

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TİREBOLU-DOĞANKENT-ÇANAKÇI (GİRESUN, KD TÜRKİYE)
YÖRELERİNDEKİ GEÇ KRETASE VOLKANİTLERİNİN ZİRKON
JEOKRONOLOJİSİ VE PETROLOJİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Simge OĞUZ

**HAZİRAN 2016
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**

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

Jüri Üyeleri

Başkan :

Üye :

Üye :

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Tirebolu-Doğankent-Çanakçı (Giresun, KD Türkiye) Yörelerindeki Geç Kretase volkanitlerinin zirkon jeokronolojisi ve petrolojisi” isimli bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış ve 112Y365 nolu TÜBİTAK Projesi bütçesinden yararlanılmıştır.

Bu tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Faruk AYDİN’a sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

Bu tez çalışması kapsamında birbirimize destek olduğumuz arkadaşım Jeoloji Mühendisi Rasim BAŞER’e, arazi çalışmalarındaki yardım ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Raif KANDEMİR, Doç. Dr. Abdurrahman DOKUZ, Doç. Dr. Fuat ERKÜL ve Doç. Dr. Özgür KARAOĞLU ile Jeoloji Mühendisi Bekir İLHAN’a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca mineral kimyası analizlerinin gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi süreçlerinde katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. İbrahim UYSAL’a çok teşekkür ederim. Bölümümüzün özellikle ince kesit ve örnek hazırlama laboratuvarlarını kullanmada gösterdiği anlayış ve kolaylıklar için bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Cüneyt ŞEN hocama teşekkürlerimi sunarım. Jeokronolojik amaçlı örneklerin araziden alınması ve bu örneklerin laboratuvarında analize hazırlanması aşamasında verdiği katkı ve destekler için Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı sayın Prof. Dr. Orhan KARSLI hocama özellikle teşekkür ederim.

Üniversite lisans ve lisansüstü eğitimim boyunca birbirimizden uzakta olmamıza rağmen bu uzaklığı bana hissettirmeyen aileme, maddi ve manevi tüm katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım.

Simge OĞUZ

Trabzon 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tirebolu-Doğankent-Çanakçı (Giresun, KD Türkiye) Yörelerindeki Geç Kretase volkanitlerinin zirkon jeokronolojisi ve petrolojisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Faruk AYDİN’in sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili lâboratuarlarda 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. 16/06/2016

Simge OĞUZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Sakarya Zonu Doğusu'nun Jeoloji ve Stratigrafisi	1
1.2. Önceki Çalışmalar	6
1.2.1. Bölgede Üst Kretase Dönemi İle İlişkili Yapılan Çalışmalar.....	6
1.3. Çalışmanın Amacı	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Materyal ve Yöntemler	13
2.1.1. Arazi Çalışmaları	13
2.1.2. Lâboratuvar Çalışmaları	14
2.1.2.1. Mikroskopik İncelemeler.....	14
2.1.2.2. Kimyasal Analizler	15
2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Ana Oksit, İz Element ve Lantan Grubu Element Analizleri	15
2.1.2.2.2. Mineral Kimyası Analizleri	15
2.1.2.2.3. Tüm Kayaç Sr-Nd-Pb İzotop Analizleri	16
2.1.2.2.4. Jeokronolojik Analizler	16
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	17
3. BULGULAR	18
3.1. Giriş	18
3.2. Jeoloji, Volkanostratigrafi ve U-Pb Zirkon Jeokronolojisi	18
3.2.1. Çatak Formasyonu	21
3.2.2. Kızılkaya Formasyonu.....	22
3.2.3. Çağlayan Formasyonu	27

3.2.4.	Tirebolu Formasyonu	30
3.3.	Mineraloji ve Petrografi.....	33
3.4.	Mineral Kimyası	39
3.4.1.	Feldispat.....	40
3.4.2.	Piroksen	47
3.4.3.	Amfibol.....	49
3.4.4.	Biyotit	50
3.4.5.	Fe-Ti Oksit.....	51
3.5.	Tüm Kayaç Jeokimyası	52
3.5.1.	Silikaya Karşı Ana ve İz Element Değişimleri.....	61
3.5.2.	Tüm Kayaç İz Element ve Lantan Grubu Element (LGE) Jeokimyası	62
3.5.3.	Tüm Kayaç Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası	64
4.	TARTIŞMA.....	68
4.1.	İncelenen Volkanitlerin Petrolojisi ve Petrojenezi	68
4.2.	Jeotermobarometre ve Volkanitlerin Kristallenme Şartları	75
4.3.	Tektonik Ortam.....	78
4.3.1.	Mafik Volkanik Kayaçlar	78
4.3.2.	Felsik Volkanik Kayaçlar	81
5.	SONUÇLAR.....	84
6.	KAYNAKLAR	86
7.	EKLER	97

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TİREBOLU-DOĞANKENT-ÇANAKÇI (GİRESUN, KD TÜRKİYE) YÖRELERİNDEKİ GEÇ KRETASE VOLKANİTLERİNİN ZİRKON JEOKRONOLOJİSİ VE PETROLOJİSİ

Simge OĞUZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Faruk AYDİN
2016, 96 Sayfa, 19 Ek Sayfa

Sakarya Zonu Doğusu'ndaki (KD Türkiye) Üst Kretase periyodu iki farklı dönemde meydana gelen yoğun volkanik faaliyetlerle temsil edilir ve bu faaliyetler her bir dönem içinde genellikle birbirini takip eden mafik ve felsik ürünlerden oluşur. İlk volkanik fazın alt seviyelerindeki mafik kayaç serileri için herhangi bir jeokronolojik veri olmamasına rağmen, onların yaşı birçok paleontolojik veriye göre Turoniyen olarak kabul edilmiştir. Bu zamana kadar yapılan çalışmalar ile, volkanik istifin ilk felsik kayaç serilerinden elde edilen U-Pb zirkon yaşları ilk felsik serinin oluşum zamanının Koniasiyen-Erken Santoniyen olduğunu gösterir. İkinci volkanik evrenin mafik ve felsik kayaçlarından elde edilen yaşlar bunların Erken-Orta Kampaniyen sürecinde olduğunu gösterir. İnceleme konusu mafik ve felsik volkanik kayaçlar çoğunlukla toleyitikten kalk-alkaliye değişen geçişli jeokimyasal bir karaktere sahiptirler ve tipik yay gerisi jeokimyaya işaret ederler. Sr-Nd-Pb izotopik bileşimler dikkate alındığında, mafik ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7051-0.7075$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5125-0.5128$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.54-18.64$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.57-15.66$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.42-38.75$) ve felsik volkanitlerin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7048-0.7074$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5122-0.5129$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.59-18.85$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.37-15.66$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.67-39.94$) hem kendi içinde hem de bölgedeki aynı yaşlı ve yitim ilişkili, I-tip kalk-alkalen granitoidlerle önemli farklılıklar içerdiği gözlenmiştir. Tüketilmiş ve sonrasında metazomatizmaya uğramış bir manto mafik kayaçlar için fraksiyonel kristallenme ve kısmen kabuksal kontaminasyona uğramış manto ve alt kabuk türevli, mafik-ortaç ergiyikler ise felsik kayaçlar için kaynak olarak düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: KD Türkiye, Geç Kretase, volkanizma, zirkon U-Pb yaşı, jeokimya

Master Thesis

SUMMARY

ZIRCON GEOCHRONOLOGY AND PETROLOGY OF CRETACEOUS VOLCANICS IN THE
TİREBOLU-DOĞANKENT-ÇANAKÇI AREA (GİRESUN, NE-TURKEY)

Simge OĞUZ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Faruk AYDİN
2016, 96 Pages, 19 Pages Appendix

The Late Cretaceous time in the Eastern Sakarya Zone (NE, Turkey) is represented by intensive volcanic activities that occurred in two different periods, which generally consist of alternation of mafic (basaltic to andesitic) and felsic rocks series (dacitic and rhyolitic) within each period. Although there is no geochronological data for the mafic rock series of the first volcanic period, their each is known as Turonian in terms of paleontological data. U-Pb zircon dating from the first cycle of felsic rocks of the volcanic sequence yielded ages ranging from Coniacian to Early Santonian. U-Pb zircon dating for the second cycle of mafic and felsic rocks of the volcanic sequence yielded ages varying from Early to Middle Campanian. The studied mafic and felsic volcanic rocks have mostly transitional geochemical character changing from tholeiitic to calc-alkaline with typical arc signatures. Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the studied mafic ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7051-0.7075$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5125-0.5128$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.54-18.64$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.57-15.66$ and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.42-38.75$) and felsic volcanites ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7048-0.7074$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5122-0.5129$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.59-18.85$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.37-15.66$ and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.67-39.94$) are different from those of subduction related I-type calc-alkaline granitoids of the same age in the region. Formerly depleted and then metasomatized mantle which was enriched by fluids and lower crust-derived differentiated mafic-intermediate mantle which experienced considerable fractional crystallization and low degree of crustal assimilation are suggested to be the parent melt of the felsic rocks.

Key Words: NE Turkey, Late Cretaceous, volcanism, zircon U-Pb dating, geochemistry.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Proje çalışma sahalarının global (a) ve bölgesel (b) ölçekte konumunu ve KD Türkiye'deki (Doğu Pontidler) Üst Kretase-Eosen plütonları ve volkano-sedimanterleri ile Tersiyer volkanitlerinin dağılımını gösterir basitleştirilmiş jeolojik harita	2
Şekil 2.	Sakarya Zonu Doğusu'nun (Doğu Pontidlerin) genelleştirilmiş stratigrafik kesiti ve bu kesit içinde tezin konusu olan Üst Kretase birimlerinin konumu ve genel özellikleri	5
Şekil 3.	Çalışma sahasını ve kapsadığı paftaları gösterir harita.....	18
Şekil 4.	İnceleme alanının jeoloji haritası ve A-A' jeolojik enine kesiti.....	19
Şekil 5.	İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit	20
Şekil 6.	Çatak Formasyonuna ait kayaçların arazi görünüşleri	23
Şekil 7.	Kızılkaya Formasyonuna ait kayaçların arazi görünüşleri.....	24
Şekil 8.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gg31) Kızılkaya Formasyonuna ait zirkon görünüşleri	26
Şekil 9.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gg31) Kızılkaya Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları	26
Şekil 10.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh20a) Kızılkaya Formasyonuna ait zirkon görünüşleri	27
Şekil 11.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh20a) Kızılkaya Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları	27
Şekil 12.	Çağlayan Formasyonuna ait kayaçların arazi görünüşleri	29
Şekil 13.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh17b) Tirebolu Formasyonuna ait zirkon görünüşleri	30
Şekil 14.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh17b) Tirebolu Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları	31
Şekil 15.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh16-1) Tirebolu Formasyonuna ait zirkon görünüşleri	31
Şekil 16.	İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh16-1) Tirebolu Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları	31
Şekil 17.	Tirebolu Formasyonuna ait kayaçların arazi görünüşleri.....	32
Şekil 18.	Çatak Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünüşleri.....	36
Şekil 19.	Kızılkaya Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünüşleri	37
Şekil 20.	Çağlayan Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünüşleri	38

Şekil 21.	Tirebolu Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünümleri	39
Şekil 22.	İnceleme alanında bulunan kayaçlardaki feldispat minerallerine ait Ab-Or-An üçgen diyagramı	41
Şekil 23.	Çatak Formasyonu'na ait Gc2 numaralı dolerit örneğine ait plajiyoklas bileşimlerinin Geri Saçınımlı Elektron (GSE; ing. BSE) görüntüsü	42
Şekil 24.	Çağlayan Formasyonu'na ait Gh11 numaralı bazalt örneğine ait plajiyoklas ve klinopiroksen bileşimlerinin GSE görüntüsü	42
Şekil 25.	Çağlayan Formasyonu'na ait Gc12c numaralı bazaltik andezit örneğine ait plajiyoklas ve amfibol bileşimlerinin GSE görüntüsü	43
Şekil 26.	Tirebolu Formasyonu'na ait Gc12b numaralı dasit örneğine ait plajiyoklas ve amfibol bileşimlerinin GSE görüntüsü	43
Şekil 27.	Tirebolu Formasyonu'na ait Gh17b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü	44
Şekil 28.	Tirebolu Formasyonu'na ait Gh20b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü	44
Şekil 29.	Tirebolu Formasyonu'na ait Gh20b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü	45
Şekil 30.	Tirebolu Formasyonu'na ait Gh20b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü	45
Şekil 31.	Farklı formasyonlardaki kayaçlara ait zonlu plajiyoklasların % An değişimini gösteren kenar-merkez profili	46
Şekil 32.	Farklı formasyonlardaki kayaçlara ait zonlu plajiyoklasların % FeO değişimini gösteren kenar-merkez profili	46
Şekil 33.	İnceleme alanında bulunan kayaçlardaki piroksen minerallerine ait Fe-Ca-Mg üçgen diyagramı	48
Şekil 34.	İnceleme alanında bulunan zonlu piroksenlerdeki kenar ile merkez arasındaki $Mg\# (Mg^{+2}/Mg^{+2}+Fe^{+2})$ içeriğinin Çağlayan Formasyonu'na ait kayaçlardaki değişimi	48
Şekil 35.	İnceleme alanında bulunan kayaçlardaki amfibol minerallerine ait Si (pfu)'ya karşılık $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ diyagramı	49
Şekil 36.	İnceleme alanındaki Çağlayan Formasyonu'na ait biyotit minerallerinin $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$ 'a karşı Al^{+4} ve $MgO+10*TiO_2+FeO+MnO$ üçgen diyagramları	50
Şekil 37.	İnceleme alanındaki Tirebolu Formasyonu'na ait biyotit minerallerinin $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$ 'a karşı Al^{+4} ve $MgO+10*TiO_2+FeO+MnO$ üçgen diyagramları	51
Şekil 38.	İnceleme alanındaki kayaçlara ait Fe-Ti oksitlerin üçgen diyagramı	52
Şekil 39.	İnceleme alanındaki kayaçlara ait SiO_2 (ağ%)'ye karşı (Na_2O+K_2O) (TAS) diyagramı	58
Şekil 40.	İnceleme alanındaki kayaçların Nb/Y – Zr/TiO ₂ sınıflama diyagramı	58

Şekil 41.	İnceleme alanındaki kayaların $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ diyagramı	59
Şekil 42.	İnceleme alanındaki kayaların $\text{FeO}^*/\text{MgO} - \text{SiO}_2$ diyagramı.....	59
Şekil 43.	İncelenen volkanitlerin AFM diyagramı	60
Şekil 44.	İnceleme alanındaki volkanitlerin Zr-Y diyagramı	60
Şekil 45.	İnceleme alanındaki volkanitlerin SiO_2 'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramları	62
Şekil 46.	İnceleme alanındaki volkanitlerin çoklu iz element değişim diyagramları.....	63
Şekil 47.	İnceleme alanındaki volkanitlerin nadir toprak element değişim diyagramları.....	64
Şekil 48.	İnceleme alanındaki volkanitlerinin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{144}\text{Nd}/^{143}\text{Nd}$ izotop diyagramı	65
Şekil 49.	İnceleme alanındaki volkanitlerin detay $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop diyagramları.....	66
Şekil 50.	İnceleme alanındaki volkanitlerin Y-Sr/Y diyagramları	70
Şekil 51.	İnceleme alanındaki volkanitlerin $\text{Yb}_N - (\text{La}/\text{Yb})_N$ diyagramı.....	71
Şekil 52.	İnceleme alanındaki volkanitlerin Ga/Al-Zr ve Ga/Al-Nb diyagramları	71
Şekil 53.	Giresun yöresindeki volkanitlerin magmatik prosesleriyle ilgili diyagramlar	72
Şekil 54.	İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin La/10-Nb/8-Y/15 diyagramı	79
Şekil 55.	İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin Th-Ta-Hf/3 diyagramları	79
Şekil 56.	İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin Ti/1000-V diyagramları.....	80
Şekil 57.	İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin Ta/Yb-Th/Yb diyagramı	80
Şekil 58.	İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin A/CNK – A/NK diyagramı	81
Şekil 59.	İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin Y+Nb-Rb.....	82
Şekil 60.	İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin Yb-Ta diyagramı	82
Şekil 61.	İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin R1-R2 diyagramı.....	83

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İnceleme alanındaki volkanik kayaçların genel petrografik ve mineralojik özellikleri	35
Tablo 2. İnceleme alanında bulunan volkanitlerin jeokimyasal analiz sonuçlarının özeti	54
Tablo 3. İnceleme alanında bulunan volkanitlerin tüm kayaç jeokimyasal analiz sonuçları	55
Tablo 4. İnceleme alanına ait Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçların Sr-Nd-Pb izotopik bileşimleri.....	67
Tablo 5. Sakarya Zonu Doğusundaki Geç Kretase yaşlı magmatik kayaçların karşılaştırmalı jeokronolojik yaşları.....	73
Tablo 6. Sakarya Zonu Doğusundaki inceleme alanında bulunan Geç Kretase yaşlı volkanitlerin karşılaştırmalı jeotermobarometre sonuçları	77
Ek Tablo 1. İnceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçların ayrıntılı litolojik, petrografik ve mineralojik özellikleri	97
Ek Tablo 2. İnceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçların SHRIMP U-Pb zirkon analiz sonuçları	104
Ek Tablo 3. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait feldispat minerallerinin kimyasal analiz sonuçları.....	108
Ek Tablo 4. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait piroksen minerallerinin kimyasal analiz sonuçları.....	112
Ek Tablo 5. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait amfibol ve biyotit minerallerinin kimyasal analiz sonuçları	113
Ek Tablo 6. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mineral kimyası analiz sonuçları.....	114

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Andezit
Ab	: Albit
Ağ	: Ağırlık
AKK	: Alt Kıtasal Kabuk
Amp	: Amfibol
An	: Anortit
ALGE	: Ağır Lantan Grubu Elementler
B	: Bazalt
BA	: Bazaltik Andezit
Bi	: Biyotit
BİYE	: Büyük İyon Yarıçaplı Elementler
D	: Dasit
Do	: Dolerit
En	: Enstatit
Fk	: Fenokristal
Fs	: Ferrosillit
GB	: Gabro Porfir
GSE	: Geri Saçınımlı Elektron
H	: Hyaloklastit
Hm	: Hamur
HNTE	: Hafif Nadir Toprak Elementler
ICP-ES	: Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer
İ	: İgnimbirit
K	: Kuvars
Kal	: Kalsit
Kl	: Klorit
KP	: Kuvars Porfir
Kpir	: Klinopiroksen

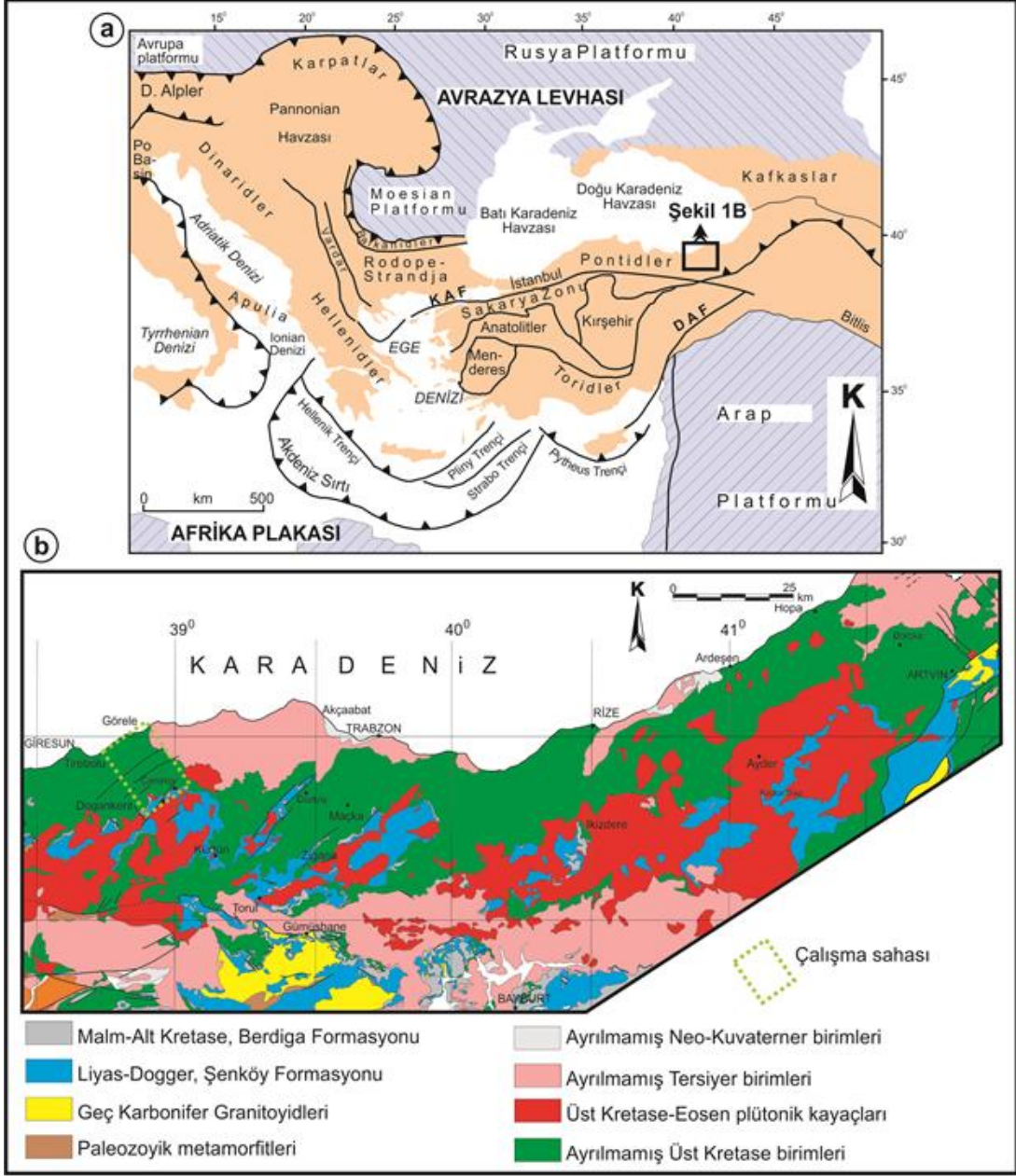
LOI	: Ateşte Kayıp
MD	: Mor Dasit
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
n	: Analiz Sayısı
N-OOSB	: Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
NTE	: Nadir Toprak Elementler
Oj	: Ojit
Ol	: Olivin
Op	: Opak
Or	: Ortoklas
Pl	: Plajiyoklas
RD	: Riyodasit
T	: Tüf
Tk	: Toplam kütle
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TAS	: Toplam Alkaliye Karşı Silis
VB	: Volkanik breş
Wo	: Vollaştonit
VMS	: Volkanojenetik Masif Sülfid

1. GENEL BİLGİLER

Türkiye'nin ana tektonik birlikleri sınıflaması ilk olarak Ketin (1966) tarafından ofiyolit kuşaklar dikkate alınarak yapılmış ve kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları şeklinde dört ana tektonik üniteye ayrılmıştır. Daha sonra bu sınıflama Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından revize edilerek "Levha Tektoniği" esasına göre düzenlenmiştir (Pontidler, Sakarya Kıtası, Torid-Anatolid Platformu, Arap Platformu, Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı). Okay ve Tüysüz (1999) tarafından güncelleştirilen bu sınıflama günümüzde yaygın olarak kullanılan ve Şekil 1a'da görülen şeklini almıştır. Bu son sınıflamada, Ketin (1966)'in "Pontidler" olarak ayırdığı Türkiye'nin kuzeydeki tektonik birliğin içinde kalan bölge, batıdan doğuya ve güneye doğru, Rodop-Istranca Zonu, Trakya Havzası, İstanbul Zonu ve Sakarya Zonu olmak üzere dört adet tektonik birliğe ayrılmıştır. İnceleme alanı söz konusu Sakarya Zonu'nun doğu bölümünde, özellikle bu bölümün kuzeyinde yer alır.

1.1. Sakarya Zonu Doğusu'nun Jeoloji ve Stratigrafisi

Anadolu'nun en önemli tektonik birliklerinden biri olan Sakarya Zonu'nun doğusundaki "Doğu Pontidler" 500 km uzunluğa ve 100 km genişliğe sahip önemli bir magmatik kuşaktır. Bu kuşağın kuzeydoğu sınırı Kafkaslar ve Achara-Trialet kuşağı oluştururken güneyinde Toridler bulunur. Sakarya Zonu doğusundaki temel kayalar bu zonun özellikle güneyinde daha geniş yüzeylemeler sunarken (Şekil 1b), kuzeyinde daha sınırlı alanlarda gözlenir. Şekil 2'de verilen bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesitine bakıldığında, bölgenin temel kayalarını Erken Karbonifer yaşlı metamorfikler (ör.; Pulur ve Kurtoğlu) ve granitoidler (ör.; Gümüşhane ve Köse) oluşturur. Bunlar (i) Erken Karbonifer yaşlı metamorfik kayalardan, (ii) Erken Karbonifer yaşlı Granitoidler ve (iii) Geç Karbonifer-Erken Permiyen yaşlı sığ denizel-karasal sedimanter kayalardan oluşmaktadır (Okay ve Leven, 1996; Çapkinoğlu, 2003; Kandemir ve Lerosey-Aubril, 2011). Geç Permiyen ve Triyas kayaları bu bölgede oldukça sınırlıdır (Karsli vd., 2014).



Şekil 1. Proje çalışma sahalarının global (a) ve bölgesel (b) ölçekte konumunu ve KD Türkiye'deki (Sakarya Zonu'nun doğusu) Üst Kretase-Eosen plütönleri ve volkano-sedimanterleri ile Tersiyer volkanitlerinin dağılımını gösterir basitleştirilmiş jeolojik harita (Şekil 1a. Okay ve Tüysüz, 1999'dan; Şekil 1b. Güven, 1993'den değiştirilerek alınmıştır).




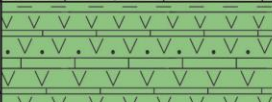
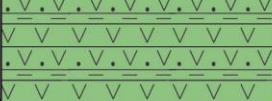

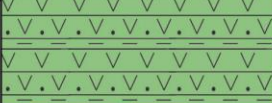
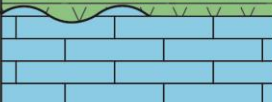
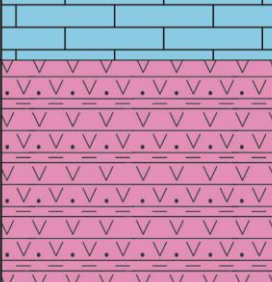



Erken ve Orta Jura volkanotortul istifi ve Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşları bu temeli üzerlemektedir (Şekil 2). Üst Jura ve Alt Kretase dönemi rift ile ilişkili volkano-sedimanter serilerden (Kandemir, 2004; Dokuz and Tanyolu, 2006; Kandemir and Yılmaz, 2009) ve bazik volkanik kayalardan (Şen, 2007) oluşur. Erken-Orta Jura yaşlı granitoidik sokulumlar bu süreçte Şenköy Formasyonu'nun volkano-sedimanter kayaları içerisine

yerleşmişlerdir (Dokuz vd., 2006, 2010). Bu granitoyidik kayaçların Orta Jura'da Paleotetis okyanusunun kapanması sonucunda yay-kıta çarpışmasının ürünleri olarak oluştuğu düşünülmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1997; Dokuz vd., 2010).

Daha sonra Geç Kretase döneminde Sakarya bloğunun güney sınırı boyunca Neotetis okyanus kabuğunun kuzeye doğru yitimi ile yay ilişkili volkanik ve plütonik kayaçların oluştuğu belirlenmiştir (Akin, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz vd., 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Şengör vd., 2003; Topuz vd., 2007; Altherr vd., 2008; Çinku vd., 2010; Karsli vd., 2010a, 2011; Ustaömer ve Robertson, 2010, Aydın, 2014). Sakarya Zonu doğusunun özellikle kuzey bölümü 2 km'den fazla kalınlığa sahip volkanotortul bir istif (Şekil 2) ve granitoyidik kütlelerden oluşan magmatik yay ürünü kayaçlarla temsil edilir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Aydın vd., 2003; Karsli vd., 2004, 2010a, 2011, 2012; Yılmaz Şahin, 2005; Boztug vd., 2006; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Kaygusuz vd., 2008; Aydın, 2014). Yayın güney kısmı, yay önü filiş fasiyesinde gelişen sedimanter kayaçlardan ve kireçtaşı olistolitlerinden oluşmaktadır (Okay ve Şahintürk, 1997; Okay ve Tüysüz, 1999). Bölgedeki Paleosen plajiyolösitleri, kuzeye doğru yitimin son ürünü olarak düşünülmektedir (Altherr vd., 2008). Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kapanmasının ardından Anatolid-Torid ve Sakarya Zonu arasındaki kıta-kıta çarpışması bölgede Geç Paleosen- Erken Eosen dönemine karşılık gelmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997; Boztuğ vd., 2004; Hisarlı, 2011; Karsli vd., 2010b, 2011, 2012; Topuz et al., 2011). İzmir-Ankara-Erzincan suture zonu boyunca çarpışmanın mekanizması ve zamanı, magmatik aktivitenin zamanı ve yapısal hususlarından ötürü farklı şekillerde yorumlanmaktadır. Şengör ve Yılmaz (1981) ile Okay ve Şahintürk (1997), Paleosen'den Erken Eosen'e kadar olan çarpışmanın bölgede kıtasal kalınlaşmaya neden olduğunu ve devamında yiten dilimin kuzeyinde bölgesel yükselmelerin meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, Şengör ve Yılmaz (1981) Erken Paleosen'de yitimin durduğunu ve bölgede çarpışmanın Paleosen-Erken Eosen dönemlerinde cereyan ettiğini ifade ederken, Okay vd., (1997) ise granitoyid yaşlarına ve arazi ilişkilerine dayandırarak çarpışmanın Geç Paleosen ile Erken Eosen aralığında gerçekleştiğini öne sürmüşlerdir. Tüm bunlara ek olarak, Sakarya Zonu doğusunda Paleosen boyunca magmatik aktivitenin gözlenmeyişi, özellikle Geç Kampaniyen-Paleosen yaşlı kalsiklastik türbiditlerin gözlenmesi (Şekil 2) bölgede magmatizma açısından sakin bir dönemin hüküm sürdüğü anlamına gelir.

