

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BOZAT (GİRESUN) YÖRESİ GEÇ KRETASE YAŞLI MAGMATİK
KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ, TÛM-KAYAÇ JEOKİMYASI VE
PETROLOJİSİ**

YÛKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Ayşe KURT

**MAYIS 2019
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Ayşe KURT Tarafından Hazırlanan**

**BOZAT (GİRESUN) YÖRESİ GEÇ KRETASE YAŞLI MAGMATİK KAYAÇLARIN
PETROGRAFİSİ, TÜR-KAYAÇ JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ**

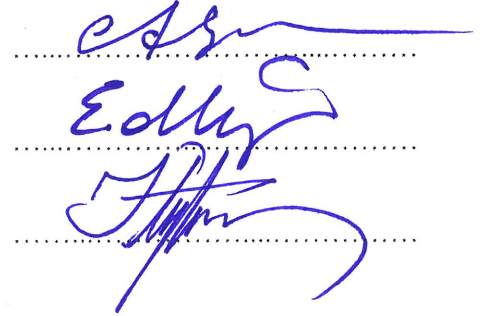
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 14/ 05 / 2019 gün ve 1804 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Abdullah KAYGUSUZ

Üye : Prof. Dr. Emel ABDİOĞLU YAZAR

Üye : Doç. Dr. İrfan TEMİZEL



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında, Doğu Pontidler Orojenik Kuşağı'nda, Bozat (Giresun) yöresinde yüzeyleme veren Geç Kretase yaşlı magmatik (sokulum, volkanik) kayaçların mineralojik, petrografik, tüm-kaya ve izotop jeokimyası ile petrolojik özellikleri irdelenerek bölgedeki Geç Kretase magmatizmasının gelişimi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmayı öneren ve beni yönlendiren, çalışmanın başlangıcından sonuna kadar bilgi, deneyim ve tecrübeleri ile yol gösteren, maddi manevi desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. İrfan TEMİZEL'e minnet ve şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde önemli maddi destek sağlayan FBA-2018-7747 Kod No'lu KTÜ-BAP projesi için Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim. Yüksek Lisans Tezi'nin hazırlanmasında bilgi, tecrübe, görüş ve önerilerinden yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Mehmet ARSLAN'a, Prof. Dr. Emel ABDİOĞLU YAZAR'a ve Doç. Dr. Cem YÜCEL'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İnceleme alanına ait eski jeolojik çalışma raporları ve jeolojik haritalarının gözden geçirilmesine imkan veren MTA Genel Müdürlüğü'ne, ince kesit yapımında emeği geçen Makina Mühendisi Murat KAYIKÇI'ya teşekkür ederim. Mineral kimyası (EPMA) analizleri Université de Bretagne Occidentale (Brest, Fransa) Geoscience Marines (IFREMER) Elektron Mikroprob Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiş olup, çalışmalarda emeği geçen Jessica LANGLADE'ye teşekkür ederim. Sr-Nd-Pb-Hf izotop analizlerinin, Amerika Birleşik Devletleri'nin New Mexico State Üniversitesi, Jeoloji Bilimleri Bölümü'nde gerçekleştirilmesinde yardımcı olan teknisyenlere teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve Yüksek Lisans çalışmamın başından sonuna kadar her zaman varlığını ve desteğini hissettiğim aileme şükranlarımı borç bilirim.

Ayşe KURT

Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*Bozat (Giresun) Yöresi Geç Kretase Yaşlı Magmatik Kayaçların Petrografisi, Tüm-kayaç Jeokimyası ve Petrolojisi*” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. İrfan TEMİZEL’in sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/ 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 ederim. 31/05/2019

Ayşe KURT

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XV
SEMBOLLER DİZİNİ	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri.....	1
1.3. Bölgesel Jeoloji.....	2
1.4. Önceki Çalışmalar	6
1.5. Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Materyal ve Yöntemler	10
2.1.1. Arazi Çalışmaları	10
2.1.2. Laboratuar Çalışmaları ve Analitik Yöntemler	10
2.1.2.1. Mikroskopik Tayinler	10
2.1.2.2. Mineral Kimyası Analizleri	11
2.1.2.3. Tüm-Kayaç Jeokimyasal Analizleri	11
2.1.2.4. Sr-Nd-Pb-Hf İzotop Analizleri	12
2.1.3. Büro Çalışmaları	13
3. BULGULAR.....	14
3.1. Giriş	14
3.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	14
3.3. Stratigrafi	15
3.3.1. Çatak Formasyonu	15
3.3.2. Kızılkaya Formasyonu.....	18
3.3.3. Çağlayan Formasyonu	20

3.3.4.	Bozat Plütönu.....	22
3.4.	Petrografi	25
3.4.1.	Çatak Formasyonu'na Ait Bazalt-Trakibazalt ve Piroklastitleri	25
3.4.1.1.	Mineral Kimyası	28
3.4.1.1.1.	Feldispat.....	28
3.4.1.1.2.	Klinopiroksen	28
3.4.1.1.3.	Fe-Ti Oksit.....	29
3.4.2.	Kızılkaya Formasyonu'na Ait Dasit-Riyodasit-Riyolit ve Piroklastitleri	30
3.4.2.1.	Mineral Kimyası	33
3.4.2.1.1.	Feldispat.....	33
3.4.2.1.2.	Hornblend	33
3.4.3.	Çağlayan Formasyonu'na Ait Bazalt-Trakibazalt ve Piroklastitleri.....	34
3.4.3.1.	Mineral Kimyası	36
3.4.3.1.1.	Feldispat.....	36
3.4.3.1.2.	Klinopiroksen	36
3.4.3.1.3.	Fe-Ti Oksit.....	37
3.4.4.	Bozat Plütönu Monzogabroyik Kayaçları	38
3.4.4.1.	Mineral Kimyası	41
3.4.4.1.1.	Feldispat.....	41
3.4.4.1.2.	Klinopiroksen	42
3.4.4.1.3.	Biyotit	43
3.4.4.1.4.	Fe-Ti Oksit.....	44
3.4.5.	Volkanik ve Sokulum Kayaçlarında Gözlenen Alterasyonlar.....	44
3.4.6.	Jeokimya	48
3.4.6.1.	Volkanitlerin Jeokimyası	48
3.4.6.1.1.	Kimyasal Adlandırma	48
3.4.6.1.2.	Uyumsuz Elemet Değişimleri.....	51
3.4.6.1.3.	Nadir Toprak Elemet Değişimleri	52
3.4.6.1.4.	Magma-Tektonik Ortam Ayırımı.....	53
3.4.6.2.	Bozat Plütönu Monzogabroyik Kayaçların Jeokimyası	55
3.4.6.2.1.	Kimyasal Adlandırma	55
3.4.6.2.2.	Uyumsuz Elemet Değişimleri.....	56
3.4.6.2.3.	Nadir Toprak Elemet Değişimleri	56

3.4.6.2.4.	Sr-Nd-Pb-Hf İzotopları	57
4.	İRDELEME VE TARTIŞMA	60
4.1.	Monzogabroyik Kayaçların Petrojenezi	60
4.1.1.	Ana Magmaların Kökeni	60
4.1.2.	Fraksiyonel Kristallenme ve Asimilasyon-Fraksiyonel Kristallenme (AFC) ..	61
4.1.3.	Plütonun Oluştığı Magma-Tektonik Ortam	63
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	66
6.	KAYNAKLAR	68
7.	EKLER	77

ÖZGEÇMİŞ



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

BOZAT (GİRESUN) YÖRESİ GEÇ KRETASE YAŞLI MAGMATİK KAYAÇLARIN
PETROGRAFİSİ, TÜM-KAYAÇ JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ

Ayşe KURT

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. İrfan TEMİZEL
2019, 76 Sayfa, 24 Sayfa Ek

Bozat (Giresun, KD Türkiye) Yöresinde Geç Kretase yaşlı mafik-felsik volkanitler ile bunları kesen monzogabroyik plüton yüzeylenmektedir. İnceleme alanında yaygın olarak gözlenen mafik ve felsik volkanitler; bazalt, trakibazalt ve piroklastitleri ile dasit, riyodasit ve piroklastitlerinden oluşmaktadır. Mafik volkanitler, hyalo-mikrolitik porfirik, intergranüler ve intersertal dokular göstermekte olup başlıca, plajiyoklas, klinopiroksen, olivin, sanidin ve Fe-Ti oksit minerallerini içermektedir. Felsik volkanitler ise hyalo-porfirik, mikrogranüler porfirik ve devitrifikasyon dokuları göstermekte olup, plajiyoklas, kuvars, sanidin, hornblend, biyotit ve Fe-Ti oksitlerden oluşmaktadır. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçları, genellikle monzonitik, poikilitik ve nadiren pertitik doku göstermekte olup, plajiyoklas, ortoklas, kuvars, klinopiroksen, biyotit ve Fe-Ti oksit içermektedir.

Tüm-kayaç jeokimyasına göre; mafik ve felsik volkanitler kalkalkalen karakterli olup, ilksel mantoya normalize edilmiş iz element değişim diyagramlarında Rb ve Ba içeriklerinde zenginleşme, Nb, Ta, Sr ve TiO₂ içeriklerinde fakirleşme göstererek yitim ile ilişkili tektonik ortamları karakterize ederler. Bozat Plütonu'nu oluşturan monzogabroyik kayaçlar, I-tipi, metalümin ve şoşonitik karakterde olup, ilksel mantoya oranlanmış iz element dağılımları büyük iyonlu litofil element, Th, Ce zenginleşmesi ve negatif Nb, Ta ve TiO₂ anomalisi göstererek yitim ile ilişkili plütonik kayaçlara benzerlik sunarlar. Ayrıca, monzogabroyik kayaçlar ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr oranları 0.70667-0.70707, εNd değerleri -3.20 ile -2.65, ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb oranları 38.90-39.05, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb oranları 15.65-15.66, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb oranları 18.89-19.07 ve εHf değerleri ise +1.66 ile +3.61 arasında değişmektedir.

Elde edilen tüm veriler ve bölgesel jeoloji dikkate alındığında, Geç Kretase magmatizmasının gerilmeli kıtasal yay ortamında olduğu ve ana magmaların yitimle zenginleşmiş litosferik manto ve alt kabuktan türeyen ergiyiklerin karışımından türediği ileri sürülebilir.

Anahtar Kelimeler: Mineral kimyası, Volkanit, Plüton, Jeokimya, Petrojenez, Sr-Nd-Pb-Hf izotopları, Bozat, Giresun, Türkiye

Master Thesis

SUMMARY

PETROGRAPHY, WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY OF LATE
CRETACEOUS AGED MAGMATIC ROCKS IN THE BOZAT (GİRESUN) AREA

Ayşe KURT

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İrfan TEMİZEL
2019, 76 Pages, 24 Pages Appendix

In the Bozat (Giresun, NE Turkey) area, Late Cretaceous aged mafic-felsic volcanics and intruded monzogabbroic pluton crop out. In the studied area, the mafic and felsic volcanics are common, and consist of basalt, trachybasalt and their pyroclastics, and dacite, rhyodacite and their pyroclastics, respectively. Mafic volcanics show hyalo-microlitic porphyric, intergranular and intersertal textures, and include plagioclase, clinopyroxene, olivine, sanidine and Fe-Ti oxide. Felsic volcanics exhibit hyalo-porphyric, microgranular porphyric and devitrification textures, and contain plagioclase, quartz, sanidine, hornblende, biotite and Fe-Ti oxide. Monzogabbroic rocks have mainly monzonitic, poikilitic and rarely perthitic textures, and are made up of plagioclase, orthoclase, quartz, clinopyroxene, biotite and Fe-Ti oxide.

Based on whole-rock geochemistry, mafic and felsic volcanics are calc-alkaline in character, and show enrichment in Rb and Ba, and depletion in Nb, Ta, Sr and TiO₂ contents in primitive mantle normalized trace element distribution plots, suggesting subduction related tectonic settings. Monzogabbroic rocks are I-type, metaluminous and shoshonitic in character, and exhibit enrichment in large ion lithophile element, Th and Ce contents, and negative Nb, Ta, TiO₂ anomalies in primitive mantle normalized trace element distribution diagrams, similar to those of subduction related plutonic rocks. Besides, monzogabbroic rocks have ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios (0.70667 to 0.70707), εNd values (-3.20 to -2.65), ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb ratios (38.90 to 39.05), ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb ratios (15.65 to 15.66), ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb ratios (18.89 to 19.07) and εHf values (+1.66 to +3.61).

In the light of obtained data and regional geology, it can be suggested that Late Cretaceous magmatism in the region has developed in the extensional arc setting, and the parental magma(s) have derived from mixing of subduction modified lithospheric mantle and lower crust melts.

Key Words: Mineral chemistry, Volcanic, Monzogabbro, Geochemistry; Petrogenesis, Sr-Nd-Pb-Hf isotopes, Bozat, Giresun, Turkey.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 2. (a) Türkiye'nin tektonik haritası (Okay ve Tüysüz, 1999'dan değiştirilerek), (b) Doğu Pontidler'deki plütonik kayaların dağılımını gösteren jeoloji haritası (Güven, 1993; MTA, 2002; Arslan vd., 2013; Temizel vd., 2016; Yücel vd., 2017'den değiştirilerek)	3
Şekil 3. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Güven, 1993'den değiştirilerek)	14
Şekil 4. İnceleme alanı ve çevresinin (a) jeoloji haritası (Güven, 1993; MTA, 2002'den değiştirilerek) ve (b) A-A' ve (c) B-B' jeolojik kesitleri	16
Şekil 5. Kozçukuru civarında yüzeyleyen Çatak Formasyonu'na ait bazaltların arazi görünümü	17
Şekil 6. Kavaklıdağ civarında yüzeyleyen Çatak Formasyonu'na ait bazaltların arazi görünümü	17
Şekil 7. Zekere civarında yüzeyleyen Çatak Formasyonu'na ait bazaltların arazi görünümü	18
Şekil 8. Hıdırilyas Tepe kuzeydoğusunda yüzeyleyen Kızılkaya Formasyonu'na ait dasitik tüflerin arazi görünümü	19
Şekil 9. Karamanlı civarında yüzeyleyen Kızılkaya Formasyonu'na ait sütunsal yapıli dasitlerin arazi görünümü	19
Şekil 10. Bitene güneydoğusunda yüzeyleyen Kızılkaya Formasyonu'na ait gri-bej renkli riyolitlerin arazi görünümü	20
Şekil 11. Armutçukuru civarında yüzeyleyen Çağlayan Formasyonu'na ait masif bazallların arazi görünümü	22
Şekil 12. Karamahmut civarında yüzeyleyen Çağlayan Formasyonu'na ait kolon yapıli bazaltların arazi görünümü	22
Şekil 13. Bozat civarında yüzeyleyen Bozat Plütonu monzogabroyik kayaların genel görünümü ve iyi gelişmiş kırık ve çatlak sistemleri	23
Şekil 14. Kavacık civarında yüzeyleyen Bozat Plütonu monzogabroyik kayaların genel görünümü	24
Şekil 15. Kavacık civarında yüzeyleyen Bozat Plütonu'na ait monzogabrolarda gözlenen beyaz-açık pembe renkli aplitik dayk sistemi	24
Şekil 16. Çatak Formasyonu'na ait bazaltların mikrofotografları. a-b) karbonatlaşmış plajiyoklas ve kenar ve dilinimleri boyunca opaklaşmış hornblend fenokritali (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-30), c-d) karbonatlaşmış plajiyoklas, karbonatlaşmış ve kloritleşmiş klinopiroksen ve biyotit fenokristalleri (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-78), (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral)	26

Şekil 17.	Çatak Formasyonu'na ait trakibazaltların mikrofotografaları. a-b) karbonatlaşmış, kloritleşmiş ve killeşmiş plajiyoklaslar, tamamen kloritleşmiş klinopiroksen ve karlsbad ikizi gösteren iri sanidin fenokristali (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-9), c-d) epidotlaşmış ve killeşmiş plajiyoklaslar, opak mineral kapanımları içeren klinopiroksen ve dilinimleri boyunca opaklaşmış ve kloritleşmiş biyotit (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-10), (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Sa: Sanidin, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral).....	27
Şekil 18.	Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayaçların içerdiği plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).....	28
Şekil 19.	Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayaçlar içerisindeki klinopiroksenlerin Wo-En-fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	29
Şekil 20.	Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayaçlardaki Fe-Ti oksitlerin Ti^{+4} - Fe^{+2} - Fe^{+3} üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988)	29
Şekil 21.	Kızılıkaya Formasyonu'na ait riyodasitlerin mikrofotografaları. a-b) özşekilli zonlanma gösteren iri plajiyoklas fenokristali, küçük hornblend ve biyotit mikrofeno-kristalleri, c-d) Albit-karmaşık ikiz gösteren plajiyoklas fenokristalleri, h'(100) ikizlenmesi gösteren hornblend fenokristalleri ve perlitik doku (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-66) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, V. Cam: Volkanik Cam, Op: Opak mineral).....	31
Şekil 22.	Kızılıkaya Formasyonu'na ait riyolitlerin mikrofotografaları; a-b) kemirilme dokusu gösteren kuvars ile karbonatlaşmış plajiyoklas fenokristalleri, c-d) kemirilmiş kuvars megakristalleri ile albit ikizi gösteren karbonatlaşmış plajiyoklaslar (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-69), (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklas, Bi: Biyotit).....	32
Şekil 23.	Kızılıkaya Formasyonu'na ait riyodasitik kayaçların içerdiği plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992)	33
Şekil 24.	Kızılıkaya Formasyonu'na ait riyodasitik kayaçların içerdiği hornblendlerin; (a) $(Ca+Al^{IV})$ (apfu) karşı $(Si+Na+K)$ (apfu) (Giret vd., 1980) ve (b) Si (apfu) karşı $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ (Leake vd., 1997) sınıflama diyagramları	34
Şekil 25.	Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltların mikrofotografaları; a-b) opak mineral ve olivin kapanımları içeren iri klinopiroksen ve çatlakları boyunca kloritleşmiş ve tamamen iddingsitleşmiş olivin fenokristalleri, c-d) karbonatlaşmış ve yer yer kloritleşmiş plajiyoklaslar, olivin ve plajiyoklas kapanımı içeren klinopiroksenler (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-51), e-f) iddingsitleşmiş ve kloritleşmiş olivinler, zonlanma gösteren plajiyoklaslar ve Karlsbad ikizi gösteren sanidin mikrolitleri (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-54) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kal: Kalsit, Op: Opak mineral)	35
Şekil 26.	Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltların içerdiği feldispatların Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).....	36
Şekil 27.	Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlar içerisindeki klinopiroksenlerin Wo-En-fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988).....	37

- Şekil 28. Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlardaki Fe-Ti oksitlerin Ti^{+4} - Fe^{+2} - Fe^{+3} üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988) 37
- Şekil 29. Bozat Plütönu kayalarına ait K-A-P diyagramı. Eğriler; plütönik tip serilerinin yönlerini göstermekte olup; 1- toleyitik seriler, 2- kalk-alkali trondjemitik seriler, 3-6- değişken kalka-alkali granodiyorit serileri, 7- monzonitik seriler, 8-9- değişken alkali seriler (Lameyre ve Bonin, 1991). Alanlar; (2) alkali feldispat granit, (3a) siyenogranit, (3b) monzogranit, (4) granodiyorit, (5) tonalit, (6*) kuvars alkali feldispat granit, (7*) kuvars siyenit, (8*) kuvars monzonit, (9*) kuvars monzodiyorit/ kuvars monzogabro, (10*) kuvars diyorit/ kuvars gabro/ kuvars anortozit, (6) alkali feldispat granit, (7) siyenit, (8) monzonit, (9) monzodiyorit/ monzogabro, (10) diyorit/ gabro/ anortozit (Streckeisen, 1976) 39
- Şekil 30. Bozat Plütönu'na ait taneli doku gösteren monzogabroyik kayaların mikrofotografaları; a-b) albit ikizi, zonlanma ve elek dokusu gösteren özşekilli plajiyoklas fenokristalleri, kaolenleşmiş ortoklas ve yer yer kloritleşmiş klinopiroksen (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-4), c-d) serisitleşmiş karmaşık zonlu ikiz gösteren plajiyoklaslar, opak mineral kapanımları içeren ortoklas ve küçük latalar şeklinde gözlenen biyotitler (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-1), e-f) Albit ve Karlsbad ikizi, zonlanma ve elek dokusu gösteren, yer yer karbonatlaşmış ve kloritleşmiş plajiyoklaslar, opak mineral ve plajiyoklas kapanımları içeren ortoklasların oluşturduğu poikilitik doku, bol kırık ve çatlaklı, kloritleşmiş klinopiroksen ve özşekilsiz kuvars (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-1) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Or: Ortoklas, Ku: Kuvars, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral) 40
- Şekil 31. Bozat Plütönu'na ait taneli doku gösteren monzogabroların mikrofotografaları; a-b) Albit ve Karlsbad ikizi, zonlanma, elek dokusu ve kloritleşmiş plajiyoklaslar ve yer yer kaolenleşmiş ve karlsbad ikizi gösteren ortoklas fenokristalleri, c-d) zonlanma ve elek dokusu gösteren kloritleşmiş plajiyoklas, kaolenleşmiş ortoklaslar ve biyotit fenokristalleri (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-8) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Or: Ortoklas, Bi: Biyotit, Kl: Klorit, Kal: Kalsit, Op: Opak mineral) 41
- Şekil 32. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabroyik kayalardaki feldispatların An-Ab-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992) 42
- Şekil 33. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabroyik kayalardaki klinopiroksenlerin Wo-En-fs üçgen diyagramı (Morimoto vd., 1988) 42
- Şekil 34. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabrolara ait biyotitlerin; (a) Mg-Li (apfu) karşı $Fe(t)+Mn+Ti-Al^{VI}$ (apfu) (Tischendorf vd., 1997), (b) Mg- $(Fe^{+2}+Mn)-(Al^{VI}+Fe^{+3}+Ti)$ (apfu) (Foster 1960), (c) $10*TiO_2-(FeO(t)+MnO)-MgO$ (Nachit vd., 2005) ve (d) MgO (%) karşı Al_2O_3 (%) (Abdel-Rahman, 1994) diyagramı. 43
- Şekil 35. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabrolardaki Fe-Ti oksitlerin Ti^{+4} - Fe^{+2} - Fe^{+3} üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988). 44
- Şekil 36. Çatak Formasyonu'na ait bazalt örneklerindeki piroksenlerde ve hamurda görülen silisleşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-77) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Si: Silis, Bi: Biyotit) 45

Şekil 37.	Bozat Plütönu'na ait monzogabroyik kayaçlardaki klinopiroksenlerde görülen kloritleşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-71) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Kl: Klorit, Op: Opak mineral)	46
Şekil 38.	Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayaçlardaki plajiyoklas minerallerinde görülen serisitleşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-61) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Ol: Olivin, Se: Serisit, Kl: Klorit, Op: Opak mineral)	46
Şekil 39.	Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitlerdeki plajiyoklas minerallerinde görülen karbonatlaşma (kalsitleşme) (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-19) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Bi: Biyotit, Kal: Kalsitleşme)	47
Şekil 40.	Bozat Plütönu'na ait monzogabroyik kayaçlarda ortoklaslar minerallerinde görülen killeşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-5) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Or: Ortoklas, Op: Opak mineral).....	47
Şekil 41.	Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayaçlarda kalsiyumca zengin plajiyoklas minerallerinde görülen epidotlaşma (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-37) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Ku: Kuvars (İkincil kuvars), Op: Opak mineral)	48
Şekil 42.	Volkanitleri oluşturan kayaçların Na ₂ O+K ₂ O (%) karşı SiO ₂ (%) (TAS, Le Maitre vd., 2002) sınıflama diyagramı (Alkali-subalkali ayırım çizgisi, Irvine ve Baragar (1971)'e göredir).....	49
Şekil 43.	İncelenen volkanitleri oluşturan kayaçların Zr/TiO ₂ *0.0001 karşı Nb/Y (Winchester ve Floyd, 1977'den revize edilmiş Pearce, 1996) sınıflama diyagramı	50
Şekil 44.	İncelenen volkanitleri oluşturan kayaçların, (a) AFM diyagramı (toleyitik-kalkalkali eğrisi, Irvine ve Baragar, 1971'e göredir), (b) SiO ₂ (%) karşı K ₂ O (%) diyagramı (Le Maitre vd., 2002).....	50
Şekil 45.	İncelenen volkanitlerin İlksel Manto'ya normalize (Sun ve McDonough, 1989) edilmiş iz element dağılımları	51
Şekil 46.	İncelenen volkanitlerin kondrite normalize (Taylor ve McLennan (1985) edilmiş nadir toprak element dağılımları	52
Şekil 47.	Volkanitlerin; (a) Ba/Nb karşı La/Nb (Jahn vd., 1999) ve (b) Nb/Th karşı Nb (ppm) tektonik ortam ayırım diyagramları. Alanlar; (a) için; Yay volkanitleri, Jahn ve Zhang (1984)'den; İlksel manto, Sun ve McDonough (1989)'dan; Ort. kıtasal kabuk, Taylor ve McLennan (1985) ve Condie (1993)'den; ort. klastik sedimanlar, Condie (1993)'den; OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları), OAB (Okyanus Adası Bazaltı) ve Dupal-OAB, Le Roux (1986)'dan alınmıştır. (b) için; İlksel manto, Hoffman (1988)'den; Kıtasal kabuk, OOSB, OAB ve Yay volkanitleri, Schmidberger ve Hegner (1999)'dan alınmıştır	53
Şekil 48.	İncelenen volkanitlerin Ta/Yb'a karşı Th/Yb değişim diyagramı. Merkez Andlar ile kıtasal levha içi bazalt (LİB) alanları, Pearce (1983)'den; OÜKK:	

- Ortalama Üst Kıtasal Kabuk bileşimi, Wedepohl (1995)'den; İM: İlksel Manto, OAB: Okyanus Adası Bazaltı, E- ve N-OOSB: Zenginleşmiş ve Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı bileşimleri ise Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır 54
- Şekil 49. Bozat Plütonu kayaçlarına ait; (a) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (%) karşı SiO_2 (%) sınıflama diyagramı (Middlemost, 1994) (Alkali-subalkali ayırım çizgisi, Miyashiro (1978)'e göredir), (b) SiO_2 (%) karşı K_2O (%) diyagramı (Le Maitre vd., 2002), (c) Th (ppm) karşı Co (ppm) diyagramı (Hastie vd., 2007), (d) molar A/NK karşı molar (A/CNK) diyagramı (Maniar ve Piccoli, 1989)..... 55
- Şekil 50. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) normalize edilmiş iz element dağılımları 56
- Şekil 51. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait kondrite (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları 57
- Şekil 52. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarının; (a) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ karşı $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ve (b) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ karşı $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diyagramları ve Doğu Pontidler'deki diğer Kretase yaşlı mafik-felsik plütonlar ile karşılaştırılması. Mantodan türeyen magmaların alanı, Manto aralığı, Hart (1984, 1988) ve Hawkesworth vd. (1984)'ne, litosferik manto aralığı ise Davies ve Von Blanckenburg (1995)'a göredir. Doğu Pontidler'deki bileşimsel alanlar; Pırnallı Plütonu Karşılı vd. (2012)'den, Torul Plütonu Kaygusuz vd. (2008, 2010)'den, Derinoba-Kayadibi Plütonları Kaygusuz vd. (2012)'den, Gümüşhane Plütonu Topuz vd. (2010)'den, Kovanlık Plütonu Baki-Eraydın (2017)'den ve Direkli ve Yeniköy Tepe Plütonları Temizel vd. (2019)'dan alınmıştır 59
- Şekil 53. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarının; (a) Yaş (My) karşı $^{178}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ ve (b) ϵNd karşı ϵHf diyagramları ve Ada yayı volkanitleri, OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) ve OAB (Okyanus adası Bazaltı) ile karşılaştırılması. Ada yayı volkanitleri, OOSB ve OAB alanları ve dizilere ait çizgiler Chauvel vd. (2008, 2009)'dan alınmıştır 59
- Şekil 54. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait (a) Nb/Y - Rb/Y ve (b) Nb-Y-Ga*3 (Eby, 1992) diyagramları 61
- Şekil 55. Bozat Plütonu kayaçlarının mineral fraksiyonlaşma yönlerini gösterir; (a) Rb- K_2O /Rb, (b) Sr-Ba, (c) Sr-Eu_N/Eu* ve (d) Sr-Rb diyagramları (bi: biyotit, hbl: hornblend, plj: plajiyoklas, kpir: klinopiroksen, K-feld: K-feldispat) 61
- Şekil 56. Bozat Plütonu kayaçlarının fraksiyonel kristallenme (FC) ve/veya asimilasyon-fraksiyonel kristallenme (AFC) yönlerini gösterir Ta/Yb'a karşı Th/Yb (Pearce, 1983) diyagramı. FC, AFC, yitim zenginleşmesi ve manto metazomatizması vektörleri Pearce vd. (1990)'den alınmıştır 62
- Şekil 57. Bozat Plütonu kayaçlarına ait magma-tektonik ortam ayırım diyagramları; (a) Rb (ppm) karşı (Y+Nb) (ppm) (Pearce vd., 1984), (b) NbN/ZrN karşı Zr (ppm) (Thiéblemont ve Téguyey, 1994) ve (c) Rb/30-Hf-Ta*3 (Harris vd., 1986) diyagramları. syn-COLG, çarpışma ile eş yaşlı granitler; VAG, volkanik yay granitleri; WPG, levha-içi granitleri; ORG, okyanus sırtı granitleri; post-COLG, çarpışma sonrası granitleri 64

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bozat Plütonu kayaçlarının genel petrografik özellikleri ile modal bileşimleri.....	39
Tablo 2. Bozat Plütonu'na ait monzogabroların Sr-Nd-Pb-Hf izotop bileşimleri ve hesaplanan ϵ Nd, TDM (model yaşları) ve ϵ Hf değerleri	58
Ek Tablo 1. Çatak Formasyonu bazaltlarına ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları	77
Ek Tablo 2. Çatak Formasyonu bazaltlarına ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları	78
Ek Tablo 3. Çatak Formasyonu bazaltlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları	80
Ek Tablo 4. Kızılkaya Formasyonu riyodasitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları.....	81
Ek Tablo 5. Kızılkaya Formasyonu riyodasitlerine ait horblendlerin mikroprob analiz sonuçları	83
Ek Tablo 6. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları.....	84
Ek Tablo 7. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait sanidinlerin mikroprob analiz sonuçları	86
Ek Tablo 8. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları.....	87
Ek Tablo 9. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları.....	89
Ek Tablo 10. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları.....	90
Ek Tablo 11. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait ortoklasların mikroprob analiz sonuçları.....	93
Ek Tablo 12. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mikroprob analiz sonuçları.....	95
Ek Tablo 13. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları.....	97
Ek Tablo 14. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları.....	98
Ek Tablo 15. Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçlarının ana (%), iz (ppm), nadir toprak element (ppm) analizleri.....	100

SEMBOLLER DİZİNİ

A.K.	: Ateşte Kayıp
Ab	: Albit
An	: Anortit
ANTE	: Ağır Nadir Toprak Elementler
BİLE	: Büyük İyon Yarıçaplı Litofil Elementler
E-OOSB	: Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
En	: Enstatit
EPMA	: Elektron Mikroprob Analiz
Eu_N/Eu^*	: Eu anomalisi, $Eu_N/Eu^*=(Eu_N/(Sm_N \times Gd_N)^{0.5})$
$Fe_2O_3^*$: Fe_2O_3 Cinsinden Toplam Demir
Fs	: Ferrosillit
HNTE	: Hafif Nadir Toprak Elementler
ICP-AES	: İndüksiyonlu Plazma-Atomik Emisyon Spektrometri
ICP-MS	: İndüksiyonlu Plazma-Kütle Spektrometri
Kbar	: Kilobar
K- Feld	: K- Feldispat
Mg#	: Magnezyum Numarası, $MgO=100 \times MgO/(MgO+Fe_2O_3^*)$
My	: Milyon Yıl
N-OOSB	: Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
NTE	: Nadir Toprak Elementler
OOSB	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
Ort.	: Ortalama
YÇAE	: Yüksek Çekim Alanlı Elementler
Wo	: Vollastonit
V. Cam	: Volkanik Cam

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışma, Doğu Pontidler Orojenik Kuşağı'nda Geç Kretase magmatizmasının gelişimini ortaya koymak amacıyla, Bozat (Piraziz-Giresun) yöresi ve yakın çevresinde yüzeylenen ve farklı mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklere sahip, Geç Kretase yaşlı magmatik (sokulum ve volkanik) kayalar konu almaktadır.

Bu kapsamda, Giresun İli Bozat yöresi ve yakın çevresinde yüzeylenen Geç Kretase yaşlı magmatik kayalar ile Doğu Pontidler Orojenik Kuşağı'nda yüzeyleme veren benzer yaşlardaki diğer magmatik kayaların benzerlik ve farklılıkların ortaya konulması ve bundan sonra yapılacak olan araştırmalara ve çalışmalara ışık tutması düşünülmektedir.

1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

İnceleme alanı, Doğu Karadeniz Bölümü Giresun İli Piraziz İlçesi Bozat köyü ve çevresini kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanına ulaşım, Trabzon İl Merkezi-Piraziz (Giresun) arası 186 km ile ve Piraziz İlçesini Bozat köyüne bağlayan 23 km'lik asfalt yol ile sağlanmakta olup, Bozat köyü ve çevresinde asfalt yollar haricinde mahalleler arası geçişi sağlayan stabilize yollar da yer almaktadır. Çalışma alanı, 1/25000 ölçekli Giresun G40a1, a4, d1 ve d2 paftaları içerisinde bulunmakta olup, yaklaşık olarak 55 km²'lik bir alan kapsamaktadır.

Bölge, çok engebeli ve dağlık bir yapıya sahip olduğundan birçok köy ve mahalleden oluşan dağınık bir yerleşim şekli gösterir ve çalışma alanı içerisinde yer alan Kaleyanı, Gökçeali, Örnekköy, Çayırköy, Şerefli, Deregözü, Armutçukuru ve Çağlıdere bunların başlıca örnekleridir. Çalışma alanı düz olmayan bir topoğrafyaya sahip olup Piraziz ilçesinin güneyinde bulunur. İç kesimlere doğru gidildikçe yükselen rakım Karagöl dağlarında 3107 metreye kadar ulaşır. İnceleme alanı içerisinde en yüksek rakım 958 m olup, Armutçukuru köyü sınırları içerisinde bulunmaktadır. Başlıca akarsular; Bozat Deresi, Çağlayan Dere, Zekere Deresi ve Karagürgen Deresi'dir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

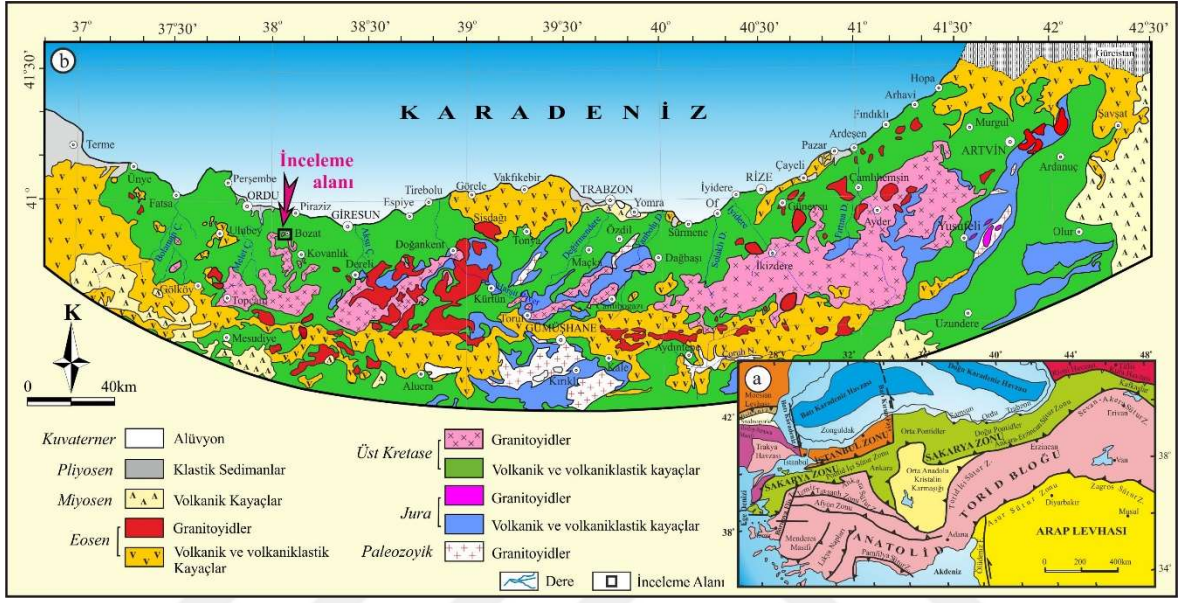
Çalışma alanı ve çevresinde Karadeniz iklimi görülmekte olup, dört mevsimde yağışlı, kışlar ılık, yazlar sıcak ve nemlidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre Giresun ili için en soğuk ay, ortalama 7.1 °C ile Şubat, en sıcak ay, ortalama 23.1 °C ile Ağustos ayında görülmektedir.

Çalışma alanı ve çevresinde bitki örtüsü, iklim ve yüksekliğe bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Bitki örtüsünün çoğunluğunu oluşturan fındık bahçeleri, kıyıda başlayıp 800 m yükseltiye kadar devam eder. Kıyıda iç kesimlere doğru gidildikçe kızılçam, meşe, kayın, köknar, ladin ve sarıçamlardan oluşan ormanlara rastlanılır ve orman bitki örtüsünün 2000 m yükseklikte sona erdiği görülmektedir. Daha yüksek bölgelerde ise Alp tipi gür çayırlarla kaplı yaylalar yer almaktadır.

1.3. Bölgesel Jeoloji

Alp-Himalaya orojenik kuşağında yer alan Türkiye; Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları (Şekil 2a) tektonik birlikleri ile Paleotetis ve Neotetis okyanusal basenlerinin kalıntılarını bulundurmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Paleotetis ile ilgili jeolojik olaylar genellikle K-KB Türkiye’de (Sakarya Zonu ve Orta Pontidler) etkili olmuş ve Liyas yaşlı sedimanlar tarafından uyumsuz olarak üzerlenip gelişimini bitirmiştir (Şengör

ve Yılmaz, 1981). Neotetis okyanusal havzaları ile ilgili jeolojik olaylar ise Triyas'tan Miyosen'e kadar tüm Anadolu'yu etkilemiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Üst Kretase-Eosen granitoid magmatizması da Neotetis okyanusal havzalarının kapanması sırasında meydana gelen orojenik olaylar içerisinde bulunmaktadır.



Şekil 2. (a) Türkiye ve yakın çevresinin tektonik haritası (Okay ve Tüysüz, 1999'dan değiştirilerek), (b) Doğu Pontidler'deki plütönik kayaların dağılımını gösteren jeoloji haritası (Güven, 1993; MTA, 2002; Arslan vd., 2013; Temizel vd., 2016; Yücel vd., 2017'den değiştirilerek).

Ketin (1966) tarafından Türkiye'nin orojenik evrimi dikkate alınarak, tektonik birlikler Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olarak dört ana tektonik birlik şeklinde adlandırmışlardır. Bu tektonik birlikler Ketin ve Canitez (1972) tarafından tekrardan adlandırılmış ve Pontidler, Doğu Pontid (Doğu Karadeniz) ve Batı Pontid (Batı Karadeniz) olarak ikiye ayırmışlardır. Sakarya Zonu'nun bir parçası olan Doğu Pontidler (Okay ve Tüysüz, 1999), İzmir-Ankara-Erzincan suture zonu boyunca Anatolid-Torid kıtasal bloğundan ayrılmıştır (Okay ve Tüysüz, 1999). İnceleme alanının da içinde bulunduğu Doğu Pontidler (Şekil 2b), bölgesel ve litolojik farklılıklar göz önüne alınarak bazı araştırmacılar tarafından farklı zonlara bölünerek adlandırılmıştır. Doğu Pontidler'in kuzey ve güney kesimlerinde farklılık gösteren Geç Kretase yaşlı kayalar dikkate alınarak kuzey ve güney zon olarak ikiye ayrılmıştır (Özsayar vd., 1981). Bektaş (1986) ise Doğu Pontidleri kuzey zon, güney zon ve eksen zonuna üzere üçe ayırmıştır.

Doğu Pontidler'in kabuk temeli Geç Karbonifer yaşlı granitoidler ve Geç Karbonifer-Erken Permiyen yaşlı sığ denizel-karasal metasedimanter kıtasal kayaçlar ile temsil edilmektedir (örn., Topuz vd., 2007, 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012, 2016). Temeli oluşturan metamorfik kayaçlar, Liyas öncesinde Paleozoyik yaşlı granitoidik kayaçlar tarafından kesilmişlerdir. Ayrıca, bu temel kayaçlar, mafik ve daha az oranda felsik kayalardan oluşan Erken Jura granitoidleri tarafından da kesilmiştir (Dokuz vd., 2010; Karanlı vd., 2017; Şekil 2b).

