beyaz renkli, orta-kalın tabakalı, bol mikrofosilli ve bazen de makrofosil kavkılı kireçtaşları (Şekil 3.9); açık gri renkli, ince-orta tabakalı, ince taneli ve kalsit dolgulu ve çoğunlukla ince-orta katmanlı, gri renkli ve planktonik fosil içeren silttaşlarından oluşan tortul kayaçlar yer almaktadır.



Şekil 3.9. Dedeli Mahallesi'nde gözlenen bol kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip kalın katmanlı kireçtaşlarının görünümü

Silttaşları ve ince-orta tabakalı kumtaşları ardalı olarak bulunurlar. Hidrotermal ve yüzeysel ayrışmanın yoğun olarak gözlemlendiği bölgede kayalar yamaç boyunca yuvarlanıp ufalanmaktadır. Limonitleşmenin bol olarak gözlemlendiği yerlerde kayalar gerçek rengini kaybetmiş ve açık sarımsı, sarımsı kahverengi ve sarımsı gri renkte gözlenmektedir. İstif içerisindeki kumtaşlarına ait tabaka doğrultuları yaklaşık K30-45D arasında, eğimleri ise antiklinal ve senklinal eksenlerinin durumuna göre yaklaşık 10-18°GD ile 11-16°KB arasında değişmektedir (Ek Şekil 1).

Tüfitler açık gri, kahverengimsi, sarımsı renkli olup oldukça ayrılmıştır. Seviye kalınlıkları 1-2 m kadardır. Kıltaşı ve marnlar, genellikle gri-beyaz ve sarımsı renkli, ince tabakalıdır. Yer yer çamurtaşı, konglomera, kireçtaşı ile birlikte gözlenen kumtaşı-tüfit-kıltaşı-marn ardalılarından oluşan seviyeler oldukça düzgün tabakalı olup eğimleri 5-30° arasında değişmektedir. Bazen yersel kıvrımlardan dolayı dikleşir, ya da yataya yakın tabakalanma gösterirler (Şekil 3.10).

Çınar vd. (1987)'nin yaptıkları çalışmada çamurtaşları, kireçtaşları, marn ve kumtaşlarından alınan paleontolojik numunelerin incelemelerinde Üst Kretase ve Paleosen-Eosen'e ait karakteristik mikrofosiller gözlenmiştir.

Üst Kretase'ye ait karakteristik fosiller;

- *Globotruncana sp.*,
- *Globotruncana spp.*,
- *Radiolaria*,
- *Heterohelix*'dir.

Paleosen-Eosen'e ait karakteristik fosiller;

- *Nummulites*,
- *Globovalia sp.*,
- *Globigerina spp.*,
- *Rotaliidae*,
- *Miliolidae*,
- *Bryozoa*'dır.

Üst Kretase ile Paleosen-Eosen yaşı veren seviyelerin birbirinden ayırt edilmeleri mümkün değildir. Ardalanmalı olarak birbirine geçiş gösterirler. Bu nedenle serinin yaşı genel olarak Çınar vd. (1987)'nin yaptığı çalışmaya göre Üst Kretase-Eosen olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, İğdır ve Kahraman (1974) tarafından da serinin yaşı Üst Kretase-Eosen olarak saptanmıştır. Tortul serinin çalışma alanında görünür kalınlığı yaklaşık 600 m'dir.



Şekil 3.10. Güllübel Mahallesi'ndeki çamurtaşı, konglomera, kireçtaşı ile birlikte gözlenen kumtaşı-tüfit-kiltaşı-marn ardalanması

3.3.5. Bazalt Daykları

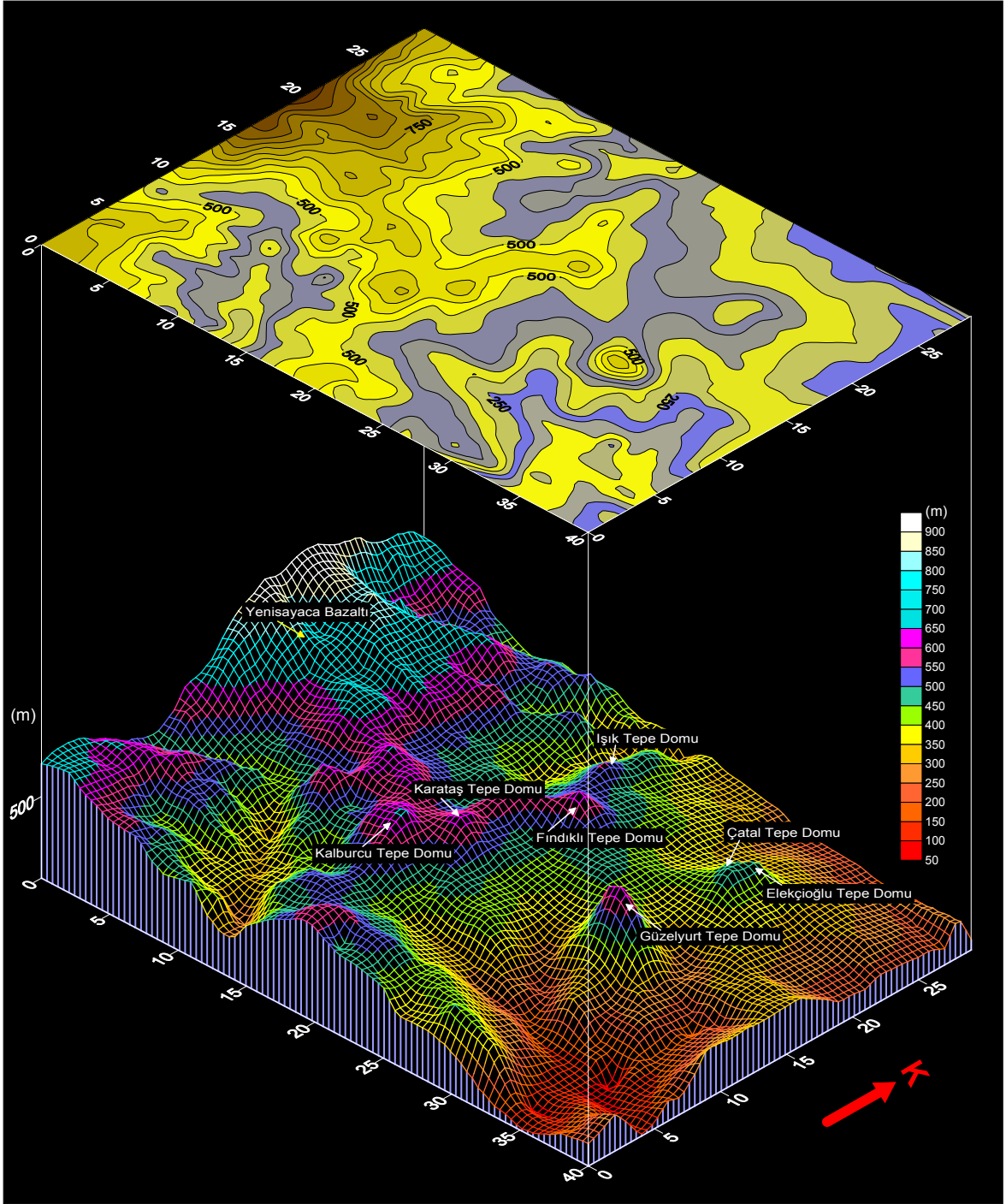
İnceleme alanında güneydoğusunda Melet Irmağı civarında iki ayrı yerde yüzeyleme veren bazalt dayklarının yaşı, Geç Kretase yaşlı volkanitler ve tortullar ile Geç Kretase-Eosen yaşlı tortul kayaçları keserek yerleştiği için Tersiyer olarak kabul edilmiştir. Genişliği 3-5 m arasında değişmekte olan bazalt dayklarının uzunlukları tam olarak tespit edilememiştir. Geç Kretase yaşlı kayaçların yoğun alterasyona uğradığı bu bölgede çok net olarak gözlenen daykların doğrultusu yaklaşık K-G'dir. Genelde yeşilimsi gri ve koyu gri renkte gözlenen dayklar, çatlakları boyunca kil ve silis dolguludur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Melet Irmağı'nın batı-kuzeybatısında Üst Kretase yaşlı volkanitleri keserek yerleşen bazalt daykının görünümü

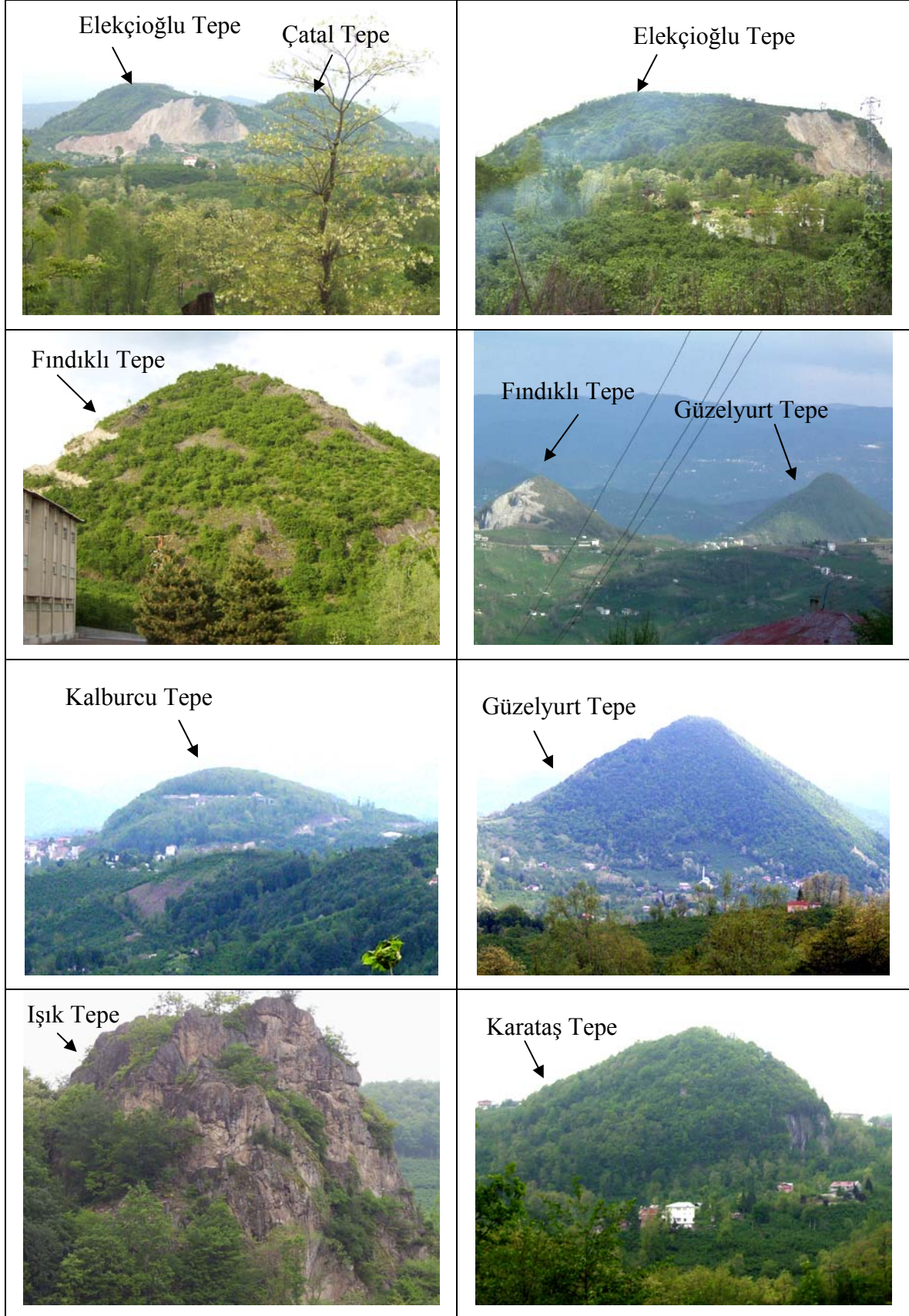
3.3.6. Volkanik Domlar

Bu çalışmanın esas konusunu oluşturan ve Üst Kretase-Eosen tortullarını keserek yerleşen ortaç-asidik volkanitler, yörede daha çok domlar şeklinde yüzeyleme vermektedirler (Şekil 3.12 ve 3.13). Volkanik domlar, inceleme alanında yaklaşık K-G ve/veya KD-GB doğrultulu kıvrım ve çatlak sistemine bağlı olarak gelişmişlerdir (Ek Şekil 1).



Şekil 3.12. Ulubey (Ordu) yöresinde yüzeyleme veren volkanitlerin morfolojisini gösterir blok diyagram

Volkanik domları oluşturan ortaç-asidik volkanitler, çalışma alanında hem morfolojileri (Şekil 3.12) hem de kayaç türü bakımından yöredeki diğer volkanitler ve tortul kayalardan kolaylıkla ayırt edilmektedirler.



Şekil 3.13. Ulubey (Ordu) yöresinde yüzeyleme veren volkanik domların görünümü

Morfolojik olarak birbirinden farklılık gösteren ortaç-asidik domlar, yörede yaklaşık 20km²'lik bir alanda yayılım göstermektedirler (Şekil 3.12). Yaklaşık 1.5km²'lik bir alana ve 280m yüksekliğe sahip olan Güzelyurt Tepe volkanik domu, çalışma alanında yüzeyleyen domların en büyüğüdür (Şekil 3.13). Diğer volkanik domlar ise yaklaşık 0.5-1km²'lik alan kaplamakta olup, yükseklikleri ise yaklaşık 100-150m arasında değişmektedir.

3.3.6.1. Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)

3.3.6.1.1. Karataş Tepe Domu

Çalışma alanında Ulubey İlçesi'nin kuzeyinde yüzeyleme veren Karataş Tepe Domu, KB-GD doğrultulu muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yerleşmiştir (Ek Şekil 1). Yaklaşık olarak 0.5km²'lik bir alan kaplamaktadır ve 130m yüksekliğe sahiptir (Şekil 3.14). Mükemmel kolon yapısı gösterir ve kolon çapları 10-90cm arasında değişmektedir. Kolonların uzun eksenleri genelde K-G yönündedir. Fakat yer yer değişik yönlerde de rastlanmaktadır. Yer yer blok şeklinde gözlenen kolonlar, özellikle domun üst kısımlarında daha kalın ve diktir, alt seviyelerde ise daha ince ve hemen hemen yataya yakındır (Şekil 3.15). Ayrıca, domun tortul kayaçları keserek yüzeylendiği bazı yerlerde tabakaların oldukça dikleştiği gözlenmektedir.

Genelde trakiandezit ve andezitten oluşan Karataş Tepe Domu, gri, koyu gri, bej renklerde dir. Afanitik bir dokuya sahip olduklarından mineraller gözle görülemeyecek kadar küçüktür. Oldukça sert, camsı ve gözenekli yapı sunarlar. Volkanik domun üst seviyelerine doğru gidildikçe kayaçtaki gözenek miktarı artmaktadır. Bu boşluklar genellikle kuvars ve kalsit mineralleriyle dolmuştur. Kayaç içerisinde yer yer Üst Kretase-Eosen tortullarına ait marn anklavları gözlenmiştir. Alterasyon nadirdir ve silisleşme ve serisitleşme ile temsil edilirler.



Şekil 3.14. Karataş Tepe Domu'na ait andezit ve trakiandezitlerde gözlenen kolon yapısının görünümü



Şekil 3.15. Karataş Tepe Domu'nun üst seviyelerinde gözlenen kolon yapısının görünümü

3.3.6.1.2. Fındıklı Tepe Domu

Çalışma alanının orta kesiminde Fındıklı Köyü civarında yüzeyleme veren birim, genel olarak KD-GB doğrultulu muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yerleşmiştir (Ek Şekil 1). Yaklaşık olarak 0.6km^2 'lik bir alan kaplamaktadır ve 180m yüksekliğe sahiptir (Şekil 3.16). Fındıklı Tepe Domu'nun en önemli özelliklerinden biri de, kolonların domun merkezinden çıkıp her yönde gelişmesi yani ışınsal bir yapı sunmasıdır. Bir başka deyişle, kolonlara ait soğuma çatlakları tek yönde değil her yönde gelişmiştir. Kolon yapısını oluşturan kolonların çapları, domun merkez ve alt kısımlarına (20-30cm) oranla üst kısımlarına (40-100cm) doğru artış gösterir (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit ve andezitlerde gözlenen ışınsal şekilde gelişmiş kolon yapısının görünümü

Trakiandezit ve andezitten oluşan volkanik dom içerisinde, andezitik bileşime sahip oldukça ince taneli ve altere olmuş, genişliği yer yer 2-3 metre olan besleme dayklarına rastlamak mümkündür (Şekil 3.18). Besleme dayklarının, volkanik domların gelişimi ve oluşumu esnasında rolü büyüktür. Domu oluşturan kayaçlar ile bu dayklar arasındaki ezilme zonu, hem dokusal hem de renk bakımından ayırt edilebilmektedir.



Şekil 3.17. Fındıklı Tepe Domu'na ait kayalarda gözlenen kolon yapısının görünümü



Şekil 3.18. Fındıklı Tepe Domu'nu kesen bol olarak mikro çatlak ve kırık içeren, afanitik dokuya sahip besleme daykının görünümü

Ayrıca volkanik domun kenar kısımlarında ise daha çok domun gelişimi ve yerleşimi esnasında oluşmuş otobreşler gözlenmektedir (Şekil 3.19). Bu kayaçların oluşumu ise şu şekilde açıklanmaktadır (Fink ve Manley, 1987; Heiken ve Wohletz, 1987; Sheridan vd., 1987); domun oluşumunu sağlayan sıcak ve ağıdalı malzeme yüzeyde soğuyarak ince bir katı kabuk halini alır. Domu besleyen malzeme getirimi devam ettikçe bu ince kabuk alttaki sıcak malzemenin uyguladığı basınç ile kırılır ve domun kenar kısımlarına doğru itilir. Gravite yoluyla domun kenar kısımlarında biriken bu kayaçların (otobreşlerin) kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip olması da bu şekilde ifade edilmektedir.



Şekil 3.19. Fındıklı Tepe Domu'nun özellikle kenar kısımlarında gözlenen, oldukça kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip otobreşlerin görünümü

Genelde trakiandezit ve andezitten oluşan birim, oldukça taze olup gri, koyu gri ve bej renklerde gözlenmektedir. Çok ince plajiyoklas lataları ve mafik mineraller gözle ayırt edilebilmektedir. Yer yer çok ince ve uzun ölçekli çatlaklarda silisleşme gözlenmektedir.

Domun en üst seviyelerinde bol olarak gaz boşlukları içeren koyu kahverengi, kahverengi, gri-koyu gri renklerde, tipik olmamakla beraber pomzaya benzer kayaçlar yer almaktadır. Bu tür kayaçların, yüksek uçucu içeriğine sahip magmanın volkanik domu oluşturması esnasında uçucuların serbest kalması ile bol gözenekli olarak oluştuğu bilinmektedir (Fink ve Manley, 1987; Heiken ve Wohletz, 1987; Sheridan vd., 1987).

3.3.6.1.3. Güzelyurt Tepe Domu

İnceleme alanının yaklaşık olarak güneydoğusunda yüzeyleme veren Güzelyurt Tepe Domu, hacim olarak yöredeki en büyük volkanik domdur (Ek Şekil 1). Bu volkanik domun K-G ve/veya KB-GD eksenli muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu ile KD-GB doğrultulu bir antiklinal ekseninin kesiştiği bir zon boyunca yükselerek yerleştiğini söylemek mümkündür.

Morfolojik olarak volkanik domun güneyde kalan kısmının ince bir hat boyunca yüzeyleme verdiği gözlenmiştir. Bu özellik de, domun hemen güneyinde yer alan daha küçük ölçekli ve KD-GB eksenli antiklinal ve senklinallerin varlığından kaynaklanmaktadır (Şekil 3.12, Ek Şekil 1). Ayrıca, Güzelyurt Tepe Domu'nun hemen güneyinden geçen Melet Irmağı'nın, bu volkanik domun yerleşiminde etkili olan fay zonunu oluşturduğu düşünülmektedir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Güzelyurt Tepe Domu ve hemen güneyinden geçen Melet Irmağı'nın güneyden kuzeye doğru görünümü

Morfolojik olarak incelenen diğer volkanik domlara kıyasla çok daha yüksek ve sivri olan Güzelyurt Tepe Domu, genel olarak kolon yapısı gösteren trakiandezitten oluşmaktadır (Şekil 3.21) ve gri-açık gri ve yer yer sarımsı renktedir. Afanitik dokuya sahip bu kayalar çok ince kuvars damarlarınca kesilmektedirler. Ayrıca, yer yer gözlenen gaz boşlukları kuvars ile dolmuştur. Domun kenar kısımlarında gözlenen otobreşler, oldukça kırıklı ve çatlaklıdır. Yüzeysel alterasyondan etkilenen kayalarda silisleşme ve serisitleşme hakimdir. Domun gelişimi sırasında, domun Üst Kretase-Eosen tortullarını kestiği yerlerde kalın tabakalı (30-40cm) kireçtaşlarının yer yer dikleştiği gözlenmiştir.



Şekil 3.21. Güzelyurt Tepe Domu andezitlerinde gözlenen kolon yapısının görünümü

3.3.6.1.4. Kalburcu Tepe Domu

İnceleme alanında Ulubey ilçe merkezinin batı-güneybatısında yüzeyleme veren Kalburcu Tepe Domu, yaklaşık KB-GD doğrultulu muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yerleşmiştir (Ek Şekil 1). Geç Kretase yaşlı volkanitleri ve Geç Kretase-Eosen yaşlı tortulları kesen Kalburcu Tepe Domu, genelde masif bir yapı sunmakta olup, trakiandezit ve andezitten oluşmaktadır (Şekil 3.22).

Makroskobik olarak ince taneli, oldukça sert ve masif bir yapıya sahip olup, yer yer kırıklı ve çatlaklı yapı göstermektedirler. Taze yüzeyleri gri- koyu gri ve bej renklerde. Yer yer kuvars ile dolgulu gaz boşuklarına sahiptirler. Ayrışma gözlenen kısımlarda kayalar yer yer kile dönüşmüştür. Bu kısımlarda daha çok kırmızımsı, yeşilimsi ve sarımsı renkler hakimdir. Kırmızı renk hematitleşmeden, sarı renk ise limonitleşmeden, yeşil renk ise kloritleşmeden dolayıdır. Ayrıca volkanik domun kenar kısımlarında, domun gelişimi ve yerleşimi süresince yer yer oluşmuş otobreşlere rastlamak mümkündür (Şekil 3.23).



Şekil 3.22. Kalburcu Tepe Domu'na ait trakiandezitlerin görünümü

3.3.6.2. Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT)

3.3.6.2.1. Işık Tepe Domu

İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleme veren Işık Tepe Domu, K-G doğrultulu muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yerleşmiştir (Ek Şekil 1). İncelen volkanik domlar arasında hem makroskobik hem de mikroskobik olarak kayaların çeşitliliği bakımından farklılıklar gösterir. Trakiandezitten riyolite kadar değişen kayaların birlikteliğinden oluşmaktadır.



Şekil 3.23. Kalburcu Tepe Domu'nun kenar kısımlarında gözlenen bol çatlaklı ve kırıklı yapıya sahip otobreşlerin görünümü

Daha çok volkanik domun üst seviyelerinde kafalar şeklinde yüzeyleme vermektedirler. Kahverengi, kırmızı, gri, koyu gri ve siyahımsı rekrlerde gözlenmektedirler. Ayrıca, domun üst seviyelerinde oldukça sert ve camsı yapı gösteren kayalarda bol olarak gaz boşlukları da gözlenmektedir (Şekil 3.24). Yer yer aglomeratik ve breşik seviyelere de rastlanmaktadır. Aglomera ve breş çakıllarının çapları yaklaşık 25cm'ye kadar ulaşmakta olup, bileşimleri yine trakiandezitik-trakidasitik ve/veya riyolitiktir. Bağlayıcı ise yine volkanik kırıntılardır. Makroskobik olarak plajiyoklas, sanidin, biyotit ve ojit mineralleri gözlenmektedir. Trakidasit ve riyolitlerde, trakiandezitlere oranla az da olsa silisleşme, kloritleşme ve hematitleşme tanımlanmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.24. Işık Tepe domu'nun üst seviyelerinde bol olarak gaz boşlukları içeren ve oldukça sert ve camsı trakiandezitlerin görünümü



Şekil 3.25. Işık Tepe Domu'na ait breşik trakidasitlerin görünümü

3.3.6.3. Trakidasit-Dasit Takımı (TDT)

3.3.6.3.1. Çatal Tepe Domu

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Çatal Tepe Domu, Elekçioğlu Tepe Domu ile sınır oluşturmaktadır (Şekil 3.13, Ek Şekil 1). Bu iki volkanik domun yaklaşık K-G doğrultulu muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yükseldiğini söylemek mümkündür. Genel olarak trakidasit ve dasitten oluşan birim, gri, açık sarı ve açık kahverengi renklerde gözlenmekte olup, oldukça çatlaklı ve bol kırıklı bir yapıya sahiptir. Açık sarımsı renklerde gözlenen kısımlar ise daha çok yüzeysel ve hidrotermal alterasyondan kaynaklanmaktadır. Serisitleşme hakim alterasyon türüdür.

3.3.6.3.2. Elekçioğlu Tepe Domu

İnceleme alanında Üst Kretase-Eosen tortullarını kesen ve KD-GB dorultulu muhtemel düşey bir fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yüzeylenen Elekçioğlu Tepe Domu (Şekil 3.26, Ek Şekil 1), incelenen diğer domlara oranla daha çatlaklı bir görünüm sunar.



Şekil 3.26. Elekçioğlu Tepe Domuna ait trakidasitlerin görünümü

Genelde trakidasitten oluşan birim içerisinde açık renkli mineraller gözle tanımlanabilmektedir. Genel olarak açık kahverengi, sarımsı ve sarımsı gri renklerde gözlenmektedir. Kayaçlarda yer yer yüzeysel ve hidrotermal alterasyon da izlenmektedir ve daha çok silisleşme ve serisitleşme ile temsil edilirler.

3.3.7. Yenisayaca Bazaltı

İnceleme alanında yeşil, koyu yeşil ve siyah renkli, çoğunlukla masif, yer yer kolon yapısı gösteren trakibazaltlardan ve kısmen de piroklastitlerden oluşan birim, bu çalışmada ilk defa Yenisayaca Bazaltı olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.27).

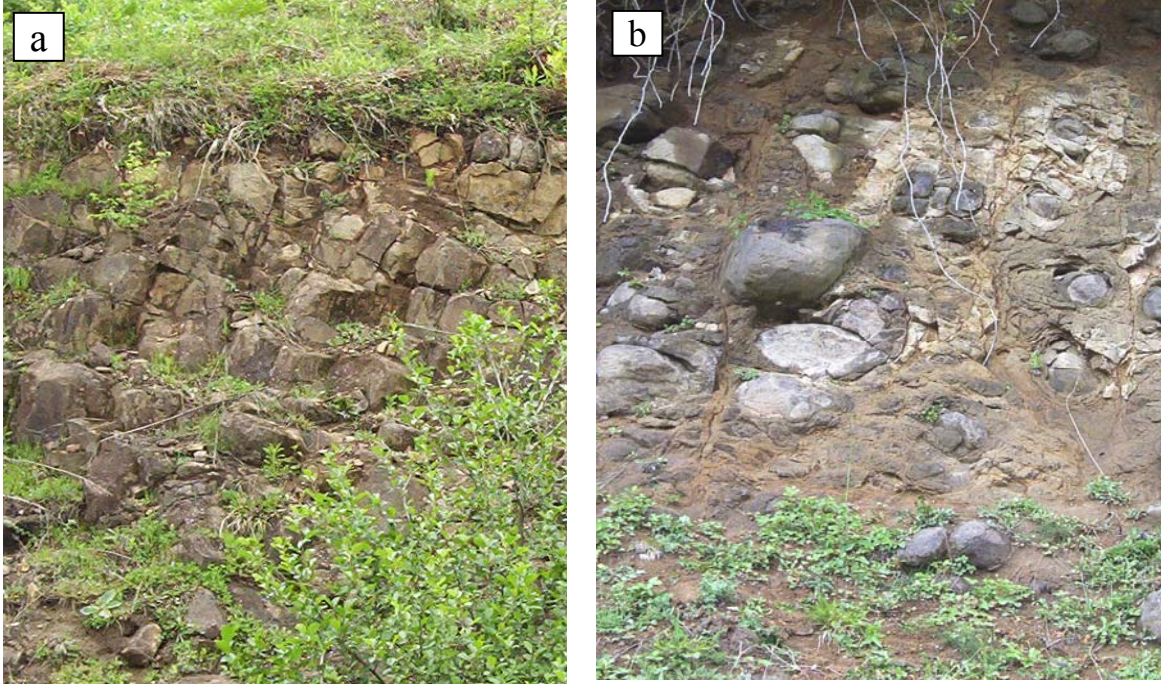
Birim, yaklaşık KB-GD doğrultulu muhtemel bir düşey fayın oluşturduğu süreksizlik zonu boyunca yüzeyleme vermektedir (Ek Şekil 1). Yenisayaca Mahallesi dolayında yüzeyleme veren ve porfirik doku gösteren trakibazaltlar içerisinde iri ojit ve plajiyoklas kristalleri izlenebilmektedir (Şekil 3.27). Trakibazaltlarda yer yer kloritleşme hakimdir.



Şekil 3.27. Yenisayaca Mahallesi civarında yüzeylenen, oldukça camsı trakibazaltların görünümü

Oldukça camsı bir dokuya sahip trakibazaltlarda kolon yapılarını da görmek mümkündür (Şekil 3.28a). Kolon yapıları daha çok düşey yönde gelişmiştir.

Birim içerisinde, dar bir alanda yüzeyleyen aglomeralar, soğan kabuğu şeklinde ayrışma göstermektedir (Şekil 3.28b). Bazaltik bileşime sahip aglomera çakıllarının çapları, 10-50cm arasında değişmektedir. Bu çakılların arasındaki boşlukları dolduran bağlayıcı malzeme ise yine volkanik kırıntılardır.



Şekil 3.28. Yenisayaca Bazaltı'na ait trakibazaltlarda gözlenen; (a) düşey yönde gelişmiş soğuma çatlakları, (b) oldukça yuvarlaklaşmış aglomeralarda gözlenen soğan kabuğu şeklindeki ayrışma

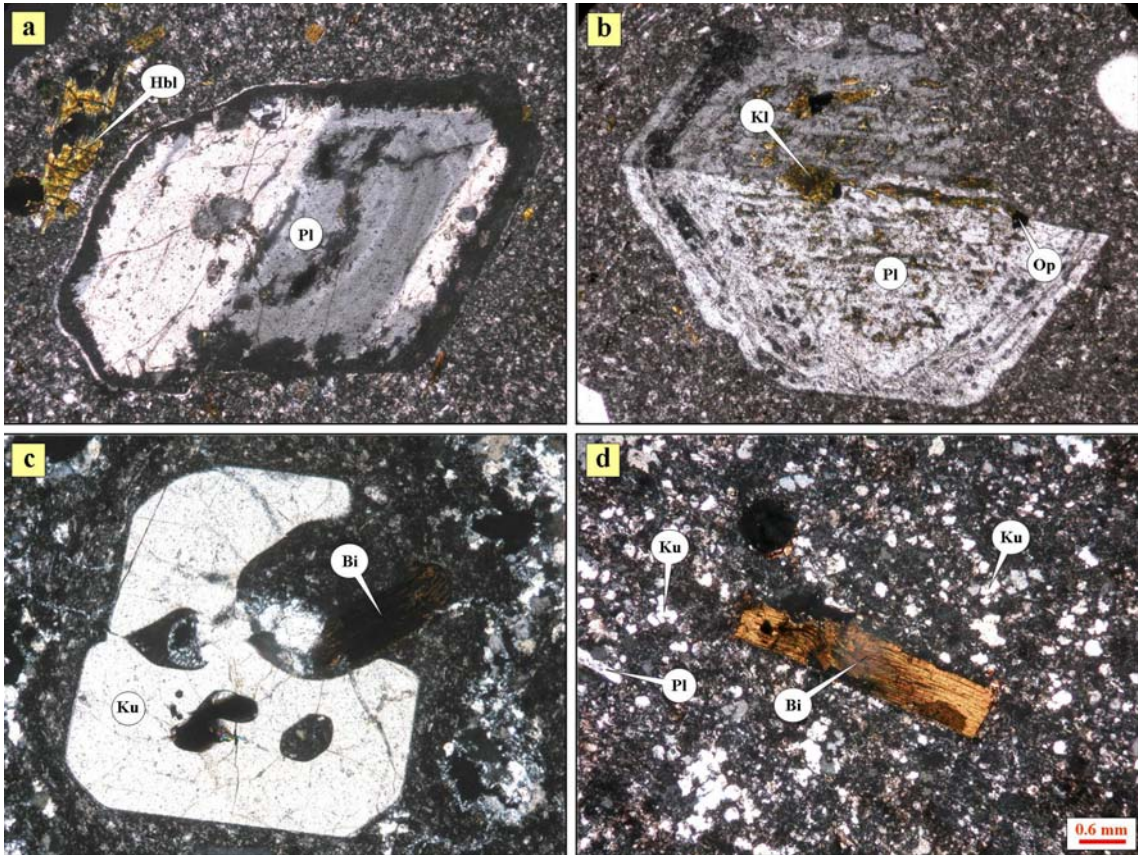
3.3.8. Alüvyon

İnceleme alanında Melet Irmağı boyunca ve bu ırmağın Karadeniz'e döküldüğü kesimlerde tutturulmamış çakıl, kum, kil, silt ve mil gibi malzemelerden meydana gelmiştir. Çakılların bileşimi dasit, andezit ve bazalttır.

3.4. Petrografi

3.4.1. Dasit-Riyodasit ve Piroklastitleri

Genellikle porfirik, hyalo-porfirik ve hyalo-mikrolitik porfirik doku göstermektedirler. Kayaç içerisindeki fenokristal ve mikrofenokristalleri plajiyoklas, kuvars, hornblend, biyotit ve opak mineraller oluşturmaktadır (Şekil 3.29). Bu mineraller aynı zamanda hamuru da oluştururlar. Tali mineral olarak apatit gözlenebilmektedir. Kayaçta yaygın olarak plajiyoklas megakristalleri de gözlenmektedir.



Şekil 3.29. Üst Kretase yaşlı dasit-riyodasitlerde gözlenen; (a) çeperinde yeniden büyüme zarfı oluşmuş halkalı zonlu ve ikizli plajiyoklas megakristali (Örnek No: D-9), (b) süngerimsi dokuya sahip halkalı zonlu ve ikizli plajiyoklas megakristali (Örnek No: D-9), (c) kenarlarından itibaren yenme-kemirilme dokusu gösteren kuvars megakristali ve yer yer opaklaşmış biyotit minerali (Örnek No: D-4), (d) hamurda bulunan kuvars mikrotanelerinin gösterdiği kar tanesi dokusu ve eğilmiş-bükülmüş biyotit fenakristali (Örnek No: D-3)(Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Ku: Kuvars, Kl: Klorit, Op: Opak mineral)

Kuvarslar nadiren özşekilsiz, yuvarlağımsı ve çatlaklı fenokristal olarak, daha çok eş boyutlu mikrotaneler halinde hamurda gözlenirler. Hamurda devitrifikasyon ürünü olarak ikincil kuvarslar gözlenmektedir (Şekil 3.29 d). Megakristal olarak gözlenen kuvarslar ise kenarlarından itibaren yenme-kemirilme dokusu göstermektedir (Şekil 3.29 c). Yenme-kemirilme dokusu gösteren kuvarslar iki şekilde oluşabilmektedir. Magmanın yüzeye doğru yükselmesi esnasında basınçtaki azalma, sıcaklıktaki artma nedeniyle gelişen korozyon veya dengesiz ilksel büyüme ile bu tür dokular gelişebilmektedir (Donaldson ve Henderson, 1988).

Hornblend mineralleri kayaç içerisinde az oranda mikrofenokristal olarak bulunmaktadır. Genellikle özşekilsizdirler. İleri derecede opaklaşmış ve kloritleşmişlerdir (Şekil 3.29a).

Biyotit mineralleri genellikle levhalar halinde gözlenmektedir. Tek yönlü dilinim hakimdir. Tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu kahverengi ve siyah renklerde gözlenirler. Kuvvetli pleokroizma göstermektedirler ve yönlere göre; z: açık kahverengi, x: koyu kahverengidir. Bazı biyotit minerallerinde deformasyon sonucu kıvrımlanmalar ve bükülmeler gözlenmektedir. Biyotit mineralleri yer yer opak mineral inklüzyonları da içermektedir (Şekil 3.29c, d).

Hamur eşboyutlu kuvars mikrotaneleri ve mikrolitler halinde gözlenen lata şekilli plajiyoklaslardan oluşmaktadır. Ayrıca, hamurda mafik minerallerin alterasyon ürünü kloritler de gözlenebilmektedir.

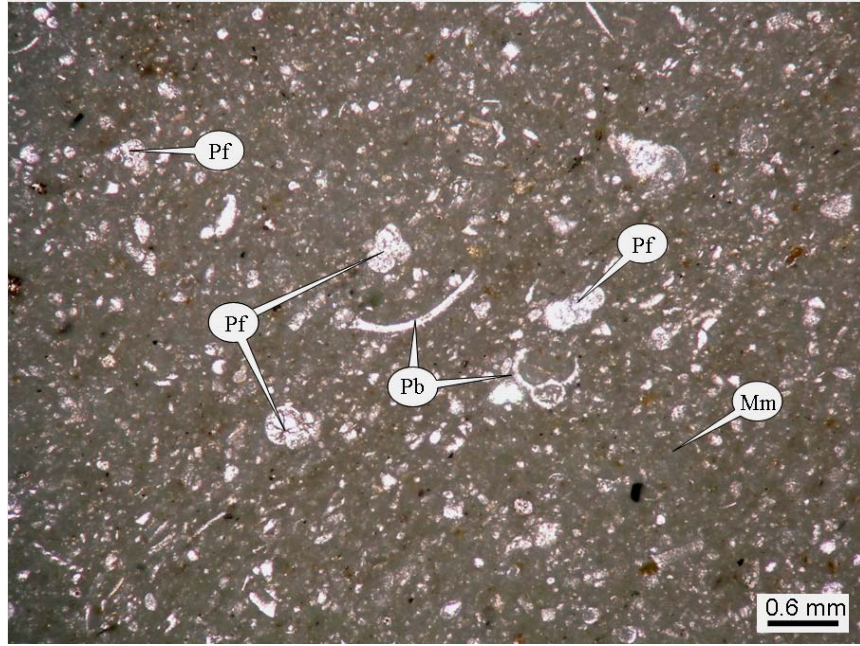
3.4.2. Andezitik Tüf-Breş Arakatkılı Çamurtaşı-Kireçtaşı-Kumtaşı-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Volkano-Tortul Seri

Birim içerisinde gözlenen çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı, kiltası ve marnlardan mikroskobik gözlemler için örnekler alınmıştır. Makro olarak, gri-beyaz renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşlarından alınan örneklerin mikroskobik incelemelerinde; mikritik çimentolu kireçtaşlarının, biyomikritlerden oluştuğu tespit edilmiştir.

Plajiyoklas mineralleri kayaç içerisinde megakristal, fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Genellikle özşekilli ve yarı özşekillidirler. Özşekilli olanlarda halkalı zonlanma hakimdir. Ayrıca bazı zonlu plajiyoklasların en dış kısmında yeniden büyüme zarfı gelişmiştir. (Şekil 3.29a). Bu özellik dengesiz kristallenmeyi işaret eden verilerden biridir. Yer yer albit ve karlsbad ikizi göstermektedirler. Bununla beraber

karmaşık ikizlenmeye de sıkça rastlanmaktadır (Şekil 3.29 b). Megakristal olarak gözlenen plajiyoklaslar elek ve/veya süngerimsi doku göstermektedir. Yer yer serisitleşmişlerdir.

Genellikle korunmuş ve bol olarak bulunan pelajik foraminifer, nadir olarak gözlenen bentik foraminifer ve pelajik bivalv parçalarından oluşan biyoklastlar, kayaç içerisinde %30-35 oranında olup, genelde parçalı olarak bulunmaktadır (Şekil 3.30). Kireçtaşları, Folk (1962)'ye göre biyomikritik kireçtaşı olarak adlandırılmıştır (Mikrofosil tayinleri; Prof. Dr. Cemil YILMAZ).



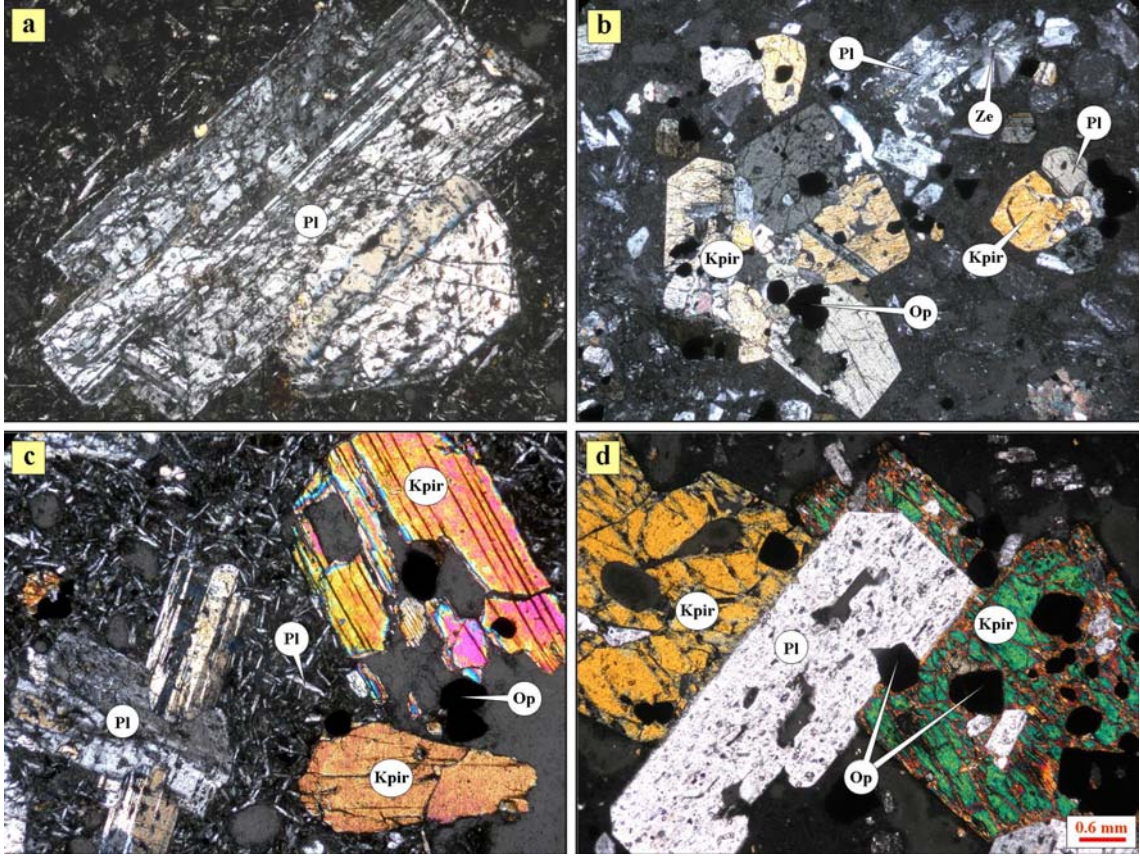
Şekil 3.30. Çubukkıranı dolaylarında yüzeylenen biyomikritik kireçtaşlarının polarizan mikroskopta görünümü (Pf: Pelajik foraminifer; Pb: Pelajik bivalv; Mm: Mikritik matriks)(T.N.; Örnek No:T-14)

3.4.3. Andezit-Bazalt ve Piroklastitleri

İnceleme alanında daha çok bazaltik kayaçlar ile piroklastitleri yüzeyleme verdiği için incekesitler daha çok bu kayaçlardan seçilmiş örneklerden yapılmış ve incelenmiştir.

Bazaltik kayaçlar genellikle hyalo-porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, glomeroporfirik, nadiren hyalopilitik, entergranüler, entersertal doku ile elek dokusu göstermektedir (Şekil 3.31).

Kayaç içerisinde fenokristal olarak plajiyoklas, klinopiroksen, olivin ve opak mineral gözlenmektedir. İkincil mineral olarak bunlara kalsit, klorit ve zeolit eşlik etmektedir.



Şekil 3.31. Üst Kretase yaşlı bazaltlarda gözlenen; (a) süngerimsi dokuya sahip özşekilli plajiyoklas megakristali (Örnek No: V-8), (b) opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen mikrofenokristalleri ile boşluk dolgusu şeklinde gelişmiş zeolit minerali (Örnek No: V-1), (c) albit ikizi gösteren plajiyoklas fenokristalleri ile opak mineral inklüzyonları içeren, kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip klinopiroksen fenokristali (Örnek No: V-7), (d) camsı doku içerisinde gözlenen süngerimsi dokuya sahip plajiyoklas megakristali ile bol olarak opak mineral ve plajiyoklas inklüzyonları içeren klinopiroksen megakristalleri (Örnek No: V-5) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ze: Zeolit, Op: Opak mineral)

Plajiyoklas mineralleri genellikle megakristal, fenokristal ve mikrolitler halinde bulunurlar (Şekil 3.31a, b, c). Çoğunlukla özşekilli, nadiren yarı özşekillidirler. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklerde gözlenmektedir. Fenokristallerin çoğunda albit ikizi gözlenmektedir. Ayrıca karmaşık ikiz ve zonlanma gösteren plajiyoklas fenokristallerine rastlamak da mümkündür. Özşekilli plajiyoklaslar ise bol olarak sünger ve elek dokusu göstermektedir (Şekil 3.31a, d). Alterasyona maruz kalmış olanlarda daha çok serisitleşme hakimdir. Hamurda ise daha çok plajiyoklas ve klinopiroksen megakristal ve fenokristalleri arasında eşboyutlu ince, uzun latalar şeklinde bulunurlar (Şekil 3.31c).

Klinopiroksen megakristal, fenokristal ve mikrofenokristalleri özşekilliden özşekilsiz kadar değişmektedir (Şekil 3.31b, c, d). Hamurda ise mikro taneler halinde bulunmaktadır. İki yönde mükemmel dilinime sahiptir. Tek nikelde açık yeşil; çapraz nikelde mavi, kırmızı, sarı renklerde gözlenmektedir. Bol olarak plajiyoklas, opak mineral ve volkanik cam inklüzyonları içermektedir (Şekil 3.31c, d). Bazı klinopiroksenler, kloritlemiş ve karbonatlaşmışlardır.

Olivin mineralleri genellikle yarı özşekilli, nadiren özşekilli fenokristaller halinde gözlenmektedir. Olivin feno ve mikrofenokristalleri yaygın olarak iskeletsi kristaller olarak gözlenirler. Düzensiz çatlaklarıyla tipiktir. Opak mineral kapanımları içermektedir. Genellikle kristal kenarları ve çatlakları boyunca kısmen de tümüyle iddingsitlemişlerdir.

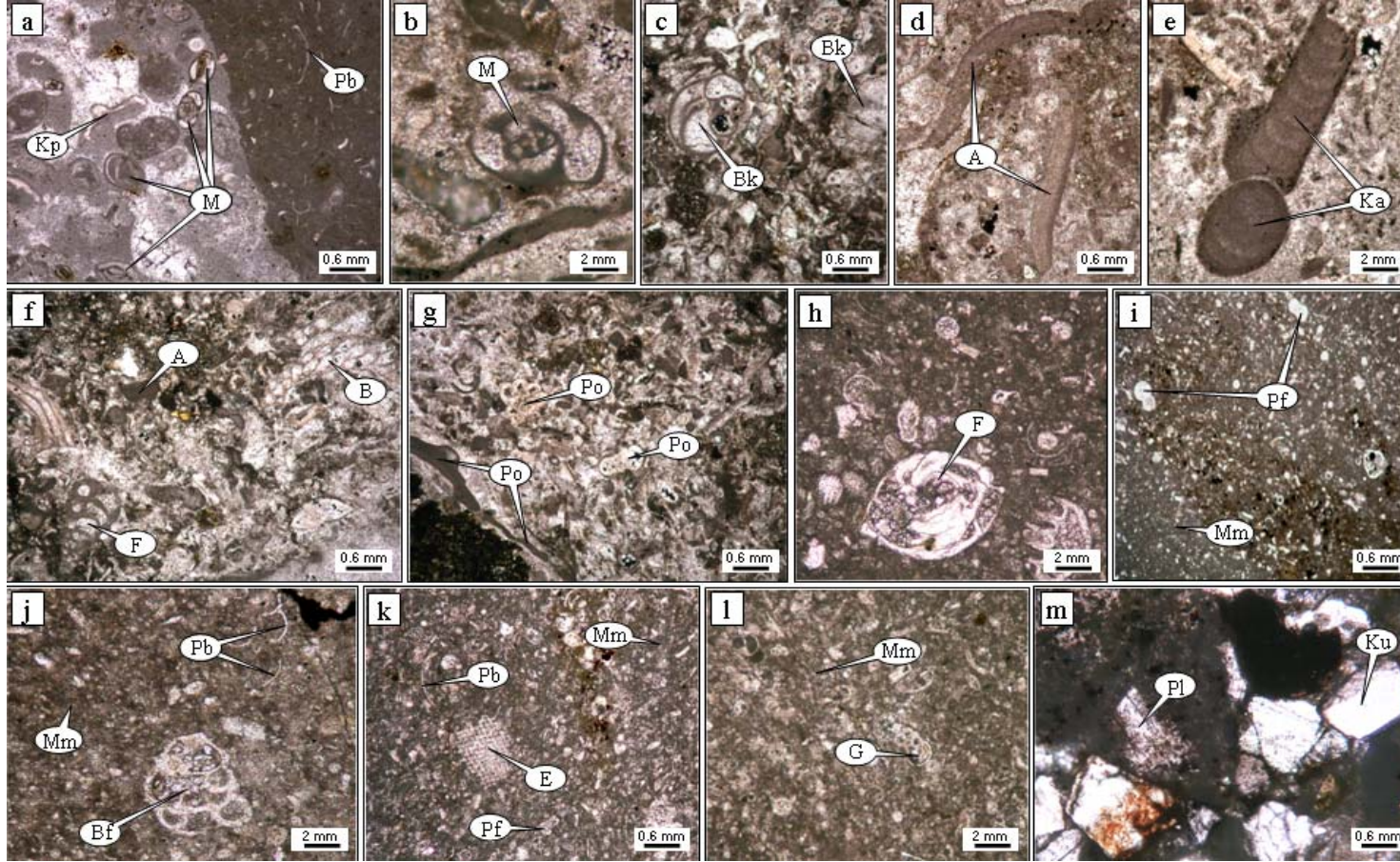
Kalsit ve zeolit (Şekil 3.31b) daha çok hamurda ve boşluk dolgusu şeklinde gözlenmektedir. Klorit ise mafik minerallerin alterasyonu sonucu oluşmuştur.

Hamur entergranüler ve entersertal dokuludur. Bazı örneklerde amigdaloidal doku gözlenmektedir. Kayaç gözenek ve çatlakları kalsit, klorit ve zeolit ile doldurulmuştur.

3.4.4. Çamurtaşı, Konglomera, Kireçtaşı, Kumtaşı-Tüfit-Kiltaşı-Marn Ardalanmalı Tortul Seri

Çamurtaşı, konglomera, kireçtaşı, kumtaşı-tüfit-kiltaşı-marn ardalanmalı tortul seri içerisinde yer alan karbonatlı kayaların mikrofasiyes ve çökel özellikleri ile birikim koşulları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Birimin değişik kesimlerinden alınan örneklerin mikroskopik inceleme sonuçları genel olarak şöyledir (Şekil 3.32). Birim başlıca, değişik tip bentik foraminifera (*Valvulina, miliolidae*), *Gastropod*, kırmızı alg, *Ekinit* ve *Bryzoa* parçaları ile makro kavkı parçalarından oluşmaktadır; ki bu topluluk tümüyle sığ denizel bir çökelme ortamına karşılık gelir. Bu fosil topluluğunun yanında çekirdekleri sivri, köşeli kuvars tanelerinden oluşmuş, tek zarflı ooidlerin egemen olduğu ooid agregaları da yer alır. Bu bulgu, bu agregaların ilksel olarak yüksek enerjili gelgit içi ve gelgit üstü ortamları karakterize etmektedir. Bütün bu iskeletli ve iskeletsiz karbonatlı taneler pelajik bir matriks içerisinde gözlenmiştir. Bu matriksi karakterize eden pelajik formlar; *Globotruncana*, ince narin yapılı bivalvler ve diğer pelajik formlardır.



Şekil 3.32. Pelajik bir matris içindeki sığ denizel kireçtaşlarından türemiş bir parça (a); sparitik bir çimento içinde, sığ denizel kireçtaşındaki miliolid tip foraminifer (b); tümüyle sığ denizel biyoklastik kırıntılardan oluşmuş kireçtaşı (c); algli kireçtaşları (d) ve bu kırmızı alglere yakın görünümü (e); biyoklastik kireçtaşı (f); bentik ve pelajik faunaların birarada görüldüğü biyoklastik kireçtaşı (g); enerjinin düştüğü ortamlarda birikmiş, ince taneli ve pelajik foraminiferlerce zenginleşmiş kireçtaşı (h); ince taneli kırıntılılar (i, j, k, l); yer yer aralanmalı olarak gözlenen kumtaşlarının mikroskop görüntüleri (Şekil içerisindeki kısaltmalar metin içerisinde ayrıntılı olarak verilmiştir)

İncelenen kesitlerin çökel özelliklerine bakıldığında iri taneliden ince taneliye doğru bir geçişin olduğu gözlenir. Bu olgu Şekil 3.32'deki mikroskobik görüntülerden kolaylıkla anlaşılabilir (Kp: Kavkı parçası; M: Miliolid tip foraminifer; Pb: Pelajik bivalv; Bk: Biyoklastik kırıntılılar; A: Alg; Ka: Kırmızı alg; Pf: Pelajik foraminifer; F: Foraminifera; B: Bryzoa; Po: Pelajik organizmalar; E: Ekinit ve/veya Ekinit parçası; G: *Globotruncana*; Bf: Bentik foraminifer; Mm: Mikritik matriks; Pl: Plajiyoklas; Ku: Kuvars).

İnceleme alanından alınan çökel kayaç örneklerinin makroskobik ve mikroskobik incelemelerinde, birimin sığ bir çökelme ortamından sürekli malzeme sağlandığı bir derin deniz çanağında durularak biriktiği söylenebilir. Bu birikim, genel özellikleriyle kalsitürbidit fasiyesini yansıtmaktadır. Sığ denizel karakteristiklerinin (bentik foraminifer, Bryzoa, kavkı parçaları, ekinit v.s) büyük oranda parçalar şeklinde izlenmesi ve bunların çoklukla korunmuş pelajik fosillerle beraber mikritik bir matriks içinde yer alması, bu olgunun kanıtları olarak sayılabilir. Tane boyunun yanal ve düşey yönde giderek incelenmesi, bu derin deniz çanağındaki fasiyes dağılımını gösterir.

Bölgesel olarak bakıldığında ise, bu tip fasiyeslerin özellikle Kuzeydoğu Türkiye kuşağında yaygın olarak Orta ve Geç Kretase'de yaygın olarak geliştikleri görülür (Yılmaz, 2002, 2006). Kayaçların içinde yer yer izlenen volkanik parçalar, bölgede volkanizmanın zaman zaman etkili olduğunu kanıtlamaktadır. Bulanık akıntılardan malzeme gelişiminin ise tektonik açıdan duraysız koşulları yansıttığı söylenebilir (Mikrofosil tayinleri; Prof. Dr. Cemil YILMAZ).

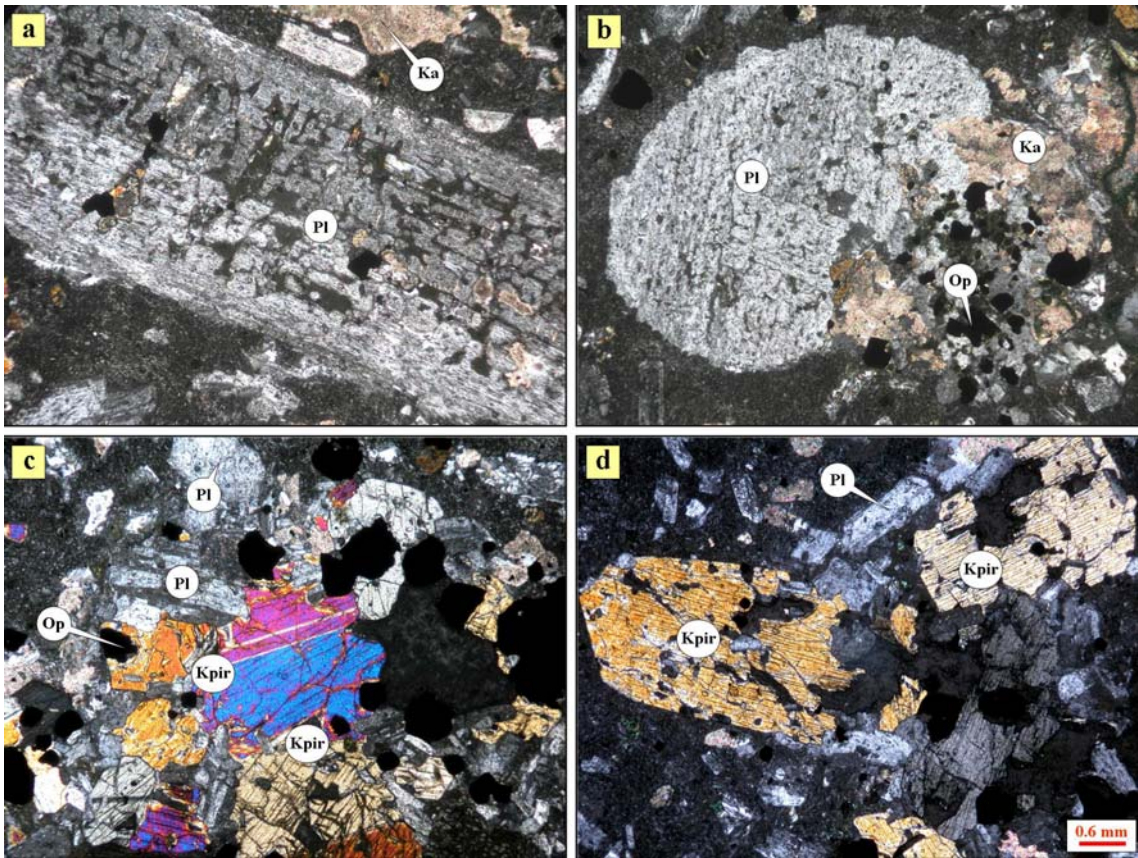
3.4.5. Bazalt Daykları

Çalışma alanının güney-güneydoğusunda Geç Kretase yaşlı dasit-riyodasit ve piroklastitleri ile andezit-bazalt ve piroklastitlerini kesen bazalt daykları genellikle porfirik, hyalo-porfirik, hyalopilitik ve glomeroporfirik doku gösterirler (Şekil 3.33). Kayaç içerisinde fenokristal olarak plajiyoklas, klinopiroksen, olivin ve opak mineraller bulunmaktadır. İkincil mineral olarak kalsit ve klorit bunlara eşlik etmektedir. Hamurda ise daha çok plajiyoklas ve klinopiroksen mikrotaneleri ile volkanik cam bulunmaktadır.

Plajiyoklas mineralleri özşekilli ve yarı özşekillidir. Özşekilli olanlar daha çok albit ve karlsbad ikizi (Şekil 3.33a) göstermektedirler. Özşekilsiz olanlar ise kenarlarından itibaren yenmiş-kemirilmiş ve tamamen yuvarlağımsı bir görünüm kazanmıştır (Şekil 3.33b). Tek

nikolde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklindedir. Megakristal olarak gözlenen plajiyoklaslarda yaygın olarak sünger dokusu gözlenmektedir.

Klinopiroksen mineralleri özşekilli ve yarı özşekilli, fenokristal ve mikrofenokristaller halindedir. Oldukça kırıklı ve çatlaklı klinopiroksen mikrofenokristalleri (Şekil 3.33d), plajiyoklas ve opak minerallerle bir araya gelerek birlikte glomerofirik doku gösterirler (Şekil 3.33c). Tek nikelde açık yeşil, çapraz nikelde II.sıranın canlı renklerini gösterirler. Bol olarak opak mineral inklüzyonları içermektedirler. Alterasyona uğramış olanlarda kloritleşme gözlenmektedir.



Şekil 3.33. Bazaltik dayklarda gözlenen; (a) opak mineral ve klinopiroksen inklüzyonları içeren plajiyoklas megakristalinin gösterdiği süngerimsi doku (Örnek No: V-6A), (b) yeni-kemirilme dokusu gösteren tamamen yuvarlaklaşmış plajiyoklas megakristali, opak mineral yığışimleri ile boşluk dolgusu şeklinde gelişmiş kalsit (Örnek No: V-6B), (c) plajiyoklas, klinopiroksen ve opak minerallerin biraraya gelerek oluşturdukları glomerofirik doku (Örnek No: V-6A), (d) oldukça çatlaklı ve kırıklı dokuya sahip iskeletimsi klinopiroksen megakristalleri (Örnek No: V-6B) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Ka: Kalsit, Kpir: Klinopiroksen, Op: Opak mineral)

Olivin genelde yuvarlak ve küçük taneler halinde nadiren bulunmaktadır. Tek nikelde genelde renksiz, çapraz nikelde ise II. sıranın yüksek çiftkırıcılık renklerini göstermektedir. İskeletimsi olivinler tamamen iddingsitleşmişlerdir.

Hamur genelde hyalo-mikrolitik porfirik dokuya sahip olup, plajiyoklas ve klinopiroksen mikrolitlerinden, köşeli opak minerallerden ve volkanik camdan oluşmaktadır. Ayrıca hamur bol olarak çatlak ve kırıklara sahip olup, bunlar kalsit ile dolmuştur (Şekil 3.33d).

3.4.6. Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)

3.4.6.1. Karataş Tepe Domu

Andezit-trakiandezitten oluşan birim, genelde kayaçlar mikrolitik, hyalo-mikrolitik, trakitik, hyalopilitik ve flüidal dokuya sahiptirler. Yer yer elek ve sünger dokusu da gözlenmektedir. Volkanik cam içeren hamur içerisinde çoğunlukla plajiyoklas mikrolitleri, daha az miktarda da plajiyoklas, sanidin, hornblend ve klinopiroksen mikrokristalleri gözlenmektedir. İkincil mineral olarak kuvars ve kalsit bu minerallere eşlik etmektedir (Şekil 3.34).

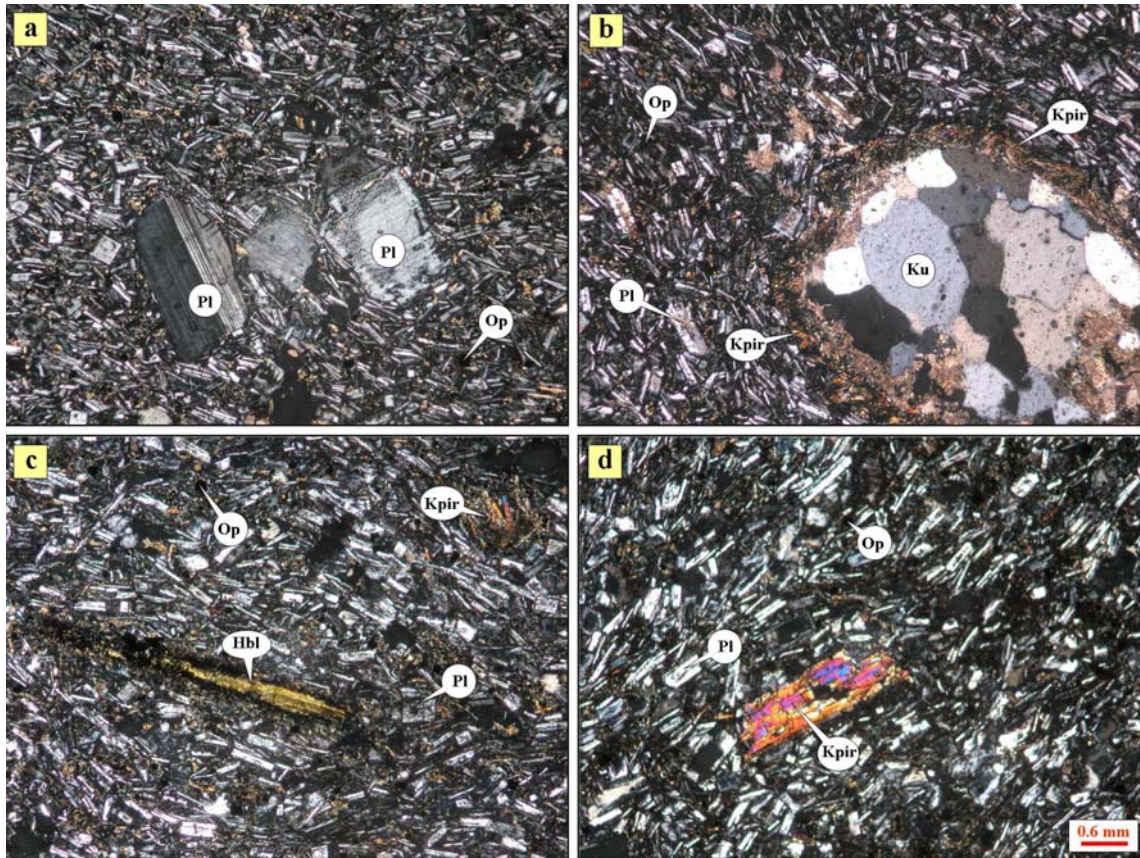
Plajiyoklas kristalleri genellikle mikrolitler, nadiren de fenokristaller halinde gözlenmektedirler. Mikrofenokristaller daha çok kısa latalar şeklindedir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklerde. Hamurda bol olarak gözlenen plajiyoklas mikrolitleri flüidal doku oluştururlar. Plajiyoklas fenokristalleri çoğunlukla albit ve karlsbad ikizi sunmaktadırlar (Şekil 3.34c, d). Yer yer zonlu, yarı özşekilli plajiyoklas fenokristallerinin kenarlarında elek dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.34a).

Hornblend mineralleri genellikle hamurda mikrotaneler halinde olup, yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Fenokristal halinde gözlenenlerde ise mızrak şekilli olup, çoğunlukla kenarlarından itibaren opaklaşmaya başlamışlardır (Şekil 3.34d).

Klinopiroksen mineralleri yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Daha çok hamurda mikrotaneler halinde, yer yer fenokristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 3.34c). Yüksek röliyefe sahip olan klinopiroksen mineralleri, tek nikelde renksiz ve bazende kahverengimsi yeşil, çapraz nikelde ise II. sıranın mavi, yeşil renklerini sunmaktadır. Altere olanlarda kloritleşme oldukça yaygındır.

Ayrıca, kuvars ksenokristallerin etrafını bir zarf şeklinde saran iğnemi klinopiroksen mikrokristallerine de rastlanılmaktadır (Şekil 3.34b). Bu doku, kuvarsların ksenokrist olduğunun bir göstergesidir ve kuvars ksenokristalinin ergiyik ile reaksiyonu sonucu gelişmektedir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).

Hamur plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, opak mineral ve volkanik camdan oluşmaktadır (Şekil 3.34).



Şekil 3.34. Karataş Tepe Domu'na ait andezit-trakiandezitlerde gözlenen; (a) yarı özşekilli plajiyoklas fenokristallerindeki albit ikizi ve kenarlarındaki elek dokusu (Örnek No: KR-1), (b) iğnemi klinopiroksenler tarafından sarılmış kuvars ksenokristalinin oluşturduğu reaksiyon dokusu (Örnek No: KR-1), (c) flüidal doku içerisinde kenarlarından itibaren opaklaşmış mızrak şekilli hornblend fenokristali ile iğnemi klinopiroksenler (Örnek No: KR-5), (d) yönlendirilmiş kısa lata şekilli plajiyoklasların oluşturduğu trakitik doku içerisinde klinopiroksen fenokristali (Örnek No: KR-5) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral)

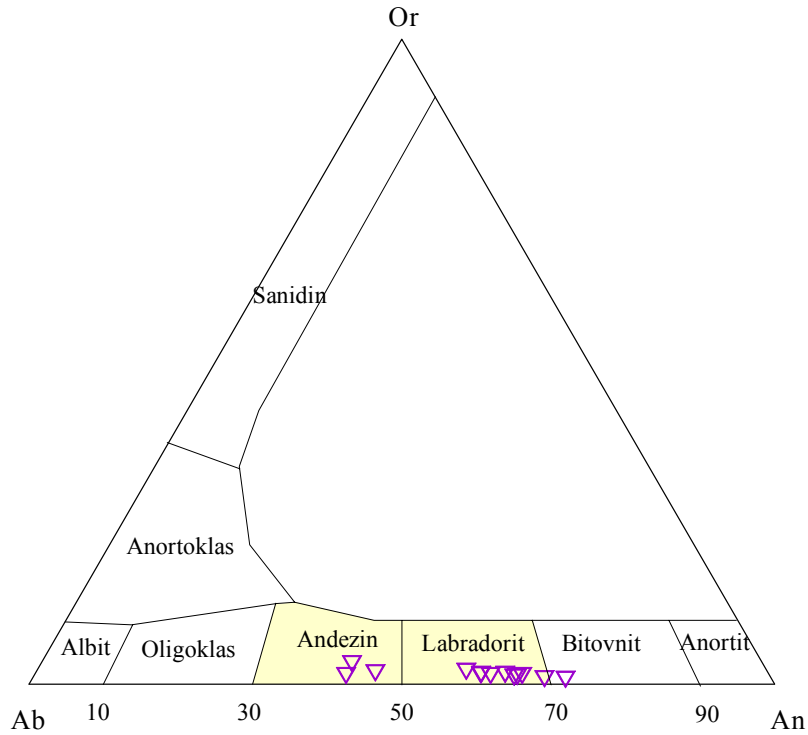
3.4.6.1.1. Mineral Kimyası

3.4.6.1.1.1. Plajiyoklas

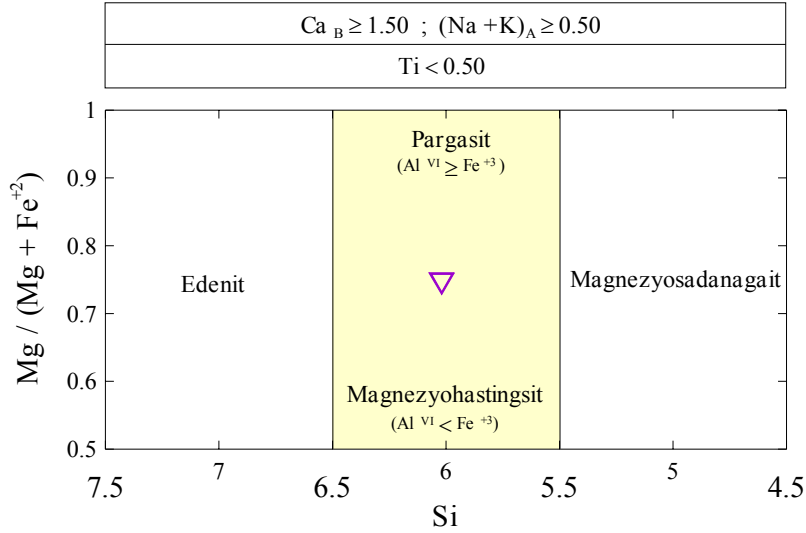
Karataş Tepe Domu'na ait andezitik-trakiandezitik kayalar içerisinde, mikrofenokristaller halinde gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla labradorit, nadiren de andezindir (Tablo 3.1, Şekil 3.35). Labradorit olanlarda bileşim $An_{58}Ab_{40}Or_2$ 'den $An_{71}Ab_{28}Or_1$ 'e kadar değişmektedir. Andezin olanlarda ise bileşim $An_{42}Ab_{55}Or_3$ - $An_{45}Ab_{53}Or_2$ arasındadır.

3.4.6.1.1.2. Hornblend

Karataş Tepe Domu'ndaki andezite ait hornblend mineralinin mikroprob analizi (Tablo 3.2) dikkate alındığında, Leake vd. (1997)'ne göre yapılan sınıflamada magnezyo-hastingsit olarak isimlendirilebilir (Şekil 3.36). Magnezyo-hastingsitte $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı 0.69 dur.



Şekil 3.35. Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

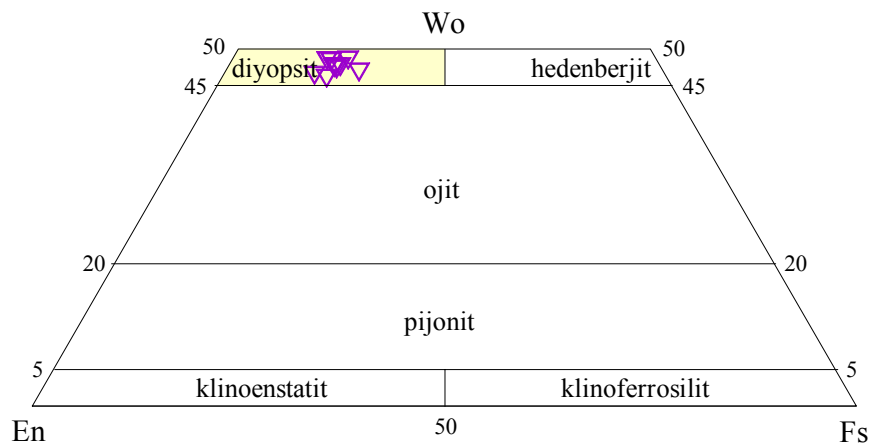


Şekil 3.36. Karataş Tepe Domu'ndaki andezite ait hornblend sınıflaması (Leake vd., 1997)

3.4.6.1.1.3. Klinopiroksen

Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlerce içerilen klinopiroksenlerin mikroprob analizleri (Tablo 3.3) dikkate alındığında, klinopiroksenler Morimoto vd. (1988)'nin sınıflamasına göre diyopsit olarak isimlendirilebilir (Şekil 3.37).

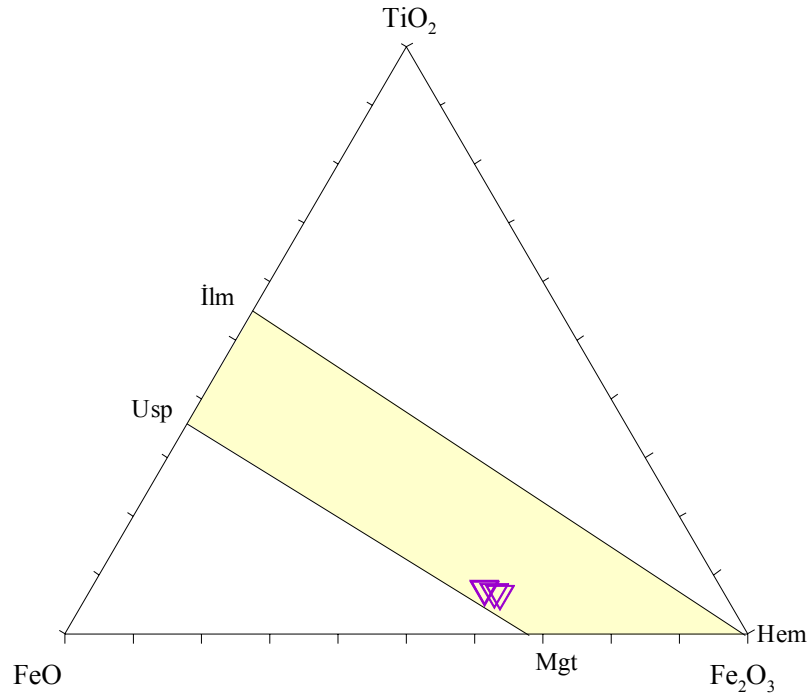
Diyopsitlerin bileşimleri mineralin kenar kısımlarında $Wo_{46-47} En_{37-41} Fs_{13-16}$, mineralin merkez kısımlarında ise $Wo_{46-48} En_{37-43} Fs_{11-15}$ 'tir. $Mg/(Mg + Fe^{+2})$ oranı ise kenar kısımlarda 0.69-0.76 arasında, merkezde ise 0.74-0.79 arasında değişmektedir.



Şekil 3.37. Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

3.4.6.1.1.4. Fe-Ti Oksitler

Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlerde gözlenen opak minerallerin hepsi titano-magnetittir (Tablo 3.4, Şekil 3.38). Bu mineraller, incelenen diğer volkanik domlara ait kayaçların Fe-Ti oksitleriyle karşılaştırıldığında; göreceli olarak daha düşük Fe_2O_3 içeriğine ve daha yüksek TiO_2 ve MgO içeriğine sahiptir.



Şekil 3.38. Karataş Tepe Domu'ndaki andezit-trakiandezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.1. Karataş Tepe Domu andezit-trakiandezitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

Örnek	KR-4	KR-4	KR-4	KR-4	KR-4	KR-4
	Plaj-1	Plaj-2	Plaj-5	Plaj-5	Plaj-6	Plaj-6
	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	57.42	57.87	51.74	52.12	52.05	52.94
TiO ₂	0.01	0.00	0.18	0.00	0.02	0.05
Al ₂ O ₃	27.08	26.58	28.26	29.82	29.53	29.24
FeO	0.17	0.27	3.33	0.73	0.60	0.72
MnO	0.03	0.00	0.04	0.02	0.00	0.02
MgO	0.02	0.03	0.19	0.05	0.03	0.06
CaO	9.41	8.58	11.29	13.08	12.70	12.27
Na ₂ O	6.00	6.26	4.37	3.85	3.93	4.14
K ₂ O	0.30	0.54	0.32	0.18	0.26	0.22
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.43	100.15	99.75	99.86	99.13	99.67
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	10.26	10.37	9.55	9.50	9.54	9.64
Ti	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Al	5.71	5.61	6.15	6.41	6.38	6.28
Fe ⁺²	0.03	0.04	0.51	0.11	0.09	0.11
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.01	0.05	0.01	0.01	0.02
Ca	1.80	1.65	2.23	2.56	2.49	2.40
Na	2.08	2.17	1.56	1.36	1.40	1.46
K	0.07	0.12	0.08	0.04	0.06	0.05
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.96	19.98	20.17	20.00	19.99	19.97
An	45.60	41.75	57.67	64.55	63.11	61.26
Ab	52.67	55.09	40.36	34.37	35.38	37.43
Or	1.73	3.16	1.97	1.08	1.51	1.31

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.1'in devamı

Örnek	KR-4	KR-4	KR-5	KR-5	KR-5	KR-5	KR-5
	Plaj-8	Plaj-11	Plaj-1	Plaj-3	Plaj-7	Plaj-11	Plaj-11
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	50.31	58.25	51.39	52.68	51.62	52.11	52.80
TiO ₂	0.01	0.02	0.02	0.01	0.05	0.04	0.09
Al ₂ O ₃	31.43	26.29	30.73	28.96	29.86	30.04	29.05
FeO	0.59	0.21	0.64	0.76	0.74	0.63	0.72
MnO	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01
MgO	0.06	0.01	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
CaO	14.43	8.61	13.85	12.19	13.13	13.24	12.11
Na ₂ O	3.08	6.45	3.39	4.35	3.79	3.71	4.31
K ₂ O	0.13	0.23	0.14	0.24	0.20	0.23	0.26
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.05	100.06	100.22	99.29	99.44	100.09	99.41
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	9.18	10.42	9.34	9.65	9.46	9.48	9.65
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al	6.76	5.55	6.59	6.25	6.45	6.44	6.26
Fe ⁺²	0.09	0.03	0.10	0.12	0.11	0.10	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	2.82	1.65	2.70	2.39	2.58	2.58	2.37
Na	1.09	2.24	1.20	1.54	1.35	1.31	1.53
K	0.03	0.05	0.03	0.06	0.05	0.05	0.06
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.00	19.95	19.98	20.03	20.01	19.98	20.00
An	71.60	41.87	68.73	59.91	64.92	65.48	59.89
Ab	27.66	56.82	30.44	38.67	33.89	33.20	38.59
Or	0.74	1.31	0.83	1.42	1.19	1.32	1.52

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.2. Karataş Tepe Domu andezitine ait hornblend mineralinin mikroprob analiz sonucu

<u>Örnek</u>	<u>KR-4</u>
	Magnezyo hastingsit
	Amf -4
	feno
	<u>merkez</u>
SiO ₂	41.18
TiO ₂	1.94
Al ₂ O ₃	13.29
FeO	13.43
MnO	0.15
MgO	13.28
CaO	11.69
Na ₂ O	2.29
K ₂ O	0.68
Cr ₂ O ₃	0.06
Toplam	97.97
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.	
Si	6.02
Ti	0.21
Al ^[4]	1.98
Al ^[6]	0.31
Al ^T	2.29
Fe ⁺³	0.65
Fe ⁺²	1.00
Mn	0.02
Mg	2.89
Ca	1.83
Na	0.65
K	0.13
Toplam	15.68
Mg #	63.80

$$\text{Mg}^{\#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2});$$

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır.

Tablo 3.3. Karataş Tepe Domu andezit-trakiandezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	KR-4	KR-4	KR-4	KR-4	KR-5
	Klinopir-4	Klinopir-7	Klinopir-7	Klinopir-9	Klinopir-2
	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	48.90	52.15	47.61	49.37	48.04
TiO ₂	0.74	0.29	1.11	0.55	0.81
Al ₂ O ₃	6.03	2.77	5.91	5.63	6.44
FeO	7.92	6.94	9.84	7.85	8.12
MnO	0.15	0.13	0.24	0.14	0.15
MgO	13.16	14.93	12.56	13.33	12.11
CaO	21.86	22.58	22.09	22.35	21.77
Na ₂ O	0.61	0.44	0.42	0.58	0.60
K ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.03	0.03	0.04	0.08	0.08
Toplam	99.39	100.25	99.82	99.87	98.10
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	1.83	1.93	1.80	1.84	1.83
Ti	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02
Al	0.27	0.12	0.26	0.25	0.29
Fe ⁺²	0.25	0.21	0.31	0.25	0.26
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	0.74	0.82	0.71	0.74	0.69
Ca	0.88	0.89	0.90	0.89	0.89
Na	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.03	4.02	4.05	4.04	4.02
Mg #	0.74	0.79	0.69	0.75	0.72
Wo	47.18	46.30	46.75	47.53	48.43
En	39.49	42.60	36.99	39.44	37.47
Fs	13.33	11.10	16.26	13.03	14.09

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.3'ün devamı

Örnek	KR-5	KR-5	KR-5	KR-5	KR-5
	Klinopir-4	Klinopir-8	Klinopir-8	Klinopir-9	Klinopir-10
	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	48.67	49.58	51.13	49.49	48.68
TiO ₂	0.70	0.47	0.29	0.58	0.82
Al ₂ O ₃	5.77	4.76	2.39	5.08	6.44
FeO	7.68	6.93	7.89	7.11	8.00
MnO	0.16	0.11	0.20	0.12	0.13
MgO	13.19	13.41	14.34	13.02	12.82
CaO	21.90	22.54	22.15	22.03	21.76
Na ₂ O	0.57	0.56	0.25	0.54	0.67
K ₂ O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Cr ₂ O ₃	0.06	0.05	0.00	0.09	0.08
Toplam	98.68	98.43	98.64	98.05	99.41
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	1.84	1.87	1.93	1.87	1.83
Ti	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Al	0.26	0.21	0.11	0.23	0.28
Fe ⁺²	0.24	0.22	0.25	0.23	0.25
Mn	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	0.74	0.75	0.81	0.73	0.72
Ca	0.89	0.91	0.90	0.89	0.87
Na	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.03	4.03	4.02	4.02	4.03
Mg #	0.75	0.78	0.76	0.77	0.74
Wo	47.36	48.37	45.89	48.22	47.48
En	39.67	40.04	41.34	39.64	38.90
Fs	12.97	11.60	12.76	12.14	13.62

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.4. Karataş Tepe Domu andezit-trakiandezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	KR-4-3	KR-4-10	KR-5-5	KR-5-6
	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	0.07	0.04	0.17	0.07
TiO ₂	5.49	6.03	5.15	5.78
Al ₂ O ₃	1.33	1.00	1.37	1.03
Fe ₂ O ₃	50.90	49.90	50.80	49.10
FeO	28.90	30.20	27.80	29.70
MnO	0.86	1.01	0.86	0.94
MgO	2.39	1.68	2.74	1.51
CaO	0.03	0.07	0.07	0.12
Cr ₂ O ₃	0.06	0.04	0.00	0.02
V ₂ O ₃	0.38	0.35	0.36	0.29
Toplam	90.41	90.32	89.32	88.55
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.00	0.00	0.01	0.00
Ti	0.17	0.19	0.16	0.18
Al	0.06	0.05	0.07	0.05
Fe ⁺³	1.58	1.56	1.59	1.56
Fe ⁺²	0.99	1.05	0.96	1.05
Mn	0.03	0.04	0.03	0.03
Mg	0.15	0.10	0.17	0.10
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.01	0.01	0.01	0.01
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	69.00	79.00	68.00	79.00
Magnetit	1.00	-	-	-
Quandit	4.00	7.00	12.00	7.00
Kromit	-	-	-	-
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	21.00	9.00	13.00	10.00
Spinel	1.00	-	-	2.00

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.4.6.2. Fındıklı Tepe Domu

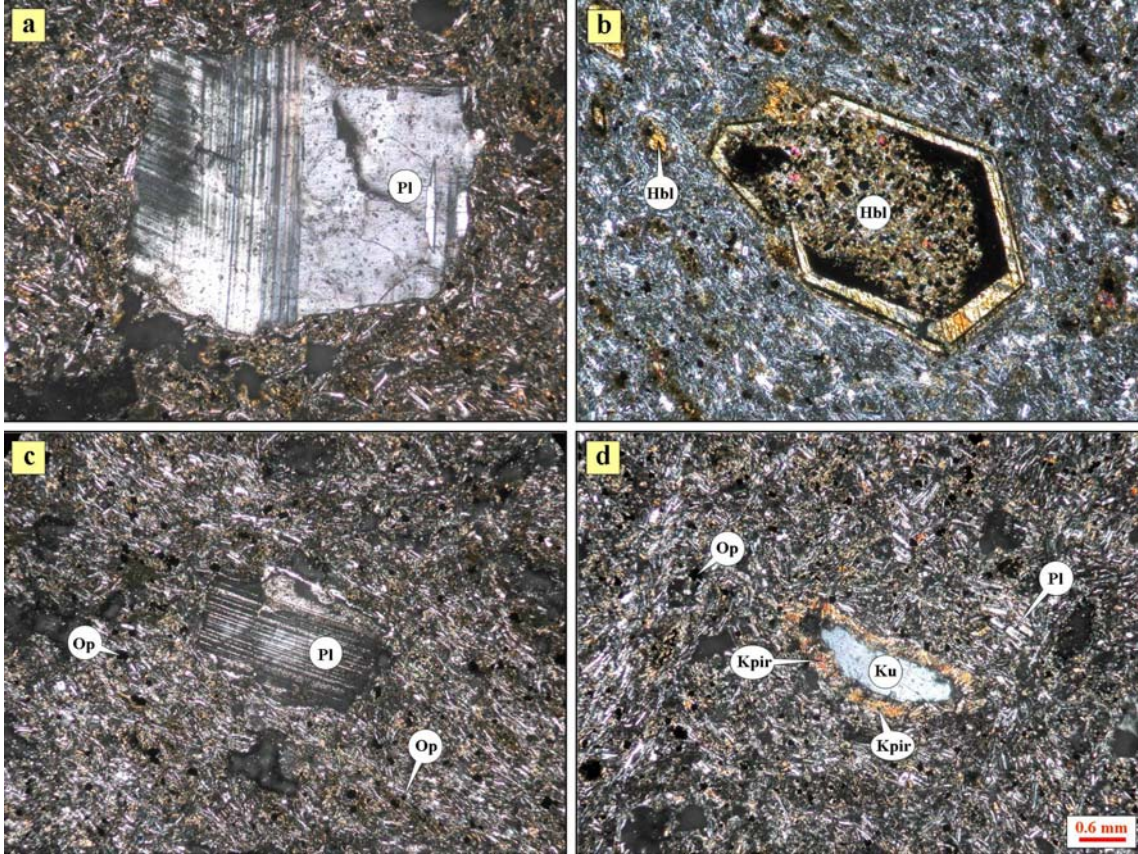
Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitler, genelde mikrolitik, hyalo-mikrolitik ve mikrolitik porfirik doku, yer yer flüidal doku göstermektedirler (Şekil 3.39). Kayaç içerisinde açık renkli fenokristal olarak plajiyoklas, mafik mineral olarak da hornblend ve biyotit mineralleri bulunmaktadır. Mikrofenokristal olarak plajiyoklas, hornblend, biyotit, klinopiroksen, apatit ve opak mineraller içerilmektedir. İkincil mineral olarak klorit ve kuvars gözlenmektedir.

Plajiyoklaslar kayaç içerisinde fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Kristaller çoğunlukla özşekilli, nadiren yarı özşekillidirler. Genellikle albit ikizi sunmaktadırlar (Şekil 3.39a, c). Plajiyoklasların bir çoğu serisitleşmiştir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklerde gözlenmektedirler.

Hornblendler, hem fenokristal olarak hem de hamurda mikrolit olarak bulunmaktadır. Genellikle fenokristaller özşekilli, mikrofenokristaller ise yarı özşekillidir. Pleokroizması $x = \text{sarımsı yeşil}$, $z = \text{açık sarı yeşildir}$. Hornblend mikrofenokristallerinin çoğu parçalanmıştır. Bazı özşekilli fenokristallerin ise merkez ve kenar kısımları tamamen opaklaşmıştır (Şekil 3.39b).

Klinopiroksenler, yarı özşekilli ve özşekilsiz kristaller halindedirler. Yüksek röliyefe sahip olan klinopiroksenler, tek nikelde renksiz, çapraz nikelde ise II.sıranın mavi, yeşil renklerini sunmaktadırlar. Çok zayıf pleokroizma göstermektedir. Genellikle altere olanlarda kloritleşme gözlenir. Ayrıca, kuvars ksenokristallerinin etrafını bir zarf şeklinde saran iğnemsî klinopiroksen mikrofenokristallerinin oluşturduğu bir reaksiyon dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.39d). Bu özellik de magma karışımı ve/veya dengesiz kristallenme ile açıklanabilir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).

Biyotit minerallerine genellikle çok küçük levhalar halinde ve çok az oranda rastlanmaktadır. Dilinim (001)'e dik yönde mükemmeldir. Tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu yeşil, koyu kahverengi ve siyah renkte gözlenmektedir. Bazı kesitlerde ayrışma ürünü olarak kloritleşme gözlenmektedir.

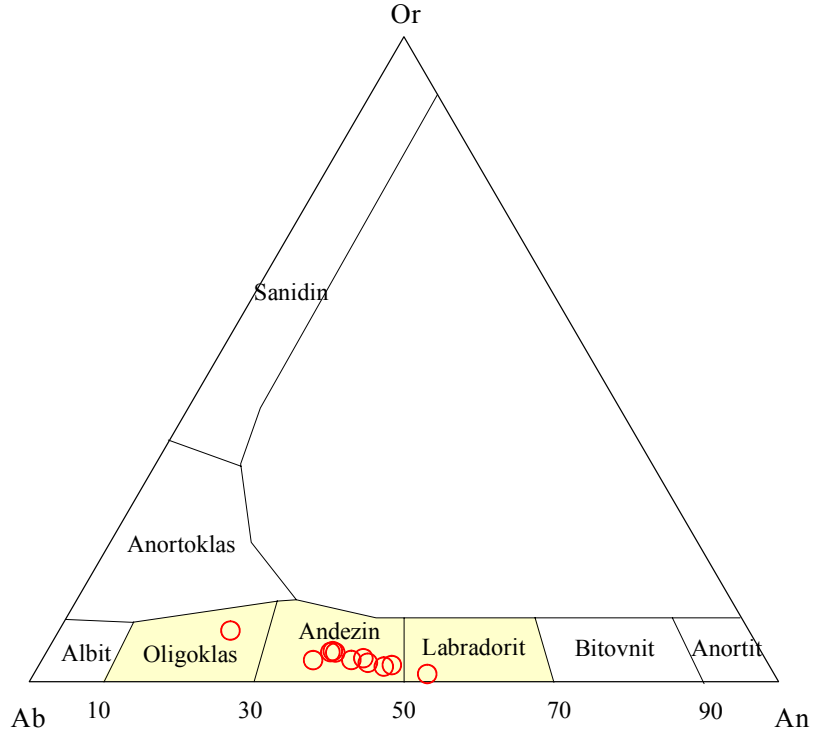


Şekil 3.39. Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitlerde gözlenen; (a) klinopiroksen ve plajiyoklas mikrolitlerinden ve çok küçük opak minerallerden oluşan mikrolitik hamur içerisindeki albit ikizi gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: FK-9), (b) merkezinden itibaren tamamen opaklaşmış, klinopiroksen ve plajiyoklas inklüzyonları içeren özşekilli hornblend fenokristali (Örnek No: FK-2), (c) yönelmiş kısa lata şekilli plajiyoklasların ve opak minerallerin oluşturduğu flüidal doku içerisinde albit ikizli plajiyoklas fenokristali (Örnek No: FK-9), (d) iğnemsiz klinopiroksenler tarafından sarılmış olan kuvars ksenokristalinin oluşturduğu dengesizlik dokusu (Örnek No: FK-9), (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral)

3.4.6.2.1. Mineral Kimyası

3.4.6.2.1.1. Plajiyoklas

Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitler içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla andezin, nadiren oligoklas ve labradorittir (Tablo 3.5, Şekil 3.40). Andezinlerin bileşimleri $An_{36}Ab_{61}Or_3$ – $An_{47}Ab_{50}Or_3$ arasında değişmektedir. Oligoklasın bileşimi $An_{23}Ab_{69}Or_8$, labradoritin bileşimi ise $An_{53}Ab_{46}Or_1$ 'dir.



Şekil 3.40. Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

3.4.6.2.1.2. Hornblend

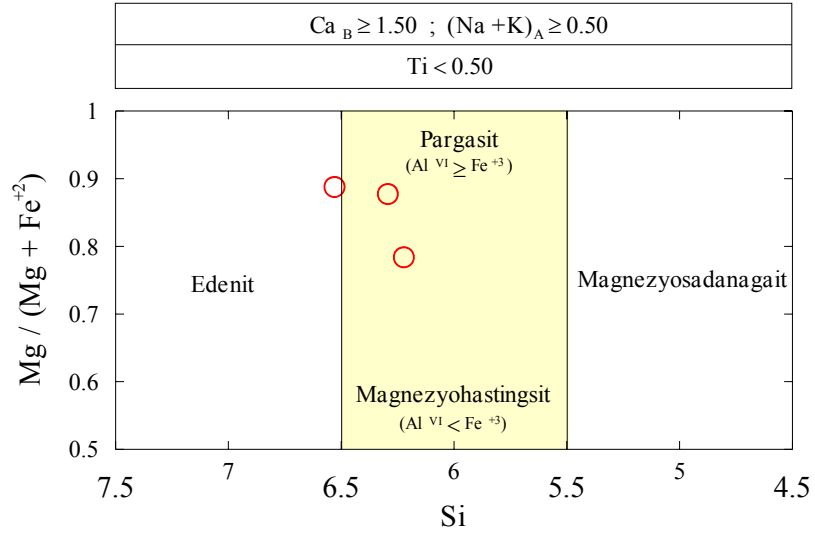
Fındıklı Tepe Domu'na ait andezitler içerisinde gözlenen hornblendlerin mikroprob analizleri (Tablo 3.6) dikkate alındığında, Leake vd (1997)'ne göre yapılan sınıflamada magnezyo-hastingsit olarak isimlendirilmektedir (Şekil 3.41).

Kayaç içerisinde genellikle özşekilli fenokristaller halinde gözlenen magnezyo-hastingsitlerde $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı 0.68-0.76 arasında değişmektedir.

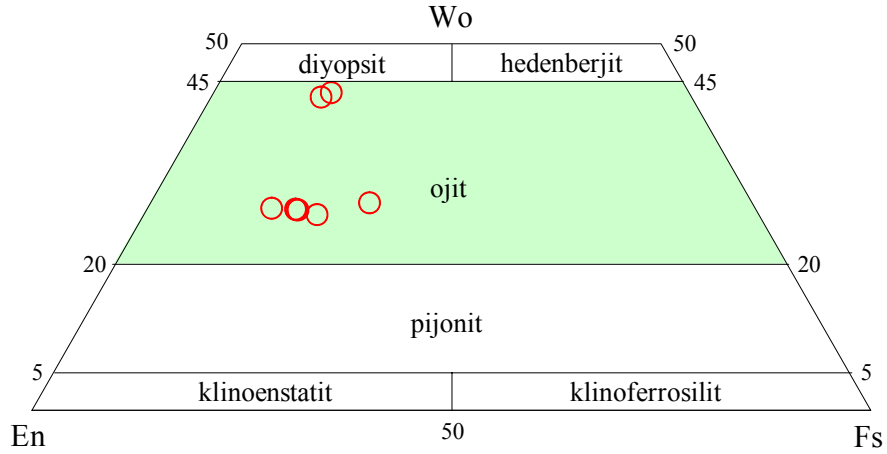
3.4.6.2.1.3. Klinopiroksen

Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezitler içerisindeki klinopiroksenlerden elde edilen mikroprob analizleri (Tablo 3.7) dikkate alındığında, Morimoto vd. (1988)'ne göre, ojit ve diyopsitik ojit olarak adlandırılmaktadırlar (Şekil 3.42).

Fenokristal halinde gözlenen ojitlerin bileşimi $Wo_{27}En_{53}Fs_{20}$ - $Wo_{28}En_{46}Fs_{26}$ arasında değişmektedir ve $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı 0.75-0.77 arasındadır. Diyopsitik ojitlerin bileşimi ise $Wo_{42}En_{44}Fs_{13}$ - $Wo_{43}En_{43}Fs_{14}$ olup, $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı 0.72-0.80 arasında değişmektedir.



Şekil 3.41. Fındıklı Tepe Domu'ndaki andezitlere ait horblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)

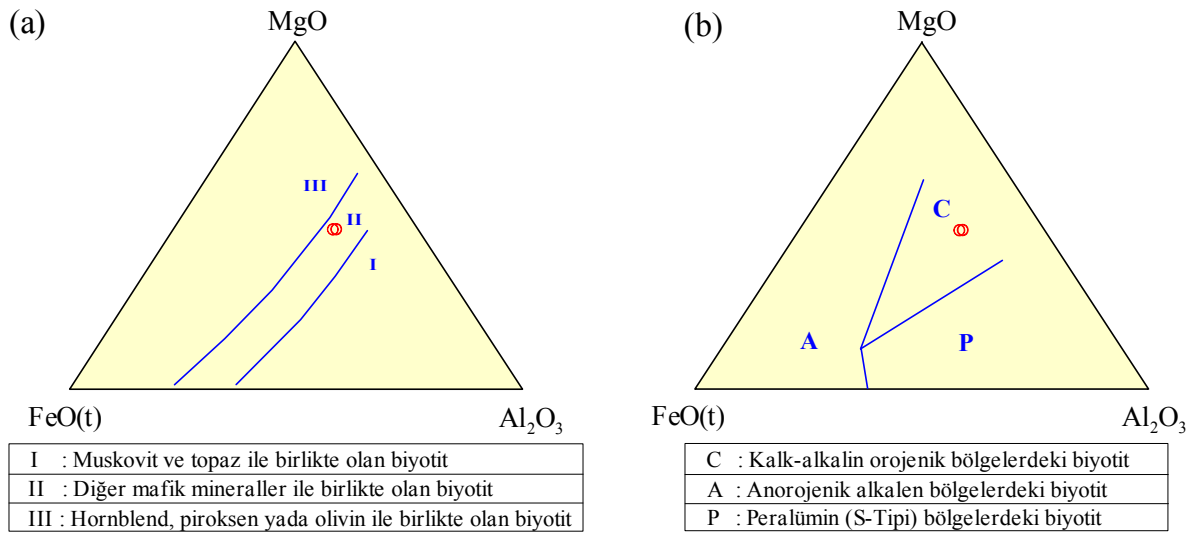


Şekil 3.42. Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

3.4.6.2.1.4. Biyotit

Fındıklı Tepe Domu'na ait andezitlerdeki biyotitler, %73 flogopit ve % 16 annit bileşimlidir. Belirgin bir bileşimsel değişime sahip değildirler. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı yaklaşık 0.81'dir (Tablo 3.8).

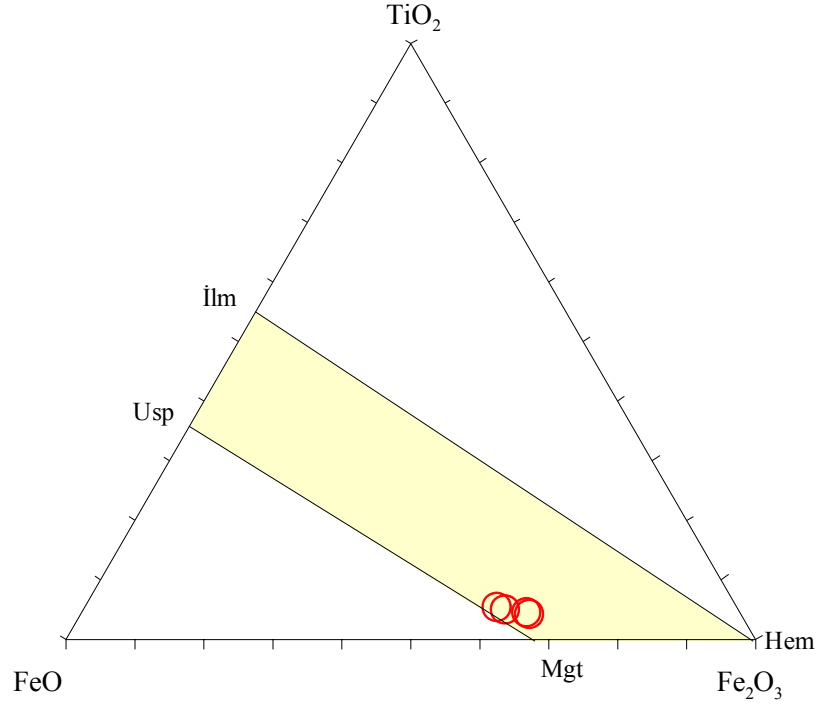
Speer (1987)'e göre farklı parametreler baz alınarak biyotitlere ait sınıflama diyagramları çizilmiştir. MgO-FeO(t)-Al₂O₃ üçgen diyagramında biyotitlerin bileşimleri II. bölgeye düşmekte olup 'diğer mafik mineraller ile birlikte olan biyotit' olarak sınıflandırılmaktadırlar (Şekil 3.43a). Orojenik bölge ayırtman MgO-FeO(t)-Al₂O₃ üçgen diyagramında ise biyotitlere ait mikroprob analizleri, C alanına düşmekte olup 'kalkalkalin orojenik bölgelerdeki biyotit' sınıfına dahil edilmektedirler (Şekil 3.43b).



Şekil 3.43. Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait biyotitlerin sınıflandırılması (Speer, 1987). (a) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı

3.4.6.2.1.5. Fe-Ti Oksitler

Fındıklı Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitlerdeki, hornblend minerallerinin içerisinde inklüzyon olarak gözlenen opak minerallerin hepsi titano-magnetittir (Tablo 3.9, Şekil 3.44). Bu mineraller incelenen diğer domlara ait volkanitlerin içerdiği Fe-Ti oksitlerle karşılaştırıldığında; göreceli olarak daha yüksek TiO₂ (Fındıklı Tepe volkanitleri hariç), Al₂O₃ ve MgO içeriğine sahiptir.



Şekil 3.44. Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.5. Fındıklı Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait plajiyoklaların mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>FK-2</u>	<u>FK-2</u>	<u>FK-2</u>	<u>FK-2</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>
	Plaj-4	Plaj-7	Plaj-12	Plaj-13	Plaj-3	Plaj-3
	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	63.30	59.90	56.99	55.50	56.90	58.96
TiO ₂	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.05
Al ₂ O ₃	22.71	25.26	27.50	28.27	27.04	25.38
FeO	0.19	0.13	0.26	0.48	0.08	0.15
MnO	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
MgO	0.01	0.01	0.02	0.05	0.00	0.01
CaO	4.73	7.52	9.65	10.91	9.53	7.74
Na ₂ O	7.91	6.94	5.95	5.32	5.62	6.40
K ₂ O	1.38	0.59	0.41	0.21	0.44	0.81
Cr ₂ O ₃	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.25	100.38	100.81	100.76	99.66	99.50
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	11.22	10.66	10.17	9.95	10.25	10.60
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Al	4.74	5.30	5.79	5.97	5.74	5.38
Fe ⁺²	0.03	0.02	0.04	0.07	0.01	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Ca	0.90	1.44	1.85	2.10	1.84	1.49
Na	2.72	2.40	2.06	1.85	1.96	2.23
K	0.31	0.13	0.09	0.05	0.10	0.19
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.92	19.95	20.01	20.01	19.91	19.92
An	22.88	36.21	46.15	52.51	47.10	38.14
Ab	69.19	60.44	51.50	46.28	50.32	57.12
Or	7.93	3.35	2.35	1.20	2.58	4.74

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.5'in devamı

<u>Örnek</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>
	Plaj-4	Plaj-6	Plaj-8	Plaj-9	Plaj-10
	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	58.53	58.14	58.93	58.08	57.60
TiO ₂	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Al ₂ O ₃	25.48	25.74	25.47	26.29	26.06
FeO	0.15	0.23	0.19	0.14	0.14
MnO	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01
MgO	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01
CaO	7.86	8.51	7.66	8.59	8.74
Na ₂ O	6.40	6.30	6.42	5.95	5.89
K ₂ O	0.77	0.58	0.78	0.61	0.49
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.24	99.53	99.50	99.70	98.95
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	10.56	10.47	10.59	10.43	10.42
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	5.42	5.47	5.40	5.56	5.56
Fe ⁺²	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	1.52	1.64	1.47	1.65	1.70
Na	2.24	2.20	2.24	2.07	2.07
K	0.18	0.13	0.18	0.14	0.11
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.94	19.96	19.92	19.89	19.89
An	38.59	41.30	37.89	42.77	43.72
Ab	56.89	55.33	57.51	53.59	53.34
Or	4.52	3.37	4.59	3.64	2.94

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.6. Fındıklı Tepe Domu'ndaki andezitlere ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	FK-3	FK-3	FK-3
	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit
	Amf -1	Amf -2	Amf -12
	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	43.45	45.13	42.30
TiO ₂	1.19	1.21	1.25
Al ₂ O ₃	11.55	9.60	12.23
FeO	10.19	9.49	12.04
MnO	0.14	0.13	0.15
MgO	16.26	17.04	14.21
CaO	10.87	11.06	11.34
Na ₂ O	2.21	1.87	2.06
K ₂ O	0.72	0.70	0.92
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00
Toplam	96.57	96.21	96.53
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.			
Si	6.29	6.53	6.22
Ti	0.13	0.13	0.14
Al ^[4]	1.71	1.47	1.78
Al ^[6]	0.26	0.17	0.34
Al ^T	1.97	1.64	2.12
Fe ⁺³	0.74	0.68	0.62
Fe ⁺²	0.49	0.47	0.86
Mn	0.02	0.02	0.02
Mg	3.51	3.67	3.12
Ca	1.69	1.71	1.79
Na	0.62	0.52	0.59
K	0.13	0.13	0.17
Toplam	15.60	15.51	15.64
Mg #	0.74	0.76	0.68

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır.

Tablo 3.7. Fındıklı Tepe Domu trakiandezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	FK-2	FK-2	FK-2	FK-2	FK-2	FK-2	FK-2	FK-2
	Klinopir-2 feno merkez	Klinopir-2 feno kenar	Klinopir-3 feno merkez	Klinopir-3 feno kenar	Klinopir-5 feno merkez	Klinopir-6 feno merkez	Klinopir-9 feno merkez	Klinopir-11 feno merkez
SiO ₂	45.13	44.71	53.07	50.41	42.38	44.19	45.12	44.23
TiO ₂	1.22	1.28	0.20	0.61	1.11	1.27	1.32	1.32
Al ₂ O ₃	11.04	11.11	1.20	3.96	12.43	11.22	10.24	10.80
FeO	8.15	9.78	8.29	8.77	13.74	9.69	9.71	11.18
MnO	0.08	0.13	0.77	0.39	0.13	0.12	0.12	0.14
MgO	17.81	16.60	15.67	14.98	13.47	16.84	16.75	16.00
CaO	11.85	11.56	21.09	21.18	11.63	11.73	11.63	11.28
Na ₂ O	2.19	2.21	0.41	0.34	2.06	2.20	2.13	2.01
K ₂ O	1.44	0.85	0.00	0.01	0.82	0.86	0.85	0.84
Cr ₂ O ₃	0.08	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.05	0.01
Toplam	99.00	98.25	100.70	100.67	97.78	98.13	97.93	97.81
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	1.68	1.69	1.96	1.87	1.64	1.67	1.71	1.69
Ti	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04
Al	0.49	0.49	0.05	0.17	0.57	0.50	0.46	0.49
Fe ⁺²	0.25	0.31	0.26	0.27	0.44	0.31	0.31	0.36
Mn	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.99	0.93	0.86	0.83	0.78	0.95	0.94	0.91
Ca	0.47	0.47	0.83	0.84	0.48	0.48	0.47	0.46
Na	0.16	0.16	0.03	0.02	0.15	0.16	0.16	0.15
K	0.07	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.15	4.13	4.02	4.04	4.14	4.14	4.13	4.13
Mg #	0.80	0.75	0.77	0.75	0.64	0.76	0.75	0.72
Wo	27.57	27.33	42.73	43.35	28.31	27.45	27.36	26.69
En	57.64	54.62	44.17	42.65	45.60	54.85	54.81	52.66
Fs	14.80	18.05	13.10	14.01	26.10	17.70	17.83	20.65

Mg # = Mg / (Mg + Fe⁺²)Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.8. Fındıklı Tepe Domu trakiandezitlerine ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>
	Bi -11	Bi -11
	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	37.15	37.76
TiO ₂	5.10	5.22
Al ₂ O ₃	15.13	15.23
FeO	8.21	7.83
MnO	0.13	0.12
MgO	19.55	19.37
CaO	0.05	0.10
Na ₂ O	0.96	0.91
K ₂ O	8.67	8.47
P ₂ O ₅	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00
Toplam	94.96	95.01
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		
Si	5.40	5.46
Ti	0.56	0.57
Al ^[4]	2.59	2.54
Al ^[6]	0.00	0.05
Al ^T	2.59	2.59
Fe ⁺²	1.00	0.95
Mn	0.02	0.02
Mg	4.24	4.17
Ca	0.01	0.01
Na	0.27	0.26
K	1.61	1.56
Cr	0.00	0.00
Toplam	15.69	15.58
Mg #	0.81	0.82
Flogopit	0.73	0.73
Annit	0.17	0.16

Mg # = Mg / (Mg + Fe⁺³ + Fe⁺²)

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.9. Fındıklı Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>FK-2-1</u>	<u>FK-2-10</u>	<u>FK-3-5</u>	<u>FK-3-7</u>
	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	0.00	0.04	0.00	0.03
TiO ₂	4.40	4.80	3.63	3.85
Al ₂ O ₃	1.69	1.54	1.94	1.79
Fe ₂ O ₃	53.10	52.10	54.60	53.90
FeO	29.40	30.40	25.80	25.90
MnO	0.54	0.56	0.56	0.59
MgO	1.77	1.34	3.52	3.53
CaO	0.03	0.05	0.00	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.02	0.01	0.04
V ₂ O ₃	0.35	0.35	0.44	0.50
Toplam	91.28	91.20	90.50	90.14
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.14	0.15	0.11	0.12
Al	0.08	0.07	0.09	0.09
Fe ⁺³	1.64	1.61	1.67	1.66
Fe ⁺²	1.01	1.05	0.88	0.88
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02
Mg	0.11	0.08	0.21	0.21
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.01	0.01	0.01	0.02
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	68.00	73.00	55.00	57.00
Magnetit	-	-	-	1.00
Quandit	7.00	5.00	13.00	14.00
Kromit	-	-	-	-
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	20.00	17.00	22.00	20.00
Spinel	2.00	1.00	5.00	5.00

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.4.6.3. Güzelyurt Tepe Domu

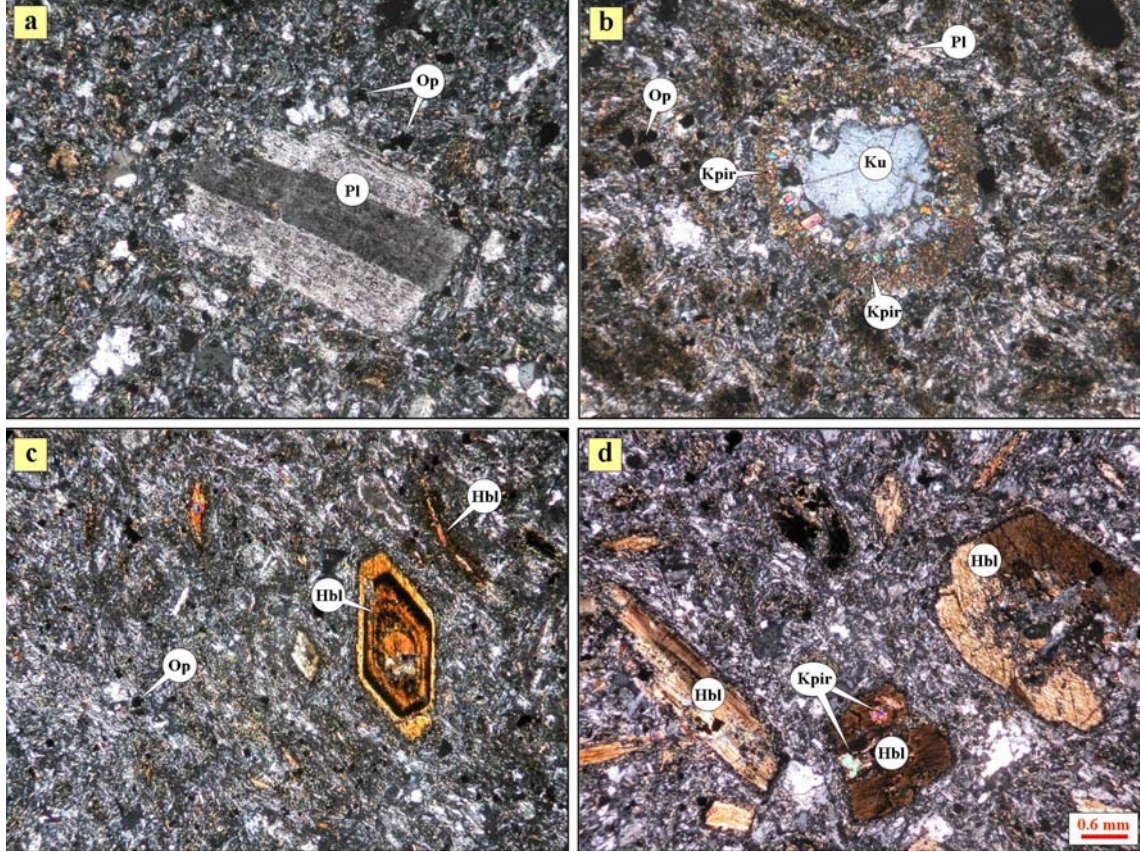
Güzelyurt Tepe Domu'na ait trakiandezitler mikrolitik porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, hyalopilitik ve flüidal doku göstermektedirler. Kayaç içerisinde açık renkli mineral olarak plajiyoklas, mafik mineral olarak da hornblend, biyotit ve klinopiroksen bulunmaktadır (Şekil 3.45). Opak mineraller ve apatit aksesuar mineral olarak hamurda bulunur. İkincil mineraller çoğunlukla kalsit, daha az oranda ise klorit ve kuvarsdır.

Plajiyoklas mineralleri, genellikle özşekilli ve yarı özşekillidirler. Kayaç içerisinde megakristal, fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Tek nikolde renksiz, çapraz nikolde gri, beyaz renklerde gözlenen plajiyoklas minerallerinin kenar kısımlarında kemirilme mevcuttur. Halkalı zonlanma hakim olup, yer yer albit ikizi ve karmaşık ikiz sunmaktadır (Şekil 3.45a). Plajiyoklaslar, yer yer kırık ve çatlaklar boyunca kalsitleşmiş ve serisitleşmişlerdir. Plajiyoklas mega kristallerinin bol olarak opak mineral ve volkanik cam inklüzyonları içermesi, dengesiz kristalleşmeyi işaret eder. Ayrıca bu minerallerde sünger dokusu hakim olup, bu da magma karışımını işaret edebilir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).