Erken Eosen adakitik kayaçları bölgede çarpışma ile eş ve çarpışma sonrası oluşumlar olarak düşünülmektedir (Topuz vd., 2005; Karsli vd., 2010b, 2011, Eyüboğlu vd., 2011; Dokuz vd., 2015). Yine bu bölge D-B yönünde geniş bir kuşak halinde uzanan Orta Eosen yaşlı volkanitler (Şekil 2) (Tokel, 1977; Aliyazicioğlu, 1999) ve İran-Kafkaslar boyunca uzanan granitoidik kayaçlar tarafından karakterize edilmektedir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Boztuğ vd., 2004; Karsli vd., 2007, 2012). Bu bölgedeki magmatik aktivitenin Kuzey Karadeniz Havzası'nın açılmasının sonucu olarak oluştuğu ifade edilir. Eosen sonrası karasal birimler yine bu bölgede yaygın bir şekilde yüzeylemektedir (Okay ve Şahintürk, 1997).

Bölgenin kuzeyindeki genç Neojen yaşlı alkalin volkanitlerin (Şekil 2), çarpışma sonrası genişleyen tektonik bir ortamdaki litosferik kopma olayı (delaminasyon) ile ilişkili olduğu, önceki yitim süreçleriyle zenginleşmiş bir manto kaynağından türediği ve bunların oluşumunda fraksiyonel kristallenmenin etkin rol oynadığı ifade edilmektedir (Aydin vd., 2008, 2009a, b; Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013). Doğu Karadeniz Magmatik Yayını olarak da adlandırılan (Aydin, 2014) bölgenin özellikle kuzey bölümünde Geç Mesozoyik yaşlı derinlik, yariderinlik ve volkano-sedimanter kayaç serilerinin bulunduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Yılmaz ve Boztuğ 1996; Bektaş vd. 1999; Boztuğ vd., 2006; Karsli et al. 2010a; Eyüboğlu, 2010; Aydin, 2014). Bu kayaçlardan özellikle felsik volkanitler içerisinde gözlenen "Volkanojenetik Masif Sülfid (VMS)" yatakları ayrıca büyük öneme sahiptir ve birçok araştırmaya konu olmuştur (Akçay vd., 1998; Tüysüz, 2000; Eyüboğlu vd., 2014; Delibaş vd., 2016). VMS yataklarının dağılımına bakıldığında, bu yatakların Doğu Karadeniz Magmatik Yay ekseninin kuzeyinde, bugünkü Karadeniz kıyısına yakın konumlandığı görülür (Aydin, 2014).

SİSTEM		SERİ		KAT		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Neojen	Miyo-Pliyosen	Paleojen	Eosen	Üst Kretase	FORMASYON		
					Karadağ		Olivin-ojit bazalt ve piroklastitleri
					Kabaköy		Kumtaşı, çamurtaşı ara seviyeleri içeren bazalt, andezit ve bunların piroklastitleri
				Üst Kretase	Tonya		Kalsiklastik türbiditler
				Üst Kretase	Tirebolu		Kumtaşı-kiltaşı-siltaşı ve yer yer kırmızı renkli mikritik kireçtaşı ara seviyeleri içeren riyolit-riyodasit ve
				Üst Kretase	Çağlayan		Ortaç-asidik tuf, tüffit, kumtaşı, kiltaşı ve kırmızı renkli mikritik kireçtaşı ara seviyeleri içeren bazaltik-andezitik volkanitler ve bunların piroklastitleri
				Üst Kretase	Çatak		Kırmızı renkli mikritik kireçtaşı ara seviyeleri içeren dasitik volkanitler ve bunların piroklastitleri
				Üst Kretase	Çatalca		Kumtaşı, kırmızı ve gri renkli kireçtaşı ara seviyeleri içeren bazaltik-andezitik volkanitler ve bunların piroklastitleri
				Üst Jura-Alt Kretase	Berdiga		Masif ve orta-kalın tabakalı dolomit ve kireçtaşları
				Alt-Orta	Şenköy		Bazaltik-andezitik litik tuf, volkanojenik kumtaşı, şeyl, bazalt, andezit, konglomera ve bol makro fosilli kırmızı kireçtaşı ve marnlar
Karbonifer	Alt						Gnays ve şistler
	Üst						Granitik kayalar
							

Şekil 2. Sakarya Zonu Doğusu'nun genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Güven, 1993'ten değiştirilerek) ve bu kesit içinde tezin konusu olan Üst Kretase birimlerinin konumu ve genel özellikleri.

1.2. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını da kapsayan bölgede farklı kayaç gruplarını ve cevherleşmeleri içeren jeolojik-tektonik, mineralojik-petrografik, maden yakaları-jeokimya ve petrolojik açıdan birçok çalışma yapılmıştır. Burada özellikle tez konusunu kapsayan ve Geç Mesozoyik-Erken Tersiyer yaşlı kayaçlar üzerine yapılan çalışmalar özetlenecektir.

1.2.1. Bölgede Üst Kretase Dönemi ile İlişkili Yapılan Çalışmalar

Sakarya Zonu'nun doğu bölümünde Üst Kretase döneminde yapılan çalışmalar aşağıda kronolojik sıraya göre kısaca özetlenmiştir.

Schultze-Westrum (1961) ve Zankl (1961), bölgenin kuzey zonunda Mesozoyik kayaçlarının yaygın olduğunu, Jura yaşlı tortul ara katkılı volkanitlerin "Alt Bazik Seri" yi oluşturduğunu, bunun üzerine Üst Kretase yaşlı biyomikritlerle ara katkılı dasitik kayaçların geldiğini ve en üstte tortul ara katkılı bazaltik volkanitlerin "Üst Bazik Seri" olarak üç farklı litolojiden meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Özsayar vd. (1982), inceleme alanının da içinde bulunduğu bölgenin jeotektonik açıdan Avrasya Plakası'nın güney kesimini oluşturduğunu, Doğu Pontid güney sınırının Çorum-Amasya-Sivas-Erzincan hattı ile sınırlandırıldığını, litolojik özellikler bakımından 'Kuzey Zon' ve 'Güney Zon' şeklinde iki farklı zona ayrıldığını, bu iki zon arasındaki sınırın ise Niksar-İspir-Ardanuç hattı ile çizilebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca Jura-Kretase geçişli Alt Bazik Seri'nin sadece Kuzey Zon'da bulunduğunu, özellikle Alt-Üst Kretase sınırının ise Güney Zon'da gözlenebildiği ve bunun diskordanslı olduğunu ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak, yazarlar Üst Kretase istifinin genel olarak türbiditlerle ara katkılı olduğunu, kesintisiz olarak Paleosen'e kadar devam ettiğini ve bölgenin bir yitim zonuna bağlı olarak gelişen volkanik yay niteliğinde evrimleştiğini belirtilmişlerdir.

Pelin vd. (1982)'ne göre, Sakarya Zonu doğu bölümünün kuzey ve güney zonlarındaki Geç Kretase volkanizmasına eşlik eden kırmızı biyomikritlerin yaşı, içerdikleri Globotruncana faunasına dayanılarak Kampaniyen olarak kabul edilmiştir. Bölgede geniş yayılım sunan bu kırmızı biyomikritlerin, Senomaniyen karasındaki havzalarda bazen volkanitler üzerinde (Laterit oluşmakta) bazen de kireçtaşları üzerinde (Terra Rossa oluşmakta) çökeldikleri belirtilmiş, Turoniyen'de bölgenin yeniden denizle

kaplandığı ve biyomikritlerin karadan taşınan malzemelerle kırmızı renkli olarak oluştukları ifade edilmiştir.

Bektaş vd. (1984)'ne göre Sakarya Zonu doğusu, litolojik ve yapısal unsurlara bağlı olarak, üç farklı zona ayrılmıştır. Bunlar kuzeyden güneye doğru; kuzey zon, güney zon ve eksen zonu'dur. Araştırmacılar eksen zonunun kuzeyini Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile sınırlandırır ve bu zonun baskın olarak metamorfik temel kayalar ile ofiyolitlerden meydana geldiklerini ifade ederler. Güney zonda kırıntılı ve karbonatlı sedimanter kayaların, kuzey zonda ise plütonik ve volkanik kayaların daha baskın olduğunu, ayrıca kuzey zonda kaldera ve dom gibi magmatik yapıların gözlendiğini ve bunların masif sülfid cevherleşmeleri ile yakından ilişkili olduklarını belirtmişlerdir.

Güven (1993), Sakarya Zonu doğusundaki Geç Kretase volkanizmasının dört farklı evrede oluşan değişik formasyonlarla temsil edilebileceğini belirtmiştir. Geç Kretase volkanizmasının birinci ve ikinci evresi (Turoniyen-Santoniyen?) Çatak ve Kızılkaya formasyonları ile temsil edilir. Geç Kretase volkanizmasının üçüncü ve dördüncü evreleri (Santoniyen-Kampaniyen-Maastrichtiyen?) Çağlayan Formasyonu ile başlar ve Tirebolu (veya Çayırbağ) Formasyonu ile sona erer. Bu volkanik evrelerdeki veya formasyonlardaki felsik volkanik kayalar masif sülfid çökeltme alanlarına ev sahipliği yapması bakımından önemli kayaç türleri olarak belirtilmiştir.

Çamur vd. (1996)'ne göre bölgedeki Geç Kretase yaşlı volkanizma, "Üst Kretase Alt Devri" volkanitleri ve "Üst Kretase Üst Devri" volkanitleri şeklinde ikiye ayrılmıştır. Bu çalışmadaki jeokimyasal veriler genel olarak Üst Kretase volkanitlerinin bazaltdan-riyolite kadar değişen kalk-alkalen özelliğe sahip bir seri oluşturdıklarını göstermiştir. Yazarlara göre, Üst Kretase Alt Devri volkanitleri yitim zonunda dalan plakadan ve/veya kabuktan etkilenmiş bir volkanik faaliyet türünü işaret ederken, Üst Kretase Üst Devri volkanitleri yay gerisi veya yay içi havza tipinde bir oluşum ortamını göstermektedir.

Okay ve Şahintürk (1997) ile Okay ve Tüysüz (1999), Senoniyen süresince devam eden kuzey yönlü yitim sonucunda Sakarya Zonu doğusunun kuzeyinde 2000 metreyi aşan kalınlıkta genellikle andezitik ve dasitik kayalarla temsil edilen volkanik bir yay istifinin geliştiğini belirtmişlerdir. Söz konusu araştırmacılara göre, Doğu Karadeniz havzası muhtemelen Maastrichtiyen'de volkanik yay ekseninin ikiye ayrılmasıyla okyanusal bir yay-ardı havza olarak açılmaya başlamış ve böylece bölge bugünkü Japon adaları gibi bir ada yayı konumu kazanmıştır. Ayrıca yazarlar Senoniyen'de bölgenin kuzeyinin yay ardı, güneyinin ise yay-önü havza konumunda olduğunu, magmatizmanın Maastrichtiyenin sonu-

Paleosen'in başına kadar devam ettiğini, daha sonra Anatolid-Torid kıtasının Sakarya Zonu ile çarpışmasına bağlı olarak dilimlendiğini, kıvrıldığını ve yükseldiğini ifade etmişlerdir.

Arslan vd. (1997)'ne göre Geç Kretase volkanik kayalar genellikle dasitik-riyolitik kayalardan ve yer yer bazaltik-andezitik kayalardan oluşmuştur ve bunların hepsi büyük oranda subalkalen (yani toleyitik-kalkalkali) karakterlidir. Bu çalışmadan elde edilen jeokimyasal veriler dikkate alınarak, yazarlar bölgedeki Geç Kretase volkanitlerinin yitim ile ilişkili olduğunu, bunların metazomatizmaya uğrayan bir üst mantodan türediklerini ve gelişimlerinde fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bektaş vd. (1999)'ne göre Üst Kretase'nin başlarında magmatik yay konumundaki bölge yeni bir gerilme rejiminin etkisi altında kalmış ve buna bağlı olarak da yaya paralel bir takım yay içi ve yay gerisi rift basenleri oluşmuştur. Yazarlar kuzeydeki Kruko tip cevherleşmelerin yayın kuzeyindeki bimodal karakterli toleyitik-kalkalkalen denizaltı volkanizmasıyla ilişkili olduğunu ve bunların Senoniyen öncesi veya erken Senoniyen yaş aralığında oluştuklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca yazarlar kalkalkali ve alkali (şoşonitik) özellikte olan güneydeki volkanizmanın kuzeydeki volkanizmaya kıyasla daha nötr ve asidik karakterli olduğunu, kuzeydeki toleyitik-kalkalkali volkanizmaya göre daha genç dönemde faaliyet gösterdiğini ve güneydeki şoşonitik volkanizmanın güney yönlü yitimle oluşabileceğini öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak yazarlar magmatizmanın kuzeyden güneye göç ettiğini ve kuzey zonun yay önü, güney zonun ise yay gerisi bir ortam olduğunu ifade etmişlerdir.

Eyüboğlu, (2000; 2010) Sakarya Zonu doğusundaki Geç Kretase volkanitlerinin iki farklı periyotta oluştuğunu, ilk volkanik periyodun bazaltik-andezitik volkanitlerle başlayıp dasitik-riyodasitik ürünlerle son bulduğunu, bunun üzerine kırmızı biyomikritik bir seviyenin geldiğini ve volkanizmanın kısa bir süre duraksadığını, ikinci volkanik periyodun birincinin tekrarı şeklinde geliştiğini ve tüm bunların toleyitik-kalk alkali özellikte olduğunu, bölgenin güneyine doğru gidildikçe Geç Kretase magmatizmasının şoşonitik-ultra potasik bir karakter kazandığını, böylece bu dönemdeki yitimin kuzeyden güneye doğru olması gerektiğini belirtmiştir.

Eren ve Kadir (2001), Sakarya Zonu doğusundaki Geç Kretase volkanitleri ile ara katkılı olarak bulunan kırmızı renkli mikritik kireçtaşlarını detaylı bir şekilde çalışarak, biyomikritik kireçtaşlarındaki kırmızı rengin nedeninin hematit pigmenti olduğunu ve bunların göreceli olarak derin deniz ortamında erken diyajenez sırasındaki oksitleyici koşullarda oluştuklarını ifade etmişlerdir.

Altherr vd. (2008), Sakarya Zonu doğusunun güney bölümünde, Bayburt yöresinde sınırlı bir alanda yüzeyleyen (~1.5 km²) lösitli bazaltları “Everek Hanları plajiyolösitleri” olarak yeniden tanımlamıştır. Araştırmacılar bu plajiyolösitlerin yaşını Maastrihtiyen-Geç Paleosen ile sınırlandırmış, bunları jeokimyasal ve petrografik özellikleri dikkate alınarak üç gruba (Tip I, II ve III) ayırmıştır. Tip I ve II'nin çoğunlukla epiklastik debris çökelleri içerisinde bloklar, tip III'ün ise lav akıntısı şeklinde olduğunu ve bu kayalarındaki lösitlerin neredeyse tamamının analsime dönüştüğünü ifade etmişlerdir. Yüksek lösit oranı ve klinopiroksen kimyasal bileşimleri dikkate alındığında yazarlar plajiyolösitlerin ultrapotasik karakterli olduklarını, aktif kıtasal kenarlarda oluşan ultrapotasik kayaların jeokimyasal özelliklerine büyük oranda benzerlik gösterdiklerini belirtmişler ve bunların oluşumlarını Neotetis yitiminin son evre ürünleri olarak yorumlamışlardır.

Kaygusuz vd. (2008), Torul ve çevresinde yüzeyleyen granitik kayaların tipik bir yay magmatizmasının ürünleri olduklarını, bunların granodiyorit, biyotit-hornblentli monzogranit, kuvars monzodiyorit, kuvars monzonit ve hornblent-biyotitli monzogranit gibi farklı bileşimlerden oluştuklarını ve yaklaşık 78 My yaşında olan en yaşlı siyenogranit içine diğerlerinin sokulum yaptığını belirtmişlerdir. Jeokimyasal ve izotopik veriler dikkate alındığında, yazarlar söz konusu plütunun alt kabuk kaynaklı bir protolitten türediğini ortaya koymuşlardır.

Kaygusuz vd. (2009a) Geç Kretase yaşlı I tipi Sarıosman plütununun ana kütlelerinin biyotit-hornblendli monzogranit ve porfiroidik dokulu hornblend-biyotitli monzogranitten oluştuğunu, bunun içerisinde yer alan anklavların kuvarslı monzodiyorit bileşimli olduğunu belirtmişlerdir. U-Pb zirkon yöntemine göre bunların yerleşim yaşı yaklaşık 83 My olarak belirlenmiş ve jeokimyasal olarak yüksek K'lu kalkalkalen oldukları tespit edilmiştir. Mineral kimyası ve jeotermobarometrik verilere göre, Sarıosman Plütunu'nun oluşturduğu magmanın kristallenme sıcaklığının 700-800 °C arasında olduğunu ve intrüzyonun sığ derinliğe (~2-7 km) yerleştiğini ifade etmişlerdir. Yazarlara göre Sarıosman Plütunu'nun türediği kaynak alan mafik alt kabuk kayalarıdır.

Kaygusuz vd. (2009b) Geç Kretase yaşlı Dağbaşı Plütunu'nun (88-83 My) hem mineralojik hem de kimyasal bileşimlerine dayanarak, bunların ana kayacının başlıca tonalit, granodiyorit ve monzogranit bileşime sahip olduğunu, anklavlarının ise gabroyik diyorit, diyorit ve tonalit bileşiminde olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca hem ana kayacın hem de anklavların mineral ve kimyasal bileşimleri ve dokusal özellikleri dikkate alınarak bunların magma karışım süreçleri ile oluştuğu ifade edilmiştir. Buna ek olarak yapılan

jeotermobarometrik hesaplamalar yardımıyla söz konusu plütonun sıg derinliğe (0.3-3.8 kbar'da) yerleştiklerini ortaya koymuşlardır.

Karsli vd. (2010), Harşit Plütonu'ndan elde etmiş oldukları jeokimyasal, jeokronolojik ve izotopik verilere göre bu kayaçların yaklaşık 79 My'da (Orta Kampaniyen) oluştuğunu, bunların I tipi, yüksek-K kalkalkalin ve büyük ölçüde metalümin karaktere sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, Sr-Nd karışım modeline göre, Harşit Plütonu'nu oluşturan kayaçların kökeninde manto ve alt kıtasal kabuk kaynaklı protolitlerin (alt kabuk %65-75 ve litosferik manto %25-35) önemli rol oynadığını ve ayrıca üst kabuk asimilasyonunun magmatik gelişime katkı sağladığını ifade edilmişlerdir.

Evcimen (2011), İkizdere Plütonu'nu oluşturan magmanın kaynağının belirlenmesi ve jeodinamik evriminin ortaya çıkarılmasına yönelik yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında plütonu oluşturan ana kayaçların granit, granodiyorit, tonalit, kuvars monzonit, diyorit ve gabroyik diyorit; anklavların ise, monzonit, monzodiyorit ve monzogabro bileşiminde olduğunu belirlemiş, tüm jeokimyasal verilerin plütonun çarpışması sonrası genişlemeli ortamda sadece kıtasal kabuk ergiyiğinden meydana gelebileceğini, yitim ortamında ve hibrit bir magma kaynağının olabileceğini, bunun nedeninin de İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal kabuğunun Avrasya bloğu altına dalması neticesinde olabileceğini ifade etmiştir. Jeokimyasal, U-Pb zirkon yaş verileri ve bölgesel jeoloji ile birleştirildiğinde İkizdere Plütonu'nun yitim ilişkili bir ortamda ve yay gerisi genişlemeye başlayan periyodun ~75-81 milyon yılları arasında olabileceğini belirtmiştir.

Aydin (2014), Doğu Karadeniz Bölgesi Kuzey Zonu'nda, Maçka yöresindeki sütunsal yapıli subvolkanik kayaçların erken Kampaniyen yaşli (~81 My) olduklarını, bölgedeki volkano-tortul kayaçlarla yaşit olarak yerleştiklerini ve bol miktarda mafik magmatik anklav içerdiklerini, ayrıca subvolkanik kayaçların tonalitporfir-kuvarsdiyoritporfir bileşiminde olduklarını saptamıştır. Söz konusu yöredeki kayaçların jeokimyasal açıdan yüksek-K kalk-alkali ve metalümin karakterli olduklarını ifade eden araştırmacı, çoklu iz element değışimlerinin yaklaşan plaka kenarlarında, özellikle yay ve yay gerisi ortamlarda oluşan magmaların genel özelliklerine büyük ölçüde benzerlik sunduğunu ifade etmiştir. Ayrıca jeokimyasal ve Sr-Nd izotopik bileşimlerine göre bu kayaçların ana magmalarının zenginleşmiş litosferik manto ile alt kabuktan türeyen ergiyiklerin karışımından oluşan hibrid (melez) bir kaynaktan türediklerini, büyük oranda

farklılaşma ve kısmen asimilasyon süreçlerine maruz kaldıklarını ve bu kayaçların açılması bir yay ortamında oluştuklarını belirtmiştir.

Eyüboğlu vd. (2014), Sakarya Zonu doğu bölümünün kuzey kesimindeki volkanojenetik masif sülfid yataklarının iki farklı stratigrafik seviyede oluşan felsik volkanik kayaçlarda bulunduğunu, cevher içeren dasitik kayaçların U-Pb zirkon yaşlandırmasına göre, yaklaşık 91 ve 83 My yaşında olduklarını belirlemişlerdir. Yazarlar birinci ve ikinci felsik kayaçların yitim ile ilişkili jeokimyasal karaktere sahip olduklarını, bunların sırasıyla magmatik bir yaydaki kalkalkalin ve şoşonitik magmalardan itibaren oluştuklarını ve bu magmatik yayın olgunlaşmamış ve olgunlaşmış aşamalarını temsil ettiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca Geç Kretase magmatizması içerisinde yer alan volkanoklastikler, çamurtaşları ve sedimanter fasiyesler gibi çeşitli litolojilerin rift ile ilişkili ortama işaret ettiklerini belirtmişlerdir. Yazarlara göre, VMS yatakları Tetis okyanusal litosferin güneye doğru yitimi boyunca ya yay içinde ya da yaya yakın ortamda oluşmuşlardır.

Sipahi vd. (2014)'ne göre, Artvin-Murgul yöresindeki Üst Kretase yaşlı dasitik volkanitler çoğunlukla toleyitik-kalk-alkali arasında geçişli bir özelliğe sahiptirler. Yazarlar bu volkanitlerin gelişiminde önemli ölçüde fraksiyonel kristallenmenin, kısmen de kabuksal kirlenme ve magma karışım süreçlerinin rol oynadığını belirtmişlerdir. Tüm ana-iz element ve izotop verileri, dasitlerin protolitinin andezitik bir magma olduğunu ve bunun da muhtemelen zenginleşmiş üst mantonun kısmi ergimesiyle oluşmuş olabileceğini ifade etmişlerdir.

Delibaş vd. (2016) Sakarya Zonu doğusundaki Kretase dönemine ait yitim ile ilişkili porfiri tip Cu-Mo cevher oluşumlarına yönelik Elbeyli-Ordu, Emeksan-Giresun, Güzelyayla-Trabzon ve Ulutaş-İspir hattı boyunca yapmış oldukları çalışmalarında, söz konusu porfiri tip Cu-Mo cevher oluşumlarına eşlik eden Geç Kretase kayaçlarını U-Pb zirkon yöntemiyle yaşlandırmışlardır. Bu çalışmaya göre, doğudan batıya birbirinden bağımsız üç porfiri mineralizasyon oluşumu tanımlanmıştır. Araştırmacılar İspir-Ulutaş cevherleşmesinin Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun Erken Kretase yitim aşamasında ve 133-130 My yaşlı kalk alkalin magmatizma ile ilişkili olduğunu, Güzelyayla ve Emeksan cevherleşmelerinin sıkışmalı tektonik ortamdan genişlemeli tektonik ortama değişen 82-77 My yaşlı kalk alkalin-şoşonitik magmatizma ile ilişkili olduğunu ve Elbeyli cevherleşmesinin 77-76 My'da genişleyen bir tektonik safhada meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Kuşağın doğu kısmında yoğun gözlenen Alt Kretase kalkalkalin granitoidleri

ve magmatik ana kayaçların doğu ile batı arasındaki bileşimsel ve yaş farklılıkları, yitimin doğudan başladığını ve batıya doğru giderek ilerlediğini, genişleyen tektonizmanın yitim ile eş zamanlı meydana geldiğini ve Geç Kretase boyunca tamamıyla şekil aldığını ifade etmişlerdir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasının temel amacı, KD Türkiye’de Giresun İli doğu ve güneydoğusunda (Tirebolu, Doğankent ve Çanakçı) geniş bir alanda yüzeyleme veren Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçların oluşum zamanını, kökenini, magmatik gelişimini ve evrimini ortaya koymaktır. Bu kapsamda söz konusu kayaçların volkanostratigrafik, litolojik, jeokronolojik, petrografik, mineralojik, jeokimyasal ve izotopik verileri aşağıda belirtilen yöntemler kapsamında elde edilmiş, “Bulgular” bölümünde sunulmuş ve “Tartışma” bölümünde irdelenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Bu tez çalışmasının yürütüldüğü sahada Giresun bölgesine ait 1/100.000 ve 1/250.000 ölçekli jeoloji haritaları Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olup, arazi çalışmalarında bu haritalar referans alınmıştır. Saha çalışmaları, Geç Kretase birimlerinin yüzeylediği alanların gezilmesi, ayrışmamış yüzeyleme veren yersel alanların belirlenmesi, farklı litolojik birimlerin tür ve yayılımının belirlenmesi, petrografik, mineralojik, jeokimyasal, izotopik ve jeokronolojik (Amfibol: Ar-Ar ve Zirkon; U-Pb) amaçlı örnek alımı çalışmalarını kapsamaktadır. Bu çalışmalar arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, mikroskopik incelemeler ve kimyasal analizlerden oluşmaktadır.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma alanı içerisinde Geç Kretase birimleri kendi içerisinde farklılıklar göstermektedir. Volkanik birimler yer yer kırıntılı, kimyasal sedimanter kayalar ve epiklastik çökeller ile ardalanmalıdır. Saha çalışmaları sırasında inceleme alanındaki bu volkanik ve volkanoklastik kayalardan GPS aleti kullanılarak tam lokasyon ile kayalar örnekleri alınmış ve önemli görülen yüzeylemeler fotoğraflanmıştır. Bu tez çalışmasına konu olan bölgedeki kayalardan örnekleme yapılırken volkanik kayalar ürünlerini, volkanoklastik kayaların türlerini (piroklastik, otoklastik ve epiklastik), stok ve domsu yapılar ve dayk veya silleri karakterize edecek şekilde sistematik örnek alınmasına dikkat edilmiş olup, özellikle de jeokimyasal analizler için alterasyondan etkilenmemiş örneklerin seçilmesine dikkat edilmiştir.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden alınan örnekler laboratuvar ortamında tekrar kontrol edilerek örneklerin ayrışma durumu, mineral içerikleri ve modal özelliklerine dikkat edilerek analiz edilecek

örneklerin seçim işlemi yapılmıştır. İncekesit yapılacak toplam 82 adet kayaç örneği öncelikle iki eşit parçaya bölünmüş, bunlardan biri şahit örnek olarak saklanmıştır. Diğer parçadan ise iki adet plaka çıkarılmış ve bu plakalardan biri incekesit yapımı için, diğeri ise olası mikroprob analizleri için ayrılmıştır. İncekesitlerin hazırlanması işlemi Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü kesit hazırlama laboratuvarında yapılmış, kesitlerin üzerleri lameller ile kapatılarak polarizan mikroskopta incelenecek hale getirilmiştir. Tüm kayaç jeokimya analizleri için Karadeniz Teknik Üniversitesi örnek hazırlama laboratuvarında yaklaşık 250 gr ağırlığındaki örnekler önce çeneli kırıcıda kırılmış, daha sonra halkalı öğütücüde pudra şekline küçük toz haline gelene kadar öğütülmüştür. Kırma ve öğütme işlemlerinin herbirinin ardından çeneli kırıcı ve öğütücü alkol ile temizleme ve kurutma işlemlerine tabi tutulmuş ve böylece örneklerde oluşacak kirlenmenin önüne geçilmiştir. Öğütülen örnekler ana, iz ve lantan grubu element analizleri için hazırlanmıştır. İncekesit yapılan örneklerin petrografik incelemesi ve kimyasal analizleri yapıldıktan sonra gerekli görülen örneklerde mikroprop analizi yapılabilmesi için, yaklaşık 1.25 cm yarıçapında yarım daire şeklinde kesilmiş ufak plakalar hazırlanmıştır. Hazırlanan yarım daire şekilli iki plaka tam bir daire oluşturulup epoksiye batırılmış ve tam yuvarlak bir kalıp haline getirilmiştir. Daha sonra çeşitli boyutlardaki aşındırma tozları ile aşındırılmış ve alüminyum oksit tozlarla parlatılarak mineral kimyası analizleri için hazır hale getirilmiştir.

2.1.2.1. Mikroskobik İncelemeler

İncekesit hazırlanmasında bahsi geçen aşamaların ardından incekesiti yapılan 82 adet örnek Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu Laboratuvarında Nikon E400 marka polarizan mikroskopta incelenmiş ve her bir incekesitin petrografik ve mineralojik özellikleri detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Fenokristallerce zengin, kristallenme derecesi yüksek incekesitlerde yaklaşık 500 nokta sayılarak modal analiz yapılmış olup mineral oranları ile mineral hamur oranı tespit edilmiştir. İnceleme alanındaki bu volkanik ve volkanoklastik kayaç örneklerinin ait olduğu formasyonlar, lokasyonlar ve GPS koordinatları litolojik, mineralojik ve petrografik özellikleri Ek Tablo 1’de verilmiş olup, gözlenen önemli dokusal ve mineralojik özellikler ile yaygın görülen mineraller fotoğraflanmıştır.