Erken-Orta Jura döneminde yayın riftleşmesiyle ilişkili volkano-sedimanter istif, Doğu Pontidler'de temel kayaçlarını uyumsuz olarak örter (Arslan vd., 1997; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Kuzey kesimde daha çok volkanitlerle temsil edilen birim, güneyde genellikle tüf ve tüfitlerle ardalanmalı sedimanter ağırlıklı istif ile temsil edilir. Geç Jura yaşlı granitoidler, Paleotetis okyanusal havzalarının kapanması sırasında ve kuzeyde Sakarya Zonu ile Lavrasya'nın eklenmesiyle oluşan çarpışma ile eş yaşlı olarak gelişmiştir (Yılmaz vd., 1997; Dokuz vd., 2010). Üst Jura-Erken Kretase dönemi tüm orojenik kuşakta duraylılık dönemine karşılık gelip, bu dönemde tüm Doğu Pontidler'de karbonat çökelişi etkili olmuştur. Bu birim, ilk kez Pelin (1977) tarafından Alucra (Giresun) yöresinde Berdiga Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, Kuzeyde genellikle gri-bej renkli ve tabakalı kireçtaşlarıyla, Güneyde ise genelde masif, kalın-orta tabakalanmalı kireçtaşların ile temsil edilmektedirler.

Üst Kretase dönemi volkanik faaliyetlerin aktif olarak geliştiği bir zaman dilimini kapsamaktadır. Üst Kretase döneminde Sakarya Zonu'nun güney kıyısı boyunca Neotetis'in kuzeye doğru yitimiyle Doğu Pontid magmatik yayı gelişmiştir (Okay ve Şahintürk, 1997, Yılmaz vd., 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Topuz vd., 2007; Dilek vd., 2010; Ustaömer ve Robertson, 2010; Rolland vd., 2012). Doğu Pontid magmatik yayında, Geç Kretase yaşlı 2 km'den daha kalın olan volkano-tortul istifti ile kalk-alkalen ve yüksek potasyumlu kalk-alkalen I-tipi granitoidler bulunmaktadır (Yılmaz vd. 1997; Karanlı vd., 2007, 2010a, 2011, 2012a; Yılmaz-Şahin vd., 2004; Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ ve Harvalan, 2008; İlbeyli, 2008; Kaygusuz vd., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014; Eyüboğlu vd., 2011; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011; Kaygusuz ve Şen, 2011; Sipahi vd., 2018). Kuzeyde Üst Kretase'nin tabanı tartışmalıdır. Güven (1993), Üst Kretase'nin tabanda Çatak Formasyonu olarak adlandırılan kumtaşı, silttaşı, marn, tüf ara katkılı bazalt-andezit ve piroklastitleri ile başladığını ifade etmiştir. Ayrıca, bu birimin üzerine uyumlu olarak riyodasit-dasit ve piroklastitlerinden oluşan yine Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonu'nun geldiğini

belirtmiştir. Kumtaşı, marn, killi kireçtaşı ve tuf ara katkılı bazalt-andezit ve piroklastitlerden oluşan Geç Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu'nun, Kızılkaya Formasyonu üzerine uyumlu olarak geldiğini ve riyolit-riyodasit ve piroklastitlerden oluşan Geç Kretase yaşlı Çayırbağ Formasyonu tarafından uyumlu olarak üstlendiğini söylemiştir. Tüm bu birimlerin kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn ara katkılı andezit-bazalt ve piroklastitlerinden oluşan Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üstlendiğini belirtmiştir. Doğu Pontidler'in güney kesiminde Üst Kretase birimleri, Berdiga Formasyonu üzerine aşıl uyumsuzlukla gelen kumlu kireçtaşları ile başlamaktadır. Bu birimi kırmızı renkli kireçtaşları uyumlu olarak üstlemektedir. Volcano-tortul seriden oluşan birim kırmızı kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Güven, 1993). Yay önu havzası fliş sedimanter fasiyesi, olistolitik kireçtaşı birimleri ile ifade edilmektedir. Pontid yayındaki Geç Kretase-Erken Paleosen (?) yaşlı ultrapotasik kayalar, Neotetis'in kuzeye doğru yitiminin son ürünleridir (örn., Gülmez vd., 2016). Geç Paleosen-Erken Eosen (~55 My) döneminde; Doğu Pontidler magmatik yayı ile Anatolid-Torid Platformu'nun çarpışması sonucu KD Türkiye'de yaygın bir kısalma, kabuk yükselimi ve kalınlaşması ve fliş depolanmasını gerektiren jeolojik olaylar gerçekleşmiştir (Okay ve Şahintürk, 1997).

Doğu Pontidler'de Eosen yaşlı birimler, Üst Kretase ve Paleosen birimleri üzerine taban konglomerasıyla gelmektedir ve bu birimler andezit ve piroklastitleri ile fliş çökellerinden oluşan kayaç birimleri ile üzerlemektedir (örn., Arslan vd., 2013). Doğu Pontidler magmatik yayı ve kıta çarpışmasının son evresine karşılık gelen Erken Eosen adakitik kayaları (54-48 My) oluşumu, çarpışmayla eş yaşlı ve çarpışma sonrası kökenle ilişkilendirilmektedir (örn., Karlı vd., 2010b, 2011; Eyüboğlu vd., 2011, 2013). Çarpışma sonrası Orta Eosen'de kalk-alkalen özellikte volkanik kayalar ve yüksek potasyumlu kalk-alkalen-şoşonitik karakterli granitoidik sokulumlar oluşmuştur (örn., Arslan vd., 1997; Arslan ve Aslan, 2006; Karlı vd., 2007, Boztuğ ve Harlavan, 2008; Karlı vd., 2011, 2012a; Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013; Temizel vd., 2016; Yücel vd., 2017; Temizel vd., 2018; Şekil 2b). Eosen sonrası kırıntılı kayalar bölgede yaygındır (Okay ve Şahintürk, 1997) ve çoğunlukla Neojen alkalin volkanik kayalarıyla birlikte bulunmaktadır (Aydın vd., 2008; Arslan vd., 2013; Yücel vd., 2014, 2017). Kuvaterner yaşlı birimler traverten ve alüvyonlar ile temsil edilmektedir.

1.4. Önceki Çalışmalar

Doğu Pontid Orojenik Kuşağın'da oldukça etkin faaliyet gösteren Üst Kretase magmatizması üzerinde yapılan jeolojik, jeokimyasal, jeokronolojik, petrolojik ve kökensele çalışmalar 1960-2000'li yıllar arasında az olmasına rağmen, takip eden yıllarda yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Konu olan Üst Kretase magmatizmasına ilişkin yapılan çalışmalar yıllara göre aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

Schultze-Westrum (1961), Doğu Sakarya Zonu'nun kuzey kesiminde bulunan Üst Kretase yaşlı kayaçlarının; tortul ara katkılı volkanitlerden oluşan "Alt Bazik Seri", dasitik seri ve tortul ara katkılı bazaltik volkanitlerden oluşan "Üst Bazik Seri" olarak üç farklı litolojik birimden oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Ketin (1966), Sakarya Zonu'nun Üst Kretase zamanındaki litostratigrafisi dikkate alındığında kuzey ve güney zon olarak iki farklı bölgeye bölünebileceğini; kuzey zonunda magmatik faaliyetler daha çok olmasına rağmen, güney zonunda tortul çökeller açısından yoğun bir bölge olduğunu ifade etmiştir.

Tokel (1995), yitimle ilişkili Üst Kretase volkanizmasının kalk-alkali karaktere sahip olduğunu ifade etmiştir.

Okay ve Şahintürk (1997) ile Okay ve Tüysüz (1999), andezitik ve dasitik kayaç birimleri ile gösterilen volkanik yay istifinin Senoniyen boyunca devam eden kuzey yönlü bir yitim ile ilişkili olarak geliştiğini ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılar, Maastrichtiyen'de Doğu Karadeniz Havzası'nın büyük olasılıkla volkanik yay ekseninin ikiye bölünmesiyle okyanusal yay-ardı havza şeklinde açılmaya başladığını, Doğu Sakarya Zonu'nun günümüzdeki Japon adalarına benzer bir ada yayı şekli aldığını ve Senoniyen'de kuzey zonunun yay-ardı, güney zonunun da yay-önü havza şeklinde olduğunu söylemişlerdir.

Arslan vd. (1997), üç ana volkanik evre şeklinde ayırdıkları Doğu Pontidler'i jeokimyasal ve petrolojik olarak incelemişler ve bu evrelerden Üst Kretase volkanizmasının yitim sonucu oluştuğunu, Doğu Pontid volkanik kayaçlarının ada yayında oluştuklarını ve Üst Kretase volkanik kayaçlarının genellikle subalkalen özellik gösterdiklerini vurgulamışlardır.

Yılmaz-Şahin vd. (2004), Kaçkar Batoliti'nin monzonitten granite kadar değişik bileşim gösteren sokulumlardan oluştuğunu, bu sokulumların yerleşme yaşlarının Üst Kretase-Eosen arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Söz konusu kayaçların Üst

Kretase'de Neo-Tetis okyanus kabuğunun kuzey kolunun kuzey yönlü yitimiyle Avrasya plakasının altına dalması sonucu oluşan bir yayla ve Paleosen'de Anatolid-Torid platformunun çarpışmasıyla bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Bunların yanı sıra, bu kayaların genellikle orta-yüksek-K'lı kalk-alkalen ve az da olsa toleyitik, I-tipi metalümin özellikte olduklarını söylemişlerdir.

Boztuğ vd. (2007), Kaçkar batolitinde titanit ve zirkon fizyon izi yöntemiyle yaşlandırma çalışmaları sonucunda; Çamlıkaya Granitoyidi'nin yaşını Alt Kretase, Sırtayla ve Marselevat granitoyidlerinin yaşını Geç Paleosen, Ayder Granitoyidi, Halkalıtaş kuvars diyoriti ve Güllübağ monzonitinin yaşlarını Orta-Geç Eosen olarak belirtmişlerdir.

İlbeyli (2008), volkanik yayla ilişkili granitoyidlere benzer özelliklere sahip olan Asarcık, Eskine ve Saydere Plütonları'nı incelemiş, bu kütlelerin yüksek K'lı kalk-alkalen ve I tipi özellikte olduklarını belirtmiştir.

Kaygusuz vd. (2008, 2010), orta-yüksek K'lı kalk-alkalen Torul Granitoyidi'nin yay magmatizmasıyla ilişkili olarak oluştuğunu ve bu granitoyidi oluşturan farklı bileşimdeki kayaların yaşlarının Kampaniyen (77-80 My) olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Kaygusuz ve Aydınçakır (2009), benzer petrografik, jeokimyasal ve izotopik özelliklere sahip olan Üst Kretase yaşlı Dağbaşı Plütonu'nun ana kayaları ve anklavlarının magma karışım prosesleri ile meydana geldiğini ve bu anklavların düşük K'lı kalk-alkalen özellikte olduklarını ifade etmişlerdir.

Kaygusuz vd. (2009), monzogranit bileşimli ve I tipi özellikte olduğu bulunan Sarıosman plütonunun yüksek K'lı kalk-alkalen karakterde olduğunu ve ana kayalarının Kampaniyen (~82 My) yaşlı olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu plütonu oluşturan ana magma kaynağının mafik alt kıtasal kabuk olacağını savunmuşlardır.

Karslı vd. (2010a), araştırma yaptıkları Harşit Granitoyidi'nden elde etmiş oldukları verilere dayanarak bu granitoyidi oluşturan kayaların I tipi, yüksek K'lı kalk-alkalen özellik gösterdiğini, Orta Kampaniyen (79 My) yaşlı olduklarını ve alt kıtasal kabuk-manto ana magma kaynaklı olabileceklerini ifade etmişlerdir.

Kaygusuz ve Şen (2010), granodiyorit ve monzogranit bileşiminde olduğunu tespit ettikleri Köprübaşı Granitoyidi'nin yüksek K'lı kalk-alkalen ve I tipi özellikte ve Orta Kampaniyen (79 My) yaşlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Evcimen (2011), yaklaşık 75-81 milyon yılları arasını kapsayan dönemde İkizdere Plütonu'nun yitim ilişkili ve yay gerisi genişlemeli bir ortamda oluşabileceğini ve kıtasal kabuk-manto (hibrit) kökenli bir ana magma kaynağından oluşabileceğini öne sürmüştür.

Kaygusuz vd. (2013), elde ettikleri verilere dayanarak granodiyorit bileşimli ve yüksek K'lı Turnagöl plütununun I tipi karakterde, Orta Kampaniyen yaşlı (78 My) ve kökeninin alt kıtasal kabuk olabileceğini ifade etmişlerdir.

Temizel vd. (2016), Bafra (Samsun) civarındaki volkanik kayaları analimsim içeren ve analimsim içermeyen olmak üzere ikiye ayırarak bunların; ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş yöntemiyle Eosen (51.3-44.1 My) yaşlı olduklarını, çarpışma sonrası oluştuklarını ve petrolojik, jeokimyasal ve izotopik verileri dikkate alarak kıta altı litosferik manto ergiyikleri ve alt kıtasal kabuk kaynaklarından türeyen ana magmalardan itibaren geliştiklerini ileri sürmüşlerdir.

Yücel vd. (2017), Trabzon-Giresun arasındaki Eosen ve Miyosen yaşlı kayalar üzerinde yaptıkları çalışmada; bu kayaların ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayiniyle Lütesiyen (Orta Eosen) yaşlı düşük alkali ve Messiniyen (Geç Miyosen) yaşlı orta alkali özellikte olduklarını ve gelişimlerinde asimilasyondan ziyade fraksiyonel kristallenme ve magma karışımının etkili olduğu ifade edilmiştir.

Kaygusuz vd. (2018), Bayburt kuzeyinde yer alan Senozoyik yaşlı Çiçekli, Somarova, Sorkunlu, Şaşurluk, Aydın-tepe, Kemerlikdağı ve Pelitli Plütönlüğünün petrografik ve mineral kimyası verilerinden faydalanarak yapılan termobarometrik hesapları dikkate alarak kayaların basınçları 0.1-2.7 kbar arasında, sıcaklıklar 406-1161°C arasında, oksijen fugasite değerleri -20 ile -12 arasında ve su içeriklerinin % 2.9-6.8 arasında değişmekte olduğunu ve bu plütönlüğün Doğu Pontid kıtasal kabuğunda sığ derinliklere (~1-8) yerleşmiş olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Temizel vd. (2018), Eosen yaşlı Eriko Tepe ve Göl Tepe plütönlüğünün monzonit ve kuvars monzonit bileşiminde olduklarını söylemişlerdir. Bu plütönlüğün I-tipi, metalümin ve şoşonitik karakterde olduklarını, gelişimlerinde fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu, çarpışma sonrası oluştuklarını ve yitimle zenginleşmiş litosferik manto kökenli olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Temizel vd. (2019), Geç Kretase yaşlı Dreklı ve Yeniköy Tepe plütönlüğünün siyenit ve kuvars siyenit bileşiminde olduklarını ifade etmişlerdir. İncelenen siyenitik plütönlüğün Pb zirkon yaşlarının 78.5-72 My olduğunu, jeokimyasal olarak I-tipi, metalümin-peralümin geçiş ve şoşonitik karakterli olduklarını söylemişlerdir. Ayrıca, Geç Kretase yaşlı siyenitik plütönlüğün ana magmalarının, yiten plakanın gerilemesiyle (slab roll-back) ilişkili genişlemeli kıtasal bir yay ortamında, litosferik manto bileşeni ve alt kabuk materyallerinden (metabazalt/metaandezit) türediğini belirtmişlerdir.

1.5. Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı

Doğu Pontidler Orojenik Kuşağı'nın doğusunda mostra veren Geç Kretase yaşlı magmatik (sokulum, volkanik) kayalarda bazı araştırmacılar tarafından sınırlı alanlarda petrografik, jeokimyasal ve petrolojik çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda Geç Kretase magmatizmasının yitim ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür. Ancak, bölgenin batısındaki Bozat (Piraziz, Giresun) yöresi ve çevresinde yer alan Geç Kretase yaşlı plütonlarla ilgili detaylı petrografik, jeokimyasal ve petrolojik çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı, bu çalışmanın amacı, stratigrafik olarak Üst Kretase yaşlı kabul edilen, Bozat (Giresun) yöresinde mostra veren magmatik (sokulum, volkanik) kayaların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerini belirleyerek, Geç Kretase yay magmatizmasının gelişim sürecindeki petrojenezlerini açıklamaktır. Bu veriler ışığında, çalışma alanının hem jeoteknik konumu hem de Geç Kretase magmatizması ile ilgili tartışmalara önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda Bozat (Piraziz-Giresun) yöresindeki Geç Kretase magmatik (sokulum, volkanik) kayalarında; jeokimyasal veriler (ana iz, nadir toprak element analizleri, mikroprop analizleri vs.) ile magma kökeni ile ilişkili Sr-Nd-Pb-Hf izotop analizlerinin olmaması önemli bir eksiklik olarak görülmekte olup, önerilen bu Yüksek Lisans Tez çalışması ile literatürdeki bu boşluğun doldurulması hedeflenmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, Giresun ili Piraziz İlçesi Bozat köyü ve çevresinde bulunan Kaleyanı ve Şeyhli Mahallelerini, Göçeali, Kılıçlı, Çağlandere, Çayırköy, Armutçukuru, Deregözü, Örnekköy, Şerefli köylerini kapsamakta olup, bu alanlarda detay saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarında öncel jeolojik haritalardan (Güven, 1993; MTA, 2002) faydalanılarak yörenin 1/25000 ölçekli detay jeolojik haritası revize edilmiş olup, sokulum ile dokanak oluşturan yan kayaç sınırlarında düzeltmeler yapılmıştır. Tüm örneklerin alındığı yerlerin tam lokasyonu GPS aleti kullanılarak belirlenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Örnek alımında, petrografik ve özellikle de jeokimyasal analizler için taze örneklerin alınmasına dikkat edilmiştir.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları ve Analitik Yöntemler

Laboratuvar çalışmalarını, (i) mikroskobik (mineralojik ve petrografik) tayinler ve mineral kimyası için kayaç ince ve parlak kesitlerinin hazırlanması, (ii) kimyasal analizler ve (iii) izotopik analizler olmak üzere üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

2.1.2.1. Mikroskobik Tayinler

Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında, mineralojik ve petrografik tayinler için 55 adet ince kesit hazırlanmıştır. Mineralojik ve petrografik incelemeler için, seçilen kayaç örneklerinden kayaç kesme makinesinde yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar kesilmiş ve bu plakalar 0.1x2.5x4.6 cm boyutundaki ince kesit camları üzerine yapıştırılmıştır. Daha sonra, ince kesitler çeşitli aşındırıcı tozlar kullanılarak 0.035 mm kalınlığa kadar aşındırılmıştır.

İnce kesiti hazırlanan örneklerin mikroskobik incelemeleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Petrografik Araştırma Laboratuvarı'ndaki Zeiss ve Nikon marka polarizan mikroskopta yapılarak, kayaçları oluşturan birincil ve ikincil minerallerin cinsleri, bu minerallerin birbirleriyle olan ilişkileri, optik özellikleri, dokusal-mineralojik özellikleri saptanarak mikro fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca, araziden derlenen sokulum kayaçlarına ait örneklerin modal analizleri yapılarak kayaçların cinsleri mineralojik olarak belirlenmiştir. Modal analiz için Swift nokta sayacı kullanılmış olup, sayım çoğunlukla 0.4 mm aralığında ve tane boyutuna göre bazen 0.2 mm aralığında yapılmış ve her kesit için ortalama 400-500 nokta sayılmıştır.

2.1.2.2. Mineral Kimyası Analizleri

İncelenen kayaç örneklerinin mineral kimyası analizleri Universite de Bretagne Occidentale (Brest, Fransa) Geoscience Marines (IFREMER) Elektron Mikroprob Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bu laboratuvarında karbon ile kaplanan parlak kesitler üzerindeki mineral kimyası çalışmaları, CAMECA-SX-100 WDS elektron mikroprob ile yapılmış olup, cihazın çalışma koşulları 15 kV voltaj ve 20 nA'dır. Analizler 10 µm'lik bir ışın çapında yapılmış ve Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na ve K için sayma zamanı 10 sn'olarak ayarlanmıştır. 1 µm'lik bir nokta ışını olivin, piroksen, hornblend ve Fe-Ti oksit analizleri için kullanılmıştır. Analizlerde doğal mineral standartları olarak forsterit, diyopsit, ortoklas, albit, anortit, biyotit, apatit, vollastonit ve magnetit kullanılmıştır. Analitik hata ana elementler için %1'den ve iz elementler için ise 200 ppm den daha azdır.

2.1.2.3. Tüm-Kayaç Jeokimyasal Analizleri

Petrografik incelemeler sonucunda belirlenmiş olan ayrışmamış ve taze kayaç örnekleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama ve Öğütme Laboratuvarı'nda önce çelik çeneli kırıcı ile kırılmış ve daha sonra çelik halkalı öğütücü içinde yaklaşık 200 mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmiştir.

Kayaç tozlarından itibaren tüm-kaya analizleri ACME Analitik Laboratuvarı'nda (Vancouver, Kanada) gerçekleştirilmiştir. Ana ve iz element analizleri, 0.2 gr toz örneğin önce 1.5 gr LiBO₂ ile daha sonra 100 ml %5 HNO₃ de çözülmesinden sonra indüksiyonlu

plazma atomik emisyon spektrometresi (ICP-AES) ile ölçülmüştür. Nadir toprak element (NTE) içerikleri 0.25 gr toz kayaç örneğinin dört farklı asit içerisinde çözdürülmesinden sonra indüksiyonlu eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilmiştir. Ateşte kayıp (AK), örnekler 1000°C’de yakıldıktan sonra ağırlık farkından hesaplanmıştır. Toplam demir içeriği, Fe₂O₃ cinsinden ifade edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz ve nadir toprak elementler ise ppm olarak ölçülmüştür. Analizlerde saptama limiti; ana elementler için % 0.001-0.04, iz elementler için 0.1-1 ppm ve nadir toprak elementler için 0.01-0.1 ppm dir.

2.1.2.4. Sr-Nd-Pb-Hf İzotop Analizleri

Seçilen taze kayaç örneklerinin tüm kaya Sr, Nd, Pb ve Hf izotop analizleri, New Mexico State Üniversitesi (ABD) Jeoloji Bilimleri Bölümü Laboratuvarlarında TIMS (Thermal ionization mass spectrometry) VG Sector 30 cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için örnekler katot uçları üzerindeki Renyum filamentleri üzerine veya üçlü filament grubunun kenar filamenti üzerine yüklenmiştir. ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr ve ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd oranlarının tekrarlanabilirliği % 0.3’ün içinde olup, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ve ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd sırası ile ±0.000025 ve ±0.00003 arasındadır. NBS 987 standardı ise 0.710226 (11), 0.710213 (13), 0.710219 (10) ve 0.710260 (11) değerlerini üretmiştir. Neodimiyum (Nd), HDHEP kaplanmış reçine ve 0.25N HCl kullanılarak saflaştırılmıştır. Nd-izotop değerleri %2 HNO₃ çözeltisinde 7 Faraday kollektör ile çalışan MC-ICPMS cihazıyla ölçülmüştür. Nd-izotop değerleri ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.7219 oranına normalize edilmiş ve analiz esnasındaki Sm içeriği dikkate alınarak düzeltilmiştir. Pb izotop analizleri, üçlü katot uçlarından ortadaki kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için toz örnekler % 5 lik HNO₃ kullanılarak silis jel ve fosforik asit karışımından hazırlanan matriks içerisine yüklenmiştir. Yaklaşık 2 µL lik silis jel filament üzerine yerleştirilmiş ve 1 µL lik fosforik asit eklenmiştir. Standartlar da aynı yöntemle analiz edilmişlerdir. Standartların ortalama analiz sonuçları, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb = 16.844, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb=15.379 ve ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb=36.199 şeklindedir. Standart sapmaları % 0.2’nin içerisinde. İzotopik analizlerin detaylı analitik prosedürleri Ramos (1992)’de verilmiştir. Hf izotop analizleri için yaklaşık 100mg kayaç tozu sıcak tabla üzerinde HF/HNO₃ içerisinde çözülmüş ve daha sonra kurutularak klorin içine alınmıştır. Hf izotop oranları ¹⁷⁷Hf/¹⁷⁸Hf kütle oranlarına göre normalize edilerek düzeltilmiş, ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf = 0.6818 oranı JMC475 Hf standardı için 0.282165 değerine göre rapor edilmiştir. JMC 475 (150 ppb)’nin ölçüm

periyodundaki ortalaması 0.282148 ± 10 (2 sigma standart hata ve $n=25$) olarak tespit edilmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin yorumlanması için büro çalışmaları yapılmıştır. Arazide topoğrafik harita üzerine çizilen jeolojik harita ile stratigrafik kolon kesit ve jeolojik kesitler, bilgisayar ortamında çizim programları yardımıyla yeniden çizilerek inceleme alanının 1/25000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır.

Petrografik bulgular ve jeokimyasal veriler, jeolojik amaçlı paket programlarda değerlendirilerek grafik ve tablo haline getirilmiştir.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm veriler değerlendirilmiş ve “K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Klavuzu” kurallarına göre tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Giriş

Bu çalışmada, Doğu Pontidler Orojenik Kuşağı (DPOK)'nın kuzeyinde yer alan Bozat (Piraziz-Giresun) yöresi ve yakın çevresinde (Şekil 1 ve 2b) yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı sokulum ve volkanik kayaçların jeolojik, petrografik, tüm-kaya ve izotop jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

3.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Doğu Pontidler Orojenik Kuşağı'nın kuzey kesiminde, Bozat (Piraziz-Giresun) yöresi ve yakın çevresinde yüzeyleme veren birimler stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu, Çağlayan Formasyonu ile tüm bu birimleri keserek yerleşen ve bu çalışmada adlandırılan Bozat Plütonu'dur (Şekil 3).

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KAYAÇ TÜRÜ	AÇIKLAMA
KRETASE	ÜST KRETASE	SANTONİYEN	KIZILKAYA	L. L. L. L. L. L. L. L. L. L. L. L.	Kızılkaya Formasyonu (kumtaşı-kırmızı renkli killi kireçtaşı araseviyeli riyolit, dasit ve piroklastitleri)
		KAMPANİYEN	ÇAĞLAYAN	V V V V V V V V V V V V V V V	Çağlayan Formasyonu (kumtaşı-marn-killi kireçtaşı araseviyeli andezit, bazalt ve piroklastitleri)

Ölçeksizdir

Şekil 3. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Güven, 1993'den değiştirilerek).

İnceleme alanındaki en yaşlı birim, Güven (1993) tarafından tanımlanan Geç Kretase yaşlı bazalt, andezit ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, marn, şeyl ve kırmızı-bordo renkli killi kireçtaşı ara seviyelerinden oluşan Çatak Formasyonu'dur (Şekil 3). Bu birim, Geç Kretase yaşlı riyodasit, dasit ve piroklastitleri ile temsil edilen Kızılkaya Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Şekil 3). Bu asidik karakterli birim, Geç Kretase yaşlı çamurtaşı, kiltası, kumtaşı, marn, killi kireçtaşı ara katmanlı andezit, bazalt ve piroklastitlerinden oluşan Çağlayan Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir (Şekil 3). Birimlerin tümü, Güven (1993) tarafından stratigrafik olarak Geç Kretase olarak yaşlandırılan ve bu çalışmada ilk defa adlandırılan Bozat Plütünü tarafından kesilmektedir. İstif Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3).

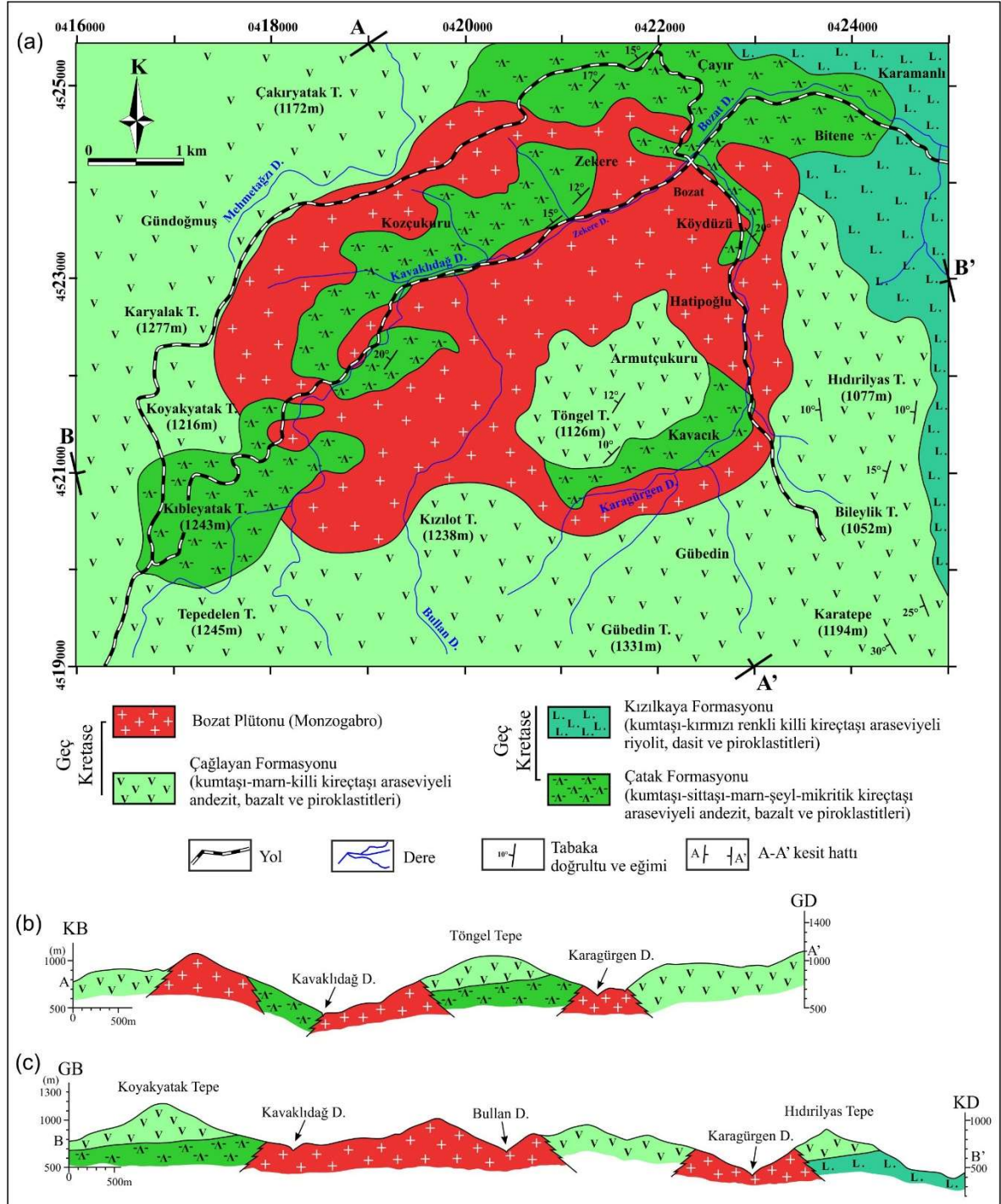
3.3. Stratigrafi

3.3.1. Çatak Formasyonu

Trabzon ili, Maçka ilçesinin güneyinde bulunan Çatak köyünde ilk kez Güven (1993) tarafından belirgin olarak gözlemlendiğinden Çatak Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Geç Kretase döneminin başlarında oluşmaya başlayan Çatak Formasyonu Alt Bazik Seri olarak da tanımlanmaktadır (Schultze-Westrum, 1961; Gedikoğlu, 1978). Berdiga Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen bazik özellikteki volkano-tortul istif; bazalt, andezit ve piroklastitleri, silttaşı, kumtaşı, marn ve killi kireçtaşı ara seviyelerinden oluşmaktadır. Çalışma alanı içerisinde; Çayır, Bitene, Kavacık, Kozçukuru Tepe ve Kibleyatak Tepe çevresinde görülmektedir (Şekil 4). Bu formasyonu oluşturan bazalt, andezit ve piroklastitleri incelenen bölgelerde genellikle koyu-açık gri renklerinde, oldukça kırıklı, çatlaklı yapıda ve oldukça ayrılmış (yaygın kloritleşmeli) olarak görülmektedir (Şekil 5, 6 ve 7). Birim içerisinde ara katmanlar oluşturan tortul birimler (kumtaşı, silttaşı, marn ve killi kireçtaşı) ince tabakalanmalıdır. Bu seviyelerin bazı kesimlerinde kırmızı-bordo renkli mikritik kireçtaşları tabakaları belirgin olarak izlenmektedir.

İnceleme alanı dışında, alt dokanağında Üst Jura-Alt Kretase Berdiga Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Çatak Formasyonu, Üst Kretase döneminde meydana gelen aktif bir volkanizma sonucu gelişen bazik ve asidik özellikteki kalın bir volkano-tortul istifin ilk evresini oluşturmaktadır. Birim, üst dokanağında ise Turoniyen-Kampaniyen yaşlı asidik karakterli Kızılkaya Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir. Çatak

Formasyonu'nun yaşı, Güven (1993) tarafından fosil içeriğine dayanılarak Turoniyen-Koniasiyen-Santoniyen olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. İnceleme alanı ve çevresinin (a) jeoloji haritası (Güven, 1993; MTA, 2002'den değiştirilerek) ve (b) A-A' ve (c) B-B' jeolojik kesitleri.



Şekil 5. Kozçukuru civarında yüzeylenen Çatak Formasyonu'na ait bazaltların arazi görünümü



Şekil 6. Kavaklıdağ civarında yüzeylenen Çatak Formasyonu'na ait bazaltların arazi görünümü



Şekil 7. Zekere civarında yüzeylenen Çatak Formasyonu'na ait bazaltların arazi görünümü.

3.3.2. Kızılkaya Formasyonu

Asidik karaktere sahip volkanik kayalar ilk defa Giresun İli Espiye İlçesi güneyindeki Kızılkaya civarında gözlemlendiğinden, birim Güven (1993) tarafından Kızılkaya Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. İki evreli volkanizmanın ilk evresinde yer alan asidik özellikteki volkanitlerden oluşan aynı birim Schultze- Westrum (1961) tarafından Alt Asidik Seri olarak tanımlanmaktadır. Formasyon çalışma alanında Karamanlı ve çevresinde görülmektedir (Şekil 4) ve başlıca riyolit, riyodasit, dasit ve piroklastitlerinden, killi ve mikritik kireçtaşı ara seviyelerinden oluşmaktadır. Yer yer düzgün katmanlanma gösteren tuf, aglomera ve breşlerden oluşan seviyeler (Şekil 8) formasyonun daha ziyade üst kesimlerini oluşturmaktadır. İnceleme alanındaki dasitik birimler genellikle sarımsı bej, grimsi yeşil, pembemsi veya mor, gri renklerde, bazı yerlerde sütunsal olarak görülmektedir (Şekil 9). Riyodasitler, sarımsı-yeşilimsi bej, açık gri renklerde gözlenirken, riyolitler ise açık gri veya grimsi beyaz renklerde görülmektedir (Şekil 10). Formasyonu oluşturan riyodasitik-riyolitik seviyeler çoğunlukla porfirik dokulu ve fluidal yapılu olup, yer yer kuvars ve plajyoklas fenokristalleri içermektedir.



Şekil 8. Hıdırlıyas Tepe kuzeydoğusunda yüzeylenen Kızılkaya Formasyonu'na ait dasitik tüflerin arazi görünümü.



Şekil 9. Karamanlı civarında yüzeylenen Kızılkaya Formasyonu'na ait sütunsal yapılı dasitlerin arazi görünümü.



Şekil 10. Bitene güneydoğusunda yüzeylenen Kızılkaya Formasyonu'na ait gri-bej renkli riyolitlerin arazi görünümü.

Kızılkaya Formasyonu içerisinde yersel olarak volkanojenik polimetalik masif sülfür yataklarının gelişmesi ayrı bir önem taşımaktadır. Birim içerisinde yoğun olarak izlenen hidrotermal alterasyon; killeşme, silisleşme, serizitleşme ve kloritleşme şeklindedir. Tabanında yer alan Turoniyen-Santoniyen yaşlı Çatak Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Kızılkaya Formasyonu, Kampaniyen-Maastrihtiyen yaşlı Çağlayan Formasyonu ile uyumlu olarak üzerlenir. Güven (1993), formasyonun yaşını birimlerin alt-üst dokanak ilişkilerine ve yaşlarına göre Santoniyen olarak belirtmiştir. Ayrıca, bu formasyonun kırmızı renkli karbonatlar içermesi bakımından derin deniz ortamında oluştuğu da bilinmektedir (Güven, 1993).

3.3.3. Çağlayan Formasyonu

Doğu Pontidler'de Üst Kretase dönemi volkanizmasının üçüncü evresinde gelişen bazik volkanik-volcano sedimanter istif, Güven (1993) tarafından Çağlayan Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca, iki evreli volkanizmanın ikinci evresinde oluşan bazik volkano-tortul birim, Schultz-Westrum (1961) tarafından Üst Bazik Seri olarak da

tanımlanmaktadır. Formasyon inceleme alanında; Armutçukuru, Gündoğmuş, Karatepe, Çakıryatak Tepe, Karyalak Tepe, Hıdırilyas Tepe, Tepedelen, Kızılot, Gübedin, Bileylik ve çevresinde yüzeleme vermektedir (Şekil 4) ve bazalt, andezit ve piroklastitleri ile çamurtaşı, marn, kumtaşı, killi ve mikritik kireçtaşı ardalı ara seviyelerden oluşmaktadır. Birim içerisindeki yaygın litoloji, bazalt ve bazaltik aglomera çakıllarından oluşan piroklastik kayalar ile temsil edilmektedir.

İnceleme alanında formasyona ait bazaltik kayalar genel olarak oldukça sert, kırıklı ve masif yapıdadır (Şekil 11) ve yer yer iyi gelişmiş kolon yapı sunarlar (Şekil 12). Bu kayalarda gelişmiş olan gaz boşlukları belirgin olarak izlenebilmekte olup, genellikle kalsit, klorit ve zeolit gibi ikincil minerallerle dolgulanmıştır. Formasyonun genelinde yeşilimsi-gri, siyahımsı ve koyu gri renk tonu hakimdir (Şekil 11 ve 12). Çalışma alanı dışında; Çayırbağı, Düzköy, Esiroğlu ve Köprübaşı yörelerinde yaygın olarak mostraları gözlenen birimin kalınlığı 100-400 m arasında değişmektedir.



Şekil 11. Armutçukuru civarında yüzelenen Çağlayan Formasyonu'na ait masif bazaltların arazi görünümü.

Çağlayan Formasyonu tabanında yer alan Kızılkaya Formasyonu'nu üzerlemekte olup, Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Çayırbağ Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmekte, üst asidik serinin yer almadığı alanlarda ise, Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla üzerlenmektedir. Formasyona kırmızı renkli mikritik kireçtaşlarındaki fosil içeriğinin paleontolojik tayinine dayanılarak Kampaniyen-Maastrichtien yaşı verilmiştir (Güven, 1993).



Şekil 12. Karamahmut civarında yüzeylenen Çağlayan Formasyonu'na ait kolon yapılı bazaltların arazi görünümü.

3.3.4. Bozat Plütönu

Bozat Plütönu, değişik araştırmacılar tarafından farklı adlarla tanımlanmış olup, incelenen plütönu; Güven (1993) tarafından “Kaçkar Granitoyidi I” ve MTA (2002) tarafından “Granitoyid” adı altında incelenmiştir. Bu çalışmada, plütönu en iyi gözlemlendiği lokasyona ithafen plütönu, “Bozat Plütönu” olarak tanımlanmıştır. Arazi gözlemlerine ve stratigrafik ilişkilere dayanılarak söz konusu plütönu yaşı, Güven (1993) tarafından Geç Kretase-Paleosen, MTA (2002) tarafından ise Geç Kretase olarak kabul edilmiştir. Bu

çalışmada saha gözlemleri, dokanak ve yan kayaç ilişkilerine göre plütonun yaşı Geç Kretase olarak kabul edilmiştir.

İncelenen Bozat plütonu, yaklaşık 15 km²'lik bir alanda, Bozat Beldesi güneybatısında Hatipoğlu, Köydüzü, Kozçukuru ve çevresinde, özellikle de Zekere Dere, Kavaklıdağ Dere, Bullan Dere ve Karagürgen Dere boyunca yüzeyleme vermektedir (Şekil 4). Bozat Plütonu, Geç Kretase yaşlı Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu ve Çağlayan Formasyonu'na ait volkanik ve volkano-tortul kayaçlarını keserek yerleşmiştir (Şekil 4). Plütonun uzun eksenini kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanım göstermekte olup, genelde elips şekillidir (Şekil 4). Genel olarak oldukça sert, çatlaklı ve kırıklı yapı sunarlar ve küçük bloklar şeklinde yüzeyleme vermektedirler (Şekil 13 ve 14). Genellikle gri, koyu-gri ve yer yer sarımsı-gri renklerde tanımlanan plüton (Şekil 13 ve 14), orta-ince taneli doku gösterir. Plüton, yer yer 1-3 cm çapında ve 2-4 m uzunluğunda beyaz-açık pembe renkli, sakkaroidal dokulu aplitik dayklar tarafından kesilmiştir (Şekil 15). Ayrıca, genel olarak ayrışmadan etkilenmemiş olmasına karşın kenar fasiyeslerinde ve yan kayaçla olan dokanaklarındaki kırık ve çatlaklarında az oranda silisleşme ve epidotlaşma gözlenmiştir.



Şekil 13. Bozat civarında yüzeylenen Bozat Plütonu monzogabroyik kayaçların genel görünümü ve iyi gelişmiş kırık ve çatlak sistemleri.



