

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TEKKEKÖY (SAMSUN) YÖRESİ TERSİYER VOLKANİTLERİNİN
PETROGRAFİSİ, PETROKİMYASI VE PETROLOJİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo. Müh. Tuğba BİLİCİ

**HAZİRAN 2013
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TEKKEKÖY (SAMSUN) YÖRESİ TERSİYER VOLKANİTLERİNİN
PETROGRAFİSİ, PETROKİMYASI VE PETROLOJİSİ**

Jeo. Müh. Tuğba BİLİCİ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" JEOLJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.05.2013
Tezin Savunma Tarihi : 13.06.2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet ARSLAN

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Tuğba BİLİCİ Tarafından Hazırlanan

TEKKEKÖY (SAMSUN) YÖRESİ TERSİYER VOLKANİTLERİNİN
PETROGRAFİSİ, PETROKİMYASI VE PETROLOJİSİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28/05/ 2013 gün ve 1507 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından

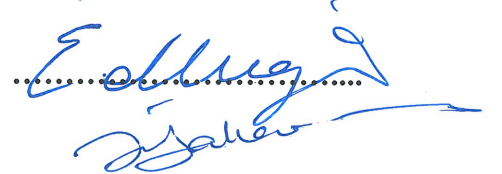
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ARSLAN



Üye : Doç. Dr. Emel ABDİOĞLU



Üye : Doç. Dr. Hüseyin GÖKALP



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tekkeköy (Samsun) yöresi Tersiyer volkanitlerinin fasiyes özellikleri, petrokimyasal ve petrolojik incelenmesini konu alan bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış ve KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2010.112.005.8 numaralı proje ile maddi olarak desteklenmiştir.

Bu çalışmaya başladığım andan bu günlere kadar, sonsuz desteği ve yardımları için danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet ARSLAN'a minnet ve şükranlarımı sunmak isterim.

Mineral kimyası (EPMA) analizleri Sorbonne Universites'inde (Paris, France) değerli hocam Dr. İrfan Temizel tarafından gerçekleştirilmiş olup, kendisine katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm-kayaç ana, iz ve nadir toprak element analizlerimin yapılmasında yardımcı olan ACME Analiz Laboratuvarları Ltd. (Kanada) teknisyenlerine teşekkür ederim. EPMA ve Sr-Nd izotop jeokimyası analizleri Dr. Gilles RUFFET (Geosciences Rennes, Fransa)'ın bilimsel işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup, kendisine şükranlarımı sunarım. Ayrıca Sr ve Nd izotop jeokimyası analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan teknisyen David VILBERT'e (Geosciences Rennes, Fransa) teşekkür ederim.

Örnek hazırlama ve petrografik çalışmalar Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvar imkânları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İnce kesit yapımında emeği geçen teknisyen Mak. Müh. Murat KAYIKÇI'ya teşekkür ederim.

Saha çalışmaları, veri eldesi ve değerlendirmelerinde yardım ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Emel ABDİOĞLU' na, Dr. İrfan TEMİZEL' e ve Arş. Gör. Cem YÜCEL' e ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması sırasında göstermiş olduğu maddi, manevi her türlü fedakârlığı için, babama, anneme, kardeşime ve çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen eşim Özgür BİLİCİ' ye en içten şükranlarımı sunarım.

Tuğba BİLİCİ
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tekkeköy (Samsun) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi, Petrokimyası Ve Petrolojisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mehmet ARSLAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim24/05/2013

Tuğba BİLİCİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XVIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı.....	1
1.3. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu.....	2
1.4. Bölgesel Jeoloji.....	3
1.5. Stratigrafi.....	7
1.5.1. Yemişliçay Formasyonu (Ky).....	9
1.5.2. Cankurtaran Formasyonu (Kc).....	10
1.5.3. Akveren Formasyonu (KTa).....	10
1.5.4. Atbaşı Formasyonu (Ta).....	11
1.5.5. Kusuri Formasyonu (Tk).....	11
1.5.6. Tekkeköy Formasyonu (Tt).....	12
1.5.7. Sarıyurt Formasyonu (Ts).....	12
1.5.8. Mahmurdağı Volkanitleri (Tmv).....	13
1.5.9. Samsun Formasyonu (Ts).....	13
1.5.9.1. İlyas Üyesi (Tsi).....	13
1.5.9.2. Karasamsun Üyesi (Tsk).....	14
1.6. Önceki Çalışmalar.....	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	27
2.1. Materyal ve Yöntemler.....	27

2.1.1	Arazi Çalışmaları	27
2.1.2.	Laboratuar Çalışmaları ve Analitik Yöntemler.....	27
2.1.2.1.	İnce Kesitlerin Hazırlanması.....	28
2.1.2.2.	Mikroskobik İncelemeler	28
2.1.2.3.	Elektron Mikroprob Analizleri	28
2.1.2.4.	Ana, İz ve Nadir Toprak Element Analizleri	29
2.1.2.5.	Sr ve Nd İzotop Analizleri	29
2.1.3.	Büro Çalışmaları	30
3.	BULGULAR.....	31
3.1.	Giriş.....	31
3.2.	Volkanik Fasiyes ve Petrografi	31
3.2.1.	Aglomera.....	31
3.2.1.1.	Mineral Kimyası	36
3.2.1.1.1.	Plajiyoklas.....	36
3.2.1.1.2.	Klinopiroksen.....	36
3.2.1.1.3.	Hornblend	37
3.2.1.1.4.	Fe-Ti Oksit	38
3.2.2.	Trakiandezitik Dom	39
3.2.2.1	Mineral Kimyası	41
3.2.2.1.1.	Feldispat.....	41
3.2.2.1.2.	Klinopiroksen.....	42
3.2.2.1.3.	Hornblend	42
3.2.2.1.4.	Biyotit.....	43
3.2.2.1.5.	Fe-Ti Oksit	45
3.2.3.	Trakiandezitik Dayk.....	45
3.2.4.	Bazalt	48
3.2.4.1	Mineral Kimyası	51
3.2.4.1.1.	Plajiyoklas.....	51
3.2.4.1.2.	Klinopiroksen.....	52
3.2.4.1.3.	Olivin	52
3.2.4.1.4.	Fe-Ti Oksit	53
3.2.5.	Bazaltik Dayk.....	54
3.3.	Jeotermobarometre Hesaplamaları.....	57

3.3.1.	Jeotermometre Hesaplamaları.....	57
3.3.1.1.	Feldispat Jeotermometresi	57
3.3.1.2.	Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi	57
3.3.1.3.	Klinopiroksen Jeotermometresi	59
3.3.1.4.	Biyotit Jeotermometresi	60
3.3.2.	Jeobarometre Hesaplamaları	68
3.3.2.1.	Hornblend Jeobarometresi	68
3.3.2.2.	Klinopiroksen Jeobarometresi	69
3.4	Volkanik Kayaçların Jeokimyası	83
3.4.1.	Giriş.....	83
3.4.2	Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlandırılması	83
3.4.3.	Ana Oksit ve İz Elementler	86
3.4.4.	Uyumsuz Elementler	91
3.4.5.	Nadir Toprak Elementler	92
3.4.6.	Magma-Tektonik Ortam	94
3.4.7.	Sr-Nd İzotop Jeokimyası.....	96
3.5.	Petrojenez.....	99
3.5.1	Giriş.....	99
3.5.2.	Kısmi Ergime	99
3.5.3.	Fraksiyonel Kristallenme	100
3.5.4.	Asimilasyon	105
3.5.5.	Magma Karışımı	109
4.	TARTIŞMA	114
4.1.	Tekkeköy (Samsun) Volkanitlerini Oluşturan Ana Magmanın Kökeni ve Kristallenme Koşulları	114
4.2.	Tekkeköy (Samsun) Volkanitlerinin Jeokimyasal, Petrolojik Özelliklerinin Doğu Pontidler' deki Diğer Tersiyer Volkanitleri ile Karşılaştırılması	117
4.3.	Tersiyer Volkanitlerinin Jeodinamik Gelişimi.....	119
5.	SONUÇLAR	121
6.	KAYNAKLAR	124
7.	EKLER.....	138
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TEKKEKÖY (SAMSUN) YÖRESİ TERSİYER VOLKANİTLERİNİN PETROGRAFİSİ, PETROKİMYASI VE PETROLOJİSİ

Tuğba BİLİCİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet ARSLAN
2013, 136 Sayfa, 65 Ek Sayfa

Tekkeköy (Samsun) yöresi Tersiyer volkanik kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, volkanitlerin gelişimi ortaya konularak kökeni belirlenmeye çalışılmıştır. Doğu Pontidler'in batı ucunda yer alan inceleme alanındaki volkanik kayaçlar fasiyes özelliklerine göre; aglomera, trakiandezitik dom ve dayklar, bazalt ve bazaltik dayklar olmak üzere ayırtlanmıştır. Volkanitler yaygın olarak, plajiyoklas (An_{25-93}), klinopiroksen ($Wo_{27-52}En_{31-46}Fs_{11-26}$), hornblend ($Mg\#=0.50-0.65$), biyotit ($Mg\# =0.55-0.63$) olivin (Fo_{49-68}) ile Fe-Ti oksit içermektedir. İncelenen volkanitler genel olarak, orta-yüksek-K'lu ve hafif derecede alkali karaktere sahiptirler. Volkanitlerin N-OOSB'na normalize iz element dağılımları, BİLE'ce zenginleşmiş ve YÇAE bakımından da tüketilmişlerdir. Kondrite normalize NTE dağılımları, düşük-orta derecede zenginleşmeyle konkav şekilli olup, volkanitlerin gelişiminde hornblend ve klinopiroksen fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığına işaret etmektedir. İncelenen volkanik kayaçların ($^{87}Sr/^{86}Sr$)_i ve ($^{143}Nd/^{144}Nd$)_i değerleri sırasıyla, 0.704862-0.705282 ve 0.512556-0.512630 arasında değişmektedir. Sonuç olarak Tekkeköy volkanitlerinin, yitim zonu metazomatizması ile zenginleşmiş bir litosferik manto kaynağından türediği ve Doğu Pontidlerde çarpışma sonrası volkanitlerin genel özelliklerini yansıttığı ileri sürülebilir.

Anahtar Kelimeler : Doğu Pontidler, Tekkeköy (Samsun), Tersiyer volkanitleri, Petrografi, Mineral Kimyası, Petrokimya, Sr-Nd izotopları

Master Thesis

SUMMARY

PETROGRAPY, PETROCHEMISTRY AND PETROLOGY OF THE TERTIARY
AGED TEKKEKÖY (SAMSUN) AREA VOLCANIC ROCKS

Tuğba BİLİCİ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Mehmet ARSLAN
2013, 136 Pages, 65 pages Appendix

In this study, petrographical, geochemical and petrological characteristics of Tertiary aged volcanic rocks in the Tekkeköy (Samsun) area were investigated, and the evolution and origin of the volcanics were evaluated. Based on facies features, Tertiary volcanic rocks in the study area at the western end of the Eastern Pontides are separated as agglomerate, trachyandesite dome and dykes, basalt and basaltic dykes. The volcanic rocks contain commonly plagioclase (An_{25-93}), clinopyroxene ($Wo_{27-52}En_{31-46}Fs_{11-26}$), hornblende ($Mg^{\#}=0.50-0.65$), biotite ($Mg^{\#}=0.55-0.63$), olivine (Fo_{49-68}) and Fe-Ti oxides. The volcanics have medium –high K and mildly alkaline characteristics. N-MORB normalized trace element patterns of the rocks are enriched in LILEs and depleted in HFSEs. Besides, the chondrite-normalized REE patterns show low to medium enrichment with concave shape, indicating significant hornblende and clinopyroxene fractionation. Initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ and $^{143}Nd/^{144}Nd$ ratios are 0.704862-0.705282 and 0.512556-0.512630, respectively. Conclusively, Tekkeköy (Samsun) volcanic rocks evolved from parental magma (s) derived from an enriched lithospheric mantle source by subduction induced metazomatism, and exhibit general features of post-collisional volcanics in the Eastern Pontides.

Key Words : Eastern Pontides, Tekkeköy (Samsun), Tertiary Volcanics, Petrography, Mineral Chemistry, Petrochemistry, Sr-Nd isotopes

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası..... 3
Şekil 1.2.	(a) İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri içerisindeki yeri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır). (b) Doğu Pontidler'deki Tersiyer volkanik kayaçlarının yayılımını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Güven, 1993'ten değiştirilerek) 6
Şekil 1.3.	Tekkeköy (Samsun) yöresinin basitleştirilmiş jeolojik haritası ve Tersiyer volkanitlerinin yayılımı ((1/100 000 ölçekli MTA, 2000 jeoloji haritasından küçültülerek alınmıştır)..... 8
Şekil 1.4.	a) Samsun ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti, b) İncelenen volkanitlerin volkano-stratigrafik kesiti (bu çalışma)(MTA, 2000'den değiştirilerek)..... 9
Şekil 3.1.	Yukarı Düvecik Mahallesi civarında yüzeyleme veren normal derecelenme gösteren aglomeraya ait görünüm 32
Şekil 3.2.	Bakacak Tepesi civarında yüzeyleyen tekrarlanmalı derecelenme gösteren aglomera..... 32
Şekil 3.3.	Karaperçin Mahallesi civarında yüzeyleyen lapilli tuf ara katkılı aglomera 33
Şekil 3.4.	Devgeriş Mahallesi civarında aglomeralar içerisinde gözlenen volkan bombaları 33
Şekil 3.5.	Hıdrellez Tepe civarında yüzeyleyen oldukça yuvarlaklaşmış aglomeralarda gözlenen eksfoliasyon yapısı 34
Şekil 3.6.	Aglomera piroklastına ait örneklerde gözlenen; (a-b) klinopiroksen ve plajiyoklaslardan oluşmuş kümülofrik doku(Örnek No: S-7 – S-35), (c) zonlu klinopiroksen fenokristalleri (Örnek No: S-17), (d) zonlu ve elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-17), (e-f) elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristalleri (Örnek No: S-35 – S-39) (ÇN; Kpir: Klinopiroksen; Pl:Plajiyoklas) 35
Şekil 3.7.	Aglomera piroklastlarındaki plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı 36
Şekil 3.8.	Aglomera piroklastına ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988) 37
Şekil 3.9.	Aglomera piroklastlarındaki hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)..... 38
Şekil 3.10.	Aglomera piroklastlarındaki Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)..... 38
Şekil 3.11.	Karadağ Tepesinde yüzeyleyen trakiandezitik domun kenar kısımlarında gözlenen otobreşler..... 39

Şekil 3.12.	Trakiandezitik dom örneklerinde gözlenen; (a-b) plajiyoklas inklüzyonu içeren sanidin fenokristalleri (Örnek No: S-25), (c) zonlu ve elek dokulu plajiyoklas megafenokristali (Örnek No: S-27), (d) özşekilli ve ikizli hornblend kristalleri (Örnek No: S-29), (ÇN; Hbl: Hornblend; Pl:Plajiyoklas; Snd: Sanidin).....	40
Şekil 3.13.	Trakiandezitik dom örneklerindeki plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı.....	41
Şekil 3.14.	Trakiandezitik doma ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	42
Şekil 3.15.	Trakiandezitik dom örneklerindeki hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997).....	43
Şekil 3.16.	Trakiandezitik doma ait biyotitlerin $Al^{(IV)}$ 'e karşı $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$ grafiği (Deer vd., 1992).....	43
Şekil 3.17.	Trakiandezitik dom biyotitlerine ait sınıflandırma diyagramları (Speer,1987) a) $MgO-FeO(t)-Al_2O_3$ üçgen diyagramı, b) $Mg - [Al^{(VI)} + Fe^{+3} + Ti] - [Fe^{+2} + Mn]$ üçgen diyagramı, c) $MgO-FeO(t)-Al_2O_3$ orojenik bölge ayırtman diyagramı, d) $Fe^{+2} - Mg - Fe^{+3}$ ayırtman diyagramı.....	44
Şekil 3.18.	Trakiandezitik dom örneklerine ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	45
Şekil 3.19.	Karadağ Tepe civarında yüzeylenen trakiandezitik daykta gelişen kolon yapısı.....	46
Şekil 3.20.	Trakiandezitik dayk örneklerinde gözlenen; (a-b) plajiyoklas megafenokristallerinde gözlenen elek dokusu (Örnek No: S-79), (b),karlsbad ikizi gösteren sanidin fenokristali (Örnek No: S-79), (c) altere plajiyoklas kristalleri ve hamurda klinopiroksen mikrolitleri Örnek No: S-123) (d) opak mineral inklüzyonları içeren hornblend fenokristali Örnek No: S-79) (ÇN; Hbl: Hornblend; Pl: Plajiyoklas; Snd: Sanidin).....	47
Şekil 3.21.	Kelkaya Tepe civarında yüzeylenen bazaltlar.....	48
Şekil 3.22.	Karlık Tepe civarında yüzeylenen bazaltlar.....	49
Şekil 3.23.	Bazaltlara ait örneklerde gözlenen; (a) plajiyoklas ve olivin mikrolitlerinden oluşan inregranüler doku (Örnek No: S-11), (b) serpantinleşmiş olivin fenokristali (Örnek No: S-32), (c) opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen minerali (Örnek No: S-109), (d) iddingisitleşmiş olivin kristalleri (Örnek No: S-9), (e) elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-120), (ef) plajiyoklas, klinopiroksen ve opak minerallerden oluşan kümülofirik doku (Örnek No: S-106), (ÇN; Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen,; Pl:Plajiyoklas; Op: Opak).....	50
Şekil 3.24.	Bazalt örneklerindeki plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı.....	51
Şekil 3.25.	Bazalt örneklerindeki klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	52

Şekil 3.26.	Bazalt örneklerindeki olivinlerin $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$ 'a karşı $Mg/Fe^{+2}+Mg$ diyagramı	53
Şekil 3.27.	Bazalt örneklerindeki Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).....	53
Şekil 3.28.	Pinice Mahallesi civarında gözlenen bazalt daykının görünümü	54
Şekil 3.29.	Muskali Tepe civarında yüzeyleyen bazalt daykının görünümü	55
Şekil 3.30.	Bazaltik dayka ait örneklerde gözlenen; (a-b) plajiyoklas ve opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen fenokristalleri (Örnek No: S-69 – S-102), (c) zonlu ve elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-103), (d) tamamen iddingsitleşmiş yarı özşekilli olivin kristalleri (Örnek No: S-67), (e) çatlaklarından itibaren serpantinleşmiş olivin kristalleri ve opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen minerali (Örnek No: S-103), (f) merkezinden itibaren kalsitleşmiş plajiyoklas minerali (Örnek No: S-121) (ÇN; Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen,; Pl:Plajiyoklas; Op: Opak).....	56
Şekil 3.31.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin içerdiği plajiyoklas ve sanidin minerallerinin Ab-An-Or üçgen diyagramı. İzoterm eğrileri Fuhrman ve Lindsey, (1988)'den alınmıştır	58
Şekil 3.32.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin 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 3.33'deki gibidir).....	59
Şekil 3.33.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinden aglomera piroklastı ve trakiandezitik domu oluşturan kayalar örneklerindeki hornblend minerallerine ait $Al^{[6]} - Si(\%atom)$ jeobarometresi Alanlar, Raase, (1974)'e göre. (Semboller Şekil 3.33'deki gibidir).....	68
Şekil 3.34.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerindeki klinopiroksenlerin; a)Ti (% at.) karşı Al (% at.) diyagramı, b) volkanitlerindeki klinopiroksenlerin içerdiği $Al^{[IV]}$ karşı $Al^{[VI]}$ diyagramı. Alanlar, Aoki ve Shiba (1973)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.33'deki gibidir).....	70
Şekil 3.35.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait kayalardaki klinopiroksenlerin (a) $Al_T - Si$, (b) $Ti - Al_T$ değişimleri (semboller Şekil 3.33'deki gibidir).....	71
Şekil 3.36.	Tekkeköy (Samsun) volkanitlerine ait klinopiroksenlerin (a) $Cr_2O_3 - Mg^{\#}$ (%) ve (b) $Mg^{\#} - Al_2O_3$ (%) diyagramları (yüksek basınç klinopiroksen alanı Simonetti vd. (1996), manto lerzolitlerindeki klinopiroksen alanı Cohen vd. (1984) ve Dawson (1987) den, yüksek basınç magmatik kayalar alanı ise DeBari ve Coleman (1989) dan alınmıştır) (Semboller Şekil 3.33' deki gibidir).	71
Şekil 3.37.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayalarının SiO_2 'ye karşı Na_2O+K_2O (TAS) diyagramı (Le Maitre vd., 1989). Alkali –Subalkali ayırım eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971)'e göre.	84

Şekil 3.38.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının Nb/Yb'ye karşı Zr/TiO ₂ *0.0001 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976) (Semboller Şekil 3.37'deki gibidir).....	84
Şekil 3.39.	Tekkeköy (Samsun) yöresii volkanik kayaçlarının SiO ₂ 'ye karşı K ₂ O diyagramı (Le Maitre, 1989) (Semboller Şekil 3.37'deki gibidir)	85
Şekil 3.40.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki volkanik kayaçların AFM (Na ₂ O+K ₂ O, Fe ₂ O ₃ *, MgO) diyagramı. Toleyitik-Kalkalkali ayırım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'a göredir (Semboller Şekil 3.37'deki gibidir)	85
Şekil 3.41.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının SiO ₂ 'ye karşı ana oksit değişim diyagramları	87
Şekil 3.42.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki volkanik kayaçların SiO ₂ 'ye karşı iz element değişim diyagramları göredir (Semboller Şekil 3.41'deki gibidir)	89
Şekil 3.43.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının SiO ₂ 'ye karşı iz element değişim diyagramları	90
Şekil 3.44.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının N – Tipi OOSB'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları. N – Tipi OOSB değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır	91
Şekil 3.45.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları. Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)	93
Şekil 3.46.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının (a) La/10 – Y/15 – Nb/8 üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), (b) Zr- Zr/Y diyagramı (Pearce ve Norry, 1979) (Simgeler Şekil 3.44'deki gibidir)	94
Şekil 3.47.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanit örneklerinin tektono-magmatik ayırım diyagramları üzerindeki konumları: (a) Meshede (1986) (AI, AII: Levha içi bazalt; B: E-MORB, C: Volkanik Yay Bazaltı, Levha İçi Bazalt; D: N-MORB, Volkanik Yay Bazaltı), (b) Pearce ve Cann (1973) (A: Volkanik Yay Bazaltı; B: MORB, Volkanik Yay Bazaltı; C: Kalkalkali Bazalt, D: Levha İçi Bazalt) (Simgeler Şekil 3.44'deki gibidir)	95
Şekil 3.48.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Ba (ppm)'a karşı La (ppm) ve Nb (ppm) tektonik ortam ayırtman diyagramları. Alanlar; Perfit vd. (1980) ve Gill (1981)'e göredir. (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)	96
Şekil 3.49.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr)'i'e karşı (¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd)'i diyagramındaki konumları ve Türkiye'deki Tersiyer-Kuvaterner kalk-alkali volkanitler ile karşılaştırılması. Doğu Anadolu kalk-alkali volkanitleri (Pearce vd., 1990; Buket ve Temel, 1998; Keskin vd., 2006; Karşlı vd., 2007; Kaygusuz 2009), Orta Anadolu kalk-alkali volkanitleri (Deniel vd., 1998; Temel vd., 1998; Yalçın vd., 1998; Şen vd., 2004; Kurt vd., 2008), Doğu Pontid kalkalkali volkanitleri (Kaygusuz vd., 2011; Temizel vd., 2012, Arslan vd.,2013),	

	batı Anadolu volkanitleri (Briqueu vd., 1986; Güleç, 1991; Pamir vd., 1995), OOSB ve Manto aralığı alanları Wilson (1989), Arculus ve Powell (1986), Gill (1981) ve McCulloch vd., (1994)'den; DM, EMI, EMII ve HIMU manto bileşimleri, Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır; KAV: kalkalkali volkanitler (semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	97
Şekil 3.50.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait bazaltik kayaların Zr / Nb' karşı Zr / Y diyagramı (Menzies ve Kyle, 1990), P: Plume, N: Normal, ve T: Geçişli Okyanus Ortası Sırtı Bazaltialanları, Le Roex (1987)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	100
Şekil 3.51.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Y (ppm)'a karşı CaO (%) diyagramı (Lambert ve Holland, 1974) Vektörler, bazaltik bileşim için minerallerin ayırılma yönlerini göstermektedir. (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	101
Şekil 3.52.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (a) Rb(ppm)-Y(ppm), (b) Zr (ppm)- Y(ppm), (c) Zr(ppm)-Nb (ppm) ve (d) Zr (ppm)-TiO ₂ (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	102
Şekil 3.53.	Tekkeköy (Samsun) 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 ayırılma yönlerini göstermektedir. (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	103
Şekil 3.54.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (a) Zr (ppm)-Hf (ppm), (b) Zr(ppm) Ce (ppm), (c) Zr (ppm)-Nb (ppm) ve (d) La (ppm)-Ce (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	103
Şekil 3.55.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (a) SiO ₂ (%) -Co (ppm), (b) SiO ₂ (%) -Ni (ppm), (c) SiO ₂ (%) -Nd (ppm) ve (d) SiO ₂ (%) -Zr (ppm), (e) SiO ₂ (%) - Th (ppm), (f) SiO ₂ (%) - U (ppm), diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	104
Şekil 3.56.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Nb/Y karşı Th/Y diyagramı (Pearce, 1983). (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	106
Şekil 3.57.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Nb/Y'a karşı Rb/Y diyagramı. Üst kabuk, bulk kabuk, alt kabuk bileşimleri, Taylor ve McLennan (1985) 'dan alınmıştır.....	106
Şekil 3.58.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i 'e karşı SiO ₂ (%), TiO ₂ (%), MgO (%) ile (¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd) _i 'e karşı SiO ₂ (%), TiO ₂ (%), MgO (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	107
Şekil 3.59.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i 'e karşı Sr (ppm), (1/Sr)x10 ³ (ppm ⁻¹), Th (ppm), Rb/Sr (ppm) ile (¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd) _i 'e karşı Nd (ppm) ve Sm/Nd diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	108
Şekil 3.60.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin gelişiminde kabuk kirlenmesinin etkisini gösteren (a) Y/Nb'a karşı Y/Nb, (b) K ₂ O/MgO'a karşı K ₂ O diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).....	109

- Şekil 3.61. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin K/Rb-Y/Rb ve Zr/Y-K/Rb diyagramları (Cox vd., 1984; Seymour ve Vlassopoulos, 1992) (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir) 110
- Şekil 3.62. Tekkeköy (Samsun) yöresi aglomera piroklastlarında olivin, klinopiroksen, hornblend ve plajiyoklas minerallerinde gözlenen dengesizlik dokuları (a) Plajiyoklas fenokristallerinde elek dokusu (Örnek No: S-33), (b) Klinopiroksen tarafından çevrelenmiş olivin ksenokristali (Örnek No: S-12), (c) Klinopiroksen, plajiyoklas ve opak minerallerden oluşan kümülofirik doku (Örnek No: S-7) (d) Klinopiroksen tarafından çevrelenmiş hornblend ksenokristali (Örnek No: S-36), (a) Plajiyoklas fenokristallerinde elek dokusu (Örnek No: S-17) (ÇN; Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend; Pl:Plajiyoklas)..... 111
- Şekil 3.63. Tekkeköy (Samsun) yöresi trakiandezitik dom ve dayka ait kayaçlardaki hornblend ve plajiyoklas minerallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (a) Kısmen parçalanmış ve opaklaşmış hornblend minerali (Örnek No: S-79), (b) Kaba elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-29), (c) Tamamen opaklaşmış hornblend minerali (Örnek No: S-25), (d) Trakiandezitik doma ait halkalı zonlu plajiyoklas (Örnek No: S-26), (e) Hornblend tarafından çevrelenmiş klinopiroksen ksenokristali (Örnek No: S-27), (f) Kaba elek dokusu ve yeniden büyüme zarfı gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-27) (ÇN; Hbl: Hornblend; Pl: Plajiyoklas; Snd: Sanidin) 112
- Şekil 3.64. Tekkeköy (Samsun) yöresi bazalt ve bazaltik dayka ait kayaçlardaki klinopiroksen ve plajiyoklas minerallerinde gözlenen dengesizlik dokuları (a) Klinopiroksen ve opak mineral inklüzyonları içeren ve elek dokulu plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-72), (b) Klinopiroksen, plajiyoklas ve opak minerallerden oluşan kümülofirik doku (Örnek No: S-106), (c)-(d) Plajiyoklas fenokristalinde elek dokusu ve yeniden büyüme zarfı (Örnek No: S-121) (e) Breakdown dokusu (Örnek No: S-103) (f) Opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen ve elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-102) (Kpir: Klinopiroksen; Pl: Plajiyoklas; Op: Opak mineral)..... 113
- Şekil 4.1. (a) İncelenen Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının, Doğu Pontidler (b) Kuzey ve (c) Güney Zon'u diğer Tersiyer volkanitleri ile karşılaştırılması (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır 118
- Şekil 4.2. Doğu Pontidlerde Tersiyer volkanitlerinin jeodinamik gelişimi gösteren şematik model; (a) kıta-kıta çarpışması ve litosferik kalınlaşma, (b) litosferik ayrılma (delaminasyon) ve incelmeye gelişimi (Temizel vd. 2012; Arslan vd. 2013) (TAP, Torid-Anatolid Platformu; EP, Avrasya Levhası). 120

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Tekkeköy(Samsun) yöresi aglomera piroklastlarındaki hornblend-plajiyoklas jeotermometresinden hesaplanan sıcaklık (°C) değerleri). 61
Tablo 2.	Tekkeköy(Samsun) yöresi trakiandezitik doma ait örneklerdeki ait hornblend-plajiyoklas jeotermometresinden hesaplanan sıcaklık (°C) değerleri 62
Tablo 3.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait aglomera piroklastı örneklerinin içerdiği klinopiroksenlerden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları 65
Tablo 4.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait bazalt örneklerinin içerdiği klinopiroksenlerden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları 66
Tablo 5.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait trakiandezitik dom örneklerinin içerdiği klinopiroksenden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları)..... 67
Tablo 6.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki trakiandezitik dom örneklerine ait biyotitlerden hesaplanan püskürme öncesi sıcaklık değerleri 67
Tablo 7.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki aglomera piroklastlarındaki hornblendlerden hesaplanan jeobarometre değerleri 73
Tablo 8.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki takiandezitik dom örneklerindeki hornblendlerden hesaplanan jeobarometre değerleri 74
Tablo 9.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitleri aglomera piroklastlarındaki klinopiroksenlerden hesaplanan jeobarometre değerleri 79
Tablo 10.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitleri bazalt birimine ait klinopiroksenlerden hesaplanan jeobarometre değerleri 80
Tablo 11.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitleri trakiandezitik dom ait klinopiroksenlerden hesaplanan jeobarometre değerleri 81
Tablo 12.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki bazaltlara ait klinopiroksenlerin Al (% atom) ve Ti (% atom) içerikleri 81
Tablo 13.	Tekkeköy (Samsun) yöresindeki aglomera piroklastlarındaki klinopiroksenlerin Al (% atom) ve Ti (% atom) içerikleri 82
Tablo 14.	. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki volkanik kayaçların Rb (ppm), Sr (ppm), Sm (ppm) ve Nd (ppm) içerikleri ve Rb-Sr ve Sm-Nd izotopik verileri..... 98
Ek Tablo 1.	Bazaltlardaki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları 138
Ek Tablo 2.	Bazaltlardaki klinopiroksenlerin mikroprob sonuçları 147
Ek Tablo 3.	Bazaltlardaki olivinlerin mikroprob analiz sonuçları 151

Ek Tablo 4.	Bazaltlardaki Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları.....	152
Ek Tablo 5.	Trakiandezitik doma ait feldispatların mikroprob analiz sonuçları.....	154
Ek Tablo 6.	Trakiandezitik doma ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları.....	167
Ek Tablo 7.	Trakiandezitik doma ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları	168
Ek Tablo 8.	Trakiandezitik doma ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları	176
Ek Tablo 9.	Trakiandezitik doma ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	177
Ek Tablo 10.	Aglomera piroklastlarındaki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları.....	179
Ek Tablo 11.	Aglomera piroklastlarındaki klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları.....	185
Ek Tablo 12.	Aglomera piroklastlarındaki hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları.....	188
Ek Tablo 13.	Aglomera piroklastlarındaki ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları.....	190
Ek Tablo 14.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının ana oksit (%) ve iz (ppm) element analizleri ve CIPW normatif mineralojik (%) bileşimleri	192
Ek Tablo 15.	Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin nadir toprak element (ppm) analiz sonuçları	197

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
- Bi : Biyotit
- BİLE : Büyük İyon Yarıçaplı Litofil Elementler
- CHUR : Kondritik tekdüze rezervuar
- DM : Tüketilmiş Manto
- E-OOSB : Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
- FC : Ayrımlaşma
- Hbl : Hornblend
- HIMU : μ -değeri veya (238U/204Pb) 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
- Kbar : Kilobar cinsinden basınç
- Kd : Ayrımlanma katsayısı
- Km : Kilometre cinsinden uzunluk
- Kpir : Klinopiroksen
- M : Metre cinsinden uzunluk
- 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

ppm : milyonda bir (Part per million)

Snd : Sanidin

Si[4] : Tetrahedral koordinasyonlu silisyum

T : Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$ cinsinden)

TAS : Toplam alkali-SiO₂

Mg# : Magnezyum numarası

ϵNd : Nd izotopik bileşiminin bir manto rezervuarına göre oranı

ϵSr : Sr izotopik bileşiminin bir manto rezervuarına göre oranı

YÇAE: Yüksek Çekim Alanlı Elementler (HFSE, High Field Strength Elements)

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışmanın amacı, Tekkeköy (Samsun) ilçesi- Samsun ili arasında Karadeniz sahil Şeridi boyunca yüzeyleme veren Tersiyer volkanitlerinin fasiyes, petrografik, petrokimyasal ve petrolojik özelliklerinin belirlenerek volkanitlerin gelişimini ve kökenini ortaya koymaktır. Bu amaçla, yörenin 1/25 000 ölçekli ayrıntılı jeolojik haritası hazırlanarak volkanitlerin fasiyes ayrımı yapılmıştır. Çalışma alanındaki volkanik birimlerin litostratigrafik özellikleri göz önünde bulundurulurak kayaç örnekleri alınmış, bu kayaç örneklerinin mineralojik, petrografik ve petrokimyasal özellikleri incelenmiştir.

1.2. Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı

Bu çalışmanın amacı, Tekkeköy (Samsun) ilçesi- Samsun ili arasında Karadeniz sahil Şeridi boyunca yüzeyleme veren Tersiyer volkanitlerinin fasiyes, petrografik, petrokimyasal ve petrolojik özelliklerinin ortaya konularak volkanizmanın gelişimini ve kökenini belirlemektir. Bu amaçla, yörenin daha önce yapılmış haritaları revize edilerek 1/25 000 ölçekli ayrıntılı jeolojik haritası yapılarak volkanitlerin fasiyes ayrımı yapılmıştır. Çalışma alanındaki birimlerin litostratigrafik özellikleri göz önünde bulundurulurak volkanik kayaç örnekleri alınmış, bu kayaç örneklerinden mineralojik ve petrografik tayinler yapılmıştır. Hazırlanan ince kesitler mikroskopta incelenerek kayacı oluşturan mineral cinsleri, bu minerallerin birbiriyle olan ilişkileri ve optik özellikleri belirlenmiştir. Bu incelemeler sonucu seçilen örneklerden parlatılmış ince kesitler üzerinde silikat ve oksit minerallerinin kimyasını belirlemek için mikroprob analizi (EPMA) gerçekleştirilmiştir. Arazi ve petrografik incelemelerden yararlanılarak taze örneklerden tüm kayaç, nadir toprak element ve Sr-Nd izotop analizleri yapılarak ve volkanitlerin petrokimyasal ve kökensel özellikleri belirlenmiŐ ve ayrıca volkanitlerin geliŐimlerindeki magmatik olaylar irdelenmiŐtir.

1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

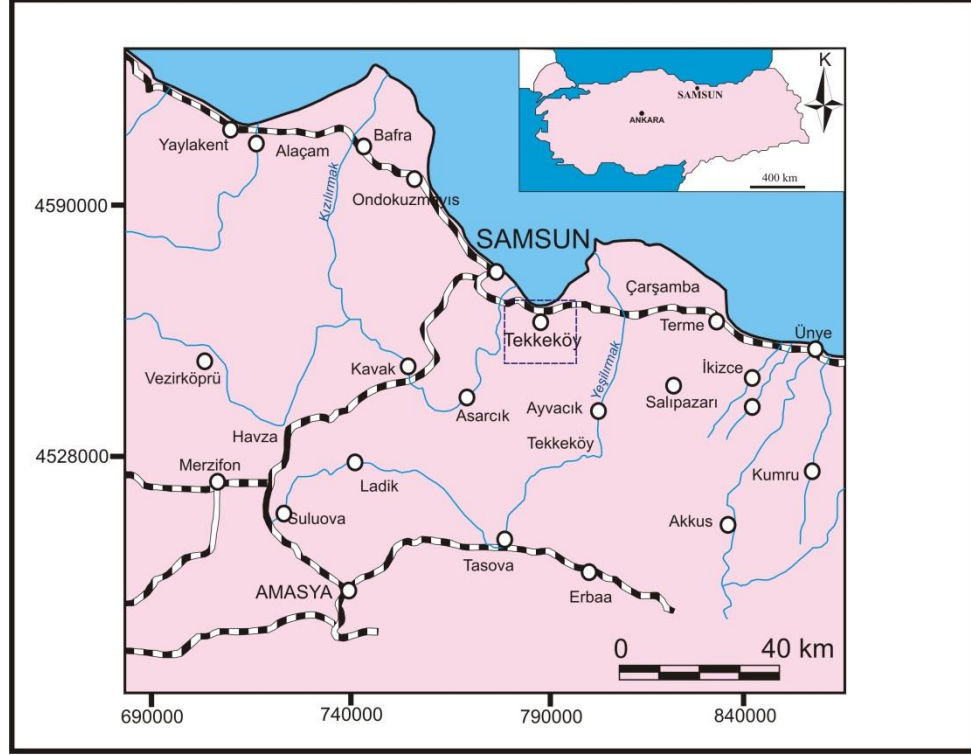
Çalışma alanı, Samsun İli Tekkeköy İlçesi ve çevresini kapsamaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanı, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritanın Samsun F36 b3, b4, c1, c2 paftalarında bulunmakta ve yaklaşık 220 km²'lik bir alanı kapsamaktadır.

Karadeniz sahil şeridinin orta bölümünde Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirlerinin Karadeniz'e döküldükleri deltalar arasında yer alan Samsun ili 9.083 km²'lik bir yüz ölçüme sahiptir. Coğrafi konum olarak 40° 50' - 41° 51' kuzey enlemleri, 37° 08' ve 34° 25' doğu boylamları arasındadır. Kuzeyinde Karadeniz'in yer aldığı Samsun ilinin komşuları; doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Tokat ve Amasya, güney batısında ise Çorum illeridir. Samsun İli yeryüzü şekilleri bakımından üç ayrı özellik gösterir. Birincisi güneyindeki dağlık kesim, ikincisi; dağlık kesimle kıyı şeridi arasında kalan yaylalar, üçüncüsü; yaylalarla Karadeniz arasındaki kıyı ovalarıdır. Kızılırmak ve Yeşilirmak akarsularının delta alanlarında, yurdumuzun tarımsal potansiyeli en yüksek ovalarından Bafra ve Çarşamba ovaları yer almaktadır.

Samsun ili genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Ancak sahil şeridi ve iç kesimlerinde iklim iki ayrı özellik gösterir. Sahil şeridinde (Merkez ilçe, Terme, Çarşamba, Bafra, Alaçam, 19 Mayıs, Tekkeköy ve Yakakent) Karadeniz ikliminin etkileri görülür. Bunun için sahil şeridinde yazlar sıcak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. İç kesimler (Vezirköprü, Havza, Ladik, Kavak, Asarcık ve Salıpaazarı) yüksekliği 2.000 metreyi bulan Akdağ ve 1.500 metreyi bulan Canik dağlarının etkisi altında kalır. Buradaki dağların etkisinden dolayı kışlar soğuk, yağmur ve kar yağışlı, yazlar ise serin geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 15°C'dir. Yıllık ortalamalara göre en sıcak geçen aylar; Temmuz (23.1°C) ve Ağustos (23.2°C), en soğuk geçen aylar ise Ocak (6.9°C) ve Şubat (6.6°C) aylarıdır. En yüksek sıcaklık ortalaması, yıllık 18.1°C, en düşük sıcaklık ortalaması ise 11°C'dir. İlin sahil kesiminde ölçülen sıcaklıklar ile sahilden 10-15 km iç kısımlarda ölçülen sıcaklıklar arasında 10 °C'ye varan farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle kış aylarında deniz kıyısından uzaklaştıkça iç kısımlara doğru gidildiğinde sıcaklık değerleri büyük değişim göstermektedir.

Yıllık ortalama yağış ülke ortalamasının üzerindedir (676.5 mm). Buna karşılık ildeki yağış oranı, Batı Karadeniz Bölgesi illerindekinden farklıdır. İlde yağış en çok Ekim

(86.5 mm) ve Kasım (81.2 mm) aylarında olmaktadır. İlin doğusundaki yağış miktarı batısına göre daha fazladır. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 156 gün civarındadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.4. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı, ilk kez Ketin (1966) tarafından sınırlandırılan ve coğrafik olarak Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'ne karşılık gelen "Pontid Tektonik Birliği" içerisinde, Özsayar vd. (1981) tarafından tanımlanan Doğu Pontidler ise batı ucunda bulunmaktadır. (Şekil 1.2a).

Bektaş vd. (1995) tarafından "Kuzey Zon", "Eksen Zonu" ve "Güney Zon" olmak üzere üç zona ayrılan "Doğu Pontid Orojenik Kuşağı" jeodinamik gelişimi halen tartışmalıdır. Genel olarak bu jeodinamik evrim için üç farklı görüşten bahsedilebilir. İlk olarak bölgede Paleozoyik'ten Eosen'e kadar devam eden süreç içinde güneyde yer alan okyanusal litosferin kuzeye doğru yitimi (Adamia vd., 1977 ve 1981; Tokel 1981; Ustaömer ve Robertson 1996; Rice vd., 2009; Dilek vd., 2010), ikinci olarak kuzeyde yer alan Paleotetis okyanus litosferinin Paleozoyik – Dogger zaman aralığında güneye doğru yitimi ve Dogger'den sonra güneyde açılmış olan Neotetis okyanusunun kuzeye doğru

yitimi ile Paleosen'de gerçekleşen çarpışma sonucuyla şekillendiği (Şengör ve Yılmaz, 1981), üçüncü olarak ise Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın kuşağın kuzeyinde yer alan Paleotetis okyanusal litosferinin Paleozoyik - Eosen zaman aralığında güneye yönlü yitimi ile jeodinamik evrim açıklanmaktadır. (Dewey vd., 1973; Chorowicz, 1998; Bektaş vd., 1999; Eyüboğlu, 2010; Eyüboğlu vd., 2007, 2011a, 2011b, 2011c;).

Doğu Pontid'lerde temel Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar 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 birimin Permo-Karbonifer yaşlı olması nedeniyle metamorfitleerin yaşı Permo-Karbonifer öncesi olarak kabul edilmektedir (Ağar, 1977; Korkmaz ve Baki, 1984). Ayrıca Paleozoyik yaşlı metamorfikleri kesen Gümüşhane Granitoyidi içerisinde görülen büyük boyutlardaki şist anklavları, bunların metamorfitlerden daha genç olduğunu kanıtlamaktadır (Gürsoy vd., 1983; Topuz vd., 2001; Topuz, 2002).

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda Triyas dönemini temsil eden kayaçların varlığı tartışmalıdır. Bayburt Demirözü yöresinde metamorfik kayaçlar üzerine gelen ve kırıntılı kayaçlardan oluşan istifin (Karakaya Formasyonu) Triyas yaşlı olabileceği birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür (Ağar, 1977; Yılmaz vd., 1997; Topuz vd., 2004a). Ayrıca benzer olarak Amasya yöresinde bulunan Tokat masifindeki metamorfik kayaçlar üzerine gelen ve çok düşük dereceli metamorfizma izleri taşıyan kırıntılı kayaçlardan oluşan Karasenir Formasyonu'nun Triyas yaşlı olduğu ileri sürülmüştür (Alp, 1972). Ancak bu kayaçların otokton mu yoksa allokton mu olduklarına dair tartışmalar bir sonuca bağlanamamıştır. Her iki formasyon için paleontolojik bulguların olmayışı nedeni ile bölgede Triyas'ın varlığı net değildir. Son yıllarda Eyüboğlu vd. (2010, 2011d) tarafından yapılan çalışmalarda Pulur ve Tokat metamorfik masiflerini kesen ultramafik ve mafik intrüzyonlardan Ar/Ar ve U-Pb yaşlandırma metodları ile Geç Triyas yaşı (191±5 ile 212±4 My arasında) elde edilmiş ve daha önce okyanusal kabuğa ait olduğu düşünülen bu kayaçların aslında yaklaşan plaka kenarlarında gelişen yüksek alüminyumca zengin yitim ilişkili magmaların ürünleri olan Alaskan-tip intrüzyonlar olduğu ortaya konulmuştur.

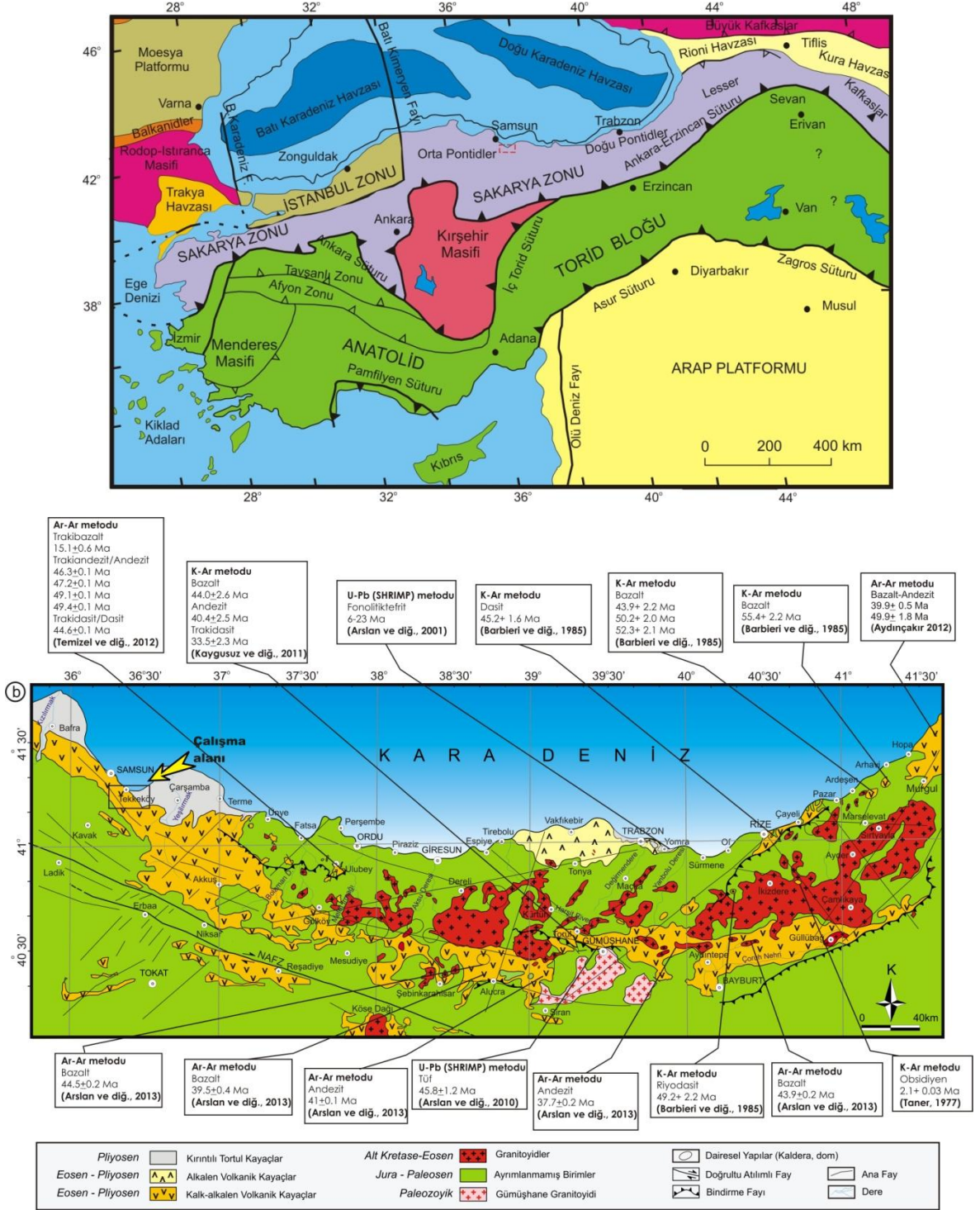
Metamorfik temel üzerine uyumsuzlukla volkano-tortul kayaçlardan oluşan Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu gelmektedir. Birim, genellikle yeşilimsi gri renkli bazalt ve piroklastitlerden oluşmaktadır. Bazalt ve piroklastitleri arasında kalınlığı fazla olmayan

(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).

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, (yer yer dasit, riyodasit) ve bunların piroklastitlerinden oluşan birim Tirebolu Formasyonu adıyla tanımlanmıştır (Keskin vd., 1998) ve Kaçkar Granitoyidi-I tarafından kesilmektedir. Doğu Pontidler' de Geç Kretase dönemi şiddetli bir magmatizmanın ürünü olan volkanik kayalar ve granitik intrüzyonlar ile temsil edilmektedir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Okay ve Şahintürk, 1997; Karlı vd., 2004; Boztuğ vd., 2006; Kaygusuz vd., 2008; Kaygusuz ve Aydınçakır 2009, 2011; Karlı vd., 2010a). Magmatik aktivitenin duraksadığı dönemlerde ise tortul ara seviyelerin çökelişi söz konusudur. Kuzeyden güneye doğru ilerledikçe magmatizmanın şiddeti azaldığından magmatik kayaç ağırlıklı istif yerini sedimanter kayaç ağırlıklı bir istif alır. Sedimanter kayalar arasında yer yer tuf ara seviyeleri ile daha güneyde Bayburt-Amasya hattı boyunca ise Geç Kampaniyen'de başlayan ve Maastrihtiyen sonuna kadar devam eden yüksek potasyumlu magmatizma yaygın olarak gözlenir (Altherr vd., 2008; Topuz vd., 2010; Eyüboğlu, 2010).

Tirebolu Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, tüfit, marn, silttaşı ve kumtaşı aralanmasından 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 algi kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Keskin vd., 1998).



Şekil 1.2. (a) İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri içerisindeki yeri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır). (b) Doğu Pontidler'deki Tersiyer volkanik kayaların yayılımını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Güven, 1993'ten değiştirilerek)

Bu birimlerin üzerine açılmal uyumsuzlukla kumtaşı, kumlu kireçtaşı, çamurtaşı silttaşı, marn aralanması ile yer yer çakıltaşı ara seviyeleri içeren Alt-Orta Eosen (İpreziyen-Alt Lütésiyan) 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 Lütésiyan-Priyaboniyen) yaşlı Tekkeköy Formasyonu gelmektedir (Keskin vd., 1998). İnceleme alanının batısında yeralan ve Temizel (2002) tarafından üye mertebesinde ayırtılan 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.

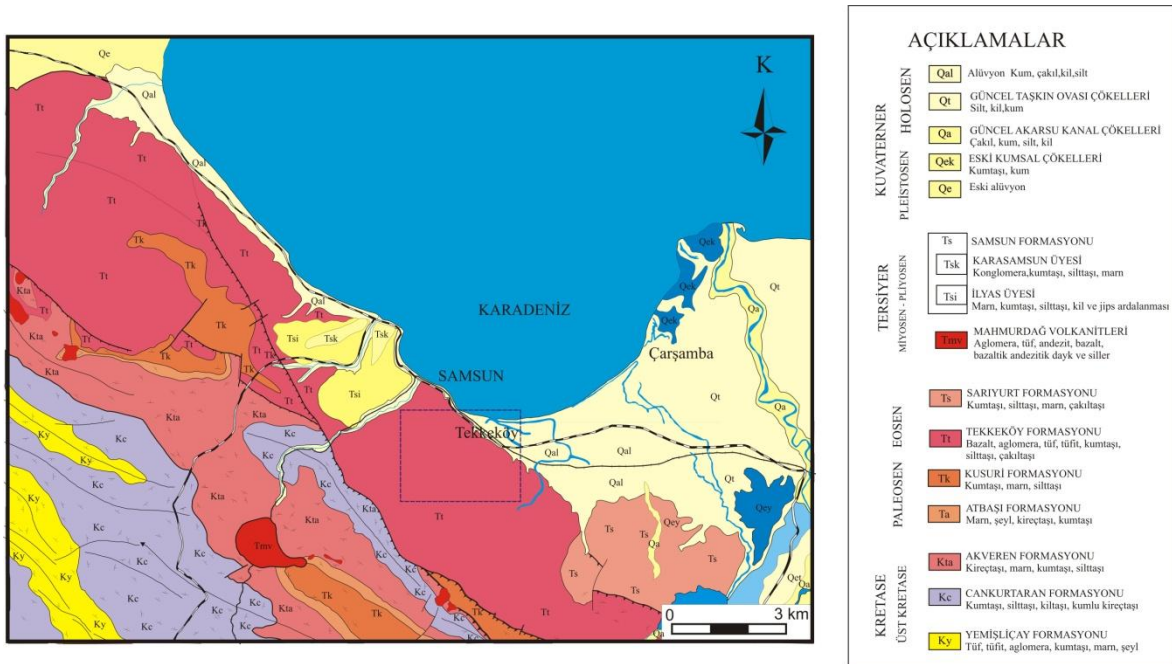
Tekkeköy Formasyonu'nun üzerine uyumsuzlukla gelen Canik Volkanitleri Miyos-Pliyosen yaşlıdır (Keskin vd., 1998). Aynı birim, Güven (1993) tarafından Pliyosen yaşlı bazalt ve piroklastitlerinden oluşan Bülbülen Yayla Volkanitleri şeklinde tanımlanmıştır.

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

1.5. Stratigrafi

İnceleme alanı ve çevresindeki birimler farklı araştırmacılar tarafından adlandırılmış ve yaşlandırılmıştır. Çalışma alanı ve çevresindeki en yaşlı birim, Gedik ve Korkmaz (1984) tarafından tanımlanan Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı Yemişliçay Formasyonu'dur. Birim, kumtaşı, şeyl, tuf, tüffit, aglomera aralanmasından oluşan volkano-tortul özellikte bir istiftir. Bu formasyon üzerine Maestrihtiyen yaşlı kumtaşı, marn, şeyl aralanmasından oluşan türbiditik fasiyesteki Cankurtaran Formasyonu gelir (Blumenthal, 1940; Gayle, 1959; Badgley, 1959; Ketin ve Gümüş, 1963; Gedik ve Korkmaz, 1984; Yoldaş vd., 1985). Üst Maestrihtiyen-Paleosen zaman aralığında havza karbonat

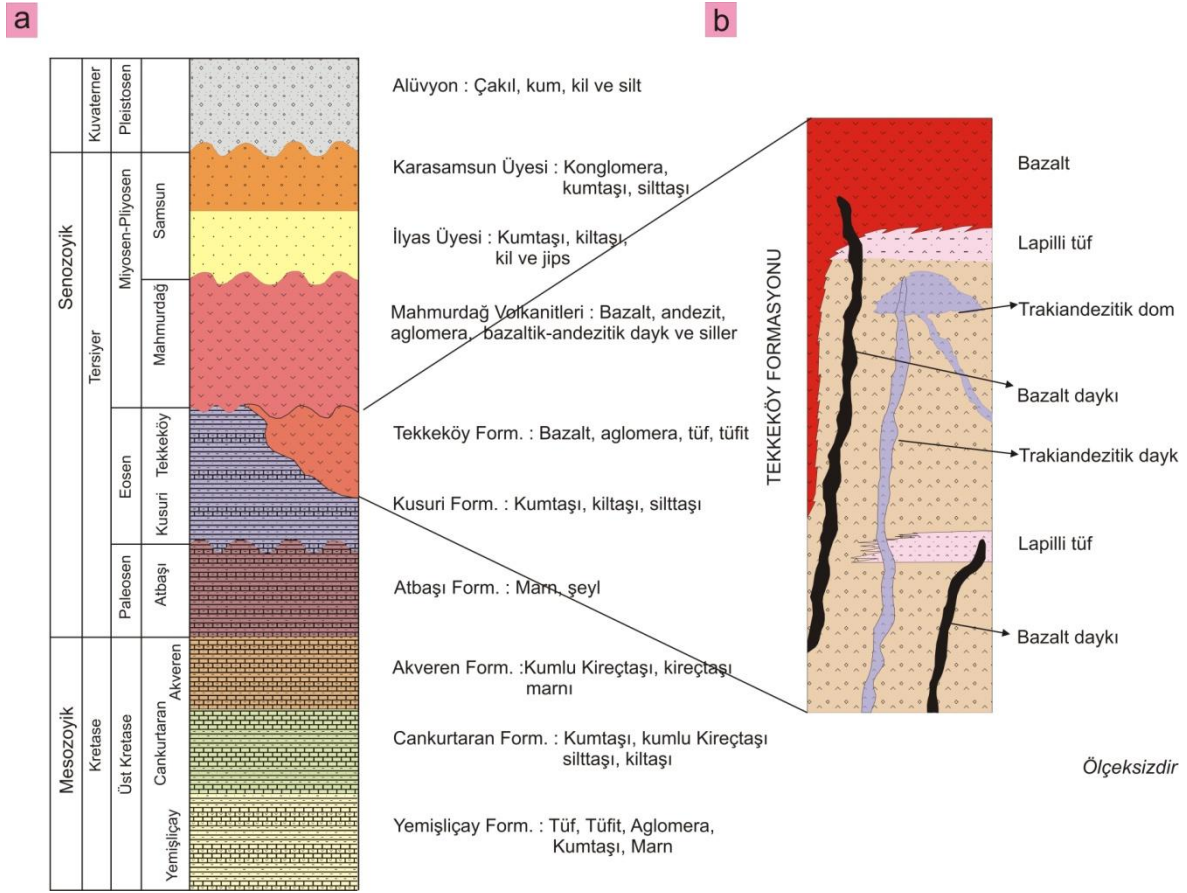
platformundan beslenmiş ve değişik akış rejimli türbiditik akıntılar tarafından Akveren Formasyonunun kalkarenitleri (kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, marn ardalanması) çökelmiştir (Gayle, 1959; Badgley, 1959; Ketin ve Gümüş, 1963; Gedik ve Korkmaz, 1984; Yoldaş ve diğ., 1985). Bu birim üzerine gelen Atbaşı Formasyonunun kırmızı renkli kumtaşı ve marn ardalanması, Alt Eosen'de havzanın derin denizel özelliğini koruduğunu göstermektedir. Kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan Lütesiyeen yaşlı Kusuri Formasyonu Atbaşı Formasyonunun üzerine gelir (Ketin ve Gümüş, 1963; Gedik ve Korkmaz, 1984). Yaşı Üst Eosen olarak kabul edilen Tekkeköy Formasyonunun volkanit ve volkano-tortul kayaçları Kusuri Formasyonu üzerine uyumlu ve yer yer uyumsuz olarak gelir (Gedik ve Korkmaz, 1984; Yoldaş ve diğ., 1985). Eosen sonrası (Üst Miyosen-Pliyosen) bir magmatizmanın ürünü olan “Mahmurdağ volkanitleri” stok, dayk ve siller şeklinde daha yaşlı formasyonları keserek çıkmış ya da aralarına yerleşmiştir (Gedik vd., 1984; Gedik ve Korkmaz, 1984). Çalışma sahası ve yakın çevresinde yüzeyleyen en genç birim Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 1.3-1.4).



Şekil 1.3. Tekkeköy (Samsun) yöresinin basitleştirilmiş jeolojik haritası ve Tersiyer volkanitlerinin yayılımı (1/100 000 ölçekli MTA, 2000 jeoloji haritasından küçültülerek alınmıştır)

Çalışma alanı ve çevresinde bulunan birimler gençten yaşlıya doğru aşağıda verilmiştir. Asıl çalışma konusunu oluşturan Tekkeköy volkanitlerinin diğer birimler ile

olan ilişkileri de stratigrafik kolon kesit üzerinde belirtilmiş olup, fasiyes ayırımı yapılmıştır. (Şekil 1.4b).



Şekil 1.4. a) Samsun ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti, b) İncelenen volkanitlerin volkano-stratigrafik kesiti (bu çalışma)(MTA, 2000'den değiştirilerek).

1.5.1. Yemişliçay Formasyonu (Ky)

Adlaması Ketin ve Gümüş (1963) tarafından yapılan Yemiliçay Formasyonu Gedik ve Korkmaz (1984) tarafından da aynı ad altında değerlendirilmiştir. İnceleme alanı içerisinde gözlenmemekte ancak yakın bölgedeki en yaşlı birimi oluşturmaktadır (Şekil 1.3). Volkanosedimanter seri içinde; tuf, tüfit, volkanik bileşenli kumtaşı, bol fosilli ve kumlu kireçtaşı, aglomera, volkanik katkı ve başkalaşmış sedimanter istifler, bazalt ve dasitik dayklar yer alır.

Birimin sedimanter seviyeleri içinde bulunan fosillere göre yaşı Geç Kretase (Kampaniyen-Maastrichtiyen) olarak kabul edilmiştir (Gedik ve Korkmaz, 1984). Birimin

litolojik özellikleri değişik derinlikteki denizel ortamlarda çökeldiğini göstermektedir. Fosil içeriğine ve sedimanter yapı özelliklerine göre de türbiditik akıntıların etkisinde sığ-derin denizel ortamları yansıtır (Gedik ve Korkmaz, 1984).

1.5.2. Cankurtaran Formasyonu(Kc)

Formasyon ilk defa Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Gürsöku Formasyonu adıyla adlandırılmış olup Gedik vd. (1981) ile Gedik ve Korkmaz (1984) tarafından Cankurtaran Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Blumenthal (1940) tarafından ise Orta Filiş olarak değerlendirilmiştir.

Formasyon tuf, tüfit, kumlu kireçtaşı ve marn araseviyeli kumtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşmakta, alt ve orta seviyelerdeki tuf ve tüfit bantları üst seviyelerde azalmaktadır. Orta seviyelerde kumlu kireçtaşı seviyeleri gözlenmeye başlanır. Üst seviyelerde karbonat oranı artarak birim kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve marn ar dalanmasıyla dereceli olarak Akveren Formasyonuna geçmektedir. Alt seviyelerinde yaklaşık 50-150 m arayla iki olistostrom seviyesi yüzeylemekte olan Cankurtaran Formasyonu'nun birincil olistostrom seviyesi 30-40 m, ikinci seviye 50-70 m'dir.

Birimin toplam kalınlığı 850-1800 m arasında değişmekte ve içinde saptanan fosillere göre Maestrichtiyen yaşı verilmiştir. Formasyon derin denizel bir ortamda çökelmiştir (Gedik ve Korkmaz, 1984).

1.5.3. Akveren Formasyonu (KTa)

Formasyon daha önceki çalışmalarda, Badgley (1959), Ketin ve Gümüş (1963), Gedik vd. (1981), Gedik ve Korkmaz (1984) tarafından aynı ad altında incelenmiştir.

Kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ve marn ar dalanmasından oluşan Akveren Formasyonu, inceleme alanı içerisinde gözlenmemekte ancak yakın çevresinde geniş alanları kaplamaktadır (Şekil1.3). Formasyon alt seviyelerde kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn ve şeyl ar dalanmasından oluşmaktadır. Orta seviyelerde kumtaşı, üst seviyelerde kumlu kireçtaşı oranının azalması ile istif kireçtaşı-marn ar dalanmalı olarak devam etmektedir. Birimin üst seviyelerinde çört arabantları ve çört yumrulu kireçtaşları ile kırmızı-şarabi renkli marn ar dalanması gözlenmektedir. Formasyonda bulunan fosillere göre Gedik ve

Korkmaz (1984) tarafından Üst Kretase-Paleosen yaşı verilmiş olup Akveren Formasyonu'nun litolojisi ve içerisinde bulunan fosil topluluğuna göre şelf ilerisi bir ortamda çökelmiş olduğu belirtilmiştir.

1.5.4. Atbaşı Formasyonu (Ta)

Birim ilk kez Blumenthal (1940) tarafından “Tangalın alacalı flişi” adıyla tanımlanmış, daha sonra Ketin ve Gümüş (1963) birime Atbaşı Formasyonu adını vermişler, Gedik ve Korkmaz ile Yoldaş vd., (1985) de aynı adlamayı kullanmışlardır.

Gri renkli kumtaşı ve bordo renkli marn ardalanmasından oluşmaktadır. KB kesiminde Erikli Fayı kuzeyinde yüzeylenmektedir. Formasyonun tipik kesiti Düzören köyü güneyindedir. Birim ince-orta tabakalı, bej renkli kireçtaşı, kırmızı renkli kumtaşı ve marn ardalanması ile başlar. Birimin orta seviyeleri kırmızı-bordo renkli ince tabakalı kumtaşı ve kalın-çok kalın tabakalı marn ardalanmasından oluşmaktadır. Üst seviyeler boz renkli, ince tabakalı kumtaşı ve orta tabakalı marn ardalanması ile Kusuri formasyonuna geçmektedir. Birimin kum/şeyl oranı %80 dolayındadır. Birim 150-450 m arasında bir kalınlık göstermektedir. Formasyon elde edilen fosil bulgularına göre Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında olup, denizel bir ortamda distal fasiyeste çökelmiştir.

1.5.5. Kusuri Formasyonu (Tk)

Birim ilk olarak Samsun dolaylarındaki çalışmalarında Ketin ve Gümüş (1963) tarafından tanımlanmıştır. Gedik vd. (1981) formasyonu üye mertebesine indirerek Yenikonak Formasyonu içinde Gedik ve Korkmaz (1984) ve Korkmaz (1984) birimi Gökırmak Formasyonu olarak tanımlamışlardır.

Gri renkli marn, kumtaşı ve krem renkli kireçtaşı-kireçli kumtaşı ardalanmasından oluşan birim çalışma alanının kuzey ve güneybatı kesimlerinde yüzeylenmektedir. Formasyon ince-orta tabakalı, boz-sarı renkli kumtaşı, kireçli kumtaşı ile bej-krem renkli kireçtaşı aratabakalı marn istifinden oluşmaktadır. Kumtaşı ve kumlu kireçtaşları genelde tabaka iç yapıları ile çizilme izi şeklinde taban yapıları içermektedir. Birimin marn oranı %70-80 dolayındadır. Formasyon inceleme alanı ve yakın çevresinde yüzeyleme vermeyen Atbaşı Formasyonu üzerinde uyumlu ve dikey geçişli olarak yer almaktadır. Birimin

üzerine Cankurtaran ve Akveren Formasyonları tektonik olarak, Tekkeköy Formasyonu uyumlu ve dikey geçişli olarak gelmektedir.

Kusuri Formasyonunun ölçülen kesitlerde toplam kalınlığı 2000 m. civarında bulunmuştur ve yaşı fosil topluluğuna göre Orta Eosen (Lütesiyen) olarak tanımlanmıştır (Gedik ve Korkmaz, 1984).

1.5.6. Tekkeköy Formasyonu (Tt)

Bazalt, andezit, tuf, tüfit, aglomera, kumtaşı ve siltaşı ardalanmasından oluşan birim ilk olarak Yoldaş vd. (1985) tarafından tanımlanmıştır.

Tabanda kumtaşı, marn ve tüfit ardalanması ile bazalt ve aglomeralardan oluşan birim inceleme alanınınında oldukça geniş bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil 1.3). Bu istif üst seviyelere doğru bazalt, aglomera ve tuf şeklinde devam etmektedir. Aglomeralar kül boyutundaki piroklastik malzeme ile tutturulmuş olup, andezit, bazalt, dasit, çakıl ve bloklardan meydana gelmiştir. Kötü boylanmalı, yer yer kalın ve genellikle belirgin olmayan tabakalanma göstermektedir.

Formasyonun yaşı Orta-Üst Eosen olarak kabul edilmiştir (MTA,1983). Birim volkanik ve volkanotortul bir istiftir. Üst seviyelerdeki bazalt lav akmaları ve aglomeraların varlığı ortamın kısmen sığılaştığını göstermektedir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen arazi incelemeleri Tekkeköy Formasyonu' na ait volkanik birimler üzerinde yoğunlaşmış olup sistematik numune alımı ile formasyonun fasiyes özellikleri saptanmıştır. Belirlenen ayrıma göre formasyon aglomera, trakiandezitik dom ve dayklar, bazalt ve bazaltik dayklar olarak alt birimlere ayrılmıştır (Şekil 1.4b).

1.5.7. Sarıyurt Formasyonu (Ts)

İlk olarak Barka vd. (1986) tarafından Kusuri Formasyonu'nun üst kısmı olarak tanımlanmış olan Bantoniyen yaşlı bu birimler, Sarıyurt Formasyonu olarak Hakyemez vd. (1989) tarafından ilk kez adlanmıştır.

Tabanında çok kötü boylanmalı çakıltaşları ile başlayan birim, kumtaşı katmanlarıyla devam eder ve giderek incelen katmanlar siltaşlarıyla ardalanma gösterir. En üst kesimde kumtaşı ara katmanlı siltaşı ve marnlar ile yer yer tuf arakatkıları gözlenmektedir.