2.1.2.2. Kimyasal Analizler

2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Ana Oksit, İz Element ve Lantan Grubu Element Analizleri

Tüm kayaç bazında yapılan jeokimyasal analizler ACME Analiz Laboratuvarında (Vancouver, Kanada) ICP-MS ve ICP-ES aletleri kullanılarak yapılmıştır. Deteksiyon limitleri 0.001 ila 0.04 ppm arasında olan ICP-ES ile ana ve iz elementler, deteksiyon limitleri 0.01 ila 0.5 ppm arasında olan ICP-MS ile iz ve lantan grubu element ölçümleri yapılmıştır. Analiz yapılmadan önce öğütülmüş örnekler lityum metaborat/tetraborat ile ergitilmiş ve ardından seyreltilmiş nitrik asit ile çözünmesi sağlanmıştır. Analizler için STD GS311-1, STD OREAS45EA, STD SO-18 ve STD GS910-4 standartları kullanılmıştır. Ayrıca örneklerin ateşteki uçucu kaybını belirlemek için örnekler etüvde 105 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Örnekler platin kaba alınmadan önce kabın ağırlığı ölçülmüş ve her örnekten yaklaşık 1 gr platin kaplara koyularak yeniden tartılmıştır. Ardından platin kaplar yaklaşık 2 ila 2.5 saat sıcaklığı 1000 °C'ye ulaşan fırında 60 dakika bekletilmiş ve tamamıyla ergimiş duruma gelen örnekler dışarı çıkarılarak 10 ilâ 15 dakika soğutulmuş ve ardından yeniden tartılmıştır. Daha sonra ısıtılmadan önceki ağırlık ile ısıtıldıktan sonraki ağırlık arasındaki fark belirlenerek ateşteki uçucu kaybı hesaplanmıştır.

2.1.2.2.2. Mineral Kimyası Analizleri

Örneklerin ince kesitlerinin incelenmesinin ardından farklı kayaç grupları ve mineral türleri dikkate alınarak gerekli görülen örneklerde mineral kimyası çalışmaları yapılmıştır. Söz konusu örnekler Ludwig Maximillians Üniversitesi'nde (Münih-Almanya) CAMECA SX-100 marka mikroprob cihazı ile analiz edilmiştir. Analizlerden önce mineral kimyası yapılacak örneklerin üzerleri karbon ile kaplanarak ölçüm esnasında cihaz ile örnekler arasında iletkenlik sağlanmıştır. Mikroprob cihazının çalışma koşulları feldispatlar ile mafik mineralleri için aynı olup 20nA ve 15kV ile sabitlenmiş olup, feldispat mineralleri için ışın çapı 10µm, mafik mineraller için ışın çapı <1µm olarak ayarlanmıştır. Analizlerde doğal ve sentetik oksitler ve silikat standartlar kullanılmıştır.

2.1.2.2.3. Tüm Kayaç Sr-Nd-Pb İzotop Analizleri

Sr, Nd ve Pb bileşimlerinin tespit edilebilmesi için kullanılan örnek hazırlama ve analiz yöntemlerinin detayları Ramos (1992) ve Wolff ve Ramos (2003)'da verilmektedir. 0.2-0.4 arasındaki toz örnekleri hidroflorik (HF), hidroklorik (HCl), nitrik (HNO₃) asitler kullanılarak çözülmüştür. 2.5 N HCl ile Sr kation derişim reçinesi kullanılarak saflaştırılmıştır. Sr izotopları dinamik modda ve ⁸⁸Sr=3.0V koşullarındaki 5 faraday kollektör ile çalışan termal iyonlaşma kütle spektrometresi (TIMS) cihazı ile ölçülmüştür. Sr izotopları ⁸⁶Sr/⁸⁸Sr= 0.1194 oranında normalize edilmiş ve analiz esnasındaki Rb içeriği dikkate alınarak düzeltilmiştir. Neodimiyum (Nd) 0.25N HCl ve HDHEP 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 göz önüne alınarak düzeltilmiştir. Kurşun (Pb), 1N HBr ile anyon derişim reçinesi kullanılarak saflaştırılmıştır. Pb izotop değerleri %2 HNO₃ çözeltisinde 5 faraday kollektör ile çalışan multi kollektör (MC) induktif eşleşmiş plazma kütle spektroskopisi (ICP-MS) cihazıyla ölçülmüştür. Örnekler Pb/Tl oranı ≤ 2 olan 15997 Tl ile zenginleştirilmiş ve Pb izotop değerleri ²⁰³Tl/²⁰⁵Tl=0.41892 değerine normalize edilmiştir.

2.1.2.2.4. Jeokronolojik Analizler

İnceleme alanındaki Geç Kretase istiflerine ait volkanik birimlerin yaşlandırılması için iki farklı jeokronolojik yöntem kullanılmıştır. Bunlar özellikle K-içeren minerallerde (biyotit ve amfibol) ve tüm kayaçta yapılması düşünülen Ar-Ar yaşlandırma yöntemi ile zirkon minerallerinde yapılması düşünülen U-Pb yaşlandırma yöntemleridir. Bu yöntemler son derece modern, güncel ve güvenilir yaşlandırma yöntemleridir. Ancak bu yöntemlerden Ar-Ar jeokronolojisi, kayaç örneklerinin büyük oranda ayrıışmış olması ve amfibol, biyotit gibi ana mafik minerallerin büyük oranda ikincil minerallere dönüşmüş olmasından dolayı kullanılamamıştır. Diğer taraftan U-Pb zirkon yaşlandırması için seçilen mafik ve felsik örneklerden sadece Zr'ca zengin felsik örneklerde zirkon mineralleri tespit edilebilmiştir. Zirkon mineralleri özellikle Kızılkaya ve Tirebolu formasyonlarına ait 6 adet felsik kayaç örneğinde tespit edilmiştir. Yaşlandırma için seçilen örneklerden sulu-ayırma (hydroseparation) yöntemiyle ağır mineral zenginleştirilmesi gerçekleştirilmiş, sonrasında

manyetik ayırıcıyla (separatör) zenginleştirilen konsantre, binoküler mikroskop yardımıyla incelenmiş ve zirkon mineralleri seçilmiştir. Ayrılan zirkon mineralleri epoksiye yerleştirildikten sonra optik ve katodoluminesans görüntüleri açısından incelenmiş ve Granada Üniversitesi IBERSIMS laboratuvarındaki “SHRIMP-IIe/mc” marka iyon mikroprob ile U-Pb yöntemiyle analiz edilmiştir. Detaylı analitik yöntem Williams ve Claesson (1987) tarafından verilmiş olup, “www.ugr.es/~ibersims” web sitesinde de açıklanmıştır. U konsantrasyonu SL13 zirkon standardı (U: 238 ppm) kullanılarak kalibre edilmiştir. U/Pb oranı, her dört ölçümde bir gerçekleştirilen TEMORA-1 zirkon standardının (417 My; Black vd., 2003) okunmasıyla kalibre edilmiştir. Düşük U/Pb oranına sahip minerallerdeki kurşun (common lead) değeri, Cumming ve Richards (1975) tarafından önerilen karasal kurşun gelişim modeli kullanılarak ölçülen $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ değeri ölçülerek düzeltilmiştir. Zirkon ölçümleri sırasında ölçülen TEMORA standardının tekrar ölçümleriyle belirlenen %95 güvenilirlik aralığındaki hata payları $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ için \pm % 0.23 ve $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ için \pm % 0.46'dır. Veri düzenlenmesi “STATA™” program diliyle yazılan “SHRIMPTOOLS” (www.ugr.es/~fba) yazılımıyla gerçekleştirilmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

İnceleme alanında yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı volkanik kayalar üzerinde yapılan jeolojik, jeokronolojik, stratigrafik, tektonik, mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik açıdan yapılmış bilimsel yayın, rapor ve proje çalışmalarının derlenmesi büroda yapılan çalışmaların bir bölümünü oluşturmaktadır. Ayrıca hem MTA ve TÜBİTAK kütüphaneleri hem de internetteki ‘online’ veri tabanları taranmıştır. Ardından inceleme alanı ile ilgili 1/25.000 ölçekli topoğrafik ve 1/100.000 ölçekli jeolojik haritaların birlikte değerlendirilmesi büroda yapılan diğer çalışmalardır. Arazi çalışmaları sırasında yapılan jeolojik harita ve kesitlerin düzenlenmesi, değerlendirilmesi ve bunların bilgisayar ortamında çizilmesi de bu aşamada gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Giriş

Bu tez kapsamında inceleme alanında yapılan çalışmalar Tirebolu ve Görele arasındaki üç ana vadide yapılmıştır. Bu vadiler doğudan batıya (Görele'den Tireboluya doğru) Görele veya Çanakçı, Çömlekçi ve Harşit vadileridir (Şekil 3).

Saha çalışmaları söz konusu bölgeleri kapsayan F41c3 ve c4, F42d4, G42a1-a4 ve G41b1- b2-b3-b4 paftalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).

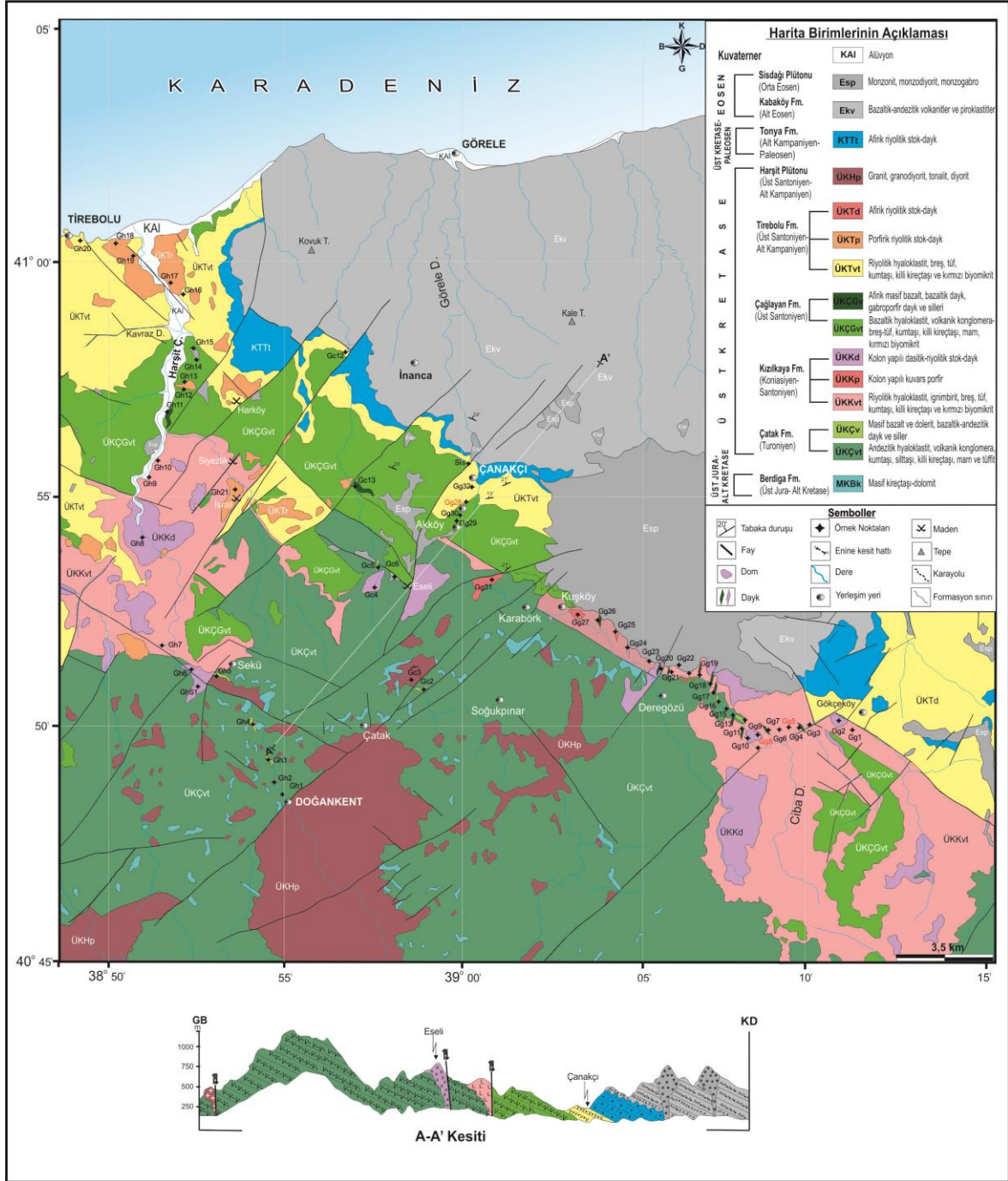


Şekil 3. Çalışma sahasını ve kapsadığı paftaları gösterir harita

3.2. Jeoloji, Volkanostratigrafi ve U-Pb Zirkon Jeokronolojisi

İnceleme alanının MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan 1/100.000 ölçekli Giresun G-41 ve G42 paftalarına ait jeolojik haritaları (Kurt vd., 2005) baz alınarak

Yapılan saha çalışmaları neticesinde yeniden oluşturulan çalışma alanının jeoloji haritası ve enine kesiti Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. İnceleme alanının jeoloji haritası (Kurt vd, 2005’den değiştirilmiştir) ve A-A’ jeolojik enine kesiti

Buna göre, inceleme alanındaki Üst Kretase-Paleosen yaşlı birimler başlıca Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Tirebolu ve Tonya formasyonları ile Harşit Plütunu olmak üzere altı gruptan oluşmaktadır (Şekil 4 ve 5).

SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	RADYOMETRİK YAŞLAR
Kuvaterner			Alüvyon	
Eosen	KABAKÖY		SİSDAĞI PLÜTONU Monzonit, monzodiyorit, monzogabro Bazaltik-andezitik volkanitler ve piroklastitler	(41,5 My) (Karsli vd., 2012) (42-45 My) (Yücel, 2012)
Alt Kamp. Paleosen	TONYA		Kalsiklastik türbiditler	
Üst Santoniyen-Alt Kampaniyen	TİREBOLU		HARŞİT PLÜTONU Granit, granodiyorit, tonalit, diyorit (Gc3a, Gc3b)	(79 My) (Karsli vd., 2010)
			Riyolitik hyaloklastitler (Gh16-1, Gh20a, Gc12b)	(80.8±1 My) (Aydin vd., 2016)
			Pembe renkli afirik riyolitik stok/dayk (Gh13)	
			Biyotitli porfirik riyolitik stok/dayk (Gh17b, Gh17c, Gh20c)	(83.7±0.6 My) (Aydin vd., 2016)
			Riyolitik breş-tüf	
Üst Santoniyen	ÇAĞLAYAN		Kırmızı renkli, biyomikritik kçt. (Gg28)	
			Killi kçt., marn	
			Bazaltik volkanik konglomera/breş, kmt. Afirik masif bazalt (Gc13) Bazaltik hyaloklastit (Gh11, Gg30, Gc12a, Gc12c) Bazaltik tüf-breş	(84.9±1.7 My) (Aydin vd., 2016)
			Andezitik-dasitik konglomera/breş (Gh9, Gh10)	
			Kırmızı renkli, biyomikritik kçt. (Gc1) Gabroporfir sili (Gc6)	
Koniasiyen - Orta Santoniyen	KIZILKAYA		Bazaltik dayk (Gg17-1, Gg19, Gg21-1, Gg21-3)	
			Kırmızı renkli, biyomikritik kçt. (Gg14)	
			Bazaltik hyaloklastit ve peperitler (Gg21-4a) Gabroporfir daykı (Gg3b)	
			Riyolitik breş-tüf (kmt. ve killi kçt. ardalınamalı) Riyolitik ignimbiritler (Gg3a, Gg7-3) Kırmızı renkli, biyomikritik kçt. (Gg8) Kırmızı renkli, biyomikritik kçt. (Gg5)	
			Riyolitik hyaloklastitler Kolon yapılı, dasitik-riyolitik stok/dayk (Gh8-1, Gh21, Gh20-1a, Gh4a)	(85±1.2 My) (Aydin vd., 2016)
Turoniyen	ÇATAK		Sarımsı-bej renkli, kmt., killi kçt., marn, tüffit	
			Kolon yapılı, riyolitik stok/dayk (Gg25, Gg27, Gg31) (Kuvars-porfir)	(88.6±1.4 My) (Aydin vd., 2016)
			Gri renkli killi kçt., marn ve tüffit	
			Andezitik hyaloklastitler (Gg15a)	
			Bazaltik-andezitik dayk ve siller (Gg7-1, Gg11b, Gg13-1, Gg13-2, Gg16a, Gh4b)	
Üst Jura-Alt Kre.	BERDİÇA		Masif bazalt ve dolerit (Gh3, Gc2) Volkanik konglomera/breş, kmt., silttaşı, killi kçt.	
			Masif kireçtaşı-dolomit	

Şekil 5. İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit

Yapılan saha çalışmalarına ve revize edilen jeolojik haritaya göre, inceleme alanının temel kayaçlarını masif kireçtaşı ve dolomitlerden meydana gelen Jura-Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu oluşturur ve bunun üzerine Üst Kretase birimleri genellikle uyumlu gelir (Kurt vd., 2005). Bazı lokasyonlarda Geç Kretase birimlerinin Harşit Plütону tarafından kesilmiş olduğu (Şekil 5), yer yer de tektonik dokanıklı olduğu gözlenmiştir (Kurt vd., 2005). Söz konusu Geç Kretase istifine ait formasyonların ayrıntılı jeolojik, stratigrafik ve paleontolojik özellikleri aşağıda sırasıyla detaylandırılacaktır.

3.2.1. Çatak Formasyonu

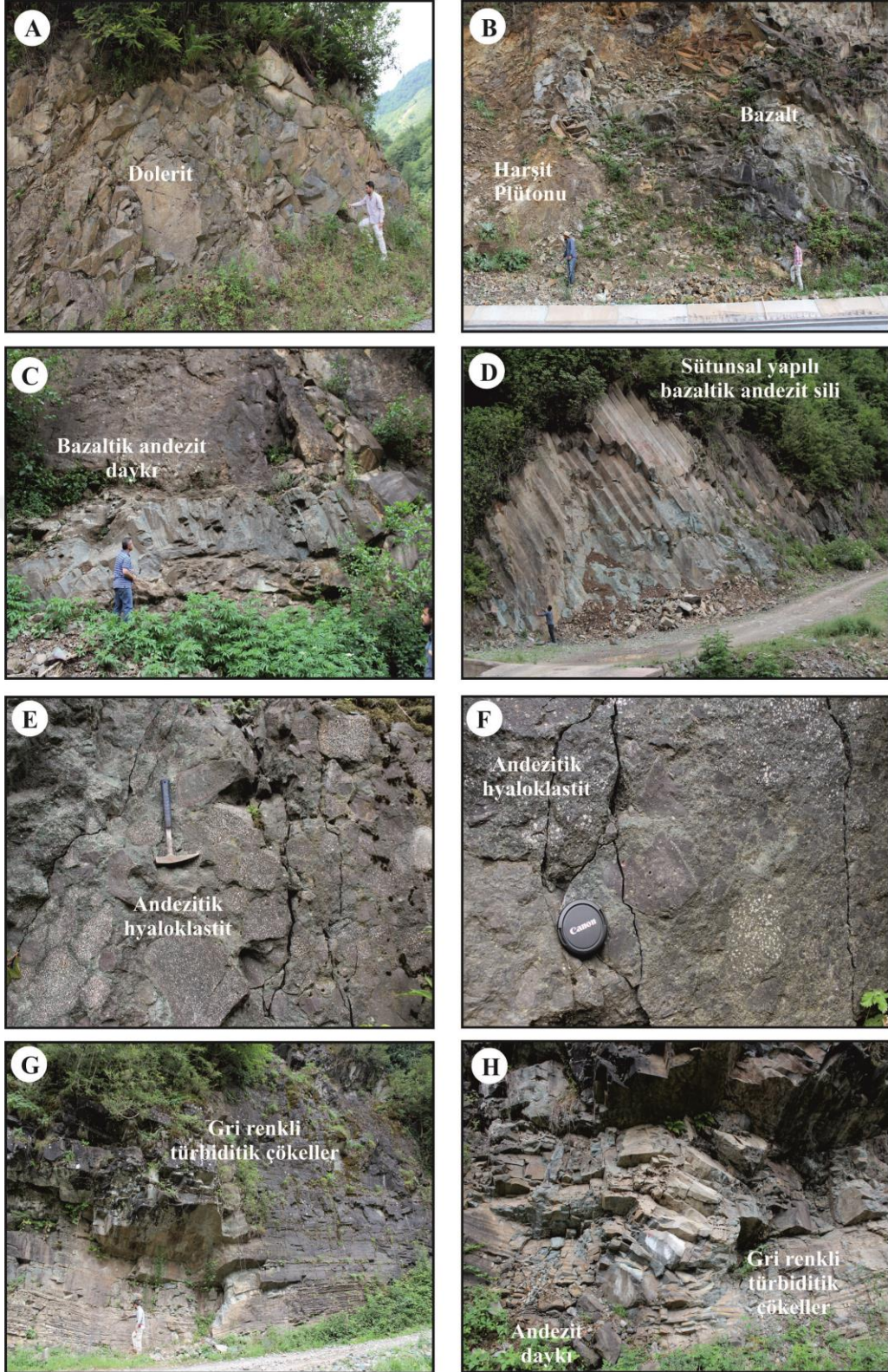
Çatak Formasyonu birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde isimlendirilmiştir. Güven (1993) Maçka (Trabzon) güneyinde Çatak Köyü çevresinde tipik olarak yüzeyleyen ve Berdiga Formasyonu'na ait neritik kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelen bazik karakterli volkano-tortul istifi Çatak Formasyonu olarak adlandırmıştır. Söz konusu araştırmacı tarafından tanımlanan Çatak Formasyonu'nun alt bölümleri Kurt vd. (2005)'ne göre tanımlanan Karabulduk Formasyonu ile, bunun üzerine uyumlu olarak gelen ve Çatak Formasyonu'nun üst bölümlerini oluşturan Yağlıdere Formasyonu ile denestirilebilir. Schultze-Westrum (1961) ve Gedikoğlu (1978) tarafından "Alt Bazik Seri" olarak tanımlanan birim ise yine Kurt vd. (2005) tarafından adlandırılan Yağlıdere Formasyonu'na karşılık gelmektedir. Kurt vd. (2005)'nin Çatak Formasyonu'nun tabanına karşılık gelen Karabulduk Formasyonu'ndan elde ettikleri *Helvetoglobotruncana cf. helvetica* (Bolli), *Stomiosphaera sphaerica* (Kaufman), *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno), *Dicarinella sp.*, *Praeglobotruncana sp.*, *Whiteinella sp.*, *Globigerinidae*, *Sünger spikülü*, *Radiolaria* gibi faunalara dayandırılarak bu istifin yaşını Turoniyen olarak belirlemişlerdir. Aynı şekilde söz konusu yazarlar Yağlıdere Formasyonu olarak adlandırdıkları (Çatak Formasyonu'nun üst seviyeleri) istifteki gri renkli pelajik kireçtaşlarında *Helvetoglobotruncana cf. helvetica* (Bolli), *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno), *Stomiosphaera sphaerica* (Kaufman), *Calcisphaerula innominata* (Bonet), *Pithonella ovalis* (Kaufman), *Whiteinella sp.* faunasına göre bu formasyonun yaşını da Turoniyen olarak belirlemişlerdir. Bu formasyondaki kayaçların zirkon konsantrasyonları oldukça düşük olduğu için radyometrik olarak yaş verisi elde edilememiştir. Sonuç olarak elde edilen paleontolojik ve stratigrafik bulgular Çatak Formasyonu'nun genel olarak Turoniyen yaşlı olduğunu gösterir. Bölgede masif

kireçtaşlarından oluşan Berdiga Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen ve Geç Kretase istifinin taban seviyelerini oluşturan Çatak Formasyonu volkanik konglomera/breş, kumtaşı, silttaşı, killi kireçtaşı ardalanması ile başlamaktadır (Şekil 5). Bu ardalanmalı seviye içinde yer yer masif bazaltik ve doleritik bileşimli paleo-lav akıntıları gözlenmiştir (Şekil 6A ve 6B). Çatak Formasyonu'nun üst seviyelere doğru kalınlıkları birkaç on cm'den birkaç metreye değişen ve yer yer belirgin sütunsal yapı gösteren bazaltik-andezitik bileşimli dayk ve sillerin (Şekil 6C ve 6D) sayısındaki artış dikkat çekicidir. Çatak Formasyonu'nun üst seviyelerine doğru andezitik hyaloklastitler (Şekil 6E ve 6F) ile birlikte, gri renkli killi kireçtaşı, marn ve tüffitlerden oluşan tortul seviyeye geçiş gözlenmektedir (Şekil 5 ve 6G). Bu tortul seviyeler içinde kalınlıkları birkaç on cm'den 1m'ye değişen dayklar bulunur (Şekil 6H). Birimin kalınlığı Kurt vd. (2005) tarafından Karabulduk Formasyonu'nda ~200 m, Yağlıdere Formasyonu'nda ise ~750-1200 m arasında bir değere sahiptir. Çatak Formasyonu'na ait litolojiler, Güven (1993) tarafından adlandırılan Kızılkaya Formasyonu'na ait felsik dayklar ile yer yer intrüzif dokanaklarla kesilmektedir.

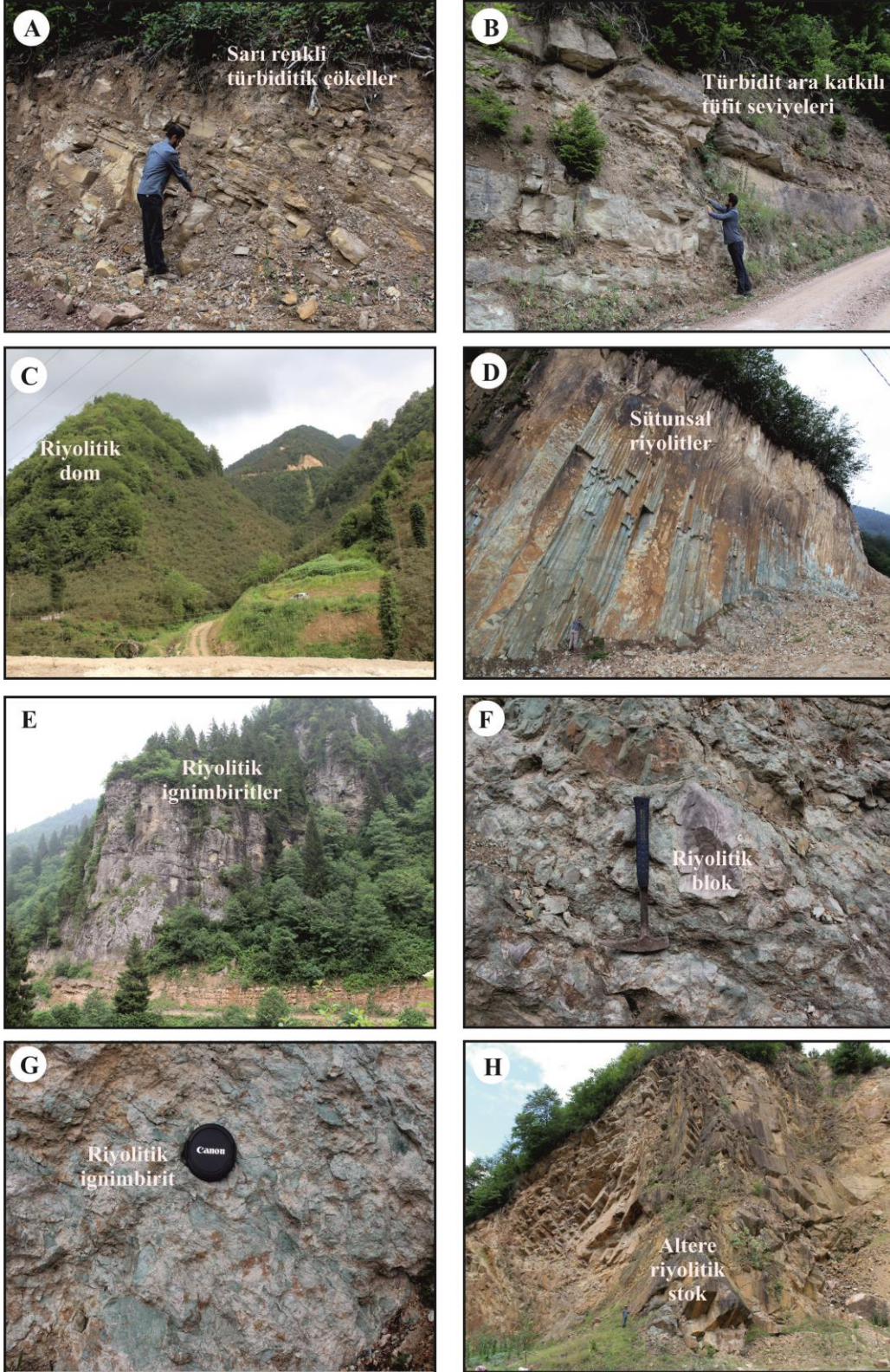
3.2.2. Kızılkaya Formasyonu

Bu birim ilk olarak Schultze-Westrum (1961) tarafından "Alt Asidik Seri" olarak tanımlanmıştır. Güven (1993)'e göre tip kesiti Espiye (Giresun) güneyindeki Kızılkaya çevresinden Artvin'e kadar kesintisiz uzanmaktadır. Ancak bu formasyonun tanımlandığı tip yeri stratigrafik konumu dikkate alınarak Kurt vd. (2005) tarafından Alemağaç Formasyonu olarak yeniden adlandırılmıştır. Kurt vd., (2005) tarafından Yağlıdere Formasyonu, Güven (1993) tarafından Çatak Formasyonu olarak adlandırılan birimin üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Bu formasyon bölgede çok geniş yayılımlar sunması bakımından ve Sakarya Zonu doğusunda "Volkanojenetik Masif Sülfid (VMS)" yataklarına ev sahipliği yapması bakımından oldukça önemli bir değere sahiptir.

Çatak Formasyonu'nun üst kesimlerine ait gri renkli tortul seviye Kızılkaya Formasyonu'nun alt seviyelerindeki sarımsı-bej renkli, kumtaşı, killi kireçtaşı, marn ve tüfit ardalanmalı seviye ile yanal geçişli olup (Şekil 5, 7A ve 7B), bu birimin alt seviyelerine belirgin kolon yapılı, iri kuvars içeren riyolitik porfirler sokulum yapmıştır (Şekil 7C ve 7D).