Şekil 14. Kavacık civarında yüzeylenen Bozat Plütönu monzögabroyik kayaçların genel görünümü



Şekil 15. Kavacık civarında yüzeylenen Bozat Plütönu'na ait monzögabrolarda gözlenen beyaz-açık pembe renkli aplitik dayk sistemi.

3.4. Petrografi

3.4.1. Çatak Formasyonu'na Ait Bazalt-Trakibazalt ve Piroklastitleri

Bazaltlar genellikle hyalo-porfirik, hyalo-mikrolitik porfirik, glomeroporfirik, nadiren amigdaloidal, intersertal ve vesiküler doku göstermektedirler. Kayaç içerisindeki fenokristal ve mikrokristalleri plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, biyotit ve opak mineraller oluşmaktadır (Şekil 16). Bu mineraller aynı zamanda hamuru da oluştururlar. İkincil olarak kuvars, kalsit, zeolit ve klorit bunlara eşlik etmektedir.

Plajiyoklaslar genellikle öz ve yarı özşekilli fenokristaller, bazıları ise kemirilmiş veya kırıklı mikrofenokristaller halinde gözlenmiştir (Şekil 16a, b, c ve d). Bu minerallerde genellikle albit ikizi ve yer yer zonlanma görülmektedir. Bazı fenokristallerde biyotit ve opak mineral kapanımları görülmektedir. Alterasyona maruz kalmış plajiyoklaslarda serisitleşme, karbonatlaşma ve kloritleşme gözlenmiştir (Şekil 16a, b, c ve d).

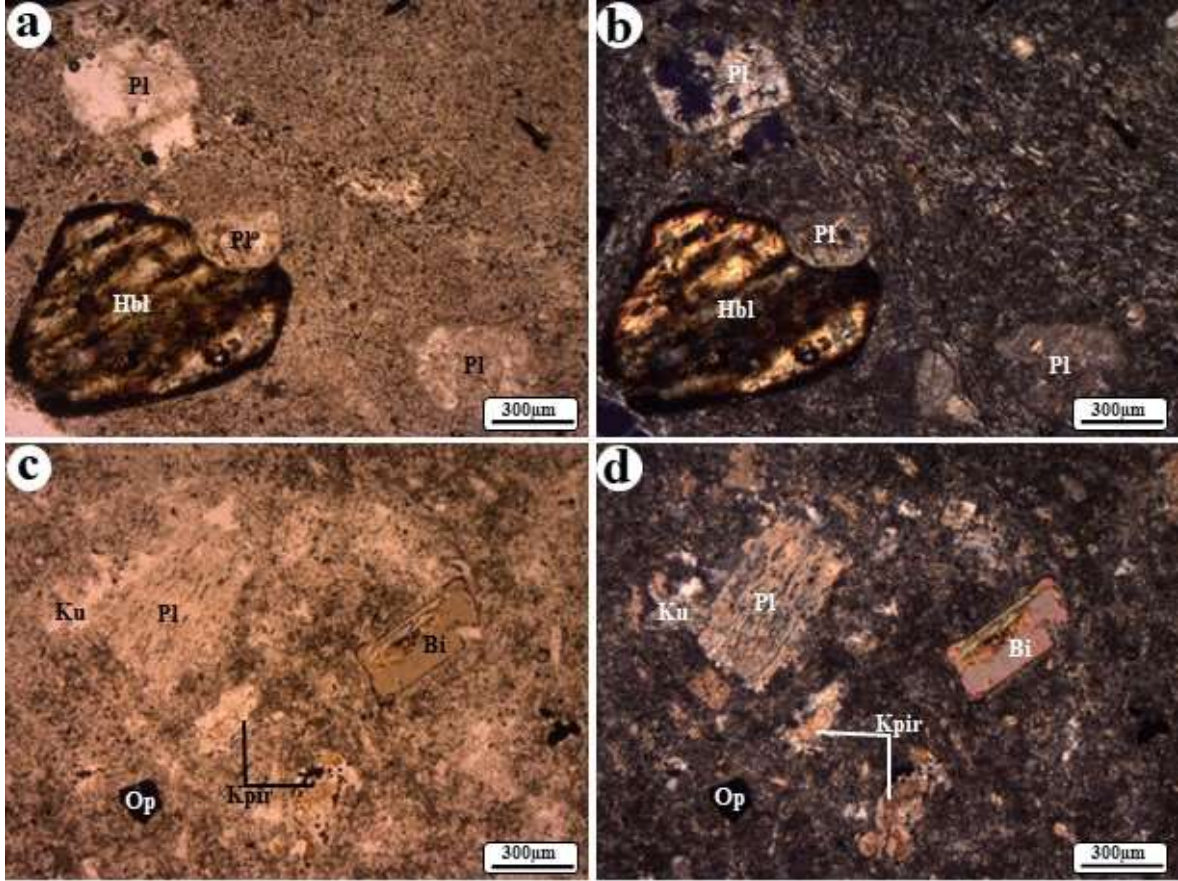
Klinopiroksenler bazı kesitlerde öz ve yarı özşekilli, bazısında ise özşekilsiz veya tamamen ayrılmış fenokristaller halinde bulunmaktadır. Yer yer plajiyoklas ve opak mineral kapanımları içermektedirler. Yaygın olarak kloritleşme, karbonatlaşma, opaklaşma ve yer yer FeO boyamaları gözlenmiştir.

Hornblendler genel olarak yarı özşekilli ve özşekilsiz fenokristaller ve nadiren de kırılmış ve parçalanmış mikrofenokristaller halinde bulunmaktadır. Genel olarak kemirilmiş, kenar ve dilinimleri boyunca tamamen opaklaşmışlardır (Şekil 16a ve b).

Biyotitler genel olarak özşekilli ve yarı özşekilli fenokristaller halinde gözlenmektedirler. Tek nikelde kahverengi renk pleokroizması ve tek yönde dilinimleri ile tipiktirler (Şekil 16c ve d). Bazı mikrofenokristallerde yer yer kloritleşme hakimdir.

Kuvars, kalsit ve zeolit daha çok hamurda ve kırık, çatlak ve gözenek dolgusu şeklinde gözlenmektedir. Klorit ise daha çok mafik minerallerin alterasyonu sonucu oluşmuştur.

Hamur; plajiyoklas ve piroksen mikrolitleri, opak mineral ve daha az oranda volkanik camdan oluşmaktadır (Şekil 16a, b, c ve d). Bazı kayaç örneklerinde gözlenen boşluklar kuvars, kalsit ve zeolit tarafından doldurularak amigdaloidal dokuyu oluştururlar.



Şekil 16. Çatak Formasyonu'na ait bazaltların mikrofotografaları. a-b) karbonatlaşmış plajiyoklas ve kenar ve dilinimleri boyunca opaklaşmış hornblend fenokristali (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-30), c-d) karbonatlaşmış plajiyoklas, karbonatlaşmış ve kloritleşmiş klinopiroksen ve biyotit fenokristalleri (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-78), (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Ku: Kuvars, Op: Opak mineral).

Trakibazaltlarda çoğunlukla hyalo-mikrolitik porfirik, fluidal, trakitik ve nadiren amigdaloidal doku gözlenmektedir. Plajiyoklas, klinopiroksen, biyotit ve sanidin hem kayaç içerisindeki feokristalleri hem de hamurdaki mikrolitleri oluşturmaktadır. Opak mineraller ile ikincil olarak kalsit ve klorit bunlara eşlik ederler (Şekil 17a, b, c ve d).

Plajiyoklaslar özşekilli veya yarı özşekilli fenokristaller halinde görülmektedir. Bazılarında opak mineral kapanımları bulunmaktadır. Genel olarak kloritleşmiş, serisitleşmiş ve karbonatlaşmış olarak gözlenmektedir (Şekil 17a, b, c ve d).

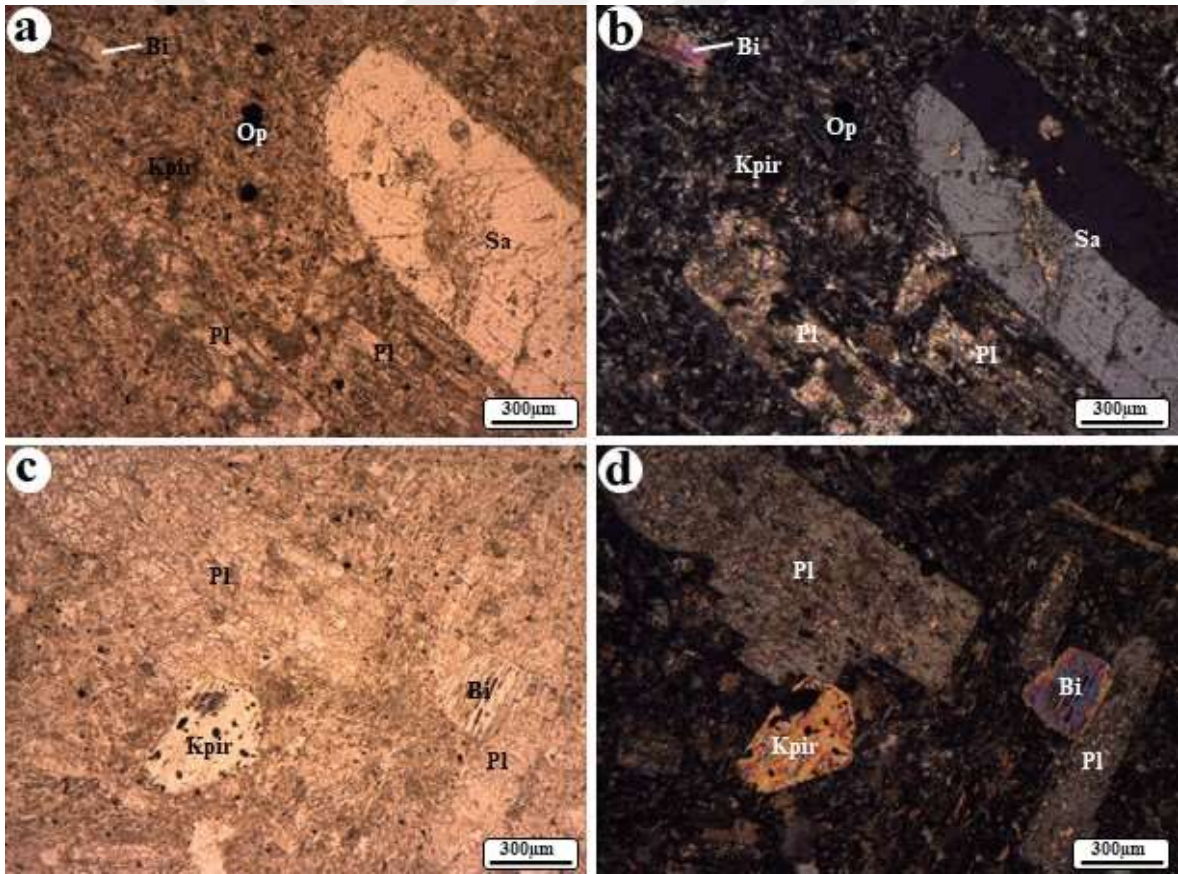
Klinopiroksen fenokristal ve mikrofenokristalleri özşekilliden özşekilsiz kadar değişmektedir. Hamurda ise mikro taneler halinde bulunmaktadır. Çoğunlukla özşekillerini korumuş olmalarına rağmen tamamen karbonatlaşmış ve kloritleşmiş olarak gözlenmektedirler. Bazılarında opak mineral kapanımları görülmektedir.

Biyotitlere genellikle özşekilli ve yarı özşekilli çok küçük levhalar halinde ve az oranda rastlanmaktadır (Şekil 17c ve d). Dilinim (001)'e dik yönde mükemmeldir. Biyotitlerde kenar ve dilinimleri boyunca opaklaşma, kloritleşme ve karbonatlaşmaların olduğu gözlenmiştir.

Sanidinler çoğunlukla özşekilli ve nadiren yarıözşekilli iri fenokristaller halinde bulunmaktadır. Tek nikelde renksizdirler. Özşekli sanidinlerde, mineralin uzun eksenine dik olarak gelişen enine çatlaklar mevcuttur (Şekil 17c ve d).

Kalsit ve zeolit daha çok hamurda ve gözenek dolgusu şeklinde gözlenmektedir. Klorit daha çok mafik minerallerin alterasyonu sonucu oluşmuştur (Şekil 17a, b, c ve d).

Hamur; plajiyoklas, klinopirotksen, biyotit mikrolitlerinin yanısıra, daha az oranda opak mineraller ve volkanik camdan oluşmaktadır.

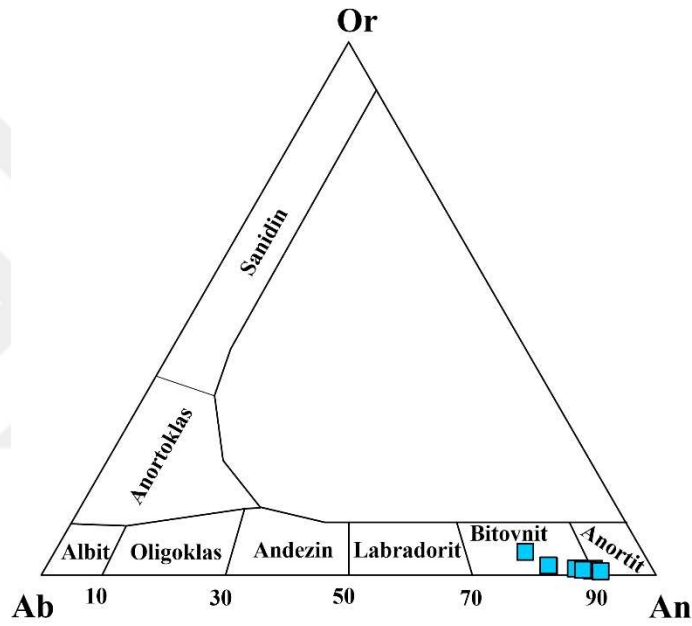


Şekil 17. Çatak Formasyonu'na ait trakibazaltların mikrofotografaları. a-b) karbonatlaşmış, kloritleşmiş ve killeşmiş plajiyoklaslar, tamamen kloritleşmiş klinopirotksen ve Karlsbad ikizi gösteren iri sanidin fenokristali (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-9), c-d) epidotlaşmış ve killeşmiş plajiyoklaslar, opak mineral kapanımları içeren klinopirotksen ve dilinimleri boyunca opaklaşmış ve kloritleşmiş biyotit (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-10), (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopirotksen, Sa: Sanidin, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral).

3.4.1.1. Mineral Kimyası

3.4.1.1.1. Feldispat

Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalar içerisinde fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla bitovnit, nadiren de anortittir (Şekil 18, Ek Tablo 1). Bitovnit olanlarda bileşim $An_{77-90}Ab_{10-33}Or_{1-4}$ arasında değişmektedir. Anortit olanlarda ise bileşim $An_{90-91}Ab_{8-9}Or_{0-1}$ arasındadır.

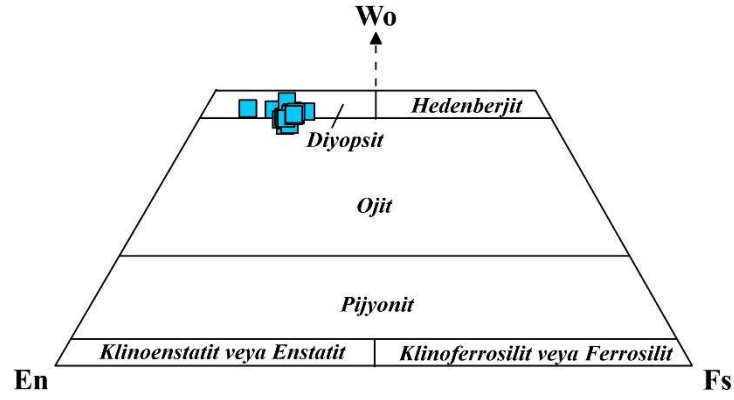


Şekil 18. Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayaların içerdiği plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).

3.4.1.1.2. Klinopiroksen

Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalar içerisindeki klinopiroksenler; Morimoto vd. (1988)'nin yaptığı sınıflamaya göre diyopsit ve diyopsitik ojit olarak isimlendirilmiştir (Şekil 19).

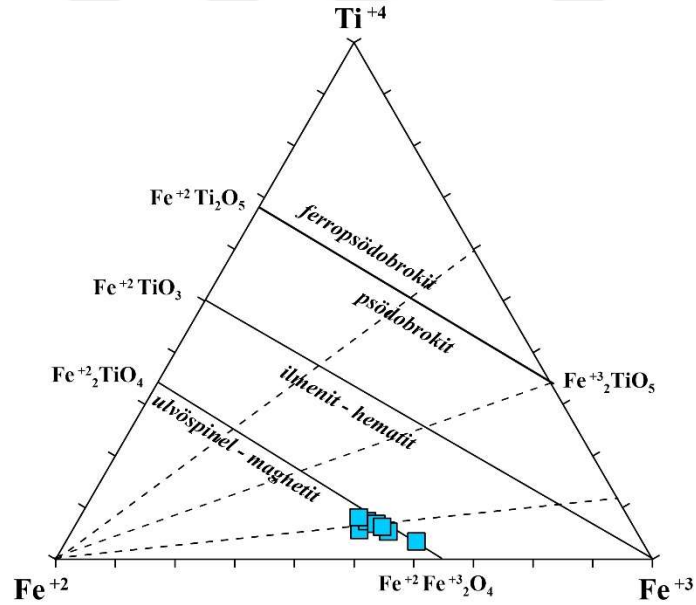
Diyopsit-diyopsitik ojitlerin bileşimleri $Wo_{44-48}En_{38-47}Fs_{7-16}$ arasında, Mg-numarası ise 0.79-0.90 arasındadır (Ek Tablo 2).



Şekil 19. Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalar içerisindeki klinopiroksenlerin Wo-En-Fs sınıflama diyagramı (Morimoto vd., 1988).

3.4.1.1.3. Fe-Ti Oksit

Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalar içerisinde gözlenen Fe-Ti oksitlerin tümü titano-magnetit olarak adlandırılmıştır (Şekil 20, Ek Tablo 3).



Şekil 20. Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalardaki Fe-Ti oksitlerin Ti^{+4} - Fe^{+2} - Fe^{+3} üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988).

3.4.2. Kızılkaya Formasyonu'na Ait Dasit-Riyodasit-Riyolit ve Piroklastitleri

Riyodasitler genel olarak porfirik, hyaloporfirik ve hyalomikrolitik porfirik doku, özel doku olarak mikrogranüler porfirik, perlitik ve kemirilme dokusu gözlenmektedir. Kayaç içerisindeki fenokristal ve mikrofenokristalleri; plajiyoklas, kuvars, sanidin, hornblend, biyotit ve opak mineral oluşturmaktadır (Şekil 21). Ayrıca, bu minerallere volkanik cam da eşlik ederek hamuru oluştururlar. Tali mineral olarak apatit ve zirkon mineralleri görülmüştür.

Plajiyoklaslar genellikle özşekilli ve yarıözşekilli, bazıları da kırıklı ve kenarlarından itibaren kemirilmiş fenokristaller şeklinde bulunurlar (Şekil 21a, b, c ve d). Plajiyoklas minerallerinin çoğunda Albit ikizi görülmekte olup bunun yanı sıra, Karlsbad ikizi, karmaşık ikiz ve zonlanma gözlenmektedir. Bazı fenokristaller de hornblend, biyotit ve opak mineral kapanımları görülmektedir. Alterasyona uğramış plajiyoklas minerallerinde genellikle kalsitleşme, serisitleşme, kırık veya boşluklarda kloritleşme ve zonlu plajiyoklaslar da Ca-zengin kısımlarında yer yer epidotlaşma olduğu belirlenmiştir.

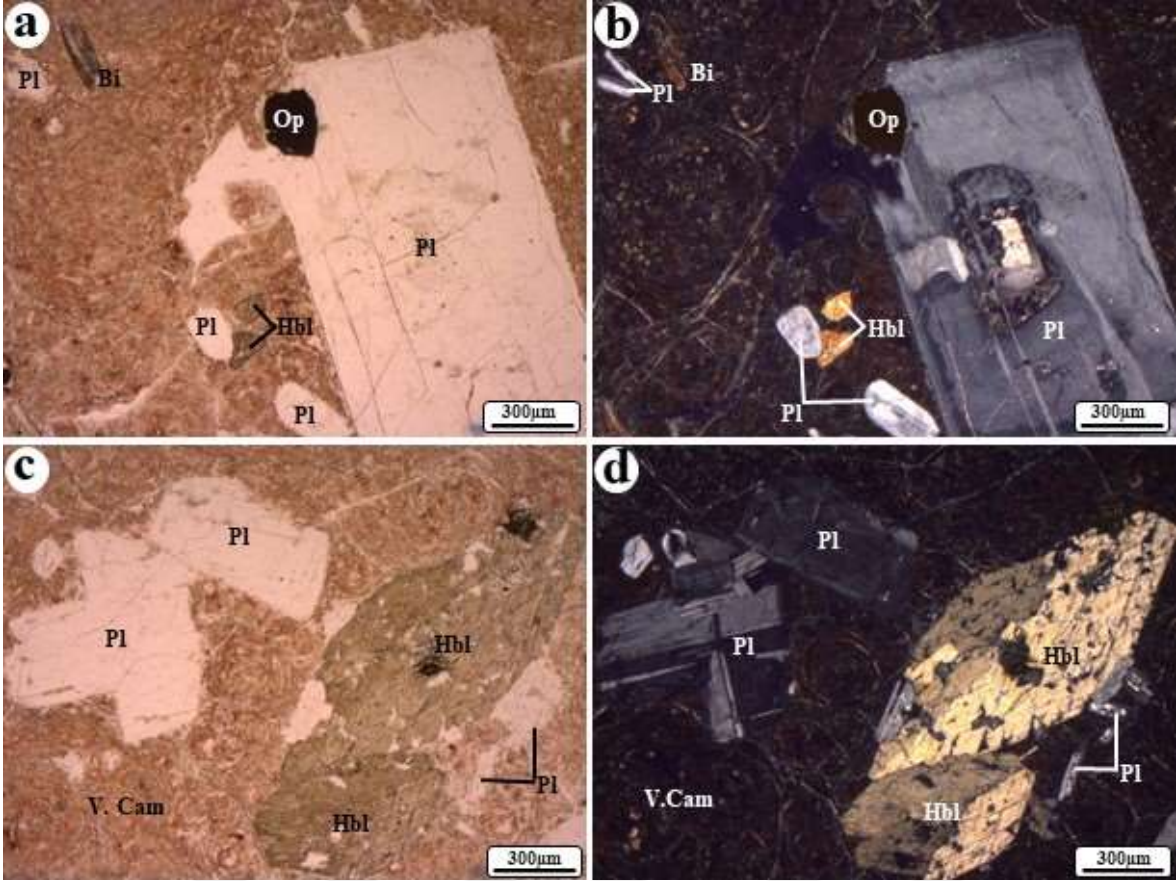
Kuvarslar genel olarak hamurda devitrifikasyon sonucu ikincil özşekilsiz mikrokristaller halinde bulunurlar (Şekil 21a, b, c ve d).

Hornblendler genellikle özşekilli ve yer yer yarı özşekilli iri-orta fenokristaller halinde bulunurlar (Şekil 21c ve d). Hornblend fenokristalleri iki yönde mükemmel dilinimlere sahip olup, çoğunlukla $h'(100)$ ikizi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 21c ve d). Bazı hornblendlerin biyotit ve opak mineral kapanımları içerdiği gözlenmiştir.

Sanidin genellikle özşekilsiz çok küçük mikrofenokristaller halinde gözlenmektedir.

Biyotit genellikle özşekilli küçük latalar şeklinde olup, bazıların da deformasyon sonucu eğilmeler ve bükülmeler olduğu gözlenmiştir (Şekil 21a ve b). Güçlü bir pleokroizma, tek nikolde kahverengi, çapraz nikolde ise koyu kahverengi girişim renkleri göstermektedir. Tek yönlü dilinim mevcut olup, dilinimleri boyunca opaklaşmalar yaygın olarak görülmektedir (Şekil 21a ve b). Bazı biyotit lataları yer yer kloritleşmiştir.

Hamurda devitrifikasyon ürünü kuvars mikrokristalleri, plajiyoklas mikrolitleri, opak mineraller ve camdan oluşmaktadır. Hamurda genel olarak silisleşme, karbonatlaşma ve yer yer killeşme gözlenmektedir.



Şekil 21. Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitlerin mikrofotografaları. a-b) özşekilli zonlanma gösteren iri plajiyoklas fenokristali, küçük hornblend ve biyotit mikrofeno-kristalleri, c-d) Albit-karmaşık ikiz gösteren plajiyoklas fenokristalleri, h'(100) ikizlenmesi gösteren hornblend fenokristalleri ve perlitik doku (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-66) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, V. Cam: Volkanik Cam, Op: Opak mineral).

Riyolitlerde genel olarak hyalo-porfirik ve hyalo-mikrolitik porfirik doku, nadiren mikrogranüler porfirik, kartanesi ve kemirilme dokusu gözlenmektedir. Kayaç içerisindeki mineraller; plajiyoklas, kuvars, sanidin ve biyotit fenokristalleri ile opak minerallerdir (Şekil 22). Ayrıca bu mineraller kayaç içerisindeki hamuru da oluşturmaktadır. Genel olarak silisleşme, karbonatlaşma, kloritleşme ve killeşme gözlenmektedir.

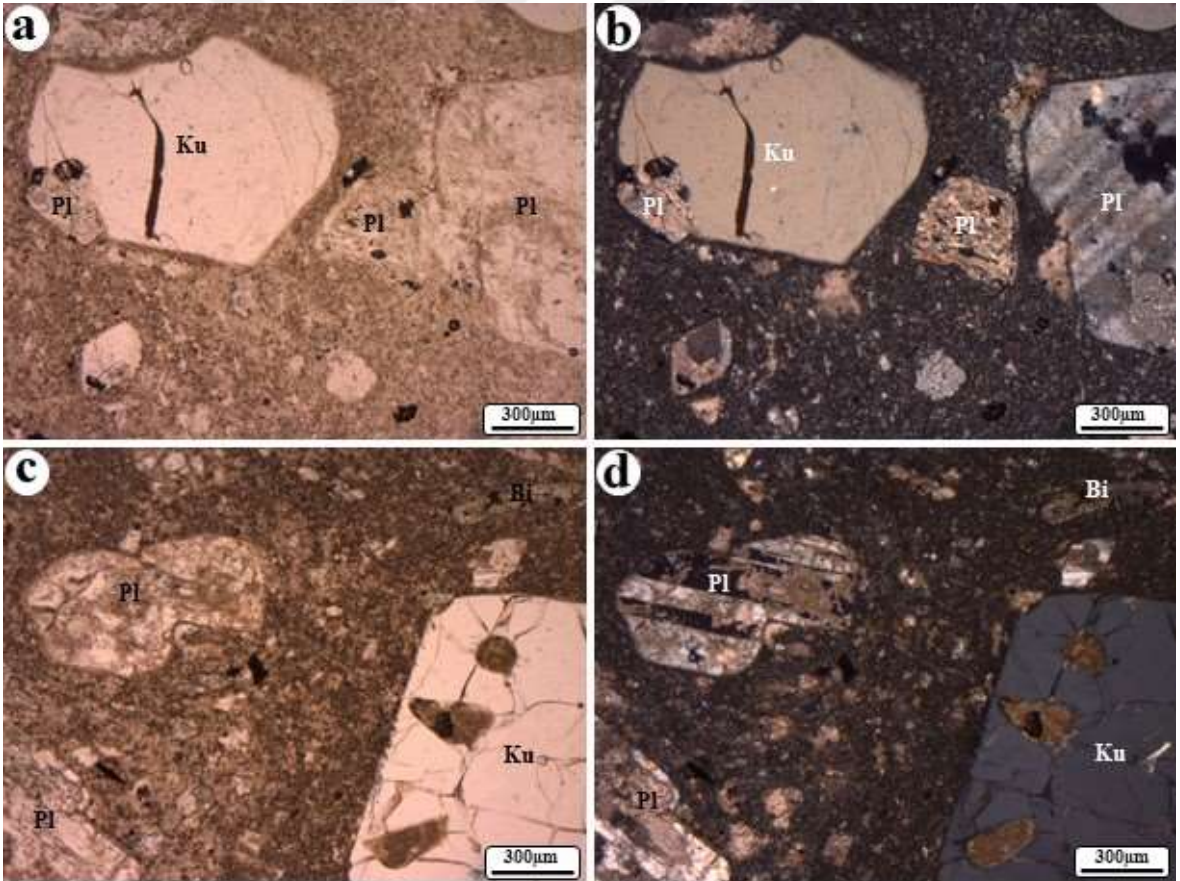
Plajiyoklaslar genellikle yarıözşekilli ve özşekilsiz fenokristaller halinde bulunurlar (Şekil 22a, b, c ve d). Plajiyoklas minerallerinin çoğunda Albit polisentetik ikizi görülmekte olup, bunun yanı sıra karmaşık ikiz de gözlenmektedir. Alterasyona uğramış plajiyoklas minerallerinde genellikle kalsitleşme, serisitleşme, kırık ve boşluklarda kloritleşme olduğu gözlenmiştir.

Kuvarslar yarıözşekilli ve özşekilsiz, yuvarlağımsı ve yer yer çatlaklı olarak iri fenokristaller halinde gözlenmektedirler (Şekil 22a, b, c ve d). Ayrıca hamurda devitrifikasyon ürünü olarak ikincil kuvarslar gözlenmektedir. Megakristal olarak gözlenen kuvarslar ise kenarlarından itibaren yenme-kemirilme dokusu göstermektedir. Kuvarsların boşluklarındaki camsı kısımlar ise tamamen karbonatlaşmış ve killeşmiş olarak gözlenir.

Sanidin çok az oranda yarı özşekilli küçük kristaller halinde gözlenir.

Biyotit genellikle küçük levhalar halinde gözlenmektedir. Bazı biyotit minerallerinde deformasyon sonucu kıvrımlanmalar ve bükülmeler gözlenmektedir. Tek yönlü dilinim belirgin olup, dilinimleri boyunca opaklaşmalar mevcuttur.

Hamur eşboyutlu kuvars mikrotaneleri ve mikrolitler halinde gözlenen lata şekilli plajiyoklaslardan oluşmaktadır. Ayrıca, hamurda genellikle silisleşme, kalsitleşme ve mafik minerallerin alterasyonu sonucu yer yer kloritleşme gözlenmektedir.

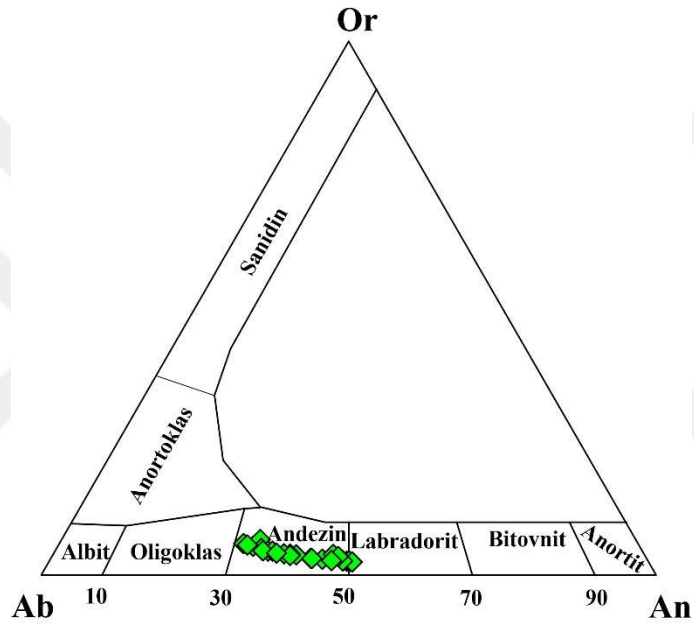


Şekil 22. Kızılkaya Formasyonu'na ait riyolitlerin mikrofotoğrafları; a-b) kemirilme dokusu gösteren kuvars ile karbonatlaşmış plajiyoklas fenokristalleri, c-d) kemirilmiş kuvars megakristalleri ile albit ikizi gösteren karbonatlaşmış plajiyoklaslar (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-69), (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklas, Bi: Biyotit).

3.4.2.1. Mineral Kimyası

3.4.2.1.1. Feldispat

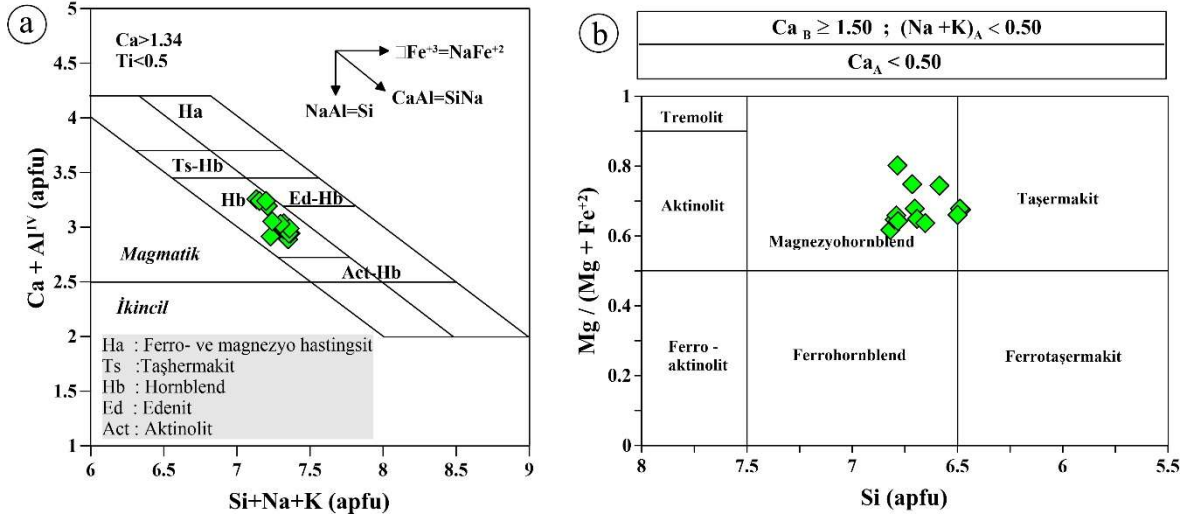
Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitik kayalar içerisinde fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklasların tümü andezin olup, bileşimleri $An_{30-49}Ab_{48-64}Or_{2-7}$ arasında değişmektedir (Şekil 23, Ek Tablo 4).



Şekil 23. Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitik kayaların içerdiği plajiyoklasların Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).

3.4.2.1.2. Hornblend

Kızılkaya Formasyonu'ndaki riyodasitlerin içerdiği hornblendlerin mikroprob analizleri (Ek Tablo 5) dikkate alındığında, örneklerin tümü Giret vd. (1980)'ne göre yapılan sınıflamada hornblend olarak isimlendirilmiştir (Şekil 24a). Leake vd. (1997)'ne göre yapılan sınıflamada ise örneklerin magnezyo-hastingsit alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 24b). Magnezyo-hastingsitlerin $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı 0.62-0.80 arasında değişmektedir (Ek Tablo 5).



Şekil 24. Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitik kayaçların içerdiği hornblendlerin; (a) $(Ca + Al^{IV})$ (apfu) karşı $(Si + Na + K)$ (apfu) (Giret vd., 1980) ve (b) Si (apfu) karşı $Mg / (Mg + Fe^{+2})$ (Leake vd., 1997) sınıflama diyagramları.

3.4.3. Çağlayan Formasyonu'na Ait Bazalt-Trakibazalt ve Piroklastitleri

Trakibazaltlarda genellikle hyalo-mikrolitik porfirik, mikrolitik porfirik, intergranüler, intersertal ve trakitik, nadiren ofitik doku gözlenmektedir (Şekil 26). Volkanik cam içeren hamur içerisinde hem mikrolit hem de plajiyoklas, piroksen, olivin mineralleri yer almaktadır. Bu minerallere bol miktarda çok küçük taneler halinde opak mineraller eşlik etmektedir (Şekil 25).

Plajiyoklaslar genellikle özşekilli küçük, ince çubuğumsu mikrofenokristaller halinde, nadiren de özşekilli fenokristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 25a-f). Zonlanma gösteren plajiyoklas fenokristallerinin kenar kısımlarında yeniden büyüme yapısı gelişmiştir (Şekil 25f). Plajiyoklas fenokristallerinde yer yer elek ve/veya sünger dokusu da hakimdir. Ayrıca bu minerallerde yer yer kloritleşme, serisitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir.

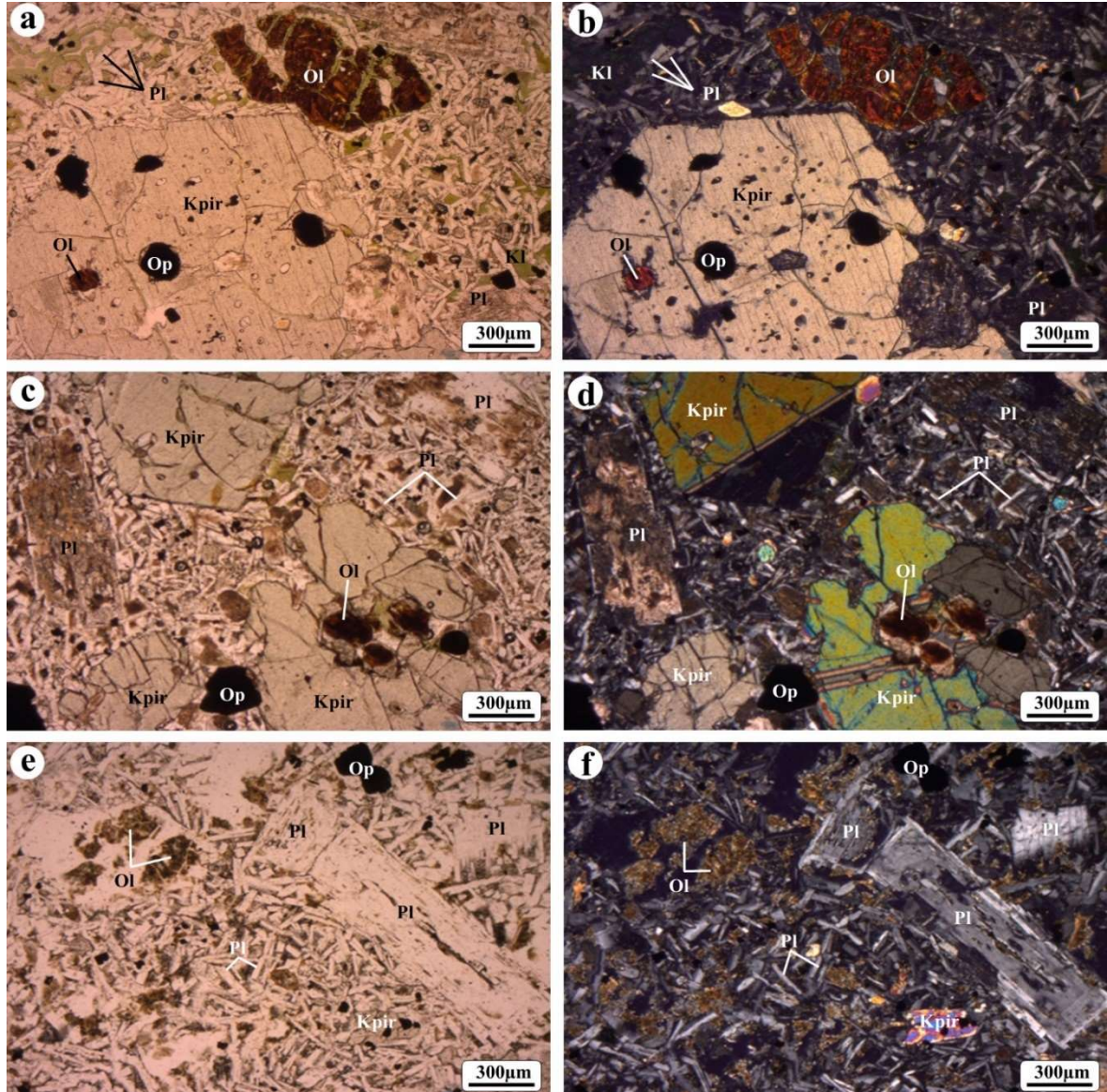
Klinopiroksenler genellikle yarı özşekilli ve özşekilsiz fenokristaller (Şekil 25a-d) ve hamurda ise mikrofenokristaller halinde gözlenmektedirler (Şekil 25c-f). Klinopiroksenler kırık ve çatlakları boyunca kloritleşmiş ve karbonatlaşmış olup, yer yer olivin, plajiyoklas ve opak mineral kapanımları içermektedir (Şekil 25c ve d).

Olivin özşekilli ve yarı özşekilli olup, irili ufaklı fenokristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 25a-f). Olivinlerin çoğu bol olarak kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Olivinlerin hemen hemen tümü, ya çatlakları boyunca kloritleşmiş ve karbonatlaşmış ya da tamamen iddingsitleşmiş olarak gözlenmektedirler (Şekil 25a-f).

Sanidin genellikle hamur içinde özşekilli mikrolitler halinde bulunmaktadır.

Kalsit hamurda ve gözenek dolgusu şeklinde gözlenmektedir. Klorit daha çok mafik minerallerin alterasyonu sonucu oluşmuştur.

Hamur; plajiyoklas, klinopiroksen, olivin mikrolitlerinin yanısıra, daha az oranda opak mineral ve volkanik camdan oluşmaktadır (Şekil 25a-f).