Tekkeköy Formasyonu  zerine düşük açılı bir uyumsuzlukla gelen Sarıyurt Formasyonu hızlı bir transgresyonun olduğunu ifade ederken, kumtaşı, silttaşı ve marnlar ise şelf ortamlarını temsil eder. İçerdiği fosil faunasına göre birimin yaşı  st Eosen olarak belirlenmiştir (Hakyemez vd., 1989).

1.5.8. Mahmurdağı Volkanitleri (Tmv)

Üst Miyosen-Pliyosen dönemi magmatizmanın ürünü olan Mahmurdağ Volkanitleri, stok, dayk ve siller şeklinde daha yaşı birimleri keserek çıkmış ya da aralarına yerleşmiştir (Gedik vd., 1984; Gedik ve Korkmaz, 1984).

Bazalt, andezit, tüf, aglomera ile bazik stok, dayk ve sillerden oluşan birim inceleme alanı dışında dağınık yüzeylemeler şeklindedir (Şekil 1.3). Mahmurdağ'da tipik olarak bazaltlar yüzeylenmektedir. Bazaltlar, koyu siyah ve gri renkli, porfirik dokuludur, ojit, olivin, l sit ve plajiyoklas fenokristalleri ve bunları bağlayan bir hamur maddesinden oluşmaktadır (MTA,1983).

1.5.9. Samsun Formasyonu (Ts)

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki en genç birim olan Samsun Formasyonu,  nceki araştırmacılar (Blumenthal, 1948; Yalçınlar, 1955; 1958; Yücel ve Gürel, 1978; Keçik, 1978; Turanoğlu, 1979) tarafından “Neojen” olarak tanımlanmış bu birimin üst düzeyini oluşturan konglomeralar ise “Lütesiyen flişi” olarak ifade edilmiştir. Daha sonra Doyuran vd. (1985) tarafından yapılan çalışma ile Samsun Formasyonu'nun alt düzeylerini oluşturan, denizel marn ve onun üzerindeki geçiş düzeyi İlyas  yesi, formasyonun en üst kesimini oluşturan konglomeralar ise Karasamsun  yesi olarak adlandırılmıştır.

1.5.9.1. İlyas  yesi (Tsi)

Birim volkanik çakıllardan oluşan bir taban konglomerası ile başlamaktadır. Daha üstte gri-mavi renkli denizel marn ile kil ve jips ara bantlı kumtaşı, silttaşı ve çakıltaşı seviyeleri yer almaktadır. Kürtün Irmağı batısında, Mert ve Kürtün Irmakları arasında yerleşim alanını da kapsayan bir alanda yüzeylenmekte ve kalınlığı 130 m dolayındadır.

Birim Tekkeköy Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Dereceli olarak karasal konglomeralara geçmektedir. İçerdiği fosil topluluğuna göre Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşı verilmiştir. Geçiş düzeyi tektonik yönden duraysızdır. Lagünel-denizel bir ortamda çökelmiştir (Doyuran vd., 1985).

1.5.9.2. Karasamsun Üyesi (Tsk)

Samsun Formasyonu'nun üst düzeyini oluşturan karasal konglomeralardan meydana gelmiştir. Birim aşınımına dayanımlı olduğu için sırt ve tepelerde yüzeylemektedir. Yaygın olarak Karasamsun Sırtı, Kalkanlı ve Köydüzü Sırtı, Karasamsun Mah., Çatalarmut Köyü ve Toraman Tepe dolaylarında yüzeylemektedir.

Birimin tabanı İlyas Üyesi'nin en üst kesimini oluşturan geçiş düzeyi ile dereceli geçişlidir; üzerine alüvyon çökelleri gelmektedir. Birim kumtaşı, silttaşı ve marn mercekleri içeren, orta sıkı tutturulmuş, yer yer iyi çimentolu konglomeralardan oluşmaktadır. Konglomera çakılları çoğunlukla andezit, bazalt az miktarda kireçtaşı, kumtaşı ve marnlardan oluşmakta olup, boylanmasız ve kalın katmanlıdır. Yer yer çapraz katmanlı silttaşı ve kumtaşı ile marn merceklerinin kalınlığı 5-10 mm'den 1-2 m'ye; uzunluğu ise 1-20 m arasında değişmektedir. Üyenin kalınlığı 70 m dolayındadır. Karadenize doğru bu kalınlık artmaktadır. İlyas üyesi ile dereceli geçişli olması nedeniyle Alt Pliyosen yaşı verilmiştir. Birim akarsu ortamında çökelmiştir (Doyuran vd., 1985).

1.6. Önceki Çalışmalar

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda Tersiyer volkanitleri, Karadeniz kıyı şeridi boyunca dar alanda yüzeylemektedir. İnceleme alanını da kapsayan bölgede genel jeoloji, mineraloji-petrografi ve maden yatakları-jeokimya amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genel olarak volkanitlerin ve sokulum kayaçlarının tektonik ortamlarını, jeokimyasal ve kökensel özelliklerini açıklamaya yönelik olup, kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Göksu (1974), 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Samsun paftasını derlemiştir. Samsun ve Ordu yöresindeki Üst Kretase ve Eosen yaşlı birimleri ayırmıştır.

Eosen yaşı birimlerin daha yaşlı birimlerin üzerine transgressif olarak geldiğini, bölgede tektonizmanın etkili olduğunu ve magmatitlerin çıkış yollarını oluşturduğunu belirtmiştir.

Tokel (1977), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Tersiyer volkanizmasının ürünü olan kayaları incelemiş ve bunların kalk-alkalen sınıfın kalsik ucunda yer aldığını, silisyuma doymuş ve genellikle Al_2O_3 bakımından zenginleşme olduğunu vurgulamıştır.

Eğin vd. (1979), Harşit vadisi boyunca yaptığı çalışmada, Üst Kretase volkanitlerinin toleyitik, Tersiyer volkanitlerinin kalk-alkali özellikte olduğunu ifade etmiştir.

Terlemez ve Yılmaz (1980), Ünye – Ordu – Koyulhisar – Reşadiye arasındaki alanın stratigrafisini inceledikleri çalışmalarında, Canik Dağları ve Kelkit Çayı arasındaki alanda, tabanda Orta – Üst Jura ve Alt Kretase yaşlı Zimav Kireçtaşı yer aldığını belirtmiştir. Bunun üzerine uyumsuz olarak Senomaniyen – Kampaniyen yaşlı kumtaşı, tuf, kireçtaşı, aglomera, bazik lav ve tüfitlerden oluşan Mesudiye formasyonu gelir. Maestrihtiyen yaşlı Reşadiye formasyonu marn ve kireçtaşlarından oluşur. Daha üstte Paleosen yaşlı Gölköy formasyonu bulunur. Eosen yaşlı Yeşilce formasyonu Gölköy formasyonu üzerine uyumsuz olarak yer alır ve alttan üste doğru sırasıyla kireçtaşı, bazalt ve aglomera ile kumtaşı – aglomera ardalanmasından oluşur. Miyosenden itibaren bölge tümüyle volkanik etki altına girmiş ve günümüzde de oluşmuş çeşitli bazalt formasyonları istifte yer almıştır. Karadeniz ve Canik Dağları arasında kalan kesimde ise, tabanda Mesudiye formasyonu bulunur ve bu formasyonu kesen dasit sokulumları da izlenmiştir. Güneydeki Reşadiye Formasyonunun eşdeğeri olan Fatsa formasyonu kumtaşı ve aglomera arakatıkları içeren kireçtaşı, killi – kumlu – tüflü kireçtaşı ve tüfit ardalanmasından meydana gelmektedir. Paleosen yaşlı Gölköy formasyonu kireçtaşı, killi – tüflü kireçtaşı, tüfit ve kumtaşı ardalanmasından oluşur. Bu bölgede de Eosen yaşlı Yeşilce formasyonunun tabanı uyumsuzluk gösterir.

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 istif tanımlamıştır. Deniz altında devam eden volkanizmanın kireçtaşı, marn, kumtaşı ve kıltaşı istifinde arakatki olarak bulunduğunu; yine sığ denizel ortam koşullarında çökelmiş genç intrüziflerle kesilen sedimanter arakatlı volkanik serilerin oluştuğunu belirtmişlerdir.

Ercan ve Gedik (1983), Pontidlerdeki volkanizmayı konu alan çalışmalarında, bölgede Üst Kretase ve Eosen yaşlı volkanitlerin bulunduğunu ve bunların yüksek

potasyumlu kalkalkali ve şoşonitik özellikli, andezit, dasit ve latit türde olup ada yayı volkanizması özeliği taşıdığını belirtmişlerdir.

Gedik ve diğ. (1984), Samsun – Sinop dolayının jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisini anlatan yayınlarında, Üst Kretase yaşlı olan Hamsaros volkanitleri, Yemişliçay formasyonu, Çokran üyesi ile Eosen yaşlı olan Tekkeköy volkanitlerinin ada yayı volkanitleri grubundan oldukları ve eski bir yitim zonunda oluştuklarını sonucuna varmışlardır.

Çınar vd. (1987), Ulubey-Perşembe-Fatsa (Ordu) yörelerinin jeolojisine ve cevherleşmelerine yönelik olarak yapmış oldukları çalışmada, Üst Kretase-Eosen aralığında değişen yaşlarda intrüzif, 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 intrüzifler tarafından kesildiğini belirtmişlerdir.

Çınar vd. (1989), Ordu ili Kumru, Korgan-Aybastı, Akkuş civarında maden jeolojisi amaçlı yaptıkları 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.

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 kalkalkali, Tersiyer volkanitleri ise şoşonitik özellikte olup, zenginleşmiş okyanus ortası bazaltlarına benzer bir magmadan türemişlerdir.

Arslan vd. (1997), “Doğu Pontid Volkanik Kayaçlarının Jeokimyası ve Petrojenezini” 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 çakıltaşı ara seviyeleri içeren Alt-Orta Eosen (İpreziyen-Alt Lütisiyen) yaşlı Kumru Formasyonu’nun geldiğini, bu formasyonun üzerine andezit, bazalt ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, marn ve çakıltaşı ara seviyelerinden oluşan Orta-Üst Eosen yaşlı Tekkeköy Formasyonu’nun geldiğini vurgulamışlardır. Ayrıca Kümbet mikrodiorit 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 Alkalen Volkanik Provensi” adlı çalışmada, alkali volkanitlerin Senozoyik döneminde gelişen volkanik faaliyetler sonucunda oluştuğunu, petrografik ve jeokimyasal verilere göre bu alkalen 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 kayaların içerdiğini söylemişlerdir. Jeokimyasal verilerin, Tonya grubu örneklerinin Trabzon grubu örneklerine göre daha yüksek MgO ve Ni, daha düşük hafifnadir toprak element (HNTE) içeriklerine ve büyük iyon yarıçaplı litofil element (BİLE) / aşırı duraylı element (ADE) oranlarına sahip olduklarını vurgulamışlardır. İlk bulgularınbu 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 Kayaların Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelenmesi ” adlı çalışmasında; 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 kayaktan 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 püskürmesi (andezitik kayaları oluşturan) şeklinde geliştiğini vurgulamıştır.

Arslan vd. (2000), Doğu Pontidler’nin kuzeyindeki Tersiyer volkanitlerinin petrolojisi ve petrojenezi üzerine yaptıkları çalışmada, birbiriyle ilişkili iki farklı volkanik kayaç grubunun var olduğunu ve bu kayaların 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 Geç Kretase sürecindeki yitime bağlı olarak geliştiğini söylemektedirler.

Barbieri vd. (2000), özellikle Doğu Pontidler’nin Kuzey Zonu’ndaki Senozoyik yaşlı volkanitlerin K-Ar radyometrik yaşlarını ve Sr izotop oranlarını tayin etmişlerdir. Elde edilen 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 kayaların Sr izotop oranlarının alterasyondan etkilenmediklerini ve bu oranların 0.70415 ile 0.70696 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Şen (2000), Trabzon yöresindeki Eosen sonrası kayalar 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.

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 kayaların 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 piroklastitlerinden 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.

Temizel (2002), İkizce (Ünye-Ordu) yöresinde yer alan Tersiyer yaşlı volkanik kayaların 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, akma 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 ayrılaşmasının etkili olduğuna işaret ettiklerini vurgulamıştır. Yüksek BİLE (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 ayrılaşmayla, andezitik kayaçların ise daha sığ derinliklerde düşük basınçta (~1 bar) ojit + hornblend ± plajiyoklas kontrollü ayrılaşma 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 kısmi ergimeyle türediğini, iz elementlere dayalı Rayleigh Fraksiyonlaşması'na göre kayaçların gelişiminde klinopiroksen, plajiyoklas ve magnetit ayrılaşmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın yanı sıra özümleme ile birlikte gelişen ayrılaşma 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.

Aydın (2003), Değirmendere Vadisi (Trabzon) volkanitlerinin mineralojik, kimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelediği çalışmasında, volkanitlerin gelişimin süreçlerinde etkili olan magmatik olaylar modellenmiş ve kökenlerini tartışmıştır. Mineral ve kayaç kimyası verilerine göre, Üst Kretase yaşlı toleyitik-kalkalkali volkanitlerin ada yayı ürünü 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 modellerine 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 + 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.

Kurt vd. (2005), Keşap (Giresun)-Çarşıbaşı (Trabzon)-Torul (Gümüşhane) arasının jeolojisi adlı çalışmada, bölgede bulunan birimlerin bazılarında yeniden adlandırılmaya gidilirken, bazı birimler daha detaylı çalışılarak birden fazla formasyon ve üyeye ayrılmıştır. Kuzeyde Eosen yaşlı volkanitlerin farklı tektonik zonlarda, farklı jeokimyasal bileşimde ve ortamlarda oluşması nedeniyle Tonya Formasyonu olarak, bu formasyonun tabanında yer alan kırıntılı kayaçlar ise İskenderli Kırıntılı Üyesi olarak ayrılanmıştır. Güneyde ise Kabaköy Formasyonu'nun tabanındaki konglomera ve kireçtaşından oluşan kısmı Bahçecik Üyesi, Kumtaşı-kiltaşı-tüfit aralanmasından oluşan kısmı Kavacık Üyesi ve andezit, aglomera ve tüfden oluşan kısmı ise Hırsızdağı Volkanit Üyesi olarak tanımlanmıştır.

Topuz vd. (2005), Adakite benzer izler taşıyan çarpışma sonrası plütönlükler: Eosen yaşlı Saraycık Granodiyorit (Doğu Pontidler, Türkiye) adlı çalışmalarında, çarpışma sonrası Saraycık granodiyoritinin Geç Paleosen-Erken Eosen (52 My) döneminde yerleştiğini söylemişlerdir. Bu plütöndan hesaplanan hornblend jeobarometresine göre sığ derinliklerde (~5-8 km) yerleştiğini söylemişlerdir. İncelenen plütönlüğün yerleşme yaşını, Ar-Ar metodu ile yaklaşık olarak 52 My olduğunu saptamışlardır.

Arslan ve Aslan (2006), Doğu Pontidlerde Tersiyer yaşlı granitik intrüzyonların mineralojisi, petrografisi ve tüm kayaç jeokimyası adlı çalışmalarında, 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 metalümin karaktere sahip bu kayaçların kafemik yönseme gösterdiğini söylemişlerdir. Kuzey Zon intrüzyonları çarpışma sonrası, A-tipi, alkalin monzonitik birlikteliğinden, Güney Zon intrüzyonları çarpışma sonrası, I-tipi, granodiyoritik kalkalkali-alkali geçiş birlikteliğinden oluştuğunu, jeokimyasal verilerin, farklılaşmanın ayrışma ve/veya magma karışımı ile ilgili olduğunu 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 sonrası ekstansiyonel tektoniğini ifade ettiğini belirtmişlerdir. Özellikle, Güney Zon intrüzyonları için yitimin durması ve bunu takip eden kabuk kalınlaşmasından sonra, kabuk kirlenmesinin ve yerleşim seviyesinin magmatik gelişim için önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Karslı vd. (2007), Eosen yaşlı Dölek ve Sarıççek (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 (~5-9 km) yerleştiğini söylemişlerdir. İncelenen plütonların K-Ar yaşlandırmasının 42.7 ± 2.21 ile 44.1 ± 2.22 My arasında değiştiğini söylemişlerdir. Petrografik olarak, mafik mikrogranüler anklav (MME) içeren ana kayacın diyoritten granite kadar değişen kayaç türlerinden oluştuğunu vurgulamışlardır. 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.

Temizel (2008), Ulubey (Ordu-KD Türkiye) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi, Petrokimyası, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ Jeokronolojisi, Sr-Nd İzotop Jeokimyası ve Petrojenezi konulu doktora çalışmasında, Doğu Pontidler'in batı kısmında yer alan Ulubey (Ordu) yöresindeki çarpışma-çarpışma sonrası Eosen ($^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yaşlandırması 44.6-49.4 My) ve Miyosen ($^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yaşlandırması 15.1 My) volkanitler; trakibazalt (TBYenisayaca Bazaltı), Trakidasit-Dasit Takımı (TDT), Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit Takımı (TTRT) ve Andezit-Trakiandezit Takımı (ATT) olmak üzere dört takıma ayırmıştır. Bu volkanitlerin, toleyitik-alkalenden kalk-alkalene kadar değişen karaktere sahip olup, orta-yüksek-K içerdiklerini belirtmiştir. Bu çalışma sonucunda volkanitlerin köken magmasının, Üst Kretase-Eosen zamanında daha önceden yitim akışkanları tarafından metazotizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden türeyebileceklerini ifade etmektedir. Litosferik dilim kopmasına bağlı olarak meydana gelen astenosferik yükselme, zenginleşmiş litosferik mantonun ergimesine neden olduğunu ileri sürmektedir.

Aydın vd. (2008), Doğu Pontidlerde Trabzon yöresi Neojen alkalen volkanik kayalarından yaptıkları tüm kayaç jeokimyası, Sr-Nd-Pb izotop kimyası ve K-Ar yaşlandırması ile kayaları oluşturan magmanın petrojenezi ve jeodinamiğini yorumlamışlardır. NAV bazanit-tefrit (A Grubu), tefrit-tefritfonolit (B Grubu) ve alkalen basalt-riyolit (C Grubu) olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Dokusal ve kpir-barometresine göre her bir grubun yaklaşık 3-4.5 kbar basınç altında ve yaklaşık olarak 9-14 km derinlikte kristallendiğini belirterek alkali magmanın sığ bir derinlikte yerleştiğini söylemişlerdir. İzotop analizleri sonucu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerinin 0.705018 ile 0.705643 arasında değiştiğini, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerinin ise 0.512662 ile 0.512714 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. İki örnekten seçilen biyotit mineralinden yaptırılan K-Ar yaş analiz sonucu alkalen volkanitlerin 5.1 ± 1.30 ile 3.2 ± 2.30 My yaşlarında yani Pliyosen zamanında oluştuklarını göstermektedir.

Temizel ve Arslan (2008), İkizce (Ordu) yöresindeki Tersiyer volkanizmasının bazaltik ve andezitik kayalarla ilişkili olduklarını ortaya koymuşlardır. Bazaltik kayaların plajiyoklas (An_{58-80}), olivin (Fo_{82-84}), klinopiroksen ($\text{Wo}_{44-48}\text{En}_{35-42}\text{Fs}_{7-17}$), hornblend ($\text{Mg}^{\#}=0.68-0.76$) ve magnetit minerallerinden, andezitik kayaların ise plajiyoklas (An_{25-61}), klinopiroksen ($\text{Wo}_{46-49}\text{En}_{38-43}\text{Fs}_{11-13}$), hornblend ($\text{Mg}^{\#}=0.48-0.81$), biyotit ($\text{Mg}^{\#}=0.48-0.60$), titanomagnetit, apatit ve zirkon minerallerinden oluştuğunu, jeokimyasal verilere göre, orta derecede K içeren bu kayaların toleyitik-alkalen geçişliden kalkalkelen karaktere kadar değişen afiniteye sahip olduklarını, ana ve iz elementlerdeki jeokimyasal değişimlerin ise kayaların 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 kayalar benzer jeokimyasal özellikler sunduklarını belirtmişlerdir.

Temizel ve Arslan (2009), Ulubey (Ordu) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanik kayaları Yenısayaca Bazaltı, Çatal Tepe ve Elekçioğlu Tepe Takımı, Işık Tepe Takımı ve Andezit/Trakiandezit Takımı olarak dört takıma ayırmışlardır. Petrokimyasal verilere göre, kayaların toleyitik-alkalenden kalk-alkalene kadar değişen karaktere sahip olduklarını, orta-yüksek K içerdiklerini belirtmişlerdir. Volkanitlerin N-tipi OOSB göre 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 gösterdiğini belirtmişlerdir. Buna ilaveten, kayaçların büyük iyon yarıçaplı litofil elementlere kıyasla azalan Nb ve Ta içerikleri, orta derecede HNTE/ANTE oranları ve yüksek Th/Yb oranları; volkanitlerin köken magmasının muhtemelen daha önceden akışkanlar tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden türeyebileceklerini ifade etmektedirler.

Aydın vd. (2009), Doğu Pontidlerde Trabzon yöresi Neojen alkali volkanitlerini oluşturan üç potasyumlu seriden toplanan C2/c piroksen fenokristallerinin kimyasal ve dokusal özelliklerini kullanarak magma odasının yerini ve yükselim aşamalarının gelişimini araştırmışlardır. Bu serilerdeki klinopiroksenleri Ti-Fe⁺³ce zengin Al-diyopsitler (AB grubu) ve Ti-Fe⁺³ce fakir Al-diyopsitler (C grubu) olarak sınıflandırmışlardır. Kpir-jeotermobarometre hesaplamalarına göre, C-kpir için kristalleme basıncının 4.5 kbar dan düşük olduğunu fakat AB-kpir için daha yüksek basınç değerlerine (5.6-10.6 kbar) sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Aslan (2010), Gümüşhane çevresinde (KD Türkiye) kalk-alkali Eosen volkanitleri içerisindeki tüflerin U-Pb zirkon SHRIMP yaşı, jeokimyasal ve petrografik özellikleri isimli çalışmasında, Doğu Pontidlerde yayılım gösteren Eosen birimleri, Üst Kretase volkanoklastik ve sedimanter kayaçlarını uyumsuz olarak üzerlediğini, Eosen biriminin başlıca lav ve daha az oranda tuf ve sedimanlardan oluştuğunu belirtmiştir. Tüflerde U-Pb zirkon yaşının 45.8±1.2 My olduğu saptanmıştır. Jeokimyasal olarak tüflerin kalk-alkalin volkanik yay karakterini yansıttıklarını belirtmiştir. İz element değişimleri sonucunda bu volkanitlerin ana magmasının zenginleşmiş üst manto kaynağından türediğinin belirtmiştir.

Kaygusuz vd. (2011), Doğu Pontidlerde (KD Türkiye) Çarpışma Sonrası Kalk-Alkalin Volkanizmanın Jeokimyası ve Sr-Nd İzotopik Karakterleri isimli çalışmalarında Doğu Pontidlerde Eosen yaşlı Torul volkanitlerinin ana, iz element, K-Ar yaş ve Sr-Nd izotop verileri incelenmiştir. İncelenen volkanitler, bazaltik andezit, andezit, trakiandezit ve az oranda da trakidasit ve bunların piroklastiklerinden oluşmaktadır. Volkanitler plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, biyotit, kuvars ve az oranda da sanidin fenokristalleri içermektedirler. Hornblendlerdeki K-Ar yaşları, 43.99 (± 2.59) – 33.45 (± 2.32) My aralığında olup, volkanitlerin Orta-Üst Eosen zamanında oluştuklarını belirtmişlerdir. (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i değerleri 0.70457-0.70511 arasında olup, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i değerleri 0.51264-0.51278 arasındadır. Tüm bu veriler ışığında, yazar volkanitlerin köken magma(lar)sının muhtemelen daha önceki yitim akışkanları tarafından metazomatizmaya

uğratılmış zenginleşmiş bir üst manto kaynağından, çarpışma sonrası jeodinamik bir ortamda türeyebileceklerini ifade etmektedir.

Eyüboğlu vd. (2011a, b, ve c), Doğu Pontid orojenik Kuşağı'ndaki Tersiyer magmatizmasının 57 milyon yıl önce (Geç Paleosen) Kop Dağı-Erzincan hattı boyunca adakitik karakterli olarak başladığını ve zaman içinde kuzeye doğru göç ettiğini ve 45 milyon yıl önce Torul-Bayburt-İspir hattı boyunca adakitik magmatizmanın son ürünlerini oluşturduğunu ileriye sürmüştü ve bu kuzeye doğru olan göçü güneye doğru dalan okyanus litosferinde açılmaya başlayan dilim penceresi (slab window) modeli ile açıklamıştır. Dilim penceresi açılımı ile birlikte devam eden geriye doğru bükülme (slab roll-back) ile Tersiyer magmatizması kuzeye doğru göçünü devam ettirmiş ve Karadeniz sahili boyunca yitim ilişkili magmanın son ürünleri olan Neojen alkalin kayaların oluşumuna vücut vermiştir.

Temizel vd. (2012), Doğu Pontidler Tersiyer Volkanik Provensinin batısında yer alan Ulubey (Ordu) bölgesindeki çarpışma ve çarpışma sonrası volkanik kayaları dört üyeye ayırmışlardır. Bunlar Orta Eosen yaşlı (44.6 My) Andezit-Trakiandezit (AT), Trakiandezit-Trakidasit-Riyolit (TTR), Trakidasit-Dasit (TD) ve Orta Miyosen (15.1 My) yaşlı Trakibazalt (TB) üyeleridir. Ulubey (Ordu) volkanik kayalarının toleyitik-alkali den kalkalkali özelliğinde ve orta K içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Volkanik kayaların ana magmasının daha önceki bir yitim zonundaki akışkanlar ve tortullar tarafından değiştirilmiş litosferik ve astenosferik ergiyiklerin karışımından oluşmuş zenginleşmiş bir kaynaktan türediğini söylemektedirler. Volkanik kayaların ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.7044-0.7080) ve ϵNd (-0.3 \pm 3.4) oranları kayaların zenginleşmiş bir litosferik mantodan oluştuklarını göstermektedir. Tüm jeokimyasal, petrolojik ve izotopik analizler sonucunda Ulubey Tersiyer volkanik kayalarının Eosen ve Miyosende çarpışma ve çarpışma sonrası açılma ile ilişkili jeodinamik bir ortamda yiten kabuktan türeyen akışkanlar tarafından metasomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir mantodan türediğini göstermektedir.

Aydınçakır (2012), Doğu Pontidler doğu kısmında yer alan Eosen yaşlı Borçka (Artvin) yöresi volkanitlerini, Borçka Bazaltı, Civanköy Üyesi ve bazik dayk olmak üzere üç birime ayırmıştır. Borçka volkanitlerinin Orta Eosen zamanında oluştuklarını, kalkalkali karakterli olup, düşük-orta K içeriğine sahip olduklarını belirtmiştir. Volkanitlerin gelişiminde başlıca ayrımlaşma, daha az oranda da özümleme±magma karışımı gibi olayların rol oynadığını söylemiştir. Ayrıca volkanitlerin köken magma(lar)sının

muhtemelen daha önce yitim akışkanları tarafından metazomatize edilmiş zenginleşmiş bir manto kaynağından, çarpışma sonrası açılma ile ilişkili jeodinamik bir ortamdan türeyebileceklerine işaret etmiştir.

Arslan vd. (2013), Doğu Pontidlerin güneyinde yer alan volkano-sedimanter birimler içerisindeki volkanik kayaçların, baskın olarak kalk-alkalen ve daha az oranda toleyitik karakterde olduklarını belirtmişlerdir. $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ yaşlandırmaları 37.7 ± 0.2 ve 44.5 ± 0.2 Ma (Orta Eosen) arasında değişen volkanitlerin ana ve iz elementler değişimleri bazaltik kayaçlarda klinopiroksen \pm manyetit fraksiyonlaşmasıyla, andezitik kayaçlarda ise hornblend+plajiyoklas \pm manyetit \pm apatit fraksiyonlaşmasıyla açıklamışlardır. Volkanitlerin NTE dağılımları düşükten orta dereceye kadar zenginleşme gösterdiğini ve spinel lertzolitik manto kaynağına benzer bir kaynaktan türemiş olabileceğini işaret etmişlerdir. Sr-Nd-Pb izotopları ile volkanik kayaçların yitim ilişkili kıta altı litosferik manto kaynağından turediklerini belirtmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Bu tez kapsamında, Tekkeköy (Samsun) ilçesi- Samsun ili arasında Karadeniz sahil şeridi boyunca yüzeyleme veren Tersiyer volkanitlerinin fasiyes, petrografik, petrokimyasal ve petrolojik özelliklerinin ortaya konularak volkanizmanın gelişimine ve kökenine açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Tekkeköy (Samsun) yöresi ve çevresinde yaklaşık 220km² lik bir alanda arazi çalışması yapılmış ve ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda bölgenin daha önceden mevcut olan 1/25 000 jeoloji haritalarından faydalanılmıştır. Özellikle volkanik fasiyes ayrımını ortaya koyabilmek için ayrıntılı incelemeler yapılarak ve tip kesitler (Ek 3) hazırlanmıştır. Çalışma alanından bölgenin litolojik özellikleri göz önünde bulundurularak farklı hatlar boyunca 200 kayaç örneği alınmış ve 1/25 000 ölçekli örnek alım haritası hazırlanmıştır.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları ve Analitik Yöntemler

Arazi çalışmaları sırasında alınan kayaç örneklerinin ince kesitleri hazırlanarak, petrografik özellikleri ve mineral içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca ince kesitler yardımıyla bu örnekler içinden seçilen 43 adet kayaç örneği ana, iz ve nadir toprak element içeriklerinin belirlenmesi için öğütülüp toz haline getirilerek Kanada'daki ACME laboratuvarına gönderilmiştir. Mikroprob çalışmaları için parlak ince kesitler hazırlanmış ve yurtdışına gönderilerek analiz edilmiştir.

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Arazi çalışmaları sırasında derlenen volkanik kayaç örneklerinden seçilen 120 örnekten ince kesit yapılmıştır. Hem mineralojik hem de mineral kimyası incelemeleri için seçilen el örneklerinden düzgün bir şekilde yaklaşık olarak 0.5 cm kalınlığında, 2 cm genişliğinde ve 4 cm boyutunda plakalar kesilmiştir. Elde edilen bu plakalar daha sonra Kanada balzamu yardımıyla 0.1 cm kalınlığında, 2.5 cm genişliğinde ve 5 cm uzunluğundaki kesit camları üzerine yapıştırılmıştır. Daha sonra çeşitli aşındırma tozları yardımıyla cam üzerine yapıştırılan plakalar 0.035 mm kalınlığına kadar inceltilerek mikroskopik incelemeler için ince kesitler, mikroprob çalışmaları içinde parlak kesitler elde edilmiştir. Bu kesitler KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında hazırlanmıştır.

2.1.2.2. Mikroskopik İncelemeler

İnce kesiti hazırlanan 120 adet kayaç örneği üzerinde mineralojik ve petrografik incelemeler yapılarak, kayaçları oluşturan mineral cinsleri, bu minerallerin birbirleriyle olan ilişkileri, optik özellikleri belirlenmiştir. Bu incelemeler Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarında, LEITZ marka polarizan mikroskop kullanılarak yapılmıştır.

2.1.2.3. Elektron Mikroprob Analizleri

Petrografik incelemeler sonucunda seçilen 8 adet volkanik kayaç örneklerinden parlatılmış ince kesitler hazırlanarak mikroprob analiz (EPMA) için Fransa (Paris)' da Sorbonne Üniversitesi Mikroprob Laboratuvarına gönderilmiştir. Burada fenokristaller ve mikrolitler üzerinde 250 noktada elektron mikroprob analizi yapılarak minerallerin kimyası belirlenmiştir. Mikroprob çalışmalarıyla silikat ve oksit minerallerinin kimyasal bileşimleri ortaya konularak; zonlanma, uç üye belirlenmesi mineral formülü ve mineral jeotermometre hesaplamaları yapılmıştır. 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.

2.1.2.4. Ana, İz ve Nadir Toprak Element Analizleri

Ana, iz element ve nadir toprak analizleri için çalışma alanından derlenen volkanik kayaç örnekleri üzerinde yapılan mineralojik ve petrografik incelemeler sonucunda en az altere 43 örnek seçilmiştir. Seçilen bu örnekler KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Öğütme Laboratuvarında çeneli kırıcı kullanılarak tane boyutu küçültülmüştür. Bu işlemde sonra parçalanmış örnekler halkalı öğütücüde yaklaşık 200 mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilerek analiz için Acme Analiz Laboratuvarına (Kanada) gönderilmiştir. Burada ana ve iz elementler İndüksiyonlu Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES), nadir toprak elementler ise İndüksiyonlu Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilmiştir. Ana ve iz element analizleri için 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 element analizleri için ise, toz örneklerden 0.25 gr alınarak dört farklı asit içerisinde çözündürülmüş ve analiz sonuçları ppm olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen ana, iz ve nadir toprak element içerikleriyle volkanik kayaçların jeokimyasal özellikleri ve tektonik ortamları değerlendirilmiştir.

2.1.2.5. Sr ve Nd İzotop Analizleri

İncelenen volkanitlerin petrografik ve jeokimyasal özelliklerinden yararlanılarak, Sr-Nd izotop sistematüğünü ortaya çıkarmak için her bir kayaç birimini temsil edecek, alterasyondan etkilenmemiş 9 adet taze örnek seçilmiştir. Seçilen kayaç örneğinin Sr ve Nd izotop analizleri Rennes 1 Üniversitesi (Fransa) CNRS izotop jeokimyası laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Rb-Sr, Sm-Nd izotop oranları Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresiyle (TIMS) ölçülmüştür. Sr ve Nd izotop analizleri için örnekler HF ve HNO₃ karışımıyla çözülmüştür. Sr izotop analizleri için çözülme işleminden önce, örnekler için ⁸⁵Rb ve ⁸⁴Sr karışımıyla "spike" hazırlanmıştır. Rb ve Sr, konvansiyonel katyon değişim tekniğiyle ayrılmıştır. Nd izotopik analizleri için örneklerin ¹⁴⁹Sm-¹⁴⁶Nd karışımıyla "spike" ları hazırlanmıştır. Nadir toprak elementler yine konvansiyonel katyon değişim tekniğiyle ayrılmıştır.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen tüm veriler, büro çalışmalarıyla değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında, arazi verileri ve daha önceki yapılan çalışmalar derlenerek bu lokasyona ait jeoloji haritası ve stratigrafik kesitler hazırlanmıştır. Tüm harita ve kesitler bilgisayara aktarılarak çizim programları kullanılarak çizilmiştir. Petrografik, mineralojik ve kimyasal analiz sonuçları da yine çeşitli diyagramlarda değerlendirilmiş, grafik ve tablolar hazırlanmıştır.

Bu çalışmalar sonucunda, arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarıyla elde edilen veriler yorumlanarak tez yazımına başlanmıştır.

3.BULGULAR

3.1. Giriş

Bu çalışma kapsamında incelenen ve stratigrafik olarak Tekkeköy Formasyonu içerisinde yüzeyleme veren volkanik kayalar, fasiyes özelliklerine göre; (1) aglomera (2) trakiandezitik dom, (3) trakiandezitik dayk, (4) bazalt ve (5) bazaltik dayk olmak üzere ayrılmıştır.

İnceleme alanında piroklastik birimlerin yanal-düşey dağılımları, geometrisi ve tane boyutlarındaki değişimleri ortaya koymak amacıyla tip kesitler hazırlanmıştır (Ek 3).

Muhtemel volkanik çıkış merkezleri Karlık Tepe, Kelkaya Tepe, Gökçepınar Tepe, Devgeriş ve Başköy civarındadır. Volkanik ıkış merkezleri boyunca, lavlar egemenken buradan uzaklaşıldıkça piroklastik birimlerin yoğunlaştığı görülmektedir. Genel olarak tane boyunun kuzeyden güneye doğru gidildikçe azalmasıda çıkış merkezlerinin bu bölgeler olduğunu işaret etmektedir.

3.2. Volkanik Fasiyes ve Petrografi

3.2.1. Aglomera

Çalışma alanı içerisinde geniş bir yayılıma sahip olan aglomeralar genellikle bazaltik nadiren andezitik bileşimlidirler. Aglomera piroklastlarının çapları, 1 cm'den blok boyutuna kadar değişiklik göstermektedir. Bağlayıcısı k l boyutu malzemeden oluşan aglomeraların renkleri koyu gri, kahverengimsi ve siyaha yakın renktedir.

Aglomera piroklastlarının şekli yarı k şeliden yuvarlağa kadar değişmektedir. Piroklastlar genel olarak kaba tanelilerden ince taneliye doğru değişen normal dereceleme (şekil 3.1) ve normal derecelenmenin tekrarlandığı simetrik (tekrarlanmalı) derecelenme (şekil 3.2) göstermektedirler.

Aglomeralar içerisinde yer yer, gri ve koyu gri renkli, ince-orta tabakalı ve köşeli ve yarı yuvarlaklaşmış lapilli t f ara katkıları izlenmektedir (şekil 3.3). Aglomeralar içerisinde yer yer eksfoliasyon yapılarının geliştiği volkan bombaları görülmektedir (şekil

3.4-3.5). Aglomera piroklastların arasında boşluk dolgusu olarak zeolit ve yer yer kalsit gözlenmektedir. Aglomera içerisinde yarı yuvarlaklamış-köşeli, siyahımsı renkli, kolayca ufalanabilir özelliğe sahip ve yaklaşık 10 cm boyutunda klinopiroksen kristalleri içeren “cognate” inklüzyon gözlenmiştir.



Şekil 3.1. Yukarı Düvecik Mahallesi civarında yüzeyleme veren normal derecelenme gösteren aglomeraya ait görünüm



Şekil 3.2. Bakacak Tepesi civarında yüzeylenen tekrarlanmalı derecelenme gösteren aglomera



Şekil 3.3. Karaperçin Mahallesi civarında yüzeyleyen lapilli tuf ara katkılı aglomera



Şekil 3.4. Devgeriş Mahallesi civarında aglomeralar içerisinde gözlenen volkan bombaları



Şekil 3.5. Hidrellez Tepe civarında yüzeyleyen oldukça yuvarlaklaşmış aglomeralarda gözlenen eksfoliasyon yapısı

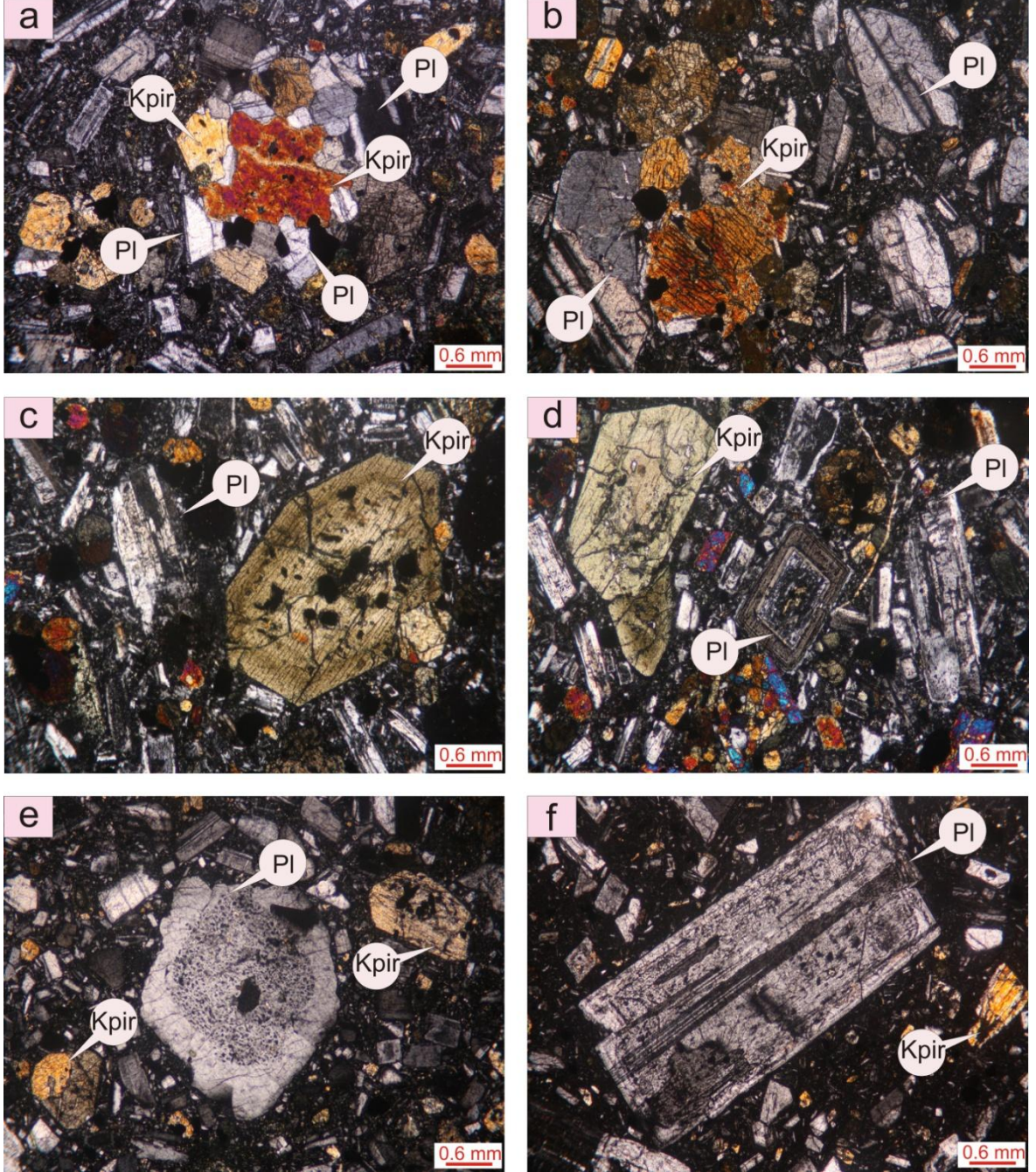
Aglomera piroklastlarından alınan örnekleri çoğu bazalt ve nadiren de trakiandezit bileşimlidir. Genellikle porfirik, mikrolitik porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik ve kümülofirik ve elek doku gözlenmektedir. Kayaç içerisinde açık renkli mineral olarak plajiyoklas, mafik mineral olarak da klinopiroksen ve hornblend fenokristalleri bulunmaktadır (Şekil 3.6).

Plajiyoklas mineralleri kayaç içerisinde fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Genellikle özşekilli ve yarı özşekillidirler. Özşekilsiz olarak kırıklı olup, dağınık halde bulunurlar. Albit ikizi ve halkalı zonlanma gözlenmektedir. Yer yer serisitleşmiş ve kalsit mineraline dönüşmüştür.

Klinopiroksen mineralleri genellikle fenokristaller ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Bu mineraller özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Yüksek röliyefe sahip klinopiroksen mineralleri tek nikelde açık yeşil ve renksiz, çapraz nikelde II. sıranın mavi ve yeşil renklerini sunmaktadır.

Olivin mineralleri genelde yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Genel olarak serpantinleşmişlerdir.

Opak mineraller, genellikle küçük taneler halinde hamurda gözlenmektedir. Ayrıca klinopiroksen mineralleri içerisinde inklüzyonlar halinde bulunmaktadır.



Şekil 3.6. Aglomera piroklastına ait örneklerde gözlenen; (a-b) klinopiroksen ve plajiyokaslardan oluşmuş kümülofrik doku(Örnek No: S-7 – S-35), (c) zonlu klinopiroksen fenokristalleri (Örnek No: S-17), (d) zonlu ve elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-17), (e-f) elek dokusu gözteren plajiyoklas fenokristalleri (Örnek No: S-35 – S-39) (ÇN; Kpir: Klinopiroksen; Pl:Plajiyoklas)

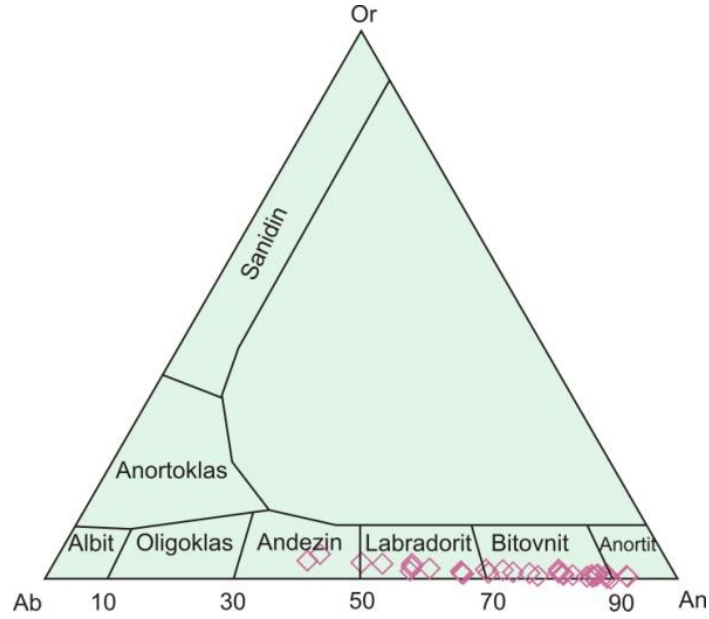
3.2.1.1. Mineral Kimyası

3.2.1.1.1 Plajiyoklas

Aglomera piroklastına ait örneklerdeki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları Ek Tablo 10' da verilmiştir.

Mikroprob analiz sonuçlarına göre An-Ab-Or üçgen diyagramında plajiyoklaslar anortitten andezine kadar değişen bileşime sahiptir (Şekil 3.7). Kayaç içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar, $An_{40-92} Ab_{8-57} Or_{0.3-4}$, hamurda mikrolitler halinde bulunan plajiyoklaslar $An_{57-88} Ab_{11-41} Or_{0.1-2}$ bileşimindedir.

Plajiyoklasların bir kısmı merkezden kenara doğru çoğunlukla Ca artışına bağlı olarak ters zonlanma gösterirken, bu durumun tersi olan normal zonlanmanın gözlemlendiği plajiyoklaslar da mevcuttur.



Şekil 3.7. Aglomera piroklastlarındaki plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

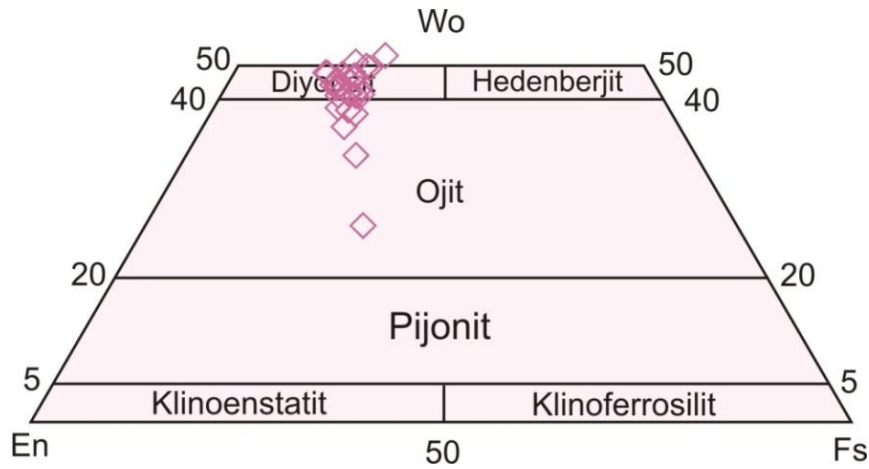
3.2.1.1.2 Klinopiroksen

Aglomera piroklastlarındaki klinopiroksen minerallerinden elde edilen mikroprob analizleri (Ek Tablo 11) verilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında klinopiroksenler

Morimoto vd. (1988)'ne göre hazırlanan Wo-En-Fs sınıflama diyagramına göre çoğunlukla diyopsit ve az oranda ojit alanında yer almaktadır (Şekil 3.8).

Klinopiroksenlerin bileşimi $Wo_{37-48} En_{37-43} Fs_{12-21}$ arasında değişmektedir. Bu minerallerde $Mg^{\#}$ numarası 0.65-0.76 arasındadır.

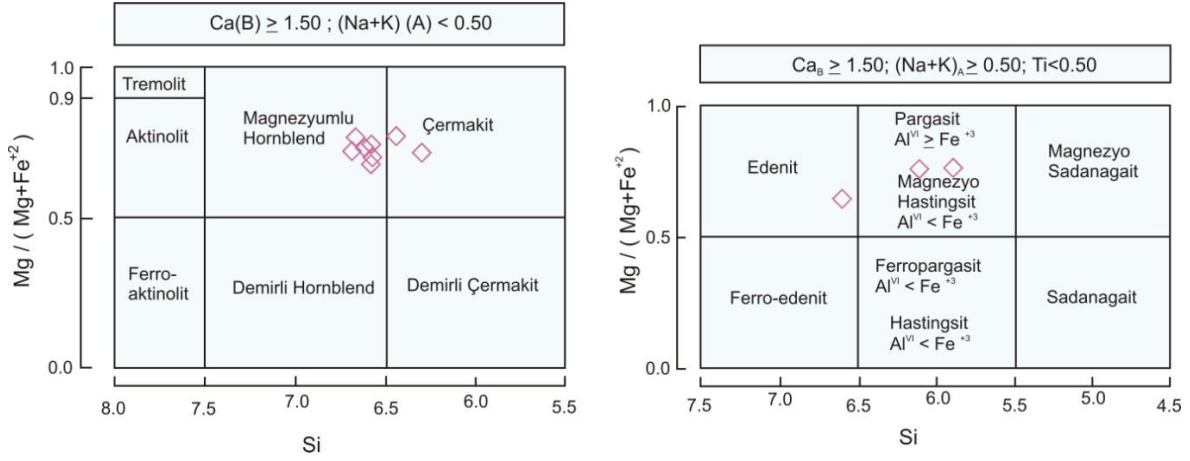
Klinopiroksen mineralleri üzerinde yapılan mikroprob analiz ölçümlerinde merkez kesimlerde Mg oranının kenara göre fazla olduğu normal zonlanmanın yanında nadiren de tam tersi durumun gözlemlendiği ters zonlanma da mevcuttur.



Şekil 3.8. Aglomera piroklastına ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

3.2.1.1.3 Hornblend

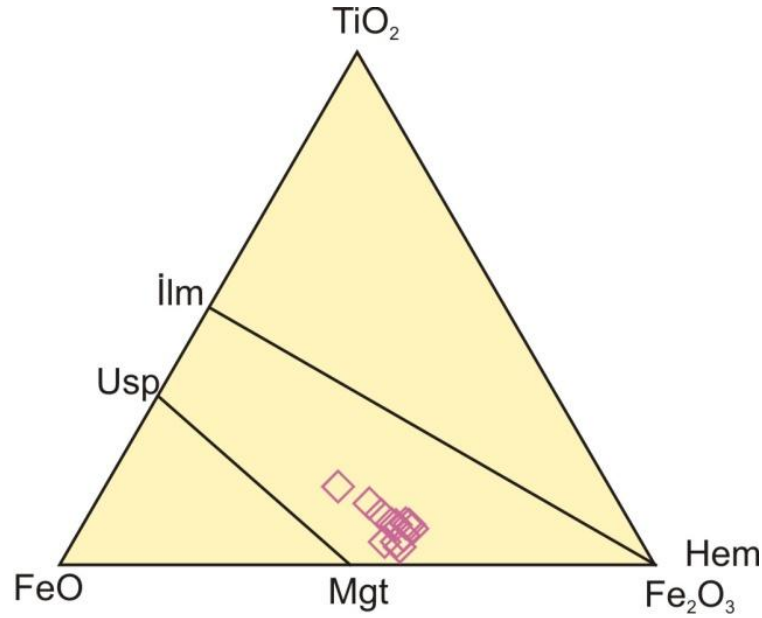
Aglomera piroklastlarına ait andezitik örneklerdeki hornblendlerin mikroprob analizleri Leake vd. (1997)'e göre değerlendirilmiştir (Ek Tablo 12). Mikroprob analiz sonuçlarına göre amfibollerin $Mg^{\#}$ numarası 0.58-0.65 arasında değişmektedir. Bu sınıflama diyagramına göre çalışma alanından alınan tüm örnekler içerisindeki hornblendler kalsik yapıdadır. İçerdikleri Na, K, Ti oranlarına göre aglomera piroklastına ait hornblend minerallerinin magnezyumlu hastingsit, edenit, magnezyumlu hornblend ve çermakit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Aglomera piroklastlarındaki hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)

3.2.1.1.4. Fe-Ti Oksit

Fe-Ti oksit mineralleri aglomera piroklastlarında bazalt, trakibazalt ve andezit örneklerinde gözlenmektedir.. Fe-Ti oksitler titano-magnetit (Şekil 3.10) olup, mikroprob analizleri Ek Tablo 13’de verilmiştir.



Şekil 3.10. Aglomera piroklastlarındaki Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

3.2.2. Trakiandezitik Dom

Aglomeraları keserek yerleşen trakiandezitik bileşime sahip dom çalışma alanı içersinde sadece Karadağ Tepe'sinde yüzeyleme vermektedir. Yaklaşık 1 km²'lik bir alan kaplamaktadır .

Trakiandezitik domun kenar kısımlarında domun yerleşimi esnasında oluşmuş otobreşler gözlenmektedir (Şekil 3.11). Bu otobreşlerin oluşumu, lavların akması sırasında katılarak kabuklaşan akma yüzeyinin, domu besleyen yeni lav akıntıları etkisiyle kırılması ve kendi hamuru içerisinde breşik doku görünümü kazanması şeklinde ifade edilebilir.

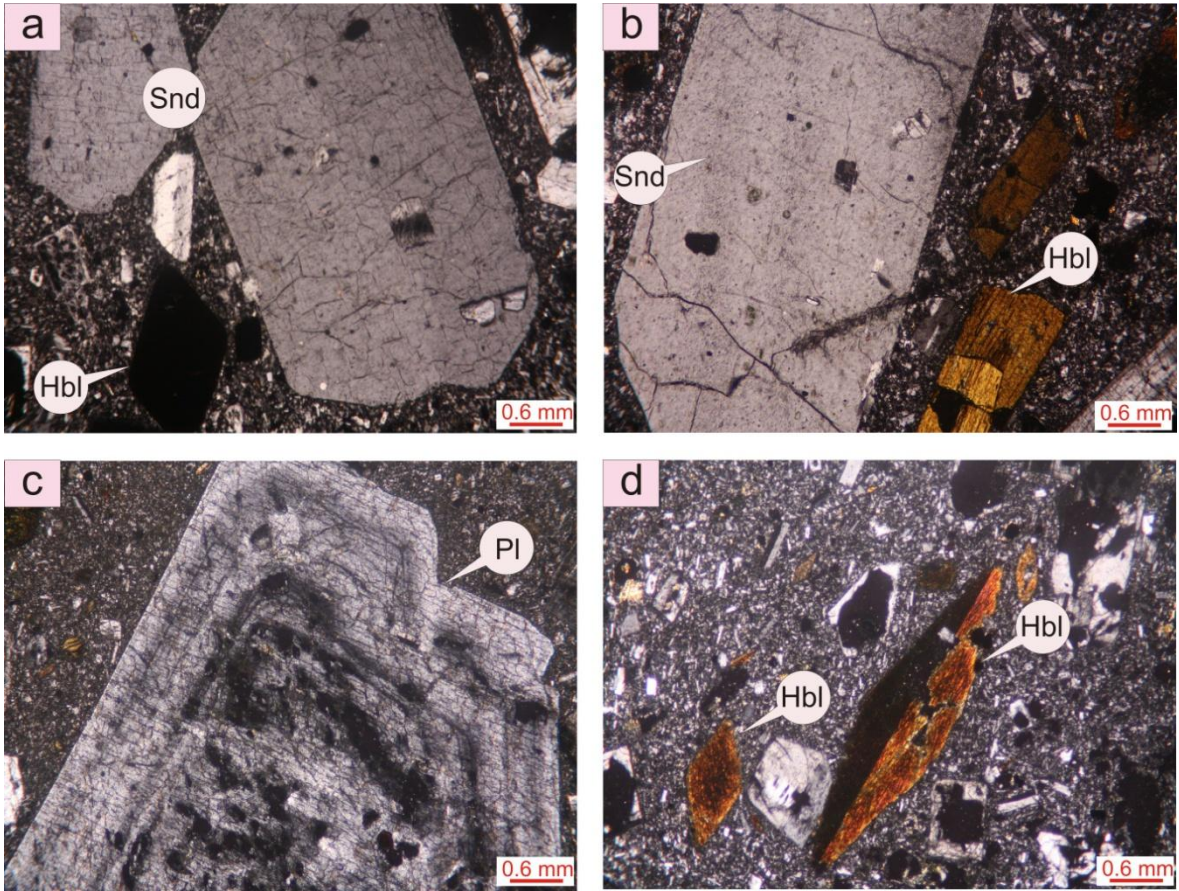


Şekil 3.11. Karadağ Tepesinde yüzeylenen trakiandezitik domun kenar kısımlarında gözlenen otobreşler

Genellikle mikrolitik porfirik, elek ve trakitik dokuya sahip trakiandezitik dom örneklerinde fenokristal olarak bol miktarda plajiyoklas, sanidin, hornblend, biyotit bulunmaktadır. Hamur ise çoğunlukla plajiyoklas, sanidin ve klinopiroksen mikrolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 3.12).

Plajiyoklas mineralleri çoğunlukla iri fenokristaller halinde özşekilli ve yarı özşekilli olarak gözlenmektedir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri ve beyaz renktedirler. Plajiyoklas minerallerinde nadir olarak serisitleşmiş ve kalsit mineraline dönüşmüştür.

Sanidin mineralleri genel olarak özşekli ve yarı özşekli megafenokristaller, fenokristeller ve hamurda mikrolitler halinde gözlenmektedir. Karlsbad ikizi gösteren bol çatlak ve kırıklı sanidin mineralleri nadir olarak plajiyoklas inklüzyonları içermektedir.



Şekil 3.12. Trakiandezitik dom örneklerinde gözlenen; (a-b) plajiyoklas inklüzyonu içeren sanidin fenokristalleri (Örnek No: S-25), (c) zonlu ve elek dokulu plajiyoklas megafenokristali (Örnek No: S-27), (d) özşekilli ve ikizli hornblend kristalleri (Örnek No: S-29), (ÇN; Hbl: Hornblend; Pl:Plajiyoklas; Snd: Sanidin)

Hornblendler genellikle özşekli fenokristaller ve yer yer hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Açık kahverengi, koyu kahverengi ve koyu yeşil renklerde gözlenen hornblend minerallerinde yer yer opaklaşma hakimdir.

Biyotitler genellikle levhalar halinde gözlenmektedir. Tek yönlü dilinim gösteren biyotit kristalleri tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu kahverengi ve siyah

renklerde gözlenir. Kuvvetli pleokroizma gösteren biyotitler nadiren opak mineral inklüzyonları içermektedir.

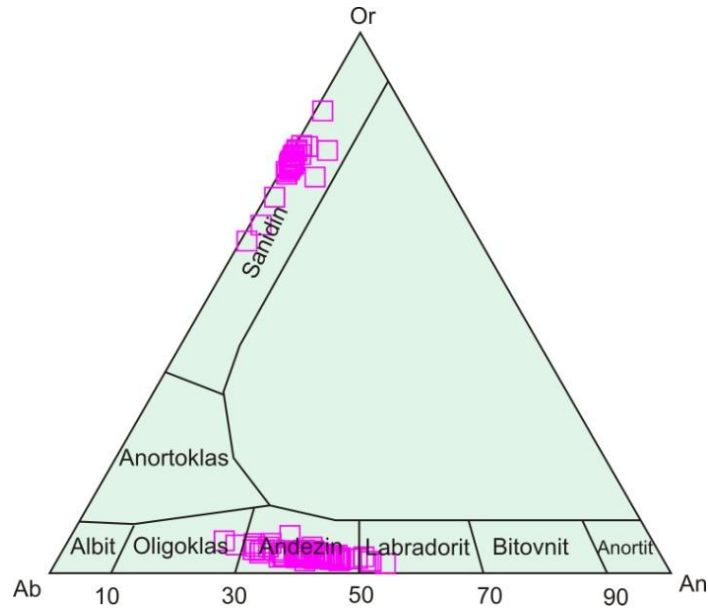
Klinopiroksenler genelde yarı özşekilli ve özşekilsiz olup, hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Yüksek röliyefe sahip olan klinopiroksen mineralleri tek nikolde açık yeşil bazen renksiz, çapraz nikolde ise mavi ve yeşil renkler sunmaktadır.

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

3.2.2.1. Mineral Kimyası

3.2.2.1.1. Feldispat

Trakiandezitik dom örneklerinde içersinde genellikle fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklas ve sanidin mineralleri üzerinde gerçekleştirilen mikroprob analiz sonuçları Ek Tablo 5’de verilmiştir.



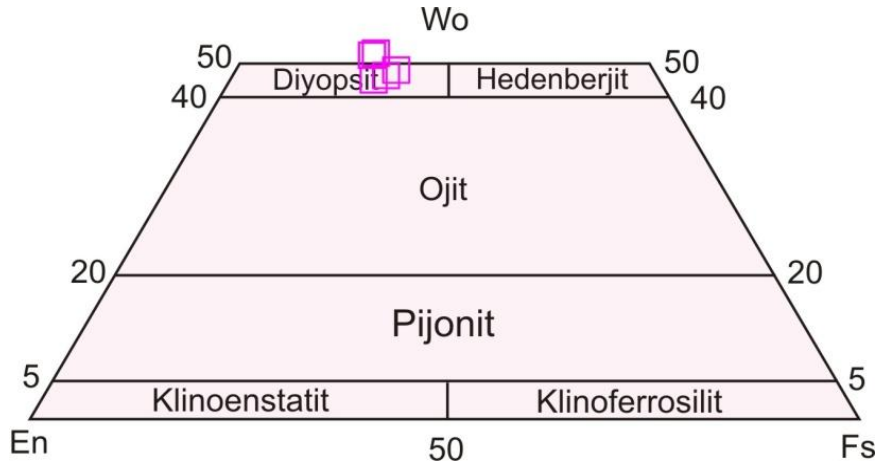
Şekil.3.13. Trakiandezitik dom örneklerindeki plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

Trakiandezitik dom örnekleri içerisindeki feldispat minerallerine ait mikroprob analiz sonuçlarına göre hazırlanan An-Ab-Or diyagramında plajiyoklasların andezin nadir olarak da labradorit ve oligoklas bileşimli olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.13).

Kayaç içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar $An_{25-50} Ab_{48-69} Or_{1-7}$, fenokristal olarak gözlenen sanidinler $An_{1-2} Ab_{20-34} Or_{55-79}$, hamurda mikrolitler halinde bulunan sanidin mineralleri ise $An_{1-2} Ab_{34-37} Or_{62-65}$, bileşimlerindedir.

3.2.2.1.2. Klinopiroksen

Trakiandezitik dom örnekleri içerisindeki klinopiroksenlerden elde edilen mikroprob analizleri (Ek Tablo 6), Morimoto vd. (1988)'ne göre hazırlanan Wo-En-Fs sınıflama diyagramında diyopsit alanında yer almaktadırlar. (Şekil 3.14).



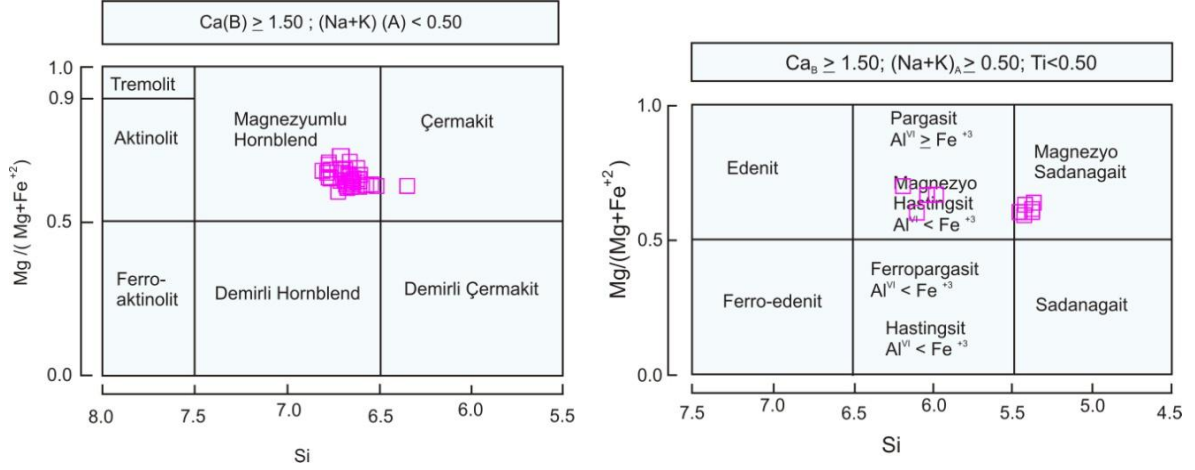
Şekil 3.14. Trakiandezitik doma ait klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

Klinopiroksenlerin bileşimi $Wo_{48-52} En_{31-35} Fs_{15-19}$ arasında değişmektedir. Bu minerallerde $Mg^{\#}$ 0.61-0.67 arasındadır.

3.2.2.1.3. Hornblend

Trakiandezitik dom örneklerindeki hornblendlerin mikroprob analizleri (Ek Tablo 7) Leake vd. (1997)'e göre değerlendirilmiştir. Mikroprob analiz sonuçlarına göre hornblendlerin $Mg^{\#}$ 0.50-0.59 arasında değişmektedir. Bu sınıflama diyagramına göre

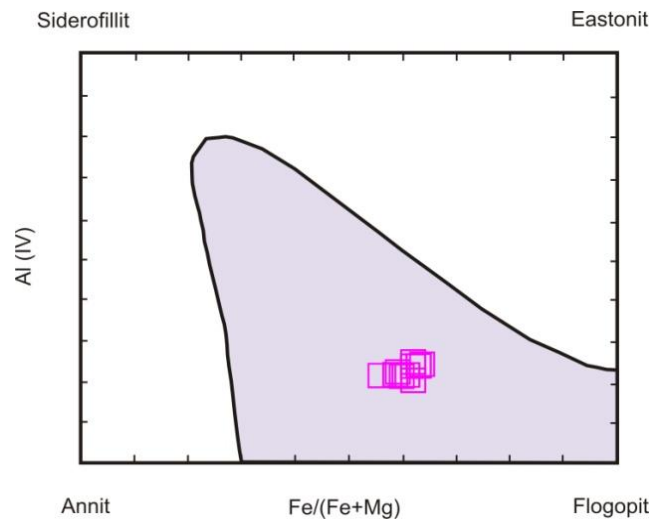
çalışma alanından alınan tüm örnekler içerisindeki hornblendler kalsik yapıdadır. İçerdikleri Na, K, Ti oranlarına göre hornblend minerallerinin magnezyumlu hastingsit, magnezyumlu sadanagait, magnezyumlu hornblend ve tek bir örneğin de çermakit alanında olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil.3.15. Trakiandezitik dom örneklerindeki hornblendlerin sınıflaması (Leake vd., 1997)

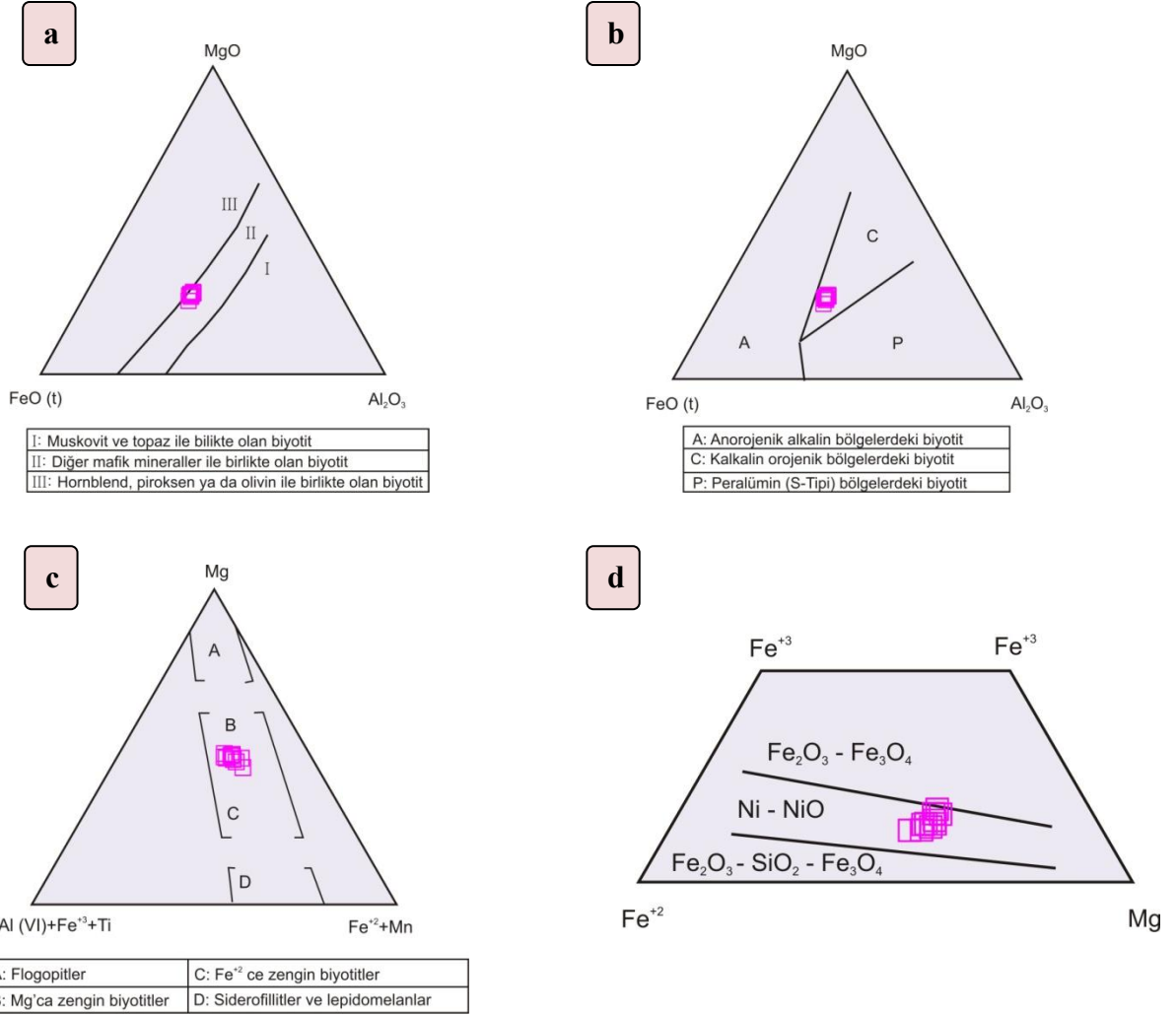
3.3.3.1.4. Biotit

Trakiandezitik dom örnekleri içerisindeki biyotitler, %43-48 flogopit ve %28-35 annit bileşimlidir (Şekil 3.16) ve Mg[#] 0.55-0.63 arasındadır (Ek Tablo 8).