Şekil 6. Çatak Formasyonuna ait kayaçların arazi görünümleri



Şekil 7. Kızılkaya Formasyonuna ait kayaların arazi görünümleri

Aydin vd. (2016) tarafından söz konusu riyolitik bileşimli kuvars-porfirlerden elde edilen U-Pb zirkon yaşı ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) $88.6\pm 1.4\text{My}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 4; Ek Tablo 2; Şekil 8 ve 9). Eyüboğlu vd. (2014) tarafından elde edilen U-Pb zirkon yaşı da ($91.1\pm 1.3\text{My}$), Kızılkaya'nın ilk oluşum zamanının Geç Turoniyen'e kadar inebileceğini göstermektedir. Kızılkaya Formasyonu'nun alt seviyelerinde bulunan sarımsı-bej renkli tortul birimler, formasyonun orta seviyelerine doğru riyolitik hyaloklastit ve ignimbiritlere (Şekil 7E-7G) doğru geçiş gösterir ve üste doğru kırmızı renkli biyomikritli seviyeler ile yer yer ara katkılı olarak devam eder (Şekil 5). Bu riyolitik volkaniklastik kayalar pirit içeren, kısmen hematit-limonitleşmiş ve belirgin kolon yapılı, dasitik-riyolitik stok ve dayklar tarafından kesilir (Şekil 7H). Bu pirit içeren dasitik riyolitik stoklardan alınan örneklerden de çok sayıda zirkon tespit edilmiş olup, yine Aydın vd. (2016) tarafından U-Pb zirkon yaşı ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) $85\pm 1.2\text{ My}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 4; Ek Tablo 2; Şekil 10 ve 11).

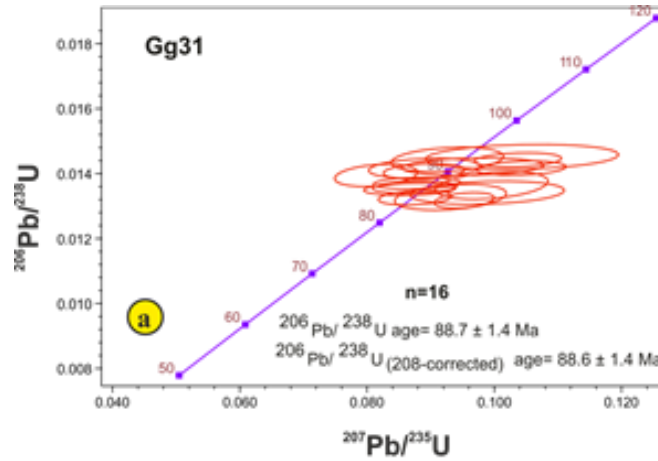
Kurt vd. (2005), tarafından Kızılkaya Formasyonu içindeki kırmızı-bordo renkli mikritik kireçtaşlarından elde edilen *Dicerinella concavata* (Brotzen), *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno), *Marginotruncana coronata* (Bolli), *Stomiosphaera sphaerica* (Kaufman), *Marginotruncana spp.*, *Dicarinella sp.*, *Heterohelicidae*, *Globigerinidae*, *Radiolaria* ve karbonatlardaki *Dicerinella concavata* (Brotzen), *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno), *Marginotruncana coronata* (Bolli), *Marginotruncana spp.*, *Dicarinella sp.*, *Globigerinidae* faunaya dayandırılarak birimin yaşı Turoniyen-Santoniyen olarak belirlenmiştir.

Aydın vd., (2016) Kızılkaya Formasyonu içindeki kırmızı renkli biyomikritik kireçtaşlarının bu formasyon içinde birkaç seviye olarak gözlendiğini, bu farklı seviyelerden alınan örneklerdeki planktonik foraminifer içeriğinin düzeyden düzey farklılık sunduğunu gözlemlemiş olup, bazı düzeylerin hiç planktonik foraminifer içermediğini, bazı düzeylerin ise çok az, az, ortaç, bol veya çok bol planktonik foraminifer içerikli olduklarını belirtmişlerdir. İncelenen düzeylerin planktonik foraminiferli bölümlerinde çift kareli *Marginotruncana* türlerinin belirgin baskınlığı belirlenmiş, *Marginotruncana* türlerine *Dicarinella* türleri ve az oranda *Globotruncana* türlerinin eşlik ettiği tespit edilmiştir. Bazı düzeylerin oldukça çeşitlenmiş planktonik foraminifer toplulukları içerdiği, bu toplulukların, *Dicarinella asymetrica* (Sigal), *Dicarinella concavata* (Brotzen), *Dicarinella primitiva* (Dalbiez), *Globotruncana arca* (Cushman), *Globotruncana hilli* Pessagno, *Globotruncana neotricarinata* Petrizzo et al.,

Globotruncanita elevata (Brotzen), *Marginotruncana coronata* (Bolli), *Marginotruncana marginata* (Reuss), *Marginotruncana paraconavata* Porthault, *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, *Marginotruncana renzi* (Gandolfi), *Marginotruncana schneegansi* (Sigal), *Marginotruncana sinuosa* Porthault, *Marginotruncana tarfayaensis* (Lehmann) ve *Marginotruncana cf. undulata* (Lehmann) türlerinden oluştuğu ifade edilmiştir. Bu topluluklar içinde belirlenen *D. asymetrica* yaş açısından önemli olduğu, *D. asymetrica*'nın yaşı konusunda ise halen devam eden bir tartışmanın söz konusu olduğu belirtilmektedirler. Kızılkaya Formasyonu'nda oldukça zengin planktonik foraminifer türü olan arginotruncanidlerin var olduğunu ve var olan seviyelerdeki birimin Santoniyenden daha genç olamayacağını göstermesi bakımından önemli olduğu yazarlar tarafından vurgulanmaktadır. Aynı çalışmada biyotitli porfirik riyoliterden alınmış yaş verilerinin, elde edilmiş bu yaş verisini destekler nitelikte olduğu, istifin en altında bulunan biyomikritli seviyelerin 85.5 My yaşındaki dayk tarafından kesilmesi ile daha üstte yer alan biyomikrit seviyelerinin yaşının orta-geç Santoniyen olabileceği ifade edilmiştir.



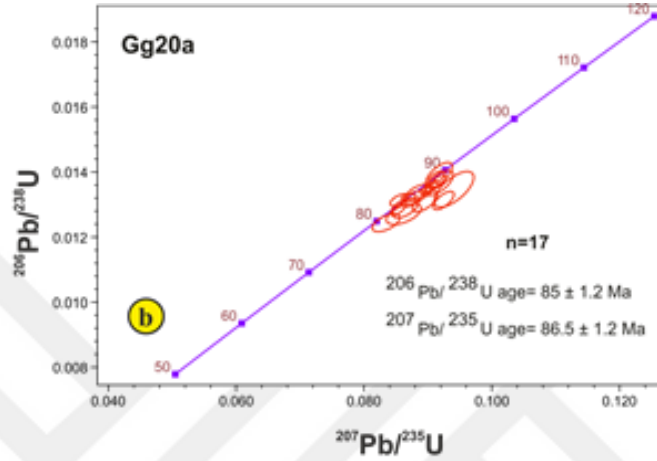
Şekil 8. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gg31) Kızılkaya Formasyonuna ait zirkon görünüşleri



Şekil 9. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gg31) Kızılkaya Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları



Şekil 10. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh20a) Kızılkaya Formasyonuna ait zirkon görünümleri



Şekil 11. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh20a) Kızılkaya Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları

Sonuç olarak elde edilen paleontolojik, stratigrafik ve jeokronolojik bulgular Kızılkaya Formasyonu'nun Geç Koniasiyen-Santoniyen yaşlı olduğunu göstermektedir.

3.2.3. Çağlayan Formasyonu

İlk kez Güven, (1993) tarafından Çağlayan Formasyonu olarak adlandırılan ve birinci evre asidik volkanitleri (Kızılkaya Formasyonu) üzerleyen ikinci bazik volkanik birim, Sakarya Zonu doğusunun kuzey bölümünde Shultze-Westrum (1961) tarafından “Üst Bazik Seri” olarak adlandırılmış ve Gedikoğlu, (1978) tarafından da kullanılmıştır. Bu birimin tabanındaki kireçtaşları Eyüboğlu (2000) tarafından Tirebolu güneyinde Danışman Formasyonu ve Yılmaz (1998) tarafından da Maçka yöresinde Kapanboğazı Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Kurt vd., (2005) ise bu birimi tek bir formasyon olarak ifade etmişlerdir. Bu birim genel olarak tüm Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda birinci asidik fazı temsil eden, Güven (1993) tarafından Kızılkaya Formasyonu, Kurt vd. (2005) tarafından ise Alemağaç Formasyonu olarak adlandırılan birim üzerine kırmızı renkli kireçtaşlarının

gelmesi ile başlamaktadır. Bu kırmızı renkli karbonatlar Geç Kretase yaşlı birinci asidik volkanizmanın bittiğini ve ikinci bir bazik ve ortaç volkanizmanın (Çağlayan Formasyonu) başladığını gösteren önemli bir kılavuz seviye olarak belirtmektedir (Kurt vd. 2005).

Kızılkaya Formasyonu'nun üst seviyelerindeki riyolitik hyaloklastitlere sokulum yapan Çağlayan Formasyonu'na ait gabropfir, bazaltik dayk ve siller istifdeki ikinci mafik volkanizmanın başlangıcına işaret ederler (Şekil 5; 12A-12D). Kızılkaya Formasyonu'nun en üst seviyesindeki kırmızı renkli mikritik kireçtaşları, Çağlayan Formasyonu'nun taban seviyelerini oluşturan andezitik-dasitik konglomera/breşler tarafından üzerlenmekte ve bunlar üst seviyelere doğru bazaltik tuf-breş ve hyaloklastitlere geçiş göstermektedirler (Şekil 5; 12E-12F). Çağlayan'a ait tüm bu birimler yer yer kırmızı kireçtaşı ara seviyeleri içeren killi kireçtaşı ve marn aralanmasıyla uyumlu olarak üzerlenirler. Bu tortul birimler yer yer bazaltik bileşimli dayklar tarafından kesilirken, yer yer de masif paleo-lav akıntıları tarafından örtülürler (Şekil 12G-12H). Kurt vd. (2005) Çağlayan Formasyonu'na ait kırmızı renkli mikritik kireçtaşlarından *Marginotruncana pseudolinneana* (Bessagno), *Marginotruncana coronata* (Bolli), *Marginotruncana spp.*, *Dicarinella sp.*, *Globigerinidae*, *Heterohelicidae*, *Dicarinella concavata* (Brotzen), *Dicarinella asymetrica* (Sigal), *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno), *Dicarinella sp.*, *Marginotruncana sp.*, *Heterohelix sp.* gibi fosil bulguları elde ederek, bu formasyonun yaşını Santoniyen olarak tespit etmişlerdir. Yine aynı yazarlar tarafından volkanitlerin bulunduğu lokasyonlardaki kalınlıkların ~300 m, tortul birimlerce yoğun lokasyonlardaki istife ait kalınlıkların ise ~400 m dolaylarında olduğu ifade edilmektedir.

Aydın vd., (2016) Çağlayan Formasyonu'nun en üst seviyesinde kırmızı renkli biyomikritik kireçtaşlarını tespit ederek bunlardan alınan örneklerdeki planktonik foraminiferlerin Kızılkaya Formasyonu'ndaki karbonatlara göre *marginotruncanid*lerce daha baskın olduğunu ancak diğer türler açısından büyük bir benzerlik olduğunu ifade etmişlerdir. Bu veri, söz konusu kırmızı biyomikrit düzeyinin Santoniyen'den daha genç olamayacağını, bu biyomikritleri kesen dasitlerin radyometrik yaşlarının (~85.5 My) da dikkate alınmasıyla Çağlayan Formasyonu'nun en son oluşum yaşının orta-geç Santoniyen aralığında oluştuğunu gösterir. İnceleme alanı dışından, Trabzon-Rize arasındaki Hayrat-Balaban civarındaki granitik kayaçları kesen mafik bir dayktan alınan U-Pb zirkon yaşı (~85 My; Aydın vd., 2016) Geç Santoniyen döneminde bazaltik-andezitik bir magmatizmanın varlığını destekler niteliktedir.

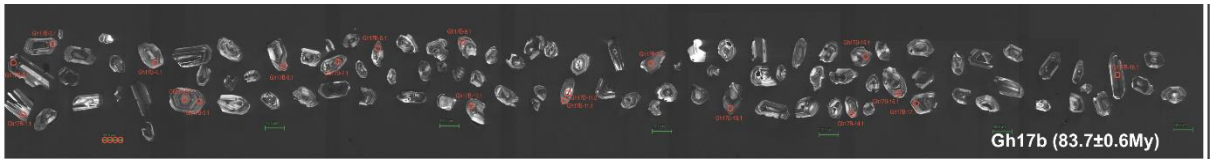


Şekil 12. Çağlayan Formasyonuna ait kayaçların arazi görünümleri

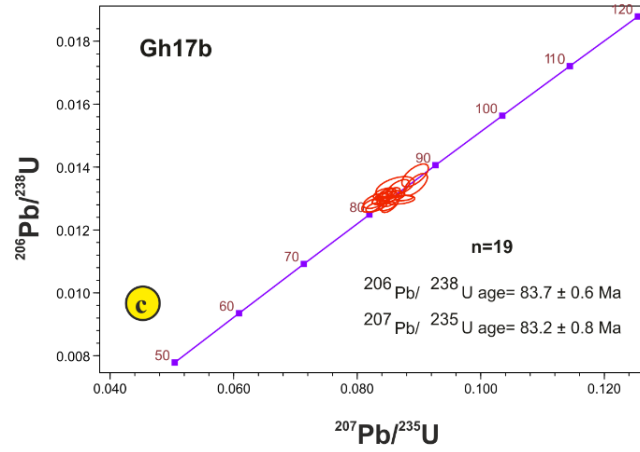
3.2.4. Tirebolu Formasyonu

Güven (1993) tarafından Tirebolu (Giresun) civarında Tirebolu Formasyonu olarak adlandırılan bu birim Tonya (Trabzon)'daki litolojik özelliklerine bağlı olarak aynı yazar tarafından Çayırbağ Formasyonu olarak yeniden tanımlanmıştır. Bu birim ilk gözlendiği lokasyonun daha tipik özellikler sunmasından dolayı Kurt vd. (2005) tarafından Tirebolu Formasyonu olarak isimlendirilmesinin daha uygun olacağı belirtilmiştir. Çağlayan Formasyonu'na ait tortul birimler Tirebolu Formasyonu'nun riyolitik bileşimli tuf ve breşleriyle yanal geçişlidir (Şekil 5). Tirebolu Formasyonu'nun alt seviyelerindeki riyolitik breş ve tüfler yer yer biyotit içeren porfirik riyolitler, yer yer de pembe renkli afirik riyolitik stok ve dayklar tarafından kesilmektedir (Şekil 5; 17A-17D).

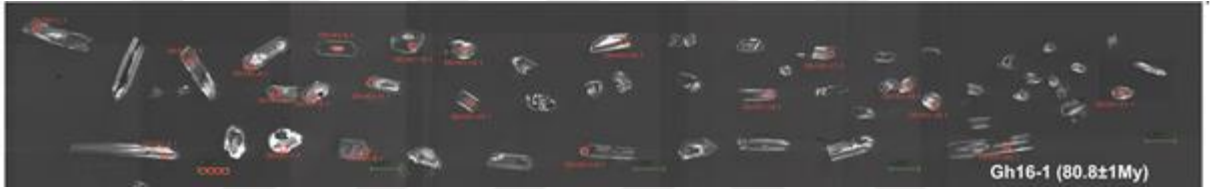
Aydın vd. (2016) tarafından söz konusu biyotit içeren riyolitik stoklardan alınan örneklerden elde edilen U-Pb zirkon yaşı ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) 83.7 ± 0.6 My olarak belirlenmiştir (Tablo 4; Ek Tablo 2; Şekil 13 ve 14). Eyüboğlu vd. (2014) tarafından alınan U-Pb zirkon yaşı da dikkate alındığında (83 ± 1.5 My), Tirebolu'nun ilk oluşum zamanının Üst Santoniyen-Alt Kampaniyen aralığında olduğu anlaşılır. Tirebolu Formasyonu'nun üst seviyelerine doğru riyolitik hyaloklastitler gözlenmekte olup (Şekil 17E ve 17F), yine Aydın vd. (2016) tarafından bu kayaçların U-Pb zirkon yaşının ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) 80.8 ± 1.0 My olduğu belirlenmiştir (Tablo 4; Ek Tablo 2; Şekil 15 ve 16). Tüm bu birimler Harşit Plütону'na ait stok ve apofizler (79 My; Karşılı vd. 2010) tarafından yer yer kesilmektedir (Şekil 17G ve 17H).



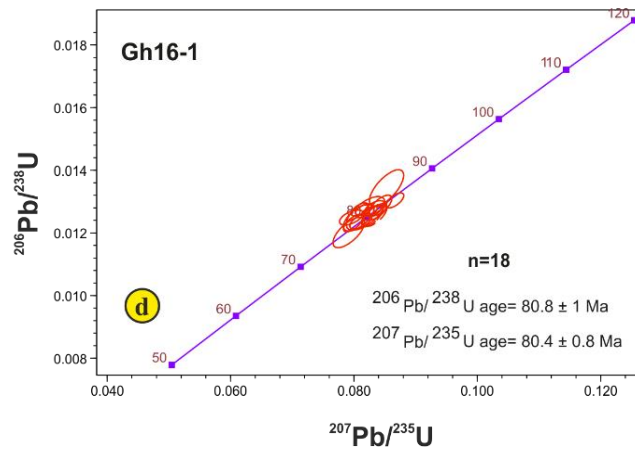
Şekil 13. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh17b) Tirebolu Formasyonuna ait zirkon görünümleri



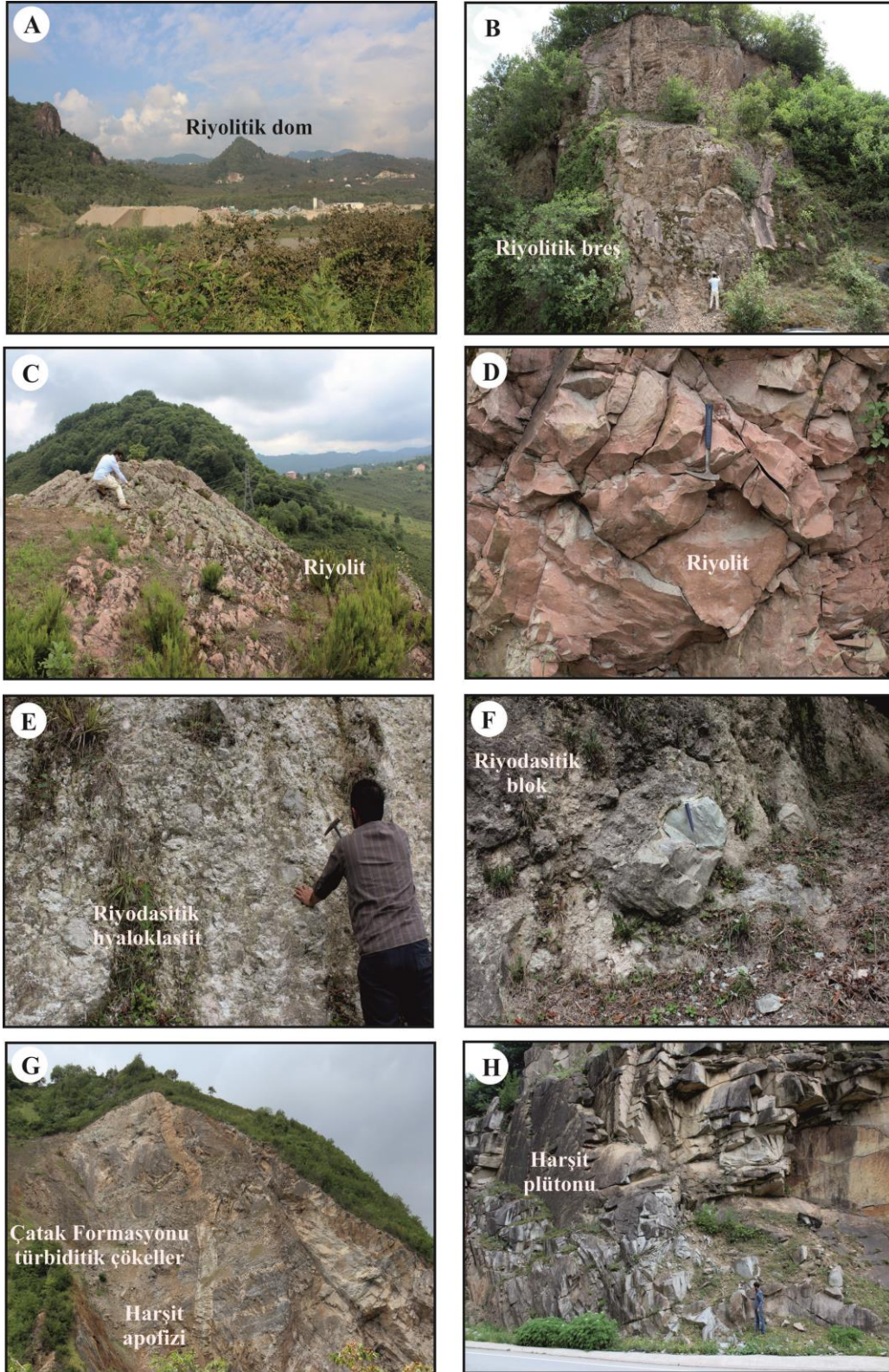
Şekil 14. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh17b) Tirebolu Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları



Şekil 15. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh16-1) Tirebolu Formasyonuna ait zirkon görünümleri



Şekil 16. İnceleme alanındaki (Örnek No: Gh16-1) Tirebolu Formasyonuna ait SHRIMP U-Pb zirkon yaşları



Şekil 17. Tirebolu Formasyonuna ait kayaçların arazi görünüşleri

Ayrıca birimin yaşı Kurt vd. (2005)'ne göre içerdiği *Marginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno), *Dicerinella concavata* (Brotzen), *Marginotruncana coronata*

(*Bolli*), *Globoruncana linneiana* (*D'orbigny*), *Globoruncana stuartiformis* (*Dalbiez*), *Globoruncana ventricosa* *White*, *Globoruncana bulloides* *Vogler*, *Dicerinella* *sp.*, *Globigerinidae*, *Globotruncana linneiana* (*D'ORBIGNY*), *Stomiosphaera sphaerica* (*Kaufman*), *Globotruncana bulloides* *Vogler*, *Globotruncana* *sp.*, *Heterohelicidae*, *Globigerinidae* gibi fosil faunalarına ve stratigrafik ilişkilere dayandırılarak Geç Santoniyen-Erken Kampaniyen arasında olduğu tahmin edilmiştir. Aynı yazarlar tarafından belirlenen formasyonun kalınlıkları ise, yersel olarak çok farklılıklar sunmakla birlikte bazı lokasyonlarda ~600-700 m, bazı lokasyonlarda ise ~200-500 m arasında değişen kalınlığa sahiptir.

Sonuç olarak elde edilen jeolojik ve stratigrafik bulgular, önceki paleontolojik verilerle birlikte değerlendirildiğinde, Tirebolu Formasyonu'nun oluşum zamanının Geç Santoniyen-Erken Kampaniyen aralığında olduğu söylenebilir. Bu yaş verisi aynı zamanda Çağlayan Formasyonu'na ait volkanitlerin oluşum zamanı ile kısmen çakışmaktadır.

3.3. Mineraloji ve Petrografi

İnceleme konusu Geç Kretase yaşlı volkanik kayaların ayrıntılı mineralojik ve petrografik özellikleri, Ek Tablo 1'de, formasyon bazındaki karşılaştırmalı genel özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir.

Çatak Formasyonu'nun taban seviyelerinde gözlenen bazaltik kayalar hyalomikrolitik porfiritik ve seri doku göstermekte olup fenokristal olarak başlıca plajiyoklas minerali içerirler (Şekil 18A). Yine aynı seviyede gözlenen doleritik kayalar da mikrokristalen porfiritik ve seri doku gözlenir (Şekil 18B), fenokristal olarak plajiyoklas ve bunlar arasında mikrokristal olarak amfibol bulunur. Daha üst seviyelerde Çatak Formasyonu'nun volkaniklastik birimlerini kesen bazaltik andezitik dayk ve siller ise (Şekil 5; Gg7-1, Gg11b, Gg13-1, Gg13-2, Gg16a, Gh4b) mikrolitik porfiritik, yer yer flüidal ve intersertal dokuya (Şekil 18C-18G) sahiptirler. Bu kayalardaki plajiyoklas fenokristalleri Pl+Sa+Op+Kl+Kal şeklindeki mineral birlikteliğinden oluşan bir hamur içinde bulunurlar. Çatak Formasyonu'nun üst seviyelerinde yer alan andezitik hyaloklastitler, mikrokristalen porfiritik ve amigdaloidal dokuya sahiptirler ve iri plajiyoklas kristali içerirler (Şekil 18H).

Kızılkaya Formasyonu'na ait riyolitik hyaloklastit ve ignimbiritleri kesen belirgin kolon yapılı kuvars-porfirlerden alınan örneklerin (Şekil 5; Örnek no: Gg25, Gg27 ve

Gg31) mikroskopik incelemesinde bunların çoğunlukla hyalo-mikrokristalen porfiritik dokuya sahip oldukları ve fenokristal olarak çoğunlukla kuvars ve kısmen de plajiyoklasdan meydana geldikleri görülmüştür (Şekil 19A ve 19B). Bu kayaçlarda fenokristalleri bir arada tutan camsı hamur büyük oranda devitrifiye olmuş ve kile dönüşmüştür. Yer yer ikincil kuvars ve pirit oluşumları tespit edilmiştir. Gri-Sarımsı-mor renkli ve kısmen kolon yapılı dasitik-riyodasitik sokulumlarda (Şekil 5; Örnek no: Gh8-1, Gh4a, Gh20-1a, Gh21), vitrofirik ve glomeroporfiritik dokular hakimdir ve kuvars ile plajiyoklas fenokristalleri yaklaşık aynı oranda bulunur. Bu fenokristalleri bağlayan hamur camsı veya kriptokristalen olup, yer yer ikincil olarak kil+kalsit oluşumlarına dönüşmüştür (Şekil 19C ve 19D). Kızılkaya-Çağlayan dokanağında, özellikle Çağlayan Formasyonu'nun alt seviyelerinde gözlenen andezitik-dasitik konglomera ve breş türü kayaçlarda ise (Şekil 5; Örnek no: Gh9, Gh10) vitrofirik, akma, yer yer sferülitik, elek ve zonlu dokular gözlenir (Şekil 19E ve 19F) ve kuvars+plajiyoklas±sanidin şeklinde daha geniş bir fenokristal birlikteliğiyle dikkat çekerler.

Kızılkaya Formasyonu'na ait istifin üst kesimlerine sokulan Çağlayan Formasyonu'na ait gabroporfir sili ile bazaltik dayklar (Şekil 5; Örnek no: Gc6, Gg3b, Gg17-1, Gg19, Gg21-1, Gg21-3) mikrokristalen porfiritik dokuya sahip olup, Pl+Oj+Ol fenokristalleri içerirler (Şekil 20A-20C). Giresun bölgesindeki Çağlayan Formasyonu'nun en tipik ürünleri bazaltik bileşimli hyaloklastitler ile breş ve tüflerdir. Bu birimlerden alınan örneklerin (Şekil 5; Örnek no: Gh11, Gg29, Gg30, Gc12a, Gc12c) mikroskopik incelemesinde, bunların porfiritik, glomeroporfiritik, plajiyoklaslarda elek ve seri dokularca baskın olduğu gözlenmiştir (Şekil 20D). Fenokristalleri plajiyoklas ve ojit oluşturur ve bunlara yer yer opak mineraller eşlik eder. Hamurda kriptokristalin mineraller yanında yine plajiyoklas, ojit ve opak mineral taneleri ana bileşenleri teşkil eder.

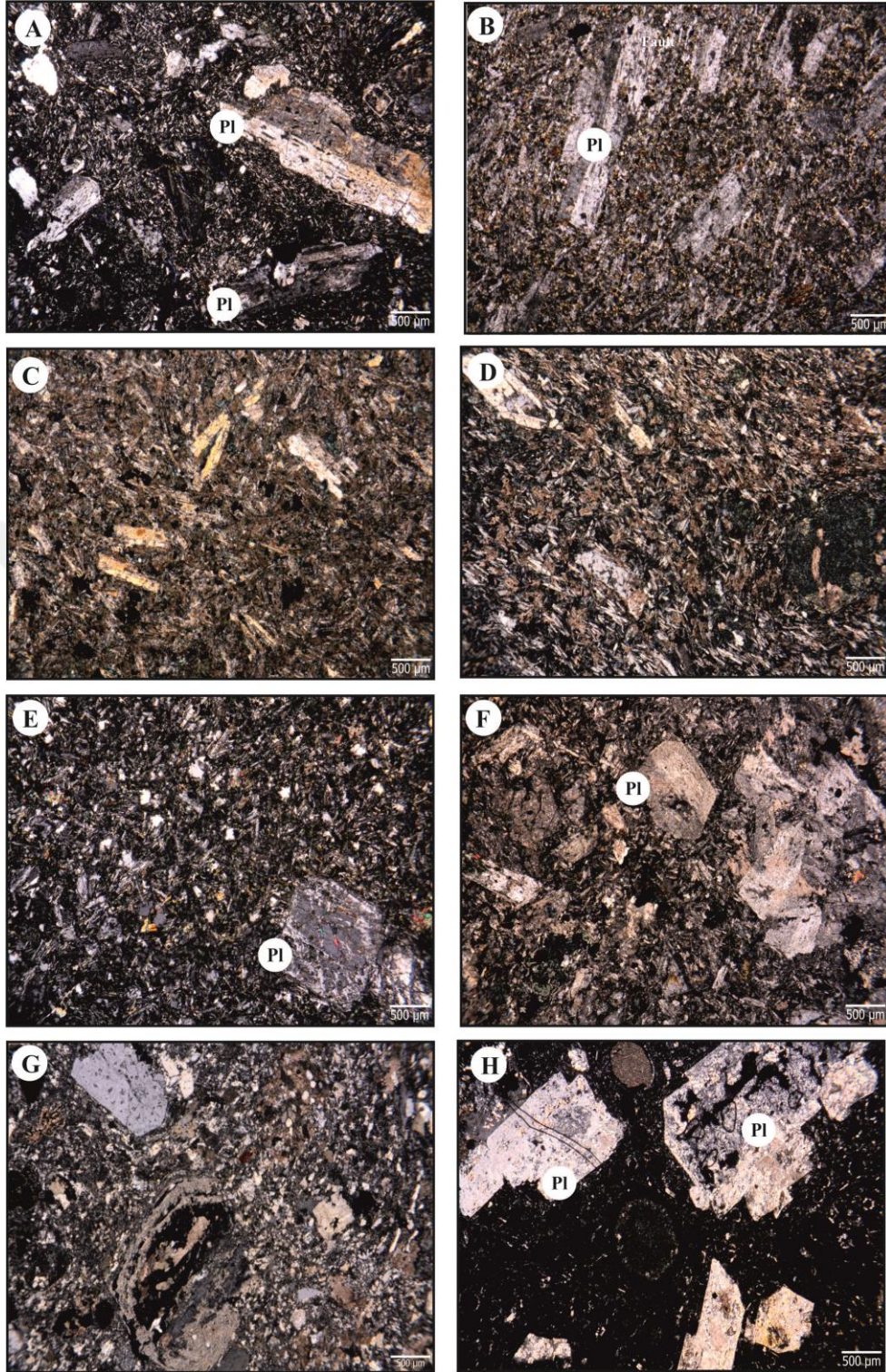
Tirebolu Formasyonu tabanda felsik karakterli altere vitrik tüflerle başlar ve üste doğru afirik riyolitlere (Şekil 5; Örnek no: Gh13) ve daha sonra da riyolit bloklarca baskın volkanik breşlere geçiş gösterir.