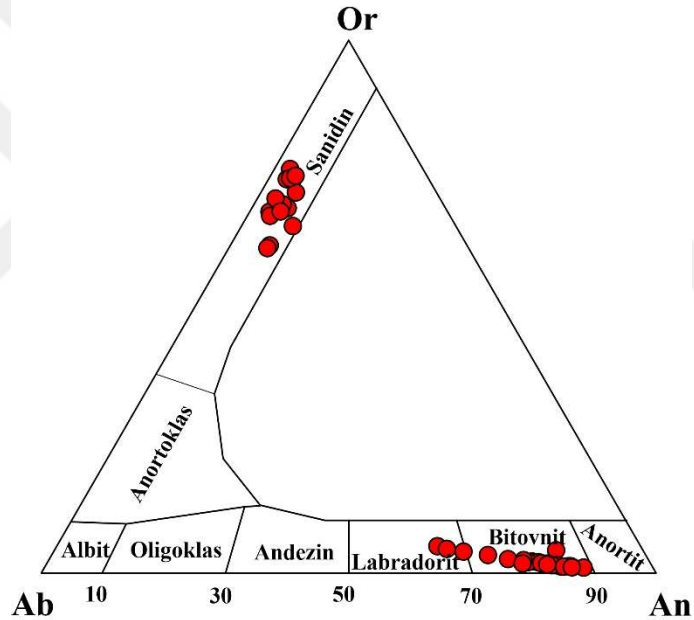


Şekil 25. Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltların mikrofotografaları; a-b) opak mineral ve olivin kapanımları içeren iri klinopiroksen ve çatlakları boyunca kloritleşmiş ve tamamen iddingsitleşmiş olivin fenokristalleri, c-d) karbonatlaşmış ve yer yer kloritleşmiş plajiyoklaslar, olivin ve plajiyoklas kapanımı içeren klinopiroksenler (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-51), e-f) iddingsitleşmiş ve kloritleşmiş olivinler, zonlanma gösteren plajiyoklaslar ve Karlsbad ikizi gösteren sanidin mikrolitleri (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-54) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Ol: Olivin, , Kal: Kalsit, Op: Opak mineral).

3.4.3.1. Mineral Kimyası

3.4.3.1.1. Feldispat

Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlar içerisinde fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla bitovnit, nadiren de labradorittir (Şekil 26, Ek Tablo 6). Bitovnit olanlarda bileşim $An_{71-88}Ab_{29-33}Or_{4-5}$ arasında, labradorit olanlarda ise bileşim $An_{62-67}Ab_{11-26}Or_{1-4}$ arasındadır değişmektedir. Hamurda mikrolitler halinde gözlenen K-feldispatların tümü sanidin olup, bileşimleri $An_{3-8}Ab_{21-33}Or_{61-76}$ arasında değişmektedir (Şekil 26, Ek Tablo 7).

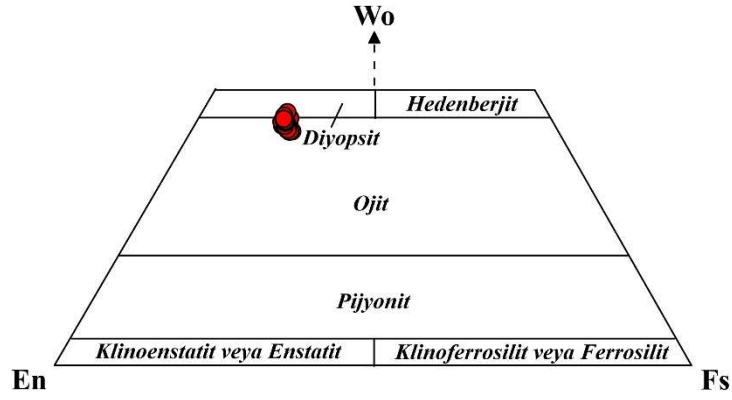


Şekil 26. Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltların içerdiği feldispatların Ab-An-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).

3.4.3.1.2. Klinopiroksen

Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlar içerisindeki klinopiroksenler; Morimoto vd. (1988)'nin yaptığı sınıflamaya göre diyopsitik ojit ve ojit olarak isimlendirilmiştir (Şekil 27).

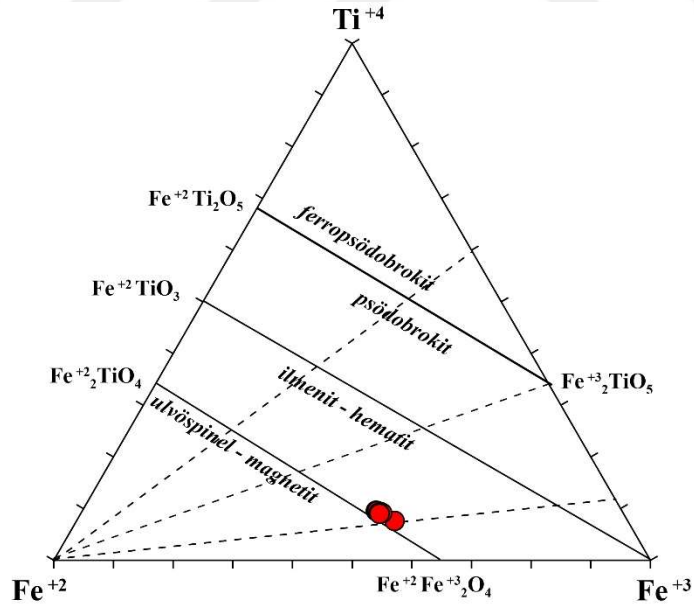
Diyopsitik ojit ve ojitlerin bileşimleri $Wo_{42-46}En_{41-43}Fs_{13-16}$ arasında, Mg-numarası ise 0.77-0.85 arasındadır (Ek Tablo 8).



Şekil 27. Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlar içerisindeki klinopiroksenlerin Wo-En-Fs sınıflama diyagramı (Morimoto vd., 1988).

3.4.3.1.3. Fe-Ti Oksit

Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlar içerisinde gözlenen Fe-Ti oksitlerin tümü titano-magnetit olarak adlandırılmıştır (Şekil 28, Ek Tablo 9).



Şekil 28. Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlardaki Fe-Ti oksitlerin Ti^{+4} - Fe^{+2} - Fe^{+3} üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988).

3.4.4. Bozat Plütönu Monzogabroyik Kayaçları

Bozat Plütönu'na ait 12 adet örneğın modal analizleri (Tablo 1), KAP (Kuars-Alkali Feldispat-Plajiyoklas) diyagramına (Streickeisen, 1976) aktarıldığında, plütöna ait örnekler monzogabro/monzodiyorit alanına düştüğü görölmüştür (Şekil 29).

Monzogabroyik kayaçlar, genellikle monzonitik, poikilitik ve nadiren de pertitik doku gösterirler. Açık renkli mineraller plajiyoklas, ortoklas ve kuars ile temsil edilirken, ferromagnezyen mineralleri klinopiroksen ve biyotit oluşturur ve opak mineraller bunlara eşlik ederler (Şekil 30 ve 31). Aksesuar mineral olarak apatit ve zirkon gözlenmiştir. Bazı örneklere plajiyoklaslarda karbonatlaşma ve serisitleşme, ortoklaslarda killeşme (Şekil 30ve 31) ve ferromagnezyen minerallerden itibaren kloritleşme izlenmiştir (Şekil 31a-d).

Plajiyoklas (% 41-54), kayaçta yaygın olarak öz ve yarı özşekilli, iri ve küçük prizmatik kristaller halinde gözlenmekte olup, genellikle Albit polisentetik ikizlenmesi, nadiren Karlsbad ikizi ve halkalı zonlanma gösterirler (Şekil 30b, d, f ve Şekil 31b, d). Yalnızca zonlu yapı gösteren plajiyoklaslarda büyüme düzensizlikleri mevcuttur. Ayrıca, özşekilli plajiyoklaslarda yer yer elek dokusu hâkimdir.

Ortoklas (% 20-23), genelde özşekilsiz olup, hem iri ve hem de küçük kristaller halinde gözlenirler (Şekil 30a-f ve Şekil 31a-d). Ortoklaslardan bazılarında Karlsbad ikizlenmesi belirlenmiştir. Ayrıca, ortoklas içerisinde Albit kusmaları ile karakteristik olan pertit oluşumları da saptanmıştır. Yer yer büyük ortoklas kristalleri, poikilitik olarak plajiyoklas, biyotit ve opak mineral kapanımları içerirler (Şekil 30e ve f). Bazı kesitlerde ortoklas mineralleri plajiyoklasların etrafını çevreleyerek monzonitik dokuyu oluştururlar.

Kuars (% 1-3), özşekilsiz ve irili ufaklı kristaller halinde gözlenirler (Şekil 30e ve f). Genelde kırıklı ve çatlaklı yapı sunarlar ve bazı kesitlerde dalgalı sönme gösterirler.

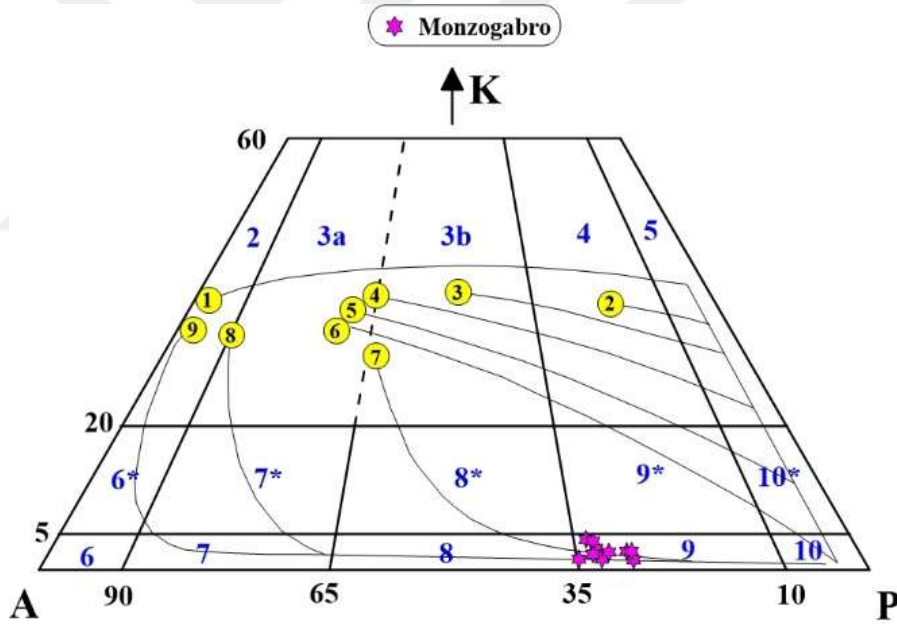
Klinopiroksen (% 13-25) yarı özşekilli iri fenokristaller halinde gözlenirler (Şekil 30a, b, e ve f). Genelde kırıklı ve çatlaklı yapı sunan iri klinopiroksenlerde, kenarlarından itibaren yenme ve kemirilme gözlenmektedir. Bazıları kısmen kloritleşmişlerdir.

Biyotit (% 2-6) genellikle yarıözşekilli ve özşekilli ince uzun krtistaller halindedir ve (001) yüzeyine paralel dilinimi belirgindir (Şekil 30a-f ve Şekil 31c ve d). Nadiren küçük kısa latalar halinde gözlenirler.

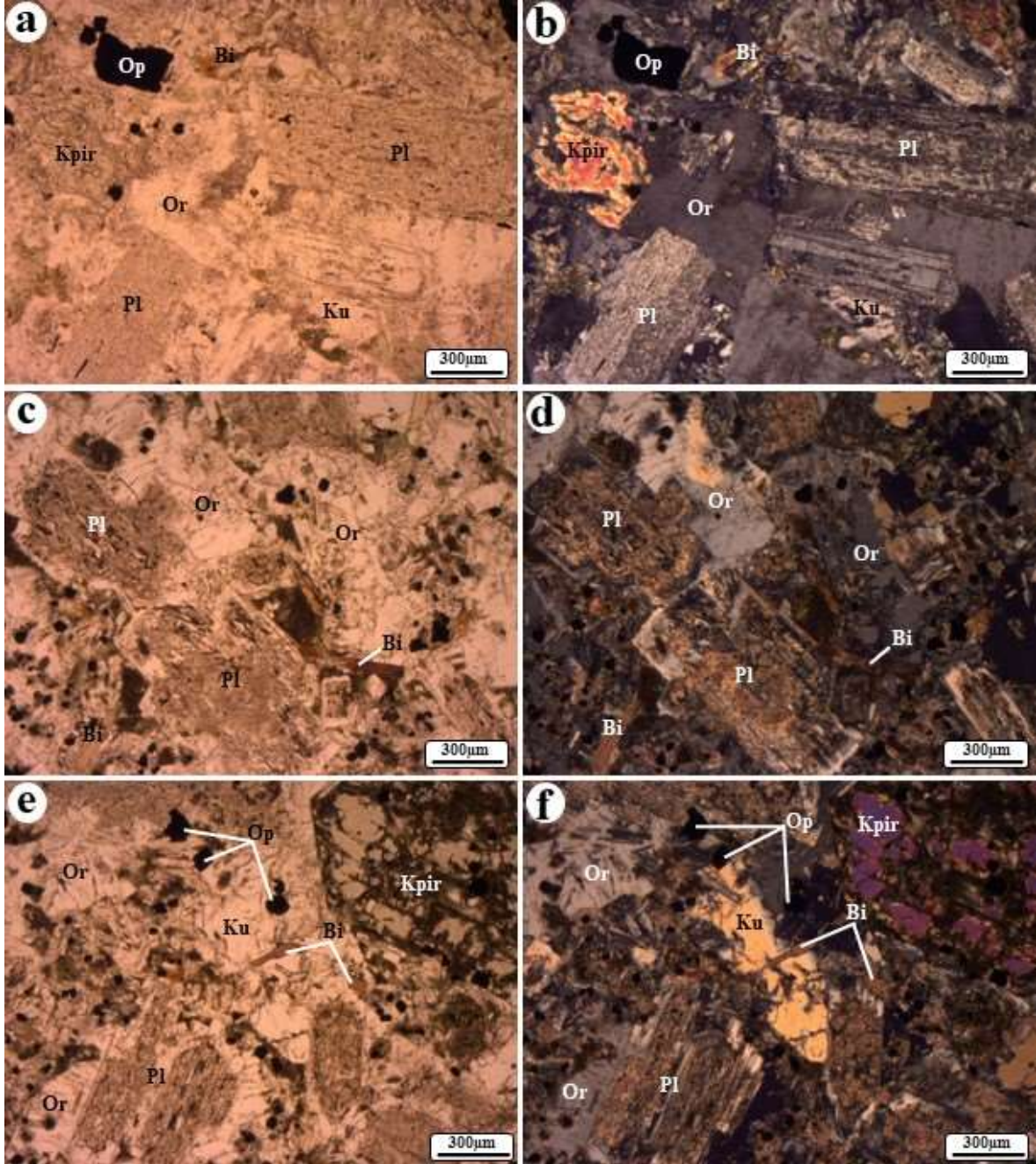
Opak mineraller (% 2-4) yarı öz ve özşekilsiz irili ufaklı kristaller halinde gözlenmekte olup, genellikle mafik minerallerin nadiren de açık renkli minerallerin çevresinde ve bazen de içerisinde kapanımlar halinde bulunurlar (Şekil 30a-f, Şekil 31a-d).

Tablo 1. Bozat Plütönu kayaçlarının genel petrografik özellikleri ile modal bileşimleri.

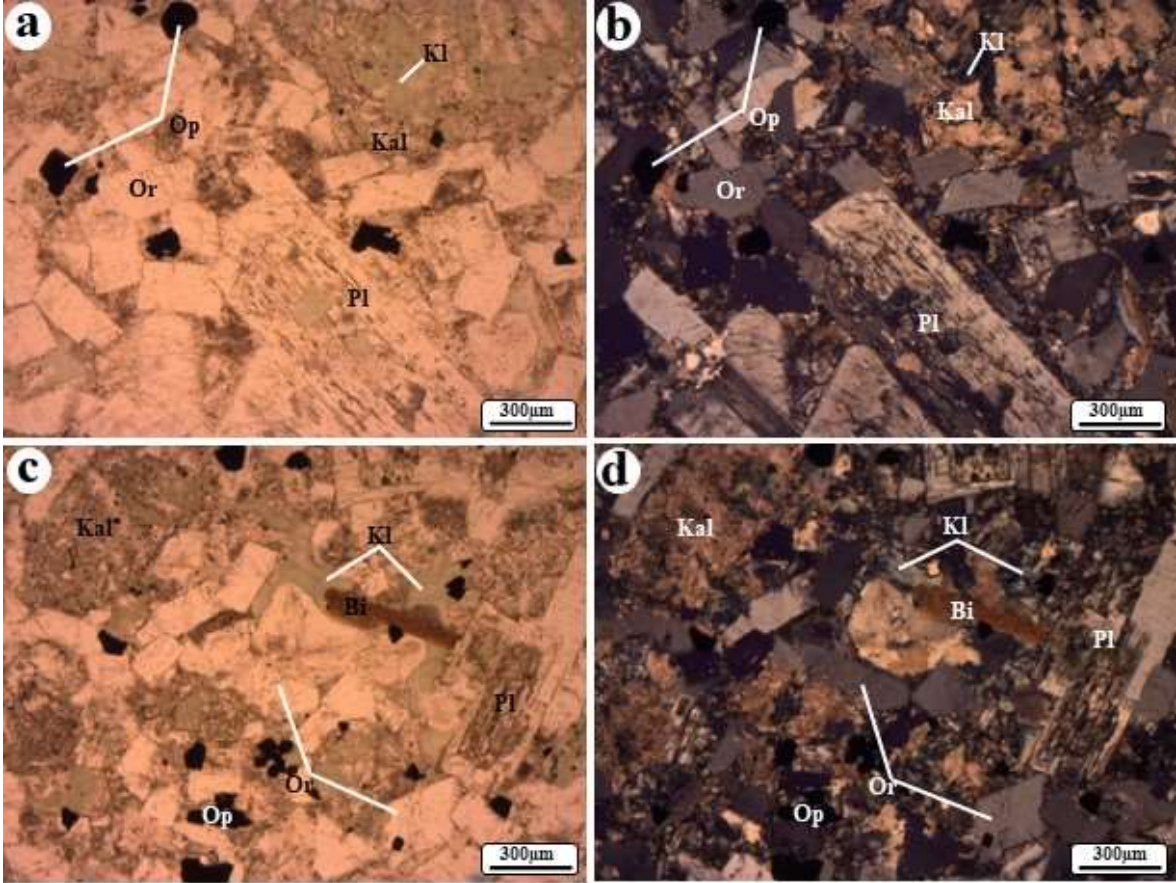
Plütön Adı	BOZAT PLÜTONU		
Kayaç Türü	Monzogabro		
Doku	Monzonitik, poikilitik, pertitik		
Tane Boyu	Orta-ince		
Modal Mineraloji (%)	Ortalama	Minimum	Maksimum
Plajiyoklas	47.0	40.8	53.8
Kuvars	0.9	0.1	2.1
Ortoklas	21.7	20.1	22.7
Piroksen	19.8	13.1	25.4
Biyotit	3.9	1.5	5.7
Tali Mineraller	0.8	0.7	0.9
Opak Mineraller	3.4	2.3	4.3



Şekil 29. Bozat Plütönu kayaçlarına ait K-A-P diyagramı. Eğriler; plütönik tip serilerinin yönlerini göstermekte olup; 1- toleyitik seriler, 2- kalk-alkali trondjemitik seriler, 3-6- değişken kalka-alkali granodiyorit serileri, 7- monzonitik seriler, 8-9- değişken alkali seriler (Lameyre ve Bonin, 1991). Alanlar; (2) alkali feldispat granit, (3a) siyenogranit, (3b) monzogranit, (4) granodiyorit, (5) tonalit, (6*) kuvars alkali feldispat granit, (7*) kuvars siyenit, (8*) kuvars monzonit, (9*) kuvars monzodiyorit/ kuvars monzogabro, (10*) kuvars diyorit/ kuvars gabro/ kuvars anortozit, (6) alkali feldispat granit, (7) siyenit, (8) monzonit, (9) monzodiyorit/ monzogabro, (10) diyorit/ gabro/ anortozit (Streckeisen, 1976).



Şekil 30. Bozat Plütünü'ne ait taneli doku gösteren monzogabroyik kayaçların mikrofotoğrafları; a-b) albit ikizi, zonlanma ve elek dokusu gösteren özşekli plajiyoklas fenokristalleri, kaolenleşmiş ortoklas ve yer yer kloritleşmiş klinopiroksen (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-4), c-d) serisitleşmiş karmaşık zonlu ikiz gösteren plajiyoklaslar, opak mineral kapanımları içeren ortoklas ve küçük latalar şeklinde gözlenen biyotitler (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-1), e-f) Albit ve Karlsbad ikizi, zonlanma ve elek dokusu gösteren, yer yer karbonatlaşmış ve kloritleşmiş plajiyoklaslar, opak mineral ve plajiyoklas kapanımları içeren ortoklasların oluşturduğu poikilitik doku, bol kırık ve çatlaklı, kloritleşmiş klinopiroksen ve özşekilsiz kuvars (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-1) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Or: Ortoklas, Ku: Kuvars, Bi: Biyotit, Op: Opak mineral).

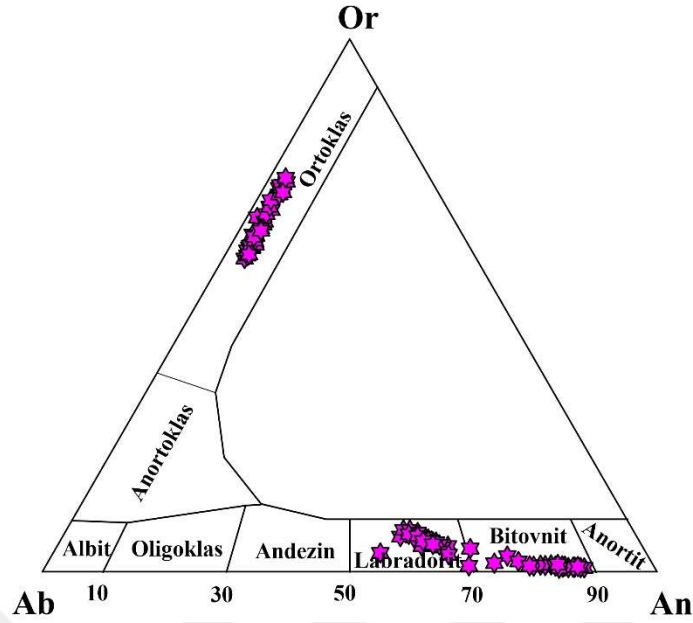


Şekil 31. Bozaz Plütünü'ne ait taneli doku gösteren monzogabroların mikrofotografaları; a-b) Albit ve Karlsbad ikizi, zonlanma, elek dokusu ve kloritleşmiş plajiyoklaslar ve yer yer kaolenleşmiş ve Karlsbad ikizi gösteren ortoklas fenokristalleri, c-d) zonlanma ve elek dokusu gösteren kloritleşmiş plajiyoklas, kaolenleşmiş ortoklaslar ve biyotit fenokristalleri (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-8) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Or: Ortoklas, Bi: Biyotit, Kl: Klorit, Kal: Kalsit, Op: Opak mineral).

3.4.4.1. Mineral Kimyası

3.4.4.1.1. Feldispat

Plütünü oluşturan monzogabroyik kayaçlardaki plajiyoklaslar; labradorit ve bitovnit olup, labradoritlerin bileşimleri $An_{53-69}Ab_{28-43}Or_{1-8}$ arasında, bitovnitlerin bileşimleri ise $An_{73-88}Ab_{11-26}Or_{1-3}$ arasında değişmektedir (Şekil 32, Ek Tablo 10). Bu kayaçlar içerisindeki K-feldispatların tümü ortoklas olup, bileşimleri $An_{2-4}Ab_{23-38}Or_{59-74}$ arasında değişmektedir (Şekil 32, Ek Tablo 11).

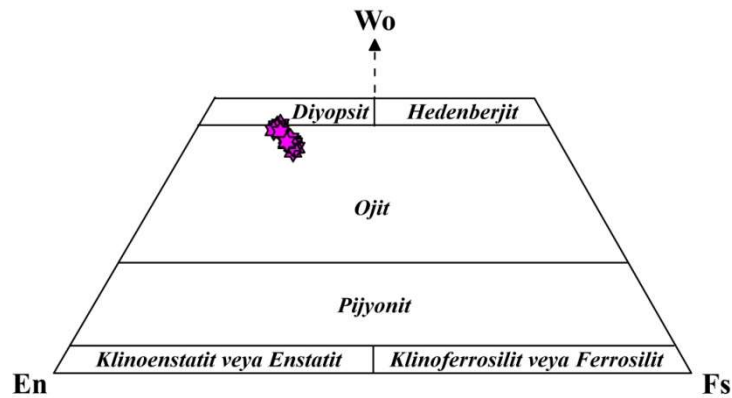


Şekil 32. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabroyik kayalardaki feldispatların An-Ab-Or üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).

3.4.4.1.2. Klinopiroksen

Plütönu oluşturan monzogabroyik kayalarda gözlenen klinopiroksenler; Morimoto vd. (1988)'nin yaptığı sınıflamaya göre diyopsitik ojit ve ojit olarak isimlendirilmiştir (Şekil 33).

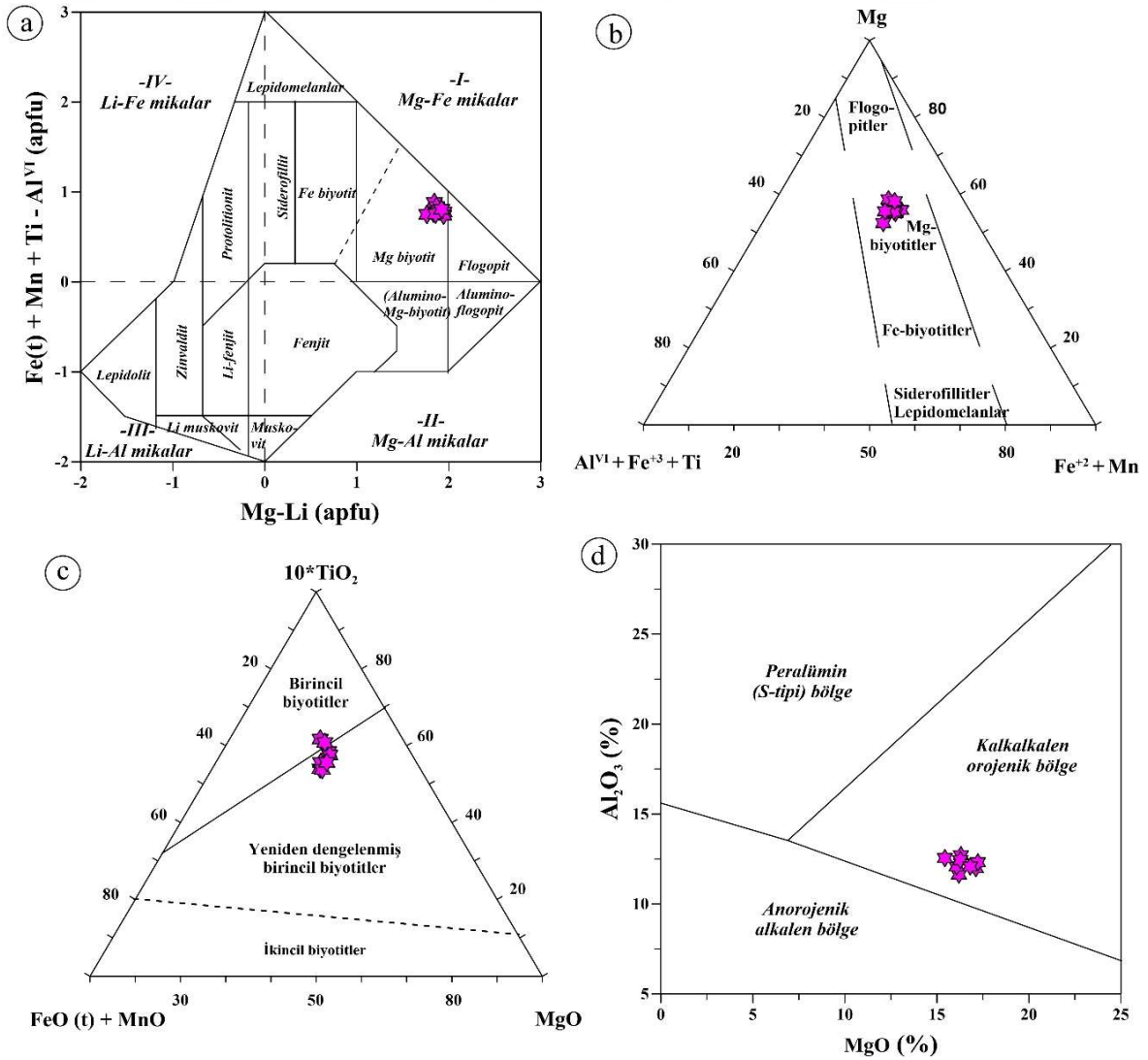
Diyopsitik ojit ve ojitlerin bileşimleri $Wo_{0.40-0.45}En_{42-44}Fs_{12-17}$ arasında, Mg-numarası ise 0.74-0.84 arasındadır (Ek Tablo 12).



Şekil 33. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabroyik kayalardaki klinopiroksenlerin Wo-En-Fs sınıflama diyagramı (Morimoto vd., 1988).

3.4.4.1.3. Biotit

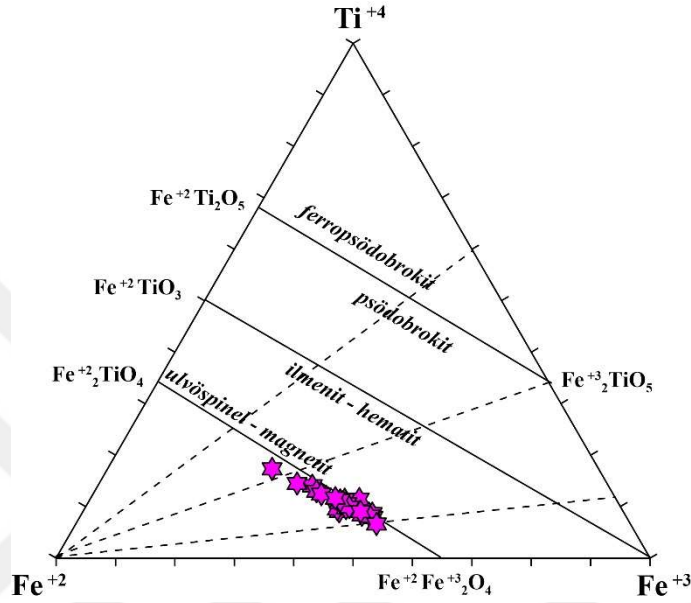
Plütönu oluşturan monzogabrolara ait biyotitlerin, Tischendorf vd. (1997)'nin Mg-Li karşı $Fe(t)+Mn+Ti-Al^{VI}$ diyagramı ile Foster (1960)'ın Mg-($Fe^{+2}+Mn$)-(Al^{VI}+ $Fe^{+3}+Ti$) diyagramına göre, Mg-biyotit olarak adlandırılmıştır (Şekil 34a ve b). Monzogabrolardaki biyotitler, Nachit vd. (2005)'nin $10*TiO_2-(FeO(t)+MnO)-MgO$ diyagramında “birincil biyotitler” ve “yeniden dengelenmiş birincil biyotitler” alanına, Abdel-Rahman (1994)'ın $MgO-Al_2O_3$ diyagramında ise “kalkalkalen orojenik bölge” alanına düşmekte olup, Mg-numarası 0.66-0.70 arasındadır (Şekil 34c ve d, Ek Tablo 13).



Şekil 34. Bozat Plütönu'nu oluşturan monzogabrolara ait biyotitlerin; (a) Mg-Li (apfu) karşı $Fe(t)+Mn+Ti-Al^{VI}$ (apfu) (Tischendorf vd., 1997), (b) Mg-($Fe^{+2}+Mn$)-(Al^{VI}+ $Fe^{+3}+Ti$) (apfu) (Foster 1960), (c) $10*TiO_2-(FeO(t)+MnO)-MgO$ (Nachit vd., 2005) ve (d) MgO (%) karşı Al₂O₃ (%) (Abdel-Rahman, 1994) diyagramı.

3.4.4.1.4. Fe-Ti Oksit

Bozat Plütünü'nu oluşturan monzogabrolar içerisinde gözlenen Fe-Ti oksitlerin tümü magnetit ve titano-magnetit olarak adlandırılmıştır (Şekil 35, Ek Tablo 14).

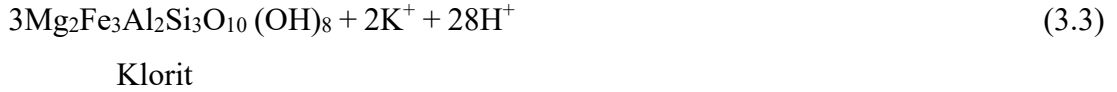
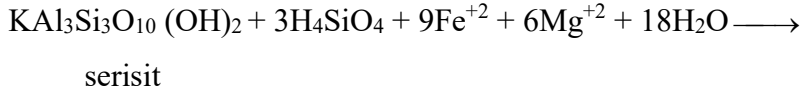
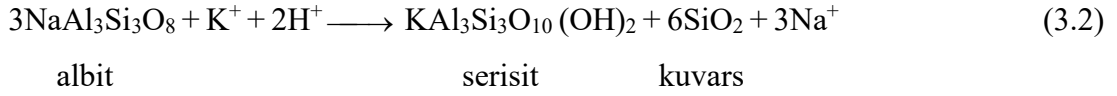
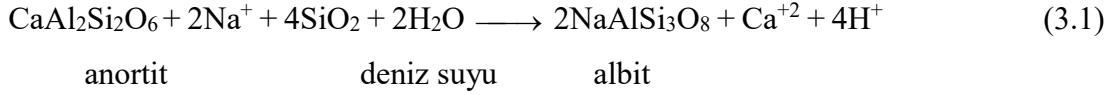


Şekil 35. Bozat Plütünü'nu oluşturan monzogabrolardaki Fe-Ti oksitlerin Ti^{+4} - Fe^{+2} - Fe^{+3} üçgen diyagramı (Bacon ve Hirschmann, 1988).

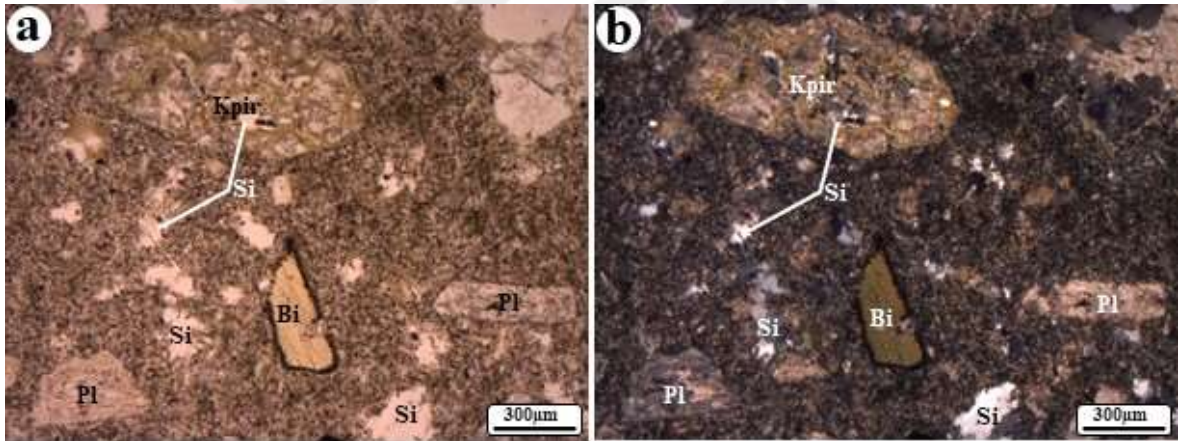
3.4.5. Volkanik ve Sokulum Kayaçlarında Gözlenen Alterasyonlar

İncelenen volkanik ve sokulum kayaçlarının petrografik özelliklerine bakıldığında kayaçların farklı derecelerde alterasyondan etkilendikleri görülmektedir. Bu kayaçlarda ikincil mineraller klorit, kalsit, serisit, kuvars, epidot ve nadiren albit ile temsil edilir. Plajiyoklaslarda genellikle serisitleşme, karbonatlaşma ve nadiren albitleşme ve epidotlaşma; mafik minerallerde kloritleşme, uralitleşme, karbonatlaşma ve opaklaşma; hamurda killeşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve silisleşme yaygın olarak görülen alterasyonlardır.

Bazaltik sistemler için kalsik plajiyoklaslardan itibaren, serisitleşme, silişme ve nihayi olarak kloritleşme ile ilişkili reaksiyonlar Large vd. (2001) ve Barrett ve MacLean (1994) tarafından şu şekilde verilmiştir:

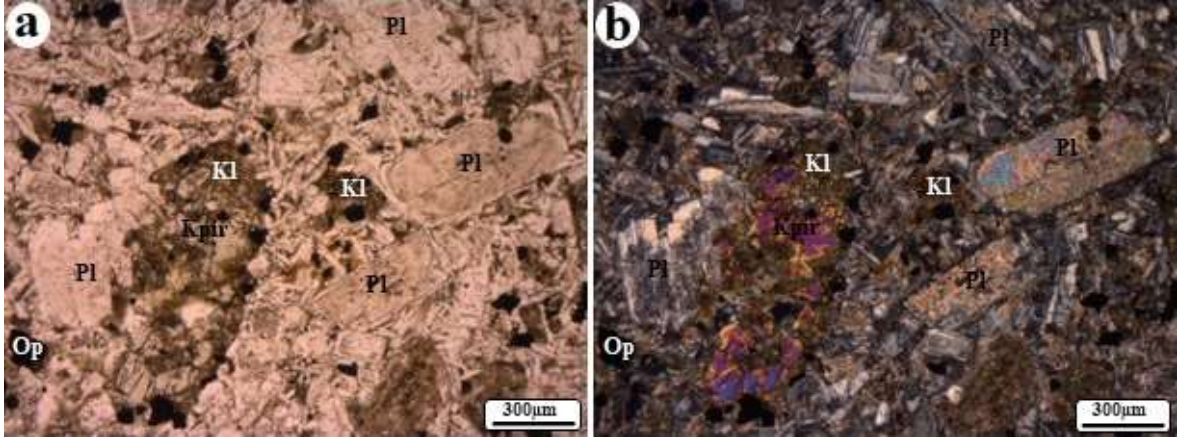


Silisleşme; bazaltlarda genellikle plajiyokaslarda (denklem 3.1 ve 3.2) ve hamurda, bazaltik tüflerde mafik minerallerde, riyodasit ve dasitlerde ise yaygın olarak hamurda ve kırık-boşluk dolgularında görülmektedir (Şekil 36a, b).



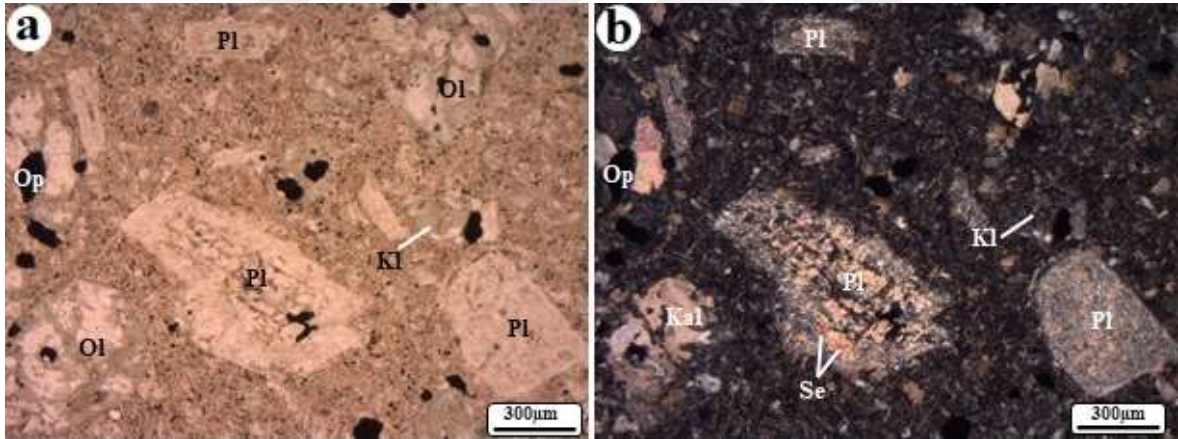
Şekil 36. Çatak Formasyonu'na ait bazalt örneklerindeki piroksenlerde ve hamurda görülen silisleşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-77) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Si: Silis, Bi: Biyotit).

Kloritleşme; plütону oluşturan monzogabroyik kayaçlarda genellikle plajiyoklas ve mafik minerallerde, bazalt, trakibazalt ve piroklastitlerinde mafik minerallerde, plajiyoklas ve hamurda yaygın olarak görülürken, dasitik ve riyolitik kayaçlarda genellikle biyotit ve yer yer plajiyokaslarda görülmektedir (Şekil 37a, b). Plajiyoklas minerallerinin üzerinde klorit gelişimi; plajiyoklasın albitleşmesini takiben serisitleşmesi ve kloritleşmesi reaksiyonu (denklem 3.1, 3.2, 3.3) ile açıklanırken (Large vd., 2001), volkanik camda ise çözünme mekanizmalarına bağlı olarak klorit gelişebilir.