Hem fenokristal olarak hem de hamurda mikrolit olarak bulunan hornblendler, genellikle özşekilli ve yarı özşekillidirler. Özşekilli olanlarda $h(100)$ ikizine sıkça rastlanmaktadır. Pleokroizması yönlerine göre; x: sarımsı yeşil, z: açık sarı yeşil ve yeşildir. Bazı örneklerde z yönündeki rengi koyu yeşildir. Genelde altıgen bazal kesitleri görülürken bazı kesitleri uzanım istikametine paralel tek dilinimlidir (Şekil 3.45c, d). Bazal kesitlerinde $56-124^{\circ}$ açı yapan iki dilinimi net olarak izlenmektedir. Yer yer alterasyona uğramış olan hornblendlerde opaklaşma görülür. Bu tür kesitler çoğunlukla kırmızımsı kahverengi renkte gözükmektedir. Bol olarak opak mineral ve volkanik cam inklüzyonları içermektedirler. Bazı hornblend kristallerinde ise kemirilme ve yenme söz konusudur. Bu da dengesiz kristalleşmeyi işaret edebilir (Şekil 3.45d).

Klinopiroksenler, yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Daha çok hamurda mikrotaneler halinde, yer yer fenokristaller halinde gözlenmektedir. Yüksek röliyefe sahip olan klinopiroksenler, tek nikolde renksiz ve bazende kahverengimsi yeşil, çapraz nikolde ise II. sıranın mavi, yeşil renklerini sunmaktadır. Altere olanlarda kloritleşme oldukça yaygındır. Ayrıca Kayaçta iğnemsî şekilli ve/veya tamamen yuvarlaklaşmış oldukça küçük klinopiroksen mikrotaneleri tarafından sarılmış kuvars fenokristalleri gözlenmektedir (Şekil 3.45b). Bu doku kuvarsların ksenokrist olduğunun bir göstergesidir ve kuvars

ksenokristalinin magma ile reaksiyonu sonucu geliştiğinin bir ifadesidir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).



Şekil 3.45. Güzelyurt Tepe Domu'na ait trakiandezitlerde gözlenen; (a) sünger dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: GY-11), (b) iğnemsî ve/veya tamamen yuvarlaklaşmış çok küçük mikrotaneler halindeki klinopiroksenler tarafından sarılmış olan kuvars ksenokristalinin oluşturduğu dengesizlik dokusu (Örnek No: GY-11), (c) mikrolitik hamur içerisinde gözlenen yer yer opaklaşmış, özşekilli ve zonlu hornblend fenokristali (Örnek No: GY-1), (d) yer yer klinopiroksen inklüzyonları içeren, oldukça kırılmış ve parçalanmış hornblend fenokristal ve mikrofenokristalleri (Örnek No: GY-11) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral)

Biyotitler, genellikle çok küçük dikdörtgen latalar halinde gözlenmektedir. (001) yönünde tek yönlü dilinimi ile karakteristiktir. Tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu kahverengi ve siyah renkte, nadiren daha açık renklere bulunurlar. Yer yer ayrışma ürünü olarak kloritleşme gözlenmektedir.

Opak mineraller genelde hamurda küçük düzensiz şekillerde, bazen de köşeli taneler halinde hornblend minerallerinin içerisinde inklüzyonlar halinde gözlenmektedir.

Kalsit, boşluk dolgusu ve plajiyoklasların ayrışma ürünü olarak gözlenmektedir.

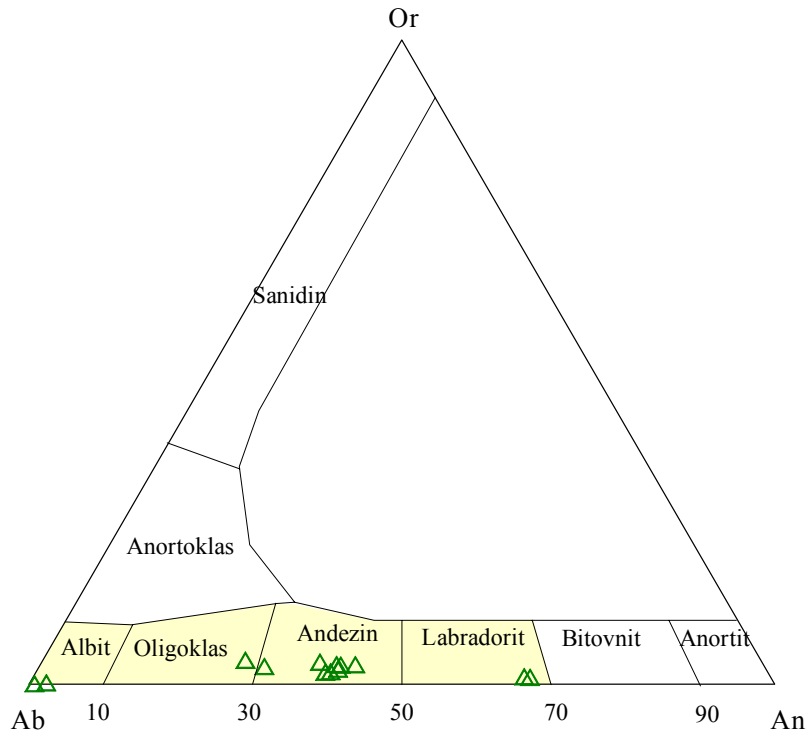
Hamur plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, opak mineral ve volkanik camdan meydana gelmektedir. Hamurda yer yer kalsitleşme ve serisitleşme gözlenir.

3.4.6.3.1. Mineral Kimyası

3.4.6.3.1.1. Plajiyoklas

Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlerin içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar genellikle andezin, nadiren albit, oligoklas ve labradorittir (Tablo 3.10, Şekil 3.46).

Plajiyokaslardan andezin olanların bileşimleri $An_{30}Ab_{67}Or_3$ – $An_{42}Ab_{55}Or_3$ arasında değişmektedir. Albit olanların bileşimleri ise $An_{01}Ab_{99}Or_0$ – $An_2Ab_{98}Or_0$ arasındadır. Oligoklas olanlarda bileşim $An_{27}Ab_{69}Or_4$ 'tür. Labradorit olanlarda ise bileşim $An_{66}Ab_{33}Or_1$ – $An_{67}Ab_{32}Or_1$ arasında değişmektedir.

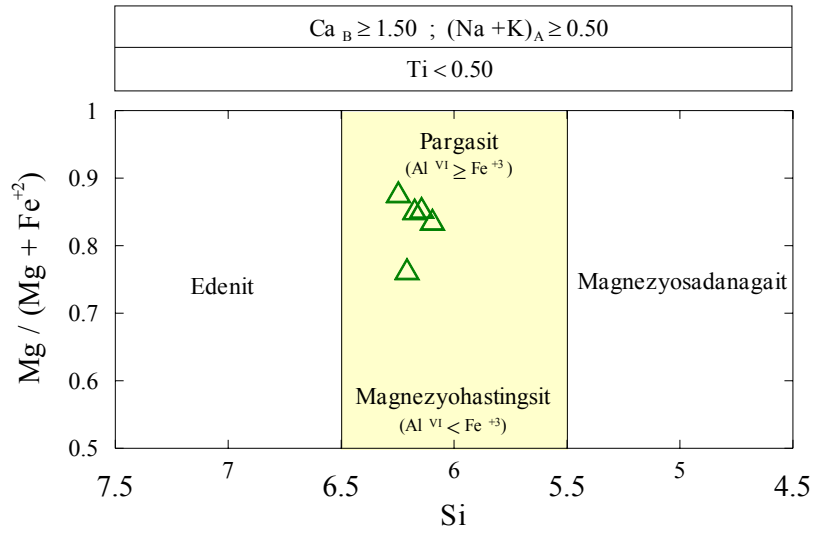


Şekil 3.46. Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

3.4.6.3.1.2. Hornblend

Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlerin içerdiği hornblendler, Leake vd. (1997)'nin sınıflamasına göre genellikle magnezyo-hastingsit olarak tanımlanmıştır (Tablo 3.11, Şekil 3.47).

Kayaç içerisinde genellikle özşekilli fenokristaller halinde gözlenen magnezyo-hastingsitlerde $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı 0.68-0.74'tür.

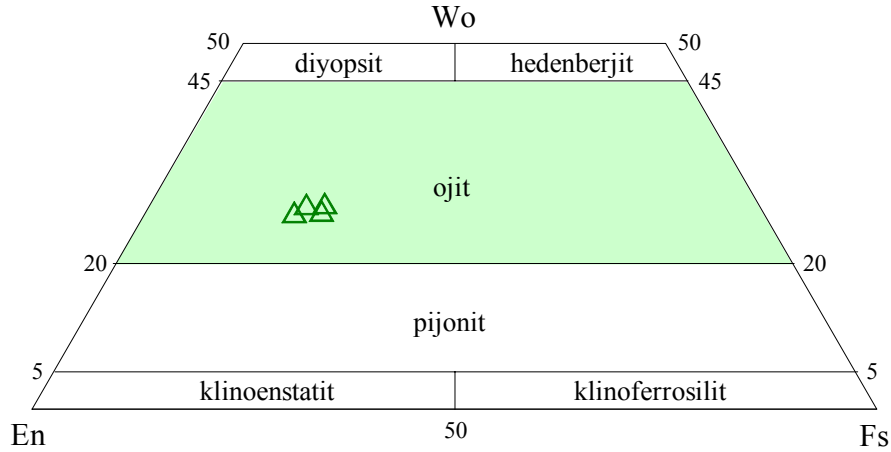


Şekil 3.47. Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)

3.4.6.3.1.3. Klinopiroksen

Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlerin içerdiği klinopiroksenlerin analiz sonuçları (Tablo 3.12) dikkate alındığında, Morimoto vd. (1988)'nin yaptığı sınıflamaya göre ojit olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.48).

Ojitlerin bileşimleri $Wo_{27}En_{55}Fs_{18}$ - $Wo_{28}En_{51}Fs_{21}$ arasında değişmektedir. $Mg / (Mg + Fe^{+2})$ oranları ise 0.71-0.76 arasındadır.



Şekil 3.48. Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

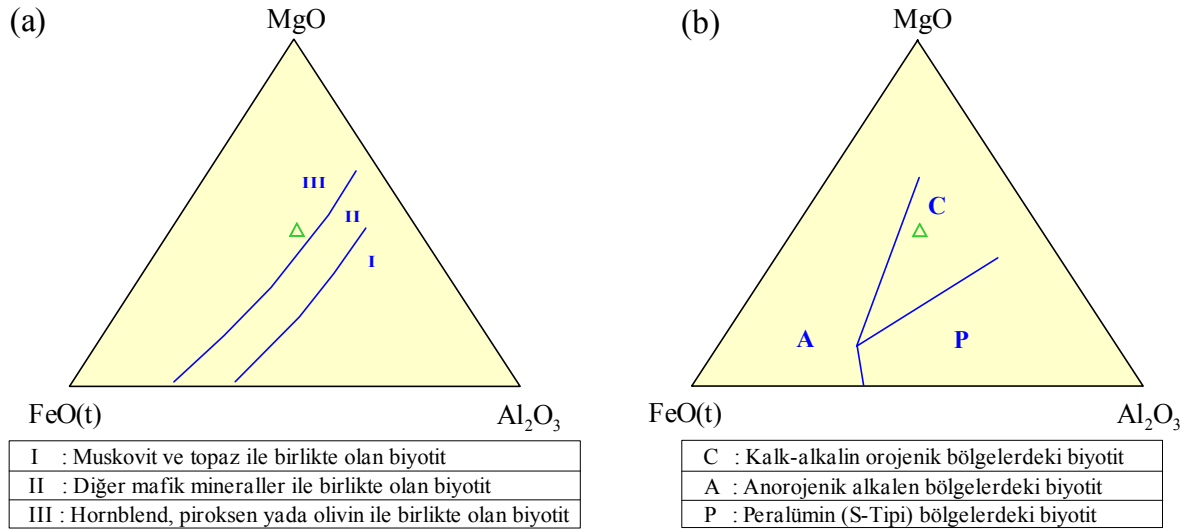
3.4.6.3.1.4. Biyotit

Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlerin içerdiği biyotitler, %72 flogopit ve % 25 annit bileşimlidir. Belirgin bir bileşimsel değişime sahip değildirler. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı yaklaşık 0.74'tür (Tablo 3.13).

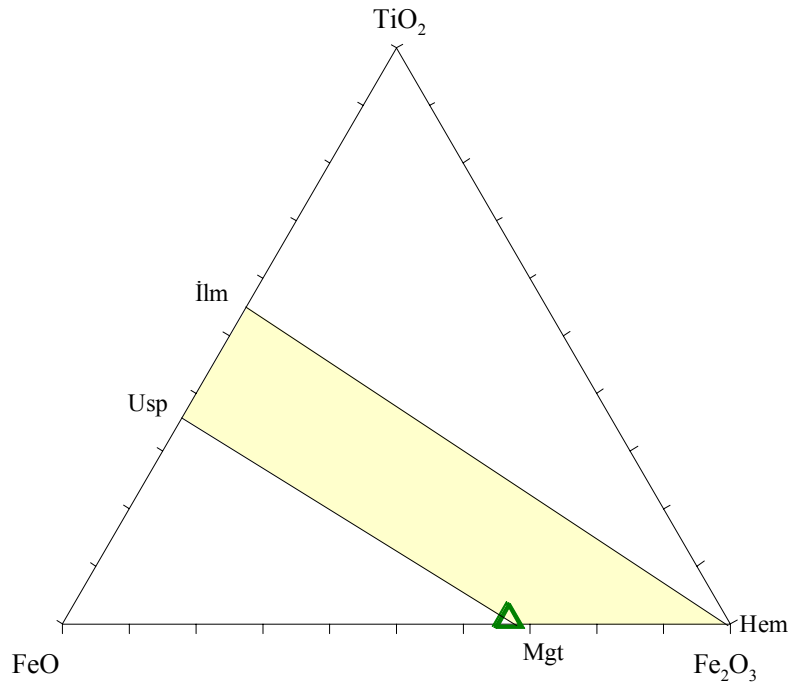
Speer (1987)'e göre farklı parametreler baz alınarak biyotitler için farklı sınıflama grafikleri çizilmiştir. Biyotitler, $MgO-FeO(t)-Al_2O_3$ üçgen diyagramında mineral birlikteliği bakımından III. bölgeye düşmekte olup 'hornblend, piroksen ya da olivin ile birlikte olan biyotit' olarak sınıflandırılmaktadırlar (Şekil 3.49a). Ayrıca, biyotitler $MgO-FeO(t)-Al_2O_3$ orojenik bölge ayırtman diyagramında C alanına düşmekte olup 'kalkalkalin orojenik bölgelerdeki biyotit' sınıfına dahil edilmektedirler (Şekil 3.49b).

3.4.6.3.1.5. Fe-Ti Oksitler

Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlerde, genellikle hornblend minerallerinin içerisinde inklüzyon olarak gözlenen opak minerallerin hepsi titano-magnetittir (Tablo 3.14, Şekil 3.50). Magnetitler, incelenen diğer domlara ait volkanitlerin içerdiği Fe-Ti oksitlerle karşılaştırıldığında; göreceli olarak daha yüksek Fe_2O_3 , daha düşük TiO_2 , Al_2O_3 ve MgO içeriğine sahiptir.



Şekil 3.49. Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait biyotitlerin sınıflandırması (Speer, 1987). (a) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı



Şekil 3.50. Güzelyurt Tepe Domu'ndaki trakiandezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.10. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>
	Plaj-2	Plaj-4	Plaj-7	Plaj-10	Plaj-12	Plaj-13
	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	58.55	59.25	51.89	58.75	58.63	58.51
TiO ₂	0.03	0.06	0.02	0.03	0.05	0.07
Al ₂ O ₃	25.59	25.10	30.35	25.49	25.86	25.88
FeO	0.68	0.68	0.61	0.67	0.70	0.72
MnO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.02	0.02	0.04	0.03	0.05	0.02
CaO	8.19	7.61	13.55	7.96	8.17	8.10
Na ₂ O	6.52	6.67	3.75	6.72	6.43	6.64
K ₂ O	0.53	0.59	0.20	0.33	0.40	0.33
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.15	99.99	100.41	99.98	100.31	100.28
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	10.50	10.62	9.42	10.53	10.48	10.47
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Al	5.41	5.30	6.49	5.39	5.45	5.46
Fe ⁺²	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	1.57	1.46	2.64	1.53	1.57	1.55
Na	2.27	2.32	1.32	2.33	2.23	2.30
K	0.12	0.13	0.05	0.07	0.09	0.08
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.99	19.95	20.02	19.97	19.94	19.98
An	39.74	37.32	65.86	38.82	40.29	39.50
Ab	57.20	59.24	32.98	59.28	57.37	58.55
Or	3.06	3.43	1.16	1.90	2.35	1.94

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.10'un devamı

Örnek	GY-11	GY-11	GY-11	GY-11	GY-11	GY-11	GY-11
	Plaj-1	Plaj-1	Plaj-3	Plaj-4	Plaj-4	Plaj-5	Plaj-7
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez-A</u>	<u>merkez-B</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	59.89	61.34	67.64	57.63	58.09	51.43	68.53
TiO ₂	0.09	0.04	0.00	0.04	0.01	0.04	0.00
Al ₂ O ₃	24.01	23.40	19.84	26.31	26.08	30.76	19.40
FeO	0.83	0.49	0.06	0.21	0.23	0.54	0.03
MnO	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
MgO	0.28	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
CaO	6.22	5.57	0.48	8.77	8.39	13.95	0.15
Na ₂ O	7.63	7.83	11.59	6.28	6.52	3.73	11.66
K ₂ O	0.48	0.64	0.04	0.53	0.52	0.19	0.02
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.44	99.36	99.67	99.82	99.87	100.67	99.80
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	10.78	10.99	11.88	10.37	10.43	9.33	11.99
Ti	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Al	5.09	4.94	4.11	5.58	5.52	6.57	4.00
Fe ⁺²	0.12	0.07	0.01	0.03	0.03	0.08	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Ca	1.20	1.07	0.09	1.69	1.62	2.71	0.03
Na	2.66	2.72	3.95	2.19	2.27	1.31	3.96
K	0.11	0.15	0.01	0.12	0.12	0.04	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.05	19.96	20.05	19.99	20.00	20.06	19.99
An	30.20	27.18	2.22	42.27	40.34	66.67	0.71
Ab	67.04	69.11	97.56	54.70	56.69	32.25	99.21
Or	2.76	3.71	0.22	3.03	2.97	1.08	0.08

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.11. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>GY-10</u> Magnezyo hastingsit	<u>GY-10</u> Magnezyo hastingsit	<u>GY-10</u> Magnezyo hastingsit	<u>GY-10</u> Magnezyo hastingsit	<u>GY-10</u> Magnezyo hastingsit
	Amf -1 feno	Amf -5 feno	Amf -6 feno	Amf -8 feno	Amf -14 feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	42.55	42.19	43.08	41.60	42.30
TiO ₂	1.36	1.27	1.26	1.63	1.35
Al ₂ O ₃	12.29	12.55	11.70	12.28	12.13
FeO	10.70	11.83	10.05	10.49	10.26
MnO	0.12	0.16	0.12	0.10	0.10
MgO	15.77	14.12	16.17	15.49	15.75
CaO	11.67	11.34	11.26	11.63	11.37
Na ₂ O	2.31	2.30	2.17	2.36	2.36
K ₂ O	0.85	1.00	0.77	1.09	0.89
Cr ₂ O ₃	0.06	0.00	0.04	0.03	0.04
Toplam	97.66	96.76	96.62	96.69	96.54
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	6.14	6.21	6.25	6.10	6.17
Ti	0.15	0.14	0.14	0.18	0.15
Al ^[4]	1.86	1.79	1.75	1.90	1.83
Al ^[6]	0.24	0.38	0.25	0.22	0.26
Al ^T	2.00	2.17	2.00	2.12	2.09
Fe ⁺³	0.72	0.51	0.74	0.63	0.67
Fe ⁺²	0.57	0.95	0.48	0.65	0.59
Mn	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg	3.39	3.10	3.50	3.38	3.43
Ca	1.80	1.79	1.75	1.83	1.78
Na	0.65	0.66	0.61	0.67	0.67
K	0.16	0.19	0.14	0.20	0.17
Toplam	15.69	15.73	15.62	15.78	15.71
Mg #	0.72	0.68	0.74	0.72	0.73

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd., (1997)'ne göre yapılmıştır.

Tablo 3.12. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>GY-11</u>	<u>GY-11</u>	<u>GY-11</u>	<u>GY-11</u>
	Klinopir-8	Klinopir-9	Klinopir-10	Klinopir-11
	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	42.33	43.53	43.80	43.09
TiO ₂	1.19	1.25	1.20	1.35
Al ₂ O ₃	12.66	11.05	11.34	11.84
FeO	10.86	10.72	9.43	9.72
MnO	0.14	0.13	0.10	0.10
MgO	15.33	14.98	16.69	15.79
CaO	11.09	11.44	11.27	11.51
Na ₂ O	2.16	2.17	2.14	2.12
K ₂ O	0.89	0.89	0.87	1.03
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.07	0.03
Toplam	96.65	96.17	96.90	96.56
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	1.63	1.69	1.67	1.66
Ti	0.03	0.04	0.03	0.04
Al	0.58	0.50	0.51	0.54
Fe ⁺²	0.35	0.35	0.30	0.31
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.88	0.87	0.95	0.91
Ca	0.46	0.48	0.46	0.47
Na	0.16	0.16	0.16	0.16
K	0.04	0.04	0.04	0.05
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.15	4.13	4.14	4.14
Mg #	0.72	0.71	0.76	0.74
Wo	27.12	28.15	26.93	28.02
En	52.16	51.27	55.48	53.51
Fs	20.72	20.58	17.59	18.47

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.13. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait biyotit mineralinin mikroprob analiz sonucu

<u>Örnek</u>	<u>GY-10</u>
	Bi-11
	feno
	<u>merkez</u>
SiO ₂	44.12
TiO ₂	1.20
Al ₂ O ₃	10.47
FeO	10.15
MnO	0.15
MgO	16.52
CaO	11.01
Na ₂ O	2.31
K ₂ O	0.65
P ₂ O ₅	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00
Toplam	96.58
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.	
Si	6.21
Ti	0.13
Al ^[4]	1.74
Al ^[6]	0.00
Al ^T	1.74
Fe ⁺²	1.19
Mn	0.02
Mg	3.47
Ca	1.66
Na	0.63
K	0.12
Cr	0.00
Toplam	15.17
Mg #	0.74
Flogopit	0.72
Annit	0.25

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

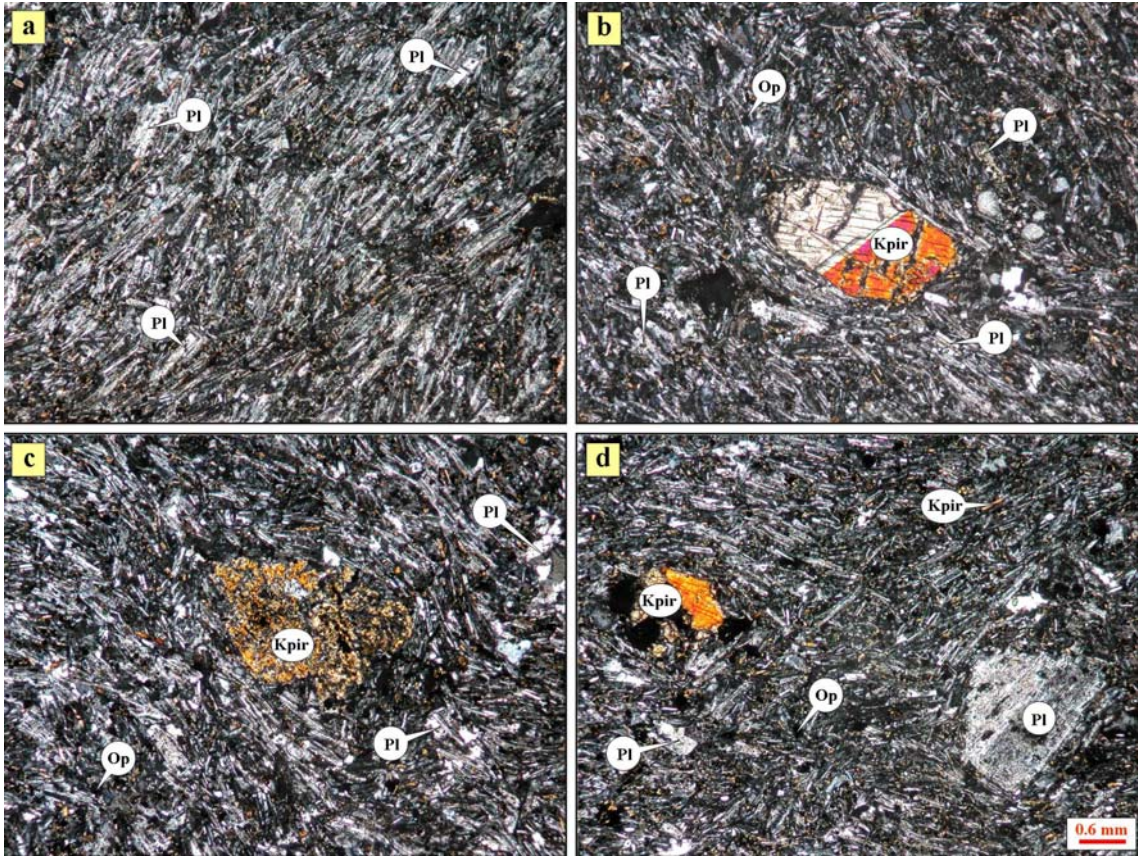
Tablo 3.14. Güzelyurt Tepe Domu trakiandezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	GY-10-3	GY-10-9	GY-11-2	GY-11-6
	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.01
TiO ₂	1.60	1.44	1.26	1.36
Al ₂ O ₃	0.64	0.50	0.53	0.59
Fe ₂ O ₃	57.90	58.50	58.50	57.90
FeO	28.80	28.70	28.40	28.50
MnO	0.31	0.36	0.27	0.32
MgO	0.33	0.24	0.28	0.24
CaO	0.02	0.02	0.01	0.02
Cr ₂ O ₃	0.09	0.07	0.06	0.06
V ₂ O ₃	0.57	0.58	0.51	0.58
Toplam	90.26	90.42	89.82	89.57
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.05	0.05	0.04	0.04
Al	0.03	0.02	0.03	0.03
Fe ⁺³	1.84	1.86	1.87	1.86
Fe ⁺²	1.02	1.02	1.01	1.02
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.02	0.02	0.02	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	69.00	72.00	69.00	67.00
Magnetit	4.00	4.00	4.00	5.00
Quandit	1.00	1.00	1.00	1.00
Kromit	2.00	1.00	1.00	1.00
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	21.00	19.00	22.00	22.00
Spinel	-	-	-	-

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.4.6.4. Kalburcu Tepe Domu

Kalburcu Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitler hyalo-mikrolitik, mikrolitik, hyalopilitik, trakitik ve flüidal doku göstermektedirler. Volkanik cam içeren hamur içerisinde hem mikrolit hem de fenokristal olarak plajiyoklas, hornblend ve klinopiroksen mineralleri yer almaktadır. Bu minerallere bol miktarda çok küçük taneler halinde opak mineraller eşlik etmektedir (Şekil 3.51).



Şekil 3.51. Kalburcu Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitlerde gözlenen; (a) ince, kısa lata şekilli plajiyoklas mikrolitleri ile parçalanmış hornblend ve opak minerallerin oluşturduğu flüidal doku (Örnek No: KB-1), (b) trakitik doku içerisindeki yüzey ikizi gösteren, yuvarlağımsı klinopiroksen fenokristali (Örnek No: KB-9), (c) flüidal dokuya sahip hamur içerisinde elek dokusu gösteren klinopiroksen fenokristali ile plajiyoklas mikrofenokristalleri (Örnek No: KB-2), (d) kırılmış ve parçalanmış klinopiroksen fenokristali ile kenarlarından itibaren yenmiş-kemirilmiş plajiyoklas fenokristalinin gösterdiği sünger dokusu (Örnek No: KB-9) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Op: Opak mineral)

Plajiyoklas kristalleri genellikle mikrolitler, nadiren de fenokristaller halinde gözlenmektedirler. Mikrofenokristaller daha çok kısa latalar şeklindedir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklerdedirler. Hamurda bol olarak gözlenen plajiyoklas mikrolitleri, genellikle flüidal dokuyu oluşturmaktadırlar (Şekil 3.51a, b, c). Plajiyoklas fenokristalleri ikizlenme göstermeyip, çoğunlukla kemirilmişlerdir. Ayrıca, bazı plajiyoklas fenokristallerinde sünger dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.51d). Plajiyoklas minerallerinin bir kısmı serisitleşmiştir.

Hornblendler, genellikle hamurda yuvarlağımsı mikrotaneler halinde olup, yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Genellikle parçalanmış ve kırılmışlardır.

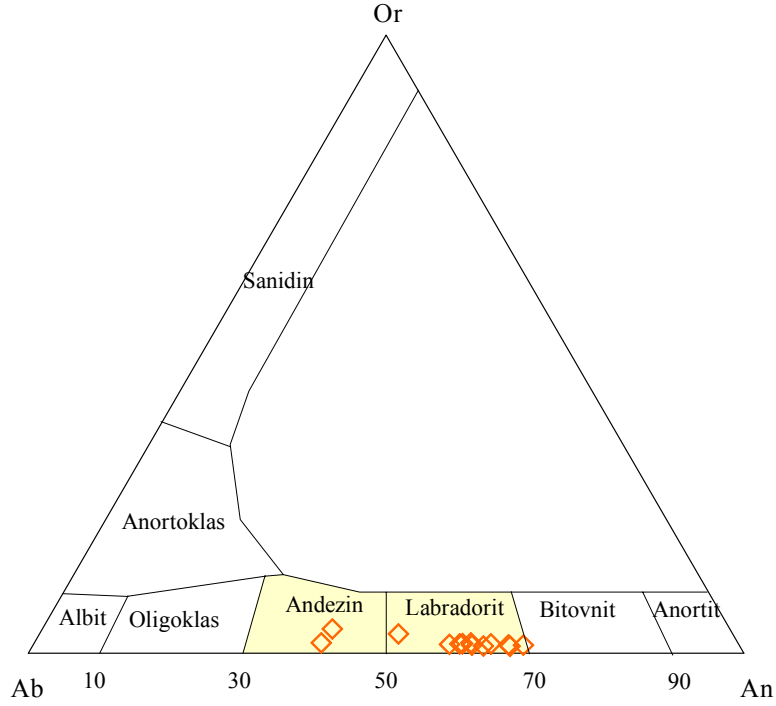
Klinopiroksenler, genelde yarı özşekilli ve özşekilsiz mikrofenokristaller halinde gözlenmektedirler (Şekil 3.51b, c). Hamurda kırılmış ve parçalanmış mikrotaneler halinde de bulunmaktadır. Yüksek röliyefe sahip olan klinopiroksenler, tek nikelde renksiz ve bazende kahverengimsi yeşil, çapraz nikelde ise II. sıranın mavi, yeşil renklerini sunmaktadırlar. Çok zayıf pleokroizmaya sahiptirler. Bazı fenokristaller yüzey ikizi göstermektedirler (Şekil 3.51c). Kırılmış ve parçalanmış klinopiroksen fenokristallerinde elek dokusu da belirlenmiştir (Şekil 3.51b, c). Bazı klinopiroksen fenokristalleri kenarlarından itibaren yenme-kemirilme sonucunda tamamen yuvarlağımsı bir görünüm kazanmıştır.

3.4.6.4.1. Mineral Kimyası

3.4.6.4.1.1. Plajiyoklas

Kalburcu Tepe Domu'na ait trakiandezit-andezitlerin içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar genellikle labradorit, nadiren andezindir (Tablo 3.15, Şekil 3.52).

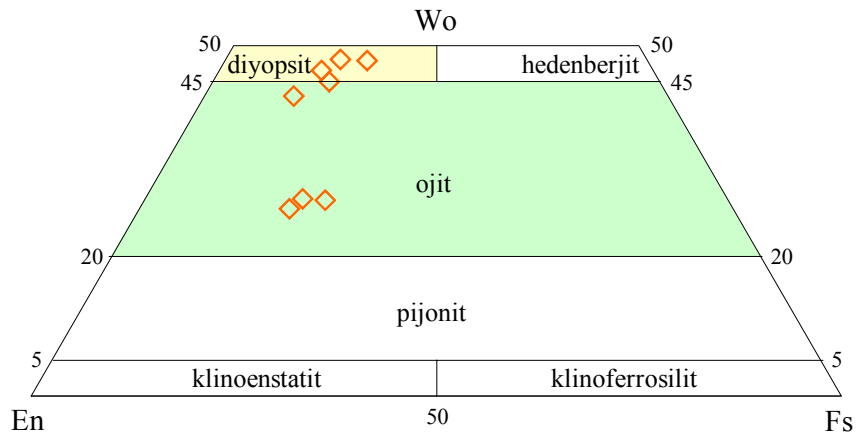
Labradorit olanlarda bileşim $An_{50}Ab_{47}Or_3-An_{69}Ab_{30}Or_1$ arasında değişmektedir. Andezin olanlarda ise bileşim $An_{40}Ab_{58}Or_2-An_{41}Ab_{55}Or_3$ arasında değişmektedir. Genelde mineraller belirgin zonlanma gösterecek bileşimsel bir değişime sahip değildir. Sadece bir plajiyoklas kristalinde ters zonlanma tespit edilmiştir Bu mineralin bileşimi kenarda $An_{66}Ab_{32}Or_2$ -merkezde ise $An_{41}Ab_{55}Or_4$ olacak şekilde değişmektedir (Örn: KB-9 / Plj-5).



Şekil 3.52. Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

3.4.6.4.1.2. Klinopiroksen

Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitler içerisindeki klinopiroksenlerin mikroprob analizleri (Tablo 3.15) dikkate alındığında Morimoto vd. (1988)' nin sınıflama diyagramına göre diyopsit ve ojit olarak tanımlanabilir (Şekil 3.53).

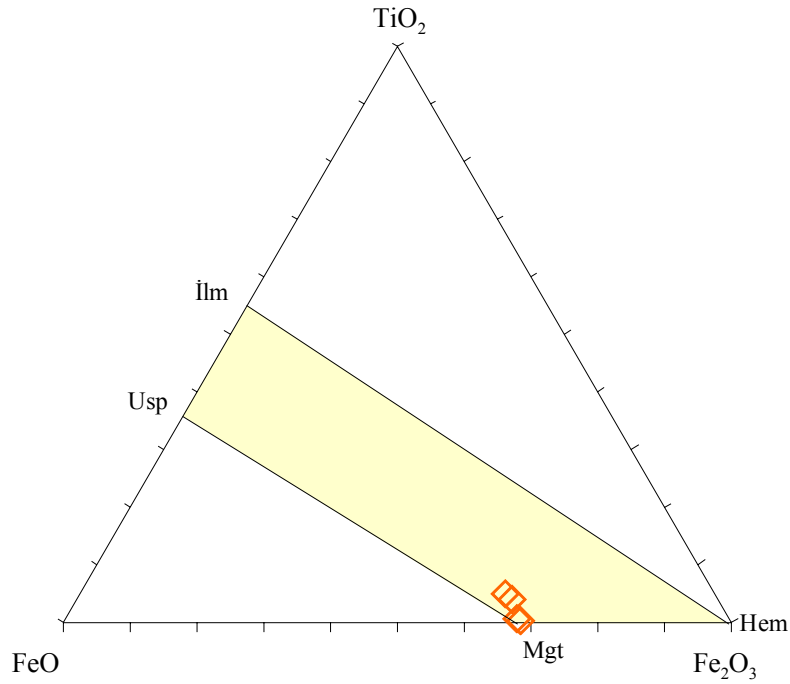


Şekil 3.53. Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

Diyopsitlerin bileşimi $Wo_{27}En_{55}Fs_{18}$ - $Wo_{28}En_{52}Fs_{20}$ arasında, $Mg / (Mg+Fe^{+2})$ oranı ise 0.69-0.80 arasında değişmektedir. Ojitlerin bileşimi ise $Wo_{45}En_{40}Fs_{15}$ - $Wo_{48}En_{38}Fs_{14}$ arasında değişmekte olup, $Mg / (Mg+Fe^{+2})$ oranı ise 0.66-0.74 arasındadır.

3.4.6.3.1.3. Fe-Ti Oksitler

Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlerde, klinopiroksen minerallerinin içerisinde inklüzyon olarak ve hamur içerisinde mikrolit olarak gözlenen opak mineraller titano-magnetit ve magnetittir (Tablo 3.17, Şekil 3.54). Bu mineraller incelenen diğer domlara ait volkanitlerin içerdiği Fe-Ti oksitlerle karşılaştırıldığında; çok düşük TiO_2 , Al_2O_3 ve MgO içeriğine sahiptir.



Şekil 3.54. Kalburcu Tepe Domu'ndaki trakiandezit-andezitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.15. Kalburcu Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>
	Plaj-1	Plaj-4	Plaj-6	Plaj-9	Plaj-10	Plaj-11
	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	51.32	53.82	52.73	52.91	53.43	53.62
TiO ₂	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05	0.02
Al ₂ O ₃	29.98	28.11	29.34	29.28	28.74	29.02
FeO	0.86	0.99	0.93	0.80	0.92	0.84
MnO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03
MgO	0.08	0.06	0.09	0.05	0.16	0.08
CaO	13.44	11.78	12.56	12.52	11.99	11.99
Na ₂ O	3.57	4.53	3.95	4.22	4.26	4.33
K ₂ O	0.19	0.25	0.20	0.23	0.26	0.26
Cr ₂ O ₃	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.49	99.60	99.83	100.05	99.80	100.17
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	9.41	9.81	9.60	9.62	9.72	9.71
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	6.48	6.04	6.30	6.27	6.16	6.20
Fe ⁺²	0.13	0.15	0.14	0.12	0.14	0.13
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02
Ca	2.64	2.30	2.45	2.44	2.34	2.33
Na	1.27	1.60	1.39	1.49	1.50	1.52
K	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.01	19.99	19.96	20.01	19.97	19.97
An	66.75	58.14	63.01	61.32	59.90	59.54
Ab	32.09	40.42	35.81	37.37	38.53	38.94
Or	1.16	1.44	1.18	1.31	1.57	1.52

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.15'in devamı

Örnek	KB-9 Plaj-5 feno <u>merkez</u>	KB-9 Plaj-5 feno <u>orta</u>	KB-9 Plaj-5 feno <u>kenar</u>	KB-9 Plaj-6 feno <u>merkez</u>	KB-9 Plaj-8 feno <u>merkez</u>	KB-9 Plaj-9 feno <u>merkez</u>	KB-9 Plaj-10 feno <u>merkez</u>
SiO ₂	58.36	55.08	51.19	52.38	51.73	57.73	50.52
TiO ₂	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	25.94	27.65	30.52	29.21	30.03	26.12	30.77
FeO	0.07	0.74	0.69	0.76	0.73	0.19	0.65
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
MgO	0.02	0.05	0.06	0.06	0.05	0.01	0.04
CaO	8.35	10.32	13.54	12.43	13.18	8.42	13.99
Na ₂ O	6.33	5.31	3.63	4.20	3.94	6.76	3.40
K ₂ O	0.68	0.54	0.24	0.29	0.26	0.30	0.23
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.77	99.70	99.87	99.33	99.96	99.52	99.65
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	10.48	10.00	9.35	9.59	9.44	10.40	9.26
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	5.49	5.91	6.57	6.31	6.46	5.55	6.65
Fe ⁺²	0.01	0.11	0.10	0.12	0.11	0.03	0.10
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01
Ca	1.61	2.01	2.65	2.44	2.58	1.63	2.75
Na	2.20	1.87	1.28	1.49	1.39	2.36	1.21
K	0.16	0.13	0.05	0.07	0.06	0.07	0.05
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.95	20.04	20.03	20.03	20.06	20.04	20.04
An	40.52	50.16	66.43	61.02	63.90	40.09	68.53
Ab	55.54	46.71	32.20	37.29	34.58	58.22	30.16
Or	3.94	3.13	1.37	1.69	1.52	1.69	1.31

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.16. Kalburcu Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-9</u>	<u>KB-9</u>	<u>KB-9</u>	<u>KB-9</u>
	Klinopir-2	Klinopir-5	Klinopir-7	Klinopir-7	Klinopir-1	Klinopir-2	Klinopir-4	Klinopir-11
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	50.88	45.43	48.08	51.54	45.02	43.62	49.60	42.91
TiO ₂	0.36	1.41	0.74	0.53	1.22	1.36	0.79	1.57
Al ₂ O ₃	3.53	7.66	6.56	1.86	10.07	11.83	4.37	11.98
FeO	7.69	10.36	8.30	6.94	9.98	10.43	8.86	11.89
MnO	0.15	0.19	0.13	0.45	0.15	0.14	0.30	0.14
MgO	14.03	11.47	12.45	16.35	16.57	15.79	14.12	14.86
CaO	22.15	22.08	22.01	21.08	11.24	11.79	21.61	11.62
Na ₂ O	0.50	0.41	0.60	0.34	2.12	2.04	0.38	2.16
K ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.03	0.71	0.90	0.00	0.86
Cr ₂ O ₃	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.30	99.07	98.89	99.12	97.08	97.89	100.02	97.98
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	1.91	1.74	1.82	1.92	1.72	1.66	1.86	1.64
Ti	0.01	0.04	0.02	0.01	0.03	0.04	0.02	0.05
Al	0.16	0.35	0.29	0.08	0.45	0.53	0.19	0.54
Fe ⁺²	0.24	0.33	0.26	0.22	0.32	0.33	0.28	0.38
Mn	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.78	0.66	0.70	0.91	0.94	0.90	0.79	0.85
Ca	0.89	0.91	0.89	0.84	0.46	0.48	0.87	0.48
Na	0.04	0.03	0.04	0.02	0.16	0.15	0.03	0.16
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.04
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.03	4.06	4.04	4.03	4.12	4.13	4.04	4.14
Mg #	0.76	0.66	0.73	0.81	0.75	0.73	0.74	0.69
Wo	46.46	47.87	48.04	42.81	26.72	28.14	44.87	27.94
En	40.94	34.61	37.82	46.19	54.77	52.43	40.78	49.73
Fs	12.60	17.53	14.14	11.00	18.51	19.43	14.35	22.32

Mg # = Mg / (Mg + Fe⁺²)

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.17. Kalburcu Tepe Domu trakiandezit-andezitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	KB-2-3	KB-2-8	KB-9-3	KB-9-7
	Magnetit	Magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	0.06	0.07	0.00	0.02
TiO ₂	0.59	0.30	4.29	3.48
Al ₂ O ₃	0.25	0.14	1.55	1.57
Fe ₂ O ₃	58.30	60.20	54.40	56.00
FeO	27.40	27.70	26.80	26.50
MnO	0.12	0.09	0.61	0.59
MgO	0.08	0.08	3.35	3.18
CaO	0.14	0.18	0.06	0.06
Cr ₂ O ₃	0.07	0.06	0.02	0.04
V ₂ O ₃	0.44	0.45	0.35	0.36
Toplam	87.44	89.27	91.42	91.78
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.02	0.01	0.13	0.11
Al	0.01	0.01	0.07	0.07
Fe ⁺³	1.93	1.95	1.65	1.70
Fe ⁺²	1.01	1.00	0.91	0.89
Mn	0.00	0.00	0.02	0.02
Mg	0.00	0.01	0.20	0.19
Ca	0.01	0.01	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.02	0.02	0.01	0.01
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	65.00	56.00	62.00	59.00
Magnetit	8.00	16.00	-	1.00
Quandit	-	-	14.00	12.00
Kromit	4.00	5.00	-	-
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	21.00	20.00	17.00	20.00
Spinel	-	-	3.00	4.00

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.4.7. Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT)

3.4.7.1. Işık Tepe Domu

Trakiandezit, trakidasit ve riyolitik kayaç gruplarından oluşan Işık Tepe Domu, mikroskobik olarak da farklı doku ve mineral birlikteliğine sahiptir.

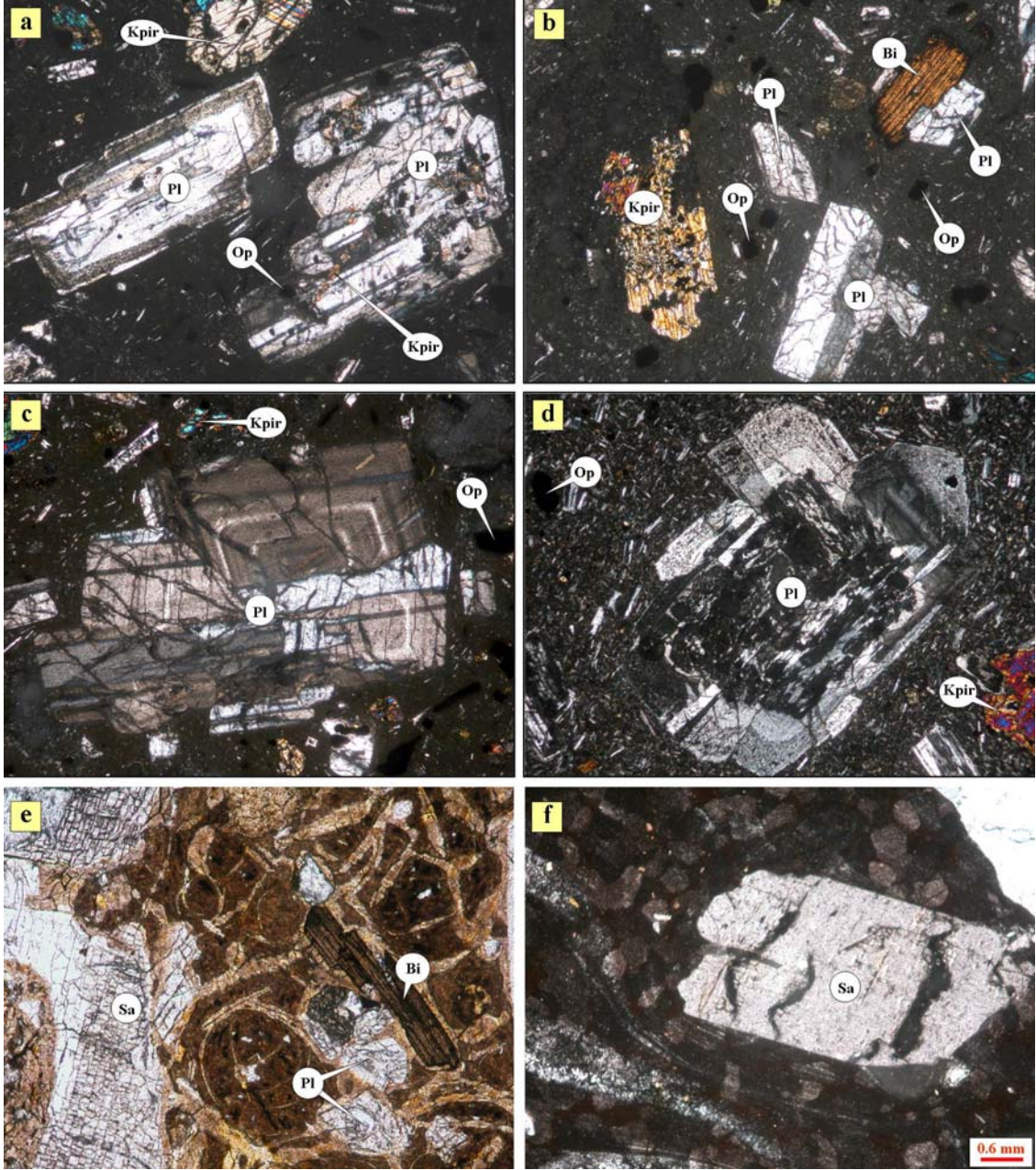
Trakiandezitler, hyalo-porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, hyalopilitik, trakitik nadiren flüidal doku göstermekte olup, plajiyoklas, klinopiroksen, biyotit ve opak mineralleri içermektedirler (Şekil 3.55a, b, c). Hamurda volkanik cam yaygındır.

Trakidasitler, hyalo-porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik ve hyalopilitik doku göstermekte olup, genelde plajiyoklas, biyotit, kuvars fenokristallerinden, daha az oranda da klinopiroksen ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 3.55d).

Riyolitler ise, hyalo-porfirik ve perlitik doku göstermekte olup, plajiyoklas ve sanidin megakristalleri ile biyotit fenokristalleri ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 3.55e, f).

Plajiyoklaslar, trakiandezit, trakidasit ve riyolitik kayaçlar içerisinde megakristal, fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde, özşekilli ve yarı özşekilli olarak bulunurlar. Özşekilli olanlarda halkalı zonlanma hakimdir (Şekil 3.55a, d). Opak mineral ve klinopiroksen inklüzyonları içeren plajiyoklaslarda albit ve karlsbad ikizine sıkça rastlanmaktadır. Yer yer karmaşık ikiz gösteren plajiyoklaslarda bunlara eşlik etmektedir (Şekil 3.55c, d). Kayaçlar içerisinde magma karışımı ve/veya dengesiz kristallenmeyi ifade eden dokular gözlenmiştir. Bunlara örnek olarak, zonlu plajiyoklas fenokristallerinde gözlenen elek ve/veya sünger dokusu ile plajiyoklasların en dış kısmında gelişen yeniden büyüme zarfı verilebilir (Şekil 3.55a, d). Bu daha çok magma karışımı sonucu minerallerin yenmesi ve sonra dengeye ulaştıktan sonra yeniden büyümesi şeklinde açıklanabilir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).

Sanidin megakristalleri daha çok perlitik doku gösteren riyolitler içerisinde özşekilli ve yarı özşekilli olarak bulunurlar. Tek nikolde renksizdirler. Özşekilli sanidinlerde, mineralin uzun eksenine dik olarak gelişen enine çatlaklar mevcuttur (Şekil 3.55e, f).



Şekil 3.55. Işık Tepe Domu'na ait; (a) trakiandezitlerde, zonlu plajiyoklas mineralinin kenarlarında gözlenen elek dokusu ile klinopiroksen ve opak mineral inklüzyonu içeren plajiyoklas fenokristalleri (Ç.N.; Örnek No: IS-5), (b) trakiandezitlerde, hyalo-mikrolitik doku içerisindeki özşekli biyotit ile opak mineral inklüzyonu içeren iskeletimsi klinopiroksen minerali (Ç.N.; Örnek No: IS-1), (c) trakiandezitlerde, karmaşık zonlu plajiyoklas megakristali (Ç.N.; Örnek No: IS-2), (d) trakidasitlerde, hyalo-mikrolitik doku içerisinde opak mineral inklüzyonu içeren ve elek dokusu gösteren halkalı zonlu plajiyoklas megakristali (Ç.N.; Örnek No: IS-9), (e) riyolitlerde, perlitik doku içerisinde gözlenen özşekli plajiyoklas, sanidin ve biyotit mineralleri (T.N.; Örnek No: IS-7), (f) riyolitlerde, perlitik doku içerisinde enine çatlaklara sahip sanidin (Ç.N.; Örnek No: IS-10) (Pl: Plajiyoklas, Sa: Sanidin, Kpir: Klinopiroksen, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral)

Klinopiroksenler, fenokristaller halinde yer yer de hamurda mikrotaneler halinde bulunmaktadır. Bunlar özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Yüksek röliyefe sahip olan klinopiroksen mineralleri, tek nikelde renksiz ve bazende kahverengimsi yeşil, çapraz nikelde ise II. sıranın mavi, yeşil ve turuncu renklerini sunmaktadır. Bol olarak opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen fenokristallerinde kemirilme ve yenme söz konusudur (Şekil 3.55c). Bu da dengesiz bir kristallenmeyi işaret etmektedir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).

Biyotitler, genellikle levhalar halinde gözlenmektedir. (001) yönünde tek yönlü dilinim hakimdir. Tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu yeşil, koyu kahverengi ve siyah renkte, nadiren daha açık renklerde bulunurlar. Kuvvetli pleokroizma göstermektedirler ve yönlere göre; z: açık kahverengi, x: koyu kahverengidir. Yer yer mineral kenarlarında ise opaklaşma gözlenmektedir (Şekil 3.55b, e). Çoğunlukla trakiandezitlerde ve trakidasitlerde gözlenmektedirler.

Opak mineraller, genelde küçük taneler halinde gözlenmektedir. Bunlar daha çok zonlu plajiyoklas ve klinopiroksen kristallerinin içerisinde inklüzyonlar halinde bulunmaktadır.

Hamur, kayaçların içerdiği plajiyoklas mikrolitleri ve volkanik cam ilişkisine bağlı olarak hyalo-mikrolitik, hyalopilitik, pilotaksitik ve bazen de trakitik ve perlitik doku göstermektedir (Şekil 3.55).

3.4.8. Trakidasit-Dasit Takımı (TDT)

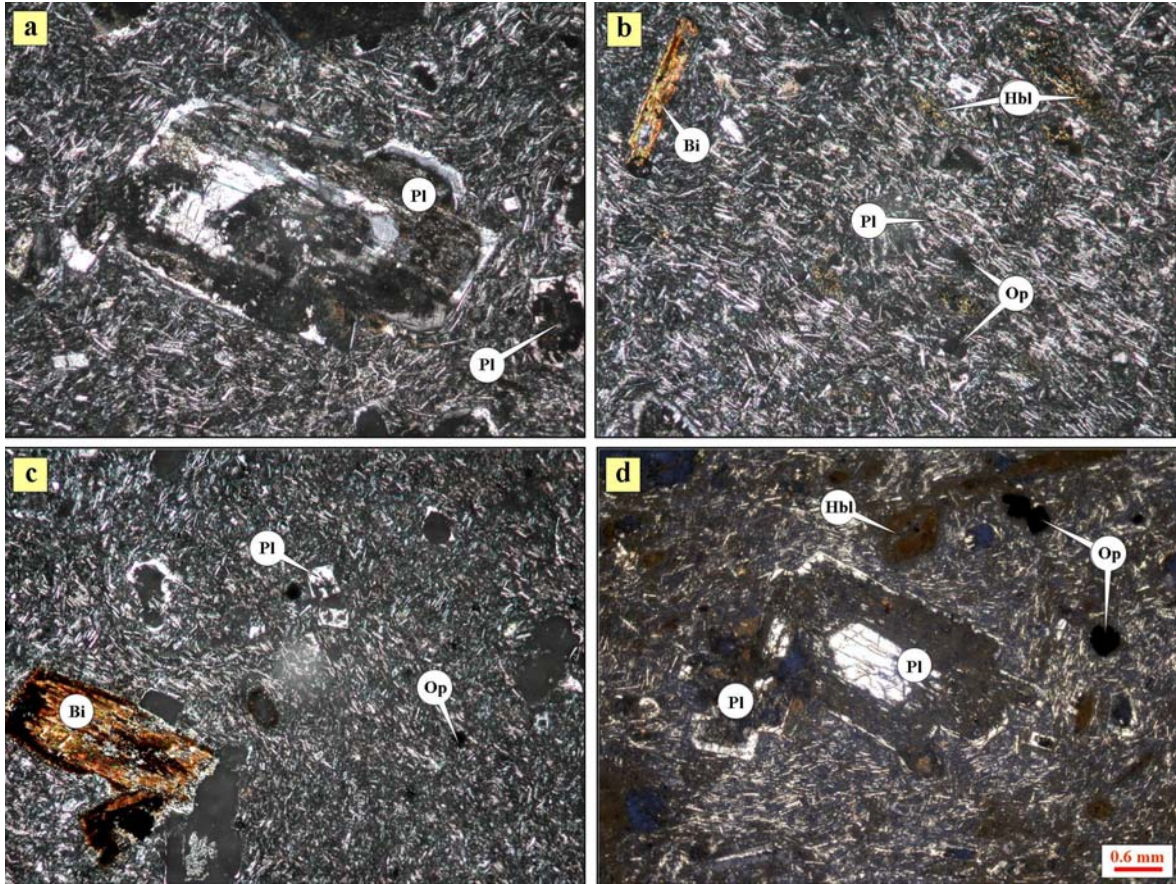
3.4.8.1. Çatal Tepe Domu

Çatal Tepe Domu'nu oluşturan kayaçlar genellikle trakidasit ve dasitten oluşmaktadır. Genel olarak hyalo-porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, hyalopilitik, trakitik ve flüidal doku göstermektedirler. Kayaçlar, plajiyoklas fenokristalleri ve mikrolitlerinden, klinopiroksen, hornblend ve biyotit fenokristallerinden, kuvars mikrolitlerinden ve opak minerallerden oluşmaktadır. Tali olarak apatit bunlara eşlik etmektedir (Şekil 3.56).

Plajiyoklaslar, kayaç içinde fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Kristaller özşekilli ve yarı özşekillidirler. Genellikle zonlu yapı (Şekil 3.56a, d) gösteren plajiyoklas fenokristallerinde yer yer albit ve kompleks ikizlerine de rastlamak mümkündür. Albit ikizi gösteren mikrofenokristaller daha çok kısa latalar şeklinde olup, silisleşmişlerdir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklindedir. Plajiyoklas

minerallerinin kenar kısımlarında ince bir zarf şeklinde yeniden büyüme zarfı gözlenmektedir (Şekil 3.56a, d). Bu daha çok magma karışması sonucu minerallerin kemirilmesi ve dengeye ulaştıktan sonra yeniden büyümesi şeklinde açıklanabilir (Shelley, 1993; Vernon, 2004). Ayrıca bazı plajiyoklas minerallerinde elek dokusu hakimdir (Şekil 3.56a).

Klinopiroksen mineralleri daha çok özşekilsizdir. Oldukça kırılmış ve parçalanmış klinopiroksenler bol olarak opak mineral inklüzyonları içermektedir.



Şekil 3.56. Çatal Tepe Domu'na ait trakidasit-dasitlerde gözlenen; (a) kenarlarında yeniden büyüme zarfı gelişmiş sünger dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: CT-2), (b) iğnemsî çok küçük mikrolitler halindeki plajiyoklasların oluşturduğu trakitik doku içerisindeki biyotit ve hornblend mineralleri (Örnek No: CT-2), (c) hyalo-mikrolitik hamur içerisinde kenarlarından itibaren opaklaşmış, özşekilli biyotit fenokristali (Örnek No: CT-1), (d) yer yer amfibol inklüzyonları içeren, oldukça kırılmış ve parçalanmış plajiyoklas fenokristali ile tamamen opaklaşmış özşekilli hornblend mikrofenokristalleri (Örnek No: CT-2) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral)

Hornblendler, genellikle özşekilli ve yarı özşekillidirler. Hem fenokristal olarak hem de hamurda mikrolit olarak bulunmaktadır. Yer yer alterasyona uğramış olan hornblend minerallerinde opaklaşma yaygındır (Şekil 3.56b, d). Hornblend minerallerinin çoğu parçalanmış ve kırılmıştır.

Biyotitler, genellikle yarı özşekilli ve özşekillidir. (001) yönünde tek yönlü dilinim hakimdir. Tek nikolde kahverengi, çapraz nikolde koyu yeşil, koyu kahverengi ve siyah renkte, nadiren daha açık renklerde bulunurlar. Kuvvetli pleokroizma göstermektedirler ve yönlere göre; z: açık kahverengi, x: koyu kahverengidir. Fenokristal olarak gözlenen biyotitlerde parçalanma ve kırılma oldukça yaygındır (Şekil 3.56b, c). Minerallerin kenar kısımlarında ise opaklaşma gözlemlenmiştir.

Opak mineraller genelde hamurda düzensiz taneler halinde, bazen de plajiyoklas minerallerinin içerisinde inklüzyonlar halinde gözlenmektedir.

3.4.8.1.1. Mineral Kimyası

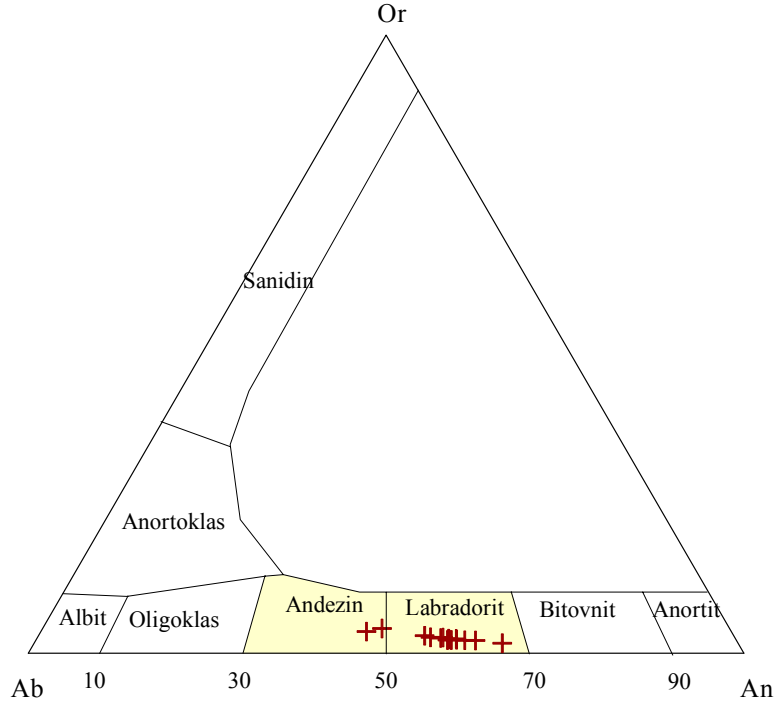
3.4.8.1.1.1. Plajiyoklas

Çatal Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisindeki plajiyoklasların analiz sonuçlarına (Tablo 3.18) göre, plajiyoklasların cinsi genelde labradorit, nadiren de andezindir (Şekil 3.57).

Genellikle kayaç içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar labradorit olup, bileşimleri mineralin kenarında $An_{55-58}Ab_{42-40}Or_{3-2}$ merkezinde ise $An_{54-65}Ab_{43-33}Or_{3-2}$ arasında değişmektedir. Andezin olanlarda ise bileşim An_{46-47} 'dir.

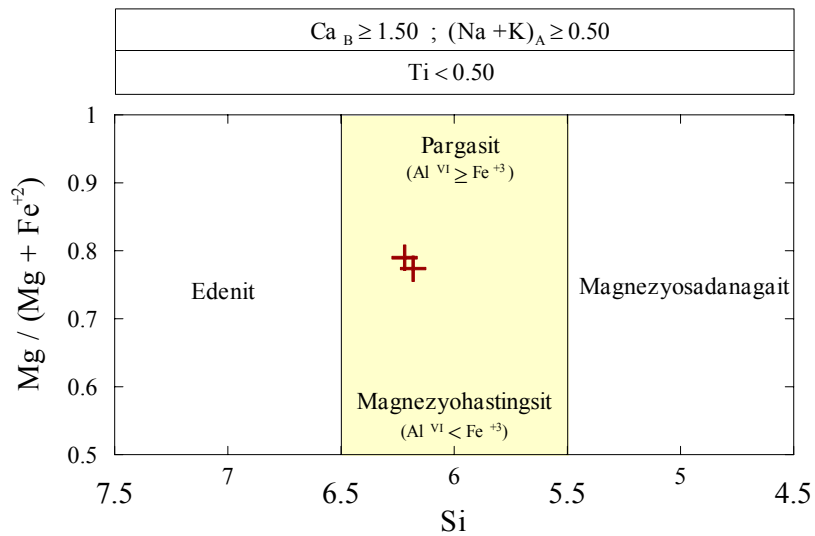
3.4.8.1.1.2. Hornblend

Çatal Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisinde gözlenen hornblendlerin analiz sonuçları (Tablo 3.19), Leake vd. (1997)'nin yaptığı sınıflamaya göre, magnezyo-hastingsittir (Şekil 3.58). Bu da hornblendlerin $Al^{[VI]}$ içeriğinin Fe^{+3} içeriğinden düşük olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.57. Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

Magnezyo-hastingsitlerde $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı ise 0.67-0.69 arasında değişmektedir. Bu hornblendler, incelenen diğer andezitik/trakiandezitik kayaların (Elekçioğlu Tepe volkanitleri hariç) içerdiği hornblendlerle karşılaştırıldığında; daha düşük $Mg / (Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ değerine ve daha düşük MgO içeriğine sahiptir.

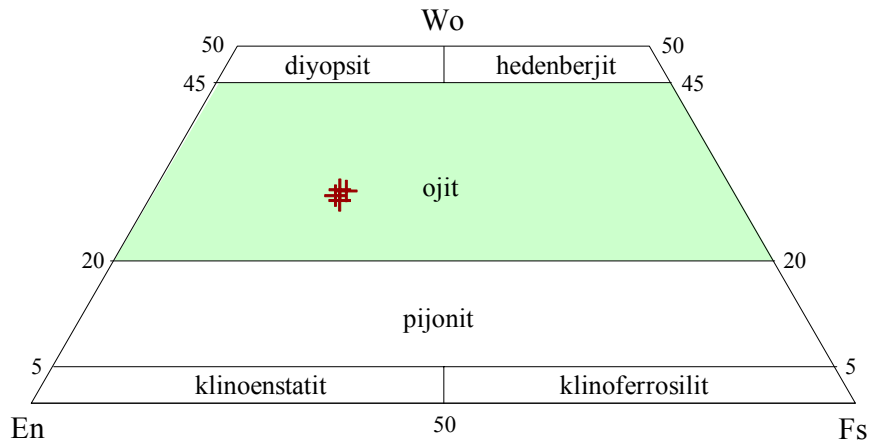


Şekil 3.58. Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)

3.4.8.1.1.3. Klinopiroksen

Çatal Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisindeki klinopiroksenlerin analiz sonuçları dikkate alındığında (Tablo 3.20), klinopiroksenler, Morimoto vd. (1988)'nin yaptığı sınıflamaya göre ojit olarak adlandırılabilir (Şekil 3.59).

Ojitlerin bileşimleri $Wo_{28}En_{48}Fs_{24}-Wo_{30}En_{48}Fs_{22}$ arasında değişmektedir. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranları ise 0.67-0.69 arasındadır.

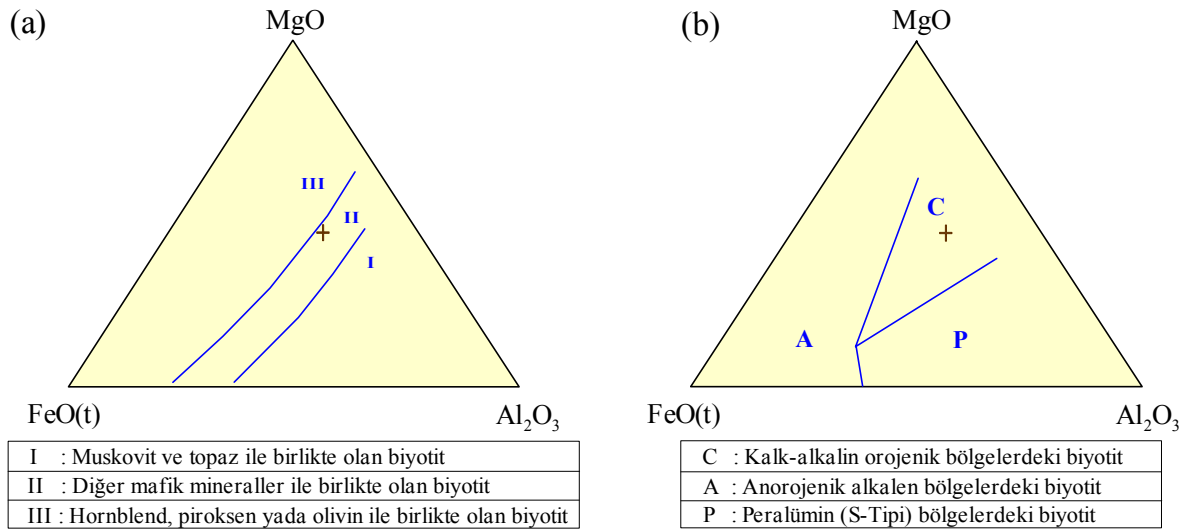


Şekil 3.59. Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

3.4.8.1.1.4. Biyotit

Çatal Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisindeki biyotitler, %72 flogopit ve % 20 annit bileşimlidir. Belirgin bir bileşimsel değişime sahip değildirler. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı yaklaşık 0.79'dur (Tablo 3.21).

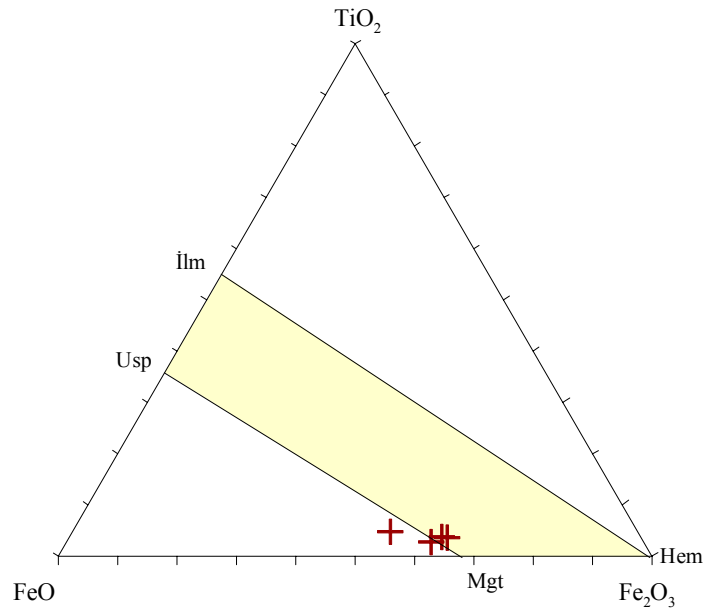
Speer (1987)'e göre değişik parametreler baz alınarak farklı sınıflama grafikleri çizilmiştir. Biyotitlere ait analiz sonuçları, $MgO-FeO(t)-Al_2O_3$ üçgen diyagramında mineral birlikteliği bakımından II. bölgeye düşmekte olup 'diğer mafik mineraller ile birlikte olan biyotit' olarak sınıflandırılmaktadırlar (Şekil 3.60a). Yine $MgO-FeO(t)-Al_2O_3$ üçgen diyagramında analiz sonuçları, orojenik bölge ayırtman diyagramında C alanına düşmekte olup 'kalkalkalin orojenik bölgelerdeki biyotit' olarak tanımlanmaktadırlar (Şekil 3.60b).



Şekil 3.60. Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait biyotitin sınıflandırması (Speer, 1987). (a) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı

3.4.8.1.1.5. Fe-Ti Oksitler

Çatal Tepe Domu'na ait trakidasitlerde, hamur içerisinde mikrolitler halinde gözlenen opak minerallerin hepsi titano-magnetittir (Tablo 3.22, Şekil 3.61).



Şekil 3.61. Çatal Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.18. Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

Örnek	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2
	Plaj-1	Plaj-4	Plaj-6	Plaj-7	Plaj-8	Plaj-9	Plaj-11	Plaj-12
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	53.68	54.26	53.22	53.29	53.62	53.98	54.53	56.83
TiO ₂	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03
Al ₂ O ₃	29.10	29.09	29.67	29.20	28.95	28.91	28.52	26.60
FeO	0.38	0.45	0.40	0.46	0.48	0.46	0.43	0.51
MnO	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02
MgO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
CaO	11.84	11.79	12.36	12.16	11.81	11.66	11.12	9.20
Na ₂ O	4.54	4.57	4.05	4.26	4.35	4.42	4.75	5.70
K ₂ O	0.39	0.37	0.35	0.36	0.40	0.36	0.44	0.60
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.97	100.59	100.10	99.79	99.65	99.88	99.85	99.52
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	9.73	9.77	9.64	9.69	9.75	9.78	9.87	10.28
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	6.22	6.17	6.33	6.26	6.20	6.18	6.09	5.67
Fe ⁺²	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	2.30	2.27	2.40	2.37	2.30	2.26	2.16	1.78
Na	1.60	1.60	1.42	1.50	1.53	1.55	1.67	2.00
K	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.14
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.00	19.98	19.94	19.98	19.96	19.94	19.96	19.95
An	57.70	57.51	61.47	59.94	58.63	58.04	54.92	45.51
Ab	40.06	40.35	36.47	37.96	39.03	39.81	42.50	50.98
Or	2.24	2.14	2.06	2.10	2.34	2.15	2.58	3.51

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.18'in devamı

Örnek	CT-5	CT-5	CT-5	CT-5	CT-5	CT-5	CT-5
	Plaj-1	Plaj-2	Plaj-3	Plaj-4	Plaj-6	Plaj-10	Plaj-11
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	55.07	54.36	54.44	54.05	55.80	51.08	53.12
TiO ₂	0.02	0.00	0.01	0.03	0.04	0.00	0.04
Al ₂ O ₃	28.40	29.12	28.52	28.64	27.33	30.38	28.98
FeO	0.46	0.38	0.47	0.38	0.44	0.50	0.42
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.03
MgO	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.02
CaO	11.07	11.95	11.46	11.65	9.70	13.56	11.79
Na ₂ O	4.89	4.60	4.55	4.69	5.49	3.77	4.33
K ₂ O	0.49	0.41	0.43	0.43	0.69	0.28	0.37
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.43	100.85	99.91	99.89	99.55	99.66	99.09
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	9.92	9.77	9.86	9.80	10.11	9.35	9.71
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al	6.03	6.17	6.09	6.12	5.84	6.56	6.25
Fe ⁺²	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Mg	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	2.14	2.30	2.22	2.26	1.88	2.66	2.31
Na	1.71	1.60	1.60	1.65	1.93	1.34	1.54
K	0.11	0.09	0.10	0.10	0.16	0.07	0.09
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.98	20.00	19.95	20.01	20.01	20.07	19.97
An	53.97	57.57	56.70	56.40	47.42	65.43	58.76
Ab	43.19	40.07	40.76	41.13	48.57	32.95	39.05
Or	2.84	2.36	2.54	2.47	4.01	1.62	2.19

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.19. Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	CT-2	CT-2
	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit
	Amf -3	Amf -3
	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	42.13	42.38
TiO ₂	1.74	1.87
Al ₂ O ₃	12.03	11.38
FeO	12.27	11.89
MnO	0.22	0.24
MgO	14.16	14.63
CaO	11.58	11.59
Na ₂ O	1.92	1.95
K ₂ O	1.17	1.12
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00
Toplam	97.22	97.05
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		
Si	6.18	6.22
Ti	0.19	0.21
Al ^[4]	1.82	1.78
Al ^[6]	0.26	0.19
Al ^T	2.08	1.97
Fe ⁺³	0.60	0.61
Fe ⁺²	0.91	0.85
Mn	0.03	0.03
Mg	3.10	3.20
Ca	1.82	1.82
Na	0.55	0.55
K	0.22	0.21
Toplam	15.67	15.67
Mg #	0.67	0.69

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır.

Tablo 3.20. Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	CT-5	CT-5	CT-5	CT-5
	Klinopir-5	Klinopir-7	Klinopir-12	Klinopir-13
	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	41.70	42.90	40.63	41.41
TiO ₂	1.98	1.87	1.68	2.03
Al ₂ O ₃	12.92	11.71	13.55	12.69
FeO	12.02	12.33	11.73	11.76
MnO	0.19	0.25	0.16	0.16
MgO	13.54	14.41	13.93	14.32
CaO	11.93	11.76	12.16	11.92
Na ₂ O	2.03	2.02	1.96	1.95
K ₂ O	1.36	1.27	1.57	1.37
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.01
Toplam	97.67	98.56	97.36	97.60
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	1.61	1.64	1.58	1.60
Ti	0.06	0.05	0.05	0.06
Al	0.59	0.53	0.62	0.58
Fe ⁺²	0.39	0.39	0.38	0.38
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.78	0.82	0.81	0.83
Ca	0.49	0.48	0.51	0.49
Na	0.15	0.15	0.15	0.15
K	0.07	0.06	0.08	0.07
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.15	4.15	4.17	4.16
Mg #	0.67	0.68	0.68	0.68
Wo	29.71	28.39	29.89	29.06
En	46.92	48.37	47.61	48.57
Fs	23.37	23.23	22.49	22.37

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.21. Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait biyotitin mikroprob analiz sonucu

<u>Örnek</u>	<u>CT-2</u>
	Bi -5
	feno
	<u>merkez</u>
SiO ₂	37.69
TiO ₂	3.07
Al ₂ O ₃	15.25
FeO	9.54
MnO	0.15
MgO	19.60
CaO	0.05
Na ₂ O	0.66
K ₂ O	9.12
P ₂ O ₅	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00
Toplam	95.13
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.	
Si	5.50
Ti	0.34
Al ^[4]	2.50
Al ^[6]	0.12
Al ^T	2.62
Fe ⁺²	1.16
Mn	0.02
Mg	4.27
Ca	0.01
Na	0.19
K	1.70
Cr	0.00
Toplam	15.80
Mg #	0.79
Flogopit	0.72
Annit	0.20

Mg # = Mg / (Mg + Fe⁺³ + Fe⁺²)

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.22. Çatal Tepe Domu trakidasitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	CT-2-2	CT-2-10	CT-5-8	CT-5-9
	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	3.02	1.39	0.07	0.43
TiO ₂	3.77	2.25	3.05	3.13
Al ₂ O ₃	1.61	1.11	1.71	1.77
Fe ₂ O ₃	42.00	49.90	53.40	52.00
FeO	32.70	29.10	27.40	27.80
MnO	0.41	0.47	1.12	0.99
MgO	0.40	0.58	1.40	1.36
CaO	0.30	0.16	0.02	0.23
Cr ₂ O ₃	0.04	0.08	0.09	0.03
V ₂ O ₃	0.31	0.47	0.34	0.38
Toplam	84.56	85.51	88.60	88.12
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.13	0.06	0.00	0.02
Ti	0.12	0.07	0.10	0.10
Al	0.08	0.06	0.09	0.09
Fe ⁺³	1.39	1.65	1.70	1.66
Fe ⁺²	1.20	1.07	0.97	0.99
Mn	0.02	0.02	0.04	0.04
Mg	0.03	0.04	0.09	0.09
Ca	0.01	0.01	0.00	0.01
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.01	0.02	0.01	0.01
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	72.00	67.00	62.00	62.00
Magnetit	1.00	1.00	-	1.00
Quandit	1.00	2.00	5.00	5.00
Kromit	-	1.00	-	-
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	23.00	23.00	26.00	26.00
Spinel	-	-	2.00	2.00

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.4.8.2. Elekçioğlu Tepe Domu

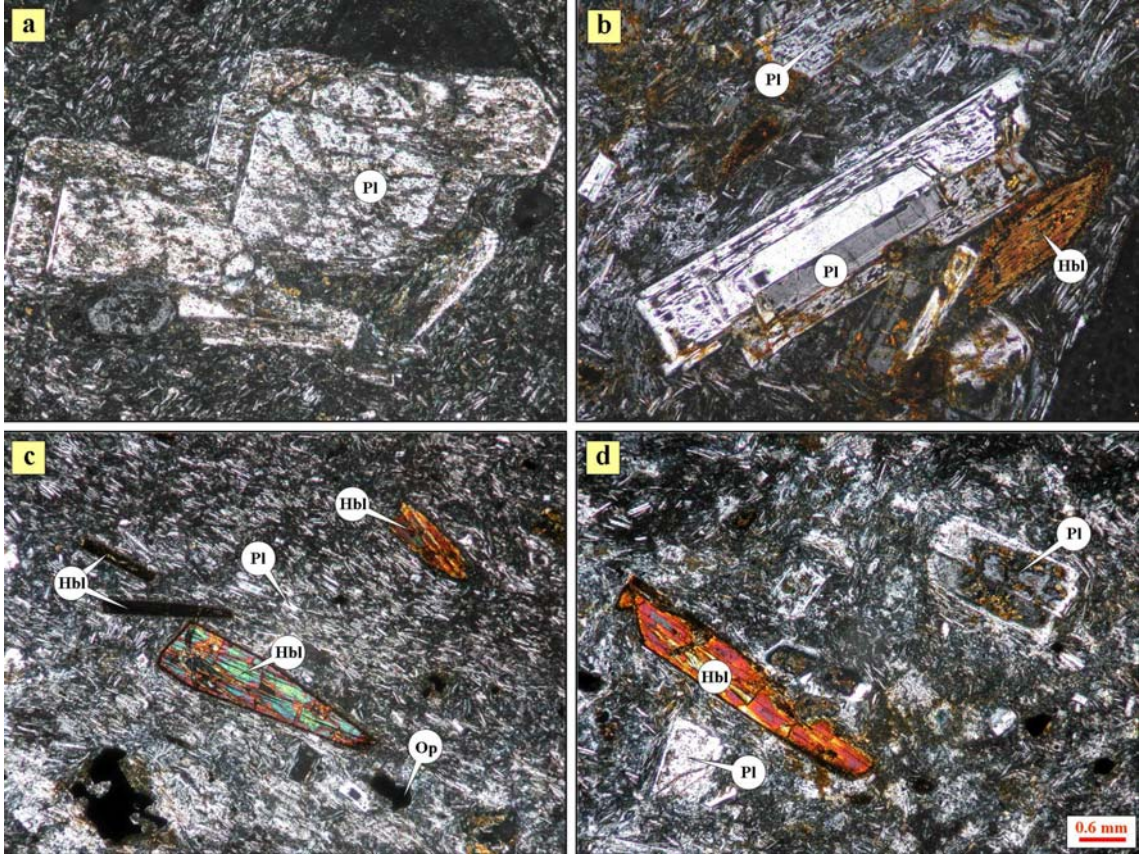
Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitlerde, genelde hyalo porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik doku, yer yer flüidal ve elek dokusu gözlenmektedir. Kayaç içerisinde açık renkli mineral olarak plajiyoklas, mafik mineral olarak da hornblend ve biyotit bulunmaktadır (Şekil 3.62). Ayrıca hamurda bol olarak iğnemsî mikrolitler halinde plajiyoklaslar yer almaktadır. Çok daha az oranda opak mineraller bunlara eşlik etmektedir. Tali mineral olarak apatit içermektedirler.

Plajiyoklaslar, kayaç içerisinde megakristal, fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Kristaller özşekilli ve yarı özşekillidirler. Megakristal zonlu plajiyoklaslarda gözlenen sünger dokusu oldukça yaygındır (Şekil 3.62a, d). Genellikle albit ve bazen de karmaşık ikiz sunmaktadır. Plajiyoklas minerallerinin bir kısmı serisitleşmiştir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri, beyaz renklindedir. Hornblend ve opak mineral inklüzyonları içeren karmaşık zonlu plajiyoklas minerallerinin kenar kısımlarında elek dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.62b). Bu özellik daha çok dengesiz kristallenme ve/veya magma karışımı ile açıklanmaktadır (Shelley, 1993; Vernon, 2004).

Hornblendler, genellikle yarı özşekilli ve özşekilsizdirler (Şekil 3.62b, c ve d). Fenokristal olarak gözlenen hornblendler daha çok mızrak yapısı sergilemektedirler. Pleokroizması yönlerine göre; x:sarımsı yeşil, z: açık sarı yeşildir. Hem fenokristal olarak hem de hamurda mikrolit olarak bulunmaktadır. Yer yer alterasyona uğramış olan hornblendlerin kenar kısımlarında bir zarf şeklinde opaklaşma gözlenmektedir (Şekil 3.62c ve d). Hornblend minerallerinin çoğu kırılmış ve parçalanmıştır.

Biyotitler, genellikle yarı özşekilli ve özşekillidir. Daha çok hamur içerisinde mikrofenokristal halinde gözlenmektedir. Tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu yeşil, koyu kahverengi ve siyah renkte, nadiren daha açık renklere bulunurlar. Yer yer ayrışma ürünü olarak kloritleşme gözlenmektedir.

Hamur plajiyoklas, hornblend, opak mineral ve volkanik camdan oluşmaktadır. Hamur içerisinde, plajiyoklas mikrolitlerinde yer yer kloritleşme ve serisitleşme gözlenmektedir.



Şekil 3.62. Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitlerde gözlenen; (a) plajiyoklas megakristalindeki sünger dokusu (Örnek No: EÇ-12), (b) hornblend ve opak mineral inklüzyonu içeren karmaşık zonlu plajiyoklas fenokristali ile özşekilli hornblend minerali (Örnek No: EÇ-7), (c) trakitik doku içerisinde kenarlarından itibaren opaklaşmış, özşekilli hornblend fenokristalleri (Örnek No: EÇ-8), (d) hornblend ve opak mineral inklüzyonu içeren karmaşık zonlu plajiyoklas fenokristali ile kırılmış ve parçalanmış hornblend fenokristali (Örnek No: EÇ-7) (Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Op: Opak mineral)

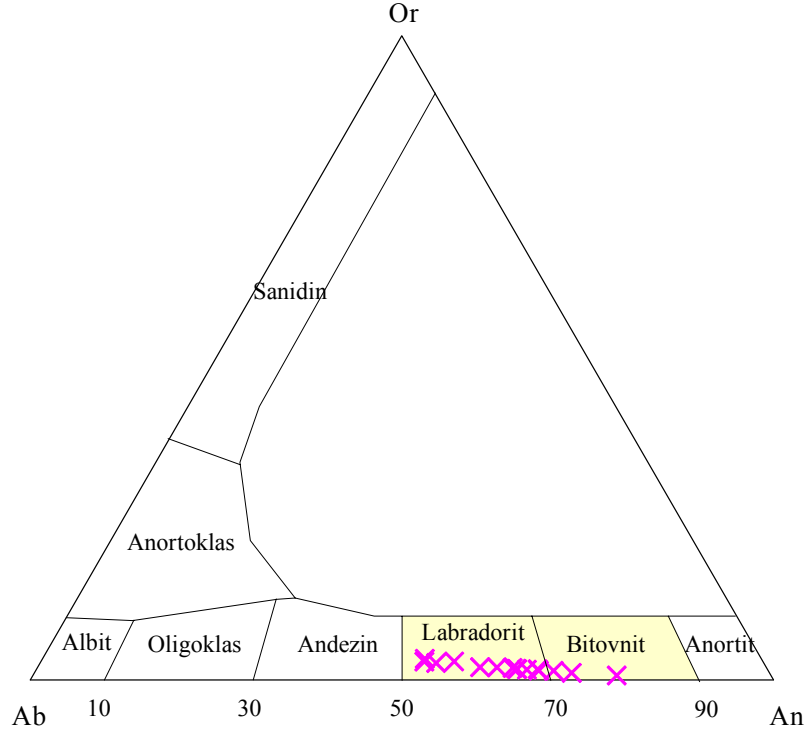
3.4.8.2.1. Mineral Kimyası

3.4.8.2.1.1. Plajiyoklas

Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisinde çoğunlukla fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar genellikle labradorit, nadiren de bitovnitir (Tablo 3.23, Şekil 3.63).

Fenokristal olarak gözlenen plajiyokaslardan labradorit olanların bileşimleri mineral kenarında $An_{66-67}Ab_{32-31}Or_{2-1}$, mineral merkezinde ise $An_{52-69}Ab_{28-29}Or_{3-2}$ arasında, değişmektedir. Bitovnit olanların bileşimleri ise $An_{72}Ab_{26}Or_2$ - $An_{78}Ab_{28}Or_1$ arasındadır. Bir

plajiyoklas mineralinde normal zonlanma tespit edilmiştir. Plajiyoklas mineraline ait bileşimler, kenarda An_{55} merkezde ise An_{67} 'dir (Örn:EÇ-8/ Plj-2).



Şekil 3.63. Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

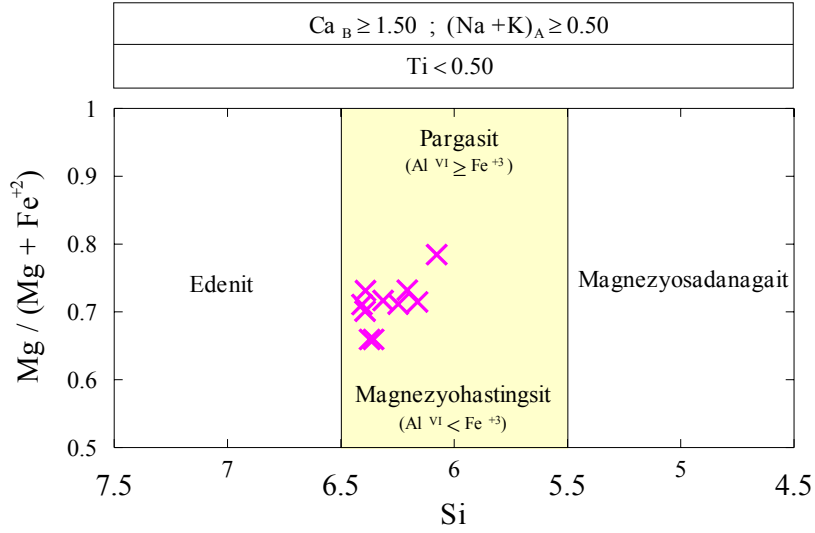
3.4.8.2.1.2. Hornblend

Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisindeki hornblendlerin mikroprob analizleri (Tablo 3.24) dikkate alındığında, Leake vd. (1997)'ne göre yapılan sınıflamaya göre, magnezyo-hastingsit olarak isimlendirilebilmektedir (Şekil 3.64).

Trakidasitler içerisinde genellikle fenokristal olarak gözlenen magnezyo-hastingsitlerde $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı 0.63-0.69 arasında değişmektedir.

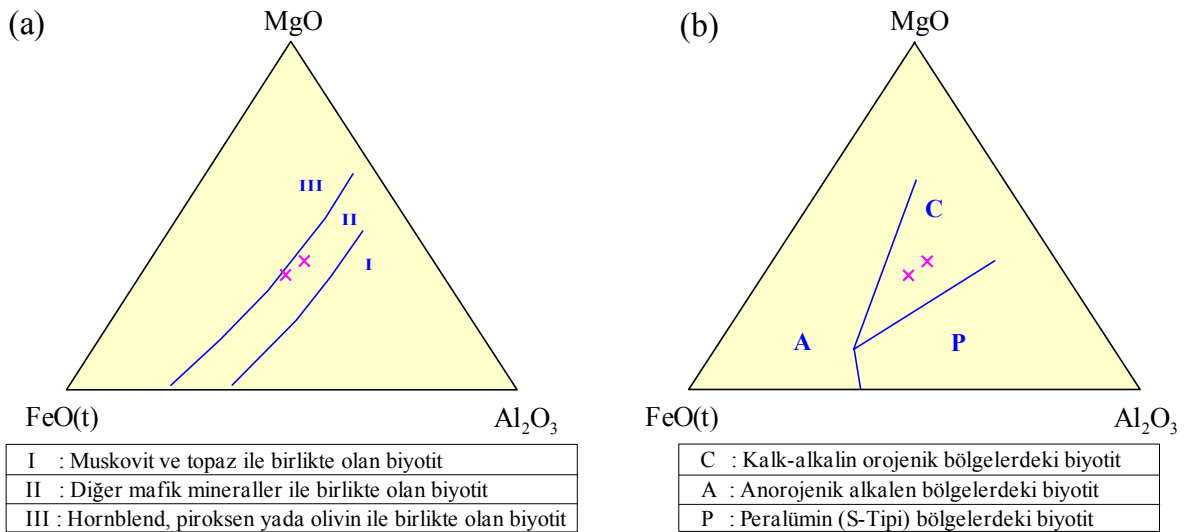
3.4.8.2.1.3. Biotit

Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitler içerisindeki biyotitler, %59-63 flogopit ve %28-35 annit bileşimlidir. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı yaklaşık 0.63-69 arasında değişmektedir (Tablo 3.25).



Şekil 3.64. Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait horblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)

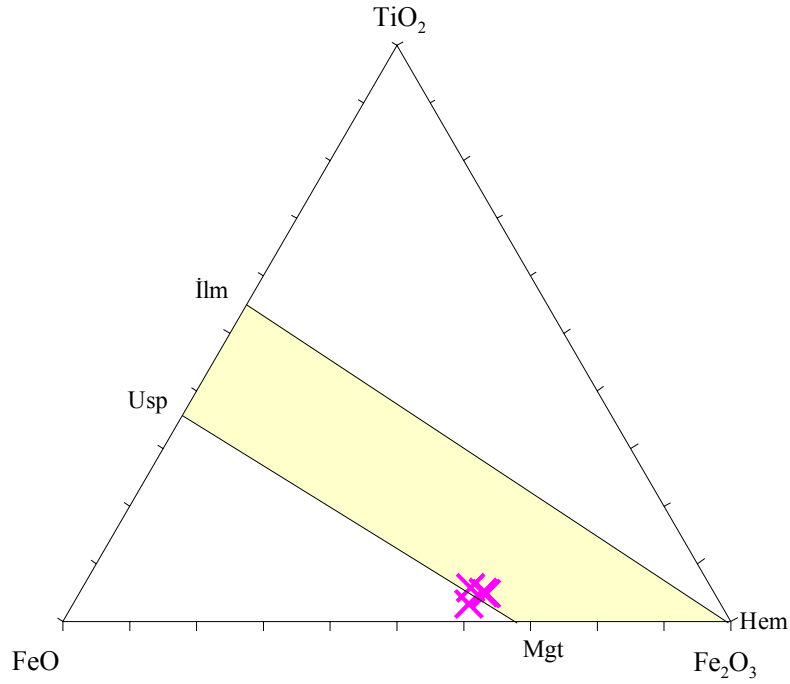
Speer (1987)'e göre farklı parametreler baz alınarak hazırlanan biyotit sınıflama diyagramları çizilmiştir. Biyotit analizleri, MgO-FeO(t)-Al₂O₃ üçgen diyagramında mineral birlikteliği bakımından II. bölgeye düşmekte olup 'diğer mafik mineraller ile birlikte olan biyotit' olarak sınıflandırılmaktadırlar (Şekil 3.65a). Yine, MgO-FeO(t)-Al₂O₃ üçgen diyagramında biyotitler, orojenik bölge ayırtman diyagramında C alanına düşmekte olup 'kalkalkalin orojenik bölgelerdeki biyotit' olarak tanımlanmaktadırlar (Şekil 3.65b).



Şekil 3.65. Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait biyotitlerin sınıflandırması (Speer, 1987) (a) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı, (b) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı

3.4.8.2.1.4. Fe-Ti Oksitler

Elekçioğlu Tepe Domu'na ait trakidasitlerde, genellikle hamur içerisinde gözlenen opak minerallerin hepsi titano-magnetittir (Tablo 3.26, Şekil 3.66). Bu mineraller incelenen diğer domlara ait volkanitlerin içerdiği Fe-Ti oksitlerle karşılaştırıldığında; göreceli olarak daha düşük Fe_2O_3 içeriğine ve daha yüksek Al_2O_3 (Fındıklı Tepe volkanitleri hariç) içeriğine sahiptir.



Şekil 3.66. Elekçioğlu Tepe Domu'ndaki trakidasitlere ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

Tablo 3.23. Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>
	Plaj-3	Plaj-5	Plaj-5	Plaj-8	Plaj-9	Plaj-12	Plaj-12
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	54.02	51.38	53.38	52.29	55.99	48.96	51.55
TiO ₂	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	29.31	28.51	30.90	29.97	27.92	32.49	30.40
FeO	0.53	0.43	0.42	0.41	0.41	0.52	0.41
MnO	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
MgO	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
CaO	12.13	12.82	13.35	13.01	10.51	15.81	13.56
Na ₂ O	4.33	3.68	3.62	3.76	5.12	2.31	3.43
K ₂ O	0.34	0.28	0.27	0.29	0.49	0.12	0.28
Cr ₂ O ₃	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.73	97.18	101.99	99.80	100.47	100.24	99.67
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	9.72	9.61	9.50	9.52	10.05	8.95	9.41
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	6.22	6.28	6.48	6.43	5.91	7.00	6.54
Fe ⁺²	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ca	2.34	2.57	2.55	2.54	2.02	3.10	2.65
Na	1.51	1.33	1.25	1.33	1.78	0.82	1.22
K	0.08	0.07	0.06	0.07	0.11	0.03	0.07
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.96	19.95	19.91	19.96	19.94	19.97	19.96
An	59.54	64.70	66.03	64.52	51.61	78.57	67.45
Ab	38.49	33.64	32.38	33.74	45.55	20.74	30.90
Or	1.98	1.66	1.59	1.74	2.84	0.69	1.66

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.23'ün devamı

Örnek	EC-8	EC-8	EC-8	EC-8	EC-8	EC-8	EC-8	EC-8
	Plaj-2	Plaj-2	Plaj-3	Plaj-4	Plaj-7	Plaj-7	Plaj-9	Plaj-10
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	51.34	54.99	54.98	55.10	50.47	52.74	50.94	52.89
TiO ₂	0.03	0.02	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	30.61	28.80	27.95	28.22	31.70	30.29	31.37	29.94
FeO	0.49	0.42	0.39	0.37	0.44	0.42	0.42	0.41
MnO	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00
MgO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03
CaO	13.63	11.29	10.81	10.49	14.50	12.91	14.05	12.57
Na ₂ O	3.43	4.66	4.94	5.10	2.95	3.81	3.22	4.07
K ₂ O	0.24	0.49	0.45	0.56	0.18	0.32	0.24	0.33
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.81	100.70	99.58	99.90	100.31	100.55	100.26	100.24

Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	9.37	9.87	9.97	9.96	9.18	9.52	9.26	9.58
Ti	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	6.58	6.09	5.97	6.01	6.79	6.45	6.72	6.39
Fe ⁺²	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	2.66	2.17	2.10	2.03	2.83	2.50	2.74	2.44
Na	1.21	1.62	1.74	1.79	1.04	1.33	1.13	1.43
K	0.06	0.11	0.10	0.13	0.04	0.07	0.06	0.08
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.97	19.95	19.96	19.99	19.96	19.95	19.98	19.98

An	67.70	55.62	53.29	51.45	72.31	63.97	69.71	61.83
Ab	30.86	41.52	44.09	45.26	26.59	34.17	28.87	36.23
Or	1.44	2.86	2.62	3.28	1.10	1.86	1.42	1.95

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.24. Elekçiöglü Tepe Domu trakidasitlerine ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	EC-7	EC-7	EC-7	EC-7	EC-7
	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit	Magnezyo hastingsit
	Amf -2	Amf -6	Amf -6	Amf -10	Amf -11
	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	42.48	43.51	43.58	41.81	41.77
TiO ₂	1.64	1.64	1.56	2.03	1.93
Al ₂ O ₃	12.00	10.11	10.26	12.87	12.12
FeO	13.17	14.02	13.90	11.52	13.24
MnO	0.30	0.46	0.43	0.17	0.35
MgO	13.29	13.46	13.66	14.50	13.14
CaO	11.60	11.58	11.58	11.94	11.91
Na ₂ O	1.99	1.84	1.66	2.05	1.94
K ₂ O	1.284	1.09	1.13	1.27	1.22
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04
Toplam	97.76	97.70	97.78	98.15	97.65
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	6.25	6.41	6.39	6.08	6.16
Ti	0.18	0.18	0.17	0.22	0.21
Al ^[4]	1.75	1.59	1.61	1.92	1.84
Al ^[6]	0.33	0.16	0.16	0.28	0.27
Al ^T	2.08	1.75	1.77	2.20	2.11
Fe ⁺³	0.44	0.52	0.61	0.54	0.48
Fe ⁺²	1.18	1.20	1.10	0.86	1.15
Mn	0.04	0.06	0.05	0.02	0.04
Mg	2.91	2.96	2.99	3.14	2.89
Ca	1.83	1.83	1.82	1.86	1.88
Na	0.57	0.53	0.47	0.58	0.55
K	0.24	0.20	0.21	0.24	0.23
Toplam	15.72	15.64	15.58	15.74	15.72
Mg #	0.64	0.63	0.64	0.69	0.64

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır.

Tablo 3.24'ün devamı

Örnek	EC-7 Magnezyo hastingsit	EC-8 Magnezyo hastingsit	EC-8 Magnezyo hastingsit	EC-8 Magnezyo hastingsit	EC-8 Magnezyo hastingsit
	Amf -13 feno <u>merkez</u>	Amf -3 feno <u>merkez</u>	Amf -5 feno <u>merkez</u>	Amf -6 feno <u>merkez</u>	Amf -8 feno <u>merkez</u>
SiO ₂	42.92	43.15	43.42	42.33	42.76
TiO ₂	1.80	1.74	1.26	1.63	1.53
Al ₂ O ₃	10.81	10.54	10.79	11.74	10.51
FeO	13.54	15.58	14.31	13.36	15.45
MnO	0.39	0.54	0.33	0.32	0.56
MgO	13.56	12.33	13.06	13.57	12.07
CaO	11.66	11.65	11.63	11.91	11.59
Na ₂ O	2.00	1.68	1.67	1.92	1.67
K ₂ O	1.14	1.28	1.16	1.26	1.06
Cr ₂ O ₃	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02
Toplam	97.83	98.51	97.65	98.04	97.22
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	6.31	6.36	6.39	6.21	6.37
Ti	0.20	0.19	0.14	0.18	0.17
Al ^[4]	1.69	1.64	1.61	1.79	1.63
Al ^[6]	0.19	0.19	0.27	0.24	0.22
Al ^T	1.87	1.83	1.87	2.03	1.85
Fe ⁺³	0.49	0.52	0.54	0.55	0.54
Fe ⁺²	1.18	1.40	1.22	1.09	1.39
Mn	0.05	0.07	0.04	0.04	0.07
Mg	2.97	2.71	2.87	2.97	2.68
Ca	1.84	1.84	1.84	1.87	1.85
Na	0.57	0.48	0.48	0.55	0.48
K	0.21	0.24	0.22	0.24	0.20
Toplam	15.69	15.63	15.60	15.71	15.60
Mg #	0.64	0.59	0.62	0.64	0.58

$$Mg \# = Mg / (Mg + Fe^{+3} + Fe^{+2})$$

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır.

Tablo 3.25. Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları

<u>Örnek</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-8</u>
	Bi -4	Bi-11
	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	41.60	36.97
TiO ₂	1.97	3.14
Al ₂ O ₃	12.69	15.75
FeO	13.76	13.28
MnO	0.27	0.18
MgO	12.98	16.85
CaO	11.61	0.05
Na ₂ O	2.05	0.79
K ₂ O	1.21	8.78
P ₂ O ₅	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00
Toplam	98.14	95.79
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		
Si	5.91	5.45
Ti	0.21	0.35
Al ^[4]	2.09	2.56
Al ^[6]	0.03	0.18
Al ^T	2.12	2.74
Fe ⁺²	1.63	1.64
Mn	0.03	0.02
Mg	2.75	3.70
Ca	1.77	0.01
Na	0.57	0.23
K	0.22	1.65
Cr	0.00	0.00
Toplam	15.21	15.78
Mg #	0.63	0.69
Flogopit	0.59	0.63
Annit	0.35	0.28

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+3} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.26. Elekçioğlu Tepe Domu trakidasitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	EC-7-1	EC-7-7	EC-8-1	EC-8-12
	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	0.04	2.11	0.04	0.08
TiO ₂	5.01	2.47	4.20	4.33
Al ₂ O ₃	2.30	1.17	1.90	1.78
Fe ₂ O ₃	49.50	47.60	52.40	51.70
FeO	30.70	30.30	29.40	29.60
MnO	0.98	0.55	1.12	1.04
MgO	0.91	0.42	1.27	1.15
CaO	0.01	0.22	0.00	0.03
Cr ₂ O ₃	0.08	0.04	0.08	0.12
V ₂ O ₃	0.52	0.34	0.39	0.43
Toplam	90.04	85.22	90.79	90.25
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.00	0.09	0.00	0.00
Ti	0.16	0.08	0.13	0.14
Al	0.11	0.06	0.09	0.09
Fe ⁺³	1.55	1.58	1.63	1.62
Fe ⁺²	1.07	1.12	1.01	1.03
Mn	0.03	0.02	0.04	0.04
Mg	0.06	0.03	0.08	0.07
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.02	0.01	0.01	0.01
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	68.00	69.00	67.00	69.00
Magnetit	1.00	1.00	1.00	1.00
Quandit	3.00	1.00	5.00	4.00
Kromit	-	-	-	-
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	23.00	25.00	22.00	21.00
Spinel	1.00	-	1.00	1.00

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.4.9. Yenisayaca Bazaltı

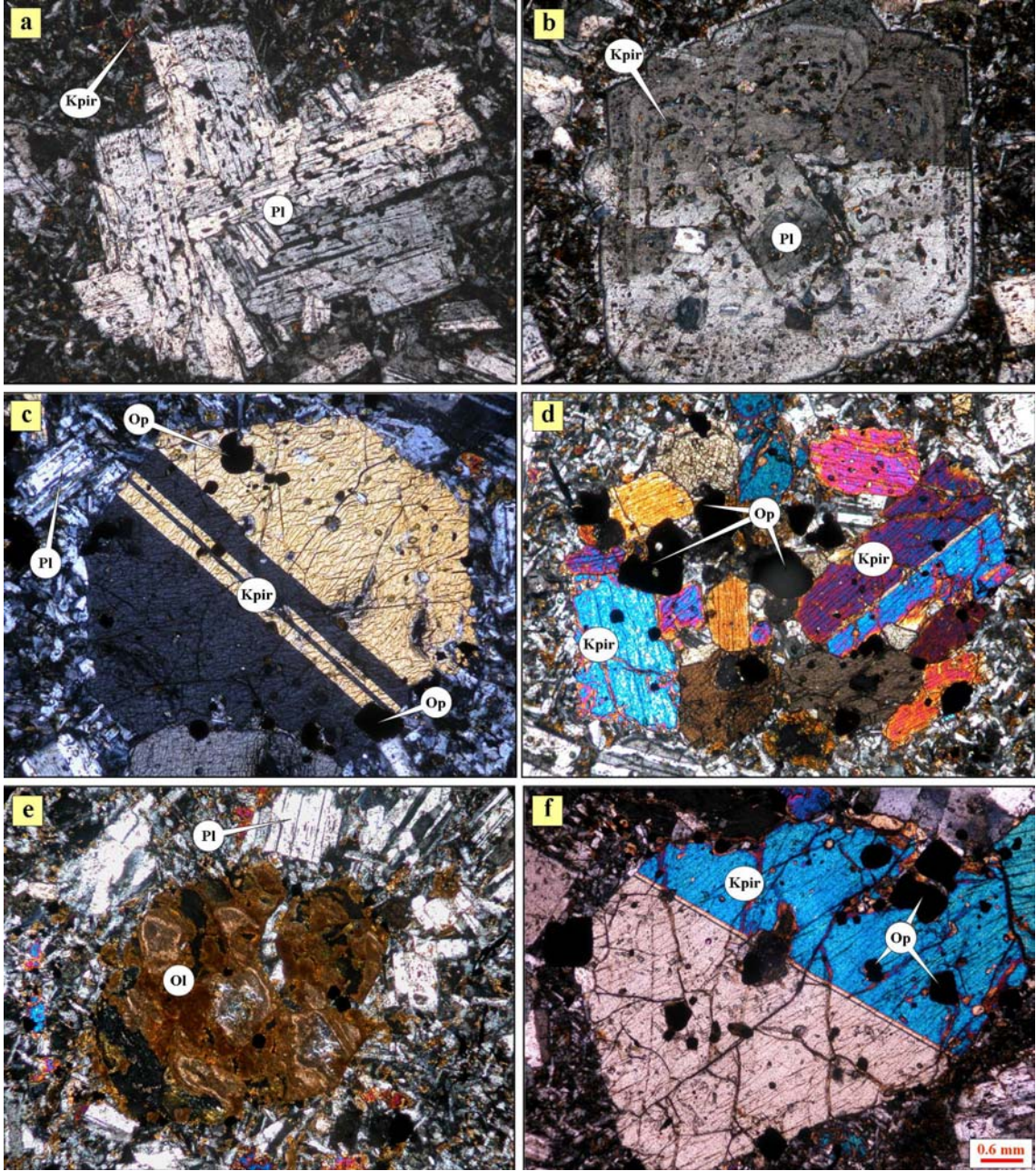
Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlar, genelde porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, glomeroporfirik (kümülofirik), nadiren hyalopilitik, entergranüler, entersertal doku ile elek dokusu göstermektedirler (Şekil 3.67). Kayaç içerisinde fenokristal olarak plajiyoklas, klinopiroksen, olivin gözlenmektedir. İkincil mineral olarak bunlara kalsit ve klorit eşlik etmektedir. Hamur daha çok plajiyoklas ve klinopiroksen mikrolitleri, opak mineral ve volkanik cam içermektedir.

Plajiyoklaslar, genellikle megakristaller, fenokristaller ve mikrolitler halinde bulunurlar. Çoğunlukla özşekilli, nadiren yarı özşekillidirler. Tek nikolde renksiz, çapraz nikolde gri, beyaz renklerde gözlenmektedir. Fenokristallerin çoğunda albit ve karlsbad ikizi gözlenmektedir. Yer yer gözlenen karmaşık ikizli plajiyoklas megakristallerinde elek dokusu tespit edilmiştir (Şekil 3.67a). Ayrıca hem elek dokusu hem de zonlanma gösteren plajiyoklas megakristallerine sıkça rastlamak mümkündür (Şekil 3.67b). Buna ilaveten yuvarlağımsı zonlu plajiyoklas megakristallerinin çeperlerinde yeniden büyüme zarfı gözlenmektedir. Bu, daha çok magma karışımı sonucunda minerallerin kemirilmesi ve dengeye ulaştıktan sonra yeniden büyümesi şeklinde açıklanabilir (Shelley, 1993; Vernon, 2004). Hamurda mikrolitler halinde gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla ince uzun latalar şeklindedir.

Klinopiroksen mineralleri çoğunlukla megakristal ve fenokristal olarak gözlenmektedir. Hamurda ise mikrolitler halinde bulunmaktadırlar. Mineraller özşekilli ve yarı özşekillidir. Birbirine dik iki yönlü dilinim sistemine sahiptir. Tek nikolde açık yeşil; çapraz nikolde mavi, kırmızı, sarı renklerde gözlenmektedir. Sönme açısı (z^c) 35-38° arasında değişmektedir. Bol olarak plajiyoklas, opak mineral ve volkanik cam inklüzyonları içermektedir (Şekil 3.67c, d ve f). Özşekilli olan minerallerde ikizlenme ve zonlanma gözlenmektedir. Bazıları h' (100) ikizi göstermektedir (Şekil 3.67c, f). Ayrıca, bazı klinopiroksenlerde kısmi ergime ile gelişen kaba elek dokusu vardır. Birçok klinopiroksen ve opak mineralin bir araya gelerek glomeroporfirik (kümülofirik) doku göstermesi dikkat çekici bir unsurdur (Şekil 3.67d). Klinopiroksenler, bol çatlak ve kırıklı olup, kırıkları boyunca kalsitleşmiştir. Alterasyona uğramış olanlarda kloritleşme gözlenmektedir.

Olivin mineralleri genellikle yarı özşekilli, nadiren özşekilli fenokristaller halinde gözlenmekte olup, tamamen iddingsitleşmişlerdir (Şekil 3.67e).

Hamur; plajiyoklas, klinopiroksen, opak mineral ve volkanik camdan oluşmaktadır.

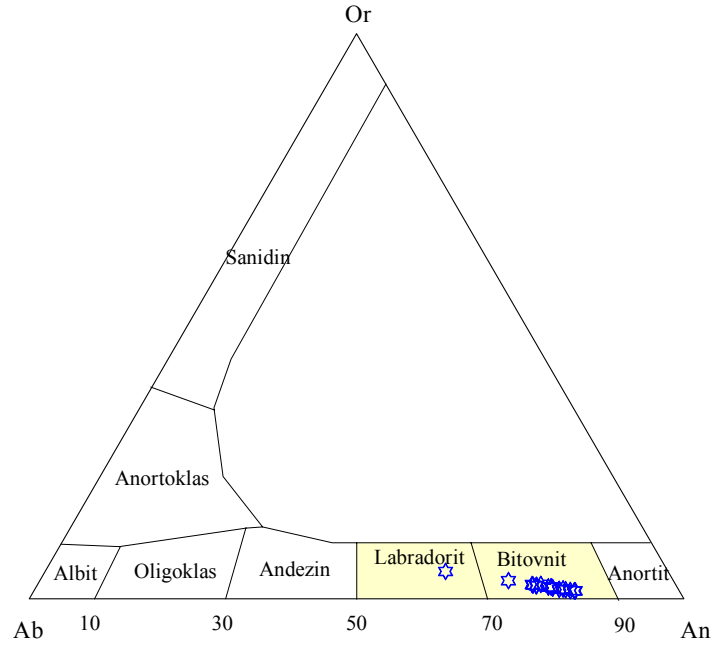


Şekil 3.67. Yeniseyaca Bazaltı'na ait trakibazaltlarda gözlenen; (a) plajiyoklas fenokristallerindeki elek dokusu (Örnek No: YS-2), (b) opak mineral, klinopiroksen ve volkanik cam inklüzyonu içeren, elek dokusu gösteren plajiyoklas megakristali (Örnek No: YS-3), (c) $h'(100)$ ikizi gösteren, opak mineral ve plajiyoklas inklüzyonu içeren özşekilli klinopiroksen megakristali (Örnek No: YS-13), (d) klinopiroksen ve opak minerallerin oluşturduğu glomeroporfirik doku (Örnek No: YS-2) (e) tamamen iddingsitleşmiş yarı özşekilli olivin fenokristali (Örnek No: YS-2), (f) opak mineral inklüzyonları içeren ve $h'(100)$ ikizi gösteren gösteren klinopiroksen megakristali (Örnek No: YS-6)(Ç.N.; Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Op: Opak mineral)

3.4.9.1. Mineral Kimyası

3.4.9.1.1. Plajiyoklas

Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlardaki plajiyoklasların cinsi çoğunlukla bitovnitir (Tablo 3.27, Şekil 3.68). Daha çok fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklaslarda önemli bir bileşimsel değişim söz konusu değildir. Bileşimler genellikle kenar kısımlarda $An_{72-83}Ab_{25-16}Or_{3-1}$ iken, merkez kısımlarda ise $An_{76-82} Ab_{21-16} Or_{3-2}$ değerlerine sahiptir. Sadece bir mineralde bileşimsel değişim söz konusu olup, kenar kısımda $An_{61}Ab_{34}Or_5$, merkez kısımda ise $An_{79}Ab_{19}Or_2$ 'dir. Bu plajiyoklas mineralin cinsi de labradorit olarak belirlenmiştir (Şekil 3.68).



Şekil 3.68. Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

3.4.9.1.2. Klinopiroksen

Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlardaki klinopiroksenlere ait mikroprob analizleri (Tablo 3.28) dikkate alındığında, Morimoto vd. (1988)'ne göre, genellikle ojit olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 3.69). Ojitlerin bileşimi $Wo_{42}En_{41}Fs_{17}-Wo_{44} En_{40} Fs_{16}$ arasında değişmektedir. Bu minerallerde $Mg / (Mg + Fe^{+2})$ oranı 0.69-0.73 arasındadır.