İnceleme alanında altere riyolitik tüfleri kesen çok sayıda yine riyolitik bileşimli daykların ve ekstrüzif (dom şekilli) kütlelerin (Şekil 5; Örnek no: Gh12, Gh17b, Gh17c, Gh 20c) olduğu gözlenmiştir. Afirik riyolitlerde feldispat mikrolitlerinin camsı ve akma dokusu gösteren hamur içinde buldukları tespit edilmiştir (Şekil 21A).

Tablo 1. İnceleme alanındaki volkanik kayaların genel petrografik ve mineralojik özellikleri

Formasyon	Örnek Türü	Kayaç Türü	Dokular	n	Pl	K-Feld	Kpir	Amp	Bio	Op	Fk (%)	Hm (%)
Çatak	Masif/Dayk/Sil	B, BA, Do, A	Hyalo-mikrolitik, porfiritik, flüidal, amigdaloidal, intersertal, seri	14	2-25			0-5			2-30	98-70
	Volkanoklastit	H, T, VB, BA, A	Mikrolitik porifiritik, breşik	5	5-10						5-10	95-90
Kızılkaya	Masif/Stok/Dayk	D, RD, KP, MD	Mikrokristalen porfiritik, vitrofirik, hyalo-mikrolitik, sferülitik, kemirilme	20	2-20			3-10			5-30	95-70
	Volkanoklastit	İ, H, T, VB, R, RD	Vitrofirik, breşik, akma, sferülitik, glomeroporfirik, elek, zonlu	14	2-20	2-5			1-2		5-27	95-73
Çağlayan	Masif/Dayk/Sil	GP, B, BA	Mikrokristalen porfiritik, amigdaloidal, hyalo-mikrolitik porfiritik, intersertal, intergranüler, trakitik, elek, seri	12	5-25		5-20			1-3	11-48	89-52
	Volkanoklastit	H, T, VB, B, BA, A	Mikrolitik porfiritik, glomeroporfirik, İntergranüler, amigdaloidal, vitrofirik, elek, seri, zonlu	8	6-20	1-2	7-8	2-3		1-2	17-35	83-65
Tirebolu	Masif/Stok/Dayk	R, RD	Vitrofirik, glomeroporfirik, akma, reaksiyon, zonlu	7	2-5				1-4		3-9	97-91
	Volkanoklastit	H, T, VB, R, RD	Mikrokristalen porfiritik, vitrofirik, glomeroporfirik, akma, zonlu, elek, reaksiyon	7	1-20	1-2	5-8	5-15	1-3		13-48	87-56

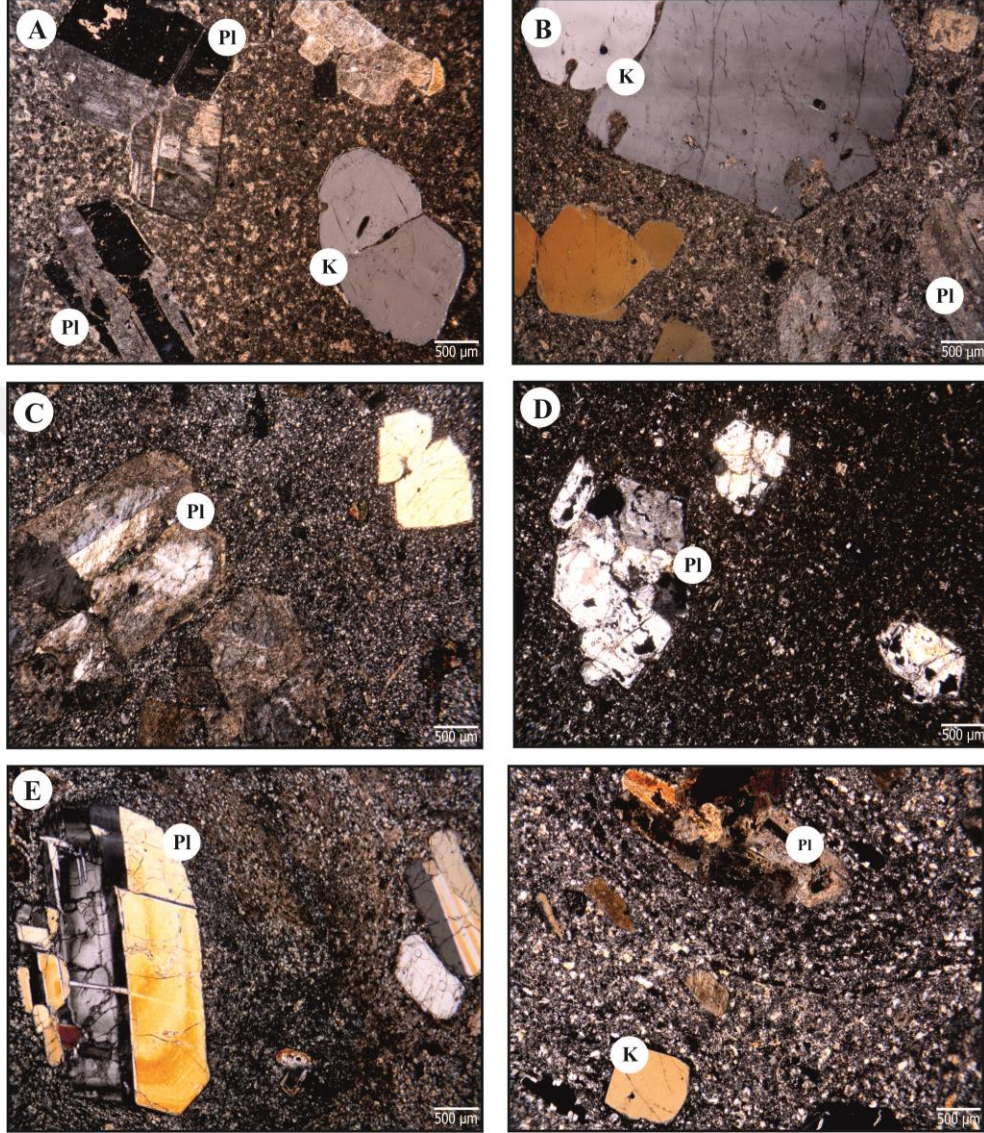
Açıklama: B: Bazalt, Do: Dolerit, BA: Bazaltik andezit, A: Andezit, D: Dasit, MD: Mor dasit, RD: Riyodasit, R: Riyolit, KP: Kuvars porfir, GP: Gabro porfir, İ: İgnimbirit, H: Hyaloklastit, VB: Volkanik breş, T: Tüf, n: örnek sayısı, Pl: Plajiyoklas, K-feld: Potasyum feldispat, Kpir: Klinopiroksen, Amp: Amfibol, Bio: Biyotit, Op: Opak mineral, Fk: Fenokristal, Hm: Hamur



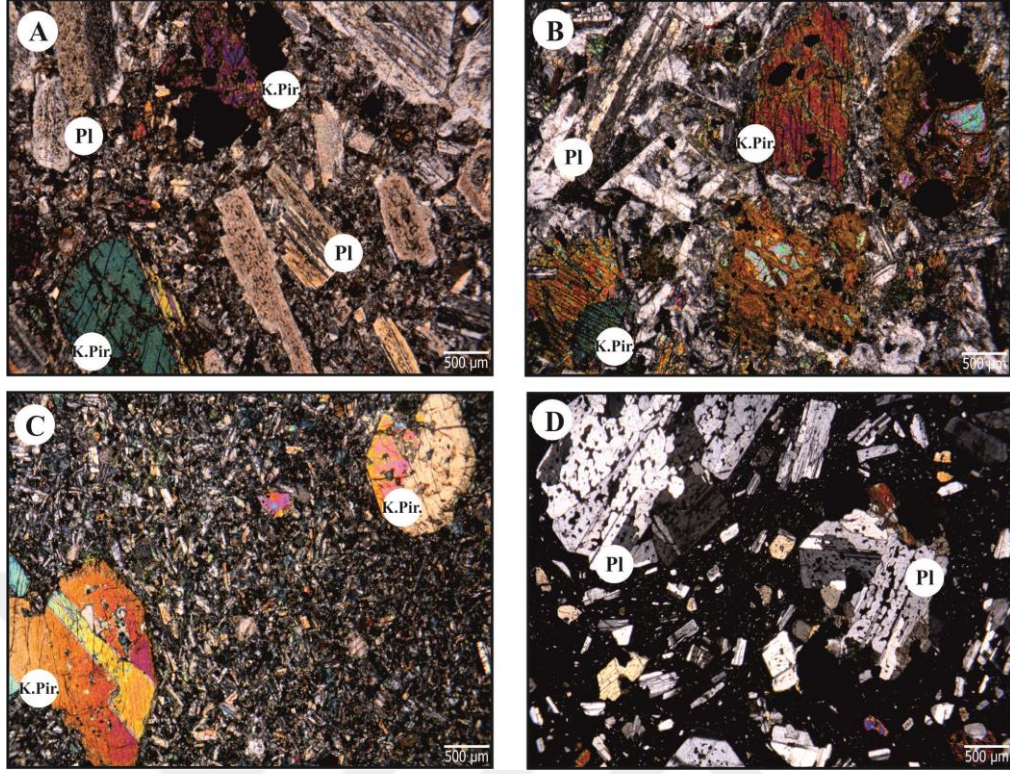
Şekil 18. Çatak Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünüşleri

Formasyonun üst seviyelerine doğru gelindiğinde ise riyoitik hyaloklastitlere (Şekil 5; Örnek no: Gh16-1, Gh19, Gh20a, Gh20b, Gc12b, Gg32) geçiş gözlenmekte olup, bu seviyeye ait kayalar hyalomikrolitik porfiritik, yer yer glomeroporfiritik, elek, zonlu,

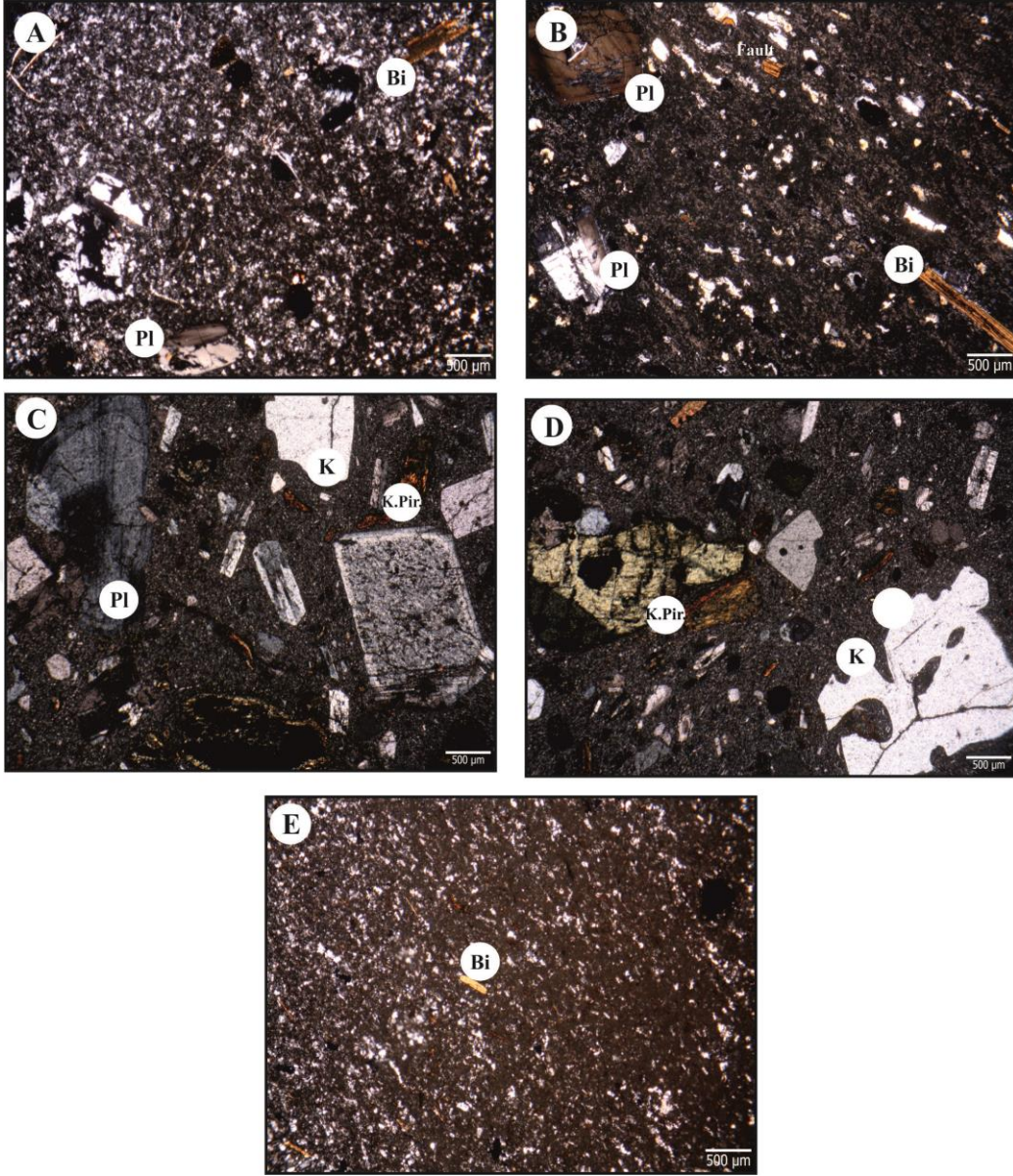
akma, ve yer yer porfiritik dokuya sahip olup mineral bileşimi olarak kuvars, plajiyoklas, biyotit, sanidin ve az oranda amfibol içeriğine sahiptirler (Şekil 21B-21E).



Şekil 19. Kızılkaya Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünümleri



Şekil 20. Çağlayan Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünümleri



Şekil 21. Tirebolu Formasyonuna ait volkanitlerin mikroskop altındaki görünüşleri

3.4. Mineral Kimyası

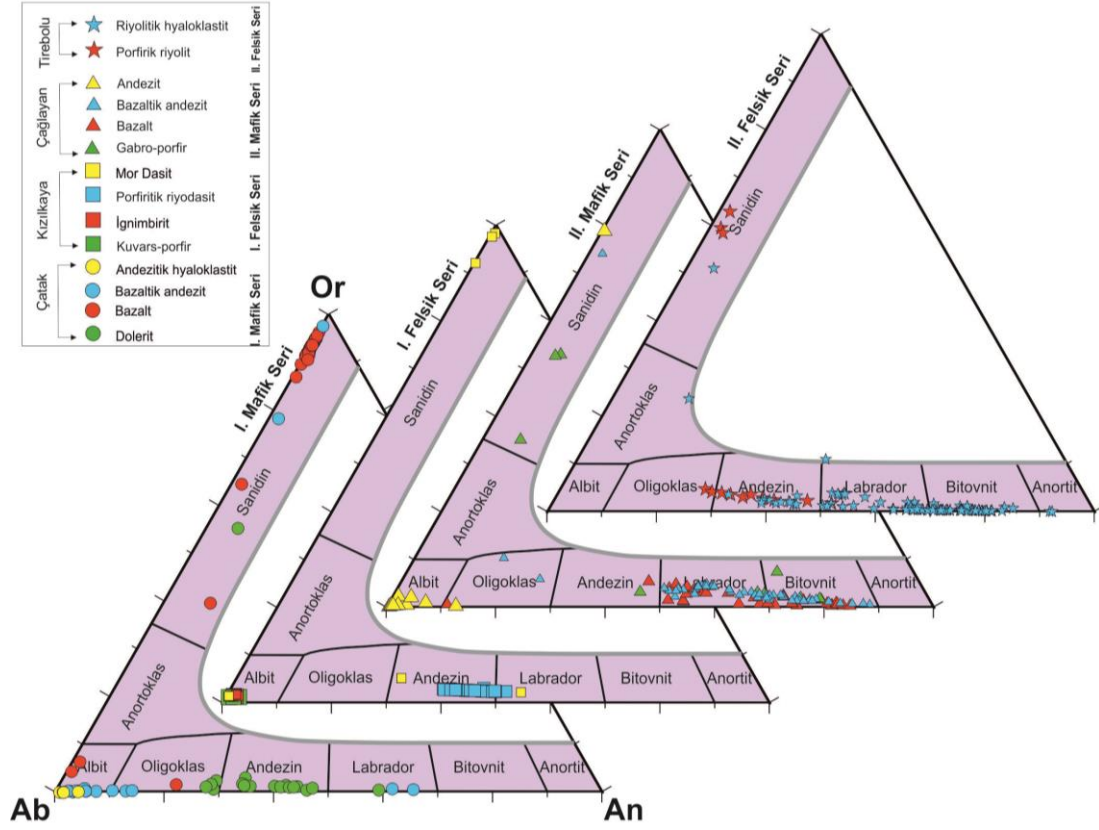
İnceleme alanına ait Geç Kretase formasyonlarındaki (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Tirebolu) magmatik kayaçlarının mineral kimyası analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş olup, grafiklerle ve ekte tablo halinde (Ek Tablo 3; 4; 5 ve 6) sunulmuştur.

3.4.1. Feldispat

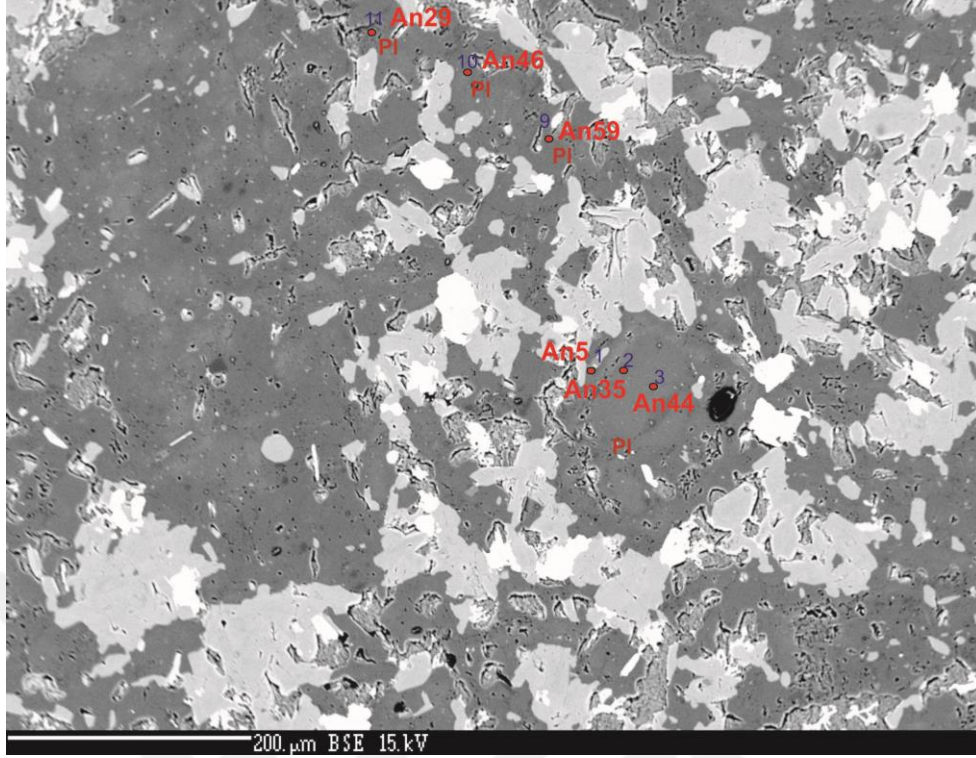
Giresun yöresinde gözlenen farklı kayaç gruplarına ait feldispat analizleri Ek Tablo 3'de verilmiş olup, veriler Şekil 22'de Albit-Anortit-Ortoklas üçgenine düşürülmüştür. İnceleme alanında yüzeyleyen formasyonlara ait tüm kayaç gruplarında plajiyoklas ve K-feldispat mineralleri gözlenmiştir. Çatak ve Kızılkaya formasyonlarına ait kayaç gruplarında gözlenen plajiyoklaslar 21 ilâ 65 arasında değişen An içeriklerine sahip olmakla birlikte plajiyoklasların bir kısmında albitleşme yoğun olarak gözlenir (An_{0-14}) (Şekil 2). Buna karşılık, Çağlayan ve Tirebolu formasyonlarını temsil eden kayaç gruplarında gözlenen plajiyoklaslar kısmen daha yüksek An içeriklerine (25-92) sahip olmakla birlikte özellikle Çağlayan Formasyonu'na ait bazı örneklerde gözlenen plajiyoklas kristallerinde yoğun albitleşme (An_{0-24}) söz konusudur (Şekil 22). Tüm birimlere ait plajiyoklas kristalleri kısmen düşük FeO^{tot} içerikleri ($<1.15\%$) ile temsil edilir. Çatak Formasyonu kayaçlarında gözlenen K-Feldispat mineralleri değişen Or içeriklerine (26-98) sahip olup, sanidin bileşimindedirler. Buna karşılık Kızılkaya Formasyonu örneklerindeki K-Feldispat mineralleri oldukça yüksek Or içerikleri (93-100) ile Ab-An-Or üçgeninin Or uç kısmında dağılım sunarlar (Şekil 22). Çağlayan ve Tirebolu formasyonlarına ait farklı örneklerde gözlenen K-Feldispat mineralleri kısmen benzer bileşimlerde olup, Or içerikleri 24 ilâ 79 arasında değişir. Tüm formasyonlarda gözlenen farklı kayaç gruplarına ait K-Feldispat mineralleri genellikle düşük FeO içeriklerine sahip olmakla birlikte bu değer Çatak Formasyonu'na ait kayaç gruplarında 0.6% 'ya ulaşırken, Çağlayan Formasyonu'na ait kayaç gruplarında ise 0.44% 'lere ulaşmaktadır.

İnceleme alanındaki kayaçlar üzerinde yapılan mikroprob çalışması ile bazı örneklerde zonlu plajiyoklasların olması nedeni ile kenardan merkeze profiller atılarak kimyasal değişimleri ortaya konulmuştur. İlk evre mafik kayaçlardaki zonlu plajiyoklasların bileşimleri genellikle An_{25-78} arasında değişim gösterirken, felsik olanlarda An içerikleri daha düşüktür (An_{38-50}). Mafik kayaçların zonlu plajiyoklaslarına ait kenar merkez profillerinde oldukça ani ve dikkate değer bileşim değişimleri gözlenirken, felsik olanlarda küçük bileşimsel değişimler söz konusudur. Ancak bu sonuculara yer yer ters zonlanma trendleri de gözlenmiştir. Diğer taraftan, ikinci evre mafik kayaçlarda zonlu iri plajiyoklas kristalleri gözlenmemiştir, ancak plajiyoklas mikrolit bileşimleri An_{45-80} arasında oldukça geniş bir değişim aralığına sahiptir. İkinci evre felsik kayaçlardaki zonlu plajiyoklaslarda ilk evreye göre daha kalsik bir bileşim değişimi mevcut olup (An_{65-81}),

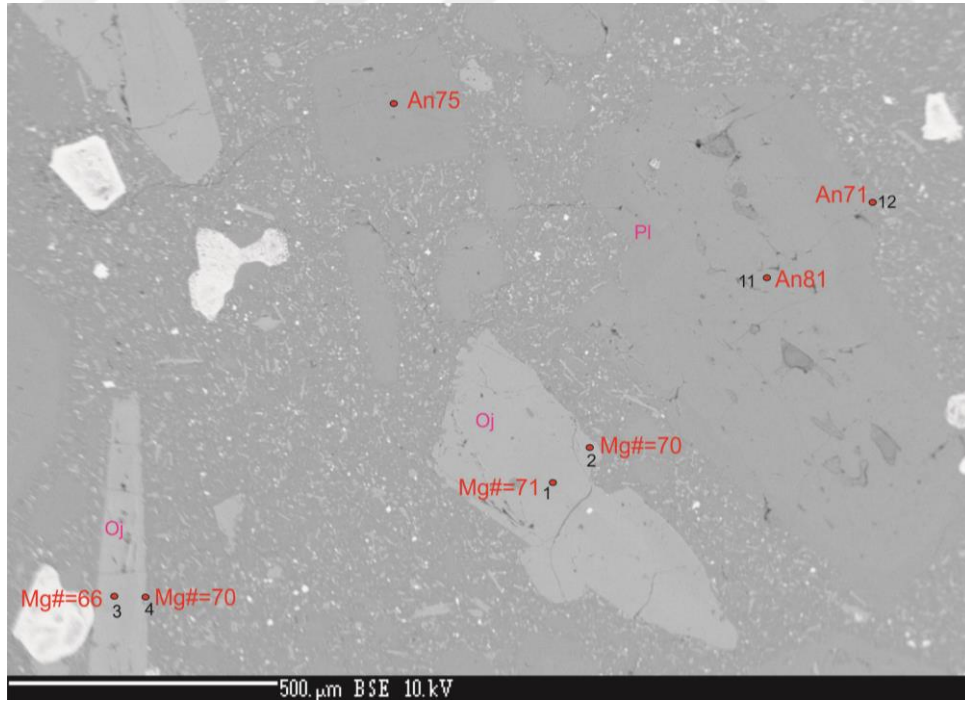
bu'nların kenar merkez profillerinde önemli oranda bileşimsel değişimler gözlenmiştir (Şekil 23;31). Aynı şekilde zonlu plajiyoklaslardaki kenar ile merkez arasındaki FeO (mol %) arasında da değişimlerin olduğu görülmektedir (Şekil 32).



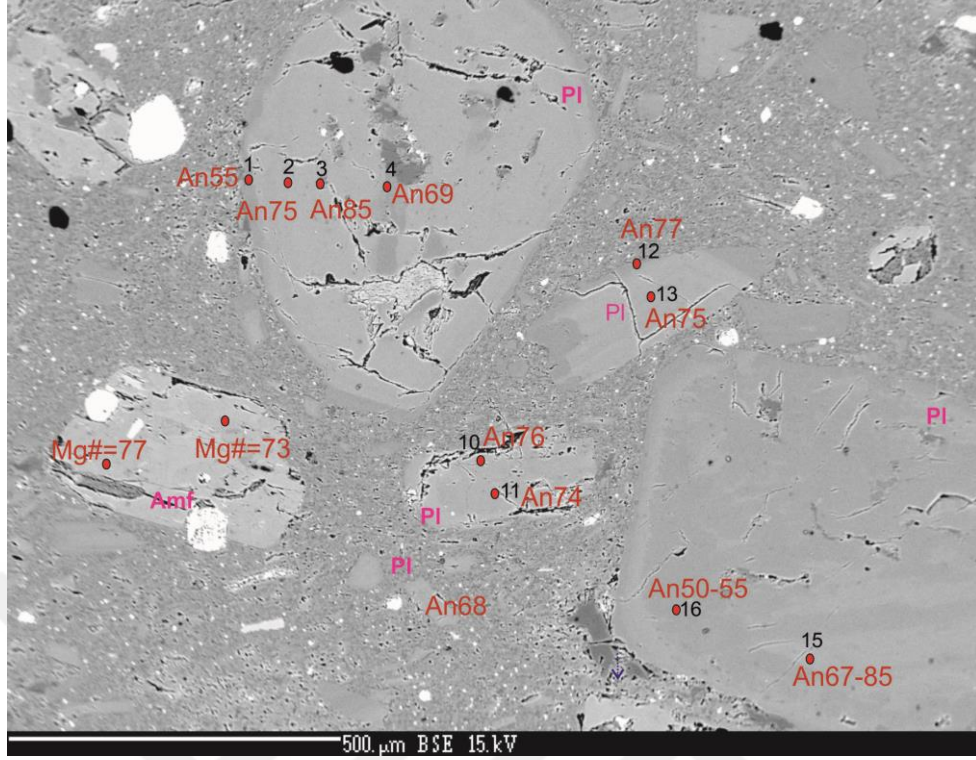
Şekil 22. İnceleme alanında bulunan kayalardaki feldispat minerallerine ait Ab-Or-An üçgen diyagramı (Deer vd., 1992).