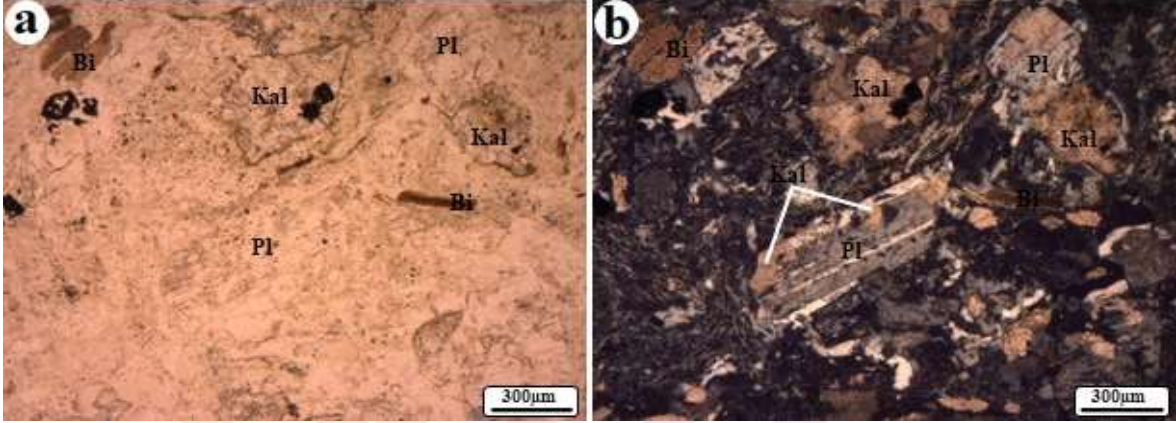
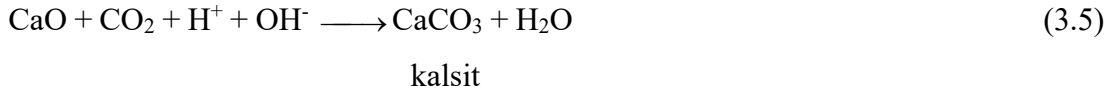
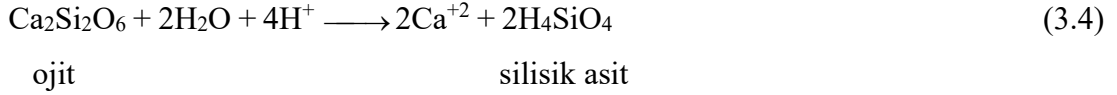
Şekil 37. Boztaş Plütünü'ne ait monzogabbroyik kayalardaki klinopiroksenlerde görülen kloritleşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-71) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Kl: Klorit, Op: Opak mineral).

Serisitleşme; bazalt ve bazaltik tüflerde ve monzogabbroyik kayalar içerisindeki plajiyoklaslarda gelişmiştir (denklem 3.1 ve 3.2; Şekil 38a, b).



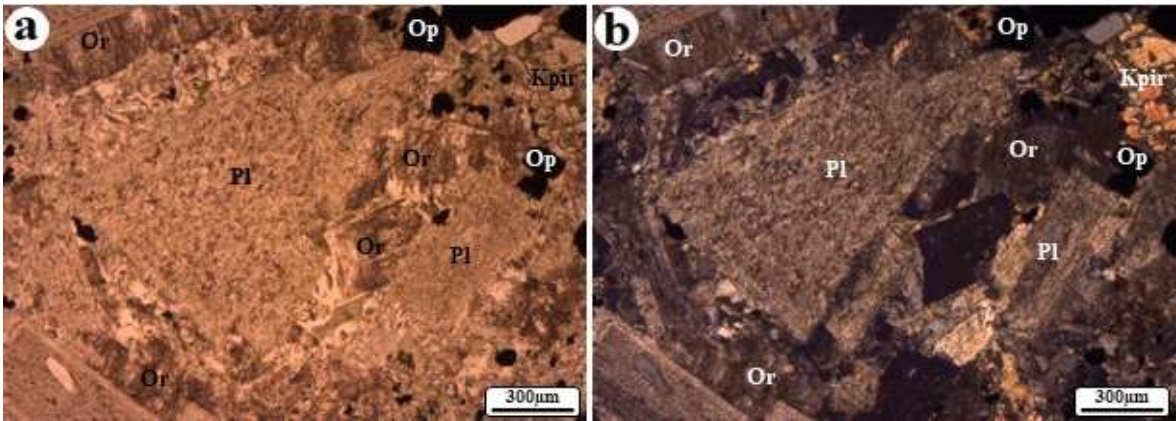
Şekil 38. Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalardaki plajiyoklas minerallerinde görülen serisitleşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-61) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Ol: Olivin, Se: Serisit, Kl: Klorit, Op: Opak mineral).

Karbonatlaşma; kayalarda plajiyoklas, piroksen ve kırık-boşluk dolgularında izlenmektedir (Şekil 39a, b). Bazik kayalarda kalsit gelişimi diğer ikincil mineraller ile beraber veya tek başına kırık-boşlukları doldurmuş olarak görülmektedir. Ortamda yeteri kadar Ca olması sonucunda ojitten itibaren kalsit gelişebilir (denklem 3.4 ve 3.5). Benzer şekilde anortitin albitleşmesi reaksiyonu (denklem 3.1) ile ortaya çıkan Ca^{+2} de kalsit oluşum reaksiyonunda (denklem 3.5) etkin olabilir.



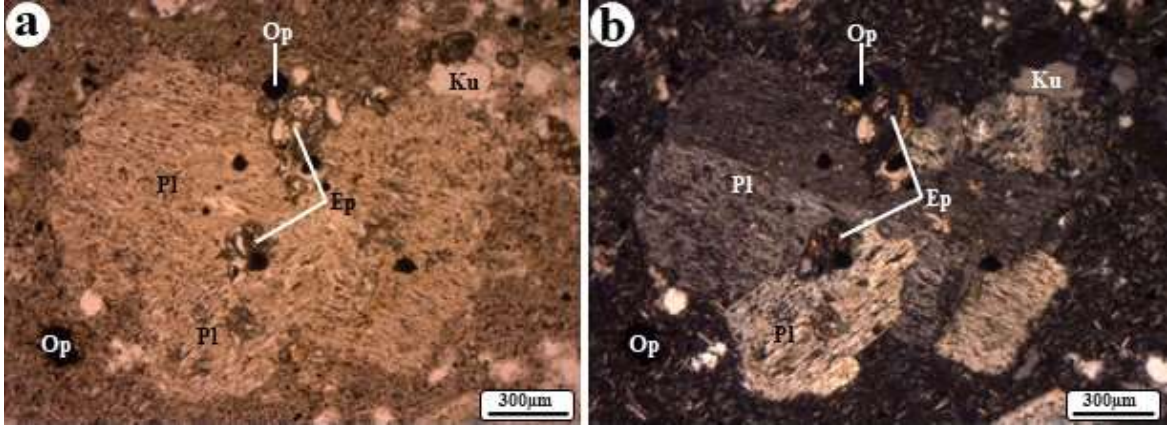
Şekil 39. Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitlerdeki plajiyoklas minerallerinde görülen karbonatlaşma (kalsitleşme) (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-19) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Bi: Biyotit, Kal: Kalsitleşme).

Killeşme; riyodasitik, dasitik ve piroklastitlerinde hamurda gözlenirken, monzogabroyik kayalarda ise K-feldispatlarda yaygın olarak görülmektedir (Şekil 40a, b).



Şekil 40. Bozat Plütonu'na ait monzogabroyik kayalarda ortoklaslar minerallerinde görülen killeşme (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-5) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Kpir: Klinopiroksen, Or: Ortoklas, Op: Opak mineral).

Epidotlaşma; bazaltik kayalarda plajiyoklasların alterasyonu şeklinde görülmektedir (Şekil 41a, b).



Şekil 41. Çatak Formasyonu'na ait bazaltik kayalarda kalsiyumca zengin plajiyoklas minerallerinde görülen epidotlaşma (T.N. ve Ç.N.; Örnek No: BT-37) (T.N.: Tek Nikol, Ç.N.: Çapraz Nikol, Pl: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Ku: Kuvars (İkincil kuvars), Op: Opak mineral).

3.4.6. Jeokimya

Bu bölümde, (i) Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonu riyodasitleri ve Çağlayan Formasyonu trakibazaltlarından oluşan volkanitlerin tüm-kayaç jeokimyasal özellikleri ve jeotektonik ortamları, (ii) Geç Kretase yaşlı Bozat Plütönu monzogabroyik kayalarının tüm-kayaç jeokimyasal özellikleri, tektonik ortamları ve Sr-Nd-Pb-Hf izotop analizleri değerlendirilmiştir. İncelenen volkanitlerin tüm-kaya analizleri Ek Tablo 15'de sunulmuştur.

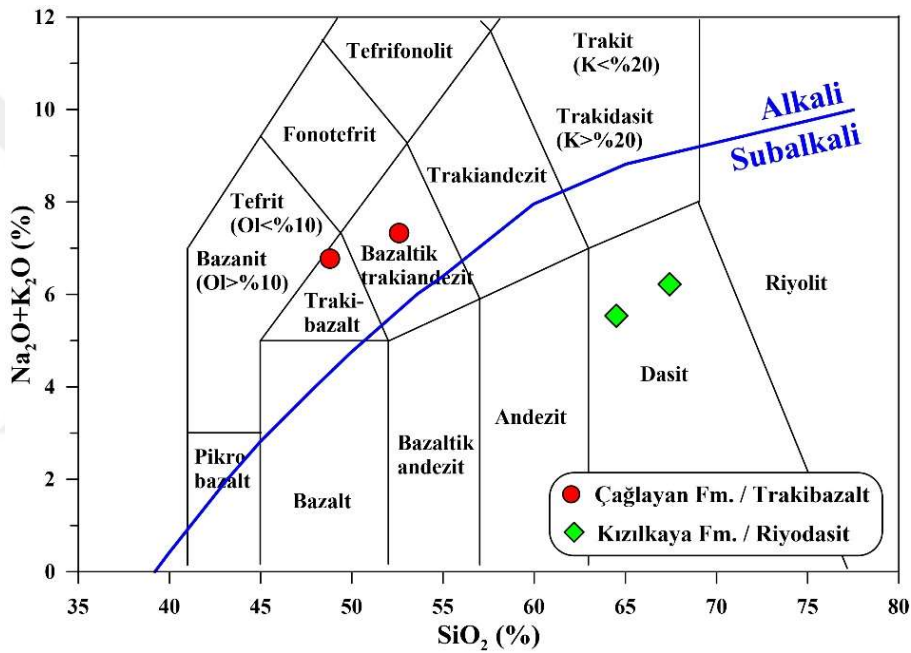
3.4.6.1. Volkanitlerin Jeokimyası

3.4.6.1.1. Kimyasal Adlandırma

Volkanitleri oluşturan kayaların kimyasal sınıflandırması volkanik kayalar için birçok araştırmacı tarafından değişik parametrelere bağlı olarak önerilen sınıflama diyagramları kullanılmıştır.

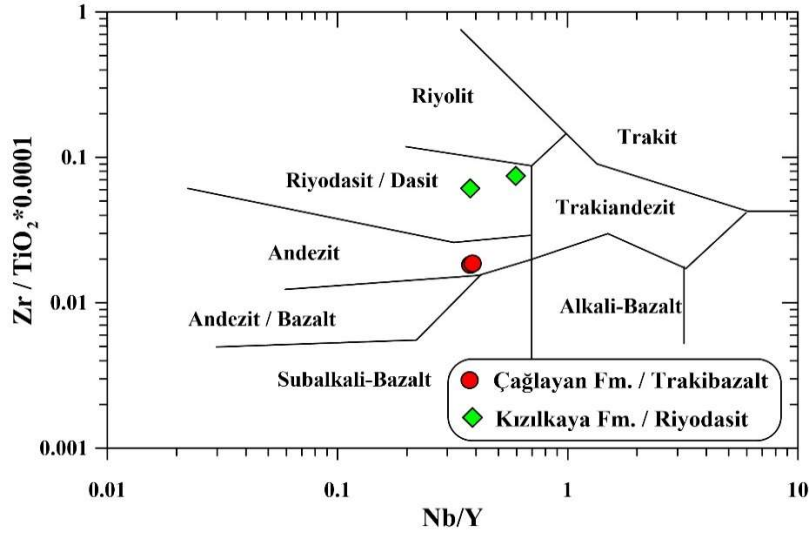
Le Maitre vd. (2002)'nin SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (Toplam Alkali-Silis, TAS) diyagramına göre Çağlayan Formasyonu'na ait volkanitlerin trakibazalt ve bazaltik trakiandezit alanlarında, Kızılkaya Formasyonu'na ait volkanitlerin ise dasit alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 42). Ayrıca, Irvine ve Baragar (1971)'in alkali-subalkali ayırımına göre; Çağlayan Formasyonu'na ait volkanitler alkali karakterde, Kızılkaya Formasyonu'na ait volkanitler ise sub-alkali karakterdedir (Şekil 42).

Bazı araştırmacılar, jeokimyasal olarak Na ve K'nın mobilitesinin özellikle alterasyon nedeniyle artabileceğini ve SiO₂ zenginleşmesi olabileceğini belirtmişlerdir (Humphris vd., 1978). Ayrıca, kayaçların petrografik adlamasında sadece fenokristal fazlar dikkate alınmıştır. Bu kayaçları oluşturan hamurun, göreceli olarak fenokristallerden daha fazla silis içeriğine sahip olduğu düşünülürse, tüm kayaç kimyasal analizlerinde silisce daha zengin bileşimlerin ortaya çıkması doğaldır. Bu nedenle TAS diyagramında bazı örneklerin silisce zenginleşmesini ve trakibazalt kayaç örneğinin bazaltik trakiandezit alanına düşmesini bu şekilde açıklayabiliriz.



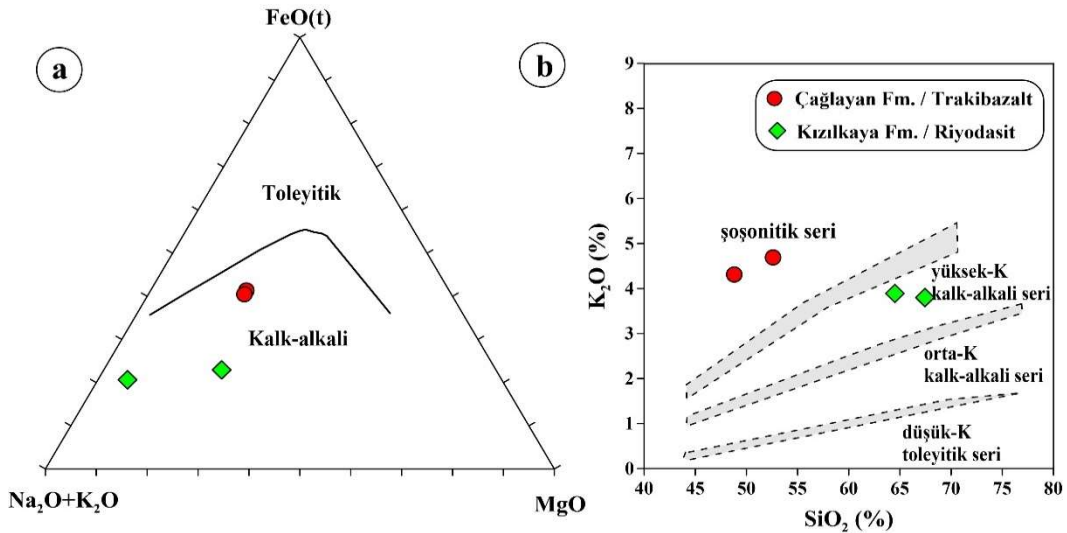
Şekil 42. Volkanitleri oluşturan kayaçların Na₂O+K₂O (%) karşı SiO₂ (%) (TAS, Le Maitre vd., 2002) sınıflama diyagramı (Alkali-subalkali ayırım çizgisi, Irvine ve Baragar (1971)'e göredir).

İncelenen volkanik kayaç örnekleri Pearce (1996)'ın Zr/TiO₂*0.0001 karşı Nb/Y diyagramına düşürülmüştür. Buna göre, Çağlayan Formasyonu'na ait volkanitlerin andezit alanında, Kızılıkaya Formasyonu'na ait volkanitlerin ise riyodasit/dasit alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 43).



Şekil 43. İncelenen volkanitleri oluşturan kayaların $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$ karşı Nb/Y (Winchester ve Floyd, 1977'den revize edilmiş Pearce, 1996) sınıflama diyagramı.

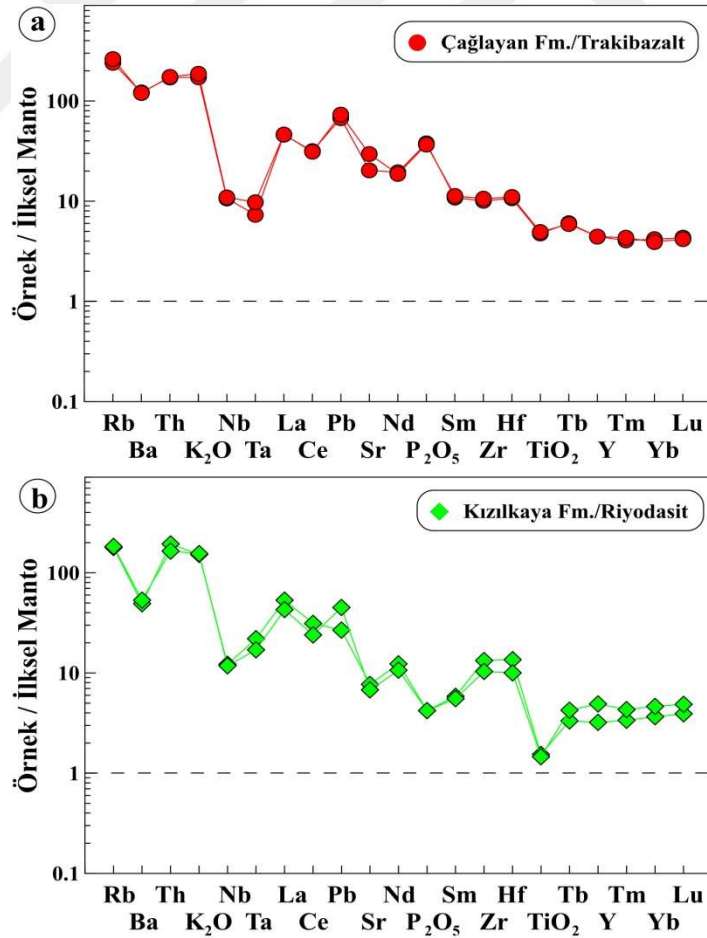
İncelenen volkanik kayaç örnekleri; Irvine ve Baragar (1971)'e göre toleyitik-kalkalkali ayırım eğrisinin kullanıldığı $FeO(t)-(Na_2O+K_2O)-MgO$ üçgen (AFM) diyagramına aktarıldığında (Şekil 44a), tüm örneklerin kalk-alkali karakterli olduğu görülmektedir. Ayrıca, Le Maitre vd. (2002)'nin SiO_2 (%) karşı K_2O (%) diyagramına göre, Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltların şoşonitik karakterli, Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasitlerin ise yüksek-K'lı kalk-alkali karakterlidir (Şekil 44b).



Şekil 44. İncelenen volkanitleri oluşturan kayaların, (a) AFM diyagramı (toleyitik-kalkalkali eğrisi, Irvine ve Baragar, 1971'e göredir), (b) SiO_2 (%) karşı K_2O (%) diyagramı (Le Maitre vd., 2002).

3.4.6.1.2. Uyumsuz Elemet Değişimleri

İncelenen formasyonlara ait volkanitlerin iz element içeriklerinin İlksel Manto'ya (Şekil 45a ve b) göre normalize (Sun ve McDonough, 1989) edilerek oluşturulan dağılım diyagramlarıyla bu kayaların ana magma özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Kayaların iz element dağılımlarına bakıldığında; Rb ve Ba içerikleri bakımından zenginleşme ve özellikle Nb, Ta ve daha az oranda Sr ve TiO_2 içerikleri bakımından fakirleşme göstererek, tipik olarak yitim ile ilişkili tektonik ortamları temsil eden kayalarınkine benzer jeokimyasal özellikler sunarlar (Pearce vd., 1990). İncelenen formasyonlara ait trakibazalt ve riyodasit örneklerinin sunduğu farklı zenginleşme ve fakirleşmeler; (i) benzer ana magmanın(ların) farklı derecedeki yitimle ilişkili akışkan \pm ergiyik zenginleşmesi ve/veya (ii) benzer ana magmanın(ların) kabuk magma odalarındaki farklı ayırılma \pm asimilasyon yolları ile açıklanabilir.

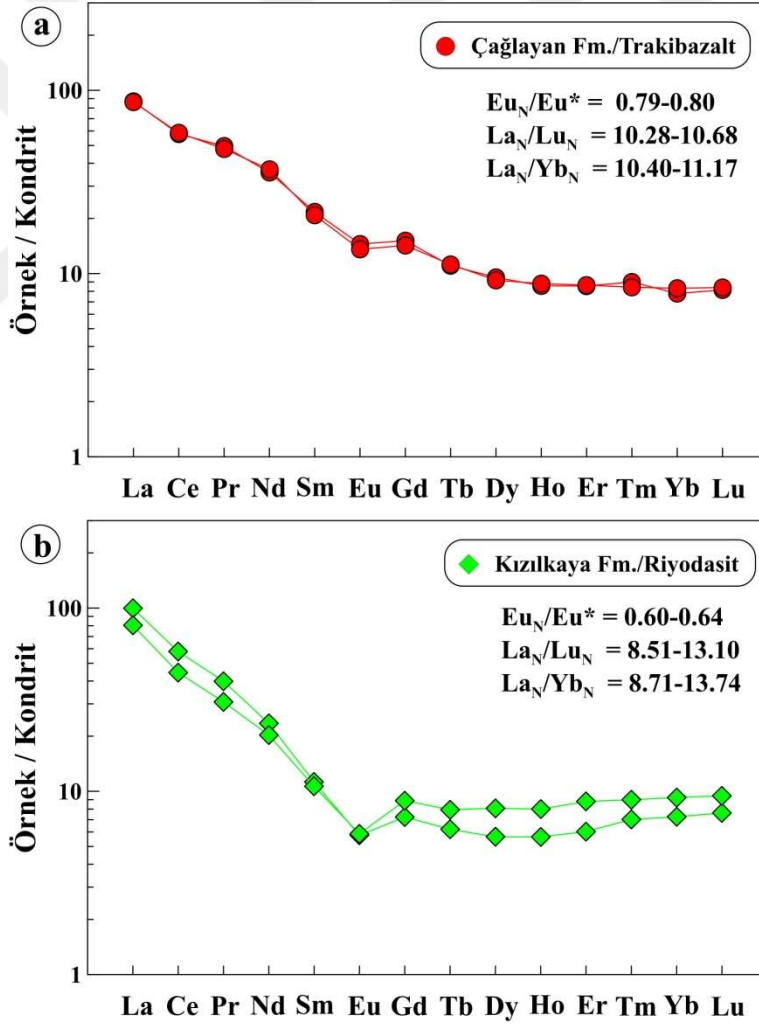


Şekil 45. İncelenen volkanitlerin İlksel Manto'ya normalize (Sun ve McDonough, 1989) edilmiş iz element dağılımları.

3.4.6.1.3. Nadir Toprak Element Değişimleri

İncelenen volkanitlerin kondrite normalize (Taylor ve McLennan, 1985) edilmiş nadir toprak element (NTE) dağılımları Şekil 46a ve b’de verilmiştir.

NTE dağılım diyagramlarında, incelenen formasyonlara ait trakibazalt ve riyodasit örnekleri birbirine benzer dağılım sunmakta olup (Şekil 46a ve b), bu dağılımlar düşük-orta derecede zenginleşmeyle konkav şekillidir. Çağlayan Formasyonu trakibazalt örneklerinin La_N/Lu_N oranı 10.28-10.68, La_N/Yb_N oranı 10.40-11.17 arasında değişirken (Şekil 46a), Kızılkaya Formasyonu riyodasit örneklerinin La_N/Lu_N oranı 8.51-13.10, La_N/Yb_N oranı ise 8.71-13.74 arasında değişmektedir (Şekil 46b).



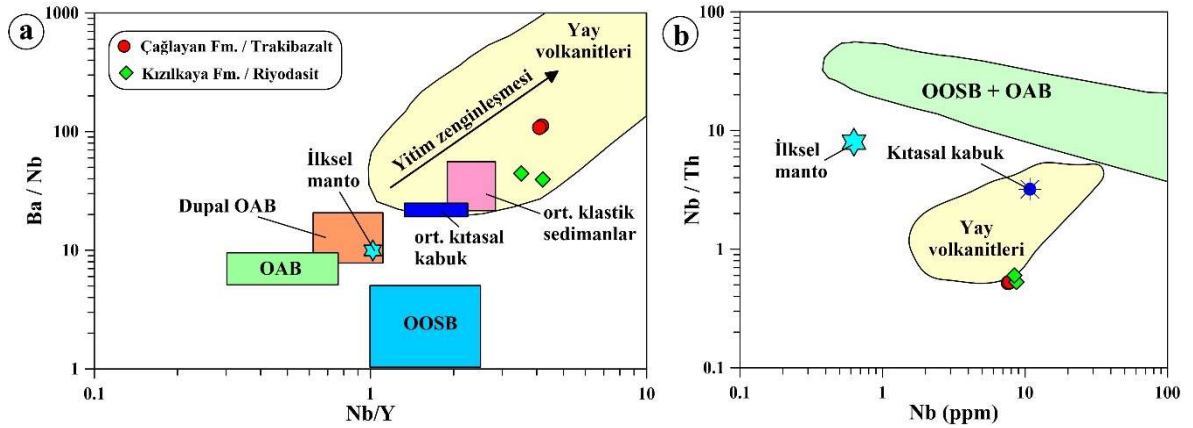
Şekil 46. İncelenen volkanitlerin kondrite normalize (Taylor ve McLennan (1985) edilmiş nadir toprak element dağılımları.

İncelenen trakibazaltların NTE dağılımlarında gözlenen konkav şekilli desen ve hafif negatif Eu anomalisi ($Eu_N/Eu^* = 0.79-0.80$, Şekil 46a), bu kayaçların gelişiminde sırasıyla plajiyoklas ve klinopiroksen ayrılaşmasının etkili olduğuna, riyodasitlerin NTE dağılımlarına bakıldığında ise karakteristik olarak gözlenen konkav şekilli desen ve kuvvetli negatif Eu anomalisi ($Eu_N/Eu^* = 0.60-0.64$, Şekil 46a) ise bu kayaçların gelişiminde sırasıyla plajiyoklas ve hornblend ayrılaşmasının etkili olduğuna işaret etmektedir (Green ve Pearson, 1985; Romick, 1987; Thirlwall vd., 1994).

3.4.6.1.4. Magma-Tektonik Ortam Ayrımı

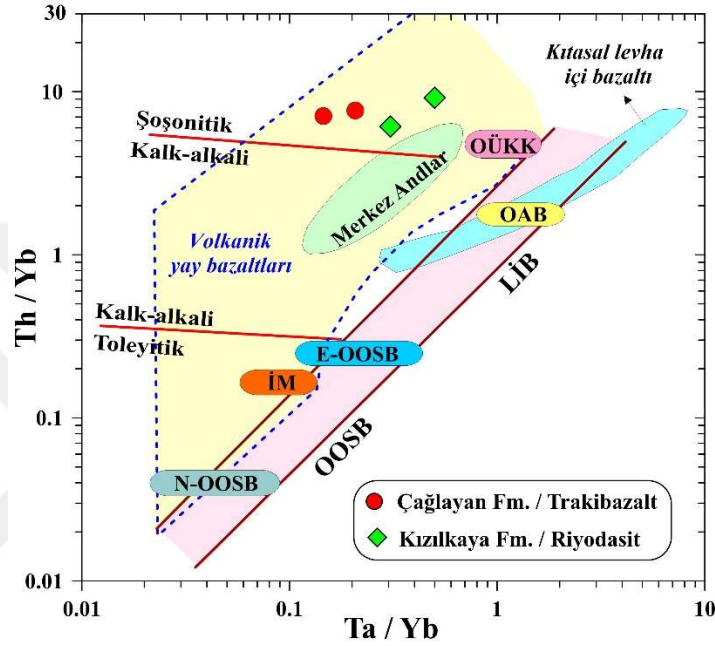
İncelenen kayaçların tektonik ortamlarını belirlemek için volkanitler için geliştirilen bazı ayırtman diyagramları kullanılmıştır.

İncelenen formasyonlara ait trakibazalt ve riyodasit örnekleri, Jahn vd. (1999)'nin Nb/Y karşı Ba/Nb diyagramına göre ortalama kıtasal kabuk ve klastik sedimanlardan nispeten daha yüksek Ba/Nb ve Nb/Y oranlarıyla yay volkanitleri alanında yer alırlar (Şekil 47a). Volkanitlerin Nb (ppm) karşı Nb/Th diyagramında da, ortalama kıtasal kabuk değerlerinden daha düşük Nb/Th oranlarıyla yay volkanitleri alanı ve yakın çevresinde yer aldıkları görülmektedir (Şekil 47b).



Şekil 47. Volkanitlerin; (a) Ba/Nb karşı La/Nb (Jahn vd., 1999) ve (b) Nb/Th karşı Nb (ppm) tektonik ortam ayırım diyagramları. Alanlar; (a) için; Yay volkanitleri, Jahn ve Zhang (1984)'den; İlksele manto, Sun ve McDonough (1989)'dan; Ort. kıtasal kabuk, Taylor ve McLennan (1985) ve Condie (1993)'den; ort. klastik sedimanlar, Condie (1993)'den; OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları), OAB (Okyanus Adası Bazaltı) ve Dupal-OAB, Le Roux (1986)'dan alınmıştır. (b) için; İlksele manto, Hoffman (1988)'den; Kıtasal kabuk, OOSB, OAB ve Yay volkanitleri, Schmidberger ve Hegner (1999)'dan alınmıştır.

Volkanik kayaçlar için diğer bir tektonik ortam ayırtman diyagramı Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramıdır. Bu diyagramda incelenen volkanit örnekleri, volkanik yay alanında yer almaktadır (Şekil 48). Bu durum, incelenen volkanitlerin kökeninde, yitim zonu zenginleşmesinin olduğunu ve gelişimlerinde ayrılaşmanın önemli olduğunu vurgulamaktadır (Şekil 48).

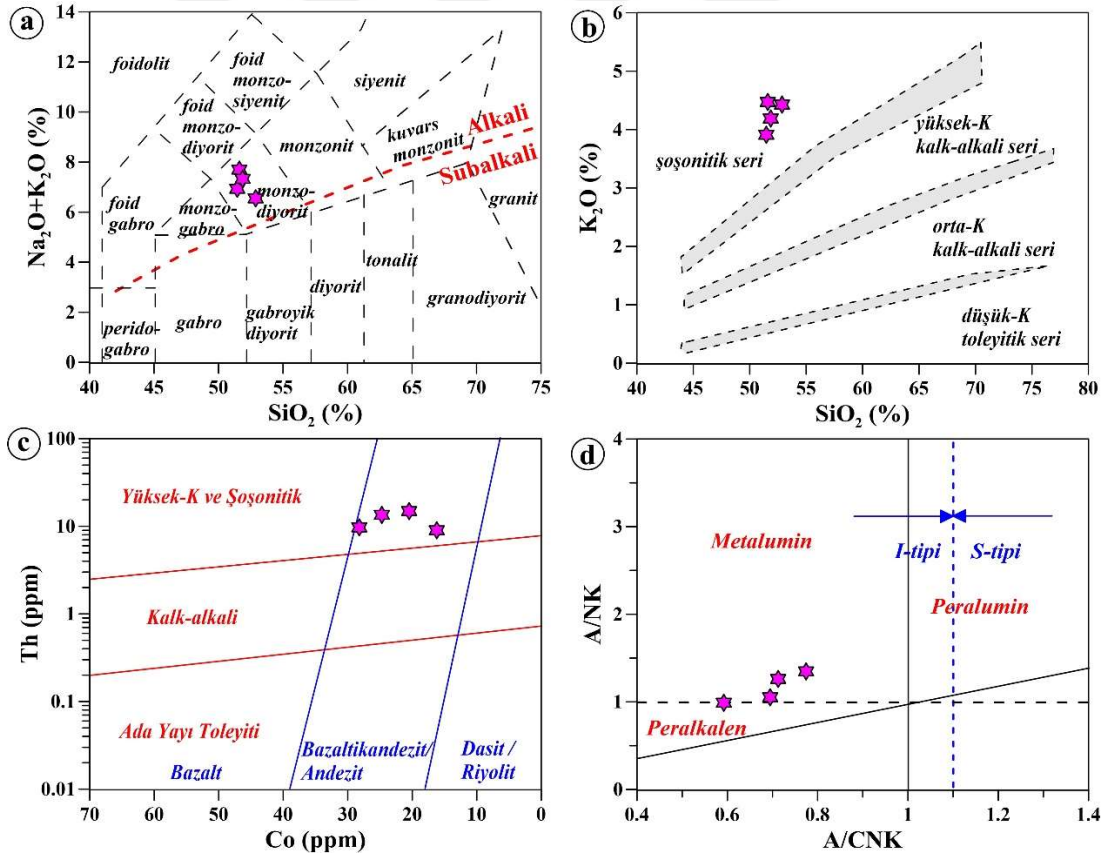


Şekil 48. İncelenen volkanitlerin Ta/Yb'a karşı Th/Yb değişim diyagramı. Merkez Andlar ile kıtasal levha içi bazalt (LİB) alanları, Pearce (1983)'den; OÜKK: Ortalama Üst Kıtasal Kabuk bileşimi, Wedepohl (1995)'den; İM: İlksel Manto, OAB: Okyanus Adası Bazaltı, E- ve N-OOSB: Zenginleşmiş ve Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı bileşimleri ise Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır.

3.4.6.2. Bozat Plütünü Monzogabroyik Kayaçların Jeokimyası

3.4.6.2.1. Kimyasal Adlandırma

Bozat Plütünü'nu oluşturan kayaçların tüm-kaya analizleri Ek Tablo 15'de sunulmuştur. Middlemost (1994)'ün TAS (Toplam Alkali-Silis) sınıflama diyagramına göre plütöna ait örneklerin monzodiyorit alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 49a). Daha önceki bölümde bahsedildiği gibi, kayaçların jeokimyasal olarak Na ve K'nın mobilitesi özellikle alterasyon nedeniyle artabilmekte ve SiO₂ zenginleşmesi olabilmektedir (Humphris vd., 1978). İncelenen plütönda kısmen gözlenen alterasyonlar nedeniyle, petrografik olarak monzogabro olarak adlandırılan sokulum kayacı, TAS diyagramında monzodiyorit alanına düştüğü görülmektedir.

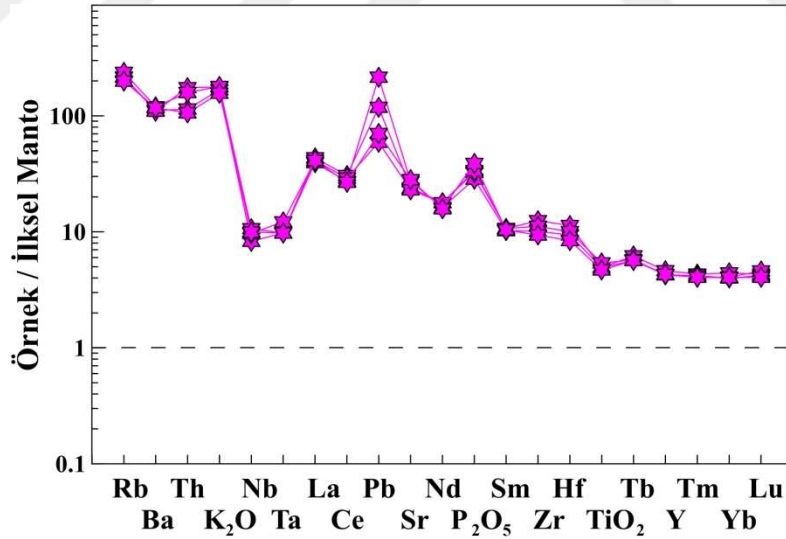


Şekil 49. Bozat Plütünü örneklerinin; (a) Na₂O+K₂O (%) karşı SiO₂ (%) sınıflama diyagramı (Middlemost, 1994) (Alkali-subalkali ayırım çizgisi, Miyashiro (1978)'e göredir), (b) SiO₂ (%) karşı K₂O (%) diyagramı (Le Maitre vd., 2002), (c) Th (ppm) karşı Co (ppm) diyagramı (Hastie vd., 2007), (d) molar A/NK karşı molar (A/CNK) diyagramı (Maniar ve Piccoli, 1989).

Ayrıca, yine bu diyagram üzerinde Miyashiro (1978)'nin alkali-subalkali ayırımına göre; plütona ait örnekler alkali karaktere sahiptir (Şekil 49a). Plütona ait kayaçların, Le Maitre vd. (2002)'nin SiO_2 (%) karşı K_2O (%) diyagramında (Şekil 49b) şošonitik, Hastie vd. (2007)'nin Co (ppm) karşı Th (ppm) diyagramında (Şekil 49c) ise yüksek-K'lu ve şošonitik karakterli olduğu görülmektedir. İncelenen pluton örnekleri, Maniar ve Piccoli (1989)'nin A/NK karşı A/CNK diyagramına (Şekil 49d) aktarıldığında, örneklerin I-tipi alanda yer aldığı ve metalümin karakterli olduğu belirlenmiştir.

3.4.6.2.2. Uyumsuz Elemet Değişimleri

İncelenen plüton örneklerinin ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) oranlanmış iz element dağılımları incelendiğinde; genel olarak büyük iyon yarıçaplı litofil element (BİLE; Sr, K_2O , Rb ve Ba), Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme, bazı yüksek çekim alanlı element (YÇAE; Y ve TiO_2), Nb ve Ta içerikleri bakımından fakirleşme göstermektedirler (Şekil 50).

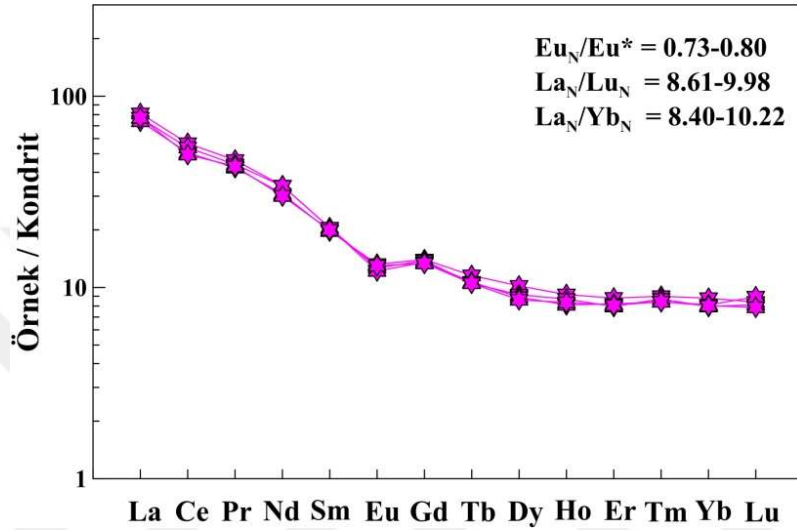


Şekil 50. Bozat Plütunu örneklerinin ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) normalize edilmiş iz element dağılımları.

3.4.6.2.3. Nadir Toprak Elemet Değişimleri

İncelenen plütona ait örneklerin kondrite (Taylor ve McLennan, 1985) oranlanmış nadir toprak element dağılımları ($\text{La}_N/\text{Lu}_N=8.61-9.98$, $\text{La}_N/\text{Yb}_N=8.40-10.22$), Eu

anomalisinin ($Eu_N/Eu^* = 0.73-0.80$) varlığı ile karakterize edilen konkav şekilli bir yönseme ile tanımlanır (Şekil 51) ve bu da kayaçların gelişiminde plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkili olduğuna işaret eder. Plütone ait monzogabroyik kayaçların gösterdiği hafif negatif Eu anomalisi, magmalarının gelişiminde feldispat ayırılmasının az da olsa etkili olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 51. Bozat Plütönu örneklerinin kondrite (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları.

3.4.6.2.4. Sr-Nd-Pb-Hf İzotopları

Plütone ait kayaçların Sr ve Nd izotopik oranlarına göre, bunların ϵNd değerlerinin genel olarak dar bir aralıkta değiştiği gözlenmiştir (Şekil 52a, Tablo 2). Bu izotopik oranlar, litosferik manto aralığı içerisinde yer almakta olup, manto-kabuk sınırındaki kaynak alanlarını yansıtmaktadır. Monzogabroların $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranları 0.706672-0.707065 arasında, $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranları 0.512474-0.512502 arasında ve ϵNd değerleri ise -3.20 ile -2.65 arasında değişmektedir (Şekil 52a; Tablo 2). Az da olsa örneklerde Sr izotopik zenginleşmesi gözlenmektedir. Bu durum, plütunun yan kayaçla olan dokanaklarındaki kırık ve çatlaklarında az da olsa gözlenen silisleşme, karbonatlaşma ve epidotlaşma ile açıklanabilir. Petrojenetik olarak, monzogabroyik kayaçların yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranlarına ve negatif (-) ϵNd değerlerine sahip olması, ana magmalarının yitimle zenginleşmiş bir manto kaynağı bileşenini vurgulamaktadır (Faure ve Mensing, 2005). Monzogabroyik plütön Sr ve Nd

izotopik oranlarıyla, Doğu Pontidler'deki diğer Geç Kretase plütonlarıyla karşılaştırıldığında, Pırnalli Plütonu (Karlı vd., 2012b) kayaçlarına benzerlik gösterirler.