Tablo 3.27. Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

Örnek	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2
	Plaj-2	Plaj-2	Plaj-2	Plaj-3	Plaj-3	Plaj-3	Plaj-6	Plaj-6	Plaj-6
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>orta</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>orta</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>orta</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	49.61	48.67	48.84	48.12	48.91	49.13	47.95	49.51	47.74
TiO ₂	0.07	0.04	0.06	0.02	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01
Al ₂ O ₃	31.77	32.42	32.01	32.78	32.00	31.61	32.36	31.27	32.53
FeO	0.85	0.88	0.89	0.83	0.90	0.88	0.84	0.92	0.90
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01
MgO	0.10	0.09	0.10	0.08	0.11	0.09	0.07	0.12	0.09
CaO	15.45	16.06	16.04	16.83	15.81	15.58	16.49	15.05	16.52
Na ₂ O	2.38	2.02	2.15	1.80	2.19	2.11	1.85	2.33	1.75
K ₂ O	0.40	0.28	0.35	0.24	0.35	0.35	0.25	0.38	0.24
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.61	100.45	100.43	100.69	100.30	99.76	99.87	99.58	99.78
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.									
Si	9.05	8.90	8.94	8.80	8.96	9.04	8.84	9.11	8.81
Ti	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	6.83	6.99	6.91	7.07	6.91	6.85	7.03	6.78	7.07
Fe ⁺²	0.13	0.13	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
Ca	3.02	3.15	3.15	3.30	3.10	3.07	3.26	2.97	3.27
Na	0.84	0.71	0.76	0.64	0.78	0.75	0.66	0.83	0.63
K	0.09	0.07	0.08	0.06	0.08	0.08	0.06	0.09	0.06
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.00	19.99	20.02	20.01	20.01	19.95	20.00	19.96	19.99
An	76.37	80.13	78.85	82.61	78.28	78.66	81.92	76.30	82.71
Ab	21.29	18.20	19.11	16.00	19.67	19.24	16.63	21.41	15.89
Or	2.34	1.67	2.04	1.39	2.05	2.10	1.45	2.29	1.40

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.27'nin devamı

Örnek	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8
	Plaj-5	Plaj-5	Plaj-6	Plaj-6	Plaj-6	Plaj-7	Plaj-7	Plaj-7
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>orta</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>orta</u>	<u>kenar</u>
SiO ₂	47.82	52.29	47.62	48.52	47.38	49.34	48.48	50.01
TiO ₂	0.01	0.04	0.03	0.04	0.06	0.04	0.02	0.04
Al ₂ O ₃	32.20	28.93	32.00	31.42	32.14	31.58	31.53	30.80
FeO	0.80	0.83	0.87	0.90	0.88	0.72	0.84	0.82
MnO	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01
MgO	0.09	0.10	0.10	0.13	0.09	0.09	0.12	0.11
CaO	15.94	12.29	16.25	15.35	16.28	15.35	15.53	14.38
Na ₂ O	2.13	3.77	1.95	2.45	1.91	2.46	2.30	2.79
K ₂ O	0.32	0.81	0.30	0.41	0.27	0.43	0.43	0.54
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.34	99.08	99.15	99.24	99.04	100.03	99.28	99.49
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.86	9.62	8.85	8.99	8.81	9.05	8.98	9.21
Ti	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Al	7.03	6.27	7.01	6.86	7.05	6.83	6.88	6.68
Fe ⁺²	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.11	0.13	0.13
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03
Ca	3.16	2.42	3.23	3.05	3.24	3.02	3.08	2.84
Na	0.76	1.35	0.70	0.88	0.69	0.87	0.82	1.00
K	0.08	0.19	0.07	0.10	0.06	0.10	0.10	0.13
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.05	20.01	20.03	20.06	20.03	20.02	20.04	20.01
An	79.03	61.19	80.69	75.74	81.15	75.58	76.89	71.61
Ab	19.06	33.98	17.56	21.83	17.26	21.91	20.57	25.19
Or	1.91	4.83	1.74	2.43	1.59	2.51	2.54	3.20

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.28. Yeniseyaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2	YS-2
	Klinopir-1 feno <u>merkez</u>	Klinopir-1 feno <u>kenar</u>	Klinopir-4 feno <u>merkez</u>	Klinopir-4 feno <u>kenar</u>	Klinopir-5 feno <u>merkez</u>
SiO ₂	50.16	49.87	49.82	49.15	50.16
TiO ₂	0.64	0.63	0.70	0.72	0.60
Al ₂ O ₃	3.38	3.22	3.68	3.72	3.03
FeO	10.75	10.32	10.07	9.79	10.14
MnO	0.34	0.31	0.32	0.33	0.29
MgO	14.16	14.20	13.94	13.94	14.00
CaO	20.48	20.54	20.67	21.31	20.70
Na ₂ O	0.32	0.33	0.34	0.32	0.29
K ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.05	0.00	0.02	0.07
Toplam	100.21	99.48	99.53	99.32	99.28
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	1.88	1.88	1.88	1.86	1.90
Ti	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Al	0.15	0.14	0.16	0.17	0.13
Fe ⁺²	0.34	0.33	0.32	0.31	0.32
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.79	0.80	0.78	0.79	0.79
Ca	0.82	0.83	0.83	0.87	0.84
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.04	4.04	4.03	4.05	4.03
Mg #	0.70	0.71	0.71	0.72	0.71
Wo	42.17	42.48	43.13	44.08	43.04
En	40.56	40.85	40.47	40.11	40.51
Fs	17.27	16.67	16.40	15.81	16.45

Mg # = Mg / (Mg + Fe⁺²)

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.28'in devamı

Örnek	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8	YS-8
	Klinopir-1 feno merkez	Klinopir-1 feno kenar	Klinopir-3 feno merkez	Klinopir-3 feno kenar	Klinopir-4 feno merkez
SiO ₂	50.38	48.93	50.95	49.52	50.32
TiO ₂	0.61	0.84	0.51	0.87	0.59
Al ₂ O ₃	3.32	3.89	2.80	3.79	3.33
FeO	9.61	10.67	10.40	10.77	9.89
MnO	0.27	0.33	0.34	0.39	0.30
MgO	14.37	13.95	14.36	13.43	14.39
CaO	21.08	20.36	20.24	20.79	21.05
Na ₂ O	0.32	0.37	0.40	0.31	0.31
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
Cr ₂ O ₃	0.03	0.05	0.03	0.00	0.00
Toplam	100.00	99.40	100.02	99.89	100.18
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	1.89	1.86	1.91	1.87	1.88
Ti	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Al	0.15	0.17	0.12	0.17	0.15
Fe ⁺²	0.30	0.34	0.33	0.34	0.31
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.80	0.79	0.80	0.76	0.80
Ca	0.85	0.83	0.81	0.84	0.84
Na	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.03	4.05	4.03	4.03	4.04
Mg #	0.73	0.70	0.71	0.69	0.72
Wo	43.41	42.32	41.87	43.41	43.15
En	41.15	40.36	41.33	39.03	41.03
Fs	15.44	17.32	16.80	17.56	15.82

$$\text{Mg \#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$$

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 3.29. Yenisayaca Bazaltı'ndaki trakibazaltlara ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	YS-2-5	YS-2-7	YS-8-2	YS-8-4
	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit	Titano-magnetit
SiO ₂	0.09	0.41	0.08	0.10
TiO ₂	7.45	8.71	8.16	7.73
Al ₂ O ₃	5.38	4.89	4.89	5.22
Fe ₂ O ₃	43.60	39.80	41.90	42.70
FeO	31.20	33.60	32.20	30.80
MnO	0.42	0.52	0.47	0.46
MgO	3.27	2.42	2.73	3.50
CaO	0.01	0.03	0.01	0.04
Cr ₂ O ₃	0.14	0.11	0.04	0.19
V ₂ O ₃	0.70	0.80	0.81	0.88
Toplam	92.27	91.29	91.29	91.61
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	0.00	0.02	0.00	0.00
Ti	0.22	0.26	0.24	0.23
Al	0.25	0.23	0.23	0.24
Fe ⁺³	1.28	1.19	1.25	1.26
Fe ⁺²	1.02	1.11	1.07	1.01
Mn	0.01	0.02	0.02	0.02
Mg	0.19	0.14	0.16	0.20
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01
V	0.02	0.03	0.03	0.03
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00
Ulvöspinel	52.00	60.00	54.00	53.00
Magnetit	-	1.00	5.00	1.00
Quandit	9.00	7.00	8.00	10.00
Kromit	-	-	-	-
Magnezyoferrit	-	-	-	-
Hersinit	29.00	25.00	22.00	27.00
Spinel	5.00	3.00	3.00	5.00

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

3.5. Volkanitlerde Jeotermobarometre Hesaplamaları

İncelenen Tersiyer yaşlı volkanik kayaçların (TB, Trakibazalt; TDT, Trakidasit-Dasit Takımı ve ATT, Andezit-Trakiandezit Takımı) gelişimini ve kökenini daha sağlıklı bir şekilde açıklamak ve yorumlayabilmek için, bu kayaçların termodinamik koşullarının yani oluşum sıcaklık ve basınçlarının bilinmesi gerekir. Bunun için çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ampirik formüllerden ve diyagramlardan yararlanılarak, volkanik kayaçların oluşum sıcaklık ve basınç koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

3.5.1. Jeotermometre Hesaplamaları

3.5.1.1. Plajiyoklas Jeotermometresi

Putirka (2003 ve 2005); plajiyoklas-ergiyik arasındaki denge ile ilişkili olarak, magmatik kayaçların sıcaklık ve basınçlarını hesaplamak için bir model ortaya koymuşlardır. Plajiyoklas-ergiyik jeotermobarometresinin kullanılması için, plajiyoklasın dengede kristallendiği ergiyiğin bileşiminin bilinmesi gereklidir. Ergiyik bileşimi yerine, mikroprob analizlerinden elde edilen volkanik cam bileşimi veya tüm kayaç bileşimi alınabilmektedir (Tablo 3.30). Bu yaklaşıma göre sıcaklık (Kelvin cinsinden-°K) değerleri formül 3.1'de verilen denklem ile hesaplanmıştır.

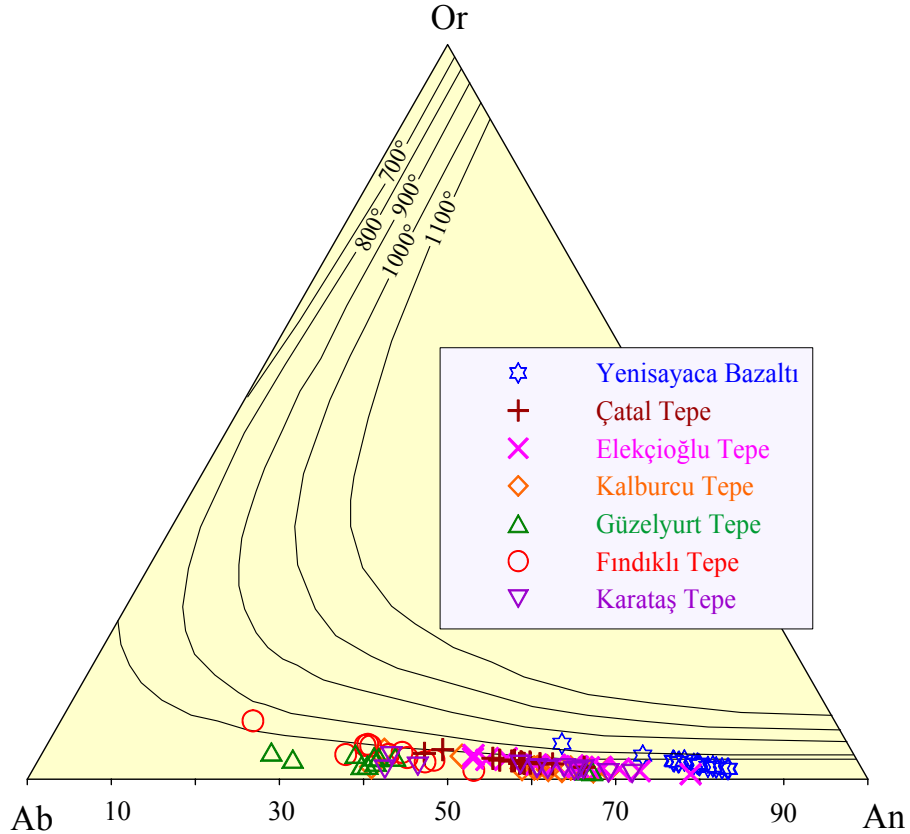
$$\begin{aligned}
 10^4/T(K) &= 68.8 - 0.86 * \ln[An^{pl}/(Ca^{erg}(Al^{erg})^2(Si^{erg})^2)] + 179.2 * [Al^{erg}] \\
 &- 113.28 * [Al^{erg}/(Al^{erg} + Si^{erg})] - 7.92 * [Ab^{pl}An^{pl}] - 0.0613 * [P(kbar)] \\
 &- 91.6 * [Ca^{erg}Al^{erg}] - 155.02 * [Si^{erg}] + 110.32 * [Si^{erg}]^2 - 149 * [Al^{erg}]^2 \quad (3.1)
 \end{aligned}$$

$$An = CaO / (CaO + NaO_{0.5} + KO_{0.5}) \quad (3.2)$$

$$Ab = NaO_{0.5} / (CaO + NaO_{0.5} + KO_{0.5}) \quad (3.3)$$

Formül 3.1'deki denklemde kullanılan, Formül 3.2 ve 3.3'deki An ve Ab değerleri (kasyon oranları) plajiyoklas minerallerinin mikroprob analizlerinden, ergiyiğe ait değerler ise tüm kayaç analizlerinden (volkanik camdan mikroprob yapılmadığı için) hesaplanmıştır. Örneğin, bu denklemde ergiyik içindeki CaO ve $AlO_{1.5}$ için kasyon değerleri, sırasıyla Ca^{erg} ve Al^{erg} olarak gösterilmiştir. İncelenen volkanitlerin “plajiyoklas-ergiyik” jeotermometresine göre hesaplanan sıcaklıklar; Karataş Tepe Domu'nda 960-983°C, Fındıklı Tepe Domu'nda 860-1052°C, Güzelyurt Tepe Domu'nda 941-1047°C, Kalburcu Tepe Domu'nda 971-1018°C, Çatal Tepe Domu'nda 825-889°C, Elekçioğlu Tepe Domu'nda 868-889°C ve Yenisayaca Bazaltı'nda ise 1102-1191°C arasında değişmektedir (Tablo 3.30).

Fuhrman ve Lindsley (1988)'in jeotermometre hesaplamaları için Ab-An-Or üçgen diyagramı üzerine, çeşitli sıcaklık değerlerini gösteren izoterm eğrileri çizilerek bir abak oluşturulmuştur (Şekil 3.71).



Şekil 3.71. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin içerdiği plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı. İzoterm eğrilerine ait değerler Fuhrman ve Lindsley (1988)'e göredir

Plajiyoklas minerallerinin Ab-An-Or içerikleri bu diyagram üzerine düşürüldüğünde TDT ve ATT'nı oluşturan kayalara ait örnekler 600-750 °C arasında, Yenisyayca Bazaltı'na ait örneklerin ise 650-800 °C arasında değişen sıcaklığa karşılık gelen izoterm eğrileri üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.71, bkz. Tablo 3.1, 3.5, 3.10, 3.15, 3.18, 3.23 ve 3.27). Buna göre Yenisyayca Bazaltı'na ait trakibazaltların, göreceli olarak TDT ve ATT'nı oluşturan kayalardan daha yüksek sıcaklıklarda oluştuklarını söylemek mümkündür.

3.5.1.2. Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi

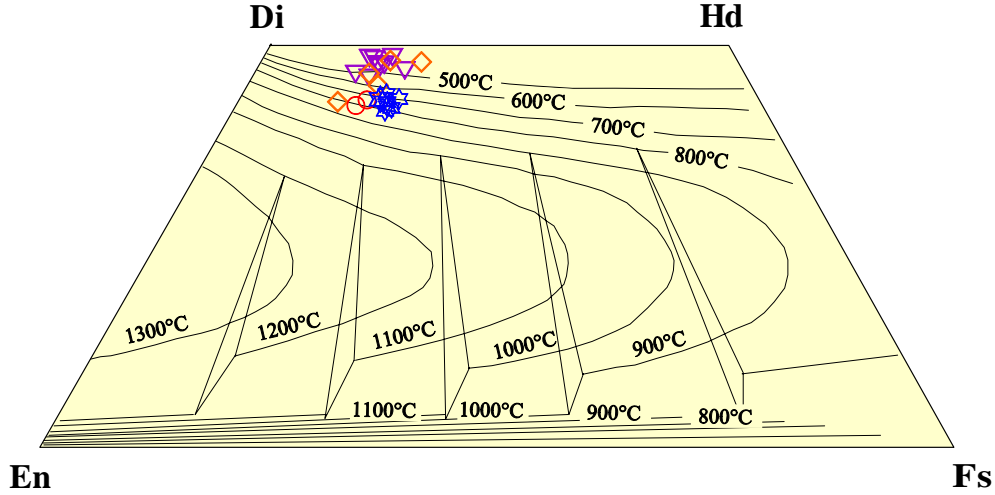
Holland ve Blundy (1994)'nin farklı jeolojik sahalardan aldıkları kayalarda yaptıkları çalışmalar sonucunda önerdikleri hornblend-plajiyoklas jeotermometresine göre; TDT'nı oluşturan kayalarda hesaplanan sıcaklıklar 828-938°C arasında, ATT'nı oluşturan kayalarda hesaplanan sıcaklıklar ise 816-896°C arasında bulunmuştur (Tablo 3.31).

3.5.1.3. Klinopiroksen Jeotermometresi

Lindsley (1983) ile Lindsley ve Andersen (1983)'nin önerdiği piroksen jeotermometresinde, Di-Hd-En-Fs piroksen dörtyüzlüsü üzerine çeşitli sıcaklık değerlerini gösteren izoterm eğrileri çizilerek bir abak oluşturulmuştur (Şekil 3.72). Ayrıca, bu diyagram üzerine düşürülecek piroksen bileşimlerinin $Wo+En+Fs \geq 90$ şartını sağlaması gerekmektedir.

Bazı klinopiroksen minerallerine ait bileşimler bu diyagram üzerine düşürüldüğünde; klinopiroksenlerin katılma sıcaklıkları genel olarak ATT'nı temsil eden Kalburcu Tepe Domu kayalarında 450-800 °C arasında, Karataş Tepe Domu kayalarında 450-500 °C arasında, Fındıklı Tepe Domu kayalarında 750-800 °C arasında değişmektedir. Yenisyayca Bazaltı'na ait trakibazaltlardaki iri klinopiroksenlerin katılma sıcaklığı ise 750-850 °C arasında değişmektedir (Şekil 3.72).

Elde edilen en düşük sıcaklık (~450°C); muhtemelen katılma sıcaklıklarındaki klinopiroksenlerin dengesizliğini ifade etmektedir. Söz konusu bu en düşük sıcaklık; katılma sıcaklığı sistemin sıcaklığına eşit veya bu sıcaklıktan daha düşük olana kadar, sistemin katılma sıcaklığında minimum bir sınır oluşturur (Philpotts, 1990).



Şekil 3.72. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin içerdiği klinopiroksen bileşimlerinin gösterildiği Di-Hd-En-Fs piroksen dörtyüzlüsü. İzoterm eğrileri 100°C aralıklarla ve 1 atm basınç altında oluşturulmuştur (Lindsley, 1983; Lindsley ve Andersen, 1983) (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)

Kristal içi dengelenme sıcaklığı, magmanın soğuma tarihçesi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Dal Negro vd. (1982)'ne göre, kayaçların içerdiği klinopiroksenlerde kristal içi dengelenme sıcaklıkları aşağıda verilen Formül 3.4 ile hesaplanmıştır. Formül 3.4 için gerekli olan bazı parametrelerin (Kd , R^{+3} , Ca) hesaplamaları da Formül 3.5, 3.6 ve 3.7'da verilmiştir.

$$10^4/T(^{\circ}K) = \left[\{5.465*(R^{+3})+7.324*(Ca)-3.039\} / \{-\ln Kd+4.032*(R^{+3}) + 5.383*(Ca)-3.767\} \right] \quad (3.4)$$

$$Kd = \frac{(XFe^{+2}_{M1})(XMg_{M2})}{(XFe^{+2}_{M2})(XMg_{M1})} \quad X: \text{atomik oran}$$

$$= e^{*(0.238(R^{+3})+0.298(Ca)-2.315)} \quad (3.5)$$

$$(R^{+3}) = Al^{+3} + Ti^{+4} + Cr^{+3} + Fe^{+3} \quad (3.6)$$

$$(Ca) = Ca + Na + Mn \quad (3.7)$$

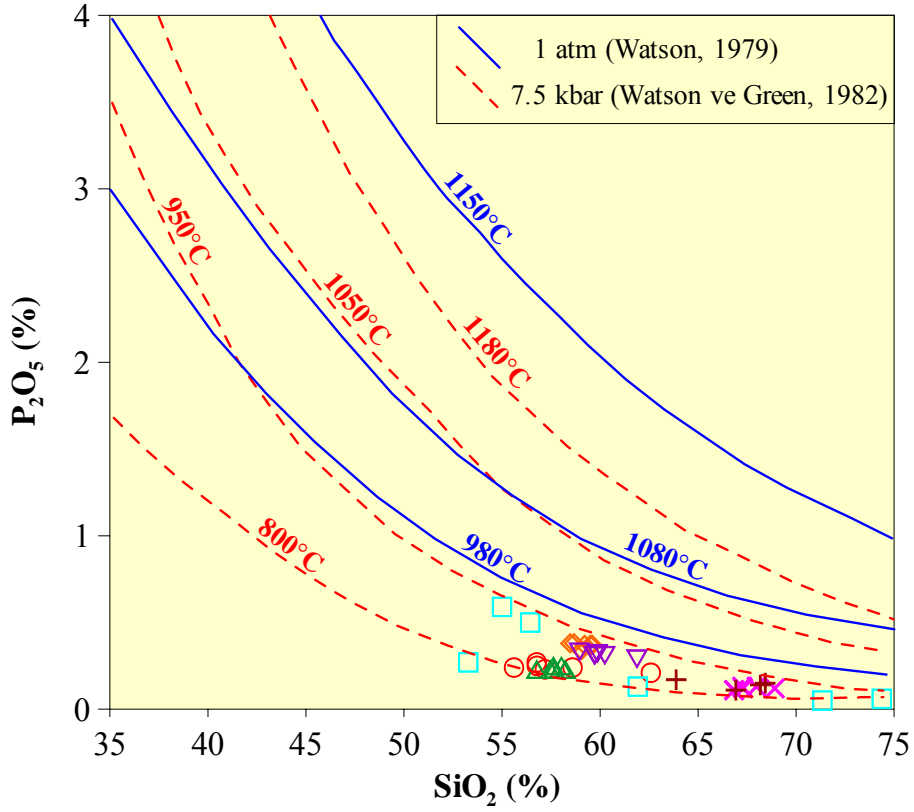
Ulubey yöresindeki Karataş Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Kalburcu Tepe Domu ile Yenısayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalardaki klinopiroksenlerin kristal içi dengelenme sıcaklıkları Tablo 3.32'de detaylı olarak verilmiştir. Buna göre, hesaplanan klinopiroksenlerin kristal içi dengelenme sıcaklıkları; Karataş Tepe Domu'nda 886-941°C, Fındıklı Tepe Domu'nda 886-908°C, Kalburcu Tepe Domu'nda 918-955°C, Yenısayaca Bazaltı'nda ise 885-917°C arasında değişmektedir (Tablo 3.32). Bazı klinopiroksen minerallerinin (örneğin; KR-4-7-merkez ve kenar; KR-5-8- merkez ve kenar; FK-2-3-merkez ve kenar; YS-2-1- merkez ve kenar; YS-2-4- merkez ve kenar; YS-8-1- merkez ve kenar; YS-8-3- merkez ve kenar) hem merkez hem de kenar kısmından yapılan mikroprob analizlerinden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıklarında; sıcaklıkların göreceli olarak mineralin kenar kısmında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.32).

Genel olarak, incelenen klinopiroksenlerin dengelenme sıcaklıkları düşüktür. Bu düşüklük; zamanla klinopiroksenlerin kimyasında meydana gelen katyon değişiminden kaynaklanmış olabilir.

3.5.1.4. Tüm Kayaç SiO₂ (%)-P₂O₅ (%) Jeotermometresi

Green ve Watson (1982); ana magmanın silis içeriği ile apatit doygunluğu arasındaki ilişkiden yola çıkarak, apatitin kristallenmeye başladığı andan itibaren P₂O₅'in seviyeleri arasında silis içeriğinin bir işlevi ile ilişkili olarak, genellikle basınçtan bağımsız olarak bir diyagram oluşturmuşlardır. Bu diyagram, magmaların tüm-kayaç SiO₂ ve P₂O₅ içerikleri kullanılarak, bir sistemin minimum ergime sıcaklığını tahmin edilebilmektedir (Şekil 3.73, Tablo 3.33).

Bu metodun uygulanmasında bazı kısıtlamalar vardır. Yapılan deneyler, bu metodun sulu yüksek K'lı kalkalkalen sistemler için uygun olacağını göstermiştir.



Şekil 3.73. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin 1 atm (Watson, 1979; kesiksiz mavi çizgi) ve 7.5 kbar (Watson ve Green, 1982; kesikli kırmızı çizgi) basınçlarda çizilen sıcaklık değerlerini gösterir SiO₂ (%) karşı P₂O₅ (%) diyagramı (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)

Ulubey yöresi volkanitlerine ait ortaç-asidik kayaçlar (TDT, TTRT ve ATT), genel olarak yüksek K içeriğine sahip alkalenden kalkalkalene karaktere kadar değişen afinitelere sahiptir. Bundan dolayı, bu kayaçlara ait hesaplanan sıcaklıklar yaklaşık ergime sıcaklıklarıdır. Bir başka ifade ile, Ulubey yöresi volkanitleri için hesaplanan (SiO₂ karşı P₂O₅ diyagramına göre) sıcaklıklara, minimum ergime sıcaklığı demek daha doğru olacaktır. Ulubey yöresindeki ortaç-asidik (TDT, TTRT ve ATT) kayaçlara ait tüm-kayaç SiO₂'ye (% 53.80-74.37) karşı P₂O₅ (% 0.05-0.59) diyagramından da açıkça görüldüğü gibi; kayaçların ergime sıcaklıkları, 7.5 kbar (Watson ve Green, 1982) basınçta 800-950 °C arasında, 1 atm basınçta ise 950 °C'nin altındadır. Böylece, apatitin kristallenmeye başladığı sıcaklık olan yaklaşık 800-950°C, bu kayaçları oluşumuna neden olan ortaç-asidik magma için muhtemel ergime sıcaklığı olarak kabul edilebilir (Şekil 3.73).

Tablo 3.30. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden TDT, ATT ve TB'yi oluşturan kayalarda hesaplanan "plajiyoklas-ergiyik" jeotermobarometresi

Putirka (2003 ve 2005) Plajiyoklas-Ergiyik Jeotermobarometresi					
	Kayaç Türü	Kayaç No (Ergiyik bileşimi için tüm-kayaç anaoksit değerleri)*	Mineral No (Plj. bileşimi için mikroprob anaoksit değerleri)**	Sıcaklık T(°C)	Basınç P(kbar)
KARATAŞ TEPE DOMU (ATT)	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-4-1-merkez	978	5.1
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-4-5-merkez	982	3.2
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-4-6-merkez	973	2.3
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-4-11-merkez	968	5.5
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-5-1-merkez	960	1.4
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-5-3-merkez	983	2.9
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-5-7-merkez	971	2.0
	Trakiandezit - Andezit	KR-4	KR-5-11-merkez	968	1.9
FINDIKLI TEPE DOMU (ATT)	Andezit	FK-2	FK-2-4-merkez	860	6.1
	Andezit	FK-2	FK-2-7-merkez	985	6.2
	Andezit	FK-2	FK-2-12-merkez	1035	5.3
	Andezit	FK-2	FK-2-13-merkez	1052	4.4
	Andezit	FK-3	FK-3-3-merkez	1042	6.0
	Andezit	FK-3	FK-3-4-merkez	992	6.6
	Andezit	FK-3	FK-3-8-merkez	992	6.7
	Andezit	FK-3	FK-3-10-merkez	1030	6.4
GÜZEL YURT TEPE DOMU (ATT)	Trakiandezit	GY-10	GY-10-2-merkez	1028	6.5
	Trakiandezit	GY-10	GY-10-4-merkez	1013	6.7
	Trakiandezit	GY-10	GY-10-10-merkez	1032	6.8
	Trakiandezit	GY-10	GY-10-13-merkez	1037	6.7
	Trakiandezit	GY-11	GY-11-1-merkez-A	973	8.2
	Trakiandezit	GY-11	GY-11-1-merkez-B	941	8.1
	Trakiandezit	GY-11	GY-11-4-merkez	1047	7.1
	Trakiandezit	GY-11	GY-11-4-kenar	1039	7.4
KALBURCU TEPE DOMU (ATT)	Trakiandezit - Andezit	KB-2	KB-2-1-merkez	994	2.1
	Trakiandezit - Andezit	KB-2	KB-2-4-merkez	1018	3.8
	Trakiandezit - Andezit	KB-2	KB-2-9-merkez	1011	3.1
	Trakiandezit - Andezit	KB-2	KB-2-10-merkez	1013	3.4
	Trakiandezit - Andezit	KB-9	KB-9-5-merkez	971	5.8
	Trakiandezit - Andezit	KB-9	KB-9-5-kenar	986	1.9
	Trakiandezit - Andezit	KB-9	KB-9-6-merkez	1002	2.8
	Trakiandezit - Andezit	KB-9	KB-9-9-merkez	984	6.2

* Volkanitlere ait tüm-kayaç analizleri jeokimya bölümünde ayrıntılı olarak tablo halinde verilmiştir.

** Plajiyoklasların mikroprob analizleri mineral kimyası bölümünde ayrıntılı olarak tablo halinde verilmiştir.

Tablo 3.30'un devamı

Putirka (2003 ve 2005) Plajiyoklas-Ergiyik Jeotermobarometresi					
	Kayaç Türü	Kayaç No (Ergiyik bileşimi için tüm-kayaç anaoksit değerleri)*	Mineral No (Plj. bileşimi için mikroprob anaoksit değerleri)**	Sıcaklık T(°C)	Basınç P(kbar)
ÇATAL TEPE DOMU (TDT)	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-1-merkez	841	1.3
	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-4-kenar	841	1.4
	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-7-merkez	840	1.2
	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-8-merkez	841	1.3
	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-9-merkez	841	1.3
	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-11-kenar	839	1.6
	Trakidasit - Dasit	ÇT-2	ÇT-2-12-kenar	825	2.4
	Trakidasit - Dasit	ÇT-5	ÇT-5-6-kenar	889	1.1
ELEKÇİÖĞLU TEPE DOMU (TDT)	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-7-3-merkez	889	1.8
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-7-5-merkez	883	1.4
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-7-9-merkez	886	2.6
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-7-12-kenar	877	1.2
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-8-2-merkez	877	1.2
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-8-2-kenar	887	2.2
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-8-4-merkez	884	2.6
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-8-7-merkez	868	1.1
	Trakidasit	EÇ-8	EÇ-8-10-merkez	887	1.6
YENİSAYACA BAZALTI (TB)	Trakibazalt	YS-2	YS-2-2-merkez	1185	13.4
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-2-orta	1146	11.8
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-2-kenar	1156	12.2
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-3-merkez	1119	10.9
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-3-orta	1163	12.5
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-3-kenar	1158	12.3
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-6-merkez	1126	11.1
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-6-orta	1187	13.5
	Trakibazalt	YS-2	YS-2-6-kenar	1117	10.8
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-5-merkez	1122	10.9
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-6-merkez	1104	10.3
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-6-orta	1153	12.2
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-6-kenar	1102	10.2
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-7-merkez	1153	12.2
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-7-orta	1137	11.6
	Trakibazalt	YS-8	YS-8-7-kenar	1191	14.0

* Volkanitlere ait tüm-kayaç analizleri jeokimya bölümünde ayrıntılı olarak tablo halinde verilmiştir.

** Plajiyoklasların mikroprob analizleri mineral kimyası bölümünde ayrıntılı olarak tablo halinde verilmiştir.

Tablo 3.31. Ulubey (Ordu) yöresindeki TDT ve ATT'nı oluşturan kayalarda hornblend-plajiyoklas jeotermometresinden hesaplanan sıcaklık(°C) değerleri

	TDT	TDT	TDT	TDT	TDT	TDT	TDT	TDT
<i>Min. 1</i>	<u>CT-2</u> <u>Plaj-4</u> (merkez)	<u>CT-2</u> <u>Plaj-8</u> (merkez)	<u>EC-7</u> <u>Plaj-5</u> (merkez)	<u>EC-7</u> <u>Plaj-8</u> (merkez)	<u>EC-7</u> <u>Plaj-12</u> (merkez)	<u>EC-8</u> <u>Plaj-2</u> (kenar)	<u>EC-8</u> <u>Plaj-4</u> (merkez)	<u>EC-8</u> <u>Plaj-9</u> (merkez)
<i>Plj (Xab)</i>	40.35	39.03	32.38	33.74	30.90	41.52	45.26	28.87
<i>Min. 2</i>	<u>CT-2</u> <u>Hbl-3</u> (merkez)	<u>CT-2</u> <u>Hbl-3</u> (kenar)	<u>EC-7</u> <u>Hbl-6</u> (merkez)	<u>EC-7</u> <u>Hbl-10</u> (merkez)	<u>EC-7</u> <u>Hbl-13</u> (merkez)	<u>EC-8</u> <u>Hbl-5</u> (merkez)	<u>EC-8</u> <u>Hbl-6</u> (merkez)	<u>EC-8</u> <u>Hbl-8</u> (merkez)
SiO ₂	42.13	42.38	43.51	41.81	42.92	43.42	42.33	42.76
TiO ₂	1.74	1.87	1.64	2.03	1.80	1.26	1.63	1.53
Al ₂ O ₃	12.03	11.38	10.11	12.87	10.81	10.79	11.74	10.51
Fe ₂ O ₃	6.99	7.08	6.31	6.52	5.93	6.37	6.57	6.30
FeO	5.98	5.52	8.34	5.66	8.20	8.58	7.44	9.78
MnO	0.22	0.24	0.46	0.17	0.39	0.33	0.32	0.56
MgO	14.16	14.63	13.46	14.50	13.56	13.05	13.57	12.07
CaO	11.58	11.59	11.58	11.94	11.66	11.63	11.91	11.59
Na ₂ O	1.92	1.95	1.84	2.05	2.00	1.67	1.92	1.67
K ₂ O	1.17	1.12	1.09	1.27	1.14	1.16	1.26	1.06
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	6.16	6.20	6.38	6.05	6.29	6.37	6.18	6.35
Ti	0.19	0.21	0.18	0.22	0.20	0.14	0.18	0.17
Al (t)	2.07	1.96	1.75	2.20	1.87	1.87	2.02	1.84
Fe ⁺³	0.77	0.78	0.70	0.71	0.65	0.70	0.72	0.70
Fe ⁺²	0.73	0.68	1.02	0.69	1.00	1.05	0.91	1.22
Mn	0.03	0.03	0.06	0.02	0.05	0.04	0.04	0.07
Mg	3.09	3.19	2.94	3.13	2.96	2.85	2.95	2.67
Ca	1.81	1.82	1.82	1.85	1.83	1.83	1.86	1.84
Na	0.54	0.55	0.52	0.58	0.57	0.47	0.54	0.48
K	0.22	0.21	0.20	0.23	0.21	0.22	0.24	0.20
T (°C)	868-886	892-904	887-898	875-895	925-938	828-846	852-867	867-883

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. (1997)'ne göre hesaplanmıştır.

Tablo 3.31'in devamı

	ATT	ATT	ATT	ATT	ATT	ATT	ATT	ATT
<i>Min. 1</i>	<u>KR-4</u> <u>Plaj-5</u> (merkez)	<u>FK-3</u> <u>Plaj-3</u> (merkez)	<u>FK-3</u> <u>Plaj-6</u> (merkez)	<u>FK-3</u> <u>Plaj-9</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Plaj-4</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Plaj-7</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Plaj-12</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Plaj-13</u> (merkez)
<i>Plj (Xab)</i>	40.36	50.12	55.33	53.59	59.24	32.98	57.37	58.55
<i>Min. 2</i>	<u>KR-4</u> <u>Hbl-4</u> (merkez)	<u>FK-3</u> <u>Hbl-1</u> (merkez)	<u>FK-3</u> <u>Hbl-2</u> (merkez)	<u>FK-3</u> <u>Hbl-12</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Hbl-2</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Hbl-6</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Hbl-8</u> (merkez)	<u>GY-10</u> <u>Hbl-14</u> (merkez)
SiO ₂	41.18	43.45	45.13	42.30	42.55	43.08	41.60	42.30
TiO ₂	1.94	1.19	1.21	1.25	1.36	1.26	1.63	1.35
Al ₂ O ₃	13.29	11.55	9.60	12.23	12.29	11.70	12.28	12.13
Fe ₂ O ₃	7.28	6.96	6.40	7.08	7.85	7.14	7.25	7.13
FeO	6.88	3.92	3.73	0.15	3.64	3.62	3.97	3.84
MnO	0.15	0.14	0.13	0.15	0.12	0.12	0.10	0.10
MgO	13.28	16.26	17.04	14.21	15.77	16.17	15.49	15.75
CaO	11.69	10.87	11.06	11.34	11.67	11.26	11.63	11.37
Na ₂ O	2.29	2.21	1.87	2.06	2.31	2.17	2.36	2.36
K ₂ O	0.68	0.72	0.70	0.92	0.85	0.77	1.09	0.89
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	6.00	6.29	6.53	6.20	6.13	6.24	6.07	6.16
Ti	0.21	0.13	0.13	0.14	0.15	0.14	0.18	0.15
Al (t)	2.28	1.97	1.64	2.11	2.09	2.00	2.11	2.08
Fe ⁺³	0.80	0.76	0.70	0.78	0.85	0.78	0.80	0.78
Fe ⁺²	0.84	0.48	0.45	0.69	0.44	0.44	0.49	0.47
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
Mg	2.88	3.51	3.67	3.10	3.38	3.50	3.37	3.42
Ca	1.83	1.69	1.71	1.78	1.80	1.75	1.82	1.77
Na	0.65	0.62	0.53	0.59	0.64	0.61	0.67	0.67
K	0.13	0.13	0.13	0.17	0.16	0.14	0.20	0.17
T (°C)	872-893	847-867	823-835	816-839	836-852	877-896	859-873	831-849

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre hesaplanmıştır.

Tablo 3.32. Ulubey yöresi volkanitlerinden ATT ve TB'yi oluşturan volkanitlerin içerdiği klinopiroksenlerden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları

Dal Negro vd. (1982), Klinopiroksen Jeotermometresi							
Takım / Kayaç Adı	Örnek No	Kd	R ⁺³	(Ca)	T(K)	T(°C)	
Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)	Trakiandezit - Andezit	KR-4-4-merkez	0.1362	0.2227	0.9274	1207	934
	Trakiandezit - Andezit	KR-4-7-merkez	0.1329	0.1180	0.9291	1183	910
	Trakiandezit - Andezit	KR-4-7-kenar	0.1372	0.2468	0.9337	1214	941
	Trakiandezit - Andezit	KR-4-9- merkez	0.1366	0.2185	0.9403	1210	937
	Trakiandezit - Andezit	KR-5-2- merkez	0.1364	0.2169	0.9368	1209	936
	Trakiandezit - Andezit	KR-5-4- merkez	0.1362	0.2166	0.9326	1207	934
	Trakiandezit - Andezit	KR-5-8- merkez	0.1361	0.1854	0.9560	1207	934
	Trakiandezit - Andezit	KR-5-8- kenar	0.1320	0.0995	0.9197	1209	936
	Trakiandezit - Andezit	KR-5-9- merkez	0.1347	0.1651	0.9369	1159	886
	Trakiandezit - Andezit	KR-5-10- merkez	0.1364	0.2307	0.9274	1209	936
	Andezit	FK-2-3- merkez	0.1304	0.0879	0.8880	1159	886
	Andezit	FK-2-3- kenar	0.1328	0.1762	0.8785	1181	908
	Trakiandezit - Andezit	KB-2-2- merkez	0.1338	0.1467	0.9298	1191	918
	Trakiandezit - Andezit	KB-2-5- merkez	0.1395	0.3063	0.9430	1228	955
	Trakiandezit - Andezit	KB-2-7- merkez	0.1373	0.2406	0.9398	1214	941
	Trakiandezit - Andezit	KB-2-7- kenar	0.1311	0.1174	0.8820	1165	892
Trakiandezit - Andezit	KB-9-4- merkez	0.1341	0.1868	0.9032	1192	919	
Yenisayaca Bazaltı (TB)	Trakibazalt	YS-2-1- merkez	0.1314	0.1581	0.8569	1167	894
	Trakibazalt	YS-2-1- kenar	0.1318	0.1596	0.8656	1171	898
	Trakibazalt	YS-2-4- merkez	0.1319	0.1577	0.8695	1172	899
	Trakibazalt	YS-2-4- kenar	0.1339	0.1864	0.8991	1190	917
	Trakibazalt	YS-2-5- merkez	0.1311	0.1357	0.8683	1165	892
	Trakibazalt	YS-8-1- merkez	0.1320	0.1510	0.8778	1173	900
	Trakibazalt	YS-8-1- kenar	0.1328	0.1934	0.8646	1180	907
	Trakibazalt	YS-8-3- merkez	0.1305	0.1334	0.8524	1158	885
	Trakibazalt	YS-8-3- kenar	0.1322	0.1629	0.8752	1176	903
	Trakibazalt	YS8-4- merkez	0.1322	0.1584	0.8766	1175	902

* Tabloda hesaplanan Kd, R⁺³ ve (Ca) değerleri metin içerisinde açık formül olarak verilmiştir.

Tablo 3.33. Ulubey yöresi volkanik kayaların SiO₂ (%) ve P₂O₅ (%) tüm kayaç analiz değerleri

Örnek No.	Güzelyurt Tepe Domu (ATT)						Fındıklı Tepe Domu (ATT)					
	GY-1	GY-2	GY-4	GY-10	GY-11	GY-12	FK-1	FK-2	FK-3	FK-6	FK-9	FK-10
SiO ₂	56.77	57.46	57.65	58.23	57.63	58.03	55.61	57.19	58.60	56.77	56.78	62.59
P ₂ O ₅	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	0.27	0.25	0.21
Örnek No.	Karataş Tepe Domu (ATT)						Elekçioğlu Tepe Domu (TDT)					
	KR-2	KR-4	KR-7	KR-8	KR-9	KR-10	EC-1	EC-2	EC-5	EC-8	EC-10	EC-12
SiO ₂	59.71	60.25	61.88	59.87	59.74	58.96	67.30	67.98	66.85	67.25	68.91	66.83
P ₂ O ₅	0.31	0.31	0.29	0.32	0.31	0.33	0.12	0.13	0.11	0.13	0.12	0.11
Örnek No.	Kalburcu Tepe Domu (ATT)						Işık Tepe Domu (TTRT)					
	KB-1	KB-2	KB-7	KB-8	KB-9	KB-12	IS-2	IS-4	IS-7	IS-8	IS-9	IS-10
SiO ₂	58.48	59.21	58.67	59.05	59.51	59.61	53.80	74.37	61.59	55.00	56.44	71.34
P ₂ O ₅	0.38	0.37	0.38	0.34	0.37	0.37	0.27	0.06	0.13	0.59	0.50	0.05
Örnek No.	Çatal Tepe Domu (TDT)				Yenisayaca Bazaltı (TB)						Bazalt dayk	
	CT-2	CT-3	CT-4	CT-5	YS-1	YS-2	YS-3	YS-4	YS-7	YS-9	YS-13	V-6
SiO ₂	68.18	68.43	63.88	66.93	50.50	50.74	49.77	49.73	50.8	51.17	50.9	54.92
P ₂ O ₅	0.14	0.15	0.17	0.11	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.45

3.5.2. Jeobarometre Hesaplamaları

3.5.2.1. Plajiyoklas Jeobarometresi

Putirka (2003 ve 2005); plajiyoklas-ergiyik jeotermometre hesaplamalarında bahsedildiği gibi plajiyoklas-ergiyik jeobarometresinde de, plajiyoklasın dengede kristallendiği ergiyik bileşiminin bilinmesi gereklidir. Ergiyik bileşimi yerine, burada da mikroprob analizlerinden elde edilen volkanik cam bileşimi veya tüm kayaç bileşimi alınabilmektedir (bkz. Tablo 3.30). Bu modele göre, basınç (*P-kbar*) değerleri aşağıda verilen Formül 3.8 ile hesaplanmıştır.

$$P(kbar) = -42.2 \cdot 0.0494 \cdot [T(K)] + 0.0116 \cdot [T(K^\circ)] \cdot \ln \left[\frac{(Ab^{pl} Al^{erg} Ca^{erg})}{(An^{pl} Na^{erg} Si^{erg})} \right] - 382.3 \cdot [Si^{erg}]^2 + 514.2 \cdot [Si^{erg}]^3 - 19.6 \cdot \ln [Ab^{pl}] - 139.8 \cdot [Ca^{erg}] + 287.2 \cdot [Na^{erg}] + 163.9 \cdot [K^{erg}] \quad (3.8)$$

$$An = CaO / (CaO + NaO_{0.5} + KO_{0.5}) \quad (3.9)$$

$$Ab = NaO_{0.5} / (CaO + NaO_{0.5} + KO_{0.5}) \quad (3.10)$$

Formül 3.8’de basıncın hesaplanmasında kullanılan ve sırasıyla formül 3.9 ve 3.10’da verilen An ve Ab değerleri (katyon oranları), plajiyoklas minerallerinin mikroprob analizlerinden; ergiyiğe ait değerler ise tüm kayaç analizlerinden (volkanik camdan mikroprob yapılmadığı için) hesaplanmıştır.

İncelenen volkanik kayaçlardaki “plajiyoklas-ergiyik” jeobarometresine göre hesaplanan basınç (P-kbar) değerleri; Karataş Tepe Domu’nda 1.4-5.5 kbar, Fındıklı Tepe Domu’nda 4.4-6.7 kbar, Güzelyurt Tepe Domu’nda 6.5-8.2 kbar, Kalburcu Tepe Domu’nda 1.9-6.2 kbar, Çatal Tepe Domu’nda 1.1-2.4 kbar, Elekçioğlu Tepe Domu’nda 1.1-2.6 kbar ve Yenisayaca Bazaltı’nda ise 10.2-14.0 kbar arasında değişmektedir (bkz. Tablo 3.30). Bazı plajiyoklas minerallerinin (örneğin; KR-4-7-merkez ve kenar; FK-2-3-merkez ve kenar; KB-2-7- merkez ve kenar; YS-2-1- merkez ve kenar; YS-8-3- merkez ve kenar) kenar kısımlarında görülen göreceli yüksek basınç değerleri; daha derinlerdeki kristallenmeden ziyade, magma karışımından ve/veya yan kayaç özümlemesinden kaynaklanmış olabilir.

3.5.2.2. Hornblend Jeobarometresi

İncelenen volkanitlerde, TDT ve ATT’nı oluşturan kayaçlardaki jeobarometre hesaplamaları için hornblend minerali içerisindeki toplam alüminyum (Al^T) esas alınmıştır.

Hammarstrom ve Zen (1986); kalk-alkalen karakterli plütonların (1.5-3 kbar ve 7-10kbar aralığında) tahmini kristallenme basıncı ile hornblend (23 oksijene göre hesaplanmış) mineralinin Al^T içeriği arasında bir bağıntı önermiştir.

Buna göre basınç (P - $kbar$) değerleri Formül 3.11'de verilen denkleme göre hesaplanmıştır.

$$P(+/-3kbar)=-3.92+5.03*Al^T \quad (3.11)$$

Elde edilen sonuçlara göre; TDT kayaçlarının oluşumu esnasındaki basınç değerleri 4.9-7.2 \pm 3 kbar, ATT kayaçlarının oluşumu esnasındaki basınç değerleri ise 4.3-7.6 \pm 3 kbar'dır (Tablo 3.34).

Hollister vd. (1987); jeobarometre hesaplamalarında hornblend minerali içerisindeki Al^T 'u esas almışlardır. Bu amaçla Formül 3.12'deki denklemi önermişlerdir.

$$P(+/-1kbar)=-4.76+5.64*Al^T \quad (3.12)$$

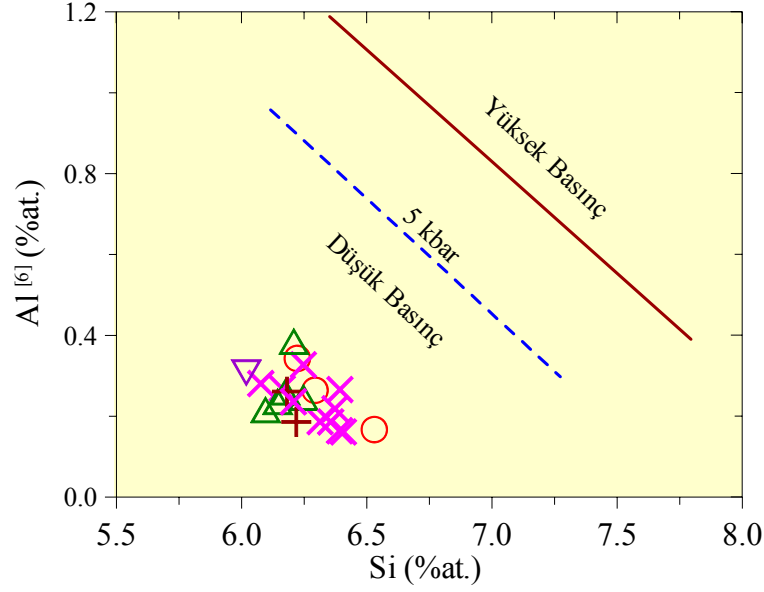
Buna göre; TDT kayaçlarının oluşumu esnasındaki basınç değerleri 5.1-7.7 \pm 1 kbar, ATT kayaçlarının oluşumu esnasındaki basınç değerleri ise 4.5-8.2 \pm 1 kbar'dır (Tablo 3.34).

Johnson ve Rutherford (1989); hornblend içerisindeki Al 'yi esas almışlardır. 2-8 kbar için yüksek sıcaklıklarda (740-780°C) denge halindeki solidus ilişkileri için CO_2-H_2O akışkan karışımını kullanarak hornblend jeobarometresi önermişlerdir. Buna göre, basınç değerleri Formül 3.13'de verilen denklem ile hesaplanmıştır.

$$P(+/-0.5kbar)=-3.46+4.23*Al^T \quad (3.13)$$

Elde edilen sonuçlara göre; TDT kayaçlarının oluşumu esnasındaki basınç değerleri 3.9-5.9 \pm 0.5 kbar, ATT kayaçlarının oluşumu esnasındaki basınç değerleri ise 4.7-7.8 \pm 0.5 kbar'dır (Tablo 3.34).

Raase (1974), hornblend içerisindeki $Al^{[6]}$ (% atom) ve Si (% atom) esas almış, düşük ve yüksek basınçlar için hornblend jeobarometresi önermiştir. İncelenen volkanitlerden ATT ve TDT'nı oluşturan kayaçlardaki hornblend minerallerine ait analiz değerleri Şekil 3.74'deki diyagrama aktarılmıştır. Buna göre, düşük $Al^{[6]}$ ve Si değerlerine sahip hornblendlerin, düşük basınç ortamını karakterize eden alan içerisine düştüğü belirlenmiştir (bkz. Tablo 3.2, 3.6, 3.11, 3.19, 3.24).

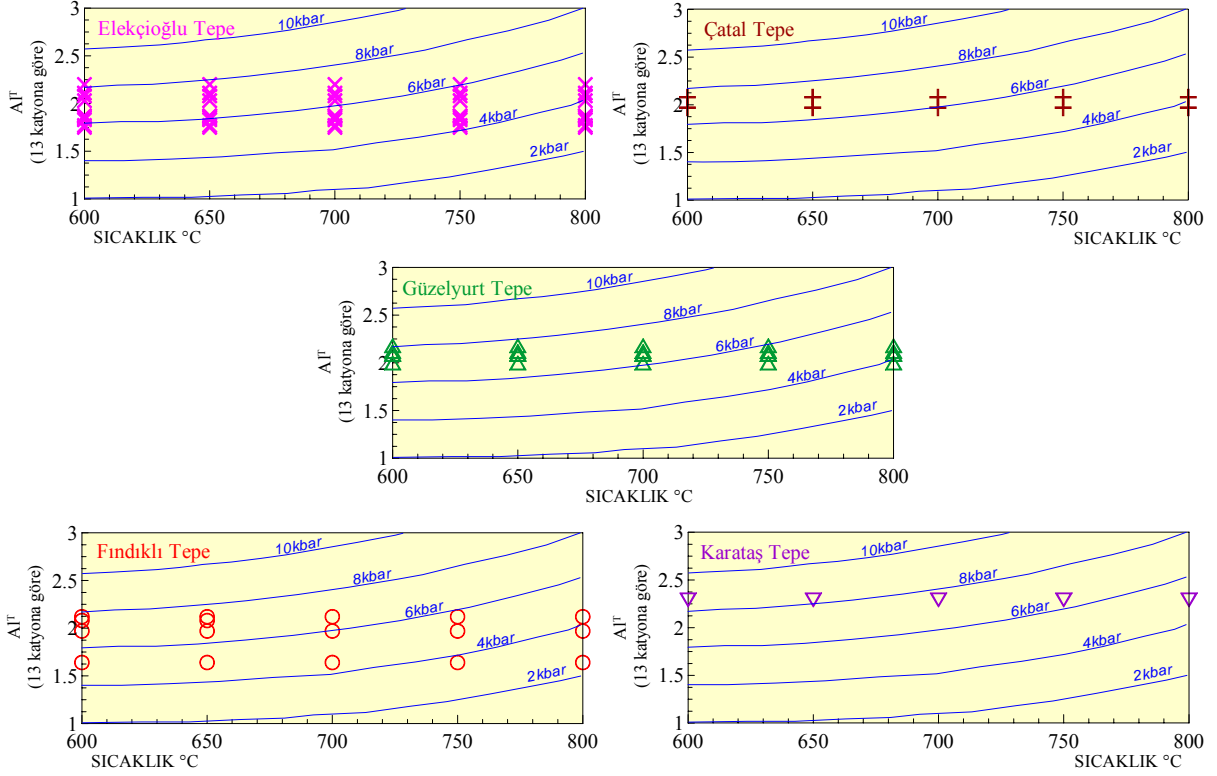


Şekil 3.74. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerden TDT ve ATT'nı oluşturan kayalardaki hornblendlere ait $Al^{[6]}$ (% at.) ve Si (% at.) jeobarometresi (Alanlar, Raase (1974)'e göredir)(Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)

Anderson ve Smith (1995); yüksek sıcaklıklarda (600-800 °C) edenit sübsitüsyonunu ($NaAl_{[1]}Si_{[1]}$) yansıtan iki deneydeki sıcaklık farklılıklarından yola çıkarak ampirik formül önermişlerdir. Buna göre basınç değerleri formül 3.14'de verilen denklem ile hesaplanmıştır.

$$P(kbar)=4.76*Al^T-3.01-\{(T-675)/85\} * \{0.53*Al^T+0.005294*(T-675)\} \quad (3.14)$$

Formül 3.14'de hornblend minerallerindeki Al^T esas alınarak, artan sıcaklık değerlerine karşı hesaplanan jeobarometre değerleri Tablo 3.35'de verilmiştir. Bu değerler kullanılarak çizilen diyagrama göre, 600-800°C sıcaklıklar arasındaki basınç değerleri; TDT'nı oluşturan kayalar için yaklaşık 2.98-8.14 kbar arasında, ATT'nı oluşturan kayalar için de yaklaşık 2.55-8.61 kbar arasında değişim gösterir (Şekil 3.75).

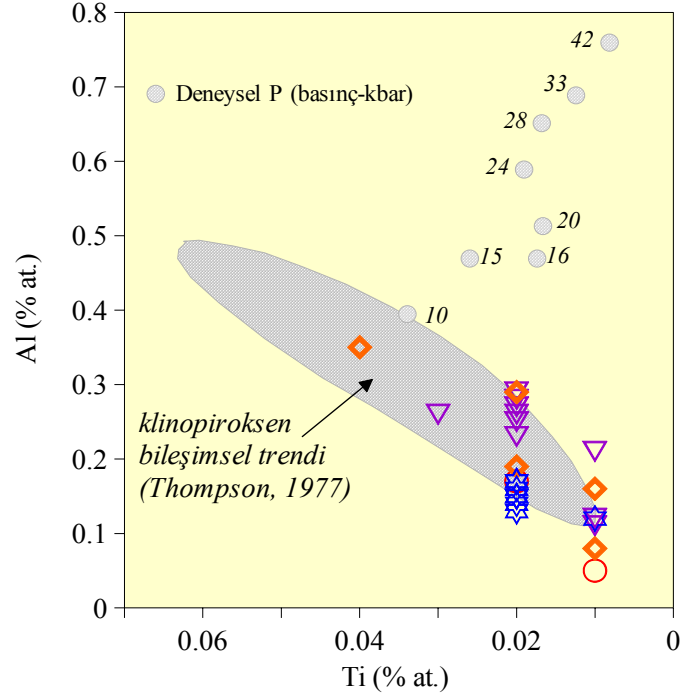


Şekil 3.75. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerden TDT ve ATT'nı oluşturan kayalarda artan sıcaklık koşullarındaki horblendlere ait sıcaklık (°C) - Al^T diyagramı (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)

3.5.2.3. Klinopiroksen Jeobarometresi

İncelenen kayaların oluşumuna kaynaklık eden magmanın hangi basınç altında yükseldiğini belirlemek için Thompson (1977)'nin önerdiği piroksen jeobarometresi kullanılmıştır (Şekil 3.76, Tablo 3.36). Thompson (1977), magmalardaki daha büyük kristallenme basıncının, klinopiroksenin daha yüksek Al içeriği ile açıklamıştır. Bu da, klinopiroksendeki Al ve Ti içeriklerine dayanarak, klinopiroksenin kristallenme basıncını tahmin etmemizde kolaylık sağlamaktadır.

Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltların kristallenme basıncı, göreceli olarak ortaç bileşime sahip ATT'nı oluşturan kayalarınkinden daha yüksektir. Bu da, ortaç bileşimli kayaların bazik kayalara oranla daha sığ derinliklerde oluştuklarını ifade etmektedir. Kayalardaki klinopiroksenlerin sahip olduğu düşük Al ve Ti içerikleri, bu minerallerin daha düşük bir basınçta (Thompson, 1977'ye göre) kristallendiğini ifade etmekte olup, bu değer yaklaşık 10 kbar'ın altındadır.



Şekil 3.76. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerindeki klinopiroksenlerin içerdiği Ti (% atom) karşı Al (% atom) diyagramı (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)

Bazaltik kayalarda yaygın olarak bulunan klinopiroksenler, basınç şartlarındaki küçük değişimlerden etkilendiklerinde, içinde buldukları kayaçların oluşum koşullarını belirlemede yardımcı olurlar. Klinopiroksenlerin sadece kimyasal bileşiminden yola çıkarak, onların oluşum şartlarındaki basınç ve sıcaklığı tahmin etmek için Nimis (1995) tarafından bir yaklaşım önerilmiştir. Kimyası bilinen bir klinopiroksenin yapısal parametrelerinin modellenmesinden de yararlanan araştırmacı, önerdiği bu jeobarometrenin, 0-24 kbar (+/- 2 kbar) basınç aralığında ve granat içermeyen bazaltik bir magmadan kristallenen C2/c klinopiroksenlerine (diyopsit, ojit vs.) uygulanması gerektiğini ifade etmektedir. Buna göre, Nimis (1995) tarafından önerilen denklem Formül 3.15'de verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 P(kbar) = & 698.443 + 4.985*Al^T - 26.826*Fe_{M1}^{+2} - 3.764*Fe^{+3} + 53.989*Al_{M1} \\
 & + 3.948*Ti + 14.651*Cr - 700.431*Ca - 666.629*Na - 682.848*Mg_{M2} \\
 & - 691.138*Fe_{M2}^{+2} - 688.384*Mn - 6.267*(Mg_{M2})^2 - 4.144*(Fe_{M2}^{+2})^2 \quad (3.15)
 \end{aligned}$$

Öncelikle, Formül 3.15'deki M1 ve M2 odacıklarına giren Fe⁺² ve Mg değerlerinin bilinmesi gerekir. Bu değerleri belirlemek için Dal Negro vd. (1982)'nin önerdiği formül 3.16'da verilen dağılım katsayısı (Kd) ile klinopiroksenlerde kristal içi dağılım katsayısı belirlenir.

$$\begin{aligned} Kd &= (XFe^{+2}_{M1})(XMg_{M2})/(XFe^{+2}_{M2})(XMg_{M1}) \quad X: \text{atomik oran} \\ &= e^{*(0.238*R^{+3}+0.298*CNM-2.315)} \end{aligned} \quad (3.16)$$

$$(R^{+3}) = Al_{M1} + Fe^{+3} + Ti + Cr \quad (3.17)$$

$$CNM = Ca + Na + Mn \quad (3.18)$$

Formül 3.16'da Kd'nin hesaplanmasında kullanılan ve sırasıyla Formül 3.17 ve 3.18'de verilen (R⁺³) ve CNM değerleri bulunurken, klinopiroksen minerallerine ait katyon değerleri kullanılmıştır. Söz konusu volkanitlerin, Nimis (1995)'in önerdiği jeobarometreye göre hesaplanan kristallenme basınçları Tablo 3.37'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

İncelenen volkanik kayalardaki klinopiroksenlerden elde edilen kristallenme basınç (P-*kbar*) değişimleri; Karataş Tepe Domu'nda 0.48-5.33 kbar arasında, Fındıklı Tepe Domu'nda yaklaşık 1.8 kbar civarında, Kalburcu Tepe Domu'nda 1.26-4.78 kbar arasında ve Yeniseyaca Bazaltı'nda ise 0.1-0.91 kbar arasındadır (Tablo 3.37). Bu veriler göre; göreceli olarak Yeniseyaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlar, stratigrafik olarak kendisinden daha yaşlı olan ortaç-asidik domlardan çok daha düşük basınç değerlerine sahiptirler.

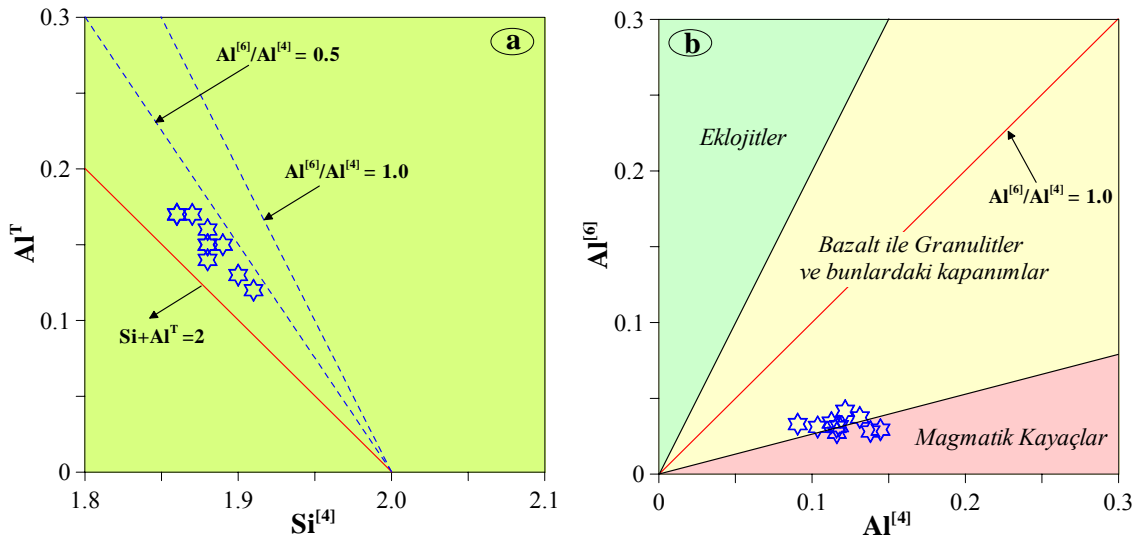
Genel olarak, bazı klinopiroksenlerin merkez ve kenarlarında basınçta düzensiz olarak artış ve azalışlar (özellikle kimyasal olarak zonlanma gösteren kısımlarda) söz konusudur. Yani, basınç değişimi doğrusal değildir. Bu tür bir değişim, bir çok araştırmacıya göre (Downes, 1974; Bedard vd., 1988; Deer vd., 1992; Sazonova ve Nosova, 1999) sadece ana magma bileşimiyle ya da magma karışımıyla ilgili değil, aynı zamanda ergiyiğin bileşimi, sıcaklığı ve soğuma hızıyla da ilişkilidir (Tablo 3.37).

Bazı klinopiroksenlerde hesaplanan negatif basınç değerleri, püskürme sürecinde kristal yapısında meydana gelen değişimlerden kaynaklanabilir. Ayrıca, genel olarak basınç değerlerinin sıfıra yakın olması, hatta negatif çıkması Nimis (1995)'e göre muhtemel sıg magma odasındaki kristallenmenin bir sonucudur.

Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlarda daha çok megakristal nadiren fenokristal olarak gözlenen klinopiroksenlerin Mg numarası ($Mg^{\#} = Mg + Fe^{+2}$) 0.69-0.73 arasında olup, oldukça dar bir aralıkta değişim gösterir. Bu kayaçlardaki klinopiroksenlerde Si ve Al^T toplamı 2'nin üzerindedir ve $Al^{[6]} / Al^{[4]}$ oranı tümüyle 0.5'in altındadır (Şekil 3.77a).

Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlardaki tüm klinopiroksen bileşimlerinde $Al^{[6]} / Al^{[4]}$ oranının 1'in altında ve hatta 0.5'den küçük olması; Aoki ve Shiba (1973)'ya göre, klinopiroksenlerin göreceli olarak daha düşük basınç şartlarında kristallendiklerini ifade etmektedir. Şekil 3.77b'de görülebileceği gibi çoğu piroksenler daha düşük basınç şartlarını yansıtan "magmatik kayaçlar" ve kısmen de "bazalt ile granülitler ve bunlardaki kapanımlar" alanında yer almaktadırlar.

Ayrıca, piroksenlerdeki $Al^{[6]}$ içeriği basınç göstergesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Thompson, 1974; Dobosi ve Horvath, 1988; Simonetti vd., 1996). $Al^{[6]}$ içeriğinin düşük olması (<1, katyonik değer) sıg derinliklerdeki kristallenmeyi ve dolayısıyla düşük basınç şartlarını yansıtmaktadır.



Şekil 3.77. Yenisayaca Bazaltı'na ait trakibazaltlardaki klinopiroksenlerin; (a) $Si^{[4]}-Al^T$ ve (b) $Al^{[4]}-Al^{[6]}$ diyagramları. Alanlar, Aoki ve Shiba (1973)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.71'deki gibidir)

Tablo 3.34. Ulubey (Ordu) yöresindeki TDT ve ATT'ni oluşturan kayalar içerisindeki hornblendlerden hesaplanan jeobarometre değerleri

Örnek No.	EC-7	EC-7	EC-7	EC-7	EC-7	EC-7
	Hbl -2	Hbl -6	Hbl -6	Hbl -10	Hbl -11	Hbl -13
	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	42.48	43.51	43.58	41.81	41.77	42.92
TiO ₂	1.64	1.64	1.56	2.03	1.93	1.80
Al ₂ O ₃	12.00	10.11	10.26	12.87	12.12	10.81
FeO	13.17	14.02	13.90	11.52	13.24	13.54
MnO	0.30	0.46	0.43	0.17	0.35	0.39
MgO	13.29	13.46	13.66	14.50	13.14	13.56
CaO	11.60	11.58	11.58	11.94	11.91	11.66
Na ₂ O	1.99	1.84	1.66	2.05	1.94	2.00
K ₂ O	1.28	1.09	1.13	1.27	1.22	1.14
Toplam	97.75	97.71	97.76	98.16	97.62	97.82
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	6.25	6.41	6.39	6.08	6.16	6.31
Ti	0.18	0.18	0.17	0.22	0.21	0.20
Al (t)	2.08	1.75	1.77	2.20	2.11	1.87
Fe ⁺³	0.44	0.52	0.61	0.54	0.48	0.49
Fe ⁺²	1.18	1.20	1.10	0.86	1.15	1.18
Mn	0.04	0.06	0.05	0.02	0.04	0.05
Mg	2.91	2.96	2.99	3.14	2.89	2.97
Ca	1.83	1.83	1.82	1.86	1.88	1.84
Na	0.57	0.53	0.47	0.58	0.55	0.57
K	0.24	0.20	0.21	0.24	0.23	0.21
Toplam	15.72	15.64	15.58	15.74	15.7	15.69
Hammarstrom ve Zen (1986) (kbar)	6.5±3	4.9±3	5.0±3	7.2±3	6.7±3	5.5±3
Hollister vd. (1987)(kbar)	7.0±1	5.1±1	5.2±1	7.7±1	7.1±1	5.8±1
Johnson ve Rutherford (1989) (kbar)	5.3±0.5	3.9±0.5	4.0±0.5	5.9±0.5	5.5±0.5	4.5±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre hesaplanmıştır.

Tablo 3.34'ün devamı

<u>Örnek No.</u>	<u>EC-8</u> Hbl -3 feno <u>merkez</u>	<u>EC-8</u> Hbl -5 feno <u>merkez</u>	<u>EC-8</u> Hbl -6 feno <u>merkez</u>	<u>EC-8</u> Hbl -8 feno <u>merkez</u>	<u>CT-2</u> Hbl -3 feno <u>merkez</u>	<u>CT-2</u> Hbl -3 feno <u>kenar</u>
SiO ₂	43.15	43.42	42.33	42.76	42.13	42.38
TiO ₂	1.74	1.26	1.63	1.53	1.74	1.87
Al ₂ O ₃	10.54	10.79	11.74	10.51	12.03	11.38
FeO	15.58	14.31	13.36	15.45	12.27	11.89
MnO	0.54	0.33	0.32	0.56	0.22	0.24
MgO	12.33	13.06	13.57	12.07	14.16	14.63
CaO	11.65	11.63	11.91	11.59	11.58	11.59
Na ₂ O	1.68	1.67	1.92	1.67	1.92	1.95
K ₂ O	1.28	1.16	1.26	1.06	1.17	1.12
Toplam	98.49	97.63	98.04	97.20	97.22	97.05
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	6.36	6.39	6.21	6.37	6.18	6.22
Ti	0.19	0.14	0.18	0.17	0.19	0.21
Al (t)	1.83	1.87	2.03	1.85	2.08	1.97
Fe ⁺³	0.52	0.54	0.55	0.54	0.60	0.61
Fe ⁺²	1.40	1.22	1.09	1.39	0.91	0.85
Mn	0.07	0.04	0.04	0.07	0.03	0.03
Mg	2.71	2.87	2.97	2.68	3.10	3.20
Ca	1.84	1.84	1.87	1.85	1.82	1.82
Na	0.48	0.48	0.55	0.48	0.55	0.55
K	0.24	0.22	0.24	0.20	0.22	0.21
Toplam	15.64	15.61	15.73	15.6	15.68	15.67
Hammarstrom ve Zen (1986) (kbar)	5.3±3	5.5±3	6.3±3	5.4±3	6.5±3	6.0±3
Hollister vd. (1987)(kbar)	5.6±1	5.8±1	6.7±1	5.7±1	7.0±1	6.4±1
Johnson ve Rutherford (1989) (kbar)	4.3±0.5	4.5±0.5	5.1±0.5	4.4±0.5	5.3±0.5	4.9±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre hesaplanmıştır.

Tablo 3.34'ün devamı

<u>Örnek No.</u>	<u>KR-4</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>
	Hbl -4	Hbl -1	Hbl -2	Hbl -12	Hbl -1	Hbl -5	Hbl -6	Hbl -8	Hbl -14
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
SiO ₂	41.18	43.45	45.13	42.30	42.55	42.19	43.08	41.60	42.30
TiO ₂	1.94	1.19	1.21	1.25	1.36	1.27	1.26	1.63	1.35
Al ₂ O ₃	13.29	11.55	9.60	12.23	12.29	12.55	11.70	12.28	12.13
FeO	13.43	10.19	9.49	12.04	10.70	11.83	10.05	10.49	10.26
MnO	0.15	0.14	0.13	0.15	0.12	0.16	0.12	0.10	0.10
MgO	13.28	16.26	17.04	14.21	15.77	14.12	16.17	15.49	15.75
CaO	11.69	10.87	11.06	11.34	11.67	11.34	11.26	11.63	11.37
Na ₂ O	2.29	2.21	1.87	2.06	2.31	2.30	2.17	2.36	2.36
K ₂ O	0.68	0.72	0.70	0.92	0.85	1.00	0.77	1.09	0.89
Toplam	97.93	96.58	96.23	96.50	97.62	96.76	96.58	96.67	96.51
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.									
Si	6.02	6.29	6.53	6.22	6.14	6.21	6.25	6.10	6.17
Ti	0.21	0.13	0.13	0.14	0.15	0.14	0.14	0.18	0.15
Al (t)	2.29	1.97	1.64	2.12	2.00	2.17	2.00	2.12	2.09
Fe ⁺³	0.65	0.74	0.68	0.62	0.72	0.51	0.74	0.63	0.67
Fe ⁺²	1.00	0.49	0.47	0.86	0.57	0.95	0.48	0.65	0.59
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg	2.89	3.51	3.67	3.12	3.39	3.10	3.50	3.38	3.43
Ca	1.83	1.69	1.71	1.79	1.80	1.79	1.75	1.83	1.78
Na	0.65	0.62	0.52	0.59	0.65	0.66	0.61	0.67	0.67
K	0.13	0.13	0.13	0.17	0.16	0.19	0.14	0.20	0.17
Toplam	15.69	15.59	15.50	15.65	15.59	15.74	15.62	15.77	15.73
Hammarstrom ve Zen (1986) (kbar)	7.6±3	6.0±3	4.3±3	6.7±3	6.6±3	7.1±3	6.1±3	6.7±3	6.6±3
Hollister vd. (1987)(kbar)	8.2±1	6.4±1	4.5±1	7.2±1	7.0±1	7.5±1	6.5±1	7.2±1	7.0±1
Johnson ve Rutherford (1989) (kbar)	6.2±0.5	4.9±0.5	3.5±0.5	5.5±0.5	5.4±0.5	5.8±0.5	5.0±0.5	5.5±0.5	5.4±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre hesaplanmıştır.

Tablo 3.35. Ulubey yöresindeki TDT ve ATT'nı oluşturan kayalar içerisindeki hornblend minerallerinde sıcaklık değerlerine karşı hesaplanan jeobarometre değerleri

Örnek No.	<u>CT-2</u>	<u>CT-2</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-7</u>	<u>EC-8</u>	<u>EC-8</u>	<u>EC-8</u>
	Hbl -3	Hbl -3	Hbl -2	Hbl -6	Hbl -10	Hbl -13	Hbl -3	Hbl -5	Hbl -6
	<u>merkez</u>	<u>kenar</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
Al (t)	2.08	1.97	2.08	1.75	2.2	1.87	1.83	1.87	2.03
Artan sıcaklık değerlerine karşı hesaplanan jeobarometre (kbar) değerleri (Anderson ve Smith, 1995)									
T=600 °C	7.51	6.94	7.51	5.79	8.14	6.42	6.21	6.42	7.25
T=650 °C	7.18	6.64	7.18	5.55	7.77	6.14	5.95	6.14	6.93
T=700 °C	6.53	6.02	6.53	5.01	7.08	5.56	5.38	5.56	6.30
T=750 °C	5.57	5.10	5.57	4.15	6.08	4.67	4.49	4.67	5.35
T=800 °C	4.30	3.86	4.30	2.98	4.77	3.46	3.30	3.46	4.10
Örnek No.	<u>KR-4</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>FK-3</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>	<u>GY-10</u>
	Hbl -4	Hbl -1	Hbl -2	Hbl -12	Hbl -1	Hbl -5	Hbl -6	Hbl -8	Hbl -14
	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>	<u>merkez</u>
Al (t)	2.29	1.97	1.64	2.12	2.09	2.18	2	2.12	2.09
Artan sıcaklık değerlerine karşı hesaplanan jeobarometre (kbar) değerleri (Anderson ve Smith, 1995)									
T=600 °C	8.61	6.94	5.21	7.72	7.57	8.04	7.09	7.72	7.57
T=650 °C	8.21	6.64	5.01	7.37	7.23	7.67	6.78	7.37	7.23
T=700 °C	7.49	6.02	4.50	6.71	6.57	6.99	6.16	6.71	6.57
T=750 °C	6.47	5.10	3.68	5.74	5.61	6.00	5.22	5.74	5.61
T=800 °C	5.13	3.86	2.55	4.46	4.34	4.69	3.98	4.46	4.34

Tablo 3.36. Ulubey yöresindeki ATT'nı ve Yenısayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalardaki klinopiroksenlerin Al (% atom) ve Ti (% atom) içerikleri

Örnek No	<u>KR-4</u>	<u>KR-4</u>	<u>KR-4</u>	<u>KR-4</u>	<u>KR-5</u>	<u>KR-5</u>	<u>KR-5</u>	<u>KR-5</u>	<u>KR-5</u>	<u>KR-5</u>
Ti (% atom)	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Al (% atom)	0.27	0.12	0.26	0.25	0.29	0.26	0.21	0.11	0.23	0.28
Örnek No	<u>FK-2</u>	<u>FK-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-2</u>	<u>KB-9</u>			
Ti (% atom)	0.01	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02			
Al (% atom)	0.05	0.17	0.16	0.35	0.29	0.08	0.19			
Örnek No	<u>YS-2</u>	<u>YS-2</u>	<u>YS-2</u>	<u>YS-2</u>	<u>YS-2</u>	<u>YS-8</u>	<u>YS-8</u>	<u>YS-8</u>	<u>YS-8</u>	<u>YS-8</u>
Ti (% atom)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Al (% atom)	0.15	0.14	0.16	0.17	0.13	0.15	0.17	0.12	0.17	0.15

Tablo 3.37. Ulubey yöresi volkanitlerinden Andezit-Trakiandezit Takımı'nı ve Yeisayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalardaki bazı klinopiroksenlerden hesaplanan jeobarometre değerleri

Örnek No	Si	Al ^T	Fe ⁺² _{M1}	Fe ⁺³	Al _{M1}	Ti	Cr	Ca	Na	Mg _{M2}	Mn	Fe ⁺² _{M2}	Mg _{M1}	Kd	T	M1	M2	P(kbar)	
Andezit – Trakiandezit Takımı	KR4-4-m	1.834	0.267	0.076	0.100	0.101	0.021	0.001	0.878	0.044	0.002	0.005	0.070	0.733	0.136	2.0	1.0	1.0	4.68
	KR4-7-m	1.926	0.120	0.083	0.063	0.047	0.008	0.001	0.894	0.031	0.004	0.004	0.067	0.819	0.133	2.0	1.0	1.0	0.48
	KR4-7-k	1.801	0.263	0.087	0.150	0.064	0.032	0.001	0.895	0.031	-0.005	0.008	0.071	0.713	0.137	2.0	1.0	1.0	1.75
	KR4-9-m	1.844	0.248	0.077	0.109	0.091	0.016	0.002	0.894	0.042	0.003	0.004	0.056	0.739	0.137	2.0	1.0	1.0	3.83
	KR5-2-m	1.829	0.289	0.111	0.074	0.117	0.023	0.002	0.888	0.044	-0.009	0.005	0.072	0.696	0.136	2.0	1.0	1.0	4.71
	KR5-4-m	1.838	0.257	0.075	0.100	0.095	0.020	0.002	0.886	0.042	0.003	0.005	0.065	0.740	0.136	2.0	1.0	1.0	4.20
	KR5-8-m	1.872	0.212	0.088	0.087	0.084	0.013	0.002	0.912	0.041	0.002	0.003	0.042	0.753	0.136	2.0	1.0	1.0	2.82
	KR5-8-k	1.826	0.285	0.082	0.094	0.111	0.023	0.002	0.875	0.049	0.000	0.004	0.073	0.717	0.136	2.0	1.0	1.0	5.33
	KR5-9-m	1.960	0.052	0.060	0.071	0.012	0.005	0.000	0.834	0.029	-0.011	0.024	0.123	0.874	0.130	2.0	1.0	1.0	-0.78
	KR5-10-m	1.826	0.285	0.082	0.094	0.111	0.023	0.002	0.875	0.049	0.000	0.004	0.073	0.717	0.136	2.0	1.0	1.0	5.33
	KB2-2-m	1.905	0.156	0.092	0.076	0.061	0.010	0.000	0.889	0.036	-0.001	0.005	0.071	0.784	0.134	2.0	1.0	1.0	1.26
	FK2-3-m	1.960	0.052	0.060	0.071	0.012	0.005	0.000	0.834	0.029	-0.011	0.024	0.123	0.874	0.130	2.0	1.0	1.0	-0.78
	FK2-3-k	1.870	0.173	0.044	0.116	0.043	0.017	0.000	0.842	0.025	0.012	0.012	0.110	0.816	0.133	2.0	1.0	1.0	1.80
	KB2-5-m	1.741	0.346	0.088	0.177	0.087	0.041	0.001	0.907	0.030	-0.005	0.006	0.062	0.660	0.140	2.0	1.1	1.0	3.14
	KB2-7-m	1.818	0.292	0.090	0.108	0.111	0.021	0.001	0.892	0.044	-0.002	0.004	0.062	0.704	0.137	2.0	1.0	1.0	4.78
KB-2-7-k	1.925	0.082	0.031	0.096	0.007	0.015	0.000	0.843	0.025	0.029	0.014	0.089	0.881	0.131	2.0	1.0	1.0	-0.03	
KB9-4-m	1.856	0.193	0.064	0.116	0.049	0.022	0.000	0.867	0.027	0.002	0.009	0.094	0.785	0.134	2.0	1.0	1.0	1.45	
Yeisayaca Bazaltı (Trakibazaltı)	YS2-1-m	1.882	0.149	0.069	0.108	0.032	0.018	0.000	0.823	0.023	-0.014	0.011	0.157	0.806	0.131	2.0	1.0	1.0	0.29
	YS2-1-k	1.884	0.144	0.068	0.113	0.027	0.018	0.002	0.831	0.024	-0.008	0.010	0.143	0.808	0.132	2.0	1.0	1.0	0.10
	YS2-4-m	1.878	0.163	0.071	0.096	0.042	0.020	0.000	0.835	0.024	-0.009	0.010	0.140	0.808	0.132	2.0	1.0	1.0	0.91
	YS2-4-k	1.862	0.166	0.067	0.137	0.028	0.020	0.001	0.865	0.024	-0.001	0.010	0.102	0.788	0.134	2.0	1.0	1.0	-0.07
	YS2-5-m	1.896	0.135	0.085	0.085	0.031	0.017	0.002	0.838	0.021	-0.017	0.009	0.148	0.806	0.131	2.0	1.0	1.0	-0.32
	YS8-1-m	1.887	0.147	0.072	0.099	0.034	0.017	0.001	0.846	0.023	-0.005	0.009	0.128	0.808	0.132	2.0	1.0	1.0	0.26
	YS8-1-k	1.855	0.174	0.057	0.139	0.029	0.024	0.001	0.827	0.027	-0.003	0.010	0.138	0.792	0.133	2.0	1.0	1.0	0.71
	YS8-3-m	1.909	0.124	0.073	0.085	0.033	0.014	0.001	0.812	0.029	-0.017	0.011	0.165	0.819	0.130	2.0	1.0	1.0	0.41
	YS8-3-k	1.869	0.168	0.089	0.101	0.037	0.025	0.000	0.840	0.022	-0.023	0.012	0.147	0.778	0.132	2.0	1.0	1.0	-0.01
	YS8-4-m	1.884	0.147	0.068	0.111	0.031	0.017	0.000	0.845	0.023	-0.004	0.009	0.128	0.808	0.132	2.0	1.0	1.0	0.16

* Hesaplanan basınç değerleri. Nimis (1995)'e göredir ve metin içerisinde formül 3.15'de verilmiştir. m: merkez. k: kenar. Kd: Dağılım katsayısı.

* T: Tetrahedral odacık=[Si+(Al^T-Al_{M1})]. M1: Oktahedral odacık-1=[Al_{M1}+Cr+Fe⁺³+Ti+ Mg_{M1}+ Fe⁺²_{M1}]. M2: Oktahedral odacık-2=[Ca+Na+ Mg_{M2}+ Fe⁺²_{M2}+Mn]

3.6. Volkanik Kayaçların Jeokimyası

3.6.1. Giriş

Bu bölümde, Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin ana, iz ve nadir toprak element, jeokimyasal özellikleri ve jeotektonik ortamları değerlendirilmiştir. Ayrıca, volkanitlerin kimyasal bileşimindeki değişiklikler ile magmatik olaylar (ayrışma, magma karışımı, özümleme vb.) arasındaki ilişkisi araştırılarak; oluşumlarında yitim, kabuk ve köken zenginleşmesinin rolü hakkında bilgi edinilmiştir.

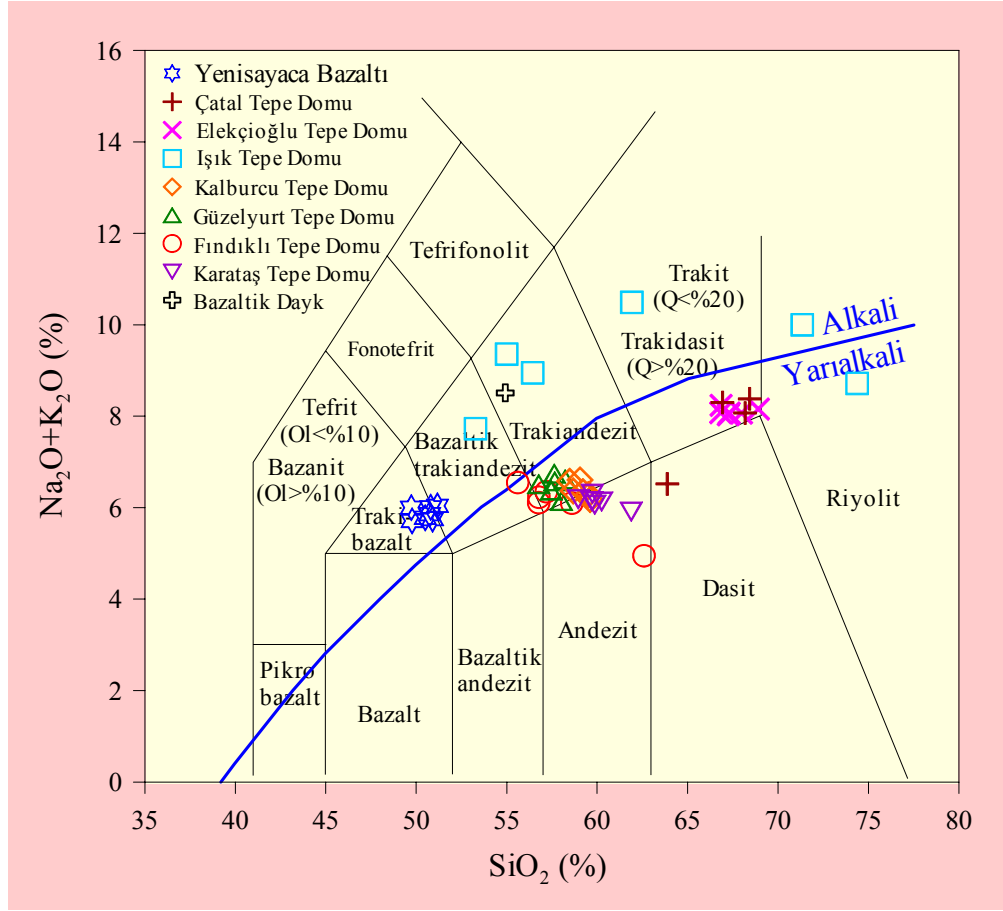
Ana element analizinde toplam demir $Fe_2O_3^*$ cinsinden verilmiş olup, Fe_2O_3 ve FeO ayrımı Le Maitre vd. (1989)'ne göre yapılmıştır. Bu ayırım sadece kayaçların CIPW normatif mineralojik bileşimlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Örneklerdeki uçucu içeriği ateşte kayıp (AK) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.38 ve 3.39).

3.6.2. Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlandırılması

İncelenen Tersiyer volkanitlerinin ana, iz ve nadir toprak element analizleri dikkate alındığında, jeokimyasal olarak dört farklı grup ayırtlanabilir. Bazik kayaçlar Trakibazalt (TB-Yenisayaca Bazaltı)'lardan, ortaç ve asidik kayaçlar ise; Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT-Kalburcu Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Karataş Tepe Domu), Trakidasit-Dasit Takımı (TDT- Çatal Tepe ve Elekçioğlu Tepe Domu) ve Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT-Işık Tepe Domu)'ndan, oluşmaktadır.

Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin kimyasal sınıflandırması ve adlandırmasında volkanik kayaçlar için bir çok araştırmacı tarafından değişik parametrelere bağlı olarak önerilen sınıflama diyagramları kullanılmıştır.

Le Maitre vd. (1989)'nin SiO_2 'ye karşı Na_2O+K_2O (TAS) diyagramına göre Yenisayaca Bazaltı'na ait örneklerin trakibazalt, Çatal Tepe Domu'na ait örneklerin trakidasit ve dasit, Elekçioğlu Tepe Domu'na ait örneklerin trakidasit, Işık Tepe Domu'na ait örneklerin trakiandezit, trakidasit ve riyolit alanlarında, Kalburcu Tepe Domu'na ait örneklerin trakiandezit ve andezit, Güzelyurt Tepe Domu'na ait örneklerin trakiandezit, Fındıklı Tepe Domu'na ait örneklerin andezit ve trakiandezit, Karataş Tepe Domu'na ait örneklerin trakiandezit ve andezit, Bazalt Daykırı'na ait örneğin ise trakiandezit alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.78).



Şekil 3.78. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (TAS) diyagramı (Le Maitre vd., 1989). Alkali-Yarıalkali eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'a göre

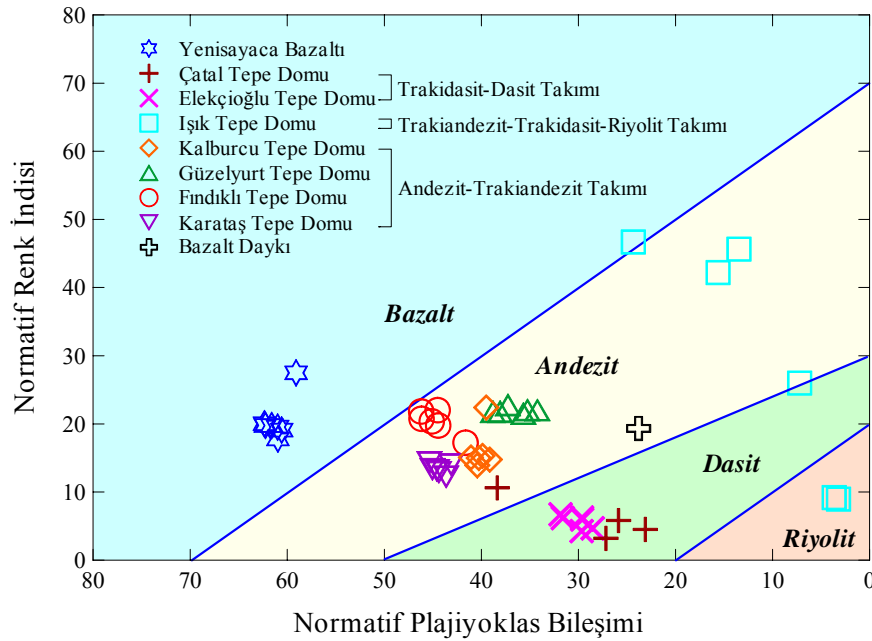
Hart vd. (1974) ve Humphris vd. (1978), Na ve K'nın mobilitesinin özellikle alterasyon nedeniyle artabileceğini ve SiO_2 zenginleşmesi olabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu nedenle TAS diyagramında bazı örneklerin silisce zenginleşmesini ve bazaltik kayaç örneğinin trakiandezit alanına düşmesini de buna bağlayabiliriz. Ayrıca, kayaların petrografik adlanması yapılırken sadece fenokristal fazlar dikkate alınmıştır. Bu kayaları oluşturan hamurun, göreceli olarak fenokristallerden daha zengin SiO_2 içeriğine sahip olduğu dikkate alınır, tüm kayaç kimyasal analizlerinde SiO_2 'ce daha zengin bileşimlerin ortaya çıkması doğaldır.

Ayrıca, yine bu diyagram üzerinde Irvine ve Baragar (1971)'in alkali-yarıalkali ayırımına göre; incelenen volkanitler genelde hafif alkaliden yarıalkaliye kadar değişen afinitelere sahiptir. Buna göre, Yeniseyaca Bazaltı, kısmen Işık Tepe Domu ve Bazalt Dayk'na ait örneklerin hafif alkali karakterde; Kalburcu Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Karataş Tepe Domu, Elekçioğlu Tepe Domu ve Çatal Tepe

Domu'na ait örneklerin ise yarıalkali karakterde olduğu görülmektedir (Şekil 3.78). Bazı kayaçların hafif alkali karaktere sahip olması, yukarıda bahsedildiği gibi kayaçlardaki alkali (Na, K) zenginleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bunlara ilave olarak, Şekil 3.78'de görüldüğü üzere ortaç-asidik kayaçların yatay ve/veya yataya yakın bir yönseme göstermesi, yani göreceli olarak toplam alkalilere ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) oranla SiO_2 içeriğinin daha fazla artması, kayaçların gelişiminde ayırışmanın etkili olduğunu göstermektedir.

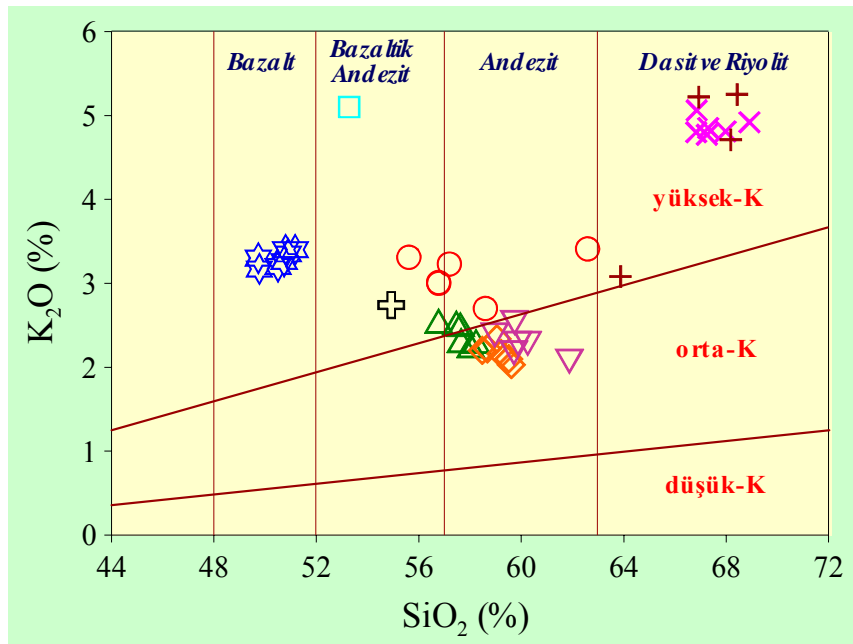
Tüm bu özellikler dikkate alınmış ve volkanitlerin CIPW normatif mineralojisinden de yararlanılarak kayaç adlaması yapılmıştır. Irvine ve Baragar (1971)'in önerdiği, Normatif Plajiyoklas Bileşimi ($\text{NPB}=\text{An} \cdot 100 / [\text{An} + \text{Ab} + 5/3\text{Ne}]$) karşı Normatif Renk İndisi ($\text{NRI}=\text{Ol} + \text{Pir} + \text{Mt} + \text{İlm}$) diyagramında, kayaç adlamalarının petrografik ve jeokimyasal olarak yapılan adlamalarla tamamen uyumlu olduğu görülmüştür. Buna göre, Yenısayaca Bazaltı'na ait örneklerin bazalt alanında; Çatal Tepe Domu ve Elekçioğlu Tepe Domu'na ait örneklerin dasit alanında; Işık Tepe Domu'na ait örneklerin andezit, dasit ve riyolit alanlarında; Kalburcu Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu ile Karataş Tepe Domu'na ait örneklerin andezit alanında; Bazalt Daykısı'na ait örneğin ise andezit alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.79).



Şekil 3.79. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaçların Normatif Plajiyoklas Bileşimi - Normatif Renk İndisi diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

SiO₂'ye karşı K₂O sınıflama diyagramında (Le Maitre vd., 2002) genel olarak; Yeniseyaca Bazaltı'na ait örnekler yüksek-K'lu bazalt, Fındıklı Tepe Domu'na ait örnekler yüksek-K'lu bazaltik andezit ve andezit, Güzelyurt Tepe domuna ait örnekler yüksek/orta-K'lu andezit, Kalburcu ve Karataş Tepe Domu'na ait örnekler orta-K'lu andezit, Elekçiöğlü ve Çatal Tepe Domu'na ait örnekler yüksek-K'lu dasit ve riyolit, Işık Tepe Domu'na ait bazı örnekler ile Bazalt Daykı ait örnek ise yüksek-K'lu bazaltik andezit alanında yer almaktadır (Şekil 3.80).

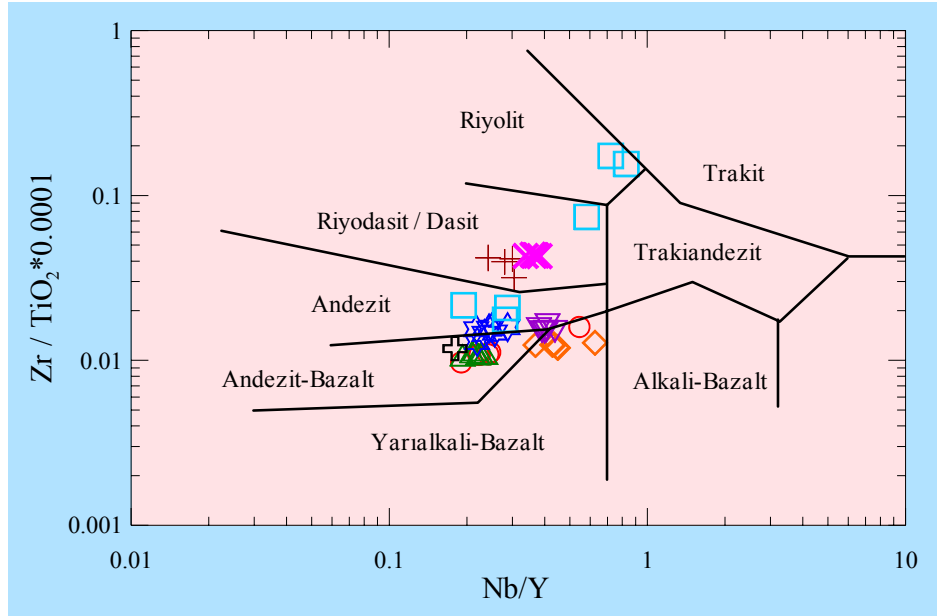
Kayaç içerisindeki ana ve iz element zenginleşmelerinin iyi bilinmesi volkanik kayaçların kimyasal analizlerinin sağlıklı bir şekilde yorumlanmasını sağlar. Çünkü kayaçların maruz kaldığı alterasyon vb. gibi olaylar bazı element (özellikle ana element) hareketlenmelerine neden olmuş olabilir. Kayaçlarda gözlenen serisitleşme kuvvetli K, Rb ve Ba, kloritleşme ise orta derecede Mg zenginleşmeleri ile karakterize edilir (Hart vd.,1974; Humphris vd., 1978). Bu nedenle alterasyon esnasında daha az hareketli olarak bilinen Zr, Y, Nb, Ti, Ga, Cr, Ni, P, Th ve nadir toprak elementleri jeokimyasal ve petrolojik amaçlı kullanılmaktadır (Pearce ve Cann, 1973; Floyd ve Winchester, 1975). Her ne kadar analiz edilen kayaçlar oldukça taze örneklerden seçilmiş olsa da, daha az hareketli veya hareketsiz olarak bilinen iz elementler kullanılarak kayaç adlanması yapılmış ve ana elementler kullanılarak yapılan adlandırmalar değerlendirilmiştir.



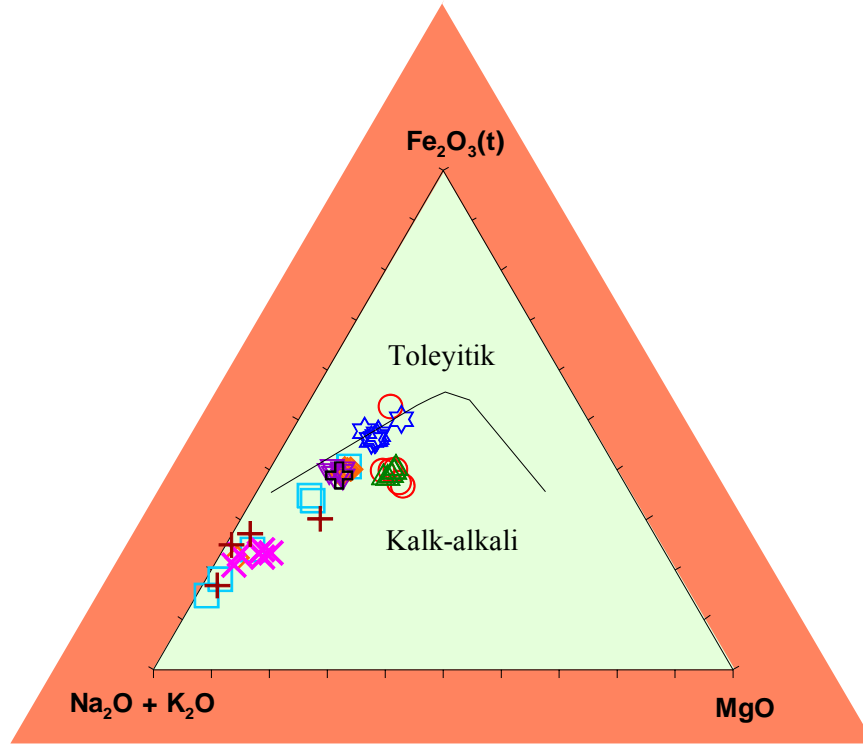
Şekil 3.80. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanitlerin SiO₂ (%)'ye karşı K₂O (%) diyagramı (Le Maitre vd., 2002; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Winchester ve Floyd (1976)'un Nb/Yb'ye karşı $Zr/TiO_2 * 0.0001$ kimyasal adlandırma diyagramında; Yenisyayca Bazaltı'na ait örnekler andezit/bazalt alanında; ATT (Andezit-Trakiandezit Takımı)'nı oluşturan Kalburcu Tepe Domu'na ait örnekler andezit/bazalt ve yarıalkali bazalt alanlarında, Güzelyurt Tepe Domu'na ait örnekler andezit/bazalt alanında, Fındıklı Tepe Domu'na ait örnekler andezit/bazalt alanında, Karataş Tepe Domu'na ait örnekler andezit alanında; TDT (Trakidasit-Dasit Takımı)'nı oluşturan Çatal Tepe Domu ve Elekçioğlu Tepe Domu'na ait örnekler riyodasit/dasit; TTRT (Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı)'nı oluşturan Işık Tepe Domu'na ait örnekler andezit, riyodasit/dasit ve riyolit alanlarında, Bazalt Daykısı'na ait örneğin ise andezit/bazalt alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.81).

SiO_2 ' karşı toplam alkali (TAS) diyagramında da görüldüğü gibi incelenen volkanik kayalardan Yenisyayca Bazaltı ve TTRT'nı oluşturan kayalar genel olarak hafif alkali, diğer ortaç-asidik kayalar ise genelde yarıalkali karakterlidir. Yarıalkali karaktere sahip volkanik kayaların afinitelerini belirlemek için Irvine ve Baragar (1971)'in AFM (Na_2O+K_2O , $Fe_2O_3(t)$, MgO) üçgen diyagramı kullanılmıştır. Genel olarak; bazik kayalara ait örneklerin geçiş karakterli (toleyitik-alkali sınırında), ortaç-asidik kayalara ait örneklerin ise kalk-alkalen karakterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.82).



Şekil 3.81. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların Nb/Yb karşı $Zr/TiO_2 * 0.0001$ diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.82. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaçların AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$, MgO) diyagramı. Toleytik-Kalk-alkali ayırım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'a göre (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

3.6.3. Ana Oksit ve İz Elementler

İncelenen volkanitlerin; tüm kayaç ana ve iz element içerikleri ile CIPW normatif mineralojileri Tablo 3.38'de, nadir toprak element içerikleri ise Tablo 3.39'da verilmiştir.

Ulubey (Ordu) yöresindeki Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)'nı oluşturan Kalburcu Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu ve Karataş Tepe Domu'na ait örneklerin Fe_2O_3^* , MgO , Na_2O ve P_2O_5 içerikleri, göreceli olarak TB'yi oluşturan kayaçlarıkinden daha düşük, fakat TTRT ve TDT'nı oluşturan kayaçlarıkinden daha yüksektir. İz element olarak bakıldığında, incelenen kayaçlar içerisinde en yüksek Sr içeriğine sahip olan bu kayaçlar, en düşük Rb, Zr, Ce, Hf, Y ve Th içeriklerine sahiptir (Tablo 3.38). Kalburcu Tepe Domu'na ait örneklerin SiO_2 içeriği % 58.48-79.24, K_2O içeriği % 2.03-2.93, MgO içeriği % 0.26-1.88 ($\text{Mg}^\# = 12.68-25.82$), CaO içeriği % 0.92-6.44, TiO_2 içeriği % 0.14-0.59 ve P_2O_5 içeriği % 0.01-0.38 arasında değişmektedir. Güzelyurt Tepe Domu'na ait örneklerin SiO_2 içeriği % 56.77-58.23, K_2O içeriği % 2.26-2.55, MgO içeriği % 3.33-3.65 ($\text{Mg}^\# = 33.91-34.90$), CaO içeriği % 5.57-5.84, TiO_2 içeriği

% 0.55-0.57 ve P_2O_5 içeriği % 0.23-0.25 arasında değişmektedir. Fındıklı Tepe Domu'na ait örneklerin SiO_2 içeriği % 55.61-62.59, K_2O içeriği % 2.70-3.41, MgO içeriği % 2.2-4.18 ($Mg^{\#} = 21.65-40.08$), CaO içeriği % 2.12-6.46, TiO_2 içeriği % 0.57-0.87 ve P_2O_5 içeriği % 0.21-0.27 arasında değişmektedir. Karataş Tepe Domu'na ait örneklerin SiO_2 içeriği % 58.96-61.88, K_2O içeriği % 2.07-2.53, MgO içeriği % 1.27-1.74 ($Mg^{\#} = 21.45-26.44$), CaO içeriği % 6.42-6.98, TiO_2 içeriği % 0.47-0.51 ve P_2O_5 içeriği % 0.29-0.33 arasında değişmektedir (Tablo 3.38).

Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT)'ni oluşturan Işık Tepe Domu, trakiandezitten riyolite kadar değişen kayaç birlikteliğine sahiptir. Bundan dolayı, bu kayaçların ana oksit ve iz element içerikleri oldukça geniş bir aralıkta değişim göstermektedir. Genel olarak, TTRT'ni oluşturan kayaçların K_2O içeriği, göreceli olarak TB, TDT ve ATT'ni oluşturan kayaçlara göre daha yüksek iken, $Fe_2O_3^*$, MgO , Na_2O ve CaO içerikleri daha düşüktür. İz elementlere bakıldığında ise, bu kayaçların Sr, Ba ve Co içerikleri göreceli olarak TB, ATT ve TDT'ni oluşturan kayaçlardan daha düşük; Rb, Zr, Ce, Hf, Nb, Y ve Th içerikleri bakımından ise daha yüksek değerlere sahiptir. Bu örneklerin SiO_2 içeriği % 53.28-74.37, K_2O içeriği % 5.10-7.77, MgO içeriği % 0.21-2.26 ($Mg^{\#} = 10.55-24.81$), CaO içeriği % 0.51-7.92, TiO_2 içeriği % 0.19-0.67 ve P_2O_5 içeriği % 0.05-0.59 arasında değişmektedir (Tablo 3.38).

Trakidasit-Dasit Takımı (TDT)'ni oluşturan Çatal Tepe Domu ve Elekçioğlu Tepe Domu'na ait örneklerin K_2O içerikleri, göreceli olarak TTRT'ni oluşturan kayaçlardan düşük, TB ve ATT'ni oluşturan kayaçlardan yüksektir. TDT'ni oluşturan kayaçlar, özellikle incelenen volkanik kayaçlar içerisinde hemen hemen en düşük $Fe_2O_3^*$, CaO , TiO_2 , Al_2O_3 , MnO , MgO ve P_2O_5 içeriklerine sahiptirler. Genel olarak iz elementlerden Ba, Rb, Ta, Cs ve Zr içerikleri, göreceli olarak TB, TTRT ve ATT'ni oluşturan kayaçlara göre daha yüksek iken; Sr, Ce, Cu, Pb, Co ve Ni içerikleri düşüktür (Tablo 3.38). Çatal Tepe Domu'na ait örneklerin SiO_2 içeriği % 63.88-68.43 arasında, K_2O içeriği % 3.08-5.25, MgO içeriği % 0.11-1.59 ($Mg^{\#} = 3.74-31.18$), CaO içeriği % 1.78-4.36, TiO_2 içeriği % 0.26-0.35 ve P_2O_5 içeriği % 0.11-0.17 arasında değişmektedir. Elekçioğlu Tepe domuna ait örneklerin SiO_2 içeriği % 66.83-68.91, K_2O içeriği % 4.80-5.06, MgO içeriği % 0.36-1.02 ($Mg^{\#} = 12.46-26.84$), CaO içeriği % 2.37-2.74, TiO_2 içeriği % 0.25-0.26 ve P_2O_5 içeriği % 0.11-0.13 arasında değişmektedir (Tablo 3.38).

Yenisayaca Bazaltı'na ait örneklerin SiO₂ içeriği, göreceli olarak ortaç-asidik kayalara (TDT, TTRT ve ATT) göre daha düşük olup, % 49.73-51.17 arasında değişmektedir. Bu örneklerin genel olarak MgO, CaO, Fe₂O₃^{*}, TiO₂ ve Al₂O₃ içerikleri ortaç-asidik volkanik kayalara göre daha yüksek iken, Na₂O içerikleri daha düşüktür. MgO içeriği % 1.90-3.17 (Mg[#] = 20.83-26.11), CaO içeriği % 8.52-9.68, Fe₂O₃^{*} içeriği ise % 6.97-8.97 arasında değişmektedir. İz elementlere bakıldığında, ortaç-asidik kayalara göre daha yüksek Cu, Th, Pb, V ve Co içeriğine, daha düşük Ba içeriğine sahiptir (Tablo 3.38).

İncelenen bu bazik (TB) ve ortaç-asidik (ATT, TTRT ve TDT) kayaların hepsinin düşük MgO, Fe₂O₃^{*}, Ni, Cr, Cu, Co ve Zn içeriklerine sahip olması; bileşimlerinin ilksel magma bileşiminden oldukça farklı olduğunu ve magmatik olaylarla (ayrışma, özümleme v.b.) değiştirildiğini göstermektedir.

Tablo 3.38. Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaların ana (%) ve iz (ppm) element analizleri ve CIPW normatif mineralojik (%) bileşimleri

Örnek No.	Güzelyurt Tepe Domu						Fındıklı Tepe Domu					
	GY-1	GY-2	GY-4	GY-10	GY-11	GY-12	FK-1	FK-2	FK-3	FK-6	FK-9	FK-10
SiO ₂	56.77	57.46	57.65	58.23	57.63	58.03	55.61	57.19	58.60	56.77	56.78	62.59
TiO ₂	0.57	0.56	0.56	0.55	0.55	0.57	0.58	0.57	0.58	0.59	0.59	0.87
Al ₂ O ₃	16.61	16.65	16.72	16.55	16.99	16.27	16.98	16.59	16.96	16.62	17.16	19.10
Fe ₂ O ₃ *	6.85	6.72	6.66	6.45	6.49	6.71	6.25	6.12	6.00	6.41	6.35	7.96
MnO	0.12	0.11	0.12	0.10	0.11	0.08	0.06	0.05	0.07	0.08	0.07	0.14
MgO	3.65	3.54	3.57	3.45	3.33	3.48	4.18	3.86	2.95	3.47	3.33	2.20
CaO	5.67	5.63	5.57	5.77	5.84	5.66	5.43	5.12	6.46	6.29	6.22	2.12
Na ₂ O	3.97	3.85	4.26	4.31	4.24	3.89	3.24	3.12	3.40	3.10	3.23	1.54
K ₂ O	2.55	2.53	2.32	2.31	2.51	2.26	3.31	3.23	2.70	3.01	3.00	3.41
P ₂ O ₅	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	0.27	0.25	0.21
A.K.	2.80	2.50	2.10	1.80	1.80	2.6	3.90	3.70	1.80	3.20	2.80	0.10
Toplam	99.79	99.78	99.76	99.75	99.74	99.81	99.78	99.78	99.76	99.81	99.78	100.24
Zr	64.1	61.9	59.1	63.7	60.6	61.3	64.9	62.0	62.7	57.3	63.8	138.7
Y	14.8	13.7	13.8	13.5	13.6	15.1	13.0	12.4	12.5	13.7	13.1	18.9
Sr	920.7	990.7	1018.5	1056.3	1083.9	1150.2	1006.1	1004.5	1236.8	1043.1	1152.6	337.0
U	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	1.3	1.1	1.2	0.9	1.0	2.3
Rb	66.0	66.0	63.9	62.0	66.3	56.5	57.8	56.0	49.9	47.6	53.5	96.7
Th	3.7	2.5	3	2.3	3	2.4	2.8	2.8	3.1	2.2	2.7	11.1
Ta	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
Pb	2.0	3.6	2.8	2.6	1.9	2.5	7.0	3.5	2.0	2.7	2.4	1.0
Zn	59	49	53	50	51	30	61	58	57	60	57	6
Cu	78.0	97.2	99.8	79.0	101.6	76.1	76.7	75.5	80.4	76.0	82.2	46.6
Ni	23.7	21.8	23.9	18.3	21.2	22.8	19.5	15.9	21.0	20.2	19.4	14.2
Co	23.4	23.4	23.2	23.5	23.3	22.1	19.6	16.9	21.2	20.2	21.2	27.8
Ba	743.9	777.6	738.4	718.8	780.8	758.0	694.5	687.4	711.1	616.3	690.7	721.0
Nb	3.1	3.1	2.9	2.9	3.2	2.9	3.2	3.0	2.8	2.6	2.9	10.3
Hf	2.4	2.1	2.0	2.3	2.1	2.1	2.2	2.3	2.2	2.0	2.2	4.0
W	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.9	0.6	0.5	0.4	0.6	0.3	1.8
<i>Ku</i>	5.62	7.24	6.06	6.60	5.52	8.89	5.22	8.88	10.26	8.40	7.74	30.13
<i>Or</i>	15.63	15.46	14.12	14.02	15.24	13.83	20.52	19.98	16.38	18.52	18.39	20.26
<i>Ab</i>	34.78	33.62	37.06	37.38	36.78	34.00	28.70	27.58	29.47	27.25	28.29	13.08
<i>An</i>	20.66	21.32	20.18	19.45	20.39	20.91	23.02	22.67	23.58	23.40	24.26	9.33
<i>Di</i>	5.82	5.03	5.62	7.00	6.43	5.42	3.05	2.02	6.43	6.07	5.08	-
<i>Hy</i>	13.38	13.27	12.95	11.68	11.71	12.86	15.52	14.99	10.07	12.26	12.23	12.80
<i>Mt</i>	2.47	2.41	2.39	2.29	2.31	2.41	2.28	2.23	2.14	2.32	2.28	2.78
<i>İlm</i>	1.12	1.10	1.10	1.07	1.07	1.12	1.16	1.13	1.13	1.17	1.16	1.66
<i>Ap</i>	0.52	0.52	0.52	0.52	0.56	0.56	0.55	0.53	0.54	0.61	0.57	0.46
Mg #	34.76	34.50	34.90	34.85	33.91	34.15	40.08	38.68	32.96	35.12	34.40	21.65
K.İ.	21.45	21.27	21.24	20.88	20.10	21.30	24.62	23.64	19.60	21.70	20.93	14.56

Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg # = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*); K.İ. (Katılma İndisi) = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃* + Na₂O + K₂O).

CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars, *Or*: Ortoklas, *Ab*: Albit, *An*: Anortit, *Hy*: Hipersten, *Ol*: Olivin, *Mg*: Magnetit, *İl*: İlmenit, *Ap*: Apatit

Tablo 3.38'in devamı

Örnek No.	Karataş Tepe Domu						Elekçiöğlü Tepe Domu					
	KR-2	KR-4	KR-7	KR-8	KR-9	KR-10	EC-1	EC-2	EC-5	EC-8	EC-10	EC-12
SiO ₂	59.71	60.25	61.88	59.87	59.74	58.96	67.30	67.98	66.85	67.25	68.91	66.83
TiO ₂	0.48	0.49	0.47	0.50	0.48	0.51	0.26	0.26	0.25	0.26	0.26	0.26
Al ₂ O ₃	18.22	18.34	17.78	18.30	18.35	18.61	15.59	16.01	15.52	15.86	15.77	15.61
Fe ₂ O ₃ *	4.84	4.98	4.61	5.03	4.89	5.01	2.69	2.53	2.66	2.79	2.26	2.78
MnO	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
MgO	1.74	1.36	1.27	1.65	1.50	1.67	0.76	0.36	0.89	0.79	0.37	1.02
CaO	6.60	6.56	6.44	6.42	6.47	6.98	2.45	2.37	2.41	2.72	2.47	2.74
Na ₂ O	3.97	3.85	3.84	3.78	3.77	3.80	3.22	3.26	3.18	3.26	3.24	3.28
K ₂ O	2.17	2.28	2.07	2.28	2.53	2.38	4.85	4.81	5.06	4.77	4.92	4.80
P ₂ O ₅	0.31	0.31	0.29	0.32	0.31	0.33	0.12	0.13	0.11	0.13	0.12	0.11
A.K.	1.60	1.20	1.00	1.50	1.60	1.40	2.50	2.00	2.80	1.90	1.40	2.30
Toplam	99.71	99.69	99.71	99.72	99.72	99.73	99.77	99.74	99.75	99.76	99.74	99.75
Zr	78.8	72.2	70.0	74.7	74.6	76.6	111.5	113.6	107.6	112.5	111.3	113.1
Y	11.7	12.0	11.0	11.4	12.1	12.3	16.3	15.3	14.6	14.8	14.4	14.7
Sr	1575.2	1580.0	1573.7	1502.3	1467.3	1573.9	555.7	551.5	508.6	571.3	569.6	611.0
U	1.9	1.8	1.7	1.9	1.7	1.9	1.9	2.0	1.9	2.1	2.2	1.7
Rb	54.4	49.7	46.2	49.8	54.1	50.3	142.0	136.9	141.3	142.2	142.4	134.7
Th	6.9	6	5.8	5.5	5.6	5.4	8.2	7.3	7.5	7.6	7.6	8.4
Ta	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
Pb	2.1	2.9	3.6	9.4	4.6	3.4	1.3	1.3	1.1	1.3	1.0	1.3
Zn	57	59	56	60	53	56	43	47	43	43	44	39
Cu	62.4	56.2	59.4	60.1	55.5	59.9	10.5	11.9	10.8	11.6	16.0	12.4
Ni	3.9	3.7	3.8	4.0	3.4	3.5	1.9	1.8	2.2	2.2	2.2	2.1
Co	10.8	11.1	9.8	11.1	10.6	11.8	4.2	3.6	4.2	4.7	3.1	4.0
Ba	891.4	828.9	831.9	843.0	839.8	865.9	893.8	888.1	874.0	881.3	876.3	884.1
Nb	4.8	4.8	4.3	5.0	4.6	5.0	5.5	5.5	5.3	5.5	5.5	5.4
Hf	2.6	2.6	2.4	2.3	2.4	2.3	3.3	2.7	3.0	3.3	3.0	3.3
W	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	1.0	0.7	1.1	0.9	1.0	0.8
<i>Ku</i>	11.81	13.04	16.15	12.77	12.06	10.59	23.51	24.91	22.41	22.71	25.26	21.72
<i>Or</i>	13.13	13.75	12.45	13.79	15.31	14.37	29.55	29.17	30.93	28.89	29.64	29.20
<i>Ab</i>	34.33	33.17	33.00	32.66	32.59	32.79	28.04	28.24	27.78	28.21	27.89	28.51
<i>An</i>	26.03	26.48	25.54	26.77	26.21	27.20	11.80	11.28	11.70	13.04	11.77	13.32
<i>Di</i>	4.66	4.06	4.36	3.23	3.97	5.14	-	-	-	-	-	-
<i>Hy</i>	6.70	6.11	5.32	7.34	6.48	6.41	4.50	3.27	4.82	4.69	2.98	5.23
<i>Mt</i>	1.72	1.76	1.62	1.78	1.74	1.78	0.97	0.91	0.96	0.99	0.80	1.00
<i>İlm</i>	0.93	0.95	0.91	0.97	0.95	0.99	0.51	0.51	0.49	0.51	0.50	0.51
<i>Ap</i>	0.69	0.69	0.64	0.71	0.69	0.74	0.27	0.29	0.25	0.29	0.27	0.25
Mg #	26.44	21.45	21.60	24.70	23.47	25.00	22.03	12.46	25.07	22.07	14.07	26.84
K.İ.	13.68	10.91	10.77	12.95	11.82	12.99	6.60	3.28	7.55	6.80	3.43	8.59

Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg # = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*); K.İ. (Katılaşma İndisi) = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃* + Na₂O + K₂O).

CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars, *Or*: Ortoklas,

Ab: Albit, *An*: Anortit, *Hy*: Hipersten, *Ol*: Olivin, *Mg*: Magnetit, *İl*: İlmenit, *Ap*: Apatit

Tablo 3.38'in devamı

Örnek No.	Kalburcu Tepe Domu						Işık Tepe Domu					
	KB-1	KB-2	KB-7	KB-8	KB-9	KB-12	IS-2	IS-4	IS-7	IS-8	IS-9	IS-10
SiO ₂	58.48	59.21	58.67	59.05	59.51	59.61	53.80	74.37	61.59	55.00	56.44	71.34
TiO ₂	0.60	0.58	0.59	0.59	0.58	0.59	0.67	0.19	0.31	0.60	0.62	0.24
Al ₂ O ₃	18.46	17.86	18.21	18.08	17.93	17.76	17.00	12.78	18.98	18.35	18.57	14.91
Fe ₂ O ₃ *	5.47	5.45	5.48	5.38	5.35	5.4	6.85	1.99	3.56	5.86	5.45	1.78
MnO	0.11	0.09	0.12	0.12	0.10	0.11	0.27	0.05	0.05	0.18	0.07	0.05
MgO	1.78	1.75	1.85	1.77	1.76	1.88	2.26	0.27	0.75	1.60	1.70	0.21
CaO	5.56	6.44	6.34	6.08	6.42	5.66	7.92	0.51	1.78	5.85	5.00	0.66
Na ₂ O	4.38	4.19	4.15	4.27	4.19	4.15	2.63	2.55	2.72	2.97	2.80	3.58
K ₂ O	2.20	2.16	2.22	2.34	2.10	2.03	5.10	6.17	7.77	6.39	6.15	6.42
P ₂ O ₅	0.38	0.37	0.38	0.34	0.37	0.37	0.27	0.06	0.13	0.59	0.50	0.05
A.K.	2.3	1.6	1.7	1.7	1.4	2.9	3.6	0.9	1.9	2.4	2.5	0.6
Toplam	99.72	99.70	99.71	99.72	99.71	99.76	99.86	99.84	99.87	99.79	99.80	99.84
Zr	72.1	74.0	70.3	73.8	71.9	73.0	118.1	330.2	229.6	124.7	133.8	372.5
Y	11.2	11.5	10.9	11.4	11.2	11.4	31.7	33.0	24.4	25.8	51.5	34.3
Sr	1428.5	1565.5	1496.6	1491.8	1530.1	1448.9	575.7	68.7	404.5	861.0	819.2	56.2
U	1.6	1.4	1.1	2.0	1.2	1.3	7.7	7.3	7.3	7.8	5.9	16.3
Rb	58.1	52.9	57.4	55.2	50.6	52.5	165.9	334.8	227.4	190.3	176.8	354.6
Th	5.5	5.6	5.7	6.2	5.6	5.8	10.3	62.5	29.1	11.1	19.6	69.6
Ta	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.9	2.0	0.9	0.5	0.7	2.1
Pb	1.6	1.8	2.3	4.9	1.7	2.1	4.2	12.8	38.0	4.1	21.0	10.2
Zn	54	24	52	46	27	68	62	38	47	69	79	42
Cu	67.9	44.2	69.3	112.5	44.7	49.3	80.4	4.7	9.9	92.7	13.1	6.3
Ni	6.1	4.2	4.5	5.4	5.6	4.5	9.3	1.0	1.2	2.1	5.0	1.6
Co	13.9	13.1	13.2	13.1	12.1	12.9	14.1	1.2	6.8	15.8	14.6	3.3
Ba	834.9	900.7	841.2	906.7	864.2	749.3	670.6	75.4	635.4	685.9	676.7	57.5
Nb	5.0	7.1	4.9	4.9	4.8	4.2	8.9	23.8	14.2	7.4	10.0	28.4
Hf	2.5	2.4	2.2	2.7	2.5	2.1	2.8	10.0	5.8	3.0	4.1	12.1
W	0.5	0.3	0.4	0.6	0.3	0.3	3.0	6.0	4.3	2.2	4.8	4.1
<i>Ku</i>	9.27	10.46	9.65	9.53	10.95	12.29	-	34.15	10.48	-	2.95	23.86
<i>Or</i>	13.42	13.08	13.46	14.18	12.69	12.36	31.51	36.94	47.04	39.01	37.54	38.31
<i>Ab</i>	38.16	36.25	35.94	36.97	36.17	36.10	23.22	21.82	23.53	25.47	24.42	30.53
<i>An</i>	24.91	24.06	25.06	23.78	24.38	24.49	20.33	2.21	8.26	18.60	20.51	3.01
<i>Di</i>	10.03	5.35	4.07	4.23	4.93	1.82	15.87	-	-	6.52	1.73	-
<i>Hy</i>	9.22	6.90	7.89	7.48	7.03	9.03	3.83	2.58	5.35	3.56	8.55	2.12
<i>Ol</i>	-	-	-	-	-	-	0.83	-	-	2.25	-	-
<i>Mt</i>	1.96	1.94	1.95	1.92	1.90	1.93	2.48	0.70	1.26	2.10	1.96	0.63
<i>İlm</i>	1.18	1.13	1.15	1.15	1.13	1.15	1.33	0.37	0.60	1.18	1.22	0.46
<i>Ap</i>	0.86	0.83	0.85	0.76	0.83	0.83	0.62	0.13	0.29	1.33	1.13	0.11
Mg #	24.55	24.31	25.24	24.76	24.75	25.82	24.81	11.95	17.40	21.45	23.78	10.55
K.İ.	12.87	12.92	13.50	12.86	13.13	13.97	13.42	2.46	5.07	9.51	10.56	1.75

Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg # = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*); K.İ. (Katılma İndisi) = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃* + Na₂O + K₂O). CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars, *Or*: Ortoklas, *Ab*: Albit, *An*: Anortit, *Hy*: Hipersten, *Ol*: Olivin, *Mg*: Magnetit, *İl*: İlmenit, *Ap*: Apatit

Tablo 3.38'in devamı

Örnek No.	Çatal Tepe Domu				Yenisayaca Bazaltı							Baz. dayk1
	CT-2	CT-3	CT-4	CT-5	YS-1	YS-2	YS-3	YS-4	YS-7	YS-9	YS-13	V-6
SiO ₂	68.18	68.43	63.88	66.93	50.50	50.74	49.77	49.73	50.8	51.17	50.9	54.92
TiO ₂	0.28	0.27	0.35	0.26	0.65	0.63	0.63	0.65	0.66	0.63	0.76	0.65
Al ₂ O ₃	16.50	16.05	15.64	15.85	20.91	20.75	20.66	21.10	20.64	20.61	18.33	17.55
Fe ₂ O ₃ *	1.69	2.83	3.51	3.24	7.24	7.02	6.97	7.22	7.15	7.05	8.97	6.82
MnO	0.01	0.05	0.07	0.03	0.10	0.10	0.12	0.11	0.08	0.07	0.11	0.13
MgO	0.26	0.11	1.59	0.37	2.34	2.32	2.29	1.90	2.34	2.24	3.17	2.21
CaO	2.3	1.78	4.36	1.96	9.12	9.02	9.68	9.20	8.66	8.52	9.05	5.72
Na ₂ O	3.36	3.13	3.44	3.08	2.58	2.60	2.54	2.70	2.61	2.64	2.40	5.77
K ₂ O	4.71	5.25	3.08	5.22	3.20	3.26	3.17	3.30	3.40	3.40	3.35	2.74
P ₂ O ₅	0.14	0.15	0.17	0.11	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.45
LOI	2.3	1.7	3.7	2.7	3.0	3.2	3.8	3.7	3.2	3.2	2.5	2.9
Toplam	99.73	99.75	99.80	99.75	99.94	99.95	99.94	99.92	99.85	99.85	99.86	99.86
Zr	111.0	111.5	110.9	108.6	95.9	99.3	98.1	103.3	95.5	97.2	98.4	76.5
Y	19.3	18.7	18.4	20.7	19.5	20.5	21.8	19.5	19.7	22.1	23.3	21.7
Sr	567.6	471.9	708.6	490.8	779.4	799.5	797.8	801.0	796.6	858.6	762.8	745.9
U	3.1	2.2	1.9	1.9	4.7	4.7	4.8	5.0	4.6	4.7	4.8	3.1
Rb	136.6	143.7	138.9	140.5	110.3	111.6	105.3	114.6	104.7	111.6	103.4	74.8
Th	7.2	8.2	6.9	7.9	11.9	12.8	12.7	12.6	11.9	12.6	11.7	7.4
Ta	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Pb	1.7	1.5	1.3	1.7	5.0	2.3	13.8	5.1	10.5	11.7	15.0	9.0
Zn	62	33	26	36	53	54	58	50	56	55	59	80
Cu	11.1	6.0	22.0	5.8	127.5	130.2	137.0	133.1	134.5	132.4	136.8	59.4
Ni	2.4	3.7	4.8	4.0	4.4	3.7	4.1	4.6	3.6	3.9	6.6	2.4
Co	2.8	3.7	10.0	4.5	21.3	16.6	19.5	22.6	18.4	15.9	27.0	14.8
Ba	856.8	914.8	850.3	856.2	516.3	535.2	488.7	532.5	521.8	516.8	536.3	601.6
Nb	5.4	5.6	5.6	5.0	5.0	5.1	5.3	5.6	4.6	4.8	5.1	3.9
Hf	3.3	2.8	3.2	3.2	2.7	2.6	2.4	2.6	2.3	2.7	3.0	2.4
W	1.4	0.7	1.1	0.8	1.0	1.1	1.4	1.1	1.6	1.3	1.8	1.0
<i>Ku</i>	25.75	25.91	20.75	24.00	-	-	-	-	-	0.38	-	-
<i>Or</i>	28.63	31.74	19.01	31.91	19.64	20.04	19.61	20.40	20.92	20.92	20.50	16.81
<i>Ab</i>	29.19	27.04	30.34	26.90	22.62	22.84	22.45	23.85	22.95	23.22	20.98	46.00
<i>An</i>	10.89	8.13	18.88	9.39	37.31	36.64	37.18	37.25	35.89	35.67	30.30	14.37
<i>Di</i>	-	-	2.18	-	6.51	6.59	9.27	7.18	5.77	5.30	11.79	10.25
<i>Hy</i>	2.06	2.98	6.48	4.14	7.99	8.89	3.49	1.67	9.22	9.99	10.81	-
<i>Ol</i>	-	-	-	-	1.39	0.50	3.49	5.02	0.65	-	0.19	5.35
<i>Mt</i>	0.60	1.01	1.27	1.17	2.60	2.53	2.53	2.62	2.59	2.55	3.22	2.45
<i>İlm</i>	0.55	0.52	0.69	0.51	1.28	1.24	1.25	1.29	1.30	1.25	1.49	1.28
<i>Ap</i>	0.31	0.33	0.39	0.25	0.68	0.73	0.71	0.71	0.70	0.73	0.72	1.02
Mg #	13.33	3.74	31.18	10.25	24.43	24.84	24.73	20.83	24.66	24.11	26.11	24.47
K.İ.	2.59	0.97	13.68	3.11	15.23	15.26	15.30	12.57	15.10	14.61	17.72	12.60

Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg # = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*); K.İ. (Katılaşma İndisi) = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃* + Na₂O + K₂O).

CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars, *Or*: Ortoklas, *Ab*: Albit, *An*: Anortit, *Hy*: Hipersten, *Ol*: Olivin, *Mg*: Magnetit, *İl*: İlmenit, *Ap*: Apatit

Tablo 3.39. Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaların nadir toprak element (ppm) analizleri

Örnek No.	Güzelyurt Tepe Domu						Fındıklı Tepe Domu					
	GY-1	GY-2	GY-4	GY-10	GY-11	GY-12	FK-1	FK-2	FK-3	FK-6	FK-9	FK-10
La	17.6	16.9	16.1	16.3	17.0	19.3	17.4	16.7	16.4	15.8	16.9	28.0
Ce	36.5	35.9	34.9	35.3	36.5	36.1	35.7	33.8	34.8	33.5	36.7	59.9
Pr	4.42	4.26	4.11	4.24	4.33	4.64	4.27	4.23	4.24	4.18	4.46	6.32
Nd	18.7	17.6	16.8	17.6	17.7	18.0	18	17.5	17.9	17.5	18.3	23.5
Sm	3.7	3.8	3.6	3.6	3.5	3.7	3.5	3.5	3.6	3.8	3.7	4.2
Eu	1.00	1.02	1.01	1.02	1.06	0.95	1.04	1.02	1.00	1.01	1.05	1.08
Gd	3.22	2.93	3.09	3.05	3.12	3.42	3.02	2.94	3.19	3.19	3.26	3.93
Tb	0.49	0.43	0.42	0.44	0.46	0.51	0.40	0.41	0.43	0.44	0.45	0.55
Dy	2.51	2.43	2.41	2.39	2.42	2.37	2.26	2.13	2.19	2.29	2.31	3.02
Ho	0.5	0.45	0.47	0.43	0.46	0.5	0.41	0.39	0.41	0.46	0.42	0.62
Er	1.31	1.21	1.19	1.18	1.21	1.35	1.10	1.07	1.08	1.17	1.18	1.69
Tm	0.18	0.17	0.16	0.18	0.19	0.2	0.17	0.14	0.15	0.18	0.17	0.25
Yb	1.33	1.05	1.17	1.19	1.17	1.24	1.07	1.05	1.05	1.19	1.17	1.86
Lu	0.17	0.17	0.17	0.19	0.20	0.21	0.17	0.14	0.15	0.17	0.17	0.28
(La/Lu) _N	10.75	10.32	9.71	8.91	8.82	9.54	10.63	12.38	11.35	9.65	10.32	10.38
(Yb) _N	5.36	4.23	4.88	4.80	4.72	5.00	4.31	4.23	4.23	4.80	4.72	7.50
(Eu/Eu*) _N	0.89	0.93	0.91	0.94	0.98	0.82	0.98	0.97	0.90	0.89	0.92	0.81

Örnek No.	Karataş Tepe Domu						Elekçioğlu Tepe Domu					
	KR-2	KR-4	KR-7	KR-8	KR-9	KR-10	EC-1	EC-2	EC-5	EC-8	EC-10	EC-12
La	29.3	29.3	27.4	30.1	30.1	31.0	27.9	27.2	25.1	26	25.4	25.6
Ce	62.0	61.4	57.1	58.8	59.9	61.5	46.4	47.3	45.1	46.8	46.6	46.8
Pr	6.84	7.02	6.62	6.39	6.38	6.75	5.26	5.13	4.74	4.85	4.81	4.81
Nd	27.1	27.3	27.0	26.2	27.1	27.8	18.5	18.6	17.1	17.5	17.2	17.2
Sm	4.6	4.7	4.0	4.3	4.3	4.8	3.4	3.4	3.1	3.1	3.2	3.3
Eu	1.20	1.18	1.17	1.26	1.22	1.29	0.87	0.78	0.79	0.72	0.78	0.77
Gd	3.08	3.18	2.94	2.80	2.86	2.90	3.04	2.81	2.51	2.67	2.73	2.74
Tb	0.42	0.44	0.40	0.41	0.38	0.46	0.45	0.38	0.41	0.39	0.37	0.41
Dy	2.06	2.03	1.96	2.01	1.99	2.07	2.30	2.42	2.25	2.21	2.36	2.17
Ho	0.38	0.41	0.36	0.38	0.38	0.39	0.50	0.48	0.46	0.47	0.44	0.45
Er	0.96	0.99	0.97	0.94	0.95	1.02	1.46	1.28	1.26	1.34	1.32	1.19
Tm	0.15	0.13	0.12	0.15	0.17	0.16	0.22	0.22	0.19	0.22	0.21	0.21
Yb	1.03	1.05	0.86	0.95	0.98	1.09	1.69	1.44	1.54	1.56	1.59	1.39
Lu	0.16	0.16	0.13	0.14	0.15	0.14	0.25	0.25	0.25	0.27	0.23	0.24
(La/Lu) _N	19.01	19.01	21.88	22.32	20.83	22.99	11.59	11.30	10.42	10.00	11.46	11.07
(Yb) _N	4.15	4.23	3.47	3.83	3.95	4.40	6.81	5.81	6.21	6.29	6.41	5.60
(Eu/Eu*) _N	0.97	0.93	1.04	1.11	1.06	1.06	0.83	0.77	0.87	0.76	0.81	0.78

* Kondirit normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır.

Tablo 3.39'un devamı

Örnek No.	Kalburcu Tepe Domu						Işık Tepe Domu					
	KB-1	KB-2	KB-7	KB-8	KB-9	KB-12	IS-2	IS-4	IS-7	IS-8	IS-9	IS-10
La	29.9	30.0	28.4	29.3	27.8	31.4	41.5	64.5	49.5	43.4	71.2	66.8
Ce	64.7	65.5	61.3	63.3	61.5	59.9	81.5	122.9	83.4	82.4	99.4	121.1
Pr	7.37	7.73	7.18	7.36	7.12	7.37	10.06	13.22	9.75	9.47	16.06	13.12
Nd	29.0	30.7	29.0	29.3	29.0	27.8	33.5	42.0	33.2	35.2	57.0	41.6
Sm	5.2	5.1	5.0	5.0	4.9	4.9	7.6	7.9	6.0	7.5	12.5	7.3
Eu	1.30	1.41	1.20	1.30	1.33	1.32	1.51	0.48	1.35	1.74	2.22	0.78
Gd	3.37	3.45	3.23	3.32	3.08	3.02	6.99	5.98	4.72	6.58	10.58	4.94
Tb	0.44	0.41	0.43	0.42	0.42	0.039	1.05	0.92	0.82	0.93	1.57	0.81
Dy	2.08	2.14	2.13	2.24	1.99	2.22	5.64	5.38	3.71	4.77	8.46	5.65
Ho	0.39	0.39	0.37	0.39	0.37	0.33	1.13	1.12	0.82	0.88	1.56	1.1
Er	0.93	0.88	0.90	0.92	0.95	0.87	3.08	3.04	2.14	2.27	4.1	3.2
Tm	0.12	0.14	0.13	0.13	0.12	0.18	0.5	0.55	0.34	0.36	0.68	0.62
Yb	0.96	0.87	0.87	0.93	0.96	0.97	3.37	3.99	2.62	2.30	4.28	3.42
Lu	0.11	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.55	0.63	0.42	0.41	0.58	0.63
(La/Lu) _N	28.22	22.25	22.68	23.40	24.05	25.08	7.83	10.63	12.24	10.99	12.74	11.01
(Yb) _N	3.87	3.51	3.51	3.75	3.87	3.91	13.59	16.09	10.56	9.27	17.26	13.79
(Eu/Eu*) _N	0.95	1.03	0.91	0.98	1.05	1.05	0.63	0.21	0.78	0.76	0.59	0.40

Örnek No.	Çatal Tepe Domu				Yenisayaca Bazaltı							Baz. daykı
	CT-2	CT-3	CT-4	CT-5	YS-1	YS-2	YS-3	YS-4	YS-7	YS-9	YS-13	V-6
La	38.7	28.5	31.1	44.6	23.1	24.2	25.2	24.4	24.7	25.9	25.3	26.6
Ce	45.1	48.0	50.6	54.9	46.8	48.0	48.3	48.6	48.7	47.1	49.8	55.7
Pr	6.73	5.34	5.79	7.69	5.27	5.40	5.36	5.42	5.72	5.84	6.08	6.63
Nd	24.2	18.7	21.8	26.9	23.0	24.1	24.3	23.7	21.2	23.8	23.4	25.8
Sm	4.3	3.3	3.9	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	4.7	4.8	5.4	5.8
Eu	0.96	0.88	1.00	1.16	1.37	1.39	1.38	1.34	1.27	1.39	1.53	1.29
Gd	3.90	3.12	3.24	4.04	3.92	4.00	4.06	4.06	4.01	4.11	5.21	4.48
Tb	0.54	0.48	0.53	0.62	0.63	0.63	0.69	0.66	0.68	0.69	0.71	0.70
Dy	2.92	2.80	2.84	3.29	3.46	3.20	3.63	3.41	3.74	3.59	3.82	3.73
Ho	0.59	0.55	0.58	0.64	0.66	0.65	0.70	0.64	0.7	0.69	0.75	0.81
Er	1.59	1.58	1.62	1.72	1.67	1.72	1.90	1.68	1.84	1.79	2.14	2.05
Tm	0.24	0.23	0.26	0.27	0.28	0.30	0.32	0.31	0.34	0.31	0.44	0.33
Yb	1.64	1.73	1.83	1.84	1.75	1.86	1.85	1.93	2.05	1.83	2.33	1.97
Lu	0.28	0.26	0.29	0.26	0.27	0.29	0.29	0.24	0.29	0.31	0.38	0.31
(La/Lu) _N	14.35	11.38	11.13	17.81	8.88	8.66	9.02	10.55	8.84	8.67	6.91	8.91
(Yb) _N	6.61	6.98	7.38	7.42	7.06	7.50	7.46	7.78	8.27	7.38	9.40	7.94
(Eu/Eu*) _N	0.72	0.84	0.86	0.80	0.97	0.97	0.96	0.91	0.89	0.96	0.88	0.77

* Kondirit normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır.

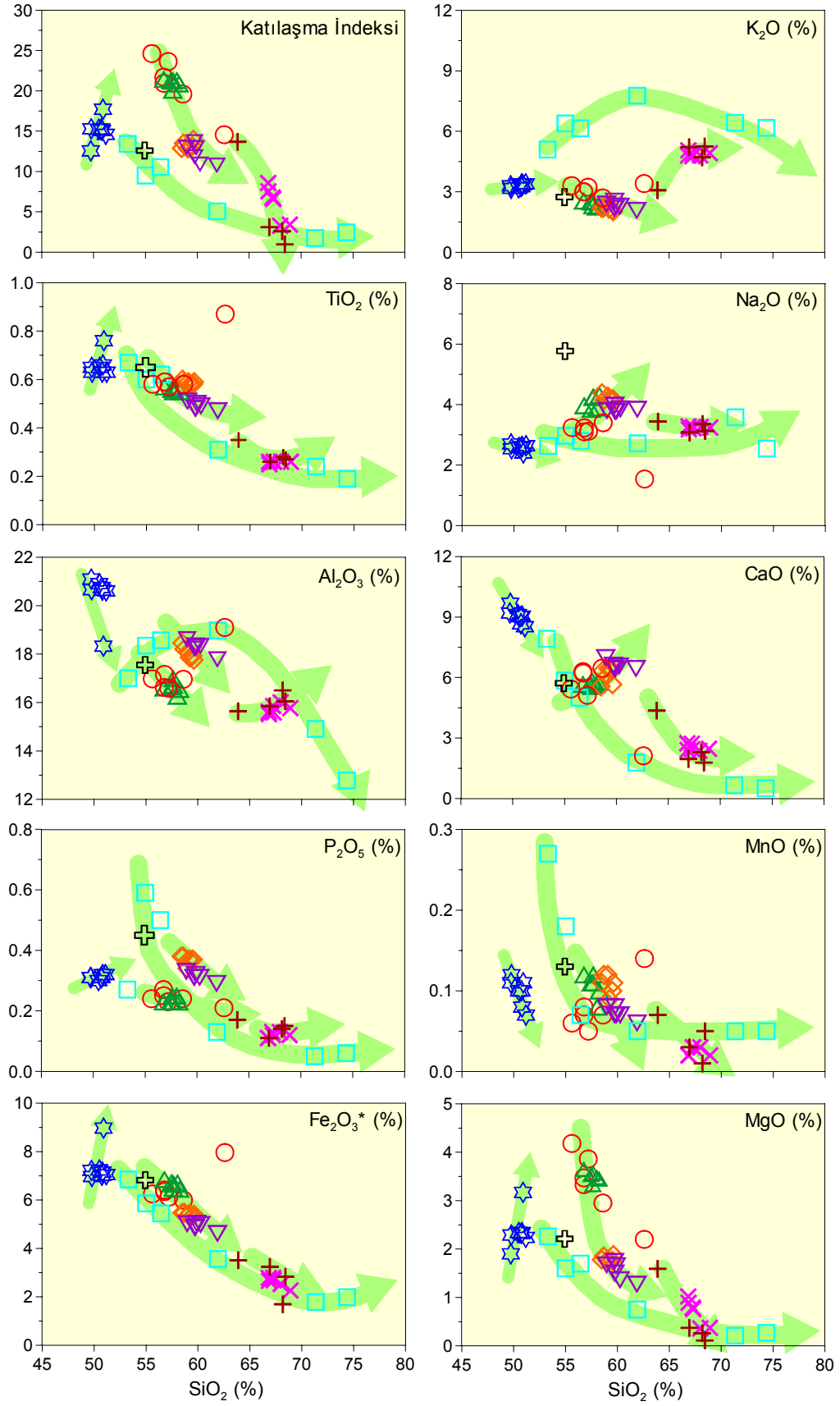
İncelenen volkanitlerde SiO_2 'ye karşı ana oksit ve iz elementlerdeki değişimler, volkanik takımları oluşturan kayaçların içerisinde gözlenen ana fenokristal fazlarının ayrılaşmasıyla ilişkilidir (Şekil 3.83 ve 3.84). Harker diyagramlarında ana oksit ve iz elementlerin büyük bir çoğunluğu SiO_2 ile çok iyi korelasyon göstermektedir. SiO_2 'ye karşı çizilen ana oksit ve iz element diyagramları, her bir takımı oluşturan kayaçlar için ayrı ayrı ele alınarak yorumlanmıştır.

ATT'nı oluşturan kayaçların tümünde SiO_2 artışıyla; Na_2O , CaO , Rb , Sr , Ba , Zr , Ce , Hf , Nb ve Th içerikleri artarak düzgün pozitif bir ilişki, TiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , Fe_2O_3^* , K_2O , MnO , MgO , Co ve Y içerikleri azalarak düzgün negatif bir ilişki göstermektedir (Şekil 3.83 ve 3.84).

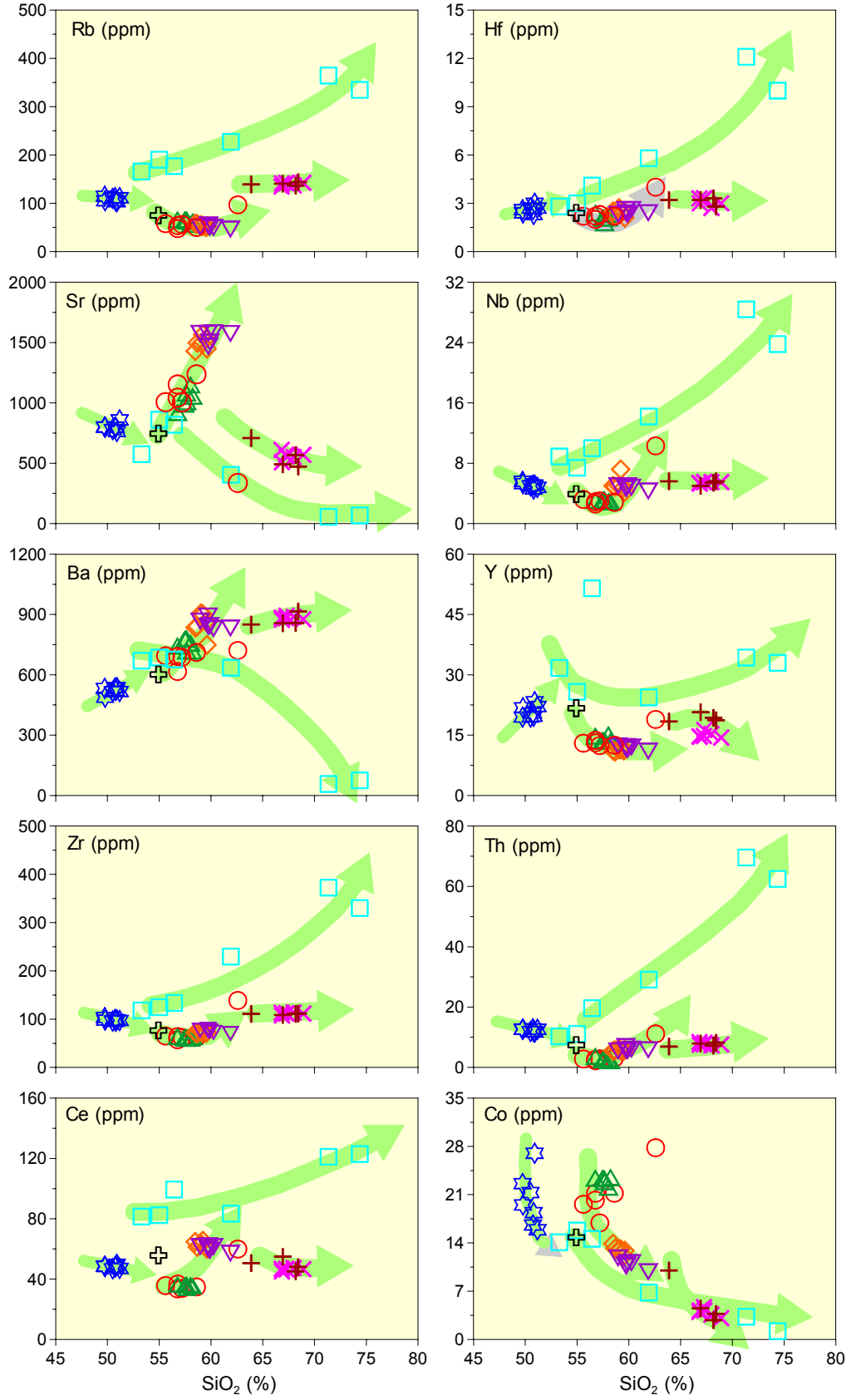
TTRT'nı oluşturan kayaçlarda, trakiandezitten riyolite kadar değişen kayaç türü mevcut olduğu için SiO_2 içeriği oldukça geniş aralıkta değişim göstermektedir. Bundan dolayı, bu kayaçlara ait harker diyagramlarında gözlenen yönsemeler oldukça belirgindir. Bu kayaçlarda SiO_2 artışıyla; Na_2O , Rb , Zr , Ce , Hf , Nb , Y ve Th içerikleri artarak pozitif bir ilişki, TiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3^* , CaO , MnO , MgO , Sr , Ba ve Co içerikleri azalarak negatif bir ilişki göstermektedir. Bu yönsemelerin dışında bazı ana oksit ve iz element içeriklerinde SiO_2 artışıyla ilk önce pozitif daha sonra da negatif bir artış söz konusudur. Bu kayaçların Al_2O_3 ve K_2O içerikleri, SiO_2 artışıyla önce bir pozitif ilişki (trakiandezitik bileşimli kayaçlarda), daha sonra ise negatif bir ilişki (trakidasidik ve riyolitik bileşimli kayaçlarda) göstermektedir. Ayrıca, bu kayaçların Y içerikleri, SiO_2 artışıyla önce bir negatif ilişki (trakiandezitik bileşimli kayaçlarda), daha sonra ise pozitif bir ilişki (trakidasidik ve riyolitik bileşimli kayaçlarda) göstermektedirler (Şekil 3.83 ve 3.84).

TDT'nı oluşturan kayaçların SiO_2 içeriği oldukça dar bir aralıkta değişmektedir. Bu kayaçlarda SiO_2 artışıyla; Al_2O_3 , P_2O_5 , K_2O , P_2O_5 , Ba ve Th içerikleri artarak pozitif bir ilişki, TiO_2 , Fe_2O_3^* , Na_2O , CaO , MnO , MgO , Sr , Ce , Hf , Y ve Co içerikleri azalarak negatif bir ilişki sunmaktadır. Ayrıca, bu kayaçlarda SiO_2 artışıyla Rb , Nb ve Zr içeriklerinde düzgün olmamakla birlikte doğrusal bir artış söz konusudur (Şekil 3.83 ve 3.84).

Trakibazalt (TB)'larda SiO_2 içeriği dar bir aralıkta değişim göstermektedir. Bu kayaçlarda SiO_2 artışıyla; TiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3^* , MgO , K_2O , Ba , Hf ve Y içerikleri artarak pozitif bir ilişki, Al_2O_3 , Na_2O , CaO , MnO , Rb , Sr , Zr , Ce , Nb , Th ve Co içerikleri azalarak negatif bir ilişki göstermektedir (Şekil 3.83 ve 3.84).



Şekil 3.83. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin SiO_2 (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.84. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin SiO₂ (%)'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitlerin ana oksit ve iz element harker diyagramlarında gözlenen pozitif ilişki, bu elementlerin muhtemelen kirlenme \pm magma karışımı nedeniyle zenginleştiklerini göstermektedir. Negatif ilişki ise ana fenokristal fazların ayrımlaşması ile açıklanmaktadır. Ayrıca, pozitif ve/veya negatif yönsemelerin tam doğrusal olmayıp, parabolik eğriler çizmesi alterasyondan ziyade, mineral fazlarının ayrımlaşmada etkili olup olmamasıyla ilişkilendirilmektedir.

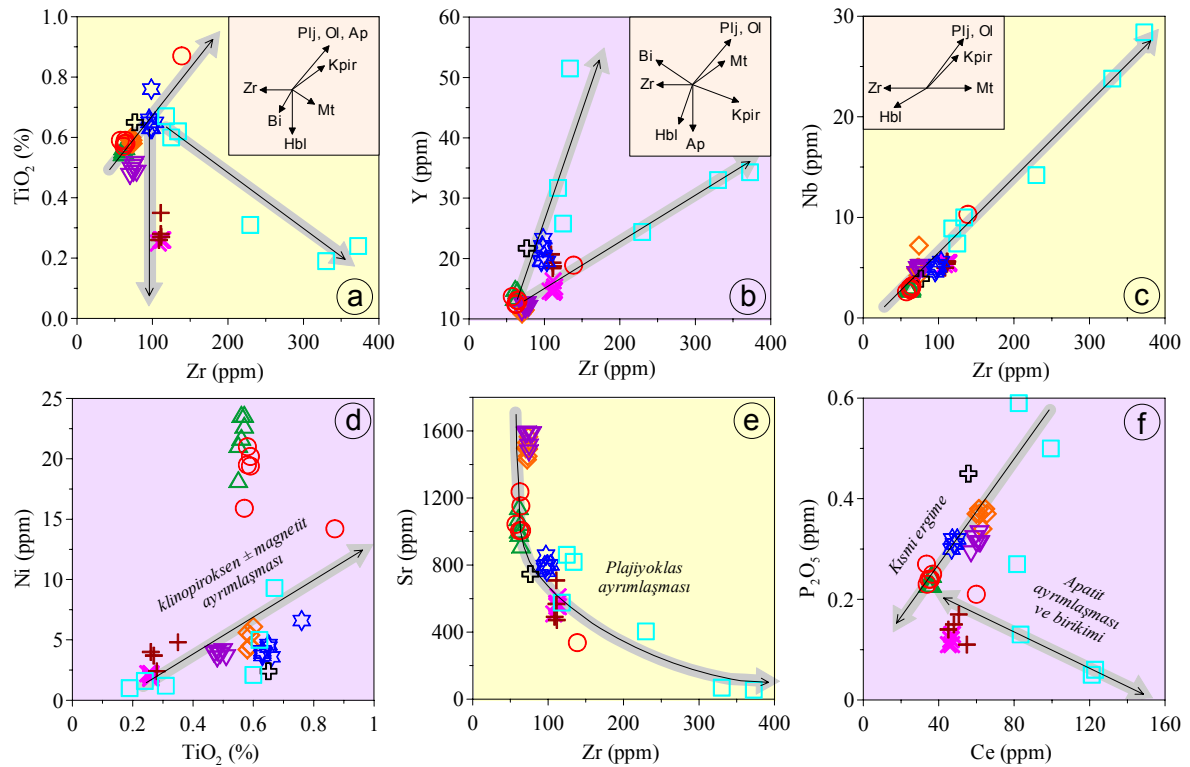
Özellikle, SiO_2 artışıyla TB'deki CaO ve Al_2O_3 azalması, ATT'deki MgO ve Al_2O_3 azalması, TTRT'deki MgO , CaO ve Al_2O_3 (kısmen) azalması ve TDT'deki MgO ve CaO azalması, bu kayaçların gelişiminde önemli ölçüde klinopiroksen ve plajiyoklas ayrımlaşmasının etkili olduğunu ifade etmektedir (Şekil 3.83 ve 3.84). Klinopiroksen ve plajiyoklas, magmanın soğuması esnasında kabuk içerisindeki magma odasında meydana gelen önemli kristalleşmelerdir. Kristallenme basıncı ile klinopiroksen/plajiyoklas oranı azalmakta (Gust ve Perfit, 1987), magmadaki su içeriği artmaktadır. Bunların yanısıra plajiyoklas oranı da azalmaktadır (Eggler, 1972; Presnall vd.,1978; Baker ve Eggler, 1983). SiO_2 artışıyla; TB'deki MnO ve Co azalması, bu kayaçların gelişiminde önemli ölçüde klinopiroksen ve magnetit ayrımlaşmasını; ortaç-asidik (ATT, TTRT ve TDT) kayaçlardaki Fe_2O_3^* , MgO , MnO ve Co azalması ise ortaç-asidik kayaçların gelişiminde hornblend ve biyotit ayrımlaşmasını ifade etmektedir (Şekil 3.83 ve 3.84).

Ortaç-asidik kayaçlar, bol olarak farklı bileşime sahip plajiyoklas mineralleri içerdiğinden, harker diyagramında dağınık bir görünüm sergilemektedir. Bu kayaçların hemen hemen tümünde gözlenen SiO_2 artışına karşın Al_2O_3 azalması (çoğunlukla ATT ve TDT), volkanik kayaçların gelişiminde hornblend ayrımlaşmasının da etkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Y'un andezitik ergiyiklerde amfibol minerali için uyumlu olduğu bilinmektedir ($D_Y^{\text{amf/erg}} = 2.5$:ortaç; Pearce ve Norry, 1979). Bu nedenle ortaç-asidik kayaçlarda gözlenen SiO_2 artışına karşın negatif Y yönsemesi, bu kayaçların gelişiminde hornblend ayrımlaşmasının etkili olduğunu ifade etmektedir. Üstelik, hornblendlerin kalk-alkalin karakterli volkanik kayaçların gelişiminde önemli bir ayrımlaşma fazı olduğu da bilinmektedir (Chawthorn ve O'Hara, 1976).

Özellikle ortaç-asidik kayaçlarda gözlenen SiO_2 artışıyla P_2O_5 , TiO_2 ve Sr içeriklerinin azalması, sırasıyla apatit, Fe-Ti oksit ve plajiyoklas ayrımlaşmasını yansıtmaktadır. Ayrıca, ortaç-asidik kayaçlardan TTRT ve TDT'yi oluşturan örneklerdeki, SiO_2 artışı ile düzgün olmamakla birlikte artan Na_2O ve K_2O yönsemeleri, genellikle kalsik plajiyoklas, klinopiroksen, biyotit ve/veya sanidin ayrımlaşmasının etkili olduğu magmatik sistemleri

ifade etmektedir. Kayaçalarda gözlenen SiO_2 artışıyla Fe_2O_3^* ve TiO_2 azalması Fe-Ti oksit ayrışmasını, artması ise Fe-Ti oksit birikimini ifade etmektedir (Şekil 3.83 ve 3.84).

Ulubey yöresindeki volkanitlerin ana oksit ve iz element çiftlerinden (Zr-TiO₂, Zr-Y, Zr-Nb, TiO₂-Ni, Zr-Sr, Ce-P₂O₅) yararlanılarak kayaçların gelişimi esnasında etkili olan mineral ayrışması ve birikimini yansıtabilecek diyagramlar çizilmiş ve hangi minerallerin ayrışmaya katıldığı belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.85). Artan Zr karşı TiO₂ içerikleri hornblend, klinopiroksen, olivin, magnetit, plajiyoklas ve apatit ayrışmasına işaret etmektedir (Şekil 3.85a). Artan Zr ile pozitif ilişki gösteren Y ve Nb ise, volkanitlerin gelişiminde hornblend, olivin, klinopiroksen, magnetit, plajiyoklas ve apatit ayrışmasının etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 3.85b ve c).



Şekil 3.85. İncelenen volkanitlerdeki ana oksit ve iz element çiftlerinden yararlanılarak çizilen mineral ayrışması ve birikimini yansıtan değişim diyagramları; (a) Zr(ppm)-TiO₂(%), (b) Zr(ppm)-Y(ppm), (c) Zr(ppm)-Nb(ppm), (d) TiO₂(%)-Ni(ppm), (e) Zr(ppm)-Sr(ppm) ve Ce(ppm)-P₂O₅(%) (Vektörler, mineral ayrışması ve birikim yönlerini göstermekte olup, Pearce ve Norry, 1979'e göredir) (Plj: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Mt: Magnetit, Zr: Zirkon, Ap: Apatit; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Ayrıca, artan TiO_2 karşı Ni klinopiroksen \pm magnetit ayrışmasının, artan Zr karşı Sr plajiyoklas ayrışmasının, artan Ce karşı P_2O_5 ise apatit ayrışması ve birikiminin kayaçların gelişiminde önemli ayrışma fazlarının olduğunu göstermektedir (Şekil 3.85d, e ve f)

Sonuç olarak; ana ve iz element değişim diyagramlarında gözlenen iyi pozitif ve negatif ilişkiler, bazik (TB) ve ortaç-asidik (ATT, TTRT ve TDT) kayaçların gelişiminde ayrışmanın oldukça etkili olduğunu ve bazik kayaçların gelişiminde klinopiroksen + plajiyoklas \pm magnetit ayrışmasının, ortaç-asidik kayaçların gelişiminde ise hornblend + biyotit + plajiyoklas \pm magnetit \pm sanidin \pm apatit ayrışmasının önemli ölçüde rol oynadığını göstermektedir (Şekil 3.83, 3.84 ve 3.85).

Genel olarak; incelenen volkanik kayaçların silis içeriği arttıkça, uyumsuz element içeriklerinin artması (Ba, Sr) ve uyumlu element içeriklerinin azalması ayrışma ile açıklanmaktadır. Bu özellik kayaçların bir ana magmadan ayrışmayla türemiş olabileceklerini ve kayaçların gelişiminde diğer magmatik olayların da (magma karışımı v.b) etkili olabileceklerine işaret etmektedir.

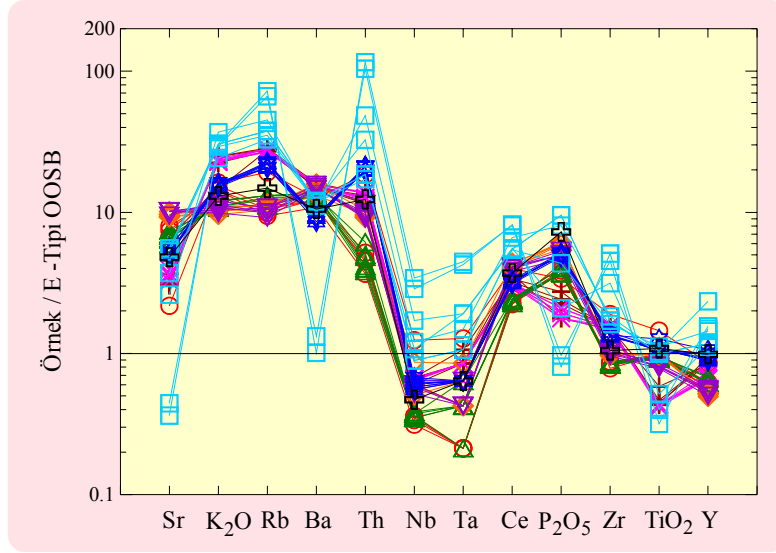
3.6.4. Uyumsuz Elementler

İncelenen volkanitlerin, iz element içerikleri zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı'na (E-Tipi OOSB; Şekil 3.86) ve tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltına (N-Tipi OOSB; Şekil 3.87) göre oranlanarak oluşturulan dağılım diyagramlarıyla ana magma özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

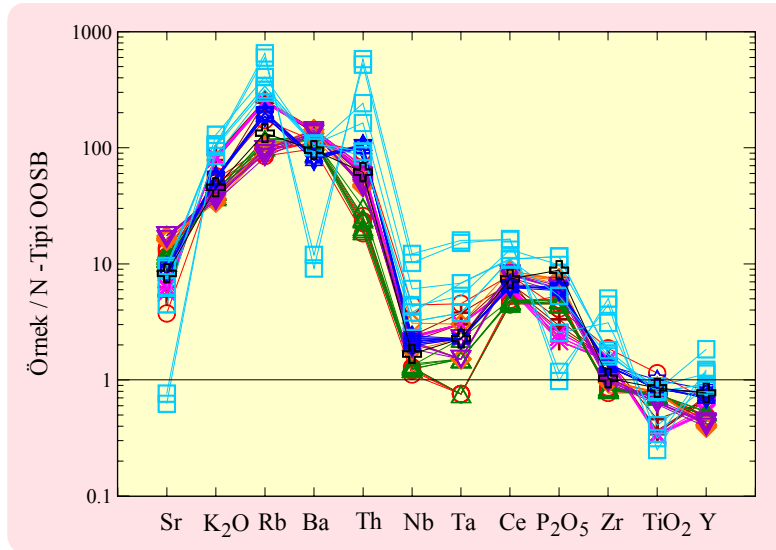
Volkanitlerin iz element dağılım diyagramlarına bakıldığında; kayaçların tümü genel olarak büyük iyon yarıçaplı litofil element (BİLE; Sr, K_2O , Rb ve Ba), Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme, bazı yüksek çekim alanlı element (YÇAE; Zr, Y ve TiO_2), Nb ve Ta içerikleri bakımından fakirleşme göstermektedir. Ayrıca, TTRT'ni oluşturan Işık Tepe Domu (IS-4 ve IS-10 nolu örnekler) örneklerinin bazıları; TB, TDT ve ATT'ni oluşturan kayaçlara göre K_2O , Rb ve Th içerikleri bakımından daha fazla zenginleşme göstermektedirler. Buna ilaveten, IS-4 ve IS-10 nolu örneklerde negatif Sr ve Ba anomalisi de gözlenmektedir (Şekil 3.86 ve 3.87).

İncelenen volkanitlerin E-Tipi ve N-Tipi OOSB'ye göre normalize (Sun ve McDonough, 1989) edilmiş iz element dağılımları; özellikle BİLE (Sr, K_2O , Rb, Ba) ve daha az oranda Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme ve bazı YÇAE (Zr, Y

ve TiO_2), Nb ve Ta konsantrasyonları bakımından tüketilme göstererek, tipik olarak yitim ile ilişkili tektonik ortamları temsil eden kayaçlarınkine benzer jeokimyasal özellikler sunarlar (Pearce vd., 1990).



Şekil 3.86. Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaçlarının E-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.87. Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaçlarının N-Tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanik kayaçların önemli bir başka özelliği de Nb, Ta ve Ti negatif anomalilerine sahip olmalarıdır. Volkanitlerin E-tipi ve N-tipi OOSB'ye kıyasla azalan Nb, Ta ve Ti içerikleri ve yüksek Th/Yb oranları (Şekil 3.86 ve 3.87), muhtemelen yitim zonundaki akışkanlar ve sedimanlar tarafından metazomatizmaya uğratılmış yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı, yitimden etkilenmiş köken magmadan türeyebileceklerini ifade etmektedir (Pearce, 1983).

Bazik ve ortaç-asidik kayaçlarda gözlenen önemli BİLE ve YÇAE zenginleşmesi ve belirgin Nb-Ta tüketilmesi (Şekil 3.86 ve 3.87), bu kayaçların tüketilmiş bir köken kaynaktan daha ziyade zenginleşmiş bir köken kaynaktan türediklerini ifade etmektedir (Rogers vd., 1995; Hochstaedter vd., 2000; Condie vd., 2002; Leat vd., 2002; Zhu vd., 2006). E- ve N-Tipi OOSB'ye kıyasla mantodan türemiş ergiyiklerdeki belirgin Nb-Ta azalmasının nedenleri; genellikle magmanın yükselimi sırasındaki kabuk kirlenmesi ve yitim ile ilişkili metazomatizma ile açıklanmaktadır.

Yüksek BİLE/YÇAE oranlarına sahip bazik (TB) ve ortaç-asidik (TDT, TTRT ve ATT) volkanitlerin tümünün iz element değişimlerinin birbirine benzerlik göstermesi (Işık Tepe IS-4 ve IS-10 nolu örneklerin düşük Sr, Ba ve P₂O₅ içeriği hariç), bunların benzer köken kaynaktan türediklerini ve daha sonra magmatik süreçlerden (ayrışma ± magma karışımı ± kabuk özümlemesi) etkilenerek geliştiklerini açıklamaktadır.

3.6.5. Nadir Toprak Elementler

İncelenen volkanik kayaçların kondrite normalize (Taylor ve McLennan, 1985) edilmiş nadir toprak element (NTE) dağılımları (Şekil 3.88) genel olarak birbirine benzerlik göstermektedir (Işık Tepe IS-4 ve IS-10 nolu örnekler hariç). Bu durum, bazik (TB) ve ortaç-asidik (TDT, TTRT ve ATT) kayaçların aynı kökenden türediklerini doğrulamaktadır.

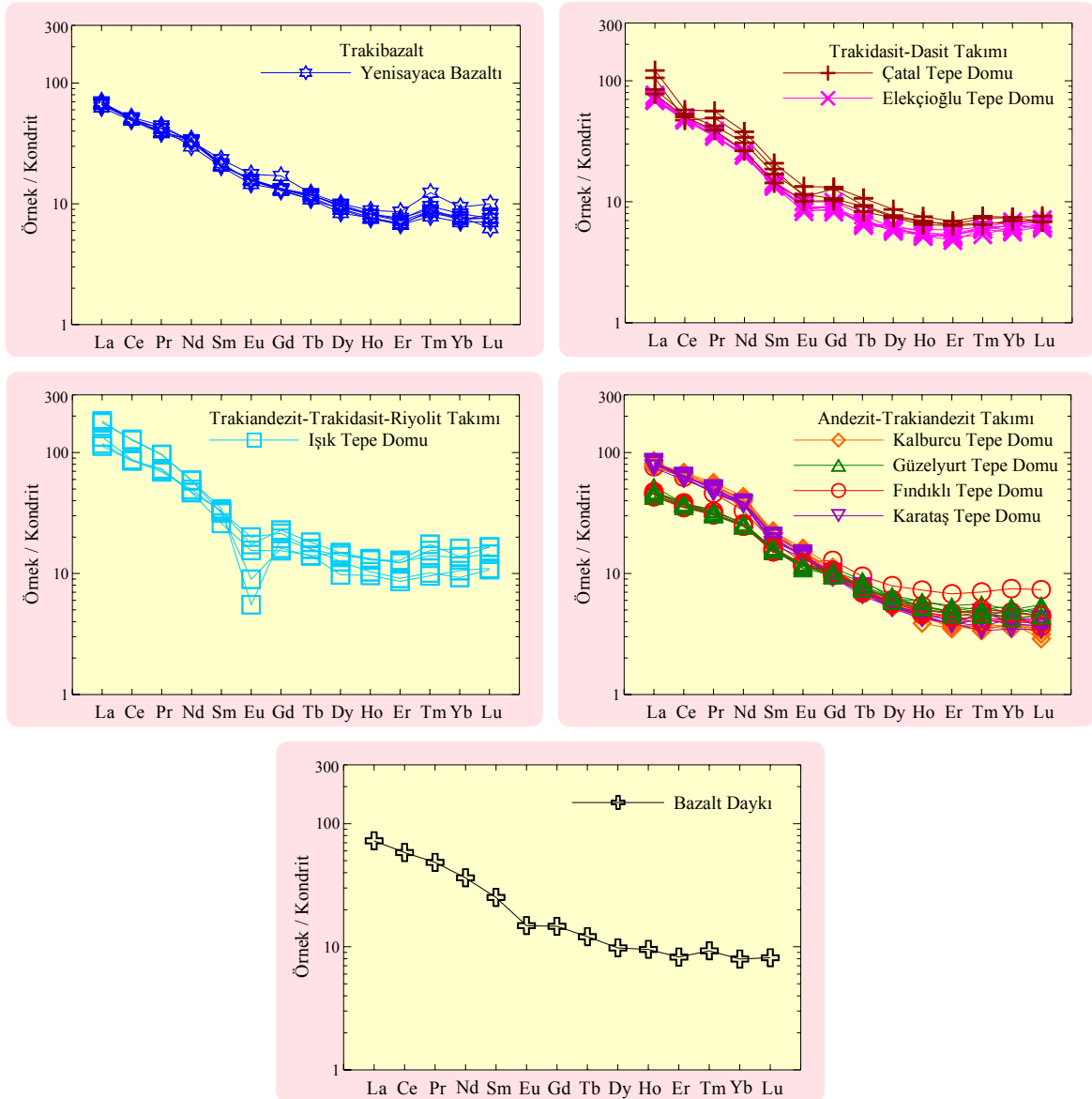
Yenisayaca Bazaltı örnekleri kondrite göre, hafif nadir toprak element (HNTE)'lerde yaklaşık 63-71 kat, ağır nadir toprak element (ANTE)'lerde ise ortalama 6-10 kat zenginleşme göstermekte olup, (La/Lu)_N oranı 7-11 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Çatal Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 78-122 kat, ANTE'lerde ise ortalama 4-7 kat zenginleşme göstermekte olup, (La/Lu)_N oranı 10-12 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Elekçioğlu Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 68-76 kat, ANTE'lerde ise ortalama 6-7 kat zenginleşme göstermekte olup,

$(La/Lu)_N$ oranı 10-12 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Işık Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 113-194 kat, ANTE'lerde ise ortalama 11-17 kat zenginleşme göstermekte olup, $(La/Lu)_N$ oranı 8-13 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Kalburcu Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 67-86 kat, ANTE'lerde ise ortalama 3-7 kat zenginleşme göstermekte olup, $(La/Lu)_N$ oranı 10-28 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Güzelyurt Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 43-52 kat, ANTE'lerde ise ortalama 4-6 kat zenginleşme göstermekte olup, $(La/Lu)_N$ oranı 9-11 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Fındıklı Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 43-76 kat, ANTE'lerde ise ortalama 4-7 kat zenginleşme göstermekte olup, $(La/Lu)_N$ oranı 10-12 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Karataş Tepe Domu örnekleri kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 75-85 kat, ANTE'lerde ise ortalama 3-4 kat zenginleşme göstermekte olup, $(La/Lu)_N$ oranı 19-23 arasında değişmektedir (Şekil 3.88). Bazalt Daykî örneği kondrite göre, HNTE'lerde yaklaşık 70 kat, ANTE'lerde ise ortalama 8 kat zenginleşme göstermekte olup, $(La/Lu)_N$ oranı 8-9 arasında değişmektedir (Şekil 3.88, Tablo 3.39).

İncelenen volkanitlerin kondrite normalize edilmiş NTE dağılımlarına bakıldığında; TB, TDT ve TTRT'ni oluşturan kayaç örneklerinde önemli derecede Eu anomalisinin olmaması, bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının fazla etkili olmadığını veya yüksek oksijen fugasitesini göstermektedir (Gill, 1981). Fakat, TDT ve TTRT'ni oluşturan kayaç örnekleri ile Bazalt Daykî'na ait kayaç örneğinde gözlenen negatif Eu anomalisinin varlığı, bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının etkili olabileceğini ifade etmektedir (Şekil 3.88). Yenisayaca Bazaltı'na ait örneklerde $(Eu/Eu^*)_N=0.88-0.97$ arasında, Çatal Tepe Domu örneklerinde $(Eu/Eu^*)_N=0.72-0.86$ arasında, Elekçioğlu Tepe Domu örneklerinde $(Eu/Eu^*)_N=0.76-0.87$ arasında, Işık Tepe Domu örneklerinde $(Eu/Eu^*)_N=0.21-0.78$ arasında, Kalburcu Tepe örneklerinde $(Eu/Eu^*)_N=0.53-1.05$ arasında, Güzelyurt Tepe örneklerinde $(Eu/Eu^*)_N=0.82-0.98$ arasında, Fındıklı Tepe Domu örneklerinde $(Eu^*/Eu)_N=0.81-0.98$ arasında ve Karataş Tepe Domu örneklerinde ise $(Eu/Eu^*)_N=0.93-1.06$ arasında değişmektedir. Bazalt Daykî'na ait örnekte ise $(Eu/Eu^*)_N=0.77$ 'dir (Şekil 3.88, Tablo 3.39).

Genel olarak, kayaçların kondritlere göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedir. Ayrıca, bu dağılımlar düşük-orta derecede zenginleşmeyle konkav şekillidir (Şekil 3.89).

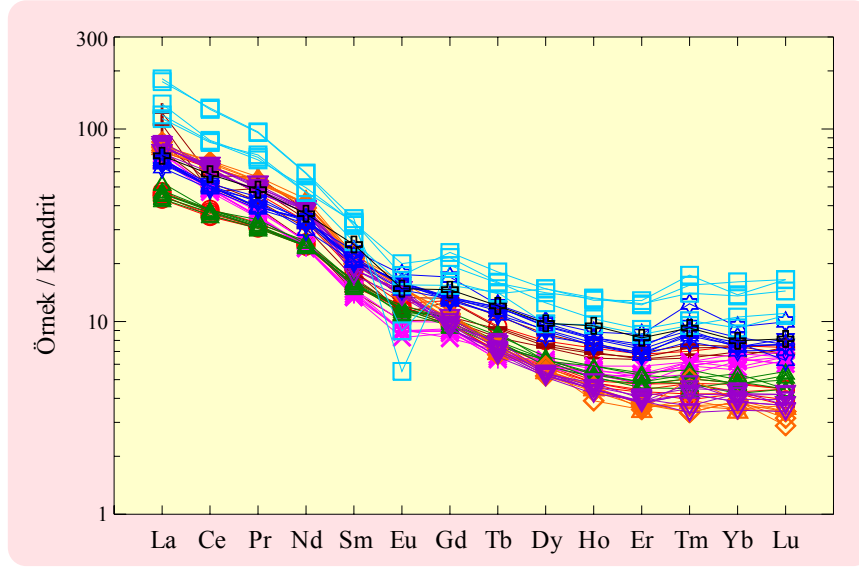
Bu özelliklerin tümü, incelenen bazik (TB-trakibazalt) ve ortaç-asidik (TDT-Trakidasit-Dasit Takımı; TTRT-Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı; ATT-Andezit-Trakiandezit Takımı) kayaların benzer kaynaklardan itibaren oluştuğunu düşündürmektedir.



Şekil 3.88. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanitlerinin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitlerde, HNTE zenginleşmesinin, ONTE (orta nadir toprak element) ve ANTE zenginleşmesine göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3.89). Bir başka ifadeyle, dağılımların orta kısmının çukur olması ve HNTE'ye doğru gidildikçe yukarıya

doğru konkav bir yapı sunması, volkanik kayaçların gelişiminde klinopiroksen ve hornblend ayrımlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir (Gill, 1981; Thompson vd., 1984; Green ve Pearson, 1985; Romick, 1987; Thirlwall vd., 1994). Volkanitlerin tümü (TTRT'nı oluşturan Işık Tepe Domu örnekleri hariç) $Yb_N < 10$ içeriğine sahiptir. Bu veri granatın manto kaynağında kalıntı faz olarak bulunduğuna işaret etmektedir.

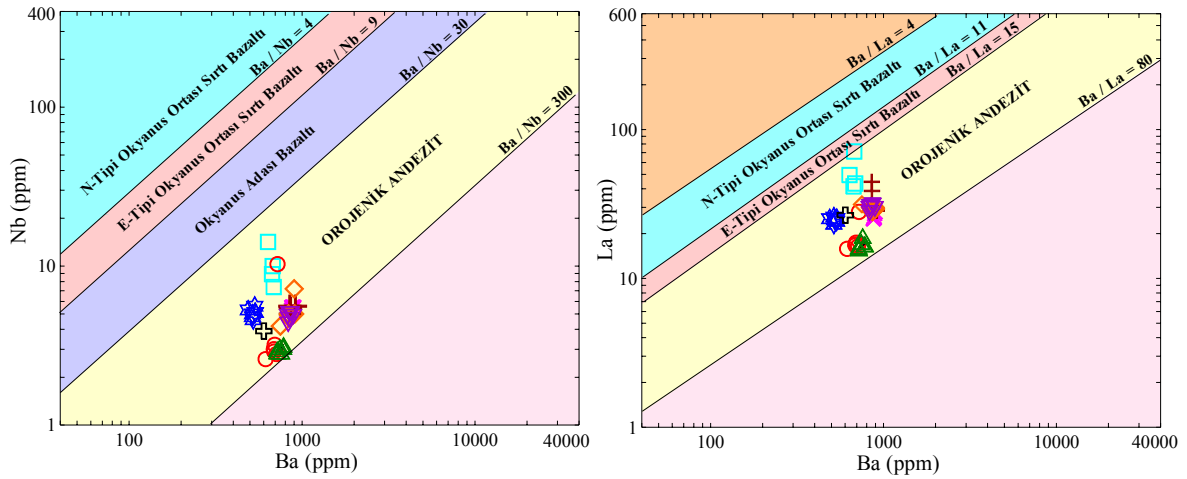


Şekil 3.89. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaçların kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

3.6.6. Tektonik Ortam

İncelenen Tersiyer volkanitlerinin N-Tipi OOSB normalize diyagramlarında negatif Nb, Ta, TiO_2 anomalileri sunması ve düşük Nb (2.6-28.4ppm), Ta (0.1-2.1ppm), Zr (57-372ppm), P_2O_5 (%0.05-0.38) ve TiO_2 (%0.2-0.9) içeriklerine sahip olması, BİLE içeriği bakımından zenginleşmiş ve HNTE içeriği bakımından orta derecede zenginleşmiş olması ve özellikle Ba/La (13-46), Ba/Nb (45-255), Zr/Nb (10-22) ve Ba/Zr (3-13) oranlarının tipik ada yayı bazaltik kayaçlarına benzerlik sunması, bu kayaçların yitim ile ilişkili volkanizmanın ürünü olduklarını doğrular niteliktedir (Saunders vd., 1980; Gill, 1981; Ewart, 1982; Pearce, 1983; Thompson vd., 1984; White ve Patchett, 1984; Saunders vd., 1991).

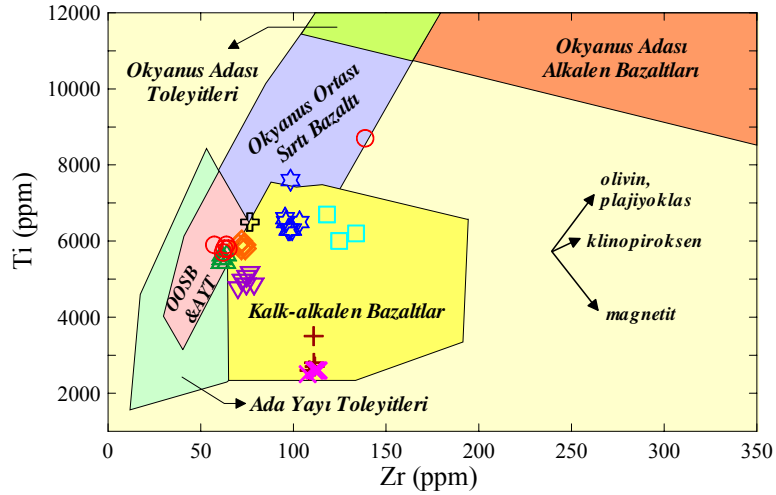
İncelenen volkanitlerin Ba (ppm)'a karşı Nb (ppm) ve La (ppm) tektonik ayırtman diyagramlarında (Şekil 3.90), volkanik kayaçlar yüksek Ba/La (>15) ve Ba/Nb (>25) oranlarıyla orojenik andezitlere benzerlik gösterirler. Ancak, bu diyagramda Fındıklı Tepe Domu ve Güzelyurt Tepe Domu volkanitleri, diğer volkanitlere kıyasla daha düşük Ba, Nb ve La içeriğine sahiptir. Bu da, benzer kökenli magmadan itibaren farklı ayırılma süreçleri ile oluştuklarına işaret eder.



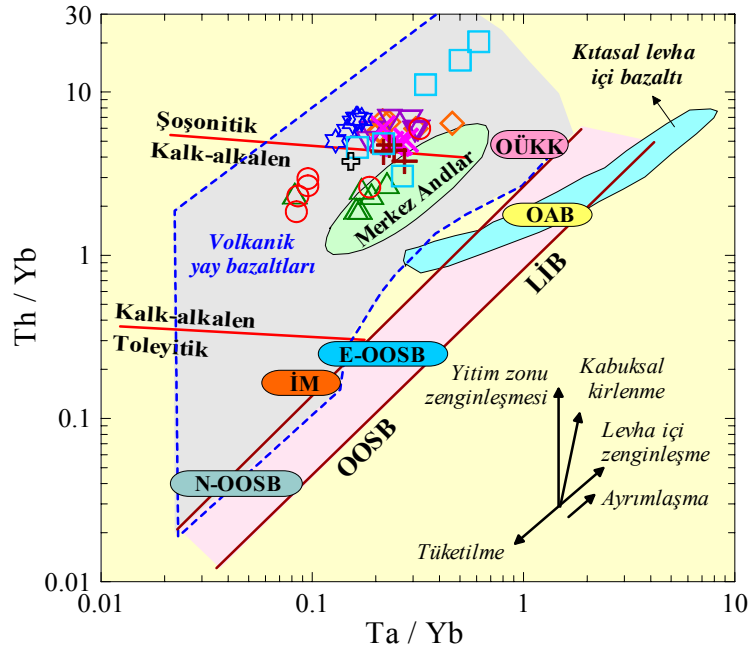
Şekil 3.90. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ba (ppm)'a karşı Nb (ppm) ve La (ppm) tektonik ortam ayırtman diyagramları. Alanlar; Perfit vd. (1980) ve Gill (1981)'e göre. (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitlerin tümü; Zr (ppm)'a karşı Ti (ppm) tektonik ayırtman diyagramında göre, genel olarak kalk-alkalen bazaltlar alanında yer almaktadırlar (Şekil 3.91). Ayrıca, diyagramda yer alan mineral ayırılma vektörleri dikkate alındığında, incelenen volkanitlerin gelişiminde klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit ayırılmasının etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Volkanik kayaçlar için bir başka tektonik ortam ayırtman diyagramı Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramıdır. Bu diyagramda incelenen volkanik kayaçlar, volkanik yay bazaltları alanına düşmektedirler. Bu veri, Ulubey volkanitlerinin oluşumuna kaynaklık eden magmanın, ilksel mantoya göre yitim zonu zenginleşmesine uğradığını ve bu kayaçların gelişiminde ayırılmanın önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir (Şekil 3.92).



Şekil 3.91. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Zr (ppm)'a karşı Ti (ppm) tektonik ortam ayırtman diyagramı. Ada Yayı Toleyitleri (AYT), Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı (OOSB), Kalk-alkalen Bazaltlar, Okyanus Adası Toleyitleri ve Okyanus adası Alkalen Bazaltları alanları; Pearce ve Cann (1973) ve Floyd ve Winchester (1975)'den; ayırma vektörleri ise Pearce ve Norry (1979)'den alınmıştır. (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.92. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ta/Yb'a karşı Th/Yb değişim diyagramı Merkez Andlar ile kıtasal levha içi bazalt (LİB) alanları, Pearce (1982; 1983)'den; OÜKK: Ortalama Üst Kıtasal Kabuk bileşimi, Wedepohl (1995)'den; İM: İlksel Manto, OAB: Okyanus Adası Bazaltı, E- ve N-OOSB: Zenginleşmiş ve Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı bileşimleri ise Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır. (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

3.7. Jeokronoloji ve İzotop Jeokimyası

3.7.1. Giriş

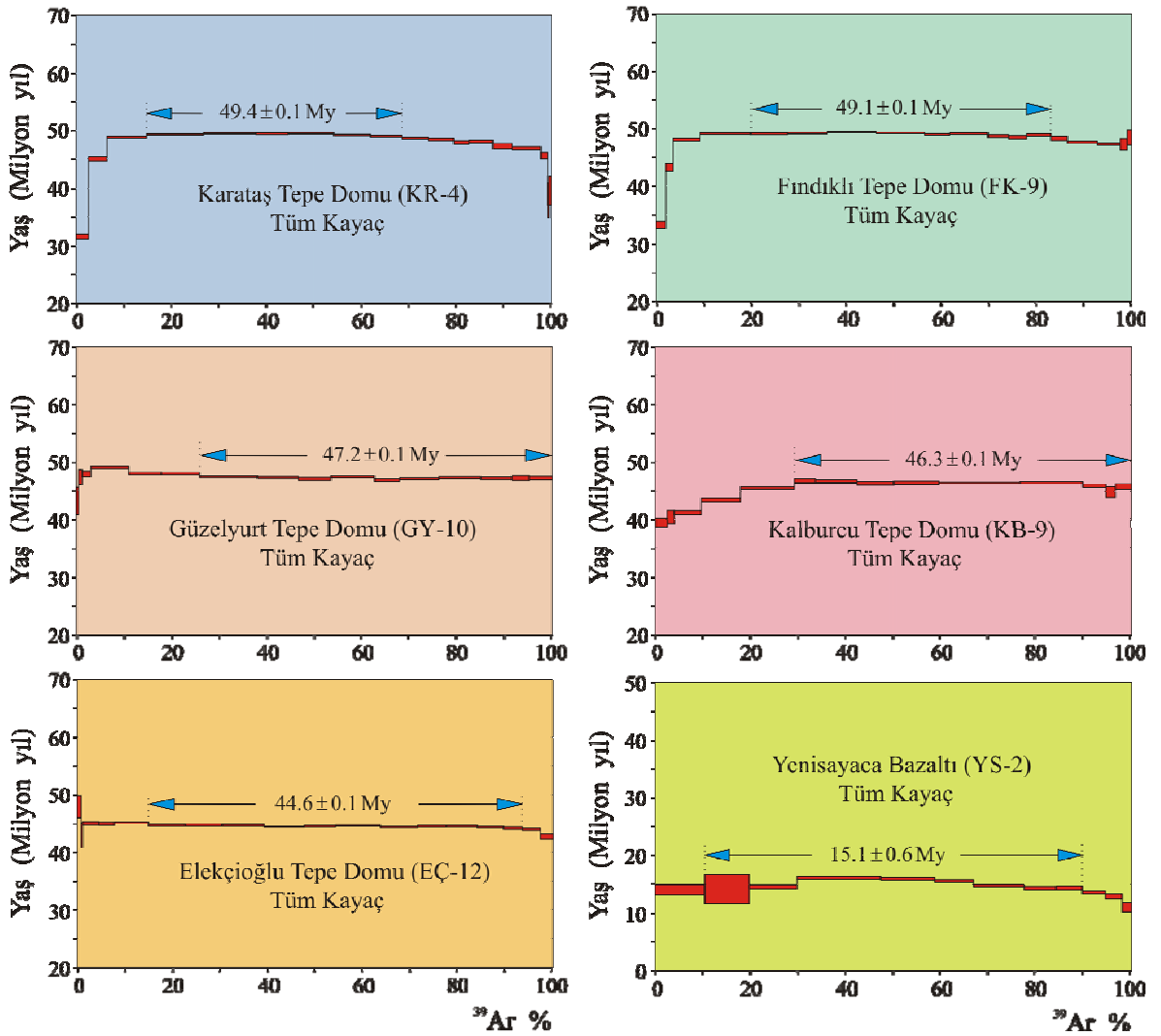
Jeolojik süreçleri araştırmak için petrojenetik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan radyojenik izotoplar, yer kabuğu ve mantonun doğası hakkında da önemli ipuçları vermektedir. Magmatik petrolojide magma kaynağının özelliklerini belirlemek için radyojenik izotoplar kullanılmaktadır. Çünkü, magmadaki izotop oranları bu magmanın olduğu kaynak bölgenin özelliklerini yansıtmaktadır. İzotop oranları sonraki ayrılaşmayla değişmeden kalabilmektedir. Böylece her bir kaynak kendine özgü izotopik bileşime sahip olmakta, bu da farklı kaynakların tanınabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, bu yaklaşımdan yola çıkılarak, izotopik bileşimleri farklı kaynaklar arasındaki karışım ve kirlenme gibi süreçler de belirlenebilmektedir (Faure, 2001; Faure ve Mensing 2005).

Analitik açıdan, bir kayaç veya mineralin izotop konsantrasyonlarının hassas bir şekilde ölçülmesi oldukça zordur. Bu nedenle ölçümler izotop oranları kullanılarak gerçekleştirilmektedir ve radyoaktif bozunmaya uğramayan (duraylı) izotop, referans izotop olarak kullanılmaktadır. Böylece, izotop miktarları elementin radyojenik izotopunun duraylı bir izotopuna oranıyla ifade edilirler. Analiz laboratuvarında ölçülen değerler kayaç örneklerinin güncel izotop oranlarını yansıtmaktadır. Bu nedenle kayaçların oluşum zamanındaki izotop oranlarını (ilksel) belirlemek için ölçülen değerler üzerinde yaş düzeltmesi yapılmıştır. Ayrıca, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranları için epsilon (ϵ) değerleri ile Nd model yaşı (T_{DM}) (Faure, 2001; Faure ve Mensing, 2005) hesaplanmıştır.

3.7.2. $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ Jeokronolojisi

İncelenen volkanitlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinden yararlanılarak, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yaşlandırması için her bir kayaç takımını ve/veya birimini temsil edecek, yüzeysel ve hidrotermal alterasyondan etkilenmemiş taze örnekler seçilmiştir. $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yaşlandırması için, Trakidasit-Dasit Takımı (Elekçioğlu Tepe Domu)'nı, Andezit-Trakiandezit Takımı (Kalburcu Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Karataş Tepe Domu)'nı ve Trakibazalt (TB-Yenisayaca Bazaltı)'ı temsilen toplam 6 adet taze ve karakteristik kayaç örneği seçilmiştir.

Bu takımlardan seçilen ve fenokristal içermeyen, sadece volkanik kayacın hamurunu temsil eden örneklerin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş spektrumları Şekil 3.93'de, analiz sonuçları ise Tablo 3.40'da verilmiştir. Ulubey yöresi volkanitlerinden bazik kayaçları (TB) temsil eden Yenısayaca Bazaltı'ndan 15.1 ± 0.6 My plato yaşı elde edilirken, ortaç ve asidik kayaçları temsil eden Trakidasit-Dasit Takımı ve Andezit-Trakiandezit Takımı'nı oluşturan kayaçlardan 44.6 ± 0.1 My ile 49.4 ± 0.1 My arasında değişen plato yaşları elde edilmiştir.



Şekil 3.93. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden, Karataş Tepe Domu (KR-4), Fındıklı Tepe Domu (FK-9), Güzelyurt Tepe Domu (GY-10), Kalburcu Tepe Domu (KB-9), Elekçioğlu Tepe Domu (EÇ-12) ve Yenısayaca Bazaltı (YS-2) örneklerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş spektrumları. Her bir sıcaklık için yaş hatası 1σ seviyesindedir ve J değerleri içerisindeki hataları kapsamazlar. J değerleri (%0.2) içerisindeki hatalar plato yaşı hesaplamalarını içermektedir

Tablo 3.40. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerine ait ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırması ölçüm verileri. $^{40}\text{Ar}_{\text{atm}}$ = atmosferik ^{40}Ar . $^{40}\text{Ar}^*$ = radyojenik ^{40}Ar . Ca = Ca nötron karşımından üretilen. K = K-nötron karşımından üretilen. Yaş (Milyonyıl) = Steiger ve Jäger (1977) tarafından önerilen bozunma sürelerini kullanarak hesaplanan zaman. Hatalar, 1σ seviyesindedir ve J parametresinin değeri içerisindeki hatayı kapsamazlar. McMaster reaktöründeki nötron ışınlaması tarafından üretilen girişim yapan izotoplar için düzeltme faktörleri $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 7.06 \times 10^{-4}$, $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 2.79 \times 10^{-4}$, $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 2.97 \times 10^{-2}$ dir.

Güzelyurt Tepe (GY-10) Tüm kayaç hamuru						
Basamak	$^{40}\text{Ar}_{\text{Atm}}$ (%)	$^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$ (%)	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}} / ^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	$^{40}\text{Ar}^* / ^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	Yaş (Milyon Yıl)	
1	64.1	0.48	0.940	2.75	43.3	± 2.4
2	23.4	0.86	0.647	3.02	47.4	± 1.3
3	13.5	1.79	0.529	3.05	47.9	± 0.5
4	5.8	7.89	0.524	3.12	49.0	± 0.2
5	6.7	6.91	0.497	3.06	48.0	± 0.2
6	3.2	8.03	0.502	3.06	48.0	± 0.2
7	5.2	12.13	0.539	3.02	47.5	± 0.1
8	5.5	8.63	0.551	3.01	47.3	± 0.2
9	4.8	6.78	0.615	3.00	47.1	± 0.3
10	3.6	9.18	0.817	3.02	47.4	± 0.2
11	3.8	5.29	0.855	2.98	46.9	± 0.2
12	3.7	8.23	0.934	3.00	47.1	± 0.2
13	3.5	8.82	0.901	3.01	47.3	± 0.2
14	5.2	6.58	1.000	3.01	47.2	± 0.2
15	10.5	3.61	2.104	3.01	47.2	± 0.4
Füzyon	12.8	4.81	4.283	3.01	47.2	± 0.3
Kalburcu Tepe (KB-9) Tüm kayaç hamuru						
Basamak	$^{40}\text{Ar}_{\text{Atm}}$ (%)	$^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$ (%)	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}} / ^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	$^{40}\text{Ar}^* / ^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	Yaş (Milyon Yıl)	
1	36.0	2.50	0.311	2.50	39.5	± 0.8
2	18.4	1.58	0.227	2.57	40.5	± 1.2
3	16.0	5.65	0.241	2.62	41.2	± 0.4
4	9.2	8.23	0.292	2.76	43.4	± 0.3
5	6.2	11.31	0.401	2.89	45.5	± 0.2
6	4.7	4.38	0.569	2.97	46.7	± 0.4
7	10.0	8.75	0.775	2.97	46.7	± 0.3
8	21.1	7.75	0.826	2.94	46.3	± 0.3
9	14.6	9.44	0.710	2.95	46.4	± 0.3
10	4.6	17.01	0.698	2.95	46.4	± 0.1
11	3.7	13.17	0.890	2.95	46.4	± 0.2
12	6.1	4.92	1.438	2.92	45.9	± 0.3
13	10.6	1.93	4.029	2.85	44.8	± 1.0
Füzyon	10.9	3.36	4.546	2.91	45.8	± 0.5

Tablo 3.40'in devamı

Fındıklı Tepe (FK-9) Tüm kayaç hamuru						
Basamak	$^{40}\text{Ar}_{\text{Atm}}(\%)$	$^{39}\text{Ar}_{\text{K}}(\%)$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	Yaş (Milyon Yıl)	
1	46.9	2.01	0.325	2.11	33.3	± 0.6
2	15.5	1.59	0.317	2.75	43.3	± 0.7
3	6.7	5.67	0.389	3.06	48.1	± 0.2
4	3.2	10.66	0.382	3.12	49.1	± 0.1
5	2.8	7.64	0.352	3.12	49.1	± 0.2
6	2.3	8.39	0.395	3.13	49.2	± 0.1
7	1.8	10.40	0.477	3.14	49.4	± 0.1
8	2.0	10.14	0.601	3.13	49.3	± 0.1
9	2.0	5.18	0.688	3.11	49.0	± 0.1
10	1.7	8.11	0.898	3.12	49.1	± 0.2
11	2.7	4.38	1.082	3.09	48.7	± 0.2
12	3.7	3.83	1.196	3.08	48.5	± 0.3
13	6.0	5.07	1.210	3.11	48.9	± 0.2
14	9.5	3.48	0.828	3.07	48.3	± 0.4
15	7.6	6.24	0.640	3.03	47.6	± 0.2
16	4.5	4.90	0.851	3.00	47.3	± 0.2
17	6.3	1.37	1.978	3.00	47.3	± 1.0
Füzyon	9.3	0.93	11.844	3.08	48.4	± 1.3
Elekçioğlu Tepe (EC-12) Tüm kayaç hamuru						
Basamak	$^{40}\text{Ar}_{\text{Atm}}(\%)$	$^{39}\text{Ar}_{\text{K}}(\%)$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	Yaş (Milyon Yıl)	
1	79.9	0.86	0.268	3.05	47.9	± 1.9
2	55.6	0.37	0.256	2.73	43.0	± 2.2
3	17.8	3.38	0.269	2.87	45.1	± 0.3
4	5.0	3.20	0.254	2.86	45.0	± 0.3
5	3.0	7.15	0.236	2.87	45.2	± 0.1
6	2.3	7.79	0.205	2.84	44.7	± 0.1
7	1.3	7.71	0.188	2.85	44.8	± 0.2
8	1.0	8.80	0.176	2.84	44.7	± 0.2
9	0.8	8.44	0.164	2.83	44.5	± 0.1
10	0.6	6.65	0.152	2.83	44.6	± 0.1
11	0.4	9.42	0.144	2.84	44.7	± 0.1
12	0.8	7.75	0.125	2.82	44.4	± 0.1
13	0.5	6.05	0.109	2.83	44.6	± 0.2
14	0.3	6.52	0.100	2.83	44.6	± 0.2
15	0.5	5.55	0.101	2.82	44.4	± 0.2
16	0.8	3.84	0.114	2.81	44.2	± 0.2
17	1.3	3.88	0.138	2.80	44.0	± 0.2
Füzyon	6.4	2.64	0.306	2.72	42.8	± 0.5

Tablo 3.40'in devamı

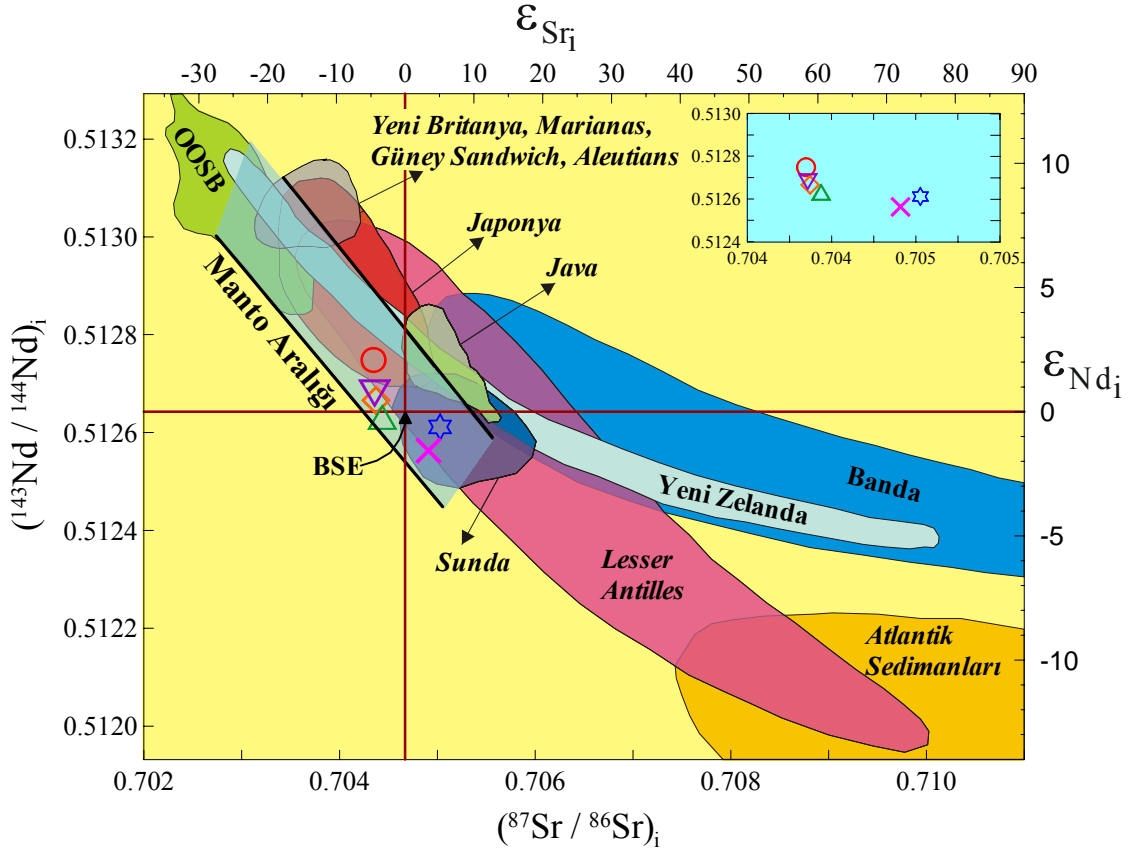
Karataş Tepe (KR-4) Tüm kayaç hamuru						
Basamak	$^{40}\text{Ar}_{\text{Atm}} (\%)$	$^{39}\text{Ar}_{\text{K}} (\%)$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	Yaş (Milyon Yıl)	
1	63.1	2.61	0.243	1.99	31.5	± 0.5
2	21.3	3.95	0.219	2.86	45.1	± 0.3
3	11.0	8.31	0.248	3.10	48.9	± 0.2
4	7.6	11.96	0.261	3.13	49.3	± 0.1
5	5.8	11.00	0.305	3.15	49.5	± 0.1
6	5.1	6.81	0.350	3.14	49.5	± 0.2
7	4.4	9.56	0.473	3.15	49.5	± 0.1
8	4.3	7.67	0.597	3.13	49.2	± 0.1
9	4.8	6.66	0.805	3.12	49.0	± 0.1
10	5.7	5.56	1.039	3.09	48.7	± 0.2
11	7.7	5.34	1.346	3.08	48.5	± 0.2
12	10.7	3.26	1.630	3.05	47.9	± 0.3
13	26.2	4.95	2.313	3.05	48.1	± 0.3
14	42.2	4.11	2.063	3.00	47.3	± 0.4
15	19.0	6.04	2.101	2.98	46.9	± 0.2
16	18.2	1.39	5.237	2.90	45.6	± 0.6
17	46.3	0.35	24.549	2.40	37.9	± 3.0
Füzyon	39.2	0.47	25.787	2.51	39.5	± 2.6
Yenisayaca Bazaltı (YS-2) Tüm kayaç hamuru						
Basamak	$^{40}\text{Ar}_{\text{Atm}} (\%)$	$^{39}\text{Ar}_{\text{K}} (\%)$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$	Yaş (Milyon Yıl)	
1	82.4	10.44	0.224	0.88	14.0	± 0.9
2	75.7	9.33	0.205	0.89	14.1	± 2.5
3	71.2	10.12	0.223	0.92	14.5	± 0.3
4	60.1	17.47	0.282	1.02	16.1	± 0.2
5	52.6	11.31	0.356	1.01	15.9	± 0.2
6	47.1	8.21	0.524	0.98	15.6	± 0.2
7	41.6	10.62	1.026	0.93	14.7	± 0.2
8	37.9	6.70	1.706	0.90	14.3	± 0.3
9	28.8	5.49	2.115	0.90	14.3	± 0.3
10	30.7	4.83	2.177	0.86	13.6	± 0.3
11	39.6	3.58	2.802	0.81	12.9	± 0.4
Füzyon	51.5	1.90	7.497	0.69	11.0	± 0.9

3.7.3. Sr ve Nd İzotop Jeokimyası

Ulubey yöresindeki bazik, ortaç ve asidik kayalar, birbirine benzer dar bir aralıkta değişim gösteren Sr ve Nd izotopik bileşimlerine sahiptirler. Bazik kayalar (TB-trakibazaltlar)'ın ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranı 0.705027, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranı 0.512611, ϵNd_i değeri -0.26, hesaplanan Nd model yaşı [T_{DM}] ise 920 My'dır. Ortaç ve asidik kayalar (TDT ve ATT'nı oluşturan kayalar)'ın ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları 0.704347-0.704909 arasında, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranları 0.512563-0.512748 arasında, ϵNd_i değerleri -0.81 ile +2.83 arasında, hesaplanan Nd model yaşları [T_{DM}] ise 490-780 My arasında değişmektedir (Tablo 3.41). Dikkat çekici unsurlardan biri, incelenen volkanitlerden bazılarının (Kalburcu Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu ve Karataş Tepe Domu) pozitif (+) ϵNd_i değerlerine, bazılarının (Elekçioğlu Tepe Domu ve Yenısayaca Bazaltı) ise yüksek ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranlarına ve negatif (-) ϵNd_i değerlerine sahip olmalarıdır.

Petrojenetik olarak; Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin düşük ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranlarına ve pozitif (+) ϵNd_i değerlerine sahip olması, bu kayaların tüketilmiş bir manto kaynağından türediğine ve/veya tüketilmiş bir mantodan türeyen en son üye olduklarına işaret etmektedir. Yüksek ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları ve negatif (-) ϵNd_i değerleri ise; volkanitlerin yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleşmiş bir manto kaynağından türediklerini, bir başka deyişle manto kaynağındaki kabuk bileşimi katkısını ifade etmektedir (Faure ve Mensing, 2005). Sr ve Nd izotopik bileşimleri açısından incelenen volkanitler arasında çok önemli bir farklılık görülmemektedir. Bu durum, bazikten asidiğe kadar değişen bileşime sahip Ulubey (Ordu) volkanitlerinin benzer kökene sahip olduklarını, yani aynı kaynaktan türediklerini yansıtmaktadır.

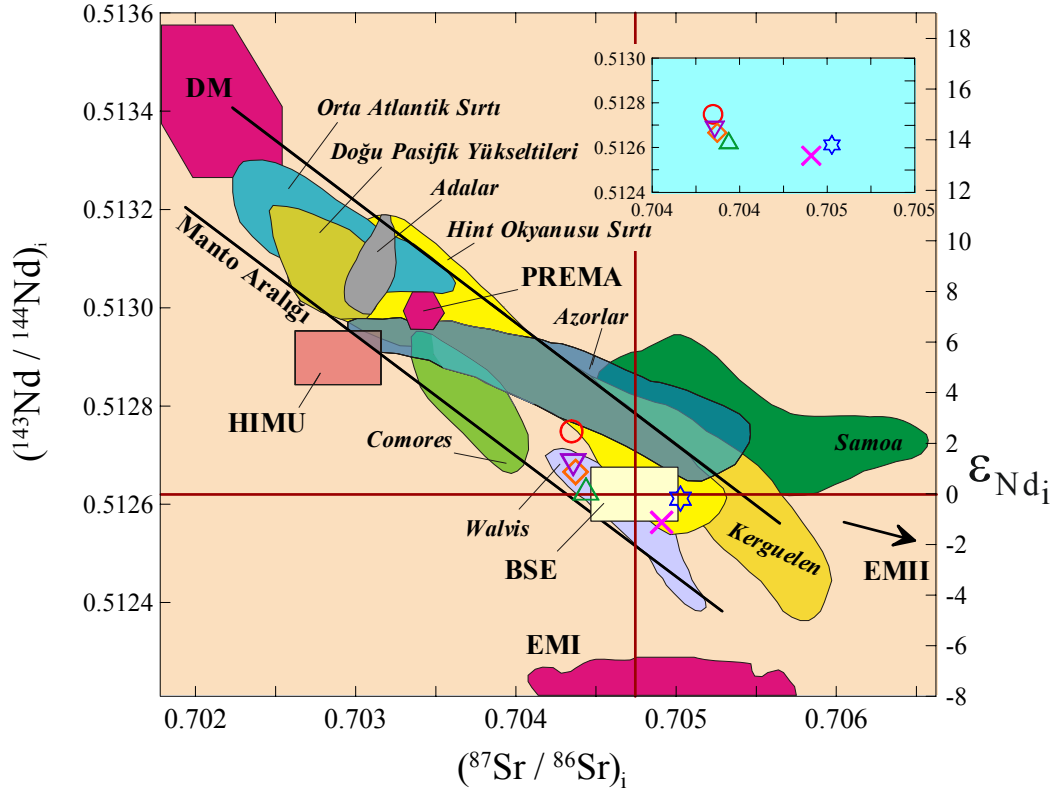
İncelenen volkanitler, ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i ve ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranlarıyla, özellikle OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) ve OAB (Okyanus Adası Bazaltı) gibi manto kökenli kayalara benzerlik gösterirler. Volkanitlerin Sr ve Nd izotopik bileşimleri çeşitli bölgelerdeki yay volkanitleriyle karşılaştırıldıklarında, Sunda yay volkanitleri ve Lesser Antilles volkanitlerinin çakıştığı alanda yer aldıkları görülmektedir (Şekil 3.94).



Şekil 3.94. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'le karşı $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ izotop diyagramındaki konumları. OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) ve Manto Aralığı alanları; Wilson (1989), Arculus ve Powell (1986), Gill (1981) ve McCulloch vd. (1994)'den; Atlantik Sedimanları alanı ise White vd. (1985)'den; BSE (Toplam Silikat Yerküre), Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitler; Zindler ve Hart (1986)'ın genç okyanusal bazaltik kayaçların Sr ve Nd izotopik bileşimlerine dayanarak tanımladıkları farklı manto kaynaklarından DM (Tüketilmiş Manto), HIMU (μ -değeri veya $(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})$ oranı yüksek olan manto kaynağı) ve PREMA (Prevalent Mantle: Ortalama Manto)'dan daha yüksek $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranlarına sahip olup, Hint Okyanusu Sırtı ve Walvis volkanitlerine benzerlik gösterirler (Şekil 3.95).

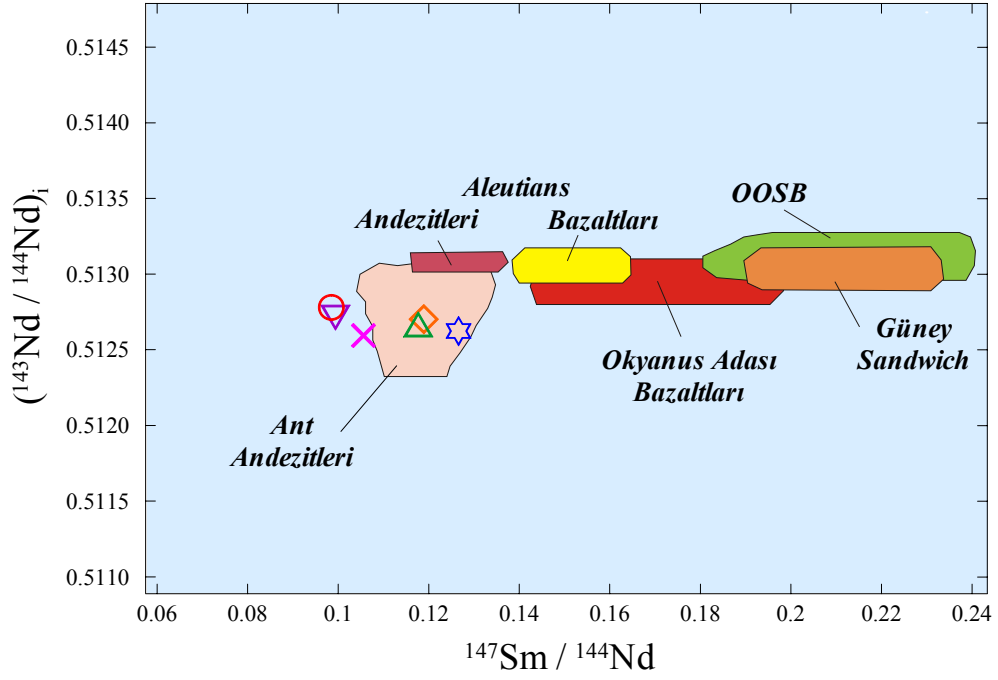
Örneklerin Sr-Nd izotopları korelasyon diyagramında, sol üst köşede ve uyumsuz element içeriği bakımından tüketilmiş rezervuarları gösteren yönseme üzerinde yer alması, incelenen volkanitlerin gelişiminde kıtasal kabuğun etkisinin fazla olmadığını göstermektedir (Şekil 3.94 ve 3.95).



Şekil 3.95. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ izotop diyagramındaki konumları. EMI ve EMII (Zenginleşmiş Manto I ve II), HIMU (μ -değeri veya $(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})$ oranı yüksek olan manto kaynağı), DM (Tüketilmiş Manto), BSE (Toplam Silikat Yerküre), PREMA (Ortalama Manto), Manto Aralığı alanları, White (1985), Zindler ve Hart (1986), Hart vd. (1992)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

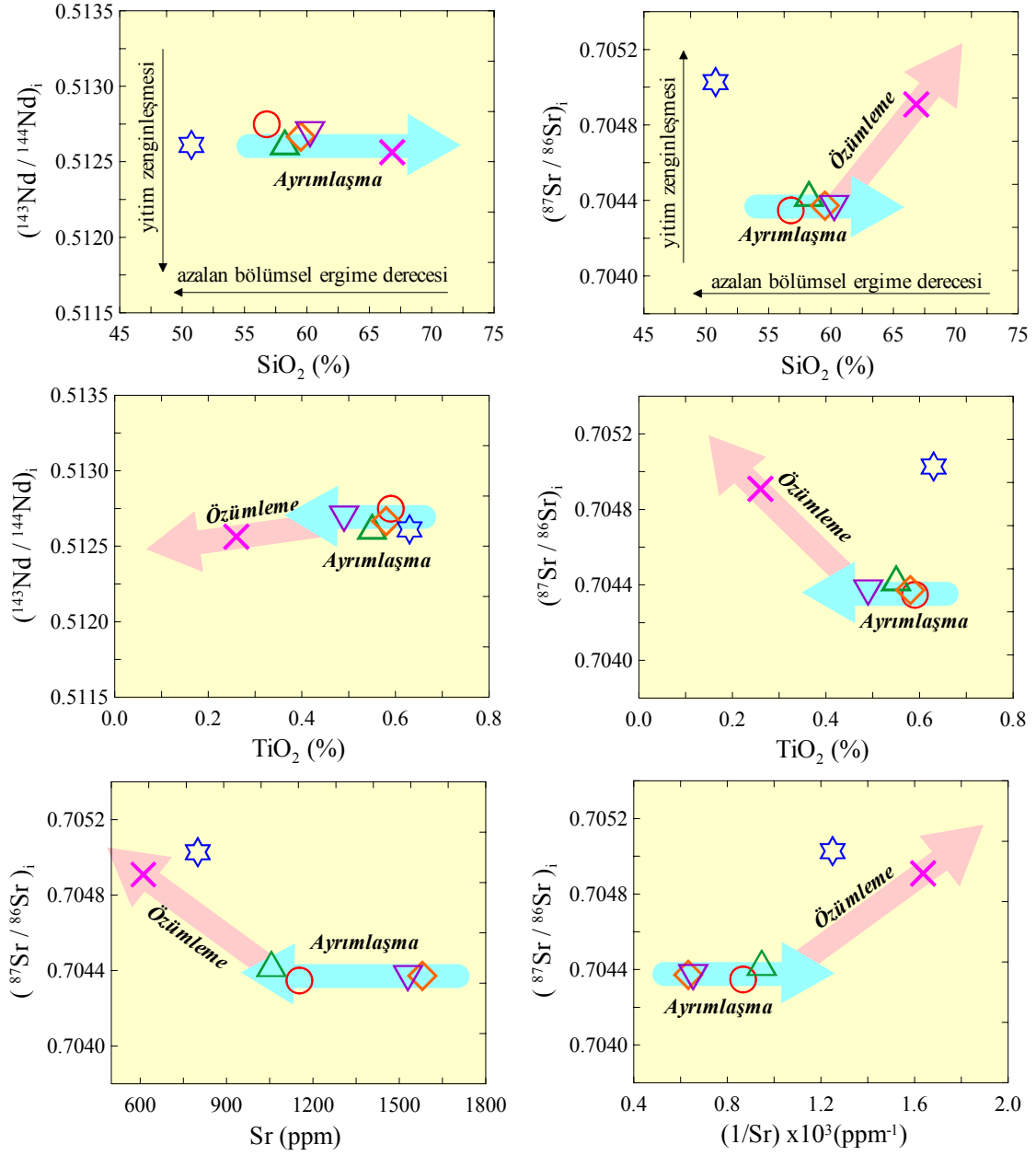
İncelenen volkanitlerin $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ karşı $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramı dikkate alındığında (Şekil 3.96), volkanitlerin OOSB ve OAB'den kısmen daha düşük $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ oranlarıyla Ant Andezitleri'ne benzer izotopik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ 'e karşı SiO_2 (%) ile $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'le karşı SiO_2 (%), Sr (ppm) ve $(1/\text{Sr}) \times 10^3 \text{ ppm}^{-1}$ diyagramları Şekil 3.97'de gösterilmiştir ve bu izotop verilerine ait oranlar ile seçilen ana oksit ve iz elementlere ait kimyasal analizler Tablo 3.41'de verilmiştir. Volkanik kayalara ait $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranı bazik kayalarda 0.705027, ortaç ve asidik kayalarda ise 0.704347-0.704909 arasında değişmekte olup, tipik olarak manto-kabuk sınırındaki kaynak alanını göstermekte ve özellikle 0.705 değerinden küçük olanlar ise tipik olarak manto değerini yansıtmaktadır.



Şekil 3.96. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 'a karşı $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramındaki konumları. Alanlar, Goldstein ve O'Nions (1984)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Şekil 3.97'deki diyagramlara göre; incelenen volkanitlerin artan SiO_2 (%) ve $(1/\text{Sr}) \times 10^3 (\text{ppm}^{-1})$ 'e karşı sabit kalan $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ ve $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranları ATT'yi oluşturan kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın etkili olduğuna, artan $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranlarının ise ATT'den TDT'ye özümlemenin etkili olduğuna işaret etmektedir. Azalan TiO_2 (%) ve Sr (ppm)'a karşı sabit kalan $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ ve $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranları yine, ATT'yi oluşturan kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın etkili olduğunu, artan $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranları ise ATT'den TDT'ye özümlemenin etkili olduğunu ve bu kayaçların yitimden etkilenmiş aynı kökenden türediklerini ifade etmektedir (Şekil 3.97).



Şekil 3.97. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ 'e karşı SiO_2 (%) ve TiO_2 (%) ile $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı SiO_2 (%), TiO_2 (%), Sr (ppm) ve $(1/\text{Sr}) \times 10^3$ (ppm $^{-1}$) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Tablo 3.41. Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik kayaların SiO₂ (%), Rb (ppm), Sr (ppm), 1/Sr*10³ (ppm-1), Sm (ppm) ve Nd (ppm) içerikleri ve ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş, Rb-Sr ve Sm-Nd izotopik verileri

Örnek Yeri ve Numarası	Kayaç Adı	SiO ₂ (%)	Rb (ppm)	(1/Sr)*10 ³ (ppm ⁻¹)	Sr (ppm)	Sm (ppm)	Nd (ppm)	Yaş verileri		Rb ve Sr- izotopik verileri				Sm ve Nd- izotopik verileri			
								⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar (My)	⁸⁷ Rb / ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr / ⁸⁶ Sr ± 2σm	(⁸⁷ Sr / ⁸⁶ Sr) _i	εSr _i	¹⁴⁷ Sm / ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd / ¹⁴⁴ Nd ± 2σm	(¹⁴³ Nd / ¹⁴⁴ Nd) _i	εNd _i	T _{DM} (My)
Yenisayaca Bazaltı (YS-2)	Trakibazalt	50.74	112	1.250	800	3.69	17.62	15.1±0.6	0.4050	0.705114 ± 0.000009	0.705027	+3.22	0.1266	0.512624 ± 0.000004	0.512611	-0.26	920
Elekçiöğlü Tepe Domu (EC-12)	Trakidasit	66.83	135	1.637	611	2.77	15.85	44.6±0.1	0.6391	0.705314 ± 0.000008	0.704909	+1.55	0.1056	0.512594 ± 0.000004	0.512563	-0.81	780
Kalburcu Tepe Domu (KB-9)	Trakiandezit -Andezit	59.51	49.7	0.633	1580	5.26	26.74	46.3±0.1	0.0910	0.704432 ± 0.000008	0.704372	-6.07	0.1189	0.512702 ± 0.000003	0.512666	+1.29	720
Güzelyurt Tepe Domu (GY-10)	Andezit	58.23	62	0.947	1056	3.32	17.03	47.2±0.1	0.1698	0.704551 ± 0.000007	0.704437	-5.15	0.1177	0.512668 ± 0.000004	0.512632	+0.63	770
Fındıklı Tepe Domu (FK-9)	Trakiandezit -Andezit	56.78	53.5	0.867	1153	2.93	17.99	49.1±0.1	0.1342	0.704441 ± 0.000007	0.704347	-6.42	0.0985	0.512780 ± 0.000004	0.512748	+2.83	490
Karataş Tepe Domu (KR-4)	Trakiandezit -Andezit	60.25	50.6	0.654	1530	4.17	25.40	49.4±0.1	0.0957	0.704425 ± 0.000007	0.704358	-6.27	0.0994	0.512712 ± 0.000003	0.512680	+1.50	580

Not: İncelenen volkanitlerin ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşlandırmasına göre elde edilen yaşlara göre yapılan Sr ve Nd izotopik bileşimlerindeki düzeltmeler;

(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i = (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀ - [(⁸⁷Rb/⁸⁶Sr)_x(e^{-λt}-1)], (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i = (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)₀ - [(¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd)_x(e^{-λt}-1)] formülleri ile hesaplanmıştır (Faure, 2001; Faure ve Mensing 2005).

λ(⁸⁷Rb)=1.42x10⁻¹¹y⁻¹; λ(¹⁴⁷Sm)=6.54x10⁻¹²y⁻¹; t = yaş (milyonyıl)'dır.

Hesaplanan ε_{Sr}, ε_{Nd} ve T_{DM} (model yaşı) değerleri ise; ε_{Sr} = ((⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_{örnek}/⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_{CHUR}-1)x10⁴; ε_{Nd} = ((¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{örnek}/¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd_{CHUR}-1)x10⁴;

T_{DM}=(1/λ)xln[((¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{örnek}/¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd_{DM})/((¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd)_{örnek}/¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd_{DM})+1] formülleri ile hesaplanmıştır (Faure, 2001; Faure ve Mensing 2005).

(¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{DM}=0.51315, (¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd)_{DM}=0.2137'dir. CHUR (Chondritic Uniform Reservoir): Kondiritik üniform rezervuar; DM (Depleted Mantle):Tüketilmiş Manto

3.8. Volkanik Kayaçların Petrojenezi

3.8.1. Giriş

Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile izotopik verileri, bu kayaçların bileşimlerinin ilksel magmaya göre oldukça farklılaşmış olduğunu, kıtasal kabuktaki bir magma odasının gelişimi sırasında ayrımlaşma \pm magma karışımı \pm özümleme gibi magmatik olaylarla geliştiklerini ve muhtemelen aynı köken magmadan türediklerini göstermektedir. Bu yaklaşımlar göz önüne alınarak, incelenen volkanitlerin petrojenezinde magmatik süreçlerin önemi ve rolü araştırılmış ve bu kayaçların gelişimindeki süreçler yorumlanmaya çalışılmıştır.

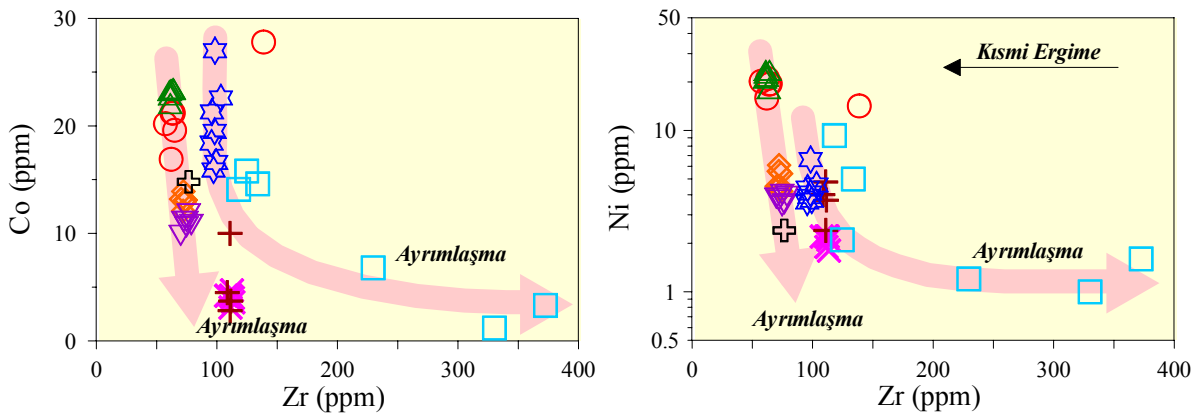
3.8.2. Kısmi Ergime

Genellikle ada yaylarında gelişen magmanın, yiten litosferik kabuğun üstünde bulunan manto kamasının kısmi ergimesiyle oluştuğu kabul edilmektedir. Diğer bir deyimle, ada yayı magmaları, izotopik bakımdan heterojen kabuk ve akışkanlar tarafından çeşitli derecelerde metazomatizmaya uğratılmış, manto lerzolitinin kısmi ergimesiyle oluşmuştur (Green, 1982; Mysen, 1982; Arculus ve Powel, 1986; Marcy vd., 1992; McDonough, 1991; Schiano vd., 1995; Thirlwall vd., 1996; Borg vd., 1997; Churikova vd., 2001; Elburg vd., 2002; Bindeman vd., 2005).

Yitim zonlarındaki kısmi ergime olaylarını doğru bir şekilde açıklayabilmek için; >68 Mg-numarasına, $\sim 250-300$ ppm arasında Ni ve $500-600$ ppm arasında Cr içeriğine (Sun ve Hanson, 1975; Irving, 1978; Frey vd., 1978; Perfit vd., 1980) sahip manto olivini ile dengelenmiş ilksel bazalt bileşimi veya $\sim 8\%$ MgO (Mg # = 68-75), 400 ppm Ni, 1000 ppm Cr içeriğine (Best, 2006) sahip ilksel bileşime yakın bazaltik kayaçlar kullanılmaktadır. Bu kriterler göz önüne alındığında, Ulubey (Ordu) yöresindeki bazaltik kayaçlar (Yenisayaca Bazaltı) $1.90-3.17$ arasında değişen MgO (Mg # = 21-26), $3.6-6.6$ ppm arasında değişen Ni ve $10-40$ ppm arasında değişen Cr içerikleri ile ilksel bazalt bileşimine yakın değerler sunmamaktadır. Ancak, bu tür kayaçların kısmi ergime süreçleri hakkında bazı yaklaşımlar da vardır. Düşük MgO içeriğine sahip bazaltların, yitim zonu ortamlarında, yiten litosferin veya metazomatize olmuş üst manto kaynağının belli şartlar altında, kısmi ergimesiyle oluştukları belirtilmektedir (Green ve Ringwood, 1967; Peacock, 1990; Davies ve

Stevenson, 1992). Özellikle kıtasal yaylarda meydana gelen yitime bağlı kısmi ergime oranının, okyanusal yaylara göre daha yüksek olduğu da bilinmektedir (McKenzie ve O’Nions, 1991).

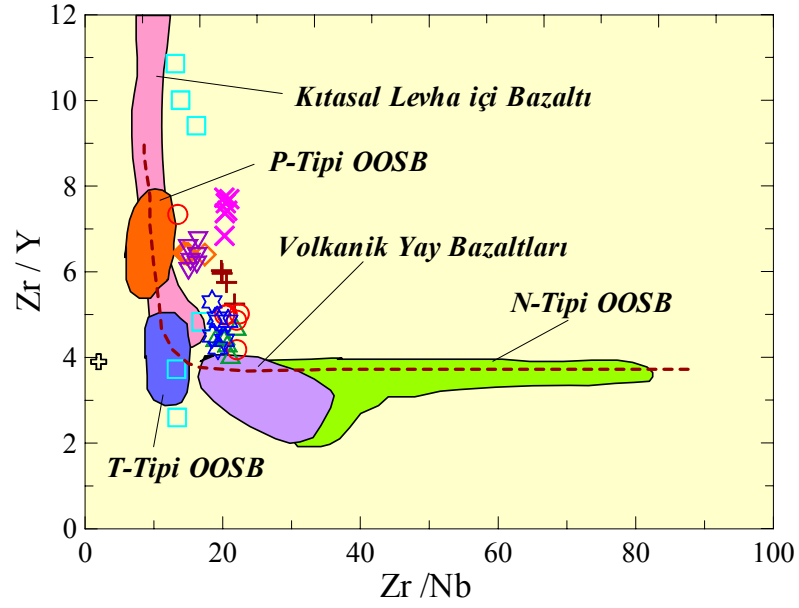
Zr ile negatif korelasyon gösteren Co ve Ni, volkanik kayaların gelişiminde, hem kısmi ergimenin (özellikle bazaltik magmanın oluşumunda) hem de ayrılaşmanın (andezitik magmaların oluşumunda) önemli derecede rol oynadığını açıklamaktadır. Volkanitlerin Zr’a karşı Co ve Ni diyagramlarına bakıldığında, kısmi ergimeden ziyade kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın etkili olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 3.98).



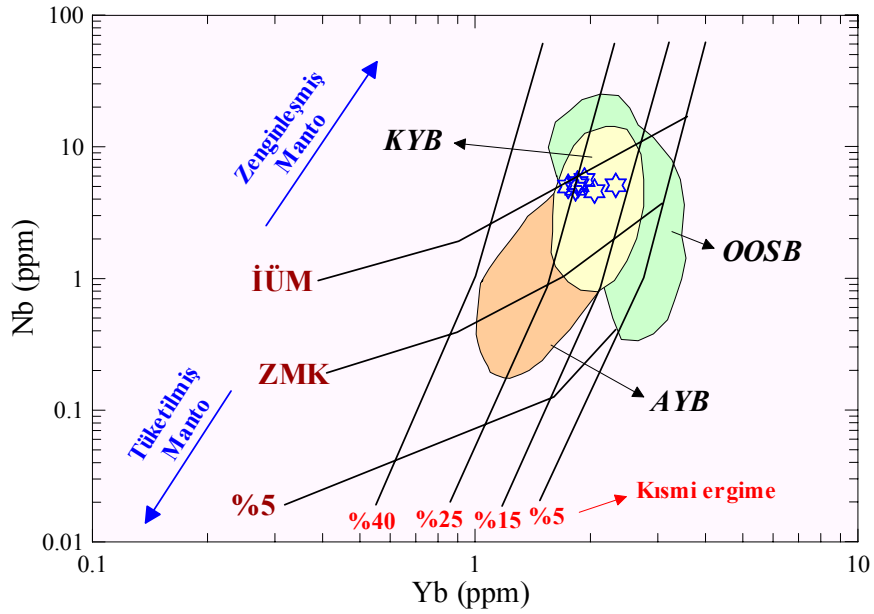
Şekil 3.98. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Zr (ppm)’a karşı Co (ppm) ve Ni (ppm) değişimleri (Semboller Şekil 3.78’deki gibidir)

Volkanik kayaçlarda, yüksek Zr/Y ve düşük Zr/Nb oranları genel olarak düşük derecedeki kısmi ergime sonucu, düşük Zr/Y ve yüksek Zr/Nb değerleri ise yüksek derecedeki kısmi ergime sonucu ortaya çıkmaktadır (Menzies ve Kyle, 1990). İncelenen volkanitlerden düşük-orta Zr/Y (~ 4.2-5.3) ve yüksek Zr/Nb (~18.4-20.8) oranlarına sahip olan örneklerin, yüksek ergime derecesi ile oluşmuş bir magma (OOSB, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}<0.703$) ile düşük ergime derecesi ile oluşmuş magma (zenginleşmiş manto sorgucu, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}>0.703$) arasındaki karışım eğrisi üzerinde ve/veya karışım eğrisine yakın bir yerde bulunması (Şekil 3.99), Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ana magmasının az miktarda zenginleşmiş manto kaynağının orta derecedeki bir kısmi ergimesiyle oluşabileceğine işaret etmektedir.