Şekil 3.16. Trakiandezitik doma ait biyotitlerin Al^(IV)'e karşı Fe⁺²/(Fe⁺²+Mg) grafiği (Deer vd., 1992)

Speer (1987)'e göre farklı parametreler dikkate 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 3.17-a).



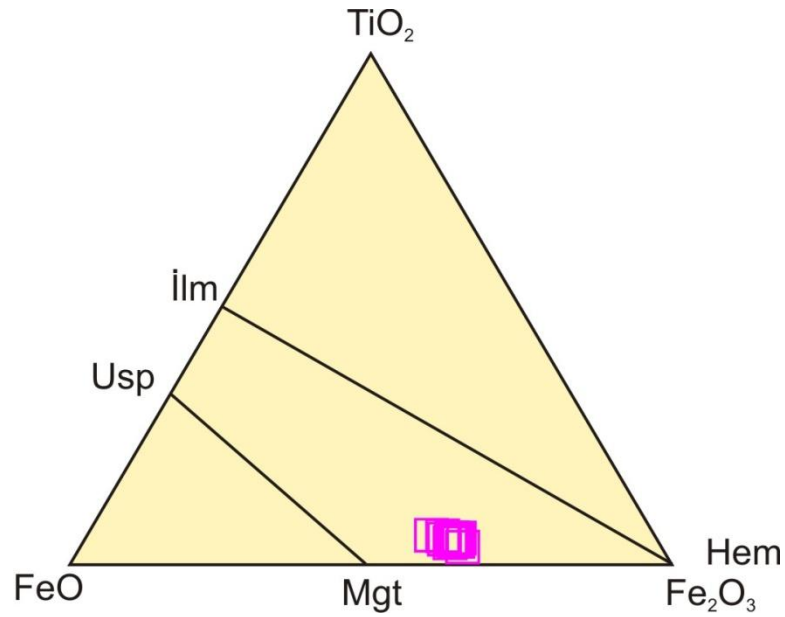
Şekil 3.17. Trakiandezitik dom biyotitlerine ait sınıflandırma diyagramları (Speer, 1987)
 a) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ üçgen diyagramı, b) Mg - [Al^(VI) + Fe⁺³ + Ti] - [Fe⁺² + Mn] üçgen diyagramı, c) MgO-FeO(t)-Al₂O₃ orojenik bölge ayırtman diyagramı, d) Fe⁺² - Mg - Fe⁺³ ayırtman diyagramı

Orojenik bölge ayırtman diyagramında olan diğer bir MgO-FeO_(t)-Al₂O₃ diyagramında ise biyotitler C alanına düşmekte olup "kalkalkalin orojenik bölgelerdeki biyotit" sınıfına dâhil edilmektedir (Şekil 3.17-b). Mg-[Al^(VI)+Fe⁺³+Ti]-[Fe⁺²+Mn] üçgen diyagramında ise biyotitler B ve C alanında yer almakta olup "Fe⁺² ve Mg'ca zengin

biyotitler” sınıfına girmektedir (Şekil 3.17-c). Ayrıca Fe^{+2} -Mg- Fe^{+3} diyagramında ise biyotitler “Ni-NiO” tampon (buffer) alanına düşmektedir (Şekil 3.17-d).

3.2.2.1.5. Fe-Ti Oksit

Trakiandezitik dom örneklerinde genellikle hamurda ve hornblend minerallerinin içerisinde inklüzyon olarak gözlenen opak minerallerin hepsi titano-magnetittir (Şekil 3.18, Ek Tablo 9).



Şekil 3.18. Trakiandezitik dom örneklerine ait Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988)

3.2.3. Trakiandezitik Dayk

Çalışma alanı içerisinde Karadağ Tepe civarında yüzeyleme verdiği gözlenen trakiandezitik dom ve çevresindeki aglomeraları kesen trakiandezitik bileşimli dayklar gözlenmiştir. Genellikle KD-GB uzanımlı gözlenen dayklar genel olarak açık gri renkli görünüme sahiptirler (Şekil 3.19).

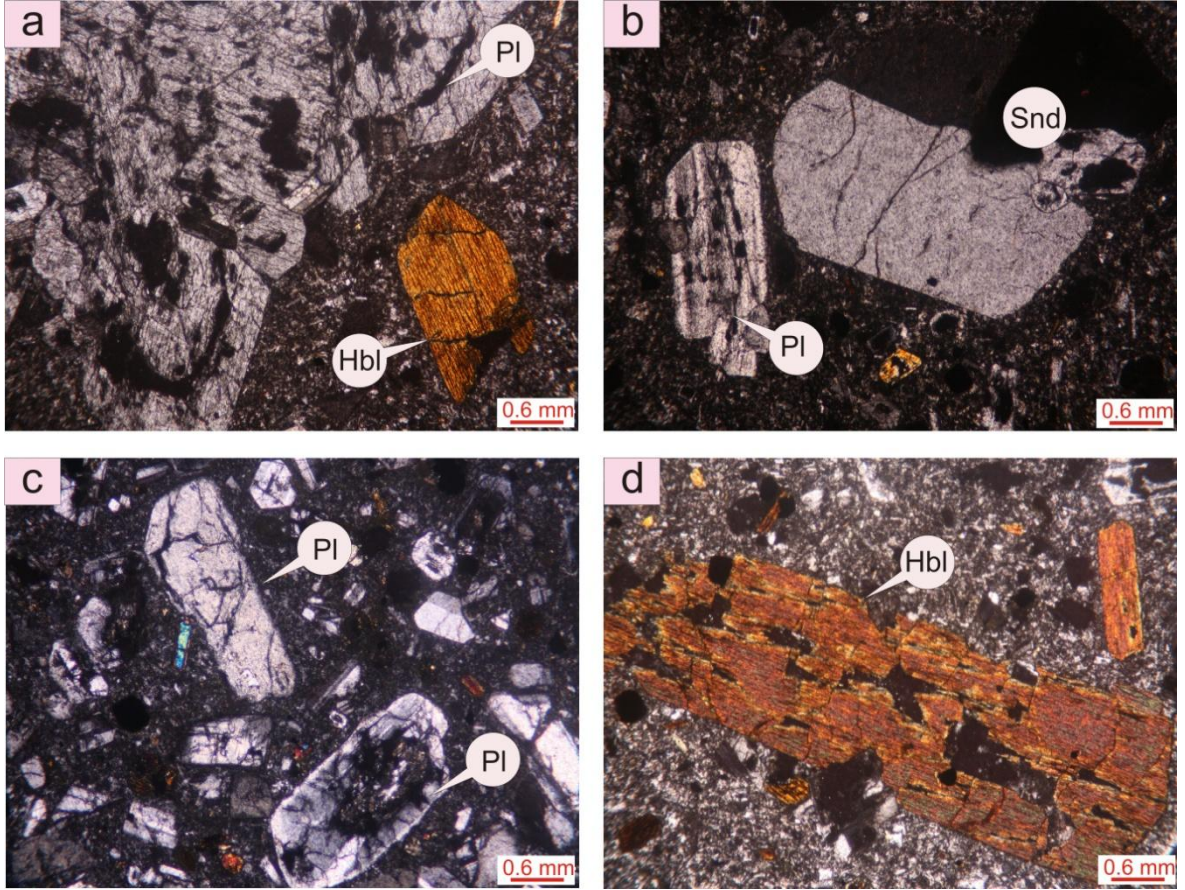


Şekil 3.19. Karadağ Tepe civarında yüzeylenen trakiandezitik daykta gelişen kolon yapısı

Trakiandezitik dayklarda, genellikle porfirik, mikrolitik porfirik, fluidal ve trakitik yer yer ise elek dokusu gözlenmektedir. Kayaç içerisinde fenokristal olarak plajiyoklas, sanidin, hornblend ve biyotit kristalleri bulunmaktadır. Hamur ise plajiyoklas, sanidin ve nadiren de hornblend ve klinopiroksen mikrolitlerinden oluşur (Şekil 3.20).

Plajiyoklaslar genelde yarı özşekilli fenokristaller ve hamurda mikrolitler halinde gözlenmektedir. Tek nikolde renksiz, çapraz nikolde gri ve beyaz renklerdedir. Hamurda bol olarak gözlenen plajiyoklas mineralleri fluidal doku oluşturmaktadır. Plajiyoklas fenokristalleri çoğunlukla albit ikizi sunmaktadırlar. Yer yer zonlu plajiyoklas fenokristallerinde elek dokusu görülmektedir.

Hornblendler genelde hamurda mikrolitler halinde olup yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Fenokristaller halinde gözlenen hornblend kristalleri tamamen opaklaşmıştır.



Şekil 3.20. Trakiandezitik dayk örneklerinde gözlenen; (a-b) plajiyoklas megafenokristallerinde gözlenen elek dokusu (Örnek No: S-79), (b),karlsbad ikizi gösteren sanidin fenokristali (Örnek No: S-79), (c) altere plajiyoklas kristalleri ve hamurda klinopiroksen mikrolitleri Örnek No: S-123) (d) opak mineral inklüzyonları içeren hornblend fenokristali Örnek No: S-79) (ÇN; Hbl: Hornblend; Pl: Plajiyoklas; Snd: Sanidin)

Biyotitler genellikle yarı özşekilli ve özşekilsizdir. Tek yönlü dilinim gösterirler. Tek nikelde kahverengi, çapraz nikelde koyu kahverengi ve siyah renklere gözlenen biyotit kristalleri kuvvetli pleokroizma göstermektedir.

Klinopiroksenler hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Bol kırıklı ve çatlaklı klinopiroksen mineralleri tek nikelde açık yeşil ve renksiz çapraz nikelde II. sıranın mavi ve kırmızı renklerinde gözlenmektedir.

Opak mineraller, klinopiroksen mineralleri içerisinde inklüzyon olarak ve hamur içerisinde mikrolit olarak gözlenmektedir.

3.2.4. Bazalt

Çalışma alanı içerisinde yer alan bazaltik bileşime sahip lav akıntıları geniş alanlarda yüzeyleme veren aglomeralara göre daha dar bir yayılım gösterirler. Bazaltik lav akıntıları, Karlık Tepe, Kelkaya Tepe, Kilise Tepe, Gökçepınar Tepe, Devgeriş ve Alibeyli civarında en tipik yüzeylemelerini vermektedirler (Şekil 3.21-3.22).



Şekil 3.21. Kelkaya Tepe civarında yüzeylenen bazaltlar

Bazaltlar arazide koyu gri, siyah renklerde olup, taze kırık yüzeyleri siyah renklidir. Birim masif ve bloklu yapıdadır. Bloklu yapı gösteren lavlar bol miktarda gözenek içermektedir. Gözeneklerin bazıları kalsit ve zeolit mineralleri tarafından doldurulmuştur. Akma yapılarıyla rahatlıkla izlenebilen bazaltlar alterasyondan az etkilenmişlerdir.



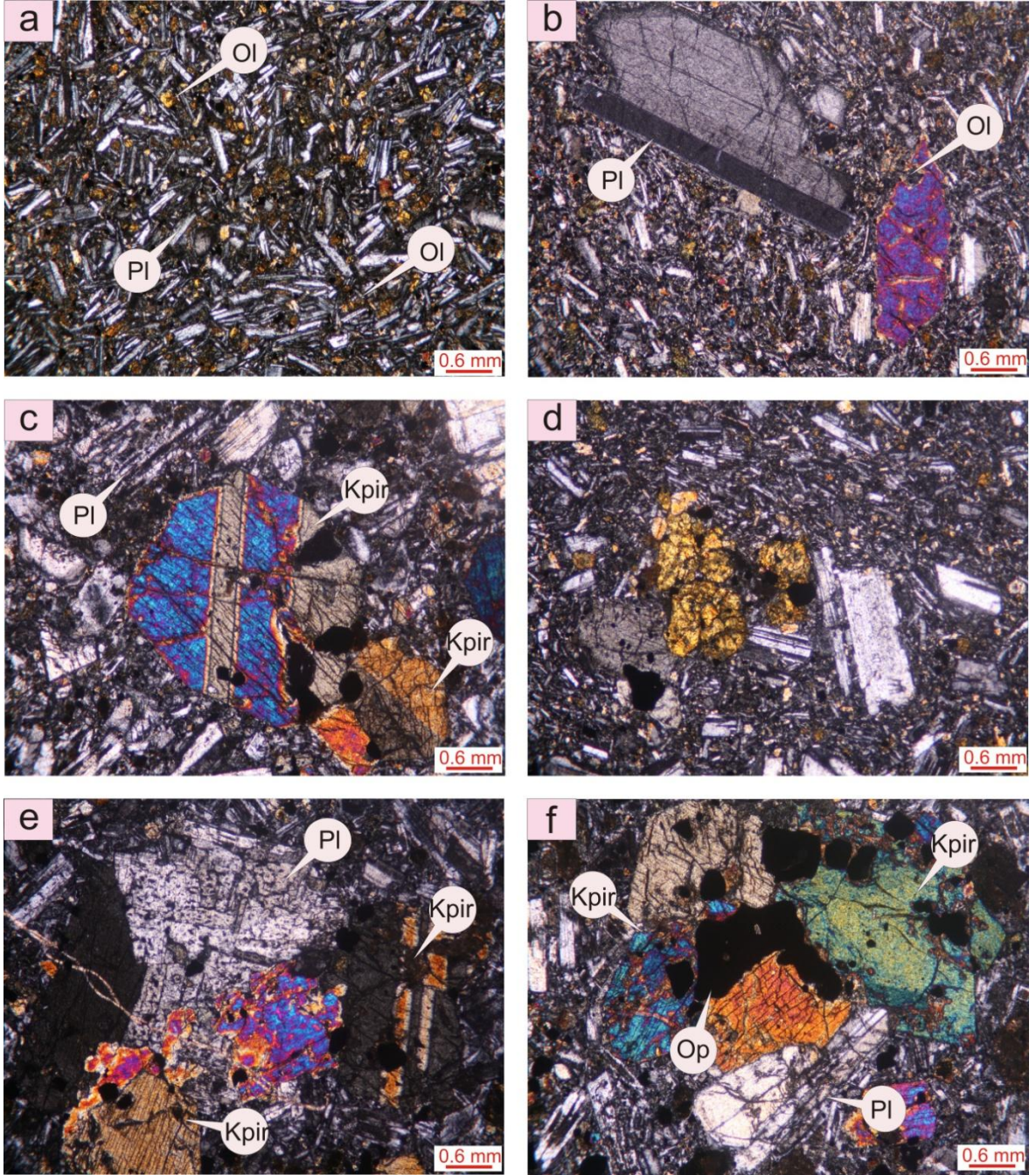
Şekil 3.22. Karlık Tepe civarında yüzeylenen bazaltlar

Bazaltlar, genel olarak porfirik, kümülofirik ve intergranüler doku göstermektedir. Kayaç içerisinde megakristal olarak klinopiroksen, fenokristal olarak plajiyoklas, olivin ve opak mineral gözlenmektedir. Hamurda ise daha çok plajiyoklas ve klinopiroksen mikrolitleri bulunmaktadır (Şekil 3.23).

Plajiyoklaslar özşekilli ve yarı özşekillidir. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde gri ve beyaz renklerde gözlenmektedir. Hamurda mikrolitler halinde gözlenen plajiyoklaslar yer yer alteredir. Birçok plajiyoklas minerali de elek dokusu göstermektedir.

Klinopiroksenler çoğunlukla iri kristaller olarak gözlenmektedir. Hamurda ise mikrolitler olarak bulunmaktadır. Mineraller özşekilli ve yarı özşekillidir. Tek nikelde açık yeşil, çapraz nikelde mavi, sarı, kırmızı renklerde gözlenen klinopiroksen mineralleri yer yer opak mineral inklüzyonları içermektedir. Bol çatlaklı ve kırıklı olan klinopiroksen minerallerinde yer yer ikizlenme ve zonlanma gözlenmektedir. Ayrıca birçok klinopiroksenin bir araya gelerek oluşturdukları kümülofirik dokuda yaygındır.

Olivinler genellikle yarı özşekilli nadiren de özşekilli fenokristaller halinde gözlenmektedir. Opak mineral kapanımları içeren olivin mineralleri düzensiz çatlaklarıyla tipiktir. Genellikle kristal kenarlarında ve çatlakları boyunca iddingsitleşmişlerdir .



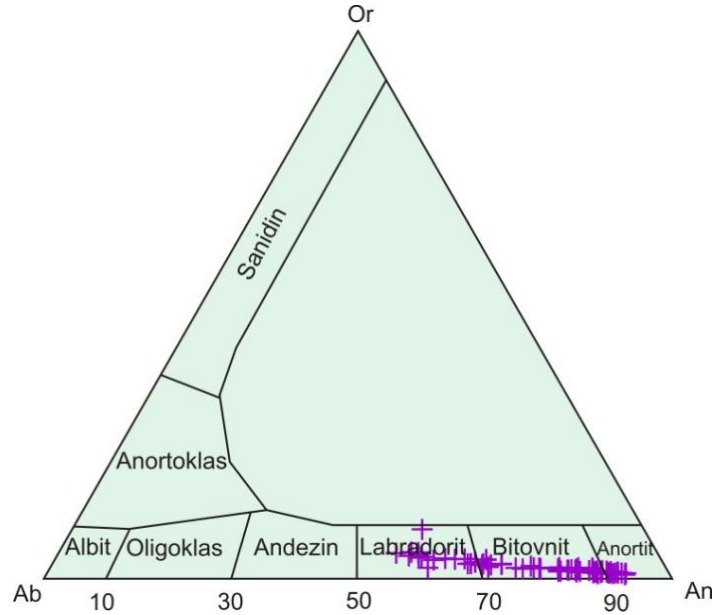
Şekil 3.23. Bazaltlara ait örneklerde gözlenen; (a) plajiyoklas ve olivin mikrolitlerinden oluşan inregranüler doku (Örnek No: S-11), (b) serpantinleşmiş olivin fenokristali (Örnek No: S-32), (c) opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen minerali (Örnek No: S-109), (d) iddingsitleşmiş olivin kristalleri (Örnek No: S-9), (e) elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-120), (ef) plajiyoklas, klinopiroksen ve opak minerallerden oluşan kümülofirik doku (Örnek No: S-106), (ÇN; Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen,; Pl:Plajiyoklas; Op: Opak)

Opak mineraller genelde küçük düzensiz nadir olarak da köşeli taneler halinde gözlenmekte olup, özellikle klinopiroksen mineralleri içerisinde inklüzyonlar halinde bulunmaktadır

3.2.4.1. Mineral Kimyası

3.2.1.1.1. Plajiyoklas

Bazalt örnekleri içerisinde genellikle fenokristaller ve hamurda mikrolitler halinde gözlenen plajiyoklas mineralleri üzerinde gerçekleştirilen mikroprob analiz sonuçları Ek Tablo 1’de verilmiştir. Fenokristaller için merkezden kenara kadar alınmış ölçümler mikrolitler için sadece merkezden tek bir ölçüm şeklindedir. Bazaltik kayaç örnekleri içerisindeki plajiyoklas mineraline ait mikroprob analiz sonuçlarına göre hazırlanan An-Ab-Or diyagramında plajiyoklasların labradorit, bitovnit ve anortit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.24).



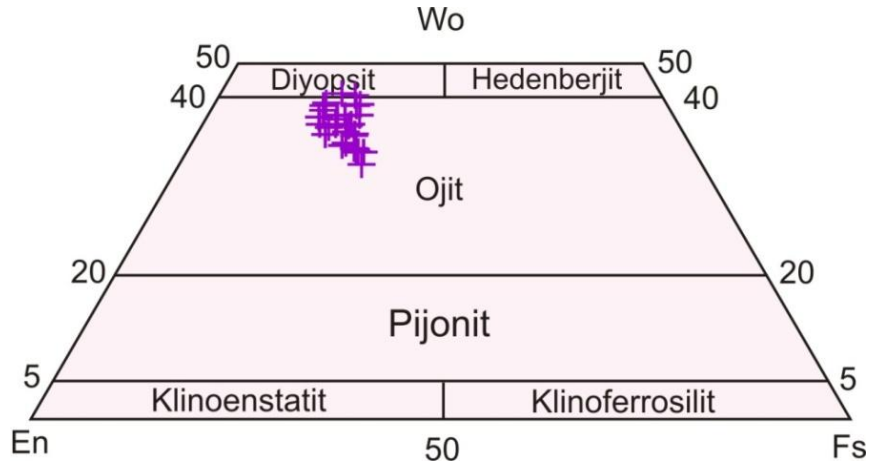
Şekil 3.24. Bazalt örneklerindeki plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı

Kayaç içerisinde fenokristal olarak gözlenen plajiyoklaslar, $An_{54-93} Ab_{7-42} Or_{0.2-4}$, hamurda mikrolitler halinde bulunan plajiyoklaslar, $An_{56-90} Ab_{9-38} Or_{0.3-8}$, klinopiroksen mineralleri içerisinde inklüzyon şeklinde bulunan plajiyoklas mineralleri ise $An_{89-92} Ab_{7-10} Or_{0.3-0.67}$ bileşimlerindedir.

3.2.4.1.2. Klinopiroksen

Bazalt örnekleri içerisindeki klinopiroksenlerden elde edilen mikroprob analiz sonuçları (Ek Tablo 2), Morimoto vd. (1988)'nin Wo-En-Fs sınıflama diyagramına göre çoğunlukla ojit alanında yer alırlar (Şekil 3.25).

Klinopiroksenlerin bileşimi $Wo_{37-48} En_{37-43} Fs_{12-21}$ arasında değişmektedir. Bu minerallerde Mg numarası oranı 0.66-0.77 arasındadır.



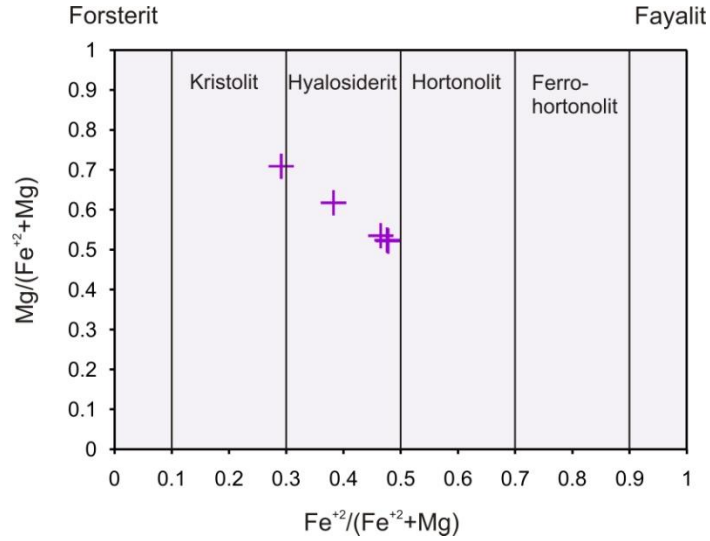
Şekil 3.25. Bazalt örneklerindeki klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988)

3.2.4.1.3. Olivin

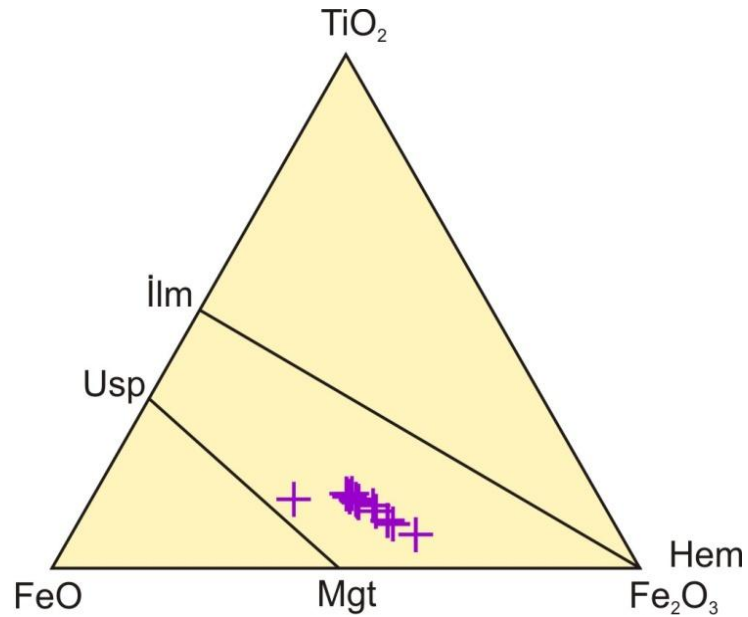
Bazaltlarda yaygın olarak gözlenen olivinler üzerinde gerçekleştirilen mineral kimyası analizi sonuçlarına göre, Fo içeriği %48.84-68.44 arasındadır (Ek Tablo 3). $Mg^{\#}$ 0.52-0.71 arasında değişen örneklerin büyük bir çoğunluğu hyalosiderit, tek bir örnek ise kristolit olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.26).

3.2.4.1.4. Fe-Ti Oksit

Bazaltlar içerisinde fenokristal olarak bulunan opak mineraller ile klinopiroksen fenokristallerinin içerisinde kapanım olarak gözlenen opak mineraller titano-magnetittir (Şekil 3.27). Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizleri Ek Tablo 4’de verilmiştir.



Şekil 3.26. Bazalt örneklerindeki olivinlerin $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$ 'a karşı $Mg/Fe^{+2}+Mg$ diyagramı



Şekil 3.27. Bazalt örneklerindeki Fe-Ti oksitlerin bileşimini gösteren üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988)

3.2.5. Bazaltik Dayk

Bazaltik dayklar genellikle çalışma alanı içerisinde bazaltik bileşime sahip lav akıntılarının çevresinde yüzeyleme vermektedirler. Bazaltları ve aglomeraları kesen dayklar prizmatik yapılarıyla yan kayalardan kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bazaltik bileşime sahip bu dayklar taze bir görünüme sahip olup, arazide siyahımsı koyu gri renkte gözlenirler. Genişliği yaklaşık 1-5 m arasında değişmekte olan bazalt dayklarının uzunlukları tam olarak tespit edilememiştir. Genellikle kırık yüzeyine dik yönde iyi gelişmiş prizmatik yapı gösteren bazalt dayklarının uzanımları yaklaşık KD-GB'dır (Şekil 3.28-3.29).



Şekil 3.28. Pinice Mahallesi civarında gözlenen bazalt daykının görünümü

Bazalt daykları, genellikle mikrolitik porfirik, hyalo-porfirik, elek, kümülofirik ve intergranüler doku gösterirler. Kayaç içerisinde fenokristal olarak plajiyoklas, klinopiroksen, olivin ve opak mineraller gözlenmektedir. Hamur ise plajiyoklas ve klinopiroksen mikrolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 3.30).



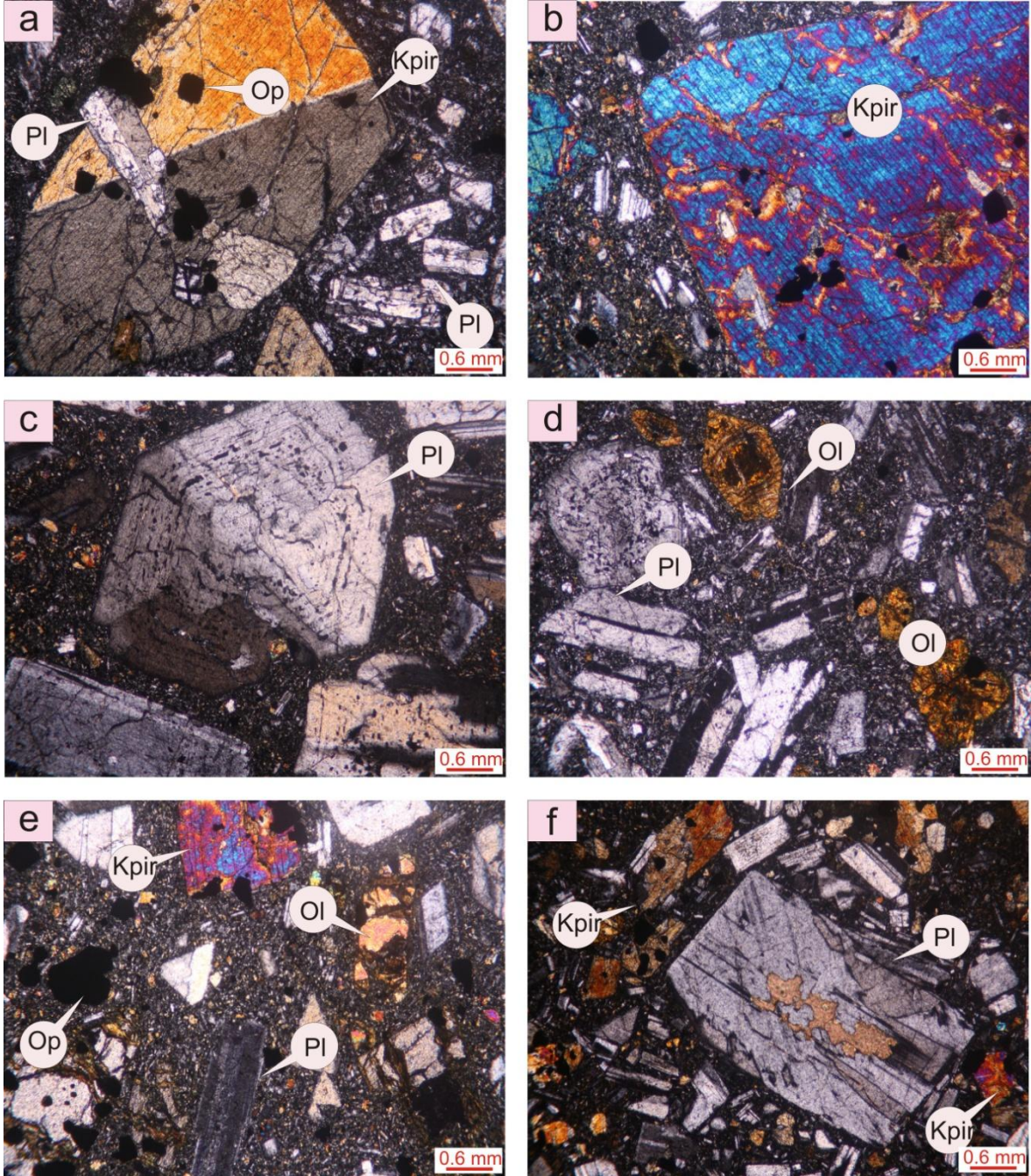
Şekil 3.29. Muskali Tepe civarında yüzeylenen bazalt daykının görünümü

Plajiyoklaslar kayaç içerisinde fenokristal ve hamurda mikrolitler halinde bulunmaktadır. Kristaller özşekilli ve yarı özşekillidirler. Genellikle albit ve polisentetik ikiz sunmaktadır. Tek nikolde renksiz, çapraz nikolde gri ve beyaz renklerdedir. Plajiyoklas minerallerinin bazılarında serisitleşme ve kalsitleşme görülmüştür (Şekil 3.30-f). Ayrıca bazı plajiyoklas minerallerinde elek dokusu hakimdir.

Klinopiroksenler özşekilli ve yarı özşekillidirler. Kayaç içerisinde megafenokristal, fenokristal ve nadir olarak da hamurda mikrolitler halindedir. Yüksek röliyefe sahip klinopiroksen mineralleri tek nikolde açık yeşil, çapraz nikolde ise II.sıranın mavi ve yeşil renklerini sunmaktadır. Bol kırıklı ve çatlaklı klinopiroksen kristalleri plajiyoklas ve opak mineral inklüzyonları içermektedir.

Olivinler genellikle küçük taneler halinde bulunmaktadır. Tek nikolde genelde renksiz, çapraz nikolde ise II. sıranın yüksek çiftkırıcılık renklerini göstermektedir. Bazı olivinler ise tamamen iddingsitleşmişlerdir.

Opak mineraller genelde hamurda düzensiz taneler halinde, bazen de klinopiroksen ve olivin minerallerinin içerisinde inklüzyonlar halinde gözlenmektedir.



Şekil 3.30. Bazaltik dayka ait örneklerde gözlenen; (a-b) plajiyoklas ve opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen fenokristalleri (Örnek No: S-69 – S-102), (c) zonlu ve elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-103), (d) tamamen iddingsitlenmiş yarı özşekli olivin kristalleri (Örnek No: S-67), (e) çatlaklarından itibaren serpantinleşmiş olivin kristalleri ve opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen minerali (Örnek No: S-103), (f) merkezinden itibaren kalsitlenmiş plajiyoklas minerali (Örnek No: S-121) (ÇN; Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen,; Pl:Plajiyoklas; Op: Opak)

3.3. Jeotermobarometre Hesaplamaları

Tekkeköy (Samsun) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanik kayaçların gelişimindeki kristallenme koşullarının saptanabilmesi için mineral kimyası analizlerinden faydalanılmıştır. Bunun için çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ampirik formüllerden ve diyagramlardan yararlanılmış, volkanitlerin oluşum sıcaklık ve basınç koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

3.3.1. Jeotermometre Hesaplamaları

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinde feldispat, hornblend-plajiyoklas ve klinopiroksen jeotermometresi hesaplamaları yapılmıştır.

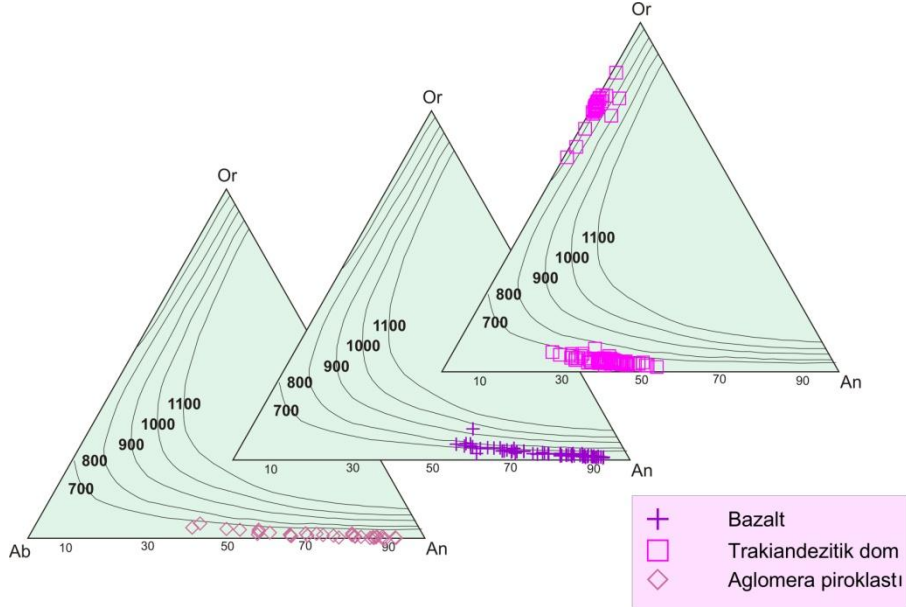
3.3.1.1. Feldispat Jeotermometresi

Fuhrman ve Lindsley (1988) jeotermometre hesaplamaları için, çeşitli sıcaklık değerlerini gösteren izoterm eğrilerini çizerek Ab-An-Or üçgen diyagramını oluşturmuşlardır.

Tekkeköy volkanitlerine ait feldispat minerallerinin kimyasal analiz sonuçları, oluşturulan bu diyagramda değerlendirilmiştir. Ab-An-Or üçgen diyagramında, aglomera piroklastına ait plajiyoklasların yaklaşık 650-700 °C arasında, bazalta ait plajiyoklasların 650-925 °C arasında, trakiandezitik doma ait plajiyoklasların 650-800 °C arasında değişirken, trakiandezitik doma ait sanidin minerallerinin ise 650-900 °C arasındaki sıcaklığa karşılık gelen izoterm eğrileri arasında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.31).

3.3.1.2. Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi

Holland ve Blundy (1994)'in yaptıkları çalışmalar sonucunda önerdikleri hornblend-plajiyoklas jeotermometresi kullanılarak Tekkeköy (Samsun) volkanitlerine ait plajiyoklas ve hornblend minerallerinin sıcaklık hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 3.31. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin içerdiği plajiyoklas ve sanidin minerallerinin Ab-An-Or üçgen diyagramı. İzoterm eğrileri Fuhrman ve Lindsey, (1988)'den alınmıştır

Tekkeköy volkanitlerine ait aglomera piroklastı ve trakiandezitik dom örneklerinde hornblend ve plajiyoklas birlikteliği tespit edilmiştir. Elde edilen kimyasal analiz sonuçları Holland ve Blundy (1994)'nin önerdikleri hornblend-plajiyoklas jeotermometresine göre hesaplanmıştır. Buna göre, aglomera piroklastlarından hesaplanan sıcaklık 811-960 °C arasında, trakiandezitik dom örneklerinden hesaplanan sıcaklıklar ise 824-985 °C arasında değişmektedir (Tablo 1 ve 2).

3.3.1.3. Klinopiroksen Jeotermometresi

Piroksen minerallerinin oluşum sıcaklıklarının belirlenebilmesi için Lindsley (1983) ile Lindsley ve Anderson (1983) tarafından üzerinde çeşitli sıcaklık değerlerini gösteren izoterm eğrileri olan piroksen jeotermometresi geliştirilmiştir. Tekkeköy (Samsun) volkanitlerine ait aglomera piroklastı, bazalt ve trakiandezitik dom örneklerine ait klinopiroksen mineraller bileşimleri Di-Hd-En-Fs dörtgen diyagramı üzerine düşürülerek klinopiroksenlerin oluşum sıcaklıkları hesaplanmıştır. Düşürülen her bir analiz değeri için Wo-En-Fs değerinin >90 olmasına dikkat edilmiştir.

Di-Hd-En-Fs diyagramına göre, klinopiroksenlerin katılma sıcaklıkları, aglomera piroklastı örneklerinde 400-1100°C arasında iken bazalt örneklerinde 500-1100 °C arasında değişmektedir. Trakiandezitik doma ait örneklerde ise klinopiroksenlerin katılma sıcaklığı 400-500 °C arasında değişmektedir (Şekil 3.32).

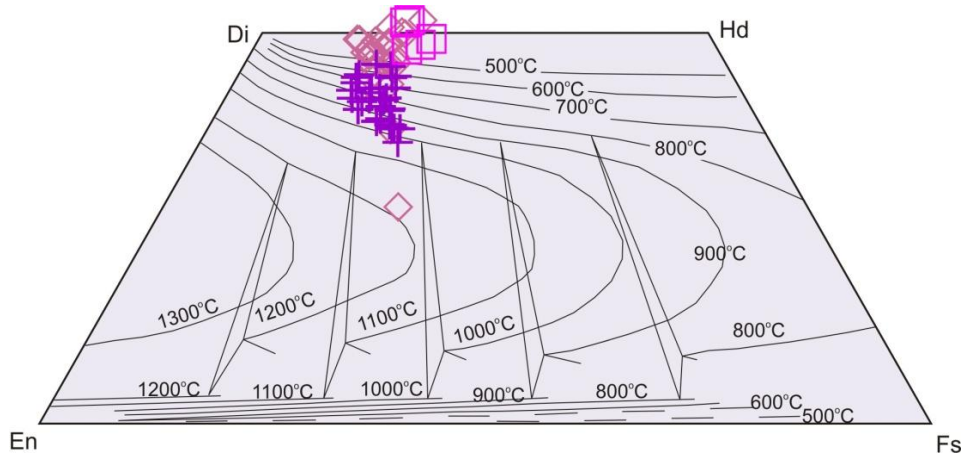
Kayaçları oluşturan magmanın soğuma geçmişi hakkında klinopiroksenlerin kristal içi dengelenme sıcaklıkları önemli bilgiler vermektedir (Dal Negro vd., 1982). Dal Negro vd. (1982)'ne göre, incelenen kayaçların içerdiği klinopiroksenlerde kristal içi dengelenme sıcaklıkları aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır. Formül için gerekli olan, R^{+3} ve Ca parametrelerinin hesaplamaları da aşağıda verilmiştir.

$$T(^{\circ}K) = [(5.465 * (R^{+3}) + 7.324 * (Ca) - 3.039) / (- \ln K_D + 4.032 * (R^{+3}) + 5.383 * (Ca) - 3.767)] * 1000$$

$$K_D = (Fe^{+2}_{(M1)} * Mg_{(M2)}) / (Fe^{+2}_{(M2)} * Mg_{(M1)})$$

$$R^{+3} = Fe^{+3} + Al^{VI} + Ti + Cr$$

$$(Ca) = Ca + Na + Mn$$



Şekil 3.32. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin 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 3.33'deki gibidir)

Hesaplanan klinopiroksen kristal içi dengelenme sıcaklıkları, aglomera piroklastına ait örneklerde merkez kısımlarında 872-951°C iken, kenar kısımlarında 904-942°C'dir. Bazalt örneklerindeki klinopiroksenlerin merkez kısımlarında kristal içi dengelenme

sıcaklığı düşük (795-919°C) iken, kenar kısımlarında daha yüksek (820-922°C)'dir. Trakiandezitik doma ait klinopiroksenlerin kristal içi dengelenme sıcaklıkları ise, merkez kısımları 918-932°C iken kenar kısmı ise (955°C)'dir. (Tablo 3-4-5).

3.3.1.4. Biotit Jeotermometresi

Luhr vd. (1984)'in yaptıkları çalışmalar sonucunda önerdikleri biyotit jeotermometresi kullanılarak Tekkeköy (Samsun) volkanitleri trakiandezitik dom örneklerine ait biyotitlerin püskürme öncesi sıcaklıkları hesaplanmıştır.

Luhr vd. (1984)'nin biyotit minerallerindeki Fe⁺² ve Ti' u esas alarak yapmış olduğu jeotermometre hasaplama denklemi aşağıdaki gibidir.

$$T (^{\circ}C) = \frac{838}{\left(1.0337 - \frac{Ti}{Fe^{+2}}\right)} - 273.15$$

Bu denkleme göre; trakiandezitik doma ait kayaçlarının püskürme öncesi sıcaklıkları 758–881 °C'dir (Tablo 6).

Tablo 1. Tekkeköy(Samsun) yöresi aglomera piroklastlarındaki hornblend-plajiyoklas jeotermometresinden hesaplanan sıcaklık (°C) değerleri

<u>Min. 1</u>	<u>S-36-1</u>	<u>S-36-2</u>	<u>S-36-3</u>	<u>S-36-4</u>	<u>S-36-8</u>	<u>S-36-9</u>	<u>S-36-9</u>
	Plg-1	Plg-1	Plg-2	Plg-1	Plg-1	Plg-1	Plg-2
	Feno-m	Feno-k	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m
Plj(Xab)	25.54	12.37	14.26	33.53	7.93	56.96	13.39
<u>Min. 2</u>	<u>S-36-1</u>	<u>S-36-2</u>	<u>S-36-3</u>	<u>S-36-4</u>	<u>S-36-8</u>	<u>S-36-9</u>	<u>S-36-9</u>
	Amf-1	Amf-1	Amf-1	Amf-1	Amf-1	Amf-1	Amf-2
	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m
SiO ₂	44.31	41.05	45.52	39.69	44.34	42.89	44.72
TiO ₂	1.80	1.48	1.54	1.48	2.43	1.40	1.79
Al ₂ O ₃	9.28	12.39	9.01	14.69	9.83	11.68	9.03
FeO	14.51	14.45	13.08	13.58	13.22	15.21	13.99
MnO	0.67	0.48	0.54	0.11	0.22	0.40	0.60
MgO	12.20	12.22	13.36	12.16	13.56	11.79	12.94
CaO	11.30	11.52	11.22	11.37	11.18	11.41	11.24
Na ₂ O	1.43	1.81	1.36	2.03	1.61	1.75	1.53
K ₂ O	0.99	1.14	0.82	1.27	1.12	0.73	0.88
Toplam	96.49	96.54	96.44	96.38	97.49	97.27	96.73
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	6.58	6.10	6.68	5.88	6.46	6.31	6.59
Ti	0.20	0.16	0.17	0.16	0.27	0.16	0.20
Al _T	1.63	2.17	1.56	2.57	1.69	2.02	1.57
Fe ⁺³	0.61	0.89	0.68	0.90	0.70	0.81	0.70
Fe ⁺²	1.19	0.90	0.92	0.78	0.91	1.06	1.02
Mn	0.08	0.06	0.07	0.01	0.03	0.05	0.08
Mg	2.70	2.71	2.92	2.69	2.95	2.59	2.84
Ca	1.80	1.83	1.76	1.80	1.75	1.80	1.77
Na	0.41	0.52	0.39	0.58	0.46	0.50	0.44
K	0.19	0.22	0.15	0.24	0.21	0.14	0.17
Toplam	15.40	15.56	15.30	15.62	15.41	15.44	15.37
T °C	813	960	811	932	970	901	844

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

Tablo 2. Tekkeköy(Samsun) yöresi trakiandezitik doma ait örneklerdeki ait hornblend-plajjiyoklas jeotermometresinden hesaplanan sıcaklık (°C) değerleri

<u>Min. 1</u>	<u>S-26-3</u> Plg-1 Feno-k	<u>S-26-3</u> Plg-2 Feno-m	<u>S-26-3</u> Plg-3 Feno-m	<u>S-26-4</u> Plg-1 Feno-m	<u>S-26-4</u> Plg-1 Feno-k	<u>S-26-5</u> Plg-1 Feno-k	<u>S-26-5</u> Plg-5 Feno-m	<u>S-26-8</u> Plg-1 Feno-m
Plj(Xab)	32.57	63.46	3.97	52.21	55.38	47.78	56.42	49.33
<u>Min. 2</u>	<u>S-26-3</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-26-3</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-3</u> Amf-3 Feno-m	<u>S-26-4</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-26-4</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-5</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-5</u> Amf-3 Feno-m	<u>S-26-8</u> Amf-2 Feno-m
SiO ₂	45.38	43.28	40.34	39.17	44.07	44.71	43.58	39.00
TiO ₂	1.42	1.59	1.70	2.26	1.56	1.37	1.50	2.35
Al ₂ O ₃	8.35	9.52	13.41	14.23	9.39	8.59	9.10	13.83
FeO	16.86	16.37	16.46	15.65	15.83	16.32	16.36	15.26
MnO	0.88	0.90	0.50	0.37	0.84	0.90	1.42	0.27
MgO	11.76	10.56	10.52	10.11	11.20	11.47	10.72	11.39
CaO	10.99	11.36	11.50	11.59	11.42	11.36	11.47	11.52
Na ₂ O	1.26	1.55	2.17	1.95	1.61	1.50	1.37	2.05
K ₂ O	0.99	1.20	1.64	2.01	1.17	0.95	1.19	1.70
Toplam	97.86	96.31	98.31	97.37	97.14	97.17	96.70	97.37
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	6.65	6.55	6.00	5.91	6.59	6.65	6.57	5.83
Ti	0.16	0.18	0.19	0.26	0.18	0.15	0.17	0.26
Al _T	1.44	1.70	2.35	2.53	1.65	1.51	1.61	2.43
Fe ⁺³	0.94	0.47	0.65	0.42	0.47	0.65	0.59	0.78
Fe ⁺²	1.12	1.60	1.40	1.55	1.50	1.38	1.48	1.12
Mn	0.11	0.12	0.06	0.05	0.11	0.11	0.18	0.03
Mg	2.57	2.38	2.33	2.27	2.49	2.54	2.41	2.54
Ca	1.73	1.84	1.83	1.87	1.83	1.81	1.85	1.84
Na	0.36	0.45	0.63	0.57	0.47	0.43	0.40	0.59
K	0.18	0.23	0.31	0.39	0.22	0.18	0.23	0.32
Toplam	15.27	15.53	15.76	15.83	15.51	15.42	15.48	15.76
T °C	842	860	941	956	861	844	870	985

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

Tablo 2'nin devamı

<u>Min. 1</u>	<u>S-26-12</u> Plg-4 Feno-m	<u>S-27-1</u> Plg-1 Feno-m	<u>S-27-1</u> Plg-1 Feno-k	<u>S-27-3</u> Plg-1 Feno-m	<u>S-27-3</u> Plg-1 Feno-k	<u>S-27-4</u> Plg-1 Feno-m	<u>S-28-2</u> Plg-1 Feno-m	<u>S-28-3</u> Plg-1 İnk-m
Plj(Xab)	52.34	50.29	65.16	59.20	60.89	59.00	58.07	56.93
<u>Min. 2</u>	<u>S-26-12</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-27-1</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-1</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-27-3</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-3</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-27-4</u> Amf-1 Feno-k	<u>S-28-2</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-3</u> Amf-1 Feno-m
SiO ₂	44.67	43.79	44.78	44.35	46.22	44.65	45.97	44.83
TiO ₂	1.38	1.40	1.59	1.39	1.47	1.34	1.08	1.56
Al ₂ O ₃	8.75	8.69	8.87	8.40	8.47	8.62	8.02	8.70
FeO	16.13	16.43	17.04	16.52	15.91	16.36	15.95	16.88
MnO	0.93	0.66	1.11	0.89	0.94	0.96	0.88	0.91
MgO	11.44	11.00	11.12	11.62	11.59	11.16	12.05	11.20
CaO	11.70	11.43	11.06	11.22	11.25	11.58	11.19	11.42
Na ₂ O	1.26	1.50	1.36	1.30	1.35	1.34	1.30	1.55
K ₂ O	1.17	1.18	1.18	1.08	1.05	0.99	0.94	1.08
Toplam	97.47	96.19	98.13	96.77	98.35	96.99	97.38	98.14
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	6.65	6.63	6.60	6.61	6.77	6.68	6.77	6.63
Ti	0.15	0.16	0.18	0.16	0.16	0.15	0.12	0.17
Al _T	1.53	1.55	1.54	1.48	1.46	1.52	1.39	1.52
Fe ⁺³	0.54	0.48	0.80	0.82	0.55	0.54	0.75	0.59
Fe ⁺²	1.46	1.60	1.30	1.24	1.40	1.51	1.21	1.50
Mn	0.12	0.09	0.14	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11
Mg	2.54	2.48	2.44	2.58	2.53	2.49	2.65	2.47
Ca	1.87	1.85	1.75	1.79	1.77	1.86	1.77	1.81
Na	0.36	0.44	0.39	0.38	0.38	0.39	0.37	0.45
K	0.22	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.20
Toplam	15.45	15.51	15.35	15.37	15.33	15.43	15.31	15.46
T °C	851	850	876	872	837	854	839	861

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

Tablo 2'nin devamı

<u>Min. 1</u>	<u>S-28-4</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-7</u>	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-12</u>
	Plg-1	Plg-1	Plg-2	Plg-1	Plg-1	Plg-1	Plg-1	Plg-1
	Feno-m	Feno-m	Feno-m	İnk-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m
Plj(Xab)	45.29	53.88	57.46	60.76	47.36	52.07	64.40	58.69
<u>Min. 2</u>	<u>S-28-4</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-7</u>	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-12</u>
	Amf-1	Amf-1	Amf-2	Amf-1	Amf-1	Amf-1	Amf-2	Amf-1
	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m	Feno-m
SiO ₂	45.77	45.60	44.09	44.79	44.75	44.37	45.57	44.83
TiO ₂	1.11	1.24	1.41	1.32	1.37	1.17	1.29	1.39
Al ₂ O ₃	7.79	8.31	8.23	8.49	8.65	8.91	8.36	8.74
FeO	15.58	15.63	15.88	16.77	16.61	17.28	16.11	17.06
MnO	0.87	0.81	1.19	0.85	0.92	0.91	1.23	1.10
MgO	12.41	11.82	10.82	10.92	11.09	10.88	11.94	10.83
CaO	11.83	11.59	11.60	10.81	11.46	11.05	11.52	11.05
Na ₂ O	1.32	1.33	1.45	1.48	1.47	1.50	1.41	1.41
K ₂ O	0.98	1.04	0.85	1.03	1.08	0.99	1.11	1.11
Toplam	97.65	97.37	95.58	96.49	97.45	97.10	98.53	97.52
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	6.76	6.76	6.72	6.71	6.67	6.61	6.68	6.66
Ti	0.12	0.14	0.16	0.15	0.15	0.13	0.14	0.16
Al _T	1.36	1.45	1.48	1.50	1.52	1.57	1.44	1.53
Fe ⁺³	0.58	0.50	0.38	0.70	0.54	0.79	0.69	0.71
Fe ⁺²	1.34	1.44	1.65	1.40	1.53	1.36	1.29	1.41
Mn	0.11	0.10	0.15	0.11	0.12	0.11	0.15	0.14
Mg	2.73	2.61	2.46	2.44	2.47	2.42	2.61	2.40
Ca	1.87	1.84	1.89	1.73	1.83	1.76	1.81	1.76
Na	0.38	0.38	0.43	0.43	0.43	0.43	0.40	0.41
K	0.18	0.20	0.17	0.20	0.21	0.19	0.21	0.21
Toplam	15.43	15.42	15.48	15.36	15.46	15.38	15.42	15.38
T °C	824	832	845	850	838	856	863	857

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

Tablo 3. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait aglomera piroklastı örneklerinin içerdiği klinopiroksenlerden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları

Klinopiroksen Jeotermometresi (Dal Negro vd., 1982)

<i>Örnek No</i>	K_D	R^{+3}	(Ca)	$T(K)$	$T(^{\circ}C)$
S-12-1 Kpir-1-merkez	0.136	0.206	0.942	1208	935
S-12-1 Kpir-2-merkez	0.139	0.280	0.949	1224	951
S-12-1-Kpir-3-merkez	0.133	0.133	0.912	1181	908
S-12-2-Kpir-1-merkez	0.129	0.121	0.831	1145	872
S-12-2-Kpir-2-merkez	0.133	0.132	0.922	1184	911
S-12-3-Kpir -1-merkez	0.134	0.140	0.951	1196	923
S-12-3-Kpir -1-kenar	0.136	0.182	0.945	1204	931
S-12-3-Kpir -2-merkez	0.135	0.164	0.935	1196	923
S-12-3-Kpir -3-kenar	0.132	0.107	0.920	1177	904
S-12-4-Kpir -1-merkez	0.134	0.136	0.936	1190	917
S-12-4-Kpir -1-kenar	0.132	0.115	0.915	1177	904
S-12-5-Kpir -1-merkez	0.135	0.160	0.937	1196	923
S-12-5-Kpir -2-merkez	0.135	0.144	0.957	1199	926
S-12-5-Kpir -3-merkez	0.131	0.103	0.896	1167	894
S-12-6-Kpir -1-merkez	0.139	0.248	0.968	1223	950
S-12-6-Kpir -2-merkez	0.134	0.147	0.935	1192	919
S-12-7-Kpir -1-merkez	0.138	0.247	0.958	1220	947
S-12-7-Kpir -1-kenar	0.137	0.239	0.943	1215	942
S-12-8-Kpir -1-merkez	0.135	0.168	0.953	1203	930
S-12-8-Kpir -2-merkez	0.134	0.149	0.925	1190	917
S-12-8-Kpir -3-merkez	0.131	0.058	0.930	1167	894
S-12-8-Kpir -3-kenar	0.134	0.159	0.927	1193	920
S-12-9-Kpir -1-merkez	0.130	0.071	0.882	1151	878
S-36-4-Kpir -1-merkez	0.130	0.209	0.773	1148	875

Tabloda hesaplanan K_D , R^{+3} ve (Ca) değerleri metin içerisinde açık formül olarak verilmiştir.

Tablo 4. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait bazalt örneklerinin içerdiği klinopiroksenlerden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları

Klinopiroksen Jeotermometresi (Dal Negro vd., 1982)

<i>Örnek No</i>	K_D	R^{+3}	(Ca)	$T(K)$	$T(^{\circ}C)$
S-9-1-Kpir-1-merkez	0.129	0.093	0.835	1137	864
S-9-1-Kpir-2-merkez	0.126	0.059	0.803	1106	833
S-9-1-Kpir-3-merkez	0.127	0.074	0.801	1111	838
S-9-2-Kpir-1-merkez	0.131	0.099	0.893	1164	891
S-9-3-Kpir-1-merkez	0.128	0.068	0.840	1130	857
S-9-5-Kpir-1-merkez	0.129	0.064	0.867	1141	868
S-9-5-Kpir-2-merkez	0.127	0.080	0.802	1114	841
S-9-5-Kpir-2-kenar	0.126	0.055	0.786	1093	820
S-9-5-Kpir-3-merkez	0.127	0.097	0.783	1111	838
S-9-6-Kpir-1-merkez	0.132	0.119	0.909	1176	903
S-9-6-Kpir-1-kenar	0.131	0.110	0.879	1162	889
S-9-6 -Kpir-2-merkez	0.134	0.213	0.884	1192	919
S-9-7-Kpir-1-merkez	0.129	0.085	0.842	1137	864
S-9-7-Kpir-2-merkez	0.124	0.056	0.748	1068	795
S-9-8-Kpir-1-merkez	0.126	0.063	0.791	1100	827
S-10-1-Kpir-1-merkez	0.134	0.160	0.920	1191	918
S-10-1-Kpir-1-kenar	0.135	0.192	0.911	1195	922
S-10-1-Kpir-3-merkez	0.131	0.102	0.902	1169	896
S-32-2-Kpir-1-merkez	0.130	0.096	0.882	1159	886
S-32-2-Kpir-2-merkez	0.129	0.085	0.859	1145	872
S-32-3-Kpir-1-merkez	0.134	0.150	0.927	1190	917
S-32-3-Kpir-2-merkez	0.129	0.081	0.864	1146	873
S-32-5-Kpir-1-merkez	0.129	0.104	0.838	1142	869
S-32-5-Kpir-2-merkez	0.128	0.086	0.836	1134	861

Tabloda hesaplanan K_D , R^{+3} ve (Ca) değerleri metin içerisinde açık formül olarak verilmiştir.

Tablo 5. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait trakiandezitik dom örneklerinin içerdiği klinopiroksenleden hesaplanan kristal içi dengelenme sıcaklıkları

Klinopiroksen Jeotermometresi (Dal Negro vd., 1982)

<i>Örnek No</i>	K_D	R^{+3}	(Ca)	$T(K)$	$T(^{\circ}C)$
S-26-2- Kpir -1-kenar	0.139	0.269	0.972	1228	955
S-26-3- Kpir -1-merkez	0.135	0.119	0.984	1201	928
S-26-11- Kpir -1-merkez	0.136	0.15	0.973	1205	932
S-27-8- Kpir -1-merkez	0.134	0.149	0.929	1191	918

Tabloda hesaplanan K_D , R^{+3} ve (Ca) değerleri metin içerisinde açık formül olarak verilmiştir.

Tablo 6. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki trakiandezitik dom örneklerine ait biyotitlerden hesaplanan püskürme öncesi sıcaklık değerleri

	S-26-4 bio-1 m	S-26 14 bio-1 m	S-26-14 bio-1 k	S-27-4 bio-1 k	S-27-4 bio-1 m	S-27-12 bio-1 m	S-27-14 bio-1 m	S-28-9 bio-1 m	S-28-14 bio-1 m	S-28-14 bio-2 m
Ti	0.44	0.48	0.50	0.44	0.44	0.45	0.47	0.49	0.49	0.45
Fe⁺²	1.72	1.68	1.62	1.92	2.00	1.84	1.61	1.80	1.76	1.71
T(K)	1081	1125	1154	1042	1031	1060	1134	1101	1109	1091
T(^{\circ}C)	808	852	881	769	758	787	861	828	836	818

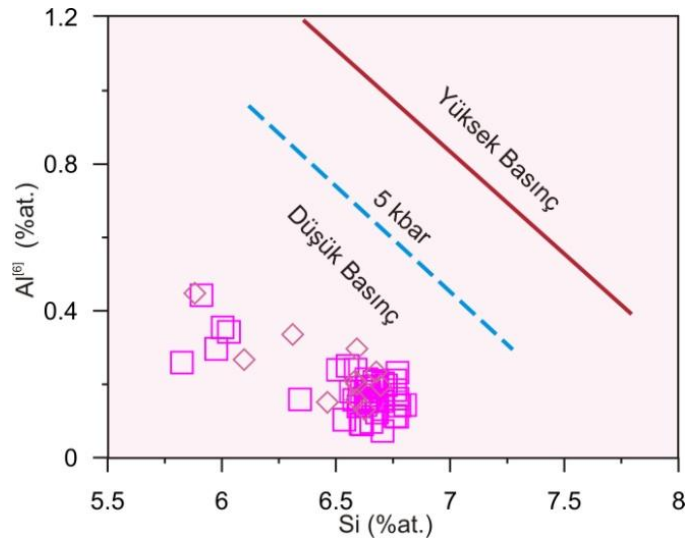
3.3.2. Jeobarometre Hesaplamaları

Tekkeköy (Samsun) yöresi Tersiyer yaşlı volkanitler üzerinde hornblend ve klinopiroksen jeobarometre hesaplamaları yapılmıştır.

3.3.2.1. Hornblend Jeobarometresi

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait aglomera piroklastı ve trakiandezitik dom örneklerinde yer alan hornblendler için kristallenme basınçları Raase (1974), Hammarstrom ve Zen (1986), Hollister vd. (1987) ve Johnson ve Rutherford (1989)'a göre hesaplanmıştır. Jeobarometre hesaplamaları hornblend minerali içerisindeki Al^{IV} miktarına göre yapılmıştır.

Raase (1974), hornblend içerisindeki Al^{IV} ve Si esas olarak düşük ve yüksek basınçlar için hornblend jeobarometresi önermiştir. İncelenen Tekkeköy (Samsun) yöresindeki Tersiyer volkanitlerini oluşturan kayalardaki hornblend minerallerine ait analiz değerleri Şekil 3.33'deki diyagrama aktarılmıştır. Düşük Al^{IV} ve Si değerlerine sahip hornblendlerin, düşük basınç ortamını karakterize eden alana düştükleri görülmektedir (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinden aglomera piroklastı ve trakiandezitik domu oluşturan kayalardaki hornblend minerallerine ait Al^{IV} - Si(%atom) jeobarometresi Alanlar, Raase, (1974)'e göre. (Semboller Şekil 3.33'deki gibidir)

Hammarstrom ve Zen (1986); farklı alanlarda yaptıkları çalışmalar sonucu hornblend mineralinde toplam alüminyumunu esas alarak bir bağıntı önermiştir. Bu bağıntıya göre basınç (P), aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$P(\pm 3 \text{ kbar}) = - 3.92 + 5.03 * Al^T$$

Hammarstrom ve Zen (1986)'nin önerdiği bağıntıya göre; hornblendlerden elde edilen basınçlar aglomera piroklastında 3.6-9.0±3 kbar, trakiandezitik domda ise 2.8-8.8±3 kbar'dır (Tablo 4).

Hollister vd. (1987)'nin hornblend minerallerinin içerdiği Al^T 'u baz alarak jeobarometre hesaplamaları yapmıştır. Buna göre basınç denklemi aşağıdaki gibidir.

$$P(\pm 1 \text{ kbar}) = - 4.76 + 5.64 * Al^T$$

Bu bağıntıya göre; hornblendlerden elde edilen basınç değerleri aglomera piroklastında 3.7-9.7±1 kbar, trakiandezitik domda ise 2.8-9.5±1 kbar'dır (Tablo 4).

Johnson ve Rutherford (1989)'un hornblend minerallerindeki Al^T 'a göre yapmış olduğu jeobarometre hasaplama denklemi aşağıdaki gibidir.

$$P(\pm 0.5 \text{ kbar}) = - 3.46 + 4.23 * Al^T$$

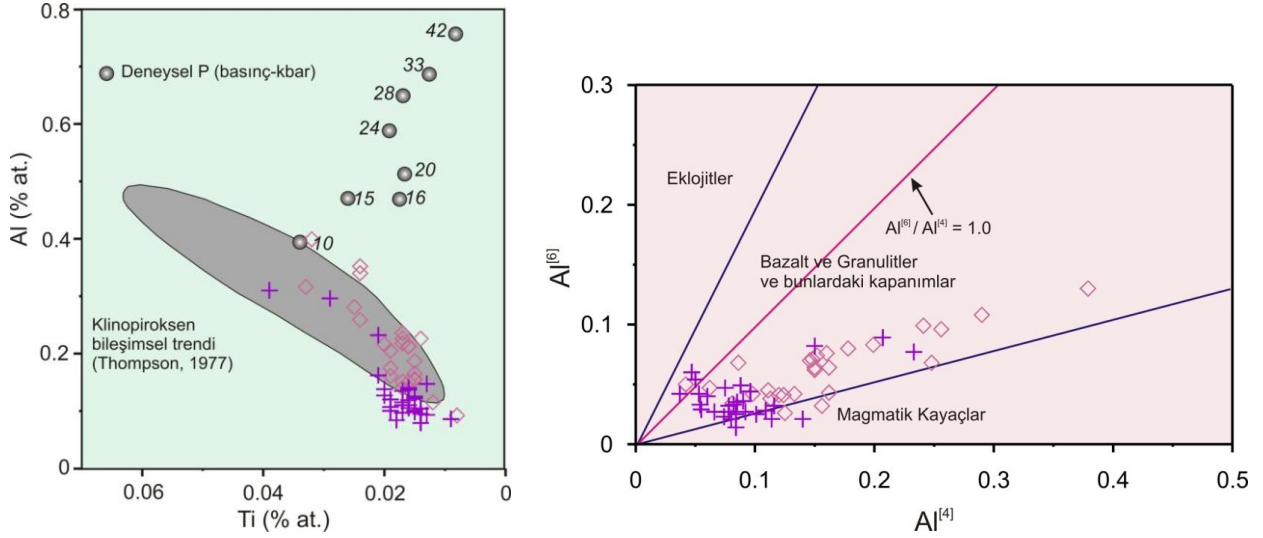
Bu denkleme göre elde edilen hornblend basınç değerleri aglomera piroklastında 2.9-7.4±0.5 kbar, trakiandezitik domda ise 2.2-7.2±0.5 kbar'dır (Tablo 7-8).

3.3.2.2. Klinopiroksen Jeobarometresi

Thompson (1977) tarafından önerilen piroksen jeobarometresi, incelenen volkanik kayalar için oluşumlarına kaynaklık eden magmanın hangi basınç altında yükseldiğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Buna göre Al^T ve Ti içeriklerine göre çizilen diyagrama göre klinopiroksen minerallerinin kristallenme basıncı yaklaşık 10 kbar'ın altındadır (Şekil 3.34, Tablo 12-13).

Aglomera piroklastı ve bazaltik örneklere ait klinopiroksen bileşimlerinin, Al^{VI} karşı Al^{IV} diyagramında düşük basınç şartlarını yansıtan “magmatik kayalar” ve “bazalt ile granülitler ve bunlardaki kapanımlar” alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.36).

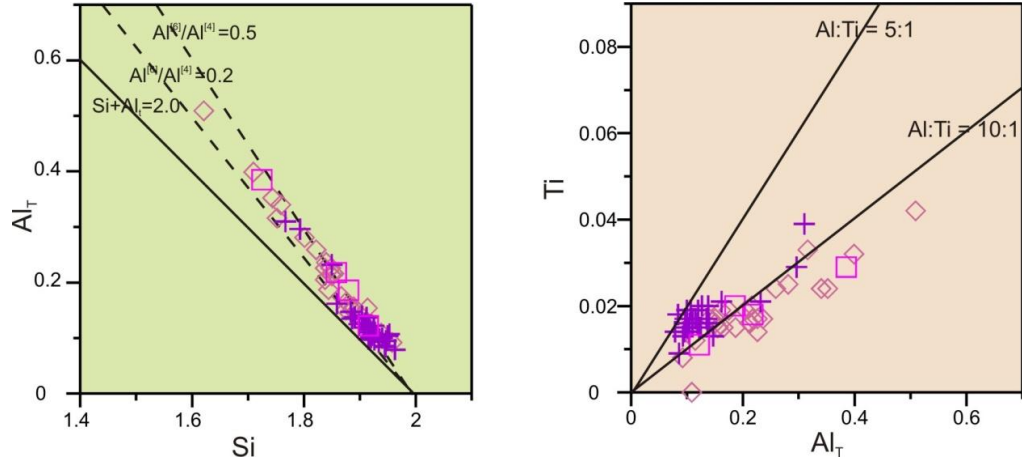
$Al^{[VI]}/Al^{[IV]}$ oranının da 0.5'den küçük olması da göreceli olarak düşük basınç şartlarındaki kristallenmeyle ilişkilidir (Aoki ve Shiba, 1973).