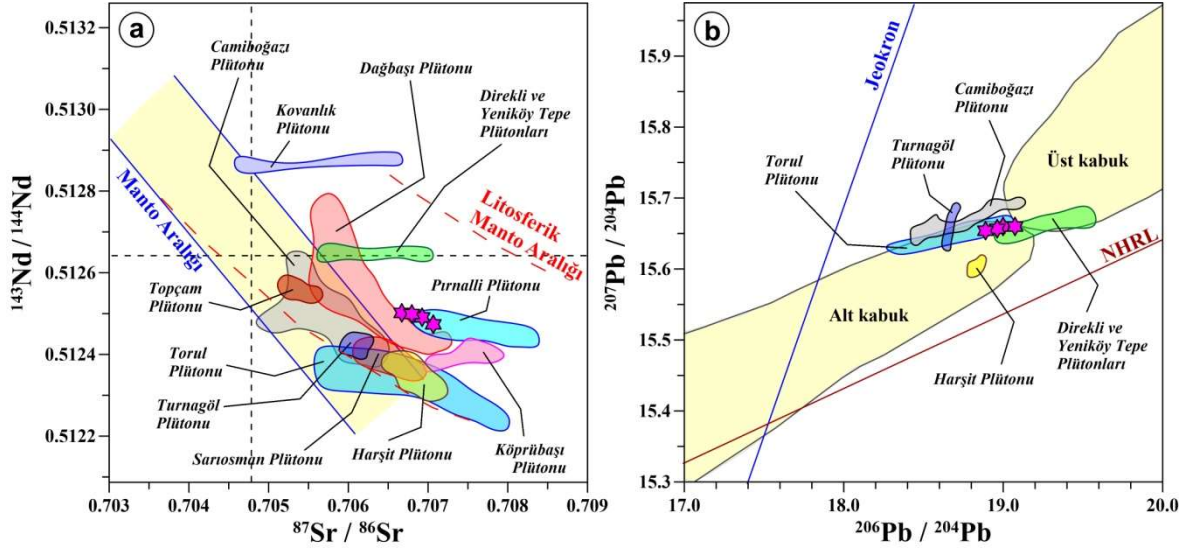
Plütöna ait kayaçların $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (38.901-39.047), $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (15.654-15.660) ve $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (18.889-19.074) izotopik oranlarına dikkate alındığında, bunların $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop oranlarının genel olarak dar bir aralıkta değiştiği (Şekil 52b, Tablo 2) ve örneklerin hemen hemen alt kabuk ve üst kabuk sınırında yer aldıkları söylenebilir. Monzogabroyik plüton Pb izotopik oranlarıyla, Doğu Pontidler'deki diğer Geç Kretase yaşlı plütonlarla karşılaştırıldığında, Torul Plütönu (Kaygusuz vd., 2008, 2010) kayaçlarına benzerlik gösterirler (Şekil 52b).

Plütöna ait monzogabroların $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ oranları 0.28283-0.28289 arasında, $^{178}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ oranları 1.46725-1.46729 arasında ve ϵHf değerleri ise +1.66 ile +3.61 arasında değişmektedir (Şekil 53a ve b, Tablo 2). Monzogabrolara ait örneklerin Hf izotop bileşimleri, manto-kabuk sınırındaki kaynak alanlarını yansıtmaktadır (Şekil 53a). ϵNd karşı ϵHf diyagramında (Şekil 53b) ise, örnekler ada yayı volkanitleri alanında yeralırlar.

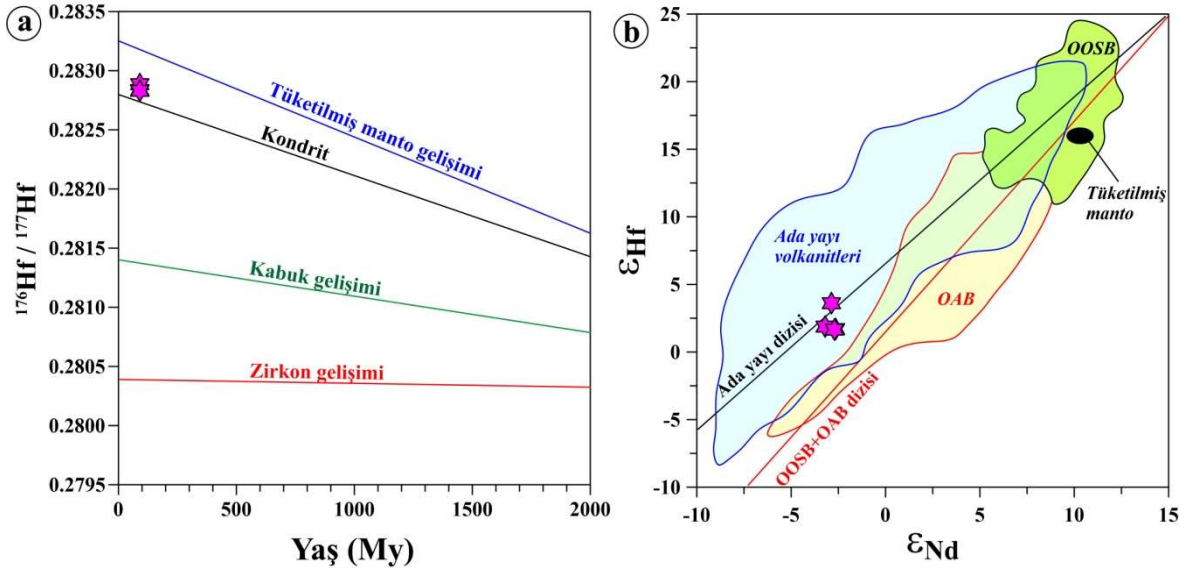
Tablo 2. Bozat Plütönu örneklerinin Sr-Nd-Pb-Hf izotop bileşimleri ve hesaplanan ϵNd , T_{DM} (model yaşları) ve ϵHf değerleri.

		Sr İzotopik Verileri								
Örnek No	SiO ₂ (%)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma_m$				
BT1	51.46	126.6	593.4	0.617211	0.706672	0.000008				
BT4	51.61	150.5	486.6	0.894806	0.707065	0.000011				
BT8	52.87	136.7	503.7	0.785155	0.706926	0.000010				
BT11	51.86	137.1	573.5	0.691604	0.706798	0.000008				
		Nd İzotopik Verileri								
Örnek No	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\pm 2\sigma_m$	ϵNd	T_{DM} (My)			
BT1	4.61	21.4	0.130233	0.512502	0.000004	-2.65	1.11			
BT4	4.74	24.1	0.118903	0.512474	0.000006	-3.20	1.03			
BT8	4.74	24.2	0.118412	0.512491	0.000004	-2.87	1.00			
BT11	4.56	21.9	0.125879	0.512499	0.000004	-2.71	1.07			
		Pb İzotopik Verileri								
Örnek No	U (ppm)	Pb (ppm)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$					
BT1	4.1	5.0	38.972	0.002	15.660	0.001	18.999	0.001		
BT4	5.5	4.2	39.047	0.002	15.660	0.001	19.074	0.001		
BT8	6.2	8.4	38.969	0.002	15.657	0.001	18.963	0.001		
BT11	3.9	15.3	38.901	0.002	15.654	0.001	18.889	0.001		
		Lu-Hf İzotopik Verileri								
Örnek No	Lu (ppm)	Hf (ppm)	^{172}Lu	^{175}Lu	^{177}Hf	$^{176}/^{177}\text{Hf}$	$^{178}/^{177}\text{Hf}$	ϵHf		
BT1	0.30	2.6	0.06	0.08	1.9	0.28283	0.000004	1.46725	0.000010	1.70
BT4	0.34	3.1	0.02	0.01	2.3	0.28284	0.000003	1.46726	0.000008	1.87
BT8	0.31	3.5	0.07	0.07	0.4	0.28289	0.000017	1.46728	0.000036	3.61
BT11	0.32	2.9	0.03	0.03	2.3	0.28283	0.000004	1.46729	0.000012	1.66

Not: ϵNd değerleri, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.512638$ oranı (Jacobsen ve Wasserburg, 1980) kullanılarak; Nd-model yaşları (T_{DM}) tüketilmiş manto (DM)'nin günümüz $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.513151$ ve $^{143}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.219$ oranları (Liew ve Hofmann, 1988) kullanılarak hesaplanmıştır. Standard hatalar ($\pm 2\sigma_m$) son bir veya iki basamağa aittir (ör: $\pm 0,000005$ veya $\pm 0,000017$).



Şekil 52. Bozat Plütönu örneklerinin; (a) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ karşı $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ve (b) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ karşı $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diyagramları ve Doğu Pontidler'deki diğer Kretase yaşlı mafik-felsik plütönları ile karşılaştırılması. Mantodan türeyen magmaların alanı, Manto aralığı, Hart (1984, 1988) ve Hawkesworth vd. (1984)'ne, litosferik manto aralığı ise Davies ve Von Blanckenburg (1995)'a göre. Doğu Pontidler'deki bileşimsel alanlar; Pırnalli Plütönu Karşı vd. (2012b)'den, Torul Plütönu Kaygusuz vd. (2008, 2010)'den, Derinoba-Kayadibi Plütönları Kaygusuz vd. (2012)'den, Gümüşhane Plütönu Topuz vd. (2010)'den, Kovanlık Plütönu Baki-Eraydın (2017)'den ve Direkli ve Yeniköy Tepe Plütönları Temizel vd. (2019)'dan alınmıştır.



Şekil 53. Bozat Plütönu örneklerinin; (a) Yaş (My) karşı $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ ve (b) ϵNd karşı ϵHf diyagramları ve Ada yayı volkanitleri, OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) ve OAB (Okyanus adası Bazaltı) ile karşılaştırılması. Ada yayı volkanitleri, OOSB ve OAB alanları ve dizilere ait çizgiler Chauvel vd. (2008, 2009)'dan alınmıştır.

4. İRDELEME VE TARTIŞMA

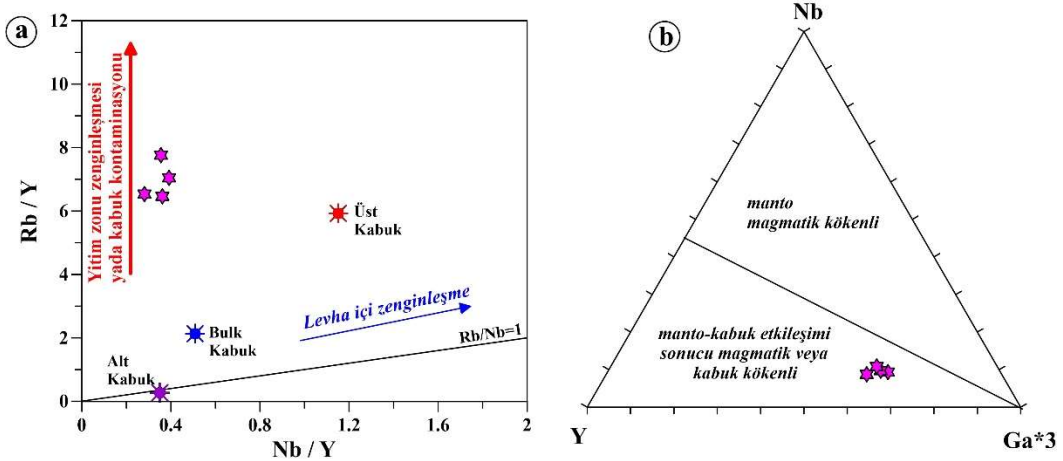
4.1. Monzogabroyik Kayaçların Petrojenezi

4.1.1. Ana Magmaların Kökeni

Granitik-monzonitik magmaların kökenlerine ilişkin birçok petrojenetik model önerilmektedir. Bu magmalar; (i) manto kökenli magmaların fraksiyonel kristallenmesi (FC) ve/veya asimilasyon + fraksiyonel kristallenmesiyle (AFC) (Li vd., 2009), (ii) mafik-ortaç meta-magmatik kabuk kayaçlarının kısmi ergimesiyle (Roberts ve Clemens, 1993), (iii) manto kökenli mafik magma ile kabuk kökenli felsik magmaların karışımıyla (Liu vd., 2014), (iv) manto kökenli bazaltik magmaların kabuk kayaçlarını ergitmesi için ısı sağlamasıyla (Roberts ve Clemens, 1993) mafik-ortaç bileşimli meta-magmatik (Rapp ve Watson, 1995) ya da meta-sedimanter (Patiño Douce ve Beard, 1996) kayaçların kısmi ergimesinden türeyebilmektedir.

İncelenen Bozat Plütönu'nu oluşturan kayaçlar (SiO_2 : % 51.5-52.9 ve Mg#: 26-37); I-tipi, metalümin ($A/CNK=0.59-0.77$) ve şösonitik karakterli olup, çoğunlukla dar bir aralıkta değişen Nb/Y oranlarıyla nispeten yitim zenginleşmesi yönsemesi göstermektedirler (Şekil 54a). Ayrıca, plütöna ait kayaçlar, Eby (1992)'nin Nb-Y-Ga*3 diyagramına göre manto-kabuk etkileşimi sonucu magmatik veya kabuk kökenli alanda yer aldıkları görülmektedir (Şekil 54b).

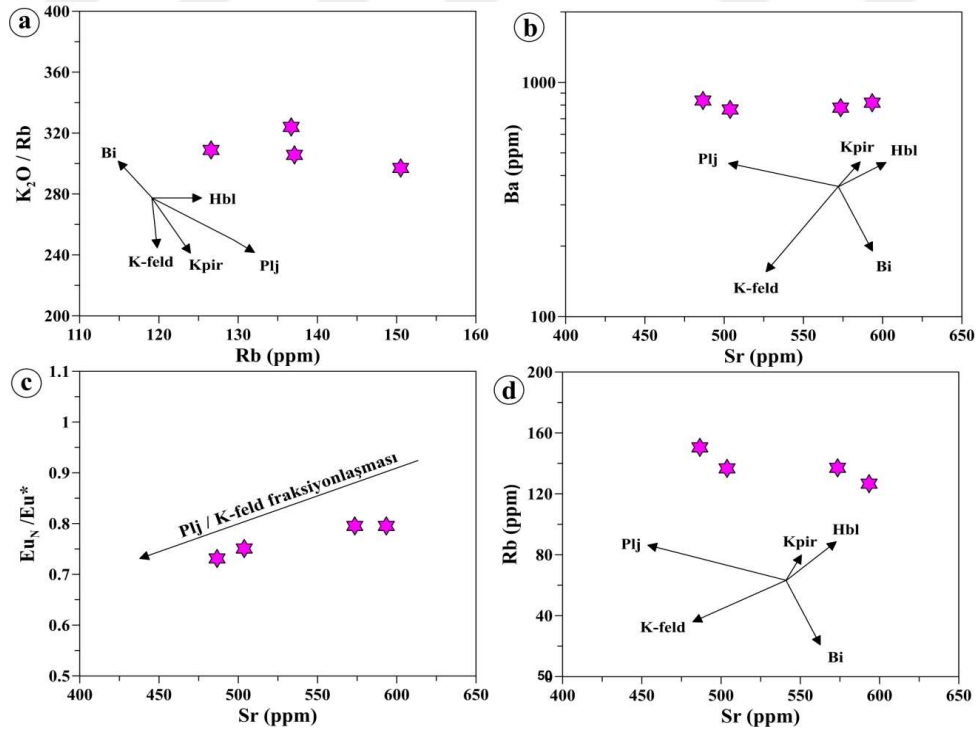
İncelenen plütön kayaçlarının ilksel mantoya normalize iz element diyagramlarındaki fakirleşmeler ve zenginleşmeler ile yüksek BİLE/YÇAE oranları, plütönu oluşturan kayaçların (i) ana magmanın(ların) yitimle ilişkili farklı derecedeki akışkan \pm ergiyik zenginleşmesi, (ii) ana magmanın(ların) kabuk magma odalarındaki farklı ayırılma \pm asimilasyon yolları ile açıklanabilir. Ayrıca, Bozat Plütönu kayaçlarının kondrite normalize NTE dağılımlarında hafif-orta derecede zenginleşmeye sahip olması, plütönün ana magmasının alt kıtasal kabuk ve zenginleşmiş litosferik manto ergiyiklerinden türediğine ve kıtasal magma odasında farklılaşarak yerleştiğine işaret etmektedir.



Şekil 54. Bozate Plütunu örneklerine ait (a) Nb/Y - Rb/Y ve (b) Nb-Y-Ga*3 (Eby, 1992) diyagramları.

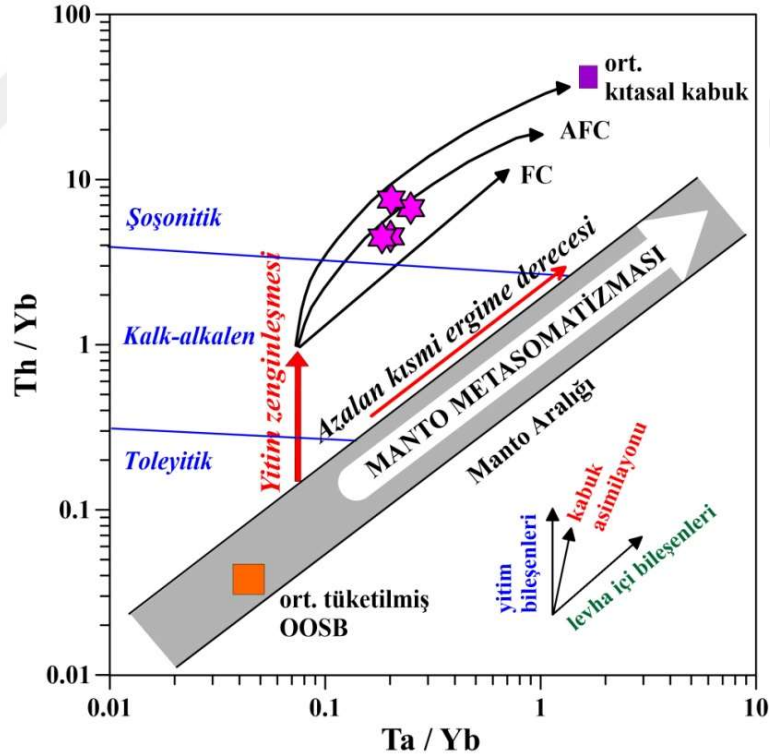
4.1.2. Fraksiyonel Kristallenme ve Asimilasyon-Fraksiyonel Kristallenme (AFC)

İncelenen plütunu oluşturan kayaların bazı iz element değişimlerinde gözlenen korelasyonlar (Şekil 55a-d), bu kayaların gelişiminde plajiyoklas + K-feldispat + klinopiroksen ± biyotit fraksiyonlaşmasının etkili olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 55. Bozate Plütunu örneklerine ait mineral fraksiyonlaşma yönlerini gösterir; (a) Rb-K₂O/Rb, (b) Sr-Ba, (c) Sr-Eu_N/Eu* ve (d) Sr-Rb diyagramları (bi: biyotit, hbl: hornblend, plj: plajiyoklas, kpir: klinopiroksen, K-feld: K-feldispat).

İncelenen pluton kayaçlarının NTE dağılımlarında konkav şekilli bir desen sunması gelişimlerinde klinopiroksen fraksiyonlaşmasının (Thirlwall vd., 1994) etkili olduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca, kayaçlarda gözlenen hafif negatif Eu anomalisi ($Eu_N/Eu^* = 0.73-0.80$), plutonun gelişiminde muhtemelen K-feldispat \pm plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu ifade etmektedir. Bazı iz element değişimlerinde gözlenen düzensiz korelasyonlar ile petrografik olarak gözlenen dengesizlik dokuları, incelenen plütunun gelişiminde etkili olan fraksiyonel kristalleşmenin yanı sıra kabuk asimilasyonu \pm magma karışımı olaylarına da işaret edebilmektedir. İncelenen plütunun gelişiminde kıtasal kabuk asimilasyonunun (AFC) varlığı, Ta/Yb karşı Th/Yb diyagramıyla da (Şekil 56) açıklanabilir (Pearce, 1983). Bu diyagramda, incelenen plütönik kayaç örnekleri, yüksek Th/Yb ve Ta/Yb oranları ile ortalama kıtasal kabuk değerine doğru bir yönseme göstermektedir (Şekil 56). Buna göre, incelenen plütunun ana magmasının yitim bileşenlerince zenginleşmiş bir kaynaktan itibaren türediği ve daha sonra da AFC ile geliştiği söylenebilir (Şekil 56).



Şekil 56. Bozat Plütunu örneklerine ait fraksiyonel kristalleşme (FC) ve/veya asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme (AFC) yönlerini gösterir Ta/Yb'a karşı Th/Yb (Pearce, 1983) diyagramı. FC, AFC, yitim zenginleşmesi ve manto metazomatizması vektörleri Pearce vd. (1990)'den alınmıştır.

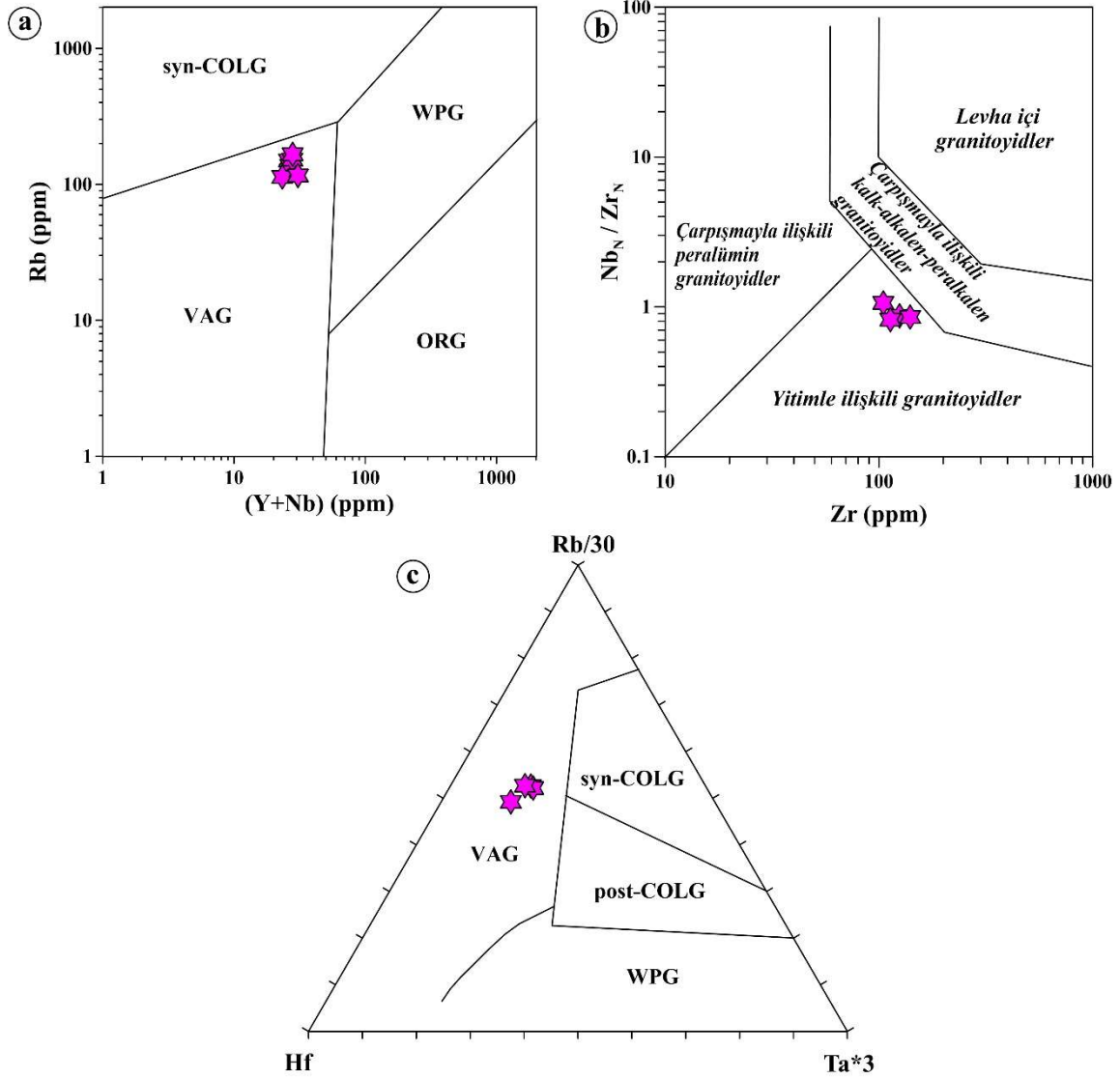
4.1.3. Plütonun Oluştuğu Magma-Tektonik Ortam

DPOK’de yitimin yönü, yitimin sonlanma zamanı, Torid-Anatolid Platformu ve Avrasya levhasının çarpışma zamanı ile ilgili görüş farklılıklarından dolayı farklı jeodinamik modeller öngörülmüştür. Bu nedenle, Doğu Pontidlerin yitim polaritesi ve jeodinamik gelişimi hala tartışmalı olup, tartışmalar başlıca üç gurup altında toplanmaktadır: (1) Paleozoyik’ten Eosen sonlarına kadar süregelen kuzeye doğru olan bir yitim (ör., Okay ve Tüysüz, 1999; Ustaömer ve Robertson, 2010), (2) Paleotetis’in Pontidler’in kuzeyinde olduğu ve Paleozoyik sonundan Eosen sonuna kadar devam eden güney yönlü bir yitim (ör., Dewey vd., 1973; Eyüboğlu vd., 2011), (3) Dogger’e kadar güneye, Üst Kretase’den Eosen sonuna kadar ise kuzeye doğru olan iki yönlü bir yitim (ör., Şengör ve Yılmaz, 1981) modelleri ileri sürülmüştür.

Doğu Pontidlerin, Mesozoyik döneminde Neotetis okyanusu kuzey kolunun Avrasya levhası altına doğru yitimiyle gelişen kıtasal yay olduğu kabul edilmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1997). Neotetis okyanusunun güney kenarı Torid-Anatolid platformu (TAP) pasif olduğundan, kuzey yönlü Üst Kretase yitim modelinde (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Gülmez vd., 2016), yiten kabuk zaman içerisinde soğur ve yaşlanır. Ayrıca, Üst Kretase döneminde Pontid kıtasal yayının, yay gerisi havzada (Karadeniz’in açılması) gelişen gerilme sebebiyle de hızlı bir şekilde incelendiği ileri sürülmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997). Bu nedenle, Pontidler’deki Mesozoyik magmatizmasının ürünleri, yitimle ilişkili gerilmeli yay ortamında oluşan kalk-alkaliden yüksek-K’lu kalk-alkaliye kadar değişen karaktere sahip volkanik kayalarla temsil edilmektedir (ör., Okay ve Şahintürk, 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Aydınçakır, 2016; Gülmez vd., 2016). Ayrıca, bölgede Üst Kretase döneminde gelişmiş yitimle ilişkili I-tipi, kalk-alkali, yüksek K’lu-şoşonitik karakterli plütonik kayaların (~90-65 My) da yaygın olduğu bilinmektedir (ör., Karlı vd., 2010; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009; Kaygusuz vd., 2008, 2009, 2013, 2014).

İncelenen Bozat Plütunu’nun magma-tektonik ortamını belirlemek için plütonik kayalar için geliştirilen ayırtman diyagramlar kullanılmıştır. Pearce vd. (1984)’nin Rb-(Y+Nb) diyagramına (Şekil 57a) göre incelenen plütona ait örnekler, volkanik yay granitleri (VAG) alanına düşmektedirler. Ayrıca, plütona ait kayalar Thiéblemont ve Téggyey (1994)’in Zr (ppm) karşı NbN/ZrN diyagramında yitimle ilişkili granitoidler alanında,

Harris vd. (1986)'nin Rb/30-Hf-Ta*3 (Şekil 57b) üçgen diyagramına göre de yay granitleri alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 57c).



Şekil 57. Boztaş Plütünü örneklerine ait magma-tektonik ortam ayırım diyagramları; (a) Rb (ppm) karşı (Y+Nb) (ppm) (Pearce vd., 1984), (b) NbN/ZrN karşı Zr (ppm) (Thiéblemont ve Téguy, 1994) ve (c) Rb/30-Hf-Ta*3 (Harris vd., 1986) diyagramları. syn-COLG, çarpışma ile eş yaşlı granitler; VAG, volkanik yay granitleri; WPG, levha-içi granitleri; ORG, okyanus sırtı granitleri; post-COLG, çarpışma sonrası granitleri.

Ayrıca, Doğu Pontidler kıtasal yayının, Üst Kretase (Senoniyen) döneminde denizaltı ortamında gelişen yoğun bimodal volkanizma ürünlerinin (mafik-felsik) olması nedeniyle gerilmeli bir yay olduğu bilinmektedir (ör., Bektaş vd., 1995; Arslan vd., 1997; Okay ve Şahintürk, 1997). Dolayısıyla, diğer jeolojik ve jeokimyasal veriler de dikkate alındığında,

Geç Kretase yaşı I-tipi, metalümin, şoşonitik karakterli Bozat Plütönu'nun tektono-magmatik gelişimi, kıtasal yay ortamında yitim akışkanları/sedimanları ile zenginleşmiş litosferik manto ve alt kabuktan türeyen ana magmanın gerilmeli yay ortamında yerleşmesiyle açıklanabilir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

(1) İnceleme alanında Geç Kretase yaşlı Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu Çağlayan Formasyonu ile tüm bu birimleri keserek yerleşen ve bu çalışmada Bozat Plütону olarak adlandırılan sokulum kayacı yüzeylemektedir.

(2) Bu çalışmada Çatak Formasyonu'na ait trakibazalt ve bazaltlar, Kızılkaya Formasyonu'na ait riyodasit ve riyolitler, Çağlayan Formasyonu'na ait trakibazaltlar ve Bozat Plütону'na ait monzogabroyik kayaçlar incelenmiştir.

(3) Bazalt ve trakibazaltlar; hyalo-mikrolitik porfirik, intergranüler ve intersertal dokular göstermekte olup, plajiyoklas (An_{62-91}), klinopiroksen ($Wo_{42-48}En_{38-47}Fs_{7-16}$), olivin, sanidin (Or_{61-76}) ve Fe-Ti oksit içermektedir. Riyodasit ve riyolitler ise hyalo-porfirik, mikrogranüler porfirik ve devitrifikasyon dokuları göstermekte olup, plajiyoklas (An_{30-49}), kuvars, sanidin, hornblend ($Mg\#=0.62-0.80$), biyotit ve Fe-Ti oksitlerden oluşmaktadır. Monzogabroyik kayaçlar, genellikle monzonitik, poikilitik ve nadiren pertitik doku göstermekte olup, plajiyoklas (An_{53-88}), ortoklas (Or_{59-74}), kuvars, klinopiroksen ($Wo_{40-45}En_{42-44}Fs_{12-17}$), biyotit ($Mg\#=0.66-0.70$) ve Fe-Ti oksit içermektedir.

(4) Tüm-kayaç jeokimyasına göre; mafik ve felsik volkanitler kalkalkalen karakterli iken, monzogabroyik plütон ise I-tipi, metalümin ve şoşonitik karakterlidir.

(5) İlksel mantoya normalize edilmiş iz element değişim diyagramlarında; mafik ve felsik volkanitlerdeki Rb ve Ba içeriklerinde zenginleşme, Nb, Ta, Sr ve TiO_2 içeriklerinde fakirleşme ile monzogabroyik kayaçlardaki büyük iyonlu litofil element, Th, Ce içerikleri bakımından zenginleşme ve negatif Nb, Ta ve TiO_2 anomalileri, yitim ile ilişkili tektonik ortamları işaret etmektedir.

(6) Bozat Plütону'nu oluşturan monzogabroyik kayaçların yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranları (0.706672-0.707065) ile düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranları (0.512474-0.512502) veya negatif ϵNd değerlerine (-3.20 ile -2.65) sahip olması, ana magmalarının yitimle zenginleşmiş bir manto kaynağı bileşenini ifade etmektedir.

(7) Monzogabroyik kayaçların; $^{208}Pb/^{204}Pb$ oranları 38.90-39.05 arasında, $^{207}Pb/^{204}Pb$ oranları 15.65-15.66 arasında, $^{206}Pb/^{204}Pb$ oranları 18.89-19.07 arasında, $^{176}Hf/^{177}Hf$ oranları 0.28283-0.28289 arasında, $^{178}Hf/^{177}Hf$ oranları 1.46725-1.46729 arasında ve ϵHf değerleri ise +1.66 ile +3.61 arasında olup, manto-kabuk sınırındaki kaynak alanını yansıtmaktadır.

(8) Elde edilen tüm veriler ve bölgesel jeoloji dikkate alındığında, Geç Kretase magmatizmasının gerilmeli kıtasal yay ortamında oluştuğu ve ana magmaların yitimle zenginleşmiş litosferik manto ve alt kabuktan türeyen ergiyiklerin karışımından türediği ileri sürülebilir.

(9) İncelenen volkanik kayalarda kaynak alanlarının belirlenmesine yönelik petrolojik çalışmalara katkıda bulunmak amacıyla, son yıllarda modern yöntemlerle (LA-ICP-MS veya SHRIMP) zirkon mineral ayrımlarında U-Pb yaşlandırma analizleri ile in-situ zirkon Hf- ve O- izotop analizlerinin yaptırılması önerilmektedir. Öyle ki, zirkon mineralinden yerli yerinde yapılacak Hf- ve O- izotopları, magmaların oluşumunda manto-kabuk katkısının belirlenmesine ışık tutacaktır.



6. KAYNAKLAR

- Abdel-Rahman, A.M., 1994. Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline, and peraluminous magmas, J. Petrol. 35, 525-541.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey, Chemie der Erde, 57, 157-187.
- Arslan, M. ve Aslan, Z., 2006. Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177-193.
- Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Kolaylı, H., Yücel, C., Boztuğ, D. ve Şen, C. 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, Contribution to Mineralogy and Petrology, 166, 113-142.
- Aydın, F., Karslı, 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.
- Aydınçakır, 2016. Subduction related Late Cretaceous high K volcanism in the Central Pontides orogenic belt Constraints on geodynamic implications, Geodinamica Acta, 28 (4), 379-411.
- 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.
- Baki Eraydın, T. (2017). Kovanlık (Bulancak-Giresun) Yöresi Gabroyik Kayaçların Petrografisi, Petrokimyası, Petrolojisi ve İzotop Sistematiği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 117s.
- Barrett, T.J. ve MacLean, W.H., 1994. Mass Changes in Hydrothermal Alteration Zones Associated with VMS Deposits in the Noranda Area, Exploration and Mining Geology, 3, 131-160.
- Bektaş, O., 1986. Doğu Pontid ark-ark gerisi bölgelerinde paleostre dağılımı ve çok safhalı riftleşme, MTA Dergisi, 103, 104, 16-39.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taşlı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995. Cretaceous rifting of the Eastern Pontide carbonate platform, NE Turkey: The formation of carbonate breccias and turbidites as evidence of a drowned platform, Geologia, 57, 233-244.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R. C., Wagner, G. A., Erçin, A. İ. ve Yeğingil, Z., 2007. Titanite and zircon fission-track dating resolves successive igneous episodes in the formation of the composite Kaçkar batholith in the Turkish Eastern Pontides, International Journal of Earth Sciences, 96, 875-886.

- Boztuğ, D. ve Harlavan, Y., 2008. K-Ar ages of granitoids unravel the stages of Neo-Tethyan convergence in the eastern Pontides and central Anatolia, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 15, 585-599.
- Chauvel, C., Lewin, E., Carpentier, M., Arndt, N.T., Marini, J.C., 2008. Role of recycled oceanic basalt and sediment in generating the Hf–Nd mantle array. Nat. Geosci. 1, 64-67.
- Chauvel, C., Marini, J.C., Plank, T., Ludden, J.N., 2009. Hf–Nd input flux in the Izu-Mariana subduction zone and recycling of subducted material in the mantle. Geochem. Geophys. Geosyst. 10, 1, Q01001.
- Condie, K. C., 1993. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales, Chemical Geology, 104, 1-37.
- Davies, J. H. ve von Blanckenburg, F., 1995. Slab breakoff: a model of lithospheric detachment and its test in the magmatism and deformation of collisional orogens, Earth and Planetary Science Letters, 129, 85-102.
- Deer, W. A., Howie, R. A. ve Zussman, J., 1992. An introduction to the Rock Forming Minerals, (second edition), London, Longman, 696 p.
- Dewey, J. F., Pitman, W., Ryan, W. ve Bonnin, I., 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine system, Geological Society American Bulletin, 84, 3137-3180.
- Dilek, Y., Imamverdiyev, N. ve Altunkaynak, S., 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.
- Dokuz, A., Karşlı, O., Chen, B. ve Uysal, İ., 2010. Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: Implications for pre- and postcollisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, Tectonophysics, 480, 259-279.
- Dokuz, A., 2011. Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: The Köse Composite Pluton, Gondwana Research, 19, 926-944.
- Eby, G. N., 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications, Geology, 20, 641-644.
- Evcimen, Ö., 2011. İkizdere Plutonu'nun (KD-Türkiye) U-Pb Jeokronolojisi, Petrolojisi ve Jeodinamik Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S. L., Dudas, F. O., Santosh, M. ve Akaryali, E., 2011. Transition from shoshonitic to adakitic magmatism in the eastern Pontides, NE Turkey: implications for slab window melting, Gondwana Research, 19, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F. O., Santosh, M., Yi, K., Kwon, S. ve Akaryali, E., 2013. Petrogenesis and U–Pb zircon chronology of adakitic porphyries within the Kop ultramafic masif (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey), Gondwana Research, 24, 742-766.

- Foster, M.D., 1960. Interpretation of the composition of trioctahedral micas, US Geological Survey Professional Paper, 354-B, 11-49.
- Gedikoğlu, A., 1978. Harşıit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Giret, A., Bonin, B. ve Léger, J. M., 1980. Amphibole compositional trend in oversaturated and undersaturated alkaline plutonic ring complex, Canadian Mineralogist, 18, 481-495.
- Green, T.H. ve Pearson, N.J., 1985. An experimental study of Nb and Ta partitioning between Ti-rich minerals and silicate liquids at high pressure and temperature, Geochimica et Cosmochimica Acta, 47, 925-939.
- Gülmez, F., Genç, Ş.C., Prelević, D., Tüysüz, O., Karacik, Z., Roden, M.F., Billor, Z., 2016. Ultrapotassic volcanism from the waning stage of the Neotethyan subduction: a key study from the Izmir–Ankara–Erzincan Suture Belt, Central Northern Turkey, Journal of Petrology, 57, 561-593.
- Güven, İ. H., 1993. Doğu Pontidler’in 1/250000 Ölçekli Kompilasyonu, MTA Gen. Müd., Ankara.
- Harris, N. B. W., Pearce, J. A. ve Tindle, A. G., 1986. Geochemical characteristics of collision- zone magmatism. In: Coward M.P, Ries A.C. (eds.), Collision Tectonics, Geological Society of London Special Publication, 19, 67-81.
- Hart, S. R. A., 1984. Large-scale isotope anomaly in the southern hemisphere mantle, Nature, 309, 753-757.
- Hart, S. R. A., 1988. Heterogeneous mantle domains-Signatures, genesis and mixing chronologies, Earth and Planetary Science Letters, 90, 273-296.
- Hastie, A.R., Kerr, A.C., Pearce, J.A. ve Mitchell, S.F. 2007. Classification of Altered Volcanic Island Arc Rocks using Immobile Trace Elements: Development of the Th-Co Discrimination Diagram, Journal of Petrology, 48, 12, 2341-2357.
- Hawkesworth, C. J., Rogers, N. W., van Calsteren, P. W. C. ve Menzies, M. A., 1984. Mantle enrichment processes, Nature, 311, 27, 331-335.
- Hofmann, A. W., 1988. Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust, Earth and Planetary Science Letters, 90, 297-314.
- Humphris, C.C., Jr., 1978. Salt movement on continental slope, northern Gulf of Mexico. In: A. I. Bouma, G. T. Moore ve J. M. Coleman, (eds.), Framework, facies, and oil-trapping characteristics of the upper continental margin, American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology, 7, 69-85.
- 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.
- İlbeyle, N., 2008. Geochemical characteristics of the Şebinkarahisar granitoids in the Eastern Pontides, Northeast Turkey: petrogenesis and tectonic implications, International Geology Review, 50, 563-582.