Özellikle bazaltik kayaların oluşumundaki düşük kısmi ergime derecesi, manto tüketimi ve kısmi ergime derecesi arasındaki ayrımı iyi bir şekilde ifade eden Yb-Nb diyagramında da gözlenmektedir (Şekil 3.100).



Şekil 3.99. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Zr/Nb'a karşı Zr/Y diyagramı (Menzies ve Kyle, 1990) P: Plume, N: Normal ve T: Geçiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı alanları, Le Roex (1987)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.100. Yeniseyca Bazaltı (TB)'na ait örneklerin Yb (ppm) karşı Nb (ppm) diyagramındaki konumları (Pearce ve Parkinson, 1993; KYB: Kalk-alkali Yay Bazaltı, OOSB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, AYB: Ada Yayı Bazaltı, İÜM: İlk Üst Manto, ZMK: Zenginleşmiş Manto Kaynağı; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

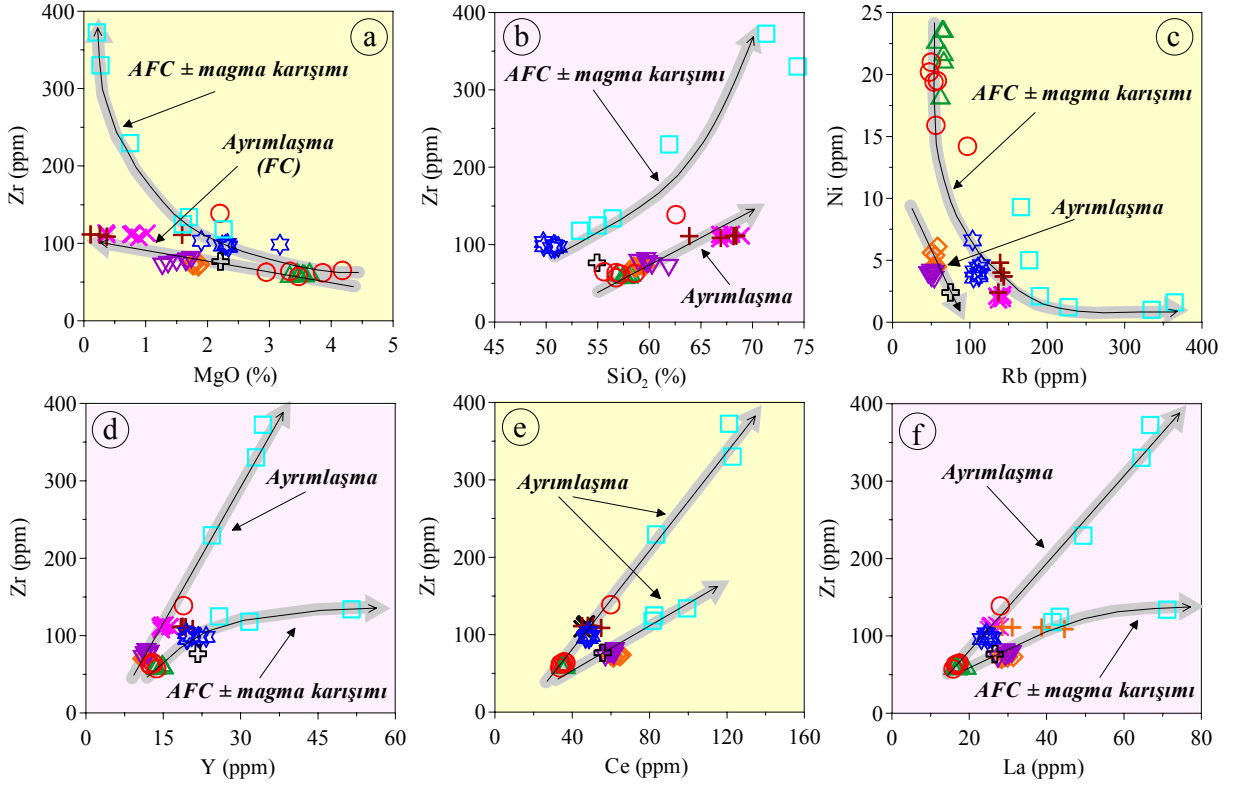
Nb elementinin manto zenginleşmesi süresince manto kaynağına katılan uyumsuz bir element olduğu bilinmektedir (Pearce ve Parkinson, 1993). Yb-Nb diyagramına göre, söz konusu bazaltik volkanitler kalk-alkali bazalt alanına düşmekte olup, muhtemelen üst manto ile zenginleşmiş manto arasında bir kaynaktan türemişlerdir.

Plank ve Langmuir (1988) ve Davies ve Bickle (1991)'ye göre kalk-alkalen volkanitlerdeki kısmi ergime miktarları ~%2-8'den %10-25'e kadar değişir ve bu değişim, kıtasal kabuğun kalınlığına ve ergime kolonunun genişliğine bağlıdır. Ayrıca tüm örneklerin %5'lik kaynak tüketilme trendinin altında olması, tüketilme işlemleri süresince mantodan ayrılan ergiyik miktarlarının çok düşük olduğunu ifade eder. Bu miktar, ada yayı volkanitleri için maksimum %3 olarak bilinir (Pearce ve Parkinson, 1993).

3.8.3. Ayrışma

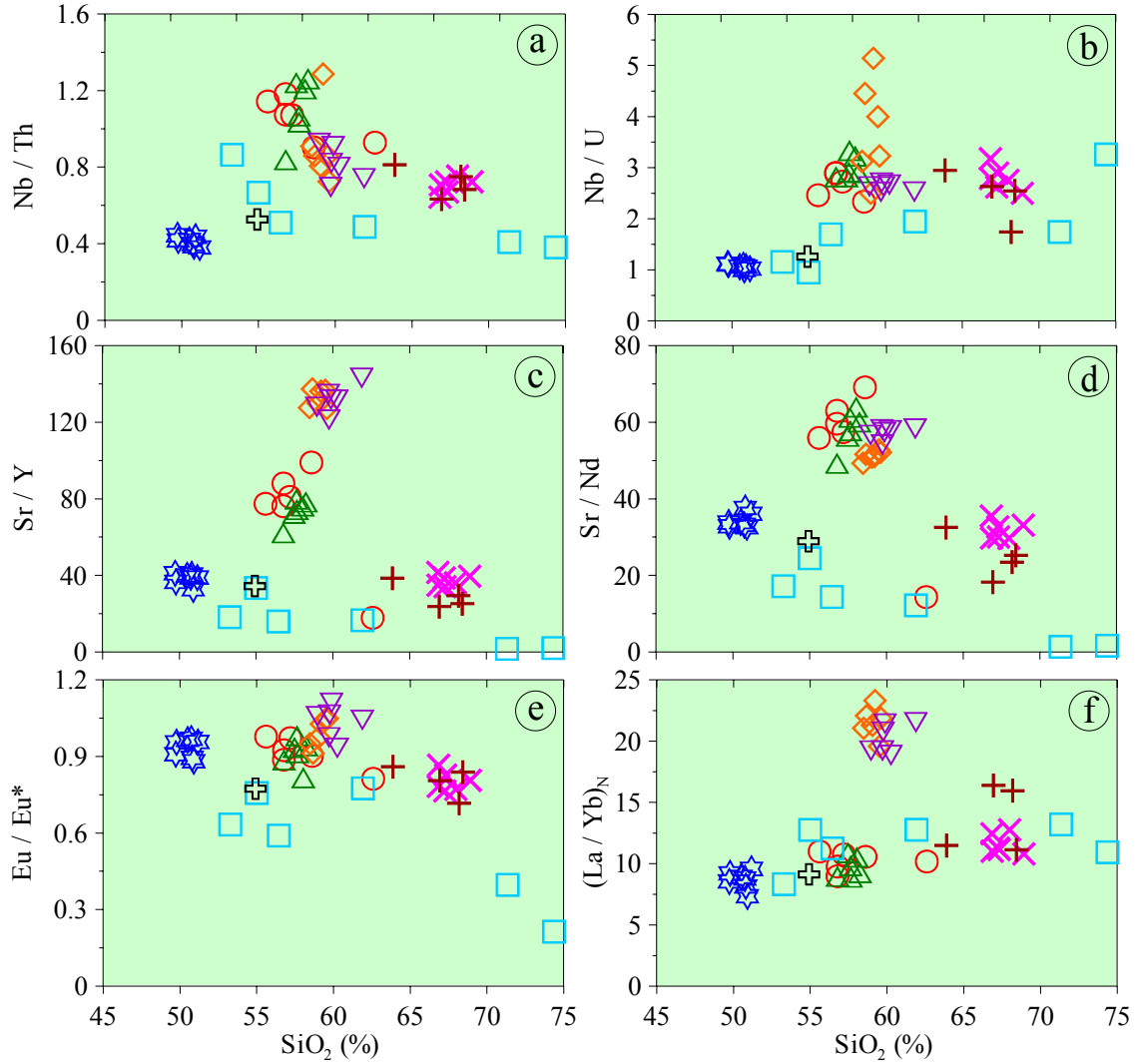
Ada yaylarındaki volkanitlerin ana ve iz element çalışmaları, genelde ana magmadan kristal ayrışmasının önemini (Hawkesworth vd., 2000) ortaya koyar ve bazaltik bir ana magmadan itibaren plajiyoklas-magnetit-hornblend ayrışmasının daha gelişmiş kayaç türlerinin oluşumunda temel bir süreç olduğunu ifade eder. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitleri arasındaki en bazik kayaçlar, düşük MgO, Ni ve Cr içerikleri nedeniyle ilksel magma bileşimini yansıtmamaktadır. Bununla birlikte, ana oksit ve iz element değişimleri, aynı zamanda kayaç içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, olivin, biyotit, magnetit ve apatitin ayrışmasını ifade etmektedir.

İncelenen volkanitlerin ana ve iz element değişimlerinde gözlenen iyi korelasyonlar, kayaçların muhtemelen bazaltik bir ana magmanın farklılaşması sonucu oluştuğuna işaret etmektedir. Jeokimyasal değişimler, bu kayaçların gelişiminde ayrışmanın diğer magmatik olaylara (kısmi ergime, magma karışımı v.b.) nazaran daha fazla etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Volkanitlerin gelişiminde etkili olabilecek mineral fazlarını belirlemek için, uyumlu-uyumsuz elementlere göre çizilen diyagramlar, volkanik kayaçların gelişiminde ayrışmanın ne derece önemli olduğunu açıklamaktadır (Şekil 3.101).



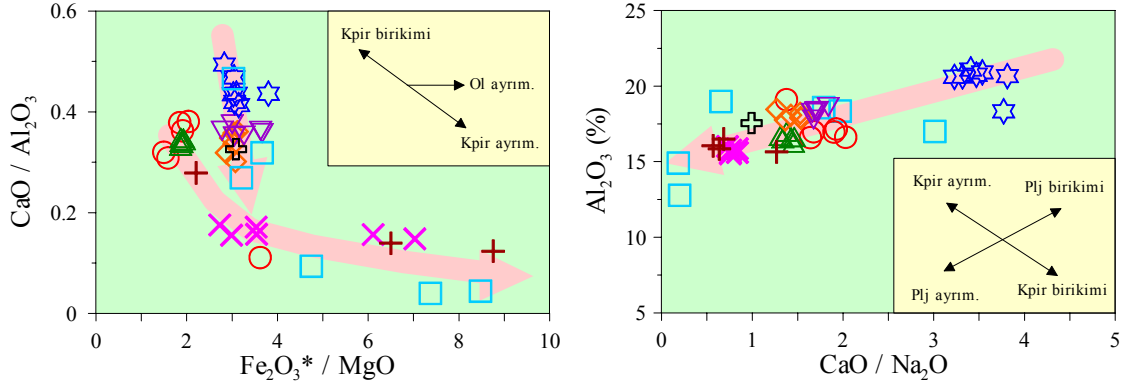
Şekil 3.101. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ana oksit ve iz element çiftlerinden yararlanılarak çizilen diyagramlar; (a) MgO(%)-Zr(ppm), (b) SiO₂(%)-Zr(ppm), (c) Rb(ppm)-Ni(ppm), (d) Y(ppm)-Zr(ppm), (e) Ce(ppm)-Zr(ppm) ve (f) La(ppm)-Zr(ppm) (AFC: Özümleme+Ayrımlaşma; FC: Ayrımlaşma; Vektörler, minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir. Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Volkanitlerin SiO₂'ye karşı ana ve iz elementlerinde kısmen gözlenen düzensiz değişimler veya dağılımlar, incelenen volkanik kayaçların gelişiminde ayrışmanın yanında, kabuksal kirlenme ve magma karışım olaylarının da göz ardı edilmemesi gereken magmatik olaylar olduğunu göstermektedir. Özellikle, bazı iz element oranlarının SiO₂ ile olan ilişkilerini, ilksel bir magmadan itibaren basit bir mineral ayrışmasıyla açıklamak oldukça zordur. Çünkü incelenen volkanik kayaçların Nb/Th, Nb/U, Sr/Y, Sr/Nd, Eu/Eu* ve (La/Yb)_N oranları farklılaşmaya bağlı olarak (artan SiO₂ içeriğine göre), oldukça düzgün ve doğrusal bir değişim göstermemektedir (Şekil 3.102). Bu tür değişimlerin ya kirlenme süresince birincil magmaya katılan farklı miktarlardaki kabuk bileşeninden (DePaolo, 1981; Powell, 1984), ya da kaynak bölgesinde veya kısmi ergime şartlarında meydana gelen değişimlerden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Altherr vd., 1995).



Şekil 3.102. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin artan SiO_2 (%) içeriğine karşı (a) Nb/Th, (b) Nb/U, (c) Sr/Y, (d) Sr/Nd, (e) Eu/Eu* ve (f) $(\text{La}/\text{Yb})_N$ iz element oranlarını gösteren değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

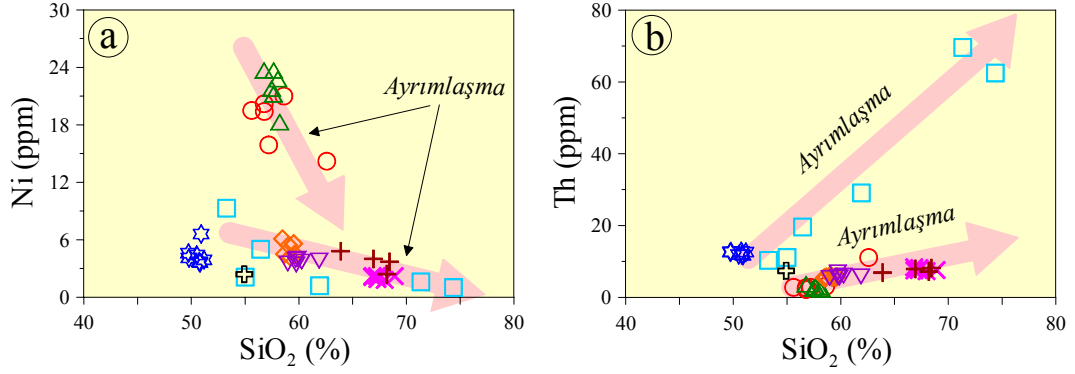
İncelenen volkanitler için artan $\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{MgO}$ oranına karşı azalan $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ oranı, ana magmadan klinopiroksen ve olivin ayrışmasının etkisini göstermektedir (Şekil 3.103). Bu diyagramda bazı örneklerdeki doğrusal yönsemenden sapmalar, kayaçların gelişiminde diğer magmatik olayların (magma karışımı \pm özümleme) da etkili olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca, volkanitler artan $\text{CaO}/\text{Na}_2\text{O}$ oranına karşı azalan Al_2O_3 konsantrasyonuna sahip olup, bu da kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrışmasının etkili olduğunu ifade etmektedir (Şekil 3.103).



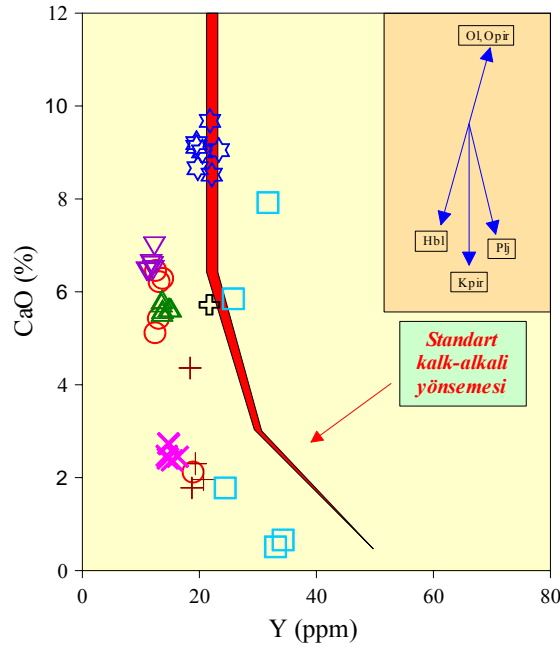
Şekil 3.103. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $Fe_2O_3^*/MgO$ karşı CaO/Al_2O_3 ve CaO/Na_2O karşı Al_2O_3 (%) değişim diyagramları (Vektörler, minerallerin ayırılma yönlerini göstermektedir; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Volkanitlerin ana magma bileşimleri üzerindeki ayırılma ve kısmi ergime gibi magmatik süreçlerin etkilerini birbirinden ayırt etmek oldukça zordur. Bunun için, uyumlu–uyumsuz element çiftlerinden oluşturulan diyagramlardan yararlanılmaktadır. Olivin ve klinopiroksen gibi ferromagnezyen minerallerin ayırılmasında, sıvı içerisindeki uyumlu elementlerin (Ni, Cr gibi vs.) bolluk oranının azalması ve uyumsuz elementlerin (Th, La ve Nd gibi vs.) bolluk oranının artması beklenir. İncelenen volkanitlerin kademeli olarak azalan SiO_2 (%) içeriklerine karşı (Şekil 3.104), zamanla ilişkili olarak uyumlu element konsantrasyonlarındaki azalış ve uyumsuz element konsantrasyonlarındaki artışlar ayırılma ile açıklanabilmektedir. Şekil 3.104'de verilen diyagramlardan da gözlemlendiği gibi yönsemeler, büyük bir olasılıkla incelenen volkanitlerin tek bir manto kaynağının farklı kısmi ergime dereceleriyle oluştuğunu ve daha sonra da farklı ayırılma fazları (bazikden asidiğe kadar değişen bileşime sahip kayalar için) ile geliştiklerini ifade etmektedir.

Lambert ve Holland (1974) kalk-alkali kayalarda, Y (ppm) elementinin zenginleşmesine ve fakirleşmesine bağlı olarak, J- ve L-tipi olmak üzere değişik farklılaşma yönsemeleri belirlemiştir (Şekil 3.105). Buna göre incelenen volkanitler, standart kalk-alkali yönsemesine yakın veya biraz daha düşük oranda Y içeriklerine sahip olup, L-tipi bir yönseme sunarlar. Bu yönseme, kayaların gelişiminde ilk önce klinopiroksen kontrollü, daha sonra da plajiyoklas kontrollü bir ayırılmanın etkisine işaret etmektedir (Şekil 3.105).

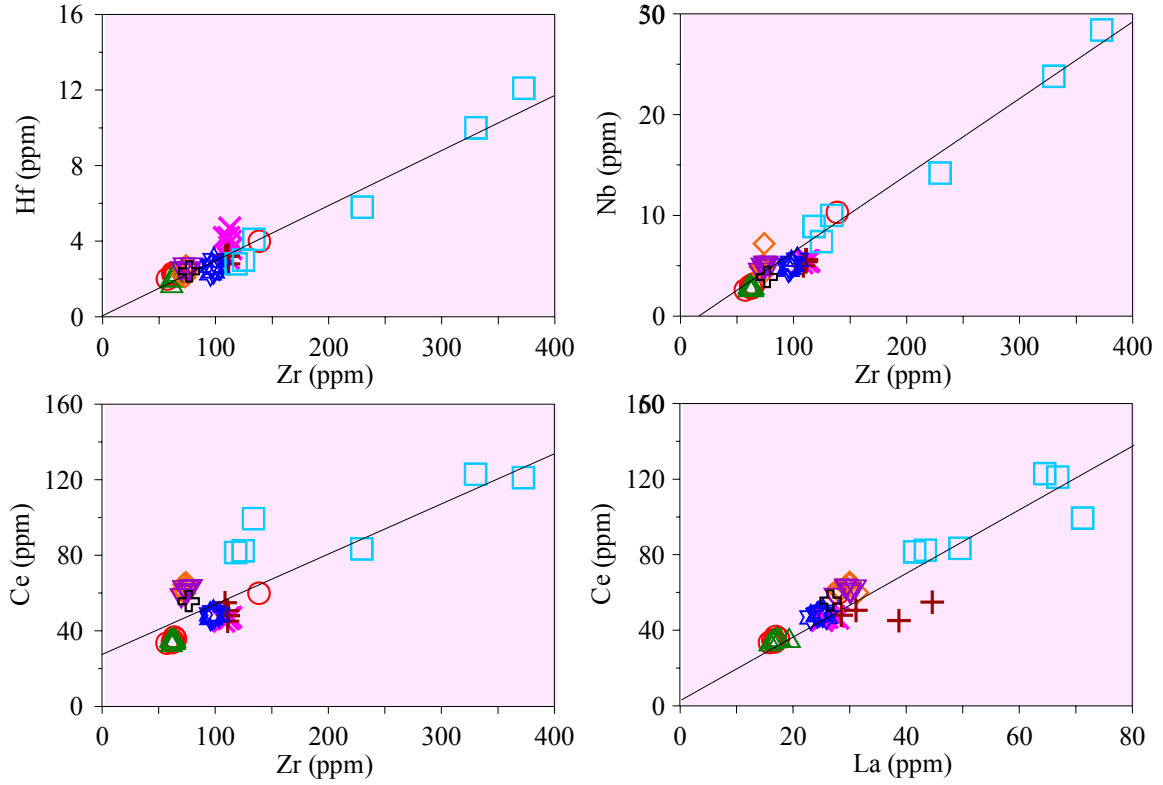


Şekil 3.104. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin, SiO_2 (%)'ye karşı (a) Ni (ppm) ve (b) Th (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.105. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Y (ppm)'a karşı CaO (%) diyagramı (Lambert ve Holland, 1974; Vektörler, bazaltik bileşim için minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Şekil 3.106'da Ulubey (Ordu) volkanitlerinin, Zr (ppm)'a karşı Hf (ppm), Nb (ppm) ve Ce (ppm) diyagramları ile La (ppm)'a karşı Ce (ppm) diyagramında pozitif bir ilişki açıkça görülmektedir. Bu korelasyon doğruları orjinden ve/veya orjine çok yakın bir noktadan geçmekte olup, bu da bazik ve ortaç ve asidik volkanik kayaların aynı kaynaktan türediklerine işaret etmektedir. Bunun yanında, sadece ayrışma olayının değişmeyen uyumsuz element oranını koruyabildiği de bilinmektedir (Innocenti vd., 1980).



Şekil 3.106. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin (a) Zr(ppm)-Hf (ppm), (b) Zr(ppm)-Nb(ppm), (c) Zr(ppm)-Ce (ppm) ve (d) La (ppm)-Ce (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanik kayaların gelişiminde etkili olan ayırışmanın etkisi, izotop jeokimyası bölümünde ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i ve ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i izotop oranları karşı çizilen ana oksit (%) ve iz element (ppm) diyagramlarından da açıkça görülmektedir (bkz. Şekil 3.97). İncelenen volkanitlerin; artan SiO_2 (%) ve TiO_2 (%) içerikleri ile artan Sr (ppm) ve $(1/\text{Sr}) \times 10^3$ (ppm⁻¹) değerlerine karşı ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i ve ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i izotop oranlarının artması, azalması ve sabit (yatay) kalması; bazik, ortaç ve asidik kayaların gelişiminde özellikle ayırışmanın ve daha az oranda da özümlemenin etkili olduğunu ve yitimden etkilenmiş aynı köken magmadan türediklerini ifade etmektedir (bkz. Şekil 3.97).

Ayırışmanın bir göstergesi olan SiO_2 (%) - ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i değişimleri incelendiğinde, Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde SiO_2 (%) artışına karşın, ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i izotop oranlarının arttığı ve azaldığı görülmektedir. Kapalı magmatik sistemlerde ilerleyen farklılaşma ile birlikte $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranlarının sabit kalması beklenir. Dolayısıyla SiO_2 (%) - ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i diyagramı, incelenen volkanik kayaların gelişiminde kapalıdan ziyade açık sistemin etkili olduğunu göstermektedir.

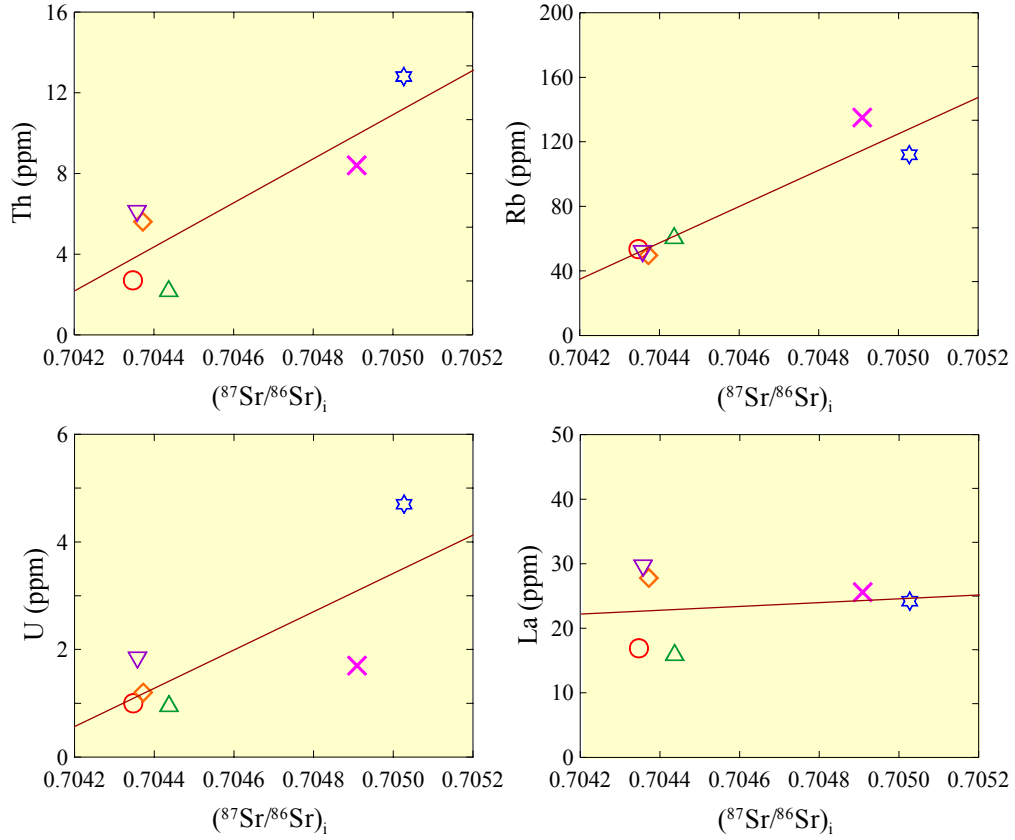
3.8.4. Özümleme

Yay magmalarının kökeni hakkındaki çalışmalar, manto kökenli yay magmalarının izotopik bileşim ve iz element farklılaşmalarında kabuksal malzeme özümlemesinin önemli bir süreç olduğuna dair deliller sunmaktadır (Ellam ve Harmon, 1990; Thirlwall vd., 1996; Hochstaedter vd., 2000; McDermott vd., 2005; Zellmer vd., 2005).

Kabuk özümlemesi; kabuk malzemesinin tamamen ergitilmesi, kabuk malzemesinden türeyen kısmi ergiyiklerin özümlemesi ve kabuktan ergiyiğe akışkan transferi ile element değişimi olmak üzere üç değişik şekilde gerçekleşebilmektedir. Kayaçların gelişiminde etkili olan kabuk kirlenmesi, çevre kayaçlarının tamamen ergitilmesinden ziyade, bunların kısmi ergiyiklerinin özümlemesi şeklinde olmalıdır. Bu durumda K, Ba, Th, La, Rb gibi belli uyumsuz elementlerde seçici bir zenginleşme meydana gelecek (Watson, 1982; Tindle ve Pearce, 1983) ve kirlenme indeksi olarak bilinen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ile kabukta zengin bazı uyumsuz elementler arasında pozitif korelasyon gözlenecektir (Şekil 3.107). Bu değişimler magmatik gelişim sürecinde kabuk özümlemesinin etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Genelde, incelenen kayaçların yüksek oranda SiO_2 (%), La (ppm) ve Ca (ppm) içerikleri, ana magmalarının kabuk malzemesiyle girişim yaptığına işaret edebilir. Bu zenginleşme, muhtemelen magmada ayrılaşma devam ederken, magmanın yükselimi sırasındaki kıtasal kabuk özümlemesi ve ayrılaşma ile birlikte gelişen özümleme (AFC; Taylor, 1980; De Paolo, 1981; Grove vd., 1982) ile açıklanmaktadır. Ayrılaşma ile beraber gelişen özümleme (AFC)'nin magma bileşimine etkisi, SiO_2 (%), TiO_2 (%), Sr (ppm) ve $(1/\text{Sr}) \times 10^3$ (ppm^{-1}) (farklılaşma indeksleri) ile $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ ve $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ (kirlenme indeksleri) izotop oranları arasındaki ilişkiler incelenerek belirlenebilmektedir (bkz. Şekil 3.97). Ayrılaşma ile eş zamanlı özümleme (AFC)'nin etkili olduğu durumlarda, ilerleyen farklılaşma ile $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranlarında önemli bir artma gözlenir. İncelenen volkanik kayaçların Şekil 3.97'deki dağılımları, kayaçların gelişiminde kabuk kirlenmesinin etkili olduğuna işaret etmektedir. Fakat unutulmaması gereken nokta, manto kaynağının kısmi ergimesi esnasında Sm'nin kaynakta alıkonulması ve kalıntı manto kayaçların kabuk kayaçlarına göre radyojenik ^{143}Nd 'ce zenginleşmesidir. Rb ise tam tersine kısmi ergime sürecinde oluşan ergiyik fazı tercih etmektedir. Bu nedenle kalıntı kayaçları kabuk kayaçlarına göre daha az radyojenik ^{87}Sr içerirler (Faure, 2001; Faure and Mensing, 2005). Bir başka deyişle, kabuk kayaçları manto kayaçlarına göre ^{87}Sr 'ce daha

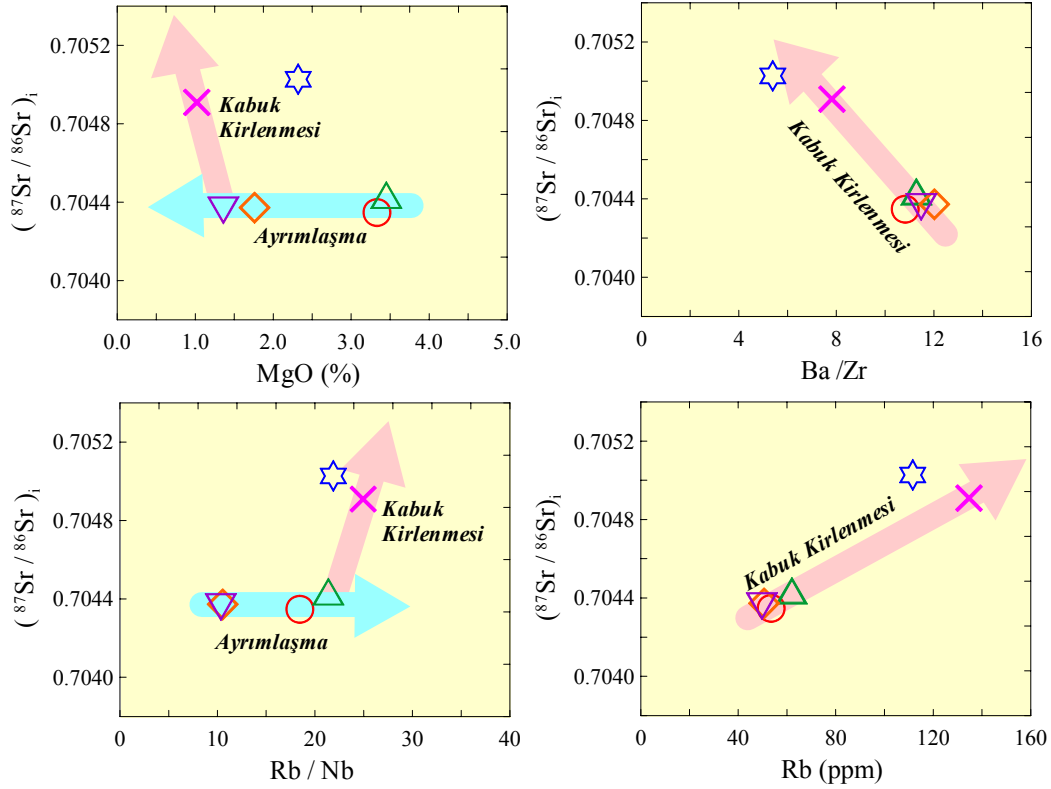
zengindir. Bu nedenle, özümleme süreçlerinin irdelenmesinde Sr izotopları Nd izotoplarına göre daha hassastır.



Şekil 3.107. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı Th (ppm), Rb (ppm), U (ppm) ve La (ppm) diyagramlarında gözlenen doğrusal ilişkiler (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitlerin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ izotop oranlarıyla, MgO (%) ve Rb (ppm) içerikleri ile Ba/Zr ve Rb/Nb oranlarından yararlanılarak ikili diyagramlar çizilmiştir. Bu diyagramlarda gözlenen yönsemeler, kayaçları gelişiminde çok az etkili olan kabuk kirlenmesinin varlığını destekler niteliktedir (Şekil 3.108).

İncelenen volkanitlerdeki BİLE (K_2O , Rb, Ba)'lerin YÇAE (yüksek çekim alanlı elementler; Nb, Ti) kıyasla zenginleşmesi, yitime uğramış bileşen ve/veya kabuksal kirlenme ve kristal ayrışmasıyla ilişkilendirilebilir. İlave olarak, $\text{Ba}/\text{Nb} > 28$ olması yay magmalarının en çarpıcı jeokimyasal özelliğidir (Fitton vd., 1988). Bu kritere göre, incelenen volkanitler $\text{Ba}/\text{Nb} = 70\text{-}254$ değerleri ile, yitim süreçlerinden oldukça etkilenmişlerdir. Ayrıca, bu volkanitler yitimle ilişkili volkanitlerde gözlenen düşük Nb/Y (0.18-0.82) ve yüksek Zr/Nb (7.39-22.39) oranlarına sahiptirler.

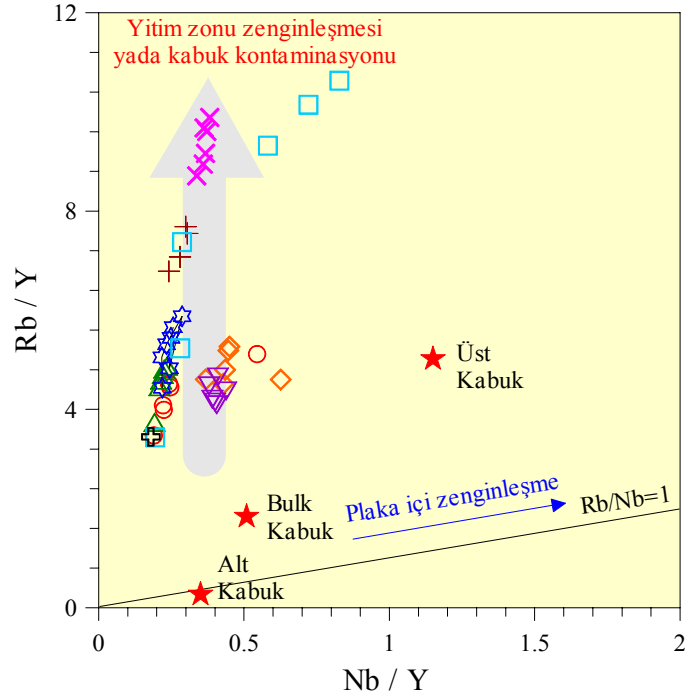


Şekil 3.108. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin gelişiminde etkili olan kabuk kirlenmesini ve ayrışmayı gösterir $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı MgO (%), Ba/Zr, Rb/Nb ve Rb (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Yitim zonu zenginleşmesi ve/veya kabuk özümlemesi ile kristal ayrışması arasındaki farklılıklar; Nb/Y'ye karşı Rb/Y gibi iz element oranlarının kullanıldığı diyagramlarla açıklanabilir (Şekil 3.109). Bu diyagramda düşey yösemeler, yitim zonu zenginleşmesi veya kabuk kirlenmesiyle gelişmekte olup, bu da yüksek Rb/Nb oranlarıyla ifade edilmektedir. Oysa ki, levha içi zenginleşmeleri, levha içi volkanizmasının tipik bir özelliği olan yüksek Nb/Y oranları ile, Rb ve Nb ($\text{Rb}/\text{Nb}=1$) (Edwards vd., 1991) arasındaki pozitif yösemeyi gösterir.

ATT'nı oluşturan Fındıklı Tepe, Güzelyurt Tepe, Karataş Tepe volkanitleri ve kısmen de Kalburcu Tepe volkanitlerine ait örnekler fazla yüksek olmayan Rb/Nb (9-21) oranlarına, TB'nı oluşturan kayalar ise 20-23 arasında değişen Rb/Nb oranlarına sahiptir. TTRT'nı oluşturan Işık Tepe volkanitleri ile TDT'nı oluşturan Çatal Tepe ve Elekçioğlu Tepe volkanitleri ise, göreceli olarak ATT ve TB'nı oluşturan volkanitlere göre daha yüksek Rb/Nb oranlarına sahip olup, genel olarak bu oran 25-28 arasındadır. Genel olarak

bakıldığında, ortaç ve/veya asidik bileşime sahip volkanitlerin gelişiminde kabuk özümlemesinin göreceli olarak daha etkili olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 3.109).

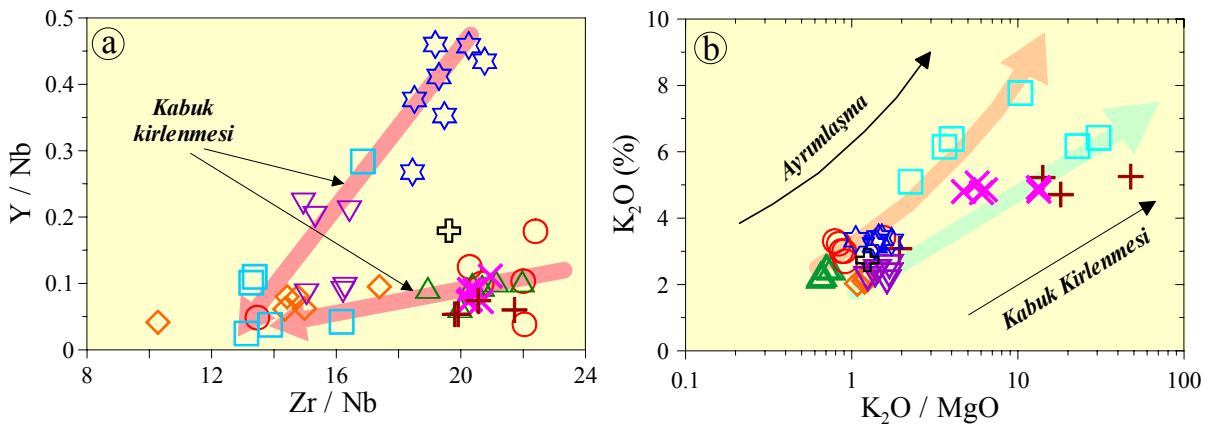


Şekil 3.109. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Nb/Y'ya karşı Rb/Y diyagramı. Üst kabuk, bulk kabuk, alt kabuk bileşimleri, Taylor ve McLennan (1985) 'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitlerin gelişiminde, ayrılaşmanın yanı sıra kabuk kirlenmesinin de etkili olduğu, Zr/Nb karşı Y/Nb (Şekil 3.110a) ve K₂O/MgO karşı K₂O (%) (Şekil 3.110b) diyagramlarından açıkça görülmektedir. Azalan Zr/Nb değerlerine karşı azalan Y/Nb değerleri, volkanik kayaçların gelişiminde kabuk kirlenmesinin etkisini ifade ederken; artan K₂O/MgO değerlerine karşı hiperbolik şekilde artan K₂O (%) içerikleri kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın, doğrusal şekilde artan K₂O (%) içerikleri ise kabuk kirlenmesinin etkili olduğunu göstermektedir.

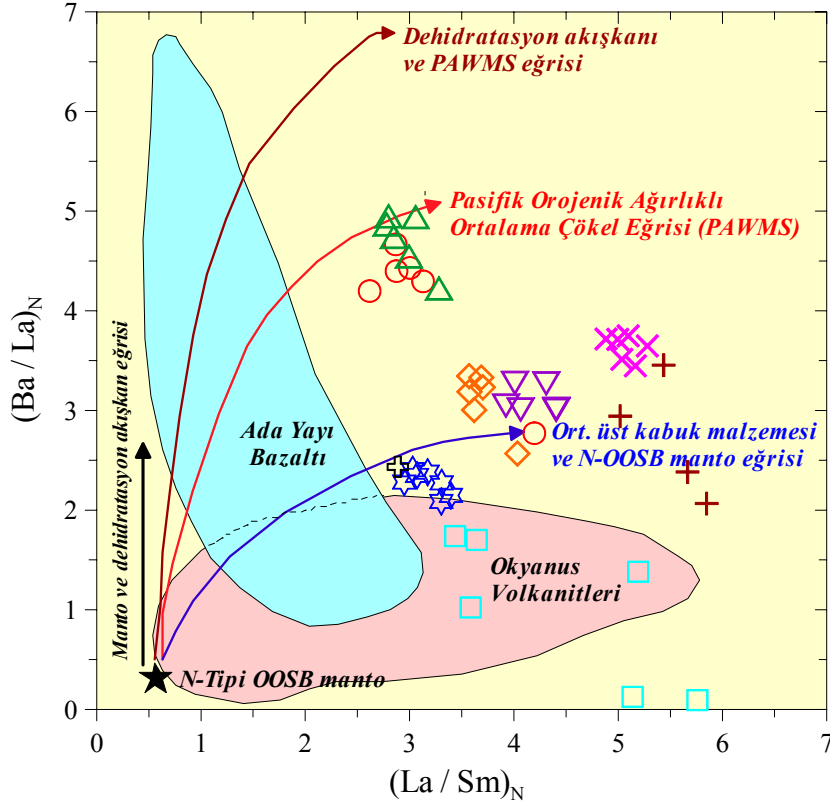
Volkanik kayaçlarda BİLE (Ba, Sr, Rb, K) ve HNTE'lerde gözlenen zenginleşmeler, kayaçların gelişiminde kirlenmenin varlığına işaret etmektedir (Defant vd., 1991). İncelenen volkanitlerdeki BİLE ve HNTE konsantrasyonlarının zenginleşmesinde, yitim zonu etkinliğinin ve karışımın rolünü araştırmak için Defant vd. (1991) tarafından hazırlanan kondrite normalize edilmiş (La/Sm)_N karşı (Ba/La)_N grafiği kullanılmıştır (Şekil 3.111).

Diyagramda örneklerin çoğu dağılık halde olup, genel olarak $(La/Sm)_N$ oranları dar bir aralıkta değişmektedir. Volkanitlerin $(Ba/La)_N$ oranlarında belirgin bir artış gözlenmektedir ki, bu da muhtemelen kirlenmeden kaynaklanmaktadır. Buna göre, ATT'nı oluşturan örnekler daha çok, Pasifik Orojenik Ağırlıklı Ortalama Çökel Eğrisi (PAWMS) ve ortalama üst kabuk malzemesi ve N-OOSB manto eğrisi üzerinde ve/veya arasında; TB ve TDT'nı oluşturan kayaçlar, ortalama üst kabuk malzemesi ve N-OOSB manto eğrisi üzerinde; TTRT'nı oluşturan kayaçlar ise kısmen okyanus volkanitleri alanında yer almaktadırlar (Şekil 3.111).



Şekil 3.110. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin gelişiminde ayrışmanın ve kabuk kirlenmesinin etkisini gösteren (a) Y/Nb'a karşı Y/Nb, (b) K₂O/MgO'a karşı K₂O (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

U, Th, Zr ve Hf gibi kıtasal kabukta zengin olan iz elementlerin Ulubey yöresindeki volkanitlerde az zenginleşmiş olması, volkanik kayaçların gelişiminde kabuksal kirlenmenin az da olsa etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşın orta derecedeki BİLE ve HNTE zenginleşmesi, yitim zonu etkinliğinin ve karışımın rolünü işaret etmektedir. Bunlara ilave olarak, P₂O₅/K₂O oranı kabuksal kirlenmenin bir belirteci olarak kullanılmaktadır (Carlson ve Hart, 1988; Wilson, 1989). Bu oran kabuk kayaçlarında yaklaşık 0 (sıfır) iken, mantodan türeyen ergiyiklerde >0.4 ve kirlenmeye uğramış manto kayaçlarında ise <0.4'tür. İncelenen volkanitlerin genelinde bu oranın yaklaşık 0.003-0.182 arasında değişmesi, kayaç bileşimlerinin kabuk malzemesinden az da olsa etkilendiklerini göstermektedir.



Şekil 3.111. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $(La/Sm)_N$ karşı $(Ba/La)_N$ grafiği. Ada Yayı Bazaltı ve Okyanus Volkanitleri alanı Arculus ve Powel (1986)' dan, vektörler ve N-Tipi OOSB bileşimi ise Defant vd. (1991)'den, kondrit normalize değerleri Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

3.8.5. Magma Karışımı

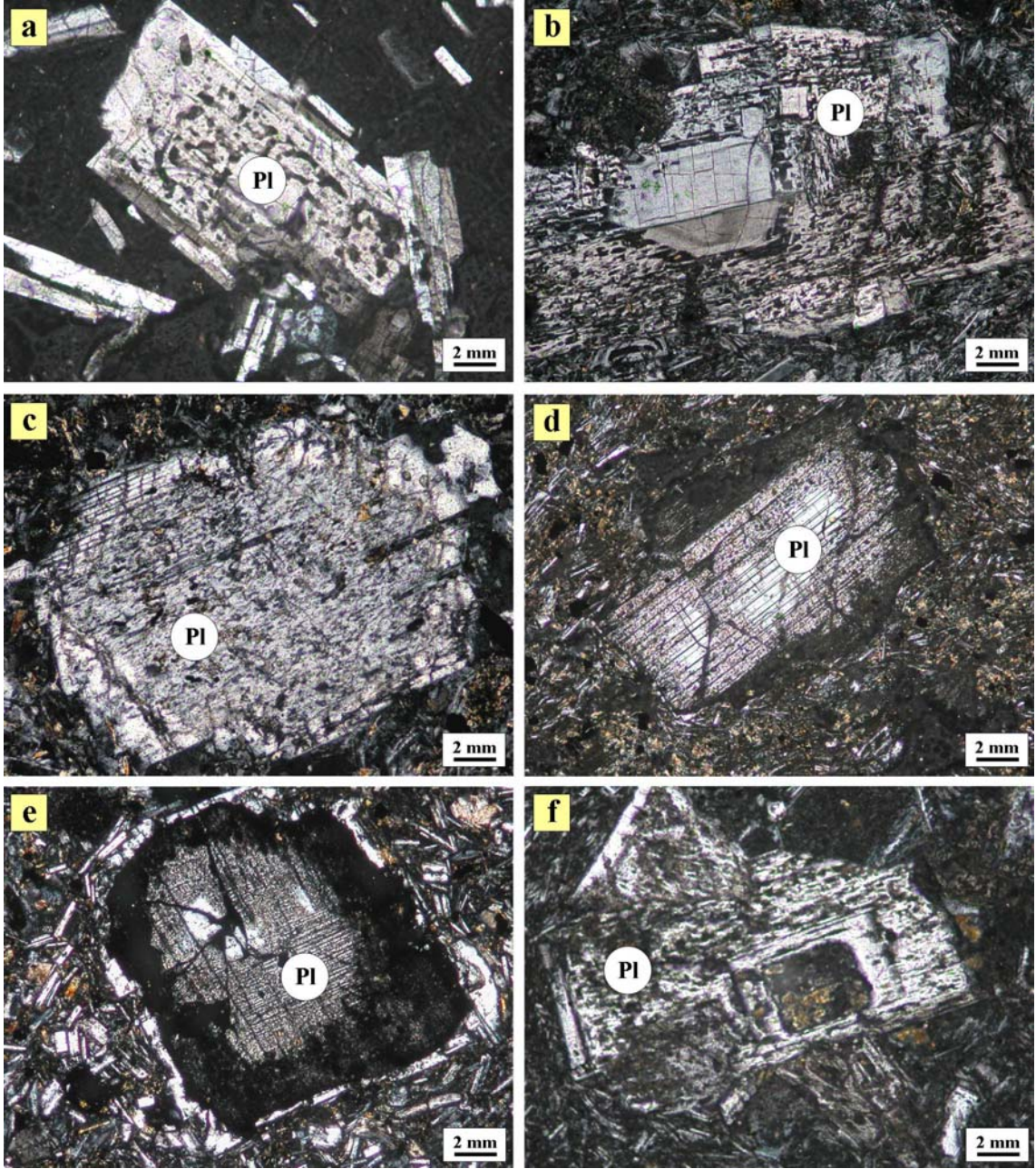
Ulubey yöresi bazik (TB), ortaç ve asidik (TDT, TTRT ve ATT) volkanik kayalarında yaygın olarak gözlenen plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, olivin, biyotit ve opak mineraller, magma karışımı ve/veya magma karışığına ait dengesiz kristalleşmeye işaret eden pek çok petrografik veri sunmaktadır (Şekil 3.112, 3.113, 3.114, 3.115).

Magma karışımı olaylarının, kalkalkalen kayaçların gelişiminde önemli olduğu bilinmektedir (Eichelberger, 1978; Gerlach ve Grove, 1982). Buna göre kayaç kimyasındaki değişim, mafik ve felsik magmaların karışımıyla ilişkili olabilmektedir. Böyle bir modelde; mafik uç üye mantodan gelen, buna karşın felsik uç üye ise kabuk kirlenmesi ve/veya ayırılmaıyla türeyen magmalar olabilmektedir (Grove ve Donnelly-Nolan, 1986).

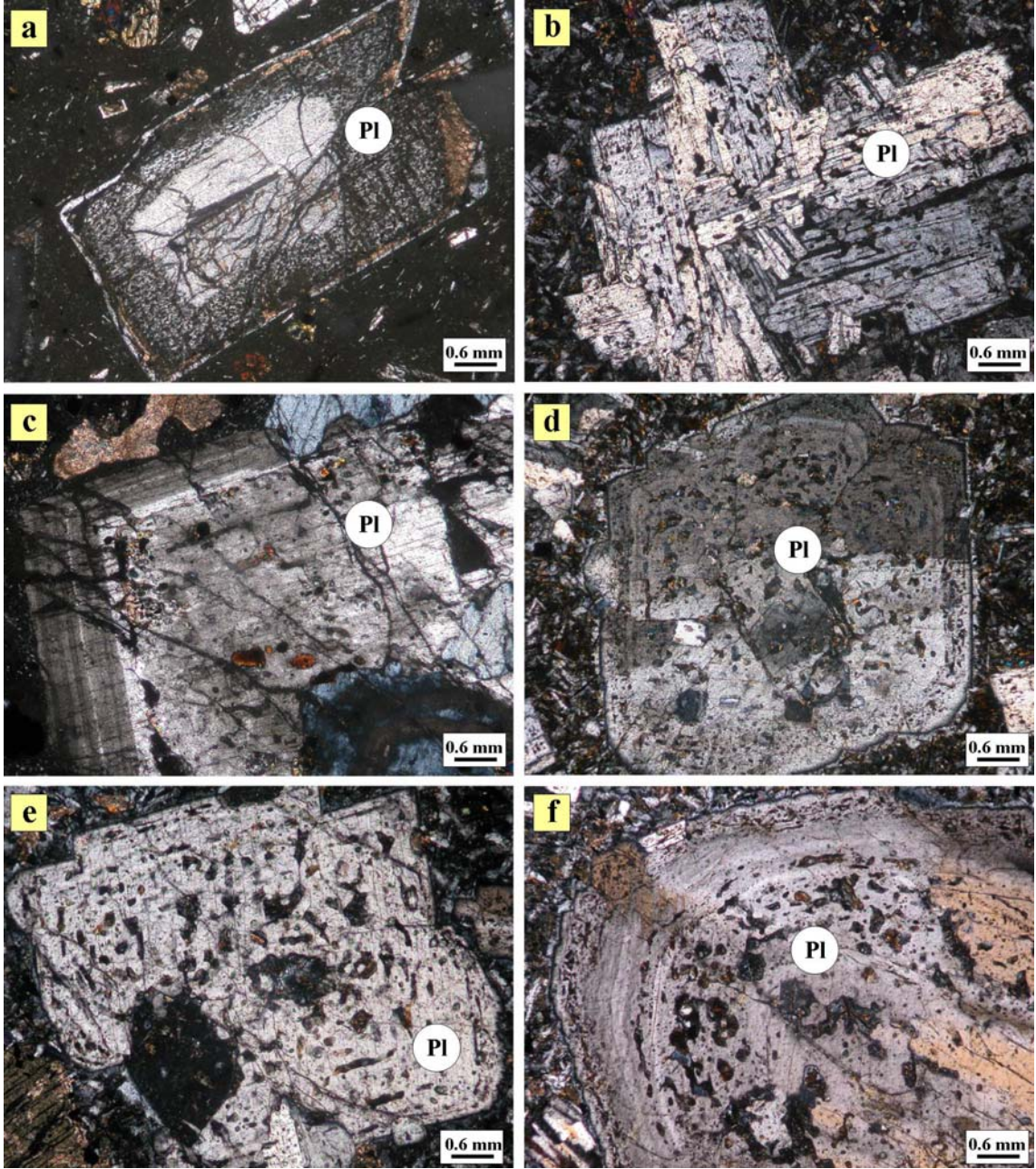
Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden TDT ve ATT'ni oluşturan kayaçlardaki plajiyoklaslarda gözlenen elek dokusu (Şekil 3.112a), süngerimsi doku (Şekil 3.112b, c ve f) ile kenar kısımlarındaki yeniden büyüme zarfı (Şekil 3.112c ve d) ve opaklaşma; magma karışımına işaret eden dengesizlik dokularıdır.

İncelenen volkanitlerden TB ve TTRT'ni oluşturan kayaçlardaki plajiyoklaslarda gözlenen ince elek dokusu ve kenarlarındaki yeniden büyüme zarfı (Şekil 3.113a, d ve f), kırılma ve parçalanma (Şekil 3.113b) ve kaba elek dokusu (Şekil 3.113d, e ve f) magma karışımına işaret eden dengesizlik dokularıdır. Magma odasındaki soğumuş ve farklılaşmaya uğramış magmaya, sıcak ve bazik başka bir magmanın karışmasıyla, önceden kristallenmiş plajiyoklas fenokristallerinin kenarlarında yeniden büyüme meydana gelmektedir. Tsuchiyama (1985), plajiyoklaslarda gözlenen elek dokusu ve kemirilme yapılarının, magma karışımının ya da özümlemenin bir sonucu olarak oluştuğunu belirtmiştir. Bu dengesizlik dokularına; bu kayaçlardaki klinopiroksen, hornblend ve opak mineral inklüzyonları içeren halkalı zonlanma ve ikizlenmenin beraber gözleendiği karmaşık-zonlu plajiyoklas megakristallerinin gösterdiği dokular ilave edilebilir (Şekil 3.113c, d, e ve f).

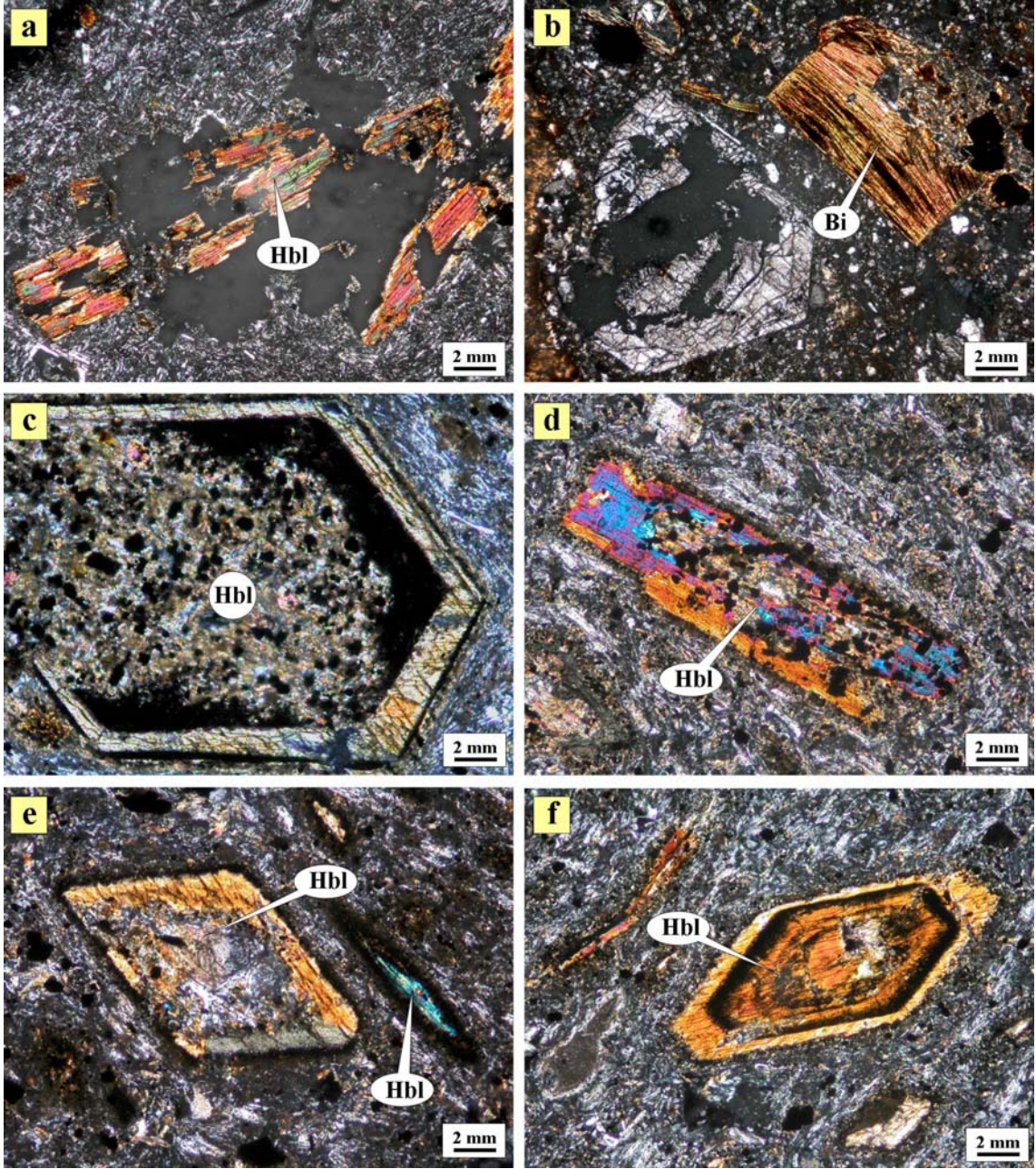
Ortaç ve asidik bileşimli kayaçlardaki hornblend fenokristalleri ve mikrofeno-kristalleri, kısmen opaklaşmış kısmen de parçalanmış ve kenarları aşınmış kristaller şeklindedir (Şekil 3.114a ve b). Bazı özşekilli hornblend fenokristallerin ise merkez kısımları boşluklu bir yapı kazanarak tamamen opaklaşmıştır (Şekil 3.114c ve d). Ayrıca kenarları yenmiş ve kısmen opak minerallerle kuşatılmış, özşekilli hornblend fenokristallerinin bol olarak volkanik cam inklüzyonları içermesi (Şekil 3.114d, e ve f) ve bazen de iskeletimsi yapı göstermesi, bu kayaçların gelişiminde magma karışımının etkili olabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, ortaç ve asidik bileşimli kayaçların çoğunda, kuvars ksenokristallerinin etrafını bir zarf şeklinde saran iğnemsli klinopiroksen mikrofeno-kristallerinin oluşturduğu bir reaksiyon dokusu gözlenmektedir (Şekil 3.115a, b, c, d). Bu doku, kuvarsların ksenokrist olduğunun bir göstergesidir ve kuvars ksenokristalinin magma ile reaksiyonu sonucu gelişmektedir (Shelley, 1993; Vernon, 2004). Bu özellik de magma karışımı ve/veya dengesiz kristallenme ile açıklanabilir. Yeniseyaca Bazaltı'na ait kayaçlarda gözlenen klinopiroksen + plajiyoklas + opak mineral kümelenmesi (kümülofirik doku, Şekil 3.115e) ile ortaç ve asidik bileşimli kayaçlardaki bazı hornblend fenokristallerinin kenarlarında gelişen kısmi ergime ile oluşan kırılma, parçalanma ve yenme (Şekil 3.115f) dengesizlik dokularını gösteren verilerdir (Shelley, 1993; Vernon, 2004).



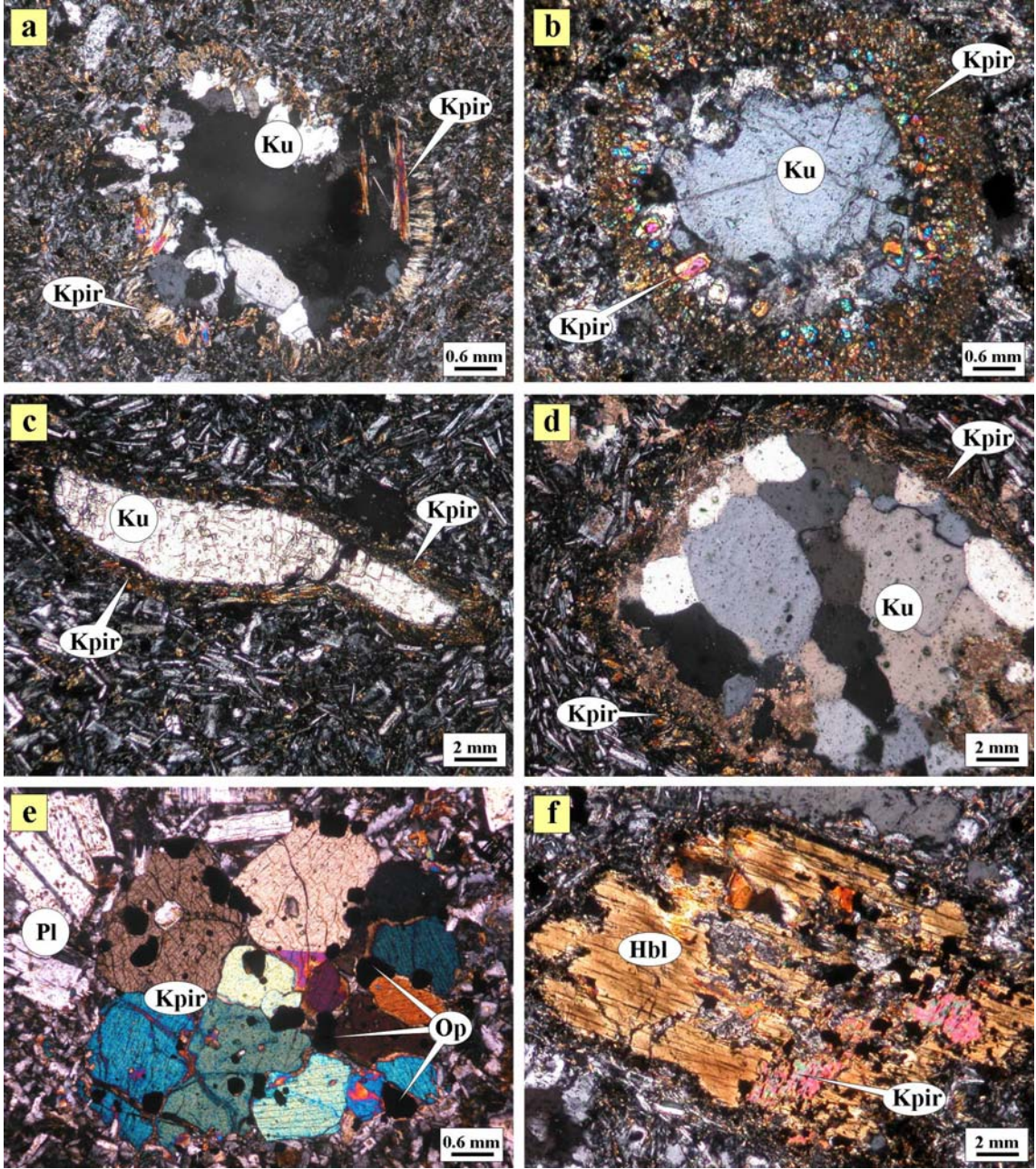
Şekil 3.112. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden Trakidasit-Dasit Takımı'nı ve Andezit-Trakiandezit Takımı'nı oluşturan kayalardaki plajiyoklas minerallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Çatal Tepe Domu (Örnek No: ÇT-4), (b) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-7), (c) Güzelyurt Tepe Domu (Örnek No: GY-14), (d) Fındıklı Tepe Domu (Örnek No: FK-6), (e) Karataş Tepe Domu (Örnek No: KR-4), (f) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-8) (Pl: Plajiyoklas)



Şekil 3.113. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden Yenisayaca Bazaltı'nı oluşturan trakibazaltlardaki ve Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı'nı oluşturan kayalardaki plajiyoklas megakristallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Işık Tepe Domu (Örnek No: IS-2), (b) Yenisayaca Bazaltı (Örnek No: YS-2), (c) Işık Tepe Domu (Örnek No: IS-1), (d) Yenisayaca Bazaltı (Örnek No: YS-3), (e) ve (f) Yenisayaca Bazaltı (Örnek No: YS-12) (Pl: Plajiyoklas)



Şekil 3.114. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik karakterli Andezit-Trakiandezit Takımı'nı ve Trakidasit-Dasit Takımı'nı oluşturan kayalardaki hornblend ve biyotit minerallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Çatal Tepe Domu (Örnek No: ÇT-4), (b) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-7), (c) Güzelyurt Tepe Domu (Örnek No: GY-14), (d) Fındıklı Tepe Domu (Örnek No: FK-6), (e) Karataş Tepe Domu (Örnek No: KR-4), (f) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-8) (Hbl: Hornblend; Bi: Biyotit)



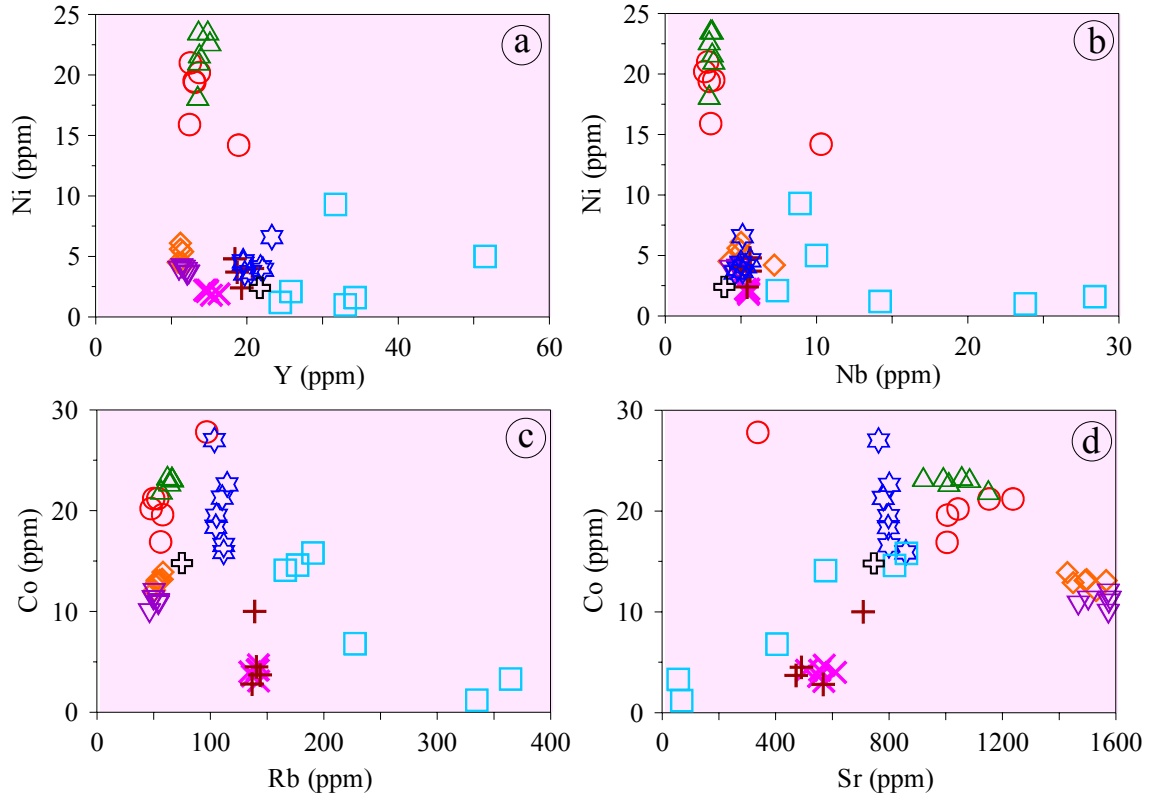
Şekil 3.115. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden Andezit-Trakiandezit Takımı'nı, Trakidasit-Dasit Takımı'nı ve Yenısayaca Bazaltı'nı oluşturan kayalarda gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (Ç.N.); (a) Çatal Tepe Domu (Örnek No: ÇT-4), (b) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-7), (c) Güzelyurt Tepe Domu (Örnek No: GY-14), (d) Fındıklı Tepe Domu (Örnek No: FK-6), (e) Karataş Tepe Domu (Örnek No: KR-4), (f) Elekçioğlu Tepe Domu (Örnek No: EÇ-8) (Pl: Plajiyoklas; Kpir: Klinopiroksen; Hbl: Hornblend; Ku: Kuvars; Op: Opak mineral)

Ortaç ve asidik bileşimli kayaçlardaki plajiyoklas minerallerinde gözlenen elek ve/veya sünger dokusu ve kenarındaki yeniden büyüme zarfı; hornblend ve biyotit minerallerinde gözlenen opaklaşma ve parçalanma yapıları ile iskeletimsi doku; kuvars ve klinopiroksen arasındaki reaksiyon dokusu ile bazik kayaçlardaki klinopiroksen, plajiyoklas ve opak minerallerin oluşturduğu kümülofirik doku; plajiyoklas megakristallerindeki kaba elek dokusu gibi dengesiz ksitalleşmeyi ifade eden bu dokuların, magma karışımıyla oluşabilmesi yanında, hızlı soğuma ve basınç azalmasıyla da meydana gelebileceği düşünülmektedir (Şekil 3.112, 3.113, 3.114 ve 3.115).

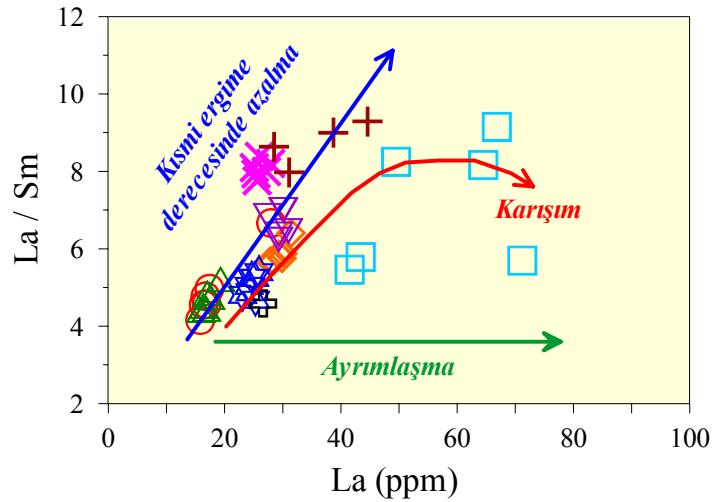
Karışan magmalarda, özellikle daha bazik bileşimli magmada kristallenmeye devam eden megakristal ve/veya çok daha küçük kristallerde, soğuma oranındaki artışa bağlı olarak iskeletimsi dokuların görülebileceği bilinmektedir (Sutcliffe vd., 1990). Buna karşın, Helz (1987), Shelly (1993) ve Vernon (2004), bazaltik kayaçların kristallenmesinde difüzyon oranının azalması ve kristal büyüme oranının artmasına bağlı olarak, iskeletimsi ve dentritik gibi hızlı soğuma dokularının da oluşabileceğini ifade etmektedirler. Elek dokusu gösteren plajiyoklas megakristallerinde ve bu kristallerin içindeki elek dokusunun köşelerinde aşınma izine rastlanmaması; magma karışımının yanı sıra yüzeye doğru hızlı bir şekilde yükselen magmadaki basınç azalmasına da bağlıdır (Pearce vd., 1987). Kenarları opaklaşmış hornblend ve biyotit mineralleri için de benzer durum söz konusudur. Bu tür minerallerin, magma yükselimi sırasında, uçucularının kaçması nedeniyle duraylı kalamadıkları ve ergiyikle tepkimeye girerek kenar kısımlarından itibaren opaklaştıkları ifade edilmektedir.

İncelenen volkanitlerin uyumlu-uyumsuz element (Ni-Y, Ni-Nb, Co-Rb, Co-Sr vs.) değişim diyagramlarına bakıldığında; bazik kayaçlardan ortaç ve asidiklere doğru gidildikçe, Ni (ppm) ve Co (ppm)'daki azalmaya paralel olarak, uyumsuz elementlerde (Y, Nb, Rb, Sr) belirgin bir zenginleşme söz konusu değildir (Şekil 3.116a, b, c ve d). Bu tür değişimleri basit bir kapalı sistem farklılaşmasıyla açıklamak zor olduğundan, bunları "ayrışma+magma karışımı" şeklinde yorumlamak daha doğrudur (Stolz vd., 1988).

İncelenen volkanitlerin La (ppm)-La/Sm diyagramına bakıldığında; volkanik kayaçların La/Sm oranı kısmen düzgün doğrusal bir şekilde kısmen de parabolik bir şekilde artmaktadır. La/Sm oranının düzgün doğrusal bir şekilde artması (TB, ATT ve TDT'nı oluşturan örneklerde), kısmi ergime derecesindeki azalmayı işaret ederken; parabolik bir şekilde artması (TTRT'nı oluşturan örneklerde) ise magma karışımını göstermektedir (Şekil 3.117).



Şekil 3.116. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin uyumlu-uyumsuz element diyagramları; (a) Ni (ppm)-Y (ppm), (b) Ni(ppm)-Nb(ppm), (c) Co(ppm)-Rb(ppm), (d) Co(ppm)-Sr(ppm) değişimi (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)



Şekil 3.117. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ayrışma, karışım ve azalan kısmi ergime derecesini gösteren La(ppm)'a karşı La/Sm grafiği (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

3.9. Ulubey Volkanitlerinin Gelişiminde Etkili Olan Magmatik Olayların Jeokimyasal ve İzotopik Modellemesi

3.9.1. Giriş

Üst mantoda ve kabukta değişik oranlarda farklı kısmi ergime süreçleri (Denge ergimesi, Fraksiyonel ergime, Dinamik ergime) ile oluşan magmalar; magma odalarında birikme, diyapirik yükselme, katılma ve yeryüzüne ulaşmaları sırasında karışım ve özümleme, ayrışma (fraksiyonel kristallenme-FC), özümleme ile beraber gelişen ayrışma (asimilasyon-fraksiyonel kristallenme-AFC) gibi değişik süreçlerden etkilenmektedir. 1970'li yıllardan itibaren süregelen magmatik petrojenez çalışmalarında, bu tür süreçlerin kalitatif olarak belirlenmesinin yanısıra kantitatif modellemelerde çalışılmıştır (Shaw, 1970; Allegre ve Minster, 1978; Shaw, 2006). 1980'li yıllardan itibaren, hemen hemen tüm magmatik petrojenez çalışmalarında bu tür modellemelere rastlamak mümkündür (DePaolo, 1981; O'hara ve Mathews, 1981; Albarède, 1996).

Ulubey (Ordu) volkanitlerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda magmatik olaylar sadece kalitatif olarak değerlendirilmiş, kantitatif modelleme çalışmaları tam anlamıyla yapılmamıştır. Oysa, volkanitlerin gelişimini açıklamak, kabuk ve yitim özelliklerini belirlemek ve magma kökeni tam anlamıyla ortaya koymak için yapılan magmatik petrojenez çalışmalarının sadece kalitatif çalışmalarla sınırlanmaması, bunların kantitatif modelleme çalışmalarıyla da desteklenmesi gerekir.

Bu bölümde, Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin jeokimyasal, izotopik ve petrolojik incelenmesinden elde edilen bulgular, kayaçların gelişiminde etkili olan magmatik olayların jeokimyasal (kısmi ergime, ayrışma-FC, özümleme ile beraber gelişen ayrışma-AFC) ve izotopik (ayrışma-FC, özümleme ile beraber gelişen ayrışma-AFC, magma karışımı) modellemeleri yapılarak desteklenmiştir. Modal olmayan Rayleigh kısmi ergimesi, Rayleigh ayrışması (FC), özümleme ile beraber gelişen ayrışma (AFC) ve magma karışımı modellemeleri, XLFRAC modelleme programı yardımıyla tüm kayaç ve mikroprob analiz verileri kullanılarak yapılmıştır.

3.9.2. Kısmi Ergime

Ulubey yöresi volkanitlerinden en bazik üyeyi oluşturan trakibazaltların bileşimi dikkate alındığında, incelenen trakibazaltlar ilksel magmayı temsil etmezler. Bu nedenle

Temizel (2002), Temizel ve Arslan (2003 ve 2008) tarafından incelenen İkizce (Ordu) Yöresi bazik volkanik kayalarından Koçevyanı Bazaltı'na ait örnekler (% 11.67 MgO ($Mg^{\#} = 52$), 106 ppm Ni ve 760 ppm Cr); hem jeokimyasal hem de petrolojik özellikleri bakımından incelenen Ulubey Yöresi volkanitlerine benzerlik gösterdiğinden, ayrıca mekansal olarak da aynı ortamı karakterize ettiğinden, ilksel manto bileşimini yansıtan kayalar olarak alınmışlardır (Tablo 3.42 ve 3.43).

İncelenen volkanitlerin ana magmasının bileşimini belirleyebilmek için, manto kaynağından yaklaşık yüzde kaçlık bir kısmı ergimeyle oluştuğu hakkında bir yaklaşımda bulunmamız gereklidir.

Her ne kadar kısmi ergime modellemesinde manto bileşimi alınmış olmasına rağmen Pontidler'in eski bir yayı temsil etmesi nedeniyle manto kaynağının ne derece zenginleşmiş olduğu bilinmemektedir. Bu nedenle volkanitlerin ana magması yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir kökenden türemiş olabilir (Arslan vd., 2002). Zenginleşmeyi irdelemek için de metazomatizma ile zenginleşmiş granat-lerzolitik bileşimli manto kaynağı kullanılmış ve Koçevyanı Bazaltı (Ordu)'na ait kayaların NTE içeriklerinden yararlanılmıştır. Bu granat-lerzolitik manto kaynağının modal bileşimi (Ol: %55; Opir: %25; kpir: %10 ve Grt: %10) ve ergime oranları (Ol:0.4; Opir:0.4; kpir:0.1 ve Grt:0.1) Frey (1984)'den; ayrımlanma katsayıları ise Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'dan, kondrit normalize değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır.

Koçevyanı Bazaltı'na ve farklı kısmi ergime derecelerine sahip ilksel magmaya modal olmayan Rayleigh kısmi ergime modeli (Formül 3.19, 3.20 ve 3.21) uygulanarak elde edilen değerlerin kondritlere göre normalize edilmiş nadir toprak element değişimleri karşılaştırılmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 3.44'de verilmiştir. Buna göre, volkanitlerin ana magmaya (Koçevyanı Bazaltı) göre kısmi ergime miktarının ağır nadir toprak elementler dikkate alındığında yaklaşık % 30-35, hafif nadir toprak elementlerde ise yaklaşık % 5-10 arasında değiştiği belirlenmiştir (Temizel ve Arslan, 2003) (Şekil 3.118, Tablo 3.44).

$$C_L/C_o = (1/F)(1 - (1 - P_o F / D_o)^{1/P_o}) \quad 3.19$$

$$D_o = \sum X_{\alpha} D_{\alpha} \quad 3.20$$

$$P_o = \sum X_{\alpha} P_{\alpha} \quad 3.21$$

C_L = Elementin ergiyikteki konsantrasyonu (ppm),

C_o = Elementin ilksel katı kaynak malzemedeki konsantrasyonu (ppm),

X_α = Erime sonucu oluşan ergiyiğin katı kaynak malzemeden diyapirik olarak yükselmeye başladığı anda kalıntı katı kaynaktaki α mineral fazının yüzdesi,

D_α = İlgili elementin α minerali için kristal-ergiyik ayrımlanma katsayısı,

P_α = Ergiyiğe geçen α mineral fazının oranı,

F = Kısmi ergime miktarı (%)

Hesaplanan değerler ve çizilen Şekil 3.118'deki diyagrama göre, Koçevyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'na ait nadir toprak element değişimi, hafif nadir toprak elementlerden ağır nadir toprak element yönüne doğru gidildiğinde, % 5-10 luk kısmi ergime eğrisinden başlayarak % 30-40 luk kısmi ergime yönsemeleri arasında son bulmaktadır. Buna göre, Ulubey (Ordu) yöresinde bazik volkanitlerin ana magmasının yaklaşık % 20-30 kısmi ergimeye uğramış, granat içeren lertzolitik bir manto kaynağından türediği söylenebilir (Şekil 3.118). Bu modele göre, ANTE'de gözlenen yüksek orandaki tüketilme, spinelden ziyade özellikle granatın kısmi ergimedeki rolünü işaret etmektedir. Ayrıca, volkanitlerin NTE dağılımlarının, ANTE'lerdeki zenginleşmeden dolayı kısmi ergime yönsemelerini kesmesi ve E-Tipi OOSB ve Okyanus Adası Bazaltı'na ait yönsemeleriyle benzerlik sunması; volkanitlerin yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir köken magmadan türeyebilecekleri yorumunu desteklemektedir.

Tablo 3.42. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin jeokimyasal modellemesinde kullanılan Koçevyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'na ait ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri ile CIPW normatif mineralojik bileşimleri (analiz değerleri, Temizel (2002)'den alınmıştır)

Koçevyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'na ait ana oksit (%), iz (ppm)ve nadir toprak (ppm) element analizleri ile CIPW normatif mineralojik (%) bileşimleri									
SiO ₂	: 46.91	Zr	: 43.6	Co	: 55	Eu	: 1.10	Or	: 11.63
TiO ₂	: 0.68	Y	: 13	Cr	: 760	Gd	: 3.33	Ab	: 14.07
Al ₂ O ₃	: 11.84	Sr	: 760	Ba	: 562	Tb	: 0.45	An	: 20.30
Fe ₂ O ₃ *	: 10.83	Rb	: 28.9	Nb	: 2.1	Dy	: 2.37	Di	: 26.55
MnO	: 0.18	Th	: 2.4	La	: 12.40	Ho	: 0.49	Hy	: 1.53
MgO	: 11.67	Ta	: 0.1	Ce	: 26.00	Er	: 1.39	Ol	: 19.84
CaO	: 10.70	Zn	: 61	Pr	: 3.26	Tm	: 0.20	Mt	: 4.04
Na ₂ O	: 1.60	Cu	: 144	Nd	: 15.4	Yb	: 1.27	İlm	: 1.34
K ₂ O	: 1.89	Ni	: 106	Sm	: 3.80	Lu	: 0.19	Ap	: 0.70
P ₂ O ₅	: 0.31								
LOI	: 3.10								
Toplam	: 99.71								

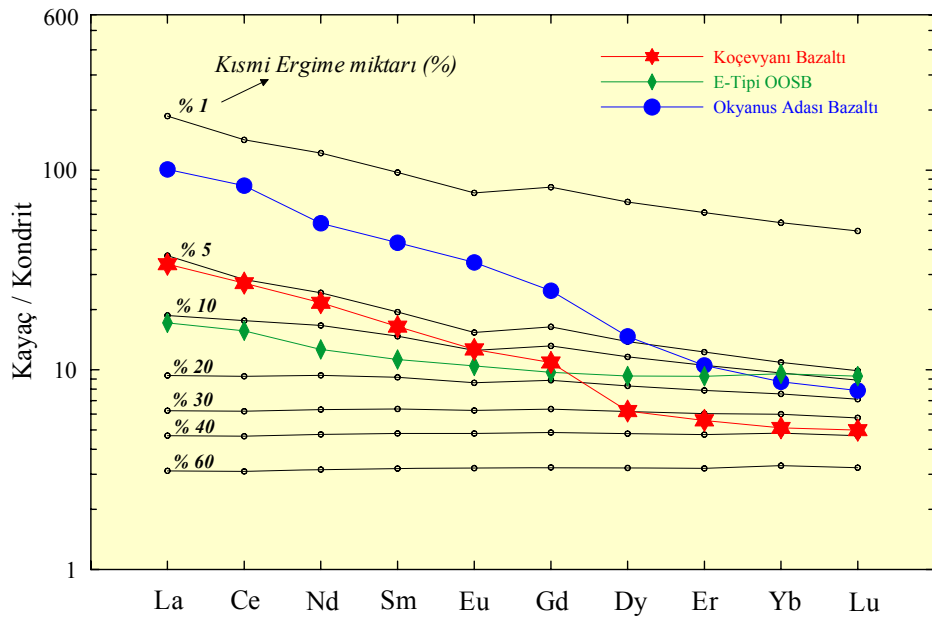
* Fe₂O₃* , Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. LOI (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.

* CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır.

Tablo 3.43. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin jeokimyasal modellemesinde kullanılan Koçavyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'nın içerdiği olivin, klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları (analiz değerleri, Temizel (2002)'den alınmıştır)

Koçavyanı Bazaltı (İkizce-Ordu)'nın içerdiği ait olivin, klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit minerallerinin ana oksit içerikleri (% ağı.)				
Örnek No:	31A-Ol-4-k	31A-Kpir-6-m	31A-Plj-1-k	31A-Mgt-5
SiO ₂	39.93	49.43	48.17	<0.08
TiO ₂	<0.06	0.43	0.00	2.29
Al ₂ O ₃	<0.08	5.04	31.67	9.37
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	53.26
FeO	14.68	7.76	1.49	23.29
MnO	0.29	0.13	<0.08	0.25
MgO	44.59	14.29	0.44	7.12
CaO	0.38	22.81	15.9	0.07
Na ₂ O	000	<0.13	2.02	<0.17
K ₂ O	000	<0.04	0.32	<0.04
Cr ₂ O ₃	<0.07	<0.08	<0.07	3.49
Toplam	99.87	99.89	100.00	99.14

* Ol: olivin, Kpir: klinopiroksen, Plj: plajiyoklas, Mgt: magnetit



Şekil 3.118. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ana magmasının belirlenmesinde kullanılan modal olmayan Rayleigh kısmi ergime modeli (granat-lerzolit kaynağının değişik derecelerdeki kısmi ergimeye uğratılmasıyla oluşturulan ergiğin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (granat-lerzolit, E-Tipi OOSB ve Okyanus Adası Bazaltı'nın NTE değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan; mantonun modal bileşimi ve ergime oranları, Frey (1984)'den; ayrılma katsayıları ise Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'den; kondrit normalize değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır)

Tablo 3.44. Ulubey (Ordu) yöresi ilksel bazik volkanik kayaları temsil eden, Koçevyanı Bazaltı için uygulanan modal olmayan Rayleigh Kısmi Ergime modellemesi (granat-lerzolit kaynağının değişik derecelerdeki kısmi ergimeye uğratılmasıyla oluşturulan ergiğin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları)

NTE	Manto (C _o)	Ol (Kd1)	Opir (Kd2)	Kpir (Kd3)	Grt (Kd4)	D _o	P _o	Kondirit	Koçevyanı Bazaltı	E-OOSB	Okyanus Adası Bazaltı	Hesaplamalarda kullanılan bileşimsel değerler	
La	0.687	0.0067	-	0.056	-	0.009285	0.00828	0.367	33.79	17.17	100.82	Koçevyanı Bazaltı : Temizel (2002)	
Ce	1.78	0.0069	0.02	0.150	0.120	0.035795	0.03776	0.957	27.17	15.67	83.59	Granat-lerzolit : Sun ve McDonough (1989)	
Nd	1.35	0.0066	0.03	0.310	0.081	0.05023	0.05374	0.711	21.66	12.66	54.15	E-Tipi OOSB : Sun ve McDonough (1989)	
Sm	0.444	0.0066	0.05	0.500	0.067	0.07283	0.07934	0.231	16.45	11.26	43.29	Okyanus Adası Bazaltı: Sun ve McDonough (1989)	
Eu	0.168	0.0068	0.05	0.510	0.340	0.10124	0.10772	0.087	12.64	10.46	34.48	Mantonun modal bileşimi : Frey (1984)	
Gd	0.596	0.0077	0.09	0.610	0.063	0.094035	0.10638	0.306	10.88	9.71	24.90	(Ol:%55; Opir:%25; kpir:%10; Grt:%10)	
Dy	0.737	0.0096	0.15	0.680	0.055	0.11628	0.13734	0.381	6.22	9.32	14.70	Mantonun ergime oranları : Frey (1984)	
Er	0.48	0.0110	0.23	0.650	0.063	0.13485	0.1677	0.249	5.58	9.28	10.52	(Ol:0.4; Opir:0.4; kpir:0.1; Grt:0.1)	
Yb	0.493	0.0140	0.34	0.620	0.067	0.1614	0.2103	0.248	5.12	9.56	8.71	Ayrımlanma katsayıları : Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)	
Lu	0.074	0.0160	0.42	0.560	0.060	0.1758	0.2364	0.0381	4.99	9.29	7.87	Kondrit değerleri : Taylor ve McLennan (1985)	
Hesaplanan C _L değerleri						Kondrite normalize edilmiş C _L değerleri						Hesaplamalarda kullanılan formüller	
NTE	C _L (F=0.05)	C _L (F=0.1)	C _L (F=0.2)	C _L (F=0.3)	C _L (F=0.4)	C _L (F=0.6)	C _L (F=0.05)	C _L (F=0.1)	C _L (F=0.2)	C _L (F=0.3)	C _L (F=0.4)	C _L (F=0.6)	$C_L/C_o = (1/F)(1 - (1 - P_o F / D_o)^{1/P_o})$
La	13.68	6.87	3.43	2.29	1.72	1.15	37.29	18.72	9.36	6.24	4.68	3.12	D _o = Σ X _α D _α
Ce	27.12	16.87	8.88	5.93	4.45	2.97	28.34	17.63	9.28	6.20	4.65	3.10	D _o = X1.Kd1 + X2.Kd2 + X3.Kd3 + X4.Kd4
Nd	17.29	11.86	6.67	4.50	3.37	2.25	24.32	16.68	9.39	6.32	4.75	3.16	P _o = Σ X _α P _α
Sm	4.50	3.40	2.12	1.47	1.11	0.74	19.47	14.73	9.18	6.36	4.80	3.20	P _o = P1.Kd1 + P2.Kd2 + P3.Kd3 + P4.Kd4
Eu	1.34	1.09	0.75	0.54	0.42	0.28	15.37	12.51	8.61	6.26	4.80	3.22	C _L = Elementin ergiyikteki konsantrasyonu (ppm),
Gd	5.02	4.03	2.71	1.95	1.48	0.99	16.42	13.18	8.87	6.36	4.85	3.25	C _o = Elementin ilksel katı kaynak malzemedeki konsantrasyonu (ppm),
Dy	5.28	4.42	3.17	2.36	1.82	1.23	13.85	11.60	8.31	6.18	4.79	3.22	D _o = İlgili elementin α minerali için kristal-ergiyik ayrımlanma katsayısı,
Er	3.05	2.63	1.96	1.50	1.18	0.80	12.26	10.54	7.89	6.03	4.74	3.21	P = Ergiye geçen α mineral fazının oranı,
Yb	2.70	2.39	1.88	1.49	1.20	0.82	10.90	9.64	7.57	6.00	4.82	3.31	F = Kısmi ergime miktarı (%)
Lu	0.38	0.34	0.27	0.22	0.18	0.12	9.91	8.88	7.13	5.75	4.67	3.23	Ol: Olivin, Opir:Ortopiroksen, Kpir:Klinopiroksen, Grt: Granat

3.9.3. Ayrışma (Fraksiyonel Kristallenme-FC)

Magmadan herhangi bir kristal fazın, homojen bir ortamdan kimyasal veya izotopik fraksiyonlanma ile ilerleyen bir şekilde uzaklaşması durumunda ayrışma (fraksiyonel kristallenme-FC) modellenmesi uygulanabilmektedir (Frey, 1984). Bu modelleme yöntemlerini uygulamadan önce, magma oluşumu ve oluşan magmanın katılması sırasında etkin olan süreçlerin jeokimyasal modellenmesi için uygun jeokimyasal elementlerin seçilmesi gerekir. Bu yüzden gerek kısmi ergime olayında gerekse bunun tam tersi bir fiziksel olay olan ayrışma olayında hangi malzemenin hangi elementler tarafından daha iyi temsil edilebileceği göz önüne alınarak modelleme çalışmalarının yapılması gerekir. Böylelikle, modelleme çalışmalarında yapılan doğru element seçimi elde edeceğimiz sonuçların daha sağlıklı ve yorumların ise daha verimli olmasını sağlayacaktır (DePaolo, 1981; Frey, 1984, Albarède, 1996; Tatar ve Boztuğ, 1997).

İncelenen volkanitlerin (TB, TTRT, TDT ve ATT oluşturan kayaçların) ana oksit ve iz element değişim diyagramlarında (bkz. Şekil 3.83 ve 3.84) görülen iyi derecedeki doğrusal ilişkiler (özellikle artan SiO_2 'ye karşı uyumlu elementlerin azalması ve uyumsuz elementlerin artması), Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin oluşum ve gelişim sürecinde ayrışmanın büyük oranda etkili olduğunu göstermektedir. Bu değişimler, kayaçlarda gözlenen fenokristal (plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, biyotit, sanidin) ve mikrofenokristallerle (apatit, magnetit) uyum içerisinde. Ana oksit ve iz element değişimlerine göre, kristallenme sürecinde ayrışmada etkili bir şekilde rol oynayan mineraller; bazik kayaçlarda özellikle klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit; ortaç ve asidik kayaçlarda ise hornblend, biyotit, plajiyoklas, magnetit, apatit ve sanidin mineralleridir.

Bu veriler ışığında, Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanitlerin iz element çiftlerinden ve/veya oranlarından (Sr-Yb, Rb-Sr/Y, La/Sr-Sr, Y/Zr-Ba/Zr, Rb/Sr-Sr, Y/Rb-Rb, Sm-Th, Zr-Nb, Zr-La, Zr-Th, Zr-Zr/Nb, La-La/Y, Nb-Nb/Zr, La-La/Yb, Th-La/Yb ve Dy-Nb gibi) yararlanarak, kayaçların gelişimi esnasında etkili olan minerallerin ayrışma yönleri, FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002) yardımıyla Rayleigh Fraksiyonlaşması (Formül 3.22 ve 3.23)'na göre belirlenmiş; hangi minerallerin, hangi oranlarda ayrışmaya katıldığı, bazik (Şekil 3.119; Tablo, 3.45 ve 3.46) ve ortaç-asidik (Şekil 3.120 ve 3.121; Tablo, 3.45 ve 3.47) bileşime sahip kayaçlar için ayrı ayrı tespit edilmiştir.

$$C_L / C_o = F^{(D-1)} \quad 3.22$$

$$D = \Sigma X_\alpha D_\alpha \quad 3.23$$

C_L = Elementin ergiyikteki konsantrasyonu

C_o = Elementin ilksel katı kaynak malzemedeki konsantrasyonu

X_α = Erime sonucu oluşan ergiyiğin katı kaynak malzemedeki diyapirik olarak yükselmeye başladığı anda kalıntı katı kaynaktaki α mineral fazının yüzdesi

D_α = İlgili elementin bu mineral için kristal-ergiyik ayrılma katsayısı

F = Fraksiyonlaşma miktarı (%)

Volkanitlerin gelişiminde etkili olabilecek mineral fazlarını belirlemek için daha önceden belirtildiği gibi uyumlu-uyumsuz element faktörünü göz önünde bulundurarak birden fazla element çiftleri arasında diyagramlar çizilmiştir.

Genel olarak; Sr-Yb, Rb-Sr/Y, La/Sr-Sr, Y/Zr-Ba/Zr, Rb/Sr-Sr ve Y/Rb-Rb diyagramları dikkate alındığında (Şekil 3.119), bazik volkanitlerin (trakibazaltların) gelişiminde yaklaşık olarak %70-80 plajiyoklas, %20-25 klinopiroksen ve %5 olivin ayrışmasının etkili olduğu belirlenmiştir (FC-Modelleme Programı'nda magnetit mineraline ait bazı elementlerin ayrılma katsayısı verilmediğinden dolayı, ayrışmaya dahil edilememiştir).

Ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde ayrılaşan mineral fazları ve oranları; Sm-Th, Zr-Nb, Zr-La, Zr-Th, Zr-Zr/Nb, Y/Zr-Ba/Zr, Rb-Sr/Y, La-La/Y, Nb-Nb/Zr, La-La/Yb, Th-La/Yb ve Dy-Nb diyagramları dikkate alınarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Şekil 3.120 ve 3.121). Bu diyagramlara göre; volkanitlerden Trakidasit-Dasit Takımı (TDT)'ni oluşturan kayaçların gelişiminde, yaklaşık olarak %35-60 plajiyoklas, %15-50 hornblend, %5-10 biyotit, %5-10 klinopiroksen, %5 sanidin ve %5 magnetit ayrışmasının; Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT)'ni oluşturan kayaçların gelişiminde, yaklaşık olarak %35-75 plajiyoklas, %10-55 hornblend, %5-10 biyotit, %5-45 klinopiroksen, %5 sanidin ve %5 magnetit ayrışmasının; Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT)'ni oluşturan kayaçların gelişiminde ise, yaklaşık olarak %35-70 plajiyoklas, %25-60 hornblend, %5-10 biyotit, %5-30 klinopiroksen, %5 sanidin ve %5 magnetit ayrışmasının etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.120 ve 3.121).

FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002) yardımıyla Rayleigh Fraksiyonlaşması (Formül 3.22 ve 3.23)'na göre çizilen diyagramlardan da anlaşılacağı gibi; Ulubey (Ordu) yöresindeki bazik kayaların gelişiminde klinopiroksen, plajiyoklas, olivin ve magnetit ayrışmasının; ortaç ve asidik kayaların gelişiminde ise plajiyoklas, hornblend, biyotit, klinopiroksen, magnetit, apatit ve sanidin ayrışmasının önemli şekilde rol oynadığı söylenebilir (Tablo 3.45, 3.46 ve 3.47).

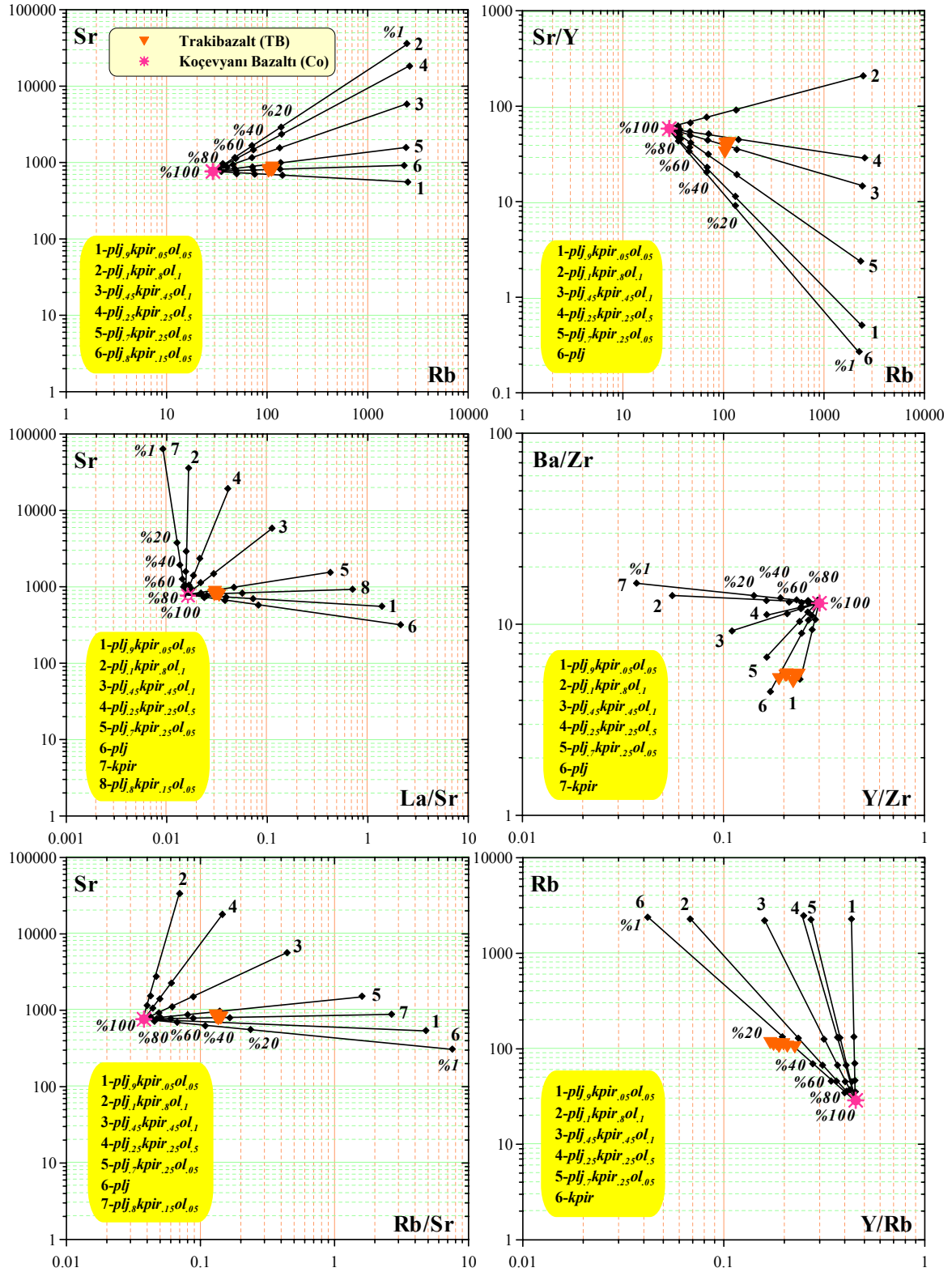
Tablo 3.45. Ulubey (Ordu) yöresi bazik, ortaç ve asidik bileşimli volkanik kayalarda, FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002) yardımıyla belirlenen minerallerin ayrışma yönlerinin hesaplanmasında kullanılan ayrışma katsayıları ve C_o değerleri

	Ortaç ve asidik kayalarda C_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan ayrışma katsayıları (Kd) (Keskin vd., 1988)						C_o * (ilksel değerler)
	Hbl-Kd	Plj-Kd	Kpir-Kd	Bi-Kd	Snd-Kd	Mgt-Kd	
Zr	1.4	0.03	0.25	0.15	0.15	0.2	43.6
Ba	0.5	0.5	0.15	6	0.5	0.01	562
Rb	0.13	0.13	0.06	3.2	0.18	0.01	28.9
Sr	0.6	2.6	0.09	0.15	0.9	0.01	760
Nb	1	0.025	0.2	1.4	0	1	2.1
Th	0.15	0.015	0.1	0.15	0.008	0.1	2.4
Y	3	0.06	1.2	0.45	0	0.5	13
La	0.5	0.23	0.4	0.15	0	-	12.40
Sm	2.3	0.15	1.2	0.15	0.01	0.3	3.80
Dy	3.3	0.1	1.5	0.15	0	-	2.37
Yb	2.5	0.07	1.3	0.15	0.003	0.25	1.27

* C_o : Ortaç ve asidik kayalarda, minerallerin ayrışma yönlerini belirlemek için çizilen trendlerin başlangıç noktası olarak alınan değerlerdir.

	Bazik kayalarda C_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan ayrışma katsayıları (Kd) (Keskin vd., 1988)				C_o ** (Koçevyanı Bazaltı-31A)
	Ol-Kd	Plj-Kd	Kpir-Kd	Mgt-Kd	
Zr	0.01	0.01	0.1	0.1	43.6
Ba	0.002	0.23	0.05	-	562
Rb	0.002	0.05	0.035	-	28.9
Sr	0.0015	1.2	0.06	-	760
Nb	0.01	0.01	0.04	0.4	2.1
Y	0.01	0.03	0.55	0.2	13
La	0.04	0.12	0.15	1.5	12.40

** C_o : Bazik kayalarda, minerallerin ayrışma yönlerini belirlemek için çizilen trendlerin başlangıç noktası olarak, Koçevyanı Bazaltı'na ait 31A (Temizel, 2002) nolu örneğin kimyasal analizi alınmıştır.