Şekil 3.34. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerindeki klinopiroksenlerin; a)Ti (% at.) karşı Al (% at.) diyagramı, b) volkanitlerindeki klinopiroksenlerin içerdiği $Al^{[VI]}$ karşı $Al^{[IV]}$ diyagramı. Alanlar, Aoki ve Shiba (1973)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.33'deki gibidir)

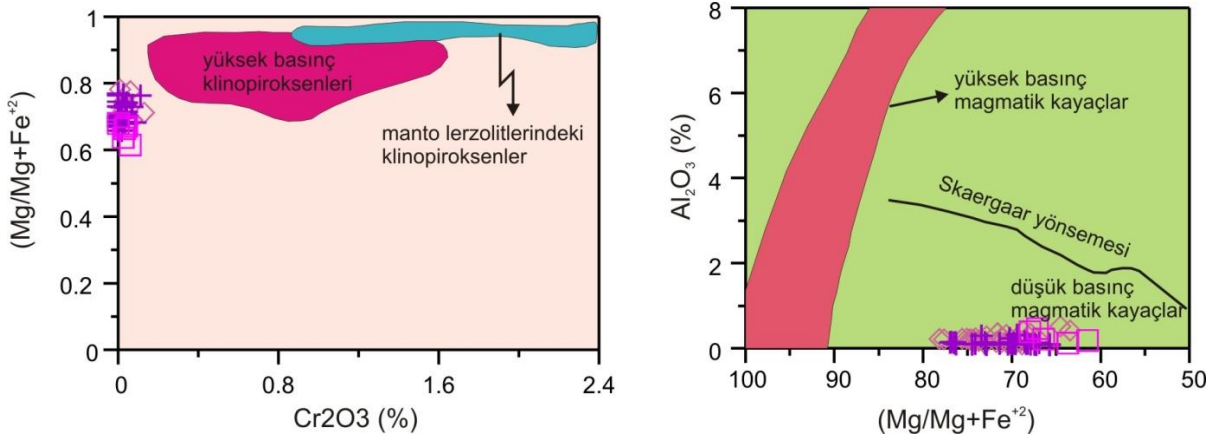
Tekkeköy volkanitlerine ait kayaçlardaki klinopiroksenlerde Si ve Al^T toplamı 2'nin üzerindedir ve $Al^{[VI]}/Al^{[IV]}$ oranı tümüyle 0.5'in etrafında kümelenmişlerdir. Ti karşı Al^T diyagramına düşürülen klinopiroksenler ise 10:1 çizgisi etrafında kümelenmiştir (Şekil 3.35).

Piroksenlerdeki $Al^{[6]}$ içeriği basınç göstergesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmakta olup (Thompson, 1974; Dobosi ve Horvath, 1988; Simonetti vd., 1996), bu içeriğinin düşük olması sığ derinliklerdeki kristallenmeyi ve düşük basınç şartlarını yansıtmaktadır.



Şekil 3.35. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait kayalardaki klinopiroksenlerin (a) Al_T - Si, (b) Ti - Al_T değişimleri (semboller Şekil 3.33'deki gibidir)

Tekkeköy yöresi volkanitlerine ait klinopiroksenleri, Simonetti vd. (1996) tarafından oluşturulan % Cr_2O_3 - $Mg^\#$ ve DeBari ve Coleman (1989) tarafından oluşturulan $Mg^\#$ - Al_2O_3 diyagramlarında değerlendirilmiştir. Bu diyagramlara göre klinopiroksenler düşük basınçlar altında oluşan magmatik kayalardaki klinopiroksenlerin bileşimlerini yansıtmaktadır (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. Tekkeköy (Samsun) volkanitlerine ait klinopiroksenlerin (a) Cr_2O_3 - $Mg^\#$ (%) ve (b) $Mg^\#$ - Al_2O_3 (%) diyagramları (yüksek basınç klinopiroksen alanı Simonetti vd. (1996), manto lerzolitlerindeki klinopiroksen alanı Cohen vd. (1984) ve Dawson (1987) den, yüksek basınç magmatik kayalar alanı ise DeBari ve Coleman (1989) dan alınmıştır) (Semboller Şekil 3.33' deki gibidir)

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerindeki klinopiroksenlerden jeobarometre hesaplamaları Dal Negro vd. (1982)'a ve Nimis (1995)'e göre yapılmıştır. Nimis (1995) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimlerinden yola çıkarak onların oluşum koşullarındaki basıncı ve sıcaklığı hesaplamak için bir yaklaşım önermiştir. Nimis (1995) tarafından önerilen formül aşağıdaki gibidir.

$$P(\text{kbar}) = 698.443 + 4.985 \cdot \text{Al}^{\text{T}} - 26.826 \cdot \text{Fe}^{+2}_{\text{M1}} - 3.764 \cdot \text{Fe}^{+3} + 53.989 \cdot \text{Al}_{\text{M1}} \\ + 3.948 \cdot \text{Ti} + 14.651 \cdot \text{Cr} - 700.431 \cdot \text{Ca} - 666.629 \cdot \text{Na} - 682.848 \cdot \text{Mg}_{\text{M2}} - \\ 691.138 \cdot \text{Fe}^{+2}_{\text{M2}} - 688.384 \cdot \text{Mn} - 6.267 \cdot (\text{Mg}_{\text{M2}})^2 - 4.144 \cdot (\text{Fe}^{+2}_{\text{M2}})^2$$

Formülde M1 ve M2 odacıklarına giren Mg ve Fe⁺² değerleri belirlemek için Dal Negro vd. (1982)'nin önerdiği dağılım katsayısı (K_D) ile klinopiroksenlerde kristallenme katsayısı hesaplanmalıdır. Kullanılan dağılım katsayısı (K_D) formülü aşağıda verilmiştir.

$$K_d = (\text{XFe}^{+2}_{\text{M1}}) (\text{XMg}_{\text{M2}}) / (\text{XFe}^{+2}_{\text{M2}}) (\text{XMg}_{\text{M1}}) \quad \text{X: atomik oran} \\ = \ln (0.238 \cdot \text{R}^{+3} + 0.298 \cdot \text{CNM} - 2.315)$$

$$(\text{R}^{+3}) = \text{Al}_{\text{M1}} + \text{Fe}^{+3} + \text{Ti} + \text{Cr}$$

$$\text{CNM} = \text{Ca} + \text{Na} + \text{Mn}$$

Dağılım katsayısı (K_D)'nın hesaplanmasında kullanılan formüldeki R⁺³ ve CNM değerlerinin bulunabilmesi için klinopiroksenlere ait katyon değerlerinden yararlanılmıştır. Tekkeköy volkanitlerine ait aglomera piroklastı ve bazaltik kayaçların içerdiği klinopiroksenlerin önerdiği jeobarometre hesaplamaları Nimis (1995)'e göre yapılmış olup Tablo 9 ve 10' da verilmiştir.

Tekkeköy volkanitine ait kayaçlardaki klinopiroksenlerden elde edilen kristallenme basınç değişimleri, aglomera piroklastına ait birimlerde 0.32-6.71 kbar arasında iken bazaltik birime ait örneklerde 0.09-3.14 arasında değişmektedir.

Klinopiroksen jeobarometre hesaplamaları sonucunda çıkan negatif değerler ise Nimis (1995) tarafından sığ magma odasındaki kristallenmenin bir sonucu olarak gösterilmektedir.

Tablo 7 . Tekkeköy (Samsun) yöresindeki aglomera piroklastlarındaki hornblendlerden hesaplanan jeobarometre değerleri

	<u>S-36-1</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-1</u> Amf-1 Feno-k	<u>S-36-2</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-3</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-4</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-5</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-6</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-7</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-8</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-9</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-36-9</u> Amf-2 Feno-m
SiO ₂	44.31	45.27	41.05	45.52	39.69	44.44	45.18	44.05	44.34	42.89	44.72
TiO ₂	1.80	1.56	1.48	1.54	1.48	1.45	1.50	1.71	2.43	1.40	1.79
Al ₂ O ₃	9.28	8.73	12.39	9.01	14.69	9.75	8.59	9.12	9.83	11.68	9.03
FeO*	14.51	14.89	14.45	13.08	13.58	15.19	14.29	14.54	13.22	15.21	13.99
MnO	0.67	0.78	0.48	0.54	0.11	0.55	0.78	0.56	0.22	0.40	0.60
MgO	12.20	12.68	12.22	13.36	12.16	11.68	12.53	12.18	13.56	11.79	12.94
CaO	11.30	11.42	11.52	11.22	11.37	11.64	11.14	11.51	11.18	11.41	11.24
Na ₂ O	1.43	1.33	1.81	1.36	2.03	1.56	1.45	1.63	1.61	1.75	1.53
K ₂ O	0.99	0.84	1.14	0.82	1.27	1.23	0.84	0.92	1.12	0.73	0.88
Toplam	96.49	97.49	96.54	96.44	96.38	97.48	96.29	96.22	97.49	97.27	96.73
Si	6.58	6.63	6.10	6.68	5.88	6.59	6.70	6.59	6.46	6.31	6.59
Ti	0.20	0.17	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.19	0.27	0.16	0.20
Al _T	1.63	1.51	2.17	1.56	2.57	1.70	1.50	1.61	1.69	2.02	1.57
Fe ⁺³	0.61	0.77	0.89	0.68	0.90	0.40	0.66	0.49	0.70	0.81	0.70
Fe ⁺²	1.19	1.05	0.90	0.92	0.78	1.48	1.11	1.33	0.91	1.06	1.02
Mn	0.08	0.10	0.06	0.07	0.01	0.07	0.10	0.07	0.03	0.05	0.08
Mg	2.70	2.77	2.71	2.92	2.69	2.58	2.77	2.72	2.95	2.59	2.84
Ca	1.80	1.79	1.83	1.76	1.80	1.85	1.77	1.84	1.75	1.80	1.77
Na	0.41	0.38	0.52	0.39	0.58	0.45	0.42	0.47	0.46	0.50	0.44
K	0.19	0.16	0.22	0.15	0.24	0.23	0.16	0.18	0.21	0.14	0.17
Toplam	15.40	15.31	15.56	15.30	15.62	15.52	15.34	15.49	15.41	15.44	15.37
Hammarstrom ve Zen. 1986(kbar)	4.3±3	3.7±3	7.0±3	3.9±3	9.0±3	4.7±3	3.6±3	4.2±3	4.6±3	6.3±3	4.0±3
(Hollister vd.. (1987)(kbar)	4.4±1	3.7±1	7.5±1	4.0±1	9.7±1	4.9±1	3.7±1	4.3±1	4.8±1	6.7±1	4.1±1
Johnson ve Rutherford (1989)(kbar)	3.4±0.5	2.9±0.5	5.7±0.5	3.1±0.5	7.4±0.5	3.8±0.5	2.9±0.5	3.3±0.5	3.7±0.5	5.1±0.5	3.2±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır. Yapısal formüller 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır

Tablo 8. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki takiandezitik dom örneklerindeki hornblendlerden hesaplanan jeobarometre değerleri

	<u>S-26-1</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-26-1</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-3</u> Amf-1 Feno-k	<u>S-26-3</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-26-3</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-3</u> Amf-3 Feno-m	<u>S-26-4</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-26-4</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-5</u> Amf-1 İnk-m	<u>S-26-5</u> Amf-1 İnk-k
SiO ₂	44.62	46.66	46.37	45.38	43.28	40.34	39.17	44.07	44.39	43.64
TiO ₂	1.36	1.25	1.28	1.42	1.59	1.70	2.26	1.56	1.50	1.46
Al ₂ O ₃	8.57	7.80	7.92	8.35	9.52	13.41	14.23	9.39	8.89	8.87
FeO*	16.49	16.07	16.29	16.86	16.37	16.46	15.65	15.83	17.27	17.70
MnO	1.05	0.97	0.88	0.88	0.90	0.50	0.37	0.84	1.10	1.30
MgO	11.26	12.14	11.96	11.76	10.56	10.52	10.11	11.20	10.72	10.52
CaO	11.15	11.37	11.35	10.99	11.36	11.50	11.59	11.42	11.62	11.33
Na ₂ O	1.39	1.44	1.45	1.26	1.55	2.17	1.95	1.61	1.16	1.35
K ₂ O	1.11	0.97	0.89	0.99	1.20	1.64	2.01	1.17	1.04	1.11
Toplam	96.99	98.67	98.38	97.86	96.31	98.24	97.33	97.08	97.69	97.28
Si	6.65	6.80	6.78	6.65	6.55	6.00	5.91	6.59	6.60	6.54
Ti	0.15	0.14	0.14	0.16	0.18	0.19	0.26	0.18	0.17	0.16
Al _T	1.50	1.34	1.36	1.44	1.70	2.35	2.53	1.65	1.56	1.57
Fe ⁺³	0.71	0.64	0.65	0.94	0.47	0.65	0.42	0.47	0.66	0.79
Fe ⁺²	1.34	1.32	1.34	1.12	1.60	1.40	1.55	1.50	1.49	1.43
Mn	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.06	0.05	0.11	0.14	0.16
Mg	2.50	2.64	2.61	2.57	2.38	2.33	2.27	2.49	2.38	2.35
Ca	1.78	1.78	1.78	1.73	1.84	1.83	1.87	1.83	1.85	1.82
Na	0.40	0.41	0.41	0.36	0.45	0.63	0.57	0.47	0.33	0.39
K	0.21	0.18	0.17	0.18	0.23	0.31	0.39	0.22	0.20	0.21
Toplam	15.39	15.36	15.34	15.27	15.53	15.76	15.83	15.51	15.37	15.42
Hammarstrom ve Zen. 1986(kbar)	3.6±3	2.8±3	2.9±3	3.3±3	4.6±3	7.9±3	8.8±3	4.4±3	3.9±3	4.0±3
(Hollister vd.. (1987)(kbar)	3.7±1	2.8±1	2.9±1	3.4±1	4.8±1	8.5±1	9.5±1	4.6±1	4.0±1	4.1±1
Johnson ve Rutherford (1989)(kbar)	2.9±0.5	2.2±0.5	2.3±0.5	2.6±0.5	3.7±0.5	6.5±0.5	7.2±0.5	3.5±0.5	3.1±0.5	3.2±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır. Yapısal formüller 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır

Tablo 8'in devamı

	<u>S-26-5</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-5</u> Amf-3 Feno-m	<u>S-26-6</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-26-6</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-6</u> Amf-3 Feno-m	<u>S-26-8</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-12</u> Amf-1 İnk-m	<u>S-26-12</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-26-13</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-1</u> Amf-1 Feno-m
SiO ₂	44.71	43.58	44.94	44.62	46.56	39.00	43.58	44.67	44.69	43.79
TiO ₂	1.37	1.50	1.22	1.38	1.22	2.35	1.61	1.38	1.32	1.40
Al ₂ O ₃	8.59	9.10	8.27	8.86	7.84	13.83	9.83	8.75	8.69	8.69
FeO*	16.32	16.36	15.80	16.46	16.19	15.26	17.25	16.13	16.17	16.43
MnO	0.90	1.42	0.77	0.80	0.92	0.27	0.76	0.93	0.81	0.66
MgO	11.47	10.72	11.88	11.29	12.31	11.39	10.44	11.44	11.55	11.00
CaO	11.36	11.47	11.41	11.54	11.27	11.52	10.91	11.70	11.64	11.43
Na ₂ O	1.50	1.37	1.29	1.43	1.35	2.05	1.51	1.26	1.49	1.50
K ₂ O	0.95	1.19	0.85	1.04	0.89	1.70	1.29	1.17	1.21	1.18
Toplam	97.17	96.70	96.43	97.40	98.55	97.36	97.16	97.43	97.57	96.08
Si	6.65	6.57	6.70	6.64	6.77	5.83	6.51	6.65	6.64	6.63
Ti	0.15	0.17	0.14	0.15	0.13	0.26	0.18	0.15	0.15	0.16
Al _T	1.51	1.61	1.45	1.55	1.34	2.43	1.73	1.53	1.52	1.55
Fe ⁺³	0.65	0.59	0.69	0.57	0.79	0.78	0.71	0.54	0.52	0.48
Fe ⁺²	1.38	1.48	1.28	1.48	1.18	1.12	1.44	1.46	1.49	1.60
Mn	0.11	0.18	0.10	0.10	0.11	0.03	0.10	0.12	0.10	0.09
Mg	2.54	2.41	2.64	2.51	2.67	2.54	2.32	2.54	2.56	2.48
Ca	1.81	1.85	1.82	1.84	1.75	1.84	1.75	1.87	1.85	1.85
Na	0.43	0.40	0.37	0.41	0.38	0.59	0.44	0.36	0.43	0.44
K	0.18	0.23	0.16	0.20	0.17	0.32	0.25	0.22	0.23	0.23
Toplam	15.42	15.48	15.36	15.45	15.29	15.76	15.42	15.45	15.49	15.51
Hammarstrom ve Zen. 1986(kbar)	3.7±3	4.2±3	3.4±3	3.9±3	2.8±3	8.3±3	4.8±3	3.8±3	3.7±3	3.9±3
(Hollister vd.. (1987)(kbar)	3.7±1	4.3±1	3.4±1	4.0±1	2.8±1	9.0±1	5.0±1	3.9±1	3.8±1	4.0±1
Johnson ve Rutherford (1989)(kbar)	2.9±0.5	3.4±0.5	2.7±0.5	3.1±0.5	2.2±0.5	6.8±0.5	3.9±0.5	3.0±0.5	3.0±0.5	3.1±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayırımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır. Yapısal formüller 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır

Tablo 8'in devamı

	<u>S-27-1</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-27-3</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-3</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-27-4</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-4</u> Amf-1 Feno-k	<u>S-27-4</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-27-4</u> Amf-3 Mik-m	<u>S-27-6</u> Amf-1 İnk-m	<u>S-27-8</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-9</u> Amf-1 Feno-k
SiO ₂	44.78	44.35	46.22	45.51	44.65	40.56	40.08	41.56	44.43	44.48
TiO ₂	1.59	1.39	1.47	1.32	1.34	2.26	1.88	1.59	1.46	1.31
Al ₂ O ₃	8.87	8.40	8.47	8.14	8.62	13.19	13.21	10.10	8.63	8.45
FeO*	17.04	16.52	15.91	16.19	16.36	14.29	16.32	17.84	16.64	15.73
MnO	1.11	0.89	0.94	0.88	0.96	0.36	0.44	0.98	0.84	0.93
MgO	11.12	11.62	11.59	11.50	11.16	11.65	10.82	9.91	11.10	11.67
CaO	11.06	11.22	11.25	11.29	11.58	11.84	11.31	10.94	11.44	11.52
Na ₂ O	1.36	1.30	1.35	1.41	1.34	2.13	2.00	1.48	1.49	1.39
K ₂ O	1.18	1.08	1.05	0.89	0.99	1.47	1.71	1.22	1.20	0.94
Toplam	98.10	96.77	98.25	97.13	96.99	97.75	97.75	95.62	97.22	96.43
Si	6.60	6.61	6.77	6.76	6.68	6.03	5.98	6.34	6.65	6.66
Ti	0.18	0.16	0.16	0.15	0.15	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15
Al _T	1.54	1.48	1.46	1.42	1.52	2.31	2.32	1.82	1.52	1.49
Fe ⁺³	0.80	0.82	0.55	0.59	0.54	0.46	0.79	0.88	0.52	0.60
Fe ⁺²	1.30	1.24	1.40	1.42	1.51	1.32	1.24	1.40	1.56	1.37
Mn	0.14	0.11	0.12	0.11	0.12	0.05	0.06	0.13	0.11	0.12
Mg	2.44	2.58	2.53	2.55	2.49	2.58	2.40	2.26	2.48	2.61
Ca	1.75	1.79	1.77	1.80	1.86	1.89	1.81	1.79	1.83	1.85
Na	0.39	0.38	0.38	0.41	0.39	0.62	0.58	0.44	0.43	0.40
K	0.22	0.21	0.20	0.17	0.19	0.28	0.32	0.24	0.23	0.18
Toplam	15.35	15.37	15.33	15.37	15.43	15.78	15.71	15.46	15.49	15.43
Hammarstrom ve Zen. 1986(kbar)	3.8±3	3.5±3	3.4±3	3.2±3	3.7±3	7.7±3	7.8±3	5.2±3	3.7±3	3.6±3
(Hollister vd.. 1987)(kbar)	3.9±1	3.6±1	3.5±1	3.3±1	3.8±1	8.3±1	8.3±1	5.5±1	3.8±1	3.7±1
Johnson ve Rutherford (1989)(kbar)	3.1±0.5	2.8±0.5	2.7±0.5	2.6±0.5	3.0±0.5	6.3±0.5	6.4±0.5	4.2±0.5	3.0±0.5	2.9±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır. Yapısal formüller 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 8'in devamı

	<u>S-27-13</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-27-13</u> Amf-1 Feno-k	<u>S-28-1</u> Amf-1 İnk-m	<u>S-28-2</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-3</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-4</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-6</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-6</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-28-7</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-8</u> Amf-1 Feno-m
SiO ₂	45.21	44.39	43.64	45.97	44.83	45.77	45.60	44.09	44.79	44.22
TiO ₂	1.29	1.39	1.57	1.08	1.56	1.11	1.24	1.41	1.32	1.47
Al ₂ O ₃	9.14	8.60	8.87	8.02	8.70	7.79	8.31	8.23	8.49	8.42
FeO*	15.91	17.12	17.54	15.95	16.88	15.58	15.63	15.88	16.77	16.93
MnO	0.93	0.86	0.84	0.88	0.91	0.87	0.81	1.19	0.85	0.93
MgO	11.78	11.00	10.42	12.05	11.20	12.41	11.82	10.82	10.92	11.26
CaO	11.77	11.79	11.43	11.19	11.42	11.83	11.59	11.60	10.81	11.33
Na ₂ O	1.67	1.57	1.56	1.30	1.55	1.32	1.33	1.45	1.48	1.46
K ₂ O	0.93	1.04	1.05	0.94	1.08	0.98	1.04	0.85	1.03	1.25
Toplam	98.62	97.75	96.92	97.38	98.12	97.65	97.37	95.52	96.46	97.26
Si	6.63	6.63	6.58	6.77	6.63	6.76	6.76	6.72	6.71	6.61
Ti	0.14	0.16	0.18	0.12	0.17	0.12	0.14	0.16	0.15	0.16
Al _T	1.58	1.51	1.58	1.39	1.52	1.36	1.45	1.48	1.50	1.48
Fe ⁺³	0.52	0.49	0.55	0.75	0.59	0.58	0.50	0.38	0.70	0.68
Fe ⁺²	1.43	1.65	1.66	1.21	1.50	1.34	1.44	1.65	1.40	1.43
Mn	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.15	0.11	0.12
Mg	2.58	2.45	2.34	2.65	2.47	2.73	2.61	2.46	2.44	2.51
Ca	1.85	1.89	1.85	1.77	1.81	1.87	1.84	1.89	1.73	1.81
Na	0.47	0.45	0.46	0.37	0.45	0.38	0.38	0.43	0.43	0.42
K	0.17	0.20	0.20	0.18	0.20	0.18	0.20	0.17	0.20	0.24
Toplam	15.50	15.53	15.50	15.31	15.46	15.43	15.42	15.48	15.36	15.47
Hammarstrom ve Zen. 1986(kbar)	4.0±3	3.7±3	4.0±3	3.1±3	3.7±3	2.9±3	3.4±3	3.5±3	3.6±3	3.5±3
(Hollister vd.. 1987)(kbar)	4.2±1	3.8±1	4.1±1	3.1±1	3.8±1	2.9±1	3.4±1	3.6±1	3.7±1	3.6±1
Johnson ve Rutherford (1989)(kbar)	3.2±0.5	2.9±0.5	3.2±0.5	2.4±0.5	3.0±0.5	2.3±0.5	2.7±0.5	2.8±0.5	2.9±0.5	2.8±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır. Yapısal formüller 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır

Tablo 8'in devamı

	<u>S-28-8</u> Amf-1 Feno-k	<u>S-28-8</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-28-9</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-10</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-10</u> Amf-2 Feno-m	<u>S-28-11</u> Amf-1 Feno-m	<u>S-28-12</u> Amf-1 Feno-m
SiO ₂	46.02	44.67	44.75	44.37	45.57	44.89	44.83
TiO ₂	1.28	1.38	1.37	1.17	1.29	1.54	1.39
Al ₂ O ₃	7.97	8.66	8.65	8.91	8.36	8.78	8.74
FeO*	16.92	15.91	16.61	17.28	16.11	16.51	17.06
MnO	0.96	0.69	0.92	0.91	1.23	0.97	1.10
MgO	11.99	11.46	11.09	10.88	11.94	11.04	10.83
CaO	10.73	11.22	11.46	11.05	11.52	11.37	11.05
Na ₂ O	1.46	1.57	1.47	1.50	1.41	1.55	1.41
K ₂ O	0.95	1.13	1.08	0.99	1.11	1.15	1.11
Toplam	98.26	96.70	97.41	97.06	98.53	97.80	97.52
Si	6.70	6.68	6.67	6.61	6.68	6.67	6.66
Ti	0.14	0.16	0.15	0.13	0.14	0.17	0.16
Al _T	1.37	1.53	1.52	1.57	1.44	1.54	1.53
Fe ⁺³	1.00	0.53	0.54	0.79	0.69	0.49	0.71
Fe ⁺²	1.06	1.46	1.53	1.36	1.29	1.56	1.41
Mn	0.12	0.09	0.12	0.11	0.15	0.12	0.14
Mg	2.60	2.56	2.47	2.42	2.61	2.45	2.40
Ca	1.67	1.80	1.83	1.76	1.81	1.81	1.76
Na	0.41	0.46	0.43	0.43	0.40	0.45	0.41
K	0.18	0.22	0.21	0.19	0.21	0.22	0.21
Toplam	15.26	15.47	15.46	15.38	15.42	15.47	15.38
Hammarstrom ve Zen. 1986(kbar)	3.0±3	3.8±3	3.7±3	4.0±3	3.3±3	3.8±3	3.8±3
(Hollister vd.. 1987)(kbar)	3.0±1	3.9±1	3.8±1	4.1±1	3.4±1	3.9±1	3.9±1
Johnson ve Rutherford (1989)(kbar)	2.3±0.5	3.0±0.5	3.0±0.5	3.2±0.5	2.6±0.5	3.0±0.5	3.0±0.5

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. (1997)'ne göre yapılmıştır. Yapısal formüller 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 9. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitleri aglomera piroklastlarındaki 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})	K _D	T	M1	M2	P(kbar)
S-12-1 Kpir-1-m	1.801	0.281	0.095	0.098	0.083	0.025	0.000	0.902	0.032	-0.007	0.008	0.065	0.700	0.136	2.0	1.00	1.00	2.7
S-12-1 Kpir-2-m	1.710	0.399	0.091	0.140	0.108	0.032	0.000	0.923	0.022	-0.004	0.004	0.055	0.630	0.139	2.0	1.00	1.00	4.2
S-12-1-Kpir-3-m	1.867	0.175	0.097	0.072	0.042	0.019	0.000	0.882	0.020	-0.013	0.010	0.101	0.770	0.133	2.0	1.00	1.00	-0.2
S-12-2-Kpir-1-m	1.889	0.156	0.068	0.061	0.045	0.015	0.000	0.794	0.025	-0.027	0.012	0.196	0.810	0.129	2.0	1.00	1.00	1.4
S-12-2-Kpir-2-m	1.875	0.151	0.121	0.090	0.026	0.016	0.000	0.890	0.024	-0.016	0.008	0.094	0.747	0.133	2.0	1.00	1.00	-1.9
S-12-3-Kpir -1-m	1.852	0.218	0.103	0.052	0.071	0.017	0.000	0.935	0.010	-0.005	0.006	0.054	0.755	0.134	2.0	1.00	1.00	0.8
S-12-3-Kpir -1-k	1.822	0.259	0.132	0.078	0.080	0.024	0.000	0.913	0.028	-0.010	0.004	0.065	0.686	0.136	2.0	1.00	1.00	1.3
S-12-3-Kpir -2-m	1.838	0.226	0.090	0.086	0.064	0.014	0.000	0.911	0.016	-0.005	0.008	0.070	0.746	0.135	2.0	1.00	1.00	1.1
S-12-3-Kpir -3-k	1.902	0.140	0.143	0.048	0.042	0.017	0.000	0.886	0.025	-0.023	0.009	0.103	0.749	0.132	2.0	1.00	1.00	-1.5
S-12-4-Kpir -1-m	1.880	0.161	0.147	0.076	0.041	0.019	0.000	0.891	0.035	-0.022	0.010	0.086	0.712	0.134	2.0	1.00	1.00	-1.4
S-12-4-Kpir -1-k	1.914	0.154	0.168	0.032	0.068	0.015	0.000	0.864	0.042	-0.032	0.009	0.117	0.717	0.132	2.0	1.00	1.00	-0.1
S-12-5-Kpir -1-m	1.844	0.187	0.082	0.113	0.032	0.015	0.000	0.910	0.020	-0.001	0.007	0.064	0.758	0.135	2.0	1.00	1.00	-0.6
S-12-5-Kpir -2-m	1.850	0.212	0.101	0.066	0.062	0.016	0.000	0.938	0.011	-0.006	0.008	0.049	0.754	0.135	2.0	1.00	1.00	0.3
S-12-5-Kpir -3-m	1.919	0.115	0.101	0.057	0.034	0.012	0.000	0.847	0.035	-0.023	0.014	0.127	0.796	0.131	2.0	1.00	1.00	-0.4
S-12-6-Kpir -1-m	1.744	0.352	0.095	0.128	0.096	0.024	0.000	0.946	0.016	-0.004	0.006	0.036	0.657	0.139	2.0	1.00	1.00	2.9
S-12-6-Kpir -2-m	1.850	0.213	0.108	0.067	0.064	0.016	0.000	0.917	0.012	-0.008	0.006	0.073	0.745	0.134	2.0	1.00	1.00	0.4
S-12-7-Kpir -1-m	1.759	0.340	0.114	0.124	0.099	0.024	0.000	0.920	0.028	-0.014	0.010	0.056	0.637	0.138	2.0	1.00	1.00	2.9
S-12-7-Kpir -1-k	1.752	0.316	0.081	0.138	0.068	0.033	0.000	0.912	0.022	-0.005	0.009	0.062	0.681	0.137	2.0	1.00	1.00	2.0
S-12-8-Kpir -1-m	1.840	0.236	0.114	0.075	0.076	0.017	0.000	0.920	0.024	-0.011	0.009	0.058	0.717	0.135	2.0	1.00	1.00	1.3
S-12-8-Kpir -2-m	1.848	0.226	0.093	0.058	0.074	0.017	0.000	0.897	0.015	-0.014	0.013	0.089	0.758	0.134	2.0	1.00	1.00	1.7
S-12-8-Kpir -3-m	1.938	0.109	0.192	0.011	0.047	0.000	0.000	0.864	0.045	-0.045	0.021	0.115	0.748	0.131	2.0	1.00	1.00	-2.1
S-12-8-Kpir -3-k	1.838	0.205	0.087	0.097	0.043	0.019	0.000	0.907	0.016	-0.001	0.004	0.074	0.751	0.134	2.0	1.00	1.00	0.0
S-12-9-Kpir -1-m	1.958	0.092	0.138	0.013	0.050	0.008	0.000	0.818	0.037	-0.060	0.027	0.178	0.789	0.130	2.0	1.00	1.00	-0.5
S-36-4-Kpir -1-m	1.854	0.216	-0.001	0.119	0.070	0.020	0.000	0.678	0.065	-0.025	0.030	0.252	0.776	0.130	2.0	1.00	1.00	6.7

*Hesaplanan basınç değerleri. Nimis (1995)'e göredir ve metin içerisinde verilmiştir. m: merkez. k: kenar. K_D: 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]

Tablo 10. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitleri bazalt birimine ait 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})	K _D	T	M1	M2	P(kbar)
S-9-1-Kpir-1-m	1.916	0.110	0.096	0.052	0.025	0.016	0.000	0.800	0.024	-0.040	0.011	0.205	0.806	0.129	2.0	1.00	1.00	-0.8
S-9-1-Kpir-2-m	1.947	0.095	0.083	0.003	0.042	0.014	0.000	0.767	0.020	-0.054	0.016	0.251	0.856	0.126	2.0	1.00	1.00	0.5
S-9-1-Kpir-3-m	1.934	0.093	0.085	0.034	0.027	0.013	0.000	0.765	0.023	-0.053	0.013	0.252	0.839	0.127	2.0	1.00	1.00	-0.4
S-9-2-Kpir-1-m	1.908	0.119	0.111	0.056	0.027	0.016	0.000	0.855	0.023	-0.030	0.015	0.137	0.789	0.131	2.0	1.00	1.00	-1.4
S-9-3-Kpir-1-m	1.950	0.104	0.098	0.000	0.054	0.014	0.000	0.818	0.019	-0.024	0.003	0.184	0.833	0.128	2.0	1.00	1.00	0.7
S-9-5-Kpir-1-m	1.946	0.086	0.105	0.022	0.033	0.009	0.000	0.832	0.019	-0.036	0.016	0.169	0.831	0.129	2.0	1.00	1.00	-1.0
S-9-5-Kpir-2-m	1.926	0.097	0.079	0.040	0.023	0.017	0.000	0.760	0.023	-0.059	0.019	0.257	0.838	0.127	2.0	1.00	1.00	-0.4
S-9-5-Kpir-2-k	1.945	0.084	0.091	0.008	0.029	0.018	0.000	0.753	0.017	-0.069	0.016	0.283	0.852	0.126	2.0	1.00	1.00	-0.6
S-9-5-Kpir-3-m	1.910	0.127	0.074	0.039	0.036	0.020	0.002	0.750	0.023	-0.053	0.010	0.270	0.828	0.127	2.0	1.00	1.00	0.7
S-9-6-Kpir-1-m	1.884	0.147	0.076	0.074	0.032	0.013	0.000	0.890	0.012	0.000	0.007	0.092	0.801	0.132	2.0	1.00	1.00	-0.5
S-9-6-Kpir-1-m	1.886	0.135	0.064	0.072	0.021	0.017	0.000	0.862	0.013	0.007	0.004	0.114	0.825	0.131	2.0	1.00	1.00	-0.5
S-9-6-Kpir-2-m	1.767	0.310	0.076	0.097	0.077	0.039	0.000	0.854	0.019	-0.017	0.011	0.133	0.712	0.134	2.0	1.00	1.00	3.1
S-9-7-Kpir-1-m	1.916	0.098	0.059	0.056	0.014	0.015	0.000	0.812	0.015	-0.015	0.015	0.173	0.856	0.129	2.0	1.00	1.00	-0.6
S-9-7-Kpir-2-m	1.963	0.079	0.072	0.000	0.042	0.014	0.000	0.715	0.015	-0.085	0.018	0.337	0.870	0.124	2.0	1.00	1.00	0.6
S-9-8-Kpir-1-m	1.940	0.100	0.096	0.004	0.040	0.019	0.000	0.743	0.023	-0.084	0.025	0.293	0.841	0.126	2.0	1.00	1.00	0.1
S-10-1-Kpir-1-m	1.850	0.232	0.133	0.057	0.082	0.021	0.000	0.882	0.031	-0.020	0.007	0.100	0.705	0.134	2.0	1.00	1.00	1.6
S-10-1-Kpir-1-k	1.793	0.296	0.086	0.074	0.089	0.029	0.000	0.888	0.015	-0.009	0.008	0.098	0.721	0.135	2.0	1.00	1.00	3.1
S-10-1-Kpir-3-m	1.899	0.125	0.085	0.062	0.025	0.015	0.000	0.878	0.017	-0.004	0.007	0.102	0.813	0.131	2.0	1.00	1.00	-1.0
S-32-2-Kpir-1-m	1.912	0.137	0.108	0.031	0.049	0.016	0.000	0.847	0.024	-0.026	0.011	0.144	0.794	0.130	2.0	1.00	1.00	0.1
S-32-2-Kpir-2-m	1.922	0.105	0.115	0.042	0.027	0.016	0.000	0.830	0.022	-0.031	0.007	0.172	0.799	0.129	2.0	1.00	1.00	-1.4
S-32-3-Kpir-1-m	1.859	0.162	0.123	0.108	0.021	0.021	0.000	0.885	0.031	-0.020	0.011	0.093	0.727	0.134	2.0	1.00	1.00	-2.0
S-32-3-Kpir-2-m	1.920	0.101	0.072	0.045	0.021	0.015	0.000	0.838	0.018	-0.007	0.008	0.143	0.844	0.129	2.0	1.00	1.00	-0.6
S-32-5-Kpir-1-m	1.891	0.138	0.082	0.056	0.028	0.020	0.000	0.812	0.015	-0.030	0.011	0.192	0.811	0.129	2.0	1.00	1.00	-0.4
S-32-5-Kpir-2-m	1.918	0.115	0.106	0.036	0.033	0.017	0.000	0.803	0.020	-0.047	0.013	0.211	0.808	0.128	2.0	1.00	1.00	-0.8

*Hesaplanan basınç değerleri. Nimis (1995)⁷e göredir ve metin içerisinde verilmiştir. m: merkez. k: kenar. K_D: Dağılım katsayısı.*T: Tetrahedral odacık = Si+(Al_T-Al_{M1})]. M1:Oktahedral odacık-1=[Al_{M1}+Cr+Fe⁺³+Ti+Mg_{M1}+Fe⁺²M₁]. M2: Oktahedral odacık-2=[Ca+Na+Mg_{M2}+Fe⁺²M₂+Mn

Tablo 11. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitleri trakiandezitik dom ait 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})	K _D	T	M1	M2	P(kbar)
S-26-2- Kpir -1-k	1.725	0.385	0.115	0.131	0.109	0,029	0	0.941	0.022	-0.011	0.009	0.039	0.615	0.139	2.0	1.0	1.0	3.4
S-26-3- Kpir -1-m (mic)	1.915	0.122	0.220	0.07	0.037	0.011	0.001	0.909	0.044	-0.045	0.031	0.061	0.659	0.135	2.0	1.0	1.0	-3.9
S-26-11- Kpir -1-m	1.88	0.186	0.239	0,062	0.066	0.02	0.002	0.911	0.045	-0.032	0.017	0.059	0.608	0.136	2.0	1.0	1.0	-2.3
S-27-8- Kpir -1-m	1.858	0.218	0.175	0.054	0.076	0.018	0.001	0.898	0.023	-0.028	0.008	0.099	0.676	0.134	2.0	1.0	1.0	-0.4

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

*T: Tetrahedral odacık = Si+(Al_T-AlM1)]. M1:Oktahedral odacık-1=[AlM1+Cr+Fe⁺³+Ti+MgM1+Fe⁺²M1]. M2: Oktahedral odacık-2=[Ca+Na+MgM2+Fe⁺²M2+Mn

Tablo 12. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki bazaltlara ait klinopiroksenlerin Al (% atom) ve Ti (% atom) içerikleri

	S-9-1 Kpir-1 m	S-9-1 Kpir-2 m	S-9-1 Kpir-3 m	S-9-2 Kpir-1 m	S-9-3 Kpir-1 m	S-9-5 Kpir-1 m	S-9-5 Kpir-2 m	S-9-5 Kpir-2 k	S-9-5 Kpir-3 m	S-9-6 Kpir-1 m	S-9-6 Kpir-1 m	S-9-6 Kpir-2 M
Ti(%)	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04
Al(%)	0.11	0.10	0.09	0.12	0.10	0.09	0.10	0.08	0.13	0.15	0.14	0.31
	S-9-7 Kpir-1 m	S-9-7 Kpir-2 m	S-9-8 Kpir-1 m	S-10-1 Kpir-1 m	S-10-1 Kpir-1 k	S-10-1 Kpir-3 m	S-32-2 Kpir-1 m	S-32-2 Kpir-2 m	S-32-3 Kpir-1 m	S-32-3 Kpir-2 m	S-32-5 Kpir-1 m	S-32-5 Kpir-2 m
Ti(%)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Al(%)	0.10	0.08	0.10	0.23	0.30	0.13	0.14	0.11	0.16	0.10	0.14	0.12

Tablo 13. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki aglomera piroklastlarındaki klinopiroksenlerin Al (% atom) ve Ti (% atom) içerikleri

	S-12-1 Kpir-1 m	S-12-1 Kpir-2 m	S-12-1 Kpir-3 m	S-12-2 Kpir-1 m	S-12-2 Kpir-2 m	S-12-3 Kpir-1m	S-12-3 Kpir-1 k	S-12-3 Kpir-2 m	S-12-3 Kpir-3 k	S-12-4 Kpir-1 m	S-12-4 Kpir-1 k	S-12-5 Kpir-1 m
Ti(%)	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Al(%)	0.28	0.40	0.18	0.16	0.17	0.22	0.26	0.23	0.14	0.16	0.15	0.19
	S-12-5 Kpir-2 m	S-12-5 Kpir-3 m	S-12-6 Kpir-1 m	S-12-6 Kpir-2 m	S-12-7 Kpir-1 m	S-12-7 Kpir-1 k	S-12-8 Kpir-1 m	S-12-8 Kpir-2 m	S-12-8 Kpir-3 m	S-12-8 Kpir-3 k	S-12-9 Kpir-1 m	S-36-4 Kpir-1 m
Ti(%)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02
Al(%)	0.21	0.12	0.35	0.21	0.34	0.32	0.24	0.23	0.11	0.21	0.09	0.22

3.4. Jeokimya

3.4.1. Giriş

Volkanik kayaçların kimyasal sınıflandırılmasında ve magmatektonik ortamlarının belirlenmesinde jeokimyasal çalışmaların katkısı büyüktür. Ayrıca volkanik kayaçların kimyasal bileşimindeki değişiklikler ile magmatik olaylarla (fraksiyonel kristallenme, magma karışımı, asimilasyon vb.) arasındaki ilişki araştırılarak oluşumları hakkında bilgi edinilmesine de katkı sağlar.

Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinin jeokimyasal özellikleri değerlendirilmiş ve volkanik kayaçların kimyasal bileşimindeki değişiklikler ile magmatik olaylarla arasındaki ilişki araştırılmıştır. Tekkeköy (Samsun) yöresine ait örneklerin ana oksit ve iz element içerikleri ve CIPW normatif mineralojik bileşimlerini Ek Tablo 14' de ve nadir toprak element içerikleri ise Tablo 15' de verilmistir.

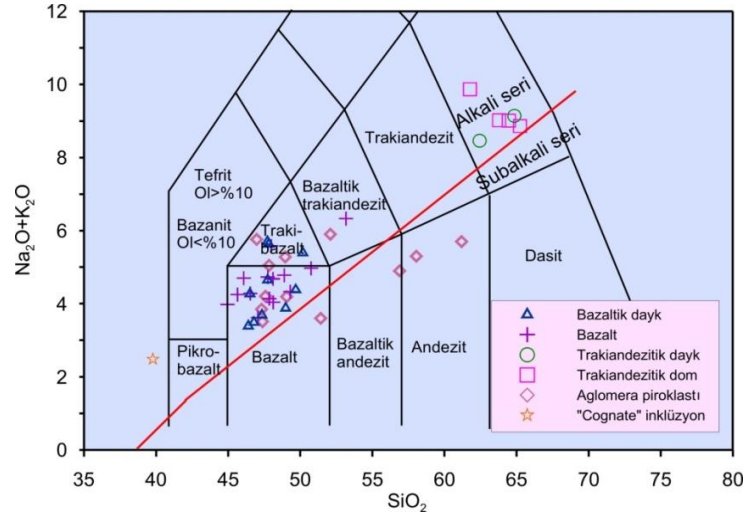
3.4.2. Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlandırılması

Tekkeköy volkanitlerinin kimyasal adlandırılması için çeşitli araştırmacılara ait sınıflama diyagramları kullanılarak kayaçların kimyasal adlandırılması yapılmıştır. İncelenen volkanitlerinden derlenen kayaç örnekleri ana oksit ve iz element içeriklerine dayalı sınıflama diyagramlarında (Winchester ve Floyd, 1976; Le Maitre vd., 1989) değerlendirilmişlerdir.

Le Maitre vd. (1989)'nin SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (TAS) diyagramına göre, aglomera piroklastı örnekleri bazalt, trakibazalt, bazaltik trakiandezit, bazaltik andezit ve andezit alanına, trakiandezitik dom ve dayk örnekleri trakiandezit alanına, bazalt örnekleri bazalt, bazaltik dayk örneklerin ise bazalt, trakibazalt ve bazaltik trakiandezit, alanına düştüğü görülmüştür (Şekil 3.37). Ayrıca, yine bu diyagram üzerindeki Irvine ve Baragar (1971)'in alkali ve subalkali ayırımına göre, aglomera piroklastı örneklerinin çoğu alkali dört örneğin ise subalkali, trakiandezitik dom, trakiandezitik dayk, bazalt ve bazaltik dayk örneklerinin alkali alanda yer almaktadır (Şekil 3.37).

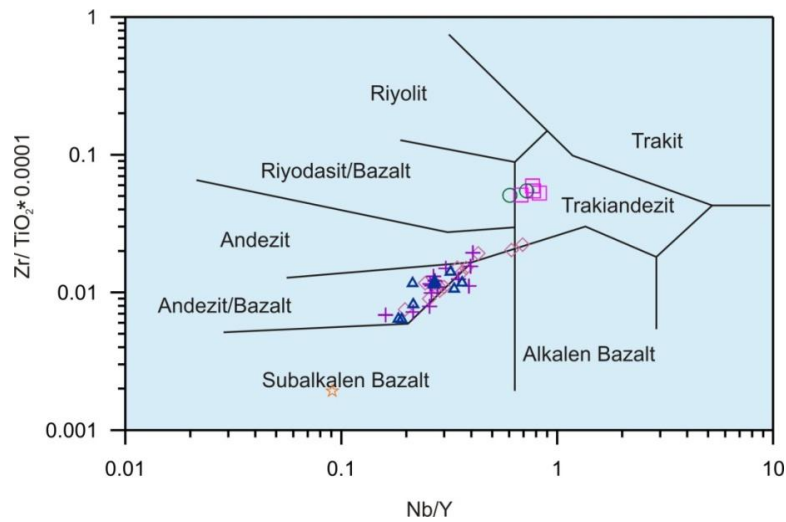
Alterasyon, metamorfizma ve metosomatizma gibi kimyasal olaylara karşı duraylı oldukları bilinen Zr, Nb, Y, TiO_2 gibi elementler özellikle volkanik kayaçların

adlandırılmasında, petrolojik özelliklerinin ve tektonik oluşum ortamlarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Rollinson 1993).



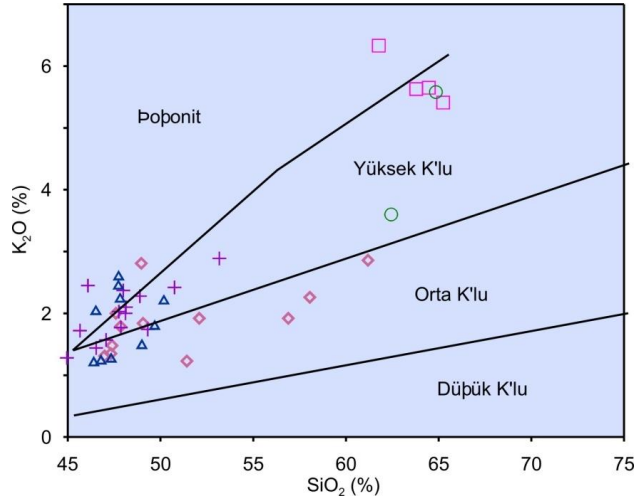
Şekil 3.37 Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayalarının SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (TAS) diyagramı (Le Maitre vd., 1989). Alkali –Subalkali ayrım eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971)'e göre.

Nb, Y, Zr ve TiO_2 elementlerinden yararlanılarak oluşturulan Winchester ve Floyd (1976)'un Nb/Yb'ye karşı $\text{Zr}/\text{TiO}_2 * 0.0001$ kimyasal diyagramına göre aglomera piroklasti örnekleri bazalt-andezit ve andezit alanında, trakitik dayk ve doma ait örnekleri trakiandezit alanında, bazaltik lav ve dayk örnekleri ise bazalt-andezit alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.38).



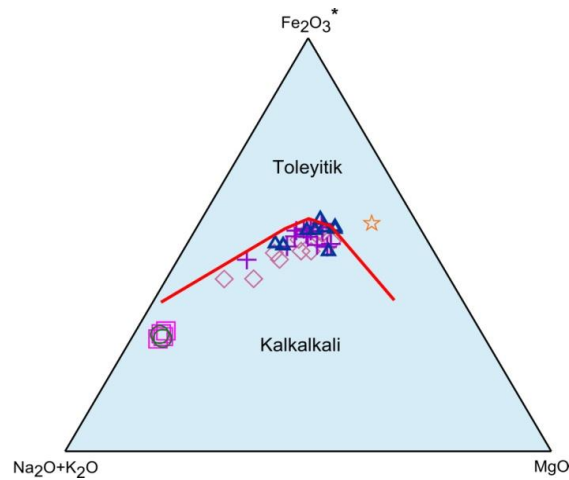
Şekil 3.38. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayalarının Nb/Yb'ye karşı $\text{Zr}/\text{TiO}_2 * 0.0001$ diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976) (Semboller Şekil 3.37'deki gibidir).

SiO_2 'ye karşı K_2O sınıflama diyagramına (Le Maitre vd., 1989) göre, aglomera piroklastı, bazalt ve bazaltik dayk örnekleri orta-yüksek K'lu alanda , trakiandezitik dom ve dayk örnekleri ise şoşonitik alanda yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.41).



Şekil 3.39. Tekkeköy (Samsun) yöresii volkanik kayaçlarının SiO_2 'ye karşı K_2O diyagramı (Le Maitre, 1989) (Semboller Şekil 3.37'deki gibidir)

Irvine ve Baragar (1971)'in FeO^* , $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, MgO üçgen diyagramında aglomera piroklastı, bazalt ve bazaltik dayk örnekleri geçiş karakterli (toleyitik-alkali sınırında), "cognate" inklüzyon toleyitik karakterli , trakitik dom ve dayk örnekleri ise kalkali alanda yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 3.40).



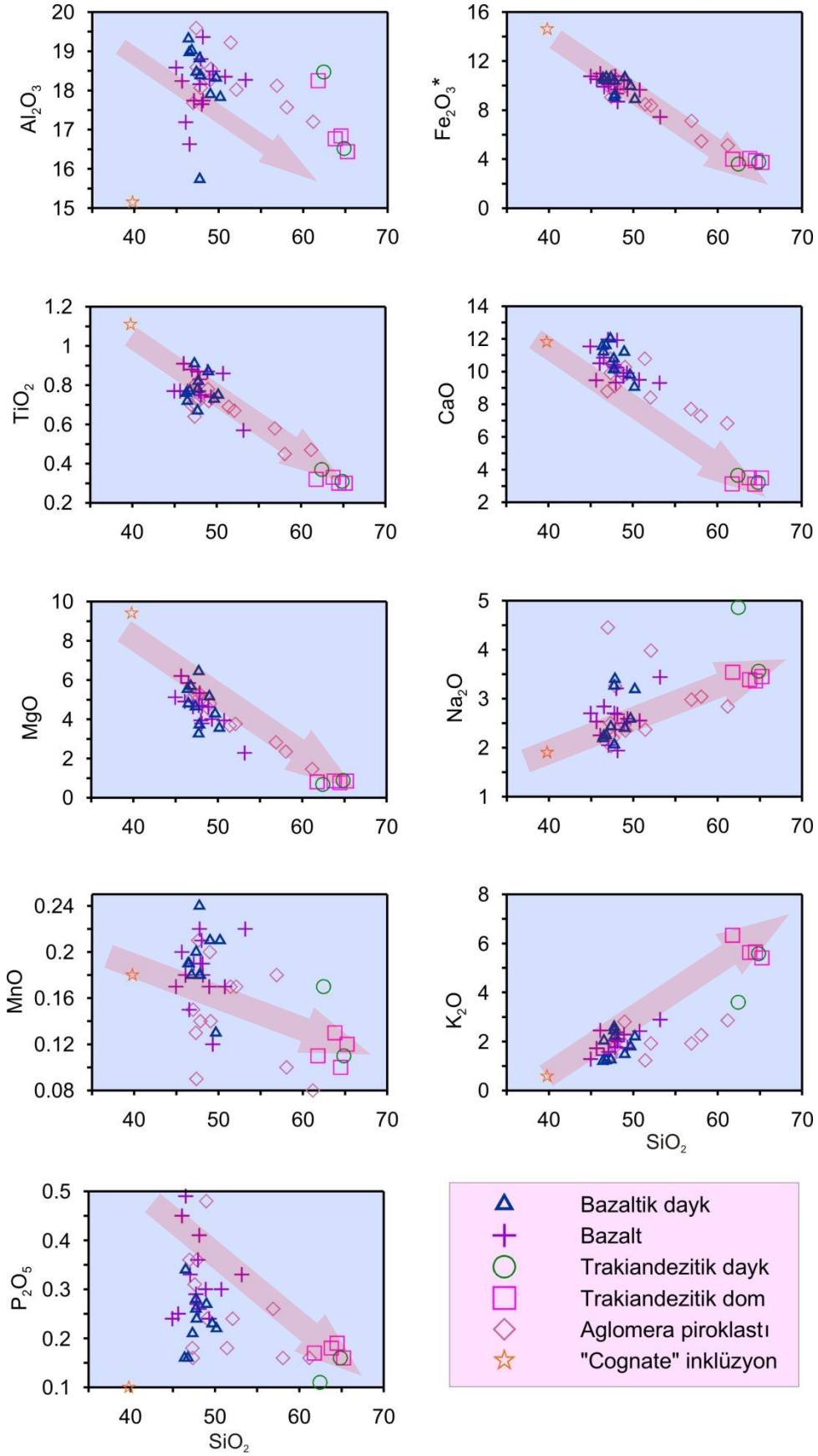
Şekil 3.40. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki volkanik kayaçların AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, Fe_2O_3^* , MgO) diyagramı. Toleyitik-Kalkkali ayrım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'a göre (Semboller Şekil 3.37'deki gibidir)

3.4.3. Ana Oksit ve İz Elementler

Tekkeköy volkanitleri SiO_2 'ye karşı ana oksit ve iz element değişim diyagramlarında genel olarak çok iyi bir yönseme göstermektedir. Ana oksit değişim diyagramlarında SiO_2 artışıyla Al_2O_3 , Fe_2O_3^* , CaO , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , MgO içerikleri azalarak negatif bir korelasyon, K_2O ve Na_2O içeriği ise artarak pozitif korelasyon göstermektedir. Artan SiO_2 'ye karşı P_2O_5 içeriğinde de önce artma sonra da azalma söz konusudur. SiO_2 artışıyla Al_2O_3 , CaO , MnO , MgO azalması ojit ve plajiyoklas ve olivin fraksiyonlaşmasını, Al_2O_3 azalması hornblend fraksiyonlaşmasını, P_2O_5 azalması apatit fraksiyonlaşmasını, Fe_2O_3^* ve TiO_2 azalması Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasını göstermektedir (Şekil 3.41).

İz element değişim diyagramlarında ise SiO_2 artışıyla Rb, Hf, Nb, U, Ba, Cs, Zr, Th, Ta içerikleri artarak pozitif korelasyon, Sr, V, Ga, Sc, Co içerikleri azalarak negatif korelasyon göstermektedir. Artan SiO_2 'ye karşı Y içeriğinde de önce artma sonra da azalma söz konusudur.

İncelenen volkanik kayaçların silis içeriği arttıkça uyumsuz element (Rb, Ba, Th, Hf, Cs) içeriğinin artarken, uyumlu element (Sr, Co, Sc) içeriğinin azalması fraksiyonel kristalleşme ile açıklanmaktadır. Ba ve Hf elementleri fraksiyonel kristalleşme sürecinde geç evrelerde oluşan minerallerin yapısında yer almaktadırlar ve bundan dolayı SiO_2 ile pozitif eğim göstermeleri beklenmektedir. SiO_2 'ye karşı Rb, Th, U elementlerinde gözlenen pozitif korelasyon fraksiyonel kristalleşme sürecinden beklenen tipik yönsemelerdir ve önce klinopiroksen, Ca-plajiyoklas ve daha sonra hornblend ve biyotit ayrımlaşmasını ifade etmektedir.



Şekil 3.41. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaların SiO_2 'ye karşı ana oksit değişim diyagramları

Th ve U elementlerinde gözlenen pozitif korelasyonlar, bu elementlerin K-feldispat, hornblend ve biyotit minerallerin bünyesine girmeleriyle açıklanmaktadır. Aynı durum uyumsuz elementlerden Ta ve Nb elementi için de geçerli olup, fraksiyonel kristalleşmenin geç evrelerinde oluşan minerallerin yapılarında yer aldığından dolayı SiO₂ ile pozitif korelasyon göstermektedir.

V elementi ise, Fe⁺³ ile birlikte davranış sergileyip, fraksiyonel kristalleşme sürecinde erken evrede oluşan ferromagnezyen minerallerin bünyesine girerek ortamdan uzaklaşmış olabilir. V elementinde görülen negatif korelasyon fraksiyonel kristalleşme sürecinde beklenen bir durum olup, klinopiroksen ve hornblend ayrılaşmasını gösterir. Fraksiyonel kristallenmede Sr'un negatif bir yönseme göstermesi, Sr'un plajiyoklaslarda Ca elementinin yerini alması nedeniyle, Ca'ca zengin plajiyoklasların fraksiyonlaşmasıyla ilişkilidir.

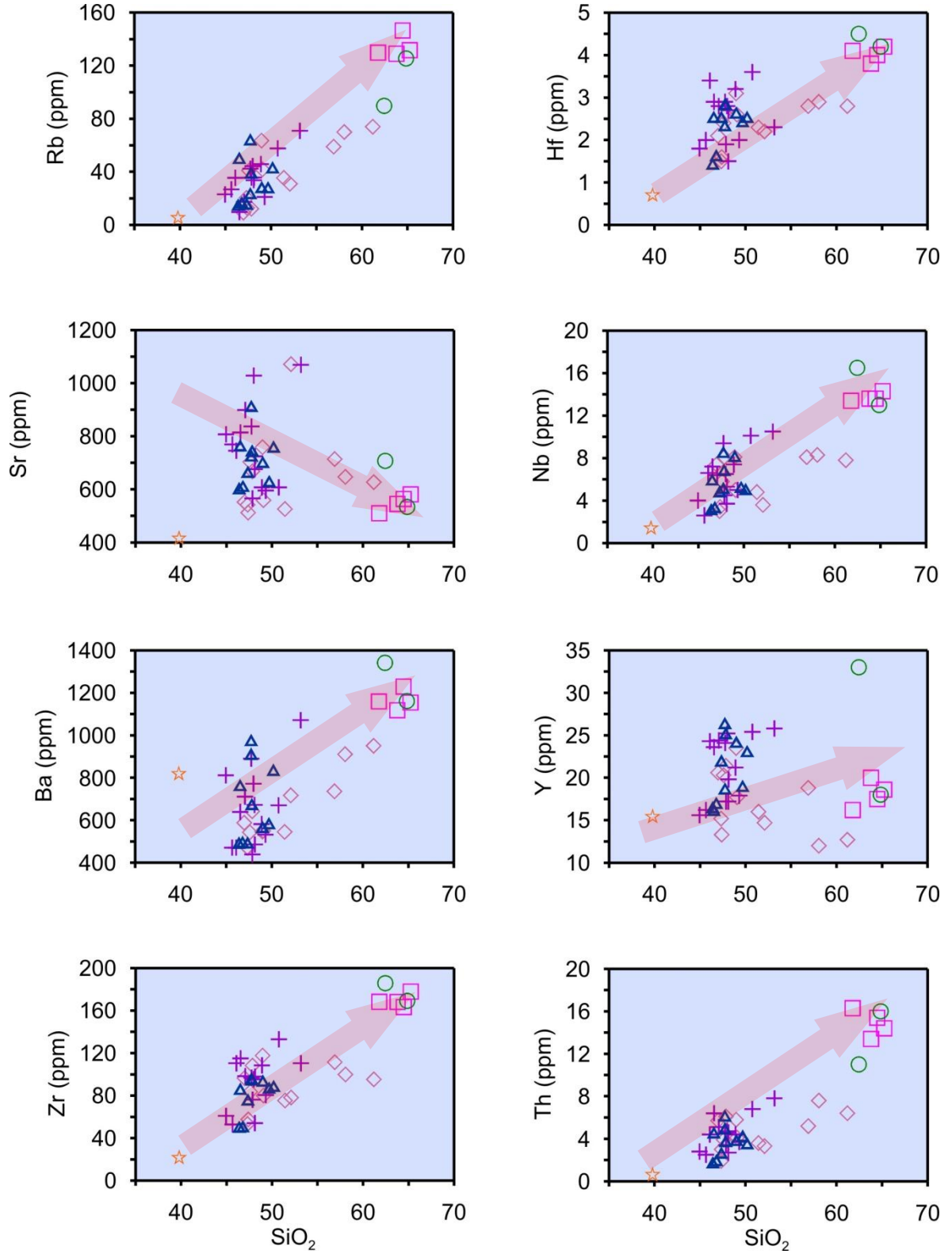
Aynı şekilde Co ve Sc ise olivin, klinopiroksen ve biyotitlerin yapısında, Mg, Fe, ve Al'un yerini alması nedeniyle, bu minerallerin fraksiyonlaşmasıyla artık ergiyikte bu elementlerin miktarları gittikçe azalmakta ve bundan dolayı da SiO₂ ile negatif korelasyon göstermektedir.

Rb, Ba, Th ve Hf elementlerinin artan SiO₂ karşısında artması, Sr'un ise azalması plajiyoklas ayrılaşmasını göstermektedir.

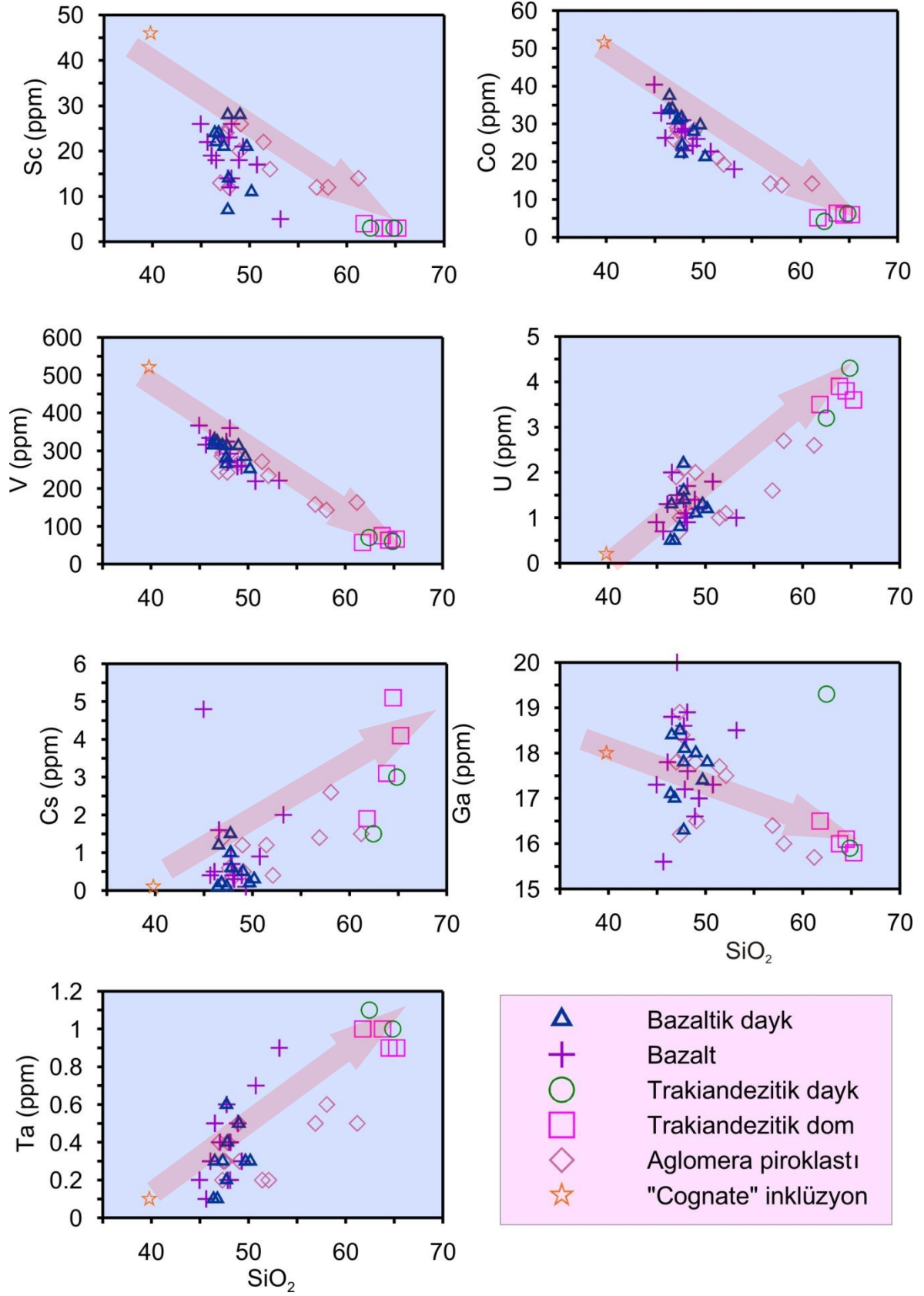
Zr ve Hf elementleri benzer iyon yarıçaplarına sahiptirler. Bu nedenle magmatik sistem içerisinde birlikte hareket ederler. Zr fraksiyonel kristallenme süreci boyunca, en son kristallenen ürünler içerisinde fazla miktarlarda görülür.

Th ile SiO₂ içeriği arasında pozitif bir ilişki; Th'un fraksiyonel kristallenme sürecinde ergiyik fazı tercih etmesiyle ilişkilendirilebilir. Y elementi klinopiroksen ve hornblend bünyesine girebilmektedir. İncelenen volkanitlerde artan SiO₂ içeriğine karşı Y'da görülen pozitif yönseme, klinopiroksen fenokristallerinden kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak ana oksit ve iz element değişim diyagramlarında gözlenen iyi derecedeki pozitif ve negatif korelasyonlar, incelenen volkanik kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu, klinopiroksen+hornblend+plajiyoklas+Fe-Ti oksit+apatit fraksiyonlaşmasının önemli ölçüde rol oynadığını göstermektedir (Şekil 42-3.43).



Şekil 3.42. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki volkanik kayaların SiO_2 'ye karşı iz element değişim diyagramları göredir (Semboller Şekil 3.41'deki gibidir)

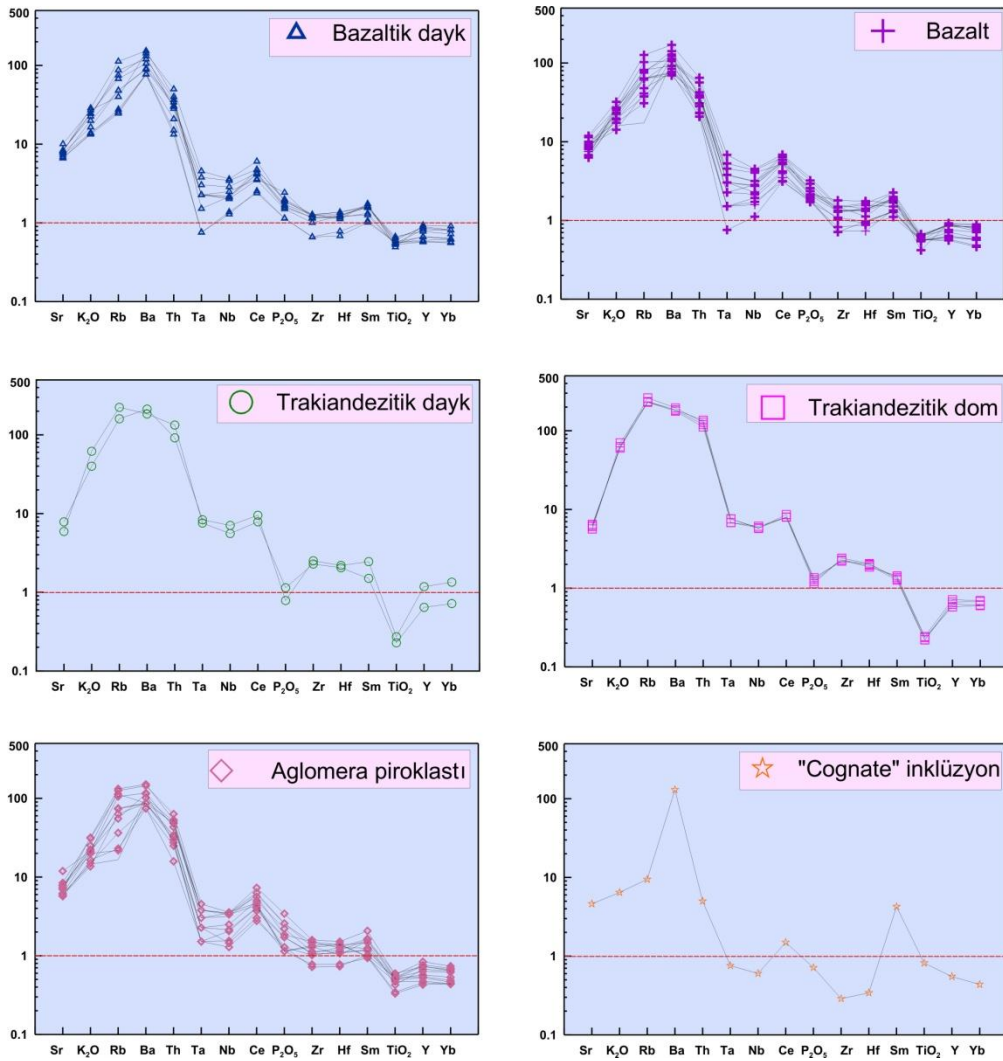


Şekil 3.43. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaların SiO_2 'ye karşı iz element değişim diyagramları

3.4.4. Uyumsuz Elementler

Tekkeköy volkanitlerinin tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltına (N-Tipi OOSB) göre normalize edilmiş iz element dağılımları çizilerek ana magma özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.44).