- Jahn, B. M. ve Zhang, Z. Q., 1984. Archean granulite gneisses from eastern Hebei Province, China: rare earth geochemistry and tectonic implications, Contribution to Mineralogy and Petrology, 85, 224-243.
- Jahn, B.M., Wu, F.Y. ve Lo, C.H., 1999. Crust–mantle interaction induced by deep subduction of the continental crust: geochemical and Sr–Nd isotopic evidence from post-collisional mafic–ultramafic intrusions of the northern Dabie Complex, Central China, Chemical Geology, 157, 119–146.
- Kandemir, R. ve Yılmaz, C., 2009. Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean, Journal of Asian Earth Sciences, 34, 586–598.
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., 2007. Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting, Lithos, 98, 67-96.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Bin, C., Kandemir, R. ve Wijbrans, R. J., 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, Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 467-487.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R. ve Wijbrans, R. J., 2010b. Generation of the early Cenozoic adakitic volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: implications for crustal thickening to delamination, Lithos, 114, 109-120.
- Karlı, O., Uysal, İ., Ketenci, M., Dokuz, A., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., 2011. Adakite-like granitoid porphyries in the Eastern Turkey: potential parental melts and geodynamic implications, Lithos, 127, 354-372.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Ketenci, M., Chen, B. ve Kandemir, R., 2012a. Deciphering the shoshonitic monzonites with I-type characteristic, the Sıdağı pluton, NE Turkey: magmatic response to continental lithospheric thinning, Journal of Asian Earth Sciences, 51, 45-62.
- Karlı, O., Caran, Ş., Dokuz, A., Çoban, H., Chen, B. ve Kandemir, R., 2012b. A-type granitoids from the Eastern Pontides, NE Turkey: Records for generation of hybrid A-type rocks in a subduction-related environment, Tectonophysics, 530-531, 208-224.
- Karlı, O., Dokuz, A., Kandemir, R., 2017. Zircon Lu-Hf isotope systematics and U-Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gokcedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere, Contributions to Mineralogy and Petrology, 172, 31.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. ve Satır, 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., Chen, B., Aslan, Z., Siebel, W. ve Şen, C., 2009. U-Pb zircon SHRIMP ages, geochemical and Sr-Nd isotopic compositions of the Early Cretaceous I-type Sariosman pluton, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 549-581.
- 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., Siebel, W., İlbeyli, N., Arslan, M., Satır, M. ve Şen, C., 2010. Insight into magma genesis at convergent plate margins – a case study from the eastern Pontides (NE Turkey), Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 187, 3, 265-287.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C., 2010. Calc-alkaline I-type plutons in the eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb zircon ages, geochemical and Sr-Nd isotopic compositions, Chem. Erde, doi:10.1016/j.chemer. 2010.07.005.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C., 2011. Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of post-collisional calc-alkaline volcanics in the eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137-159.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C., 2011. Calc-alkaline I-type plutons in the eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb zircon ages, geochemical and Sr-Nd isotopic compositions, Chemie der Erde Geochemistry, 71, 59-75.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Sipahi, F. ve İlbeyli, N., 2012. Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, eastern Pontides, Turkey, International Geology Review, 54, 15, 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., İlbeyli, N., Arslan, M., Chen, B. ve Aydınçakır, E., 2013. Petrogenesis of the Late Cretaceous Turnagöl intrusion in the eastern Pontides: Implications for magma genesis in the arc setting, Geoscience Frontiers, 4, 423-438.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgang, S., Sipahi, F., İlbeyli, N. ve Temizel, İ., 2014. LA-ICP MS zircon dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb-O isotope geochemistry of the Camiboğazı pluton, Eastern Pontides, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in arc-related I-type magmatism, Lithos, 192-195, 271-290.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F. ve Temizel, İ., 2016. U–Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution, Gondwana Research, 39, 327-346.
- Kaygusuz, A., Yücel, C., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., Çakmak, G. ve Güloğlu, Z.S., 2018. Petrography, Mineral Chemistry and Crystallization Conditions of Cenozoic Plutonic Rocks Located to the North of Bayburt (Eastern Pontides, Turkey), M.T.A Dergisi, 157, 77-104.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, M.T.A. Dergisi, 66, 20-34.
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji, İTÜ Matbaası, Gümüşsüyü, 869, 520s.

- Lameyre, J. ve Bonin, B., 1991. Granites in the main plutonic series. In: Didier, J., Barbarin, B. (Eds), *Enclaves and Granite Petrology*. Amsterdam, Elsevier, 3-17.
- Large, R.R., Gemmel, J.B., Paulick, H. ve Huston, D.L., 2001. The Alteration Box Plot: A Simple Approach to Understanding the Relationship between Alteration Mineralogy and Litho-geochemistry Associated with Volcanic-Hosted Massive Sulphide Deposits, Economic Geology, 96, 957-971.
- Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M. J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lamere, J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorensen, H. ve Woolley, A. R., 2002. *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms, Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommission of the Systematics of Igneous Rocks*, Cambridge University Press., 236.
- Le Roux, A.P., 1986, Geochemical correlation between southern African kimberlites and south Atlantic hotspots, Nature, 324, 243–245.
- 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.
- Liu, L., Qiu, J.S., Zhao, J.L. ve Yang, Z.L. 2014. Geochronological, geochemical, and Sr–Nd–Hf isotopic characteristics of Cretaceous monzonitic plutons in western Zhejiang Province, Southeast China: new insights into the petrogenesis of intermediate rocks, Lithos, 196-197, 242-260.
- Maniar, P.D. ve Piccoli, P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids, Geological Society of America Bulletin, 101, 635-643.
- Middlemost, E. A. K., 1994. Naming materials in the magma/igneous rock system, Earth-Science Reviews, 37, 215-224.
- Miyashiro, A., 1978. Nature of alkalic volcanic rock series, Contributions to Mineralogy and Petrology, 66, 91-104.
- Morimoto, M., Fabries, J., Ferguson, A. K., Ginzburg, I. V., Ross, M., Seifert, F. A., Zussman, J., Aoki, K. ve Gottardi, G., 1988. Nomenclature of pyroxenes, Mineralogical Magazine, 52, 535-550.
- MTA, 2002. 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Samsun ve Trabzon Paftaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Nachit, H., Ibhi, A.B., Abia, El-H., Abia, El. Hassan, Ben Ohoud, M., 2005. Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites, and neoformed biotites, C. R. Geoscience, 337, 1415–1420.
- Okay, A. İ. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, American Association of Petroleum Geologists Memoir, 68, 291-311.

- Okay, A. İ. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey, In: Durand, B., Jolivet, L., Hovarth, F., Séranne, M. (eds), The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen Tethyan Sutures of Northern Turkey, Geological Society London Special Publications, 156, 475-515.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidler'de Kretase, KTÜ., Yerbilimleri Dergisi, 2, 65-114.
- Patiño Douce, A. E. ve Beard, J. S., 1996. Effects of P, $f(O_2)$ and Mg/Fe Ratio on Dehydration Melting of Model Metagreywackes, Journal of Petrology, 37, 999-1024.
- Pearce, J. A. 1983. The Role of Sub-Continental Lithosphere in Magma Genesis at Destructive Plate Margins, In: Continental Basalts and Mantle Xenoliths, (eds): Hawkesworth, C. J., Norry, M. J., Shiva Publishing, Cheshire, 230-249.
- Pearce, J.A, Haris, N.B.W. ve Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, Journal of Petrology, 25, 956-983.
- Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. ve Mitchell, J. J., 1990. Genesis of collision volcanism in eastern Anatolia Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 44, 189-229.
- Pearce, J. A., 1996. Sources and settings of granitic rocks, Episodes, 19, 120-125.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, K.T.Ü. Yayınları, 87, 103s, Trabzon.
- Ramos, F.C., 1992. Isotope Geology of Metamorphic Core of the Central Grouse Creek Mountains, Box Elder Country, Utah. MSc thesis, University of California, Los Angeles.
- Rapp, R. P. ve Watson, E. B., 1995. Dehydration Melting of Metabasalt at 8–32 kbar: Implications for Continental Growth and Crust-Mantle Recycling, Journal of Petrology, 36, 891-931.
- Roberts, M. P. ve Clemens, J. D., 1993. Origin of High-Potassium, Calcalkaline, I-Type Granitoids, Geology, 21, 825-828.
- Romick, J.D., 1987. Amphibole fractionation and magma mixing in andesites and dacites from the central Aleutians, Alaska, Transactions American Geophysical Union (EOS), 68, 461.
- Schmidberger, S. S. ve Hegner, E., 1999. Geochemistry and isotope ststematics of calc-alkaline volcanic rocks from the Saar-Nahe basin (SW Germany)-implications for Late Variscan orogenic development, Contributions to Mineralogy and Petrology, 135, 373-385.
- Schultze-Westrum, H. H., 1961. Giresun civarındaki Aksu deresinin jeolojik profili-Kuzeydoğu Anadolu'da Doğu Pontus cevher ve mineral bölgesinin jeolojisi ve maden yatakları ile ilgili mütalâalar, Maden Tetkik ve Arama Enst. Dergisi, 57, 63-72.

- Sipahi, F., Kaygusuz, A., Saydam Eker, Ç., Vural, A., Akpınar, İ., 2018. Late Cretaceous arc igneous activity: the Eğrikar Monzogranite example, International Geology Review, 60 (3), 382-400.
- Streckeisen, A., 1976. To Each Plutonic Rock its Proper Name, Earth Science Review, 12, 1-33.
- Sun, S. ve McDonough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalt: Implications for mantle composition and processes, In: A.D. Saunders, M.J. Norry, (eds.), Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society of London Special Publication, 42, 313-345.
- 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, 312.
- Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G. ve Peucat, J.J., 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematics 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.
- Temizel, İ., Arslan, M., Yücel, C., Abdioğlu, E. ve Ruffet, G., 2016. Geochronology and geochemistry of Eocene-aged volcanic rocks around the Bafra (Samsun, N Turkey) area: Constraints for the interaction of lithospheric mantle and crustal melts, Lithos, 258-259, 92-114.
- Temizel, İ., Abdioğlu, E., Arslan, M., Kaygusuz, A. ve Aslan, Z., 2018. Mineral Chemistry, Whole-rock Geochemistry and Petrology of Eocene I-Type Shoshonitic Plutons in the Gököy Area (Ordu, NE Turkey), MTA Dergisi, 157, 123-155.
- Temizel, İ., Arslan, M., Yücel, C., Abdioğlu-Yazar, E., Kaygusuz, A., Aslan, Z. 2019. U-Pb geochronology, bulk-rock geochemistry and petrology of Late Cretaceous syenitic plutons in the Gököy (Ordu) area (NE Turkey): Implications for magma generation in a continental arc extension triggered by slab roll-back., Journal of Asian Earth Sciences, 171, 305-320.
- Thirlwall, M. F., Smith, T.E., Graham, A.M., Theodorou, N., Hollings, P., Davidson, J.P. ve Arculus, R.J., 1994. High field strength element anomalies in arc lavas; source or process?, Journal of Petrology, 35, 3, 819-838.
- Thiéblemont D., Téguy M. 1994. Une discrimination géochimique des roches différenciées témoin de la diversité d'origine et de situation tectonique des magmas calcio-alcalins, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 319, 87-94.
- Tischendorf, G., Gottesmann, B., Förster, H.J., and Trumbull, R. B., 1997, On Li-bearing micas: Estimating Li from electron microprobe analyses and an improved diagram for graphical representation, Mineralogical Magazine, 61, 809-834.
- Tokel, S., 1995. Magmatic and Geochemical Evolution of the Pontide Segment of the Northern Tethys Subduction System. In: Geology of the Black Sea Region,

- A. Erler vd. (Eds.), Proceedings of the Inter. Semp. on the Geology of the Black Sea Region, MTA, Ankara, 163-170.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W. H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A., 2005. Post-Collisional Plutonism with Adakite-like Signatures: the Eocene Saraycık Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441-455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W. H., Dokuz, A. ve Meyer, H. P., 2007. Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex: Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 96, 861-873.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbeğ, A., Barth, M., 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.
- Ustaömer, T. ve Robertson, A. H. F., 2010. Late Palaeozoic-Early Cenozoic tectonic development of the Eastern Pontides (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia, In Stephenson, R. A., Kaymakçı, N., Sasson, M., Starostenko, V., Bergerat, F. (eds). Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, Geological Society London Special Publications, 340, 281-327.
- Wedepohl, K.H., 1995. The composition of the continental crust, Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 1217-1239.
- Winchester, J. A. ve Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, Chemical Geology, 20, 325-343.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Şengör, A. M. C., 1997. Geology and tectonics of the Pontides. in Robinson, A.G. (eds.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, 68, 183-226.
- Yılmaz-Şahin, S., Güngör, Y. ve Boztuğ, D., 2004. Comparative Petrogenetic Investigation of Composite Kaçkar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey, Earth, Planets and Space, 56, 429-446.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ. ve Abdioğlu, E., 2014. Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides, northeast Turkey: Implications for pre-eruptive crystallization conditions and magma chamber processes, Mineralogy and Petrology, 108, 439-467.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu, E. ve Ruffet, G., 2017. Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey), Gondwana Research, 45, 65-86.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Çatak Formasyonu bazaltlarına ait plajiyoklasların mikroprob analizleri

Örnek No.	Plajiyoklas										
	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44
	Pl-1-1 merkez	Pl-1-1 kenar	Pl-2-1 merkez	Pl-4-1 merkez	Pl-4-2 merkez	Pl-4-3 merkez	Pl-4-3 kenar	Pl-4-4 merkez	Pl-5-1 merkez	Pl-5-2 kenar	Pl-7-1 merkez
SiO ₂	45.92	48.46	45.37	45.72	46.46	45.75	46.48	46.36	47.84	47.73	45.98
Al ₂ O ₃	33.80	31.34	34.34	34.45	33.99	34.07	33.21	33.20	32.66	32.93	33.73
FeO(t)	0.62	1.04	0.78	0.69	0.64	0.73	0.89	0.90	0.72	0.69	0.66
CaO	18.15	15.46	18.31	18.30	18.17	18.82	17.82	17.69	16.74	16.57	18.05
Na ₂ O	1.12	2.13	1.08	1.09	1.21	0.98	1.34	1.41	1.88	1.87	1.30
K ₂ O	0.14	0.73	0.20	0.14	0.17	0.15	0.21	0.20	0.28	0.30	0.17
Toplam	99.75	99.16	100.08	100.39	100.64	100.50	99.95	99.76	100.12	100.09	99.89
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.											
Si	8.51	9.00	8.40	8.42	8.53	8.44	8.60	8.59	8.80	8.78	8.51
Al	7.38	6.86	7.49	7.48	7.36	7.40	7.24	7.25	7.08	7.14	7.36
Fe ⁺²	0.10	0.16	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.14	0.11	0.11	0.10
Ca	3.60	3.08	3.63	3.61	3.57	3.72	3.53	3.51	3.30	3.26	3.58
Na	0.40	0.77	0.39	0.39	0.43	0.35	0.48	0.51	0.67	0.67	0.47
K	0.03	0.17	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.07	0.07	0.04
Toplam	20.02	20.04	20.08	20.04	20.03	20.05	20.04	20.05	20.03	20.03	20.06
An % mol.	89.19	76.57	89.32	89.53	88.39	90.63	86.93	86.35	81.77	81.60	87.60
Ab % mol.	10.00	19.11	9.54	9.64	10.63	8.53	11.83	12.48	16.59	16.65	11.44
Or % mol.	0.81	4.33	1.14	0.83	0.99	0.84	1.24	1.17	1.64	1.75	0.96

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 2. Çatak Formasyonu bazaltlarına ait klinopiroksenlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Klinopiroksen											
	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44
	Kpir-1-1	Kpir-1-1	Kpir-1-2	Kpir-1-2	Kpir-1-3	Kpir-1-3	Kpir-2-1	Kpir-2-1	Kpir-2-2	Kpir-2-2	Kpir-3-1	Kpir-3-2
	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	merkez
SiO ₂	49.58	50.08	49.57	50.42	51.13	49.06	50.98	50.78	50.59	47.96	51.13	50.98
TiO ₂	0.65	0.76	0.74	0.52	0.50	0.81	0.48	0.52	0.46	1.08	0.47	0.47
Al ₂ O ₃	4.86	4.76	5.31	3.86	3.58	5.06	3.04	4.15	4.50	6.01	3.27	3.51
FeO(t)	9.10	8.58	9.05	8.72	8.48	8.77	8.36	8.45	6.73	9.78	8.13	8.16
MnO	0.21	0.21	0.29	0.35	0.28	0.27	0.25	0.22	0.15	0.17	0.27	0.25
MgO	13.81	13.74	13.64	14.70	14.57	13.71	14.65	14.48	14.80	12.83	14.90	14.63
CaO	22.11	22.21	21.77	21.09	21.94	21.89	22.31	21.48	22.50	21.85	21.92	22.03
Na ₂ O	0.29	0.27	0.36	0.30	0.26	0.30	0.21	0.28	0.17	0.30	0.23	0.26
Toplam	100.61	100.61	100.73	99.96	100.74	99.87	100.28	100.36	99.90	99.98	100.32	100.29
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	1.83	1.85	1.83	1.87	1.88	1.82	1.88	1.87	1.86	1.79	1.88	1.88
Ti	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01
Al	0.21	0.21	0.23	0.17	0.16	0.22	0.13	0.18	0.20	0.26	0.14	0.15
Fe ⁺²	0.17	0.19	0.18	0.18	0.19	0.16	0.17	0.20	0.15	0.18	0.17	0.17
Fe ⁺³	0.11	0.07	0.10	0.09	0.08	0.11	0.09	0.07	0.06	0.12	0.08	0.08
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Mg	0.76	0.76	0.75	0.81	0.80	0.76	0.81	0.80	0.81	0.71	0.82	0.80
Ca	0.87	0.88	0.86	0.84	0.86	0.87	0.88	0.85	0.89	0.87	0.87	0.87
Na	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
Toplam	4.00	4.01	4.01	4.00	3.91	3.99	4.00	4.01	3.99	3.99	4.00	3.99
Mg#	0.82	0.80	0.81	0.82	0.81	0.82	0.83	0.80	0.85	0.79	0.83	0.82
Wo	45.66	46.25	45.53	43.62	44.94	45.78	45.33	44.55	46.54	46.17	44.73	45.18
En	39.68	39.81	39.70	42.31	41.51	39.90	41.42	41.78	42.60	37.71	42.31	41.76
Fs	14.66	13.94	14.77	14.08	13.55	14.32	13.26	13.68	10.86	16.12	12.96	13.06

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır. Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²+Fe⁺³). Wo: Vollaonit, En: Enstatit, Fs: Ferrosilit

Ek Tablo 2 devamı.

Klinopiroksen												
Örnek No.	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44
	Kpir-3-3	Kpir-4-1	Kpir-4-2	Kpir-4-3	Kpir-5-1	Kpir-5-1	Kpir-6-1	Kpir-6-1	Kpir-7-1	Kpir-7-1	Kpir-8-1	Kpir-8-1
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	50.59	53.08	48.44	49.76	50.99	50.52	48.97	49.61	50.80	49.29	48.62	49.78
TiO ₂	0.52	0.16	0.53	0.66	0.41	0.41	0.83	0.55	0.45	0.69	0.84	0.73
Al ₂ O ₃	3.89	2.43	7.06	4.46	3.34	3.58	5.31	4.51	3.23	4.90	5.75	4.79
FeO(t)	8.48	4.28	7.29	8.61	9.11	8.38	9.02	8.68	8.59	9.01	9.06	8.99
MnO	0.29	0.06	0.12	0.26	0.34	0.30	0.24	0.25	0.28	0.28	0.24	0.31
MgO	14.39	16.74	13.39	13.89	14.43	14.78	13.61	14.19	14.64	13.92	13.71	13.86
CaO	21.77	23.37	22.48	22.20	21.22	22.12	21.72	22.33	22.03	21.93	22.36	22.10
Na ₂ O	0.28	0.13	0.20	0.28	0.36	0.22	0.30	0.26	0.24	0.27	0.26	0.33
Toplam	100.21	100.25	99.51	100.12	100.20	100.31	100.00	100.38	100.26	100.29	100.84	100.89
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	1.87	1.92	1.79	1.84	1.89	1.86	1.82	1.83	1.88	1.82	1.79	1.83
Ti	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
Al	0.17	0.10	0.31	0.19	0.15	0.16	0.23	0.20	0.14	0.21	0.25	0.21
Fe ⁺²	0.18	0.10	0.15	0.17	0.20	0.15	0.17	0.14	0.17	0.16	0.13	0.16
Fe ⁺³	0.08	0.03	0.08	0.10	0.08	0.11	0.11	0.13	0.10	0.12	0.14	0.11
Mn	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.79	0.90	0.74	0.77	0.80	0.81	0.75	0.78	0.81	0.77	0.75	0.76
Ca	0.86	0.91	0.89	0.88	0.84	0.87	0.86	0.88	0.87	0.87	0.88	0.87
Na	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	3.99	3.97	3.98	4.00	4.01	4.00	3.99	4.01	4.01	4.00	3.99	3.99
Mg#	0.81	0.90	0.84	0.82	0.80	0.85	0.81	0.85	0.83	0.83	0.85	0.82
Wo	44.97	46.74	48.03	46.02	43.83	44.94	45.54	45.71	44.86	45.37	46.10	45.66
En	41.36	46.59	39.81	40.05	41.48	41.78	39.70	40.41	41.49	40.07	39.33	39.84
Fs	13.67	6.68	12.16	13.93	14.69	13.28	14.76	13.87	13.65	14.55	14.58	14.50

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır. Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²+Fe⁺³). Wo: Vollaştonit, En: Enstatit, Fs: Ferrosilit

Ek Tablo 3. Çatak Formasyonu bazaltlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Fe-Ti Oksit						
	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44	BT-44
	Opak-1-1 merkez	Opak-2-1 merkez	Opak-3-1 merkez	Opak-5-1 merkez	Opak-6-1 merkez	Opak-6-2 merkez	Opak-7-1 merkez
SiO ₂	0.62	5.77	0.31	0.17	0.51	0.52	0.46
TiO ₂	3.56	5.07	7.19	6.42	5.27	6.25	7.90
Al ₂ O ₃	0.48	1.46	5.43	7.53	4.21	3.46	5.61
Fe ₂ O ₃	60.18	43.09	47.30	47.33	52.07	51.45	45.49
FeO	34.91	37.34	38.63	36.27	36.72	37.81	39.52
MnO	0.01	0.00	0.04	0.02	0.07	0.00	0.00
MgO	0.15	0.24	0.02	1.26	0.11	0.02	0.03
CaO	0.10	4.60	0.10	0.06	0.13	0.21	0.17
Toplam	100.01	97.57	99.02	99.06	99.09	99.72	99.18
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.							
Si	0.02	0.21	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Ti	0.10	0.14	0.20	0.18	0.15	0.18	0.22
Al	0.02	0.06	0.24	0.33	0.19	0.15	0.25
Fe ⁺³	1.73	1.20	1.33	1.30	1.47	1.45	1.27
Fe ⁺²	1.11	1.16	1.21	1.11	1.15	1.19	1.23
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.01	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00
Ca	0.00	0.18	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Toplam	2.99	2.96	2.99	3.00	3.00	3.00	3.00

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiyometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 4. Kızılkaya Formasyonu riyodasitlerine ait plajiyoklasların mikroprob analizleri

Örnek No.	Plajiyoklas													
	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66
	PI-1-1 kenar	PI-1-1 merkez	PI-1-2 merkez	PI-1-2 kenar	PI-2-1 merkez	PI-2-1 orta	PI-2-1 kenar	PI-2-2 merkez	PI-2-2 merkez	PI-3-1 merkez	PI-3-1 kenar	PI-3-2 merkez	PI-4-1 merkez	PI-4-1 kenar
SiO ₂	56.73	58.33	56.79	60.96	57.70	56.12	57.71	62.05	62.55	58.94	60.86	55.74	59.79	60.24
Al ₂ O ₃	27.22	26.21	27.76	24.30	27.01	27.70	26.83	23.55	24.24	25.91	24.74	27.66	25.33	25.18
FeO(t)	0.29	0.27	0.27	0.26	0.26	0.28	0.27	0.20	0.17	0.20	0.27	0.21	0.25	0.27
CaO	9.74	8.95	9.84	6.46	9.78	10.12	9.13	5.72	5.76	8.23	6.73	10.19	6.98	7.27
Na ₂ O	5.62	6.39	5.51	7.08	5.39	5.58	6.03	7.49	6.02	6.51	6.89	5.49	6.78	6.83
K ₂ O	0.49	0.56	0.43	0.91	0.41	0.45	0.51	1.00	1.00	0.65	0.84	0.42	0.75	0.77
Toplam	100.09	100.71	100.60	99.97	100.55	100.25	100.48	100.01	99.74	100.44	100.33	99.71	99.88	100.56
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.														
Si	10.20	10.41	10.15	10.87	10.30	10.09	10.32	11.03	11.07	10.51	10.81	10.07	10.68	10.70
Al	5.77	5.51	5.85	5.11	5.68	5.87	5.65	4.94	5.06	5.45	5.18	5.89	5.33	5.27
Fe ⁺²	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04
Ca	1.88	1.71	1.88	1.23	1.87	1.95	1.75	1.09	1.09	1.57	1.28	1.97	1.34	1.38
Na	1.96	2.21	1.91	2.45	1.87	1.94	2.09	2.58	2.07	2.25	2.37	1.92	2.35	2.35
K	0.11	0.13	0.10	0.21	0.09	0.10	0.12	0.23	0.23	0.15	0.19	0.10	0.17	0.18
Toplam	19.96	20.01	19.93	19.91	19.85	19.99	19.97	19.90	19.55	19.96	19.87	19.98	19.91	19.92
An % mol.	47.53	42.28	48.45	31.75	48.84	48.78	44.23	27.96	32.29	39.59	33.31	49.38	34.67	35.38
Ab % mol.	49.64	54.58	49.04	62.92	48.71	48.63	52.83	66.21	61.04	56.66	61.73	48.17	60.90	60.15
Or % mol.	2.83	3.14	2.51	5.33	2.45	2.59	2.94	5.83	6.67	3.75	4.96	2.45	4.43	4.47

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 4 devamı.

Örnek No.	Plajiyoklas													
	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66
	Pl-5-1	Pl-5-1	Pl-5-1	Pl-5-2	Pl-6-1	Pl-6-1	Pl-6-2	Pl-6-2	Pl-7-1	Pl-7-1	Pl-8-1	Pl-8-1	Pl-8-2	Pl-8-3
	merkez	orta	kenar	merkez	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	merkez
SiO ₂	57.20	56.42	58.76	54.82	56.78	59.48	56.34	59.56	57.12	57.71	60.08	61.00	59.71	54.15
Al ₂ O ₃	26.89	27.38	25.68	28.65	26.86	25.21	27.86	25.68	26.77	26.36	24.89	24.18	25.10	29.34
FeO(t)	0.25	0.26	0.24	0.31	0.29	0.20	0.25	0.27	0.26	0.21	0.14	0.29	0.23	0.26
CaO	9.39	9.98	8.11	11.33	9.63	7.75	10.46	7.90	9.38	8.64	6.93	6.39	7.42	12.07
Na ₂ O	5.76	5.73	6.70	4.97	5.71	6.69	5.48	6.52	5.81	6.12	6.99	7.33	6.77	4.62
K ₂ O	0.66	0.46	0.69	0.27	0.60	0.68	0.38	0.63	0.46	0.52	0.79	0.98	0.70	0.27
Toplam	100.15	100.23	100.18	100.35	99.87	100.01	100.77	100.56	99.80	99.56	99.82	100.17	99.93	100.71
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.														
Si	10.27	10.14	10.52	9.87	10.24	10.64	10.08	10.59	10.28	10.39	10.74	10.87	10.68	9.74
Al	5.69	5.80	5.42	6.08	5.71	5.31	5.87	5.38	5.68	5.59	5.24	5.08	5.29	6.22
Fe ⁺²	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04
Ca	1.81	1.92	1.56	2.19	1.86	1.49	2.00	1.50	1.81	1.67	1.33	1.22	1.42	2.32
Na	2.00	2.00	2.32	1.74	1.99	2.32	1.90	2.25	2.03	2.14	2.42	2.53	2.35	1.61
K	0.15	0.11	0.16	0.06	0.14	0.16	0.09	0.14	0.11	0.12	0.18	0.22	0.16	0.06
Toplam	19.96	20.01	20.02	19.99	19.98	19.95	19.98	19.90	19.95	19.94	19.93	19.96	19.93	19.99
An % mol.	45.58	47.76	38.53	54.87	46.60	37.52	50.20	38.63	45.90	42.49	33.78	30.68	36.22	58.14
Ab % mol.	50.59	49.62	57.58	43.59	49.95	58.54	47.61	57.73	51.42	54.47	61.65	63.70	59.74	40.32
Or % mol.	3.83	2.62	3.89	1.54	3.45	3.94	2.19	3.64	2.68	3.04	4.57	5.62	4.04	1.53

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 5. Kızılkaya Formasyonu riyodasitlerine ait horblendlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Hornblend													
	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66	BT-66
	Hbl-2-1	Hbl-2-1	Hbl-3-1	Hbl-3-1	Hbl-4-1	Hbl-4-1	Hbl-4-2	Hbl-4-2	Hbl-4-3	Hbl-4-3	Hbl-7-1	Hbl-7-1	Hbl-7-2	Hbl-7-2
	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	46.36	45.91	45.67	44.30	47.14	46.32	46.51	46.31	46.18	45.65	44.43	44.45	45.31	45.31
TiO ₂	1.36	1.43	1.96	2.40	1.34	1.55	1.59	1.55	1.67	1.91	2.42	2.49	1.76	1.76
Al ₂ O ₃	6.93	6.97	9.02	9.15	7.65	7.17	8.47	7.25	7.33	7.76	9.58	9.24	7.88	7.88
FeO(t)	19.27	19.00	14.06	16.68	12.92	17.59	13.83	17.38	17.15	17.64	16.00	16.42	18.86	18.86
MnO	0.87	0.82	0.37	0.40	0.40	0.77	0.46	0.64	0.70	0.70	0.35	0.36	0.56	0.56
MgO	10.72	11.57	13.62	11.84	14.76	11.59	13.69	11.79	11.74	11.48	11.95	11.84	10.98	10.98
CaO	10.84	10.97	11.51	11.10	11.47	11.07	11.31	11.02	11.26	10.97	11.05	11.10	10.84	10.84
Na ₂ O	1.36	1.36	1.90	1.78	1.55	1.48	1.86	1.46	1.47	1.60	1.84	1.97	1.52	1.52
K ₂ O	0.77	0.76	0.50	0.77	0.55	0.78	0.47	0.80	0.84	0.80	0.77	0.75	0.83	0.83
Toplam	98.48	98.79	98.61	98.42	97.78	98.32	98.19	98.20	98.34	98.51	98.39	98.62	98.54	98.54
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.														
Si	6.82	6.70	6.59	6.48	6.78	6.80	6.71	6.79	6.78	6.69	6.49	6.50	6.65	6.65
Ti	0.15	0.16	0.21	0.26	0.14	0.17	0.17	0.17	0.18	0.21	0.27	0.27	0.19	0.19
Al(IV)	1.18	1.20	1.41	1.52	1.22	1.20	1.29	1.21	1.22	1.31	1.51	1.50	1.35	1.35
Al(VI)	0.02	0.00	0.12	0.06	0.08	0.04	0.16	0.04	0.05	0.03	0.14	0.09	0.02	0.02
Fe ⁺³	0.91	1.12	0.69	0.80	0.77	0.77	0.68	0.80	0.68	0.80	0.72	0.68	0.94	0.94
Fe ⁺²	1.46	1.20	1.01	1.24	0.78	1.38	0.99	1.33	1.43	1.36	1.23	1.33	1.37	1.37
Mn	0.11	0.10	0.05	0.05	0.05	0.10	0.06	0.08	0.09	0.09	0.04	0.04	0.07	0.07
Mg	2.35	2.52	2.93	2.58	3.17	2.54	2.95	2.58	2.57	2.51	2.60	2.58	2.40	2.40
Ca	1.71	1.72	1.78	1.74	1.77	1.74	1.75	1.73	1.77	1.72	1.73	1.74	1.71	1.71
Na	0.39	0.38	0.53	0.50	0.43	0.42	0.52	0.42	0.42	0.46	0.52	0.56	0.43	0.43
K	0.14	0.14	0.09	0.14	0.10	0.15	0.09	0.15	0.16	0.15	0.14	0.14	0.16	0.16
Toplam	15.24	15.24	15.41	15.37	15.29	15.31	15.37	15.30	15.35	15.33	15.39	15.43	15.29	15.29
Mg#	0.62	0.68	0.74	0.68	0.80	0.65	0.75	0.66	0.64	0.65	0.68	0.66	0.64	0.64

* Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²). Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı Leake vd., 1997'ye göre yapılmıştır.

Ek Tablo 6. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait plajiyoklasların mikroprob analizleri

Örnek No.	Plajiyoklas													
	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54
	Pl-1-1	Pl-1-2	Pl-1-2	Pl-1-3	Pl-1-3	Pl-2-1	Pl-2-1	Pl-2-2	Pl-2-2	Pl-2-3	Pl-2-3	Pl-3-1	Pl-3-1	Pl-3-2
	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez
SiO ₂	46.61	46.65	51.37	47.12	46.91	47.60	48.74	47.85	50.36	46.87	47.64	48.25	47.18	46.41
Al ₂ O ₃	33.29	33.31	30.02	33.20	32.75	32.30	32.10	32.08	30.79	33.33	32.07	31.85	33.15	33.74
FeO(t)	0.76	0.81	0.79	0.83	0.67	0.73	0.65	0.78	0.80	0.68	0.97	0.80	0.69	0.72
CaO	17.67	17.47	13.66	17.17	16.96	16.86	16.32	16.13	14.54	17.17	16.45	15.90	17.40	17.88
Na ₂ O	1.49	1.52	3.31	1.67	1.76	1.92	2.19	2.03	2.91	1.52	1.58	2.22	1.49	1.27
K ₂ O	0.19	0.21	0.69	0.21	0.26	0.31	0.37	0.34	0.59	0.21	0.72	0.34	0.21	0.18
Toplam	100.01	99.97	99.84	100.20	99.31	99.72	100.37	99.21	99.99	99.78	99.43	99.36	100.12	100.20
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.														
Si	8.61	8.62	9.41	8.68	8.71	8.80	8.93	8.88	9.23	8.66	8.84	8.93	8.69	8.56
Al	7.25	7.25	6.48	7.21	7.17	7.04	6.93	7.01	6.65	7.26	7.02	6.95	7.19	7.33
Fe ⁺²	0.12	0.12	0.12	0.13	0.10	0.11	0.10	0.12	0.12	0.10	0.15	0.12	0.11	0.11
Ca	3.50	3.46	2.68	3.39	3.37	3.34	3.20	3.21	2.85	3.40	3.27	3.15	3.43	3.53
Na	0.53	0.54	1.18	0.60	0.63	0.69	0.78	0.73	1.03	0.55	0.57	0.80	0.53	0.45
K	0.05	0.05	0.16	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.14	0.05	0.17	0.08	0.05	0.04
Toplam	20.06	20.04	20.03	20.06	20.04	20.05	20.03	20.03	20.02	20.02	20.02	20.03	20.00	20.02
An % mol.	85.82	85.37	66.71	83.99	82.93	81.46	78.76	79.83	70.92	85.07	81.58	78.19	85.47	87.70
Ab % mol.	13.06	13.41	29.30	14.82	15.57	16.75	19.10	18.16	25.67	13.66	14.15	19.80	13.28	11.26
Or % mol.	1.12	1.21	4.00	1.20	1.50	1.79	2.14	2.01	3.41	1.26	4.27	2.02	1.25	1.03

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 6 devamı.

Plajiyoklas													
Örnek No.	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54
	Pl-3-2	Pl-4-1	Pl-4-1	Pl-6-1	Pl-7-1	Pl-7-1	Pl-7-2	Pl-7-3	Pl-7-3	Pl-9-1	Pl-9-1	Pl-9-2	Pl-9-2
	kenar	merkez	kenar	merkez	merkez	kenar	merkez	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	47.52	49.16	48.17	47.24	52.18	52.40	47.63	47.69	49.43	47.28	47.64	46.64	48.80
Al ₂ O ₃	32.85	31.80	32.23	32.73	29.25	29.61	32.29	32.82	31.34	33.13	32.55	33.30	31.91
FeO(t)	0.77	0.70	0.68	0.73	0.65	0.67	0.76	0.67	0.71	0.73	0.73	0.72	0.83
CaO	16.94	15.62	16.43	16.93	12.52	13.24	16.61	16.89	15.26	17.10	16.47	17.61	15.65
Na ₂ O	1.71	2.28	2.01	1.73	3.70	3.65	1.86	1.83	2.57	1.61	1.89	1.50	2.33
K ₂ O	0.24	0.41	0.31	0.26	0.86	0.80	0.28	0.25	0.45	0.21	0.27	0.18	0.30
Toplam	100.03	99.97	99.83	99.62	99.16	100.37	99.43	100.15	99.76	100.06	99.55	99.95	99.82
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.													
Si	8.75	9.02	8.88	8.74	9.59	9.53	8.82	8.77	9.09	8.71	8.81	8.62	8.98
Al	7.13	6.88	7.00	7.14	6.33	6.35	7.05	7.11	6.79	7.19	7.09	7.25	6.92
Fe ⁺²	0.12	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.13
Ca	3.34	3.07	3.24	3.36	2.46	2.58	3.30	3.33	3.01	3.37	3.26	3.49	3.08
Na	0.61	0.81	0.72	0.62	1.32	1.29	0.67	0.65	0.92	0.57	0.68	0.54	0.83
K	0.06	0.10	0.07	0.06	0.20	0.18	0.07	0.06	0.11	0.05	0.06	0.04	0.07
Toplam	20.01	19.99	20.01	20.03	20.00	20.03	20.03	20.02	20.03	20.00	20.01	20.05	20.01
An % mol.	83.38	77.21	80.41	83.14	61.88	63.67	81.79	82.35	74.61	84.40	81.48	85.75	77.38
Ab % mol.	15.23	20.37	17.76	15.35	33.08	31.77	16.57	16.17	22.76	14.37	16.93	13.20	20.82
Or % mol.	1.40	2.43	1.82	1.51	5.05	4.56	1.64	1.47	2.63	1.23	1.59	1.06	1.79

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 7. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait sanidinlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Sanidin														
	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54
	Snd-1-1 merkez	Snd-1-2 merkez	Snd-3-1 merkez	Snd-3-2 merkez	Snd-5-1 merkez	Snd-5-2 merkez	Snd-5-3 merkez	Snd-6-1 merkez	Snd-6-2 merkez	Snd-6-3 merkez	Snd-7-1 merkez	Snd-7-2 merkez	Snd-7-3 merkez	Snd-10-1 merkez	Snd-10-2 merkez
SiO ₂	64.60	65.85	65.12	65.57	65.37	65.01	65.09	64.90	64.95	63.56	65.54	64.78	63.78	64.13	65.29
Al ₂ O ₃	19.68	19.40	19.27	19.06	18.76	19.63	18.97	19.09	18.95	19.29	19.04	19.38	19.83	19.51	19.22
FeO(t)	0.37	0.34	0.31	0.36	0.38	0.85	0.34	0.28	0.32	0.31	0.32	0.33	0.37	0.35	0.38
CaO	1.21	0.92	0.81	0.65	0.52	1.34	0.61	0.76	0.62	1.16	0.69	1.03	1.73	1.34	0.80
Na ₂ O	2.96	2.86	2.46	3.26	2.47	3.73	2.65	3.36	3.05	2.58	2.52	3.10	3.03	3.83	2.33
K ₂ O	12.02	11.49	12.62	11.60	13.15	10.84	12.90	11.69	12.21	12.22	12.62	11.78	11.33	10.86	12.35
Toplam	100.84	100.86	100.59	100.50	100.65	101.40	100.56	100.08	100.10	99.12	100.73	100.40	100.07	100.02	100.37
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	11.74	11.88	11.85	11.90	11.92	11.73	11.87	11.85	11.87	11.76	11.90	11.80	11.67	11.72	11.88
Al	4.21	4.13	4.13	4.07	4.03	4.17	4.08	4.11	4.08	4.21	4.07	4.16	4.27	4.20	4.12
Fe ⁺²	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.13	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06
Ca	0.24	0.18	0.16	0.13	0.10	0.26	0.12	0.15	0.12	0.23	0.13	0.20	0.34	0.26	0.16
Na	1.04	1.00	0.87	1.15	0.87	1.30	0.94	1.19	1.08	0.92	0.89	1.09	1.07	1.36	0.82
K	2.78	2.65	2.93	2.68	3.06	2.49	3.00	2.72	2.85	2.88	2.92	2.74	2.64	2.53	2.87
Toplam	20.07	19.89	19.99	19.98	20.04	20.08	20.06	20.06	20.05	20.05	19.96	20.04	20.05	20.12	19.91
An % mol.	5.80	4.64	3.98	3.20	2.52	6.40	2.95	3.67	2.99	5.68	3.40	4.97	8.35	6.30	4.05
Ab % mol.	25.68	26.15	21.94	28.96	21.64	32.13	23.11	29.27	26.72	22.90	22.47	27.14	26.49	32.72	21.37
Or % mol.	68.52	69.21	74.09	67.84	75.84	61.47	73.94	67.06	70.29	71.42	74.14	67.90	65.16	60.98	74.58

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas Snd: Sanidin

Ek Tablo 8. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait klinopiroksenlerin mikroprob analizleri

Klinopiroksen													
Örnek No.	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54
	Kpir-1-2	Kpir-1-1	Kpir-1-1	Kpir-2-1	Kpir-2-2	Kpir-3-1	Kpir-3-1	Kpir-4-1	Kpir-4-2	Kpir-4-3	Kpir-4-4	Kpir-4-5	Kpir-5-1
	merkez	merkez	kenar	merkez	merkez	merkez	kenar	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	51.54	51.34	51.87	51.65	51.48	50.70	51.29	51.55	50.78	51.56	49.80	51.59	51.10
TiO ₂	0.41	0.49	0.43	0.45	0.49	0.51	0.42	0.52	0.52	0.40	0.57	0.44	0.51
Al ₂ O ₃	2.63	2.82	2.20	2.53	2.67	3.24	2.93	2.47	3.25	2.73	4.37	2.55	2.77
FeO(t)	8.92	9.72	8.68	8.83	8.68	9.17	9.03	9.35	8.88	8.99	8.36	9.66	9.31
MnO	0.42	0.39	0.35	0.38	0.34	0.34	0.32	0.34	0.35	0.35	0.23	0.38	0.32
MgO	14.58	14.42	15.10	14.85	14.93	14.39	14.63	14.86	14.14	14.66	14.23	14.81	14.64
CaO	20.97	20.47	21.39	21.63	21.42	21.30	20.95	20.90	21.66	21.52	22.34	20.74	20.93
Na ₂ O	0.26	0.36	0.21	0.27	0.23	0.27	0.24	0.26	0.26	0.29	0.27	0.28	0.30
Toplam	99.73	100.01	100.24	100.59	100.24	99.92	99.81	100.25	99.84	100.50	100.17	100.45	99.88
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.													
Si	1.92	1.91	1.92	1.90	1.90	1.88	1.91	1.91	1.89	1.90	1.84	1.91	1.90
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Al	0.12	0.12	0.10	0.11	0.12	0.14	0.13	0.11	0.14	0.12	0.19	0.11	0.12
Fe ⁺²	0.23	0.24	0.21	0.20	0.20	0.20	0.23	0.23	0.21	0.20	0.14	0.23	0.22
Fe ⁺³	0.04	0.06	0.06	0.08	0.07	0.08	0.05	0.06	0.07	0.07	0.12	0.07	0.07
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.81	0.80	0.83	0.82	0.82	0.80	0.81	0.82	0.78	0.81	0.78	0.82	0.81
Ca	0.84	0.82	0.85	0.85	0.85	0.85	0.83	0.83	0.86	0.85	0.88	0.82	0.83
Na	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99	4.00	4.00	3.99	3.99	4.00	4.00	3.99
Mg#	0.78	0.77	0.80	0.81	0.80	0.80	0.78	0.78	0.79	0.80	0.85	0.78	0.79
Wo	43.49	42.55	43.50	43.97	43.75	43.93	43.32	42.77	44.88	43.97	45.91	42.43	43.10
En	42.07	41.69	42.73	42.02	42.42	41.30	42.10	42.29	40.76	41.68	40.68	42.16	41.94
Fs	14.44	15.76	13.78	14.01	13.84	14.77	14.58	14.93	14.37	14.35	13.41	15.41	14.96

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiyometrik olarak yapılmıştır. Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²+Fe⁺³). Wo: Vollaonit, En: Enstatit, Fs: Ferrosilit

Ek Tablo 8 devamı.