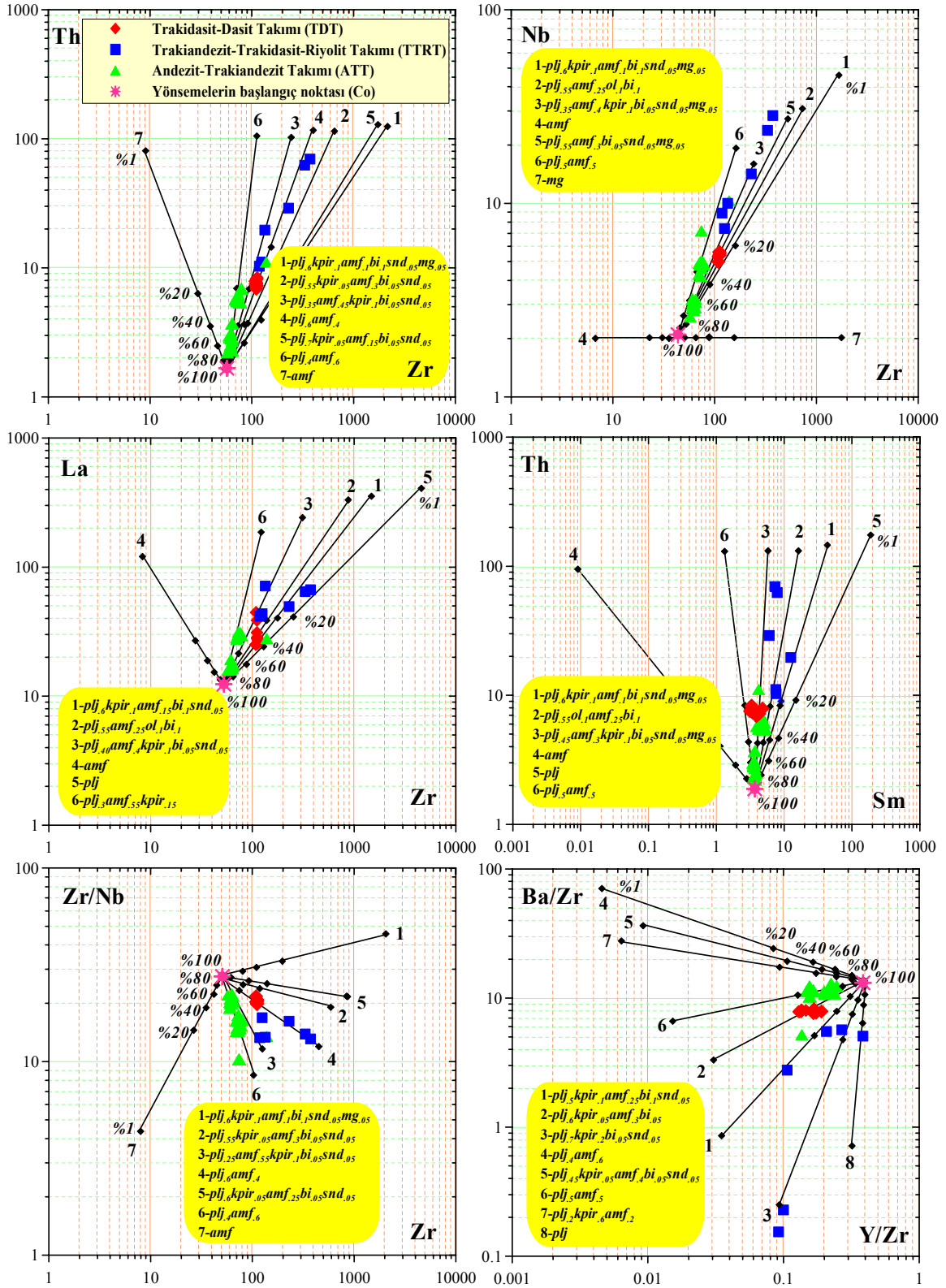
Şekil 3.119. Ulubey (Ordu) yöresindeki bazaltik volkanitlerin (trakibazalt) gelişiminde etkili olan minerallerin ayrışma yönlerini ve oranlarını gösteren değişim diyagramları

Tablo 3.46. Ulubey (Ordu) yöresi bazik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayrışma yönlerini belirlemek için hesaplanan C_L değerleri (FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002)'nda kullanılan ayrışma katsayıları, Keskin vd. (1998)'den alınmıştır)

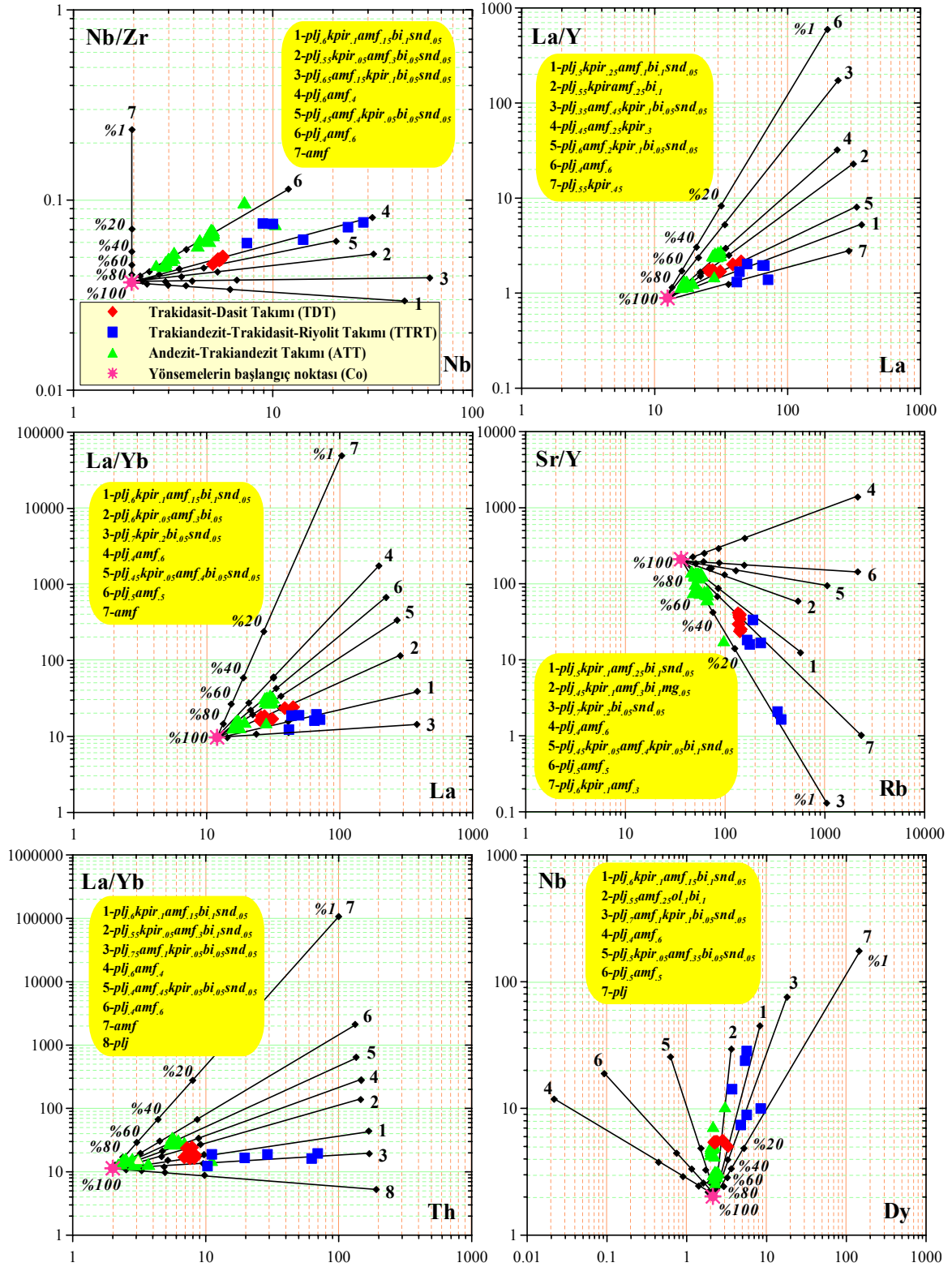
Vektör No	Element veya Element Oranı	Element ve Element Oranlarına göre Hesaplanan C_L Değerleri					
		F=%100	F= %80	F= %60	F= %40	F= %20	F= %1
Vektör 1	Rb	29.00	35.87	47.19	69.45	134.47	2337.21
	Sr	760.00	746.04	728.42	704.30	664.89	518.40
Vektör 2	Rb	29.00	35.98	47.52	70.33	137.46	2488.85
	Sr	760.00	915.01	1162.41	1628.70	2899.02	35035.93
Vektör 3	Rb	29.00	35.94	47.39	69.99	136.30	2429.39
	Sr	760.00	837.07	948.07	1129.96	1525.33	5578.45
Vektör 4	Rb	29.00	36.07	47.79	71.04	139.90	2617.57
	Sr	760.00	885.37	1077.99	1422.67	2286.04	17754.71
Vektör 5	Rb	29.00	35.90	47.26	69.64	135.12	2369.73
	Sr	760.00	784.98	818.40	867.93	959.65	1481.37
Vektör 6	Rb	29.00	35.85	47.11	69.25	133.79	2303.55
	Sr	760.00	726.83	686.19	632.74	550.83	302.56
Vektör 1	Rb	29.00	35.87	47.19	69.45	134.47	2337.21
	Sr/Y	58.46	46.48	34.58	22.79	11.18	0.51
Vektör 2	Rb	29.00	35.98	47.52	70.33	137.46	2488.85
	Sr/Y	58.46	62.17	67.31	75.27	91.13	208.24
Vektör 3	Rb	29.00	35.94	47.39	69.99	136.30	2429.39
	Sr/Y	58.46	54.61	50.02	44.20	35.77	14.34
Vektör 4	Rb	29.00	36.07	47.79	71.04	139.90	2617.57
	Sr/Y	58.46	56.34	53.72	50.22	44.77	27.25
Vektör 5	Rb	29.00	35.90	47.26	69.64	135.12	2369.73
	Sr/Y	58.46	50.05	40.97	30.89	19.07	2.37
Vektör 6	Rb	29.00	35.85	47.11	69.25	133.79	2303.55
	Sr/Y	58.46	45.03	32.16	20.01	8.89	0.27
Vektör 1	Rb/Sr	0.04	0.05	0.06	0.10	0.20	4.51
	Sr	760.00	746.04	728.42	704.30	664.89	518.40
Vektör 2	Rb/Sr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07
	Sr	760.00	915.01	1162.41	1628.70	2899.02	35035.93
Vektör 3	Rb/Sr	0.04	0.04	0.05	0.06	0.09	0.44
	Sr	760.00	837.07	948.07	1129.96	1525.33	5578.45
Vektör 4	Rb/Sr	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.15
	Sr	760.00	885.37	1077.99	1422.67	2286.04	17754.71
Vektör 5	Rb/Sr	0.04	0.05	0.06	0.08	0.14	1.60
	Sr	760.00	784.98	818.40	867.93	959.65	1481.37
Vektör 6	Rb/Sr	0.04	0.05	0.07	0.11	0.24	7.61
	Sr	760.00	726.83	686.19	632.74	550.83	302.56
Vektör 7	Rb/Sr	0.04	0.05	0.06	0.09	0.17	2.69
	Sr	760.00	765.26	772.10	781.84	798.78	876.32

Tablo 3.46'nın devamı

Vektör No	Element veya Element Oranı	Element ve Element Oranlarına göre Hesaplanan C _L Değerleri					
		F=%100	F= %80	F= %60	F= %40	F= %20	F= %1
Vektör 1	Y/Zr	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.25
	Ba/Zr	12.77	12.23	11.56	10.68	9.33	5.20
Vektör 2	Y/Zr	0.30	0.27	0.25	0.21	0.16	0.06
	Ba/Zr	12.77	12.83	12.90	12.99	13.17	13.93
Vektör 3	Y/Zr	0.30	0.28	0.27	0.24	0.21	0.11
	Ba/Zr	12.77	12.56	12.29	11.92	11.31	9.01
Vektör 4	Y/Zr	0.30	0.29	0.28	0.27	0.24	0.17
	Ba/Zr	12.77	12.66	12.52	12.33	12.01	10.70
Vektör 5	Y/Zr	0.30	0.29	0.28	0.26	0.24	0.17
	Ba/Zr	12.77	12.38	11.88	11.22	10.18	6.67
Vektör 6	Y/Zr	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.27
	Ba/Zr	12.77	12.16	11.42	10.44	8.96	4.64
Vektör 7	Y/Zr	0.30	0.27	0.23	0.20	0.14	0.04
	Ba/Zr	12.77	12.92	13.10	13.37	13.84	16.08
Vektör 1	La/Sr	0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	1.24
	Sr	760.00	746.04	728.42	704.30	664.89	518.40
Vektör 2	La/Sr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
	Sr	760.00	915.01	1162.41	1628.70	2899.02	35035.93
Vektör 3	La/Sr	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.11
	Sr	760.00	837.07	948.07	1129.96	1525.33	5578.45
Vektör 4	La/Sr	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
	Sr	760.00	885.37	1077.99	1422.67	2286.04	17754.71
Vektör 5	La/Sr	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.42
	Sr	760.00	784.98	818.40	867.93	959.65	1481.37
Vektör 6	La/Sr	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	2.09
	Sr	760.00	726.83	686.19	632.74	550.83	302.56
Vektör 7	La/Sr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Sr	760.00	937.37	1228.43	1798.36	3450.21	57651.90
Vektör 8	La/Sr	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.72
	Sr	760.00	765.26	772.10	781.84	798.78	876.32
Vektör 1	Y/Rb	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43
	Rb	29.00	35.87	47.19	69.45	134.47	2337.21
Vektör 2	Y/Rb	0.45	0.41	0.36	0.31	0.23	0.07
	Rb	29.00	35.98	47.52	70.33	137.46	2488.85
Vektör 3	Y/Rb	0.45	0.43	0.40	0.37	0.31	0.16
	Rb	29.00	35.94	47.39	69.99	136.30	2429.39
Vektör 4	Y/Rb	0.45	0.44	0.42	0.40	0.36	0.25
	Rb	29.00	36.07	47.79	71.04	139.90	2617.57
Vektör 5	Y/Rb	0.45	0.44	0.42	0.40	0.37	0.26
	Rb	29.00	35.90	47.26	69.64	135.12	2369.73
Vektör 6	Y/Rb	0.45	0.40	0.34	0.28	0.20	0.04
	Rb	29.00	35.97	47.48	70.21	137.06	2468.30



Şekil 3.120. Ulubey (Ordu) yöresindeki ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayrılaşma yönlerini ve oranlarını gösteren değişim diyagramları



Şekil 3.121. Ulubey (Ordu) yöresindeki ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayırılma yönlerini ve oranlarını gösteren değişim diyagramları

Tablo 3.47. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik volkanitlerin gelişiminde etkili olan minerallerin ayırılma yönlerini belirlemek için hesaplanan C_L değerleri (FC-Modelleme Programı (Keskin, 2002)'nda kullanılan ayırılma katsayıları, Keskin vd. (1998)'den alınmıştır)

Vektör No	Element veya Element Oranı	Element ve Element Oranlarına göre Hesaplanan C_L Değerleri					
		F=%100	F= %80	F= %60	F= %40	F= %20	F= %1
Vektör 1	Sm	3.00	3.38	3.93	4.87	7.03	34.37
	Th	2.00	2.47	3.24	4.76	9.16	155.68
Vektör 2	Sm	3.00	3.22	3.54	4.03	5.04	13.25
	Th	2.00	2.46	3.22	4.69	8.92	144.39
Vektör 3	Sm	3.00	3.07	3.16	3.29	3.52	4.74
	Th	2.00	2.46	3.21	4.67	8.87	141.82
Vektör 4	Sm	3.00	2.24	1.54	0.91	0.37	0.01
	Th	2.00	2.42	3.09	4.36	7.86	100.24
Vektör 5	Sm	3.00	3.63	4.63	6.54	11.78	150.36
	Th	2.00	2.49	3.31	4.93	9.76	186.65
Vektör 6	Sm	3.00	2.85	2.67	2.44	2.09	1.06
	Th	2.00	2.45	3.20	4.64	8.76	136.78
Vektör 1	Zr	51.00	60.76	76.14	104.65	180.27	1890.47
	Zr/Nb	27.28	27.95	28.85	30.15	32.53	45.16
Vektör 2	Zr	51.00	57.48	67.06	83.34	120.84	601.96
	Zr/Nb	27.28	26.85	26.31	25.58	24.36	19.74
Vektör 3	Zr	51.00	53.12	55.98	60.28	68.41	118.19
	Zr/Nb	27.28	26.25	24.99	23.31	20.71	12.40
Vektör 4	Zr	51.00	56.04	63.27	75.08	100.59	356.10
	Zr/Nb	27.28	26.30	25.10	23.49	20.98	12.88
Vektör 5	Zr	51.00	58.36	69.45	88.74	134.93	825.22
	Zr/Nb	27.28	26.97	26.58	26.04	25.15	21.62
Vektör 6	Zr	51.00	52.71	55.01	58.41	64.72	100.83
	Zr/Nb	27.28	25.84	24.10	21.85	18.48	8.95
Vektör 7	Zr	51.00	46.65	41.57	35.35	26.79	8.08
	Zr/Nb	27.28	24.95	22.24	18.91	14.33	4.32
Vektör 1	La	12.00	14.13	17.44	23.47	38.98	349.29
	La/Yb	9.75	10.41	11.33	12.77	15.65	37.78
Vektör 2	La	12.00	13.98	17.02	22.47	36.11	280.66
	La/Yb	9.75	11.02	12.91	16.12	23.59	122.18
Vektör 3	La	12.00	14.19	17.62	23.89	40.22	382.10
	La/Yb	9.75	9.90	10.10	10.38	10.88	13.34
Vektör 4	La	12.00	13.74	16.37	20.95	31.93	197.32
	La/Yb	9.75	12.56	17.42	27.61	60.68	1823.92
Vektör 5	La	12.00	13.93	16.89	22.15	35.22	261.33
	La/Yb	9.75	11.59	14.47	19.80	33.84	343.01
Vektör 6	La	12.00	13.83	16.60	21.47	33.34	223.45
	La/Yb	9.75	11.97	15.60	22.65	42.86	674.54
Vektör 7	La	12.00	13.42	15.49	18.97	26.83	120.00
	La/Yb	9.75	15.23	27.08	60.94	243.75	97500.00

Tablo 3.47'nin devamı

Vektör No	Element veya Element Oranı	Element ve Element Oranlarına göre Hesaplanan C _L Değerleri					
		F=%100	F= %80	F= %60	F= %40	F= %20	F= %1
Vektör 1	Zr	54.00	63.48	78.18	104.88	173.30	1518.43
	La	12.00	14.13	17.44	23.47	38.98	349.29
Vektör 2	Zr	54.00	61.98	74.03	95.09	145.88	927.67
	La	12.00	14.12	17.41	23.39	38.76	343.70
Vektör 3	Zr	54.00	58.88	65.84	77.05	100.83	322.40
	La	12.00	13.91	16.82	21.98	34.74	251.29
Vektör 4	Zr	54.00	49.39	44.02	37.43	28.37	8.56
	La	12.00	13.42	15.49	18.97	26.83	120.00
Vektör 5	Zr	54.00	67.05	88.63	131.34	257.27	4703.20
	La	12.00	14.25	17.78	24.30	41.44	416.08
Vektör 6	Zr	54.00	56.26	59.31	63.89	72.55	125.72
	La	12.00	13.71	16.27	20.72	31.32	186.72
Vektör 1	Zr	51.00	60.76	76.14	104.65	180.27	1890.47
	Th	2.00	2.47	3.24	4.76	9.16	155.68
Vektör 2	Zr	51.00	57.48	67.06	83.34	120.84	601.96
	Th	2.00	2.46	3.22	4.71	8.99	147.48
Vektör 3	Zr	51.00	54.77	60.04	68.35	85.29	222.11
	Th	2.00	2.45	3.18	4.60	8.64	131.74
Vektör 4	Zr	51.00	56.04	63.27	75.08	100.59	356.10
	Th	2.00	2.46	3.22	4.69	8.95	145.56
Vektör 5	Zr	51.00	60.18	74.49	100.61	168.21	1550.85
	Th	2.00	2.47	3.26	4.79	9.29	161.89
Vektör 6	Zr	51.00	52.71	55.01	58.41	64.72	100.83
	Th	2.00	2.45	3.17	4.58	8.57	128.54
Vektör 7	Zr	51.00	46.65	41.57	35.35	26.79	8.08
	Th	2.00	2.42	3.09	4.36	7.86	100.24
Vektör 1	Y/Zr	0.40	0.36	0.30	0.25	0.17	0.03
	Ba/Zr	13.67	11.95	10.05	7.87	5.18	0.85
Vektör 2	Y/Zr	0.40	0.35	0.30	0.24	0.16	0.03
	Ba/Zr	13.67	12.78	11.73	10.39	8.44	3.44
Vektör 3	Y/Zr	0.40	0.38	0.36	0.33	0.28	0.15
	Ba/Zr	13.67	11.90	9.96	7.75	5.05	0.79
Vektör 4	Y/Zr	0.40	0.32	0.24	0.16	0.08	0.00
	Ba/Zr	13.67	14.78	16.36	18.87	24.08	69.13
Vektör 5	Y/Zr	0.40	0.34	0.28	0.21	0.13	0.02
	Ba/Zr	13.67	13.20	12.62	11.84	10.62	6.65
Vektör 6	Y/Zr	0.40	0.33	0.26	0.19	0.11	0.01
	Ba/Zr	13.67	14.34	15.25	16.64	19.32	36.78
Vektör 7	Y/Zr	0.40	0.33	0.25	0.18	0.09	0.01
	Ba/Zr	13.67	14.12	14.72	15.62	17.29	26.77
Vektör 8	Y/Zr	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.35
	Ba/Zr	13.67	12.31	10.75	8.88	6.41	1.57

Tablo 3.47'nin devamı

Vektör No	Element veya Element Oranı	Element ve Element Oranlarına göre Hesaplanan C _L Değerleri					
		F=%100	F= %80	F= %60	F= %40	F= %20	F= %1
Vektör 1	Rb	39.00	44.27	52.12	65.60	97.21	532.19
	Sr/Y	201.80	177.54	150.52	119.26	80.11	14.35
Vektör 2	Rb	39.00	44.35	52.34	66.11	98.55	553.43
	Sr/Y	201.80	190.53	176.93	159.39	133.33	61.65
Vektör 3	Rb	39.00	45.88	56.57	75.99	125.87	1114.46
	Sr/Y	201.80	141.65	89.76	47.18	15.72	0.14
Vektör 4	Rb	39.00	47.36	60.82	86.55	158.19	2143.21
	Sr/Y	201.80	221.83	250.60	297.61	399.29	1422.07
Vektör 5	Rb	39.00	45.77	56.27	75.26	123.76	1061.85
	Sr/Y	201.80	194.83	186.20	174.68	156.62	97.71
Vektör 6	Rb	39.00	47.36	60.82	86.55	158.19	2143.21
	Sr/Y	201.80	198.67	194.71	189.26	180.30	146.19
Vektör 7	Rb	39.00	47.71	61.86	89.21	166.81	2494.97
	Sr/Y	201.80	156.40	112.61	70.87	32.11	1.05
Vektör 1	La	12.00	14.09	17.33	23.21	38.23	330.51
	La/Y	0.85	0.93	1.04	1.22	1.60	5.24
Vektör 2	La	12.00	14.02	17.12	22.71	36.78	295.92
	La/Y	0.85	1.00	1.22	1.63	2.67	22.49
Vektör 3	La	12.00	13.86	16.70	21.71	33.99	236.15
	La/Y	0.85	1.10	1.54	2.46	5.50	177.86
Vektör 4	La	12.00	13.88	16.74	21.80	34.24	241.09
	La/Y	0.85	1.01	1.27	1.75	3.02	32.07
Vektör 5	La	12.00	14.07	17.29	23.09	37.90	322.24
	La/Y	0.85	0.95	1.09	1.33	1.88	8.22
Vektör 6	La	12.00	13.74	16.37	20.95	31.93	197.32
	La/Y	0.85	1.17	1.77	3.15	8.51	620.97
Vektör 7	La	12.00	14.01	17.10	22.65	36.64	292.54
	La/Y	0.85	0.90	0.97	1.08	1.30	2.90
Vektör 1	Dy	2.00	2.13	2.31	2.58	3.14	7.26
	Nb	2.00	2.33	2.82	3.71	5.93	44.77
Vektör 2	Dy	2.00	2.04	2.10	2.19	2.34	3.14
	Nb	2.00	2.28	2.71	3.45	5.21	31.01
Vektör 3	Dy	2.00	2.21	2.51	3.00	4.08	15.35
	Nb	2.00	2.39	3.00	4.13	7.16	76.92
Vektör 4	Dy	2.00	1.59	1.19	0.79	0.39	0.02
	Nb	2.00	2.18	2.44	2.86	3.75	12.05
Vektör 5	Dy	2.00	1.88	1.73	1.54	1.26	0.53
	Nb	2.00	2.26	2.66	3.33	4.91	26.06
Vektör 6	Dy	2.00	1.71	1.40	1.05	0.65	0.08
	Nb	2.00	2.23	2.57	3.13	4.38	18.88
Vektör 7	Dy	2.00	2.44	3.17	4.56	8.51	126.19
	Nb	2.00	2.49	3.29	4.89	9.61	178.25

Tablo 3.47'nin devamı

Vektör No	Element veya Element Oranı	Element ve Element Oranlarına göre Hesaplanan C _L Değerleri					
		F=%100	F= %80	F= %60	F= %40	F= %20	F= %1
Vektör 1	Nb	2.00	2.33	2.82	3.71	5.93	44.77
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
Vektör 2	Nb	2.00	2.29	2.73	3.49	5.31	32.62
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
Vektör 3	Nb	2.00	2.36	2.92	3.95	6.62	61.45
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Vektör 4	Nb	2.00	2.28	2.70	3.42	5.13	29.58
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08
Vektör 5	Nb	2.00	2.24	2.59	3.19	4.54	20.82
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06
Vektör 6	Nb	2.00	2.18	2.44	2.86	3.75	12.05
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.11
Vektör 7	Nb	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Nb/Zr	0.04	0.04	0.05	0.05	0.07	0.24
Vektör 1	Th	2.00	2.47	3.24	4.75	9.12	153.90
	La/Yb	11.40	12.17	13.25	14.93	18.30	44.18
Vektör 2	Th	2.00	2.46	3.22	4.71	8.99	147.48
	La/Yb	11.40	12.91	15.15	18.99	27.95	148.32
Vektör 3	Th	2.00	2.48	3.27	4.82	9.39	167.01
	La/Yb	11.40	11.72	12.15	12.79	13.94	20.29
Vektör 4	Th	2.00	2.46	3.22	4.69	8.95	145.56
	La/Yb	11.40	13.34	16.33	21.73	35.40	291.68
Vektör 5	Th	2.00	2.45	3.19	4.62	8.70	134.35
	La/Yb	11.40	13.88	17.88	25.56	47.08	659.48
Vektör 6	Th	2.00	2.45	3.17	4.58	8.57	128.54
	La/Yb	11.40	14.69	20.37	32.28	70.95	2132.58
Vektör 7	Th	2.00	2.42	3.09	4.36	7.86	100.24
	La/Yb	11.40	17.81	31.67	71.25	285.00	114000.00
Vektör 8	Th	2.00	2.49	3.31	4.93	9.76	186.65
	La/Yb	11.40	11.00	10.51	9.85	8.81	5.46
Vektör 1	Zr	54.00	64.33	80.62	110.81	190.87	2001.68
	Nb	12.00	13.95	16.94	22.27	35.56	268.65
Vektör 2	Zr	54.00	61.98	74.03	95.09	145.88	927.67
	Nb	12.00	13.70	16.26	20.70	31.28	186.07
Vektör 3	Zr	54.00	58.77	65.55	76.46	99.46	310.02
	Nb	12.00	13.27	15.11	18.14	24.81	95.87
Vektör 4	Zr	54.00	49.39	44.02	37.43	28.37	8.56
	Nb	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Vektör 5	Zr	54.00	60.89	71.10	88.45	128.47	644.75
	Nb	12.00	13.62	16.03	20.16	29.85	162.81
Vektör 6	Zr	54.00	57.55	62.46	70.11	85.43	200.63
	Nb	12.00	13.38	15.39	18.76	26.30	113.29

Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayaçların gelişiminde etkili olan ayırışmayı sayısal olarak ortaya koymak ve modellemek için Stormer ve Nicholls (1978)'un, tüm kayaç ve mineral ana element analizlerine dayalı, "XLFRAC" bilgisayar programı kullanılmıştır. Söz konusu program ayırışmanın yanısıra, özümleme ve magma karışımı gibi diğer magmatik olayların ipuçlarını göstermesi bakımından da yararlı bilgiler sağlamaktadır. Modelleme için kimyasal bileşenlerden daha az mineral fazına ihtiyaç vardır (Middlemost, 1988; Menzies ve Kyle, 1990). Volkanik kayaçların gelişiminde etkili olan ayırışma olaylarında hesaplanan kalıntıların kareleri toplamının (yada en küçük kareler toplamı) yani " Σr^2 " değerinin 0.5'den küçük olması, söz konusu kayaç grupları arasındaki ayırışmanın birinci derecede etkili olduğunu ifade etmektedir. Bu değer sıfıra ne kadar yakınsa, ayırışma o kadar etkilidir. Genel olarak, ayırışmanın etkin olabilmesi için " Σr^2 " değerinin 1.25'den daha az (Kempton vd., 1987) veya 1.5 (Luhr ve Carmichael, 1980) olduğu bilinmektedir. " Σr^2 " değerinin 1.5'dan daha büyük olması durumunda ise ayırışmanın ana olay, magma karışımı ve/veya özümlemenin daha az etkili olduğu düşünülebilir. Bu değer 2'nin üzerinde olması halinde modelleme doğru değildir. Bu program yardımıyla, kayaç grupları arasında hesaplanan ayırışmanın sonuçları özet bilgi olarak Tablo 3.48'de, ayrıntılı olarak ise Ek Tablo 2'de verilmiştir.

Volkanik kayaçlarda yer alan fenokristal ve/veya mikrofenokristal bileşimleri kullanılarak; Koçevyanı Bazaltı (Temizel, 2002)'ndan TDT (Trakidasit-Dasit Takımı), TTRT (Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı) ve ATT (andezit-Trakiandezit Takımı)'nı oluşturan kayaçlara ayrı ayrı ayırışma modeli uygulanmıştır (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2). İlave olarak, farklı jeokimyasal bileşime sahip kayaçların oluşturduğu (trakiandezitten riyolite kadar) kayaç grupları arasındaki ayırışmayı da tespit etmek için ATT'den TDT'ye, TDT'den TTRT'ye ayırışma modeli yapılmıştır (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2). Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen XLFRAC test sonuçları şöyledir:

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TB'yi oluşturan trakibazalt'ların türeyebilmesi için; % 25-30 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 2-4 magnetit ayırışmasını içeren % 42-48'lik bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.25-1.97 arasında değişmekte olup, bir örnekte (YS-13) 0.16'dır (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TDT'yi oluşturan Çatal Tepe Domu Dasiti'nin türeyebilmesi için; % 32 klinopiroksen + % 14 olivin + % 16 plajiyoklas + % 8 magnetit ayırışmasını içeren % 70'lik bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri ise, 1.78dir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TDT'yi oluşturan Çatal Tepe Domu Trakidasitleri'nin türeyebilmesi için; % 32-34 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 16-18 plajiyoklas + % 7-8 magnetit ayrışmasını içeren % 74-75'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.21-1.34 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TDT'yi oluşturan Elekçioğlu Tepe Domu Trakidasitleri'nin türeyebilmesi için; % 33-34 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 17-18 plajiyoklas + % 8 magnetit ayrışmasını içeren % 73-75'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.16-1.34 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Bazaltik Trakiandeziti'nin türeyebilmesi için; % 27 klinopiroksen + % 15 olivin + % 7 plajiyoklas + % 5 magnetit ayrışmasını içeren % 53'lük bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.44'dür (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TDT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Trakiandezitleri'nin türeyebilmesi için; % 33-35 klinopiroksen + % 13-14 olivin + % 7-8 plajiyoklas + % 5-6 magnetit ayrışmasını içeren % 59-62'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.46-0.75 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Trakidasiti'nin türeyebilmesi için; % 38 klinopiroksen + % 13 olivin + % 12 plajiyoklas + % 7 magnetit ayrışmasını içeren % 70'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.77'dir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Riyolitleri'nin türeyebilmesi için; % 33-34 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 20-23 plajiyoklas + % 8 magnetit ayrışmasını içeren % 77-79'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.93 -1.63 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Fındıklı Tepe Domu Trakiandezitleri'nin türeyebilmesi için; % 30-33 klinopiroksen + % 11-13 olivin + % 8-11 plajiyoklas + % 5-6 magnetit ayrışmasını içeren % 58-61'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.53-0.81 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Fındıklı Tepe Domu Andeziti'nin türeyebilmesi için; % 30 klinopiroksen + % 14 olivin + % 11 plajiyoklas + % 6 magnetit ayrışmasını içeren % 61'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.19'dur (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Güzelyurt Tepe Domu Trakiandezitleri'nin türeyebilmesi için; % 31-32 klinopiroksen + % 12-13 olivin + % 10-12 plajiyoklas + % 5-6 magnetit ayrışmasını içeren % 60-62'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.22-1.57 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Karataş Tepe Domu Andezitleri'nin türeyebilmesi için; % 31-32 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 9-10 plajiyoklas + % 7 magnetit ayrışmasını içeren % 61-62'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.64-1.68 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Karataş Tepe Domu Trakiandezitleri'nin türeyebilmesi için; % 31 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 8-9 plajiyoklas + % 7 magnetit ayrışmasını içeren % 60-62'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.35-1.39 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Kalburcu Tepe Domu Trakiandezitleri'nin türeyebilmesi için; % 31-32 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 9-10 plajiyoklas + % 6-7 magnetit ayrışmasını içeren % 61-62'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.44-1.62 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Koçevyanı Bazaltı (31A nolu örnek) ilksel bileşiminden itibaren ATT'yi oluşturan Kalburcu Tepe Domu Andezitleri'nin türeyebilmesi için; % 31-32 klinopiroksen + % 14-15 olivin + % 9-10 plajiyoklas + % 6-7 magnetit ayrışmasını içeren % 61-62'lik bir ayrışma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.44-1.62 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Fındıklı Tepe Domu Trakiandeziti (FK-2 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan Elekçioğlu Tepe Domu Trakidasitleri'nin türeyebilmesi için; % 22-25 plajiyoklas + % 8-18 hornblend + % 1-10 klinopiroksen + % 2-4 biyotit + % 3-4 magnetit

ayırışmasını içeren % 46-48'lik bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.46-0.52 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Fındıklı Tepe Domu Trakiandeziti (FK-2 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan Çatal Tepe Domu Trakidasitleri'nin türeyebilmesi için; % 22-24 plajiyoklas + % 10-17 hornblend + % 4-19 klinopiroksen + % 1-2 biyotit + % 3-4 magnetit ayırışmasını içeren % 47-50'lik bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.37-0.49 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Fındıklı Tepe Domu Trakiandeziti (FK-2 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan Çatal Tepe Domu Dasiti'nin türeyebilmesi için; % 18 plajiyoklas + % 7 klinopiroksen + % 8 biyotit + % 3 magnetit ayırışmasını içeren % 36'lık bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.67'dir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Fındıklı Tepe Domu Trakiandeziti (FK-2 nolu örnek)'nden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Riyolitleri'nin türeyebilmesi için; % 30-38 plajiyoklas + % 1-23 hornblend + % 16 klinopiroksen + % 1-4 biyotit + % 4-5 magnetit ayırışmasını içeren % 57-64'lük bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.88-1.10 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Güzelyurt Tepe Domu Trakiandeziti (GY-10 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan Çatal Tepe Domu Trakidasitleri'nin türeyebilmesi için; % 25-28 plajiyoklas + % 21-22 biyotit + % 3-4 magnetit ayırışmasını içeren % 50-53'lük bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.73-1.04 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Güzelyurt Tepe Domu Trakiandeziti (GY-10 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan Çatal Tepe Domu Dasiti'nin türeyebilmesi için; % 22 plajiyoklas + % 15 biyotit + % 3 magnetit ayırışmasını içeren % 40'lık bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.53'dür (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Güzelyurt Tepe Domu Trakiandeziti (GY-10 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan Elekçioğlu Tepe Domu Trakidasitleri'nin türeyebilmesi için; % 27-28 plajiyoklas + % 19 biyotit + % 3 magnetit ayırışmasını içeren % 49-51'lik bir ayırışma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.63-0.64 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Güzelyurt Tepe Domu Trakiandeziti (GY-10 nolu örnek)'nden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Riyolitleri'nin türeyebilmesi için; % 34-40 plajiyoklas + % 21 biyotit + % 3-4 magnetit ayırışmasını içeren % 59-65'lik bir

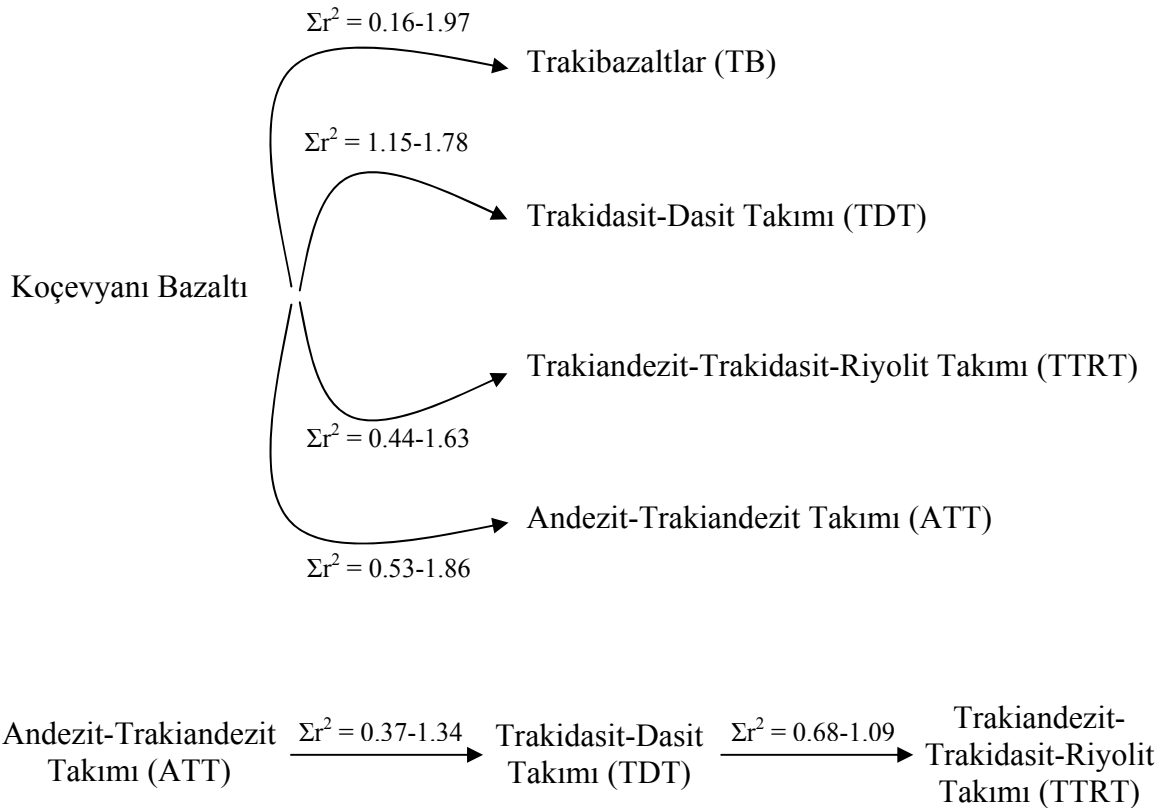
ayırılma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.41-0.90 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan Kalburcu Tepe Domu Trakiandeziti (KB-2 nolu örnek)'nden itibaren TDT'yi oluşturan atal Tepe Domu Dasiti'nin türeyebilmesi için; % 24 plajiyoklas + % 4 klinopiroksen + % 3 magnetit ayırılmaşmasını içeren % 30'luk bir ayırılmaşma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.34'dür (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

TDT'yi oluşturan atal Tepe Domu Trakidasiti (T-2 nolu örnek)'nden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Riyolitleri'nin türeyebilmesi için; % 13-22 plajiyoklas + % 1 biyotit ayırılmaşmasını içeren % 13-23'lük bir ayırılmaşma gereklidir. Σr^2 değeri, 1.00-1.09 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

TDT'yi oluşturan Elekçioğlu Tepe Domu Trakidasiti (E-7 nolu örnek)'nden itibaren TTRT'yi oluşturan Işık Tepe Domu Riyolitleri'nin türeyebilmesi için; % 10-19 plajiyoklas + % 3-5 biyotit + % 1 magnetit ayırılmaşmasını içeren % 15-24'lük bir ayırılmaşma gereklidir. Σr^2 değeri, 0.68-0.99 arasında değişmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Kayaç grupları arasındaki XLFRAC modellemesine göre elde edilen Σr^2 değerleri aşağıda özetlenmiştir.



Koçevyanı Bazaltı ile TB, TDT, TTRT ve ATT'ni oluşturan kayalar arasında ayrılaşmanın ve bir miktarda magma karışımı \pm özümlemenin (bu magmatik olaylara ait deliller, petrojenez kısmında Bölüm 3.8.4 ve 3.8.5'de ayrıntılı olarak verilmiştir) etkili olduğunu söylemek mümkündür. Bu kayaç grupları arasındaki ayrılaşmalarda önemli rol oynayan mineraller, klinopiroksen, plajiyoklas, olivin ve magnetittir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

ATT'yi oluşturan kayalar ile TDT'yi oluşturan kayalar arasında, ayrılaşmanın ve bir miktarda magma karışımı \pm özümlemenin etken olduğu söylenebilir. Bu kayaç grupları arasındaki ayrılaşmalarda çoğunlukla plajiyoklas, biyotit ve magnetit mineralleridir. Bunlara yer yer klinopiroksen ve hornblend mineralleri eşlik etmektedir. TDT'yi oluşturan kayalar ile TTRT'yi oluşturan kayalar (özellikle riyolitik) arasında, ayrılaşmanın ve bir miktarda magma karışımı \pm özümlemenin etken magmatik olay olduğu söylenebilir. Bu kayaç grupları arasındaki ayrılaşmalarda etkin mineraller plajiyoklas, biyotit ve magnetittir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2). Özellikle ayrılaşmanın birinci derece etken olduğu bazaltik kayalardan trakiandezitik-andezitik kayalara; trakiandezitik-andezitik kayalardan trakidasitik-dasitik kayalara; trakidasitik-dasitik kayalardan riyolitik kayalara doğru, klinopiroksen ve magnetit miktarlarında sistematik bir azalma, plajiyoklas, biyotit ve hornblend minerallerinde ise düzenli bir artış gözlenmektedir (Tablo 3.48 ve Ek Tablo 2).

Buna göre elde edilen XLFRAC sonuçları, Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin gelişiminde ayrılaşmanın (FC) birinci dereceden etken magmatik olay olduğunu, bunun yanı sıra magma karışımı \pm özümlemenin de buna eşlik edebileceğini göstermektedir. Bu sonucu test etmek için, incelenen volkanitlerin hem iz elementlere dayalı jeokimyasal verilerinden hem de izotopik verilerinden yararlanılarak De Paolo (1981) ve Powell (1984)'in tanımladığı AFC modellemesi de yapılmıştır.

Tablo 3.48. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde ayrımlaşmanın XLFRAC programıyla (Stormer ve Nicholls, 1978) modellenmesi

Ana Magma	Ürün Magma	Kalıntıların kareleri toplamı (Σr^2)	Ana magmadan kristallenerek ayrımlaşan minerallerin % miktarı						Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%)	Arta kalan (ayrımlaşmayan) ana magma miktarı (%)
			Ol	Kpir	Plj	Hbl	Bi	Mgt		
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakibazalt (YS-2 / TB)	1.9670	15.08	29.03	-	-	-	3.45	47.56	52.44
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakibazalt (YS-7 / TB)	1.5531	14.74	29.74	-	-	-	3.45	47.93	52.07
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakibazalt (YS-9 / TB)	1.2483	14.69	30.00	-	-	-	3.63	48.32	51.68
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakibazalt (YS-13 / TB)	0.1572	14.48	25.13	-	-	-	2.43	42.05	57.95
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Dasit (ÇT-4 / TDT)	1.7768	14.43	31.83	16.28	-	-	7.81	70.35	29.65
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (ÇT-2 / TDT)	1.3374	14.36	34.44	17.03	-	-	8.36	74.19	25.81
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (ÇT-3 / TDT)	1.2712	14.55	34.39	18.05	-	-	7.92	74.93	25.07
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (ÇT-5 / TDT)	1.2128	14.47	34.25	17.85	-	-	7.77	74.35	25.65
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (EÇ-1 / TDT)	1.2687	14.37	33.63	17.88	-	-	8.05	73.93	26.07
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (EÇ-2 / TDT)	1.3368	14.54	33.90	17.71	-	-	8.07	74.23	25.77
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (EÇ-5 / TDT)	1.1571	14.25	33.70	17.76	-	-	8.05	73.77	26.23
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (EÇ-8 / TDT)	1.2544	14.39	33.53	17.49	-	-	8.01	73.42	26.58
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (EÇ-10 / TDT)	1.3416	14.63	33.54	18.15	-	-	8.20	74.51	25.49
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (EÇ-12 / TDT)	1.1986	14.27	33.41	17.56	-	-	8.03	73.27	26.73
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Baz. Trakiandezit (IS-2 / TTRT)	0.4375	14.86	27.25	6.50	-	-	4.66	53.28	46.72
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (IS-9 / TTRT)	0.4595	13.25	34.55	7.86	-	-	5.86	61.52	38.48
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (IS-8 / TTRT)	0.7505	13.78	33.13	7.08	-	-	5.32	59.32	40.68
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakidasit (IS-7 / TTRT)	0.7682	12.97	38.10	12.17	-	-	7.10	70.33	29.67
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Riyolit (IS-10 / TTRT)	0.9254	14.31	34.47	19.69	-	-	8.28	76.75	23.25
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Riyolit (IS-4 / TTRT)	1.6348	14.91	32.92	22.59	-	-	8.37	78.79	21.21
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (FK-1 / ATT)	0.5268	11.41	32.53	8.21	-	-	6.02	58.16	41.84
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (FK-2 / ATT)	0.8546	12.09	32.32	10.63	-	-	6.31	61.34	38.66
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (FK-6 / ATT)	0.8355	13.03	30.13	9.90	-	-	6.01	59.06	40.94
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (FK-9 / ATT)	0.8085	12.91	30.87	8.91	-	-	5.97	58.66	41.34
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Andezit (FK-3 / ATT)	1.1912	13.67	30.06	10.60	-	-	6.34	60.66	39.34

Tablo 3.48'in devamı

Ana Magma	Ürün Magma	Kalıntıların kareleri toplamı (Σr^2)	Ana magmadan kristallenerek ayrımlaşan minerallerin % miktarı						Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%)	Arta kalan (ayrışmayan) ana magma miktarı (%)
			Ol	Kpir	Plj	Hbl	Bi	Mgt		
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (GY-1 / ATT)	1.1503	12.61	31.33	10.37	-	-	5.78	60.09	29.91
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (GY-2 / ATT)	1.2480	12.78	31.35	10.84	-	-	5.94	60.91	29.09
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (GY-4 / ATT)	1.4369	12.70	31.59	10.83	-	-	5.96	61.08	38.92
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (GY-10 / ATT)	1.4839	13.00	31.02	11.38	-	-	6.12	61.52	38.48
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (GY-11 / ATT)	1.2220	12.90	31.37	10.13	-	-	5.97	60.37	39.63
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (GY-12 / ATT)	1.5735	13.11	30.85	12.04	-	-	6.05	62.05	37.95
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Andezit (KR-2 / ATT)	1.6827	14.40	31.15	9.30	-	-	6.82	61.68	38.32
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Andezit (KR-4 / ATT)	1.6701	14.79	31.16	9.79	-	-	6.75	62.49	37.51
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Andezit (KR-8 / ATT)	1.6428	14.44	31.44	9.53	-	-	6.73	62.14	37.86
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (KR-9 / ATT)	1.3878	14.53	31.39	9.25	-	-	6.76	61.93	38.07
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (KR-10 / ATT)	1.3527	14.48	30.88	7.74	-	-	6.61	59.72	40.28
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (KB-1 / ATT)	1.5608	13.75	33.22	8.83	-	-	6.35	62.15	37.85
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (KB-2 / ATT)	1.6164	14.49	30.98	9.91	-	-	6.45	61.83	38.17
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (KB-7 / ATT)	1.4904	14.17	31.59	8.84	-	-	6.37	60.96	39.04
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Trakiandezit (KB-8 / ATT)	1.4391	14.16	31.85	9.49	-	-	6.45	61.96	38.04
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Andezit (KB-9 / ATT)	1.6959	14.45	31.09	9.96	-	-	6.53	62.03	37.97
Koçevyanı Bazaltı (31A)	Andezit (KB-12 / ATT)	1.8626	14.08	32.18	10.82	-	-	6.58	63.66	36.34
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (EÇ-1 / TDT)	0.5220	-	5.33	24.33	11.96	2.89	3.37	47.88	52.12
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (EÇ-2 / TDT)	0.4763	-	10.33	23.41	7.81	2.91	3.51	47.96	52.04
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (EÇ-5 / TDT)	0.4805	-	-	24.11	18.03	2.22	3.21	47.57	52.43
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (EÇ-8 / TDT)	0.4564	-	1.03	22.64	16.12	3.12	3.14	46.05	53.95
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (EÇ-10 / TDT)	0.5103	-	2.77	24.46	15.04	3.61	3.48	49.35	50.65
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (EÇ-12 / TDT)	0.5197	-	-	23.30	16.59	3.00	3.19	46.08	53.92

Tablo 3.48'in devamı

Ana Magma	Ürün Magma	Kalıntıların kareleri toplamı (Σr^2)	Ana magmadan kristallenerek ayrımlaşan minerallerin % miktarı						Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%)	Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%)
			Ol	Kpir	Plj	Hbl	Bi	Mgt		
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (ÇT-2 / TDT)	0.4883	-	18.59	22.11	-	2.20	4.24	47.14	52.86
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (ÇT-3 / TDT)	0.4157	-	10.73	24.45	9.88	1.58	3.24	49.88	50.12
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Dasit (ÇT-4 / TDT)	0.6724	-	7.05	17.83	-	8.05	3.10	36.03	63.97
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Trakidasit (ÇT-5 / TDT)	0.3738	-	4.06	23.55	16.50	1.42	2.78	48.31	51.69
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Riyolit (IS-4 / TTRT)	0.8760	-	16.11	38.33	0.71	4.06	4.37	63.58	36.42
Trakiandezit (FK-2 / ATT)	Riyolit (IS-10 / TTRT)	1.1016	-	-	30.10	22.47	0.47	3.55	56.59	43.41
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Trakidasit (ÇT-2 / TDT)	0.7299	-	-	25.53	-	21.16	3.54	50.22	49.78
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Trakidasit (ÇT-3 / TDT)	0.9249	-	-	28.18	-	21.66	2.90	52.74	47.26
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Dasit (ÇT-4 / TDT)	0.5280	-	-	21.76	-	14.91	2.98	39.64	60.36
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Trakidasit (ÇT-5 / TDT)	1.0398	-	-	27.78	-	20.88	2.7	51.36	48.64
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Trakidasit (EÇ-1 / TDT)	0.6323	-	-	28.10	-	19.38	3.18	50.67	49.33
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Trakidasit (EÇ-8 / TDT)	0.6399	-	-	26.84	-	19.11	3.12	49.08	50.92
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Riyolit (IS-4 / TTRT)	0.4108	-	-	40.17	-	20.95	3.67	64.79	35.21
Trakiandezit (GY-10 / ATT)	Riyolit (IS-10 / TTRT)	0.8976	-	-	33.96	-	21.4	3.45	58.81	41.19
Trakiandezit (KB-2 / ATT)	Dasit (ÇT-4 / TDT)	1.3388	-	3.62	23.75	-	-	2.89	30.26	59.74
Trakidasit (ÇT-2 / TDT)	Riyolit (IS-4 / TTRT)	1.0015	-	-	22.23	-	0.80	0.01	23.04	76.96
Trakidasit (ÇT-2 / TDT)	Riyolit (IS-10 / TTRT)	1.0880	-	-	12.83	-	-	-	12.83	87.17
Trakidasit (EÇ-7 / TDT)	Riyolit (IS-4 / TTRT)	0.6752	-	-	19.28	-	3.22	1.09	23.60	73.40
Trakidasit (EÇ-7 / TDT)	Riyolit (IS-10 / TTRT)	0.9892	-	-	9.45	-	4.90	0.38	14.73	85.27

3.9.4. Özümleme ile Birlikte Gelişen Ayrışma (Asimilasyon-Fraksiyonel Kristallenme-AFC)

Genelde, incelenen volkanitlerin yüksek oranda SiO₂ (%), La (ppm) ve Ca (ppm) içerikleri, ana magmalarının kabuk malzemesiyle girişim yaptığına işaret eder. Bu zenginleşme muhtemelen magmanın yükselimi sırasındaki kıtasal kabuk özümlemesi ve ayrışma ile birlikte gelişen özümleme (AFC) (DePaolo, 1981; Powel, 1984) ile açıklanmaktadır. AFC, herhangi bir magmanın katılması sırasında, yan kayaları özümseyerek ilksel bileşimini değiştirmesi ve bu sırada katılmış olan bazı minerallerin magmadan ayrılmasının etkilerini birlikte inceler. Böylece, magmanın katılması sırasında hem özümleme hem de ayrışma süreçlerinin birlikte etkin olduğu durumlar (AFC) söz konusudur. Magmaların gelişimi sırasında yan kaya özümlemesinin ısısal ve kimyasal etkileri bilinmekle birlikte, AFC sürecinin modellenmesinde önemli sayılabilecek gelişmeler ve uygulamalar çeşitli araştırmacılar (Allegre ve Minster, 1978; Taylor, 1980; DePaolo, 1981; Powel, 1984; Taylor and Sheppard, 1986; Hagen ve Neumann, 1990; Albarède, 1996) tarafından yapılmış, hem izotop hem de iz element verilerine dayandırılan AFC modellemeleri ortaya konulmuştur. Genel olarak, AFC modellemesinin özü FC modellemesine benzemekle birlikte aradaki tek fark; FC sırasında, aynı zamanda belli miktarda katının özümseyerek magmaya katılması ve bileşiminin değiştirilmesidir.

İncelenen volkanitlerin iz element içeriklerinden ve/veya oranlarından (La-La/Nb, La-Hf, (La+Ce)-Zr gibi) yararlanarak, bu kayaların gelişiminde etkili olan özümleme ile birlikte gelişen ayrışma (AFC), De Paolo (1981) ve Powell (1984)'ın tanımladığı AFC, aşağıda verilen Formül 3.24 ve 3.25 ile hesaplanmıştır (Tablo 3.50).

$$C_L / C_o = f' + \frac{r}{r+1-D} \cdot \frac{C_A}{C_o} \cdot (1-f') \quad 3.24$$

$$f' = F^{-(r+1-D)/(r-1)} \quad 3.25$$

$$D = \sum X_\alpha D_\alpha$$

C_L = Elementin ergiyikteki konsantrasyonu

C_o = Elementin ilksel katı kaynak malzemedeki konsantrasyonu

C_A = Asimile edilen kayadaki iz element konsantrasyonu

X_{α} = Erime sonucu oluşan ergiyiğin katı kaynak malzemeden diyapirik olarak yükselmeye başladığı anda kalıntı katı kaynaktaki α mineral fazının yüzdesi

D_{α} = İlgili elementin bu mineral için kristal-ergiyik ayrımlanma katsayısı

r = Özümlemenin ayrımlaşmaya oranı (asimilasyonun/fraksiyonel kristallenme)

F = Ayrımlaşma (fraksiyonlaşma) miktarı (%)

Tablo 3.49. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde AFC modellemesi ve C_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan minerallere ait ayrımlanma katsayıları ile C_o ve C_A değerleri

	Ayrımlanma Katsayıları				$D=X_o.D_o$	C_o (Koçevyanı Baz.)	C_A (Üst Kabuk)
	Ol-Kd	Kpir-Kd	Plj-Kd	Mgt-Kd			
La (ppm)	0.067	0.056	0.19	1.50	0.182	12.4	30
Ce (ppm)	0.006	0.092	0.111	1.30	0.137	26	64
Zr (ppm)	0.012	0.1	0.048	0.10	0.058	43.6	190
Rb (ppm)	0.010	0.031	0.07	-	0.041	28.9	110
Hf (ppm)	0.013	0.263	0.05	2.00	0.201	1.3	5.8
Nb (ppm)	0.010	0.05	0.01	0.40	0.041	2.10	25
Rb/Nb	0.98	0.62	7.10	-	3.301	13.7619	4.4
La+Ce	0.073	0.148	0.30	2.80	0.319	38.4000	94
Zr/Nb	1.2	2	4.80	0.25	2.864	20.7619	7.6
La/Nb	6.7	1.12	19.00	3.75	9.798	5.9048	1.2

* Ayrımlanma katsayıları; Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)

* C_o (Elementin ilksel katı kaynak malzemedeki konsantrasyonu), Koçevyanı Bazaltı; Temizel (2002);

* D hesaplamasında kullanılan, Koçevyanı Bazaltı'nın CIPW normatif mineralojisi:
Ol: 23.40; Kpir: 31.31; Plj: 40.53; Mgt: 4.76; Toplam: 100

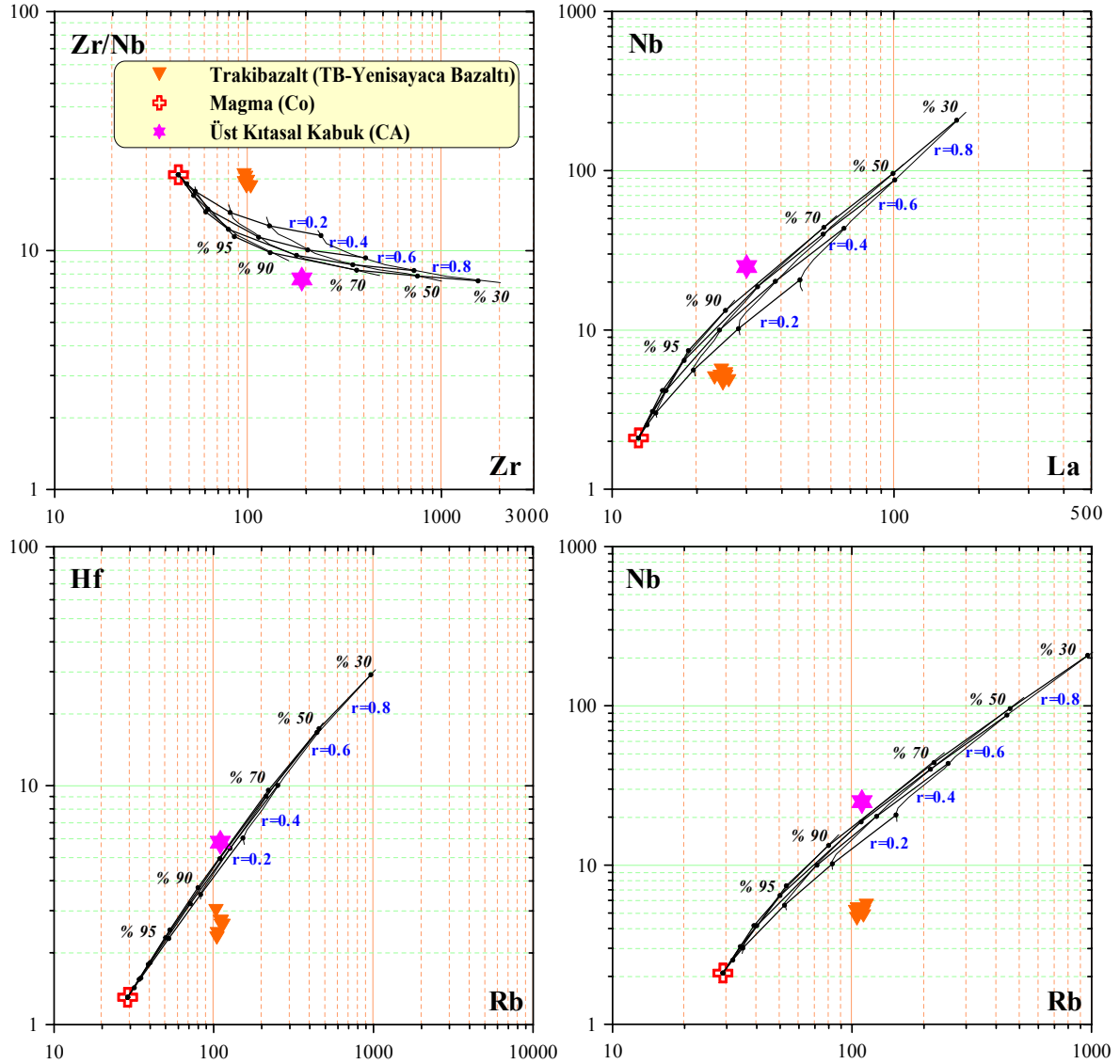
* C_A (Özümlenen kayaçtaki iz element konsantrasyonu), Üst Kabuk; Taylor ve McLennan (1985)

* Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklas, Mgt: Magnetit

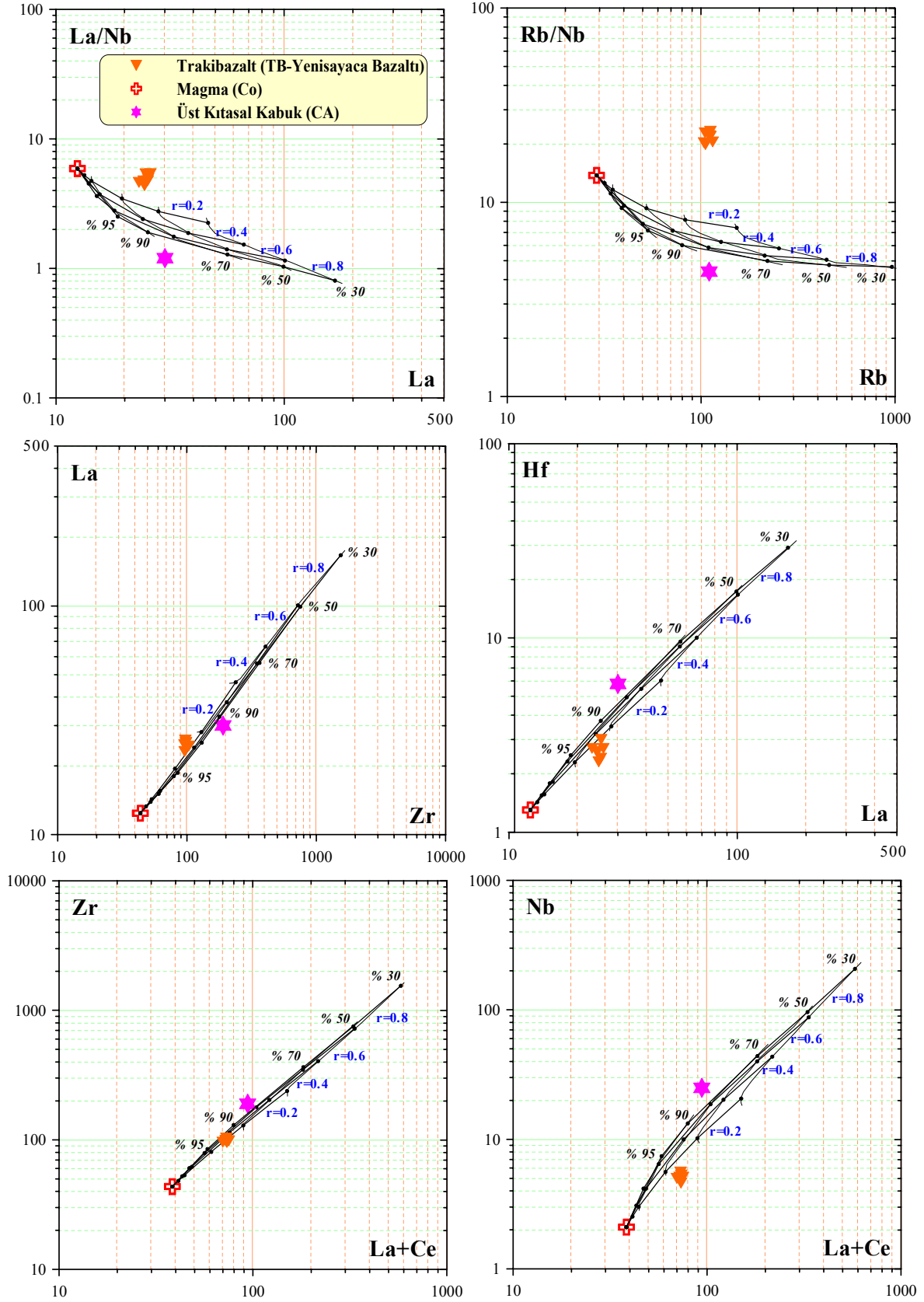
Genel olarak, bazik volkanitlere ait AFC'yi gösterir Zr-Zr/Nb, La-Nb, Rb-Hf, Rb-Nb (Şekil 3.122) ve Zr-La, Rb-Rb/Nb, La-La/Nb, La-Hf, (La+Ce)-Zr, (La+Ce)-Nb (Şekil 3.123) diyagramlarında, trakibazaltların tümü $r = 0.2$ eğrisi üzerinde ve yakınlarında yer almaktadır. Ortaç ve asidik volkanitlere (TDT, TTRT ve ATT'yi oluşturan kayaçlar) ait La-La/Nb, La-Hf, (La+Ce)-Zr, (La+Ce)-Nb (Şekil 3.124) ve Zr-Zr/Nb, La-Nb, Rb-Hf, Rb-Nb, Zr-La, Rb-Rb/Nb (Şekil 3.125) diyagramlarında ise, örneklerin büyük bir çoğunluğu $r = 0.2$ eğrisi üzerinde ve yakınlarında, bir kısmı (TTRT'ye ait riyolitik örnekler) $r=0.4$ eğrisi üzerinde ve yakınlarında yer almaktadır (Tablo 3.50).

Genel olarak, r değerinin incelenen volkanitler için ≤ 0.2 ve aynı zamanda "kritik değer" olan $r = 0.25$ 'den daha düşük (Albarède, 1996) olması, volkanik kayaçların gelişiminde ayrımlaşma (FC) sürecinin AFC'ye göre daha etkin olduğunu göstermektedir. Fakat

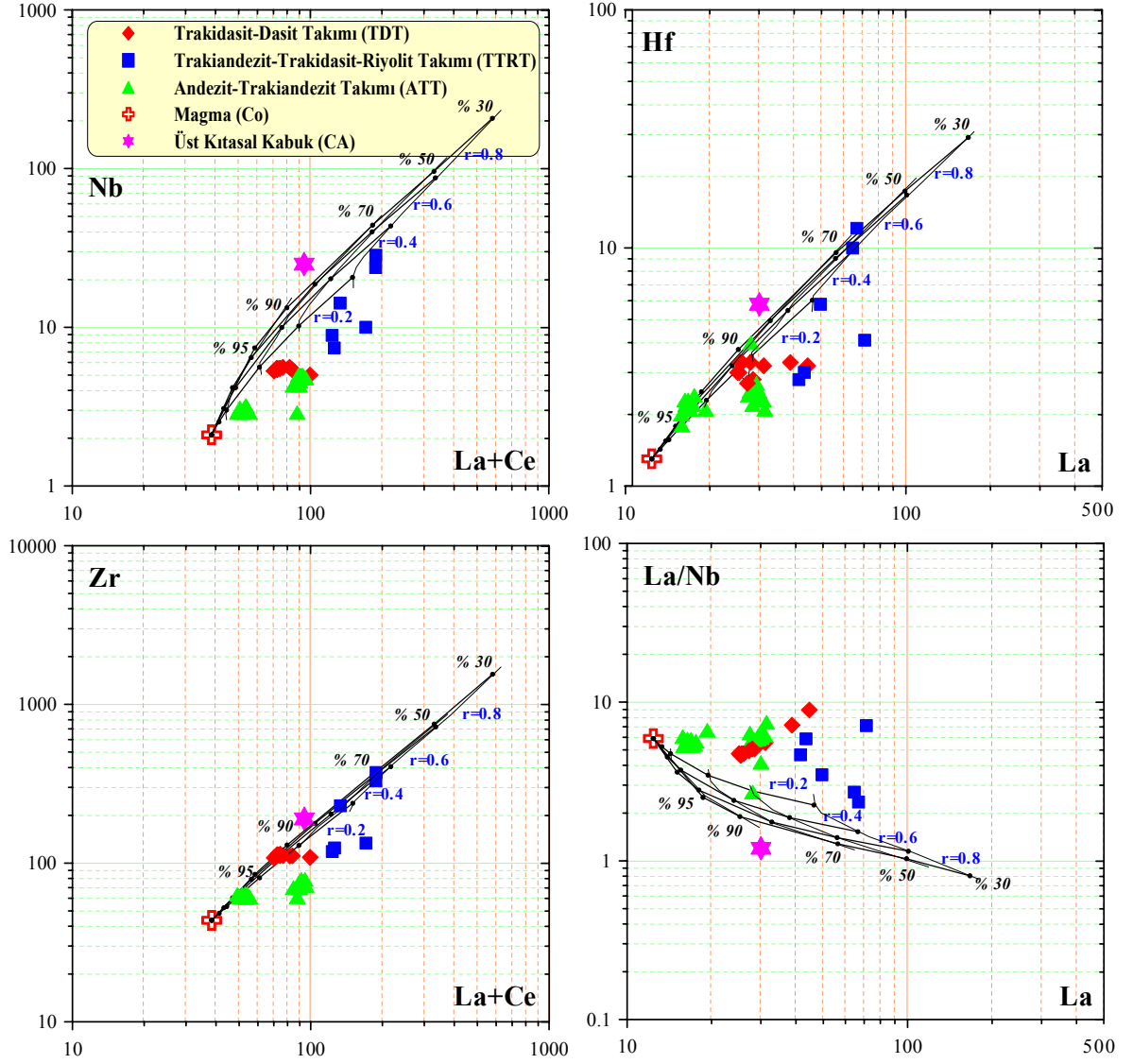
TTRT'ye ait riyoitik kayalarda ise AFC sreci, greceli olarak incelenen diğer volkanitlere oranla daha etkilidir ($r \leq 0.4$). AFC modellemesine gcre F değerleri; TTRT'yi oluşturan kayalarda yaklaşık %30-50; TB, TDT ve ATT'yi oluşturan kayalarda ise yaklaşık % 50-70 arasında değişmektedir ki; bu da, XLFRAC ile bulunan sonuçları ile uyumludur.



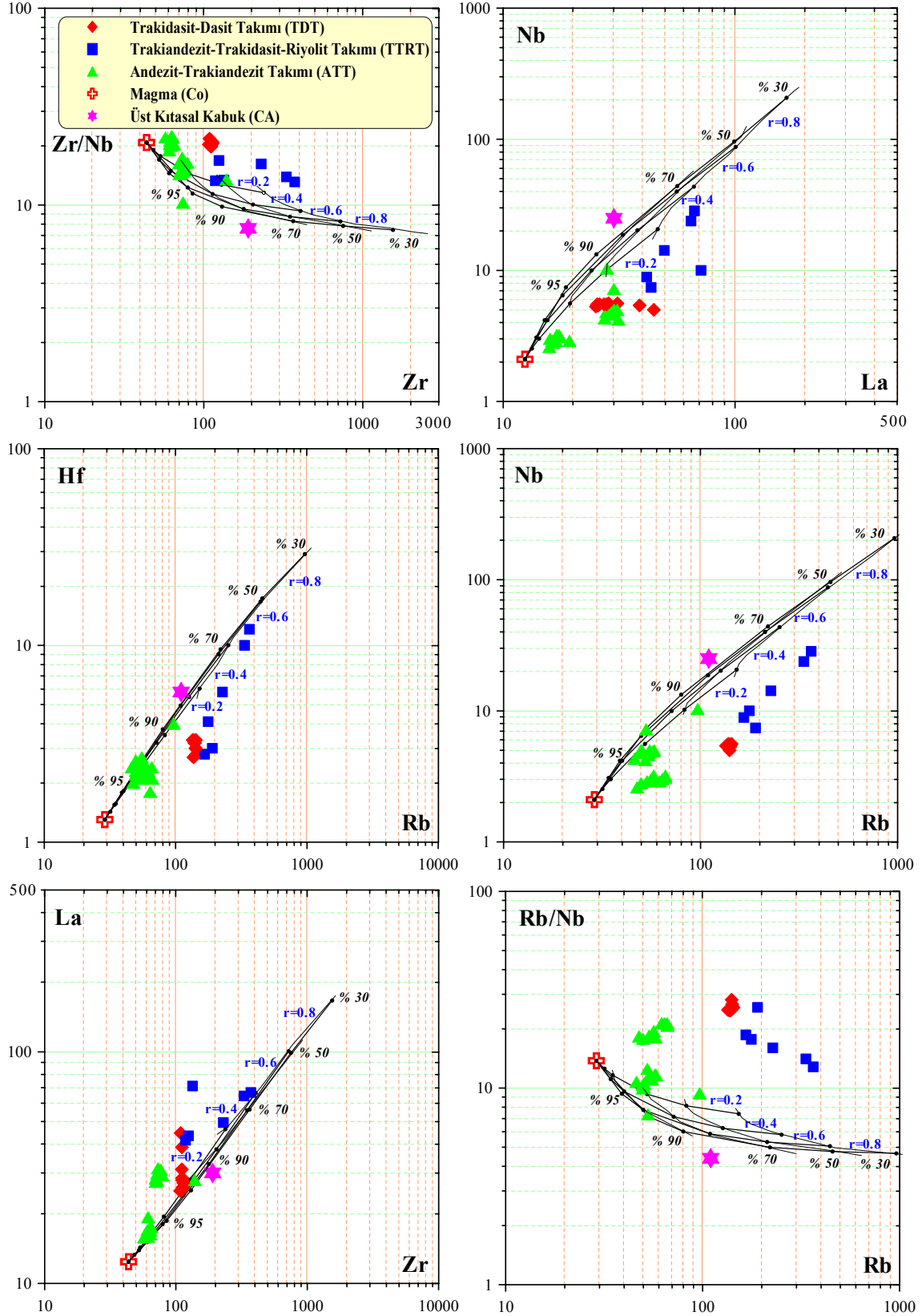
şekil 3.122. Ulubey (Ordu) yoresi bazik volkanitlerinde AFC modellemesini gosterir diyagramlar (Magma bileşimi (C_0) Koçevyanı Bazaltı (Temizel ve Arslan, 2002)'na ait olup, Üst Kıtasal Kabuk (C_A) değerleri Taylor ve McLennan (1985); ayrımlanma katsayıları, Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'dan alınmıştır)



Şekil 3.123. Ulubey (Ordu) yöresi bazik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Bileşimsel değerler ve açıklamaları, Şekil 3.122'deki gibidir)



Şekil 3.124. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Magma bileşimi (C_0) Koçevyanı Bazaltı (Temizel ve Arslan, 2002)'na ait olup, Üst Kıtasal Kabuk (C_A) değerleri Taylor ve McLennan (1985); ayırılma katsayıları, Arth (1976), Irving ve Frey (1978), Fujikami vd. (1984), McKenzie ve O'Nions (1991), Rollinson (1993)'dan alınmıştır)



Şekil 3.125. Ulubey (Ordu) yöresi ortaç ve asidik volkanitlerinde AFC modellemesini gösterir diyagramlar (Bileşimsel değerler ve açıklamaları, Şekil 3.124'deki gibidir)

Tablo 3.50. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde AFC modellemesiyle hesaplanan C_L değerleri

	C_L ($r=0.2; F=\%95$)	C_L ($r=0.2; F=\%90$)	C_L ($r=0.2; F=\%70$)	C_L ($r=0.2; F=\%50$)	C_L ($r=0.2; F=\%30$)
La (ppm)	13.29	14.28	19.42	28.07	46.35
Ce (ppm)	27.97	30.13	41.58	61.16	103.57
Hf (ppm)	1.43	1.57	2.29	3.50	6.03
Zr (ppm)	48.22	53.33	80.77	129.09	238.32
Nb (ppm)	2.53	3.01	5.60	10.18	20.64
Rb (ppm)	31.79	34.99	52.21	82.76	152.46
Rb/Nb	12.55	11.61	9.33	8.13	7.39
Zr/Nb	19.03	17.70	14.43	12.68	11.55
La/Nb	5.25	4.74	3.47	2.76	2.25
La+Ce	41.26	44.41	61.00	89.23	149.92
	C_L ($r=0.4; F=\%95$)	C_L ($r=0.4; F=\%90$)	C_L ($r=0.4; F=\%70$)	C_L ($r=0.4; F=\%50$)	C_L ($r=0.4; F=\%30$)
La (ppm)	13.90	15.53	24.00	37.93	66.44
Ce (ppm)	29.28	32.89	51.75	83.49	150.53
Hf (ppm)	1.55	1.82	3.20	5.47	10.03
Zr (ppm)	52.32	61.95	113.46	203.54	405.01
Nb (ppm)	3.08	4.16	9.98	20.24	43.47
Rb (ppm)	34.17	40.00	71.33	126.58	251.75
Rb/Nb	11.10	9.61	7.15	6.25	5.79
Zr/Nb	16.99	14.89	11.37	10.06	9.32
La/Nb	4.51	3.73	2.41	1.87	1.53
La+Ce	43.18	48.42	75.75	121.42	216.97
	C_L ($r=0.6; F=\%95$)	C_L ($r=0.6; F=\%90$)	C_L ($r=0.6; F=\%70$)	C_L ($r=0.6; F=\%50$)	C_L ($r=0.6; F=\%30$)
La (ppm)	15.09	18.01	32.79	56.02	100.55
Ce (ppm)	31.90	38.34	71.46	125.30	233.57
Hf (ppm)	1.79	2.31	4.95	9.03	16.70
Zr (ppm)	60.50	79.13	177.97	348.32	721.39
Nb (ppm)	4.17	6.45	18.66	39.96	87.50
Rb (ppm)	38.92	50.00	109.18	212.52	443.18
Rb/Nb	9.34	7.75	5.85	5.32	5.07
Zr/Nb	14.52	12.26	9.54	8.72	8.24
La/Nb	3.62	2.79	1.76	1.40	1.15
La+Ce	46.99	56.35	104.24	181.32	334.12
	C_L ($r=0.8; F=\%95$)	C_L ($r=0.8; F=\%90$)	C_L ($r=0.8; F=\%70$)	C_L ($r=0.8; F=\%50$)	C_L ($r=0.8; F=\%30$)
La (ppm)	18.63	25.23	56.32	99.10	166.63
Ce (ppm)	39.66	54.30	125.72	230.62	412.70
Hf (ppm)	2.49	3.74	9.56	17.34	29.12
Zr (ppm)	84.91	130.12	364.53	751.41	1546.79
Nb (ppm)	7.42	13.27	44.02	96.09	207.20
Rb (ppm)	53.14	79.79	219.88	457.19	963.98
Rb/Nb	7.16	6.01	4.99	4.76	4.65
Zr/Nb	11.44	9.80	8.28	7.82	7.47
La/Nb	2.51	1.90	1.28	1.03	0.80
La+Ce	58.29	79.53	182.04	329.72	579.33

Volkanik kayaçların gelişiminde AFC'nin daha açık bir şekilde yorumlanabilmesi için, incelenen volkanitlerin izotop jeokimyasından da yararlanılmıştır. Volkanitlerin gelişimindeki kabuk kirlenmesinin etkilerini belirlemek amacıyla volkanitlerin gelişiminde etkili olan AFC modellemesinde, izotop oranları için De Paolo (1981)'nin tanımladığı Formül 3.26 ve 3.27'de verilen denklemler ile hesaplanmıştır (Tablo 3.51).

$$IC_L = \frac{\left\{ \left(\frac{r}{r-1} \right) \cdot \left(\frac{X_A}{z} \right) \cdot (1-F^{-z}) \cdot IC_A + X_0 \cdot F^{-z} \cdot IC_0 \right\}}{\left\{ \left(\frac{r}{r-1} \right) \cdot \left(\frac{X_A}{z} \right) \cdot (1-F^{-z}) + X_0 \cdot F^{-z} \right\}} \quad 3.26$$

$$z = \frac{r+1-D}{r-1} \quad 3.27$$

IC_L = Gelişen magmanın izotopik bileşimi

IC_A = Asimile edilen kayacın (asimilantın) izotopik bileşimi

IC_0 = İlksel katı kaynak malzemenin (ilksel magmanın) izotopik bileşimi

X_A = Asimile edilen kayaçtaki X elementinin iz element konsantrasyonu

X_0 = İlksel katı kaynak malzemedeki (ilksel magmadaki) X elementinin konsantrasyonu

D = Toplam kristal-ergiyik ayrımlanma katsayısı

r = Özümlemenin ayrımlaşmaya oranı (asimilasyon/fraksiyonel kristallenme)

F = Ayrımlaşma (fraksiyonlaşma) miktarı (%)

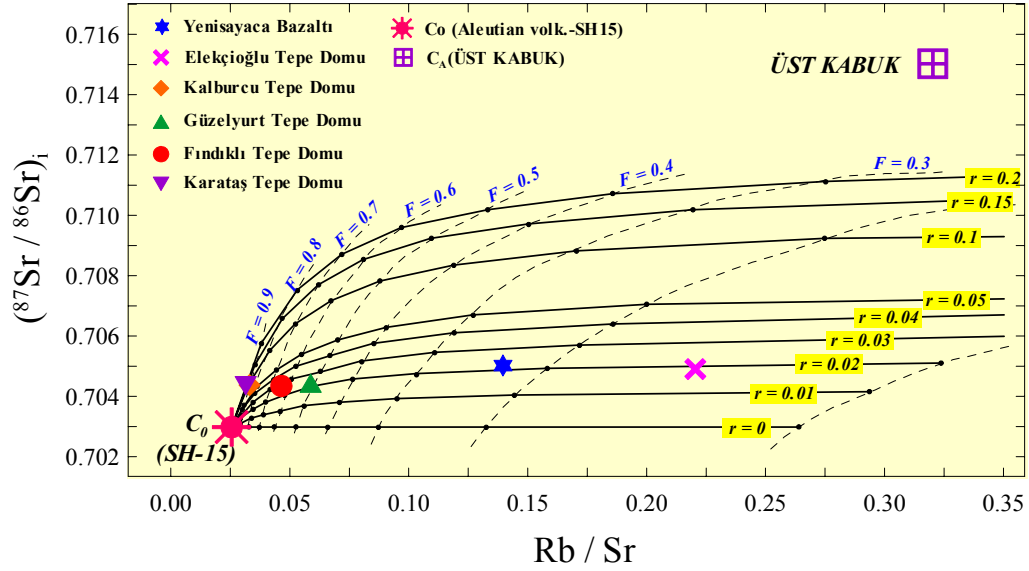
Bazaltik bir magmaya veya bunun kaynağına herhangi kabuk malzemesinin ilave edilmesi durumunda, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ile Rb/Sr, Rb/Nb, Ba/Nb, La/Nb, La/Ta, Th/Ta SiO_2 ve $\text{K}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ arasında pozitif ilişki beklenir (Thompson vd., 1984; Carlson ve Hart, 1988; Fitton vd., 1988; Loubet vd., 1988). İncelenen volkanik kayaçlarda AFC'yi test etmek amacıyla $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - Rb/Sr (Şekil 3.126) ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - Rb/Nb (Şekil 3.127) arasındaki ilişki incelenmiştir. Modelleme için tüketilmiş manto kaynağı olarak, Aleutian (Shishaldin-SH15) ada yaylarındaki bir bazalt örneği (Jicha vd., 2004) seçilmiştir. Bu kaynaktan oluşan magmanın üst kıtasal kabuğu özümlediği varsayılarak, farklı r ve F değerleri için AFC eğrileri oluşturulmuştur. Hesaplamalarda kullanılan toplam ayrımlanma katsayısı (D), Rb için 0, Sr için 1, Nb için 1 kabul edilmiştir.

Tablo 3.51. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin izotopik ve iz element oranlarına göre yapılan AFC modellemesinde, IC_L ve C_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan toplam ayırılma katsayıları (D) ile IC_o , IC_A ve X_A bileşimsel değerleri

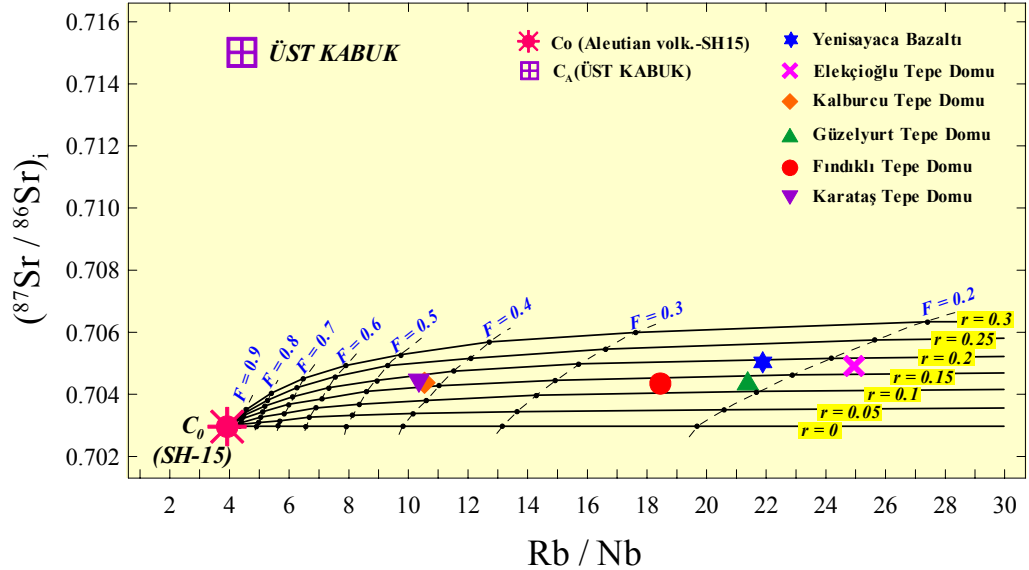
	C_o (Aleutian-SH15)	C_A (üst kıtasal kabuk)	Toplam Ayırılma Katsayısı (D)
Sr (ppm)	493	350	D = 1 kabul edilmiştir
Rb (ppm)	13	112	D = 0 kabul edilmiştir
Nb (ppm)	3.3	25	D = 1 kabul edilmiştir
	IC_o (Aleutian-SH15)	IC_A (üst kıtasal kabuk)	Toplam Ayırılma Katsayısı (D)
$^{87}Sr/^{86}Sr$	0.702955	0.71463	-

* C_o , iz element konsantrasyonları; Aleutian volkanitleri-SH-15; Jicha vd. (2004)
 * IC_o , Sr izotopik bileşimi; Aleutian volkanitleri-SH-15; Jicha vd. (2004)
 * C_A , iz element konsantrasyonları; üst kıtasal kabuk, Taylor ve McLennan (1985)
 * IC_A , Sr izotopik bileşimi; üst kıtasal kabuk, Davies vd. (1985)

Genel olarak, volkanitlere ait örneklerin tümü; AFC'yi gösterir $^{87}Sr/^{86}Sr$ -Rb/Sr (Şekil 3.126) diyagramında $r = 0.02$ eğrisi altında, $^{87}Sr/^{86}Sr$ -Rb/Nb (Şekil 3.127) diyagramında ise $r = 0.2$ eğrisi altında yer almaktadır. Buna göre; r değerinin incelenen volkanitler için ≤ 0.2 ve aynı zamanda "kritik değer" olan $r = 0.25$ 'den daha düşük (Albarède, 1996) olması; volkanitlerin gelişiminde AFC sürecinin fazla etkili olmadığını, bir başka deyişle farklılaşmış olan bu volkanitlerin, kabuksal kirlenmeden etkilenmediğini göstermektedir. Fakat, kabuk kirlenmesinin gözlemlendiği magmatik topluluklarda, farklılaşmış kayaların bazik (ilksel bileşime yakın) kayalara göre kirlenmeden daha çok etkilenmesi beklenir. Çünkü, farklılaşmış kayaların kabukta kalma süreleri bazik kayalara göre daha uzundur (Rollinson, 1993). Buradan yola çıkarak, incelenen volkanitlerin kabuksal kirlenmeden etkilenmemesini; (1) volkanitlerin magma odasını çok çabuk terkettiğini ki bu da farklılaşmış kayalarda tam tersinedir, (2) volkanitleri oluşturan magmanın volkanitlerinkine benzer Sr izotopik bileşime sahip genç bir kabuğu özümlemesi (Pearce vd., 1990; Rollinson, 1993; Faure, 2001; Faure ve Mensing, 2005), (3) kabuk kalınlığının fazla olmaması ile ilişkilendirmek mümkün olabilir.



Şekil 3.126. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin AFC modellemesini gösterir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Rb/Sr diyagramı (Magma bileşimi (C_0) Aleutian volkanitleri-SH15, Jicha vd. (2004)'den, Üst Kabuk (C_A) izotopik değerleri, Davies vd. (1985)'den; iz element değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır)



Şekil 3.127. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin AFC modellemesini gösterir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Rb/Nb diyagramı (Magma bileşimi (C_0) Aleutian volkanitleri-SH15, Jicha vd. (2004)'den, Üst Kabuk (C_A) izotopik değerleri, Davies vd. (1985)'den; iz element değerleri ise Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır)

İncelenen volkanik kayaların hem Sr hem de Nd izotopik bileşimlerinden yararlanılarak, volkanitlerin izotopik AFC modellemesi yapılmıştır. Böylece, volkanitlerin iz element AFC modellemesinden elde edilen sonuçlar test edilmiş olacak ve AFC süreci daha iyi yorumlanabilecektir. İzotopik AFC için verilen Formül 3.26 ve 3.27'deki denklemler, Sr ve Nd izotoplarına göre uyarlanmış ve aşağıdaki bağıntılar elde edilmiştir. Elde edilen bağıntıya ait açıklamalar ise Formül 3.26 ve 3.27'deki gibidir. Hesaplamalarda kullanılan Sr ve Nd'nin izotopik oranları ile iz element bileşimleri Tablo 3.52'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

$${}^{87/86}Sr_L = \frac{\left\{ \left(\frac{r}{r-1} \right) \cdot \left(\frac{Sr_A \cdot (r-1)}{(r + D_{Sr} - 1)} \right) \cdot \left(1 - F^{-((r+D_{Sr}-1)/(r-1))} \right) \cdot ({}^{87/86}Sr_A) + (Sr_O) \cdot \left(F^{-((r+D_{Sr}-1)/(r-1))} \right) \cdot ({}^{87/86}Sr_O) \right\}}{\left\{ \left(\frac{r}{r-1} \right) \cdot \left(\frac{Sr_A \cdot (r-1)}{(r + D_{Sr} - 1)} \right) \cdot \left(1 - F^{-((r+D_{Sr}-1)/(r-1))} \right) + (Sr_O) \cdot \left(F^{-((r+D_{Sr}-1)/(r-1))} \right) \right\}}$$

$${}^{143/144}Nd_L = \frac{\left\{ \left(\frac{r}{r-1} \right) \cdot \left(\frac{Nd_A \cdot (r-1)}{(r + D_{Nd} - 1)} \right) \cdot \left(1 - F^{-((r+D_{Nd}-1)/(r-1))} \right) \cdot ({}^{143/144}Nd_A) + (Nd_O) \cdot \left(F^{-((r+D_{Nd}-1)/(r-1))} \right) \cdot ({}^{143/144}Nd_O) \right\}}{\left\{ \left(\frac{r}{r-1} \right) \cdot \left(\frac{Nd_A \cdot (r-1)}{(r + D_{Nd} - 1)} \right) \cdot \left(1 - F^{-((r+D_{Nd}-1)/(r-1))} \right) + (Nd_O) \cdot \left(F^{-((r+D_{Nd}-1)/(r-1))} \right) \right\}}$$

Tablo 3.52. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin izotopik bileşimlerinden yararlanılarak yapılan AFC modellemesinde, IC_L değerlerinin hesaplanmasında kullanılan toplam ayırılma katsayıları (D) ile IC_o , IC_A , X_o ve X_A bileşimsel değerleri

	X_o (Aleutian-SH15)	X_A (üst kıtasal kabuk)	Toplam Ayırılma Katsayıları (D)				
			D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
Sr	493 ppm	350 ppm	1.0	0.5	0.25	2.0	0.15
Nd	14.2 ppm	26 ppm	0.2	0.25	0.30	0.1	0.35
	IC_o (Aleutian-SH15)	IC_A (üst kıtasal kabuk)	Not: Formül 3.26 ve 3.27'de kullanılan ayırılma katsayıları yukarıda verilen şekilde kabul edilmiştir.				
${}^{87}Sr/{}^{86}Sr$	0.702955	0.71463					
${}^{143}Nd/{}^{144}Nd$	0.513046	0.511843					

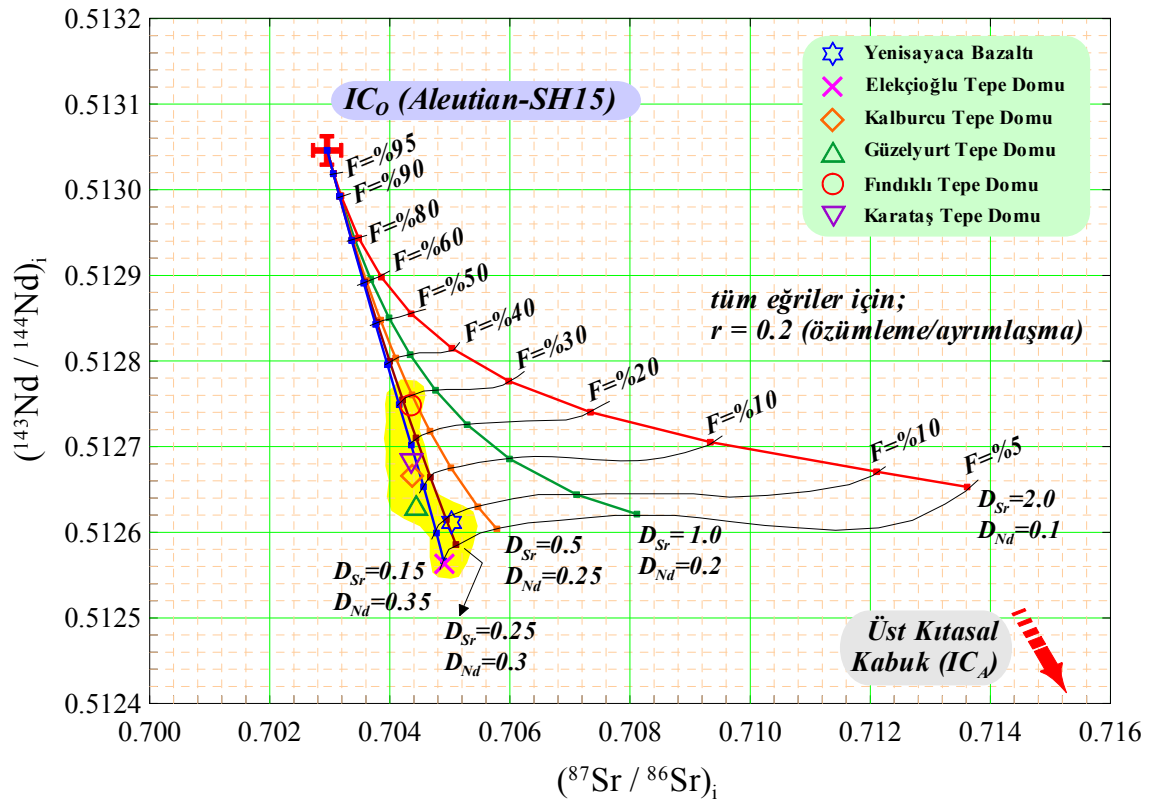
* C_o , iz element konsantrasyonları; Aleutian volkanitleri-SH-15; Jicha vd. (2004)

* IC_o , Sr ve Nd izotopik bileşimleri; Aleutian volkanitleri-SH-15; Jicha vd. (2004)*

* C_A , iz element konsantrasyonları; üst kıtasal kabuk, Taylor ve McLennan (1985)

* IC_A , Sr ve Nd izotopik bileşimleri; üst kıtasal kabuk, Davies vd. (1985)

İzotopik AFC modellemesinde kullanılan tüketilmiş manto kaynağı (IC_o) olarak, Aleutian (Shishaldin-SH15) ada yaylarındaki bir bazalt örneği (Jicha vd., 2004), asimilant olarak da üst kıtasal kabuk bileşimi alınmıştır (Davies vd., 1985; Taylor ve McLennan, 1985). Bu kaynaktan oluşan magmanın üst kıtasal kabuğu özümlediği varsayılarak; $r = 0.2$ için, farklı ayrımlanma katsayıları (D_1, D_2, D_3, D_4 ve D_5) ve F değerleri kullanılarak, farklı AFC eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 3.128). Volkanitlerin izotopik AFC modellemesinden hesaplanan IC_L değerleri, Tablo 3.53’de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 3.128. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin izotopik AFC modellemesini gösterir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ diyagramı (İlksel magma bileşimi (IC_o) ve Üst Kıtasal Kabuk (IC_A)’a ait bileşimler Tablo 3.51’de verilmiştir)

Şekil 3.128’de görüldüğü gibi, genel olarak bazik, ortaç ve asidik volkanitlere ait örneklerin tümü; $r = 2$ için çizilen ve $D_{Sr} = 0.15$; $D_{Nd} = 0.35$ ve $D_{Sr} = 0.25$; $D_{Nd} = 0.3$ ayrımlanma katsayılarına göre hesaplanan eğriler boyunca dağılım göstermektedirler. Buna göre; r değerinin incelenen volkanitler için “kritik değer” olan $r = 0.25$ ’den daha düşük (Albarède, 1996) olan eğriler boyunca yer alması; incelenen volkanitlerin gelişiminde AFC sürecinin fazla etkili olmadığını, bir başka deyişle farklılaşmış olan bu volkanitlerin,

kabuksal kirlenmeden fazla etkilenmediğini göstermektedir. Ayrıca, örneklerin %5-30 oranlarına sahip F değerlerinin bulunduğu eğriler arasında bulunması, daha önceki bölümlerde yapılmış olan modellemeler ile elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Tablo 3.53. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde, izotopik AFC modellemesiyle hesaplanan ($r=2$ için; D_1 , D_2 , D_3 , D_4 ve D_5 'e göre) Sr ve Nd izotoplarına ait IC_L değerleri

r = 2 için hesaplanan $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}_L$ değerleri					
F	$D_{1\text{Sr}} = 1.0$	$D_{2\text{Sr}} = 0.5$	$D_{3\text{Sr}} = 0.25$	$D_{4\text{Sr}} = 2.0$	$D_{5\text{Sr}} = 0.15$
0.05	0.708113	0.705781	0.705101	0.713612	0.704895
0.10	0.707110	0.705464	0.704942	0.712105	0.704776
0.20	0.705993	0.705017	0.704675	0.709334	0.704560
0.30	0.705285	0.704668	0.704436	0.707341	0.704356
0.40	0.704759	0.704367	0.704212	0.705978	0.704156
0.50	0.704338	0.704096	0.703996	0.705032	0.703959
0.60	0.703984	0.703845	0.703784	0.704355	0.703761
0.70	0.703680	0.703608	0.703576	0.703857	0.703563
0.80	0.703412	0.703382	0.703368	0.703480	0.703363
0.90	0.703172	0.703165	0.703162	0.703187	0.703161
0.95	0.703061	0.703059	0.703059	0.703064	0.703058
1.00	0.702955	0.702955	0.702955	0.702955	0.702955
r = 2 için hesaplanan $^{143}\text{Nd} / ^{144}\text{Nd}_L$ değerleri					
F	$D_{1\text{Nd}} = 0.2$	$D_{2\text{Nd}} = 0.25$	$D_{3\text{Nd}} = 0.3$	$D_{4\text{Nd}} = 0.1$	$D_{5\text{Nd}} = 0.35$
0.05	0.512621	0.512604	0.512586	0.512653	0.512566
0.10	0.512644	0.512630	0.512615	0.512671	0.512599
0.20	0.512686	0.512675	0.512664	0.512705	0.512653
0.30	0.512726	0.512718	0.512710	0.512740	0.512702
0.40	0.512766	0.512760	0.512755	0.512777	0.512749
0.50	0.512807	0.512804	0.512800	0.512815	0.512796
0.60	0.512850	0.512848	0.512845	0.512855	0.512843
0.70	0.512895	0.512894	0.512892	0.512898	0.512891
0.80	0.512943	0.512942	0.512941	0.512944	0.512941
0.90	0.512993	0.512993	0.512992	0.512993	0.512992
0.95	0.513019	0.513019	0.513019	0.513019	0.513019
1.00	0.513046	0.513046	0.513046	0.513046	0.513046

3.9.5. Magma Karışımı

Magmatik olayların modellemelerinde, kayaçların gelişiminde etkili olan diğer süreçlerde (Kısmi Ergime, FC, AFC vs.) olduğu gibi, magma karışımı ve/veya kirlenme süreçlerinin jeokimyasal ve izotopik modelleme çalışmalarına 1970'li yıllarda başlanılmıştır. İlk yıllarda, U-Th-Pb sistemlerine dayandırılan radyometrik yaş tayini çalışmalarında tanımlanan (Steiger ve Wasserburg, 1966) magma karışımı ve/veya kirlenme olaylarının, daha sonra yapılan çalışmalarda (Vollmer, 1976; Langmuir vd., 1978; Juteau vd., 1986) iz element oranlarından oluşturulan diyagramlarda hiperbolik yönseme vermesiyle karakteristik olduğu ortaya konulmuştur (Cox ve Hawkesworth, 1985; Wilson, 1989; Albarède, 1996; Faure, 2001; Faure ve Mensing, 2005).

İncelenen volkanitlerin detaylı petrografik incelemelerinde, volkanik kayaçların magma karışımına işaret eden bazı dengesizlik dokuları gösterdiği tespit edilmiştir (bkz. Bölüm 3.4 ve 3.8.5). Ayrıca, incelenen volkanitlerde Stormer ve Nicholls (1978)'un, tüm kayaç ve mineral ana element analizlerine dayalı, "XLFRAC" bilgisayar programında yapılan kütle dengesi karışım hesaplamalarından elde edilen kalıntıların kareleri toplamı (Σr^2) değerinin 1.5'dan büyük olması; volkanitlerin gelişiminde ayrılaşmanın yanı sıra, magma karışımı \pm özümleme gibi diğer magmatik olayların da etkili olabileceğinin göstermektedir.

Tüm bu veriler göz önünde tutulduğunda, kayaçların gelişiminde etkili olan magma karışımı modellemesine gidilmiştir. Manto kaynağının akışkanlar, ergiyikler ve dalan levha üzerindeki sedimanlar tarafından kirlenmesi (kaynak kirlenmesi) ile mantodan türeyen magmaların kabuk kayaçlarını özümlemeleri benzer jeokimyasal karakteristikler oluştururlar. Bu nedenle, kaynak kirlenmesi ve özümleme olaylarının kıtasal volkanitlerin köken(ler)indeki etkisini belirlemek ve bu süreçleri birbirinden ayırt etmek oldukça zordur (Grove ve Donnelly-Nolan, 1986; Grove ve Kinzler, 1986; Peccerillo vd., 2004; Chesley vd., 2002).

Genel olarak, magmatik topluluklarda gözlenen izotopik değişkenlik kaynak kirlenmesine ve/veya magmanın çevre kayaçlarla etkileşimi şeklinde yorumlanmaktadır. Volkanik yayların altında heterojen manto kaynaklarının oldukça yaygın olduğu bilinmektedir. Bunun sebebi ise, manto kaynağına değişken miktar ve tipteki akışkan, ergiyik ve dalan kabuktan türeyen sedimanların ilavesi ile çeşitli tipteki manto kaynakları arasındaki karışımın neden olduğu düşünülmektedir (Gill, 1981).

Magmatik süreçlerden biri olan magma karışımı modellemelerinde; eğer karışımdaki konsantrasyon, kimyasal bileşim (ağırlıkça % oksit) olarak dikkate alınırsa, karışım denklemleri; Langmuir vd. (1978) ve DePaolo ve Wasserburg (1979)'un tanımladıkları Formül 3.26 ve 3.27'deki gibi olmaktadır.

$$X_{karışım} = X_A \cdot f_A + X_B \cdot (1 - f_A) \quad 3.26$$

$$f_A + f_B = 1 \quad 3.27$$

$X_{karışım}$ = Karışımdaki X elementinin konsantrasyonu (ağırlıkça % oksit)

X_A, X_B = A ve B bileşimlerindeki X elementinin konsantrasyonları (ağırlıkça % oksit)

f_A, f_B = A ve B bileşimlerinin karışıma katılma yüzdeleri

Eğer, modelleme çalışmalarında izotopik bileşimler dikkate alınırsa, farklı izotopik bileşimlere ve konsantrasyonlara sahip elementler formüle dahil olacağından, Langmuir vd. (1978) ve DePaolo ve Wasserburg (1979)'un tanımladıkları karışım (izotopik bileşim için) denklemi, Formül 3.28'deki gibi olmaktadır.

$$R_{karışım} = \frac{R_A \cdot X_A \cdot f_A + R_B \cdot X_B \cdot (1 - f_A)}{X_A \cdot f_A + X_B \cdot (1 - f_A)} \quad 3.28$$

$R_{karışım}$ = Karışımdaki R izotopunun (yada izotop oranının) konsantrasyonu

R_A, R_B = A ve B bileşimlerindeki R izotopunun (yada izotopik oranının) konsantrasyonları

Ayrıca, yukarıda verilen denklemler ile hesaplanan değerlerden çizilen diyagramlardaki izotopik karışım hiperbollerin eğrilikleri ise, Langmuir vd. (1978) ve Vollmer (1976)'in tanımladığı K parametresi ile kontrol edilmektedir (Formül 3.29). Buradaki, izotopik karışım hiperbolünün eğriliğini kontrol eden K parametresi,

- 1) A bileşimindeki X_1 elementinin konsantrasyonu sabit tutularak,
- 2) A bileşimindeki X_2 elementinin konsantrasyonu sabit tutularak,
- 3) A bileşimindeki hem X_1 hem de X_2 elementinin konsantrasyonlarını değişken kabul ederek (sabit tutulmaksızın) hesaplanabilmektedir.

$$K = \frac{(X_1 + X_2)_A}{(X_1 + X_2)_B} \quad 3.29$$

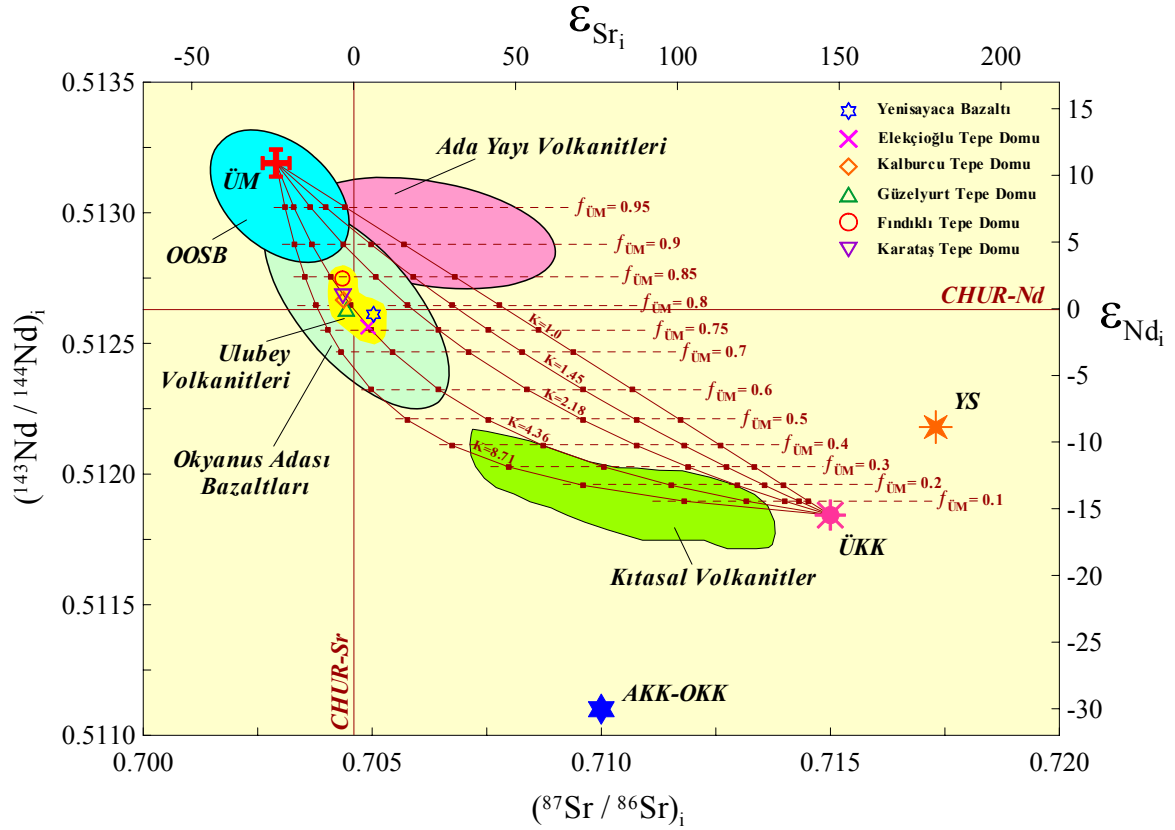
K = A ve B bileşimlerindeki X_1 ve X_2 elementlerinin toplam konsantrasyon oranı
 X_1, X_2 = A ve B bileşimlerindeki X_1 ve X_2 elementlerine ait konsantrasyonlar

İncelenen volkanitlerin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i ve ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i değerleri ile üst manto ve üst kıtasal kabuk değerlerinden (Tablo 3.54) yararlanarak; üst manto kaynağından (ÜM-N Tipi OOSB) üst kıtasal kabuk (ÜKK)'a, farklı karışım oranlarında (f) ve farklı parametreler dikkate alınarak hesaplanan K değerlerine göre uygulanan karışım modelleri Şekil 3.129, 3.130 ve 3.131'de, hesaplanan değerler ise Tablo 3.55, 3.56 ve 3.57'de verilmiştir.

İncelenen volkanitlerin Sr ve Nd izotopik bileşimleri dikkate alınarak yapılan karışım modellemesiyle; bu kayaçların oluşumuna kaynaklık eden magmaya, üst kıtasal kabuk katkısının ne derece etkili olduğu belirlenmiş ve böylece volkanitlerin gelişiminde etkili olan kabuk ve kaynak zenginleşmesi hakkında bilgi edinilmiştir.

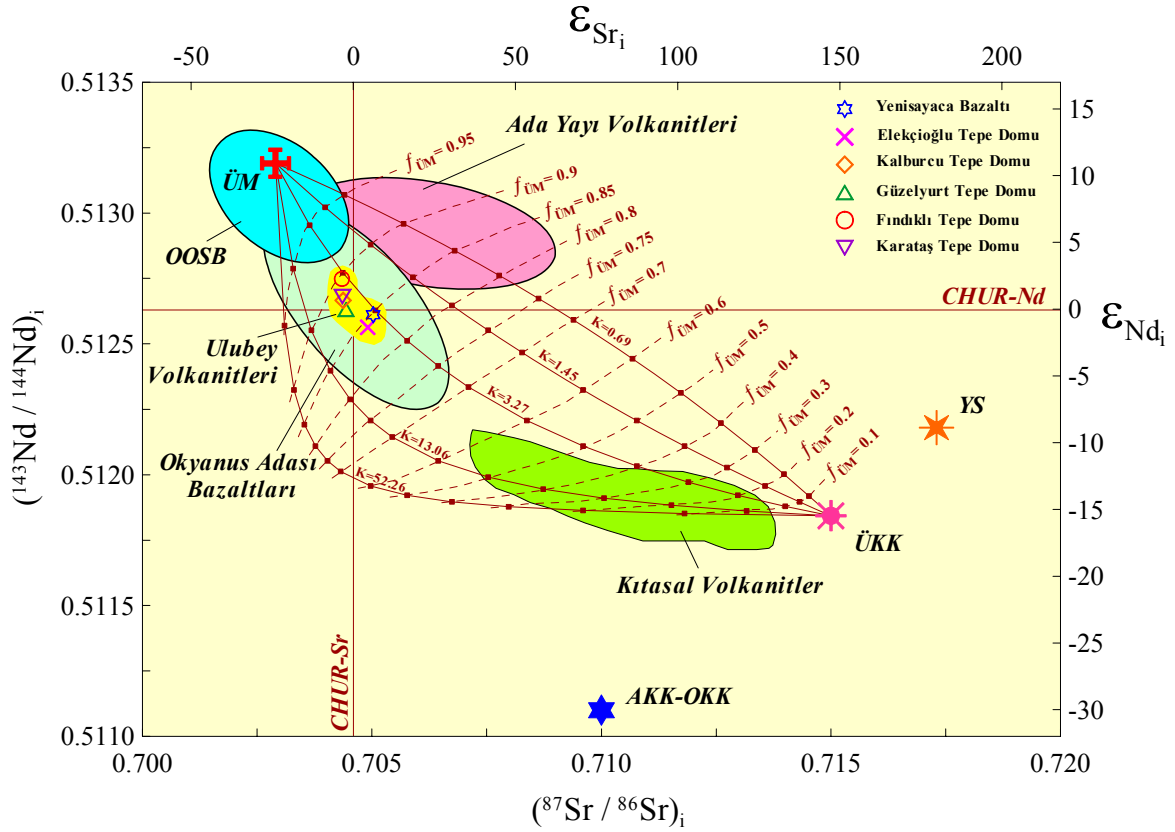
Tablo 3.54. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin magma karışımı modellemesinde kullanılan ÜM, ÜKK, AKK-OKK ve YS'ye ait bileşimsel değerler

	Üst Manto (ÜM)	Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK)	Alt-Orta Kıtasal Kabuk (AKK-OKK)	Yitim Sedimanları (YS)
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	0.7029	0.71463	0.71014	0.7173
Sr (ppm)	188	350	300	327
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	0.51319	0.511843	0.5111	0.51218
Nd (ppm)	9.62	26	24	27
Sr/Nd	19.54	13.46	12.5	12.11
Modellemede kullanılan bileşimler;		<u>Sr-Nd iz elementler değerleri</u>	<u>Sr-Nd izotop oranları</u>	
Üst Manto :		Klein, 2004	Klein, 2004	
Üst Kıtasal Kabuk :		Taylor ve McLennan, 1985	Davies vd., 1985	
Alt-Orta Kıtasal Kabuk :		Rudnick ve Fountain, 1995	Ben Othman vd., 1984	
Yitim Sedimanları :		Plank ve Langmuir, 1998	Plank ve Langmuir, 1998	



Şekil 3.130. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde karışım modellemesini gösterir $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i - (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramı (K değerleri, Üst Manto değerinin Nd konsantrasyonu sabit alınarak hesaplanmıştır. CHUR-Nd ve CHUR-Sr: Nd ve Sr için kondritik tekdüze rezervuar. Modellemede kullanılan Sr ve Nd iz element içerikleri ile izotopik oranları, Tablo 3.53’de verilmiştir. Alanlar, Şekil 3.129’deki gibidir)

Bu bilgilerden yola çıkarak; incelenen volkanitlerin oluşumuna kaynaklık eden magma (üst manto-N Tipi OOSB) ile üst kıtasal kabuk arasında karışım modellemesi yapılmıştır. Böylece, üst manto ve üst kıtasal kabuğa ait Sr ve Nd konsantrasyonlarından hesaplanan farklı K değerlerine göre ve farklı karışım oranlarında (f) üç adet diyagram çizilmiştir. Bunlar; üst manto kaynağındaki Sr konsantrasyonu sabit tutularak hesaplanan K değerlerine (Şekil 3.129), Nd konsantrasyonu sabit tutularak hesaplanan K değerlerine (Şekil 3.130) ve hem Sr hem de Nd konsantrasyonları değişken kabul edilerek (sabit tutulmaksızın) hesaplanan K değerlerine (Şekil 3.131) göre çizilen karışım diyagramlarıdır.



Şekil 3.131. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinde karışım modellemesini gösterir $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ - $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramı (K değerleri, Üst Manto değerinin hem Sr hem de Nd konsantrasyonları değişken (sabit değil) olarak kabul edilerek hesaplanmıştır. CHUR-Nd ve CHUR-Sr: Nd ve Sr için kondritik tekdüze rezervuar. Modellemede kullanılan Sr ve Nd iz element içerikleri ile izotopik oranları, Tablo 3.54’de verilmiştir, Alanlar, Şekil 3.129’deki gibidir)

İncelenen volkanitlerin karışım modellemesi sonuçlarına göre, volkanitlerin oluşumuna kaynaklık eden magmaya üst kıtasal kabuğun katkısının ($f_{\text{ÜM}} + f_{\text{ÜKK}} = 1$ denklemi dikkate alındığında) yaklaşık olarak % 5-15 (Şekil 3.129), % 15-25 (Şekil 3.130) ve % 10-17 (Şekil 3.131) oranları arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ - $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramlarında, hem örneklerin sol üst köşede ve uyumsuz element içeriği bakımından tüketilmiş rezervuarları gösteren alanlarda yer alması, hem de karışım modellemelerinden elde edilen karışım oranları; incelenen volkanitlerin oluşumuna kaynaklık eden magmaya kıtasal kabuğun etkisinin fazla olmadığını göstermektedir. Ayrıca, elde edilen karışım sonuçları, daha önceki bölümlerde yapılan XLFRAC ve AFC modelleme sonuçlarıyla da uyumludur.

Tablo 3.55. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin karışım modellemesinde, Sr sabit iken hesaplanan $R_{karışım}$ değerleri

Sr sabit iken, farklı K ve F değerlerinde hesaplanan $^{87/86}\text{Sr}$ izotopuna ait karışım sonuçları					
F	K=1; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=1.45; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=2.18; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=4.36; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=8.71; $^{87/86}\text{Sr}_K$
0.00	0.715000	0.715000	0.715000	0.715000	0.715000
0.10	0.714319	0.714319	0.714319	0.714319	0.714319
0.20	0.713568	0.713568	0.713568	0.713568	0.713568
0.30	0.712736	0.712736	0.712736	0.712736	0.712736
0.40	0.711810	0.711810	0.711810	0.711810	0.711810
0.50	0.710772	0.710772	0.710772	0.710772	0.710772
0.60	0.709601	0.709601	0.709601	0.709601	0.709601
0.70	0.708270	0.708270	0.708270	0.708270	0.708270
0.75	0.707533	0.707533	0.707533	0.707533	0.707533
0.80	0.706743	0.706743	0.706743	0.706743	0.706743
0.85	0.705892	0.705892	0.705892	0.705892	0.705892
0.90	0.704974	0.704974	0.704974	0.704974	0.704974
0.95	0.703980	0.703980	0.703980	0.703980	0.703980
1.00	0.702900	0.702900	0.702900	0.702900	0.702900

Sr sabit iken, farklı K ve F değerlerinde hesaplanan $^{143/144}\text{Nd}$ izotopuna ait karışım sonuçları					
F	K=1; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=1.45; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=2.18; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=4.36; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=8.71; $^{143/144}\text{Nd}_K$
0.00	0.511843	0.511843	0.511843	0.511843	0.511843
0.10	0.511919	0.511896	0.511879	0.511861	0.511852
0.20	0.512002	0.511957	0.511921	0.511883	0.511863
0.30	0.512095	0.512027	0.511972	0.511911	0.511878
0.40	0.512198	0.512110	0.512033	0.511945	0.511896
0.50	0.512313	0.512207	0.512110	0.511991	0.511921
0.60	0.512443	0.512324	0.512207	0.512053	0.511957
0.70	0.512592	0.512467	0.512335	0.512144	0.512012
0.75	0.512674	0.512552	0.512416	0.512207	0.512053
0.80	0.512762	0.512647	0.512512	0.512288	0.512110
0.85	0.512856	0.512755	0.512628	0.512397	0.512192
0.90	0.512959	0.512879	0.512772	0.512552	0.512324
0.95	0.513070	0.513022	0.512953	0.512787	0.512570
1.00	0.513190	0.513190	0.513190	0.513190	0.513190

Tablo 3.56. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin karışım modellemesinde, Nd sabit iken hesaplanan $R_{karışım}$ değerleri

Nd sabit iken, farklı K ve F değerlerinde hesaplanan $^{87/86}\text{Sr}$ izotopuna ait karışım sonuçları					
F	K=1; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=1.45; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=2.18; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=4.36; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=8.71; $^{87/86}\text{Sr}_K$
0.00	0.715000	0.715000	0.715000	0.715000	0.715000
0.10	0.714521	0.714319	0.714006	0.713163	0.711810
0.20	0.713974	0.713568	0.712971	0.711525	0.709601
0.30	0.713341	0.712736	0.711894	0.710057	0.707981
0.40	0.712603	0.711810	0.710772	0.708733	0.706743
0.50	0.711728	0.710772	0.709601	0.707533	0.705765
0.60	0.710677	0.709601	0.708379	0.706441	0.704974
0.70	0.709389	0.708270	0.707101	0.705442	0.704320
0.75	0.708629	0.707533	0.706441	0.704974	0.704034
0.80	0.707774	0.706743	0.705765	0.704525	0.703771
0.85	0.706803	0.705892	0.705074	0.704094	0.703528
0.90	0.705691	0.704974	0.704366	0.703681	0.703303
0.95	0.704405	0.703980	0.703642	0.703283	0.703094
1.00	0.702900	0.702900	0.702900	0.702900	0.702900
Nd sabit iken, farklı K ve F değerlerinde hesaplanan $^{143/144}\text{Nd}$ izotopuna ait karışım sonuçları					
F	K=1; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=1.45; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=2.18; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=4.36; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=8.71; $^{143/144}\text{Nd}_K$
0.00	0.511843	0.511843	0.511843	0.511843	0.511843
0.10	0.511896	0.511896	0.511896	0.511896	0.511896
0.20	0.511957	0.511957	0.511957	0.511957	0.511957
0.30	0.512027	0.512027	0.512027	0.512027	0.512027
0.40	0.512110	0.512110	0.512110	0.512110	0.512110
0.50	0.512207	0.512207	0.512207	0.512207	0.512207
0.60	0.512324	0.512324	0.512324	0.512324	0.512324
0.70	0.512467	0.512467	0.512467	0.512467	0.512467
0.75	0.512552	0.512552	0.512552	0.512552	0.512552
0.80	0.512647	0.512647	0.512647	0.512647	0.512647
0.85	0.512755	0.512755	0.512755	0.512755	0.512755
0.90	0.512879	0.512879	0.512879	0.512879	0.512879
0.95	0.513022	0.513022	0.513022	0.513022	0.513022
1.00	0.513190	0.513190	0.513190	0.513190	0.513190

Tablo 3.57. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin karışım modellemesinde, hem Sr hem de Nd sabit değil iken (değişken) hesaplanan $R_{karışım}$ değerleri

Sr ve Nd sabit değil iken, farklı K ve F değerlerinde hesaplanan $^{87/86}\text{Sr}$ izotopuna ait karışım sonuçları					
F	K=0.69; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=1.45; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=3.27; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=13.06; $^{87/86}\text{Sr}_K$	K=52.26; $^{87/86}\text{Sr}_K$
0.00	0.715000	0.715000	0.715000	0.715000	0.715000
0.10	0.714521	0.714319	0.714006	0.713163	0.711810
0.20	0.713974	0.713568	0.712971	0.711525	0.709601
0.30	0.713341	0.712736	0.711894	0.710057	0.707981
0.40	0.712603	0.711810	0.710772	0.708733	0.706743
0.50	0.711728	0.710772	0.709601	0.707533	0.705765
0.60	0.710677	0.709601	0.708379	0.706441	0.704974
0.70	0.709389	0.708270	0.707101	0.705442	0.704320
0.75	0.708629	0.707533	0.706441	0.704974	0.704034
0.80	0.707774	0.706743	0.705765	0.704525	0.703771
0.85	0.706803	0.705892	0.705074	0.704094	0.703528
0.90	0.705691	0.704974	0.704366	0.703681	0.703303
0.95	0.704405	0.703980	0.703642	0.703283	0.703094
1.00	0.702900	0.702900	0.702900	0.702900	0.702900
Sr ve Nd sabit değil iken, farklı K ve F değerlerinde hesaplanan $^{143/144}\text{Nd}$ izotopuna ait karışım sonuçları					
F	K=0.69; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=1.45; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=3.27; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=13.06; $^{143/144}\text{Nd}_K$	K=52.26; $^{143/144}\text{Nd}_K$
0.00	0.511843	0.511843	0.511843	0.511843	0.511843
0.10	0.511919	0.511896	0.511879	0.511861	0.511852
0.20	0.512002	0.511957	0.511921	0.511883	0.511863
0.30	0.512095	0.512027	0.511972	0.511911	0.511878
0.40	0.512198	0.512110	0.512033	0.511945	0.511896
0.50	0.512313	0.512207	0.512110	0.511991	0.511921
0.60	0.512443	0.512324	0.512207	0.512053	0.511957
0.70	0.512592	0.512467	0.512335	0.512144	0.512012
0.75	0.512674	0.512552	0.512416	0.512207	0.512053
0.80	0.512762	0.512647	0.512512	0.512288	0.512110
0.85	0.512856	0.512755	0.512628	0.512397	0.512192
0.90	0.512959	0.512879	0.512772	0.512552	0.512324
0.95	0.513070	0.513022	0.512953	0.512787	0.512570
1.00	0.513190	0.513190	0.513190	0.513190	0.513190

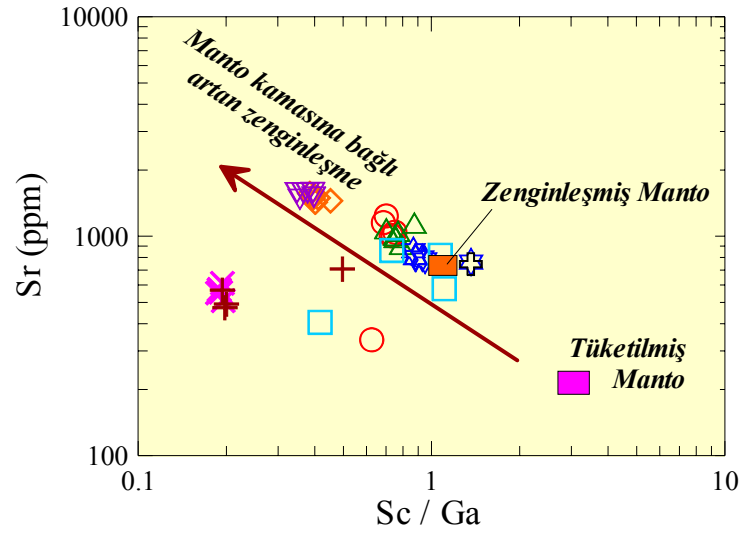
3.10. Ana Magmanın Kökeni ve Gelişimi

Ulubey (Ordu) yöresindeki Tersiyer (Alt-Orta Eosen-Miyosen) yaşlı volkanitlerin türediği birincil magma kaynağını ve bu kaynaktan itibaren gelişen magma ya da magmaların oluşumunu belirlemek için, manto peridotitlerinden türeyen ergiyiklerin bileşimine ($Mg > 0.7$) yakın, yüksek Mg içeriğine sahip ($Mg\# \leq 0.4$) hiçbir örnek olmadığı için; ilksel bileşime yakın kayaç örneği olarak İkizce (Ordu) yöresi Koçevyanı Bazaltı (31A) örneği alınmış, jeokimyasal ve izotopik modellemeler yapılmıştır (bkz. Bölüm 3.9). Böylece söz konusu volkanitlerin, heterojen bir manto kaynağından; türemiş olabilecekleri ya da aynı kaynağın farklı kısmi ergime derceleriyle oluşuktan sonra farklı oranlardaki farklı mineral ayrımlaşmaları \pm magma karışımı \pm özümleme ile geliştikleri söylenebilir. Bölgede, Tersiyer volkanizmasının yitim sonunda alt kabuk ve/veya üst mantodan kısmi ergime sonucu oluştuklarını, yitim zonu zenginleşmesine ya da kabuksal kirlenmeye uğradıklarını ve ayrıca volkanitlerin gelişiminde daha çok ayrımlaşmanın ve magma karışımının etken magmatik süreç olduğunu ifade edilmiştir (Arslan vd., 1997, 2000a, 2000b, 2002; Temizel ve Arslan, 2003, 2005, 2008).

Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin E- ve N-tipi Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı'na normalize edilmiş iz element dağılımlarına (bkz. Şekil 3.86 ve 3.87) göre, incelenen kayaçlar özellikle büyük iyon yarıçaplı element (BİLE; Sr, K_2O , Rb ve Ba) ve daha az oranda Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme; fakat Zr, Y ve TiO_2 konsantrasyonları bakımından tüketilme göstermektedirler. Buna ilaveten, kayaçların büyük iyon yarıçaplı elementlere kıyasla azalan Nb ve Ta içerikleri, orta derecede HNTE (hafif nadir toprak element)/ANTE (ağır nadir toprak element) oranları ve yüksek Th/Yb oranları; volkanitlerin köken magmasının muhtemelen daha önceden akışkanlar tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden (muhtemelen litosferik manto) türeyebileceklerini ifade etmektedir. Kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları (NTE; bkz. Şekil 3.88 ve 3.89), düşük-orta derecede zenginleşmeyle konkav şekilli olup, TB, TDT, TTRT ve ATT'nı oluşturan kayaçların benzer kaynaklardan itibaren oluştuğunu düşündürmektedir.

Arslan vd. (2000a, 2002)'ne göre söz konusu manto zenginleşmesinin zamanı belli değildir, ancak muhtemelen Kretase süresince Pontid Levhacığı altına doğru yiten Neotetis Okyanus Kabuğu'nun, manto kamasının bileşimini değiştirmesiyle (metazomatizması) ilişkilidir. İncelenen volkanitlerde, manto kamasına bağlı bu zenginleşme Sr-Sc/Ga

diyagramında da (Arculus, 1994) açıkça gözlenmektedir (Şekil 3.132). İncelenen volkanitlerde Nb/Ta oranı yaklaşık 10-30 arasında değişmekte olup, ortalama 18'dir. Genel olarak, magmatik yayda oluşan volkanik kayalarındaki bu oranın ortalama 17 olduğu, özellikle de K'ca zengin kayalarda 33'e kadar çıktığı bilinmekle beraber, Nb/Ta oranındaki bu tür artışın, yiten plakanın kısmi ergimesinden türeyen silisik ergiyiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Stolz vd., 1996).



Şekil 3.132. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin zenginleşmiş bir manto kaynağından türediğini gösteren Sr-Sc/Ga diyagramı (Zenginleşmiş ve tüketilmiş kaynaklar Arculus vd. (1991)'den alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Ulubey (Ordu) yöresi volkanik kayalarındaki önemli BİLE ve HNTE zenginleşmesi ve Nb-Ta tüketilmesi, tüketilmiş manto rezervuarlarından (astenosfer veya manto plumü) daha ziyade litosferik mantonun bu kayaların köken magmasında etken olduğunu işaret eder (Rogers vd., 1995; Thirlwall vd., 1994; Hunter ve Blake, 1995; Hochstaedter vd., 2000; Condie vd., 2002; Leat vd., 2002; Zhu vd., 2006).

Manto kökenli ergiyiklerdeki belirgin Nb-Ta tüketilmesi (bkz. Şekil 3.86 ve 3.87), genelde (1) kısmi ergime süreçlerinde amfibol gibi YÇAE'ce zengin kalıntı mineraller, (2) magmanın yükselimi esnasındaki kabuksal kontaminasyonu ve (3) yitimle ilişkili metasomatizma ile açıklanabilir (Pearce ve Peate, 1995; Thirlwall vd., 1996; Borg vd., 1997; Elburg vd., 2002; Turner, 2002; George vd., 2004; Bindeman vd., 2005; McDermott vd., 2005; Turner, 2005; Zellmer vd., 2005). Manto-normalize Rb, Ba, K ve Th

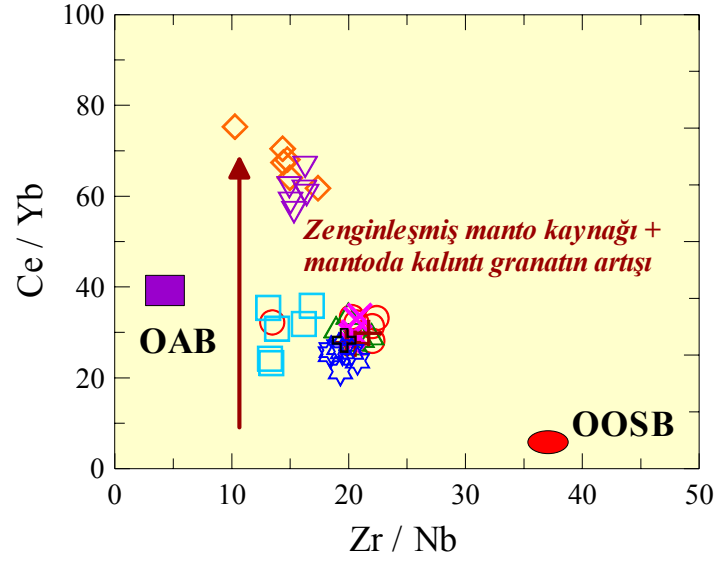
konsantrasyonlarına bakıldığında YÇAE'deki tüketilme, yitim zonlarında gelişen magmaların karakteristiği olarak düşünülebilir (bkz. Şekil 3.86 ve 3.87).

Pearce ve Parkinson (1993), kıtasal yaylardaki aşırı BİLE ve HNTE zenginleşmesini, manto kaynağının yüksek derecedeki kısmi ergimesiyle açıklamaktadır. Bazı araştırmacılar ise, bu tür kısmi ergimenin ortama ergiyik ilavesinden ve ortamdaki basınç azalmasından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir (Watson ve McKenzie, 1991). Bu şekilde gelişen bir mekanizma, Ulubey (Ordu) volkanitlerinin ilksel kaynak alanı için olası bir model oluşturabilir. Kısmi ergimedenden sonra oluşan ergiyiğin, sığ derinlikte-düşük basınçta (ortaç ve asidik kayalar için) ve/veya daha derinlerde-yüksek basınçta (bazik kayalar için) magma odasında ve/veya odalarında kristallenmeye başladığı söylenebilir. Bu olası mekanizma, jeotermobarometre hesaplamalarından elde edilen verilerle de desteklenmektedir (bkz. Bölüm 3.5).

Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin kısmi ergime modellemesi, hem zenginleşmiş birincil magma kaynağını doğrulamakta hem de volkanitlerin ana magmasının, granat-lerzolitik bir manto kaynağından orta derecede (~%20-30) kısmi ergimesi ile oluşabileceğini göstermektedir. NTE modellemesine göre, ana magmanın oluşumunda ilksel magmaya göre kısmi ergime miktarının ağır nadir toprak elementler dikkate alındığında yaklaşık % 30-35, hafif nadir toprak elementlerde ise yaklaşık % 5-10 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, Ulubey volkanitlerinin yaklaşık 4-10 arasında değişen Zr/Y ile 10-22 arasında değişen Zr/Nb oranları, ana magmasının ergime derecesinin orta derecede olduğunu göstermektedir.

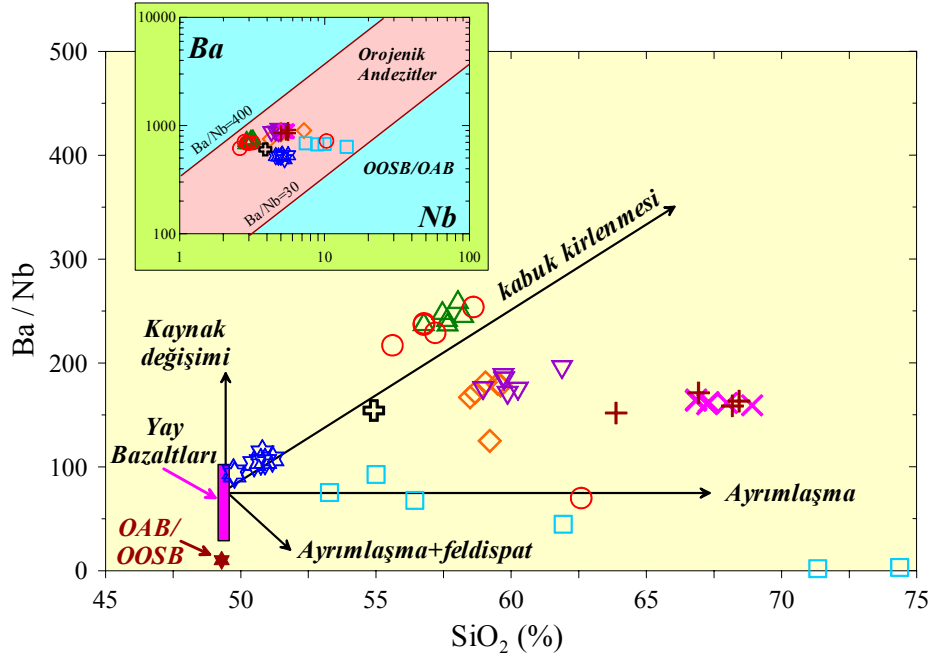
Ce/Yb-Zr/Nb diyagramı (Şekil 3.133), zenginleşmiş manto kaynağını ve kalıntı magmadaki granat artışı ifade etmektedir. Watson ve McKenzie (1991), OOSB ve OAB'deki NTE değişimlerini ve bunların kısmi ergime davranışlarını, özellikle OAB'lerin Yb ve Sc'ca aşırı tüketildiğini ve bu tüketilmenin granat içeren lerzolitik bir mantonun orta-düşük kısmi ergimesiyle oluşabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, göreceli olarak ilksel kayaların nispeten yüksek $(Tb/Yb)_N$ oranları, granatın hala kaynaқта kalıntı olarak bulunduğunu yansıtmaktadır. Garnet içerisindeki Yb'nin dağılım katsayısı, Tb'nin dağılım katsayısından daha yüksektir (Zack vd., 1997); böylece, bir kısmi ergiyiğin yüksek $(Tb/Yb)_N$ oranını granatın manto kaynağında mevcut olmasıyla açıklamak mümkündür.

Volkanik kayaların gelişiminde etkili olan ayırılma ile kaynak ya da kabuk kirlenmesinin varlığı, SiO_2 'ye karşı Ba/Nb diyagramıyla da açıklanabilmektedir (Şekil 3.134; Nelson ve Davidson, 1993).



Şekil 3.133. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin zenginleşmiş manto kaynağındaki kalıntı granatı işaret eden Ce/Yb - Zr/Nb diyagramı (OOSB ve OAB kaynak bileşimleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Ulubey (Ordu) yöresindeki bazik kayalardan asidik kayalara kadar olan farklılaşma, kabuksal kirlenmeden ziyade ilksel magmayla ilişkili olabilecek ve yitimle değiştirilmiş magma kaynağı veya yitim kökeni olarak yorumlanabilecek, BİLE/YÇAE oranlarındaki belirgin olmayan azalma ile yansıtılır (Taylor and McLennan, 1995; Ingle vd., 2002; Rudnick ve Gao, 2003; George vd., 2004; Bindeman vd., 2005; McDermott vd., 2005; Turner, 2005; Zellmer vd., 2005). Ayrıca, incelenen örneklerin yatay ve/veya yataya yakın yönseme göstermesi, Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin gelişiminde kirlenmeden ziyade ayrımlaşmanın etken magmatik süreç olduğunu ifade etmektedir (Şekil 3.134). Ba-Nb diyagramında; orojenik andezitlere benzerlik gösteren volkanitlerin, artan Nb içeriklerine karşın hemen hemen sabit kalan Ba içerikleri, bu kayaların kaynak malzemedeki benzer ergime derecelerine sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 3.134).

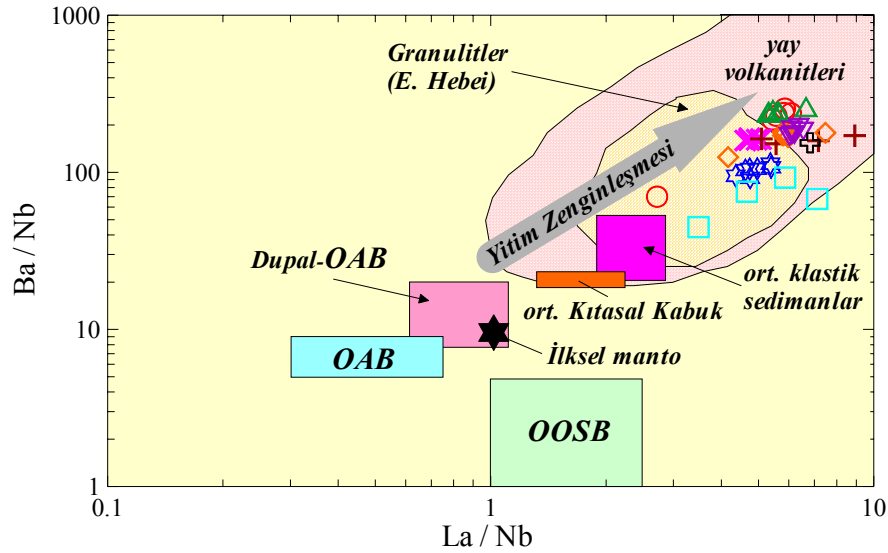


Şekil 3.134. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin SiO_2 (%)'ye karşı Ba/Nb diyagramı (Yay Bazaltları, OAB-Okyanus Adası Bazaltı, OOSB-Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı alanları, Pearce (1982)'den alınmıştır; oklar, yitim ile ilişkili akışkanların katkısı sonucundaki kaynak değişimi ile ayrışma ve kabuk kirlenmesini göstermektedir; Ba-Nb diyagramındaki Orojenik Andezitler ve OOSB-OAB alanları, Gill (1981)'den alınmıştır; Semboller 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitler; OOSB, OAB ve kıtasal volkanitlerle karşılaştırıldığında çok daha yüksek La/Nb (2.7-8.9) ve Ba/Nb (45-261) oranlarına sahip olup, bu özellikleriyle yay volkanitlerine benzerlik sunarlar (Sun ve McDonough 1989; Şekil 3.135). Bu volkanik kayaların; BİLE/HNTE, BİLE/YÇAE ve NTE/YÇAE (Şekil 3.135) oranları, yüksek BİLE (Sr, K_2O , Rb, Ba) ve daha az oranda La, Ce ile düşük Zr, Y ve TiO_2 içerikleri, kayaların oluşumunda yiten bir plakanın dehidratasyonu sonucu metazomatizmaya uğrayarak zenginleşmiş bir manto kaynağının varlığını desteklemektedir (McDonough 1991; Rogers vd., 1995; Schiano vd., 1995; Hochstaedter vd., 2000; Churikova vd., 2001).

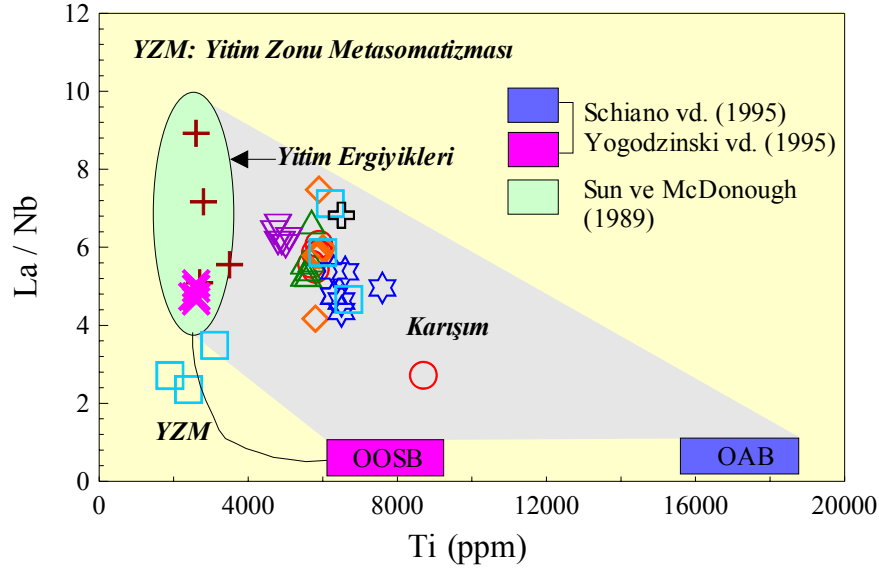
Manto kaynağının akışkanlar, ergiyikler ve dalan levha üzerindeki sedimanlar tarafından kirlenmesi (kaynak kirlenmesi) ile mantodan türeyen magmaların kabuk kayalarını özümlemeleri benzer jeokimyasal karakteristikler oluşturduklarından; kaynak kirlenmesi ve özümleme olaylarının, kıtasal volkanitlerin oluşumundaki etkisini belirlemek ve bu süreçleri birbirinden ayırmak oldukça zordur (Chesley vd., 2002; Peccerillo vd., 2004). Genel olarak, magmatik topluluklarda gözlenen izotopik değişkenlik kaynak kirlenmesine ve/veya magmaların duvar kayalarla etkileşimi olarak yorumlanmaktadır.

Volkanik yayların altında heterojen manto kaynaklarının bulunmasına; manto kaynağına değişken miktar ve tipteki akışkan, ergiyik ve dalan kabuktan türeyen sedimanların ilavesi ile çeşitli tipteki manto rezervuarları arasındaki karışımın neden olduğu düşünülmektedir (Gill, 1981).



Şekil 3.135. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ba/Nb'a karşı La/Nb (Jahn vd., 1999)(Yay volkanitleri ve Arkeen granulitleri, Jahn ve Zhang, 1984'den; İlk sel Manto, Sun ve McDonough (1989)'dan; ort. Kıtasal Kabuk, Taylor ve McLennan (1985) ve Condie (1993)'den; ort. klastik sedimanlar, Condie (1993)'den; OOSB, OAB ve Dupal-OAB, Jahn vd. (1999)'den alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İnceleme alanındaki volkanik kayalara ait La/Nb oranı yaklaşık 2-9 arasında olup, küçük bir aralıkta değişim göstermektedir. Ti (ppm) karşı La/Nb diyagramında iki farklı yönseme göze çarpmaktadır (Şekil 3.136). Bu yönsemelerden biri; TB ve ATT'yi oluşturan kayalar ile kısmen TTRT'yi oluşturan kayaların içerisinde yer aldığı yitim ve astenosferik ergiyiklerin karışımını gösteren alandaki doğrudur. Diğer ise Ti değerlerinin hemen hemen aynı kaldığı fakat La/Nb oranının değiştiği TDT'yi oluşturan kayalar ile kısmen TTRT'yi oluşturan kayaların gösterdiği yönsemedir. TDT'yi ve kısmen de TTRT'yi oluşturan kayalardaki yönseme, karışımında daha çok yitim ergiyiklerinin baskın olmasıyla ilişkilendirilebilir.

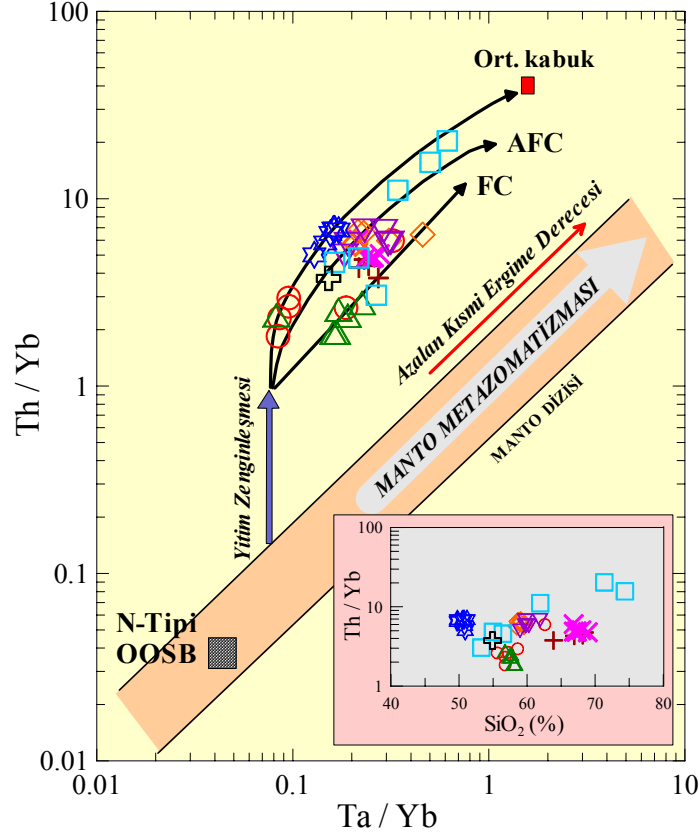


Şekil 3.136. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin Ti (ppm)'a karşı La/Nb diyagramı. (Yitim ergiyikleri alanı, Schiano vd. (1995) ve Yogodzinski vd. (1995)'den; MORB ve OAB alanları ise, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır; Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

Eğer aşırı derecede farklılaşmaya uğramış asidik kayalar göz önünde bulundurulmaz ise, incelenen volkanitlerin yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir köken magmadan türeyebilecekleri düşünülebilir (Şekil 3.136; Condie vd., 2002; Elburg vd., 2002; Leat vd., 2002; Bindeman vd., 2005; Zhu vd., 2006).

İncelenen volkanitlerde kaynak zenginleşmesinin varlığı Ta/Yb karşı Th/Yb diyagramıyla da açıklığa kavuşturulabilir (Şekil 3.137; Pearce, 1983). Bu elementlerin oranları kaynak çeşitliliği ve/veya kabuk kirlenmesinin varlığını belirlemek için de etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Diyagramda, incelenen volkanik kayalar, manto yönsemesine yarı paraleldir, fakat yüksek Th/Yb oranları nedeniyle yönsemeden bir miktar sapmıştır. Buna göre yitim bileşenlerince zenginleştirilmiş bir kayaktan itibaren magma(lar) türemiştir. İz ve nadir toprak elementlerden elde edilen veriler de bu sonucu destekler niteliktedir. Ta/Yb karşı Th/Yb grafiği, kayaların gelişiminde önemli ölçüde ayrılaşmanın (FC) ve çok daha az oranda ise AFC'nin rol oynadığını ve kayaların yitim zonu ile ilişkili olduklarını göstermektedir (Şekil 3.137). Ayrıca, incelenen volkanitlerdeki farklılaşmış üyelerin (ortaç ve asidik kayalar), bazik kayalara göre daha düşük ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$); izotop oranlarına sahip olması, bu kayaların gelişiminde AFC'nin etkili olmadığını, ayrılaşmanın çok daha etkili olduğunu düşündürmektedir. Bazik kayaların

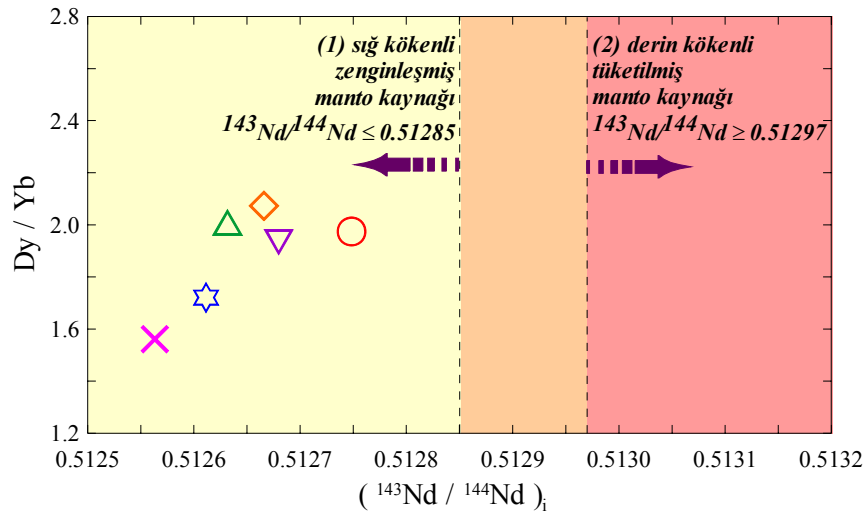
farklılaşmış kayalara göre daha yüksek ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$); izotop oranlarına sahip olması da, manto kaynağı kirlenmesini göstermektedir.



Şekil 3.137. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce, 1983). FC (ayrışma), AFC (özümleme+ayrışma), yitim zenginleşmesi ve manto metazomatizmasını gösterir vektörler Pearce vd. (1990)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

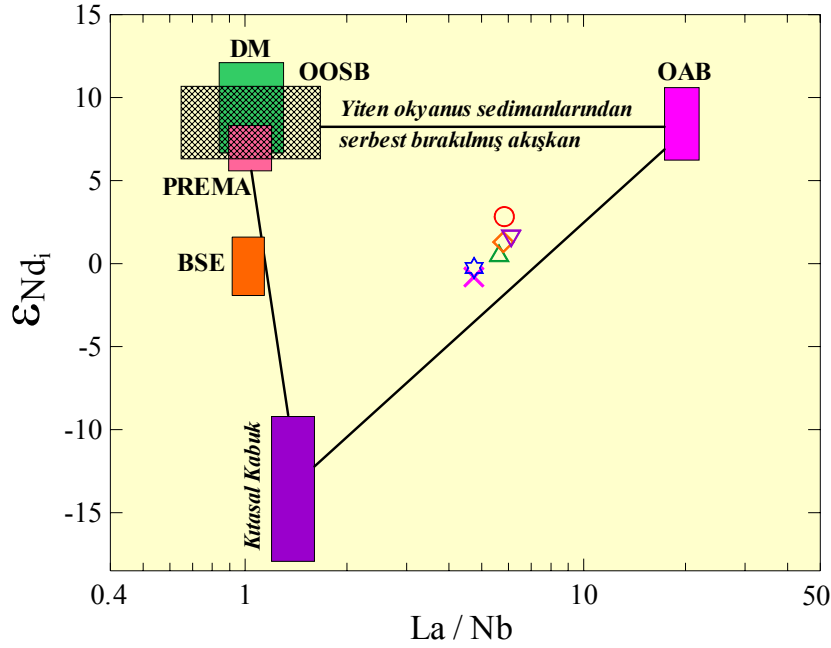
Ana oksit, iz element ve izotopik korelasyonlar, muhtemelen jeokimyasal ve izotopik olarak heterojen bir manto kaynağını yansıtmakta, bununla beraber ana oksit ve iz element içeriklerindeki büyük değişimlerin ise farklılaşma süreçlerinin etkilerini ifade etmektedir. Dy/Yb oranlarındaki değişimler, kaynak malzemedeki kalıntı granatın varlığını gösterirken; La/Yb ya da La/Y gibi iz element oranları ise kısmi ergime derecesini (La/Yb oranı azaldığında, ergime derecesi artmaktadır) yansıtmaktadır. Örneğin, eğer granat kaynak malzemedeki mevcut ise, ergime sırasında ANTE'ler, tercihen ONTE'lere göre daha fazla tutulurlar. Böylece, sıg kökenli zenginleşmiş bir kaynaktan türemiş büyük hacimli ergiyikler ile derin kökenli granat içeren tüketilmiş bir kaynaktan türemiş küçük hacimli

ergiyiklerin karışımı, incelenen volkanitlerdeki gibi izotopik ve element konsantrasyonları bakımından eş-değişimlerin gözlenmesine neden olabilir (Şekil 3.138) ve sonuçta Dy/Yb ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ arasındaki alışılmamış korelasyonlar için çok basit açıklamalar sağlarlar. Chen ve Frey (1983), Hawaii bazaltlarında buna benzer korelasyonlar gözlediklerini ve bunu, OOSB kökenli düşük dereceli kısmi ergiyikler ile zenginleşmiş manto bileşimine sahip ergiyiklerin karışımı şeklinde açıklamışlardır.



Şekil 3.138. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ karşı Dy/Yb diyagramı. Dy/Yb ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ arasındaki pozitif ilişki, izotopik olarak farklı manto kaynaklarından türeyen ergiyiklerin karışımını ifade etmektedir (semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

İncelenen volkanitler; OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı), OAB (Okyanus Adası Bazaltı) ve kıtasal volkanitlerle karşılaştırıldığında, BİLE ve HNTE içerikleri bakımından zenginleşmiştir. Kabuk kirlenmesi, magmadaki HNTE içeriklerinin azalmasına ve ANTE içeriklerinin ise artmasına sebep olmakta ve NTE dağılımlarının hafif eğimli (düze yakın) bir şekil almasını sağlamaktadır. Böylece, kabuk malzemesi tarafından kirlenilen OAB-veya OOSB-tipi bir magmanın, Ulubey (Ordu) volkanitlerini oluşturabilecek bir kaynak olamayacağı söylenebilir. Üstelik, kabuk malzemesinin özümlemesi, sadece yüksek BİLE ve HNTE içerikleriyle değil, aynı zamanda düşük Rb/Sr ve Rb/Ba oranlarıyla da ilişkili olarak tutarsızdır. Benzer şekilde, incelenen volkanik kayaçların yüksek La/Nb (4.7-6.1) oranları ile orta-yüksek ϵNd_i [(-0.81)-(2.83)] değerleri; bu kayaçların kıtasal kabuk, OAB ve astenosferik magmalar arasındaki basit bir karışımdan türetilmeyeceğini ortaya koymaktadır (Şekil 3.139).



Şekil 3.139. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin ϵNd_t karşı La/Nb diyagramı. OOSB ve mantonun son üyeleri olan BSE (Toplam Silikat Yerküre), DM (Tüketilmiş Manto) ve PREMA (Ortalama Manto) bileşimleri Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır. Yiten okyanus sedimanlarından serbest bırakılan akışkan çizgisi, OAB (Okyanus Adası Bazaltı)'ları için ölçülmüş en yüksek Nd ve La/Nb oranından hesaplanmıştır (OAB, White ve Patchett, 1984). Kıtasal Kabuk alanı Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.78'deki gibidir)

White ve Dupre (1986) ve Ellam ve Hawkeswort (1988), iki bileşenli karışım modellemelerinin daha iyi bir şekilde açıklanması için üç bileşenli karışım modeli üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu model, BİLE'lerce zenginleşmiş yitimden türeyen akışkanlar ve yitim sedimanının kısmi ergimesi ile OOSB tüketilmiş manto kaynağının karışımını içermektedir. Böyle bir modele delil olarak, Sr gibi düşük çekim alanlı BİLE'lerin bolluklarının, NTE gibi yüksek çekim alanlı elementlere (YÇAE) oranı gösterilebilir.

Daha önceki çalışmalar, Ba ve Th'un jeokimyasal davranışlarının ayrımını gösteren yitimden türeyen bir akışkanın, sedimanlardan ve/veya kısmi ergiyiklerden daha yüksek Ba/Th oranlarına sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü, sulu akışkanlarda Ba çok hareketli iken, Th ise hareketsiz davranmaktadır. Sonuç olarak, Ba/Th oranı yitimden türeyen akışkan bileşeninin çok iyi bir belirteçidir (Turner vd., 1996, 1997; Peate vd., 1997, 2001; Plank, 2005).

4. İRDELEME VE TARTIŞMA

4.1. Ulubey (Ordu) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Jeokimyasal, Petrolojik ve Kökensele Özelliklerinin Doğu Pontidler'deki Diğer Tersiyer Volkanitleri ile Karşılaştırılması

Doğu Pontid Kuzey ve Güney Zonu Tersiyer volkanitleri son yıllarda bir çok araştırmacı tarafından incelenmiş ve bu incelemeler sonucunda Tersiyer volkanizmasının gelişimi hakkında pekçok veri elde edilmiştir. Doğu Pontid Tektonik Birliği içerisinde, Güney Zon'da yer alan çalışma alanındaki (Ulubey-Ordu) bazik, ortaç ve asidik karakterli genç volkanitlerin varlığı, Kuzey ve Güney Zon Tersiyer volkanitlerinin denestirilmesi ve jeodinamiğinin aydınlatılması açısından önemlidir. Daha önceki yapılan çalışmalarda, Kuzey Zon (Arslan vd., 1997; Şen vd., 1998; Arslan vd., 2000; Şen, 2000; Aydın, 2003; Şen, 2008) ve Güney Zon (Aliyazıcıoğlu ve Arslan, 1998; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Arslan vd., 2007a, b) volkanitlerinin ana ve iz element içeriklerinin belirgin bir farklılık gösterdiği vurgulanmıştır.

Güney Zon'u (Gümüşhane-Bayburt ve Alucra-Şiran yöreleri) kayaçlarına ait petrografik ve petrokimyasal veriler, bu kayaçlardaki jeokimyasal değişimler için ayrımlaşma ve kabuksal kirlenmesi ve/veya magma karışımı olmak üzere iki ana magmatik olayı işaret eder (Arslan vd., 2007a, b). Güney Zon Gümüşhane-Bayburt ve Alucra-Şiran yörelerine ait volkanitler, toleyitik-alkalen geçişliden kalk-alkalen karaktere kadar değişen bileşimlidirler ve düşük potasyum içeriğine sahiptirler. Volkanik kayaçlardaki iz element değişimleri, LILE ve daha az oranda LREE bakımından zenginleşme ve HFSE bakımından tüketilme incelenen volkanitlerin yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir köken magmadan türeyebileceklerini ifade etmektedir (Arslan vd., 2007a, b). Ayrıca, Güney Zon İkizce (Ordu) yöresindeki volkanik kayaçlar kalkalkalen karakterli olup, genellikle orta derecede K₂O içermektedir (Temizel, 2002; Temizel ve Arslan, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008). Bu volkanik kayaçların, yüksek BILE (Rb, Ba, Sr, K₂O) içerikleri ile düşük Nb, Zr, TiO₂ ve Y içeriklerine sahip olması, bunların yiten bir plakanın dehidratasyonu sonucu metazomatizmaya uğramış zenginleşmiş bir manto kaynağından itibaren türediğine işaret etmektedir.

Kuzey Zon'da, Trabzon ve Tonya çevresinde yüzeyleyen volkanitler; alkali bazalt, tefrit, fonolitik tefrit, bazanit, aglomera ve tüflerinden oluşmaktadır (Arslan vd., 2000).

Volkanitler daha önceki çalışmalarda (Arslan vd., 1997; Şen vd., 1998) Trabzon ve Tonya grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Aydın (2003), Kuzey Zon'u Trabzon yöresi'ndeki volkanitlerin mineral ve kayaç kimyası verilerini kullanarak Neojen yaşlı alkali-şoşonitik Trabzon Volkanitlerinin çarpışma sonrası yay özelliği gösteren bazanit, tefrit ve tefritik fonolitlerden (I.grup) ve alkali bazalt, trakibazalt, trakiandezit, trakit ve riyolitten (II.grup) oluşan iki farklılaşmış seriden meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca, jeokimyasal verilere göre, Neojen volkanitlerinin ana magma kaynağının muhtemelen metazomatize olmuş bir manto kaynağından düşük dereceli (<%15) kısmi ergimeyle oluştuğunu ifade etmiştir.

Doğu Pontidler'in Güney Zon'unda yer alan Ulubey yöresi volkanitlerinin mineral kimyalarından yararlanılarak yapılan jeotermobarometre hesaplamalarına göre (Tablo 4.1) Eosen yaşlı ortaç-asidik volkanitlerin Miyosen yaşlı bazik volkanitlere göre daha sığ bir ortamda oluştuğu belirlenmiştir. İncelenen volkanitlerin petrokimyasal verilerine göre, Yeniseyaca Bazaltı'na ait örnekler geçiş karakterli (toleyitik-alkali sınırında), ortaç-asidik kayaçlara ait örnekler ise kalk-alkalen karakterli olup, orta-yüksek K içeriğine sahiptirler. Örneklerin çoğunun düşük Mg-numarası ile Cr ve Ni içeriklerine sahip olması, bu kayaçların mantodan türemiş ergiyiklerden itibaren önemli derecede ayırışmaya uğradıklarını göstermektedir. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin E-Tipi ve N-Tipi OOSB'ye göre normalize (Sun ve McDonough, 1989) edilmiş iz element dağılımları; özellikle BİLE (Sr, K₂O, Rb, Ba) ve daha az oranda Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme ve bazı YÇAE (Zr, Y ve TiO₂), Nb ve Ta konsantrasyonları bakımından tüketilme göstererek, tipik olarak yitim ile ilişkili tektonik ortamları temsil eden kayaçlarınkine benzer jeokimyasal özellikler sunarlar (Pearce vd., 1990). Bazik ve ortaç-asidik kayaçlarda gözlenen önemli BİLE ve YÇAE zenginleşmesi ve belirgin Nb-Ta tüketilmesi (Şekil 3.86 ve 3.87), bu kayaçların tüketilmiş bir köken kaynaktan daha ziyade zenginleşmiş bir köken kaynaktan türediklerini ifade etmektedir (Thirlwall vd., 1994; Hunter ve Blake, 1995; Pearce ve Peate, 1995; Rogers vd., 1995; Hochstaedter vd., 2000; Churikova vd., 2001; Condie vd., 2002; Elburg vd., 2002; George vd., 2004; Bindeman vd., 2005; Turner, 2005; Zhu vd., 2006). E- ve N-Tipi OOSB'ye kıyasla mantodan türemiş ergiyiklerdeki belirgin Nb-Ta azalmasının nedenleri; genellikle magmanın yükselimi sırasındaki kabuk kirlenmesi ve yitim ile ilişkili metazomatizma ile açıklanmaktadır (Leat vd., 2002; Turner, 2002; Zellmer vd., 2005). Yüksek BİLE/YÇAE oranlarına sahip bazik (TB) ve ortaç-asidik (TDT, TTRT ve ATT) volkanitlerin tümünün iz element değişimlerinin birbirine benzerlik göstermesi, bunların benzer köken kaynaktan

türediklerini ve daha sonra magmatik süreçlerden (magma karışımı ± kabuk özümlemesi) etkilenerik geliştiklerine işaret etmektedir. Volkanik kayaçların Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramında, volkanik yay bazaltları alanına düşmesi, Ulubey volkanitlerinin oluşumuna kaynaklık eden magmanın, ilksel mantoya göre yitim zonu zenginleşmesine uğradığını ve bu kayaçların gelişiminde ayrımlaşmanın önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

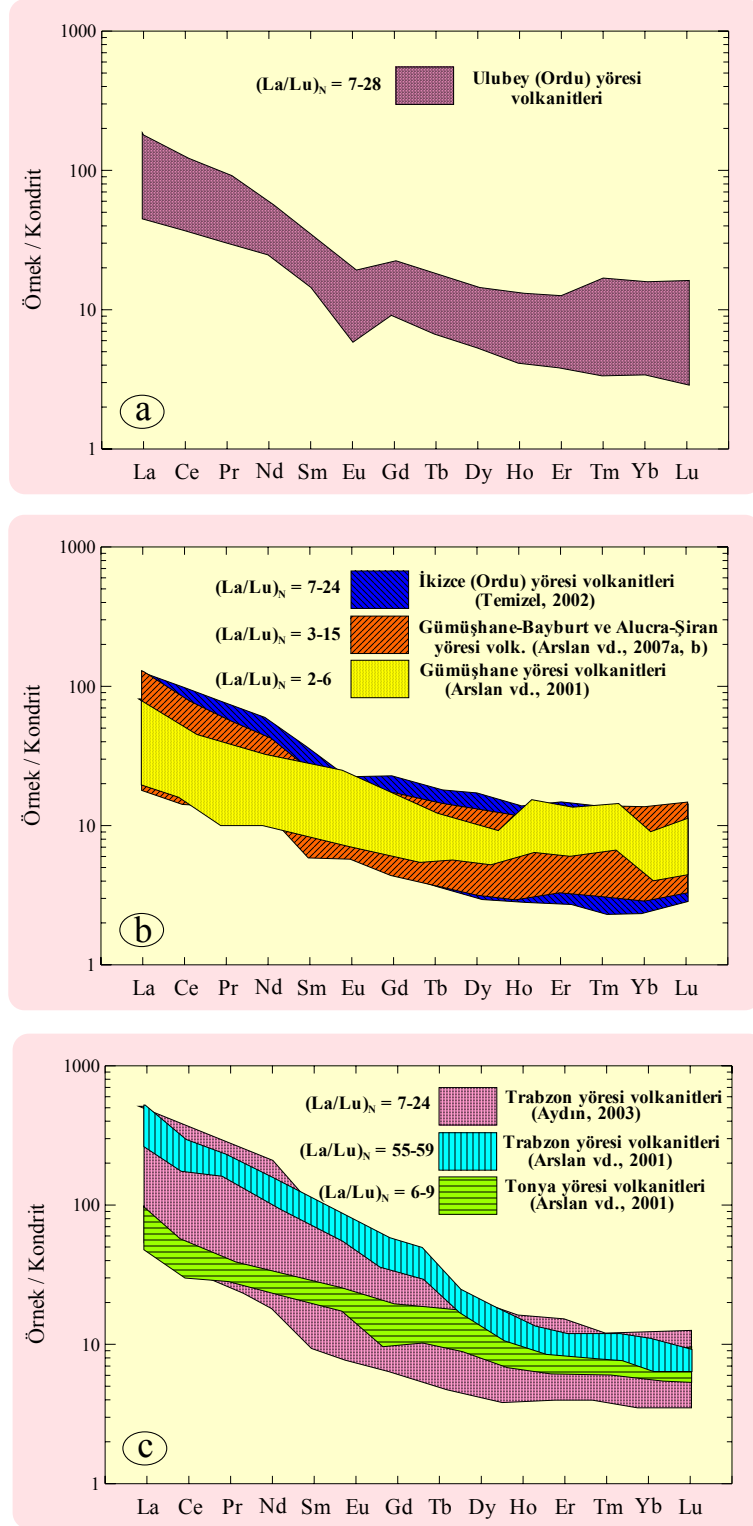
Tablo 4.1. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin mineral kimyalarından yararlanılarak hesaplanan jeotermobarometre sonuçları

	TRAKİBAZALT	TRAKİDASİT-DASİT		TRAKİANDEZİT-ANDEZİT TAKIMI			
	(TB)	TAKIMI (TDT)		(ATT)			
	Yenisayaca Bazaltı	Çatal Tepe	Elekçioğlu Tepe	Kalburcu Tepe	Güzelyurt Tepe	Fındıklı Tepe	Karataş Tepe
J E O T E R M O M E T R E H E S A P L A M A L A R I							
Plajiyoklas-Ergiyik dengelenme sıcaklığı (Putirka, 2003 ve 2005)	1102-1191°C	825-889°C	868-889°C	971-1018°C	941-1047°C	860-1052°C	960-983°C
Plajiyoklas Jeotermometresi (Fuhrman & Lindsley, 1983)	650-800°C	600-750°C		600-750°C			
Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi (Holland & Blundy, 1994)	-	828-938°C		816-896°C			
Klinopiroksenlerde katılaşma sıcaklığı (Lindsley, 1983; Lindsley & Andersen, 1983)	750-850°C	-	-	450-500°C	-	750-800°C	-
Klinopiroksenlerde kristal içi dengelenme sic. (Dal Negro vd., 1982)	885-917°C	-	-	918-955°C	-	886-908°C	886-941°C
Tüm-kayaç SiO ₂ -P ₂ O ₅ (Green & Watson, 1982)	-	1 Atm basınçta yaklaşık 950 °C & 7.5 kbar basınçta yaklaşık 800-950 °C					
J E O B A R O M E T R E H E S A P L A M A L A R I							
Plajiyoklas-Ergiyik dengelenme basıncı (Putirka, 2003 ve 2005)	10.2-14.0 kbar	1.1-2.4 kbar	1.1-2.6 kbar	1.9-6.2 kbar	6.5-8.2 kbar	4.6-6.7 kbar	1.4-5.5 kbar
Hornblendlerde kristallenme basıncı (Hammarstrome & Zen, 1986)	-	4.9-7.2 ± 3 kbar		4.3-7.6 ± 3 kbar			
Hornblend Jeobarometresi (Hollister vd., 1987)	-	5.1-7.7 ± 1 kbar		4.5-8.2 ± 1 kbar			
Hornblend Jeobarometresi (Johnson & Rutherford, 1989)	-	3.9- 5.9 ± 0.5 kbar		4.7-7.8 ± 0.5 kbar			
Hornblend Jeobarometresi (Anderson & Smith, 1995)	-	600-800°C için, 2.98-8.14 kbar		600-800°C için, 2.55-8.61 kbar			

Arslan vd. (2007a, b); Güney Zon'u volkanitlerinin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının birbirine paralellik gösterdiğini, $(La/Lu)_N$ oranlarının Gümüşhane yöresi örneklerinde 4-15 arasında, Bayburt yöresi örneklerinde 3-6 arasında, Alucra yöresi örneklerinde 4-11 arasında ve Şiran yöresi örneklerinde ise 3-15 arasında değişmesiyle, kayaçların orta derecede NTE zenginleşmesine sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Şekil 4.1). Arslan vd. (2001), Trabzon grubunun çok kuvvetli bir NTE zenginleşmesi ($(La/Lu)_N = 55-59$) gösterdiklerini, Tonya grubunun ise NTE dağılımlarının ($(La/Lu)_N = 6-9$) Gümüşhane volkanitlerine benzerlik sunduklarını belirtmişlerdir (Şekil 4.1). Aydın (2003), Trabzon yöresi volkanitlerin NTE dağılımlarına göre, incelenen volkanitlerden I. ve II. grup kayaçların $(La/Lu)_N$ oranlarının 40-50 arasında değiştiğini, bazanit ve olivin-tefritlerden diğer tefritik kayaçlara doğru kısmi ergime farklılaşması olduğunu belirtmiştir. Temizel (2002) ve Temizel ve Arslan (2007, 2008), İkizce (Ordu) yüzeylenen volkanitlerin NTE dağılımlarının birbirine paralellik gösterdiklerini, kayaçların 7-24 arasında değişen $(La/Lu)_N$ oranlarına sahip olup, orta derecede bir NTE zenginleşmesine sahip olduklarını ifade etmişlerdir (Şekil 4.1).

Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerin kondritlere göre normalize edilmiş NTE dağılımlarında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik göstermektedir. İncelenen volkanitlerde, HNTE zenginleşmesi, ONTE (orta nadir toprak element) ve ANTE zenginleşmesine göre daha fazladır ve $(La/Lu)_N$ oranı 7-28'dir (Şekil 4.1). Bir başka ifadeyle, dağılımların orta kısmının çukur olması ve HNTE'ye doğru gidildikçe yukarıya doğru konkav bir yapı sunması, volkanik kayaçların gelişiminde klinopiroksen ve hornblend ayrışmasının etkili olduğunu göstermektedir (Gill, 1981; Thompson vd., 1984; Green ve Pearson, 1985; Romick, 1987; Thirlwall vd., 1994). Volkanitlerin tümü (TTRT'nı oluşturan Işık Tepe Domu örnekleri hariç) $Yb_N < 10$ içeriğine sahiptir. Bu veri granatın manto kaynağında kalıntı faz olarak bulunduğu işaret etmektedir.

Doğu Pontid Kuzey ve Güney Zon'unda yer alan volkanitlerin, ana ve iz element karakteristikleri genel olarak yay volkanitlerine benzemektedir. Bu karakteristikler, belirgin negatif Nb, Zr ve P anomalisi yüksek BİLE/ yüksek YÇAE ve yüksek Ba/Zr oranları şeklindedir (Arslan vd, 2001). Ancak Trabzon grubunun Ba/La oranı, tipik ada yayı bazaltik kayaçlarından daha düşük fakat okyanus adası bazaltlarınınkine daha yakındır (Arslan vd., 2001).



Şekil 4.1. Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerine ait kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının (a), Doğu Pontid Güney (b) ve Kuzey (c) Zon'u Tersiyer volkanitleri ile karşılaştırılması (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır)

Gümüşhane-Bayburt ve Alucra-Şiran yörelerine ait volkanitlerin Ba/La oranları yaklaşık 20-80 arasında değişmekte olup, orojenik andezitlere benzerlik gösterirler (Arslan vd., 2007a, b). Bu volkanitlerin Ba-La diyagramında doğrusala yakın bir dağılım sunması, bu kayaçların benzer kökenli magmalardan farklı ayrımlaşma yollarıyla oluştuklarını açıklamaktadır. İkizce (Ordu) volkanik kayaçların Ba/La oranı ise 20-85 arasında değişmekte olup, tipik ada yayı volkanitlerine benzerlik sunmaktadırlar (Temizel, 2002). Ayrıca, Trabzon yöresi volkanitlerinin kimyasal ve petrolojik özellikleri, bu kayaçların kökensel açıdan farklı derecede zenginleşmiş manto kaynaklarından itibaren oluştuklarını ve oluşum süreçlerinde magmatik olaylardan farklı derecelerde etkilendiklerini göstermektedir (Aydın, 2003).

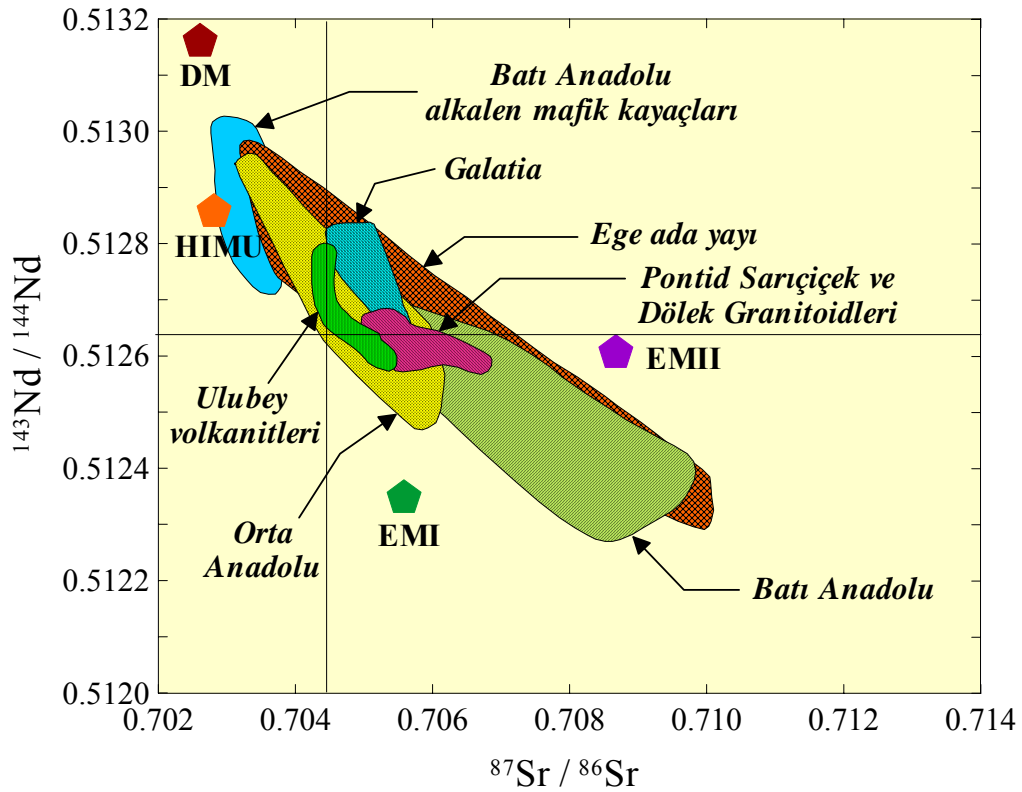
Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri ile izotopik verileri, bu kayaçların büyük bir olasılıkla zenginleşmiş bir manto kaynağının farklı kısmi ergime dereceleriyle oluştuğunu ve daha sonra da kıtasal kabuktaki sığ magma odalarının gelişimi sırasında ayrımlaşma \pm magma karışımı \pm özümleme gibi magmatik olaylarla geliştiklerini ve muhtemelen aynı köken magmadan türediklerini göstermektedir. Bu yaklaşımlar göz önüne alınarak, incelenen volkanitlerin gelişimindeki magmatik süreçler modellenmiş ve yorumlara katkı sağlanmıştır (bkz. Bölüm 3.9).

Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin ana magmasının granat-lerzolitik bir manto kaynağından orta derecede (%20-30) kısmi ergimesiyle oluşabileceği ortaya konulmuştur. Ancak ana magmanın yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir kaynakla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ana magmanın oluşumunda ilksel magmaya göre kısmi ergime miktarının ağır nadir toprak elementler dikkate alındığında yaklaşık % 30-35, hafif nadir toprak elementlerde ise yaklaşık % 5-10 arasında değiştiği belirlenmiştir. Rayleigh Fraksiyonlaşmasına göre; bazik kayaçların gelişiminde klinopiroksen, plajiyoklas, olivin ve magnetit ayrımlaşmasının; ortaç ve asidik kayaçların gelişiminde ise plajiyoklas, hornblend, biyotit, klinopiroksen, magnetit, apatit ve sanidin ayrımlaşmasının önemli şekilde rol oynadığı belirlenmiştir (Tablo 3.45, 3.46 ve 3.47). Genel olarak, elde edilen XLFRAC modelleme sonuçları, Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin gelişiminde ayrımlaşmanın (FC) birinci derece etken magmatik olay olduğunu, bunun yanı sıra magma karışımı \pm özümlemenin de buna eşlik edebileceğini göstermektedir. Bu sonucu test etmek için, incelenen volkanitlerin hem iz elementlere dayalı jeokimyasal verilerinden hem de izotopik verilerinden yararlanılarak De Paolo (1981) ve Powell (1984)'in tanımladığı AFC modellemesi yapılmıştır. Her iki

modellemede de, r değerinin incelenen volkanitler için “kritik değer” olan 0.25’den daha düşük (Albarède, 1996) olan eğriler boyunca yer alması, incelenen volkanitlerin gelişiminde AFC sürecinin fazla etkili olmadığını, bir başka deyişle farklılaşmış olan bu volkanitlerin, kabuksal kirlenmeden fazla etkilenmediğini göstermektedir. Ayrıca, örneklerin %5-30 oranlarına sahip F değerlerinin bulunduğu eğriler arasında bulunması, daha önceki bölümlerde yapılmış olan modellemeler ile elde edilen sonuçları doğrulamaktadır (bkz. Şekil 3.122, 3.123, 3.124, 3.125, 3.126, 3.127 ve 3.128). Volkanitlerin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ - $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ karışım modellemesi; incelenen volkanitlerin oluşumuna kaynaklık eden magmaya üst kıtasal kabuğun etkisinin fazla olmadığını göstermektedir. Ayrıca, elde edilen karışım sonuçları, daha önceki bölümlerde (bkz. Bölüm 3.9) yapılan XLFRAC ve AFC modellemelerinden elde edilen sonuçlarla uyumludur.

Ulubey yöresine ait volkanik kayalardan, Doğu Pontidler’in jeodinamik gelişimine ışık tutacak (manto ve yitim bileşeni katkısı, kabuk asimilasyonu vs.) kökensel izotop analizleri (Sr ve Nd izotopları) ve yaş ilişkilerinin deneştirilmesini yapabilmek için radyometrik yaş (^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırması) analizleri yaptırılmıştır (Tablo 3.47). Ulubey yöresi volkanitlerinden bazik kayaları (TB) temsil eden Yeniseyaca Bazaltı’ndan 15.1 ± 0.6 My plato yaşı elde edilirken, ortaç ve asidik kayaları temsil eden Trakidasit-Dasit Takımı ve Andezit-Trakiandezit Takımı’nı oluşturan kayalardan 44.6 ± 0.1 My ile 49.4 ± 0.1 My arasında değişen plato yaşları elde edilmiştir. Volkanitlerin Sr ve Nd izotopik bileşimleri çeşitli bölgelerdeki yay volkanitleriyle karşılaştırıldıklarında, Sunda yay volkanitleri ve Lesser Antilles volkanitlerinin çakıştığı alanda yer aldıkları görülmektedir (Şekil 3.94). İncelenen volkanitler; Zindler ve Hart (1986)’ın genç okyanusal bazaltik kayaların Sr ve Nd izotopik bileşimlerine dayanarak tanımladıkları farklı manto kaynaklarından DM (Tüketilmiş Manto), HIMU (μ -değeri veya $(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})$ oranı yüksek olan manto kaynağı) ve PREMA (Ortalama Manto)’dan daha yüksek $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranlarına sahip olup, Hint Okyanusu Sırtı ve Walvis volkanitlerine benzerlik gösterirler (Şekil 3.95). Bazik kayalar (TB-trakibazaltlar)’ın $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranı 0.705027, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ oranı 0.512611, ϵNd_i değeri -0.26, hesaplanan Nd model yaşı $[T_{\text{DM}}(\text{Ga})]$ ise 0.92’dir. Ortaç ve asidik kayalar (TDT ve ATT’nı oluşturan kayalar)’ın $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranları 0.704347-0.704909 arasında, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ oranları 0.512563-0.512748 arasında, ϵNd_i değerleri -0.81 ile +2.83 arasında, hesaplanan Nd model yaşları $[T_{\text{DM}}(\text{Ga})]$ ise 0.49-0.78 arasında değişmektedir (Şekil 4.2).

Volkanitlerin düşük ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranlarına ve pozitif (+) ϵNd_i değerlerine sahip olması, bu kayaçların tüketilmiş bir manto kaynağından türediğine ve/veya tüketilmiş bir mantodan türeyen en son üye olduklarına işaret etmektedir (Şekil 4.2). Yüksek ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları ve negatif (-) ϵNd_i değerleri ise; volkanitlerin yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleşmiş bir manto kaynağından türediklerini, bir başka deyişle manto kaynağındaki kabuk bileşimi katkısını ifade etmektedir (Faure ve Mensing, 2005). Genel olarak, Sr ve Nd izotopik bileşimleri açısından volkanitler arasında çok önemli bir farklılık görülmemektedir. Bu durum, bazikten asidiğe kadar değişen bileşime sahip volkanitlerin benzer kökene sahip olduklarını, yani aynı köken magmadan türediklerini yansıtmaktadır.



Şekil 4.2. Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitlerinin karşılaştırıldığı Orta ve Batı Anadolu, Ege ada yayı ve Doğu Pontid Güney Zonu'ndaki Tersiyer yaşlı volkanik ve plütonik kayaçların ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)'ya karşı ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) izotop diyagramı. Alanlar; Galatia, Orta ve Batı Anadolu ile Ege ada yayı volkanitleri, Briquet vd. (1986), Güleç (1991), Pamir vd. (1995)'den; Pontid Sarıççek ve Dölek Granitoidleri, Karlı vd. (2007)'den; DM (Tüketilmiş Manto), EMI ve EMII (Zenginleşmiş Manto I ve II) ve HIMU (μ -değeri veya ($^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$) oranı yüksek olan manto kaynağı) manto bileşimleri, Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır

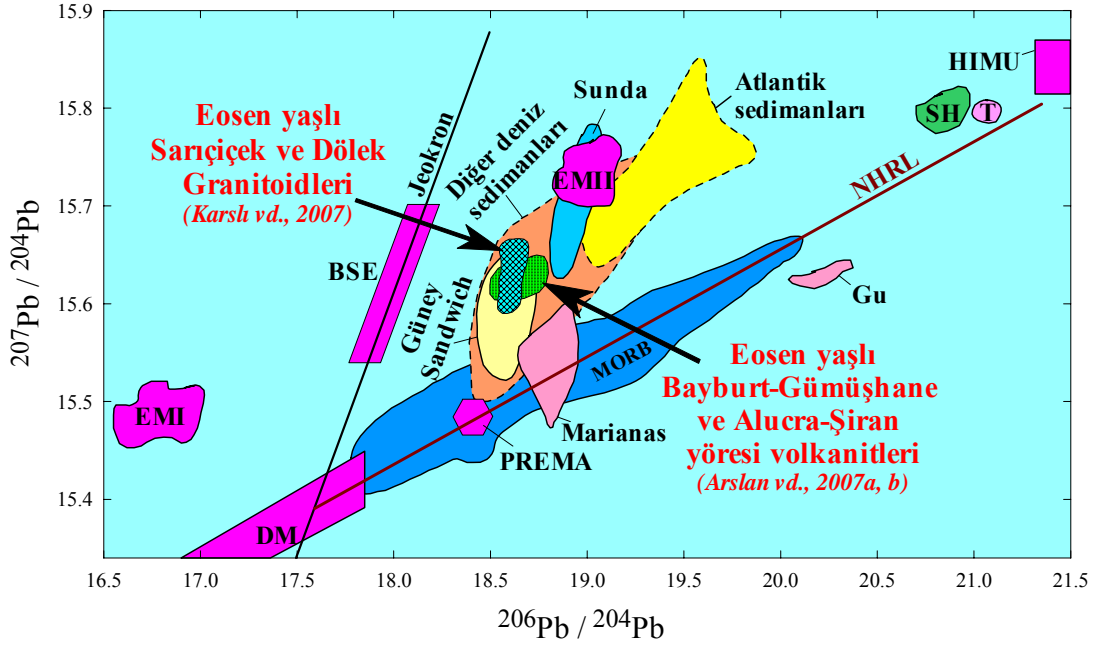
Ayrıca, artan SiO₂ (%), Sr (ppm) ve (1/Sr)x10³ ppm⁻¹ ve azalan TiO₂ (%) değerlerine karşı (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i ve (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i izotop oranlarının ATT'yi oluşturan kayalarda yataya yakın bir yönseme sunması, bu kayaların gelişiminde ayrımlaşmanın; ATT'den TDT'ye artan bir yönsemenin varlığı ise, az da olsa özümleme+ayrımlaşma (AFC)'nin etkili olduğunu ifade etmektedir (Şekil 3.97).

Ulubey (Ordu) yöresi Tersiyer volkanitleri (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) ve (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd) izotop oranları bakımından, diğer Doğu Pontid Güney Zonu Tersiyer yaşlı volkanik ve plütonik kayaların özelliklerine benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Arslan vd. (2007a ve b); Gümüşhane-Bayburt ve Alucra Şiran yörelerindeki transtansiyonel rejime bağlı olarak oluşan Eosen havzalarında yüzeyleyen Eosen (tüm kayaç ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş aralığı; 37.7±0.2 ile 44.5±0.2) yaşlı volkanitleri incelemiş ve bu kayaların Sr ve Pb izotoplarına göre manto-kabuk sınırında bir bölgeden türediğine işaret ettiklerini (Şekil 4.2) ve bununla birlikte özellikle (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i < 0.705 olan örneklerin tipik olarak manto karakterini yansıttıklarını ileri sürmüşlerdir (Şekil 4.2 ve 4.3). Artan SiO₂ (%), Sr (ppm) ve (1/Sr)x10³ ppm⁻¹ değerlerine karşı (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i değerlerinin yataya yakın bir yönseme sunması, Gümüşhane-Bayburt ve Alucra Şiran yöresi volkanitlerin gelişiminde asimilasyondan (AFC) daha ziyade ayrımlaşmanın (FC) daha etkili olduğunu yansıtmaktadır. Ayrıca, bu yörelerdeki D-B doğrultulu Eosen volkano-sedimanter havzaların, Karadeniz'in açılışının hızlanmasına yol açan gerilme rejimine bağlı olarak meydana gelen transtansiyonel havza olduklarını ve Eosen volkanizmasının "slab-break off" mekanizması sonucunda oluştuğunu ifade etmişlerdir (Arslan vd., 2007, b).

Karslı vd. (2007), Doğu Pontid Güney Zonu'ndaki Eosen yaşlı Dölek ve Sarıçiçek plütonlarının jeokimyasal ve ε_{Nd}(43Ma)=-0.6-0.8, I_{Sr}=0.70482-0.70548, (²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb)=18.60-18.65, (²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb)=15.61-15.66 ve (²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb)= 38.69-38.85 izotopik oranları (Şekil 4.2 ve 4.3) ile; yüksek-K'lı kalkalkalen granitoidlerinin çarpışma sonrası ekstansiyonel ortamdaki oluştuklarını vurgulamışlardır.

Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin; jeokimyasal, petrolojik ve izotop özellikleri bakımından; Doğu Pontid Güney Zonu'nda yer alan, Eosen yaşlı Bayburt-Gümüşhane ve Alucra-Şiran yöreleri volkanitleri ile Eosen yaşlı Sarıçiçek ve Dölek Granitoidlerine benzerlik göstermesi, incelenen volkanitlerin yüzeylendiği Üst Kretase-Eosen havzasının da ekstansiyonel rejime bağlı olarak oluştuğunu ve Eosen-Miyosen volkanizmasının "slab-break off" mekanizması sonucunda oluşabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 4.3. Doğu Pontid Güney Zonu'nda yer alan, Eosen yaşlı Bayburt-Gümüşhane ve Alucra-Şiran yöreleri volkanitleri ile Eosen yaşlı Sarıççek ve Dölek Granitoidlerine ait $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ karşı $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop diyagramı. NHRL (Kuzey Yarımküre Referans Çizgisi; Hart, 1984); EMI ve EMII (Zenginleşmiş Manto I ve II), HIMU (μ -değeri veya (U-Th)/Pb oranı yüksek olan manto kaynağı), DM (Tüketilmiş Manto), BSE (Toplam Silikat Yerküre), PREMA (Ortalama Manto) alanları, White (1985); Zindler ve Hart (1986); Hart vd. (1992); Eosen yaşlı Bayburt-Gümüşhane ve Alucra-Şiran yörelerine ait alanlar, Arslan vd. (2007a ve b); Eosen yaşlı Sarıççek ve Dölek Granitoidlerine ait alanlar, Karslı vd. (2007)'den alınmıştır

4.2. Doğu Pontid Tersiyer Magmatizmasının Jeodinamik Gelişimi ve Ulubey (Ordu) Yöresi Volkanitlerinin Oluşumu

Ulubey (Ordu) yöresindeki volkanik ürünün çeşitliliği (özellikle volkanik domlar) ve yayılımı, volkanik faaliyetin Eosen-Miyosen dönemindeki tektonik rejimle (özellikle transtansiyonel faylanma ile) sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Doğu Pontidler'in Eosen dönemindeki jeodinamik konumu (Akın, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Görür, 1988; Robinson vd., 1995; Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz vd., 1997; Boztuğ vd., 2005a, b, 2006; Harangi vd., 2006; Boztuğ vd., 2007; Boztuğ, 2008; Boztuğ ve Harlavan, 2008) dikkate alınarak, Eosen volkanizmanın Karadeniz'in açılması sırasında gerilme rejiminin en etkin olduğu ve dolayısıyla açılmanın en hızlı olduğu (Okay ve Şahintürk, 1997; Kazmin vd., 2000; Yılmaz ve Kandemir, 2006) Eosen-Miyosen zamanındaki gerilmelerin kıtadaki eşdeğerlerinin ürünü oldukları düşünülebilir. Ulubey

(Ordu) yöresi; TB ve ATT'yi oluşturan kayaçlar ile kısmen TTRT'yi oluşturan kayaçlarda gözleendiği üzere, volkanitlerin ana magmalarındaki yitim ve astenosferik ergiyiklerin katkısı (bkz. Şekil 3.136) bu olguyu desteklemektedir. Böylece, özellikle KD-GB doğrultulu bu Üst Kretase-Eosen volkano-sedimanter havzasının, Karadeniz'in açılışının hızlanmasına yol açan gerilme rejimine bağlı olarak meydana gelen transtansiyonel (gerilme sırasında aynı zamanda doğrultu atımlı faylanmanın da etkin olması nedeniyle oluşan havza tipi) havza olduklarını söylemek mümkündür (Şekil 4.4). Bununla birlikte, Pontid kabuğu ana yapısal zonları bölgesel noktalarında D-B, KD ve KB yönündeki çizgisellikler (faylar veya yapısal sınırlar) yörede ekstansiyonel tektonik rejimin egemen olduğunu ifade etmektedir (Maden vd., 2008).

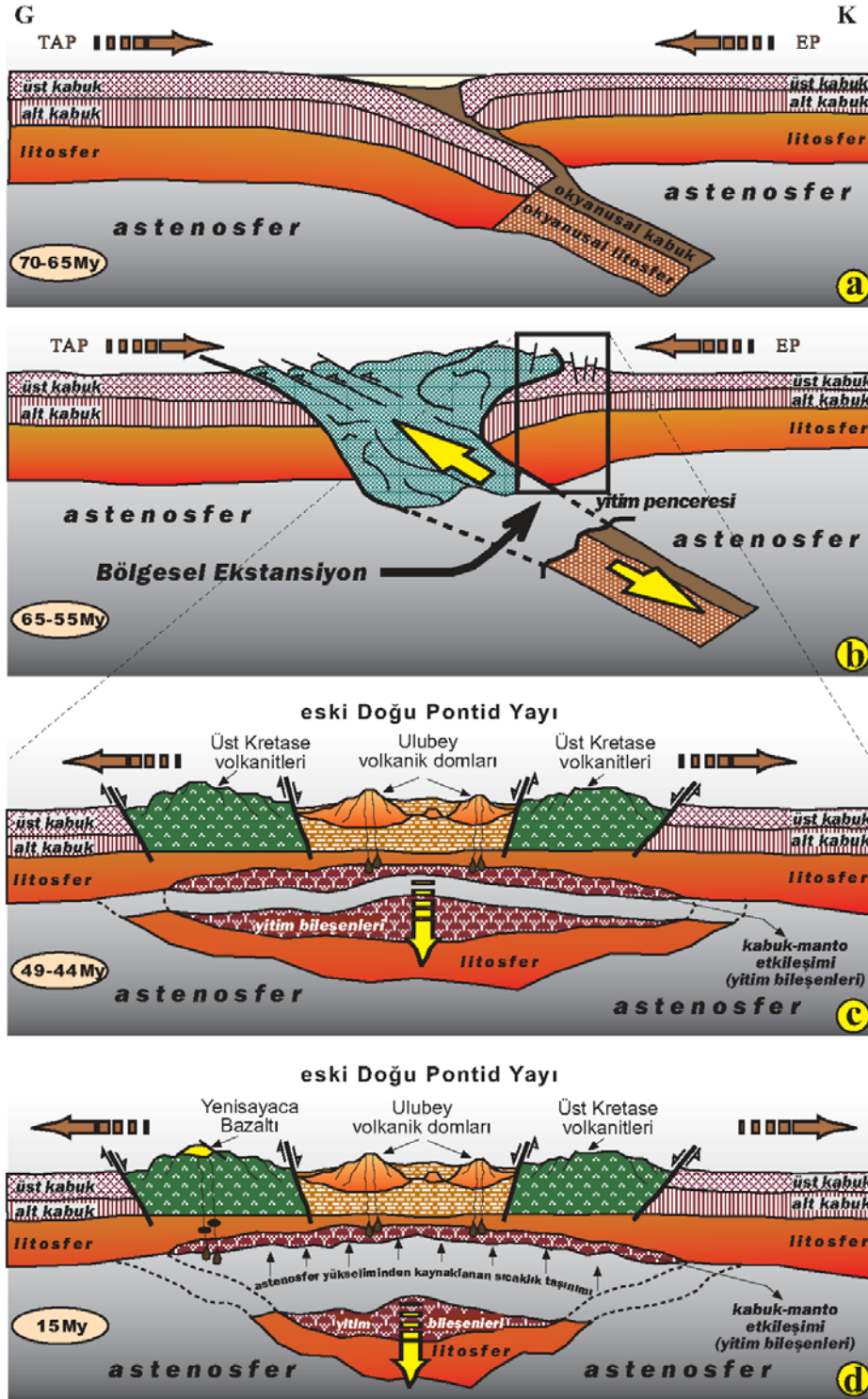
Pontid volkanitlerinin petrojenezi, Pontid'lerin jeodinamik gelişimi (Tokel, 1995; Robinson vd., 1995; Okay ve Şahintürk, 1997) ve Akdeniz tektonik sistemi (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Harangi vd, 2006) ile yakından ilişkilidir. Arap ve Anadolu plakaları arasındaki çarpışma, Eosen'de gerçekleşmiştir (Şengör ve Kidd, 1979; Pearce vd., 1990). Bu çarpışma; orta Eosen zamanında, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) boyunca sol yönlü doğrultu atımlı ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca sağ yönlü doğrultu atımlı hareket ile Anadolu plakasının tektonik olarak uzaklaşmasına neden olmuştur (McKenzie, 1972; Dewey ve Şengör, 1979).

Doğu Pontidler, Geç Paleosen-Erken Eosen zamanından itibaren karmaşık bir tektonik rejimin etkisi altında kalmıştır (Okay ve Şahintürk, 1997; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Şengör vd., 2003; Boztuğ vd., 2004, 2005a, 2005b; Topuz vd., 2005; Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ vd., 2006; Harangi vd, 2006; Yılmaz ve Kandemir, 2006; Boztuğ vd., 2007; Arslan vd., 2007a, b; Boztuğ ve Harlavan, 2008). Üst Kretase volkanitlerini uyumsuz olarak üzerleyen, genelde volkanik nadiren volkanoklastik kayaçlardan oluşan Eosen-Miyosen yaşlı kayaçlar, Doğu Pontidler'in Paleosen-Erken Eosen zaman aralığında deniz seviyesi üzerinde olduğunu ifade etmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997). Magmatik aktivitenin zamanı ve bileşimi ile yapısal gözlemler ışığında, yitimin mekanizması ve zamanı çeşitli araştırmacılar tarafından tartışma konusudur. Kuzey-yönlü bindiren dilimlerinin yığılmasıyla birlikte kıta kenarının kısılmasıyla karakterize edilen Doğu Pontidler'in yükselmesi ve kabuksal kalınlaşma ile sonuçlanan çarpışma; İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunda, bazı araştırmacılara göre Erken Paleosen-Eosen (65 My; Elmas, 1995; Gedik vd., 1996; Okay vd., 1997; Okay ve Şahintürk, 1997) zamanında, bazılarında göre ise Paleosen-Erken Eosen (55 My; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1997; ve

Boztuğ vd., 2004 Boztuğ vd., 2004, 2005a, 2005b, 2006, Boztuğ vd., 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008) zamanında gerçekleşmiştir (Şekil 4.4a, b). Tokel (1977), Akın (1979) ve Robinson vd. (1995)'e göre ise Orta Eosen volkanitleri Doğu Pontidler'in kuzeye doğru yitimi ile ilişkilidir ve çarpışma Oligosen zamanında gerçekleşmiştir (30 My). Çarpışma, eski Pontid magmatik yayının kuzey köşesinde Orta Eosen (44-49 My) zamanında sonlanmıştır (Şekil 4.4c). Eosen-Miyosen magmatizması, çarpışma sonrası ve ekstansiyonel tektonizmanın bölgeyi etkilemesiyle ilişkilidir (örneğin, Yılmaz and Boztuğ, 1996; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Boztuğ vd., 2004, 2005a, 2005b; Topuz vd., 2005; Boztuğ vd., 2006; Yılmaz ve Kandemir, 2006; Arslan ve Aslan, 2006; Arslan vd., 2007a, b; Boztuğ vd., 2007; Karşı vd., 2007, Boztuğ ve Harlavan, 2008). Metazomatizmaya uğramış manto ve alt kabuk kökenli magmaların karışımı bu magmatizmayı oluşturmaktadır (Yılmaz ve Boztuğ, 1996). Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin petrojenetik özellikleri, bu kayaçların ana magmasının metazomatizmaya uğramış litosferik mantonun ergimesiyle oluşabileceğini göstermektedir. Geç Senozoyik'teki ergimenin nedenleri; adiyabatik basınç ferahlamasıyla litosferik mantonun ergimesi, manto sorguçundan (plume) gelen ısıyla litosferik mantonun ergimesi veya astenosferik mantodan belli bir basınçla yükselen ısıyla litosferik mantonun ergimesi şeklinde açıklanabilir. İlk mekanizmanın oluşumu bölgede yerel ekstansiyon aktivitesinin yeterli miktarda olmaması nedeniyle imkansız görülmektedir. Örneklerin tüm jeokimyasal karakteristikleri, sorguç kökenli ergiyiklerden türeyen kayaçlardan farklıdır. Ayrıca, Pontid levhasında manto sorguçları için herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Bu da, litosferik mantonun ergimesine neden olan sorguç tektoniğinin olasılığını zayıflatmaktadır. Normal olarak manto sorgucu 1000-2000 km çaptaki bir alanda, dinamik yükselmeye neden olur ki, bu durum Doğu Pontidler'de yoktur (White ve McKenzie, 1989). Böylece, litosferik mantonun mümkün ergime modeli, çarpışma ve yükselmeden kaynaklanan litosferik dilim kopmasına bağlı olarak meydana gelen astenosferik yükselme sonucu ısı transferiyle açıklanabilir (Şekil 4.4c ve d). Benzer modeller, Doğu Anadolu'da Pearce vd. (1990), Batı Anadolu'da Aldanmaz vd. (2000), Orta Anadolu'da İlbeyli vd. (2004) ve Doğu Pontidler'de Arslan vd. (2007a, b) tarafından öngörülmektedir.

Yükselen sıcak astenosferik malzeme ısısal dengenin bozulmasını sağlar. Bu ısısal aktivite, daha önceki olaylarla metazomatizmaya uğratılmış olan litosferik mantonun ergimesine neden olur. Bu işlemler, jeodinamik modelde ekstansiyonel rejimin varlığını gerektirir. İncelenen örneklerin karakteristiği olan düşük-orta dereceli ergime, sıcak

astenosferin direkt kontağından daha ziyade jeotermal dengenin bozulması olaylarının daha etkili olduğunu ifade eder. Bu arada, daha önceki dilimin yitmesinden kaynaklanan akışkanların sızması ve altlayan zenginleşmiş litosferik mantoyla temas etmesi söz konusudur. Bu da, katılma değerinin düşmesine neden olur. Bununla birlikte, astenosferden kaynaklanan yüksek ısı akışı, incelenen volkanitlerinin ana magması olan büyük hacimdeki bazaltik magmanın oluşumunu sağlayan zenginleşmiş litosferik mantonun yoğun olarak ergimesini tetikler. Sonuç olarak; incelenen volkanitlerin, manto kökenli ana magması önemli oranda ayrılaşmaya maruz kalmıştır, bu esnada kabuk özümlemesi çok az etkin olmuştur. Tüm bu olaylar, Doğu Pontidler'de Avrasya Levhası ile Torid-Anatolid Platformu çarpışmasını takiben litosferik dilim kopmasına (slab break-off; Şekil 4.4a ve b) bağlı olarak meydana gelen bölgesel gerilme rejimi sonucunda (litosferik incelme); Ulubey (Ordu) yöresinde transtansiyonel karakterli bir havzanın oluşumunu sağlamıştır. Bu havzada, ilk olarak litosferik manto kökenli kaynak malzemelerin kısmi ergimesinden oluşan magmalardan türeyen ortaç-asidik bileşimli volkanik domların (çarpışma), Orta Eosen (44-49My) zamanında (Şekil 4.4c); astenosferik manto kökenli kaynak malzemelerin kısmi ergimesinden oluşan magmalardan türeyen bazik volkanitlerin (çarpışma sonrası) ise Miyosen (15My) zamanında (Şekil 4.4d) oluşumuna olanak sağlamıştır.



Şekil 4.4. Doğu Pontidler'de kıta (Avrasya Levhası, EP)-kıta (Torid-Anatolid Platformu) çarpışması (yaklaşık 65-55 My önce) ve bunu takiben litosferik dilim kopmasına (a-b) bağlı olarak meydana gelen bölgesel gerilme rejimi sonucunda (litosferik inceltme), değişik kökenli kaynak malzemelerin (litosferik manto, astenosferik manto, alt kabuk) kısmi ergimesinden oluşan magmalardan türeyen Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin yerleşimi ve transtansiyonel karakterli havza gelişiminin (c-d) şematik modeli

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Doğu Pontid Tektonik Birliği içerisinde, Güney Zon'da yer alan çalışma alanındaki (Ulubey-Ordu) Miyosen yaşlı bazik karakterli volkanitler Geç Kretase yaşlı sedimanter ve volkanik kayaçları keserek yerleşmişlerdir. Yörede daha çok domlar şeklinde yüzeyleme veren Eosen yaşlı ortaç-asidik karakterli volkanitler ise KD-GB uzanımlı Geç Kretase-Eosen havzasını oluşturan sedimanter birimleri keserek, K-G ve/veya KD-GB doğrultulu kıvrım ve çatlak sistemine bağlı olarak gelişmişlerdir.

2. Ulubey (Ordu) yöresinde yüzeylenen Tersiyer yaşlı volkanik kayaçlar petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre dört takıma ayrılmıştır. Bunlar; bazik volkanitleri temsil eden Yenisyaca Bazaltı (TB-Trakibazalt ve piroklastitleri), ortaç-asidik volkanitleri temsil eden Trakidasit-Dasit Takımı (TDT-Çatal Tepe Domu ve Elekçioğlu Tepe Domu), Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT-Işık Tepe Domu) ve Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT-Karataş Tepe Domu, Fındıklı Tepe Domu, Güzelyurt Tepe Domu ve Kalburcu Tepe Domu)'nın oluşturduğu volkanik domlardır.

3. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinden, TB'yi oluşturan trakibazaltlar, plajiyoklas (An_{61-83}), klinopiroksen ($Wo_{42-44}En_{40-41}Fs_{16-17}$) ve olivin fenokristalleri ve titano-magnetit içermektedir. ATT'yi oluşturan kayaçlar plajiyoklas (An_{23-69}), hornblend ($Mg\# = 0.68-0.76$), klinopiroksen ($Wo_{27-48}En_{37-55}Fs_{11-26}$), biyotit ($Mg\# = 0.74-0.81$) ve apatit fenokristalleri ve magnetit/titano-magnetit içermektedir. TTRT'yi oluşturan kayaçlar plajiyoklas, kuvars, sanidin, biyotit ve klinopiroksen fenokristalleri ve opak mineral içermektedir. TDT'yi oluşturan kayaçlar ise plajiyoklas (An_{52-78}), hornblend ($Mg\# = 0.63-0.69$), klinopiroksen ($Wo_{28-30}En_{48}Fs_{22-24}$), biyotit ($Mg\# = 0.63-0.79$) ve apatit fenokristalleri ve magnetit içermektedir.

4. Ulubey (Ordu) yöresi Eosen ve Miyosen yaşlı volkanitlerinde, kayaçların içerdikleri minerallerin kimyalarından yararlanılarak jeotermobarometre hesaplamaları yapılmıştır. İncelenen volkanitlerde "plajiyoklas-ergiyik" jeotermometresine göre hesaplanan sıcaklıklar; ortaç-asidik kayaçlarda 850-1050 °C, bazik kayaçlarda ise 1102-1191°C arasında değişmektedir. Bazik (trakibazalt) volkanitlerdeki klinopiroksenlerden hesaplanan kristallenme basınçları (0.1-0.91 kbar), ortaç-asidik volkanitlerden ATT'yi oluşturan kayaçlardan (0.48-5.33 kbar) daha düşük iken, kristal içi dengelenme sıcaklıkları ise daha yüksektir (bazik kayaçlarda 885-917°C; ortaç-asidik kayaçlarda 886-955°C). Plajiyoklas-

ergiyik arasındaki dengeleşmeye bağlı olarak jeotermobarometre hesaplamaları yapılmıştır. Buna göre; 10kbar'ın altında basınç değerlerine sahip volkanitlerden, bazik bileşime sahip TB'ler 1102-1191°C arasında, ortaç-asidik bileşime sahip olan ATT'ler 860-1047°C arasında, TDT'ler ise 825-889°C arasında sıcaklık değerlerine sahiptir. Ayrıca hesaplanan jeobarometre hesaplamalarından, ortaç-asidik bileşimli volkanitlerin bazik volkanitlere göre daha sığ bir magma odasında kristallenmeye başladığı söylenebilir.

5. İncelenen volkanitler; mineral ergiyik arasındaki dengesizliği ifade eden, plajiyoklas fenokristallerinde halkalı zonlanma, elek dokusu, korrozyon ve kenar kısımlarındaki yeniden büyüme zarfı; hornblend fenokristallerinin kenarlarında gelişen kısmi ergime ile oluşan kırılma, parçalanma ve yenme, kuvars ksenokristallerinin etrafını bir zarf şeklinde saran iğnemsli klinopiroksen mikrofeno-kristallerinin oluşturduğu reaksiyon dokusu gibi verilere sahiptirler.

6. Jeokimyasal verilere göre, incelenen volkanitler kalk-alkalenden toleyitik-alkalene kadar değişen karaktere sahip olup, orta-yüksek-K içerirler. Örneklerin çoğunun düşük Mg-numarası ile Cr ve Ni içeriklerine sahip olması, bu kayaçların mantodan türemiş ergiyiklerden itibaren önemli derecede ayrılaşmaya uğradıklarını göstermektedir.

7. Harker diyagramlarında gözlenen iyi pozitif ve negatif ilişkiler, bazik (TB) ve ortaç-asidik (ATT, TTRT ve TDT) kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın oldukça etkili olduğunu ve bazik kayaçların gelişiminde klinopiroksen + plajiyoklas ± magnetit ayrılaşmasının, ortaç-asidik kayaçların gelişiminde ise hornblend + biyotit + plajiyoklas ± magnetit ± sanidin ± apatit ayrılaşmasının önemli ölçüde rol oynadığını göstermektedir.

8. Volkanitlerin E- ve N-tipi Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı'na normalize edilmiş iz element dağılımları, özellikle büyük iyon yarıçaplı litofil element ve daha az oranda Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme, fakat Zr, Y ve TiO₂ konsantrasyonları bakımından tüketilme göstermektedir. Buna ilaveten, kayaçların büyük iyon yarıçaplı litofil elementlere kıyasla azalan Nb ve Ta içerikleri, orta derecede HNTE (hafif nadir toprak element)/ ANTE (ağır nadir toprak element) oranları ve yüksek Th/Yb oranları; volkanitlerin köken magmasının muhtemelen daha önceden akışkanlar tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden (muhtemelen litosferik manto) türeyebileceklerini ifade etmektedir. Kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları, düşük-orta derecede zenginleşmeyle konkav şekilli olup, Yeniseyaca Bazaltı ile Çatal Tepe ve Elekçioğlu Tepe takımı (ÇES), Işık Tepe takımı ve

andezit/trakiandezit takımını oluşturan kayaçların benzer kaynaklardan itibaren oluştuğunu düşündürmektedir. Nadir toprak element dağılımlarında gözlenen negatif Eu anomalisi, kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrılaşmasının etkili olabileceğini göstermektedir.

9. Tektonik ortam ayırtma diyagramına göre, yüksek Ta/Yb ve Th/Yb içeriklerine sahip volkanitler, volkanik yay bazaltları alanına düşmektedirler. Bu veri, Ulubey volkanitlerinin oluşumuna kaynaklık eden magmanın, ilksel mantoya göre yitim zonu zenginleşmesine uğradığını ve bu kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir

10. İncelenen volkanitlerin, ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırmasına göre; bazik kayaçları (TB) temsil eden Yeniseyaca Bazaltı'ndan 15.1 ± 0.6 My plato yaşı elde edilirken, ortaç ve asidik kayaçları temsil eden Elekçioğlu Tepe Domu'ndan 44.6 ± 0.1 My, Karataş Tepe Domu'ndan 49.4 ± 0.1 My, Fındıklı Tepe Domu'ndan 49.1 ± 0.1 My, Güzelyurt Tepe Domu'ndan 47.2 ± 0.1 My ve Kalburcu Tepe Domu'ndan 46.3 ± 0.1 My plato yaşı elde edilmiştir.

11. Kökensel amaçlı yapılan Sr ve Nd izotop analizlerine göre; bazik kayaçlar (TB-trakibazaltlar)'ın $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranı 0.705027, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ oranı 0.512611, ϵNd_i değeri -0.26, hesaplanan Nd model yaşı $[T_{\text{DM}}(\text{My})]$ ise 920'dir. Ortaç ve asidik kayaçlar (TDT ve ATT'nı oluşturan kayaçlar)'ın $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranları 0.704347-0.704909 arasında, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ oranları 0.512563-0.512748 arasında, ϵNd_i değerleri -0.81 ile +2.83 arasında, hesaplanan Nd model yaşları $[T_{\text{DM}}(\text{My})]$ ise 490-780 arasında değişmektedir.

12. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin düşük $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranlarına ve pozitif (+) ϵNd_i değerlerine sahip olması, bu kayaçların tüketilmiş bir manto kaynağından türediğine ve/veya tüketilmiş bir mantodan türeyen en son üye olduklarına işaret etmektedir. Yüksek $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ oranları ve negatif (-) ϵNd_i değerleri ise; volkanitlerin yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleşmiş bir manto kaynağından türediklerini, bir başka deyişle manto kaynağındaki kabuk bileşimi katkısını ifade etmektedir.

13. Ulubey (Ordu) yöresi volkanitlerinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri ile izotopik verileri göz önünde bulundurularak, volkanitlerin gelişimindeki magmatik süreçler modellenmiştir. Modelleme sonuçları, kayaçların büyük bir olasılıkla zenginleşmiş bir manto kaynağının farklı kısmi ergime dereceleriyle oluştuğunu ve daha sonra da kıtasal kabuktaki sığ magma odalarının gelişimi ile ayrılaşma \pm magma karışımı \pm özümleme gibi magmatik olaylarla geliştiklerini göstermektedir.

14. Tüm bu olaylar, Doğu Pontidler’de Avrasya Levhası ile Torid-Anatolid Platformu çarpışmasını takiben litosferik dilim kopmasına bağlı olarak meydana gelen bölgesel gerilme rejimi sonucunda (litosferik incelme) Ulubey (Ordu) yöresinde oluşan transtansiyonel karakterli havzanın oluşumunu sağlamıştır. Bu havzada ilk olarak litosferik manto kökenli kaynak malzemelerin kısmi ergimesinden oluşan magmalardan türeyen ortaç-asidik bileşimli volkanik domların (çarpışma), Orta Eosen (44-49My) zamanında; astenosferik manto kökenli kaynak malzemelerin kısmi ergimesinden oluşan magmalardan türeyen bazik volkanitlerin (çarpışma sonrası) ise Miyosen (15My) zamanında oluşumuna olanak sağlamıştır.

15. Pontidler’in Kuzey ve Güney Zon’unda yer alan Tersiyer döneminde oluşmuş volkanik kayaların petrografik, jeokimyasal, petrolojik ve jeokronolojik açıdan detaylı bir şekilde karşılaştırılması ve kaynak alanlarının ve gelişim süreçlerinin belirlenmesi için yapılacak olan mineral ve kayaç kimyası, yaşlandırma (Ar-Ar) ve kökensel (Rb-Sr, Sm-Nd ve Pb-Pb) amaçlı izotop analizleri ile Pontidler’in Tersiyer dönemi jeotektonik evrimine önemli katkılar sağlanabilir.

6. KAYNAKLAR

- Abdioğlu, E., 2002. Kavaklar (Ünye-Fatsa, Ordu) yöresindeki kil oluşuklarının mineralojik, jeokimyasal ve kökensel incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 133s.
- Akın, H., 1979. Geologie, Magmatismus und Lager-staettenbidung im ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik, Geologische Rundschau, 68, 1, 253-283.
- Ağar, U., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 59s.
- Akıncı, Ö., Barbieri, M., Calderoni, G., Ferini, V., Masi, U., Nicoletti, M., Petruciani, C. ve Tolomeo, L., 1991. The geochemistry of hydrothermally altered rocks of the lower volcanic cycle from Eastern Pontides (Trabzon, Turkey), Chemi der Erde, 51, 173-186.
- Albarède, F., 1996. Introduction to Geochemical Modelling. Cambridge University Press., 543 pp.
- Alıcı, P., Temel, A. ve Gourgaud, A., 2002. Pb-Nd-Sr isotope and trace element geochemistry of Quaternary extension-related alkaline volcanism: a case study of Kula region (western Anatolia, Turkey), Journal of Volcanology and Geothermal Research, 115, 487-510.
- Aliyazıcıoğlu, İ., 1999. Kale (Gümüşhane) yöresi volkanik kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Yüksek Lisan Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 103s.
- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. ve Mitchell, J.G., 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 102, 67-95.
- Allegre, C.J. ve Minster, J.F., 1978. Quantative models of trace element behavior in magmatic processes. Earth and Planetary Science Letters, 38, 1-25.
- Altherr, R., Lugovic, B., Meyer, H.P. ve Majer, V., 1995. Early Miocene post-Collisional Calc-alkaline Magmatism along the Easternmost Segment of the Periadriatic Fault System (Slovenia and Croatia), Mineralogy and Petrology, 54, 225-247.
- Anderson, J.L. ve Smith, D.R. 1995. The effects of temperature and fo₂ on the Al-in hornblende barometer, American Mineralogist, 80, 549-559.
- Aoki, K. ve Shiba, L, 1973. Pyroxenes from LherzoUte Inclusions of Itinomegata, Japan, Lithos, 6, 41-51.

- Arculus, R.J. ve Powell, R., 1986. Source component mixing in the regions of arc magma generation, Journal of Geophysical Research, 91, 5913-5926.
- Arculus, R.J., Gust, D.A. ve Kushiro, I., 1991. The Evolution of Fuji and Hakone Volcanoes, Honshu, Japan, National Geographic Research and Exploration, 7, 276-309.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey, Chemi der Erde, 57, 157-187.
- Arslan, M., Aslan, Z., Şen, C. ve Hoskin, P., 2000a. Constraints on petrology and petrogenesis of Tertiary volcanism in the Eastern Pontide Paleo-arc system, NE Turkey, Goldschmidt 2000, Journal of Conference Abstracts, 5, 2, 157-158.
- Arslan, M., Şen, C., Aliyazıcıoğlu, İ., Kaygusuz, A. ve Aslan, Z., 2000b. Trabzon ve Gümüşhane yörelerinde (KD Türkiye) yüzeylenen Eosen (?) volkanitlerinin karşılaştırmalı jeolojisi, mineralojisi ve petrolojisi, Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiri Özleri Kitabı, Ankara, I, 39-53.
- Arslan, M., Hoskin, P.W.O. ve Aslan, Z., 2001. Continental crust formation and thermal consequences of Cenozoic thickening of the Eastern Pontides Tectonic unit: Preliminary temporal constraints and implications, Fourth International Turkish Geology Symposium Abstracts, Turkey, 121p., Adana.
- Arslan, M., Temizel, İ. ve Abdioğlu, E., 2002. Subduction input versus source enrichment and role of crustal thickening in the generation of Tertiary magmatism in the Pontid Paleo-Arc setting, NE Turkey, In: B. De Vivo, B., R.J. Bodgar, R.J. (Eds.) Workshop-Short Course on Volcanic Systems, Geochemical and Geophysical Monitoring, Melt inclusions: Methods, applications and problems, 13-16, Napoli, Italy.
- Arslan, M., Kolaylı, H. ve Temizel, İ., 2004. Güre (Giresun, KD Türkiye) granitoidinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri, Yerbilimleri (Earth Sciences), 30, 1-21.
- Arslan, M. ve Aslan, Z., 2006. Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the Eastern Pontides, NE Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177-193.
- Arslan, M., Boztuğ, D., Şen, C., Yılmaz Şahin, S., Kolaylı, H., Temizel, İ., Abdioğlu, E. ve Tatar, S., 2007a. Doğu Pontidler Güney Zonu Eosen Volkanizmasının Petrojenezi ve Jeodinamik Konumunun İncelenmesi, TÜBİTAK YDABAG, Projesi No: 103Y012.

- Arslan, M., Boztuğ, M., Temizel, İ., Kolaylı, H., Şen, C., Abdioğlu, E., Ruffet, G. ve Harlavan, Y., 2007b. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology and Sr-Pb isotopic evidence of post collisional extensional volcanism of the eastern Pontide paleo-arc, NE Turkey, 17th Annual V.M. Goldschmidt Conference Abstracts, Cologne, Germany, Geochimica et Cosmochimica Acta, 71, A38.
- Arth, J.G., 1976. Behaviour of trace elements during magmatic processes-a summary of theoretical models and their application, Journal of Research of the United States Geological Survey, 4, 41-48.
- Aydın, F., 2004. Değirmendere vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD-Türkiye) volkanitlerinin mineral kimyası, petrolojisi ve petrojenezi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 232s.
- Bacon, C.R. ve Hirschmann, M.M., 1988. Mg/Mn partitioning as a test for equilibrium between coexisting Fe-Ti oxides, American Mineralogist, 73, 57-61.
- Baker, D.R. ve Eggler, D.H., 1983. Fractionation paths of Atka (Aleutians) high-alumina basalts: constraints from phase relations, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 18, 387-404.
- Barbieri, M., Conforto, L., Garbarino, C., Masi, U., Nicoletti, M. ve Akıncı, Ö., 2000. Geochemistry of hydrothermally-altered volcanic rocks of the upper volcanic cycle from the Eastern Pontides (NE Turkey), Chemi der Erde, 60, 81-95.
- Bedard, J. H. J., Francis, D. M. ve Ludden, J., 1988. Petrology and Pyroxene Chemistry of Montereian Dykes: The Origin of Concentric Zoning and Green Cores in Clinopyroxenes from Alkali Basalts and Lamprophyres, Canadian Journal of Earth Sciences, 25, 2041-2058.
- Bektaş, O., Van, A. ve Boynukalın, S., 1987, Doğu Pontidler'de (Kd-Türkiye) Jura Volkanizması ve Jeotektoniği, Türkiye Jeoloji Bülteni, 30, 9-18.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taşlı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995. Cretaceous rifting of the Eastern Pontide carbonate platform, NE Turkey: The formation of carbonate breccias and turbidites as evidence of a drowned platform, Geologia, 57, 233-244.
- Bektaş, O., Şen, C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous subduction-related volcanism towards the back-arc basin of the Eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey), Geological Journal, 34, 95-106.
- Ben Othman, D., Polve, M. ve Allegre, C.J., 1984. Nd-Sr isotopic composition of granulites and constraints on the evolution of the lower continental crust, Nature, 307, 510-515.
- Best, M.G., 2006. Igneous and Metamorphic Petrology, 2nd ed., Blackwell, USA, 729.

- Bindeman, I.N., Eiler, J.M., Yogodzinski, G., Tatsumi, Y., Stern, C., Grove, T., Portnyagin, M., Hoernle, K. ve Danyushevsky, L., 2005. Oxygen isotope evidence for slab melting in modern and ancient subduction zones, Earth and Planetary Science Letters, 235, 436-480.
- Boggs, S., 1995. Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Second edition, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 774 pp.
- Borg, L.E., Clynne, M.A. ve Bullen, T.D., 1997. The variable role of slab-derived fluids in the generation of a suite of primitive calc-alkaline lavas from the southernmost Cascades, California, Canadian Mineralogist, 35, 425-452.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.C, Wagner, G.A. ve Yeğingil, Z., 2004. Slow Senonian and fast Paleocene-early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: Apatite fission-track results, Tectonophysics, 382, 3-4, 213-228.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.C., Arslan, M., Şen, C., Karlı, O. ve Erçin, A. İ., 2005a. Eocene slab break-off revealed by the E-W distribution of the multi-sourced granitoids and tectonic denudation in the eastern Pontides, Turkey, Geophysical Research Abstracts, 7, 02129.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.C., Enkelmann, E., Ratschbacher, L. ve Wagner, G.A., 2005b. Geodynamic implications of rapid denudation of the granitoids at about 50 and 20 Ma in the eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results, Supplement 1, Goldschmidt Conference Abstract, Geochronology of Tectonic Processes, A 300. Geochimica et Cosmochimica Acta, 69, 10.
- Boztuğ, D., Erçin, A.İ., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A., 2006. Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 286-302.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.C., Wagner, G.A., Erçin, A.İ. ve Yeğingil, Z., 2007. Titanite and zircon fission-track dating resolves successive igneous episodes in the formation of the composite Kaçkar batholith in the Turkish Eastern Pontides. International Journal of Earth Sciences, 96, 875-886.
- Boztuğ, D., 2008. Petrogenesis of the Köseadağ Pluton, Suşehri-NE Sivas, East-Central Pontides, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 17, 241-262.
- Boztuğ, D. ve Harlavan, Y., 2008. K-Ar ages of granitoids unravel the stages of Neo-Tethyan convergence in the eastern Pontides and central Anatolia, Turkey. International Journal of Earth Sciences, 15, 585-599.
- Briqueu, L., Javoy, M., Lancelot, J.R. ve Tatsumoto, M., 1986. Isotope geochemistry, of recent magmatism in the Aegean arc: Sr, Nd, Hf, and O isotopic ratios in the lavas of Milos and Santorini-geodynamic implications, Earth and Planetary Science Letters, 80, 41-54.

- Carlson, R.W. ve Hart, W.K., 1988. Flood basalt volcanism in the Northern United States. In: Macdougall, J. D. (Ed.), *Continental Flood Basalts*, KluwerAcademis Publications, 35-61.
- Chawthorn, R.G. ve O'Hara, M.J., 1976. Amphibole fractionation in calcalkaline magma genesis, *American Journal of Science*, 276, 309-329.
- Chen, C.Y. ve Frey, F.A., 1983. Origin of Hawaiian tholeiite and alkalic basalt, *Nature* 302, 785-789.
- Chesley, J., Ruiz, J., Richter, K., Ferrari, L. ve Gomez-Tuena, A., 2002. Source contamination versus assimilation: an example from the Trans-Mexican Volcanic Arc, *Earth and Planetary Science Letters*, 195, 211-221.
- Churikova, T., Dorendorf, F. ve Worner, G., 2001. Sources and fluids in the mantle wedge below Kamchatka, Evidence from across-arc geochemical variation, *Journal of Petrology*, 42, 1567-1593.
- Condie, K.C., 1993. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales, *Chemical Geology*, 104, 1-37.
- Condie, K.C., Frey, B.A. ve Kerrich, R., 2002. The 1.75-Ga Iron King Volcanics in west-central Arizona: a remnant of an accreted oceanic plateau derived from a mantle plume with a deep depleted component, *Lithos*, 64, 49-62.
- Cox, K.G. ve Hawkesworth, C.J., 1985. Geochemical stratigraphy of the Deccan Traps at Mahabalaeshwar, Western Ghats, India: its implications for open system magmatic processes, *Journal of Petrology*, 26, 355-377.
- Çamur, M.Z., Güven, İ.H. ve Er, M., 1996. Geochemical characteristics of the eastern Pontide volcanics: An example of multiple volcanic cycles in arc evolution, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 5, 123-144.
- Çınar, S., Yazıcı, E.N., Doksanbir, T., Boğuşlu, M., Genç, İ., Yağcı, A. ve Yıldırım, K., 1987. Ordu-Ulubey-Perşembe-Fatsa yörelerinin jeolojisi ile maden zuhurlarına ilişkin rapor, MTA yayını, Ankara.
- Çınar, S., Çekiç, Y., Akıncı, S., Türkmen, İ., Boğuşlu, M. ve Özdoğan, K., 1988. Ordu-Fatsa-Ünye-Tekkiraz-Cilader yörelerinin jeolojisi ile ilgili maden zuhurlarına ilişkin 1/25000 ölçekli jeoloji raporu, Ankara.
- Çınar, S., Çakır, M., Akıncı, S. ve Türkmen, İ., 1989. Ordu-Kumru-Korgan-Aybastı-Akkuş ve Tokat-Niksar civarının jeolojisi ve maden zuhurlarına ait jeoloji raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Rap. No: 8888, Ankara.
- Çoğulu, E., 1970. Gümüşhane ve Rize granitik plutonlarının mukayeseli petrolojik ve jeokrometrik etüdü, İTÜ Maden Fak., Doçentlik tezi (yayımlanmamış), İstanbul.

- Dal Negro, A., Carbonin, S., Molin, G.M., Cundari, A. ve Piccirillo, E.M., 1982. Intracrystalline Cation Distribution in Natural Clinopyroxenes of Tholeiitic, Transitional, Alkaline Basaltic Rocks. In: Saxena, S.K., (ed), Advances in Physical Geochemistry, Springer, New York, 117-150.
- Davidson, J.P., 1983. Lesser Antilles isotopic evidence of the role of subducted sediment in island arc magma genesis, Nature, 306, 253-256.
- Davidson, J.P., 1987. Crustal contamination versus subduction zone enrichment: examples from the Lesser Antilles and implications for mantle source compositions of island arc volcanic rocks, Geochimica et Cosmochimica Acta, 51, 2185-2198.
- Davies, G., Gledhill, A. ve Hawkesworth, C., 1985. Upper crustal recycling in southern Britain: evidence from Nd and Sr isotopes, Earth and Planetary Science Letters, 75, 1, 1-12
- Davies, H.J. ve Bickle, M.J., 1991. A Physical Model for the Volume and Composition of Melt Produced by Hydrous Fluxing above Subduction Zones, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, series A, 355, 355-364.
- Davies, H. J. ve Stevenson, D. J., 1992. Physical Model of Source Region of Subduction Zone Volcanics, Journal of Geophysical Research, 97, 2037-2070.
- Deer, W.A., Howie, R.A. ve Zussman, J., 1992. An Introduction to the Rock-Forming Minerals, Second Edition, Longman Group Limited, Hong Kong, 696 pp.
- Defant, M.J., Maury, R.C., Ripley, E.D., Feigenson, M.D. ve Jacoques, D., 1991. An example of island-arc petrogenesis: geochemistry and petrology of the southern Luzon arc, Philippines, Journal of Petrology, 32, 455-500.
- DePaolo, D.J. ve Wasserburg, G.J., 1979. Petrogenetic mixing models and Nd-Sr isotopic patterns, Geochimica et Cosmochimica Acta, 43, 615-627.
- DePaolo, D.J., 1981. Trace element and isotopic effects of combined wall-rocks assimilation and fractional crystallization, Earth and Planetary Science Letters, 53, 189-202.
- Dewey, J.F. ve Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, Geological Society of America Bulletin, 90, 84-92.
- Dobosi, G. ve Horvarth, I., 1988. High- and Low-Pressure Cognate Clinopyroxenes from Alkali Lamprophyres of the Velence and Buda Mountains, Hungary, Neues Jahr. Miner. Abh., 158, 3, 241-256.
- Donaldson, C.H. ve Henderson, C.M.B., 1988. A new interpretation of round embayments in quartz crystals, Mineralogical Magazine, 52, 27-33.
- Downes, M.J., 1974. Sector and Oscillatory Zoning in Calcic Augites from Mt. Etna, Sicily, Contribution to Mineralogy and Petrology, 47, 216-228.

- Edwards, C., Menzies, M. ve Thirlwall, M., 1991. Evidence from Muriah, Indonesia, for the interplay of supra-subduction zone and interplate processes in the genesis of potassic alkaline magmas, Journal of Petrology, 32, 555-592.
- Eggler, D.H., 1972. Water-saturated and undersaturated melting relations in a Paricutin andesite and an estimate of water contents in the natural magma, Contribution to Mineralogy and Petrology, 34, 261-271.
- Eichelberger, J.C., 1978. Andesitic volcanism and crustal evolution, Nature, 275, 21-27.
- Elburg, M.A., Bergen, M.V., Hoogewerff, J., Foden, J., Vroon, P., Zulkarnain, I. ve Nasution, A., 2002. Geochemical trends across an arc-continent collision zone: magma sources and slab-wedge transfer processes below the Pantar Strait volcanoes, Indonesia, Geochimica et Cosmochimica Acta, 66, 2771-2789.
- Ellam, R.M. ve Harmon, R.S., 1990. Oxygen isotope constraints on the crustal contributions to the subduction-related magmatism of the Aeolian Island, Southern Italy, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 44, 105-122.
- Ellam, R.M. ve Hawkesworth, C.J., 1988. Elemental and isotopic variations in subduction related basalts: evidence for a three component model, Contribution to Mineralogy and Petrology, 98, 72-80.
- Elmas, A., 1995. Geology of the Kop Dağı area (Bayburt-Erzurum): evolution of a fore-arc basin (in Turkish), Türkiye Petrol Jeologları Dernegi Bülteni, 6, 19-37.
- Er, M., Dursun, Ö., Yılmaz, Z., Saraloğlu, A. ve Kansız, H., 1985. Sayaca (Ulubey Ordu) yöresindeki Ar.22290 No.'lu Alüminyum (İllit) ruhsat sahsının maden jeolojisi raporu, M.T.A, Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale arasının jeolojisi ve mikrofasiyes incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ewart, A., 1982. The mineralogy and petrology of Tertiary-Recent orogenic volcanic rocks: with special reference to the andesitic-basaltic compositional range. In R.S. Thorpe, (eds.) Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks. John Wiley, New York, 29-95.
- Faure, G., 2001. Origin of Igneous Rocks: The Isotopic Evidence, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, 496p.
- Faure, G. ve Mensing, T.M., 2005. Isotopes: Principles and Applications, 3rd ed. John Wiley and Sons, USA, 897p.
- Fink, J.H. ve Manley, C.R., 1987. Origin of pumiceous and glassy textures in rhyolite flows and domes, Geological Society of America, Special Paper, 212, 77-88.

- Fitton, J.G., James, D., Kempton, P.D., Ormerod, D.S. ve Leeman, W.P., 1988. The role of lithospheric mantle in the generation of Late-Cenozoic basic magmas in the Western United States, Journal of Petrology, Special Lithosphere Issue, 331-349.
- Floyd, P.A. ve Winchester, J.A., 1975. Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements, Earth and Planetary Science Letters, 27, 211-218.
- Foden, J.D. ve Green, D.H., 1992. Possible role of amphibole in the origin of andesite: some experimental and natural evidence, Contributions to Mineralogy and Petrology, 109, 479-493.
- Foley, S., 1992. Vein-Plus-Wall-Rock Melting Mechanisms in the Lithosphere and the Origin of Potassic Alkaline Magmas, Lithos, 28, 435-454.
- Folk, R.L., 1962. Spectral Subdivision of Limestone Types in W.E. Ham. (Ed.) Classification of Carbonate Rocks, AAPG Bull., 1, 62-82.
- Frey, F.A., 1984. Rare earth element abundances in upper mantle rocks. In: Rare earth element geochemistry, P. Henderson, (ed.) Development in geochemistry, Elsevier, 153-203.
- Frey, F.A., Green, D. ve Roy, S., 1978. Integrated models of basalt of petrogenesis, a study of quartz tholeiites to olivine melilitites from south Australia utilizing geochemical and experimental petrological data, Journal of Petrology, 19, 463-513.
- Fuhrman, M.L. ve Lidsley, D.H., 1988. Ternary-feldspar modelling and thermometry, American Mineralogist, 73, 201-215.
- Fujikami, H., Tatsumoto, M. ve Aoki, K., 1984. Partition coefficients of Hf, Zr and REE between phenocrysts and groundmasses, Proc. 4th Lunar Planet Sci Conf. 2., Journal of Geophysical Research, 89, 662-672.
- Gedik, İ., Kirmaci, Z., Çapkinoğlu, S., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidlerin jeolojik gelişimi. In: Korkmaz, S., Akçay, M. (Eds.), Geol. Eng. Dept. 30. Anniver. Symposium, Karadeniz Technical University, Trabzon, pp. 654-677.
- George, R., Turner, S., Hawkesworth, C., Nye, C., Bacon, C., Stelling, P. ve Dreher, S., 2004. Chemical versus temporal controls on the evolution of tholeiitic and calc-alkaline magmas at two volcanoes in the Aleutian arc, Journal of Petrology, 45, 203-219.
- Gerlach, D.C. ve Grove, T.L., 1982. Petrology of Medicine Lake Highland volcanics: characterization of end members of magma mixing, Contribution to Mineralogy and Petrology, 80, 147-159.
- Gill, J.B., 1981. Orogenic Andesites and Plate Tectonics, Springer, Berlin, 390p.

- Goldstein, S.L., O'Nions, R.K. ve Hamilton, P.J., 1984. A Sm-Nd isotopic study of atmospheric dusts and particulates from major river systems, Earth and Planetary Science Letters, 70, 221-236.
- Göksu, E., 1974. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Samsun Paftası açıklaması, MTA yayını, Ankara.
- Görür, N., 1988. Timing of opening of the Black Sea Basin, Tectonophysics, 147, 247-262
- Green, T.H. ve Pearson, N.J., 1985. An experimental study of Nb and Ta partitioning between Ti-rich minerals and silicate liquids at high pressure and temperature, Geochimica et Cosmochimica Acta, 47, 925-939.
- Green, T.H. ve Ringwood, A.E., 1967. The genesis of the basaltic magmas, Contribution to Mineralogy and Petrology, 15, 103-190.
- Green, T.H., 1982. Anatexis of mafic crust and highpressure crystallization of andesite. In: andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks, R. S. Thorpe, (ed.), Chichester, Wiley, 465-487.
- Green, T.H. ve Watson, E.B., 1982. Crystallization of apatite in natural magmas under high-pressure, hydrous conditions, with particular reference to "orogenic" rock series, Contribution to Mineralogy and Petrology, 79, 96-105.
- Grove, T.L., Gerlach, D. ve Sando, T., 1982. Origin of calcalkaline lavas at Medicine Lake volcano by fractionation, assimilation and mixing, Contribution to Mineralogy and Petrology, 80,160-182.
- Grove, T.L. ve Donnelly-Nolan, J.M., 1986. The evolution of young silicic lavas at Medicine Lake Volcano, California: implications for the origin of compositional gaps in calc-alkaline serie lavas, Contribution to Mineralogy and Petrology, 92, 281-302.
- Grove, T.L. ve Kinzler, R.J., 1986. Petrogenesis of andesites, Annual Review of Earth and Planetary Sciences Letters, 14, 417-454.
- Gust, D.A. ve Perfit, M.R., 1987. Phase Relations of a High-Mg Basalt from tje Aleution Island Arc: Implications for Primary Island Arc Basalt and High-Al Basalts, Contribution to Mineralogy and Petrology, 97, 7-18.
- Güleç, N., 1991. Crust-Mantle interaction in Western Turkey: Implications from Sr and Nd geochemistry of Tertiary and Quaternary volcanics, Geological Magazine, 128, 417-435.
- Güner, S., Güç, A.R. Yazıcı, E., Köse, Z., Çuvalcı, F. ve Efe, S., 1989. Ordu (Gölköy) yöresi jeoloji raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Gürsoy, H., Öztürk, A. ve İnan, S., 1983. Kelkit (Gümüşhane) ve yakın dolayının tektonostratigrafik gelişimi, A. Suat Erk Sempozyumu, Bildiriler kitabı, 53-64.

- Güven, İ.H., 1993. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 1/250000 ölçekli jeolojik ve metalojenik haritası., MTA, Ankara.
- Hagen, H. ve Neumann, E.R., 1990. Modelling of trace element distribution in magma chambers using open-system models, Computers and Geosciences, 16, 549-56.
- Hammarstrom, J. M. ve Zen, E., 1986. Aluminum in hornblende: An empirical igneous geobarometer, American Mineralogist, 71, 1297-1313.
- Harangi, S., Downes, H. ve Seghedi, I., 2006. Tertiary-Quaternary subduction processes and related magmatism in the Alpine-Mediterranean region, Geological Society, London, Memoirs, 32, 147-166.
- Hart, S.R., 1984. A large-scale isotope anomaly in the southern hemisphere mantle, Nature, 309, 753-757.
- Hart, S.R., Gerlach, D.C. ve White, W.M., 1986. A possible new Sr(Nd)Pb mantle array and consequences for mantle mixing, Geochimica et Cosmochimica Acta, 50, 1551-1557.
- Hart, S.R., Erlank, A.J. ve Kable, E.J.D., 1974. Sea floor basalt alteration: some chemical and Sr isotopic effect, Contributions to Mineralogy and Petrology, 44, 219-230.
- Hart, S.R., Hauri, E., Oschmann, L. ve Whitehead, J., 1992. Mantle plumes and entrainment: isotopic evidence, Science, 256, 517-520.
- Hawkesworth, C., Blake, S., Evans, P., Hughes, R., Macdonald, R., Thomas, L., Turner, S. ve Zellmer, G., 2000. The time scales of crystal fractionation in magma chambers-integrating physical, isotopic and geochemical perspectives, Journal of Petrology, 41, 991-1006.
- Heiken, G. ve Wohletz, K., 1987. Tephra deposits associated with silicic domes and lava flows, Geological Society of America, Special Paper, 212, 55-76.
- Helz, R.T., 1987. Diverse Olivine Types in Lava in the 1959 Eruption of Kilauea Volcano and their Bearing on Eruption Dynamics, In: Decker, R.W., Wright, T.L., Stauffer, P.H., (eds), Volcanism in Hawaii, U.S. Geological Survey Professional Paper, 1350, 691-722.
- Hochstaedter, A.G., Gill, J.B., Taylor, B., Ishizuka, O., Yuasa, M. ve Morita, S., 2000. Across-arc geochemical trends in the Izu-Bonin arc: constraints on source composition and mantle melting, Journal of Geophysical Research, 105, 495-512.
- Holland, T.J.B. ve Blundy, J.D., 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry, Contribution to Mineralogy and Petrology, 116, 433-447.