İz element dağılımlarında tüm örnekler genel olarak büyük iyon yarıçaplı litofil element (Sr, K₂O, Rb ve Ba) konsantrasyonları bakımından zenginleşme, yüksek çekim alanlı element konsantrasyonları (Nb, Zr, TiO₂ ve Y) bakımından fakirleşme göstermektedirler (Şekil 3.44). Bu özellik yitimle ilişkili volkanitlerin iz element dağılımlarına benzerdir.



Şekil 3.44. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçlarının N – Tipi OOSB'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları. N – Tipi OOSB değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır

SiO₂ artışıyla trakiandezitik dom ve trakiandezitik dayka ait örnekler bazalt, bazaltik dayk ve aglomera piroklastına ait örnekler göre büyük iyon yarıçaplı litofil element konsantrasyonları bakımından daha fazla zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementler konsantrasyonları bakımından ise daha fazla bir fakirleşme göstermektedir.

“Cognate” inklüzyon örneği ise büyük iyon yarıçaplı litofil element konsantrasyonları bakımından daha az zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementler konsantrasyonları bakımından ise daha az bir fakirleşme gösterirken diğer örneklerin aksine Sm’da pozitif anomali göstermektedir (Şekil 3.44).

Genel olarak volkanitlerin tümünde iz element dağılımlarının birbirine benzerlik sunması bu kayaların benzer kökenden türediklerini işaret etmektedir. Gözlenen negatif Nb ve Th anomalisinin varlığı yitim bileşeni ve kabuk asimilasyonuna işaret eder. TiO₂ ve P₂O₅ de gözlenen negatif anomali ise klinopiroksen, Fe-Ti oksit ve apatit fraksiyonlaşmasından kaynaklanmaktadır.

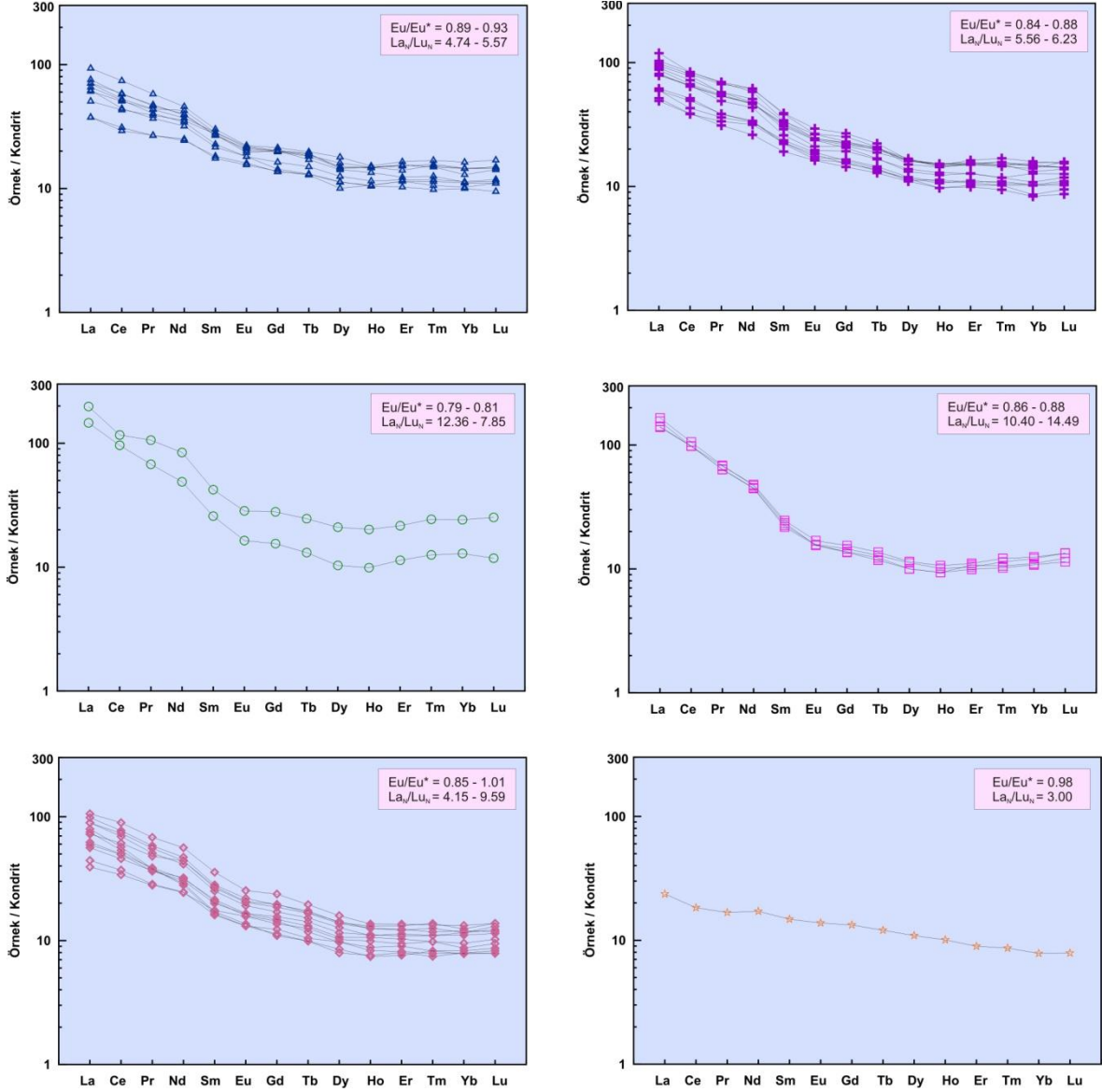
3.4.5. Nadir Toprak Elementler

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları birbirlerine paralellik göstermektedir. Bu da bazaltik ve trakiandezitik bileşimli örneklerin benzer kökenden türediklerinin işaretidir. Ayrıca dağılımların orta kısmının çukur olması ve hafif nadir elementlere doğru gidildikçe yukarı doğru konkav bir yapı sunması, volkanik kayaların gelişiminde horblend ve klinopiroksen fraksiyonlaşmasının önemli derecede rol aldığını göstermektedir (Şekil 3.45).

Aglomera piroklastı örneklerinin (La/Lu)_N oranı 4.15–9.59, trakiandezitik dom örneklerinin (La/Lu)_N oranı 10.40–14.49, trakiandezitik dayk örneklerinin (La/Lu)_N oranı 7.85–12.36, bazalt örneklerinin (La/Lu)_N oranı 5.56–6.23, bazaltik dayk örneklerinin (La/Lu)_N oranı 4.74–5.57 arasında değiştiği görülmektedir. “Cognate” inklüzyon örneğinin (La/Lu)_N oranı ise 3’ tür.

İncelenen volkanitlerin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında önemli bir Eu anomalisinin bulunmaması kayaların gelişiminde plajiyoklas fraksiyonlaşmasının fazla etkili olmadığına işaret etmektedir. Aglomera piroklastına ait örneklerin (Eu/Eu*)_N oranı 0.85–1.01 arasında, trakiandezitik dom örneklerinin (Eu/Eu*)_N oranı 0.86–0.88 arasında, trakiandezitik dayk örneklerinin (Eu/Eu*)_N oranı 0.79–0.81 arasında, bazalt örneklerinin (Eu/Eu*)_N oranı 0.84–0.88 arasında, bazaltik dayk

örneklerinin $(Eu/Eu^*)_N$ oranı 0.89–0.93 arasında değiştiği görülmektedir. Cognate” inklüzyon” örneğinin $(Eu/Eu^*)_N$ oranı ise 0.98’ dir.



Şekil 3.45. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları. Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)’dan alınmıştır (Semboller Şekil 3.44’deki gibidir).

3.4.6. Magma-Tektonik Ortam

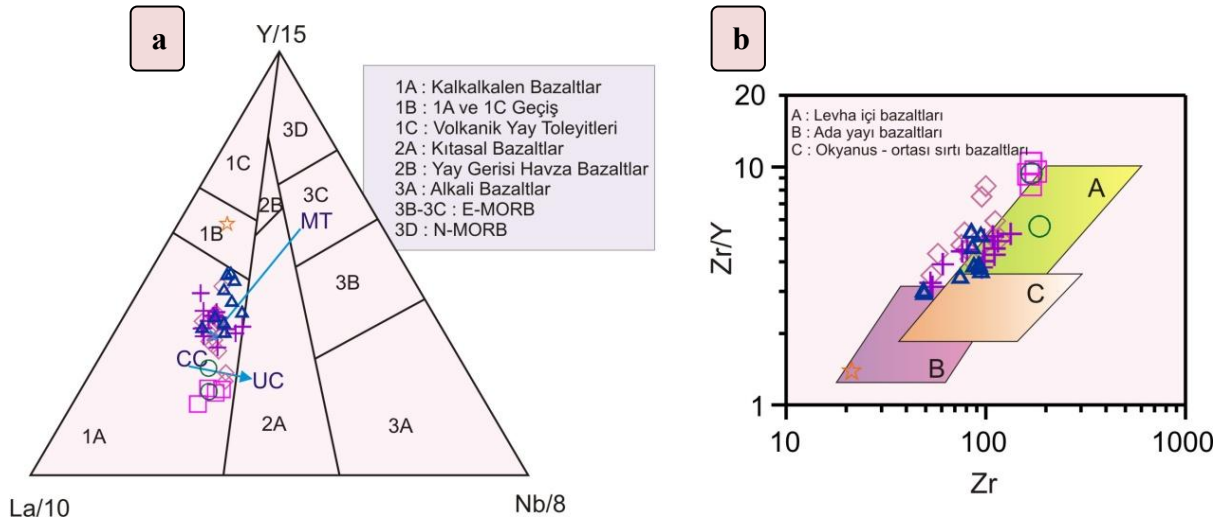
Genel olarak alterasyon ve düşük dereceli metamorfizmadan fazla etkilenmeyen hareketsiz iz element (Ti, V, Y, Zr ve Nb) içerikleri volkanik kayaların magma-tektonik ortamlarını belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır (Rollinson 1993).

Volkanitlerin magma-tektonik ortamların belirlenmesi amacı ile araştırmacılar tarafından birçok ayırtman diyagram geliştirilmiştir (Örneğin: Pearce and Cann, 1973; Pearce and Norry, 1979; Meschede, 1986; Cabanis ve Lecolle, 1989). Çoğunlukla bu diyagramlarda volkanik kayaların iz element içerikleri kullanılarak ortamsal yoruma gidilmiştir.

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin iz element içerikleri ayırtman diyagramlarda kullanılarak ortamsal yoruma gidilmiştir.

Cabanis ve Lecolle (1989)'nin $Y/15-La/10-Nb/8$ üçgen diyagramında örnekler kalkalkali karakterli orojenik bölgeye (1A) düşmektedir (Şekil 3.46-a).

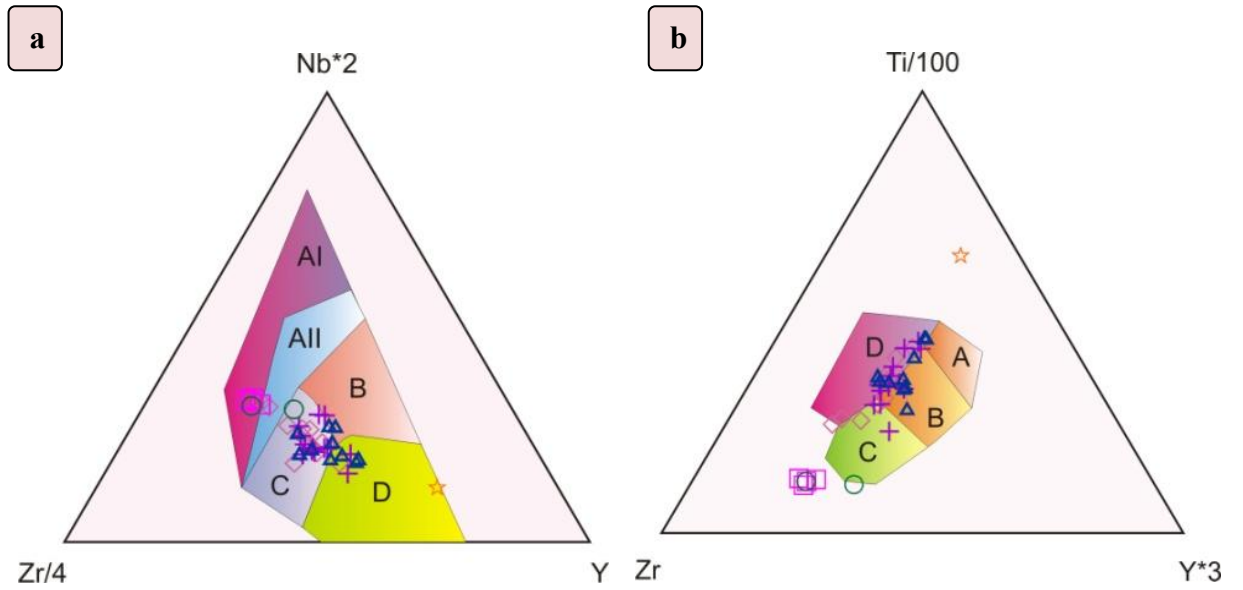
Zr/Y - Y diyagramında (Pearce ve Norry, 1979) incelenen örneklerin çoğu levha-içi bazaltı (WPB) alanına düşmekte iken, bazaltik dayk örnekleri diğerlerinden farklı olarak levha-içi (WPB), okyanus- ortası sırtı (MORB) ve ada-yayı (IAB) bazaltları olmak üzere birçok alanla temsil edilmektedir (Şekil 3.46-b).



Şekil 3.46. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayalarının (a) $La/10 - Y/15 - Nb/8$ üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), (b) $Zr - Zr/Y$ diyagramı (Pearce ve Norry, 1979) (Simgeler Şekil 3.44'deki gibidir).

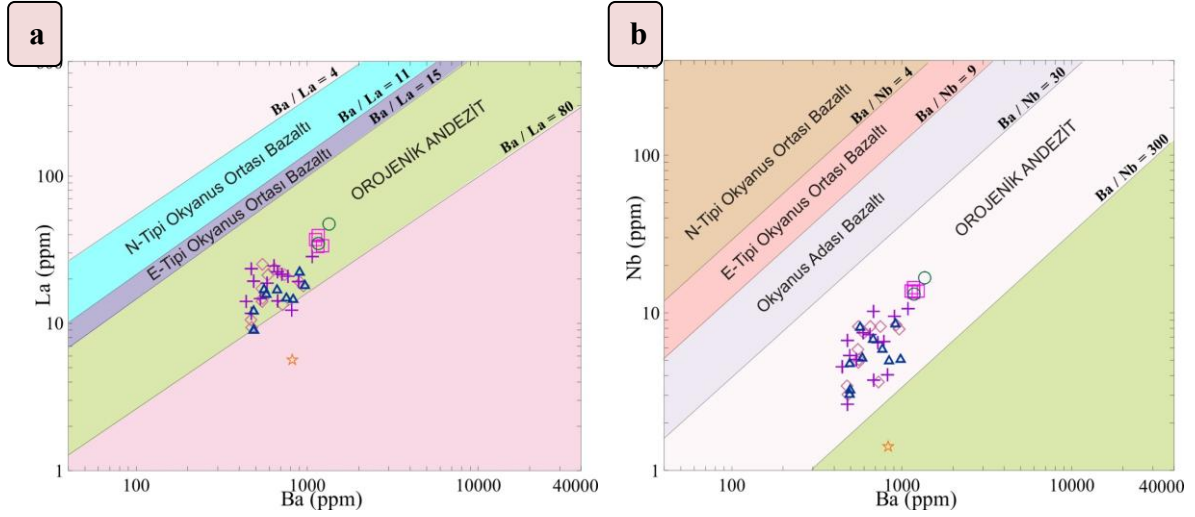
$Nb^*2 - Zr/4 - Y$ tektonik ayırım diyagramı (Meschede, 1986) incelendiğinde, bazaltik bileşime sahip örnekler volkanik yay bazaltları, levha içi bazaltlar ve N-MORB alanında yer alırken, trakiandezitik bileşime sahip örnekler levha içi bazaltları alanında toplandığı görülmektedir (Şekil 3.47-a).

$Ti/100 - Zr - Y^*3$ (Pearce ve Cann, 1973) üçgen diyagramında ise Tekkeköy volkanitlerine ait örneklerin büyük çoğunluğu levha içi bazaltı alanında yer almaktadır (Şekil 3.47-b).



Şekil 3.47. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanit örneklerinin tektono-magmatik ayırım diyagramları üzerindeki konumları: (a) Meschede (1986) (AI, AII: Levha içi bazalt; B: E-MORB, C: Volkanik Yay Bazaltı, Levha İçi Bazalt; D: N-MORB, Volkanik Yay Bazaltı), (b) Pearce ve Cann (1973) (A: Volkanik Yay Bazaltı; B: MORB, Volkanik Yay Bazaltı; C: Kalkalkali Bazalt, D: Levha İçi Bazalt) (Simgeler Şekil 3.44'deki gibidir).

İncelenen volkanitlerin Ba/La oranı yaklaşık 20-66 arasında, Ba-Nb oranları ise 66-203 arasında değişmektedir. Volkanitler yüksek Ba/La (>15) ve Ba/Nb (>25) oranlarıyla orojenik andezitler alanında yer almakta olup (Şekil 3.48), bu özellikleriyle ada yayı volkanik kayalarına uyumluluk gösterirler (Gill, 1981).



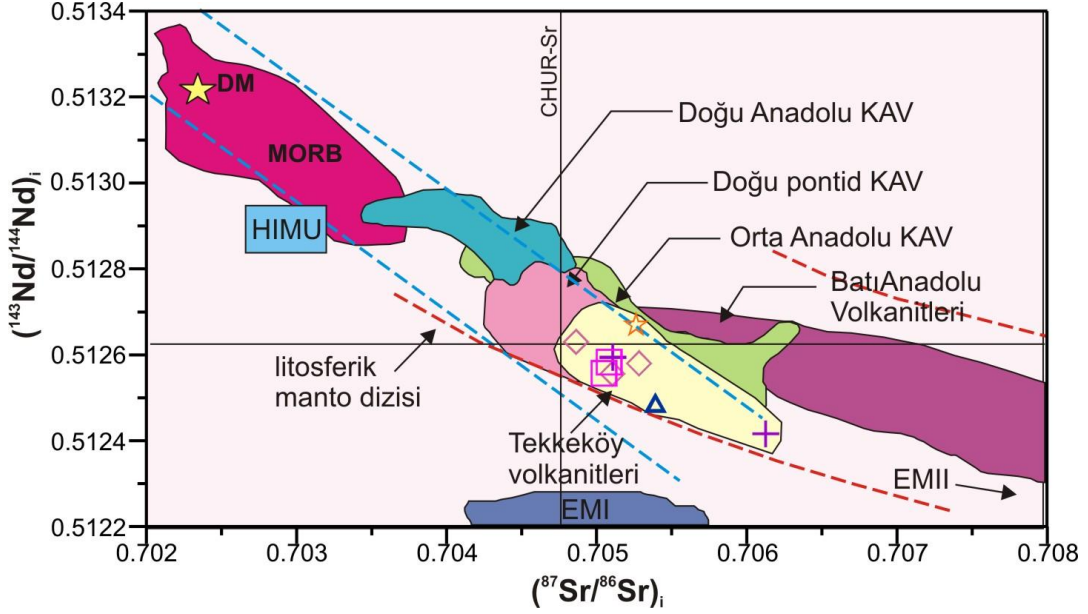
Şekil 3.48. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Ba (ppm)'a karşı La (ppm) ve Nb (ppm) tektonik ortam ayırtman diyagramları. Alanlar; Perfit vd. (1980) ve Gill (1981)'e göre. (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

3.4.7. Sr-Nd İzotop Jeokimyası

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaçları, birbirine benzer Sr ve Nd izotopik bileşimlerine sahiptirler (Tablo 14). Bazaltik dayk örneğinin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranı 0.705391, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranı 0.512481, ϵNd_i değeri -2.06, Nd model yaşı [T_{DM}] ise 1140 My'dır. Bazalt örneklerinin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları ise 0.705107-0.706125, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranları 0.512416-0.512594, ϵNd_i değerleri -3.32 ile 0.15 arasında, Nd model yaşları [T_{DM}] ise 950-1150 My arasında değişmektedir. Trakiandezitik dom örneklerinin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları 0.705048-0.705083, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranları 0.512557-0.512583, ϵNd_i değerleri -0.58 ile -0.07 arasında, Nd model yaşları [T_{DM}] ise 690-750 My arasında değişmektedir. Aglomera piroklastları'na ait ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları 0.704862-0.705282, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranları 0.512556-0.512630, ϵNd_i değerleri -0.60 ile 0.85 arasında, Nd model yaşları [T_{DM}] ise 720-890 My arasında değişmektedir. 'Cognate' inklüzyonu'na ait ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranı 0.705261, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranı 0.512669, ϵNd_i değeri 1.61, Nd model yaşı [T_{DM}] ise 1550 My'dır (Tablo 14).

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin yüksek ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları (>0.704862) ve negatif ϵNd_i değerleri; ana magmalarının yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleştiği bir manto kaynağından türediklerini, bir başka deyişle manto kaynağındaki kabuk katkısını ifade etmektedir (Faure ve Mensing, 2005). Sr ve Nd izotopik bileşimleri açısından incelenen volkanitler arasında çok önemli bir farklılık görülmemektedir. Bu

durum, bazik ve ortaç bileşime sahip volkanitlerin benzer kökene sahip olduklarını, yani aynı kaynaktan türediklerini yansıtmaktadır.



Şekil 3.49. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramındaki konumları ve Türkiye'deki Tersiyer-Kuvaterner kalk-alkali volkanitler ile karşılaştırılması. Doğu Anadolu kalk-alkali volkanitleri (Pearce vd., 1990; Buket ve Temel, 1998; Keskin vd., 2006; Karlı vd., 2007; Kaygusuz 2009), Orta Anadolu kalk-alkali volkanitleri (Deniel vd., 1998; Temel vd., 1998; Yalçın vd., 1998; Şen vd., 2004; Kurt vd., 2008), Doğu Pontid kalkalkali volkanitleri (Kaygusuz vd., 2011; Temizel vd., 2012, Arslan vd., 2013), batı Anadolu volkanitleri (Briqueu vd., 1986; Güleç, 1991; Pamir vd., 1995), OOSB ve Manto aralığı alanları Wilson (1989), Arculus ve Powell (1986), Gill (1981) ve McCulloch vd., (1994)'den; DM, EMI, EMII ve HIMU manto bileşimleri, Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır; KAV: kalkalkali volkanitler (semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

Türkiye'deki Tersiyerden Kuvaterner'e kadar olan kalk-alkali volkanitlerin karşılaştırıldığı $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ karşı $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ diyagramında (Şekil 3.49) Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin izotop değerleri, Doğu Pontidler'de yer alan diğer kalkalkali volkanik kayaçlarıyla (Kaygusuz vd., 2011; Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013). benzer olduğu görülmektedir.

Tablo 14. Tekkeköy (Samsun) yöresindeki volkanik kayaların Rb (ppm), Sr (ppm), Sm (ppm) ve Nd (ppm) içerikleri ve Rb-Sr ve Sm-Nd izotopik verileri

Örnek Yeri ve Numarası	Kayaç Adı	Rb ve Sr- izotopik verileri							Sm ve Nd- izotopik verileri				
		Rb (ppm)	Sr (ppm)	Sm (ppm)	Nd (ppm)	⁸⁷ Rb / ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr / ⁸⁶ Sr ± 2σm	(⁸⁷ Sr / ⁸⁶ Sr) _i	¹⁴⁷ Sm / ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd / ¹⁴⁴ Nd ± 2σm	(¹⁴³ Nd / ¹⁴⁴ Nd) _i	εNd _i	T _{DM} (My)
Bazaltik Dayk (S43)	Bazalt	27.0	695.9	4.09	18.6	0.112231	0.705455211 ±0.000010	0.705391	0.134039607	0.512516076 ±0.000006	0.512481	-2.06	1140
Bazaltik Lav (S9)	Bazalt	57.7	607.5	4.43	22.3	0.274764	0.706280913 ±0.000009	0.706125	0.125691362	0.512449313 ±0.000007	0.512416	-3.32	1150
Bazaltik Lav (S32)	Bazalt	35.6	565.8	3.46	15.8	0.182000	0.70521079 ±0.000011	0.705107	0.134920918	0.512629609 ±0.000006	0.512594	0.15	950
Trakiandezitik Dom (S27)	Trakiandezit	131.6	580.8	3.45	21.0	0.655428	0.705455026 ±0.000010	0.705083	0.099743713	0.512609302 ±0.000006	0.512583	-0.07	690
Trakiandezitik Dom (S29)	Trakiandezit	129.8	509.6	3.59	21.9	0.736786	0.705466397 ±0.000011	0.705048	0.103634588	0.512583982 ±0.000006	0.512557	-0.58	750
Aglomera Piroklastı (S8)	Bazalt	63.5	758.9	5.45	26.2	0.242038	0.705419663 ±0,000011	0.705282	0.125600627	0.512613094 ±0,000006	0.512580	-0.12	880
Aglomera Piroklastı (S36)	Andezit	70.0	647.2	2.52	13.1	0.312851	0.705039952 ±0.000010	0.704862	0.11546546	0.512660087 ±0.000006	0.512630	0.85	720
Aglomera Piroklastı (S40)	Bazaltik andezit	59.0	714.0	3.85	19.3	0.239023	0.70524012 ±0.000015	0.705104	0.12206426	0.512587721 ±0.000005	0.512556	-0.60	890
“Cognate” inklüzyon (S21)	Bazaltik inklüzyon	5.3	415.3	2.26	8.0	0.036915	0.705282074 ±0.000011	0.705261	0.176303377	0.512715159 ±0.000006	0.512669	1.61	1550

Not: İncelenen volkanitlerin stratigrafik olarak elde edilen yaşlara göre yapılan Sr ve Nd izotopik bileşimindeki düzeltmeler;

$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 - [(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})_0 x (e^{\lambda t} - 1)]$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_0 - [(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_0 x (e^{\lambda t} - 1)]$ formülleri ile hesaplanmıştır (Faure, 2001; Faure ve Mensing 2005).

$\lambda(^{87}\text{Rb})=1.42 \times 10^{-11} \text{y}^{-1}$; $\lambda(^{147}\text{Sm})=6.54 \times 10^{-12} \text{y}^{-1}$; t = yaş (milyonyıl)’dır.

Hesaplanan ϵ_{Sr} , ϵ_{Nd} ve T_{DM} (model yaşı) değerleri ise; $\epsilon_{\text{Sr}} = ((^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{örnek}} / (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{CHUR}} - 1) \times 10^4$; $\epsilon_{\text{Nd}} = ((^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{örnek}} / (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{CHUR}} - 1) \times 10^4$;

$T_{\text{DM}} = (1/\lambda) \times \ln[((^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{örnek}} / (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{DM}}) / ((^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{örnek}} / (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{DM}}) + 1]$ formülleri ile hesaplanmıştır (Faure, 2001; Faure ve Mensing 2005).

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

3.5. Petrojenez

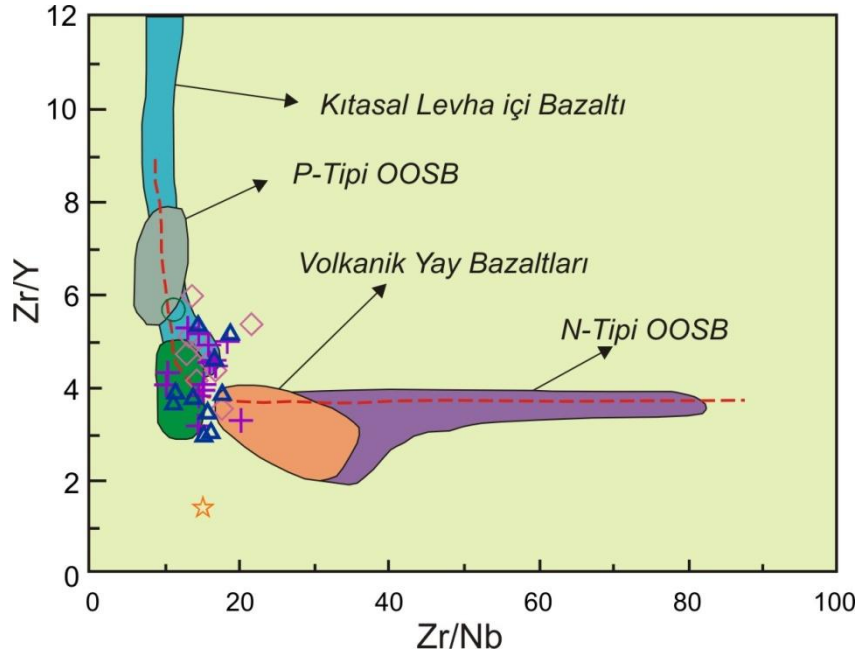
3.5.1. Giriş

Volkanik kayaçların gelişiminde kısmı ergime, fraksiyonel kristallenme, asimilasyon ve magma karışımı gibi süreçler jeokimyasal etkili olmaktadır. Bu süreçler değişim diyagramlarında gözlenen yönsemeler ve minerallere ait dokusal özelliklerle belirlenebilmektedir. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerindeki jeokimyasal değişimler, bu kayaçların aynı kökenden türediklerini ve gelişim sürecinde fraksiyonel kristallenme+asimilasyon+magma karışımı olaylarının etkili olduğunu göstermektedir. Volkanik kayaçların gelişimindeki söz konusu magmatik olayların rolü ve önemi elde edilen petrografik ve jeokimyasal verilerin ışığında ayrıntılı olarak irdelenmiş ve yorumlanmaya çalışılmıştır.

3.5.2. Kısmi Ergime

Tekkeköy (Samsun) yöresi bazik kayaçları (bazalt ve bazaltik dayk örnekleri) % 2-6 arasında MgO ($Mg^{\#}$ 48-60), 1-13 ppm arasında Ni içeriklerine sahiptir. Bu nedenle incelenen volkanitlerin, ilksel bileşime sahip bazaltik kayaçlara ($>68 Mg^{\#}$, ~250-300 ppm arasında Ni içeriğine (Irving, 1978; Sun ve Hanson, 1975; Frey vd., 1978) göre oldukça farklılaşmış oldukları söylenebilir.

Yüksek Zr/Y'a karşı düşük Zr/Nb değerleri düşük dereceli kısmı ergimede gözlenirken, yüksek Zr/Nb'a karşı düşük Zr/Y değerleri ise yüksek dereceli kısmı ergimede gözlenir (Menzies ve Kyle, 1990). Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait bazaltik örneklerin, Zr/Y'a karşı Zr/Nb diyagramında (Şekil 3.50) gözlenen düşük Zr/Y ve Zr/Nb oranları, volkanitlerin ana magmalarının zenginleşmiş bir kaynaktan, orta dereceli bir kısmı ergimeyle oluşabileceğini göstermektedir.



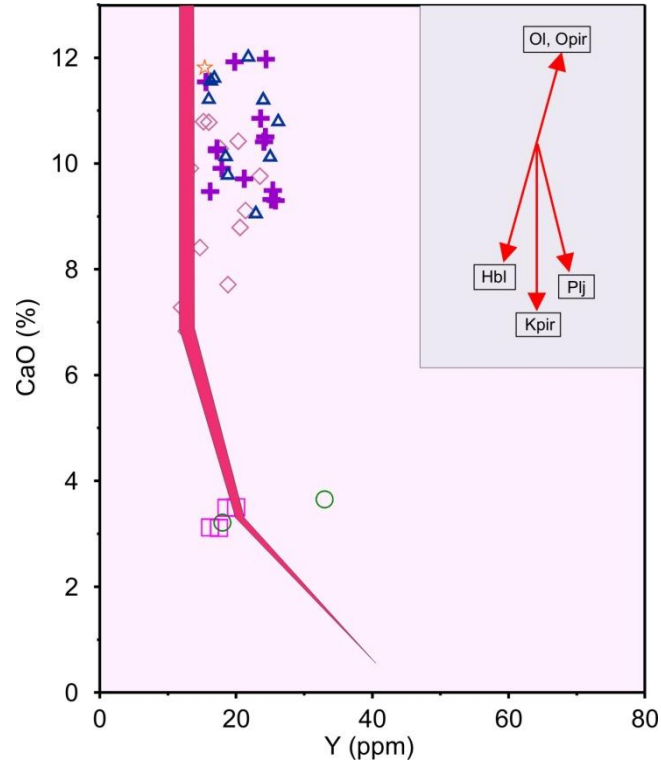
Şekil 3.50. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerine ait bazaltik kayaçların Zr / Nb' karşı Zr / Y diyagramı (Menzies ve Kyle, 1990), P: Plume, N: Normal, ve T: Geçişli Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı alanları, Le Roex (1987)'den alınmıştır (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

3.5.3. Fraksiyonel Kristallenme

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin, ana oksit ve iz element değişim diyagramları kayaçların gelişiminde etkili olan fraksiyonel kristallenme olayını yansıtmaktadır. SiO_2 'ye karşı oluşturulan ana oksit ve iz element değişim diyagramlarında gözlenen iyi korelasyonlar volkanitlerin gelişiminde fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 3.41-3.42-3.43). Değişim diyagramında gözlenen düzgün yönsemeler tek bir ana magmanın varlığını düşündürürken (Peccerillo vd., 2004), örneklerin dağınık biçimde yer alması (Verma, 1999) incelenen volkanitlerinin oluşumunda fraksiyonel kristalleşmenin tek olay olmadığını, bunun yanında magma karışımı ve/veya asimilasyon olaylarının da etkili olabileceğini göstermektedir.

Lambert ve Holland (1974), kalk-alkali kayaç gruplarında CaO 'e karşı Y diyagramında standart kalkalkali yönsemesine karşı Y içeriğindeki tüketilme ve zenginleşmeyi esas alarak, L ve J tipi yönsemeler tanımlamıştır. Bu yönsemelerden L-tipi olanlar klinopiroksen ve plajiyoklas denetimli fraksiyonel kristalleşmeyi, J-tipi olanlar ise klinopiroksen ve hornblend denetimli fraksiyonel kristalleşmeyi işaret etmektedir.

Tekkeköy volkanitleri standart kalk-alkali yönsemesine göre Y’ce zenginleşmiş olup, bazik volkanitlerin gelişiminde ilk önce klinopiroksen, trakiandezitik volkanitlerin gelişiminde ise hornblend kontrollü bir fraksiyonlaşmasının varlığını ortaya koymaktadır (Şekil 3.51).

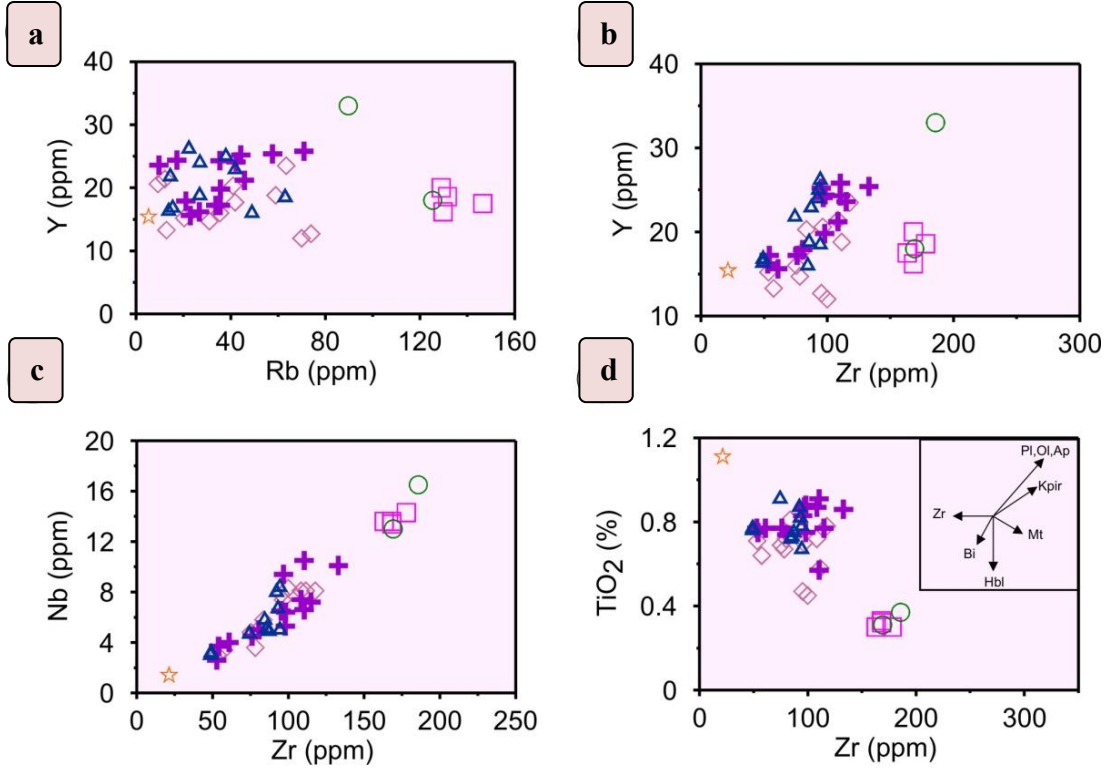


Şekil 3.51. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Y (ppm)'a karşı CaO (%) diyagramı (Lambert ve Holland, 1974) Vektörler, bazaltik bileşim için minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir. (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)

Genel olarak volkanitlerin Rb(ppm)'a karşı Y(ppm) diyagramında gösterdiği pozitif korelasyon plajiyoklas, olivin, klinopiroksen ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasını işaret ederken, negatif veya düz korelasyon hornblend ve biyotit kristallenmesini göstermektedir (Pearce vd., 1990). Rb-Y diyagramına yerleştirilen Tekkeköy volkanitlerine ait örneklerinde pozitif bir yönseme görülmektedir (Şekil 3.52-a). Bu nedenle volkanitlerin gelişiminde plajiyoklas, klinopiroksen ve Fe-Ti oksit ayrışmasının etkin olduğu söylenebilir.

Zr'a karşı Y ve Nb diyagramlarında görülen ilişkiler volkanik kayaçların gelişiminde etkili olan mineral fraksiyonlaşmasının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Pearce ve Norry, 1979). Tekkeköy volkanitlerine ait örneklerin, Zr'a karşı Y ve Nb

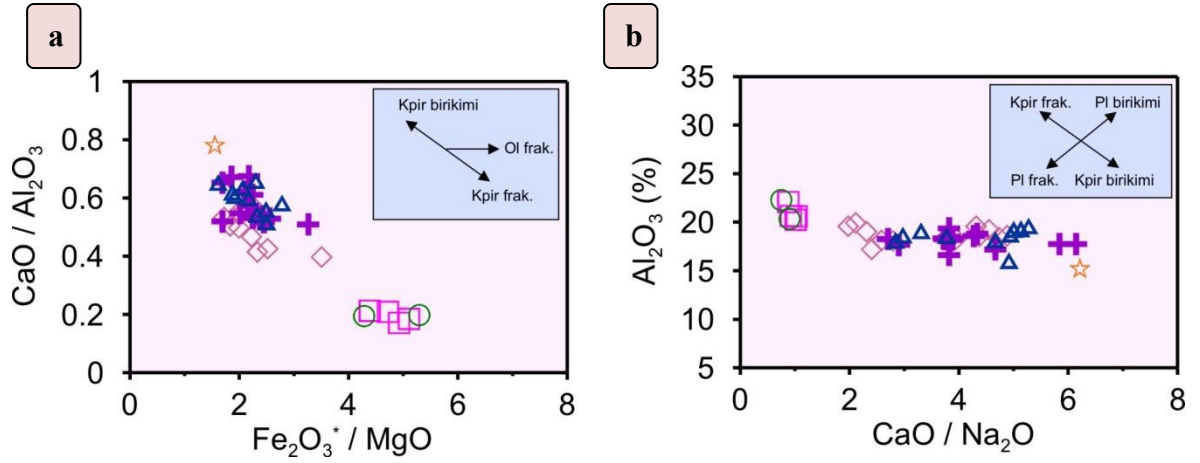
diyagramlarında görülen pozitif yönsel ilişkileri hornblend, klinopriksen, plajiyoklas, Fe-Ti oksit ve apatit farklılaşmasına işaret etmektedir (Şekil 3.52 b-c). Zr'a karşı TiO_2 diyagramında görülen negatif korelasyon ise fraksiyonel kristallenmenin hornblend ve Fe-Ti oksit tarafından kontrol edildiğini (Şekil 3.52-d) göstermektedir.



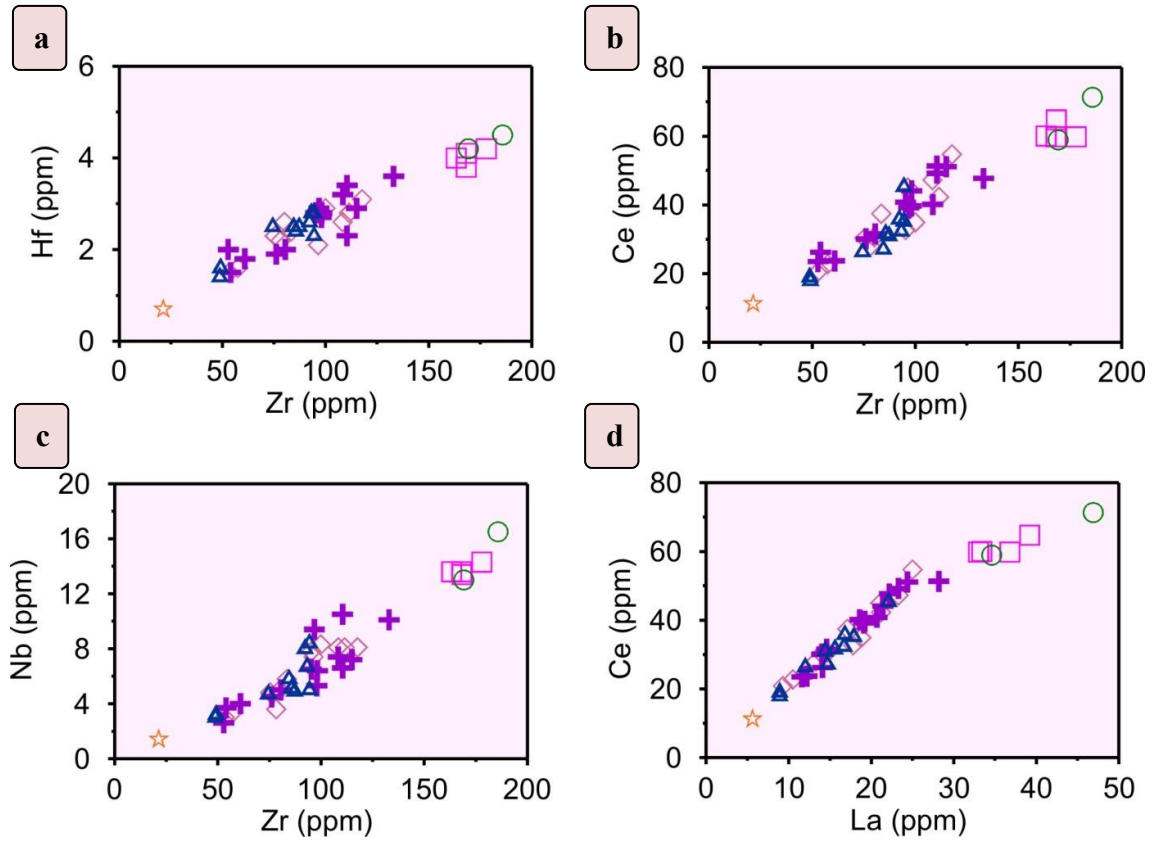
Şekil 3.52. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (a) Rb(ppm)-Y(ppm), (b) Zr (ppm)- Y(ppm), (c) Zr(ppm)-Nb (ppm) ve (d) Zr (ppm)- TiO_2 (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

Tekkeköy volkanitlerinde azalan CaO / Na_2O oranına karşı artan Al_2O_3 oranı bazik örneklerde klinopiroksen,, trakiandezitik örneklerde plajiyoklas fraksiyonlaşmasını işaret etmektedir. Yine artan $Fe_2O_3^*/MgO$ oranına karşı azalan CaO/Al_2O_3 oranı fraksiyonlaşmada klinopiroksenin yer göstermektedir (Şekil 3.53).

Zr'a karşı Hf, Nb ve Ce ile La'a karşı Ce diyagramlarında görülen pozitif korelasyon ve bu korelasyon doğrularının orjinden geçmesi Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinin aynı/benzer magmadan fraksiyonel kristallenmeyle oluştuğunu işaret etmektedir (Şekil 3.54).

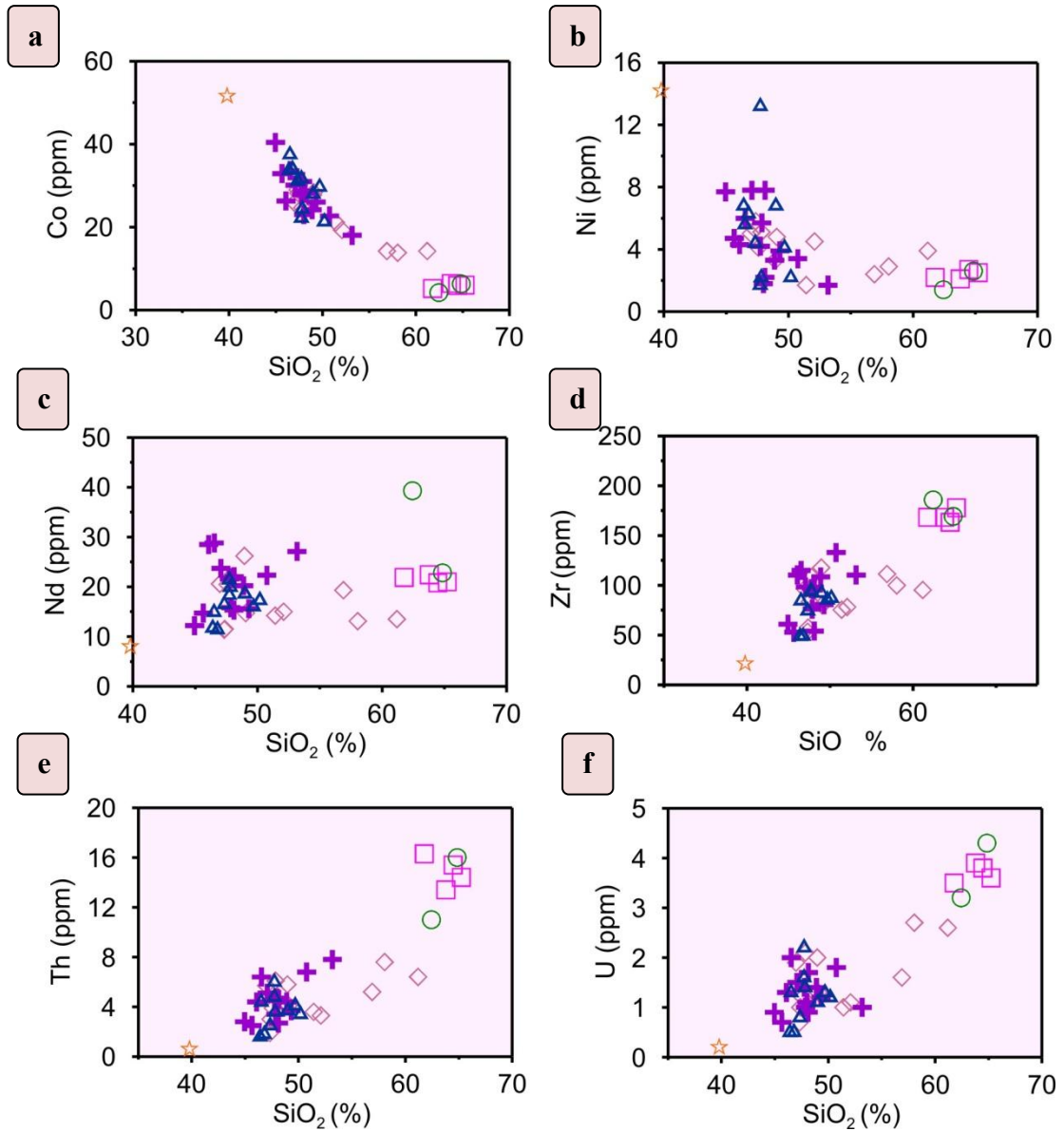


Şekil 3.53. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin $\text{Fe}_2\text{O}_3^* / \text{MgO}$ karşı $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ ve $\text{CaO} / \text{Na}_2\text{O}$ karşı Al_2O_3 (%) değişim diyagramları (Vektörler, minerallerin ayrışma yönlerini göstermektedir. (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)



Şekil 54. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (a) Zr (ppm)-Hf (ppm), (b) Zr(ppm) Ce (ppm), (c) Zr (ppm)-Nb (ppm) ve (d) La (ppm)-Ce (ppm) diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

İncelenen volkanik kayalarda silis içeriği arttıkça, uyumsuz element içeriklerinin artması (Zr, Nd, Th, U vs.) ve uyumlu element (Ni, Co vs.) içeriklerinin azalması fraksiyonel kristalleşmeyle açıklanmaktadır. Bu durum kayaların ana bir magmadan fraksiyonel kristalleşmeyle türemiş olabileceğini göstermektedir. Ancak bunun kayaların gelişiminde ana magmatik olay olmadığı ve diğer magmatik olayların da (magma karışımı, kabuk kirlenmesi v.b.) rol oynadığına işaret etmektedir (Şekil 3.54).



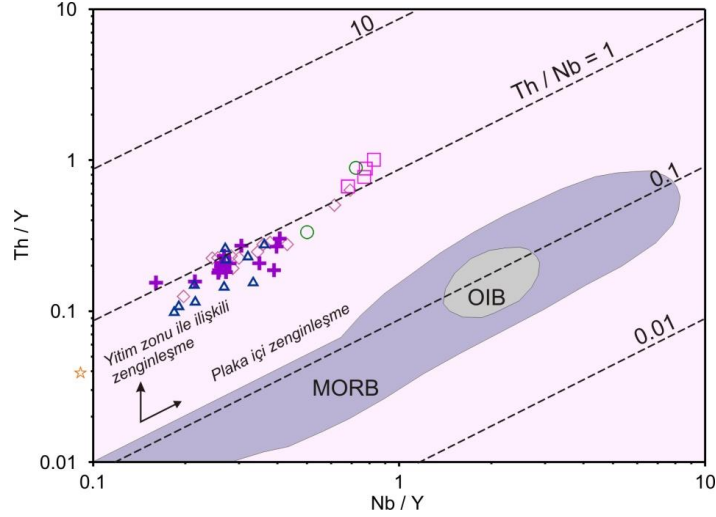
Şekil 3.55. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin (a) SiO₂ (%) - Co (ppm), (b) SiO₂ (%) - Ni (ppm), (c) SiO₂ (%) - Nd (ppm) ve (d) SiO₂ (%) - Zr (ppm), (e) SiO₂ (%) - Th (ppm), (f) SiO₂ (%) - U (ppm), diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

3.5.4. Asimilasyon

Genel olarak volkanitlerde yüksek SiO_2 , La ve Ce içerikleri, büyük iyon yarıçaplı litofil element zenginleşmeleri, ana magmanın yükselimi sırasında kabuk malzemesi ile etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Bu zenginleşme, muhtemelen magmanın yükselimi sırasında kıtasal kabuk kirlenmesi veya ayırılma ile gelişen kirlenme (AFC) ile açıklanabilir (Depolo, 1981; Grove vd., 1982). Ayrıca volkanitlerin gelişiminde, Th/Y, Nb/Y ve Rb/Y gibi iz element oranlarının kullanıldığı diyagramlarla yitim zonu zenginleşmeleri ve/veya kabuk kirlenmesi ile plaka içi zenginleşmelerden hangisinin etkin olduğunu belirlenmesi mümkündür (Pearce, 1983).

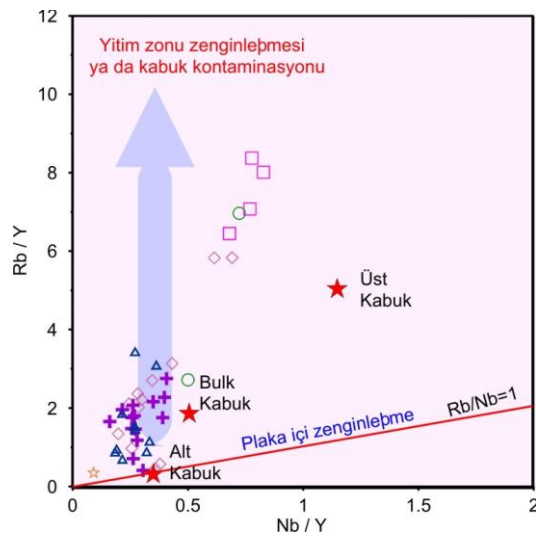
Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerini oluşturan ana magmanın kökenini belirlemek amacıyla, Th/Y–Nb/Y diyagramı oluşturularak zenginleşme ürünü ya da yitimle ilişkili magma kökenli olduklarını ayırmada kullanılmıştır (Pearce, 1983). Bununla birlikte Th/Y ve Nb/Y oranları kabuk kirlenmesi ve kaynak magmanın homojenliğini belirlemede de kullanılabilir. Yitim veya kabuk bileşenleri tarafından zenginleşmiş mantonun Th/Nb oranları yüksek değerlerde ($>1-10$) olacaktır. Yine aynı diyagram üzerinde küçük bir miktar kısmı ergime ile zenginleşmiş mantonun Th/Nb oranları 0.1'e yakın değerler gösterebilmektedir (Pearce, 1983). Tekkeköy volkanitlerinin Th/Nb oranı 0.46–1.23 arasında değişmektedir. İncelenen volkanitler Th/Y ve Nb/Y diyagramında Th/Nb=1 çizgisine yakın ve paralel bir dağılım göstermektedir (Şekil 3.56). Bu durum volkanitlerin ana magmasının, yitim zonu ile ilişkili, yitim ve/veya kabuk asimilasyonu ile zenginleşmiş olduğunu düşündürmektedir.

Rb/Y–Nb/Y diyagramında Rb/Nb=1 çizgisi plaka içi zenginleşmeleri gösterirken, düşey yöndeki değişim yitim zonu zenginleşmelerini ve/veya kabuk kirlenmesini göstermektedir (Edwards vd., 1991) İncelenen volkanitlerin Rb/Nb oranları 1.26–12.60 arasında değişmekte olup, düşey yönde bir dağılım gösterirler (Şekil 3.57). Bu durum Tekkeköy volkanitlerini oluşturan ana magma kaynağının yitim ve/veya kabuk asimilasyonu ile zenginleşmiş olduğunu düşündürmektedir.



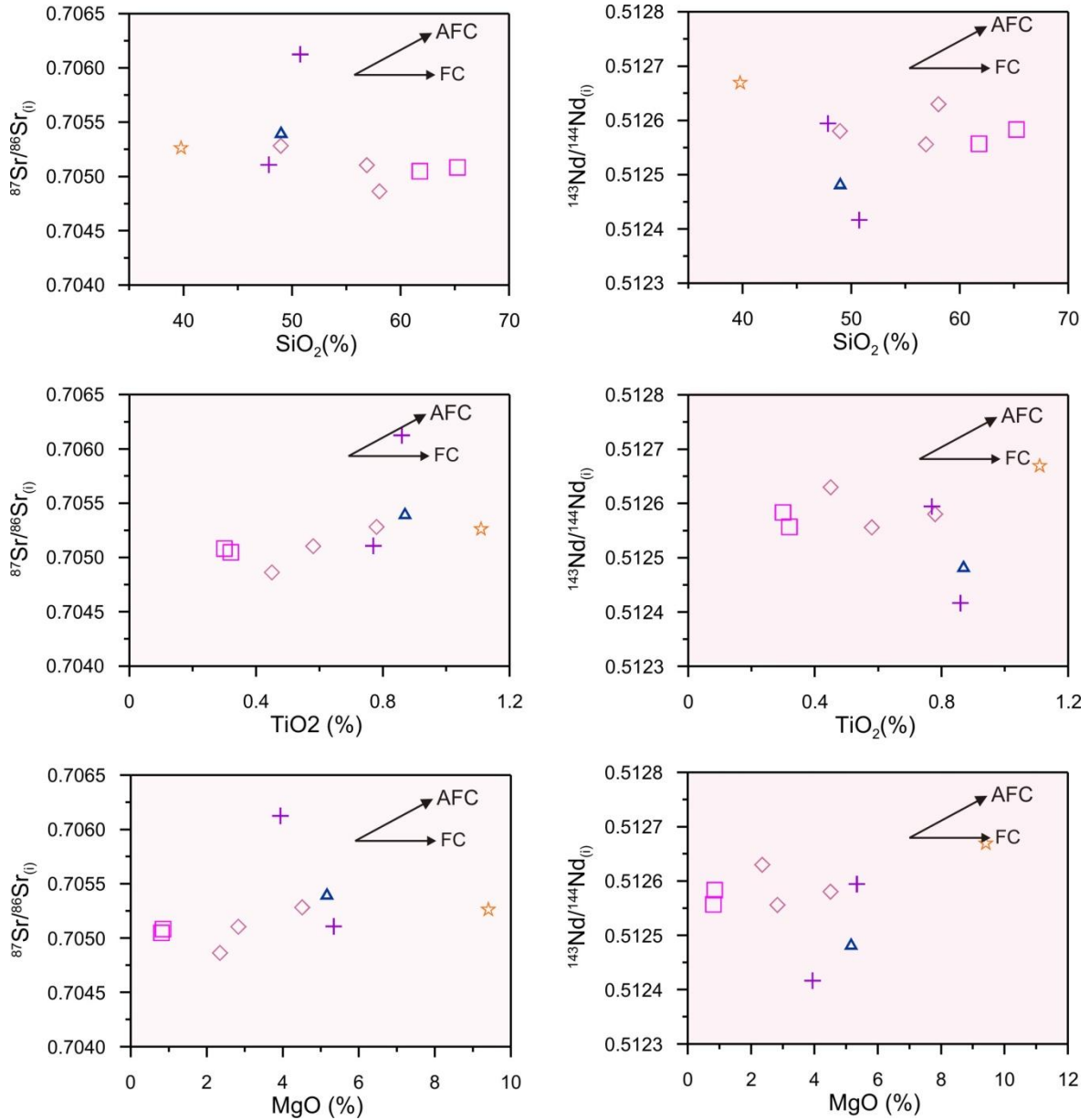
Şekil 3.56. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Nb/Y karşı Th/Y diyagramı (Pearce, 1983). (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)

Nb ve Ta kabuk kirlenmesine karşı oldukça duyarlı elementlerdir. Mantodan türeyen magmalar kabuk kirlenmesine maruz kalabilirler. Bu tür magmalar yüzeye doğru yükselirken Nb ve Ta bakımından fakirleşebilir ve bu magmadan türeyen kayalar çoklu iz element diyagramlarında negatif anomali verebilirler (Wilson, 1989. Stolz vd., 1996). Yüksek Nb/Ta (>1) oranları kirlenmiş manto kökenli magmaları temsil etmektedir. İncelenen volkanitlerin Nb/Ta oranları 11.33–32.00 arasında değişmektedir. Bu durum volkanitleri meydana getiren ana magmanın yitim ve/veya kabuk asimilasyonundan etkilenmiş olduğunu göstermektedir.

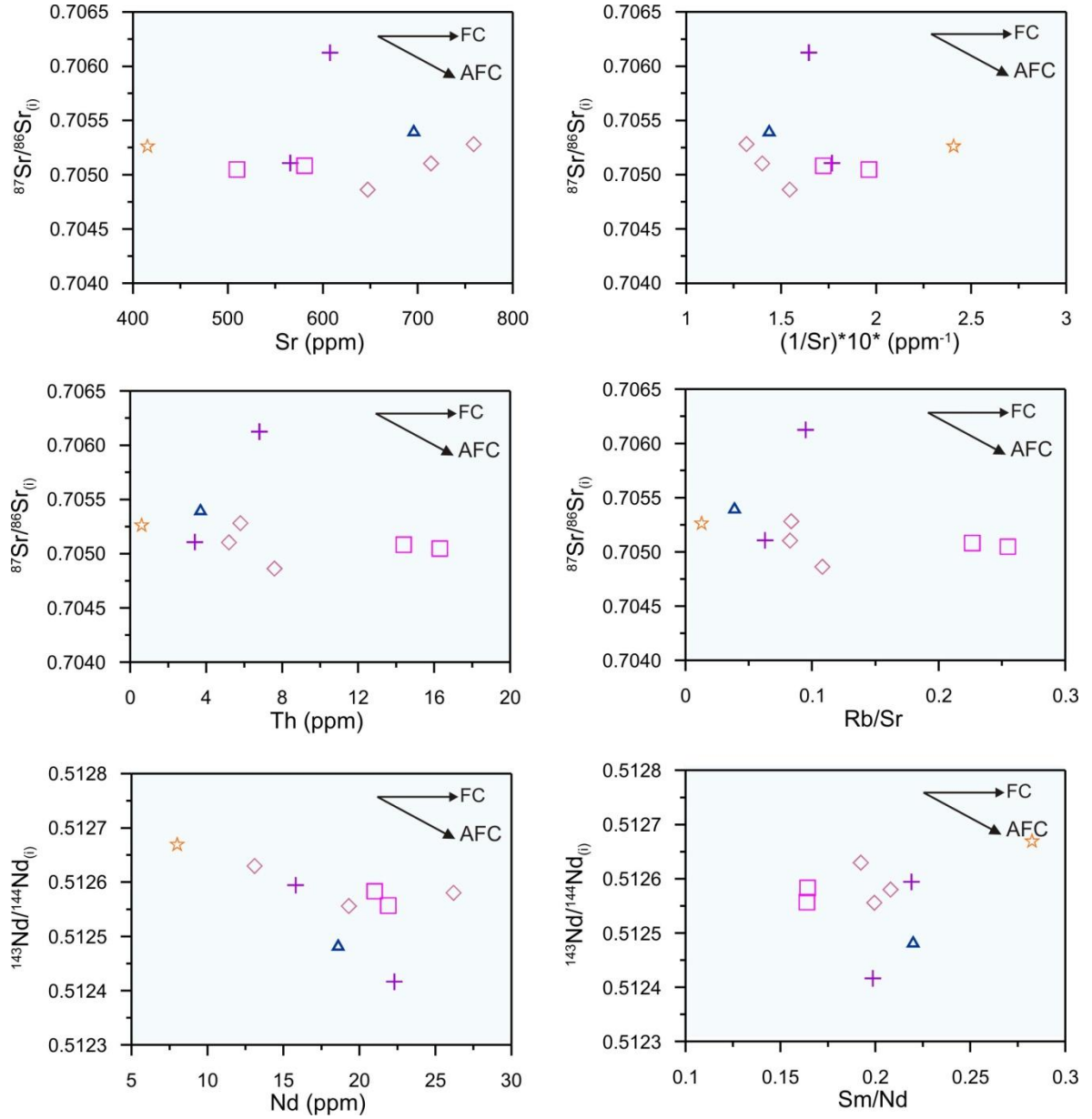


Şekil 3.57. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin Nb/Y'a karşı Rb/Y diyagramı. Üst kabuk, bulk kabuk, alt kabuk bileşimleri, Taylor ve McLennan (1985) 'dan alınmıştır

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinde fraksiyonel kristallenme ve asimilasyon olaylarının rolünü belirlemek amacıyla Sr ve Nd izotop oranlarına karşı SiO_2 , TiO_2 , MgO , Th, Sr Rb/Sr, Nd, Sm /Nd ve $(1/\text{Sr}) \times 10^3$ diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.58-3.59). Bu diyagramlarda pozitif ve negatif yönsemeler magmanın asimilasyon süreçlerinden etkilendiğini gösterirken, düze yakın yönsemeler fraksiyonel kristallenmenin etkisini göstermektedir.

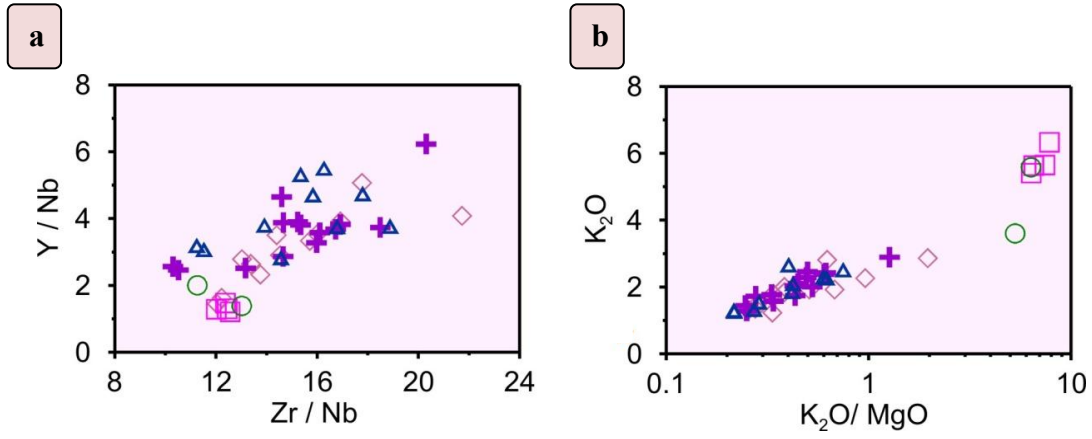


Şekil 3.58. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı SiO_2 (%), TiO_2 (%), MgO (%) ile $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ 'e karşı SiO_2 (%), TiO_2 (%), MgO (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)



Şekil 3.59. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 'e karşı Sr (ppm), $(1/\text{Sr}) \times 10^3$ (ppm $^{-1}$), Th (ppm), Rb/Sr (ppm) ile $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ 'e karşı Nd (ppm) ve Sm/Nd diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir)

Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin gelişiminde ayrılaşmanın yanında kabuk kirlenmesinin de etkili olup olmadığını belirlemek için Zr/Nb karşı Y/Nb ve $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$ karşı K_2O diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.60). Azalan Zr/Nb değerlerine karşı azalan Y/Nb değerleri, volkanik kayaçların gelişiminde kabuk kirlenmesinin etkisini ifade ederken; artan $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$ değerlerine karşı doğrusal şekilde artan K_2O içerikleri ise kabuk kirlenmesinin etkili olduğunu göstermektedir.

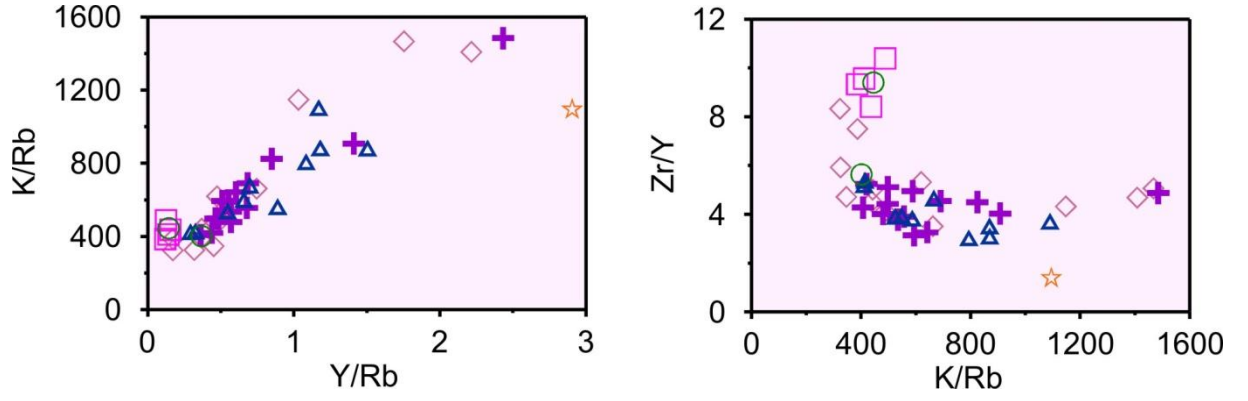


Şekil 3.60. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin gelişiminde kabuk kirlenmesinin etkisini gösteren (a) Y/Nb'a karşı Y/Nb, (b) K_2O/MgO 'a karşı K_2O diyagramları (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).