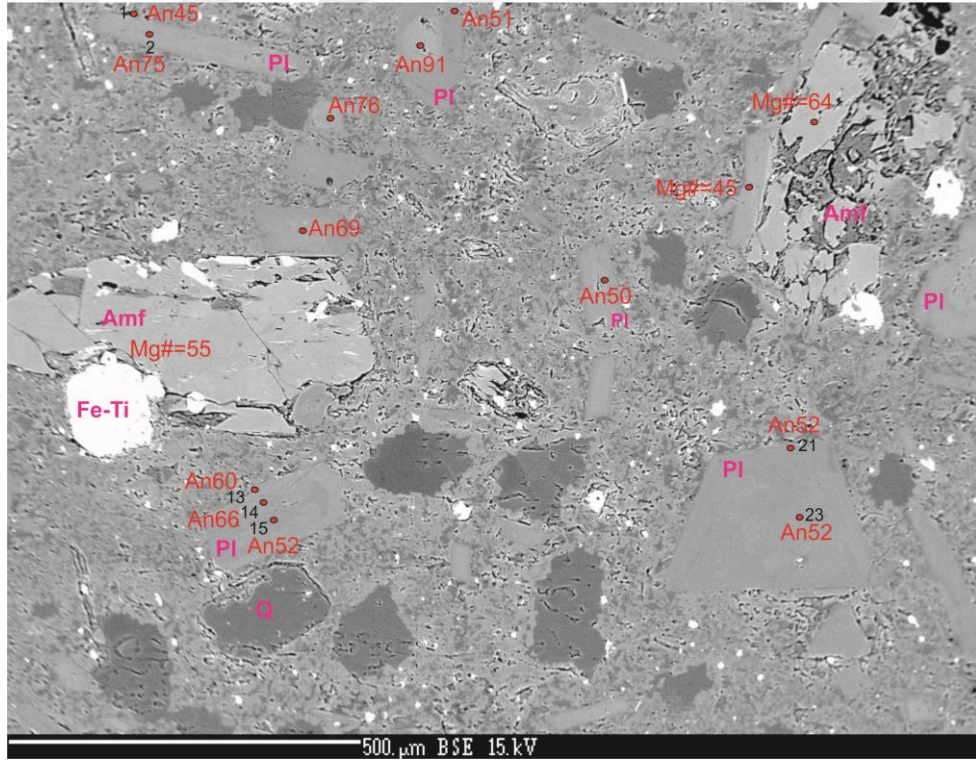
Şekil 23. Çatak Formasyonu'na ait Gc2 numaralı dolerit örneğine ait plajiyoklas bileşimlerinin Geri Saçınımlı Elektron (GSE; ing. BSE) görüntüsü



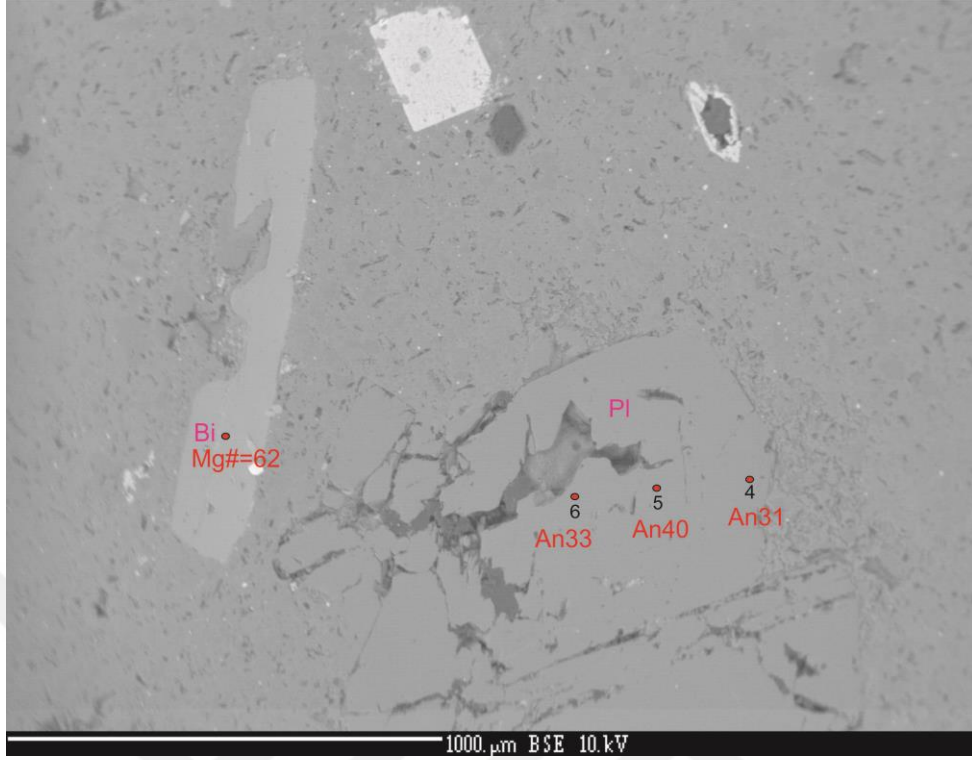
Şekil 24. Çağlayan Formasyonu'na ait Gh11 numaralı bazalt örneğine ait plajiyoklas ve klinopiroksen bileşimlerinin GSE görüntüsü



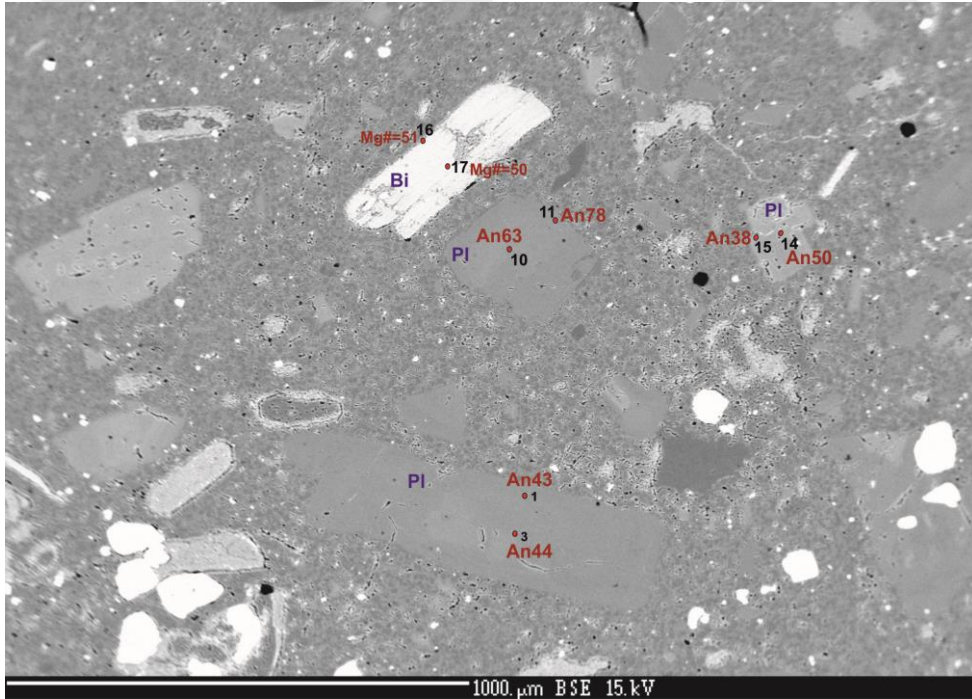
Şekil 25. Çağlayan Formasyonu'na ait Gc12c numaralı bazaltik andezit örneğine ait plajiyoklas ve amfibol bileşimlerinin GSE görüntüsü



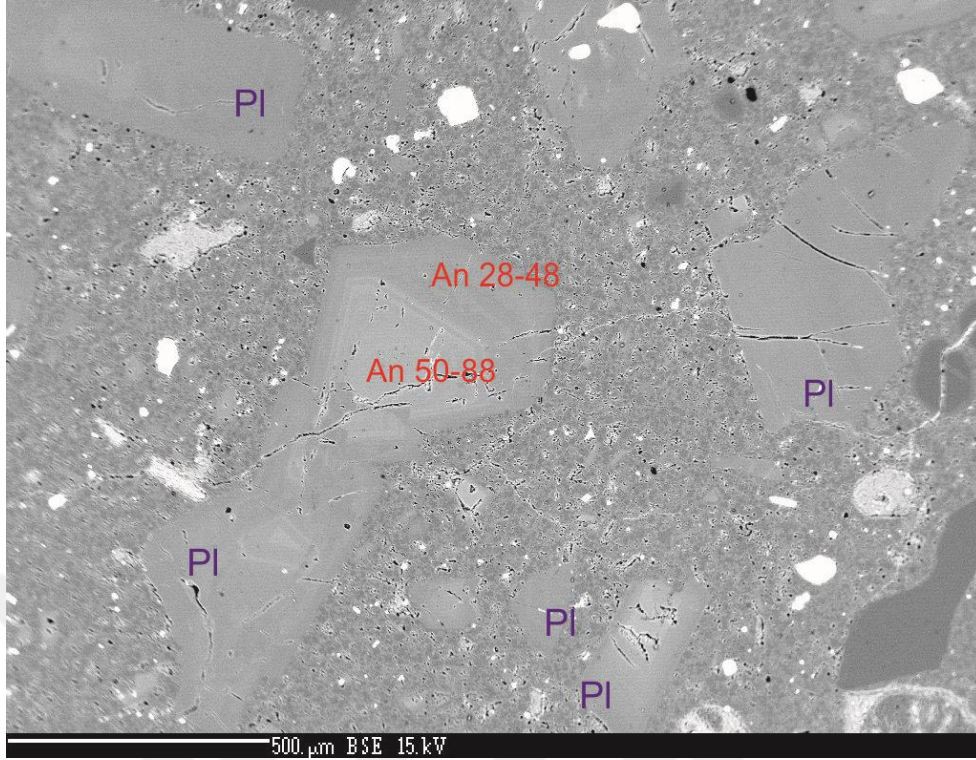
Şekil 26. Tirebolu Formasyonu'na ait Gc12b numaralı dasit örneğine ait plajiyoklas ve amfibol bileşimlerinin GSE görüntüsü



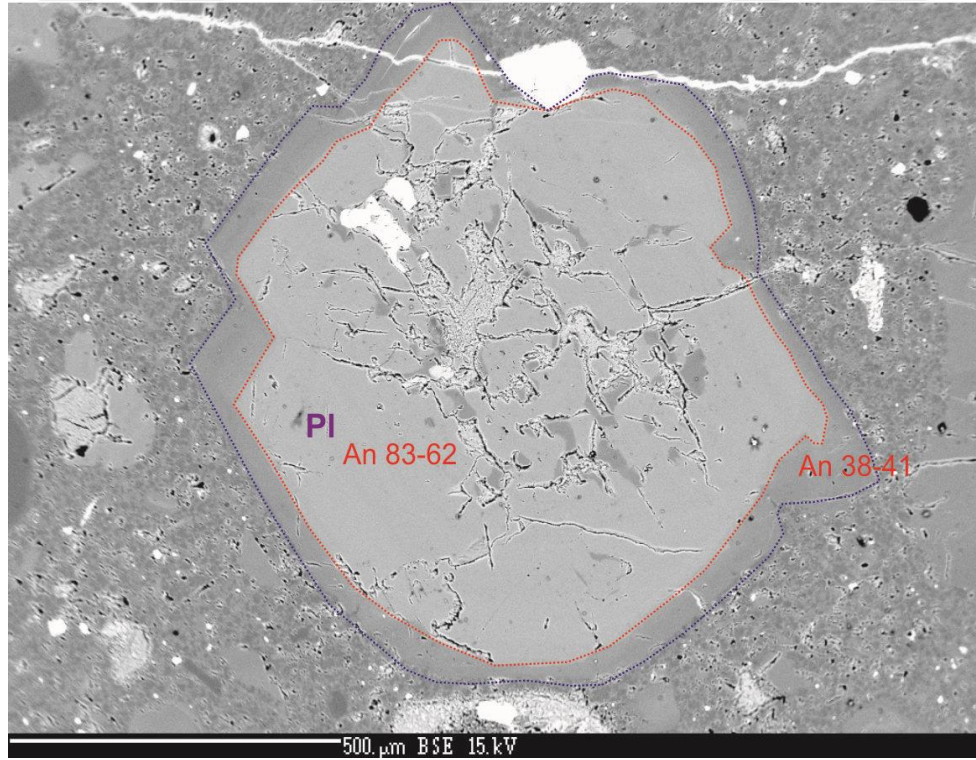
Şekil 27. Tirebolu Formasyonu'na ait Gh17b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü



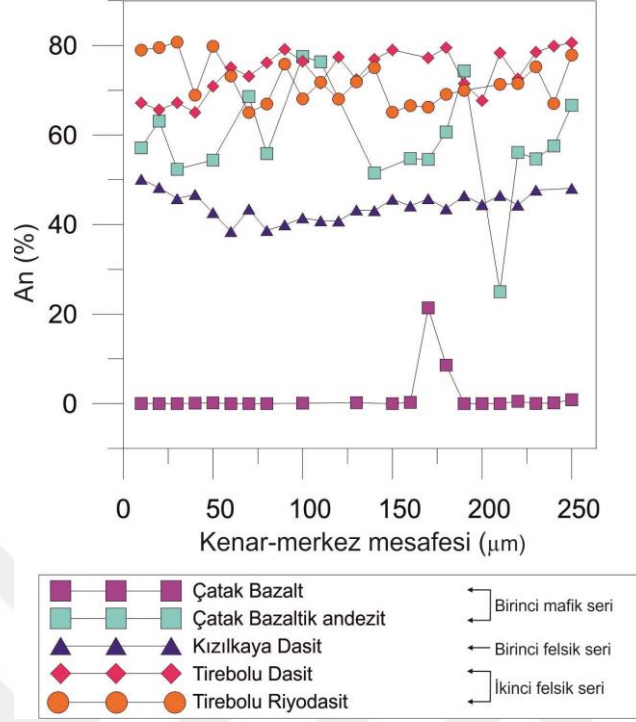
Şekil 28. Tirebolu Formasyonu'na ait Gh20b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü



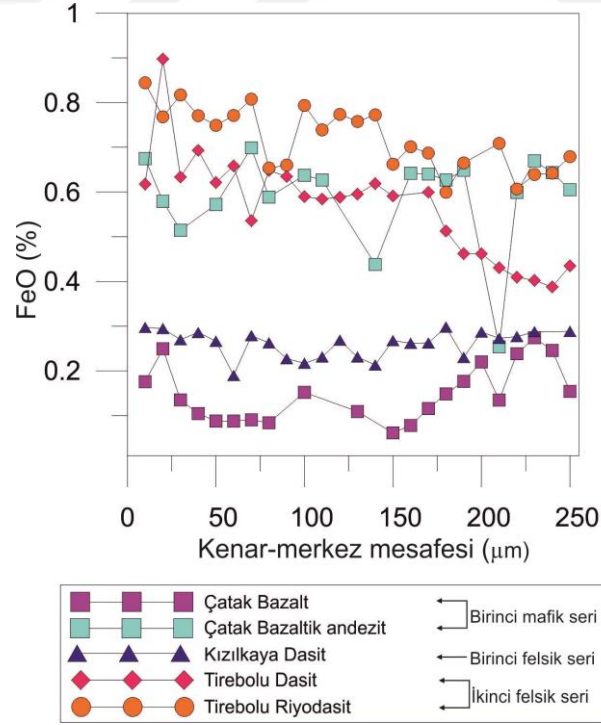
Şekil 29. Tirebolu Formasyonu'na ait Gh20b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü



Şekil 30. Tirebolu Formasyonu'na ait Gh20b numaralı riyolit örneğine ait plajiyoklas ve biyotit bileşimlerinin GSE görüntüsü



Şekil 31. Farklı formasyonlardaki kayalara ait zonlu plajiyoklaların % An değişimini gösteren kenar-merkez profili



Şekil 32. Farklı formasyonlardaki kayalara ait zonlu plajiyoklaların % FeO değişimini gösteren kenar-merkez profili

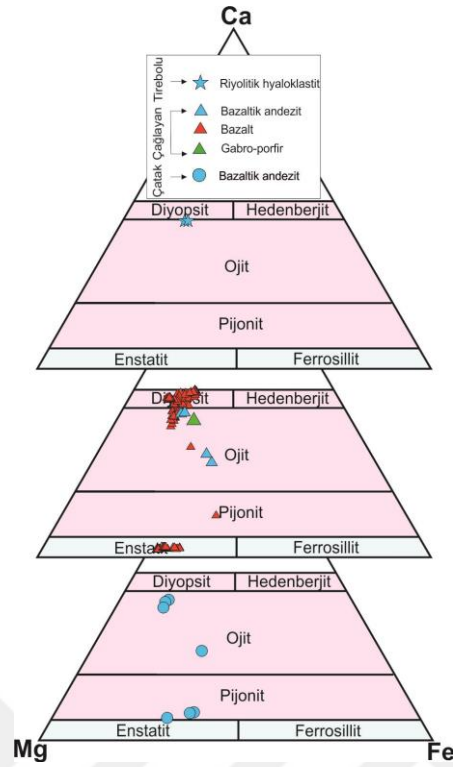
3.4.2. Piroksen

Piroksen mineralleri, inceleme alanındaki Çatak Formasyonuna ait bazaltik andezit, Çağlayan Formasyonu'na ait gabro-porfir, bazalt ve bazaltik andezit örneklerinde ve Tirebolu Formasyonu'na ait riyolitik hyaloklastit örneğinde gözlenmiş olup, söz konusu minerallere ait kimyasal bileşimler Ek Tablo 4'de verilmiş ve veriler Şekil 33'deki Ca-Mg-Fe (Morimoto, 1988) sınıflama diyagramına düşürülmüştür. Çatak Formasyonu'na ait bazaltik andezit örneğinde gözlenen klinopiroksen kristalleri kısmen yüksek Mg# değerlerine (61-80) sahip olup, Al₂O₃ içerikleri %1.51 ilâ 2.61 arasında değişir. TiO₂ içerikleri %0.28 ilâ 0.53 arasında değişen klinopiroksenlerin Na₂O içerikleri %0.13-0.17 arasındadır. Wo içerikleri 27 ilâ 42 ve En içerikleri 45 ilâ 48 arasında değişen klinopiroksenler ojit bileşimindedir (Şekil 33).

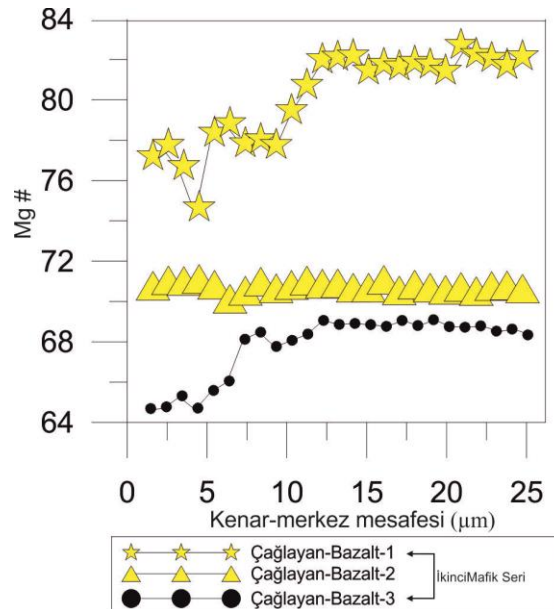
Çağlayan Formasyonu'na ait sadece bazalt örneğinde gözlenen ortopiroksenler 67 ilâ 83 arasında değişen Mg# değerlerine sahip olup, Al₂O₃ içerikleri %1.13-2.85 arasında değişim sunar. En içerikleri 62-69 arasında değişen ortopiroksenlerin TiO₂ içerikleri ise %0.11-0.24 arasındadır.

Bazalt, bazaltik andezit ve gabro-porfir örneklerinde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# değerleri 67 ilâ 83 arasında değişir. Al₂O₃ içerikleri (%1.78-10.99) oldukça değişken bir aralık sunan klinopiroksenlerin TiO₂ ve Na₂O içerikleri sırasıyla %0.25-1.94 ve %0.12-0.35 aralığındadır. Wo içerikleri 33-50 ve En içerikleri 35-47 arasında değişen klinopiroksenler ojit bileşimi ile temsil edilir. Yine Çağlayan Formasyonu'na ait kayalardaki zonlu klinopiroksen minerallerinin Mg-numarası (Mg#)'nin kenardan merkeze değişimleri Şekil 34'da görülmektedir.

Tirebolu Formasyonu'na ait riyolitik hyaloklastit örneğinde gözlenen az sayıdaki klinopiroksen mineralleri 72 ilâ 73 arasında değişen Mg# değerleri ve %1.54 ilâ 1.56 arasında değişen Al₂O₃ içeriklerine sahiptir. TiO₂ içerikleri %0.3 civarında olan klinopiroksenlerin Na₂O içerikleri %0.22-0.23 arasındadır. Wo ve En içerikleri sırasıyla %43 ve 41-42 arasında olup, diyopsitik bileşime yakınlık sunarlar.



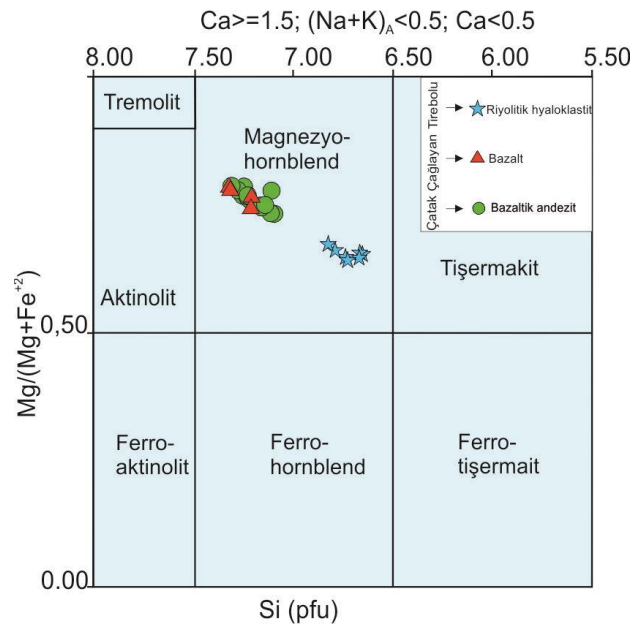
Şekil 33. İnceleme alanında bulunan kayalardaki piroksen minerallerine ait Fe-Ca-Mg üçgen diyagramı (Morimoto, 1988).



Şekil 34. İnceleme alanında bulunan zonlu piroksenlerdeki kenar ile merkez arasındaki Mg# ($Mg^{+2}/Mg^{+2}+Fe^{+2}$) içeriğinin Çağlayan Formasyonu'na ait kayalardaki değişimi.

3.4.3. Amfibol

İnceleme alanında gözlenen amfibol minerallerinde ise Çatak Formasyonu'na ait bazaltik andezit, Çağlayan Formasyonu'na ait bazalt ve Tirebolu Formasyonu'na ait riyolitik hyaloklastit türü kayalarda gözlenmiştir. Söz konusu amfibol kristallerine ait kimyasal bileşimler Ek Tablo 5'de verilmiştir. Çatak Formasyonuna ait bazaltik andezit bileşimindeki örnekte gözlenen amfiboller 4.20 ilâ 5.46 arasında değişen Al_2O_3 içeriğine sahipken 63 ilâ 68 arasında değişen Mg# değerleri ve Na_2O içerikleri 0.74-1.17 arasında, K_2O içerikleri ise 0.23-0.39 arasında değişirken TiO_2 içerikleri 0.67 ilâ 1.02 arasında bir değişim sunar. Si kation değerleri 7.1 ilâ 7.3 arasında değişen amfiboller magnezyo-hornblend olarak sınıflanmışlardır (Şekil 35). Çağlayan Formasyonu'na ait bazaltik bir örnekte gözlenen amfiboller kısmen daha yüksek Mg# değerlerine (74-79) ve daha düşük Al_2O_3 içeriklerine (%1.80-2.27) sahip olup, oldukça düşük K_2O içeriklerine sahip olan amfibollerin TiO_2 içerikleri 0.27 ilâ 0.42 arasında Na_2O içerikleri 0.14-20 arasında değişir ve Si kation değerleri 7.2-7.3 arasında olan amfiboller magnezyo-hornblend bileşimindedir. Tirebolu Formasyonu'na ait riyolitik hyaloklastit örneğinde gözlenen amfiboller kısmen düşük Mg# değerlerine (54-64) karşılık yüksek Al_2O_3 (%7.07-7.85) içerikleri ile temsil edilirler.

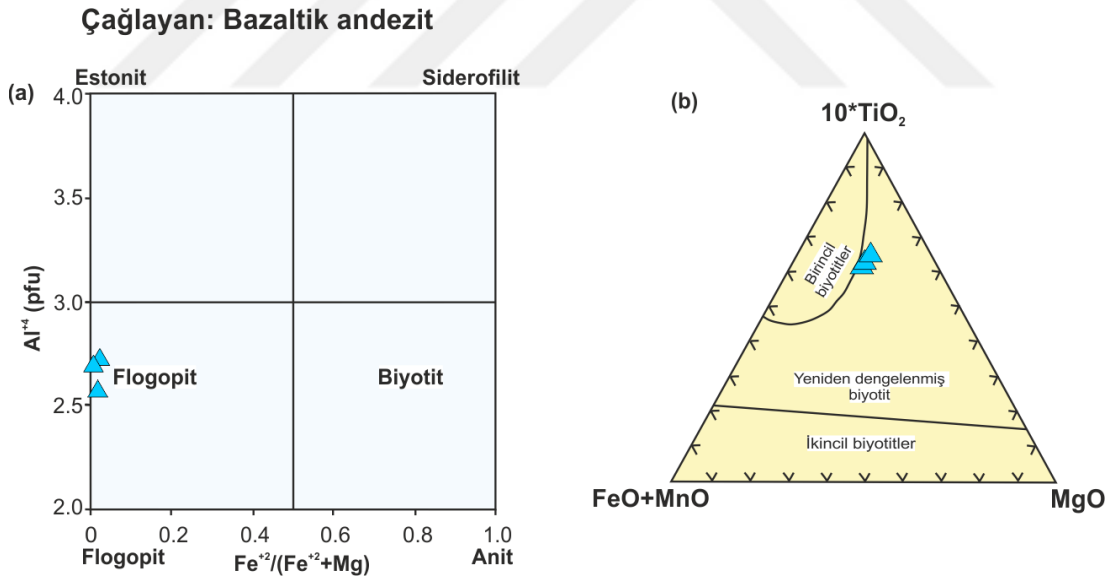


Şekil 35. İnceleme alanında bulunan kayalardaki amfibol minerallerine ait Si (pfu)'a karşılık $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ diyagramı (Leake vd., 1997).

Na₂O ve K₂O içerikleri sırasıyla %1.16-1.39 ve %0.25-0.39 arasında değişen amfibollerin TiO₂ içerikleri kısmen yüksek olup, %0.99 ilâ 1.56 arasında değişir. Si katyon değerleri 6.7 ilâ 6.9 arasında değişen amfiboller benzer şekilde magnezyo-hornblend olarak sınıflanmışlardır.

3.4.4. Mika

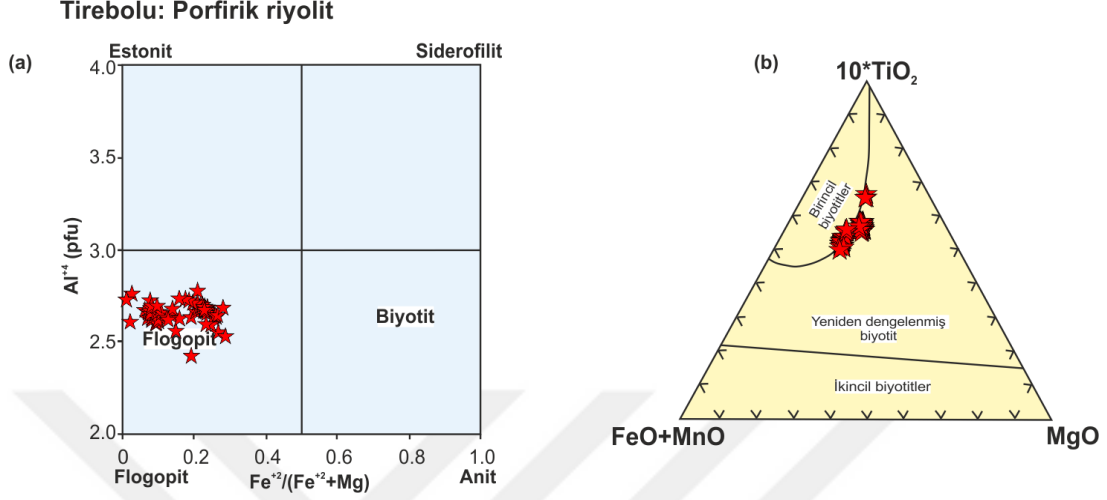
Biyotit minerallerine Çağlayan Formasyonu'na ait bazaltik andezit ve Tirebolu Formasyonu'na ait porfirik riyolit örneğinde rastlanılmış olup, söz konusu minerallere ait kimyasal bileşimler Ek Tablo 5'de verilmiş ve veriler Şekil 36 ve Şekil 37'deki diyagramlar ile görsel hale getirilmiştir. Bazaltik andezit örneğine ait biyotitlerin Mg# değerleri 64 ila 71 arasında olup, TiO₂ içerikleri %5.83 ilâ 6.22 arasında değişir. Al⁴⁺ katyon değerleri <3 olan biyotitler Şekil 'deki sınıflama diyagramında görüldüğü gibi flogopit olarak sınıflanmışlardır.



Şekil 36. İnceleme alanındaki Çağlayan Formasyonu'na ait biyotit minerallerinin $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$ 'a karşı Al^{+4} (Rieder vd., 1999) ve $MgO+10*TiO_2+FeO+MnO$ (Nachit vd., 2005) üçgen diyagramları

Tirebolu Formasyonu'nda Porfirik riyolit örneğinde gözlenen oldukça fazla sayıdaki biyotit minerallerinin TiO₂ içerikleri %3.44 ilâ 6.19 arasında ve Mg# değerleri 50-65

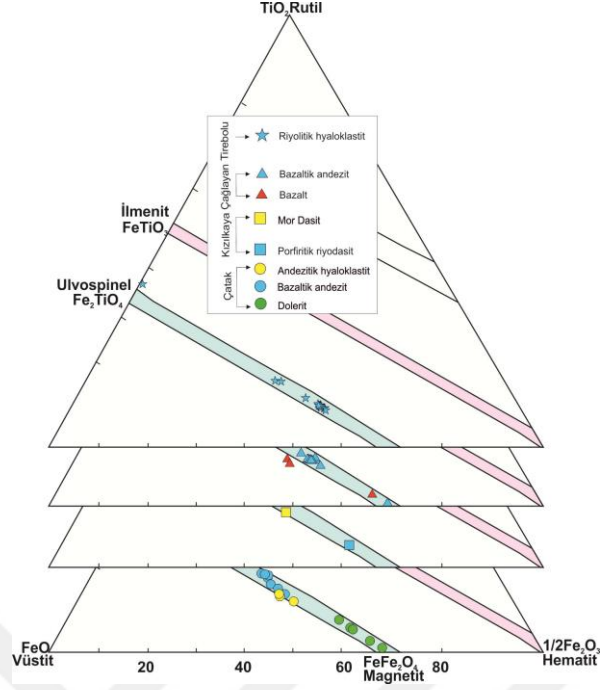
arasında değişir. Al^{4+} kanyon değerleri <3 olup, benzer şekilde flogopit olarak sınıflanırlar (Şekil 37).