Klinopiroksen												
Örnek No.	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54
	Kpir-5-1	Kpir-5-2	Kpir-5-2	Kpir-6-1	Kpir-6-1	Kpir-6-2	Kpir-6-2	Kpir-6-3	Kpir-8-1	Kpir-8-1	Kpir-10-1	Kpir-10-1
	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	merkez	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	51.47	51.24	50.97	51.82	51.64	51.66	51.60	51.12	51.23	51.25	50.97	50.69
TiO ₂	0.48	0.47	0.58	0.44	0.46	0.47	0.48	0.49	0.53	0.55	0.33	0.58
Al ₂ O ₃	2.79	2.84	3.10	2.42	2.56	2.50	2.53	3.18	2.85	2.69	2.72	3.35
FeO(t)	8.34	9.98	8.75	9.79	8.32	9.38	8.84	8.64	8.44	8.69	8.69	8.38
MnO	0.34	0.36	0.27	0.41	0.27	0.35	0.36	0.33	0.28	0.24	0.34	0.29
MgO	14.86	14.60	14.68	14.80	14.62	14.79	14.69	14.69	14.74	14.59	14.65	14.59
CaO	21.52	20.79	21.34	20.81	22.21	20.86	21.03	21.61	21.78	21.29	21.66	21.73
Na ₂ O	0.28	0.29	0.24	0.28	0.23	0.28	0.29	0.26	0.24	0.22	0.22	0.25
Toplam	100.08	100.57	99.93	100.77	100.31	100.29	99.82	100.32	100.09	99.52	99.58	99.86
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	1.90	1.89	1.89	1.91	1.91	1.91	1.92	1.89	1.90	1.91	1.90	1.88
Ti	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
Al	0.12	0.12	0.14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.14	0.12	0.12	0.12	0.15
Fe ⁺²	0.19	0.23	0.20	0.23	0.20	0.23	0.23	0.19	0.19	0.23	0.19	0.18
Fe ⁺³	0.06	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.08	0.07	0.05	0.08	0.08
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.82	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Ca	0.85	0.82	0.85	0.82	0.88	0.83	0.84	0.86	0.86	0.85	0.86	0.86
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	3.98	3.98	4.01	3.99	4.01	4.00	4.00	4.01	3.99	4.02	4.00	4.01
Mg#	0.81	0.78	0.80	0.78	0.80	0.78	0.78	0.81	0.81	0.78	0.81	0.82
Wo	44.19	42.53	43.91	42.43	45.29	42.78	43.48	44.29	44.57	44.02	44.36	44.73
En	42.45	41.55	42.04	41.98	41.46	42.20	42.26	41.88	41.95	41.96	41.75	41.81
Fs	13.36	15.93	14.05	15.59	13.24	15.02	14.26	13.82	13.47	14.02	13.89	13.46

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır. Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²+Fe⁺³). Wo: Vollaistonit, En: Enstatit, Fs: Ferrosilit

Ek Tablo 9. Çağlayan Formasyonu traki-bazaltlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Fe-Ti Oksit								
	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54	BT-54
	Opak-1-1 merkez	Opak-2-1 merkez	Opak-3-1 merkez	Opak-4-1 merkez	Opak-5-1 merkez	Opak-6-1 merkez	Opak-8-1 merkez	Opak-10-1 merkez	
SiO ₂	0.14	0.13	0.10	0.08	0.11	0.13	0.12	0.19	
TiO ₂	8.91	9.19	9.02	8.84	7.21	8.70	8.82	8.58	
Al ₂ O ₃	4.18	4.21	4.28	4.08	4.70	4.28	4.23	4.14	
Fe ₂ O ₃	48.29	47.25	47.07	47.65	50.25	48.22	47.62	47.76	
FeO	35.54	35.65	35.17	34.73	33.13	34.72	35.18	35.05	
MnO	0.44	0.53	0.47	0.48	0.47	0.41	0.50	0.49	
MgO	2.79	2.71	2.82	2.92	3.09	3.12	2.76	2.57	
CaO	0.07	0.06	0.01	0.02	0.06	0.02	0.00	0.17	
Toplam	100.36	99.73	98.94	98.80	99.02	99.60	99.23	98.95	
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.									
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Ti	0.24	0.25	0.25	0.25	0.20	0.24	0.24	0.24	
Al	0.18	0.18	0.19	0.18	0.20	0.18	0.18	0.18	
Fe ⁺³	1.32	1.30	1.30	1.32	1.39	1.33	1.32	1.33	
Fe ⁺²	1.08	1.09	1.08	1.07	1.02	1.06	1.08	1.08	
Mn	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	
Mg	0.15	0.15	0.15	0.16	0.17	0.17	0.15	0.14	
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Toplam	2.99	2.99	2.98	3.00	2.99	2.99	2.99	3.01	

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiyometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 10. Bozat Plütönu monzögabroyik kayaçlarına ait plajiyoklasların mikroprob analizleri

Örnek No.	Plajiyoklas																
	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1
	Pl-1-1	Pl-1-1	Pl-1-2	Pl-1-2	Pl-1-3	Pl-1-3	Pl-1-4	Pl-1-4	Pl-2-1	Pl-2-1	Pl-5-1	Pl-5-1	Pl-5-3	Pl-6-1	Pl-6-2	Pl-7-2	Pl-7-2
	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	merkez	merkez	kenar	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	46.93	46.72	47.89	51.10	46.79	46.70	46.37	47.90	45.72	55.05	47.88	47.08	47.41	47.26	49.20	46.59	48.17
Al ₂ O ₃	33.30	33.22	32.47	30.33	33.20	33.36	33.59	32.40	33.58	28.13	32.50	33.11	33.03	32.32	31.65	33.88	32.21
FeO(t)	0.68	0.72	0.80	0.75	0.78	0.74	0.69	0.72	0.67	0.52	0.69	0.74	0.71	0.73	0.70	0.68	0.77
CaO	17.31	17.24	16.59	14.16	17.23	17.37	17.58	16.47	17.87	10.85	16.60	17.25	17.03	16.73	15.74	17.67	16.51
Na ₂ O	1.69	1.57	2.09	3.42	1.62	1.47	1.46	2.23	1.29	4.88	1.99	1.68	1.75	1.86	2.45	1.35	2.34
K ₂ O	0.15	0.14	0.21	0.19	0.18	0.14	0.15	0.18	0.13	0.60	0.20	0.19	0.12	0.22	0.33	0.13	0.20
Toplam	100.06	99.61	100.05	99.95	99.80	99.78	99.84	99.90	99.26	100.03	99.86	100.05	100.05	99.12	100.07	100.30	100.20
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																	
Si	8.65	8.65	8.82	9.34	8.65	8.63	8.58	8.83	8.51	9.95	8.82	8.68	8.73	8.79	9.03	8.57	8.86
Al	7.23	7.25	7.05	6.53	7.23	7.27	7.32	7.04	7.37	5.99	7.06	7.20	7.17	7.08	6.84	7.34	6.98
Fe ⁺²	0.10	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.12
Ca	3.42	3.42	3.27	2.77	3.41	3.44	3.48	3.25	3.57	2.10	3.28	3.41	3.36	3.33	3.09	3.48	3.25
Na	0.60	0.56	0.75	1.21	0.58	0.53	0.52	0.80	0.47	1.71	0.71	0.60	0.62	0.67	0.87	0.48	0.83
K	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.14	0.05	0.04	0.03	0.05	0.08	0.03	0.05
Toplam	20.04	20.02	20.06	20.00	20.03	20.01	20.05	20.07	20.05	19.97	20.03	20.04	20.02	20.03	20.02	20.00	20.09
An % mol.	84.24	85.16	80.44	68.84	84.51	85.97	86.17	79.44	87.81	53.21	81.22	84.05	83.76	82.13	76.51	87.20	78.72
Ab % mol.	14.89	14.02	18.35	30.05	14.42	13.20	12.95	19.51	11.46	43.27	17.61	14.85	15.53	16.57	21.59	12.03	20.16
Or % mol.	0.87	0.81	1.20	1.11	1.07	0.83	0.89	1.05	0.73	3.52	1.17	1.10	0.71	1.31	1.90	0.77	1.12

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 10. devamı

Örnek No.	Plajiyoklas																
	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8
	Pl-8-1 kenar	Pl-9-1 merkez	Pl-9-1 kenar	Pl-9-2 merkez	Pl-9-2 kenar	Pl-10-1 merkez	Pl-10-1 kenar	Pl-1-1 merkez	Pl-1-1 kenar	Pl-1-2 kenar	Pl-1-3 kenar	Pl-2-1 merkez	Pl-2-1 kenar	Pl-3-1 kenar	Pl-3-1 merkez	Pl-3-2 merkez	Pl-3-2 kenar
SiO ₂	46.78	47.15	47.17	46.40	49.70	47.71	61.91	52.53	54.46	52.33	53.54	53.18	52.95	54.18	53.62	53.60	54.08
Al ₂ O ₃	33.55	32.83	33.04	33.80	30.80	32.76	23.51	29.83	28.17	29.45	28.80	28.81	28.93	27.87	28.95	28.70	28.54
FeO(t)	0.76	0.82	0.76	0.71	1.10	0.80	0.47	0.72	0.65	0.74	0.69	0.69	0.63	0.64	0.73	0.66	0.58
CaO	17.57	17.15	17.17	17.81	14.87	17.01	5.53	13.06	11.25	12.77	11.95	12.12	12.40	11.05	12.06	12.09	11.78
Na ₂ O	1.50	1.82	1.76	1.41	2.90	1.75	7.97	3.59	4.34	3.67	3.94	3.83	3.83	4.16	4.04	3.94	3.95
K ₂ O	0.15	0.18	0.11	0.17	0.28	0.23	0.95	0.83	1.14	0.78	0.94	1.04	1.00	1.32	0.81	1.11	1.18
Toplam	100.31	99.95	100.01	100.30	99.65	100.26	100.34	100.56	100.01	99.74	99.86	99.67	99.74	99.22	100.21	100.10	100.11
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																	
Si	8.61	8.71	8.70	8.55	9.16	8.77	11.00	9.53	9.89	9.57	9.75	9.71	9.67	9.91	9.73	9.75	9.82
Al	7.28	7.15	7.18	7.34	6.69	7.10	4.93	6.38	6.03	6.34	6.18	6.20	6.23	6.01	6.19	6.15	6.10
Fe ⁺²	0.12	0.13	0.12	0.11	0.17	0.12	0.07	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09
Ca	3.47	3.39	3.39	3.52	2.93	3.35	1.05	2.54	2.19	2.50	2.33	2.37	2.43	2.17	2.34	2.36	2.29
Na	0.53	0.65	0.63	0.50	1.03	0.62	2.75	1.26	1.53	1.30	1.39	1.36	1.36	1.48	1.42	1.39	1.39
K	0.04	0.04	0.03	0.04	0.07	0.05	0.22	0.19	0.26	0.18	0.22	0.24	0.23	0.31	0.19	0.26	0.27
Toplam	20.05	20.07	20.05	20.06	20.05	20.01	20.02	20.01	20.00	20.00	19.97	19.98	20.02	19.98	19.98	20.01	19.96
An % mol.	85.88	82.98	83.78	86.60	72.74	83.17	26.24	63.57	54.98	62.80	59.14	59.74	60.43	54.83	59.32	58.88	57.91
Ab % mol.	13.24	15.97	15.56	12.41	25.64	15.49	68.38	31.63	38.41	32.63	35.33	34.15	33.78	37.35	35.92	34.70	35.20
Or % mol.	0.88	1.05	0.66	0.99	1.62	1.35	5.39	4.80	6.62	4.57	5.53	6.11	5.79	7.82	4.77	6.41	6.89

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 10. devamı

Plajiyoklas																		
Örnek No.	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8
	Pl-3-3	Pl-3-3	Pl-4-1	Pl-5-1	Pl-6-1	Pl-6-1	Pl-6-2	Pl-6-2	Pl-7-1	Pl-7-1	Pl-7-1	Pl-8-1	Pl-8-1	Pl-8-2	Pl-8-2	Pl-8-3	Pl-9-1	Pl-9-1
	merkez	kenar	kenar	merkez	merkez	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	kenar	merkez	kenar	merkez	kenar	kenar	merkez	kenar
SiO ₂	53.34	51.95	52.92	53.57	54.57	53.15	52.32	51.31	49.82	53.62	53.62	53.49	53.44	53.59	53.07	58.63	53.21	53.02
Al ₂ O ₃	28.78	29.17	29.02	28.11	28.02	29.09	29.71	30.38	31.27	28.47	28.57	28.73	29.11	28.70	29.24	25.67	28.56	28.54
FeO(t)	0.64	0.92	0.65	0.64	0.60	0.61	0.75	0.81	0.55	0.55	0.68	0.73	0.61	0.78	0.66	0.52	0.60	0.76
CaO	11.97	12.59	12.46	11.63	11.31	12.06	13.20	13.71	15.07	11.67	11.71	11.80	12.21	12.16	12.44	7.79	12.02	12.14
Na ₂ O	3.87	3.68	3.73	4.08	4.06	3.91	3.65	3.17	2.57	3.97	4.25	4.01	3.87	4.01	3.82	6.08	4.04	3.87
K ₂ O	1.10	0.86	0.95	1.09	1.33	1.04	0.55	0.74	0.51	1.26	1.23	1.16	0.99	1.00	0.88	1.28	1.04	0.92
Toplam	99.71	99.18	99.73	99.12	99.88	99.86	100.19	100.12	99.79	99.53	100.07	99.92	100.24	100.23	100.10	99.97	99.47	99.26
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																		
Si	9.73	9.56	9.66	9.83	9.92	9.69	9.52	9.37	9.14	9.79	9.76	9.74	9.70	9.74	9.65	10.53	9.74	9.72
Al	6.19	6.33	6.24	6.08	6.00	6.25	6.37	6.54	6.76	6.13	6.13	6.17	6.23	6.15	6.27	5.43	6.16	6.17
Fe ⁺²	0.10	0.14	0.10	0.10	0.09	0.09	0.11	0.12	0.08	0.08	0.10	0.11	0.09	0.12	0.10	0.08	0.09	0.12
Ca	2.34	2.48	2.44	2.29	2.20	2.35	2.57	2.68	2.96	2.28	2.28	2.30	2.37	2.37	2.42	1.50	2.36	2.39
Na	1.37	1.31	1.32	1.45	1.43	1.38	1.29	1.12	0.91	1.41	1.50	1.42	1.36	1.41	1.35	2.12	1.43	1.38
K	0.26	0.20	0.22	0.26	0.31	0.24	0.13	0.17	0.12	0.29	0.29	0.27	0.23	0.23	0.20	0.29	0.24	0.22
Toplam	19.99	20.03	19.99	19.99	19.95	20.00	20.00	20.01	19.99	19.99	20.07	20.01	19.98	20.01	19.99	19.96	20.02	19.99
An % mol.	58.99	62.08	61.26	57.27	55.89	59.18	64.48	67.46	74.13	57.34	56.11	57.73	59.87	59.04	60.99	38.35	58.42	59.96
Ab % mol.	34.54	32.88	33.20	36.34	36.28	34.73	32.29	28.20	22.88	35.30	36.87	35.54	34.32	35.19	33.89	54.13	35.57	34.61
Or % mol.	6.47	5.04	5.54	6.39	7.82	6.09	3.23	4.34	3.00	7.36	7.02	6.74	5.80	5.76	5.12	7.52	6.01	5.44

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas.

Ek Tablo 11. Bozat Plütönu monzogabroyik kayaçlarına ait ortoklasların mikroprob analizleri

Örnek No.	Ortoklas																
	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1
	K.F.-1-1	K.F.-1-2	K.F.-1-3	K.F.-2-1	K.F.-3-1	K.F.-4-1	K.F.-4-2	K.F.-5-1	K.F.-5-2	K.F.-5-3	K.F.-7-1	K.F.-8-1	K.F.-9-1	K.F.-9-2	K.F.-9-3	K.F.10-1	K.F.-1-1
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	65.56	65.33	66.18	65.80	65.60	65.65	65.79	65.12	65.50	65.81	65.46	66.33	65.08	65.50	65.59	65.20	65.42
Al ₂ O ₃	19.21	19.01	19.08	19.20	19.21	19.35	19.16	19.04	19.20	19.45	19.04	19.16	19.35	19.23	19.02	19.40	19.08
FeO(t)	0.23	0.17	0.18	0.25	0.20	0.23	0.24	0.14	0.21	0.23	0.21	0.24	0.25	0.17	0.24	0.22	0.20
CaO	0.76	0.54	0.74	0.68	0.76	0.73	0.77	0.66	0.68	0.69	0.68	0.62	0.53	0.83	0.78	0.73	0.72
Na ₂ O	4.09	3.95	4.34	3.88	4.23	3.82	4.14	4.16	4.17	4.02	4.10	3.12	3.35	3.96	4.12	3.95	3.70
K ₂ O	10.69	11.14	10.32	11.05	10.31	10.42	10.70	10.46	10.74	10.58	10.74	11.15	11.04	10.69	10.16	10.88	11.66
Toplam	100.54	100.13	100.84	100.87	100.31	100.20	100.80	99.57	100.51	100.77	100.23	100.62	99.60	100.39	99.92	100.39	100.78
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																	
Si	11.86	11.88	11.91	11.88	11.87	11.88	11.87	11.88	11.86	11.86	11.88	11.96	11.87	11.86	11.90	11.82	11.86
Al	4.10	4.08	4.05	4.08	4.10	4.13	4.08	4.09	4.10	4.13	4.07	4.07	4.16	4.10	4.07	4.15	4.08
Fe ⁺²	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
Ca	0.15	0.10	0.14	0.13	0.15	0.14	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.10	0.16	0.15	0.14	0.14
Na	1.44	1.39	1.52	1.36	1.48	1.34	1.45	1.47	1.46	1.40	1.44	1.09	1.19	1.39	1.45	1.39	1.30
K	2.47	2.58	2.37	2.54	2.38	2.41	2.46	2.43	2.48	2.43	2.49	2.56	2.57	2.47	2.35	2.52	2.70
Toplam	20.04	20.07	20.01	20.03	20.01	19.93	20.05	20.03	20.06	19.99	20.05	19.84	19.93	20.02	19.96	20.06	20.10
An % mol.	3.64	2.56	3.53	3.27	3.67	3.64	3.66	3.17	3.23	3.35	3.26	3.18	2.67	4.00	3.83	3.50	3.39
Ab % mol.	35.45	34.11	37.64	33.67	36.98	34.47	35.67	36.50	35.89	35.37	35.54	28.91	30.72	34.60	36.64	34.33	31.42
Or % mol.	60.91	63.33	58.82	63.07	59.36	61.89	60.67	60.33	60.88	61.29	61.20	67.92	66.61	61.40	59.53	62.17	65.19

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, K.F.: K-Feldispat

Ek Tablo 11. devamı

Örnek No.	Ortoklas																
	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8
	K.F.-2-1	K.F.-3-1	K.F.-3-2	K.F.-4-1	K.F.-5-1	K.F.-6-1	K.F.-7-1	K.F.-8-1	K.F.-9-1	K.F.-1-1	K.F.-2-1	K.F.-3-1	K.F.-5-1	K.F.-6-1	K.F.-6-2	K.F.-7-1	K.F.-9-1
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	65.80	66.13	65.30	65.69	66.00	65.34	65.23	65.66	66.94	65.24	65.17	64.48	65.01	65.48	65.47	65.46	65.17
Al ₂ O ₃	18.94	19.32	19.15	19.00	19.11	19.23	19.02	19.03	18.94	18.94	18.85	19.05	18.89	18.91	19.14	19.08	18.86
FeO(t)	0.02	0.22	0.21	0.21	0.18	0.24	0.19	0.21	0.26	0.22	0.20	0.27	0.24	0.22	0.34	0.23	0.21
CaO	0.36	0.65	0.69	0.71	0.64	0.72	0.59	0.56	0.44	0.52	0.59	0.64	0.60	0.48	0.62	0.74	0.54
Na ₂ O	3.65	3.11	3.58	3.77	3.99	3.61	3.43	3.26	2.98	2.95	2.81	2.94	2.86	2.75	2.58	2.91	2.73
K ₂ O	11.60	11.17	11.56	11.48	11.16	10.85	11.64	11.80	11.34	12.68	12.68	12.19	12.52	12.12	12.15	12.46	13.08
Toplam	100.37	100.60	100.50	100.86	101.08	99.99	100.09	100.51	100.91	100.56	100.30	99.58	100.12	99.96	100.30	100.89	100.58
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																	
Si	11.93	11.93	11.86	11.89	11.89	11.88	11.89	11.91	12.02	11.89	11.90	11.85	11.89	11.94	11.91	11.87	11.89
Al	4.05	4.11	4.10	4.05	4.06	4.12	4.08	4.07	4.01	4.07	4.06	4.13	4.07	4.06	4.10	4.08	4.05
Fe ⁺²	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03	0.03
Ca	0.07	0.13	0.13	0.14	0.12	0.14	0.11	0.11	0.09	0.10	0.11	0.13	0.12	0.09	0.12	0.14	0.11
Na	1.28	1.09	1.26	1.32	1.39	1.27	1.21	1.15	1.04	1.04	1.00	1.05	1.01	0.97	0.91	1.02	0.96
K	2.68	2.57	2.68	2.65	2.56	2.52	2.71	2.73	2.60	2.95	2.95	2.86	2.92	2.82	2.82	2.88	3.04
Toplam	20.02	19.85	20.06	20.08	20.06	19.96	20.03	19.99	19.79	20.07	20.05	20.04	20.04	19.92	19.91	20.04	20.09
An % mol.	1.73	3.32	3.29	3.34	3.02	3.56	2.84	2.73	2.29	2.48	2.82	3.14	2.89	2.42	3.13	3.56	2.57
Ab % mol.	31.79	28.76	30.97	32.18	34.12	32.41	30.03	28.77	27.92	25.44	24.51	26.00	25.04	25.01	23.66	25.26	23.44
Or % mol.	66.47	67.92	65.73	64.48	62.86	64.03	67.13	68.50	69.79	72.08	72.67	70.86	72.07	72.57	73.21	71.18	73.99

* Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Ort: Ortoklas, K.F.: K-Feldispat

Ek Tablo 12. Bozat Plütönu monzogabroyik kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mikroprob analizleri

Klinopiroksen											
Örnek No.	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4
	Kpir-1-1	Kpir-3-1	Kpir-3-2	Kpir-3-3	Kpir-8-1	Kpir-1-1	Kpir-1-2	Kpir-1-3	Kpir-2-1	Kpir-2-2	Kpir-2-3
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	50.81	51.02	51.39	51.46	51.54	51.42	51.26	51.40	51.74	51.33	51.34
TiO ₂	0.58	0.42	0.37	0.40	0.39	0.40	0.40	0.42	0.43	0.41	0.42
Al ₂ O ₃	3.40	3.38	3.12	2.83	2.40	2.86	2.47	2.26	2.60	2.59	2.61
FeO(t)	8.16	8.03	7.89	7.98	7.77	10.13	10.32	10.41	10.74	10.56	10.78
MnO	0.33	0.26	0.26	0.29	0.31	0.32	0.42	0.40	0.43	0.37	0.39
MgO	14.92	14.72	15.08	15.16	15.40	14.61	14.61	14.56	14.75	14.61	14.61
CaO	21.78	21.95	22.00	21.82	21.60	20.54	20.38	19.93	19.36	19.92	19.82
Na ₂ O	0.28	0.27	0.29	0.25	0.21	0.26	0.29	0.32	0.28	0.26	0.27
Toplam	100.26	100.06	100.39	100.19	99.62	100.52	100.13	99.70	100.34	100.05	100.24
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.											
Si	1.87	1.89	1.89	1.90	1.91	1.90	1.91	1.92	1.92	1.91	1.91
Ti	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.15	0.15	0.14	0.12	0.10	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11
Fe ⁺²	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.25	0.24	0.26	0.29	0.27	0.27
Fe ⁺³	0.09	0.08	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.06	0.04	0.06	0.07
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.82	0.81	0.83	0.83	0.85	0.81	0.81	0.81	0.82	0.81	0.81
Ca	0.86	0.87	0.87	0.86	0.86	0.81	0.81	0.80	0.77	0.79	0.79
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Mg#	0.77	0.77	0.77	0.77	0.78	0.72	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71
Wo	44.53	45.07	44.77	44.40	44.00	42.11	41.79	41.25	40.11	41.09	40.80
En	42.45	42.06	42.70	42.92	43.64	41.68	41.69	41.92	42.53	41.91	41.87
Fs	13.02	12.87	12.53	12.68	12.36	16.21	16.52	16.82	17.36	17.00	17.33

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır. Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²+Fe⁺³). Wo: Vollaştonit, En: Enstatit, Fs: Ferrosilit

Ek Tablo 12. devamı

Klinopiroksen											
Örnek No.	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4
	Kpir-3-1	Kpir-3-2	Kpir-4-1	Kpir-4-2	Kpir-5-1	Kpir-6-1	Kpir-7-1	Kpir-7-1	Kpir-8-1	Kpir-9-1	Kpir-9-2
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	51.87	51.36	51.60	51.82	51.60	51.50	51.76	51.83	51.26	51.16	51.36
TiO ₂	0.48	0.42	0.54	0.37	0.41	0.44	0.33	0.44	0.40	0.39	0.44
Al ₂ O ₃	2.50	2.44	2.50	2.42	2.34	2.70	2.58	2.22	2.73	3.44	2.37
FeO(t)	9.94	10.87	10.35	10.44	10.46	9.51	9.65	9.67	9.75	8.42	9.70
MnO	0.44	0.39	0.40	0.38	0.41	0.43	0.46	0.53	0.40	0.28	0.39
MgO	14.81	14.56	14.50	14.63	14.76	14.81	14.71	14.92	14.57	14.94	15.03
CaO	20.50	19.91	20.18	20.33	20.10	20.77	20.48	20.22	20.63	21.29	20.54
Na ₂ O	0.30	0.29	0.30	0.28	0.30	0.27	0.29	0.25	0.30	0.31	0.26
Toplam	100.85	100.24	100.37	100.66	100.37	100.43	100.26	100.07	100.05	100.22	100.09
Formül 6 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.											
Si	1.91	1.91	1.92	1.92	1.91	1.90	1.92	1.92	1.90	1.89	1.90
Ti	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.10
Fe ⁺²	0.24	0.27	0.27	0.26	0.25	0.22	0.25	0.25	0.23	0.18	0.22
Fe ⁺³	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg	0.81	0.81	0.80	0.81	0.82	0.82	0.81	0.83	0.81	0.82	0.83
Ca	0.81	0.79	0.80	0.81	0.80	0.82	0.81	0.80	0.82	0.84	0.82
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Mg#	0.73	0.70	0.71	0.71	0.72	0.74	0.73	0.73	0.73	0.76	0.73
Wo	41.94	40.92	41.67	41.63	41.19	42.57	42.25	41.66	42.53	43.77	41.89
En	42.18	41.64	41.65	41.68	42.09	42.22	42.23	42.79	41.78	42.72	42.67
Fs	15.87	17.44	16.68	16.69	16.73	15.21	15.53	15.55	15.69	13.50	15.45

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiometrik olarak yapılmıştır. Mg# (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²+Fe⁺³). Wo: Vollaştonit, En: Enstatit, Fs: Ferrosilit

Ek Tablo 13. Bozat Plütönu monzogabroyik kayaçlarına ait biyotitlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Biyotit							
	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1
	Bi-4-1	Bi-6-1	Bi-6-2	Bi-6-3	Bi-7-1	Bi-7-2	Bi-7-3	Bi-10-1
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	39.11	39.37	39.72	38.55	39.99	39.33	38.94	38.81
TiO ₂	4.26	4.10	3.67	3.91	3.54	4.76	4.60	3.82
Al ₂ O ₃	11.98	12.32	11.63	12.71	12.09	12.55	12.44	12.09
FeO(t)	12.97	12.87	14.85	14.65	14.11	13.84	13.21	13.50
MnO	0.14	0.09	0.16	0.18	0.15	0.17	0.17	0.12
MgO	17.12	17.22	16.20	16.30	16.08	15.43	16.28	16.81
K ₂ O	9.40	9.59	9.39	8.54	9.24	9.40	9.49	9.43
Toplam	94.98	95.57	95.63	94.85	95.20	95.47	95.13	94.58
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	2.98	2.98	3.03	2.96	3.06	3.01	2.98	2.97
Ti	0.24	0.23	0.21	0.23	0.20	0.27	0.26	0.22
Al ^{IV}	0.77	0.79	0.76	0.81	0.74	0.71	0.76	0.81
Al ^{VI}	0.30	0.31	0.29	0.34	0.35	0.42	0.36	0.29
Fe ⁺²	0.83	0.81	0.95	0.94	0.90	0.89	0.84	0.86
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.95	1.94	1.84	1.87	1.83	1.76	1.86	1.92
K	0.91	0.93	0.91	0.84	0.90	0.92	0.93	0.92
Toplam	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
X _{annit}	0.27	0.26	0.31	0.30	0.29	0.29	0.27	0.28
X _{flogopit}	0.63	0.63	0.60	0.59	0.59	0.57	0.60	0.62
Mg#	0.70	0.70	0.66	0.66	0.67	0.67	0.69	0.69

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

Ek Tablo 14. Bozat Plütönu monzogabroyik kayaçlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analizleri

Örnek No.	Fe-Ti Oksit											
	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-1	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4
	Opak-1-1	Opak-3-1	Opak-5-1	Opak-6-1	Opak-8-1	Opak-9-1	Opak-10-1	Opak-1-1	Opak-2-1	Opak-3-1	Opak-4-1	Opak-5-1
	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez	merkez
SiO ₂	1.66	0.15	1.91	2.55	1.42	2.50	2.90	0.86	1.16	1.05	2.42	5.13
TiO ₂	10.75	11.20	14.12	13.00	11.45	12.58	16.93	8.84	8.11	8.05	8.36	8.49
Al ₂ O ₃	0.31	2.44	0.29	0.34	0.33	0.31	0.50	0.12	1.31	0.36	0.31	0.73
Fe ₂ O ₃	43.65	44.28	36.32	37.36	43.30	38.95	27.08	49.30	50.30	50.23	47.21	40.38
FeO	41.42	37.97	45.09	44.73	41.53	44.74	48.32	39.44	39.36	39.13	39.81	40.23
MnO	1.06	4.12	0.63	0.50	1.65	0.66	0.39	0.22	0.58	0.12	0.08	0.19
MgO	0.08	0.00	0.07	0.07	0.04	0.07	0.10	0.04	0.12	0.00	0.04	0.02
CaO	0.41	0.02	0.51	0.91	0.34	0.64	0.83	0.40	0.62	0.46	1.82	4.52
Toplam	99.34	100.18	98.93	99.45	100.06	100.45	97.05	99.24	101.57	99.40	100.04	99.69
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	0.06	0.01	0.07	0.10	0.05	0.09	0.11	0.03	0.04	0.04	0.09	0.19
Ti	0.31	0.32	0.40	0.37	0.32	0.35	0.49	0.25	0.23	0.23	0.24	0.24
Al	0.01	0.11	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.06	0.02	0.01	0.03
Fe ⁺³	1.25	1.25	1.04	1.06	1.23	1.09	0.78	1.42	1.40	1.44	1.33	1.12
Fe ⁺²	1.31	1.19	1.43	1.41	1.31	1.40	1.55	1.26	1.22	1.25	1.25	1.24
Mn	0.03	0.13	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.00	0.02	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.07	0.18
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiyometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 14. devamı

Örnek No.	Fe-Ti Oksit											
	BT-4	BT-4	BT-4	BT-4	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8	BT-8
	Opak-6-1 merkez	Opak-7-1 merkez	Opak-8-1 merkez	Opak-9-1 merkez	Opak-1-1 merkez	Opak-3-1 merkez	Opak-4-1 merkez	Opak-5-1 merkez	Opak-6-1 merkez	Opak-7-1 merkez	Opak-8-1 merkez	Opak-9-1 merkez
SiO ₂	4.78	0.13	4.03	2.70	2.63	0.17	0.50	0.99	1.22	1.32	0.26	0.72
TiO ₂	8.87	8.41	13.86	10.55	9.53	10.56	9.81	8.33	11.44	6.69	11.61	9.15
Al ₂ O ₃	0.84	3.85	0.72	0.45	1.42	3.30	3.12	0.15	0.14	1.19	3.52	1.36
Fe ₂ O ₃	39.86	47.46	31.84	41.11	43.11	43.63	44.23	50.06	42.96	51.30	41.13	47.26
FeO	40.32	37.07	44.85	41.13	40.89	41.17	40.93	39.80	42.66	38.97	42.41	40.23
MnO	0.15	1.21	0.07	0.22	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
MgO	0.00	0.66	0.03	0.02	1.50	0.09	0.01	0.01	0.04	0.03	0.03	0.05
CaO	4.26	0.04	3.46	2.24	0.22	0.03	0.02	0.13	0.17	0.02	0.05	0.10
Toplam	99.07	98.82	98.86	98.43	99.29	98.96	98.63	99.48	98.64	99.60	99.01	98.86
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	0.18	0.00	0.15	0.10	0.10	0.01	0.02	0.04	0.05	0.05	0.01	0.03
Ti	0.25	0.24	0.39	0.30	0.27	0.30	0.28	0.24	0.33	0.19	0.33	0.26
Al	0.04	0.17	0.03	0.02	0.06	0.15	0.14	0.01	0.01	0.05	0.16	0.06
Fe ⁺³	1.11	1.34	0.89	1.17	1.21	1.24	1.26	1.44	1.24	1.46	1.16	1.36
Fe ⁺²	1.25	1.17	1.40	1.30	1.27	1.30	1.30	1.27	1.37	1.24	1.34	1.28
Mn	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.04	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.17	0.00	0.14	0.09	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

* Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı stokiyometrik olarak yapılmıştır.

Ek Tablo 15. Bozat Plütönu örneğlerinin tüm-kaya ana (%), iz (ppm), nadir toprak element (ppm) analizleri.

Örnek No:	Saptama Limitleri	Kızılıkaya Form.		Çağlayan Form.		Bozat Plütönu (Monzogabro)			
		BT-66	BT-69	BT-51	BT-54	BT-1	BT-4	BT-8	BT-11
SiO ₂	0.01	67.43	64.5	48.8	52.59	51.46	51.61	52.9	51.86
TiO ₂	0.01	0.2	0.19	0.62	0.64	0.61	0.7	0.64	0.64
Al ₂ O ₃	0.01	13.3	11.88	17.91	18.03	19.41	16.71	16.3	15.04
Fe ₂ O ₃ (t)	0.04	1.94	2.62	7.81	8.1	6.61	8.53	7.65	8.26
MnO	0.01	0.04	0.23	0.15	0.1	0.16	0.14	0.13	0.15
MgO	0.01	0.49	2.38	3.19	3.4	2.7	4.47	3.44	5.52
CaO	0.01	2.5	4.67	7.77	7.62	7.48	5.72	6.99	7.17
Na ₂ O	0.01	2.42	1.65	2.46	2.64	3.02	3.23	2.12	3.14
K ₂ O	0.01	3.8	3.89	4.31	4.69	3.91	4.47	4.43	4.19
P ₂ O ₅	0.01	0.04	0.04	0.36	0.35	0.37	0.32	0.31	0.27
A.K.	-	7.7	7.8	6.3	1.6	4	3.8	4.8	3.4
Toplam	-	99.86	99.85	99.68	99.76	99.73	99.70	99.72	99.64
Zr	0.1	148.8	116.2	113	119	104.9	124.8	140	113.1
Y	0.1	14.6	22.3	20.2	20.2	19.6	19.4	19.4	21
Sr	0.5	380.6	143.3	427.9	623.8	593.4	486.6	504	573.5
Rb	0.1	113.6	116.1	152.6	166.6	126.6	150.5	137	137.1
Th	0.2	16.5	14	14.6	14.8	9	13.5	14.9	9.7
Ta	0.1	0.9	0.7	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
Sc	1.0	2	3	17	17	13	21	19	25
V	8.0	11	27	209	204	169	245	207	223
Pb	0.1	1.9	9.3	4.8	5.2	5	4.2	8.4	15.3
Ni	0.1	0.5	0.8	8.5	8.1	4.7	11.9	12	17.7
Co	0.1	1.8	4.7	23.5	19.1	16.2	24.7	20.5	28.2
Cr	20	20	20	30	30	20	30	30	120
Cs	0.1	23.9	4.4	1.9	1.5	1.2	1.8	4.6	0.6
Ba	1.0	343	372	850	842	820	836	766	779
Nb	0.1	8.7	8.4	7.6	7.8	7.1	6.9	7.6	5.9
Hf	0.1	4.2	3.1	3.3	3.4	2.6	3.1	3.5	2.9
La	0.1	36.6	29.5	31.7	31.9	28.3	28.2	29.8	27.1
Ce	0.1	55.5	42.6	56.1	55.3	47.4	51.5	54.3	48.4
Pr	0.02	5.47	4.21	6.56	6.79	5.89	6.03	6.34	5.79
Nd	0.3	16.7	14.4	26.3	25.3	21.4	24.1	24.2	21.9
Sm	0.05	2.6	2.46	4.81	5.01	4.61	4.74	4.74	4.56
Eu	0.02	0.5	0.51	1.18	1.26	1.13	1.06	1.1	1.15
Gd	0.05	2.22	2.72	4.36	4.63	4.09	4.14	4.23	4.28
Tb	0.01	0.36	0.46	0.65	0.64	0.61	0.62	0.61	0.67
Dy	0.05	2.15	3.08	3.5	3.63	3.28	3.39	3.49	3.88
Ho	0.02	0.48	0.68	0.75	0.73	0.71	0.69	0.74	0.78
Er	0.03	1.5	2.19	2.15	2.13	2.01	2.04	1.98	2.19
Tm	0.01	0.25	0.32	0.3	0.32	0.3	0.3	0.31	0.32
Yb	0.05	1.8	2.29	2.06	1.93	1.99	2.01	1.97	2.18
Lu	0.01	0.29	0.36	0.32	0.31	0.3	0.34	0.31	0.32
Eu _N /Eu*	-	0.64	0.60	0.79	0.80	0.80	0.73	0.75	0.80
La _N /Lu _N	-	13.10	8.51	10.28	10.68	9.79	8.61	9.98	8.79
La _N /Yb _N	-	13.74	8.71	10.40	11.17	9.61	9.48	10.22	8.40
Mg#	-	17.88	43.92	27.34	28.10	26.05	31.12	27.94	36.56

Fe₂O₃(t), Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. Eu* = $\sqrt{(\text{Sm}_N * \text{Gd}_N)}$. Mg # = $100 * \text{molar MgO} / (\text{MgO} + \text{FeO})$.

A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşe KURT 30.04.1991 tarihinde Trabzon'da doğdu. Lise öğrenimini 2005 yılında Çaykara Çok Programlı Lisesi'ni bitirdikten sonra 2009 yılında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne başladı ve 2014 yılında mezun oldu. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Mineraloji-Petrografi Bilim dalında Yüksek Lisans programına başladı. İngilizce bilmektedir.