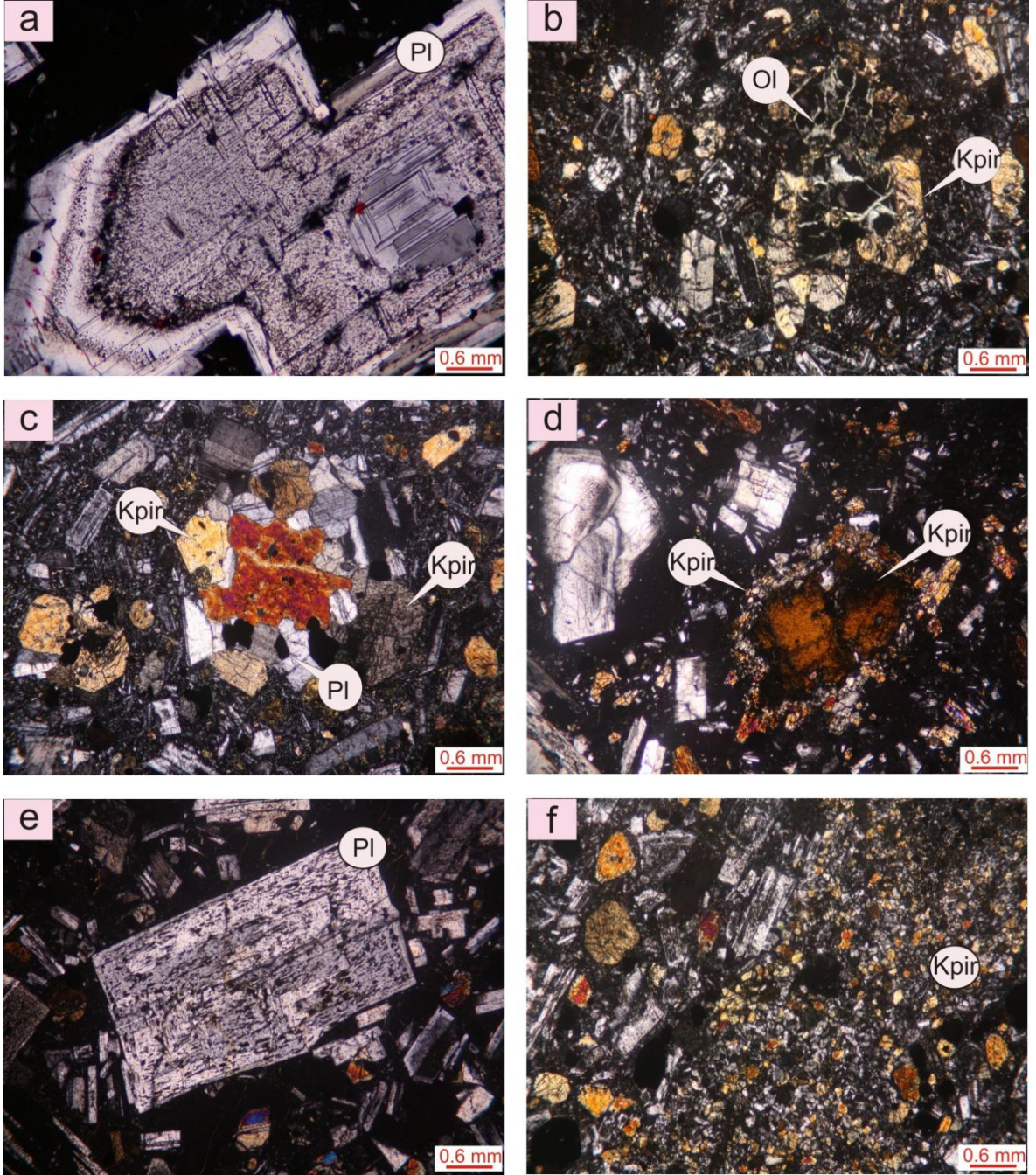
3.5.5. Magma Karışımı

Magma karışımı olaylarının, kalkalkali kayaçların gelişiminde önemli olduğu bilinmektedir (Eichelberger, 1978; Gerlach ve Grove, 1982). Petrografik incelemelerde Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinde dengesiz kristallenmeyi gösteren dokular gözlenmiştir. Klinopiroksen + plajiyoklas + opak mineral kümelenmesi (kümülofirik doku), plajiyoklas minerallerinde gelişen elek dokusu (süngerimsi plajiyoklaslar), iskeletimsi, zonlu ve karmaşık zonlu plajiyoklaslar, opaklaşmış hornblendler ve klinopiroksen ve plajiyoklas minerallerinin opak mineral inklüzyonları içermesi volkanitlerin gelişiminde magma karışımının etkili olabileceğini göstermektedir (Şekil 3.62-63-64).

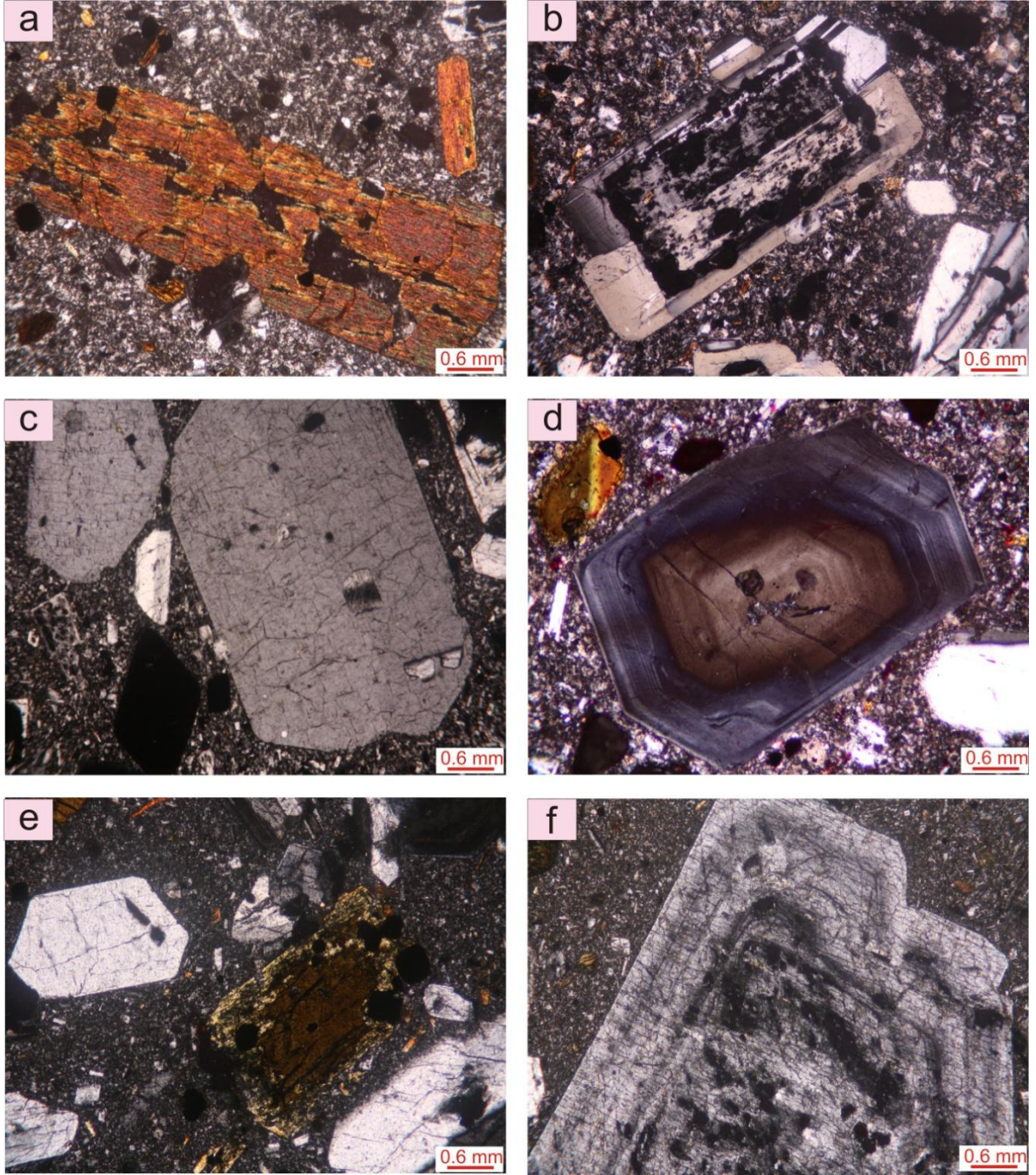
Magma karışımının heterojen veya homojen bir şekilde meydana gelmesi, magmaların sahip oldukları viskoziteye bağlıdır (Fernandez ve Barbarin, 1991). Viskozite özellikleri bakımından Newtoniyen davranış aşamasında olan eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışmaları sonucu meydana gelen hibrit magmalardan itibaren oluşan kayaçlardaki iz element değişim diyagramlarında hiperbolik bir yönseme göstermesiyle karakteristik olduğu ortaya konulmuştur (Cox vd., 1984; Seymour ve Vlassopoulos, 1992). İncelenen volkanitler $K/Rb - Y/Rb$ ve $Zr/Y - K/Rb$ değişim diyagramlarında hiperbolik yönsemeler sunmaktadır (Şekil 3.61).



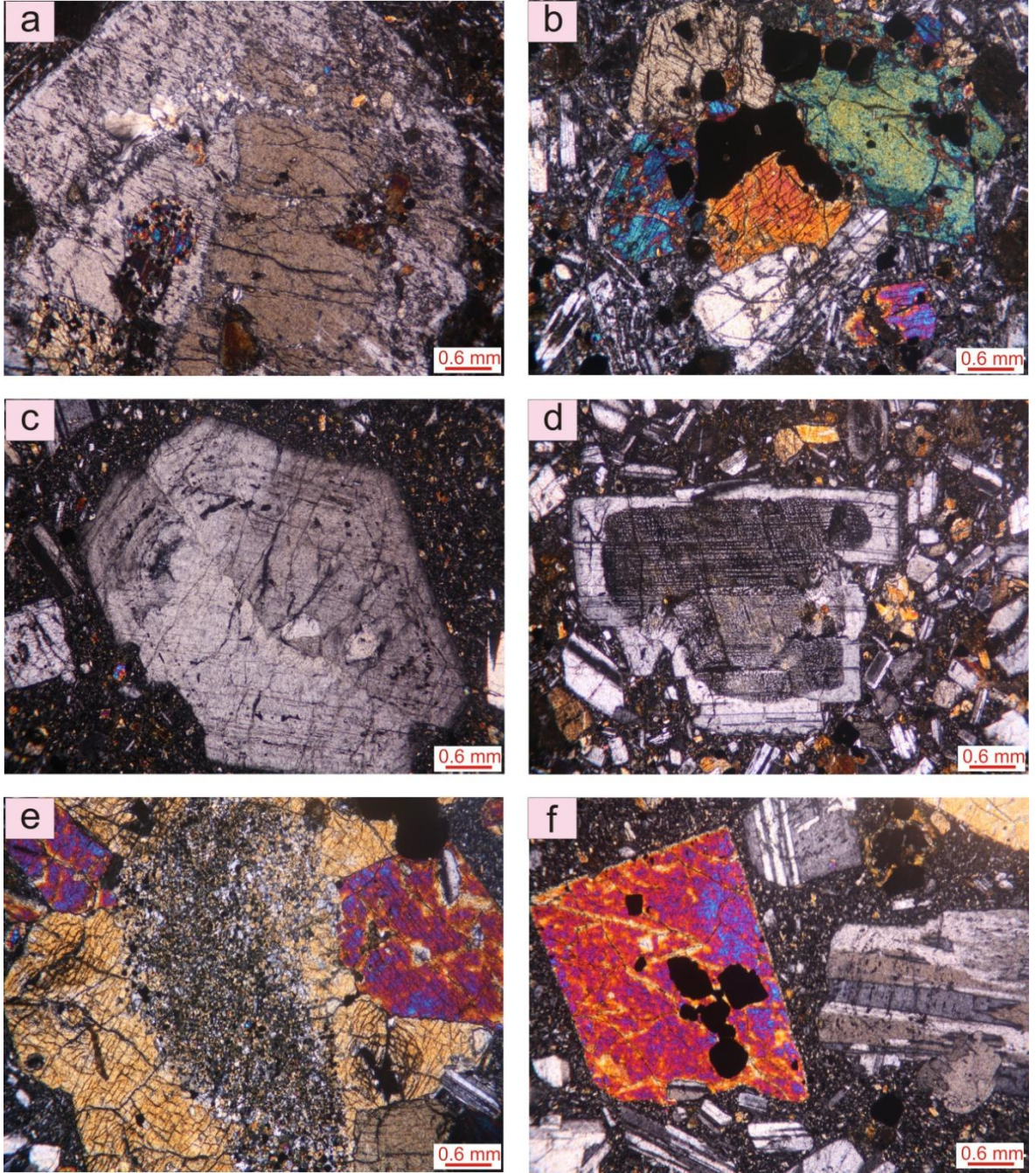
Şekil 3.61. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin K/Rb-Y/Rb ve Zr/Y-K/Rb diyagramları (Cox vd., 1984; Seymour ve Vlassopoulos, 1992) (Semboller Şekil 3.44'deki gibidir).



Şekil 3.62. Tekkeköy (Samsun) yöresi aglomera piroklastlarında olivin, klinopiroksen, hornblend ve plajiyoklas minerallerinde gözlenen dengesizlik dokuları (a) Plajiyoklas fenokristallerinde elek dokusu (Örnek No: S-33), (b) Klinopiroksen tarafından çevrelenmiş olivin ksenokristali (Örnek No: S-12), (c) Klinopiroksen, plajiyoklas ve opak minerallerden oluşan kümülofirik doku (Örnek No: S-7) (d) Klinopiroksen tarafından çevrelenmiş hornblend ksenokristali (Örnek No: S-36), (a) Plajiyoklas fenokristallerinde elek dokusu (Örnek No: S-17) (ÇN; Ol: Olivin, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend; Pl:Plajiyoklas)



Şekil 3.63. Tekkeköy (Samsun) yöresi trakiandezitik dom ve dayka ait kayalardaki hornblend ve plajiyoklas minerallerinde gözlenen magma karışımına işaret eden dengesizlik dokuları (a) Kısmen parçalanmış ve opaklaşmış hornblend minerali (Örnek No: S-79), (b) Kaba elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-29), (c) Tamamen opaklaşmış hornblend minerali (Örnek No: S-25), (d) Trakiandezitik doma ait halkalı zonlu plajiyoklas (Örnek No: S-26), (e) Hornblend tarafından çevrelenmiş klinopiroksen ksenokristali (Örnek No: S-27), (f) Kaba elek dokusu ve yeniden büyüme zarfı gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-27) (ÇN; Hbl: Hornblend; Pl: Plajiyoklas; Snd: Sanidin)



Şekil 3.64. Tekkeköy (Samsun) yöresi bazalt ve bazaltik dayka ait kayalardaki klinopiroksen ve plajiyoklas minerallerinde gözlenen dengesizlik dokuları (a) Klinopiroksen ve opak mineral inklüzyonları içeren ve elek dokulu plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-72), (b) Klinopiroksen, plajiyoklas ve opak minerallerden oluşan kümülofirik doku (Örnek No: S-106), (c)-(d) Plajiyoklas fenokristalinde elek dokusu ve yeniden büyüme zarfı (Örnek No: S-121) (e) Breakdown dokusu (Örnek No: S-103) (f) Opak mineral inklüzyonları içeren klinopiroksen ve elek dokusu gösteren plajiyoklas fenokristali (Örnek No: S-102) (Kpir: Klinopiroksen; Pl: Plajiyoklas; Op: Opak mineral)

4.TARTIŞMA

4.1. Tekkeköy (Samsun) Volkanitlerini Oluşturan Ana Magmanın Kökeni ve Kristallenme Koşulları

Tekkeköy (Samsun) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanitlerin türediği ana magma kaynağını ve bu kaynaktan itibaren gelişen ana magma ya da magmaların oluşumunu belirlemek için oluşturulan Th/Y-Nb/Y diyagramı (bkz. Şekil 3.56) üzerinde incelenen volkanik kayaç örnekleri, Th/Nb=1 çizgisine yakın ve paralel bir dağılım göstermektedir. Bu nedenle incelenen volkanitleri oluşturan ana magma(lar)ın yitimle zenginleşmiş bir manto kaynağından ve kabuk asimilasyonundan etkilenmiş olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca yüksek Ba/Nb (>28) oranları yitim ile ilişkili magmalardan türeyen volkanitlerin en tipik özelliğidir (Gill 1981, Fitton *et al.* 1988). İncelenen Tekkeköy volkanitlerinin Ba/Nb oranı 67-202 arasında değişmekte olup, yitimle ilişkili magmalardan türediklerini desteklemektedir. Stolz vd. (1996) kondirite normalize edilmiş Nb/Ta oranlarını, yiten levhadan kaynaklanan yüksek çekim alanlı elementler bakımından fakir, büyük iyon yarıçaplı elementler bakımından zenginleşmiş sıvıların etkilediği manto kaynağına ait olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek Nb/Ta(>1) oranları kirlenmiş manto kökenli magmaları temsil etmektedir. İncelenen Tekkeköy volkanitlerinin Nb/Ta oranı 11-32 arasında değişmektedir. Bu durum volkanitleri oluşturan ana magmanın yitim ile zenginleştiğini ve/veya kabuk asimilasyonundan etkilendiğini desteklemektedir.

Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinin N-tipi OOSB'na oranlanmış iz element dağılımlarında gözlenen, yüksek çekim alanlı elementlerde (Nb, Zr ve Ta) tüketilme, büyük iyon yarıçaplı elementlerde (Sr, K, Rb, Ba) zenginleşme ve yüksek Ba/La oranları (bkz. Şekil 3.44) yitim ile ilişkili volkanik kayaçların özelliğini sunar (Ewart, 1982; Pearce, 1983; Thompson vd., 1984; Elburg vd., 2002; Baier vd., 2008). Ayrıca Tekkeköy (Samsun) volkanik kayaç örneklerinin iz ve NTE dağılım diyagramlarında birbirlerine paralel dağılımlar sergilemeleri volkanitlerin benzer magma kaynağından türediklerini göstermektedir (bkz. Şekil 3.45 ve 3.46). Ayrıca incelenen volkanitlerin kondirite normalize ağır NTE desenleri yataya yakın bir dağılım sergilemektedirler. Bu yatay dağılım incelenen volkanitleri oluşturan ana magmanın muhtemelen granat lerzolitik kaynaktan daha ziyade

spinel lertzolitik (<50 km derinlik) bir manto kaynağından oluşabileceğine işaret etmektedir.

İncelenen Tekkeköy volkanitlerin $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ karşı Sr (ppm), $(1/\text{Sr}) \times 10^3 (\text{ppm}^{-1})$, Th (ppm), Rb/Sr (ppm) ile SiO_2 (%), TiO_2 (%), MgO ikili değişim diyagramlarında (bkz. Şekil 3.58-3.59), volkanitlerin gelişiminde fraksiyonel kristallenme olayının baskın magmatik süreç olduğunu, bununla birlikte az da olsa kabuk kirlenmesinin etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca volkanitlerde gözlenen dengesizlik dokuları, kıtasal kabuktaki magma odalarında volkanitlerin gelişimi sırasında fraksiyonel kristallenmenin yanı sıra magma karışımı olaylarının da rol aldığını göstermektedir.

İncelenen Tekkeköy volkanitlerinin kıtasal magma odalarındaki kristallenme koşullarını saptamak için hornblend ve klinopiroksen mineralleri kullanılarak jeotermobarometre hesaplamaları yapılmıştır (bkz. Tablo 7-8-9-10-11). Klinopiroksenlerden elde edilen kristallenme basıncı hesaplamaları daha iyi sonuç vermiştir (Tablo 15). Ancak hornblendlerden yüksek basınç değerleri elde edilmiştir (Tablo 15). Klinopiroksenlerden hesaplanan negatif basınç değerleri, Nimis (1995) tarafından sığ magma odasındaki kristallenmenin bir sonucu olarak gösterilmektedir.

Klinopiroksenlerden elde edilen anlamlı basınç değerlerinden yola çıkılarak bunların kristallenme derinlikleri de bulunabilir. Normal koşullar altında litostatik basınç kilometrede yaklaşık 30 Mpa=0.3 kbar artacağı kabul edilirse, buradan 1 km \approx 0.3 kbarlık bir artış olacağı hesaplanabilir. Aglomera piroklastlarındaki klinopiroksenlerin kristal merkezinden elde edilen basınç değerlerine göre kristallenme derinliği 1-22.3 km, trakiandezitik domdaki klinopiroksenlerden elde edilen basınç değerlerine göre hesaplanan ortalama kristallenme derinliği 1.3-11.3 km, bazaltik dayklardaki klinopiroksenlerden hesaplanan ortalama kristallenme derinliği ise 1.6-10.3 km gibi bir derinliktir. Hesaplanan kristallenme derinlik değerlerinin sığ-orta derinliklerdeki kıtasal magma odalarına karşılık geldiği kabul edilirse gelişimlerinde polibarik bir kristallenme öngörülebilir.

Tablo 15. Tekkeköy (Samsun) volkanitlerde hesaplanan jeotermobarometre sonuçları

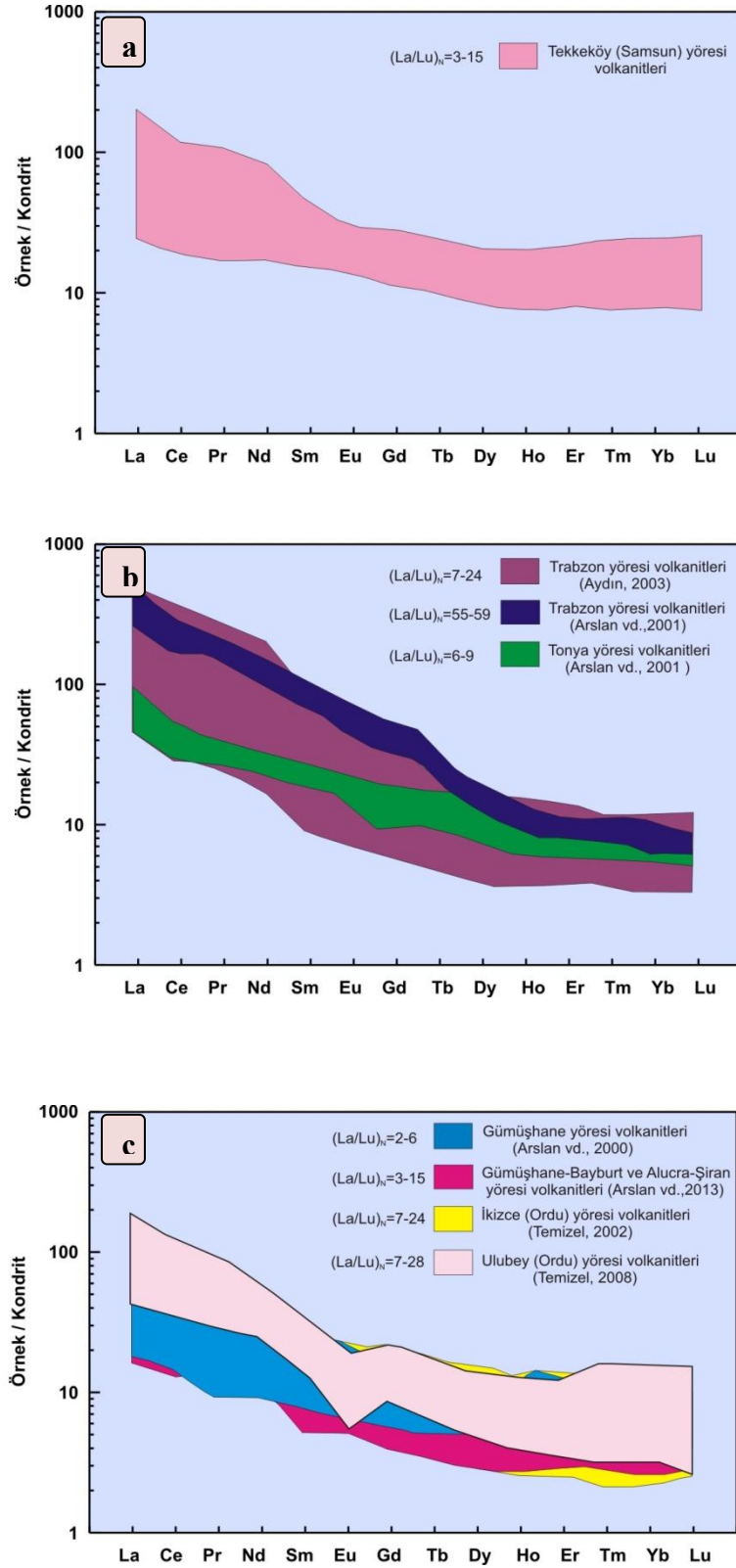
	Aglomera	Bazalt	Trakiandezitik Dom
JEOTERMOMETRE HESAPLAMALARI			
Plajiyoklas Jeotermometresi (Fuhrman & Lindsley, 1983)	650-700 �C	650-925 �C	650-800 �C
Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi (Holland & Blundy, 1994)	811-960 �C		824-985 �C
Klinopiroksenlerde kristal içi dengelenme sicc. (Dal Negro vd., 1982)	872-951 �C	795-922 �C	918-955 �C
Biyotit Jeotermometresi (Luhr vd., 1984)			758-881 �C
JEOBAROMETRE HESAPLAMALARI			
Klinopiroksen Jeobarometresi (Nimis., 1995)	0.3-6.7 kbar	0.5-3.1 kbar	0.4-3.4 kbar
Hornblendlerde kristallenme basıncı (Hammarstrome & Zen, 1986)	3.6-9.0 \pm 3 kbar		2.8-8.8 \pm 3 kbar
Hornblend Jeobarometresi (Hollister vd., 1987)	3.7-9.7 \pm 1 kbar		2.8-9.5 \pm 1 kbar
Hornblend Jeobarometresi (Johnson & Rutherford, 1989)	2.9-7.4 \pm 0.5 kbar		2.2-7.2 \pm 0.5 kbar

4.2. Tekkeköy (Samsun) Volkanitlerinin Jeokimyasal, Petrolojik  zelliklerinin Doğu Pontidler'deki Diğer Tersiyer Volkanitleri ile Karşılaştırılması

Doğu Pontidler'in kuzeyinde (Trabzon-Ordu) ve güneyinde (Gümüşhane-Bayburt) geniş yayılım gösteren Tersiyer volkanitleri, son yıllarda birçok araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak incelenmiş ve volkanizmanın gelişimi hakkında pek çok veri elde edilmiştir (Arslan vd., 1997; şen vd., 1998; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Aydın 2003; Aydın vd., 2008; Temizel 2008; Temizel vd., 2009; Kaygusuz vd., 2011; Temizel vd., 2012; Aydınçakır, 2012; Arslan vd., 2013). Tekkeköy (Samsun) yöresi Tersiyer volkanitlerinden elde edilen stratigrafik, petrografik, jeokimyasal ve petrolojik bulgular, Doğu Pontidler'deki diğer Eosen yaşlı özellikle Ulubey (Ordu) ve Gümüşhane yöresi volkanitleri ile deneiştirilebilir.

Gümüşhane yöresi Eosen volkanik kayaların yaygın olarak kalk-alkali karakterde oldukları ve orta-yüksek K içerdikleri ifade edilmektedir (Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Arslan vd., 2001, 2010; Kaygusuz vd., 2011; Arslan vd., 2013).  kizce ve Ulubey (Ordu) yöresi Eosen volkanitlerinin toleyitik, kalk-alkali geçişli olup orta-yüksek K içerdikleri belirtilmiştir (Temizel, 2008, Temizel vd., 2009, 2012).  ncelenen Tekkeköy (Samsun) volkanitleri ise orta-yüksek K'lu ve hafif alkali karakter sergilemektedir. Ba/La oranı, Kale (Gümüşhane) volkanitleri için 20-48 (Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001), Torul (Gümüşhane) volkanitleri için 32-63 (Kaygusuz vd., 2011), Tonya (Trabzon) volkanitleri için 1-17 (Arslan vd., 1997; şen vd., 1998; Arslan vd., 2000), Borçka (Artvin) volkanitleri için 8-122 (Aydınçakır, 2012),  kizce (Ordu) volkanik kayalar için 20-85, Ulubey (Ordu) volkanitleri için 13-46 (Temizel, 2008, Temizel vd., 2009; 2012) arasında değişmekteyken, Tekkeköy (Samsun) volkanitleri için Ba/La oranı 20-60 arasında olup, yitim ile ilişkili volkanitlere benzerlik sunmaktadır.

(La/Lu)_N oranları; Gümüşhane yöresi volkanitlerinde 2-12 (Arslan vd., 2000; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Arslan vd. 2007, 2013),  kizce ve Ulubey (Ordu) volkanitlerinde 7-28 arasındadır (Temizel, 2008, Temizel vd., 2009; 2012).  ncelenen Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinde ise (La/Lu)_N oranı 3-15 olup, NTE dağılımları klinopiroksen ve hornblend ayrımlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir (şekil 4.1).



Şekil 4.1. (a) İncelenen Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının, Doğu Pontidler (b) Kuzey ve (c) Güney Zon'u diğer Tersiyer volkanitleri ile karşılaştırılması (Normalize değerler, Taylor ve McLennan (1985)'dan alınmıştır)

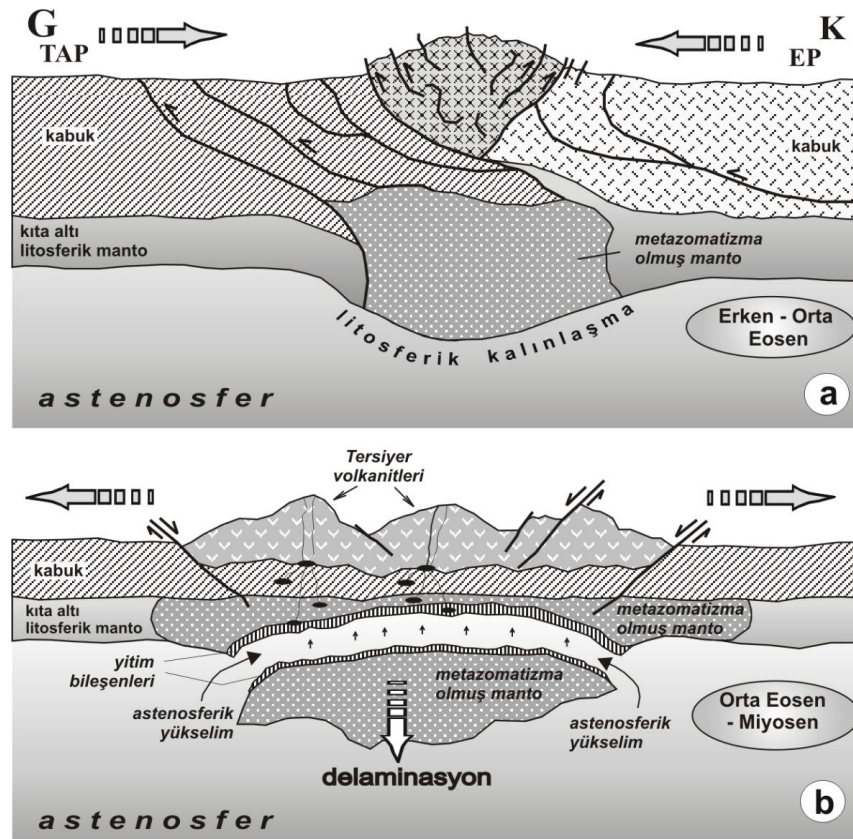
4.3. Tersiyer Volkanitlerinin Jeodinamik Gelişimi

Üst Kretase volkanitlerini uyumsuz olarak üzerleyen, genelde volkanik nadiren volkanoklastik kayalardan oluşan Eosen-Miyosen yaşlı volkanik kayalar, Doğu Pontidler'in Paleosen-Erken Eosen zaman aralığında deniz seviyesi üzerinde olduğunu ifade etmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997). Volkanik 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, Okay ve Şahintürk, 1997) zamanında, bazılarının göre ise Paleosen-Erken Eosen (55 My; Boztuğ vd., 2007) zamanında gerçekleşmiştir. Eosen-Miyosen magmatizması, çarpışma sonrası ve ekstansiyonel tektonizmanın bölgeyi etkilemesiyle ilişkili olup, metazomatizmaya uğramış manto ve alt kabuk kökenli magmaların karışımı bu magmatizmayı oluşturduğu ileri sürülmektedir (Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Boztuğ vd., 2007, Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013).

Doğu Pontidler'de Tersiyer volkanitlerinin çeşitliliği ve yayılımı dikkate alındığında, volkanik faaliyetin Eosen-Miyosen dönemindeki tektonik rejimle, özellikle de ekstansiyon ile sıkı bir ilişki içerisinde olduğu ileri sürülmüştür (Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013). Üstelik, Doğu Pontidler kabuğu ana yapısal zonları bölgesel noktalarında D-B, KD ve KB yönündeki çizgisellikler (faylar veya yapısal sınırlar) yörede ekstansiyonel tektonik rejimin egemen olduğunu destekler niteliktedir. Arslan vd. (2007, 2009), Temizel ve Arslan (2008, 2009), Temizel vd. (2012) ve Arslan vd. (2013) çarpışma sonrası bir ekstansiyonel jeodinamik rejim içerisinde oluşan doğu-orta Pontidler'deki Tersiyer magmatik kayaların gelişimini litosferik dilim kopması (slab break-off) ve/veya litosferik ayrılma (delamination) mekanizmalarıyla açıklanabileceğini belirtmişlerdir (Şekil 4.2).

İncelenen volkanitlerin petrojenetik özellikleri, bu kayaların ana magmasının metazomatizmaya uğramış litosferik mantonun ergimesiyle oluştuğuna işaret etmektedir. Buradan yola çıkarak, litosferik mantonun mümkün ergime modelini, çarpışma ve yükselmeden kaynaklanan litosferik ayrılma (delaminasyon) kopmasına bağlı olarak meydana gelen astenosferik yükselme sonucu ısı transferiyle açıklamak mümkün olabilir (Şekil 4.2; Temizel vd., 2012; Arslan vd. 2013). 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 volkanitlerin 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 mantoya 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 (Temizel vd., 2012; Arslan vd. 2013). Sonuç olarak; incelenen volkanitlerin, manto kökenli ana magma(ları)sı önemli oranda farklılaşmaya maruz kalmıştır, bu esnada kabuk özümlemesi çok az etkin olmuştur.



Şekil 4.2. Doğu Pontidlerde Tersiyer volkanitlerinin jeodinamik gelişimi gösteren şematik model; (a) kıta-kıta çarpışması ve litosferik kalınlaşma, (b) litosferik ayrılma (delaminasyon) ve incelmeyi göstermektedir (Temizel vd. 2012; Arslan vd. 2013) (TAP, Torid-Anatolid Platformu; EP, Avrasya Levhası).

5. SONUÇLAR

1. Doğu Pontid Tektonik Birliğinin batı ucunda yer alan çalışma alanındaki (Tekkeköy Samsun) Tersiyer yaşlı volkanitler Lütésiyen yaşlı sedimanter birimler üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Bu çalışmada inceleme alanındaki volkanitler fasiyes özellikleri göz önüne alınarak aglomeralar, trakiandezitik dayk, trakiandezitik dom, bazalt ve bazaltik dayk olmak ayırt edilmiştir.

2. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerini, genellikle bazalt daha az oranda trakiandezit ve andezitten oluşmakta olup genellikle porfirik, mikrolitik porfirik, trakitik, elek, kümülofirik yer yer de korona ve poikilitik doku göstermektedirler.

3. Aaglomera piroklastları plajiyoklas (An_{40-92}), klinopiroksen ($Wo_{27-51} En_{31-46} Fs_{11-26}$), hornblend ($Mg\# =0.58-0.65$) ve titano-magnetit içermektedir. Trakiandezitik dom örnekleri plajiyoklas (An_{25-50}), sanidin (An_{1-2}), klinopiroksen ($Wo_{48-52} En_{31-35} Fs_{15-19}$), hornblend ($Mg\# =0.50-0.59$), biyotit ($Mg\# =0.55-0.63$) ve titano-magnetit içermektedir. Trakiandezitik dayk örnekleri plajiyoklas, hornblend, biyotit içermektedir. Bazaltlar, plajiyoklas (An_{54-93}), klinopiroksen ($Wo_{37-48} En_{37-43} Fs_{12-21}$), olivin ($Mg\# =0.52-0.71$) ve titano-magnetit içermektedir. Bazaltik dayklar, plajiyoklas, klinopiroksen, olivin ($Mg\# =0.52-0.71$) ve opak mineral içermektedir.

4. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinde, mineral kimyalarından yararlanılarak jeotermobarometre hesaplamaları yapılmıştır. Feldispat jeotermometresine göre hesaplanan sıcaklıklar; aglomera piroklast örneklerinde 650-700 °C, bazalt örneklerinde 650-925 °C, trakiandezitik dom örneklerinde 650-900 °C arasında değişmektedir. Hornblend-Feldispat jeotermometresine göre hesaplanan sıcaklıklar; aglomera piroklast örneklerinde 811-960 °C, trakiandezitik dom örneklerinde 824-985 °C arasında değişmektedir. Klinopiroksen jeotermometresine göre hesaplanan sıcaklıklar, aglomera piroklast örneklerinde 400-1100 °C, bazalt örneklerinde 500-1100 °C, trakiandezitik dom örneklerinde 400-500 °C arasında değişmektedir. Hesaplanan klinopiroksen kristal içi dengelenme sıcaklıkları; aglomera örneklerinde klinopiroksenlerin merkez kısımlarında kristal içi dengelenme sıcaklığı düşük (872-951°C) iken, kenar kısımlarında daha yüksek (904-942 °C) dir. Bazalt örneklerinin kristal içi dengelenme sıcaklıkları klinopiroksenlerin merkezi kısımlarında 795-919 °C iken, kenar kısımlarında 820-922 °C' dir. Trakiandezitik doma ait klinopiroksenlerin kristal

5. içi dengelenme sıcaklıkları ise merkez kısımları 918-932 °C iken kenar kısmı ise 955 °C'dir. Biyotit jeotermometresine göre hesaplanan sıcaklıklar, trakiandezitik dom örneklerinde 758-881 °C'dir.

6. Adlandırma diyagramlarında, aglomera piroklastı örnekleri bazalt, trakibazalt, bazaltik trakiandezit, bazaltik andezit ve andezit alanına, trakiandezitik dom ve dayk örnekleri trakiandezit alanına, bazalt örnekleri bazalt ve bazaltik dayk örnekleri bazalt ve trakibazalt alanlarına düşmektedir. İncelenen volkanitler alkaliden subalkaliye kadar değişen karaktere sahip olup, orta-yüksek-K içerirler.

7. Volkanitlerin ana oksit ve iz element değişim diyagramlarında; SiO₂ artışıyla birlikte Al₂O₃, Fe₂O₃*, CaO, TiO₂, P₂O₅, MnO, MgO, Co ve V negatif bir korelasyon, K₂O, Na₂O, Rb, Ba ve Zr ise pozitif korelasyon göstermekte olup, kayaçların gelişiminde plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, apatit ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğuna işaret etmektedir.

8. Volkanitlerin N-tipi OOSB'na normalize edilmiş iz element dağılımlarında; büyük iyon yarıçaplı litofil elementler (Sr, K, Rb, Ba) bakımından zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementler (Th, Ta, Nb, Ce, Zr, Ti, Y) bakımından fakirleşme gözlenmektedir. Gözlenen negatif Nb ve Th anomalisinin varlığı yitim bileşeni ve/veya kabuk asimilasyonuna işaret etmektedir.

9. Volkanitlerin kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları, kayaçların benzer kaynaktan türediklerini göstermektedir (La_N/Lu_N=3.41-12.36 La_N/Yb_N=3.41-15.37). Eu anomalisi trakiandezitik örneklerde (Eu_N/Eu*=0.79-0.87) bazaltik örneklere (Eu_N/Eu*=0.83-1.01) göre daha belirgin bir şekilde görülmektedir. Genel olarak hafif nadir toprak elementlerde zenginleşme ve ağır nadir toprak elementlerde fakirleşmeyi işaret eden konkav şekle sahip dağılımlar, volkanitlerin gelişimi sırasında klinopiroksen ve hornblend fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir.

10. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinde, aglomera piroklastlarına ait (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i oranları 0.704862-0.705282, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i oranları 0.512556-0.512630, εNd_i değerleri -0.60 ile 0.85 arasında, Nd model yaşları [T_{DM}] ise 720-890 My arasında değişmektedir. 'Cognate' inklüzyonu'na ait (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i oranı 0.705261, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i oranı 0.512669, εNd_i değeri 1.61, Nd model yaşı [T_{DM}] ise 1550 My'dir. Trakiandezitik dom örneklerinin (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i oranları 0.705048-0.705083, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_i oranları 0.512557-0.512583, εNd_i değerleri -0.58 ile -0.07 arasında, Nd model yaşları [T_{DM}] ise 690-750 My arasında değişmektedir. Bazaltik dayk örneklerinin (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i oranı

0.705391, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranı 0.512481, ϵNd_i değeri -2.06, Nd model yaşı [T_{DM}] ise 1140 My'dır. Bazaltik örneklerin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları ise 0.705107-0.706125, ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i oranları 0.512416-0.512594, ϵNd_i değerleri -3.32 ile 0.15 arasında, Nd model yaşları [T_{DM}] ise 950-1150 My arasında değişmektedir. Yüksek ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i oranları (>0.704862) ve negatif (-) ϵNd_i değerleri; volkanitlerin yiten kabuk malzemesinin karışmasıyla zenginleşmiş bir manto kaynağından türediklerini, bir başka deyişle manto kaynağındaki kabuk katkısını ifade etmektedir.

11. Magma-tektonik ortam ayırtman diyagramına göre, yüksek Ta/Yb ve Th/Yb içeriklerine sahip volkanitler, volkanik yay bazaltları alanına düşmektedirler. Bu veri, Tekkeköy volkanitlerinin oluşumuna kaynaklık eden magmanın, yitim zonu zenginleşmesine uğradığını ve bu kayaçların gelişiminde ayrımlaşmanın önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir.

12. Tekkeköy (Samsun) volkanitlerinin fasiyes, petrografik ve petrokimyasal karakterleri, Doğu Pontid Tersiyer Volkanik Provensi içerisinde, çarpışma ve çarpışma sonrası volkanitlerin genel özelliklerini yansıtmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Adamia, S.A., Lordkipanidze, M.B. ve Zakariadze, G.S., 1977. Evolution of an active continental margin as exemplified by the Alpine history of Caucasus, Tectonophysics, 40, 183-199.
- Adamia, S.A., Chkhotua, T., Kekelia, M., Lordkipanidze, M., Shavishvili, I. ve Zakariadze, G., 1981. Tectonics of the Caucasus and adjoining regions: implications for the evolution of the Tethys ocean, Journal of Structural Geology, 3, 4, 437-447.
- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- 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.
- Aliyazıcıoğlu, İ., 1999. Kale (Gümüşhane) yöresi volkanik kayaların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Yüksek Lisan Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 103s.
- Altherr, R., Topuz, G., Siebel, W., Şen, C., Meyer, H.P ve Satır, M., 2008. Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic characteristics of Paleocene plagioclites from the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 105, 149-161.
- Alp, D., 1972. Amasya Yöresinin Jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Monografileri, 22, İstanbul, 135.
- Aoki, K. ve Shiba, L., 1973. Pyroxenes from LherzoUte Inclusions of Itinomegata, Japan, Lithos, 6, 41-51.
- 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. Constrains 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., 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. 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.
- Arslan, M. ve Aliyazıcıoğlu, İ., 2001. Geochemical and Petrological Characteristics of the Kale (Gümüşhane) Volcanic Rocks: Implications for the Eocene Evolution of Eastern Pontide Arc Volcanism, Northeast Turkey, *International Geology Review*, 43, 595-610.
- 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., Temizel İ., Abdioğlu E., Kolaylı H., Yücel C., Boztuğ D., et al., 2013. ⁴⁰Ar–³⁹Ar dating, whole-rock and Sr–Nd–Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin, *Contributions to Mineralogy and Petrology*.
- Aslan, Z., 2010. U-Pb zircon SHRIMP age, geochemical and petrographical characteristics of tuffs within calc-alkaline Eocene volcanics around Gümüşhane (NE Turkey), Eastern Pontides, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 187, 3, 329-346.
- Aydın, F., 2003. Değirmendere vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD-Türkiye) volkanitlerinin mineral kimyası, petrolojisi ve petrojenezi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, F., Karsli, O. ve Chen, B., 2008. Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, *Lithos*, 104, 249-266.
- Aydın, F., Thompson, R., Karsli, O., Uchida, H., Burt, J.B. ve Downs, R.T., 2009. C2/c pyroxene phenocrysts from there potassic series in Neogene alkaline volcanics, NE Turkey: their crystal chemistry with petrogenetic significance as a indicator of P-T conditions, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 158, 131-147.
- Aydınçakır, E., 2012. Borçka (Artvin, KD-Türkiye) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi, Jeokimyası ve Petrojenezi, Doktora Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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.
- Badgley, P.C., 1959. Stratigraphy and petroleum possibilities of the Sinop region, Tidewater-Atlantic-Texaco Exploration Group, Petrol Dairesi Başkanlığı Teknik Arşivi, Ankara.

- Barka, A.; Sütçü, Y., Tekin, F., Gedik, İ., Karabıyıkoglu, M., Saraç, G., Önal, Ö., Arel, G. ve Özdemir, M., 1983. Sinop yarımadasının jeolojisi ve tektonik evrimi: TJK 1983 Kurultayı Tebliği, 55s.
- 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.
- 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., Taslı, K., Akdag, 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., Sen, C., Atici, Y. ve Köprübasi, 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.
- Blumenthal, M., 1940. Boyabat ve Karadeniz arasındaki Pontid silsilelerinin jeolojisi hakkında rapor, MTA Rapor No: 1067.
- Blumenthal, M.M., 1948. Bolu civarı ile Aşağı Kızılırmak mecrası arasındaki Kuzey Anadolu silsilesinin jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, B. 13,85-126.
- Bowen, N. L., 1956. The Evolution of the Igneous Rocks. Dover Publication, New York, 332.
- Boztuğ, D. ve Tatar, S., 1997, Magmatik petrojenez çalışmalarında kısmi erime, magma karışımı-asimilasyon, fraksiyonel kristallenme ve asimilasyonfraksiyonel kristalleşme süreçlerinin jeokimyasal modellemesi, Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeoloji mühendisleri odası yayını, Mayıs 50, 8-21.
- 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.

- Cabanis, B., and Lecolle, M., 1989. Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de melange et/ou de contamination crustale, C.R. Acad. Sci. Ser. II, 309, 2023-2029.
- Chorowicz, J., Dhont, D. ve Adiyaman, O., 1998. Black-Sea Pontid relationship: Interpretation in Terms of subduction. In: Third International Turkish Geology Symposium, Ankara, Turkey, 258.
- Cohen, R.S., O'Nions, R.K. ve Dawson, J.B., 1984. Isotope Geochemistry of Xenoliths from East Africa: Implications for Development of Mantle Reservoirs and their Interaction, Earth and Planetary Science Letters, 68, 209-220.
- Cox, K.G., Bell, J.D., and Pankhurst, R.J., 1984. The Interpretation of Igneous Rocks, London. George Allen and Unwin, 450p
- 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., 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. 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrografik ve Jeokronolojik Araştırmalar, İTÜ Kütüphanesi, 1034, 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.
- Dawson, J.B., 1987. Metasomatized Harzburgites in Kimberlite and Alkaline Magmas: Enriched Restites and "Flushed" Lherzolites. In: Menzies, M.A., Hawkesworth, C.J., (eds), Mantle Metasomatism, Academic Press, London, 125-144.
- DeBari, S.M. ve Coleman, R.G., 1989. Examination of the Deep Levels of an Island Arc: Evidence from the Tonsina Ultramafic-Mafic Assemblage, Tonsina, Alaska, J. Geophys. Res., 94, 4373-4391.
- Defant, M.J., Maury, R.C., Ripley, E.D., Feigenson, M.D. ve Jacques, 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., 1981. Trace Element and Isotopic Effects of Combined Wallrock Assimilation and Fractional Crystallization, Earth and Planetary Science Letters, 53, 189-202.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. ve Bonnin, J., 1973. Plate tectonics and evolution of the Alpine system, *Geological Society of America Bulletin*, 84, 3137- 3180.
- Dilek, Y., Imamverdiyev, N. ve Altunkaynak, Ş., 2010. Geochemistry and tectonics of Cenozoic volcanism in the Lesser Caucasus (Azerbaijan) and the peri-Arabian region: collision-induced mantle dynamics and its magmatic fingerprint, International Geology Review, 52, 4-6, 536-578.
- 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.
- Edwards, A., Menzies, M. ve Thirlwall, M., 1991. Evidence from Muriah, Indonesia, for the interplay of supra-subduction zone and intraplate processes in the genesis of potassic alkaline magmas. J. Petrol., 32, 3, 555-592.
- Eichelberger, J.C., 1978. Andesitic Volcanism and Crustal Evolution, Nature, 275, 21-27
- Eğin, D., Hirst, D.M. ve Phillips, R., 1979. The petrology and geochemistry of volcanic rocks from the northern Harşit river area, Pontid Volcanic Province, Northeast Turkey, Journal of Volcanol. Geotherm. Res., 6, 105-123.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983. Pontidler'deki volkanizma: Jeoloji Mühendisliği Derg., 18, 3-22.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the eastern Pontide orogenic belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey, International Geology Review, 52, 2-3, 142-186.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Santosh, M., Dudas, F.O. ve Akaryalı, E., 2011a, Transition from shoshonitic to adakitic magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: implications for slab window melting, Gondwana Research, 19, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Chung, S.L. ve Akaryalı, E., 2011b. Migration magmatism in a continental arc: Geodynamics of the Eastern Mediterranean revisited, Journal of Geodynamics, 52, 2-15.

- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Bektaş, O. ve Ayhan, S., 2011c. Arc magmatism as a window to plate kinematics and subduction polarity: Example from the eastern Pontides belts, NE Turkey, *Geoscience Frontiers*, 2, 1, 49-56.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O. ve Pul, D., 2007. Mid-Cretaceous olistostromal ophiolitic melange developed in the back-arc basin of the eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey), *International Geology Review*, 49, 12, 1103-1126.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Bektaş, O. ve Chung, S.L., 2011d. Late Triassic subduction-related ultramafic-mafic magmatism in the Amasya region (eastern Pontides, NE Turkey): Implications for the ophiolite conundrum in Eastern Mediterranean, *Journal of Asian Earth Sciences*, 42, 234-257.
- Faure, G. ve Mensing, T.M., 2005. *Isotopes: Principles and Applications*, 3rd ed. John Wiley and Sons, USA, 897p.
- Fitton, J.G., James, D., Kempton, P.D., Ormerod, D.S. ve Leeman, W.P., 1988. Role of lithospheric mantle in the generation of Late Cenozoic basic magmas in the western U.S., in Menzies, M.A., and Cox, K.G., eds., *Oceanic and continental lithosphere: Similarities and differences: J. Petrol. Spec.*, 331-349.
- 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.
- Gayle, R.B., 1959. *Geology of the Sinop Region*, Tidewater-Atlantic-Texaco Exploration Group, Petrol Dairesi Başkanlığı Teknik Arşivi, Ankara.
- Gedik, A. ve Korkmaz, S., 1984. Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları, MTA Rapor No: 7575.
- Gedik, A., Ercan, T. ve Korkmaz, S., 1984. Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) havzasının jeolojisi ve volkanik kayaçlarının petrolojisi, *MTA Enst. Derg.*, 99-100, 34-50.
- Gerlach, D.C. ve Grove, T.L., 1982. Petrology of Medicine Lake Highland Volcanics: Characterization of end Members of Magma Mixing, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 80, 147-159.
- Gill, J.B., 1981. *Orogenic Andesites and Plate Tectonics*, Springer, Berlin, 390p.
- Grove, T.L., Gerlach, D.C. ve Sando, T.W., 1982. Origin of Calcalkalic Lavaş at Medicine Lake Volcano by Fractionation, Assimilation and Mixing. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 80, 160-182.

- Göksu, E., 1974. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Samsun Paftası açıklaması, MTA yayını, Ankara.
- Gürsoy, H., Öztürk, A. ve İnan, S., 1983. Kelkit (Gümüşhane) ve yakın dolayının tektonostratigrafik gelişimi, A. Suat Erk Sempozyumu, Bildiriler kitabı, 53-64.
- Hammarstrom, J. M. ve Zen, E., 1986. Aluminum in hornblende: An empirical igneous geobarometer, American Mineralogist, 71, 1297-1313.
- Hakyemez Y., Tekin F., Erkal T., Karabıyıkoglu M., Mengi H., 1989. Çarşamba (samsun) dolayının jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi, Rapor.
- 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.
- 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.
- 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, M., Michard, A. ve Albrède, F., 1986, The Pb-Sr-Nd isotope geochemistry of some recent circum-Mediterranean granites, Contrib. Mineral. Petrol., 92, 331-340.
- Karlı, O., Aydın, F. ve Sadıklar, B., 2004. The morphology and chemistry of K-feldspar megacrysts from İkizdere Pluton: evidence for acid and basic magma interactions in granitoid rocks, NE Turkey, Chemie der Erde-Geochemistry, 64, 155-170.
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., 2007. Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sarıççek 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.

- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Bin, C., Kandemir, R. ve Wijbrans, J.R., 2010a. Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calc-alkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit pluton, Eastern Turkey, Contribution to Mineralogy and Petrology, 160, 467-487.
- Kaygusuz, A., Siebel W., Şen, C. ve Satir, M., 2008. Petrochemistry and petrology of I-type granitoids in an arc setting: the composite Torul pluton, Eastern Pontides, NE Turkey, International Journal of Earth Sciences, 97, 739-764.
- Kaygusuz, A. ve Aydınçakır, E., 2009. Mineralogy, whole rock and Sr-Nd isotope geochemistry of mafic microgranular enclaves in Cretaceous Dağbaşı granitoids, eastern Pontides, NE Turkey: evidence of magma mixing, mingling, and chemical equilibration, Chemie der Erde-Geochemistry, 69, 247-277.
- Kaygusuz A. ve Aydınçakır, E., 2011. U-Pb zircon SHRIMP ages, geochemical and Sr-Nd isotopic compositions of Cretaceous plutons in the eastern Pontides (NE Turkey): The Dağbaşı pluton, Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 188, 3, 211-233.
- Keçik, A., 1978. Samsun Çevresi Hidrojeolojik Etüd Raporu: D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısulan Dairesi Başkanlığı 42 s., Yayınlanmamış.
- 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.
- Ketin, İ. ve Gümüş, A., 1963. Sinop-Ayancık arasında III.Bölgeye dahil sahaların jeolojisi, TPAO Raporu, Rapor No: 288.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, Miner. Res. Expl. Bull., 66, 0-34.
- Korkmaz, S., 1984. Geological and geochemical investigation of the northeastern part of Boyabat (Sinop) from the point of petroleum possibilities. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Ph.D. Thesis, 193 p. (in Turkish with English Abstract, unpublished).
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984. Demirözü (Bayburt) güneyinin stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 5, 107-115.
- Kurt, İ., Özkan, M., Karlı, Ş. ve Çolak T. 2005. Keşap (Giresun) - Çarşıbaşı (Trabzon) - Torul (Gümüşhane) Arasının Jeolojisi, MTA raporu, Trabzon.
- 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.

- 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.
- 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., and Hart, S.R., 1978, A general mixing equation with applications to Icelandic Basalts. Eart Planet Sci. Lett., 37, 380-92.
- 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.
- 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 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.
- Luhr, J. F., Carmichael, I. S. E. ve Varecamp, J. C., 1984. The 1982 eruptions of El Chichón volcano, Chiapas, Mexico: mineralogy and petrology of the anhydrite-bearing pumices. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 23, 69–108.
- Meschede, M., 1986. A method of discriminating between different types of midocean ridge basalts and continental Sayit ve Göncüoğlu 189 tholeites with the Nb-Zr-Y diagram, Chemical Geology, 56, 207-218.
- 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.
- Morimoto, M., 1988. Nomenclature pyroxenes, Mineralogical Magazine, 52, 535-550.
- Nimis, P., 1995. A Clinopyroxene Geobarometer for Basaltic Systems Based on Crystal Structure Modeling, Contributions to Mineralogy and Petrology, 121, 115- 125.

- Okay, A.I. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: Robinson, A.G.(Editor), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, Am. As. Petr. Geol., 68, 291-311.
- Okay, A. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Serane, M. (Eds.), The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen, Geological Society, London, Special Publications, 156, 475-515.
- Özbeşikçi, A., Kırıcı, M. ve Uysal, M., 1981. Ordu–Giresun–Gümüşhane-Samsun yörelerindeki manganez zuhurlarına ait prospeksiyon raporu, MTA. Ankara.
- Özsayar, T., Gedikoglu, A. ve Pelin, S. 1981. Artvin Yöresi Yastık-Lavların Yaşına İlişkin Paleontolojik Veriler, KTÜ.,Yerbilimleri Dergisi, 1, 1, 38-42.
- Pearce, J.A., and Cann, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. Earth and Planetary Science Letters, 19, 290-300.
- Pearce, J.A. ve Norry, M.C., 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. Contrib. Mineral. Petrol., 69, 33-47.
- Pearce, J.A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margin. In; Hawkesworth, C. J. and Norry, M. J. (Eds) Continental Basalts and Mantle Xenoliths, 230-249 pp.
- 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.G., 1990. Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. J. Vol. Geotherm. Res., 44, 189-229.
- Peccerillo, A., Dallai, L., Frezzotti, M.L. and 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) Güneydogu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, K.TÜ. Yayinlari, 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.
- 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.

- Rice, S.P., Roberson, A.H.F, Ustaömer, T., İnan, T. ve Taslı, K., 2009. Late Cretaceous-early Eocene tectonic development of the Tethyan suture zone in the Erzincan area, eastern Pontides, Turkey, Geological Magazine, 146, 4, 567-590.
- Rollinson, H.R. 1993. Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation. John Wiley & Sons Inc. 352p. New York.
- Seymour, K.S.T., and Vlassopoulos, D., 1992. Magma mixing at Nisyros volcano, as inferred from incompatible trace element systematic. Journal Volcanology and Geothermal Research, 50, 273-299.
- 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 Carolina, American Mineralogist, 72, 863-878.
- Stolz, A.J., Jochum, K.P., Spettel, B. ve Hofmann, A.W., 1996. Fluid and melt related enrichment in the subarc mantle: evidence from Nb/Ta variations in island arc basalts. Geology, 24, 587-590.
- 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.
- 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
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., 1985. The Continental Crust, Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford, 312p.
- Temizel, İ., 2002. İkizce (Ünye-Ordu) yöresi volkanik kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 152s.
- 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., 2008. Ulubey (Ordu-KD Türkiye) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi, Petrokimyası, ^{40}Ar - ^{39}Ar Jeokronoloji, Sr-Nd İzotop Jeokimyası ve Petrojenezi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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.
- Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G. ve Peucat, J.J., 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematic of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: implications for extension-related origin and mantle source characteristics, Lithos, 128, 126-147.
- Terlemez, İ. ve Yılmaz, A., 1980. Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi, TJK Bülteni, 23/2, 179-192, Ankara.
- Thompson, R.N., 1977. Primary basalts and magma genesis, Contributions to Mineralogy and Petrology, 60, 91-108.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Eosen Yaşlı Kalkalkalen Andezitler ve Jeotektonizma, TJK Bülteni, 20,1, 49-54.
- Tokel, S., 1981. Plaka Tektoniğindeki Magmatik Yerleşimler ve Jeokimya: Türkiye'den Örnekler, Yeryuvarı ve İnsan, 6, 53-65.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, 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, 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.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Wemer, O. ve Schwarz, W.H., 2004a. Aluminous granulites from the Pulur complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallization, Lithos, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A., 2005. Postcollisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441-455.

- Topuz, G., Altherr, R., Wolfgang, S., Schwarz, W.H., Zack, T., Hasanözbeğ, A., Mathias, B., Satır, M. ve Şen, C., 2010. Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane pluton (NE Turkey), Lithos, 116, 92-110.
- Turnaoğlu, Ö., 1979. Samsun ile Neojen kilinin jeoteknik özellikleri: istanbul Üniv. Yerbilimleri Fak. Jeol. Müh. Böl., Jeoloji Yüksek Mühendisliği Diploma Çalışması, 28s. Yayımlanmamış.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H.F.A., 1996. Paleotethyan tectonic evolution of the North Tethyan margin in the central Pontids, N Turkey. In: Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E., Örcen, S. (Eds.), Proceedings of the International Symposium on the Geology of the Black Sea Region, Ankara, 24-33.
- Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis, Oxford University Pres. 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.
- Verma, S.P., 1999, Geochemistry of evolved magmas and their relationship to subduction-unrelated mafic volcanism at the volcanic front of the central Mexican Volcanic Belt, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 93, 151-171.
- Vollmer, R., 1976. Rb-Sr and U-Th-Pb systematics of alkaline rocks: the alkaline rocks from Italy . Geochim. Cosmochim. Acta., 40, 283-95.
- 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., 1997b. Geology and tectonics of the Pontides, In: Robinson, A.G. (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, Memoir, American Association of Petroleum Geologists, 68, 183–226.
- Yalçınlar, I., 1955. Recherches structurales et Geomorphologiques dans la region orientale de la Mer Noire: Review of the Geogr. Inst. of Istanbul Univ., No. 2.
- Yoldaş, R., Balkıray, K., Granit, S., Korkmaz, S., Didik, S., Kalkan, İ., Ağrıdağ, D.S. ve Besbelli, B., 1985. Samsun ve dolayının (Kızılırmak-Yeşilirmak arasındaki Bölgenin) jeolojisi ve petrol olanaklarına ilişkin rapor, MTARapor No: 8130.
- Yücel, E., ve Gürel, N., 1978. Samsun metropolitan alanındaki toprak kayma bölgelerinin jeo-mühendislik ve jeomorfolojik ön raporu: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 10 s., yayımlanmamış.