Şekil 37. İnceleme alanındaki Tirebolu Formasyonu'na ait biyotit minerallerinin $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ 'a karşı Al^{4+} (Rieder vd. 1999) ve $MgO+10*TiO_2+FeO+MnO$ (Nachit vd., 2005) üçgen diyagramları.

3.4.5. Fe-Ti Oksit

Kızılkaya ve Çağlayan formasyonlarına ait örneklerin bünyesindeki Fe-Ti oksit mineralleri kısmen değişen miktarlarda Ti içeriklerine sahip olsa da genel olarak manyetit uç üyesine yakınlık sunarlar (Şekil 38; Ek Tablo 6). Tirebolu Formasyonu'na ait riyolitik hyaloklastik örneğinde gözlenen Fe-Ti oksit mineralleri kısmen değişen Ti içerikleri ile manyetit uç üyesine yakın bir dağılım sunarlar ancak bir adet mineral ulvospinel uç üyesine yakınlık göstermektedir (Şekil 38).



Şekil 38. İnceleme alanındaki kayalara ait Fe-Ti oksitlerin üçgen diyagramı (Wang vd., 2004).

3.5. Tüm Kayaç Jeokimyası

İnceleme alanında yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı formasyonlara (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Tirebolu) ait volkanitler ile Harşit granit örnekleri jeokimyasal olarak aşağıda tek tek ele alınmış ve söz konusu kayaç gruplarının sınıflandırması ve jeokimyasal özellikleri (ana, iz ve lantan grubu element içerikleri), kimyasal sınıflama diyagramları, ikili değişim diyagramları (Harker) ve çoklu element değişim diyagramları (Spider) kullanılarak tespit edilmeye ve genel özellikleriyle değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu kayaçların jeokimyasal özelliklerini belirlemek ve gelişim süreçleri ile kökenlerini açıklamak için yapılan tüm kayaç jeokimyasal analiz sonuçları özeti Tablo 2’de tüm analiz sonuçları da Tablo 3’de verilmiş olup kayaçlardaki ateşte kayıp (LOI) değerleri de belirlenmiştir. Jeokimyasal analizler için araziden alınan örneklerin en tazelerinin kullanılmış olmasına rağmen, bu kayaçların genelinde ateşte kayıp değeri yüksek çıkması nedeniyle (çoğunlukla > % 3), kimyasal analizlerin değerlendirilmesi yapılmadan önce, ana oksit değerleri normalize edilerek yeniden % 100’e tamamlanmıştır. Sonuç olarak jeokimyasal değerlendirmelerde alterasyon etkisi en düşük seviyeye indirilmiştir.

İnceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı kayalar, ilk olarak kayaç sınıflamasında yaygın olarak kullanılan Le Maitre vd. (1989)'nin sınıflama diyagramına (TAS) (Şekil 39), daha sonra da alterasyondan daha az etkilenen iz element sınıflama diyagramına (Winchester ve Floyd, 1977) (Şekil 40) düşürülmüştür. Her iki diyagramda da, inceleme alanına ait volkanitlerin (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Tirebolu) başlıca iki ana kayaç grubu oluşturdukları görülmüştür. Bunlardan bazalt ve bazaltik andezitler mafik kayaç serisini, riyolitik kayalar (dasit-riyolit) ise felsik kayaç serisini oluşturmaktadır. Ortaç bileşimi yansıtan normal andezitlerin sayısı diğer kayalara oranla daha azdır. TAS diyagramına göre söz konusu mafik volkanik kayaç serisi kısmen subalkalen (yarı alkali) kısmen de alkali iken, felsik kayalar tümüyle yarı alkali (Şekil 40). Bunun yanında iz element sınıflama diyagramında bu örneklerin tümüyle yarı alkali özellik gösterdikleri görülmektedir (Şekil 41). Söz konusu örneklerdeki serizitleşme ve albitleşme TAS diyagramındaki bazı örneklerin alkali özelliğinin gözlenme nedeni olabilmektedir. Bu durum feldispatlarla ilgili mineral kimyası analizlerinde bir kısım örneklerin albitik bileşim sunmasıyla desteklenir. Söz konusu sınıflama diyagramlarında Harşit granitik örnekleri ortaç (magmatik anklav) ve asidik bileşimli (yan kayaç) özellik sunmaktadır.

Peccerillo ve Taylor (1976)'a (Şekil 33) ve Miyashiro (1974)'nin $FeO^*/MgO-SiO_2$ (Şekil 42) diyagramlarına göre, inceleme alanındaki kayaç örneklerinin (Çatak ve Çağlayan) genel olarak toleyitik özellikte iken, felsik kayaç serileri (Kızılkaya ve Tirebolu) çoğunlukla kalk-alkali karakterdedirler.

Tablo 2. İnceleme alanında bulunan volkanitlerin jeokimyasal analiz sonuçlarının özeti

	ÇATAK FORMASYONU	KIZILKAYA FORMASYONU	ÇAĞLAYAN FORMASYONU	TİREBOLU FORMASYONU
% SiO₂	47.73-64.44	69.79-80.83	45.65-61.76	63.03-78.94
Mg#	0.19-0.62	0.09-0.72	0.35-0.65	0.07-0.61
K₂O/Na₂O	0.05-0.87	0.01-1.14	0.02-1.19	0.30-2.61
Ni (ppm)	1.40-64.40	0.40-5.30	1.10-55.40	2.00-3.00
Zr (ppm)	37.20-216.90	99.40-152.40	24.70-101.10	61.1-178.5
Nb (ppm)	0.80-10.0	3.00-5.20	1.00-7.30	3.10-10.80

*Rakamsal veriler en düşük ve en yüksek değer olacak şekilde özetlenmiştir

Tablo 3. İnceleme alanında bulunan volkanitlerin tüm kayaç jeokimyasal analiz sonuçları

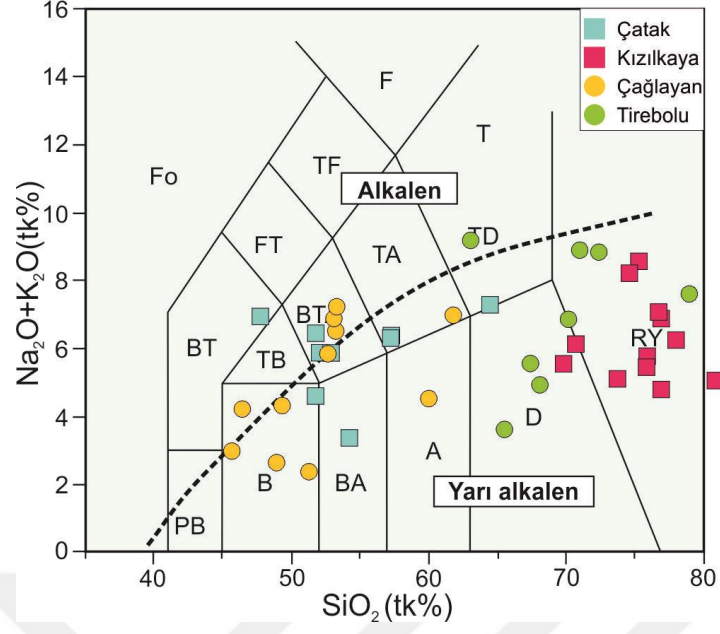
Formasyon	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya
Lokasyon	Çömlekçi	Harşit	Harşit	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Çanakçı	Çanakçı
Örnek No	Gc2	Gh3	Gh4b	Gg16a	Gg11b	Gg7-1	Gg13-1	Gg13-2	Gg15a	Gh9	Gh8-1	Gh-21	Gh4a	Gg25	Gg27	
Litoloji	Do	B	BA	B	B	BA	BA	BA	AH	RD	RD	RY	D	KP	KP	
SiO ₂	52.03	51.76	54.20	47.73	51.74	52.87	57.25	57.21	64.44	75.82	74.59	77.98	69.79	75.88	76.89	
TiO ₂	1.63	1.35	0.93	0.90	0.91	0.86	0.80	0.80	0.87	0.19	0.22	0.15	0.40	0.20	0.23	
Al ₂ O ₃	17.26	17.33	17.00	19.63	17.96	17.29	17.56	17.52	13.96	13.34	13.26	12.74	15.09	13.09	13.43	
Fe ₂ O ₃	9.77	10.87	11.57	9.09	11.45	11.23	9.40	9.55	8.11	2.03	2.26	1.98	4.05	1.97	1.77	
MnO	0.21	0.09	0.22	0.19	0.18	0.18	0.11	0.12	0.05	0.03	0.02	0.02	0.13	0.06	0.04	
MgO	5.69	9.40	4.63	2.92	7.13	9.09	3.88	3.51	0.94	1.08	0.55	0.54	1.12	0.66	2.29	
CaO	6.90	2.22	7.84	12.09	5.79	2.31	4.29	4.71	3.97	1.90	0.73	0.25	3.60	2.20	0.41	
Na ₂ O	4.64	3.45	3.27	5.29	3.62	4.66	5.68	5.50	6.96	3.03	3.83	4.57	4.12	3.81	2.74	
K ₂ O	1.23	3.00	0.09	1.65	0.98	1.20	0.70	0.80	0.32	2.42	4.38	1.67	1.43	1.97	2.05	
P ₂ O ₅	0.42	0.35	0.11	0.39	0.10	0.16	0.18	0.17	0.26	0.06	0.06	0.03	0.10	0.04	0.06	
Cr ₂ O ₃	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Toplam	99.79	99.84	99.87	99.89	99.85	99.86	99.84	99.88	99.90	99.91	99.90	99.93	99.82	99.86	99.91	
Mg#	0.54	0.63	0.44	0.39	0.55	0.62	0.45	0.42	0.19	0.51	0.32	0.35	0.35	0.40	0.72	
Co	27.3	36.7	23.1	19.8	34.5	31	19.1	19.8	6.7	2.2	2.2	1	4.8	1.6	1.8	
Ni	22.5	64.4	1.4	9.6	3.6	15.6	2.4	2.4	2.9	1.7	2.3	1.6	2.1	1.3	0.4	
Sc	26	23	40	16	40	36	31	31	32	6	6	13	12	4	5	
Zr	216.9	138	43.7	66.1	37.2	44.7	60.5	59.6	41.4	101.5	122.9	152.4	99.4	118.1	126.6	
Y	34.1	26.7	15.9	20.3	19.1	16.8	19.8	21.4	21	16.5	18.4	45.9	20.2	18	18.3	
Hf	5.3	3.4	1.4	1.7	1.2	1.4	1.9	1.8	1.2	3	3.4	4.5	3.1	3.7	3.4	
Nb	10	7.6	1.5	4	0.8	2.1	2.1	1.9	1.5	3	4	4.7	4.7	4.8	4.7	
Ta	0.6	0.5	0.2	0.2	0.05	0.2	0.1	0.05	0.05	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	
V	222	163	285	261	324	292	209	204	238	14	15	8	43	14	15	
Ga	16.8	18.8	15.7	18.7	16	14.3	15.1	15.7	5.9	10.4	9.6	16.7	12.5	9.9	10.3	
Rb	23.9	31.5	0.8	31.2	12	15.1	11.3	13.1	6.7	57.7	86.5	16.2	26.3	33.8	27.2	
Ba	248	344	94	128	67	199	72	134	17	158	581	130	497	389	266	
Sr	510.5	241.8	273.3	301.5	176.2	172.4	215.3	343	101.8	171.4	85.8	49.5	256.8	102.9	45.4	
Cs	1.5	0.4	0.1	3.4	2.8	0.4	0.7	1	0.2	2.4	3.1	0.2	0.05	0.3	2.4	
Th	2.5	2.2	2.2	3.1	0.1	2.4	0.7	0.6	0.5	6.5	7.5	2.8	5.2	5.8	5.1	
U	0.8	0.5	0.9	0.9	0.05	0.9	0.3	0.3	0.4	2.1	1.8	1	1.7	1.5	1.3	
La	21.3	18.4	6.8	15.4	3.1	6.9	6.6	6.4	4.8	15.3	16	16.3	14.6	18.7	15.2	
Ce	49.6	44.1	14.6	29.5	7.7	14.6	15.9	15.8	10.2	29.2	30.3	37.9	29.2	34.8	30.9	
Pr	6.4	5.55	1.78	4.15	1.16	1.85	2.17	2.13	1.55	3.24	3.27	5.27	3.33	3.7	3.35	
Nd	27.1	23.6	7.9	18.3	5.9	8.3	9.8	9.3	7.7	12	12	22.9	12.8	13.1	11.9	
Sm	5.89	5.1	1.98	4	1.86	2.09	2.47	2.55	2.25	2.45	2.53	6.24	2.84	2.56	2.43	
Eu	1.93	1.65	0.78	1.31	0.81	0.81	0.93	0.94	0.77	0.55	0.54	0.98	0.81	0.59	0.48	
Gd	6.28	5.17	2.5	4.12	2.66	2.65	3.32	3.37	2.99	2.51	2.92	7.31	3.29	2.67	2.6	
Tb	1.01	0.84	0.44	0.67	0.48	0.47	0.57	0.6	0.54	0.43	0.49	1.38	0.57	0.44	0.44	
Dy	6.15	5.08	2.82	3.76	3.15	2.94	3.57	3.89	3.38	2.72	3.14	8.34	3.58	2.79	2.87	
Ho	1.24	1.01	0.6	0.78	0.67	0.63	0.79	0.83	0.77	0.6	0.66	1.83	0.79	0.62	0.61	
Er	3.81	2.9	1.76	2.01	2.05	1.92	2.24	2.47	2.13	1.93	2.05	5.42	2.3	1.88	2.04	
Tm	0.52	0.41	0.27	0.32	0.31	0.26	0.34	0.36	0.33	0.3	0.32	0.86	0.35	0.32	0.32	
Yb	3.61	2.55	1.58	1.91	2.01	1.68	2.15	2.54	2.14	2.13	2.27	5.91	2.36	2.27	2.29	
Lu	0.54	0.4	0.27	0.32	0.31	0.26	0.34	0.38	0.35	0.34	0.39	0.91	0.39	0.38	0.39	

Tablo 3. Devami

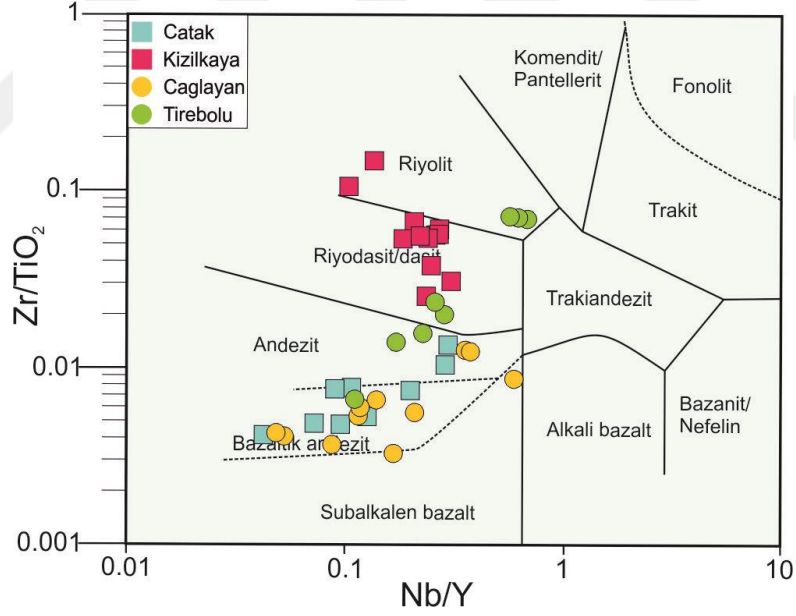
Formasyon	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan
Lokasyon	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Harsit	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı
Örnek No	Gg-31	Gg-3a	Gg7-3	Gg6	Gg17a	Gg20-1a	Gc6	Gc12a	Gc-13	Gc-12c	Gh11	Gg3b	Gg17-1	Gg19	Gg21-1
Litoloji	KP	IG	IG	RD	RD	D	GP	B	B	A	B	GP	B	B	BA
SiO ₂	76.90	80.83	73.72	75.28	76.70	70.68	50.44	51.27	49.31	59.98	48.91	52.64	46.41	45.65	53.22
TiO ₂	0.20	0.08	0.19	0.15	0.34	0.34	0.82	0.74	0.69	0.81	0.86	0.81	0.99	1.04	0.76
Al ₂ O ₃	13.57	11.31	12.74	13.54	12.40	14.78	13.86	18.00	18.23	21.14	19.72	18.42	17.90	15.99	18.29
Fe ₂ O ₃	1.30	1.28	2.46	2.09	0.93	3.75	10.38	8.84	10.86	4.19	11.27	9.12	11.85	11.46	9.39
MnO	0.03	0.02	0.06	0.03	0.06	0.07	0.18	0.15	0.18	0.02	0.27	0.16	0.20	0.19	0.19
MgO	0.79	0.92	2.12	0.10	0.69	2.68	8.56	8.23	6.63	1.19	3.59	3.93	5.25	9.60	3.87
CaO	0.22	0.42	3.43	0.05	1.67	1.35	9.76	10.11	9.52	7.68	12.40	8.53	12.59	12.53	7.15
Na ₂ O	3.63	3.45	2.47	4.84	6.99	3.54	2.61	2.25	3.80	2.28	2.23	2.67	2.37	2.31	2.98
K ₂ O	3.25	1.60	2.63	3.72	0.08	2.59	2.69	0.12	0.52	2.24	0.40	3.17	1.84	0.67	3.53
P ₂ O ₅	0.05	0.01	0.03	0.03	0.07	0.10	0.36	0.08	0.06	0.21	0.16	0.34	0.30	0.18	0.38
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00
Toplam	99.95	99.94	99.86	99.84	99.93	99.88	99.71	99.81	99.78	99.73	99.82	99.81	99.72	99.63	99.76
Mg#	0.55	0.59	0.63	0.09	0.59	0.59	0.62	0.65	0.55	0.36	0.39	0.46	0.47	0.62	0.45
Co	1.7	0.4	2.9	1	0.7	5.7	35.7	27.1	35.8	7.3	31.6	22.1	34.5	40.7	22.5
Ni	1.2	1.3	2.4	2.3	2.1	5.3	85.7	50.7	7.7	7.7	5.5	15.1	36.8	55.4	10.1
Sc	4	10	9	5	6	10	31	39	41	16	32	22	28	49	18
Zr	114.9	120.6	103.2	100.5	126.6	103.7	65	38.9	24.7	68.9	55.8	101.1	54.1	33.4	92.2
Y	15.8	33.7	18.2	25.4	19.2	16.2	16.2	12.3	11.6	12.4	16.7	16.2	15.5	12.1	17.5
Hf	3.2	3.8	3.2	3.2	3.6	2.9	1.8	1	0.7	1.9	1.6	2.8	1.7	1.1	2.5
Nb	4.2	4.5	4.3	5.2	4.7	4.9	3.3	1.4	1	7.3	2.3	5.7	3.2	2	6.5
Ta	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.6	0.3	0.4	0.2	0.1	0.5
V	17	8	20	10	5	53	276	255	318	142	291	218	354	409	221
Ga	12.4	12.7	10.4	11.4	4.1	11.7	12.9	15.5	16	17.6	17.2	14.8	15	15.2	16.3
Rb	30.7	45.3	60.1	80.2	1.3	49	59.7	2.8	7.7	30.7	7.1	73.1	33.8	9.7	68.5
Ba	497	60	181	326	46	479	350	79	129	1011	113	417	607	140	529
Sr	135.5	34.6	65.3	92.5	136	146.7	581.2	213.5	375.1	471.8	270.1	491.2	638.6	504.9	668
Cs	2	0.7	1	0.7	0.05	2.5	2.7	1.6	0.1	1	0.2	2.3	1.7	0.3	3.8
Th	5.2	7.2	6	9.5	5	11.3	4.6	0.6	1	15.6	2.6	8.7	3.3	2	9.7
U	1	2.4	2	2.7	1	3	1.2	0.2	0.4	0.8	1.1	2	0.7	0.5	2.7
La	10.6	20	14.3	24.4	15.5	25.4	18.9	3.3	4.4	26.9	7.3	19.4	14.8	9.5	23.6
Ce	18.9	36.9	27.7	45.4	32.3	48.8	36.8	7	8.3	54.5	15.4	40.9	32	18.9	46.8
Pr	2.14	4.69	3.18	5.05	3.8	5.08	4.55	1.05	1.14	6.43	1.96	4.84	4.16	2.78	5.54
Nd	8.8	19.5	12.3	19.3	14.5	18.1	19.3	5.1	5.3	23.8	8.8	19.2	17.9	13	21.3
Sm	1.8	4.58	2.81	3.9	3.1	3.23	4.22	1.5	1.5	4.83	2.36	4.01	3.99	3.24	4.46
Eu	0.45	0.78	0.63	0.73	0.66	0.8	1.21	0.55	0.54	1.19	0.91	1.04	1.15	1.05	1.32
Gd	2.06	4.95	2.98	4.11	3.32	2.9	3.95	1.77	1.89	3.8	2.68	3.76	3.67	3.16	4.13
Tb	0.36	0.87	0.5	0.72	0.55	0.47	0.58	0.34	0.34	0.51	0.46	0.55	0.54	0.47	0.58
Dy	2.34	5.74	2.85	4.28	3.35	2.79	3.21	2.5	2.11	2.68	2.87	3.25	3.01	2.72	3.46
Ho	0.49	1.26	0.66	0.92	0.71	0.59	0.61	0.47	0.44	0.53	0.66	0.65	0.62	0.47	0.66
Er	1.69	3.71	2.08	2.81	2.04	1.77	1.81	1.43	1.28	1.25	1.95	1.76	1.63	1.53	2
Tm	0.29	0.58	0.33	0.44	0.34	0.26	0.26	0.21	0.2	0.18	0.31	0.27	0.22	0.2	0.28
Yb	1.98	4.07	2.32	2.82	2.2	1.86	1.78	1.44	1.25	1.07	1.86	1.72	1.53	1.23	1.88
Lu	0.36	0.64	0.38	0.43	0.35	0.3	0.25	0.23	0.2	0.15	0.3	0.27	0.22	0.21	0.29

Tablo 3. Devamı

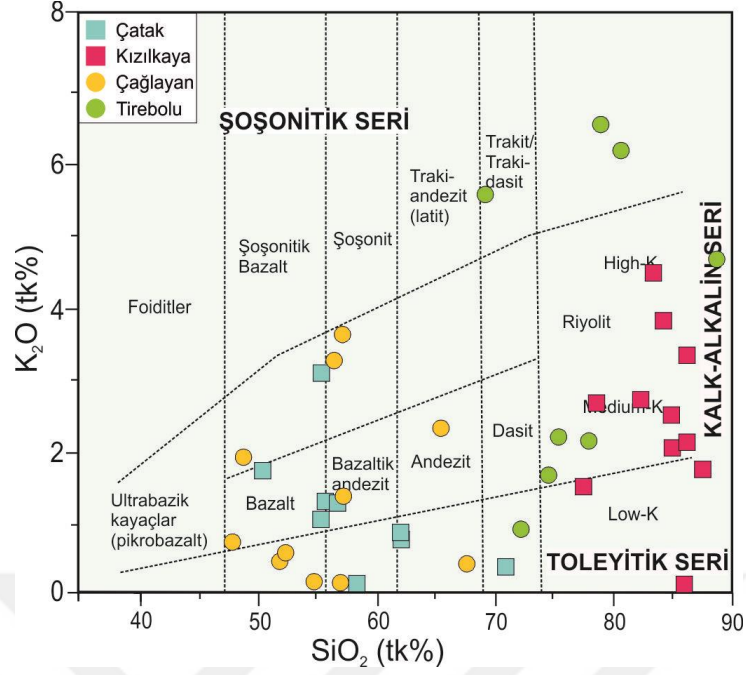
Formasyon	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Tirebolu	Harşit	Harşit	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu
Lokasyon	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Çanakçı
Örnek No	Gg21-3	Gg21-4a	Gg30	Gc-12b	Gc3a	Gc3b	Gh17b	Gh17c	Gh20c	Gh16-1	Gh-20a	Gh-20b	Gg29
Litoloji	BA	BH	A	D	TP	MMA	RY	RY	D	RD	D	D	D
SiO ₂	53.08	53.28	61.76	67.38	77.53	59.39	72.36	70.97	63.03	78.94	65.49	68.07	70.15
TiO ₂	1.03	0.98	0.85	0.51	0.12	0.73	0.23	0.25	0.68	0.12	0.60	0.46	0.94
Al ₂ O ₃	17.11	17.22	14.56	14.84	13.00	16.75	14.61	15.90	16.74	11.53	16.37	15.00	12.97
Fe ₂ O ₃	12.86	12.85	8.75	5.68	1.31	9.01	2.09	1.20	5.14	0.60	5.59	5.77	3.78
MnO	0.24	0.12	0.09	0.06	0.02	0.20	0.06	0.09	0.10	0.02	0.09	0.07	0.11
MgO	5.11	3.58	2.34	2.95	0.27	4.13	0.38	0.95	1.56	0.10	1.48	1.32	0.13
CaO	3.41	4.33	4.22	2.80	0.63	4.08	1.11	1.41	2.98	0.81	6.44	4.17	4.65
Na ₂ O	6.78	5.93	6.61	3.96	4.14	4.50	2.77	2.46	3.72	3.03	2.77	2.81	4.79
K ₂ O	0.10	1.30	0.36	1.59	2.82	0.89	6.07	6.43	5.46	4.57	0.84	2.12	2.06
P ₂ O ₅	0.13	0.21	0.30	0.09	0.03	0.14	0.08	0.06	0.31	0.02	0.15	0.08	0.26
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.86	99.79	99.87	99.88	99.86	99.83	99.77	99.73	99.72	99.74	99.82	99.86	99.85
Mg#	0.44	0.36	0.35	0.51	0.29	0.48	0.26	0.61	0.38	0.25	0.34	0.31	0.07
Co	29.8	22.5	15	12.2	2.1	12.5	1.1	0.9	7.4	0.5	8	10.1	3.1
Ni	1.1	1.6	6.8	2.4	2.7	11.7	2.9	2.6	2.4	2	2	3	2.4
Sc	40	38	22	18	5	25	4	4	13	2	20	14	20
Zr	41.5	41.1	50	119.2	82.1	89	164.7	178.5	134.8	83.6	83	70.7	61.1
Y	21.1	25.1	19.8	24.3	15.8	29.4	17.6	18.7	25.9	12	18.3	13.8	29.2
Hf	1.4	1.2	1.5	3.2	3	2.5	4.9	5.2	3.6	2.6	2.6	2.2	1.9
Nb	1.1	1.2	2.3	6.2	5.1	3	10.8	10.5	7.3	8.1	3.1	3.1	3.2
Ta	0.05	0.05	0.1	0.3	0.5	0.3	1.1	1	0.5	0.8	0.2	0.2	0.2
V	353	327	328	110	11	223	19	15	80	9	131	123	252
Ga	14.6	12.8	8.6	14.1	9.9	14.8	12.2	12.5	15.4	8.7	16.2	14.4	7.4
Rb	1.6	21.1	3.7	27.2	41.5	17.7	139.7	100.4	147.3	125.9	11.8	72.6	17
Ba	57	186	55	195	547	223	1385	1579	1486	1393	447	540	170
Sr	371	416.2	320.3	77.8	108.5	249.3	100.6	122.7	273.9	108.3	273.3	180.4	255
Cs	0.8	1.4	0.4	0.2	3.3	3.1	1.5	2	1.7	3	1.1	4	1.2
Th	0.3	0.2	1	3.8	7.9	1.5	27.2	28.7	18.9	24.4	4.5	6.1	1.4
U	0.05	0.05	0.6	1	1.7	0.5	2.4	2.3	4.7	11	0.4	2.2	0.4
La	4.7	5.2	11.4	13.3	19.7	10.7	52.8	57.7	35.5	40.9	12.3	15.8	16.4
Ce	10.7	12.8	24.7	26	38.9	22.9	87.2	96.5	65.6	64.3	24.2	25.8	29.5
Pr	1.56	1.76	3.12	3.31	3.58	2.87	8.57	9.63	7.97	6.08	3.16	2.97	3.67
Nd	7.8	8.5	13.9	13.6	12.7	12.5	27.7	30.7	31.2	19.6	13	10.9	15.2
Sm	2.41	2.56	3.2	3.14	2.36	3.43	4.3	4.8	6.19	2.74	3.17	2.2	3.44
Eu	1.04	0.83	1.11	0.78	0.33	0.93	0.88	0.89	1.5	0.66	1.12	0.71	1.31
Gd	3.17	3.63	3.69	3.52	2.32	4.06	3.63	3.94	5.61	2.05	3.24	2.4	4.1
Tb	0.57	0.65	0.58	0.62	0.39	0.7	0.55	0.56	0.82	0.32	0.55	0.41	0.7
Dy	3.75	4.42	3.5	4.08	2.52	4.67	3.12	3.19	4.9	1.92	3.36	2.4	4.46
Ho	0.8	0.98	0.73	0.91	0.54	1.06	0.62	0.61	0.92	0.38	0.67	0.53	0.99
Er	2.37	2.82	2.03	2.79	1.84	3.12	1.99	1.83	2.81	1.11	1.92	1.74	2.94
Tm	0.34	0.41	0.28	0.43	0.29	0.47	0.31	0.28	0.43	0.21	0.29	0.26	0.47
Yb	2.19	2.63	1.84	2.8	2.18	3.24	2.26	2.17	2.83	1.51	1.8	1.92	3.31
Lu	0.35	0.41	0.28	0.46	0.39	0.51	0.34	0.34	0.44	0.25	0.26	0.36	0.54



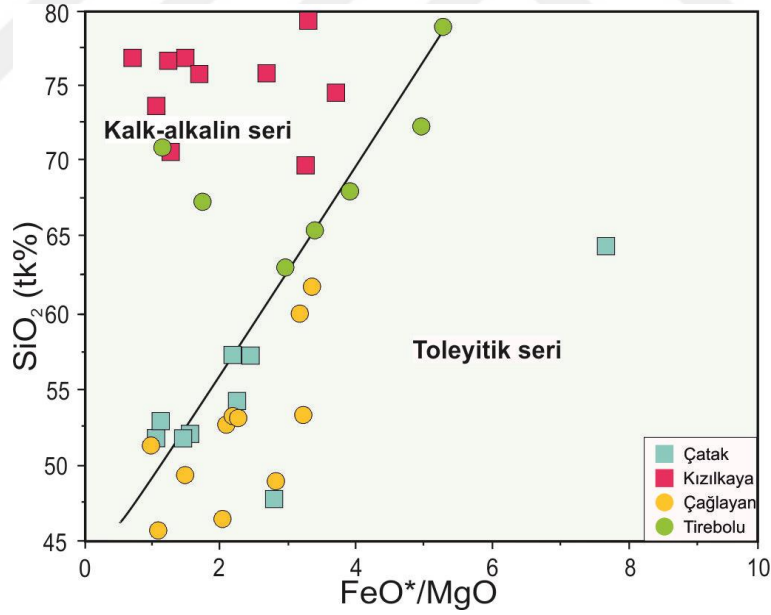
Şekil 39. İnceleme alanındaki kayalara ait SiO_2 (wt%)'ye karşı (Na_2O+K_2O) (TAS) diyagramı (Le Maitre vd.,1989).