- Hollister, L.S., Grisson, G.C., Peters, E.K., Stowell, H.H. ve Sisson, V.B., 1987. Confirmation of the empirical calibration of aluminum in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons, American Mineralogist, 72, 231-239.
- Humphris, C.C., Jr., 1978. Salt movement on continental slope, northern Gulf of Mexico. In: A. I. Bouma, G. T. Moore, ve J. M. Coleman, (eds.), Framework, facies, and oil-trapping characteristics of the upper continental margin, American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology, 7, 69-85.
- Hunter, AG. ve Blake, S., 1995. Petrogenetic evolution of a transitional tholeiitic calc-alkaline series, Towada volcano, Japan, Journal of Petrology, 36, 1579-1605.
- Iğdır, İ. ve Kahraman, İ., 1974. Ordu-Fatsa-Zaviköy yöresinin 1/10000 ölçekli jeoloji raporu, MTA Derleme No. 6786, 57 s. (yayınlanmamış).
- Ingle, S., Weis, D. ve Frey, F.A., 2002. Indian continental crust recovered from Elan Bank, Kerguelen Plateau (ODP Leg 183, Site 1137), Journal of Petrology, 43, 1241–1257.
- Innocenti, F., Mazzuoli, C., Pasquare, G., Serri, G. ve Villari L., 1980. Geology of the volcanic area North of Lake Van, Turkey, Geologische Rundschau, 69, 292-322.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of common volcanic rocks, Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 523-548.
- Irving, A., 1978. A Review of Experimental Studies of Crystal/Liquid Trace Element Partitioning, Geochimica et Cosmochimica Acta, 42,1201-1221.
- Irving, A.J. ve Frey, F.A., 1978. Distribution of Trace-Elements between Garnet Megacrysts and Host Volcanic Liquids of Kimberlitic to Rhyolitic Composition, Geochimica et Cosmochimica Acta, 42, 771-787.
- İlbeyli, N., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. ve Mitchell, J.G., 2004. Petrogenesis of collision-related plutonic in Central Anatolia, Turkey, Lithos, 72, 163–182.
- Jahn, B.M. ve Zhang, Z.Q., 1984. Archean granulite gneisses from eastern Hebei Province, China: rare earth geochemistry and tectonic implications, Contributions to Mineralogy and Petrology, 85, 224–243.
- Jahn, B.M., Wu, F.Y. ve Lo, C.H., 1999. Crust–mantle interaction induced by deep subduction of the continental crust: geochemical and Sr–Nd isotopic evidence from post-collisional mafic–ultramafic intrusions of the northern Dabie Complex, Central China, Chemical Geology, 157, 119–146.
- Jicha, B.R., Singer, B.S., Brophy, J.G., Fournelle, J.H., Johnson, C.M., Beard, B.L., Lapen, T.J. ve Mahlen, N.J., 2004. Variable Impact of the Subducted Slab on Aleutian Island Arc Magma Sources: Evidence from Sr, Nd, Pb, and Hf Isotopes and Trace Element Abundances, Journal of Petrology, 45, 9, 1845–1875.

- Johnson, M.C. ve Rutherford, M.J., 1989. Experimental calibration of the aluminium-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley Caldera (California) volcanic rocks, Geology, 17, 837-841.
- Juteau, U.M., Michard, A. ve Albarède, F., 1986. The Pb–Sr–Nd isotope geochemistry of some recent circum-Mediterranean granites, Contributions to Mineralogy and Petrology, 92, 331–40.
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., 2007. Geochemical and Sr–Nd–Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting, Lithos, 98, 67–96.
- Kazmin, V.G., Schreider, A.A. ve Bulychev, A.A., 2000. Early stages of evolution of the Black Sea, Geological Society of London Special Publication, 173, 235-249.
- Kempton, P.D., Dungan, M.A. ve Blanchard, D.P., 1987. Petrology and geochemistry of xenolith-bearing alkalic basalt from the Geronimo Volcanic Field, southeast Arizona: Evidence for polybaric fractionation and implications for mantle heterogeneity. In: Morris, E. M. ve Pasteris, J. D. (eds) Mantle Metasomatism and Alkaline Magmatism, Geological Society of America, Special Paper, 215, 347-370.
- Keskin, İ., Yergök, F.A., Kara, H., Dönmez, M. ve Arslan, M., 1998. Ünye-Fatsa-Kumru-Korgan (Ordu) dolayının jeolojisi, MTA Raporu, J. D. 602, 10182, Ankara.
- Keskin, M., Pearce, J.A. ve Mitchell, J.G., 1998. Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 1-4, 355-404.
- Keskin, M., 2002. FC-Modeler: a Microsoft® Excel© spreadsheet program for modeling Rayleigh fractionation vectors in closed magmatic systems, Computers and Geosciences, 28, 8, 919-928.
- Klein, E.M., 2004. Geochemistry of the Igneous Oceanic Crust. In: Treatise on Geochemistry. Holland, H.D. ve Turekian, K.K. (Editors), Elsevier, Amsterdam, 3, 433-463.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984. Demirözü (Bayburt) güneyinin stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 5, 107-115.
- Lambert, R.J. ve Holland, J.G., 1974. Yttrium Geochemistry Applied to Petrogenesis Utilizing Calcium-Yttrium Relationships in Minerals and Rocks, Geochimica et Cosmochimica Acta, 38, 1393-1414.
- Langmuir, C.H., Vocke, R.D., Hanson, G.N. ve Hart, S.R., 1978. A general mixing equation with applications to Icelandic basalts, Earth and Planetary Science Letters, 37, 380-392.

- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. ve Zanettin, B., 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, Blackwell, Oxford.
- Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lamere, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H. ve Woolley, A.R., 2002. Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms, Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommission of the Systematics of Igneous Rocks, Cambridge University Press., 236.
- Leake, E.B., Wooley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W.V., Nickhel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W. ve Youzhi, G., 1997. Nomenclature of amphiboles report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, European Journal of Mineralogy, 9, 623-651.
- Leat, P.T., Riley, T.R., Wareham, C.D., Millar, I.L., Kelley, S.P. ve Storey, B.C., 2002. Tectonic setting of primitive magmas in volcanic arcs: an example from the Antarctic Peninsula, Journal of the Geological Society, 159, 31-44.
- Le Roex, A.P., 1987. Source regions of mid-ocean ridge basalts; evidence for enrichment processes. In: Menzies, A. M., Hawkesworth, C. J. (Eds.), Mantle Metasomatism, Academic Press, London, 389-422.
- Lindsley, D.H., 1983. Pyroxene thermometry, American Mineralogist, 68, 477-493.
- Lindsley, D.H., ve Andersen, D.J., 1983. A two-pyroxene thermometer, Journal of Geophysical Research, 88, A887-A906.
- Loubet, M., Sassi, R., DiDonato, G., 1988. Mantle heterogeneities: a combined isotope and trace element approach and evidence for recycled continental crust materials in some OIB sources, Earth and Planetary Science Letters, 89, 299-315.
- Luhr, J.F. ve Carmichael, I.S.E., 1980. The Colima Volcanic Complex. Mexico, Contributions to Mineralogy and Petrology, 71, 343-372.
- Maden, N., Gelişli, K., Eyüboğlu, Y. ve Bektaş, O., 2008, Two-and-Three- Dimensional Crustal Thickness of the Eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, [in press].
- Marcy, R.C., Defant, M.J. ve Joron, J.L., 1992. Metasomatism of arc mantle inferred from trace elements in Philippine xenoliths, Nature, 360, 661-663.

- McCulloch, M.T., Kyser, T.K., Woodhead, J.D. ve Kinsley, L., 1994. Pb-Sr-Nd-O Isotopic Constraints on the Origin of Rhyolites from the Taupo Volcanic Zone of New Zealand: Evidence for Assimilation followed by Fractionation of Basalt, Contributions to Mineralogy and Petrology, 115, 303-312.
- McDermott, F., Delfin, F.G., Defant, M.J., Turner, S. ve Maury, R., 2005. The petrogenesis of magmas from Mt. Bulusan and Mayon in the Bicol arc, the Philippines, Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 652-670.
- McDonough, W.F., 1991. Partial melting of subducted oceanic crust and isolation of its residual eclogitic lithology, Philosophical Transactions of the Royal Society, London, 335A, 407-418.
- McKenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 30, 109-185.
- McKenzie, D. P. ve O’Nions, R.K., 1991. Partial melt distributions from inversion of rare earth element concentrations, Journal of Petrology, 32, 1021-1091.
- Menzies, M. ve Kyle, P.R., 1990. Continental volcanism: a crust-mantle probe. In: *Continental Mantle* (M.A. Menzies ed.), Clarendon Press, Oxford, 157-177.
- Middlemost, E.A.K., 1988. *Magmas and Magmatic rocks: An Introduction to Igneous Petrology*. Longman and Wiley. New York. 266p.
- Morimoto, M., 1988. Nomenclature of pyroxenes, Mineralogical Magazine, 52, 535-550.
- Mysen, B.O., 1982. The role of mantle anatexis. In: *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks* (R, S. Thorpe ed.) Chichester, Wiley, 489-522.
- Nelson, S.T. ve Davidson J.P., 1993. Interaction between mantle-derived magmas and mafic crust, Henry Mountains, Utah, Journal of Geophysical Research, 98, (B2), 1837-1852.
- Nimis, P., 1995. A Clinopyroxene Geobarometer for Basaltic Systems Based on Crystal Structure Modeling, Contributions to Mineralogy and Petrology, 121, 115-125.
- O’Hara, M.J. ve Mathews, R.E., 1981. Geochemical evolution in an advancing, periodically replenished, periodically tapped, continuously fractionated magma chamber, Journal of the Geological Society of London, 138, 237-277.
- Okay, A.İ. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, American Association of Petroleum Geologists Memoir, 68, 291-311.
- Okay, A.İ., Şahintürk, Ö. ve Yakar, H., 1997. Stratigraphy and tectonics of the Pulur (Bayburt) region in the Eastern Pontides, *Mineral Research Exploration Bulletin*, 119, 1-24.

- Özbeşikçi, A., Kırıcı, M. ve Uysal, M., 1981. Ordu–Giresun–Gümüşhane-Samsun yörelerindeki manganez zuhurlarına ait prospeksiyon raporu, MTA. Ankara
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidlerde Kretase, *KTÜ., Yerbilimleri Dergisi*, 2, 65-114.
- Pamic, J., McKee, E.H., Bullen, T.D. ve Lanphere, M.A., 1995. Tertiary Volcanic Rocks from the Southern Pannonian Basin, Croatia, *International Geology Review*, 37, 259-283.
- Peacock, S.M., 1990. Numerical Simulation of Metamorphic Pressure-Temperature-Time Paths and Fluid Production in Subducting Slabs, *Tectonics*, 9, 1197-1211.
- Pearce, J.A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate margins, In: R. S. Thorpe (ed.), *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*. Wiley, New York, 525-548.
- Pearce, J.A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In C. J., Hawkesworth ve M. J. Norry, (eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, Shiva, Cheshire, 230-249.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. ve Mitchell, J.J., 1990. Genesis of collision volcanism in eastern Anatolia Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 189-229.
- Pearce, J.A. ve Cann, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, *Earth and Planetary Science Letters*, 19, 290-300.
- Pearce, J.A. ve Norry, M.L., 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 33-47.
- Pearce, T.H., Russel, J.K. ve Wolfson, I., 1987. Laser-Interference and Normarski Interference Imaging of Zoning Profiles in Plagioclase Phenocrysts from the May 18, 1980 Eruption of Mount St. Helens, Washington, *American Mineralogist*, 72, 1131-1143.
- Pearce, J.A. ve Parkinson, I.J., 1993. Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis. In: Prichard, H.M., Alabaster, T., Harris, N.B.W. & Neary, C.R. (eds), *Magmatic Processes and Plate Tectonics*, *Geological Society Special Publication*, 76, 373-403.
- Pearce, J.A. ve Peate, D.W., 1995. Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 23, 251–285.
- Peate, D.W., Pearce, J.A., Hawkesworth, C.J., Colley, H., Edwads, C.M.H. ve Hirose, K. 1997. Geochemical variations in Vantu arc lavas: the role of subducted material and a variable mantle wedge composition, *Journal of Petrology*, 38,1331-1358.

- Peate, D.W., Kokfelt, T.F., Hawkesworth, C.J., van Calsteren, P.W., Hergt, J.M. ve Pearce, J.A., 2001. U-series isotope data on Lau Basin glasses: the role of subduction-related fluids during melt generation in back-arc basins, Journal of Petrology, 42, 1449–1470.
- Peccerillo, A., Dallai, L., Frezzotti, M.L. ve Kempton, P.D., 2004. Sr–Nd–Pb–O isotopic evidence for decreasing crustal contamination with ongoing magma evolution at Alicudi volcano (Aeolian arc, Italy): implications for style of magma-crust interaction and for mantle source compositions, Lithos, 78, 217-233.
- Pelin, S., 1977, Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, K.T.Ü. Yayınları, 87, 103s, Trabzon.
- Perfit, M.R., Gust, D.A., Bence, A.R., Arculus, R.J. ve Taylor, S.R., 1980. Chemical Characteristic of Island-Arc Basalts: Implications for Mantle Sources, Chemical Geology, 30, 227-256.
- Philpotts, A.R., 1990. Principles of igneous and metamorphic petrology, Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey, 498p.
- Plank, T. ve Langmuir, C.H., 1998. The geochemical composition of subducting sediment and its consequences for the crust and mantle, Chemical Geology, 145, 325–394.
- Plank, T., 2005. Constraints from Thorium/Lanthanum on sediment recycling at subduction zones and the evolution of the continents, Journal of Petrology, 46, 921–944.
- Powell, R., 1984. Inversion of the assimilation and fractional crystallisation (AFC) equations: suites, Journal of the Geological Society of London, 141, 447-452.
- Presnall, D.C., Dixon, S.A., Dixon, J.R., O'Donnell, T.H., Drennes, N.L., Schrick, R.L. ve Dycus, D.W., 1978. Liquidus phase relations on the join diopside-forsterite-anorthite from 1 atm to 20 kb: Their bearing on the generation and crystallization of basaltic magma, Contribution to Mineralogy and Petrology, 66, 203-220.
- Putirka, K.D., 2003. New igneous thermobarometers based on plagioclase + liquid equilibria, Eos. Trans. AGU, Fall Meeting. Suppl., Abstract, 84, 46, F1583.
- Putirka, K.D., 2005. Igneous thermometers and barometers based on plagioclase + liquid equilibria: Tests of some existing models and new calibrations, American Mineralogist, 90, 336-346.
- Raase, P., 1974. Al and Ti contents of hornblende, indicators of pressure and temperature of regional metamorphism, Contributions to Mineralogy and Petrology, 45, 231–236.
- Renne, P.R., Swisher, C.C., Deino, A.L., Karner, D.B., Owens, T.L. ve DePaolo, D.J. 1998. Intercalibration of standards, absolute ages and uncertainties in $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating, Chemical Geology, 145, 117-152.

- Robertson, A.H.F. ve Dixon, J.E., 1984. Introduction: Aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J.E., Robertson, A. H. F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society of London, Special Publication, 17, 1-74.
- Robinson, A.G., Banks, C.J., Rutherford, M.M. ve Hirst, J.P.P., 1995. Stratigraphic and structural development of the Eastern Pontides, Turkey, Journal of the Geological Society of London, 152, 861-872.
- Rogers, N.W., Hawkesworth, C.J. ve Ormerod, D.S., 1995. Late Cenozoic basaltic magmatism in the Western Great Basin, California and Nevada, Journal of Geophysical Research, 100, 10287-10301.
- Rollinson, H.R., 1993. Using Geochemical Data: Evolution. Presentation. Interpretation, John Wiley Sons. Inc., 352 pp.
- Romick, J.D., 1987. Amphibole fractionation and magma mixing in andesites and dacites from the central Aleutians, Alaska, Transactions American Geophysical Union (EOS), 68, 461.
- Rudnick, R.L. ve Fountain, D.M., 1995. Nature and composition of the continental-crust: a lower crustal perspective, Reviews of Geophysics. 33, 3, 267–309.
- Rudnick, R.L. ve Gao, S., 2003. The composition of the continental crust. In: Rudnick, R.L., (Eds.), The Crust. In: Holland, H.D., Turekian, K.K., (Eds.), Treatise on Geochemistry, vol. 3. Elsevier, Oxford, pp. 1–64.
- Ruffet, G., Féraud, G., Ballèvre, M. ve Kiénast, J.R., 1995. Plateau ages and excess argon in phengites: an ^{40}Ar - ^{39}Ar laser probe study of Alpine micas (Sesia Zone, Western Alps, northern Italy), Chemical Geology (Isotopic Geoscience Section), 121, 327-343.
- Ruffet, G., Gruau, G., Ballèvre, M., Féraud, G. ve Philippot, P., 1997. Rb-Sr and ^{40}Ar - ^{39}Ar laser probe dating of high-pressure phengites from the Sesia zone (western Alps): underscoring of excess argon and new age constraints on the high-pressure metamorphism, Chemical Geology, 141, 1-18.
- Saunders, A.D., Tarney, J. ve Weaver, S. D., 1980. Transverse geochemical variations across the Antarctic Peninsula: Implications for the genesis calcalkaline magmas, Earth and Planetary Science Letters, 46, 344-360.
- Saunders, A.D., Norry, M.J. ve Tarney, J., 1991. Fluid influence on the trace element compositions of subduction zone magmas, Philosophical Transactions of the Royal Society of London A335, 377-392.
- Sazonova, L.V. ve Nosova, A.A., 1999. Clinopyroxene Zoning as an Indicator of the Magmatic Melt Cooling Conditions: An Example of Odinites from the Urals, Geochem. Inter., 37, 12, 1141-1157.

- Schiano, P., Clocchiatti, R., Shimizu, N., Maury, R.C., Jochum, K.P. ve Hofmann, A.W., 1995. Hydrous, silica rich melts in the sub-arc mantle and their relationship with erupted arc lavas, Nature, 377, 595-600.
- Shaw, D.M., 1970. Trace element Fractionation during Anatexis, Geochimica et Cosmochimica Acta, 34, 237-259.
- Shaw, D.M., 2006. Trace Elements in Magmas: A Theoretical Treatment, Cambridge University Press, 243 pp.
- Shelley, D., 1993. Igneous and metamorphic rocks under the microscope, Chapman and Hall, London, 445 pp.
- Sheridan, M.F., Frazetta, G. ve La Volpe, L., 1987. Eruptive histories of Lipari and Vulcano, Italy, during the past 22,000 years, Geological Society of America, Special Paper, 212, 29-34.
- Simonetti, A., Shore, M. ve Bell, K., 1996. Diopside Phenocrysts from Nephelinite Lavas, Napak Volcano, Eastern Uganda: Evidence for Magma Mixing, Canadian Mineralogist, 34, 411-421.
- Speer, J.A., 1987. Evolution of AFM mineral assemblages in granitoid rocks: The hornblende + melt = biotite reaction in the Liberty Hill pluton, South Carolin, American Mineralogist, 72, 863-878.
- Steiger, R. H. ve Jäger, E., 1977. Subcommittee on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology, Earth and Planetary Science Letters, 36, 359-362.
- Steiger, R.H. ve Wasserburg, G.J., 1966. Systematics in the Pb^{208} – Th^{232} , Pb^{207} – U^{235} , Pb^{206} – U^{238} systems, Journal of Geophysical Research, 71, 6065–6090.
- Stolz, A.J., Varne, R., Wheller, G.E., Foden, J.D. ve Abbott, M.J., 1988. The Geochemistry and Petrogenesis of K-rich Alkaline Volcanic from the Batu Tara Volcano, Eastern Sunda Arc, Contributions to Mineralogy and Petrology, 98,374-389.
- Stolz, A.J., Jochum, K.P., Spottel, B. ve Hotmann, A.W., 1996, Fluid and Melt Related Enrichment in the Sub-arc Mantle: Evidence from Nb/Ta Variations in Island-arc Basalts, Geology, 24, 587-590.
- Stormer, J.C. ve Nicholls. J., 1978. XLFRAC: A program for the interactive testing of magmatic differentiation models, Computers and Geoscience, 4, 143-149.
- Sun, S. ve Hanson, G., 1975. Evolution of Mantle, Geochemical Evidence from Alkali Basalt, Geology, 3, 297-302.
- Sun, S. ve McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalt: Implications for mantle composition and processes, In: A. D. Saunders, ve M.J. Norry, (eds.), Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society of London Special Publication, 42, 313-345.

- Sutcliffe, R.H., Smith, A.R. ve Doherty, A., 1990. Mantle-Derivation of Archaean Amphibole-bearing Granitoid and Associated Mafic Rocks: Evidence from the Southern Superior Province, Canada, Contributions to Mineralogy and Petrology, 105, 255-274.
- Şen, C., Arslan, M. ve Van. A., 1998. Doğu Pontid (Kd Türkiye) Eosen (?) Alkalen Volkanik Provensinin Jeokimyasal ve Petrolojik Karakteristikleri, Tübitak Yayınları, Turkish Journal of Earth Sciences, 7, 231-239.
- Şen, C., 2000. Petrography, mineralogy and chemistry of ultramafic of nodules from volcanic rocks of Post Eocene age, Eastern Pontide alkaline province (NE, Turkey), Cumhuriyatin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bild. Kitabı, 1, 55-66.
- Şen, C., 2007. Jurassic Volcanism in the Eastern Pontides: Is it Rift Related or Subduction Related?, Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 523-539.
- Şengör, A.M.C. ve Kidd, W.S.F., 1979. Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet, Tectonophysics, 55, 361-376.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genç, T. ve Zor, E., 2003. East Anatolian high plateau as a mantle-supported, North-south shortened domal structure, Geophysical Research Letters, 30, 24, 8045.
- Tatar, S. ve Boztuğ. D., 1997. Magmatik petrojenez çalışmalarında kısmi erime. magma karışımı-asimilasyon. fraksiyonel kristalleşme ve asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme süreçlerinin jeokimyasal modellemesi, TMMOB Jeol. Müh. Odası Yay., 50. 8-22.
- Taylor, R.H., Jr., 1980. The effects of assimilation of country rocks by magmas on $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ systematics, Earth and Planetary Science Letters, 47, 243-64.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., 1985. The Continental Crust, Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford, 312p.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., 1995. The geochemical evolution of the continental crust, Reviews of Geophysics, 33, 2, 241-265.
- Taylor, H.P., Jr. ve Sheppard, S.M.F., 1986. Igneous Rocks: I. Processes of isotopic fractionation and isotope systematics. In Rev. Mineral. 16: Stable Isotope in High temperature Geological Processes. (ed.) J. W. Valley. H. P. Taylor. Jr. and JR. O'Neil., Washington, Mineralogical Society of America, 227-271.
- Temizel, İ., 2002, İkizce (Ünye-Ordu) yöresi volkanik kayaların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 152s.

- Temizel, İ. ve Arslan, M., 2002. Geochemical and petrological characteristics of İkizce (Ordu) area volcanic rocks: evidences on the evolution of eastern Pontides Tertiary Volcanism, NE Turkey, İstanbul, 1st International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering p.90.
- Temizel, İ. ve Arslan, M., 2003. Geochemical modelling of magmatic processes in the evolution of Tertiary volcanics in the İkizce (Ünye-Ordu) area, NE-Turkey, Süleyman Demirel University, Journal of Science Institute Special Publication, 7, 2, 161-177.
- Temizel, İ. ve Arslan, M., 2005. İkizce (Ordu) yöresindeki Tersiyer yaşlı kalk-alkalen volkanitlerinin mineral kimyası ve petrokimyası, KD Türkiye, Yerbilimleri (Earth Sciences), 26, 1, 25-47.
- Temizel, İ., Arslan, M. ve Ruffet, G., 2007. Petrochemical and ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronological evidence of postcollisional Tertiary calc-alkaline volcanism in the Ulubey (Ordu), eastern Pontide, NE Turkey, 17th Annual V.M. Goldschmidt Conference Abstracts, Cologne, Germany. Geochimica et Cosmochimica Acta, 71, A1013.
- Temizel, İ. ve Arslan, M., 2008. Petrology and geochemistry of Tertiary volcanic rocks from the İkizce (Ordu) area, NE Turkey: implications for the evolution of the eastern Pontide paleo-magmatic arc, Journal of Asian Earth Sciences, 31, 4-6, 439-463.
- Terlemez, İ., Gürel C., Yılmaz A. ve Pehlivanoğlu, H., 1974. Karadeniz kuşağı'nın Ordu Yöresindeki Jeoloji Özellikleri, 28 Türkiye Jeoloji bilimsel ve Teknik Kongresi, Bildiri Özetleri, Ankara, 20 s.
- Terlemez, İ. ve Yılmaz, A., 1980. Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi, TJK Bülteni, 23/2, 179-192, Ankara.
- Thirlwall, M. F., Smith, T.E., Graham, A.M., Theodorou, N., Hollings, P., Davidson, J.P. ve Arculus, R.J., 1994. High field strength element anomalies in arc lavas; source or process? Journal of Petrology, 35, 3, 819-838.
- Thirlwall, M.F., Graham, A.M., Arculus, R.J., Harmon, R.S. ve Macpherson, C.G., 1996. Resolution of the effects of crustal assimilation, sediment subduction, and fluid transport in island arc magmas: Pb-Sr-Nd-O isotope geochemistry of Grenada, Lesser Antilles, Geochimica et Cosmochimica Acta, 60, 4785-4810.
- Thompson, R.N., 1974. Some High-Pressure Pyroxenes, Mineralogical Magazine, 39, 768-787.
- Thompson, R.N., 1977. Primary basalts and magma genesis, Contributions to Mineralogy and Petrology, 60, 91-108.
- Thompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L. ve Parry, S.J., 1984. An assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: An elemental approach, Philosophical Transactions of the Royal Society, London, 310, 549-590.

- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Area, NE Turkey, Doktora Tezi, University of London.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Eosen Yaşlı Kalkalkalen Andezitler ve Jeotektonizma, TJK Bülteni, Cilt: 20, Sayı:1, S. 49-54, Trabzon.
- Tokel, S., 1995. Magmatic and Geochemical Evolution of the Pontide Segment of the Northern Tethys Subduction System. In: Geology of the Black Sea Region, A. Erler vd. (Eds.), Proceedings of the Inter. Semp. on the Geology of the Black Sea Region, MTA, Ankara, 163-170.
- Topuz, G., Altherr, R., Satir, M. ve Schwarz, W., 2001. Age and metamorphic conditions of low-grade metamorphism in the Pulur Massif, NE Turkey, Fourth International Turkish Geology Symposium Abstracts, Adana, Turkey, p.215.
- Topuz, G., 2002. Retrograde P–T path of anatectic migmatites from the Pulur Massif, Eastern Pontides, NE Turkey: petrological and microtextural constraints, 1st International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering Abstracts, Istanbul, Turkey, 110 p.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M. ve Dokuz, A., 2005. Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441–455.
- Tsuchiyama, A., 1985. Dissolution kinetics of plagioclase in the melt of the system diopside-albite-anorthite and origin of dusty plagioclase in andesite, Contributions to Mineralogy and Petrology, 89, 1-16.
- Turner, S., Hawkesworth, C., van Calsteren, P., Heath, E., Macdonald, R. ve Black, S., 1996. U-series isotopes and destructive plate margin magma genesis in the Lesser Antilles, Earth and Planetary Science Letters, 142, 191–207.
- Turner, S., Hawkesworth, C., Rogers, N., Bartlett, J., Worthington, T., Hergt, J., Pearce, J. ve Smith, I., 1997. ^{238}U – ^{230}Th disequilibrium, magma petrogenesis, and flux rates beneath the depleted Tonga–Kermadec island arc, Geochimica et Cosmochimica Acta, 61, 4855–4884.
- Turner, S.P., 2002. On the time-scales of magmatism at island-arc volcanoes, Philosophical Transactions of the Royal Society, Series A360, 2853–2871.
- Turner, S.P., 2005. Some remarks on magmatic processes beneath island arc volcanoes. Advances in Science, Earth Sciences, Imperial College Press, 131-155.
- Türk Yugoslav Ekibi, 1970. Ordu, Kabadüz sahası 1/25000 ölçekli jeoloji etüdü ve prospeksiyon raporu, MTA Rapor No: 4596 (yayımlanmamış), Ankara.
- Vernon, H.R., 2004. A practical guide to rock microstructure, Cambridge University Press., 594pp.

- Vollmer, R., 1976. Rb-Sr and U-Th-Pb systematics of alkaline rocks: the alkaline rocks from Italy, Geochimica et Cosmochimica Acta, 40, 283-295.
- Watson, E.B. ve Green, T. H., 1982. Apatite liquid-partition coefficients for the rare earth elements and strontium, Earth and Planetary Science Letters, 56, 405-421.
- Watson, S. ve McKenzie, D., 1991. Melt Generation by Plumes: A Study of Havvaian Volcanism, Journal of Petrology, 32, 501-537.
- Watson, E.B., 1979. Apatite saturation in basic to intermediate magmas, Geophysical Research Letters, 6, 937-940.
- Wedepohl, K.H., 1995. The composition of the continental crust, Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 1217-1239.
- White, W.M. ve Patchett, J., 1984. Hf-Nd-Sr isotopes and incompatible element abundances in island arcs: implications for magma origins and crust mantle evolution, Earth and Planetary Science Letters, 67, 167-185.
- White, W.M., Dupré, B. ve Vidal, P., 1985. Isotope and trace element geochemistry of sediments from the Barbados ridge-Demerara plain region, Atlantic ocean, Geochimica et Cosmochimica Acta, 49, 1875-1886.
- White, W.M. ve Dupré, B., 1986. Sediment subduction and magma genesis in the Lesser Antilles: isotopic and trace element constraints, Journal of Geophysical Research, 91, 5927-5941.
- White, W.M. ve McKenzie, D.P., 1989. Magmatism at rift zone: the generation of volcanic continental margins and flood basalts, Journal of Geophysical Research, 94, 7685-7729.
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis*. Oxford: Oxford University Press. 466 pp.
- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A., 1976. Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks, Earth and Planetary Science Letters, 28, 459-469.
- Yaylalı, G., 2000. Akoluk (Ulubey-Ordu) epitermal altın cevherleşmesinin jeolojisi, mineralojisi, hidrotermal alterasyon ve jeokimyasal özellikleri açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 196s.
- Yılmaz, C., Şen, C. ve Özgür, S., 2001. Timing of the earliest andesitic volcanicity activity in the Eastern Pontide volcanic arc, Inter. Earth Sci. Coll. On the Aegean Region, İzmir, 47-55.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, Bildiriler Kitabı, Trabzon, 45, 141-165.

- Yılmaz, C., 2006. Platform-slope transition during rifting: The Mid-Cretaceous succession of the Amasya region (Northern Anatolia) Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27/2, 194-206.
- Yılmaz, C. ve Kandemir, R., 2006. Sedimentary records of the extensional tectonic regime with temporal cessation: Gümüşhane Mesozoic basin, Eastern Pontides (NE Turkey), Geologica Carpathica, 57, 1, 3-13.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D., 1996. Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey, International Geology Review, 38, 935–956.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. ve Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonics of the Pontides. in Robinson, A.G. (eds.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, 68, 183-226.
- Yogodzinski, G.M., Kay, R.W., Volynets, O.N., Koloskov, A.V. ve Kay, S.M., 1995. Magnesian andesite in the western Aleutian Komandorsky region. Implications for slab melting and processes in the mantle wedge, Geological Society of American Bulletin, 107, 505-519.
- York, D., 1969. York, Least squares fitting of a straight line with correlated errors, Earth and Planetary Science Letters, 5, 320–324.
- Zack, T., Foley, S.F. ve Jenner, G.A., 1997. A consistent partition set for clinopyroxene, amphibole and garnet from laser ablation microprobe analysis of garnet pyroxenites from Kakanui, New Zealand, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 172, 23–41.
- Zellmer, G.F., Annen, C., Charlier, B.L.A., George, R.M.M., Turner, S.P. ve Hawkesworth, C.J., 2005. Magma evolution and ascent at volcanic arcs: constraining petrogenetic processes through rates and chronologies, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 140, 171-191.
- Zhu, D.C., Pan, G.T., Mo, X.X., Liao, Z.L., Jiang, X.S., Wang, L.Q. ve Zhao, Z., 2006. Petrogenesis of volcanic rocks in the Sangxiu Formation, central segment of Tethyan Himalaya: A probable example of plume–lithosphere interaction, Journal of Asian Earth Sciences 29, 2-3, 320-335.
- Zindler, A. ve Hart, S.R., 1986. Chemical geodynamics, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 14, 493-571.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Ulubey (Ordu) yöresinde gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında, mineral kimyası, tüm-kayaç jeokimyası ve izotopik amaçlı alınan örneklerin örnek alım noktalarının jeolojik haritadaki koordinatları (TB: Trakibazalt ve piroklastitleri, TDT: Trakidasit-Dasit Takımı, TTRT: Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı, ATT: Andezit-Trakiandezit Takımı, BD: Bazalt daykısı; ÜKET: Üst Kretase-Eosen tortul kayaçları, ÜKAB: Üst Kretase Andezit-Bazalt ve piroklastitleri, ÜKT: Üst Kretase tortul kayaçları, ÜKDR: Üst Kretase Dasit-Riyodasit ve piroklastitleri)

Örnek No.	Birim veya Takım Adı	Koordinatlar	Mineral Kimyası	Tüm-kayaç Jeokimyası	Yaş ve İzotop Jeokimyası
YS-1	TB	37T 0392339 / UTM 4528206		X	
YS-2	TB	37T 0392125 / UTM 4527895	X	X	X
YS-3	TB	37T 0392675 / UTM 4527884		X	
YS-4	TB	37T 0392655 / UTM 4527625		X	
YS-5	TB	37T 0393015 / UTM 4527496			
YS-6	TB	37T 0392681 / UTM 4527618			
YS-7	TB	37T 0392672 / UTM 4527275		X	
YS-8	TB	37T 0392514 / UTM 4527711	X		
YS-9	TB	37T 0392447 / UTM 4528067		X	
YS-10	TB	37T 0392422 / UTM 4527928			
YS-11	TB	37T 0392674 / UTM 4527413			
YS-12	TB	37T 0392428 / UTM 4527828			
YS-13	TB	37T 0392500 / UTM 4527462		X	
ÇT-1	TDT	37T 0398652 / UTM 4527837			
ÇT-2	TDT	37T 0398770 / UTM 4527796	X	X	
ÇT-3	TDT	37T 0398873 / UTM 4527777		X	
ÇT-4	TDT	37T 0398689 / UTM 4527834		X	
ÇT-5	TDT	37T 0398826 / UTM 4527815	X	X	
ÇT-6	TDT	37T 0398826 / UTM 4527796			
ÇT-7	TDT	37T 0398774 / UTM 4527745			
ÇT-8	TDT	37T 0398662 / UTM 4527712			
ÇT-9	TDT	37T 0398635 / UTM 4527682			
ÇT-10	TDT	37T 0398514 / UTM 4527664			
EC-1	TDT	37T 0398778 / UTM 4528365		X	
EC-2	TDT	37T 0398502 / UTM 4528115		X	
EC-3	TDT	37T 0398574 / UTM 4528196			
EC-4	TDT	37T 0398506 / UTM 4528538			
EC-5	TDT	37T 0398610 / UTM 4528430		X	
EC-6	TDT	37T 0398776 / UTM 4528592			

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek No.	Birim veya Takım Adı	Koordinatlar	Mineral Kimyası	Tüm-kayaç Jeokimyası	Yaş ve İzotop Jeokimyası
EC-7	TDT	37T 0398891 / UTM 4528632	X		
EC-8	TDT	37T 0398820 / UTM 4528346	X	X	
EC-9	TDT	37T 0398677 / UTM 4528505			
EC-10	TDT	37T 0399075 / UTM 4528312		X	
EC-11	TDT	37T 0399160 / UTM 4528298			
EC-12	TDT	37T 0399201 / UTM 4528404		X	X
IS-1	TTRT	37T 0396115 / UTM 4528776			
IS-2	TTRT	37T 0396004 / UTM 4528915		X	
IS-3	TTRT	37T 0395978 / UTM 4528317			
IS-4	TTRT	37T 0395943 / UTM 4528225		X	
IS-5	TTRT	37T 0396090 / UTM 4528380			
IS-6	TTRT	37T 0396124 / UTM 4528272			
IS-7	TTRT	37T 0395928 / UTM 4528620		X	
IS-8	TTRT	37T 0395991 / UTM 4528174		X	
IS-9	TTRT	37T 0395825 / UTM 4528489		X	
IS-10	TTRT	37T 0396027 / UTM 4528910		X	
KB-1	ATT	37T 0395095 / UTM 4524929		X	
KB-2	ATT	37T 0394780 / UTM 4524754	X	X	
KB-3	ATT	37T 0392031 / UTM 4525378			
KB-4	ATT	37T 0394974 / UTM 4525470			
KB-5	ATT	37T 0395203 / UTM 4525471			
KB-6	ATT	37T 0395171 / UTM 4525115			
KB-7	ATT	37T 0395088 / UTM 4525213		X	
KB-8	ATT	37T 0395091 / UTM 4525537		X	
KB-9	ATT	37T 0395097 / UTM 4524985		X	X
KB-10	ATT	37T 0395055 / UTM 4525367			
KB-11	ATT	37T 0394805 / UTM 4524816			
KB-12	ATT	37T 0395080 / UTM 4524969		X	
KB-13	ATT	37T 0395054 / UTM 4525084			
KB-14	ATT	37T 0395155 / UTM 4525113			
KB-15	ATT	37T 0395169 / UTM 4525312			
GY-1	ATT	37T 0398398 / UTM 4525988		X	
GY-2	ATT	37T 0398396 / UTM 4529955		X	
GY-3	ATT	37T 0398378 / UTM 4525941			
GY-4	ATT	37T 0398320 / UTM 4525946		X	
GY-5	ATT	37T 0398186 / UTM 4526081			
GY-6	ATT	37T 0398169 / UTM 4526123			
GY-7	ATT	37T 0398215 / UTM 4526011			
GY-8	ATT	37T 0398144 / UTM 4526178			
GY-9	ATT	37T 0398345 / UTM 4526112			

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek No.	Birim veya Takım Adı	Koordinatlar	Mineral Kimyası	Tüm-kayaç Jeokimyası	Yaş ve İzotop Jeokimyası
GY-10	ATT	37T 0398669 / UTM 4526144	X	X	X
GY-11	ATT	37T 0398690 / UTM 4526400	X	X	
GY-12	ATT	37T 0398748 / UTM 4525500		X	
GY-13	ATT	37T 0398970 / UTM 4525605			
GY-14	ATT	37T 0398785 / UTM 4529167			
FK-1	ATT	37T 0396416 / UTM 4527266		X	
FK-2	ATT	37T 0396345 / UTM 4527290	X	X	
FK-3	ATT	37T 0396394 / UTM 4527463	X	X	
FK-4	ATT	37T 0396302 / UTM 4527355			
FK-5	ATT	37T 0396369 / UTM 4527306			
FK-6	ATT	37T 0396491 / UTM 4527340		X	
FK-7	ATT	37T 0396598 / UTM 4527351			
FK-8	ATT	37T 0396779 / UTM 4527455			
FK-9	ATT	37T 0396718 / UTM 4527378		X	X
FK-10	ATT	37T 0396617 / UTM 4527301		X	
FK-11	ATT	37T 0396215 / UTM 4527403			
FK-12	ATT	37T 0396317 / UTM 4527377			
FK-13	ATT	37T 0396482 / UTM 4527383			
FK-14	ATT	37T 0396417 / UTM 4527344			
KR-1	ATT	37T 0395739 / UTM 4525880			
KR-2	ATT	37T 0395655 / UTM 4525778		X	
KR-3	ATT	37T 0395705 / UTM 4525823			
KR-4	ATT	37T 0395729 / UTM 4525952	X	X	X
KR-5	ATT	37T 0395812 / UTM 4525670	X		
KR-6	ATT	37T 0395758 / UTM 4525968			
KR-7	ATT	37T 0396001 / UTM 4525703		X	
KR-8	ATT	37T 0396101 / UTM 4525971		X	
KR-9	ATT	37T 0396097 / UTM 4526020		X	
KR-10	ATT	37T 0395915 / UTM 4525550		X	
KR-11	ATT	37T 0395876 / UTM 4525689			
KR-12	ATT	37T 0395652 / UTM 4525897			
V-6	BD	37T 0399103 / UTM 4522813		X	
V-7	BD	37T 0400213 / UTM 4523754			
T-1	ÜKET	37T 0401567 / UTM 4529843			
T-2	ÜKET	37T 0401743 / UTM 4529746			
T-3	ÜKET	37T 0401824 / UTM 4529685			
T-4	ÜKET	37T 0399257 / UTM 4526271			
T-5	ÜKET	37T 0400188 / UTM 4526035			
T-6	ÜKET	37T 0400076 / UTM 4527133			
T-7	ÜKET	37T 0396244 / UTM 4526962			

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek No.	Birim veya Takım Adı	Koordinatlar	Mineral Kimyası	Tüm-kayaç Jeokimyası	Yaş ve İzotop Jeokimyası
T-8	ÜKET	37T 0397713 / UTM 4527543			
T-9	ÜKET	37T 0298457 / UTM 4527124			
T-10	ÜKET	37T 0395345 / UTM 4525654			
T-11	ÜKET	37T 0395258 / UTM 4525579			
T-12	ÜKET	37T 0397567 / UTM 4525796			
T-13	ÜKET	37T 0401827 / UTM 4529360			
T-15	ÜKET	37T 0401769 / UTM 4529614			
T-16	ÜKET	37T 0401809 / UTM 4529411			
T-17	ÜKET	37T 0401296 / UTM 4528645			
T-18	ÜKET	37T 0399255 / UTM 4526812			
T-19	ÜKET	37T 0398967 / UTM 4526905			
T-20	ÜKET	37T 0398747 / UTM 4526734			
T-21	ÜKET	37T 0398768 / UTM 4526578			
T-22	ÜKET	37T 0399343 / UTM 4525985			
T-23	ÜKET	37T 0399239 / UTM 4523607			
T-24	ÜKET	37T 0399175 / UTM 4523459			
T-25	ÜKET	37T 0399089 / UTM 4523487			
T-26	ÜKET	37T 0399010 / UTM 4525237			
T-27	ÜKET	37T 0395578 / UTM 4524458			
T-28	ÜKET	37T 0395620 / UTM 4524571			
T-29	ÜKET	37T 0395378 / UTM 4522389			
T-30	ÜKET	37T 0395553 / UTM 4524520			
T-31	ÜKET	37T 0395569 / UTM 4524378			
T-32	ÜKET	37T 0395489 / UTM 4524116			
T-33	ÜKET	37T 0395437 / UTM 4526328			
T-34	ÜKET	37T 0395428 / UTM 4526357			
T-35	ÜKET	37T 0395187 / UTM 4526415			
T-36	ÜKET	37T 0395167 / UTM 4526446			
T-37	ÜKET	37T 0395137 / UTM 4526498			
T-38	ÜKET	37T 0395449 / UTM 4526506			
T-39	ÜKET	37T 0395567 / UTM 4526756			
T-40	ÜKET	37T 0396745 / UTM 4526929			
T-41	ÜKET	37T 0396692 / UTM 4527073			
T-42	ÜKET	37T 0396227 / UTM 4527834			
T-43	ÜKET	37T 0396216 / UTM 4527828			
T-44	ÜKET	37T 0395045 / UTM 4524609			
V-1	ÜKAB	37T 0401312 / UTM 4525815			
V-2	ÜKAB	37T 0401975 / UTM 4525718			
V-3	ÜKAB	37T 0401713 / UTM 4525656			
V-4	ÜKAB	37T 0400256 / UTM 4523125			

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek No.	Birim veya Takım Adı	Koordinatlar	Mineral Kimyası	Tüm-kayaç Jeokimyası	Yaş ve İzotop Jeokimyası
V-5	ÜKAB	37T 0400320 / UTM 4522875			
V-8	ÜKAB	37T 0398006 / UTM 4523011			
V-9	ÜKAB	37T 0398221 / UTM 4522875			
V-10	ÜKAB	37T 0393314 / UTM 4527615			
V-11	ÜKAB	37T 0393512 / UTM 4527781			
V-12	ÜKAB	37T 0393885 / UTM 4527861			
V-13	ÜKAB	37T 0393001 / UTM 4526899			
V-14	ÜKAB	37T 0392480 / UTM 4527010			
T-14	ÜKT	37T 0392121 / UTM 4528375			
T-45	ÜKT	37T 0392351 / UTM 4528651			
T-46	ÜKT	37T 0392284 / UTM 4528445			
T-47	ÜKT	37T 0392871 / UTM 4528986			
D-1	ÜKDR	37T 0394567 / UTM 4526010			
D-2	ÜKDR	37T 0394276 / UTM 4526121			
D-3	ÜKDR	37T 0394010 / UTM 4526075			
D-4	ÜKDR	37T 0394059 / UTM 4525434			
D-5	ÜKDR	37T 0394176 / UTM 4525546			
D-6	ÜKDR	37T 0394225 / UTM 4525674			
D-7	ÜKDR	37T 0401234 / UTM 4524415			
D-8	ÜKDR	37T 0401145 / UTM 4524556			
D-9	ÜKDR	37T 0400759 / UTM 4524578			
D-10	ÜKDR	37T 0400567 / UTM 4524457			

Ek Tablo 2. Ulubey volkanitlerinin gelişiminde etkili olan ayırılmanın kütle dengesi karışım hesaplamalarını (Stormer ve Nicholls, 1978) kullanarak test edilmesi

-Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Yenisayaca Bazaltı (TB-Örnek No: YS-2)'na ayırılmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.879	3.888	4.55	-0.661	
TiO ₂	0.492	-0.053	0.076	-0.128	
Al ₂ O ₃	4.018	9.192	8.29	0.901	
FeO*	14.729	-3.954	-3.555	-0.4	
MnO	0.208	-0.083	-0.05	-0.033	
MgO	23.606	-9.682	-10.087	0.406	
CaO	14.068	-1.752	-2.257	0.505	
Na ₂ O	0	1.031	1.278	-0.247	
K ₂ O	0	1.413	1.603	-0.19	
P ₂ O ₅	0	0	0.152	-0.153	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.967					
Ayırılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-29.03	61.04	0	61.04	
Olivin (31A)	-15.08	31.7	0	31.7	
Magnetit (31A)	-3.45	7.26	0	7.26	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 47.56					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 52.44					
-Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Yenisayaca Bazaltı (TB-Örnek No: YS-7)'na ayırılmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	43.001	4.005	4.582	-0.577	
TiO ₂	0.494	-0.021	0.09	-0.111	
Al ₂ O ₃	4.06	9.1	8.289	0.811	
FeO*	14.62	-3.812	-3.461	-0.351	
MnO	0.206	-0.104	-0.059	-0.044	
MgO	23.324	-9.658	-10.018	0.359	
CaO	14.294	-2.115	-2.556	0.441	
Na ₂ O	0	1.044	1.294	-0.25	
K ₂ O	0	1.562	1.686	-0.124	
P ₂ O ₅	0	0	0.154	-0.154	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.5531					
Ayırılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-29.74	62.05	0	62.05	
Olivin (31A)	-14.74	30.76	0	30.76	
Magnetit (31A)	-3.45	7.2	0	7.2	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 47.93					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 52.07					

Not: Tüm hesaplamalar "XLFRAC" programı (Stormer ve Nicholls, 1978) kullanılarak yapılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (YS-2 ve YS-7) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayırılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

-Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Yenısayaca Bazaltı (TB-Örnek No: YS-9)'na ayrımlaşmanın testi				
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	42.877	4.388	4.864	-0.477
TiO ₂	0.505	-0.052	0.071	-0.123
Al ₂ O ₃	4.103	9.069	8.321	0.748
FeO*	14.805	-3.916	-3.629	-0.286
MnO	0.207	-0.114	-0.065	-0.049
MgO	23.2	-9.762	-10.091	0.329
CaO	14.303	-2.26	-2.652	0.391
Na ₂ O	0	1.075	1.32	-0.245
K ₂ O	0	1.562	1.7	-0.138
P ₂ O ₅	0	0.01	0.16	-0.15
Kalıntıların Kareleri Toplamı =1.2483				
Ayrımlaşmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Klinopiroksen (31A)	-30	62.09	0	62.09
Olivin (31A)	-14.69	30.4	0	30.4
Magnetit (31A)	-3.63	7.52	0	7.52
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 48.32				
Arta kalan (ayrımlaşmayan) ana magma miktarı (%) = 51.68				
-Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Yenısayaca Bazaltı (TB-Örnek No: YS-13)'na ayrımlaşmanın testi				
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	43.348	3.724	3.756	-0.032
TiO ₂	0.44	0.077	0.143	-0.066
Al ₂ O ₃	3.763	6.572	6.334	0.238
FeO*	13.952	-1.997	-1.992	-0.004
MnO	0.207	-0.073	-0.04	-0.034
MgO	24.503	-8.824	-8.934	0.11
CaO	13.787	-1.78	-1.889	0.108
Na ₂ O	0	0.809	1.036	-0.228
K ₂ O	0	1.485	1.447	0.038
P ₂ O ₅	0	0.008	0.138	-0.13
Kalıntıların Kareleri Toplamı =0.1572				
Ayrımlaşmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Klinopiroksen (31A)	-25.13	59.77	0	59.77
Olivin (31A)	-14.48	34.44	0	34.44
Magnetit (31A)	-2.43	5.79	0	5.79
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 42.05				
Arta kalan (ayrımlaşmayan) ana magma miktarı (%) = 57.95				

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (YS-9 ve YS-13) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrımlaşmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-1)'ne ayırma testini					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.312	9.444	9.124	0.319	
TiO ₂	0.568	-0.099	0.022	-0.121	
Al ₂ O ₃	8.627	5.454	5.282	0.172	
FeO*	15.033	-4.691	-4.952	0.261	
MnO	0.182	-0.124	-0.069	-0.054	
MgO	17.847	-7.72	-7.844	0.125	
CaO	15.101	-5.412	-5.489	0.077	
Na ₂ O	0.285	1.723	1.8	-0.077	
K ₂ O	0.045	1.496	1.982	-0.486	
P ₂ O ₅	0	-0.071	0.146	-0.216	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.5268					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-32.53	55.93	0	55.93	
Olivin (31A)	-11.41	19.61	0	19.61	
Plajiyoklas (31A)	-8.21	14.11	0	14.11	
Magnetit (31A)	-6.02	10.35	0	10.35	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 58.16					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 41.84					
-Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'ne ayırma testini					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.293	10.967	10.569	0.399	
TiO ₂	0.552	-0.111	0.026	-0.136	
Al ₂ O ₃	9.473	5.011	4.781	0.231	
FeO*	14.794	-4.84	-5.168	0.327	
MnO	0.178	-0.134	-0.077	-0.057	
MgO	17.432	-8.062	-8.228	0.166	
CaO	14.873	-5.747	-5.854	0.108	
Na ₂ O	0.35	1.591	1.777	-0.186	
K ₂ O	0.055	1.405	2.028	-0.623	
P ₂ O ₅	0	-0.081	0.147	-0.228	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.8546					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-32.32	52.69	0	52.69	
Olivin (31A)	-12.09	19.7	0	19.7	
Plajiyoklas (31A)	-10.63	17.32	0	17.32	
Magnetit (31A)	-6.31	10.29	0	10.29	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.34					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 38.66					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (FK-1 ve FK-2) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-3)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.944	11.264	10.843	0.421	
TiO ₂	0.543	-0.112	0.03	-0.141	
Al ₂ O ₃	9.38	5.058	4.812	0.246	
FeO*	15.086	-5.085	-5.435	0.35	
MnO	0.183	-0.115	-0.067	-0.047	
MgO	18.265	-9.068	-9.253	0.185	
CaO	14.19	-4.481	-4.607	0.127	
Na ₂ O	0.353	1.815	1.891	-0.077	
K ₂ O	0.056	0.8	1.638	-0.838	
P ₂ O ₅	0	-0.076	0.149	-0.224	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.1912					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-30.06	49.55	0	49.55	
Olivin (31A)	-13.67	22.54	0	22.54	
Plajiyoklas (31A)	-10.6	17.47	0	17.47	
Magnetit (31A)	-6.34	10.45	0	10.45	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 60.66					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 39.34					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Fındıklı Tepe Volkanitlerine (ATT-Örnek No: FK-6) ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.134	10.206	9.82	0.386	
TiO ₂	0.541	-0.093	0.041	-0.134	
Al ₂ O ₃	9.194	4.948	4.73	0.218	
FeO*	14.917	-4.575	-4.891	0.316	
MnO	0.182	-0.104	-0.058	-0.045	
MgO	18.231	-8.488	-8.645	0.157	
CaO	14.41	-4.565	-4.665	0.1	
Na ₂ O	0.338	1.553	1.695	-0.142	
K ₂ O	0.054	1.159	1.808	-0.649	
P ₂ O ₅	0	-0.041	0.165	-0.206	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.8355					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-30.13	51.01	0	51.01	
Olivin (31A)	-13.03	22.06	0	22.06	
Plajiyoklas (31A)	-9.9	16.76	0	16.76	
Magnetit (31A)	-6.01	10.17	0	10.17	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 59.06					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 40.94					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (FK-3 ve FK-6) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-9)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.154	9.992	9.617	0.375	
TiO ₂	0.548	-0.095	0.035	-0.131	
Al ₂ O ₃	8.778	5.439	5.23	0.209	
FeO*	15.021	-4.662	-4.97	0.308	
MnO	0.184	-0.114	-0.065	-0.049	
MgO	18.433	-8.646	-8.798	0.153	
CaO	14.527	-4.662	-4.759	0.097	
Na ₂ O	0.307	1.674	1.774	-0.099	
K ₂ O	0.049	1.137	1.786	-0.649	
P ₂ O ₅	0	-0.063	0.151	-0.214	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.8085					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-30.87	52.63	0	52.63	
Olivin (31A)	-12.91	22.01	0	22.01	
Plajiyoklas (31A)	-8.91	15.18	0	15.18	
Magnetit (31A)	-5.97	10.18	0	10.18	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 58.66					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 41.34					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Karataş Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KR-2)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.593	12.304	11.884	0.42	
TiO ₂	0.567	-0.215	-0.048	-0.167	
Al ₂ O ₃	8.751	6.316	6.057	0.259	
FeO*	15.696	-6.277	-6.638	0.362	
MnO	0.189	-0.115	-0.073	-0.042	
MgO	18.818	-10.306	-10.513	0.207	
CaO	14.033	-4.348	-4.506	0.158	
Na ₂ O	0.305	2.39	2.308	0.082	
K ₂ O	0.048	0.255	1.334	-1.079	
P ₂ O ₅	0	-0.005	0.195	-0.2	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.6827					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.15	50.51	0	50.51	
Olivin (31A)	-14.4	23.35	0	23.35	
Plajiyoklas (31A)	-9.3	15.08	0	15.08	
Magnetit (31A)	-6.82	11.06	0	11.06	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.68					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 38.32					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (FK-9 ve KR-2) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Karataş Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KR-4)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.687	12.618	12.177	0.441	
TiO ₂	0.556	-0.206	-0.036	-0.17	
Al ₂ O ₃	8.87	6.366	6.093	0.273	
FeO*	15.507	-6.154	-6.53	0.377	
MnO	0.188	-0.115	-0.073	-0.042	
MgO	18.844	-10.699	-10.912	0.214	
CaO	13.982	-4.415	-4.575	0.16	
Na ₂ O	0.316	2.253	2.245	0.008	
K ₂ O	0.05	0.359	1.415	-1.057	
P ₂ O ₅	0	-0.006	0.197	-0.203	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.6701					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.16	49.87	0	49.87	
Olivin (31A)	-14.79	23.67	0	23.67	
Plajiyoklas (31A)	-9.79	15.66	0	15.66	
Magnetit (31A)	-6.75	10.8	0	10.8	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 62.49					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 37.51					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Karataş Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KR-8)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.712	12.399	11.958	0.441	
TiO ₂	0.56	-0.195	-0.032	-0.163	
Al ₂ O ₃	8.808	6.376	6.104	0.272	
FeO*	15.524	-6.089	-6.465	0.376	
MnO	0.188	-0.115	-0.072	-0.043	
MgO	18.756	-10.4	-10.611	0.212	
CaO	14.093	-4.539	-4.696	0.157	
Na ₂ O	0.31	2.192	2.199	-0.007	
K ₂ O	0.049	0.365	1.412	-1.047	
P ₂ O ₅	0	0.005	0.202	-0.198	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.6428					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.44	50.6	0	50.6	
Olivin (31A)	-14.44	23.23	0	23.23	
Plajiyoklas (31A)	-9.53	15.33	0	15.33	
Magnetit (31A)	-6.73	10.84	0	10.84	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 62.14					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 37.86					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.38'de; ürün magma (KR-4 ve KR-8) bileşimleri, Tablo 3.42'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Karataş Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KR-9)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.66	12.329	11.906	0.422	
TiO ₂	0.563	-0.215	-0.045	-0.169	
Al ₂ O ₃	8.697	6.446	6.196	0.25	
FeO*	15.613	-6.226	-6.583	0.356	
MnO	0.189	-0.105	-0.067	-0.038	
MgO	18.876	-10.551	-10.743	0.193	
CaO	14.053	-4.481	-4.62	0.138	
Na ₂ O	0.302	2.186	2.193	-0.007	
K ₂ O	0.048	0.622	1.567	-0.945	
P ₂ O ₅	0	-0.005	0.196	-0.201	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.3878					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.39	50.69	0	50.69	
Olivin (31A)	-14.53	23.46	0	23.46	
Plajiyoklas (31A)	-9.25	14.94	0	14.94	
Magnetit (31A)	-6.76	10.91	0	10.91	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.93					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 38.07					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Karataş Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KR-10)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.53	11.405	11.007	0.398	
TiO ₂	0.572	-0.185	-0.032	-0.153	
Al ₂ O ₃	8.144	6.671	6.439	0.231	
FeO*	15.898	-6.115	-6.451	0.336	
MnO	0.193	-0.105	-0.067	-0.038	
MgO	19.384	-10.381	-10.562	0.181	
CaO	13.975	-3.977	-4.107	0.13	
Na ₂ O	0.262	2.208	2.152	0.057	
K ₂ O	0.041	0.464	1.421	-0.957	
P ₂ O ₅	0	0.015	0.2	-0.186	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.3527					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-30.88	51.71	0	51.71	
Olivin (31A)	-14.48	24.25	0	24.25	
Plajiyoklas (31A)	-7.74	12.96	0	12.96	
Magnetit (31A)	-6.61	11.07	0	11.07	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 59.72					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 40.28					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (KR-9 ve KR-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Kalburcu Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KB-1)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.14	11.473	11.118	0.355	
TiO ₂	0.553	-0.088	0.039	-0.127	
Al ₂ O ₃	8.516	6.693	6.484	0.209	
FeO*	15.11	-5.595	-5.901	0.306	
MnO	0.185	-0.073	-0.045	-0.028	
MgO	18.602	-10.252	-10.426	0.174	
CaO	14.561	-5.368	-5.503	0.135	
Na ₂ O	0.287	2.84	2.616	0.224	
K ₂ O	0.045	0.302	1.375	-1.073	
P ₂ O ₅	0	0.069	0.242	-0.173	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.5608					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.22	53.45	0	53.45	
Olivin (31A)	-13.75	22.13	0	22.13	
Plajiyoklas (31A)	-8.83	14.21	0	14.21	
Magnetit (31A)	-6.35	10.21	0	10.21	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 62.15					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 37.85					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Kalburcu Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KB-2)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.884	11.801	11.421	0.379	
TiO ₂	0.545	-0.113	0.029	-0.141	
Al ₂ O ₃	8.95	5.95	5.723	0.228	
FeO*	15.23	-5.654	-5.982	0.327	
MnO	0.186	-0.095	-0.058	-0.036	
MgO	18.738	-10.296	-10.482	0.186	
CaO	14.093	-4.511	-4.654	0.144	
Na ₂ O	0.324	2.615	2.441	0.174	
K ₂ O	0.051	0.246	1.33	-1.084	
P ₂ O ₅	0	0.056	0.233	-0.177	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.6164					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-30.98	50.11	0	50.11	
Olivin (31A)	-14.49	23.43	0	23.43	
Plajiyoklas (31A)	-9.91	16.02	0	16.02	
Magnetit (31A)	-6.45	10.43	0	10.43	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.83					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 38.17					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (KB-1 ve KB-2) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Kalburcu Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KB-7)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.916	11.305	10.94	0.365	
TiO ₂	0.553	-0.102	0.03	-0.132	
Al ₂ O ₃	8.555	6.324	6.111	0.213	
FeO*	15.32	-5.619	-5.931	0.312	
MnO	0.188	-0.064	-0.04	-0.024	
MgO	18.89	-10.192	-10.365	0.173	
CaO	14.239	-4.607	-4.737	0.13	
Na ₂ O	0.293	2.578	2.403	0.175	
K ₂ O	0.046	0.309	1.353	-1.044	
P ₂ O ₅	0	0.067	0.236	-0.17	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.4904					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.59	51.82	0	51.82	
Olivin (31A)	-14.17	23.24	0	23.24	
Plajiyoklas (31A)	-8.84	14.5	0	14.5	
Magnetit (31A)	-6.37	10.44	0	10.44	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 60.96					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 39.04					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Kalburcu Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: KB-8)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.959	11.687	11.328	0.359	
TiO ₂	0.55	-0.102	0.032	-0.134	
Al ₂ O ₃	8.79	6.19	5.982	0.208	
FeO*	15.219	-5.721	-6.029	0.307	
MnO	0.186	-0.064	-0.039	-0.025	
MgO	18.663	-10.274	-10.444	0.17	
CaO	14.275	-4.873	-5.001	0.129	
Na ₂ O	0.309	2.7	2.507	0.193	
K ₂ O	0.049	0.431	1.449	-1.018	
P ₂ O ₅	0	0.026	0.215	-0.189	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.4391					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.85	51.41	0	51.41	
Olivin (31A)	-14.16	22.86	0	22.86	
Plajiyoklas (31A)	-9.49	15.32	0	15.32	
Magnetit (31A)	-6.45	10.41	0	10.41	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.96					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 38.04					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (KB-7 ve KB-8) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-1)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.501	9.976	9.633	0.343	
TiO ₂	0.528	-0.116	0.036	-0.152	
Al ₂ O ₃	9.338	4.87	4.68	0.19	
FeO*	14.451	-4.147	-4.44	0.292	
MnO	0.177	-0.063	-0.032	-0.03	
MgO	17.861	-8.316	-8.471	0.155	
CaO	14.74	-5.229	-5.344	0.115	
Na ₂ O	0.349	2.437	2.25	0.187	
K ₂ O	0.055	0.673	1.547	-0.874	
P ₂ O ₅	0	-0.084	0.142	-0.226	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.1503					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.33	52.13	0	52.13	
Olivin (31A)	-12.61	20.99	0	20.99	
Plajiyoklas (31A)	-10.37	17.26	0	17.26	
Magnetit (31A)	-5.78	9.62	0	9.62	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 60.09					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 39.91					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-2)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.433	10.511	10.132	0.379	
TiO ₂	0.529	-0.128	0.028	-0.156	
Al ₂ O ₃	9.492	4.86	4.643	0.217	
FeO*	14.498	-4.302	-4.623	0.321	
MnO	0.177	-0.073	-0.039	-0.034	
MgO	17.779	-8.441	-8.613	0.172	
CaO	14.675	-5.288	-5.413	0.125	
Na ₂ O	0.36	2.302	2.192	0.11	
K ₂ O	0.057	0.644	1.549	-0.905	
P ₂ O ₅	0	-0.084	0.144	-0.228	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.2480					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.35	51.47	0	51.47	
Olivin (31A)	-12.78	20.98	0	20.98	
Plajiyoklas (31A)	-10.84	17.8	0	17.8	
Magnetit (31A)	-5.94	9.75	0	9.75	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 60.91					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 39.09					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (GY-1 ve GY-2) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-4)'ne ayrışmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.444	10.475	10.131	0.345	
TiO ₂	0.531	-0.13	0.026	-0.156	
Al ₂ O ₃	9.485	4.865	4.664	0.202	
FeO*	14.5	-4.39	-4.691	0.301	
MnO	0.177	-0.063	-0.033	-0.03	
MgO	17.728	-8.424	-8.595	0.171	
CaO	14.72	-5.372	-5.507	0.135	
Na ₂ O	0.358	2.706	2.445	0.261	
K ₂ O	0.057	0.419	1.416	-0.997	
P ₂ O ₅	0	-0.085	0.144	-0.229	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.4369					
Ayrışmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.22	53.45	0	53.45	
Olivin (31A)	-13.75	22.13	0	22.13	
Plajiyoklas (31A)	-8.83	14.21	0	14.21	
Magnetit (31A)	-6.35	10.21	0	10.21	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.08					
Arta kalan (ayrışmayan) ana magma miktarı (%) = 38.92					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-10)'ne ayrışmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.308	10.893	10.544	0.348	
TiO ₂	0.531	-0.142	0.019	-0.161	
Al ₂ O ₃	9.687	4.641	4.435	0.206	
FeO*	14.599	-4.625	-4.93	0.305	
MnO	0.177	-0.084	-0.046	-0.038	
MgO	17.717	-8.557	-8.733	0.175	
CaO	14.547	-5.185	-5.325	0.14	
Na ₂ O	0.374	2.744	2.477	0.267	
K ₂ O	0.059	0.402	1.414	-1.012	
P ₂ O ₅	0	-0.086	0.144	-0.231	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.4839					
Ayrışmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.02	50.42	0	50.42	
Olivin (31A)	-13	21.13	0	21.13	
Plajiyoklas (31A)	-11.38	18.5	0	18.5	
Magnetit (31A)	-6.12	9.95	0	9.95	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.52					
Arta kalan (ayrışmayan) ana magma miktarı (%) = 38.48					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (GY-4 ve GY-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrışmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-11)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.34	10.286	9.963	0.323	
TiO ₂	0.536	-0.142	0.015	-0.158	
Al ₂ O ₃	9.213	5.092	4.911	0.181	
FeO*	14.682	-4.584	-4.864	0.28	
MnO	0.179	-0.074	-0.041	-0.033	
MgO	18.03	-8.679	-8.832	0.153	
CaO	14.628	-5.113	-5.231	0.118	
Na ₂ O	0.339	2.673	2.409	0.264	
K ₂ O	0.054	0.606	1.515	-0.908	
P ₂ O ₅	0	-0.066	0.154	-0.22	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.2220					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-31.37	51.97	0	51.97	
Olivin (31A)	-12.9	21.37	0	21.37	
Plajiyoklas (31A)	-10.13	16.78	0	16.78	
Magnetit (31A)	-5.97	9.89	0	9.89	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 60.37					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 39.63					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-12)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.397	11.146	10.737	0.409	
TiO ₂	0.522	-0.117	0.04	-0.157	
Al ₂ O ₃	9.912	4.483	4.236	0.247	
FeO*	14.41	-4.307	-4.658	0.351	
MnO	0.175	-0.104	-0.058	-0.046	
MgO	17.599	-8.499	-8.698	0.199	
CaO	14.532	-5.252	-5.403	0.151	
Na ₂ O	0.392	2.346	2.24	0.106	
K ₂ O	0.062	0.369	1.404	-1.035	
P ₂ O ₅	0	-0.064	0.16	-0.223	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.5735					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-30.85	49.73	0	49.73	
Olivin (31A)	-13.11	21.12	0	21.12	
Plajiyoklas (31A)	-12.04	19.4	0	19.4	
Magnetit (31A)	-6.05	9.75	0	9.75	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 62.05					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 37.95					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (GY-11 ve GY-12) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayırılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-2)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.764	21.422	20.933	0.489	
TiO ₂	0.556	-0.416	-0.199	-0.217	
Al ₂ O ₃	11.065	4.68	4.355	0.325	
FeO*	15.064	-9.475	-9.889	0.414	
MnO	0.173	-0.176	-0.121	-0.055	
MgO	16.506	-11.813	-12.048	0.235	
CaO	14.335	-8.715	-8.884	0.169	
Na ₂ O	0.464	1.792	2.215	-0.422	
K ₂ O	0.073	2.878	3.532	-0.654	
P ₂ O ₅	0	-0.177	0.107	-0.284	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.3374					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-34.44	46.42	0	46.42	
Olivin (31A)	-14.36	19.36	0	19.36	
Plajiyoklas (31A)	-17.03	22.95	0	22.95	
Magnetit (31A)	-8.36	11.27	0	11.27	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 74.19					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 25.81					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Çatal Tepe Volkanitlerine (TDT-Örnek No: ÇT-3) ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.088	21.235	20.756	0.479	
TiO ₂	0.531	-0.428	-0.192	-0.237	
Al ₂ O ₃	11.313	4.114	3.789	0.325	
FeO*	14.538	-8.324	-8.73	0.406	
MnO	0.169	-0.135	-0.089	-0.047	
MgO	16.396	-11.967	-12.201	0.233	
CaO	14.4	-9.26	-9.429	0.169	
Na ₂ O	0.487	1.536	2.027	-0.491	
K ₂ O	0.077	3.398	3.954	-0.556	
P ₂ O ₅	0	-0.168	0.115	-0.283	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.2712					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-34.39	45.91	0	45.91	
Olivin (31A)	-14.55	19.42	0	19.42	
Plajiyoklas (31A)	-18.05	24.1	0	24.1	
Magnetit (31A)	-7.92	10.57	0	10.57	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 74.93					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 25.07					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (ÇT-2 ve ÇT-3) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-4)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.736	17.923	17.408	0.515	
TiO ₂	0.545	-0.34	-0.127	-0.212	
Al ₂ O ₃	11.045	4.021	3.681	0.34	
FeO*	15.02	-7.557	-7.997	0.44	
MnO	0.174	-0.113	-0.071	-0.042	
MgO	16.836	-10.425	-10.681	0.256	
CaO	14.102	-6.538	-6.729	0.191	
Na ₂ O	0.467	1.924	2.19	-0.266	
K ₂ O	0.074	1.249	2.203	-0.954	
P ₂ O ₅	0	-0.144	0.124	-0.268	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.7768					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.22	53.45	0	53.45	
Olivin (31A)	-13.75	22.13	0	22.13	
Plajiyoklas (31A)	-8.83	14.21	0	14.21	
Magnetit (31A)	-6.35	10.21	0	10.21	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 70.35					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 29.65					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-5)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.147	20.408	19.938	0.47	
TiO ₂	0.528	-0.436	-0.194	-0.242	
Al ₂ O ₃	11.279	4.076	3.757	0.32	
FeO*	14.464	-7.872	-8.272	0.4	
MnO	0.169	-0.155	-0.103	-0.053	
MgO	16.425	-11.698	-11.928	0.23	
CaO	14.425	-9.056	-9.223	0.168	
Na ₂ O	0.485	1.517	1.999	-0.481	
K ₂ O	0.077	3.422	3.942	-0.519	
P ₂ O ₅	0	-0.208	0.084	-0.292	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.2128					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-34.25	46.07	0	46.07	
Olivin (31A)	-14.47	19.46	0	19.46	
Plajiyoklas (31A)	-17.85	24.02	0	24.02	
Magnetit (31A)	-7.77	10.45	0	10.45	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 74.35					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 25.65					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (ÇT-4 ve ÇT-5) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-1)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.931	20.633	20.152	0.481	
TiO ₂	0.54	-0.437	-0.201	-0.235	
Al ₂ O ₃	11.358	3.772	3.452	0.32	
FeO*	14.739	-8.445	-8.852	0.408	
MnO	0.17	-0.155	-0.103	-0.052	
MgO	16.377	-11.298	-11.53	0.232	
CaO	14.319	-8.557	-8.724	0.168	
Na ₂ O	0.488	1.654	2.086	-0.432	
K ₂ O	0.077	3.03	3.629	-0.599	
P ₂ O ₅	0	-0.198	0.091	-0.289	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.2687					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.63	45.49	0	45.49	
Olivin (31A)	-14.37	19.44	0	19.44	
Plajiyoklas (31A)	-17.88	24.18	0	24.18	
Magnetit (31A)	-8.05	10.89	0	10.89	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 73.93					
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 26.07					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Elekçioğlu Tepe Volkanitlerine (TDT-Örnek No: EÇ-2) ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.926	20.996	20.506	0.49	
TiO ₂	0.54	-0.438	-0.203	-0.234	
Al ₂ O ₃	11.265	4.125	3.797	0.328	
FeO*	14.763	-8.622	-9.037	0.416	
MnO	0.171	-0.156	-0.104	-0.051	
MgO	16.466	-11.711	-11.949	0.237	
CaO	14.311	-8.651	-8.823	0.172	
Na ₂ O	0.482	1.679	2.118	-0.439	
K ₂ O	0.076	2.965	3.596	-0.631	
P ₂ O ₅	0	-0.188	0.099	-0.287	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.3368					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.9	45.68	0	45.68	
Olivin (31A)	-14.54	19.59	0	19.59	
Plajiyoklas (31A)	-17.71	23.86	0	23.86	
Magnetit (31A)	-8.07	10.88	0	10.88	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 74.23					
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 25.77					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (EÇ-1 ve EÇ-2) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-5)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.931	20.397	19.933	0.464	
TiO ₂	0.541	-0.446	-0.209	-0.237	
Al ₂ O ₃	11.34	3.753	3.444	0.309	
FeO*	14.755	-8.466	-8.86	0.394	
MnO	0.171	-0.166	-0.111	-0.055	
MgO	16.351	-11.162	-11.384	0.223	
CaO	14.349	-8.59	-8.751	0.161	
Na ₂ O	0.486	1.624	2.061	-0.437	
K ₂ O	0.077	3.263	3.793	-0.53	
P ₂ O ₅	0	-0.207	0.084	-0.291	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.1571					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.7	45.69	0	45.69	
Olivin (31A)	-14.25	19.32	0	19.32	
Plajiyoklas (31A)	-17.76	24.08	0	24.08	
Magnetit (31A)	-8.05	10.91	0	10.91	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 73.77					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 26.23					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-8)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.909	20.165	19.686	0.479	
TiO ₂	0.541	-0.438	-0.202	-0.236	
Al ₂ O ₃	11.257	3.951	3.634	0.317	
FeO*	14.789	-8.359	-8.765	0.406	
MnO	0.171	-0.156	-0.103	-0.052	
MgO	16.472	-11.272	-11.502	0.229	
CaO	14.304	-8.296	-8.462	0.166	
Na ₂ O	0.481	1.675	2.093	-0.418	
K ₂ O	0.076	2.918	3.523	-0.605	
P ₂ O ₅	0	-0.188	0.098	-0.286	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.2544					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.53	45.67	0	45.67	
Olivin (31A)	-14.39	19.6	0	19.6	
Plajiyoklas (31A)	-17.49	23.82	0	23.82	
Magnetit (31A)	-8.01	10.91	0	10.91	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 73.42					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 26.58					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (EÇ-5 ve EÇ-8) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-10)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.853	21.517	21.027	0.491	
TiO ₂	0.541	-0.439	-0.206	-0.233	
Al ₂ O ₃	11.405	3.781	3.451	0.33	
FeO*	14.818	-8.912	-9.328	0.417	
MnO	0.171	-0.166	-0.112	-0.054	
MgO	16.404	-11.703	-11.942	0.239	
CaO	14.239	-8.564	-8.737	0.174	
Na ₂ O	0.492	1.639	2.088	-0.45	
K ₂ O	0.078	3.047	3.67	-0.623	
P ₂ O ₅	0	-0.199	0.091	-0.29	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.3416					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.54	45.01	0	45.01	
Olivin (31A)	-14.63	19.63	0	19.63	
Plajiyoklas (31A)	-18.15	24.35	0	24.35	
Magnetit (31A)	-8.2	11	0	11	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 74.51					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 25.49					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Elekçioğlu Tepe Volkanitlerine (TDT-Örnek No: EÇ-12) ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	41.894	20.023	19.552	0.471	
TiO ₂	0.542	-0.437	-0.202	-0.235	
Al ₂ O ₃	11.306	3.763	3.453	0.31	
FeO*	14.804	-8.357	-8.756	0.399	
MnO	0.171	-0.166	-0.11	-0.055	
MgO	16.411	-11.033	-11.257	0.225	
CaO	14.311	-8.264	-8.426	0.162	
Na ₂ O	0.484	1.71	2.111	-0.402	
K ₂ O	0.077	2.969	3.553	-0.583	
P ₂ O ₅	0	-0.208	0.083	-0.291	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.1986					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.41	45.6	0	45.6	
Olivin (31A)	-14.27	19.47	0	19.47	
Plajiyoklas (31A)	-17.56	23.97	0	23.97	
Magnetit (31A)	-8.03	10.96	0	10.96	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 73.27					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 26.73					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (EÇ-10 ve EÇ-12) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-2)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.343	6.8	6.933	-0.133	
TiO ₂	0.496	-0.008	0.106	-0.114	
Al ₂ O ₃	7.576	5.407	5.373	0.034	
FeO*	14.675	-4.093	-4.027	-0.066	
MnO	0.192	0.094	0.047	0.047	
MgO	20.694	-9.731	-9.774	0.042	
CaO	13.738	-2.847	-2.935	0.088	
Na ₂ O	0.247	1.076	1.324	-0.248	
K ₂ O	0.039	3.342	2.802	0.54	
P ₂ O ₅	0	-0.04	0.149	-0.19	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4375					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-27.25	51.15	0	51.15	
Olivin (31A)	-14.86	27.89	0	27.89	
Plajiyoklas (31A)	-6.5	12.21	0	12.21	
Magnetit (31A)	-4.66	8.75	0	8.75	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 53.28					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 46.72					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-4)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.049	26.611	26.095	0.516	
TiO ₂	0.515	-0.512	-0.255	-0.257	
Al ₂ O ₃	12.56	0.661	0.281	0.381	
FeO*	14.251	-9.199	-9.644	0.446	
MnO	0.163	-0.136	-0.088	-0.047	
MgO	15.606	-11.807	-12.082	0.275	
CaO	14.184	-10.56	-10.77	0.21	
Na ₂ O	0.579	0.921	1.574	-0.653	
K ₂ O	0.092	4.28	4.841	-0.562	
P ₂ O ₅	0	-0.26	0.048	-0.308	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.6348					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-32.92	41.78	0	41.78	
Olivin (31A)	-14.91	18.92	0	18.92	
Plajiyoklas (31A)	-22.59	28.67	0	28.67	
Magnetit (31A)	-8.37	10.63	0	10.63	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 78.79					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 21.21					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (IS-2 ve IS-4) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-7)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.511	14.647	14.553	0.094	
TiO ₂	0.552	-0.387	-0.166	-0.222	
Al ₂ O ₃	9.516	7.118	6.933	0.185	
FeO*	14.579	-7.576	-7.698	0.122	
MnO	0.175	-0.135	-0.087	-0.048	
MgO	17.059	-11.314	-11.459	0.145	
CaO	15.203	-9.259	-9.415	0.156	
Na ₂ O	0.35	1.12	1.707	-0.587	
K ₂ O	0.055	5.975	5.539	0.436	
P ₂ O ₅	0	-0.188	0.093	-0.282	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.7682					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-38.1	54.17	0	54.17	
Olivin (31A)	-12.97	18.43	0	18.43	
Plajiyoklas (31A)	-12.17	17.3	0	17.3	
Magnetit (31A)	-7.1	10.09	0	10.09	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 70.33					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 29.67					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-8)'ne ayırılmasının testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.678	7.918	8.183	-0.265	
TiO ₂	0.524	-0.088	0.055	-0.142	
Al ₂ O ₃	7.759	6.586	6.574	0.012	
FeO*	14.516	-5.193	-5.041	-0.152	
MnO	0.185	-0.001	0	-0.001	
MgO	19.305	-10.437	-10.476	0.04	
CaO	14.753	-5.069	-5.188	0.119	
Na ₂ O	0.241	1.393	1.666	-0.272	
K ₂ O	0.038	4.605	3.869	0.736	
P ₂ O ₅	0	0.285	0.359	-0.074	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.7505					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-33.13	55.86	0	55.86	
Olivin (31A)	-13.78	23.23	0	23.23	
Plajiyoklas (31A)	-7.08	11.94	0	11.94	
Magnetit (31A)	-5.32	8.98	0	8.98	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 59.32					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 40.68					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (Is-7 ve IS-8) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayırılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-9)'ne ayırılmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.556	9.45	9.505	-0.055	
TiO ₂	0.542	-0.067	0.058	-0.125	
Al ₂ O ₃	8.111	6.83	6.752	0.078	
FeO*	14.707	-5.609	-5.602	-0.007	
MnO	0.184	-0.114	-0.069	-0.046	
MgO	18.653	-10.332	-10.401	0.069	
CaO	14.948	-5.937	-6.035	0.098	
Na ₂ O	0.258	1.222	1.612	-0.39	
K ₂ O	0.041	4.364	3.863	0.501	
P ₂ O ₅	0	0.193	0.316	-0.123	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4595					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-34.55	56.15	0	56.15	
Olivin (31A)	-13.25	21.54	0	21.54	
Plajiyoklas (31A)	-7.86	12.78	0	12.78	
Magnetit (31A)	-5.86	9.52	0	9.52	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 61.52					
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 38.48					
- Koçevyanı Bazaltı (Örnek No: 31A)'ndan Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-10)'ne ayırılmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	42.036	23.33	22.911	0.419	
TiO ₂	0.534	-0.462	-0.224	-0.238	
Al ₂ O ₃	11.782	2.769	2.489	0.28	
FeO*	14.527	-9.416	-9.773	0.357	
MnO	0.167	-0.136	-0.089	-0.046	
MgO	15.936	-11.868	-12.069	0.201	
CaO	14.418	-10.41	-10.556	0.146	
Na ₂ O	0.518	1.951	2.371	-0.42	
K ₂ O	0.082	4.513	4.902	-0.389	
P ₂ O ₅	0	-0.27	0.039	-0.309	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.9254					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Klinopiroksen (31A)	-34.47	44.92	0	44.92	
Olivin (31A)	-14.31	18.65	0	18.65	
Plajiyoklas (31A)	-19.69	25.65	0	25.65	
Magnetit (31A)	-8.28	10.79	0	10.79	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 76.75					
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 23.25					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (Koçevyanı Bazaltı-31A) bileşimi, Tablo 3.42'de; ürün magma (IS-9 ve IS-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri (klinopiroksen, olivin, plajiyoklas ve magnetit), Tablo 3.43'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-2)'ne ayrılaşmanın testi

Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	47.816	10.455	10.448	0.007
TiO ₂	1.38	-0.306	-0.515	0.209
Al ₂ O ₃	17.199	-0.332	-0.124	-0.207
FeO*	11.476	-4.635	-4.592	-0.043
MnO	0.118	-0.042	-0.051	0.009
MgO	8.324	-3.751	-3.799	0.048
CaO	8.249	-2.968	-2.776	-0.192
Na ₂ O	4.166	0.201	-0.338	0.539
K ₂ O	1.273	1.472	1.679	-0.206
P ₂ O ₅	0	-0.096	0.068	-0.163
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4883				
Ayrılaşmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Biyotit (FK-3-11-m)	-2.2	4.66	0	4.66
Magnetit (FK2-1)	-4.24	9	0	9
Klinopiroksen (FK-2-m)	-18.59	39.44	0	39.44
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-22.11	46.91	0	46.91
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 47.14				
Arta kalan (ayrılaşmayan) ana magma miktarı (%) = 52.86				

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-3)'ne ayrılaşmanın testi

Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	49.221	10.268	10.26	0.007
TiO ₂	1.144	-0.318	-0.433	0.115
Al ₂ O ₃	17.789	-0.898	-0.708	-0.189
FeO*	9.808	-3.483	-3.453	-0.031
MnO	0.109	-0.001	-0.029	0.028
MgO	8.053	-3.905	-3.961	0.055
CaO	8.487	-3.513	-3.328	-0.185
Na ₂ O	4.353	-0.055	-0.579	0.524
K ₂ O	1.036	1.993	2.154	-0.162
P ₂ O ₅	0	-0.086	0.076	-0.163
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4157				
Ayrılaşmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-24.45	49.02	0	49.02
Klinopiroksen (FK-2-m)	-10.73	21.52	0	21.52
Hornblend (FK3-1)	-9.88	19.8	0	19.8
Magnetit (FK2-1)	-3.24	6.5	0	6.5
Biyotit (FK-3-11-m)	-1.58	3.16	0	3.16
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 49.88				
Arta kalan (ayrılaşmayan) ana magma miktarı (%) = 50.12				

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (FK-2) ve ürün magma (ÇT-2 ve ÇT-3) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılaşmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.5; klinopiroksen, Tablo 3.7; hornblend, Tablo 3.6; magnetit, Tablo 3.9; biyotit, Tablo 3.8'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2) 'nden Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-4)'ne ayrışmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	47.213	6.956	6.942	0.014	
TiO ₂	2.056	-0.229	-0.61	0.381	
Al ₂ O ₃	18.438	-0.99	-0.779	-0.211	
FeO*	11.024	-2.717	-2.656	-0.061	
MnO	0.122	0.021	-0.018	0.038	
MgO	8.378	-2.363	-2.422	0.06	
CaO	6.071	-0.791	-0.553	-0.239	
Na ₂ O	4.084	0.333	-0.181	0.514	
K ₂ O	2.614	-0.156	0.213	-0.37	
P ₂ O ₅	0	-0.062	0.064	-0.126	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.6724					
Ayrışmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Biyotit (FK-3-11-m)	-8.05	22.34	0	22.34	
Magnetit (FK2-1)	-3.1	8.59	0	8.59	
Klinopiroksen (FK-2-m)	-7.05	19.58	0	19.58	
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-17.83	49.49	0	49.49	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 36.03					
Arta kalan (ayrışmayan) ana magma miktarı (%) = 63.97					
- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-5)'ne ayrışmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	49.449	9.441	9.428	0.013	
TiO ₂	1.092	-0.325	-0.398	0.073	
Al ₂ O ₃	17.918	-0.935	-0.766	-0.169	
FeO*	9.575	-3.031	-3.013	-0.018	
MnO	0.112	-0.021	-0.039	0.018	
MgO	8.04	-3.636	-3.7	0.064	
CaO	8.513	-3.309	-3.137	-0.173	
Na ₂ O	4.371	-0.074	-0.579	0.505	
K ₂ O	0.929	2.017	2.15	-0.133	
P ₂ O ₅	0	-0.126	0.055	-0.181	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.3738					
Ayrışmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-23.55	48.75	0	48.75	
Klinopiroksen (FK-2-m)	-4.06	8.41	0	8.41	
Hornblend (FK3-1)	-16.5	34.16	0	34.16	
Magnetit (FK2-1)	-2.78	5.75	0	5.75	
Biyotit (FK-3-11-m)	-1.42	2.93	0	2.93	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 48.31					
Arta kalan (ayrışmayan) ana magma miktarı (%) = 51.69					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (FK-2) ve ürün magma (ÇT-4 ve ÇT-5) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrışmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.5; klinopiroksen, Tablo 3.7; hornblend, Tablo 3.6; magnetit, Tablo 3.9; biyotit, Tablo 3.8'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-1)'ne ayırılmanın testi

Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	49.13	9.43	9.43	-0.001
TiO ₂	1.199	-0.335	-0.448	0.112
Al ₂ O ₃	18.217	-1.259	-1.051	-0.208
FeO*	10.289	-3.626	-3.59	-0.036
MnO	0.122	-0.031	-0.048	0.017
MgO	7.542	-3.099	-3.151	0.052
CaO	8.074	-2.843	-2.658	-0.185
Na ₂ O	4.423	0.033	-0.544	0.576
K ₂ O	1.004	1.857	2.005	-0.148
P ₂ O ₅	0	-0.126	0.054	-0.18
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4805				
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Biyotit (FK-3-11-m)	-2.22	4.66	0	4.66
Hornblend (FK3-1)	-18.03	37.9	0	37.9
Magnetit (FK2-1)	-3.21	6.75	0	6.75
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-24.11	50.68	0	50.68
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 47.57				
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 52.43				

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-8)'ne ayırılmanın testi

Ana Oksitler %	Eklene veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	48.655	10.029	10.022	0.006
TiO ₂	1.314	-0.327	-0.503	0.176
Al ₂ O ₃	17.802	-0.887	-0.682	-0.205
FeO*	10.39	-3.781	-3.742	-0.039
MnO	0.115	-0.021	-0.04	0.019
MgO	8.083	-3.649	-3.7	0.051
CaO	8.08	-2.904	-2.712	-0.192
Na ₂ O	4.288	0.088	-0.457	0.545
K ₂ O	1.273	1.559	1.75	-0.19
P ₂ O ₅	0	-0.106	0.064	-0.17
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4564				
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklene fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Hornblend (FK3-1)	-16.12	35.02	0	35.02
Magnetit (FK2-1)	-3.14	6.82	0	6.82
Klinopiroksen (FK-2-m)	-1.03	2.23	0	2.23
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-22.64	49.16	0	49.16
Biyotit (FK-3-11-m)	-3.12	6.77	0	6.77
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 46.05				
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 53.95				

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (FK-2) ve ürün magma (EÇ-1 ve EÇ-8) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.5; klinopiroksen, Tablo 3.7; hornblend, Tablo 3.6; magnetit, Tablo 3.9; biyotit, Tablo 3.8'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-4)'ne ayırmaşmanın testi

Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	50.543	15.643	15.657	-0.013
TiO ₂	1.161	-0.401	-0.616	0.215
Al ₂ O ₃	19.341	-4.35	-4.085	-0.265
FeO*	8.769	-4.358	-4.297	-0.061
MnO	0.093	-0.002	-0.027	0.025
MgO	6.271	-3.745	-3.814	0.069
CaO	7.688	-4.813	-4.561	-0.253
Na ₂ O	4.822	-0.67	-1.427	0.757
K ₂ O	1.312	2.874	3.131	-0.257
P ₂ O ₅	0	-0.179	0.039	-0.217
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.876				
Ayrılmışmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Hornblend (FK3-1)	-0.71	1.12	0	1.12
Magnetit (FK2-1)	-4.37	6.88	0	6.88
Klinopiroksen (FK-2-m)	-16.11	25.34	0	25.34
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-38.33	60.28	0	60.28
Biyotit (FK-3-11-m)	-4.06	6.38	0	6.38
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 63.58				
Arta kalan (ayırmaşmayan) ana magma miktarı (%) = 36.42				

- Fındıklı Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: FK-2)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-10)'ne ayırmaşmanın testi

Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	49.936	12.363	12.422	-0.059
TiO ₂	0.982	-0.351	-0.419	0.067
Al ₂ O ₃	18.44	-2.243	-1.933	-0.31
FeO*	9.742	-4.576	-4.498	-0.078
MnO	0.116	-0.002	-0.037	0.035
MgO	7.042	-3.806	-3.866	0.06
CaO	8.462	-4.664	-4.412	-0.252
Na ₂ O	4.598	0.36	-0.561	0.921
K ₂ O	0.682	3.107	3.275	-0.167
P ₂ O ₅	0	-0.189	0.029	-0.218
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.1016				
Ayrılmışmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Plajiyoklas (FK2-7-m)	-30.1	53.19	0	53.19
Magnetit (FK2-1)	-3.55	6.27	0	6.27
Hornblend (FK3-1)	-22.47	39.7	0	39.7
Biyotit (FK-3-11-m)	-0.47	0.83	0	0.83
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 56.59				
Arta kalan (ayırmaşmayan) ana magma miktarı (%) = 43.41				

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (FK-2) ve ürün magma (IS-4 ve IS-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmışmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.5; klinopiroksen, Tablo 3.7; hornblend, Tablo 3.6; magnetit, Tablo 3.9; biyotit, Tablo 3.8'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-10)'nden Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-2)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	48.962	10.53	10.555	-0.026	
TiO ₂	0.735	-0.274	-0.225	-0.049	
Al ₂ O ₃	17.75	0.039	-0.409	0.448	
FeO*	11.486	-4.85	-4.897	0.047	
MnO	0.103	-0.092	-0.047	-0.045	
MgO	7.267	-3.255	-3.516	0.261	
CaO	8.945	-3.53	-3.307	-0.223	
Na ₂ O	4.267	-0.952	-0.411	-0.541	
K ₂ O	0.486	2.476	2.184	0.292	
P ₂ O ₅	0	-0.091	0.072	-0.163	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.7299					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Plajiyoklas (GY10-12-m)	-25.53	50.83	0	50.83	
Biyotit (GY10-11-m)	-21.16	42.13	0	42.13	
Magnetit (GY10-3)	-3.54	7.04	0	7.04	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 50.22					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 49.78					
- Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-10)'nden Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-4)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	49.267	7.031	6.823	0.207	
TiO ₂	0.693	-0.197	-0.13	-0.067	
Al ₂ O ₃	18.31	-0.62	-0.806	0.186	
FeO*	11.484	-2.932	-3.104	0.172	
MnO	0.098	-0.029	-0.01	-0.019	
MgO	6.498	-1.868	-1.92	0.052	
CaO	8.76	-1.353	-1.674	0.32	
Na ₂ O	4.418	-0.82	-0.332	-0.488	
K ₂ O	0.471	0.847	1.084	-0.237	
P ₂ O ₅	0	-0.058	0.07	-0.128	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.528					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Plajiyoklas (GY10-12-m)	-21.76	54.89	0	54.89	
Biyotit (GY10-11-m)	-14.91	37.6	0	37.6	
Magnetit (GY10-3)	-2.98	7.51	0	7.51	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 39.64					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 60.36					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (GY-10) ve ürün magma (ÇT-2 ve ÇT-4) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.10; biyotit, Tablo 3.13; magnetit, Tablo 3.14'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No:GY-10)'nden Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No:EÇ-1)'ne ayırılmaşmanın testi

Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	49.904	9.74	9.771	-0.031
TiO ₂	0.669	-0.294	-0.204	-0.091
Al ₂ O ₃	18.517	-0.869	-1.261	0.392
FeO*	10.383	-3.819	-3.859	0.04
MnO	0.093	-0.071	-0.032	-0.04
MgO	6.604	-2.741	-2.95	0.209
CaO	8.881	-3.372	-3.224	-0.148
Na ₂ O	4.471	-1.09	-0.588	-0.502
K ₂ O	0.478	2.628	2.284	0.344
P ₂ O ₅	0	-0.111	0.063	-0.174
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.6323				
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Plajiyoklas (GY10-12-m)	-28.1	55.47	0	55.47
Biyotit (GY10-11-m)	-19.38	38.26	0	38.26
Magnetit (GY10-3)	-3.18	6.27	0	6.27
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 50.67				
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 49.33				

- Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No:GY-10)'nden Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No:EÇ-8)'ne ayırılmaşmanın testi

Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	49.762	9.272	9.304	-0.032
TiO ₂	0.68	-0.296	-0.203	-0.093
Al ₂ O ₃	18.392	-0.69	-1.072	0.383
FeO*	10.538	-3.734	-3.772	0.038
MnO	0.095	-0.071	-0.031	-0.04
MgO	6.721	-2.715	-2.902	0.187
CaO	8.896	-3.111	-3.002	-0.11
Na ₂ O	4.438	-1.069	-0.543	-0.526
K ₂ O	0.48	2.516	2.157	0.359
P ₂ O ₅	0	-0.102	0.065	-0.167
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.6399				
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Plajiyoklas (GY10-12-m)	-26.84	54.69	0	54.69
Biyotit (GY10-11-m)	-19.11	38.94	0	38.94
Magnetit (GY10-3)	-3.12	6.37	0	6.37
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 49.08				
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 50.92				

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (GY-10) ve ürün magma (EÇ-1 ve EÇ-8) bileşimleri, bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.10; biyotit, Tablo 3.13; magnetit, Tablo 3.14'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-10)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-4)'ne ayırma testinin testi

Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	51.018	15.718	15.646	0.073
TiO ₂	0.583	-0.369	-0.253	-0.116
Al ₂ O ₃	19.554	-3.979	-4.3	0.321
FeO*	9.224	-4.574	-4.673	0.099
MnO	0.081	-0.052	-0.019	-0.032
MgO	5.59	-3.249	-3.445	0.195
CaO	8.738	-5.375	-5.327	-0.048
Na ₂ O	4.748	-1.823	-1.407	-0.416
K ₂ O	0.464	3.878	3.739	0.138
P ₂ O ₅	0	-0.174	0.039	-0.213
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.4108				
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Plajiyoklas (GY10-12-m)	-40.17	62.01	0	62.01
Biyotit (GY10-11-m)	-20.95	32.33	0	32.33
Magnetit (GY10-3)	-3.67	5.66	0	5.66
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 64.79				
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 35.21				

- Güzelyurt Tepe Volkanitleri (ATT-Örnek No: GY-10)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-10)'ne ayırma testinin testi

Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)
SiO ₂	50.378	12.438	12.649	-0.211
TiO ₂	0.637	-0.32	-0.232	-0.087
Al ₂ O ₃	18.896	-1.872	-2.277	0.405
FeO*	9.819	-4.791	-4.72	-0.072
MnO	0.088	-0.052	-0.022	-0.03
MgO	6.283	-3.311	-3.57	0.26
CaO	8.853	-5.226	-4.815	-0.41
Na ₂ O	4.572	-0.793	-0.567	-0.225
K ₂ O	0.475	4.111	3.525	0.586
P ₂ O ₅	0	-0.184	0.03	-0.214
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.8976				
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı
Plajiyoklas (GY10-12-m)	-33.96	57.74	0	57.74
Biyotit (GY10-11-m)	-21.4	36.39	0	36.39
Magnetit (GY10-3)	-3.45	5.87	0	5.87
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 58.81				
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 41.19				

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (GY-10) ve ürün magma (IS-4 ve IS-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayırılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.10; biyotit, Tablo 3.13; magnetit, Tablo 3.14'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-2)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-4)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	52.894	5.188	5.133	0.056	
TiO ₂	0.128	-0.095	0.015	-0.11	
Al ₂ O ₃	28.79	-4.018	-3.658	-0.361	
FeO*	0.839	0.277	0.27	0.007	
MnO	0.025	0.04	0.006	0.034	
MgO	0.749	0.006	-0.11	0.116	
CaO	11.758	-1.845	-2.591	0.745	
Na ₂ O	4.138	-0.871	-0.36	-0.512	
K ₂ O	0.68	1.402	1.28	0.122	
P ₂ O ₅	0	-0.083	0.014	-0.097	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.0015					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Biyotit (ÇT2-5-m)	-22.23	96.46	0	96.46	
Magnetit (ÇT5-8)	-0.8	3.48	0	3.48	
Plajiyoklas (ÇT2-7-m)	-0.01	0.05	0	0.05	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 23.04					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 76.96					
- Çatal Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: ÇT-2)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-10)'ne ayırma testinin testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	53.403	1.908	2.371	-0.463	
TiO ₂	0.013	-0.046	0.029	-0.075	
Al ₂ O ₃	29.265	-1.911	-1.827	-0.084	
FeO*	0.458	0.059	0.171	-0.112	
MnO	0.019	0.04	0.004	0.036	
MgO	0.031	-0.055	0.023	-0.078	
CaO	12.187	-1.696	-1.478	-0.218	
Na ₂ O	4.265	0.159	-0.084	0.243	
K ₂ O	0.359	1.635	0.784	0.851	
P ₂ O ₅	0	-0.093	0.006	-0.1	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 1.088					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Plajiyoklas (ÇT2-7-m)	-12.83	100	0	100	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 12.83					
Arta kalan (ayırılmayan) ana magma miktarı (%) = 87.17					

Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (ÇT-2) ve ürün magma (IS-4 ve IS-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.18; biyotit, Tablo 3.21; magnetit, Tablo 3.22'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'nin devamı

- Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-7)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-4)'ne ayırılmaşmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	48.611	6.446	6.266	0.18	
TiO ₂	0.682	-0.074	-0.116	0.042	
Al ₂ O ₃	26.487	-3.29	-3.202	-0.088	
FeO*	6.148	-0.84	-0.976	0.136	
MnO	0.123	0.02	-0.017	0.037	
MgO	1.903	-0.534	-0.385	-0.15	
CaO	12.273	-2.264	-2.774	0.51	
Na ₂ O	3.365	-0.754	-0.186	-0.568	
K ₂ O	0.408	1.362	1.375	-0.013	
P ₂ O ₅	0	-0.072	0.014	-0.087	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.6752					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Plajiyoklas (EÇ7-8-m)	-19.28	81.73	0	81.73	
Biyotit (EÇ7-4-m)	-3.22	13.65	0	13.65	
Magnetit (EÇ7-1)	-1.09	4.62	0	4.62	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 23.60					
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 76.40					
- Elekçioğlu Tepe Volkanitleri (TDT-Örnek No: EÇ-7)'nden Işık Tepe Volkanitleri (TTRT-Örnek No: IS-10)'ne ayırılmaşmanın testi					
Ana Oksitler %	Eklenen veya çıkarılan malzemenin ana bileşimi (%)	Magmalar arasında gözlenen farklılaşma (%)	Magmalar arasında hesaplanan farklılaşma (%)	Rezidüel (Magmalar arasındaki farklılaşma; gözlenen-hesaplanan)	
SiO ₂	47.724	3.166	3.56	-0.394	
TiO ₂	0.898	-0.024	-0.097	0.073	
Al ₂ O ₃	23.669	-1.183	-1.274	0.091	
FeO*	7.092	-1.057	-0.781	-0.277	
MnO	0.141	0.02	-0.013	0.033	
MgO	4.46	-0.596	-0.626	0.03	
CaO	12.304	-2.114	-1.715	-0.399	
Na ₂ O	3.114	0.276	0.073	0.203	
K ₂ O	0.598	1.595	0.865	0.73	
P ₂ O ₅	0	-0.082	0.007	-0.09	
Kalıntıların Kareleri Toplamı = 0.9892					
Ayrılmaya katılan mineral fazları	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % miktarı	Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin % değerleri	Eklenen fazların % miktarı	Çıkarılan fazların % miktarı	
Plajiyoklas (EÇ7-8-m)	-9.45	64.16	0	64.16	
Biyotit (EÇ7-4-m)	-4.9	33.27	0	33.27	
Magnetit (EÇ7-1)	-0.38	2.57	0	2.57	
Ana magmadan kristallenerek farklılaşan minerallerin toplam miktarı (%) = 14.73					
Arta kalan (ayrılmayan) ana magma miktarı (%) = 85.27					

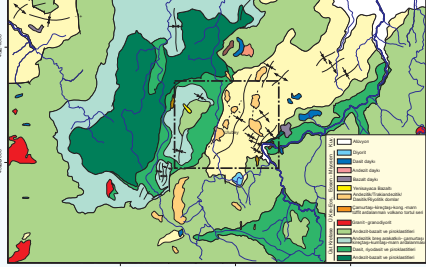
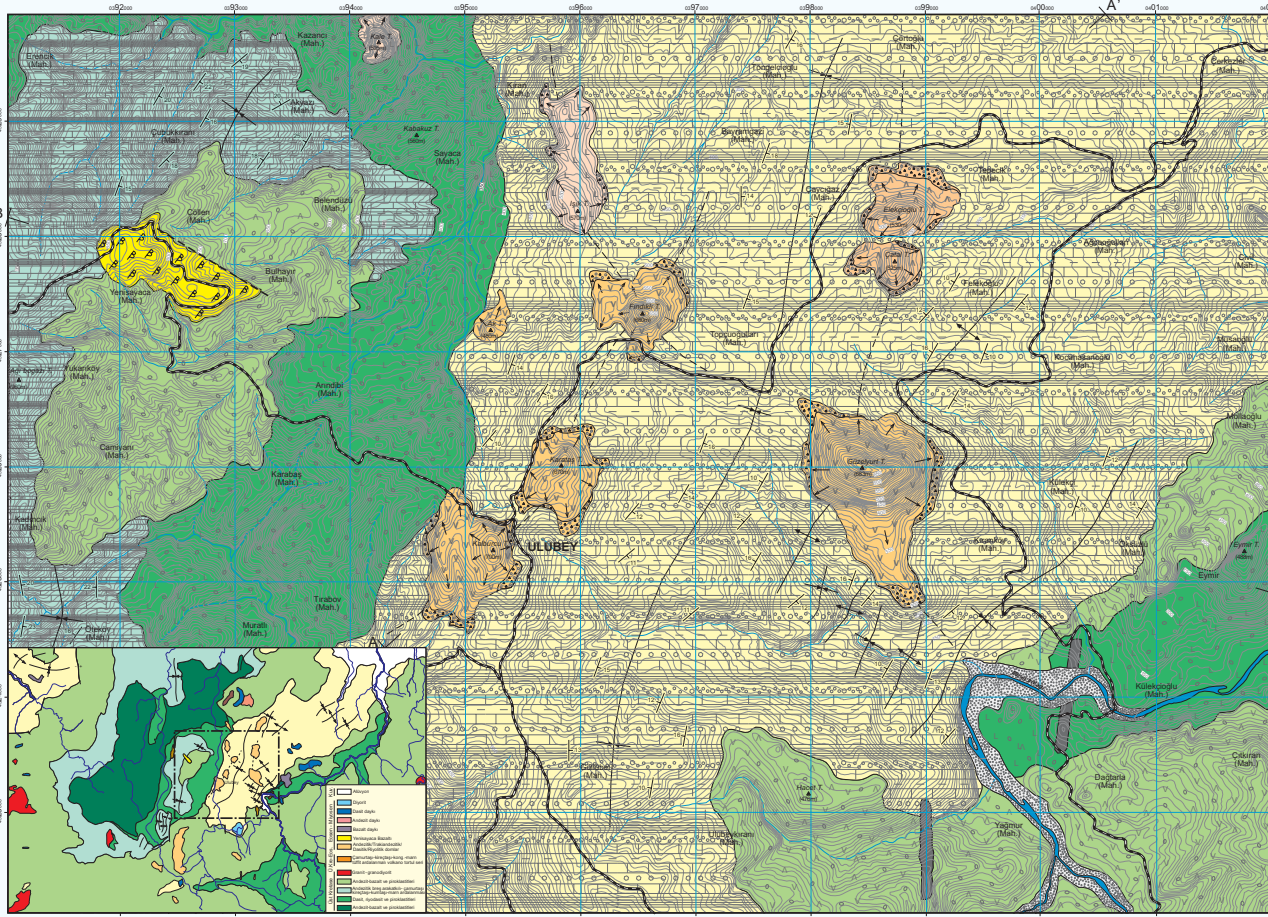
Not: Hesaplamalarda kullanılan ana magma (EÇ-7) ve ürün magma (IS-4 ve IS-10) bileşimleri, Tablo 3.38'de; ayrılmaya katılan mineral fazlarına ait mikroprob analizleri ise; plajiyoklas, Tablo 3.23; biyotit, Tablo 3.25; magnetit, Tablo 3.26'da verilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

İrfan TEMİZEL, 1974 tarihinde Samsun'da doğdu. İlk öğrenimini 1980-1985 tarihleri arasında Samsun Gazi İlkokulu'nda, orta öğrenimini 1985-1988 tarihleri arasında Samsun 23 Nisan Ortaokulun'da, lise öğrenimini 1988-1991 tarihleri arasında Samsun 19 Mayıs Lisesin'de tamamladıktan sonra, 1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik–Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans programına başladı. Bu bölümden 1998 yılında başarı ile mezun oldu. 1998-1999 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü Lisansüstü İngilizce Hazırlık Programını bitirdi. 1999-2002 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mineraloji-Petrografi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimini tamamladı. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Mineraloji-Petrografi Bilim Dalı'nda Doktora Eğitimine başladı. 2005 yılından itibaren Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı'nda Uzman olarak görev yapmaktadır.

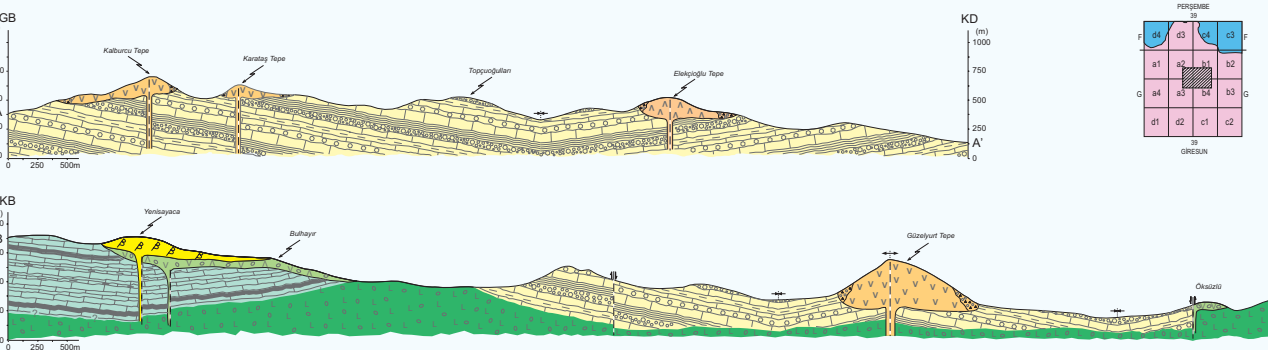
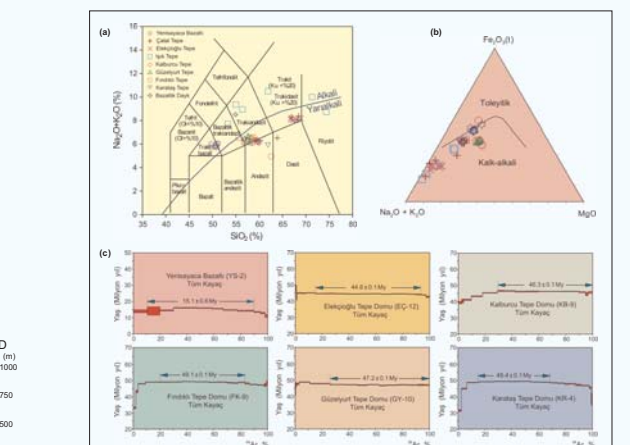
ULUBEY (ORDU) YÖRESİNİN JEOLojİ HARİTASI VE JEOLojİK KESİTLERİ

Ek Şekil 1



AÇIKLAMALAR

- ALÜVİYON** (Bkz. Çakıl, kum, çakıl)
- Yeniçayca Bazaltı (TB-Trakbazalt ve Piroklastikler)** (In çifti ve plajiyoklast kristallerine sahip yeşil, koyu yeşil ve siyah renkli, çoğunlukla masif, yer yer kolon yapısı gösteren bazaltlardan ve kesken gözetimden oldukça yuvaklaşmış aglomera paketlenmiş olmaktadır.)
Petrografi: Genelde porfirik, makrolik porfirik, hyalo-mikrolik porfirik, nadiren glomeroporfirik, intersertal, intergranüler ve hyalolitik döküler gösterimlerde olup; plajiyoklast (labradorit-biotit), klorinoproksen (çift), olivin, bitano-magnez ve volkanik camdan olmaktadır.
R_{Ar}-Ar Yaş: 15 ± 0.4 My (Örnek No: Y-2)
- Volkanik Domlar** (Genellikle kolon yapısı göstermekte olup, koyu gri ve bey renklerinde dirler. Ayrıca domların kenar kısımlarında gözetim dışıdır çıkışa yakın ve kenar sahasına sahiptir)
- Trakiandezit-Dağ Tepe Domu (TDT):**
Çatal Tepe Domu: Hyalo-mikrolik, hyalo-mikrolik porfirik ve flüidal doku göstermekte olup, plajiyoklast (andezit-labradorit), hornblend (magnezyo-hastingsit), klorinoproksen (çift), biyot, bitano-magnez ve volkanik camdan olmaktadır.
Elakığı Tepe Domu: Hyalo-mikrolik porfirik, mikrolik porfirik ve flüidal doku göstermekte olup, plajiyoklast (labradorit-biotit), hornblend (magnezyo-hastingsit), biyot, bitano-magnez ve volkanik camdan olmaktadır. *R_{Ar}-Ar Yaş: 44.6 ± 0.1 My (Örnek No: EÇ - 12)
- Trakiandezit-Trakiandezit-Rhyolit Takımı (TRTR):**
İplik Tepe Domu: Genel olarak trakiandezitlerin rhyolit kademelerinden oluşan birim, hyalo-mikrolik porfirik, hyalo-mikrolik, porfirik ve flüidal doku göstermektedir. Koyu gri renkte plajiyoklast, hornblend, biyot, sarsit, kuvars, strot, opak mineraller ve volkanik camdan olmaktadır.
- Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT):**
Kalburtcu Tepe Domu: Mikrolik, hyalo-mikrolik, flüidal doku göstermekte olup; plajiyoklast (andezit-labradorit), klorinoproksen (diyopsit-çift), bitano-magnez ve volkanik camdan olmaktadır. *R_{Ar}-Ar Yaş: 46.3 ± 0.1 My (Örnek No: KB-9)
Güzelyurt Tepe Domu: Hyalo-mikrolik porfirik, mikrolik porfirik ve flüidal doku göstermekte olup, plajiyoklast (aktinolit-labradorit), hornblend (magnezyo-hastingsit), klorinoproksen (çift), biyot, apatit, bitano-magnez ve volkanik camdan olmaktadır. *R_{Ar}-Ar Yaş: 47.2 ± 0.1 My (Örnek No: GY-10)
Fındıklı Tepe Domu: Hyalo-mikrolik, hyalo-mikrolik porfirik ve flüidal doku göstermekte olup, plajiyoklast (oligoklas-labradorit), hornblend (magnezyo-hastingsit), klorinoproksen (çift), biyot, apatit ve bitano-magnezden olmaktadır. *R_{Ar}-Ar Yaş: 48.1 ± 0.1 My (Örnek No: FK-9)
Karataş Tepe Domu: Mikrolik, hyalo-mikrolik ve flüidal doku göstermekte olup, plajiyoklast (andezit-biotit), hornblend (magnezyo-hastingsit), klorinoproksen (diyopsit), bitano-magnez ve volkanik camdan olmaktadır. *R_{Ar}-Ar Yaş: 49.4 ± 0.1 My (Örnek No: KR-4)
- Bazaltik Daykalar** (genel olarak inceleme alanlarında Dağ Knezası volkanitleri ile tutulmuş kayalar ve Pileosen-Eosen yaşlı kütül kayaların kesimlerinde). Daykaların doğrultuları yaklaşık olarak K-GD'dir. Genelde yeşilimsi gri ve koyu gri renkte gözetim dışıdır, patlaklar boyunca kilitlenme ve silaheleme gibi alımsayın özellikler sunarlar.
- Camurtaş - Kireçtaş - Konglomera - Tüfit - Kilitay - Mam Anlatırmalı Volkanik Tortu Serisi** (yer yer andezit daykalar tarafından kesilen birim genellikle gri-beyaz renkli, orta-kalın tabakalı, bol mikroklastik kireçtaşları; açık gri ve beyaz renkli, ince-orta tabakalı, ince taneli ve kalıtı dolgu kumtaşları; açık-koyu gri, kahverengimsi, sarımsı renkli tüfitler ve gri-beyaz ve sarımsı renkli, ince tabakalı kilitay ve mamllardan olmaktadır)
- Andezit - Bazalt ve Piroklastikler** (andezit daykalar ile kesilen ve bazaltik silaheleme, sentezleme, kilitlenme ve pilleşimlerin gelişimi bu kayaların, açık gri-beyaz, bey, yeşilimsi gri ve siyah renkte göstermektedir.)
Petrografi: Andezit kayalar genellikle porfirik ve mikrolik porfirik doku göstermekte olup, plajiyoklast, hornblend, biyot ve opak minerallerden olmaktadır. Bazaltik kayalar ise, daha çok hyalo-mikrolik porfirik doku göstermekte olup plajiyoklast, klorinoproksen, hornblend ve opak minerallerden olmaktadır.
- Andezit küt-beyz araklastik camurtaş - kireçtaş - kumtaş - kilitay - mam anlatırmalı volkanik-tortu serisi** (çokluğün dökülen tabakalarının gözetim tutulmuş tabakalarında volkanik-kul balmir, daha çok andezit küt ve bey renkte bazalt parçacıklarından olmaktadır)
- Dağit - Rhyodit ve Piroklastikler** (andezit daykalarından kesilen birim genellikle beyaz, bey, gri, kahverengi ve yeşilimsi renkte göstermektedir ve makroskobik olarak in kuvars, plajiyoklast ve biyot kristalleri içermektedir.)
Petrografi: Genelde porfirik ve hyalo-porfirik doku göstermekte olup, oldukça in plajiyoklast, kuvars ve biyotil minerallerinden ve opak minerallerden olmaktadır.



I. TEMİZEL 2008