7.EKLER

Ek Tablo 1. Bazaltlardaki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>
	Plg1 Merkez Feno	Plg-2 Merkez Mikro	Plg-3 Merkez Mikro	Plg-4 Merkez Feno	Plg-4 Kenar Feno	Plg-5 Merkez Feno	Plg-5 Kenar Feno	Plg-6 Merkez Feno
SiO ₂	46.02	50.60	45.80	46.09	52.53	44.97	44.98	45.52
TiO ₂	0.06	0.00	0.05	0.00	0.02	0.08	0.00	0.05
Al ₂ O ₃	34.57	29.98	34.30	34.24	29.61	34.24	34.34	34.62
FeO	0.69	0.94	0.76	0.73	0.91	0.77	0.57	0.62
MnO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	0.00
MgO	0.00	0.05	0.07	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03
CaO	18.23	13.48	18.14	17.95	12.52	17.91	18.07	18.80
Na ₂ O	1.28	3.50	1.03	1.34	4.15	0.85	1.05	1.06
K ₂ O	0.03	0.34	0.05	0.06	0.47	0.08	0.06	0.06
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.01	0.09	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
Toplam	100.92	98.97	100.27	100.44	100.24	98.99	99.18	100.79

Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	8.43	9.35	8.44	8.48	9.55	8.40	8.38	8.37
Ti	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Al	7.46	6.53	7.45	7.42	6.35	7.53	7.54	7.50
Fe ⁺²	0.11	0.15	0.12	0.11	0.14	0.12	0.09	0.10
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Ca	3.58	2.67	3.58	3.54	2.44	3.58	3.61	3.70
Na	0.45	1.25	0.37	0.48	1.46	0.31	0.38	0.38
K	0.01	0.08	0.01	0.01	0.11	0.02	0.01	0.01
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Toplam	20.06	20.05	20.01	20.05	20.06	19.99	20.04	20.07
An	88.59	66.69	90.42	87.79	60.82	91.61	90.22	90.45
Ab	11.21	31.29	9.27	11.87	36.44	7.88	9.46	9.21
Or	0.20	2.01	0.31	0.34	2.74	0.51	0.33	0.34

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>
	Plg-1- Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-2 Kenar Feno	Plg-3 Merkez Feno	Plg-3 Kenar Feno	Plg-4 Merkez Mikro	Plg-5 Merkez Mikro
SiO₂	48.82	53.99	44.99	48.05	45.96	51.20	50.32	50.87
TiO₂	0.00	0.03	0.00	0.04	0.06	0.00	0.03	0.02
Al₂O₃	32.52	28.20	35.21	33.12	34.15	30.65	26.50	30.76
FeO	0.88	0.84	0.62	0.71	0.74	0.83	0.74	0.83
MnO	0.00	0.00	0.03	0.05	0.00	0.06	0.08	0.00
MgO	0.07	0.07	0.03	0.08	0.00	0.07	0.13	0.06
CaO	15.92	11.59	18.62	16.40	17.95	14.33	14.27	13.78
Na₂O	2.44	4.46	1.00	1.92	1.33	3.33	4.34	3.37
K₂O	0.28	0.72	0.03	0.10	0.16	0.31	0.58	0.40
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.92	99.91	100.54	100.48	100.35	100.77	96.98	100.09
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.90	9.82	8.28	8.79	8.47	9.30	9.57	9.29
Ti	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	6.98	6.05	7.64	7.14	7.42	6.56	5.94	6.62
Fe⁺²	0.13	0.13	0.10	0.11	0.11	0.13	0.12	0.13
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.04	0.01
Ca	3.11	2.26	3.67	3.21	3.54	2.79	2.91	2.70
Na	0.86	1.57	0.36	0.68	0.47	1.17	1.60	1.19
K	0.06	0.17	0.01	0.02	0.04	0.07	0.14	0.09
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.07	20.02	20.08	19.99	20.07	20.04	20.33	20.04
An	77.06	56.49	90.97	81.99	87.40	69.11	62.54	67.69
Ab	21.34	39.31	8.83	17.39	11.70	29.10	34.45	29.95
Or	1.60	4.20	0.20	0.62	0.90	1.79	3.01	2.35

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-9-3</u>	<u>S-9-3</u>	<u>S-9-4</u>	<u>S-9-4</u>	<u>S-9-4</u>	<u>S-9-4</u>	<u>S-9-4</u>	<u>S-9-5</u>
	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Mikro	Plg-3 Merkez Feno	Plg-3 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno
SiO₂	44.87	45.16	45.31	47.40	54.84	45.07	51.27	45.33
TiO₂	0.06	0.08	0.02	0.07	0.00	0.09	0.04	0.05
Al₂O₃	35.26	35.00	34.59	33.34	28.53	34.15	30.44	33.74
FeO	0.53	0.64	0.69	0.99	0.83	1.02	0.93	0.66
MnO	0.10	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00
MgO	0.01	0.00	0.04	0.01	0.09	0.04	0.03	0.05
CaO	18.25	18.86	17.83	17.40	11.54	17.55	14.55	17.65
Na₂O	0.87	0.75	0.91	1.64	4.03	1.29	3.16	1.04
K₂O	0.05	0.05	0.05	0.15	1.46	0.21	0.31	0.11
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.08	0.04	0.00	0.03	0.04	0.03	0.09	0.01
Toplam	100.07	100.57	99.42	101.02	101.37	99.48	100.82	98.61
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.29	8.31	8.41	8.67	9.85	8.40	9.31	8.48
Ti	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Al	7.68	7.59	7.57	7.18	6.04	7.50	6.52	7.44
Fe⁺²	0.08	0.10	0.11	0.15	0.12	0.16	0.14	0.10
Mn	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01
Ca	3.61	3.72	3.54	3.41	2.22	3.50	2.83	3.54
Na	0.31	0.27	0.33	0.58	1.40	0.47	1.11	0.38
K	0.01	0.01	0.01	0.03	0.33	0.05	0.07	0.03
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	20.02	20.02	19.98	20.04	20.00	20.10	20.01	19.99
An	91.80	93.05	91.33	84.67	56.11	87.15	70.51	89.79
Ab	7.91	6.69	8.40	14.47	35.46	11.59	27.69	9.56
Or	0.29	0.26	0.27	0.86	8.43	1.27	1.80	0.65

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-6</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Mikro	Plg-3 Merkez Feno	Plg-4 Merkez Feno	Plg-4 Kenar Feno	Plg-1 Merkez İnk	Plg-1 Kenar İnk	Plg-2 Merkez Feno
SiO₂	45.48	54.06	49.20	50.56	53.66	45.33	45.66	51.66
TiO₂	0.00	0.06	0.03	0.03	0.01	0.09	0.09	0.08
Al₂O₃	33.52	27.97	32.25	30.66	29.29	35.06	34.41	30.33
FeO	0.76	0.75	0.57	1.29	0.74	0.54	0.65	0.82
MnO	0.04	0.03	0.08	0.05	0.07	0.03	0.15	0.00
MgO	0.18	0.10	0.10	0.26	0.10	0.01	0.08	0.09
CaO	17.68	11.47	15.16	14.26	12.08	18.50	18.16	13.70
Na₂O	0.97	4.20	2.68	3.18	4.34	0.81	1.16	3.61
K₂O	0.09	0.69	0.21	0.49	0.56	0.06	0.11	0.51
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.00	0.04	0.02	0.00	0.06	0.00	0.08	0.00
Toplam	98.72	99.36	100.31	100.77	100.91	100.42	100.56	100.79
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.51	9.87	8.99	9.22	9.67	8.34	8.40	9.37
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al	7.39	6.02	6.94	6.59	6.22	7.60	7.47	6.48
Fe⁺²	0.12	0.11	0.09	0.20	0.11	0.08	0.10	0.12
Mn	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Mg	0.05	0.03	0.03	0.07	0.03	0.00	0.02	0.02
Ca	3.54	2.24	2.97	2.78	2.33	3.65	3.58	2.66
Na	0.35	1.49	0.95	1.12	1.52	0.29	0.41	1.27
K	0.02	0.16	0.05	0.11	0.13	0.01	0.03	0.12
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Toplam	19.99	19.94	20.03	20.10	20.03	20.00	20.06	20.07
An	90.47	57.64	74.81	69.25	58.63	92.36	89.03	65.72
Ab	8.97	38.21	23.95	27.94	38.11	7.31	10.30	31.34
Or	0.57	4.15	1.25	2.82	3.26	0.33	0.67	2.94

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>
	Plg-2 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-3 Merkez Mikro	Plg-4 Merkez Mega	Plg-4 Kenar Mega	Plg-5 Merkez Mikro
SiO₂	54.41	45.60	46.51	54.42	51.61	46.43	51.42	50.85
TiO₂	0.07	0.08	0.06	0.07	0.02	0.03	0.00	0.11
Al₂O₃	28.59	34.69	33.78	28.83	30.58	33.26	29.28	31.03
FeO	0.86	0.76	0.81	0.78	0.95	0.70	0.91	0.72
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
MgO	0.07	0.11	0.04	0.10	0.06	0.00	0.03	0.07
CaO	11.47	18.22	17.63	11.87	13.31	17.09	13.20	14.82
Na₂O	4.50	1.17	1.38	4.35	3.37	1.79	3.74	3.30
K₂O	0.60	0.13	0.13	0.62	0.34	0.15	0.50	0.25
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02
Toplam	100.70	100.77	100.33	101.04	100.37	99.45	99.15	101.17
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	9.81	8.38	8.56	9.78	9.38	8.62	9.48	9.21
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	6.08	7.51	7.33	6.11	6.55	7.27	6.36	6.62
Fe⁺²	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.11	0.14	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Mg	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02
Ca	2.22	3.59	3.48	2.29	2.59	3.40	2.61	2.88
Na	1.57	0.41	0.49	1.52	1.19	0.64	1.34	1.16
K	0.14	0.03	0.03	0.14	0.08	0.04	0.12	0.06
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	19.99	20.08	20.03	19.99	19.97	20.08	20.06	20.07
An	56.42	88.98	86.90	57.95	67.17	83.35	64.18	70.27
Ab	40.07	10.29	12.34	38.45	30.79	15.76	32.92	28.32
Or	3.51	0.73	0.76	3.59	2.04	0.88	2.89	1.41

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-9-8</u>	<u>S-9-8</u>	<u>S-9-8</u>	<u>S-9-8</u>	<u>S-10-1</u>	<u>S-10-2</u>	<u>S-10-2</u>	<u>S-10-2</u>
	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-3 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno
SiO₂	47.18	53.70	45.28	52.70	47.29	46.03	46.70	46.46
TiO₂	0.03	0.05	0.00	0.11	0.05	0.01	0.07	0.07
Al₂O₃	33.78	28.13	34.12	29.32	32.27	34.35	33.02	33.98
FeO	0.73	0.61	0.71	0.95	0.76	0.55	0.88	0.83
MnO	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.00	0.00	0.04
MgO	0.00	0.03	0.08	0.06	0.06	0.08	0.09	0.02
CaO	17.13	11.07	18.32	12.46	16.62	17.73	17.04	18.12
Na₂O	1.54	4.73	1.08	4.33	1.90	1.25	1.61	1.20
K₂O	0.10	0.69	0.08	0.22	0.11	0.06	0.08	0.07
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00				
Cr₂O₃	0.05	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.54	99.01	99.67	100.24	99.16	100.05	99.48	100.79
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.64	9.84	8.41	9.58	8.78	8.48	8.66	8.52
Ti	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
Al	7.29	6.07	7.47	6.28	7.07	7.46	7.21	7.34
Fe⁺²	0.11	0.09	0.11	0.14	0.12	0.08	0.14	0.13
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Mg	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
Ca	3.36	2.17	3.65	2.43	3.31	3.50	3.39	3.56
Na	0.55	1.68	0.39	1.53	0.68	0.45	0.58	0.43
K	0.02	0.16	0.02	0.05	0.03	0.01	0.02	0.02
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.99	20.04	20.06	20.05	20.03	20.01	20.02	20.02
An	85.51	54.14	89.90	60.59	82.35	88.42	85.02	88.95
Ab	13.90	41.85	9.63	38.12	16.99	11.25	14.52	10.62
Or	0.59	4.01	0.47	1.30	0.65	0.33	0.46	0.43

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-10-2</u>	<u>S-10-2</u>	<u>S-10-3</u>	<u>S-32-1</u>	<u>S-32-1</u>	<u>S-32-1</u>	<u>S-32-3</u>	<u>S-32-3</u>
	Plg-2 Kenar Feno	Plg-3 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Orta Feno
SiO₂	48.47	49.27	44.83	46.32	47.13	47.34	46.26	47.85
TiO₂	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.00	0.00	0.07
Al₂O₃	31.92	31.19	35.44	34.69	33.13	33.43	33.98	33.83
FeO	1.05	0.82	0.60	0.70	0.95	1.02	0.59	0.67
MnO	0.10	0.08	0.04	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00
MgO	0.02	0.13	0.03	0.04	0.02	0.07	0.03	0.02
CaO	16.20	14.70	18.40	17.64	17.04	16.82	17.97	16.84
Na₂O	2.27	2.92	0.76	1.28	1.70	1.74	1.26	1.92
K₂O	0.20	0.33	0.00	0.09	0.16	0.14	0.12	0.23
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	100.26	99.46	100.19	100.82	100.16	100.57	100.24	101.44
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.91	9.09	8.27	8.47	8.68	8.68	8.52	8.69
Ti	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	6.92	6.78	7.71	7.48	7.19	7.22	7.38	7.24
Fe⁺²	0.16	0.13	0.09	0.11	0.15	0.16	0.09	0.10
Mn	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca	3.19	2.90	3.64	3.46	3.36	3.30	3.55	3.27
Na	0.81	1.04	0.27	0.45	0.61	0.62	0.45	0.68
K	0.05	0.08	0.00	0.02	0.04	0.03	0.03	0.05
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.06	20.08	20.00	20.02	20.04	20.03	20.03	20.05
An	78.83	72.15	93.05	87.93	83.92	83.51	88.12	81.76
Ab	20.01	25.92	6.95	11.56	15.12	15.67	11.20	16.89
Or	1.16	1.93	0.00	0.51	0.96	0.81	0.69	1.35

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-32-3</u>	<u>S-32-3</u>	<u>S-32-3</u>	<u>S-32-4</u>	<u>S-32-5</u>	<u>S-32-5</u>	<u>S-32-5</u>	<u>S-32-5</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-2 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-2 Orta Feno	Plg-2 Kenar Feno
SiO₂	48.51	45.79	46.66	47.11	46.32	50.59	54.15	50.41
TiO₂	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.08	0.00	0.07
Al₂O₃	32.70	34.17	32.88	32.90	33.12	31.82	28.75	30.52
FeO	0.90	0.70	0.83	1.12	1.01	0.99	0.65	1.42
MnO	0.00	0.08	0.00	0.19	0.01	0.00	0.00	0.00
MgO	0.06	0.02	0.04	0.01	0.04	0.06	0.06	0.49
CaO	15.84	18.29	17.02	16.95	17.24	14.52	11.77	14.03
Na₂O	2.24	1.18	1.62	1.98	1.55	2.87	4.32	3.23
K₂O	0.22	0.09	0.13	0.18	0.22	0.34	0.54	0.34
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.00	0.02	0.01	0.04	0.09	0.03	0.05	0.04
Toplam	100.48	100.34	99.19	100.48	99.61	101.29	100.29	100.54
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	8.87	8.45	8.68	8.68	8.60	9.14	9.79	9.21
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Al	7.05	7.43	7.20	7.14	7.25	6.78	6.13	6.57
Fe⁺²	0.14	0.11	0.13	0.17	0.16	0.15	0.10	0.22
Mn	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.13
Ca	3.10	3.61	3.39	3.35	3.43	2.81	2.28	2.74
Na	0.80	0.42	0.58	0.71	0.56	1.01	1.51	1.14
K	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.08	0.13	0.08
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Toplam	20.03	20.06	20.03	20.12	20.07	20.00	19.96	20.11
An	78.57	89.05	84.65	81.73	84.87	72.16	58.18	69.16
Ab	20.14	10.43	14.56	17.23	13.83	25.82	38.62	28.83
Or	1.29	0.52	0.79	1.04	1.30	2.01	3.20	2.01

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

	<u>S-32-6</u>	<u>S-32-7</u>	<u>S-32-7</u>	<u>S-32-7</u>
	Plg-1 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno	Plg-2 Merkez Mikro	Plg-3 Merkez Feno
SiO₂	47.75	49.11	46.66	48.09
TiO₂	0.06	0.03	0.12	0.06
Al₂O₃	30.65	31.74	32.62	33.15
FeO	2.35	1.04	0.92	0.99
MnO	0.00	0.00	0.00	0.04
MgO	1.16	0.02	0.00	0.00
CaO	14.85	15.39	16.41	16.69
Na₂O	2.22	2.56	1.88	1.56
K₂O	0.21	0.19	0.19	0.18
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.02	0.00	0.03	0.02
Toplam	99.26	100.07	98.83	100.77
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.				
Si	8.90	9.01	8.71	8.78
Ti	0.01	0.00	0.02	0.01
Al	6.73	6.87	7.17	7.13
Fe⁺²	0.37	0.16	0.14	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	0.32	0.01	0.00	0.00
Ca	2.97	3.03	3.28	3.26
Na	0.80	0.91	0.68	0.55
K	0.05	0.04	0.05	0.04
P	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.15	20.03	20.05	19.94
An	77.71	76.01	81.86	84.66
Ab	21.01	22.90	16.99	14.28
Or	1.28	1.09	1.15	1.06

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 2. Bazaltlardaki klinopiroksenlerin mikroprob sonuçları

	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-1</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-2</u>	<u>S-9-3</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>
	Kpir-1 Merkez Feno	Kpir-2 Merkez Feno	Kpir -3 Merkez Feno	Kpir -1 Merkez Feno	Kpir -1 Kenar Feno	Kpir -1 Merkez Mikro	Kpir -1- Merkez Feno	Kpir -1 Kenar Feno
SiO₂	51.10	51.75	51.53	50.68	50.52	52.00	52.62	50.74
TiO₂	0.57	0.50	0.47	0.56	0.66	0.49	0.32	0.54
Al₂O₃	2.48	2.14	2.11	2.69	2.69	2.36	1.98	2.73
FeO	11.26	10.70	11.84	9.67	10.55	8.99	9.57	10.75
MnO	0.36	0.51	0.42	0.46	0.41	0.11	0.50	0.51
MgO	13.69	14.30	14.04	13.53	12.70	14.47	14.41	13.93
CaO	19.87	19.02	19.01	21.19	20.86	20.35	20.99	18.95
Na₂O	0.33	0.27	0.32	0.32	0.40	0.26	0.26	0.28
K₂O	0.05	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.03
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.03	0.01	0.03	0.04	0.09	0.04	0.02	0.00
Total	99.73	99.24	99.78	99.13	98.90	99.07	100.68	98.46

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.93	1.95	1.94	1.92	1.92	1.95	1.95	1.93
Ti	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
Al	0.11	0.10	0.09	0.12	0.12	0.10	0.09	0.12
Fe⁺²	0.35	0.34	0.37	0.31	0.34	0.28	0.30	0.34
Mn	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02
Mg	0.77	0.80	0.79	0.76	0.72	0.81	0.80	0.79
Ca	0.80	0.77	0.77	0.86	0.85	0.82	0.83	0.77
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.01	4.00	4.01	4.02	4.01	3.99	4.01	4.01
Mg[#]	68.42	70.43	67.88	71.39	68.21	74.15	72.86	69.80
Wo	41.65	40.23	39.79	44.55	44.61	42.85	43.27	40.56
En	39.92	42.10	40.87	39.59	37.78	42.38	41.34	41.49
Fs	18.43	17.68	19.34	15.86	17.61	14.77	15.40	17.95

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

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

Ek Tablo 2'nin devamı

	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-5</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-7</u>
	Kpir -2 Merkez Feno	Kpir -2 Kenar Feno	Kpir -3 Merkez Feno	Kpir -1 Merkez Feno	Kpir -1 Kenar Feno	Kpir -2 Merkez Feno	Kpir -3 Merkez Feno	Kpir -1 Merkez Feno
SiO₂	51.48	52.15	50.81	51.10	51.24	47.21	51.62	52.19
TiO₂	0.62	0.65	0.70	0.46	0.62	1.38	0.59	0.53
Al₂O₃	2.19	1.92	2.86	3.39	3.11	7.02	3.22	2.26
FeO	12.02	12.23	12.19	7.85	8.10	9.78	7.85	9.39
MnO	0.61	0.51	0.30	0.24	0.14	0.34	0.22	0.49
MgO	13.97	14.09	13.84	14.58	15.17	12.45	14.23	15.36
CaO	18.96	18.83	18.63	22.52	21.86	21.28	22.45	20.63
Na₂O	0.32	0.24	0.32	0.21	0.18	0.26	0.29	0.21
K₂O	0.03	0.03	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.19	100.64	99.69	100.36	100.42	99.72	100.47	101.06

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.93	1.95	1.92	1.90	1.90	1.78	1.91	1.93
Ti	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01
Al	0.10	0.08	0.13	0.15	0.14	0.31	0.14	0.10
Fe⁺²	0.38	0.38	0.38	0.24	0.25	0.31	0.24	0.29
Mn	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02
Mg	0.78	0.78	0.78	0.81	0.84	0.70	0.79	0.84
Ca	0.76	0.75	0.75	0.90	0.87	0.86	0.89	0.82
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.01	4.00	4.01	4.02	4.02	4.03	4.01	4.02
Mg[#]	67.44	67.25	66.93	76.80	76.95	69.41	76.38	74.47
Wo	39.68	39.24	39.30	46.03	44.35	46.01	46.41	41.82
En	40.68	40.86	40.63	41.45	42.82	37.47	40.93	43.33
Fs	19.64	19.90	20.07	12.52	12.83	16.51	12.66	14.85

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

Ek Tablo 2'nin devamı

	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-8</u>	<u>S-10-1</u>	<u>S-10-1</u>	<u>S-10-1</u>	<u>S-10-1</u>	<u>S-32-2</u>	<u>S-32-2</u>
	Kpir-2 Merkez Feno	Kpir -1 Merkez Mikro	Kpir -1 Merkez Feno	Kpir -1 Kenar Feno	Kpir -2 Merkez Feno	Kpir -3 Merkez Feno	Kpir -1 Merkez Feno	Kpir -2 Merkez Feno
SiO₂	51.96	51.21	48.70	47.31	51.93	51.05	50.76	51.55
TiO₂	0.51	0.66	0.73	1.01	0.66	0.54	0.58	0.58
Al₂O₃	1.78	2.23	5.19	6.63	2.41	2.86	3.09	2.38
FeO	12.95	12.41	9.14	8.14	10.29	7.99	9.00	10.55
MnO	0.57	0.78	0.22	0.24	0.53	0.23	0.35	0.22
MgO	13.95	13.40	12.10	12.61	13.22	14.59	13.68	13.82
CaO	17.67	18.29	21.68	21.87	20.18	22.02	21.00	20.78
Na₂O	0.21	0.31	0.42	0.20	0.35	0.23	0.33	0.30
K₂O	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.00	0.02	0.04	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00
Total	99.60	99.31	98.24	98.05	99.58	99.53	98.80	100.20

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.96	1.94	1.86	1.80	1.95	1.91	1.92	1.93
Ti	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Al	0.08	0.10	0.23	0.30	0.11	0.13	0.14	0.10
Fe⁺²	0.41	0.39	0.29	0.26	0.32	0.25	0.28	0.33
Mn	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg	0.78	0.76	0.69	0.72	0.74	0.81	0.77	0.77
Ca	0.71	0.74	0.89	0.89	0.81	0.88	0.85	0.83
Na	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.99	4.00	4.02	4.02	3.99	4.02	4.01	4.01
Mg[#]	65.75	65.81	70.24	73.43	69.60	76.49	73.03	70.03
Wo	37.45	39.24	47.49	47.78	43.31	45.35	44.63	43.07
En	41.12	39.99	36.88	38.34	39.46	41.80	40.44	39.87
Fs	21.43	20.77	15.63	13.88	17.23	12.85	14.93	17.06

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

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

Ek Tablo 2'nin devamı

	<u>S-32-2</u>	<u>S-32-3</u>	<u>S-32-3</u>	<u>S-32-5</u>	<u>S-32-5</u>
	Kpir-2 Kenar Feno	Kpir -1 Merkez Feno	Kpir -2 Merkez Feno	Kpir -1 Merkez Feno	Kpir -2 Merkez Feno
SiO₂	51.85	49.42	52.01	50.56	50.96
TiO₂	0.61	0.75	0.53	0.71	0.61
Al₂O₃	2.52	3.66	2.32	3.12	2.59
FeO	9.34	10.30	8.43	10.56	11.21
MnO	0.41	0.33	0.26	0.34	0.42
MgO	14.16	12.61	15.21	14.02	13.56
CaO	21.25	21.96	21.18	20.27	19.91
Na₂O	0.26	0.42	0.25	0.21	0.28
K₂O	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.07	0.00	0.11	0.04	0.00
Total	100.48	99.44	100.29	99.85	99.53

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.93	1.88	1.93	1.90	1.92
Ti	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Al	0.11	0.16	0.10	0.14	0.12
Fe⁺²	0.29	0.33	0.26	0.33	0.35
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.78	0.71	0.84	0.79	0.76
Ca	0.85	0.89	0.84	0.82	0.81
Na	0.02	0.03	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	4.01	4.04	4.01	4.02	4.01
Mg[#]	72.99	68.58	76.29	70.31	68.31
Wo	44.04	46.19	43.30	42.21	41.88
En	40.84	36.90	43.26	40.63	39.70
Fs	15.12	16.90	13.45	17.16	18.41

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

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

Ek Tablo 3. Bazaltlardaki olivinlerin mikroprob analiz sonuçları

	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-6</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-9-7</u>	<u>S-10-3</u>
	Ol-1	Ol-2	Ol-1	Ol-2	Ol-1
	Merkez	Merkez	Merkez	Merkez	Merkez
	Feno	Feno	Feno	Feno	Feno
SiO₂	50.59	51.37	52.26	52.97	52.67
TiO₂	0.09	0.06	0.06	0.00	0.00
Al₂O₃	3.44	3.53	3.00	2.08	3.65
FeO	21.06	20.12	21.02	17.50	13.60
MnO	0.16	0.11	0.20	0.00	0.16
MgO	12.89	12.41	13.56	15.84	18.57
CaO	2.05	2.39	2.03	1.49	1.30
Na₂O	0.16	0.12	0.08	0.10	0.08
K₂O	0.21	0.13	0.23	0.22	0.21
Cr₂O₃	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	90.64	90.23	92.43	90.22	90.23
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	1.38	1.40	1.39	1.42	1.38
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.11	0.11	0.09	0.07	0.11
Fe⁺²	0.48	0.46	0.47	0.39	0.30
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.52	0.50	0.54	0.63	0.73
Ca	0.06	0.07	0.06	0.04	0.04
Na	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
K	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	2.57	2.55	2.57	2.56	2.57
Mg[#]	52.18	52.38	53.48	61.74	70.88
Fo	49.24	48.84	50.57	59.26	68.44
Fa	45.13	44.40	43.98	36.73	28.12

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

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

Ek Tablo 4. Bazaltlardaki Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	S-9-1 Opq-1 Merkez	S-9-2 Opq-1 Merkez	S-9-2 Opq-2 Merkez	S-9-3 Opq-1 Merkez	S-9-4 Opq-1 Merkez	S-9-5 Opq-1 Merkez
SiO ₂	0.79	1.72	0.31	0.42	0.09	0.15
TiO ₂	7.31	7.38	7.59	9.43	6.56	7.15
Al ₂ O ₃	3.83	2.53	2.28	3.03	6.71	7.30
Cr ₂ O ₃	0.00	0.06	0.00	0.13	0.06	0.02
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	79.78	77.97	79.28	80.37	78.83	77.13
MnO	0.50	0.83	0.71	0.64	0.63	0.53
MgO	1.26	1.52	1.52	0.80	2.75	3.56
CaO	0.13	0.23	0.00	0.08	0.04	0.00
Toplam	93.79	92.57	91.73	94.91	95.67	95.88
Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır.						
Si	0.24	0.52	0.09	0.12	0.03	0.04
Ti	1.65	1.69	1.76	2.12	1.42	1.53
Al	1.36	0.91	0.83	1.07	2.27	2.45
Cr	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺³	10.87	10.65	11.46	10.41	10.83	10.40
Fe ⁺²	9.15	9.24	8.97	9.70	8.10	7.94
Mn	0.13	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13
Mg	0.56	0.69	0.70	0.36	1.18	1.51
Ca	0.04	0.07	0.00	0.03	0.01	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	8.13	11.99	13.44	13.25	13.05	11.06
Fe ₂ O ₃	48.80	41.71	41.81	40.43	42.10	45.87
FeO	35.92	38.81	40.07	40.48	41.16	37.43

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 4'ün devamı

Örnek	S-9-6 Opq-1 Merkez	S-9-6 Opq-2 Merkez	S-9-7 Opq-1 Merkez	S-9-8 Opq-1 Merkez	S-10-3 Opq-1 Merkez	S-32-2 Opq-1 Merkez
SiO ₂	0.79	1.72	0.31	0.42	0.09	0.15
TiO ₂	7.31	7.38	7.59	9.43	6.56	7.15
Al ₂ O ₃	3.83	2.53	2.28	3.03	6.71	7.30
Cr ₂ O ₃	0.00	0.06	0.00	0.13	0.06	0.02
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	79.78	77.97	79.28	80.37	78.83	77.13
MnO	0.50	0.83	0.71	0.64	0.63	0.53
MgO	1.26	1.52	1.52	0.80	2.75	3.56
CaO	0.13	0.23	0.00	0.08	0.04	0.00
Toplam	93.79	92.57	91.73	94.91	95.67	95.88
Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır.						
Si	0.24	0.52	0.09	0.12	0.03	0.04
Ti	1.65	1.69	1.76	2.12	1.42	1.53
Al	1.36	0.91	0.83	1.07	2.27	2.45
Cr	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺³	10.87	10.65	11.46	10.41	10.83	10.40
Fe ⁺²	9.15	9.24	8.97	9.70	8.10	7.94
Mn	0.13	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13
Mg	0.56	0.69	0.70	0.36	1.18	1.51
Ca	0.04	0.07	0.00	0.03	0.01	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	11.76	7.32	11.71	12.65	5.01	10.14
Fe ₂ O ₃	42.67	48.93	42.30	41.16	49.51	47.44
FeO	38.91	34.65	38.98	40.15	29.73	37.94

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 5. Trakiandezitik doma ait feldispatların mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>S-26-2</u>	<u>S-26-2</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-4</u>
	Plg-1 Merkez Feno	Plg-2 Kenar Mikro	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-3 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Orta-1 Feno	Plg-1 Orta-2 Feno
SiO ₂	57.95	58.11	58.34	60.37	59.63	56.30	56.75	56.83
TiO ₂	0.01	0.95	0.00	0.09	0.00	0.00	0.02	0.02
Al ₂ O ₃	26.51	25.27	25.61	25.46	25.84	27.22	27.22	27.11
FeO	0.32	0.33	0.28	0.16	0.23	0.29	0.22	0.17
MnO	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
MgO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
CaO	8.64	8.34	8.10	6.80	7.45	9.31	9.25	8.79
Na ₂ O	6.48	6.39	6.54	7.32	6.74	6.00	6.39	6.32
K ₂ O	0.40	0.79	0.69	0.70	1.18	0.53	0.45	0.44
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.13	0.03	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Toplam	100.46	100.27	99.63	100.90	101.09	99.65	100.33	99.78
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	10.36	10.43	10.50	10.68	10.58	10.17	10.19	10.24
Ti	0.00	0.13	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	5.58	5.34	5.43	5.31	5.40	5.80	5.76	5.75
Fe ⁺²	0.05	0.05	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ca	1.66	1.60	1.56	1.29	1.42	1.80	1.78	1.70
Na	2.24	2.22	2.28	2.51	2.32	2.10	2.22	2.21
K	0.09	0.18	0.16	0.16	0.27	0.12	0.10	0.10
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.01	19.97	20.00	19.99	20.01	20.04	20.10	20.04
An	41.47	40.02	39.03	32.57	35.40	44.77	43.31	42.37
Ab	56.24	55.48	57.03	63.46	57.95	52.21	54.16	55.11
Or	2.29	4.50	3.94	3.97	6.65	3.02	2.53	2.51

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez İnk.	Plg-3 Merkez İnk.	Plg-4 Kenar Feno	Plg-5 Merkez Feno	Plg-5 Orta-1 Feno	plg-5 Orta-2 Feno
SiO ₂	57.69	55.01	58.62	59.94	58.48	58.14	59.43	57.22
TiO ₂	0.07	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.06
Al ₂ O ₃	27.30	28.44	26.15	25.04	26.35	26.36	25.23	26.88
FeO	0.29	0.14	0.14	0.19	0.32	0.26	0.24	0.31
MnO	0.05	0.07	0.03	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00
MgO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00
CaO	8.64	10.64	8.20	6.77	7.99	8.62	7.22	9.35
Na ₂ O	6.29	5.58	6.78	7.47	6.85	6.63	7.19	6.15
K ₂ O	0.44	0.33	0.50	0.69	0.56	0.54	0.70	0.43
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
Toplam	100.79	100.21	100.42	100.12	100.63	100.69	100.02	100.39
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	10.27	9.92	10.46	10.70	10.43	10.38	10.63	10.25
Ti	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	5.73	6.04	5.50	5.27	5.54	5.54	5.32	5.68
Fe ⁺²	0.04	0.02	0.02	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05
Mn	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	1.65	2.06	1.57	1.29	1.53	1.65	1.38	1.80
Na	2.17	1.95	2.35	2.59	2.37	2.29	2.49	2.14
K	0.10	0.07	0.11	0.16	0.13	0.12	0.16	0.10
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Toplam	19.99	20.07	20.02	20.04	20.05	20.05	20.03	20.02
An	42.05	50.39	38.90	32.07	37.97	40.55	34.27	44.55
Ab	55.38	47.78	58.25	64.04	58.86	56.42	61.79	53.03
Or	2.57	1.83	2.85	3.89	3.17	3.03	3.94	2.42

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-7</u>	<u>S-26-7</u>	<u>S-26-7</u>	<u>S-26-7</u>
	Plg-5 Kenar Feno	Plg-6 Kenar Feno	Plg-7 Merkez Feno	Plg-8 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	plg-1 Orta-1 Feno	Plg-1 Orta-2 Feno	Plg-1 Kenar Feno
SiO ₂	61.43	57.33	57.61	59.22	58.12	57.72	58.01	59.50
TiO ₂	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Al ₂ O ₃	24.16	27.24	26.76	25.07	26.91	26.36	26.13	25.68
FeO	0.17	0.29	0.28	0.41	0.19	0.26	0.36	0.14
MnO	0.05	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.14	0.10
MgO	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
CaO	6.36	9.11	8.67	6.49	8.42	8.81	7.84	7.44
Na ₂ O	7.34	5.98	6.55	6.15	6.66	6.32	6.71	7.02
K ₂ O	0.80	0.48	0.56	2.38	0.45	0.56	0.52	0.61
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00
Toplam	100.33	100.54	100.51	99.71	100.78	100.10	99.72	100.53

Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	10.91	10.25	10.31	10.67	10.35	10.36	10.44	10.59
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	5.06	5.74	5.64	5.33	5.64	5.58	5.54	5.39
Fe ⁺²	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.04	0.05	0.02
Mn	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	1.21	1.75	1.66	1.25	1.61	1.69	1.51	1.42
Na	2.53	2.07	2.27	2.15	2.30	2.20	2.34	2.42
K	0.18	0.11	0.13	0.55	0.10	0.13	0.12	0.14
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Toplam	19.92	19.97	20.07	20.01	20.03	20.01	20.02	20.00

An	30.89	44.44	40.94	31.74	40.07	42.11	38.07	35.64
Ab	64.51	52.77	55.94	54.43	57.37	54.67	58.93	60.88
Or	4.60	2.79	3.12	13.83	2.56	3.21	3.00	3.48

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-26-8</u>	<u>S-26-8</u>	<u>S-26-9</u>	<u>S-26-9</u>	<u>S-26-9</u>	<u>S-26-9</u>	<u>S-26-9</u>	<u>S-26-12</u>
	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Orta-1 Feno	Plg-1 Orta-2 Feno	Plg-1 Orta-3 Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez İnk.
SiO ₂	56.14	57.54	56.76	58.01	58.28	59.39	62.93	58.26
TiO ₂	0.03	0.01	0.12	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	27.79	26.48	26.77	26.79	25.95	25.82	23.92	26.57
FeO	0.18	0.25	0.15	0.23	0.18	0.19	0.25	0.13
MnO	0.00	0.10	0.00	0.10	0.07	0.03	0.00	0.03
MgO	0.02	0.00	0.00	0.05	0.01	0.03	0.00	0.00
CaO	10.07	8.75	9.41	8.26	7.95	7.89	5.36	8.59
Na ₂ O	5.68	6.18	5.94	6.21	6.77	6.71	8.05	6.30
K ₂ O	0.41	0.48	0.44	0.47	0.60	0.61	1.01	0.60
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.01	0.03	0.00	0.06	0.06	0.01	0.00	0.00
Toplam	100.32	99.82	99.59	100.19	99.94	100.68	101.51	100.47

Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	10.08	10.35	10.25	10.37	10.46	10.56	11.03	10.40
Ti	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	5.88	5.61	5.70	5.65	5.49	5.41	4.94	5.59
Fe ⁺²	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02
Mn	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	1.94	1.69	1.82	1.58	1.53	1.50	1.01	1.64
Na	1.98	2.16	2.08	2.15	2.36	2.31	2.73	2.18
K	0.09	0.11	0.10	0.11	0.14	0.14	0.22	0.14
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.01	19.97	19.98	19.93	20.03	19.96	19.98	19.97
An	48.35	42.68	45.49	41.16	38.03	38.01	25.38	41.47
Ab	49.33	54.55	52.00	56.04	58.58	58.50	68.95	55.06
Or	2.32	2.77	2.51	2.80	3.39	3.49	5.67	3.47

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-27-1</u>
	Plg-2 Merkez İnk.	Plg-3 Merkez İnk.	Plg-4 Merkez Feno	Plg-4 Orta Feno	Plg-5 Merkez Feno	Plg-5 Orta Feno	Plg-5 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno
SiO ₂	58.24	56.67	56.98	57.01	57.19	57.72	61.28	56.89
TiO ₂	0.01	0.03	0.05	0.08	0.01	0.06	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	27.53	27.97	27.13	27.21	27.68	26.25	24.94	26.99
FeO	0.15	0.14	0.14	0.11	0.35	0.33	0.23	0.30
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	0.00	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
CaO	8.75	9.59	9.25	8.93	9.66	8.45	6.38	9.92
Na ₂ O	6.52	6.06	5.87	6.38	6.12	6.75	7.46	5.81
K ₂ O	0.42	0.45	0.36	0.44	0.45	0.49	0.91	0.40
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	101.64	100.91	99.78	100.15	101.57	100.13	101.20	100.33
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	10.28	10.11	10.25	10.23	10.15	10.37	10.80	10.21
Ti	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Al	5.73	5.88	5.75	5.75	5.79	5.56	5.18	5.71
Fe ⁺²	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.03	0.04
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Ca	1.65	1.83	1.78	1.72	1.84	1.63	1.21	1.91
Na	2.23	2.10	2.05	2.22	2.11	2.35	2.55	2.02
K	0.09	0.10	0.08	0.10	0.10	0.11	0.20	0.09
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.02	20.05	19.94	20.04	20.06	20.08	19.98	19.99
An	41.59	45.46	45.54	42.52	45.43	39.79	30.44	47.43
Ab	56.05	52.01	52.34	55.00	52.07	57.48	64.40	50.29
Or	2.37	2.53	2.12	2.48	2.50	2.73	5.16	2.28

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-27-1</u>	<u>S-27-2</u>	<u>S-27-2</u>	<u>S-27-3</u>	<u>S-27-3</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-5</u>	<u>S-27-6</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez İnk.	Plg-2 Merkez İnk.	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-2 Kenar Feno	Plg-1 Merkez İnk.
SiO ₂	60.77	56.61	56.69	58.64	59.29	58.81	57.40	55.03
TiO ₂	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
Al ₂ O ₃	24.79	27.09	28.00	25.97	25.97	25.94	26.18	27.40
FeO	0.30	0.13	0.11	0.28	0.26	0.29	0.43	0.29
MnO	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04	0.08	0.00
MgO	0.03	0.02	0.00	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
CaO	6.40	9.04	9.41	8.03	7.74	7.71	8.48	10.11
Na ₂ O	7.47	6.12	5.98	6.89	7.19	6.60	6.40	5.45
K ₂ O	0.70	0.52	0.34	0.48	0.52	0.50	0.67	0.46
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.02	0.05	0.04
Toplam	100.46	99.55	100.54	100.43	101.07	99.95	99.72	98.79
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	10.79	10.22	10.13	10.47	10.51	10.53	10.36	10.05
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	5.19	5.76	5.90	5.47	5.43	5.47	5.57	5.90
Fe ⁺²	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.07	0.04
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ca	1.22	1.75	1.80	1.54	1.47	1.48	1.64	1.98
Na	2.57	2.14	2.07	2.39	2.47	2.29	2.24	1.93
K	0.16	0.12	0.08	0.11	0.12	0.11	0.15	0.11
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Toplam	19.98	20.03	20.00	20.04	20.06	19.94	20.05	20.02
An	30.82	43.63	45.59	38.10	36.19	38.06	40.65	49.24
Ab	65.16	53.40	52.44	59.20	60.89	59.00	55.54	48.09
Or	4.03	2.97	1.97	2.70	2.91	2.94	3.81	2.67

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-27-6</u>	<u>S-27-10</u>	<u>S-27-14</u>	<u>S-28-1</u>	<u>S-28-2</u>	<u>S-28-2</u>	<u>S-28-3</u>	<u>S-28-4</u>
	Plg-2 Merkez İnk.	Plg-1 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-1 Merkez İnk.	Plg-1 Merkez Feno
SiO ₂	57.23	59.54	58.87	58.28	57.86	59.02	57.99	55.13
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.07	0.01	0.09
Al ₂ O ₃	26.62	24.72	26.94	26.24	26.35	25.62	26.27	28.39
FeO	0.18	0.20	0.18	0.17	0.18	0.22	0.27	0.24
MnO	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
MgO	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	8.88	6.70	8.62	8.09	8.07	8.15	8.47	11.09
Na ₂ O	6.26	7.00	6.62	6.82	6.63	6.91	6.63	5.21
K ₂ O	0.48	0.77	0.45	0.65	0.50	0.54	0.51	0.25
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Toplam	99.77	98.99	101.69	100.29	99.64	100.60	100.14	100.42

Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	10.31	10.74	10.38	10.43	10.41	10.52	10.40	9.92
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Al	5.65	5.25	5.60	5.53	5.59	5.38	5.55	6.02
Fe ⁺²	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	1.71	1.29	1.63	1.55	1.56	1.56	1.63	2.14
Na	2.18	2.45	2.26	2.37	2.31	2.39	2.30	1.82
K	0.11	0.18	0.10	0.15	0.11	0.12	0.12	0.06
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Toplam	20.02	19.95	20.00	20.06	20.01	20.03	20.04	20.00
An	42.74	33.02	40.79	38.17	39.06	38.28	40.20	53.29
Ab	54.49	62.44	56.65	58.20	58.07	58.73	56.93	45.29
Or	2.77	4.53	2.56	3.63	2.87	3.00	2.87	1.41

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-28-4</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-7</u>	<u>S-28-7</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Orta Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-3 Merkez Feno	Plg-1 Merkez İnk.	Plg-2 Merkez İnk.
SiO ₂	56.85	57.28	57.81	59.70	58.88	56.74	59.24	58.59
TiO ₂	0.00	0.04	0.00	0.04	0.03	0.05	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	26.58	27.09	27.07	25.79	26.30	26.84	25.42	26.50
FeO	0.11	0.14	0.36	0.22	0.25	0.29	0.20	0.19
MnO	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
CaO	9.10	9.17	8.31	7.54	8.29	9.39	7.53	7.89
Na ₂ O	6.11	6.27	6.62	7.20	6.67	5.78	6.93	6.68
K ₂ O	0.37	0.45	0.33	0.47	0.55	0.40	0.48	0.43
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.03	0.01	0.04	0.00	0.08	0.04	0.00	0.00
Toplam	99.16	100.45	100.61	100.96	101.07	99.53	99.80	100.36

Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	10.29	10.25	10.31	10.58	10.45	10.24	10.61	10.45
Ti	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Al	5.67	5.71	5.69	5.39	5.50	5.71	5.37	5.57
Fe ⁺²	0.02	0.02	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	1.77	1.76	1.59	1.43	1.58	1.82	1.44	1.51
Na	2.14	2.17	2.29	2.47	2.30	2.02	2.40	2.31
K	0.09	0.10	0.08	0.11	0.12	0.09	0.11	0.10
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.98	20.03	20.02	20.01	20.00	19.95	19.96	19.97

An	44.18	43.56	40.17	35.67	39.42	46.20	36.50	38.50
Ab	53.67	53.88	57.93	61.71	57.46	51.47	60.76	59.02
Or	2.15	2.56	1.91	2.62	3.12	2.34	2.75	2.48

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-12</u>	<u>S-28-13</u>	<u>S-28-13</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Orta Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno
SiO ₂	58.03	59.79	55.83	56.58	60.45	58.54	58.67	61.80
TiO ₂	0.06	0.08	0.05	0.00	0.05	0.03	0.01	0.03
Al ₂ O ₃	26.03	25.07	27.67	26.91	25.36	26.18	25.27	23.87
FeO	0.13	0.27	0.13	0.27	0.29	0.22	0.10	0.15
MnO	0.15	0.00	0.00	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00
MgO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
CaO	7.81	6.85	9.47	9.24	6.89	7.82	7.96	5.86
Na ₂ O	7.23	7.07	5.95	5.86	7.61	6.69	6.84	7.91
K ₂ O	0.63	0.91	0.37	0.36	0.61	0.59	0.68	0.87
P ₂ O ₅								
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05
Toplam	100.09	100.02	99.48	99.23	101.36	100.11	99.55	100.54
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	10.42	10.69	10.10	10.24	10.67	10.47	10.56	10.95
Ti	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	5.51	5.28	5.90	5.74	5.28	5.52	5.36	4.99
Fe ⁺²	0.02	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
Mn	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	1.50	1.31	1.84	1.79	1.30	1.50	1.54	1.11
Na	2.52	2.45	2.09	2.06	2.60	2.32	2.39	2.72
K	0.14	0.21	0.09	0.08	0.14	0.13	0.16	0.20
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	20.15	19.99	20.03	19.96	20.06	19.99	20.03	20.00
An	36.08	33.07	45.81	45.58	32.21	37.91	37.64	27.63
Ab	60.45	61.73	52.07	52.30	64.40	58.69	58.52	67.48
Or	3.47	5.20	2.13	2.12	3.40	3.40	3.85	4.90

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-6</u>	<u>S-26-6</u>	<u>S-26-6</u>	<u>S-26-6</u>
	Snd-1 Kenar Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Kenar Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-2 Kenar Feno	Snd-2 Merkez Feno
SiO₂	64.43	65.64	65.71	62.82	63.66	63.37	63.17	64.75
TiO₂	0.00	0.05	0.00	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00
Al₂O₃	18.65	18.61	18.45	18.80	19.32	18.72	19.06	18.89
FeO	0.09	0.02	0.09	0.21	0.02	0.08	0.10	0.11
MnO	0.03	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.06	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.02
CaO	0.25	0.19	0.12	0.29	0.21	0.25	0.13	0.24
Na₂O	2.46	2.55	2.36	2.10	2.45	2.43	2.29	2.73
K₂O	12.41	12.25	13.54	11.98	11.63	12.40	12.19	12.40
Cr₂O₃	0.01	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00
Toplam	98.32	99.38	100.28	96.28	97.42	97.25	97.00	99.15
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	11.95	12.01	12.00	11.89	11.87	11.90	11.87	11.92
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	4.08	4.01	3.97	4.19	4.24	4.14	4.22	4.10
Fe⁺²	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Ca	0.05	0.04	0.02	0.06	0.04	0.05	0.03	0.05
Na	0.89	0.91	0.84	0.77	0.89	0.89	0.83	0.97
K	2.94	2.86	3.15	2.89	2.76	2.97	2.92	2.91
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	19.92	19.86	20.01	19.85	19.83	19.96	19.90	19.97
Ab	22.88	23.81	20.83	20.73	23.99	22.68	22.07	24.75
An	1.28	1.00	0.57	1.59	1.15	1.28	0.69	1.21
Or	75.84	75.19	78.61	77.68	74.86	76.04	77.25	74.04

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-26-10</u>	<u>S-26-10</u>	<u>S-26-10</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-27-2</u>	<u>S-27-2</u>	<u>S-27-6</u>
	Snd-1 Merkez Feno	Snd-2 Merkez Feno	Snd-3 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-2 Merkez Feno	Snd-1 Kenar Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Kenar Feno
SiO ₂	65.54	66.29	63.86	65.26	64.22	64.79	64.95	65.04
TiO ₂	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Al ₂ O ₃	18.75	18.42	18.56	18.75	18.63	18.47	19.08	18.74
FeO	0.06	0.05	0.13	0.13	0.11	0.11	0.03	0.08
MnO	0.01	0.00	0.07	0.07	0.07	0.00	0.01	0.00
MgO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
CaO	0.16	0.11	0.17	0.22	0.18	0.22	0.12	0.17
Na ₂ O	2.68	2.43	2.35	2.55	2.10	2.41	2.28	2.57
K ₂ O	13.11	12.94	12.39	12.45	12.89	12.56	12.45	13.17
Cr ₂ O ₃	0.09	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
Toplam	100.41	100.25	97.61	99.43	98.21	98.57	98.94	99.78
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	11.95	12.06	11.94	11.97	11.95	11.99	11.95	11.94
Ti	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	4.03	3.95	4.09	4.05	4.09	4.03	4.14	4.05
Fe ⁺²	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03
Na	0.95	0.86	0.85	0.91	0.76	0.87	0.81	0.91
K	3.05	3.00	2.95	2.91	3.06	2.96	2.92	3.08
Cr	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.03	19.89	19.91	19.91	19.92	19.91	19.85	20.03
Ab	23.51	22.05	22.15	23.45	19.70	22.34	21.65	22.65
An	0.76	0.53	0.86	1.11	0.94	1.11	0.61	0.82
Or	75.73	77.42	76.99	75.44	79.36	76.55	77.75	76.53

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-27-6</u>	<u>S-27-6</u>	<u>S-27-6</u>	<u>S-27-7</u>	<u>S-27-11</u>	<u>S-27-11</u>	<u>S-28-1</u>	<u>S-28-3</u>
	Snd-1 Merkez Feno	Snd-2 Merkez Feno	Snd-3 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Kenar Feno	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno
SiO ₂	64.57	62.47	63.85	64.54	64.41	63.66	66.16	65.70
TiO ₂	0.04	0.12	0.05	0.03	0.09	0.08	0.03	0.00
Al ₂ O ₃	18.98	20.53	18.72	18.52	18.58	19.16	18.97	18.51
FeO	0.12	0.24	0.16	0.06	0.12	0.07	0.02	0.00
MnO	0.01	0.05	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
MgO	0.02	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03
CaO	0.22	2.26	0.23	0.14	0.13	0.26	0.18	0.18
Na ₂ O	2.58	3.76	2.59	2.31	2.49	3.00	2.75	2.51
K ₂ O	12.72	9.36	12.35	11.89	12.51	11.03	12.67	12.63
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.25	98.79	98.06	97.49	98.38	97.27	100.79	99.56
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	11.89	11.51	11.89	12.01	11.95	11.87	11.97	12.02
Ti	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Al	4.12	4.46	4.11	4.06	4.06	4.21	4.05	3.99
Fe ⁺²	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Ca	0.04	0.45	0.05	0.03	0.02	0.05	0.04	0.03
Na	0.92	1.34	0.94	0.83	0.90	1.09	0.96	0.89
K	2.99	2.20	2.93	2.82	2.96	2.62	2.92	2.95
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.00	20.02	19.97	19.78	19.94	19.87	19.95	19.90
Ab	23.33	33.68	23.88	22.63	23.11	28.85	24.58	23.01
An	1.08	11.18	1.18	0.76	0.64	1.40	0.90	0.90
Or	75.58	55.15	74.93	76.61	76.25	69.75	74.52	76.09

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	<u>S-28-4</u>	<u>S-28-7</u>
	Snd-1 Merkez Feno	Snd-1 Merkez Feno
SiO₂	63.15	64.83
TiO₂	0.01	0.01
Al₂O₃	19.08	18.73
FeO	0.10	0.11
MnO	0.00	0.11
MgO	0.00	0.02
CaO	0.13	0.13
Na₂O	2.29	2.45
K₂O	12.91	12.43
Cr₂O₃	0.02	0.00
Toplam	97.69	98.81
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		
Si	11.84	11.96
Ti	0.00	0.00
Al	4.21	4.07
Fe⁺²	0.02	0.02
Mn	0.00	0.02
Mg	0.00	0.01
Ca	0.03	0.03
Na	0.83	0.87
K	3.09	2.93
Cr	0.00	0.00
Toplam	20.01	19.90
Ab	21.06	22.86
An	0.68	0.69
Or	78.26	76.46

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 6. Trakiandezitik doma ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	S-26-2	S-26-2	S-26-3	S-26-11	S-27-8
	Kpir-1 Merkez Feno	Kpir-1 Kenar Feno	Kpir-1 Merkez Mikro	Kpir-1 Merkez Feno	Kpir-1 Merkez Feno
SiO₂	44.28	46.21	50.53	49.42	49.13
TiO₂	11.24	1.02	0.39	0.69	0.62
Al₂O₃	10.36	8.74	2.73	4.15	4.89
FeO	9.20	9.13	11.05	11.33	10.37
MnO	0.15	0.28	0.98	0.54	0.24
MgO	10.54	10.86	10.87	10.16	11.50
CaO	23.37	23.54	22.38	22.35	22.15
Na₂O	0.16	0.31	0.60	0.61	0.32
K₂O	0.00	0.00	0.03	0.07	0.01
Cr₂O₃	0.04	0.00	0.03	0.06	0.03
Toplam	99.22	100.09	99.58	99.36	99.26
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	1.69	1.74	1.93	1.89	1.87
Ti	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02
Al	0.47	0.39	0.12	0.19	0.22
Fe⁺²	0.29	0.29	0.35	0.36	0.33
Mn	0.00	0.01	0.03	0.02	0.01
Mg	0.60	0.61	0.62	0.58	0.65
Ca	0.95	0.95	0.91	0.92	0.90
Na	0.01	0.02	0.04	0.05	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	4.05	4.04	4.02	4.02	4.02
Mg[#]	67.12	67.97	63.69	61.51	66.40
Wo	51.69	51.42	48.52	49.30	47.90
En	32.43	33.02	32.79	31.18	34.59
Fs	15.89	15.56	18.70	19.52	17.50

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Mg[#] = Mg/(Mg+Fe⁺²)

Ek Tablo 7.Trakiandezitik doma ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-8</u>	<u>S-26-13</u>
	Amf-2 Merkez Feno	Amf-3 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno
SiO ₂	43.28	40.34	39.17	44.07	39.00	44.69
TiO ₂	1.59	1.70	2.26	1.56	2.35	1.32
Al ₂ O ₃	9.52	13.41	14.23	9.39	13.83	8.69
Cr ₂ O ₃	0.00	0.08	0.04	0.06	0.01	0.18
FeO	16.37	16.46	15.65	15.83	15.26	16.17
MnO	0.90	0.50	0.37	0.84	0.27	0.81
MgO	10.56	10.52	10.11	11.20	11.39	11.55
CaO	11.36	11.50	11.59	11.42	11.52	11.64
Na ₂ O	1.55	2.17	1.95	1.61	2.05	1.49
K ₂ O	1.20	1.64	2.01	1.17	1.70	1.21
Toplam	96.31	98.31	97.37	97.14	97.37	97.75
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	6.55	6.00	5.91	6.59	5.83	6.64
Ti	0.18	0.19	0.26	0.18	0.26	0.15
Al ^[4]	1.45	2.00	2.09	1.41	2.17	1.36
Al ^[6]	0.25	0.36	0.44	0.24	0.26	0.16
Al ^I	1.70	2.35	2.53	1.65	2.43	1.52
Fe ⁺³	0.47	0.65	0.42	0.47	0.78	0.52
Fe ⁺²	1.60	1.40	1.55	1.50	1.12	1.49
Mn	0.12	0.06	0.05	0.11	0.03	0.10
Mg	2.38	2.33	2.27	2.49	2.54	2.56
Ca	1.84	1.83	1.87	1.83	1.84	1.85
Na	0.45	0.63	0.57	0.47	0.59	0.43
K	0.23	0.31	0.39	0.22	0.32	0.23
Toplam	15.53	15.77	15.83	15.52	15.76	15.51
Mg[#]	0.53	0.53	0.54	0.56	0.57	0.56

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

Örnek	<u>S-27-1</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-13</u>	<u>S-28-1</u>
	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-3 Merkez Mikro	Amf-1 Kenar Feno	Amf-1 Merkez İnk.
SiO₂	43.79	40.56	40.08	44.39	43.64
TiO₂	1.40	2.26	1.88	1.39	1.57
Al₂O₃	8.69	13.19	13.21	8.60	8.87
Cr₂O₃	0.12	0.01	0.00	0.03	0.03
FeO	16.43	14.29	16.32	17.12	17.54
MnO	0.66	0.36	0.44	0.86	0.84
MgO	11.00	11.65	10.82	11.00	10.42
CaO	11.43	11.84	11.31	11.79	11.43
Na₂O	1.50	2.13	2.00	1.57	1.56
K₂O	1.18	1.47	1.71	1.04	1.05
Toplam	96.19	97.76	97.75	97.78	96.94
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	6.63	6.03	5.98	6.63	6.58
Ti	0.16	0.25	0.21	0.16	0.18
Al^[4]	1.37	1.97	2.02	1.37	1.42
Al^[6]	0.18	0.34	0.30	0.14	0.16
Al^T	1.55	2.31	2.32	1.51	1.58
Fe⁺³	0.48	0.46	0.79	0.49	0.55
Fe⁺²	1.60	1.32	1.24	1.65	1.66
Mn	0.09	0.05	0.06	0.11	0.11
Mg	2.48	2.58	2.40	2.45	2.34
Ca	1.85	1.89	1.81	1.89	1.85
Na	0.44	0.62	0.58	0.45	0.46
K	0.23	0.28	0.32	0.20	0.20
Toplam	15.52	15.78	15.71	15.54	15.51
Mg[#]	0.54	0.59	0.54	0.53	0.51

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

Örnek	<u>S-26-1</u>	<u>S-26-1</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-3</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-5</u>
	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Kenar Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez İnk.	Amf-1- Kenar İnk.	Amf-2 Merkez Feno
SiO ₂	44.62	46.66	46.37	45.38	44.39	43.64	44.71
TiO ₂	1.36	1.25	1.28	1.42	1.50	1.46	1.37
Al ₂ O ₃	8.57	7.80	7.92	8.35	8.89	8.87	8.59
FeO	16.49	16.07	16.29	16.86	17.27	17.70	16.32
MnO	1.05	0.97	0.88	0.88	1.10	1.30	0.90
MgO	11.26	12.14	11.96	11.76	10.72	10.52	11.47
CaO	11.15	11.37	11.35	10.99	11.62	11.33	11.36
Na ₂ O	1.39	1.44	1.45	1.26	1.16	1.35	1.50
K ₂ O	1.11	0.97	0.89	0.99	1.04	1.11	0.95
Toplam	96.99	98.69	98.49	97.86	97.76	97.28	97.17

Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	6.65	6.80	6.78	6.65	6.60	6.54	6.65
Ti	0.15	0.14	0.14	0.16	0.17	0.16	0.15
Al ^[4]	1.35	1.20	1.22	1.35	1.40	1.46	1.35
Al ^[6]	0.16	0.14	0.14	0.10	0.16	0.10	0.16
Al ^T	1.50	1.34	1.36	1.44	1.56	1.57	1.51
Fe ⁺³	0.71	0.64	0.65	0.94	0.66	0.79	0.65
Fe ⁺²	1.34	1.32	1.34	1.12	1.49	1.43	1.38
Mn	0.13	0.12	0.11	0.11	0.14	0.16	0.11
Mg	2.50	2.64	2.61	2.57	2.38	2.35	2.54
Ca	1.78	1.78	1.78	1.73	1.85	1.82	1.81
Na	0.40	0.41	0.41	0.36	0.33	0.39	0.43
K	0.21	0.18	0.17	0.18	0.20	0.21	0.18
Toplam	15.39	15.36	15.35	15.27	15.38	15.42	15.42
Mg[#]	0.55	0.57	0.57	0.55	0.53	0.51	0.56

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

Örnek	<u>S-26-5</u>	<u>S-26-6</u>	<u>S-26-6</u>	<u>S-26-6</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-26-12</u>	<u>S-27-1</u>
	Amf-3- Merkez Feno	Amf-1- Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-3 Merkez Feno	Amf-1 Mekez İnk.	Amf-2 Merkez Feno	Amf-2- Merkez Feno
SiO ₂	43.58	44.94	44.62	46.56	43.58	44.67	44.78
TiO ₂	1.50	1.22	1.38	1.22	1.61	1.38	1.59
Al ₂ O ₃	9.10	8.27	8.86	7.84	9.83	8.75	8.87
FeO	16.36	15.80	16.46	16.19	17.25	16.13	17.04
MnO	1.42	0.77	0.80	0.92	0.76	0.93	1.11
MgO	10.72	11.88	11.29	12.31	10.44	11.44	11.12
CaO	11.47	11.41	11.54	11.27	10.91	11.70	11.06
Na ₂ O	1.37	1.29	1.43	1.35	1.51	1.26	1.36
K ₂ O	1.19	0.85	1.04	0.89	1.29	1.17	1.18
Toplam	96.70	96.43	97.40	98.62	97.20	97.47	98.13

Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	6.57	6.70	6.64	6.77	6.51	6.65	6.60
Ti	0.17	0.14	0.15	0.13	0.18	0.15	0.18
Al ^[4]	1.43	1.30	1.36	1.23	1.49	1.35	1.40
Al ^[6]	0.18	0.15	0.19	0.11	0.24	0.18	0.14
Al ^T	1.61	1.45	1.55	1.34	1.73	1.53	1.54
Fe ⁺³	0.59	0.69	0.57	0.79	0.71	0.54	0.80
Fe ⁺²	1.48	1.28	1.48	1.18	1.44	1.46	1.30
Mn	0.18	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12	0.14
Mg	2.41	2.64	2.51	2.67	2.32	2.54	2.44
Ca	1.85	1.82	1.84	1.75	1.75	1.87	1.75
Na	0.40	0.37	0.41	0.38	0.44	0.36	0.39
K	0.23	0.16	0.20	0.17	0.25	0.22	0.22
Toplam	15.48	15.36	15.45	15.30	15.43	15.45	15.36
Mg[#]	0.54	0.57	0.55	0.58	0.52	0.56	0.54

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

Örnek	<u>S-27-3</u>	<u>S-27-3</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-6</u>	<u>S-27-8</u>	<u>S-27-9</u>
	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Kenar Feno	Amf-1 Merkez İnk.	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Kenar Feno
SiO ₂	44.35	46.22	45.51	44.65	41.56	44.43	44.48
TiO ₂	1.39	1.47	1.32	1.34	1.59	1.46	1.31
Al ₂ O ₃	8.40	8.47	8.14	8.62	10.10	8.63	8.45
FeO	16.52	15.91	16.19	16.36	17.84	16.64	15.73
MnO	0.89	0.94	0.88	0.96	0.98	0.84	0.93
MgO	11.62	11.59	11.50	11.16	9.91	11.10	11.67
CaO	11.22	11.25	11.29	11.58	10.94	11.44	11.52
Na ₂ O	1.30	1.35	1.41	1.34	1.48	1.49	1.39
K ₂ O	1.08	1.05	0.89	0.99	1.22	1.20	0.94
Toplam	96.77	98.35	97.13	96.99	95.62	97.23	96.44

Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	6.61	6.77	6.76	6.68	6.34	6.65	6.66
Ti	0.16	0.16	0.15	0.15	0.18	0.16	0.15
Al ^[4]	1.39	1.23	1.24	1.32	1.66	1.35	1.34
Al ^[6]	0.09	0.23	0.18	0.20	0.16	0.17	0.16
Al ^T	1.48	1.46	1.42	1.52	1.82	1.52	1.49
Fe ⁺³	0.82	0.55	0.59	0.54	0.88	0.52	0.60
Fe ⁺²	1.24	1.40	1.42	1.51	1.40	1.56	1.37
Mn	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.12
Mg	2.58	2.53	2.55	2.49	2.26	2.48	2.61
Ca	1.79	1.77	1.80	1.86	1.79	1.83	1.85
Na	0.38	0.38	0.41	0.39	0.44	0.43	0.40
K	0.21	0.20	0.17	0.19	0.24	0.23	0.18
Toplam	15.37	15.35	15.37	15.43	15.46	15.49	15.43
Mg[#]	0.56	0.57	0.56	0.55	0.50	0.54	0.57

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

	<u>S-27-13</u>	<u>S-28-2</u>	<u>S-28-3</u>	<u>S-28-4</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-6</u>	<u>S-28-7</u>
Örnek	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno
SiO₂	45.21	45.97	44.83	45.77	45.60	44.09	44.79
TiO₂	1.29	1.08	1.56	1.11	1.24	1.41	1.32
Al₂O₃	9.14	8.02	8.70	7.79	8.31	8.23	8.49
FeO	15.91	15.95	16.88	15.58	15.63	15.88	16.77
MnO	0.93	0.88	0.91	0.87	0.81	1.19	0.85
MgO	11.78	12.05	11.20	12.41	11.82	10.82	10.92
CaO	11.77	11.19	11.42	11.83	11.59	11.60	10.81
Na₂O	1.67	1.30	1.55	1.32	1.33	1.45	1.48
K₂O	0.93	0.94	1.08	0.98	1.04	0.85	1.03
Toplam	98.62	97.38	98.14	97.65	97.37	95.58	96.49
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	6.63	6.77	6.63	6.76	6.76	6.72	6.71
Ti	0.14	0.12	0.17	0.12	0.14	0.16	0.15
Al^[4]	1.37	1.23	1.37	1.24	1.24	1.28	1.29
Al^[6]	0.21	0.16	0.15	0.11	0.21	0.20	0.20
Al^T	1.58	1.39	1.52	1.36	1.45	1.48	1.50
Fe⁺³	0.52	0.75	0.59	0.58	0.50	0.38	0.70
Fe⁺²	1.43	1.21	1.50	1.34	1.44	1.65	1.40
Mn	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.15	0.11
Mg	2.58	2.65	2.47	2.73	2.61	2.46	2.44
Ca	1.85	1.77	1.81	1.87	1.84	1.89	1.73
Na	0.47	0.37	0.45	0.38	0.38	0.43	0.43
K	0.17	0.18	0.20	0.18	0.20	0.17	0.20
Toplam	15.50	15.31	15.46	15.43	15.42	15.49	15.36
Mg[#]	0.57	0.57	0.54	0.59	0.57	0.55	0.54

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

	<u>S-28-8</u>	<u>S-28-8</u>	<u>S-28-8</u>	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-11</u>
Örnek	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Kenar Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno
SiO₂	44.22	46.02	44.67	44.75	44.37	45.57	44.89
TiO₂	1.47	1.28	1.38	1.37	1.17	1.29	1.54
Al₂O₃	8.42	7.97	8.66	8.65	8.91	8.36	8.78
FeO	16.93	16.92	15.91	16.61	17.28	16.11	16.51
MnO	0.93	0.96	0.69	0.92	0.91	1.23	0.97
MgO	11.26	11.99	11.46	11.09	10.88	11.94	11.04
CaO	11.33	10.73	11.22	11.46	11.05	11.52	11.37
Na₂O	1.46	1.46	1.57	1.47	1.50	1.41	1.55
K₂O	1.25	0.95	1.13	1.08	0.99	1.11	1.15
Toplam	97.26	98.31	96.71	97.45	97.10	98.53	97.83
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	6.61	6.70	6.68	6.67	6.61	6.68	6.67
Ti	0.16	0.14	0.16	0.15	0.13	0.14	0.17
Al^[4]	1.39	1.30	1.32	1.33	1.39	1.32	1.33
Al^[6]	0.09	0.07	0.21	0.19	0.18	0.12	0.21
Al^T	1.48	1.37	1.53	1.52	1.57	1.44	1.54
Fe⁺³	0.68	1.00	0.53	0.54	0.79	0.69	0.49
Fe⁺²	1.43	1.06	1.46	1.53	1.36	1.29	1.56
Mn	0.12	0.12	0.09	0.12	0.11	0.15	0.12
Mg	2.51	2.60	2.56	2.47	2.42	2.61	2.45
Ca	1.81	1.67	1.80	1.83	1.76	1.81	1.81
Na	0.42	0.41	0.46	0.43	0.43	0.40	0.45
K	0.24	0.18	0.22	0.21	0.19	0.21	0.22
Toplam	15.47	15.26	15.47	15.46	15.39	15.42	15.47
Mg[#]	0.54	0.56	0.56	0.54	0.53	0.57	0.54

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 7'nin devamı

Örnek	<u>S-28-8</u>	<u>S-28-8</u>	<u>S-28-8</u>	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-10</u>	<u>S-28-11</u>	<u>S-28-12</u>
	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Kenar Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno
SiO ₂	44.22	46.02	44.67	44.75	44.37	45.57	44.89	44.83
TiO ₂	1.47	1.28	1.38	1.37	1.17	1.29	1.54	1.39
Al ₂ O ₃	8.42	7.97	8.66	8.65	8.91	8.36	8.78	8.74
FeO	16.93	16.92	15.91	16.61	17.28	16.11	16.51	17.06
MnO	0.93	0.96	0.69	0.92	0.91	1.23	0.97	1.10
MgO	11.26	11.99	11.46	11.09	10.88	11.94	11.04	10.83
CaO	11.33	10.73	11.22	11.46	11.05	11.52	11.37	11.05
Na ₂ O	1.46	1.46	1.57	1.47	1.50	1.41	1.55	1.41
K ₂ O	1.25	0.95	1.13	1.08	0.99	1.11	1.15	1.11
Toplam	97.26	98.31	96.71	97.45	97.10	98.53	97.83	97.52

Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	6.61	6.70	6.68	6.67	6.61	6.68	6.67	6.66
Ti	0.16	0.14	0.16	0.15	0.13	0.14	0.17	0.16
Al ^[4]	1.39	1.30	1.32	1.33	1.39	1.32	1.33	1.34
Al ^[6]	0.09	0.07	0.21	0.19	0.18	0.12	0.21	0.19
Al ^I	1.48	1.37	1.53	1.52	1.57	1.44	1.54	1.53
Fe ⁺³	0.68	1.00	0.53	0.54	0.79	0.69	0.49	0.71
Fe ⁺²	1.43	1.06	1.46	1.53	1.36	1.29	1.56	1.41
Mn	0.12	0.12	0.09	0.12	0.11	0.15	0.12	0.14
Mg	2.51	2.60	2.56	2.47	2.42	2.61	2.45	2.40
Ca	1.81	1.67	1.80	1.83	1.76	1.81	1.81	1.76
Na	0.42	0.41	0.46	0.43	0.43	0.40	0.45	0.41
K	0.24	0.18	0.22	0.21	0.19	0.21	0.22	0.21
Toplam	15.47	15.26	15.47	15.46	15.39	15.42	15.47	15.38
Mg[#]	0.54	0.56	0.56	0.54	0.53	0.57	0.54	0.53

Mg[#] = Mg/(Mg+Fe⁺²)

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 8. Trakiandezitik doma ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>S-26-4</u>	<u>S-26-14</u>	<u>S-26-14</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-4</u>	<u>S-27-12</u>	<u>S-27-14</u>	<u>S-28-9</u>	<u>S-28-14</u>	<u>S-28-14</u>
	bio-1 feno merkez	bio-1 feno merkez	bio-1 feno kenar	bio-1 feno kenar	bio-1 feno merkez	bio-1 feno merkez	bio-1 feno merkez	bio-1 feno merkez	bio-1 feno merkez	bio-2 feno merkez
SiO ₂	36,75	36,07	36,20	36,06	36,32	36,27	35,94	36,01	36,25	36,44
TiO ₂	3,87	4,21	4,33	3,78	3,83	3,86	4,11	4,21	4,23	3,97
Al ₂ O ₃	13,90	14,14	13,81	13,65	14,13	14,13	14,05	13,66	13,93	14,24
FeO	18,91	19,55	19,54	19,66	20,30	19,63	18,91	19,21	18,70	19,28
MnO	0,64	0,50	0,59	0,45	0,63	0,72	0,42	0,37	0,30	0,62
MgO	12,10	11,77	11,87	11,59	10,88	11,41	12,08	11,39	11,73	12,06
CaO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06
Na ₂ O	0,51	0,40	0,48	0,45	0,44	0,35	0,39	0,45	0,53	0,46
K ₂ O	8,77	9,14	8,95	9,27	8,97	9,13	9,02	8,93	8,90	9,08
Toplam	95,45	95,77	95,77	94,91	95,53	95,50	94,91	94,22	94,59	96,21

Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	5,60	5,51	5,53	5,57	5,58	5,56	5,52	5,58	5,57	5,53
Al (IV)	2,40	2,49	2,47	2,43	2,42	2,44	2,48	2,42	2,43	2,47
Al (VI)	0,10	0,06	0,02	0,06	0,13	0,11	0,07	0,07	0,10	0,08
Al (T)	2,50	2,55	2,49	2,48	2,56	2,55	2,54	2,49	2,52	2,55
Ti	0,44	0,48	0,50	0,44	0,44	0,45	0,47	0,49	0,49	0,45
Fe ⁺²	1,72	1,68	1,62	1,92	2,00	1,84	1,61	1,80	1,76	1,71
Fe ⁺³	0,69	0,82	0,88	0,62	0,61	0,68	0,82	0,69	0,64	0,74
Mn	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,09	0,05	0,05	0,04	0,08
Mg	2,75	2,68	2,70	2,67	2,49	2,61	2,77	2,63	2,69	2,73
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Na	0,15	0,12	0,14	0,14	0,13	0,10	0,12	0,13	0,16	0,14
K	1,70	1,78	1,74	1,83	1,76	1,78	1,77	1,77	1,75	1,76
Toplam	15,64	15,68	15,67	15,73	15,65	15,66	15,67	15,63	15,63	15,69
Mg[#]	0,62	0,62	0,63	0,58	0,55	0,59	0,63	0,59	0,60	0,61
Flogopit	47,58	46,37	46,55	46,27	43,30	45,16	47,84	45,90	47,03	47,15
Annit	29,76	29,07	27,93	33,28	34,78	31,83	27,81	31,41	30,77	29,53

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı dymek (1983)'e göre hesaplanmıştır.

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

Ek Tablo 9. Trakiandezitik doma ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	S-26-3 Opq-1 Merkez	S-26-5 Opq-1 Merkez	S-26-5 Opq-2 Merkez	S-26-10 Opq-1 Merkez	S-26-12 Opq-1 Merkez	S-26-13 Opq-1 Merkez	S-27-2 Opq-1 Merkez
SiO ₂	0.02	0.03	0.11	0.18	0.07	0.18	0.23
TiO ₂	4.42	3.30	4.27	4.56	4.39	4.95	4.68
Al ₂ O ₃	1.41	1.01	1.24	1.04	1.08	8.81	0.84
Cr ₂ O ₃	0.00	0.12	0.00	0.12	0.03	0.04	0.05
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	85.97	88.94	86.14	81.86	84.01	77.43	83.24
MnO	1.78	1.18	2.29	2.88	2.26	0.50	2.03
MgO	0.62	0.49	0.67	0.60	0.63	2.81	0.62
CaO	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Toplam	94.25	95.24	94.75	91.25	92.47	94.80	91.79
Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır.							
Si	0.00	0.01	0.03	0.06	0.02	0.05	0.07
Ti	1.01	0.74	0.97	1.07	1.02	1.07	1.10
Al	0.50	0.36	0.44	0.38	0.39	2.98	0.31
Cr	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺³	13.48	14.11	13.56	13.33	13.52	10.78	13.34
Fe ⁺²	8.26	8.21	8.12	8.09	8.16	7.79	8.34
Mn	0.46	0.30	0.58	0.76	0.59	0.12	0.53
Mg	0.28	0.22	0.30	0.28	0.29	1.20	0.29
Ca	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Zn							
	4.42	3.30	4.27	4.56	4.39	4.95	4.68
TiO ₂	59.22	62.47	59.88	56.63	58.22	49.94	56.92
Fe ₂ O ₃	32.68	32.72	32.25	30.90	31.62	32.49	32.02
FeO	0.00	0.01	0.03	0.06	0.02	0.05	0.07

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 9'un devamı

Örnek	S-27-4 Opq-1 Merkez	S-27-5 Opq-1 Merkez	S-27-8 Opq-1 Merkez	S-27-15 Opq-1 Merkez	S-28-1 Opq-1 Merkez	S-28-4 Opq-1 Merkez	S-28-5 Opq-1 Merkez
SiO ₂	0.70	0.86	0.17	0.21	0.09	1.22	0.06
TiO ₂	5.06	4.47	4.44	4.59	4.31	3.68	4.81
Al ₂ O ₃	1.20	1.29	1.31	1.12	1.21	1.30	1.37
Cr ₂ O ₃	0.02	0.00	0.07	0.05	0.03	0.04	0.00
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	80.73	81.37	82.91	79.60	83.90	79.95	82.40
MnO	2.12	1.99	1.74	1.97	1.67	2.58	2.18
MgO	0.74	0.63	0.55	0.74	0.76	0.64	0.79
CaO	0.07	0.01	0.09	1.41	0.04	0.06	0.00
Toplam	90.74	90.66	91.48	89.73	92.04	89.74	91.62
Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır							
Si	0.22	0.27	0.05	0.07	0.03	0.39	0.02
Ti	1.20	1.06	1.04	1.09	1.00	0.88	1.13
Al	0.44	0.48	0.48	0.42	0.44	0.49	0.50
Cr	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺³	12.72	12.87	13.31	13.25	13.49	12.97	13.21
Fe ⁺²	8.48	8.50	8.35	7.81	8.23	8.25	8.20
Mn	0.56	0.53	0.46	0.53	0.44	0.69	0.57
Mg	0.35	0.29	0.26	0.35	0.35	0.30	0.37
Ca	0.02	0.00	0.03	0.48	0.01	0.02	0.00
Zn							
	5.06	4.47	4.44	4.59	4.31	3.68	4.81
TiO ₂	53.84	54.46	56.62	55.67	57.90	54.31	56.49
Fe ₂ O ₃	32.29	32.36	31.96	29.51	31.80	31.08	31.57
FeO	0.22	0.27	0.05	0.07	0.03	0.39	0.02

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır

Ek Tablo 10. Aglomera piroklastlarındaki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-2</u>
	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-2 Kenar Feno	Plg-3 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno
SiO ₂	49.165	47.727	45.697	54.013	45.721	52.849
TiO ₂	0.08	0.065	0.047	0	0.058	0.007
Al ₂ O ₃	31.948	33.889	34.412	28.683	34.873	29.779
FeO	0.599	0.549	0.643	0.772	0.643	0.607
MnO	0	0	0	0.056	0.096	0
MgO	0.015	0.028	0.017	0.03	0.008	0.045
CaO	15.378	17.031	18.096	11.182	18.638	12.523
Na ₂ O	2.58	1.857	1.243	4.532	1.305	4.446
K ₂ O	0.171	0.114	0.14	0.232	0.029	0.329
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0	0	0.044	0.009	0.053	0.053
NiO	0	0	0	0	0	0
Toplam	99.936	101.26	100.339	99.509	101.424	100.638
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	9.01	8.67	8.42	9.82	8.35	9.56
Ti	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Al	6.90	7.26	7.48	6.15	7.51	6.35
Fe ⁺²	0.09	0.08	0.10	0.12	0.10	0.09
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Ca	3.02	3.32	3.57	2.18	3.65	2.43
Na	0.92	0.65	0.44	1.60	0.46	1.56
K	0.04	0.03	0.03	0.05	0.01	0.08
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Toplam	20.00	20.03	20.07	19.93	20.11	20.08
An	75.94	82.97	88.22	56.88	88.61	59.75
Ab	23.06	16.37	10.97	41.72	11.23	38.38
Or	1.01	0.66	0.81	1.41	0.16	1.87

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 10'un devamı

Örnek	<u>S-12-2</u>	<u>S-12-3</u>	<u>S-12-4</u>	<u>S-12-4</u>	<u>S-12-4</u>	<u>S-12-4</u>
	Plg-3 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Mikro	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Orta Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno
SiO ₂	45.526	53.054	47.261	47.544	47.533	46.711
TiO ₂	0.042	0.043	0.022	0.032	0.093	0
Al ₂ O ₃	33.983	28.6	32.436	33.571	33.267	32.445
FeO	0.96	0.695	0.581	0.601	1.244	0.79
MnO	0.068	0.027	0.124	0	0.014	0
MgO	0	0.007	0.018	0.012	0.035	0
CaO	17.714	12.416	16.288	16.821	16.759	16.002
Na ₂ O	1.174	4.959	1.968	2.12	2.088	2.506
K ₂ O	0	0.4	0.114	0.196	0.289	0.086
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.061	0.018	0.044	0	0	0
NiO	0	0	0	0	0	0
Toplam	99.528	100.219	98.856	100.897	101.322	98.54
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	8.46	9.66	8.79	8.68	8.68	8.74
Ti	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	7.44	6.14	7.11	7.23	7.16	7.15
Fe ⁺²	0.15	0.11	0.09	0.09	0.19	0.12
Mn	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ca	3.53	2.42	3.25	3.29	3.28	3.21
Na	0.42	1.75	0.71	0.75	0.74	0.91
K	0.00	0.09	0.03	0.05	0.07	0.02
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.02	20.18	20.01	20.10	20.13	20.15
An	89.29	56.78	81.50	80.52	80.26	77.53
Ab	10.71	41.04	17.82	18.36	18.09	21.97
Or	0.00	2.18	0.68	1.12	1.65	0.50

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 10'un devamı

Örnek	<u>S-12-4</u>	<u>S-12-6</u>	<u>S-12-6</u>	<u>S-12-8</u>	<u>S-36-1</u>	<u>S-36-2</u>
	Plg-2 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno
SiO ₂	48.312	45.52	50.926	51.476	49.099	46.249
TiO ₂	0.03	0.053	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	30.497	34.843	31.686	30.839	32.013	34.165
FeO	0.525	0.619	0.632	0.518	0.506	0.481
MnO	0.068	0	0	0.027	0	0.027
MgO	0	0.005	0.007	0.032	0.055	0.035
CaO	12.275	18.335	13.803	13.197	14.826	17.656
Na ₂ O	4.886	0.871	3.956	3.773	2.856	1.429
K ₂ O	0.496	0.055	0.239	0.172	0.201	0.089
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.026	0.088	0.044	0	0.018	0.061
NiO	0	0	0	0	0	0
Toplam	97.115	100.389	101.293	100.034	99.574	100.192
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	9.13	8.38	9.19	9.37	9.02	8.52
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	6.79	7.56	6.74	6.61	6.93	7.41
Fe ⁺²	0.08	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
Ca	2.49	3.62	2.67	2.57	2.92	3.48
Na	1.79	0.31	1.38	1.33	1.02	0.51
K	0.12	0.01	0.06	0.04	0.05	0.02
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Toplam	20.42	19.99	20.15	20.01	20.04	20.04
An	56.55	91.78	64.97	65.24	73.27	86.77
Ab	40.73	7.89	33.69	33.75	25.54	12.71
Or	2.72	0.33	1.34	1.01	1.18	0.52

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 10'un devamı

Örnek	<u>S-36-2</u>	<u>S-36-2</u>	<u>S-36-3</u>	<u>S-36-3</u>	<u>S-36-4</u>	<u>S-36-4</u>
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	Plg-2 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno
SiO ₂	46.007	46.628	51.465	46.281	51.687	55.393
TiO ₂	0	0	0	0.048	0	0
Al ₂ O ₃	33.619	33.159	30.849	34.083	30.771	27.612
FeO	0.544	0.512	0.481	0.646	0.562	0.266
MnO	0	0	0.027	0	0.097	0
MgO	0	0	0.041	0	0.02	0.012
CaO	17.909	17.252	13.719	17.257	13.303	10.12
Na ₂ O	1.41	1.479	3.261	1.593	3.758	5.613
K ₂ O	0.137	0.052	0.281	0.063	0.149	0.512
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0	0	0.026	0.009	0	0.026
NiO	0	0	0	0	0	0
Toplam	99.626	99.082	100.15	99.98	100.347	99.554
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	8.53	8.66	9.36	8.54	9.38	10.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al	7.35	7.26	6.61	7.41	6.58	5.90
Fe ⁺²	0.08	0.08	0.07	0.10	0.09	0.04
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Ca	3.56	3.43	2.67	3.41	2.59	1.97
Na	0.51	0.53	1.15	0.57	1.32	1.97
K	0.03	0.01	0.07	0.01	0.03	0.12
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.06	19.98	19.94	20.05	20.01	20.05
An	86.84	86.30	68.75	85.37	65.59	48.45
Ab	12.37	13.39	29.57	14.26	33.53	48.63
Or	0.79	0.31	1.68	0.37	0.87	2.92

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 10'un devamı

Örnek	<u>S-36-6</u>	<u>S-36-7</u>	<u>S-36-8</u>	<u>S-36-8</u>	<u>S-36-8</u>	<u>S-36-9</u>
	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno	Plg-1 Kenar Feno	plg-2 Merkez Feno	Plg-1 Merkez Feno
SiO ₂	49.987	49.993	45.353	55.536	47.565	58.471
TiO ₂	0	0.042	0.073	0.053	0.07	0
Al ₂ O ₃	30.966	31.703	34.799	28.13	32.634	26.297
FeO	0.494	0.659	0.392	0.329	0.614	0.184
MnO	0.097	0	0.041	0.041	0	0
MgO	0	0.041	0.005	0	0.027	0
CaO	14.291	14.561	18.118	10.937	16.478	8.398
Na ₂ O	3.35	3.033	0.867	5.287	1.995	6.649
K ₂ O	0.183	0.265	0.086	0.482	0.155	0.583
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
NiO	0	0	0	0	0	0
Toplam	99.368	100.297	99.734	100.795	99.538	100.582
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	9.20	9.12	8.39	9.96	8.79	10.43
Ti	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Al	6.72	6.82	7.59	5.95	7.11	5.53
Fe ⁺²	0.08	0.10	0.06	0.05	0.09	0.03
Mn	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Mg	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Ca	2.82	2.85	3.59	2.10	3.26	1.60
Na	1.20	1.07	0.31	1.84	0.71	2.30
K	0.04	0.06	0.02	0.11	0.04	0.13
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	20.06	20.03	19.97	20.03	20.02	20.02
An	69.47	71.50	91.55	51.89	81.28	39.75
Ab	29.47	26.95	7.93	45.39	17.81	56.96
Or	1.06	1.55	0.52	2.72	0.91	3.29

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 10'nun devamı

Örnek	S-36-9	
	Plg-1 Kenar Feno	Plg-1 Merkez Feno
SiO₂	58.092	46.206
TiO₂	0	0
Al₂O₃	26.274	33.777
FeO	0.273	0.677
MnO	0.083	0.027
MgO	0	0.028
CaO	8.672	17.337
Na₂O	6.337	1.492
K₂O	0.794	0.111
P₂O₅	0.00	0.00
Cr₂O₃	0	0.009
NiO	0	0
Toplam	100.525	99.664
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.		
Si	10.39	8.55
Ti	0.00	0.00
Al	5.54	7.37
Fe⁺²	0.04	0.10
Mn	0.01	0.00
Mg	0.00	0.01
Ca	1.66	3.44
Na	2.20	0.54
K	0.18	0.03
P	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00
Toplam	20.03	20.04
	41.13	85.96
An	54.39	13.39
Ab	4.48	0.66
Or	58.092	46.206

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Ek Tablo 11. Aglomera piroklastlarındaki klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları.

Örnek	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-1</u>	<u>S-12-2</u>	<u>S-12-2</u>	<u>S-12-2</u>	<u>S-12-3</u>	<u>S-12-3</u>	<u>S-12-3</u>
	Kpir-1 Merkez	Kpir-2 Merkez	Kpir-3 Merkez	Kpir-1 Merkez	Kpir -1 Kenar	Kpir -2 Merkez	Kpir -1 Merkez	Kpir -1 Merkez	Kpir -2 Merkez
SiO ₂	47.60	45.45	50.03	50.73	49.85	50.76	49.42	48.55	49.74
TiO ₂	0.88	1.13	0.66	0.55	0.53	0.58	0.61	0.84	0.50
Al ₂ O ₃	6.31	8.99	3.99	3.55	3.71	3.48	4.94	5.85	5.20
FeO	8.15	9.07	8.65	10.44	8.26	9.87	6.69	8.76	7.96
MnO	0.24	0.12	0.31	0.37	0.24	0.30	0.19	0.14	0.26
MgO	12.28	11.16	13.60	14.10	13.28	13.29	13.43	12.09	13.45
CaO	22.24	22.89	22.06	19.90	22.50	20.64	23.29	22.70	23.01
Na ₂ O	0.44	0.30	0.27	0.35	0.33	0.53	0.14	0.38	0.22
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	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
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Toplam	98.14	99.10	99.61	100.01	98.70	99.46	98.71	99.30	100.34

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.82	1.73	1.88	1.90	1.89	1.91	1.86	1.83	1.85
Ti	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Al	0.28	0.40	0.18	0.16	0.17	0.15	0.22	0.26	0.23
Fe ⁺²	0.26	0.29	0.27	0.33	0.26	0.31	0.21	0.28	0.25
Mn	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mg	0.70	0.63	0.76	0.79	0.75	0.75	0.75	0.68	0.75
Ca	0.91	0.93	0.89	0.80	0.91	0.83	0.94	0.92	0.92
Na	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.01	0.03	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.03	4.05	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.03	4.03
Mg[#]	72.87	68.70	73.72	70.66	74.15	70.59	78.16	71.10	75.08
Wo	48.69	50.30	46.21	41.75	47.45	44.07	49.36	48.97	47.99
En	37.39	34.14	39.66	41.16	38.97	39.48	39.58	36.28	39.05
Fs	13.92	15.55	14.14	17.09	13.59	16.45	11.06	14.75	12.96

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

Ek Tablo 11'in devamı

	<u>S-12-3</u>	<u>S-12-4</u>	<u>S-12-4</u>	<u>S-12-5</u>	<u>S-12-5</u>	<u>S-12-5</u>	<u>S-12-6</u>	<u>S-12-6</u>	<u>S-12-7</u>
	Kpir-3 Kenar	Kpir -1 Merkez	Kpir -1 Kenar	Kpir -1 Merkez	Kpir -2 Merkez	Kpir -3 Merkez	Kpir -1 Merkez	Kpir -2 Merkez	Kpir -1 Merkez
SiO₂	51.03	50.14	50.75	50.06	50.30	51.51	46.73	49.43	46.88
TiO₂	0.60	0.68	0.52	0.55	0.57	0.44	0.85	0.58	0.85
Al₂O₃	3.18	3.65	3.47	4.31	4.89	2.63	8.00	4.83	7.69
FeO	9.42	9.87	10.03	8.41	7.01	9.17	8.29	7.93	9.39
MnO	0.30	0.33	0.27	0.22	0.26	0.44	0.18	0.19	0.30
MgO	13.07	12.35	12.18	13.79	13.65	13.92	11.74	13.17	11.14
CaO	22.18	22.17	21.38	23.04	23.80	21.21	23.67	22.87	22.89
Na₂O	0.35	0.48	0.58	0.28	0.15	0.48	0.22	0.16	0.39
K₂O	0.01	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03
P₂O₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr₂O₃	0.13	0.07	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00
Toplam	100.27	99.79	99.20	100.66	100.70	99.81	99.71	99.18	99.55

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.91	1.89	1.92	1.86	1.86	1.93	1.76	1.86	1.78
Ti	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
Al	0.14	0.16	0.15	0.19	0.21	0.12	0.36	0.21	0.34
Fe⁺²	0.29	0.31	0.32	0.26	0.22	0.29	0.26	0.25	0.30
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.73	0.69	0.69	0.76	0.75	0.78	0.66	0.74	0.63
Ca	0.89	0.90	0.87	0.92	0.94	0.85	0.96	0.92	0.93
Na	0.03	0.04	0.04	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.01	4.02	4.01	4.04	4.02	4.02	4.04	4.02	4.04
Mg[#]	71.22	69.04	68.39	74.51	77.64	73.01	71.62	74.76	67.90
Wo	46.48	47.12	46.32	47.22	49.31	44.44	50.93	48.27	50.06
En	38.11	36.51	36.71	39.32	39.35	40.56	35.15	38.67	33.91
Fs	15.40	16.37	16.97	13.46	11.33	15.00	13.93	13.06	16.03

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Mg[#] = Mg/(Mg+Fe⁺²)

Ek Tablo 11'in devamı

	<u>S-12-7</u>	<u>S-12-7</u>	<u>S-12-8</u>	<u>S-12-8</u>	<u>S-12-8</u>	<u>S-12-8</u>	<u>S-12-9</u>	<u>S-12-9</u>	<u>S-36-4</u>
	Kpir-1 Orta	Kpir -1 Kenar	Kpir -1 Merkez	Kpir -2 Merkez	Kpir -3 Merkez	Kpir -3 Kenar	Kpir -1 Merkez	Kpir -1 Kenar	Kpir -1 Merkez
SiO ₂	43.10	46.92	49.19	49.49	51.32	50.11	52.78	50.68	48.60
TiO ₂	1.50	1.16	0.60	0.62	0.37	0.68	0.30	0.61	0.69
Al ₂ O ₃	11.48	7.18	5.35	5.14	2.46	4.74	2.11	3.43	4.81
FeO	9.77	9.00	7.89	7.68	9.72	8.40	10.63	9.25	11.59
MnO	0.15	0.29	0.29	0.41	0.65	0.14	0.85	0.31	0.92
MgO	9.97	12.14	12.66	13.36	12.49	13.72	13.19	13.19	13.20
CaO	23.12	22.79	22.96	22.41	21.36	23.07	20.57	22.26	16.59
Na ₂ O	0.32	0.31	0.33	0.21	0.62	0.22	0.51	0.34	0.88
K ₂ O	0.04	0.00	0.02	0.00	0.05	0.04	0.03	0.02	0.35
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
Toplam	99.44	99.79	99.30	99.31	99.03	101.13	100.97	100.11	97.64

Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	1.65	1.77	1.85	1.86	1.94	1.85	1.96	1.90	1.87
Ti	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
Al	0.52	0.32	0.24	0.23	0.11	0.21	0.09	0.15	0.22
Fe ⁺²	0.31	0.28	0.25	0.24	0.31	0.26	0.33	0.29	0.37
Mn	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	0.01	0.03
Mg	0.57	0.68	0.71	0.75	0.71	0.76	0.73	0.74	0.76
Ca	0.95	0.92	0.93	0.90	0.87	0.91	0.82	0.89	0.68
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.04	0.02	0.07
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.06	4.05	4.02	4.02	4.01	4.03	4.00	4.02	4.02
Mg[#]	64.53	70.62	74.09	75.62	69.62	74.44	68.87	71.77	66.99
Wo	51.82	48.80	49.12	47.68	46.12	47.35	43.55	46.54	37.71
En	31.09	36.16	37.70	39.56	37.51	39.19	38.87	38.37	41.73
Fs	17.09	15.04	13.18	12.76	16.37	13.46	17.57	15.09	20.56

Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

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

Ek Tablo12. Aglomera piroklastlarındaki hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	<u>S-36-2</u>	<u>S-36-4</u>	<u>S-36-5</u>
	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno
SiO ₂	41.05	39.69	44.44
TiO ₂	1.48	1.48	1.45
Al ₂ O ₃	12.39	14.69	9.75
FeO	14.45	13.58	15.19
MnO	0.48	0.11	0.55
MgO	12.22	12.16	11.68
CaO	11.52	11.37	11.64
Na ₂ O	1.81	2.03	1.56
K ₂ O	1.14	1.27	1.23
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.			
Toplam	96.61	96.41	97.53
Si	6.10	5.88	6.59
Ti	0.16	0.16	0.16
Al⁴	1.90	2.12	1.41
Al⁶	0.27	0.45	0.30
Al^T	2.17	2.57	1.70
Fe⁺³	0.89	0.90	0.40
Fe⁺²	0.90	0.78	1.48
Mn	0.06	0.01	0.07
Mg	2.71	2.69	2.58
Ca	1.83	1.80	1.85
Na	0.52	0.58	0.45
K	0.22	0.24	0.23
Toplam	15.57	15.63	15.53
Mg[#]	0.60	0.61	0.58

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayırımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo.12'nin devamı

	<u>S-36-1</u>	<u>S-36-1</u>	<u>S-36-3</u>	<u>S-36-6</u>	<u>S-36-7</u>	<u>S-36-8</u>	<u>S-36-9</u>	<u>S-36-9</u>
	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Kenar Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-1 Merkez Feno	Amf-2 Merkez Feno
SiO ₂	44.31	45.27	45.52	45.18	44.05	44.34	42.89	44.72
TiO ₂	1.80	1.56	1.54	1.50	1.71	2.43	1.40	1.79
Al ₂ O ₃	9.28	8.73	9.01	8.59	9.12	9.83	11.68	9.03
FeO	14.51	14.89	13.08	14.29	14.54	13.22	15.21	13.99
MnO	0.67	0.78	0.54	0.78	0.56	0.22	0.40	0.60
MgO	12.20	12.68	13.36	12.53	12.18	13.56	11.79	12.94
CaO	11.30	11.42	11.22	11.14	11.51	11.18	11.41	11.24
Na ₂ O	1.43	1.33	1.36	1.45	1.63	1.61	1.75	1.53
K ₂ O	0.99	0.84	0.82	0.84	0.92	1.12	0.73	0.88
Toplam	96.49	97.60	96.47	96.30	96.22	97.49	97.27	96.75

Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Si	6.58	6.63	6.68	6.70	6.59	6.46	6.31	6.59
Ti	0.20	0.17	0.17	0.17	0.19	0.27	0.16	0.20
Al ^[4]	1.42	1.37	1.32	1.30	1.41	1.54	1.69	1.41
Al ^[6]	0.21	0.13	0.23	0.20	0.20	0.15	0.34	0.16
Al ^T	1.63	1.51	1.56	1.50	1.61	1.69	2.02	1.57
Fe ⁺³	0.61	0.77	0.68	0.66	0.49	0.70	0.81	0.70
Fe ⁺²	1.19	1.05	0.92	1.11	1.33	0.91	1.06	1.02
Mn	0.08	0.10	0.07	0.10	0.07	0.03	0.05	0.08
Mg	2.70	2.77	2.92	2.77	2.72	2.95	2.59	2.84
Ca	1.80	1.79	1.76	1.77	1.84	1.75	1.80	1.77
Na	0.41	0.38	0.39	0.42	0.47	0.46	0.50	0.44
K	0.19	0.16	0.15	0.16	0.18	0.21	0.14	0.17
Toplam	15.40	15.33	15.30	15.34	15.49	15.41	15.44	15.38
Mg[#]	0.60	0.60	0.65	0.61	0.60	0.65	0.58	0.62

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

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake ve diğ.(2004)'ne göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 13. Aglomera piroklastlarındaki ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek	S-12-1 Opq-1 Merkez	S-12-1 Opq-2 Merkez	S-12-2 Opq-1 Merkez	S-12-2 Opq-2 Merkez	S-12-3 Opq-1 Merkez	S-12-3 Opq-2 Merkez
SiO ₂	0.79	1.72	0.31	0.42	0.09	0.15
TiO ₂	7.31	7.38	7.59	9.43	6.56	7.15
Al ₂ O ₃	3.83	2.53	2.28	3.03	6.71	7.30
Cr ₂ O ₃	0.00	0.06	0.00	0.13	0.06	0.02
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	79.78	77.97	79.28	80.37	78.83	77.13
MnO	0.50	0.83	0.71	0.64	0.63	0.53
MgO	1.26	1.52	1.52	0.80	2.75	3.56
CaO	0.13	0.23	0.00	0.08	0.04	0.00
Toplam	93.79	92.57	91.73	94.91	95.67	95.88
Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır.						
Si	0.24	0.52	0.09	0.12	0.03	0.04
Ti	1.65	1.69	1.76	2.12	1.42	1.53
Al	1.36	0.91	0.83	1.07	2.27	2.45
Cr	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺³	10.87	10.65	11.46	10.41	10.83	10.40
Fe ⁺²	9.15	9.24	8.97	9.70	8.10	7.94
Mn	0.13	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13
Mg	0.56	0.69	0.70	0.36	1.18	1.51
Ca	0.04	0.07	0.00	0.03	0.01	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	7.31	7.38	7.59	9.43	6.56	7.15
Fe ₂ O ₃	48.13	46.39	49.43	46.22	50.12	48.62
FeO	36.46	36.22	34.80	38.78	33.73	33.38

Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 13'ün devamı

Örnek	S-12-5 Opq-1 Merkez	S-12-8 Opq-1 Merkez	S-36-1 Opq-1 Merkez	S-36-6 Opq-1 Merkez	S-36-8 Opq-1 Merkez	S-36-9 Opq-1 Merkez
SiO ₂	0.31	1.19	3.54	4.17	1.43	2.98
TiO ₂	14.04	10.92	3.15	3.98	5.43	4.15
Al ₂ O ₃	4.18	1.91	1.11	1.11	1.38	1.17
Cr ₂ O ₃	0.00	0.07	0.07	0.00	0.04	0.00
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	73.52	74.69	78.35	77.36	81.36	79.68
MnO	0.68	1.45	0.07	0.12	0.35	0.04
MgO	1.56	1.72	0.09	0.16	0.06	0.02
CaO	0.06	0.18	0.49	0.46	0.09	0.33
Toplam	94.45	92.38	86.91	87.53	90.15	88.52

Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır.

Si	0.09	0.37	1.16	1.35	0.45	0.96
Ti	3.16	2.52	0.77	0.97	1.30	1.01
Al	1.47	0.69	0.43	0.42	0.51	0.44
Cr	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺³	8.02	9.52	11.70	10.93	11.98	11.63
Fe ⁺²	10.37	9.67	9.70	10.06	9.59	9.83
Mn	0.17	0.38	0.02	0.03	0.09	0.01
Mg	0.69	0.79	0.04	0.08	0.03	0.01
Ca	0.02	0.06	0.17	0.16	0.03	0.11
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO₂	14.04	10.92	3.15	3.98	5.43	4.15
Fe₂O₃	35.65	41.18	47.61	44.78	50.21	47.97
FeO	41.44	37.64	35.51	37.07	36.18	36.51

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

Ek Tablo 14. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanik kayaların ana oksit (%) ve iz (ppm) element analizleri ve CIPW normatif mineralojik (%) bileşimleri

Aglomera Piroklastı												
Örnek	S4	S7	S8	S12	S14	S19	S30	S34	S35	S36	S39	S40
SiO ₂	47.38	47.59	48.96	46.98	47.84	47.32	52.09	49.06	51.42	58.05	61.19	56.89
TiO ₂	0.64	0.81	0.78	0.70	0.72	0.71	0.67	0.72	0.69	0.45	0.47	0.58
Al ₂ O ₃	18.59	18.41	18.27	17.68	18.07	19.59	18.02	18.55	19.22	17.57	17.20	18.12
Fe ₂ O ₃ *	9.06	10.78	10.28	10.24	9.70	9.75	8.37	9.98	8.48	5.48	5.12	7.13
MnO	0.09	0.21	0.20	0.15	0.14	0.13	0.17	0.14	0.17	0.10	0.08	0.18
MgO	5.27	5.22	4.51	5.14	5.29	4.90	3.77	4.80	3.68	2.35	1.46	2.83
CaO	9.91	10.42	9.76	8.79	9.11	10.79	8.41	10.28	10.78	7.28	6.83	7.71
Na ₂ O	2.03	2.20	2.47	4.45	3.26	2.50	3.98	2.35	2.37	3.04	2.84	2.98
K ₂ O	1.48	2.00	2.81	1.31	1.79	1.35	1.92	1.84	1.23	2.26	2.86	1.92
P ₂ O ₅	0.16	0.31	0.48	0.36	0.36	0.18	0.24	0.24	0.18	0.16	0.16	0.26
A.K	5.10	1.80	1.20	3.90	3.40	2.50	2.00	1.80	1.60	3.00	1.60	1.20
Toplam	99.71	99.75	99.72	99.70	99.68	99.72	99.64	99.76	99.82	99.74	99.81	99.80
Zr	57.50	83.50	117.7	96.40	108.3	53.30	78.20	80.00	75.40	99.90	95.30	111.4
Y	13.30	20.30	23.50	20.60	21.40	15.20	14.70	17.70	16.00	12.00	12.70	18.80
Sr	512.2	703.3	758.9	552.0	668.1	541.8	1071.2	559.1	526.1	647.2	627.0	714.0
U	1.00	1.20	2.00	1.90	2.10	0.70	1.10	1.30	1.00	2.70	2.60	1.60
Rb	12.90	41.00	63.50	9.30	12.20	20.40	31.00	41.90	35.50	70.00	74.00	59.00
Th	3.00	3.90	5.80	5.70	6.10	1.90	3.30	4.10	3.60	7.60	6.40	5.20
Ta	0.30	0.30	0.50	0.40	0.40	0.20	0.20	0.30	0.20	0.60	0.50	0.50
Zn	75.00	75.00	79.00	43.00	58.00	54.00	87.00	61.00	46.00	58.00	50.00	34.00
Cu	48.50	39.30	37.40	36.70	42.30	34.90	202.10	44.20	17.50	13.30	16.40	25.30
Ni	5.80	4.10	3.30	5.00	5.10	5.30	4.50	4.80	1.70	2.90	3.90	2.40
Co	28.20	30.60	27.70	25.90	24.70	29.00	19.30	28.40	21.10	13.80	14.20	14.20
Ba	469	543	547	588	642	473	717	550	545	911	950	736
Nb	3.40	5.80	8.10	7.40	8.10	3.00	3.60	5.00	4.80	8.30	7.80	8.10
Hf	1.60	2.40	3.10	2.10	2.60	1.50	2.20	2.60	2.30	2.90	2.80	2.80
Ku	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88	13.47	17.71	11.42
Or	9.34	12.17	16.96	8.16	11.05	8.27	11.70	11.17	7.45	13.83	17.26	11.58
Ab	18.28	19.21	21.41	26.49	27.03	21.92	34.69	20.48	20.56	26.65	24.54	25.72
An	39.66	35.46	31.14	25.64	30.74	39.66	26.39	35.64	39.12	28.69	26.30	30.93
Di	9.60	13.01	12.52	14.55	11.53	12.11	12.25	12.62	12.09	6.33	6.10	5.29
Hyp	16.37	2.90	2.05	0.00	0.00	1.90	6.20	9.93	12.59	6.85	4.14	9.63
Ol	2.28	11.71	8.69	11.09	11.94	11.36	2.50	5.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Mag	2.80	3.22	4.57	4.68	4.41	2.93	4.38	2.97	2.52	2.89	2.65	3.68
İlm	1.29	1.58	1.52	1.41	1.42	1.41	1.31	1.41	1.35	0.89	0.91	1.12
Ap	0.39	0.74	1.14	0.88	0.88	0.44	0.58	0.58	0.42	0.39	0.37	0.60
Mg [#]	59.00	54.60	52.10	58.70	60.70	55.40	57.80	54.40	51.80	56.60	46.50	54.70

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

Mg[#] = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*). CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. Ku: Kuvars. Or: Ortoklas. Ab: Albit. An: Anortit. Di: Diyopsit. Hyp: Hipersten. Ol: Olivin. Mag: Magnetit. İl: İlmenit. Ap: Apatit

Ek Tablo 14 'ün devamı

Bazalt							
Örnek	S9	S10	S11	S32	S62	S63	S64
SiO₂	50.75	48.89	49.31	47.86	46.53	48.13	46.08
TiO₂	0.86	0.87	0.74	0.77	0.77	0.75	0.91
Al₂O₃	18.35	18.29	18.49	18.80	16.63	17.74	17.19
Fe₂O₃*	9.65	10.41	9.71	10.77	9.91	8.69	10.99
MnO	0.17	0.17	0.12	0.19	0.15	0.18	0.18
MgO	3.94	4.63	4.01	5.34	5.85	4.68	4.91
CaO	9.49	9.71	9.91	10.28	10.85	11.92	10.50
Na₂O	2.55	2.50	2.59	2.37	2.84	1.94	2.25
K₂O	2.42	2.28	1.74	1.77	1.44	2.10	2.45
P₂O₅	0.30	0.30	0.24	0.27	0.49	0.41	0.45
A.K	1.30	1.70	2.90	1.30	4.20	3.10	3.80
Toplam	99.78	99.75	99.76	99.72	99.66	99.64	99.71
Zr	133.00	108.40	80.50	76.10	115.00	98.00	110.40
Y	25.40	21.20	17.90	17.20	23.60	19.80	24.30
Sr	607.50	607.30	595.20	565.80	814.10	724.20	745.70
U	1.80	1.40	1.20	1.00	2.00	1.70	1.30
Rb	57.70	45.80	21.10	35.60	9.70	35.70	35.50
Th	6.80	4.40	3.70	3.40	6.40	4.60	4.40
Ta	0.70	0.50	0.30	0.20	0.50	0.40	0.30
Zn	69.00	75.00	69.00	58.00	81.00	69.00	39.00
Cu	12.00	12.90	56.30	34.00	34.70	44.00	19.90
Ni	3.40	3.30	3.90	5.70	6.00	7.80	4.30
Co	22.70	24.20	26.00	31.00	33.60	28.20	26.30
Ba	670.00	582.00	532.00	439.00	639.00	486.00	471.00
Nb	10.10	7.40	5.00	4.50	7.20	5.30	6.60
Hf	3.60	3.20	2.00	1.90	2.90	2.70	3.40
Ku	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	14.66	13.89	10.70	10.70	8.98	12.94	15.25
Ab	22.09	21.75	22.85	20.56	21.34	17.09	15.78
An	32.20	32.85	35.03	36.33	29.99	34.97	31.10
Di	11.63	12.22	12.08	11.73	19.30	19.73	17.14
Hyp	13.09	4.70	12.49	3.42	0.00	5.10	0.00
Ol	1.06	9.07	1.86	11.91	12.42	5.06	12.15
Mag	2.87	3.10	2.93	3.20	3.03	2.62	3.35
İlm	1.67	1.69	1.46	1.50	1.54	1.48	1.82
Ap	0.72	0.72	0.58	0.65	1.20	1.00	1.09
Mg[#]	50.30	52.40	50.60	55.10	59.40	57.10	52.60

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg[#] = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*). CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars. *Or*: Ortoklas. *Ab*: Albit. *An*: Anortit. *Di*: Diyopsit. *Hyp*: Hipersten. *Ol*: Olivin. *Mag*: Magnetit. *İl*: İlmenit. *Ap*: Apatit

Ek Tablo 14'ün devamı

Bazalt							
Örnek	S70	S71	S83	S109	S112	S113	S120
SiO₂	44.95	47.06	45.65	47.75	47.99	48.11	53.17
TiO₂	0.77	0.88	0.77	0.87	0.83	0.75	0.57
Al₂O₃	18.58	17.74	18.24	18.16	17.65	19.36	18.27
Fe₂O₃*	10.76	10.10	10.52	10.16	9.35	9.70	7.44
MnO	0.17	0.19	0.20	0.22	0.21	0.19	0.22
MgO	5.12	4.64	6.21	4.70	3.94	3.79	2.28
CaO	11.54	11.97	9.47	10.41	9.32	10.24	9.30
Na₂O	2.70	2.05	2.53	2.70	3.21	2.68	3.44
K₂O	1.28	1.57	1.72	2.03	2.37	2.00	2.89
P₂O₅	0.24	0.33	0.25	0.29	0.36	0.26	0.33
A.K	3.50	3.10	4.10	2.30	4.40	2.60	1.70
Toplam	99.61	99.63	99.66	99.59	99.63	99.68	99.61
Zr	60.90	98.20	52.80	96.80	95.30	54.00	110.40
Y	15.60	24.40	16.20	24.10	25.20	17.20	25.80
Sr	807.10	898.60	769.30	836.70	1028.30	676.20	1068.90
U	0.90	1.50	0.70	1.40	1.10	0.90	1.00
Rb	23.00	17.30	26.80	42.30	44.30	33.70	71.00
Th	2.80	5.10	2.50	4.50	4.70	2.70	7.80
Ta	0.20	0.40	0.10	0.60	0.40	0.20	0.90
Zn	36.00	79.00	56.00	80.00	84.00	41.00	79.00
Cu	98.70	40.00	38.80	47.20	23.50	69.70	35.50
Ni	7.70	7.80	4.70	4.20	1.80	2.20	1.70
Co	40.40	30.10	32.90	27.80	23.00	28.70	18.00
Ba	811.00	711.00	471.00	890.00	772.00	672.00	1071.00
Nb	4.00	6.40	2.60	9.40	6.50	3.70	10.50
Hf	1.80	2.80	2.00	2.90	2.80	1.50	2.30
Ku	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19
Or	7.92	9.69	10.76	12.41	14.83	12.29	17.55
Ab	14.99	18.11	19.82	20.92	25.12	23.47	29.87
An	36.57	36.11	35.19	32.58	28.28	36.22	26.54
Di	18.16	19.66	10.50	15.75	14.93	12.33	15.45
Hyp	0.00	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00	3.63
Ol	12.11	7.18	16.87	11.36	8.04	10.63	0.00
Mag	3.28	3.06	3.22	3.06	4.31	2.91	3.87
İlm	1.54	1.75	1.54	1.71	1.67	1.48	1.12
Ap	0.58	0.79	0.60	0.70	0.88	0.63	0.79
Mg[#]	54.10	53.20	59.40	53.40	54.40	49.20	48.30

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg[#] = 100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*). CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars. *Or*: Ortoklas. *Ab*: Albit. *An*: Anortit. *Di*: Diyopsit. *Hyp*: Hipersten. *Ol*: Olivin. *Mag*: Magnetit. *İl*: İlmenit. *Ap*: Apatit

Ek Tablo 14'ün devamı

Bazaltik dayk										
Örnek	S43	S44	S67	S69	S72	S73	S102	S103	S116	S121
SiO ₂	48.99	49.68	47.74	46.51	47.82	47.73	46.40	46.79	50.18	47.34
TiO ₂	0.87	0.73	0.78	0.72	0.82	0.67	0.76	0.77	0.75	0.91
Al ₂ O ₃	17.90	18.32	15.74	18.97	18.38	18.82	19.32	19.02	17.83	18.47
Fe ₂ O ₃ *	10.66	9.96	10.39	10.43	9.26	9.06	10.61	10.68	8.89	10.68
MnO	0.21	0.13	0.18	0.19	0.18	0.24	0.19	0.18	0.21	0.20
MgO	5.16	4.28	6.44	4.80	3.72	3.26	5.54	5.69	3.55	4.64
CaO	11.20	9.78	10.13	11.21	10.12	10.79	11.56	11.61	9.05	12.01
Na ₂ O	2.40	2.59	2.06	2.24	3.40	3.26	2.19	2.26	3.19	2.43
K ₂ O	1.48	1.79	2.59	2.03	2.23	2.44	1.20	1.23	2.20	1.26
P ₂ O ₅	0.27	0.23	0.28	0.34	0.24	0.26	0.16	0.16	0.22	0.21
A.K	0.60	2.30	3.20	2.20	3.50	3.10	1.80	1.30	3.60	1.60
Toplam	99.74	99.79	99.53	99.64	99.67	99.63	99.73	99.69	99.67	99.75
Zr	92.20	85.60	94.40	84.50	93.20	94.40	48.80	49.10	87.20	74.40
Y	24.00	18.80	18.50	16.00	25.00	26.20	16.30	16.80	22.90	21.80
Sr	695.90	623.50	719.70	758.50	739.00	906.70	597.00	605.40	753.60	658.70
U	1.10	1.30	1.60	1.30	1.40	2.20	0.50	0.50	1.20	0.80
Rb	27.00	26.90	63.00	49.00	38.00	22.40	13.80	15.50	41.90	14.50
Th	3.70	4.10	4.80	4.40	3.60	6.00	1.60	1.80	3.40	2.50
Ta	0.50	0.30	0.20	0.30	0.40	0.60	0.10	0.10	0.30	0.30
Zn	60.00	67.00	63.00	31.00	73.00	74.00	61.00	62.00	82.00	77.00
Cu	43.60	52.70	45.70	75.30	30.90	28.30	71.80	105.10	38.00	61.20
Ni	6.80	4.10	13.20	5.60	2.20	1.70	6.80	6.30	2.20	4.40
Co	28.00	29.70	31.70	37.50	24.40	22.20	33.70	34.00	21.30	31.10
Ba	559.00	576.00	968.00	756.00	667.00	903.00	485.00	489.00	828.00	486.00
Nb	8.00	5.10	5.00	5.80	6.70	8.40	3.00	3.20	4.90	4.70
Hf	2.60	2.40	2.80	2.50	2.80	2.30	1.40	1.60	2.50	2.50
Ku	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	8.92	10.93	16.02	12.41	13.77	15.01	7.33	7.45	13.59	7.68
Ab	20.65	22.68	18.19	15.95	21.46	17.98	18.59	18.74	28.26	20.24
An	34.27	34.21	27.27	36.97	29.64	30.80	40.49	39.07	29.18	36.73
Di	16.99	11.98	19.27	15.19	17.55	19.28	14.51	15.63	13.52	19.14
Hyp	6.93	13.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.08	0.00
Ol	6.77	2.20	13.81	12.11	6.44	5.02	13.77	13.56	2.27	10.24
Nph	0.00	0.00	0.05	1.99	4.69	5.85	0.29	0.48	0.00	0.50
Mag	3.15	2.99	3.16	3.13	4.22	4.10	3.18	3.18	4.05	3.19
İlm	1.69	1.42	1.56	1.42	1.63	1.33	1.48	1.50	1.50	1.79
Ap	0.63	0.56	0.67	0.81	0.58	0.63	0.37	0.37	0.53	0.51
Mg [#]	54.50	51.60	60.50	53.30	53.20	50.50	56.40	56.90	53.00	51.80

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. $Mg^{\#} = 100 \times MgO / (MgO + Fe_2O_3^*)$. CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. *Ku*: Kuvars. *Or*: Ortoklas. *Ab*: Albit. *An*: Anortit. *Di*: *Diyopsit*. *Hyp*: *Hipersten*. *Ol*: Olivin. *Mag*: Magnetit. *İl*: İlmenit. *Ap*: Apatit

Ek Tablo 14'ün devamı

Örnek	Trakiandezitik dom				Trakiandezitik dayk		“Cognate İnküzyon”
	S26	S27	S28	S29	S79	S122	S21
SiO ₂	63.79	65.24	64.47	61.77	64.85	62.44	39.78
TiO ₂	0.33	0.30	0.30	0.32	0.31	0.37	1.11
Al ₂ O ₃	16.77	16.44	16.84	18.25	16.52	18.47	15.15
Fe ₂ O ₃ *	4.06	3.73	3.88	3.99	3.77	3.60	14.61
MnO	0.13	0.12	0.10	0.11	0.11	0.17	0.18
MgO	0.86	0.85	0.76	0.81	0.88	0.68	9.41
CaO	3.50	3.49	3.11	3.12	3.21	3.65	11.81
Na ₂ O	3.39	3.45	3.36	3.54	3.56	4.86	1.90
K ₂ O	5.63	5.41	5.65	6.33	5.58	3.60	0.58
P ₂ O ₅	0.18	0.16	0.19	0.17	0.16	0.11	0.10
A.K	1.10	0.60	1.10	1.40	0.80	1.70	4.90
Toplam	99.74	99.79	99.76	99.81	99.75	99.65	99.53
Zr	168.20	177.90	163.30	168.30	169.20	185.80	21.30
Y	20.00	18.60	17.50	16.20	18.00	33.00	15.40
Sr	545.10	580.80	563.60	509.60	533.80	707.30	415.30
U	3.90	3.60	3.80	3.50	4.30	3.20	0.20
Rb	129.00	131.60	146.50	129.80	125.40	89.70	5.30
Th	13.40	14.40	15.40	16.30	16.00	11.00	0.60
Ta	1.00	0.90	0.90	1.00	1.00	1.10	0.10
Zn	53.00	46.00	51.00	57.00	42.00	87.00	50.00
Cu	12.20	7.80	9.90	11.60	5.90	10.20	136.40
Ni	2.10	2.50	2.70	2.20	2.60	1.40	14.20
Co	6.40	6.00	5.90	5.20	6.30	4.20	51.60
Ba	1118.00	1154.00	1229.00	1159.00	1161.00	1341.00	818.00
Nb	13.60	14.30	13.60	13.40	13.00	16.50	1.40
Hf	3.80	4.20	4.00	4.10	4.20	4.50	0.70
Ku	14.31	16.37	15.66	9.05	15.13	11.53	0.00
Or	33.80	32.27	33.92	38.12	33.39	21.75	3.66
Ab	29.11	29.45	28.85	30.46	30.46	42.05	1.83
An	14.16	13.57	14.40	14.77	12.80	17.89	33.31
Di	1.98	2.44	0.12	0.00	1.94	0.00	23.61
Hyp	2.58	2.23	3.16	3.37	2.53	2.94	0.00
Ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.35
Mag	2.99	2.73	2.86	2.94	2.77	2.67	3.41
İlm	0.65	0.57	0.57	0.63	0.59	0.72	2.26
Ap	0.42	0.37	0.44	0.39	0.37	0.25	0.25
Mg[#]	45.50	47.40	43.70	44.40	48.00	42.90	60.00

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg[#]=100 x MgO / (MgO + Fe₂O₃*). CIPW hesaplamalarında Fe₂O₃ / FeO oranı Le Maitre vd. (1989)'ne göre alınmıştır. Ku: Kuvvars. Or: Ortoklas. Ab: Albit. An: Anortit. Di: Diyopsit. Hyp: Hipersten. Ol: Olivin. Mag: Magnetit. İl: İlmenit. Ap: Apatit

Ek Tablo 15. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinin nadir toprak element (ppm) analiz sonuçları

Bazalt							
Örnek	S-9	S-10	S-11	S-32	S-62	S-63	S-64
La	22.20	18.60	14.60	14	24.4	19.2	23.3
Ce	47.7	40.1	31.5	30.1	51.1	39.7	49.2
Pr	5.44	4.64	3.64	3.66	6.61	5.09	6.35
Nd	22.3	20.2	15.6	15.8	28.8	22	28.5
Sm	4.43	3.96	3.37	3.46	5.86	4.67	5.96
Eu	1.22	1.14	0.96	1	1.54	1.37	1.7
Gd	4.36	3.95	3.19	3.39	5.17	4.22	5.51
Tb	0.7	0.62	0.5	0.54	0.78	0.63	0.83
Dy	4.1	3.51	2.95	3.02	3.82	3.35	4.18
Ho	0.86	0.73	0.6	0.62	0.81	0.7	0.86
Er	2.58	2.11	1.85	1.76	2.48	2.1	2.48
Tm	0.38	0.3	0.27	0.26	0.38	0.3	0.38
Yb	2.62	2.16	1.75	1.73	2.54	1.84	2.24
Lu	0.4	0.32	0.28	0.27	0.36	0.3	0.35
Eu _N /Eu*	0.84	0.87	0.88	0.88	0.84	0.93	0.89
La _N /Lu _N	5.95	6.23	5.59	5.56	7.26	6.86	7.13
La _N /Yb _N	6.08	6.18	5.98	5.80	6.89	7.48	7.46
Örnek	S70	S71	S83	S109	S112	S113	S120
La	12.2	21.4	11.6	19.1	20.7	14.1	28.2
Ce	23.7	44.1	23.5	39.2	40.8	26.2	51.3
Pr	2.95	5.47	3.18	5.09	5.22	3.42	6.55
Nd	12.2	23.7	14.7	21.6	21.7	15.3	27.1
Sm	2.92	5.1	3.45	4.81	4.94	3.6	5.24
Eu	0.94	1.53	1.05	1.38	1.41	1.09	1.41
Gd	2.95	4.73	3.15	4.46	4.59	3.32	4.62
Tb	0.48	0.76	0.51	0.75	0.74	0.52	0.77
Dy	2.79	4.26	2.93	4.06	4.16	2.83	4.09
Ho	0.55	0.83	0.55	0.86	0.82	0.64	0.84
Er	1.64	2.51	1.69	2.54	2.49	1.79	2.69
Tm	0.24	0.4	0.26	0.4	0.37	0.28	0.43
Yb	1.41	2.47	1.46	2.49	2.37	1.74	2.71
Lu	0.22	0.36	0.24	0.36	0.4	0.26	0.39
Eu _N /Eu*	0.97	0.94	0.96	0.90	0.89	0.95	0.86
La _N /Lu _N	5.94	6.37	5.18	5.69	5.55	5.81	7.75
La _N /Yb _N	6.21	6.21	5.70	5.50	6.27	5.81	7.46

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

Ek Tablo 15'in devamı

Bazaltik dayk										
	S43	S44	S67	S69	S72	S73	S102	S103	S116	S121
La	16.8	15.6	17.9	14.7	16.7	22.1	8.9	8.9	14.4	12
Ce	35.8	31.6	35.2	27.1	32.3	45.3	19	17.9	31	26.3
Pr	4.4	3.83	4.5	3.49	4.16	5.5	2.54	2.55	4.12	3.7
Nd	18.6	16	18.3	14.9	19.9	21.4	11.7	11.4	17.3	16.5
Sm	4.09	3.48	4.15	3.3	4.31	4.6	2.68	2.79	4.35	4.19
Eu	1.21	1.05	1.13	1.05	1.24	1.29	0.9	0.93	1.27	1.17
Gd	4.11	3.35	4.15	2.94	4.13	4.38	2.83	2.8	4.16	4.05
Tb	0.69	0.56	0.64	0.49	0.71	0.74	0.48	0.49	0.72	0.68
Dy	4.08	3.18	3.6	2.88	3.81	4.55	2.55	2.85	3.67	3.76
Ho	0.84	0.65	0.76	0.59	0.84	0.86	0.6	0.6	0.84	0.83
Er	2.55	1.94	2.04	1.7	2.51	2.72	1.89	1.89	2.32	2.55
Tm	0.38	0.3	0.32	0.25	0.4	0.43	0.27	0.29	0.39	0.38
Yb	2.46	1.93	1.91	1.7	2.48	2.77	1.74	1.88	2.46	2.2
Lu	0.38	0.3	0.29	0.24	0.37	0.43	0.28	0.28	0.37	0.36
EuN/Eu*	0.89	0.93	0.82	1.01	0.89	0.87	0.99	1.01	0.90	0.86
LaN/LuN	4.74	5.57	6.62	6.56	4.84	5.51	3.41	3.41	4.17	3.57
LaN/YbN	4.90	5.80	6.72	6.20	4.83	5.72	3.67	3.40	4.20	3.91
Trakiandezitik dom					Trakiandezitik dayk					
	S26	S27	S28	S29	S79	S122				
La	36.8	33	33.4	39.2	34.6	46.9				
Ce	59.8	59.8	60	64.7	58.9	71.3				
Pr	6.41	6.04	6.02	6.49	6.42	10.05				
Nd	22.4	21	20.8	21.9	22.8	39.3				
Sm	3.76	3.45	3.33	3.59	3.95	6.45				
Eu	0.98	0.91	0.9	0.9	0.95	1.65				
Gd	3.17	2.98	2.82	2.79	3.18	5.74				
Tb	0.51	0.48	0.46	0.44	0.49	0.92				
Dy	2.91	2.84	2.54	2.54	2.62	5.33				
Ho	0.6	0.57	0.53	0.53	0.56	1.14				
Er	1.83	1.71	1.77	1.64	1.88	3.57				
Tm	0.31	0.29	0.27	0.26	0.32	0.62				
Yb	2.12	2.06	1.87	1.83	2.19	4.1				
Lu	0.34	0.34	0.31	0.29	0.3	0.64				
EuN/Eu*	0.84	0.85	0.87	0.84	0.79	0.81				
LaN/LuN	11.60	10.40	11.55	14.49	12.36	7.85				
LaN/YbN	12.45	11.49	12.81	15.37	11.33	8.21				

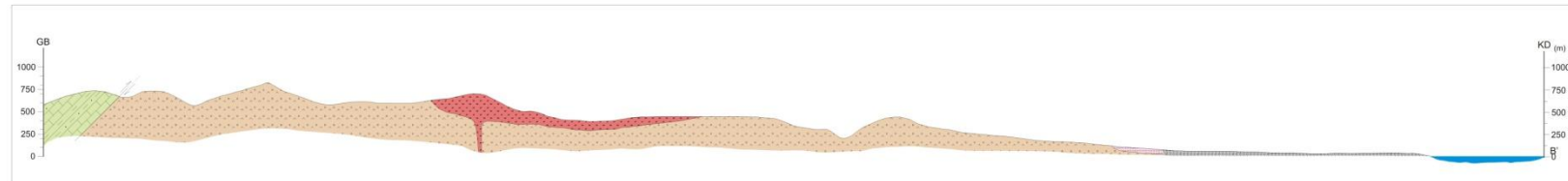
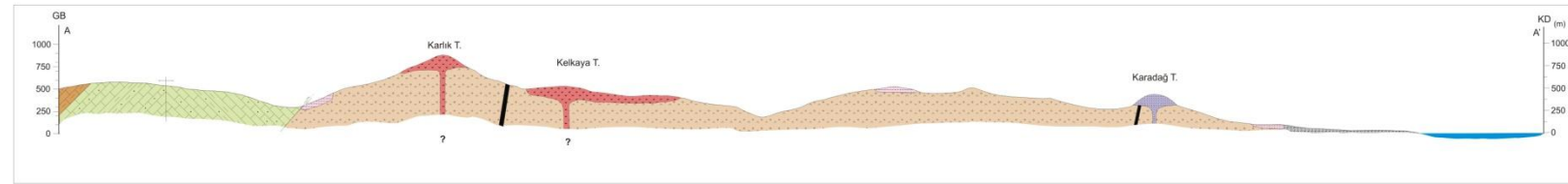
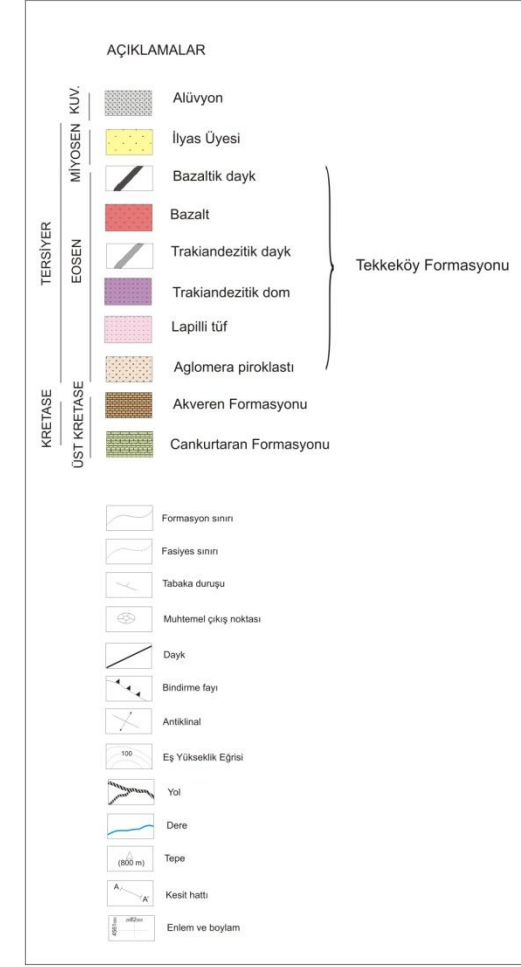
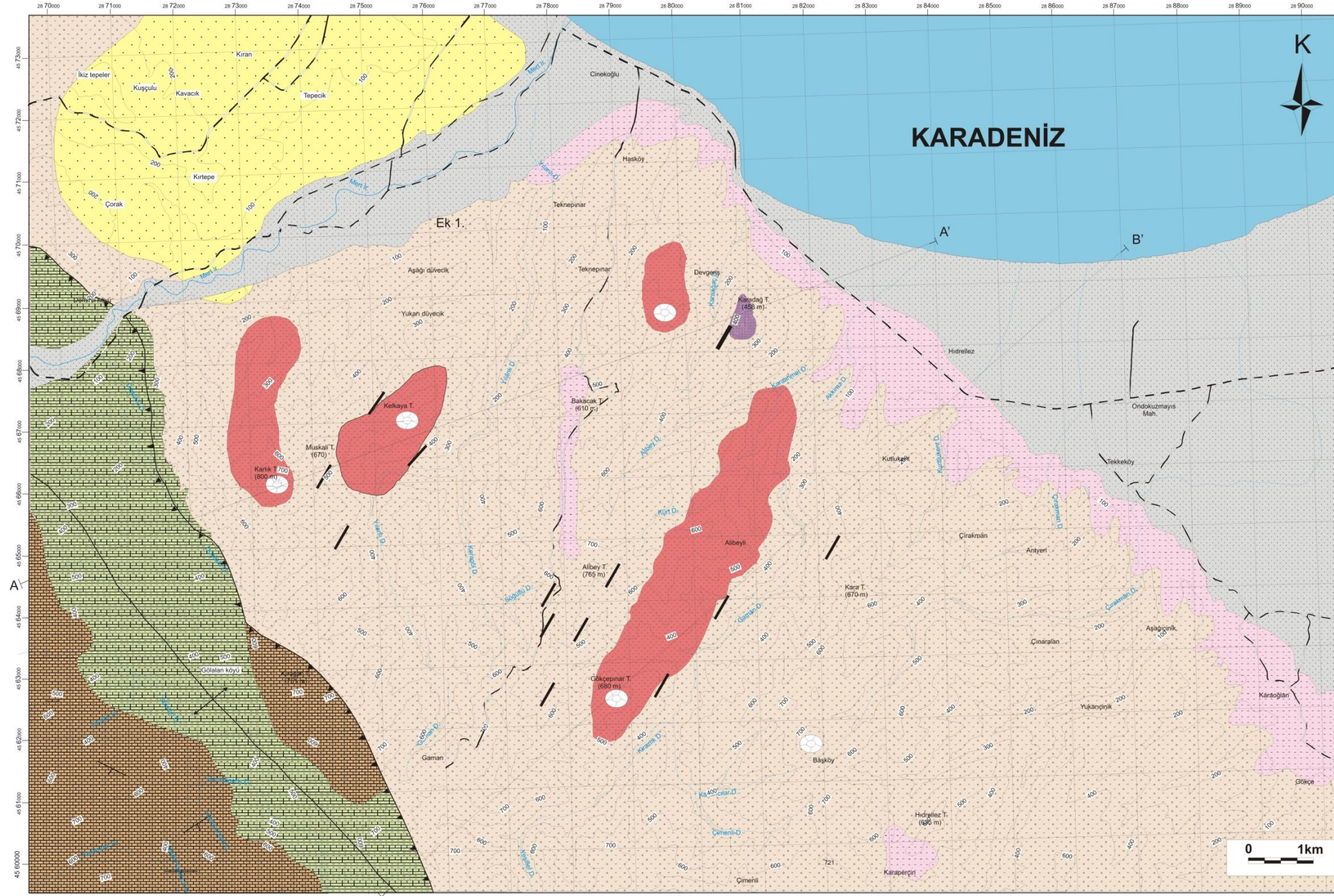
* Kondirit normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır.

Ek Tablo 15'in devamı

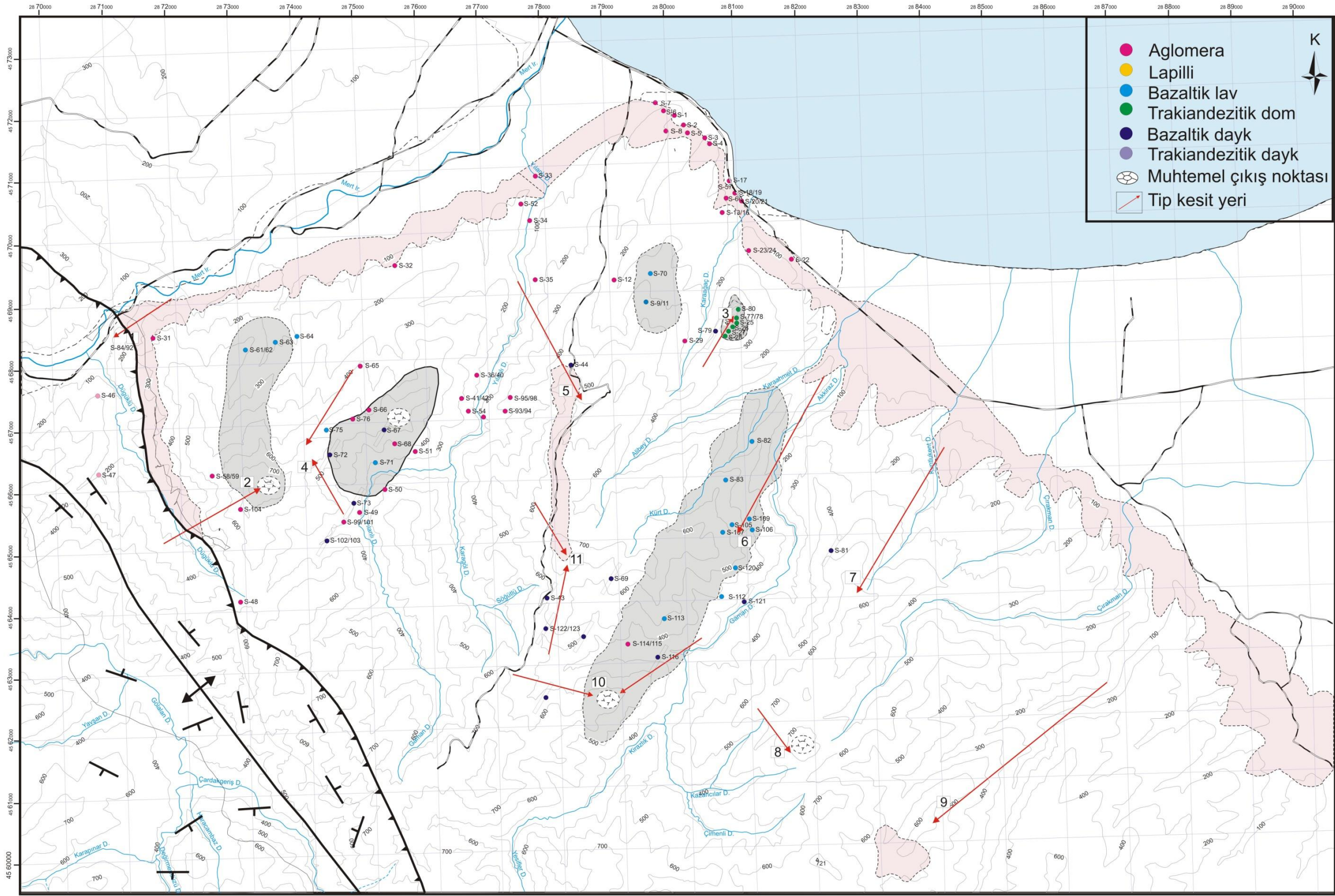
Aglomera Piroklastı												
	S4	S7	S8	S12	S14	S19	S30	S34	S35	S36	S39	S40
La	10.5	17.1	25	21.1	23.3	9.3	13.3	14.7	14	18.8	17.8	21.2
Ce	22.7	37.4	54.7	45	47.2	20.8	28	30.6	30.3	34.9	32.7	42.3
Pr	2.71	4.55	6.47	5.28	5.53	2.66	3.47	3.67	3.44	3.62	3.56	4.83
Nd	11.5	20.5	26.2	20.6	22	11.4	15	14.7	14.2	13.1	13.5	19.3
Sm	2.46	4.18	5.45	4.07	4.31	2.68	3.16	3.27	3.05	2.52	2.61	3.85
Eu	0.76	1.2	1.47	1.18	1.27	0.91	0.92	0.96	0.95	0.76	0.79	1.11
Gd	2.53	4.03	4.88	3.83	3.99	2.8	2.95	3.2	3.04	2.32	2.25	3.5
Tb	0.39	0.63	0.73	0.62	0.65	0.47	0.44	0.53	0.49	0.37	0.37	0.57
Dy	2.48	3.61	4.04	3.49	3.55	2.6	2.46	2.93	2.71	2.02	2.16	3.23
Ho	0.47	0.71	0.77	0.71	0.74	0.56	0.5	0.63	0.6	0.43	0.42	0.62
Er	1.35	2.04	2.25	2.01	2.18	1.56	1.49	1.8	1.7	1.32	1.26	1.87
Tm	0.2	0.3	0.34	0.32	0.35	0.25	0.21	0.28	0.25	0.19	0.21	0.28
Yb	1.34	2.04	2.25	1.97	2.11	1.48	1.41	1.88	1.62	1.35	1.33	1.96
Lu	0.2	0.3	0.35	0.33	0.35	0.24	0.22	0.29	0.26	0.21	0.2	0.31
EuN/Eu*	0.92	0.88	0.85	0.90	0.92	1.01	0.91	0.90	0.94	0.94	0.97	0.91
LaN/LuN	5.63	6.11	7.66	6.85	7.13	4.15	6.48	5.43	5.77	9.59	9.54	7.33
LaN/YbN	5.62	6.01	7.97	7.68	7.92	4.51	6.77	5.61	6.20	9.99	9.60	7.76

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

EK-1. TEKKEKÖY (SAMSUN) YÖRESİNİN JEOLJİK HARİTASI ve JEOLJİK KESİTLERİ



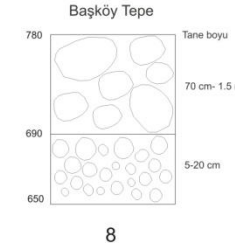
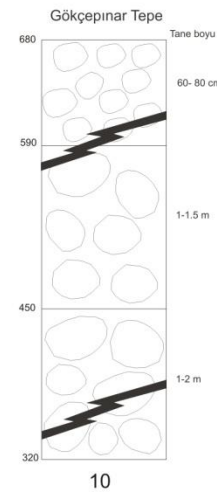
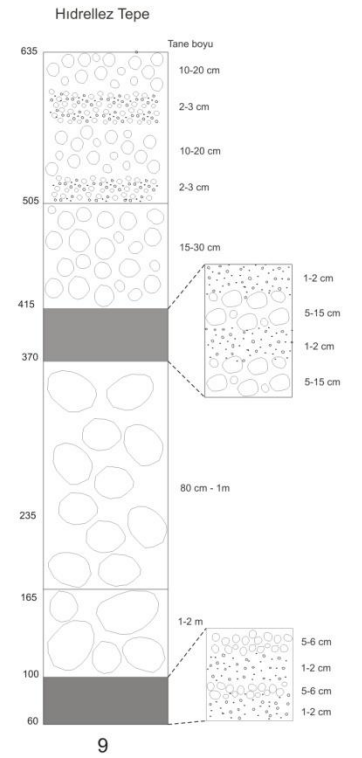
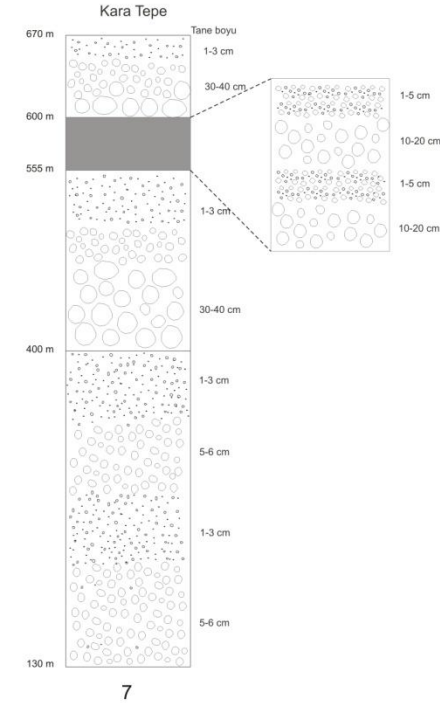
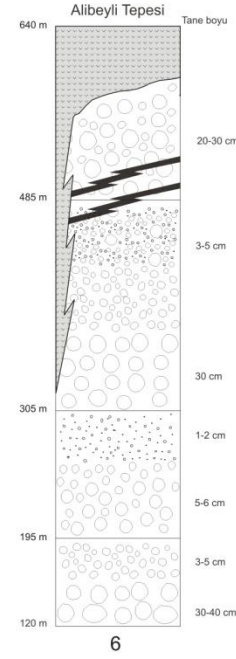
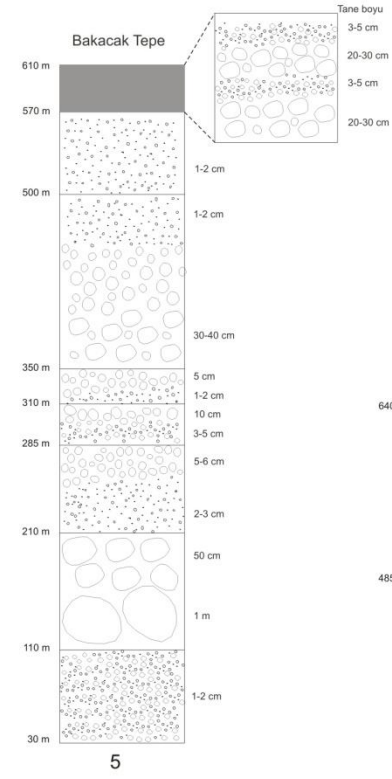
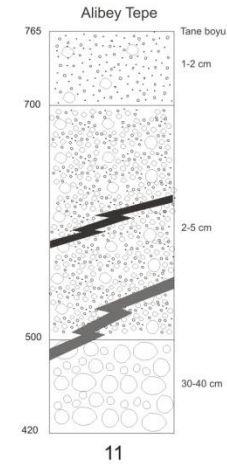
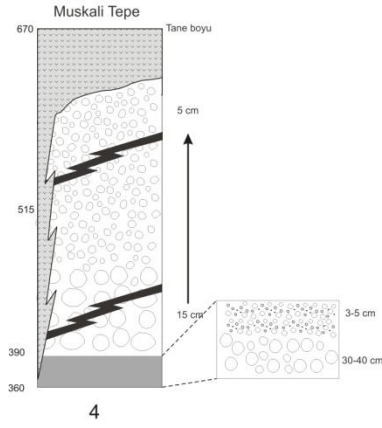
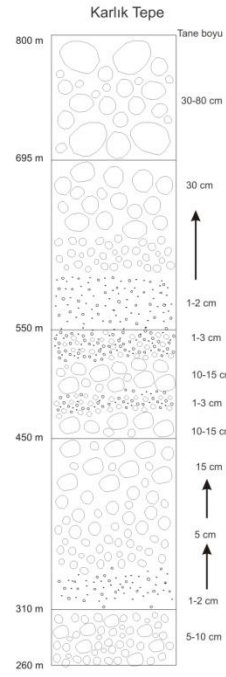
Ek 2. Tekkeköy (Samsun) yöresi volkanitlerinden alınan örnek noktaları



EK-3. TEKKEKÖY (SAMSUN) YÖRESİ VOLKANİTLERİNİN TİP KESİT YERLERİ

AÇIKLAMALAR

-  Trakiandezitik dom
-  Trakiandezitik dayk
-  Lapilli tüf
-  Blok-Bomba
-  Aglomera



5

6

7

11

10

8

9

4