Şekil 40. İnceleme alanındaki kayaların Nb/Y - Zr/TiO₂ sınıflama diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977).



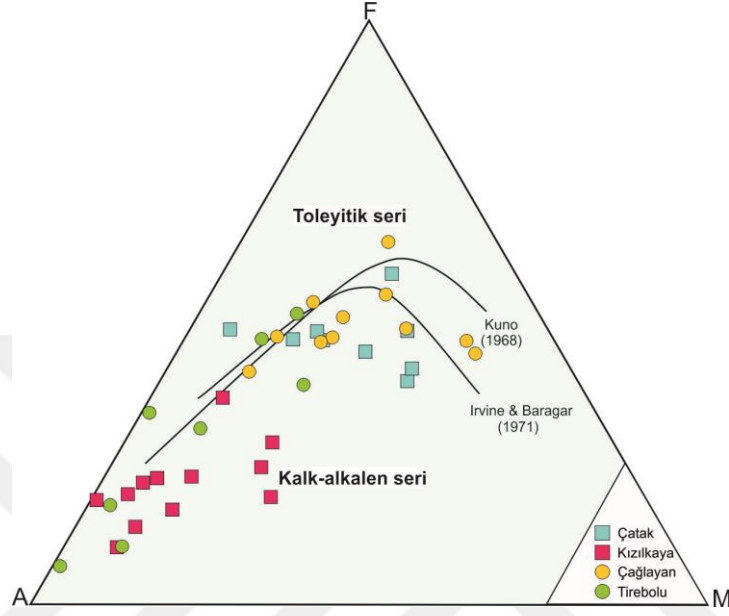
Şekil 41. İnceleme alanındaki kayaçların SiO₂ - K₂O diyagramı (Peccorillo ve Taylor, 1976).



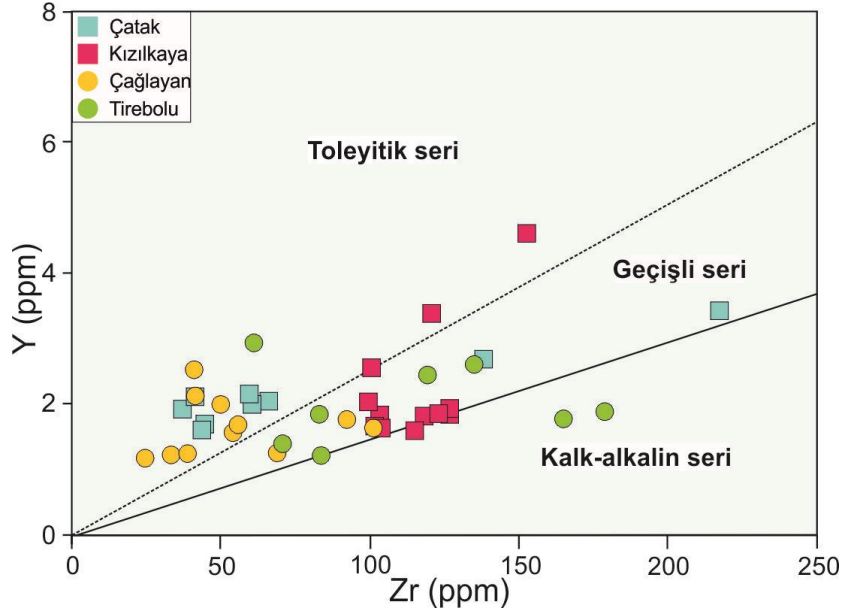
Şekil 42. İnceleme alanındaki kayaçların FeO*/MgO - SiO₂ diyagramı (Miyashiro, 1974).

AFM diyagramı inceleme alanındaki mafik örneklerinin toleyitik ve kalk-alkali geçişli, felsik örneklerin ise çoğunlukla kalk-alkali bir yönseme gösterdiğini doğrulamaktadır (Şekil 43). Yukarıda belirtilen ana element esaslı diyagramlarının aksine, alterasyona karşı daha dirençli olan ve hareketsiz davranan Zr'a karşı Y iz element

diyagramında, inceleme alanında gözlenen mafik örneklerin magma karakterinin genel olarak toleyitik, felsik örneklerin ise toleyitik-kalk alkalen arasında geçiş gösteren bir özelliğe sahip oldukları gözlenmektedir (Şekil 44).



Şekil 43. İncelenen volkanitlerin AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).



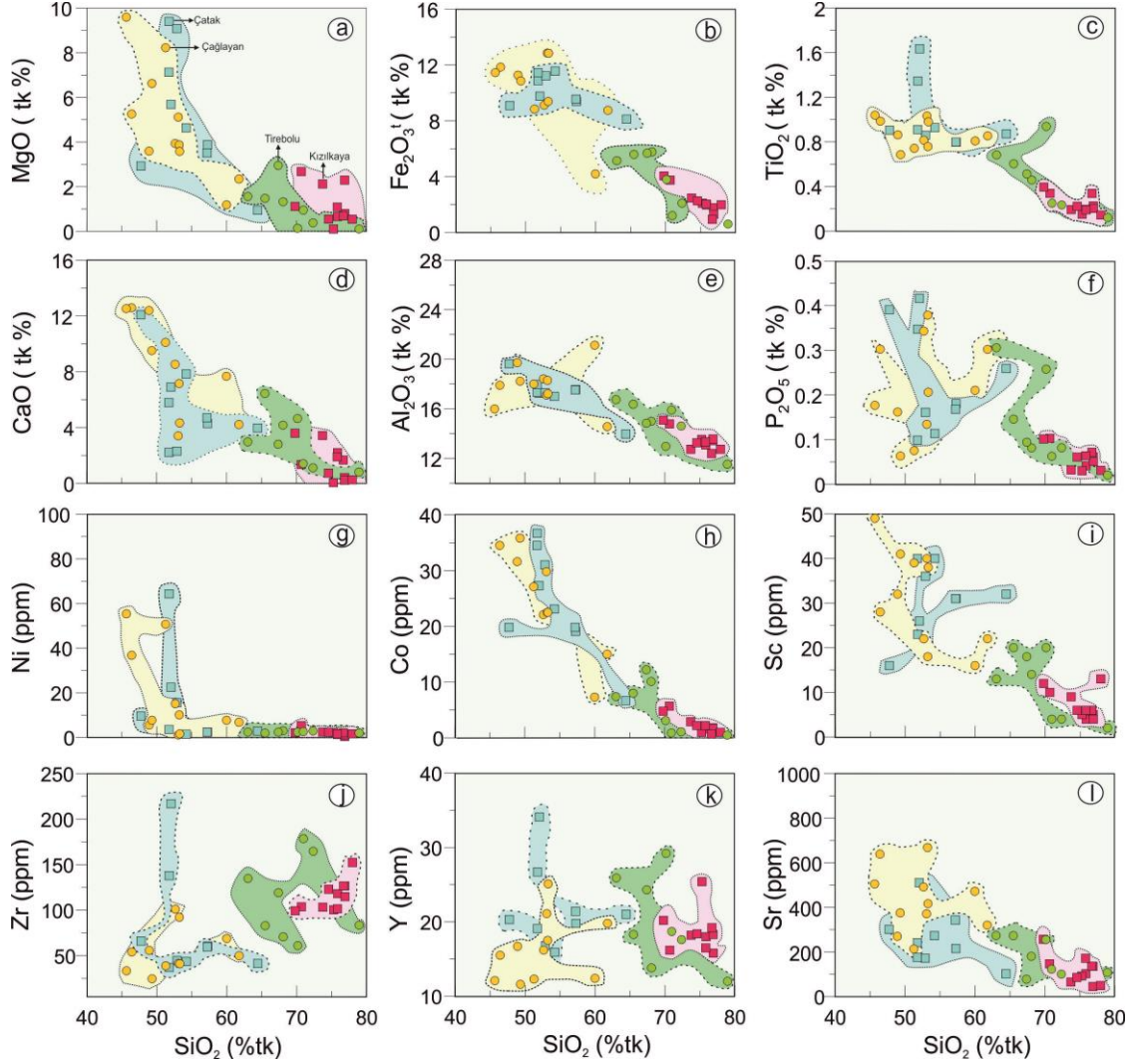
Şekil 44. İnceleme alanındaki volkanitlerin Zr-Y diyagramı (Ross ve Bedard, 2009).

Sonuç olarak inceleme alanındaki örnekler alterasyondan yoğun bir şekilde etkilendikleri için alterasyona karşı duraylı iz elementler bakımından incelendiğinde mafik örneklerin (Çatak ve Çağlayan formasyonları) ağırlıklı olarak toleyitik, felsik örneklerin ise (Kızılkaya ve Tirebolu formasyonları) kimyasal dağılımları bakımından çoktan aza doğru kalk alkalenden toleyitiğe geçişli bir kimyaya sahip oldukları belirlenmiştir.

3.5.1. Silikaya Karşı Ana ve İz Element Değişimleri

SiO_2 'ye karşı diğer ana oksitlerin değişimlerine (Harker diyagramları) bakıldığında, inceleme alanındaki örneklerin kendi içinde genellikle lineer negatif yönseme gösterdikleri gözlenir (Şekil 45). Söz konusu yönsemeler ilk bakışta mafik kayaç serilerinden (Çatak ve Çağlayan'ın bazalt-bazaltik andezitlerden) felsik kayaç serilerine (Kızılkaya ve Tirebolu'nun dasit-riyolitlerine) doğru izlenir ve mafitlerden felsitlere bir fraksiyonel kristallenme (FK) sürecinin varlığını akla getirir. Ancak volkanik istifteki felsik kayaç serilerinin mafik kayaç serilerini yer yer keskin dokanaklarla kesmiş olması (özellikle istifin alt seviyelerinde) ve inceleme alanındaki felsik serilerin mafikler kadar veya onlara yakın bir alanda yüzeyleme göstermeleri, FK sürecinin formasyonlar arasında değil her bir formasyonun kendi içinde meydana gelmiş olabileceğini gösterir. Diğer taraftan ikili değişim diyagramlarında yüksek silika içerikli andezitik bileşimindeki (%57-63) kayaçların göreceli olarak çok daha az olduğu da görülmektedir. Harker diyagramlarında mafik (SiO_2 'ye karşı Zr, Y ve Sr hariç) ve felsik kayaçların kendi içinde belirgin bir negatif yönseme gösterdikleri görülmüştür. Özellikle mafik kayaç örneklerinde MgO ve Fe_2O_3 arasındaki belirgin negatif korelasyon (Şekil 45) olivin ve klinopiroksen farklılaşmasına mafik ve felsik örneklerde CaO ve Al_2O_3 korelasyonu (Şekil 45) plajiyoklas, klinopiroksen ve/veya amfibol fraksiyonlaşmasına, TiO_2 ve P_2O_5 korelasyonu ise, titanomagnetit ve apatit fraksiyonlaşmasına işaret eder. SiO_2 'ye karşı Na_2O dağılımı muhtemelen alterasyona (muhtemelen albitleşme yüzünden) bağlı olarak dağınık bir yönseme göstermektedir ve bu yüzden Harker diyagramlarında gösterilmemiştir. SiO_2 'ye karşı iz elementlerin korelasyonu, ana oksitlerde olduğu gibi, mafik ve felsik örneklerin kendi içinde benzer lineer negatif yönsemelerini destekler (Şekil 45) SiO_2 'ye karşı Ni, Co ve Sc gibi elementlerdeki negatif yönseme (Şekil 45), özellikle mafik örneklerde olivin ve klinopiroksen fraksiyonlaşmasını destekler. SiO_2 karşı Zr ve Y korelasyonu (Şekil 45), özellikle sırasıyla zirkon ve amfibol fraksiyonlaşmasına işaret eder. Son olarak, SiO_2 'ye

karşı belirgin Sr negatif korelasyonu (Şekil 45), Geç Kretase örneklerinde plajiyoklasın da fraksiyonlaşmaya önemli oranda katkı sağladığını göstermektedir.

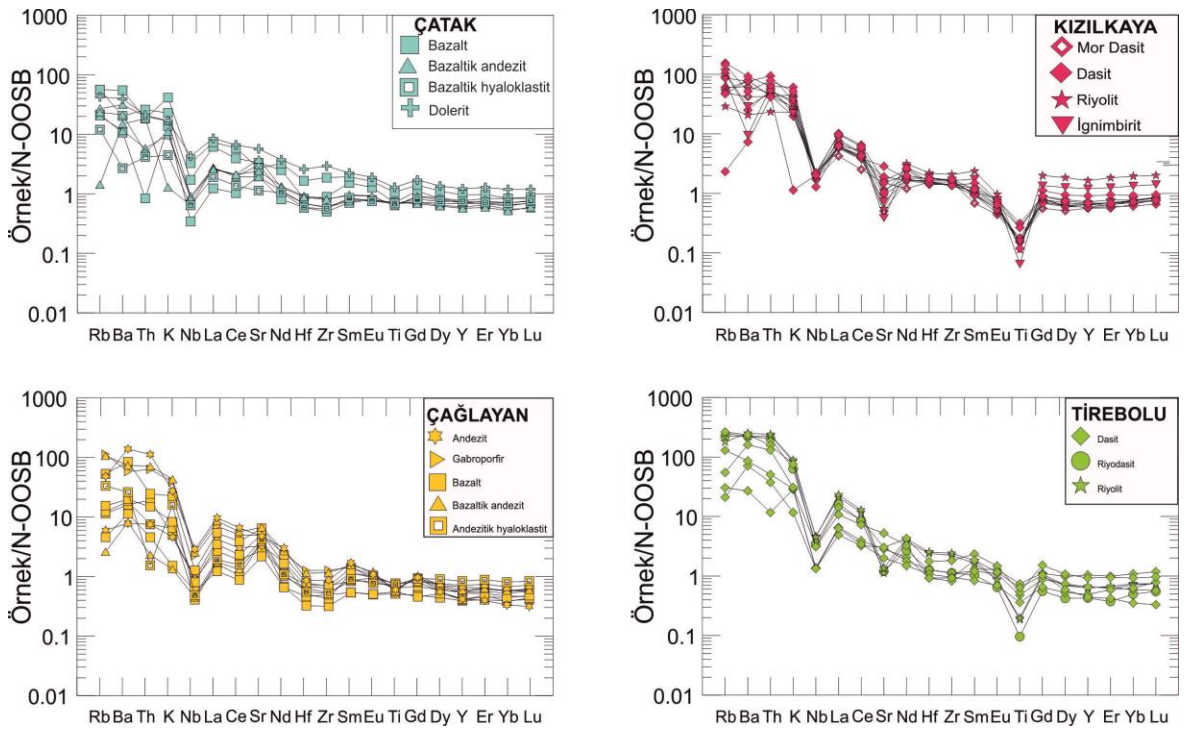


Şekil 45. İnceleme alanındaki volkanitlerin SiO_2 'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramları (Harker diyagramı)

3.5.2. Tüm Kayaç İz Element ve Lantan Grubu Element (LGE) Jeokimyası

İnceleme alanındaki Geç Kretase volkanik kayaçları normal okyanus ortası sırtı bazaltlarına (N-OOSB) göre (McDonough ve Sun, 1995) normalize edilmiş ve bu diyagramlar Şekil 'de gösterilmiştir. Bu diyagramlarda ilk göze çarpan nokta, incelenen volkanitlerin genel trendlerinin çarpışma-ilişkili orojenik veya yitim-ilişkili kayaçlarla benzerlik sunmasıdır. Bu volkanitlerin özellikle Rb, Ba, Th, U gibi büyük iyon yarıçaplı

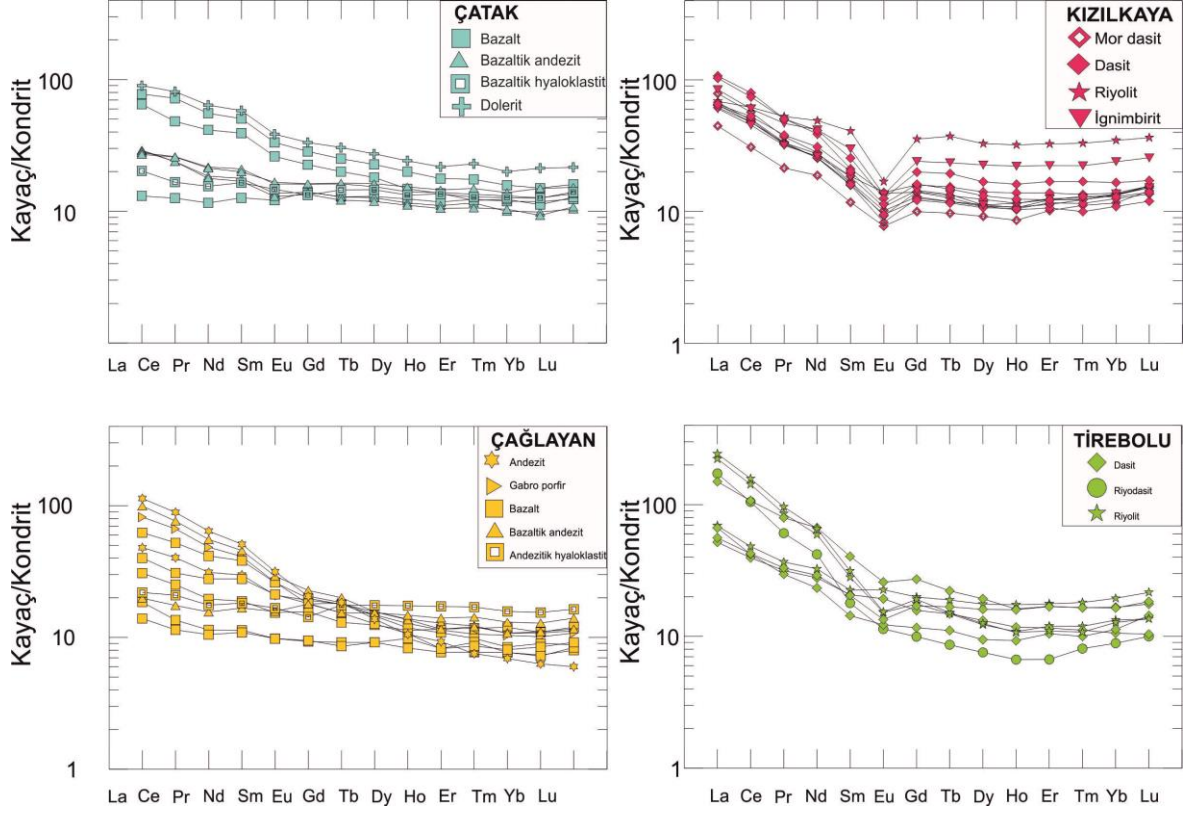
elementlerce (BİYE) önemli bir zenginleşme sunması ve negatif Nb, Ti ve Sr anomalisi göstermeleridir (Şekil 46). Bu özelliklere ek olarak, felsik örneklerin mafik olanlara göre daha çok BİYE’ce zenginleştikleri ve daha belirgin negatif Ti ve Sr anomalisine sahip oldukları gözlenir. Negatif Nb anomalisi söz konusu kayaların manto kaynağındaki rezidüel (kalıntı) Nb’ce zengin minerallerin (rutil gibi) varlığına işaret ederken, negatif Sr anomalisi ilgili serilerdeki plajiyoklas fraksiyonlaşmasını gösterir (Şekil 46). Ayrıca, belirgin negatif Ti anomalisi kayaç serilerinde Fe-Ti’ca zengin minerallerin (incelenen kayaçlarda Ti-magnetit) fraksiyonlaşmasının önemine işaret eder .



Şekil 46. İnceleme alanındaki volkanitlerin çoklu iz element değişim diyagramları

Kondirite normalize edilmiş (Sun ve McDonough, 1989) lantan grubu element (LGE) diyagramları, ağır lantan grubu elementlere (ALGE) göre hafif lantan grubu elementlerin (HLGE) çok fazla zenginleştiklerini gösterir (Şekil 47). ALGE/HLGE oranı, felsik kayaç serileriyle [Kızılkaya için $(La/Lu)_N = 1.89-5.08$ ve Tirebolu için $(La/Lu)_N = 3.05-17.26$] karşılaştırıldığında mafik serilerde [Çatak için $(La/Lu)_N = 1.05-5.08$ ve Çağlayan için $(La/Lu)_N = 1.34-18.92$] kısmen daha düşüktür. Felsik serilerde Kızılkaya ve Tirebolu dasitik-riyolitik örnekleri belirgin veya kısmi bir Eu negatif anomalisi

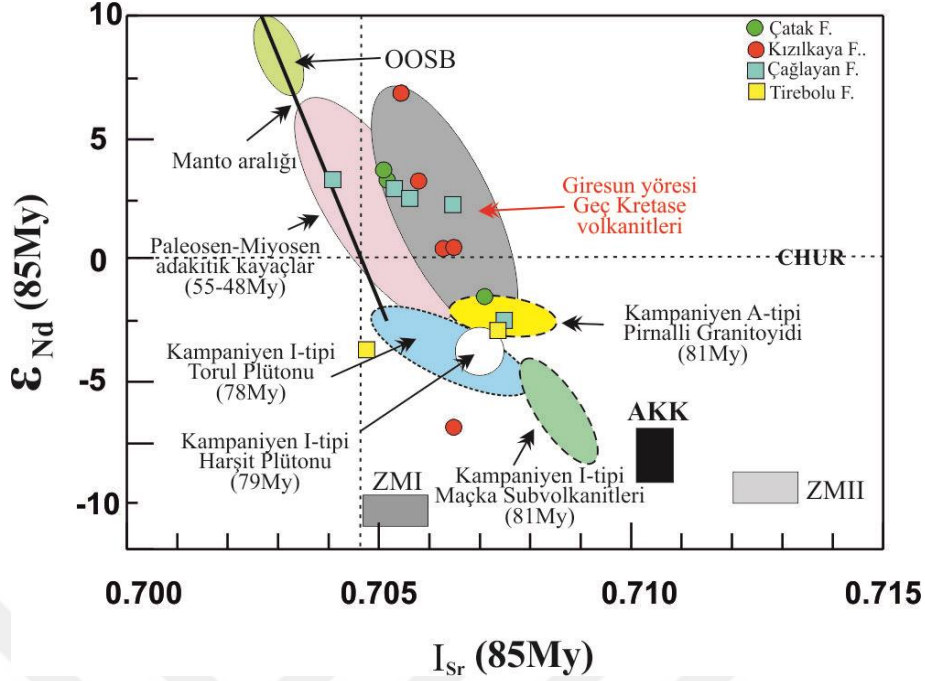
göstermektedir; bu özellik tipik olarak plajiyoklas fraksiyonlaşmasıyla ilişkilidir (Şekil 47). Bu negatif Eu anomalisi, Harşit granitoyidik örneklerinde de kısmen belirgindir.



Şekil 47. İnceleme alanındaki volkanitlerin lantan grubu element değişim diyagramları

3.5.3. Tüm Kayaç Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası

Sakarya Zonu doğusunun kuzey bölümünde yer alan inceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı formasyonlara (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Tirebolu) ait kayaç serilerinin Sr-Nd-Pb izotop bileşimleri genel olarak geniş bir aralıkta değişmektedir (Şekil 48; Tablo 4). Sr-Nd izotopik bileşimler dikkate alındığında, çalışma alanındaki bu volkanitlerin büyük oranda manto alanı dışında yer aldığı ve yüksek Sr-izotop içeriğine sahip oldukları görülmektedir (Şekil 48). Ayrıca inceleme alanındaki mafik ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7051-0.7075$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5125-0.5128$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.54-18.64$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.57-15.66$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.42-38.75$) ve felsik volkanitlerin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7048-0.7074$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.5122-0.5129$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.59-18.85$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.37-15.66$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.67-39.94$) izotopik bileşimlerine sahiptir.

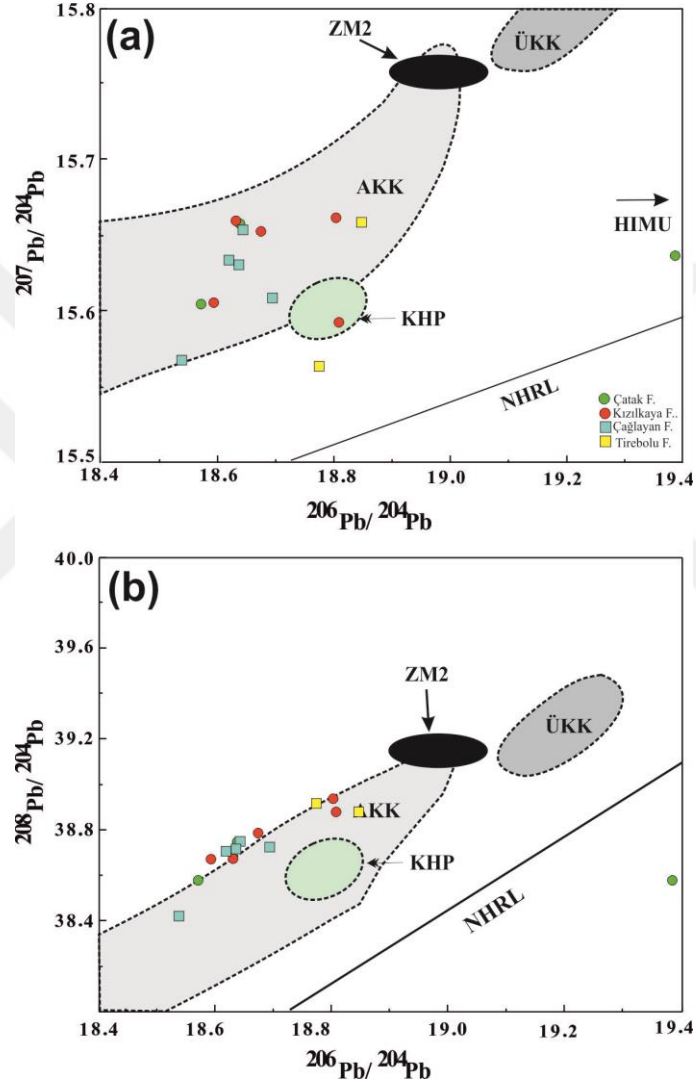


Şekil 48. İnceleme alanındaki volkanitlerinin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{144}\text{Nd}/^{143}\text{Nd}$ izotop diyagramı. OOSB (Okyanus ortası sırtı bazaltları), PREMA (Yaygın gözlenen manto bileşimi), CHUR (Kondritik uniform rezervuar), ZMI (Zenginleşmiş Manto I) ve ZMII (Zenginleşmiş Manto II) alanları Zindler ve Hart (1986)'dan, alt kıtasal kabuk (AKK) Kempton vd. (1997)'den alınmıştır. Karşılaştırma içi veriler: Torul Plütönu, Kaygusuz vd. (2008); Harşit Plütönu, Karşlı vd., (2010a); Pirnalli Plütönu, Karşlı vd., (2012); Maçka Subvolkanitleri, Aydın (2014); Paleosen-Miyosen adakitik kayaçlar, Topuz vd. 2005; Karsli vd. 2010b; 2011; Eyüboğlu vd. 2011; Dokuz vd., 2013.

Ayrıca inceleme konusu volkanik kayaçların Sr-Nd izotopik bileşimleri bölgedeki aynı yaşlı ve yitim ilişkili, I-tip kalk-alkalen granitoidlerle karşılaştırıldığında (Torul Plütönu, Kaygusuz vd. 2008; Harşit Plütönu, Karşlı vd., 2010; Pirnalli Plütönu, Karşlı vd., 2012; Maçka Subvolkanitleri, Aydın, 2014), bunların dikkat çekici bir şekilde farklı oldukları ve bölgede yüzeyleyen Paleosen-Miyosen yaşlı adakitik kayaçlarla (Topuz vd. 2005; Karsli vd. 2010b; 2011; Eyüboğlu vd. 2011; Dokuz vd., 2013) korele edilebilir oldukları gözlenmiştir; ancak proje konusu volkanitlerin adakitik kayaçlara göre Sr-izotop içeriği göreceli olarak daha yüksektir (Şekil 48).

Jeokronolojik yaşlara göre (~90-80My) hesaplanan ilksel epsilon Nd değerleri, inceleme alanındaki mafik kayaçları için (Çatak ve Çağlayan dahil) sırasıyla -2.6 ila +3.6 arasında; felsik kayaçlar için (Kızılkaya ve Tirebolu dahil) sırasıyla -7.1 ilâ +6.7 arasında değişir (Tablo 4). Diğer taraftan, tüketilmiş mantoya göre hesaplanan Nd model yaşları

inceleme alanındaki mafik kayaçlar için 0.7-2.0 arasında; felsik kayaçlar için 0.4-1.5 arasında değişir (Tablo 4). İnceleme alanına ait $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop oran diyagramlarında (Şekil 49), söz konusu mafik ve felsik volkanitlerinin Kempton vd. (1997) tarafından tanımlanan alt kıtasal kabuk (AKK) alanı içine düştükleri görülür.



Şekil 49. İnceleme alanındaki volkanitlerin detay $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop diyagramları. Alt ve üst kıtasal kabuk (AKK-ÜKK) Kempton vd. (1997)'den, NHRL çizgisi Hart (1984)'den, ZM2 (Zenginleşmiş manto 2) ve HIMU (Yüksek U/Pb'ye sahip manto) alanları Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır. KHP: Kampaniyen yaşlı Harşit Plütönu (Karşlı vd.,2010).

Tablo 4. İnceleme alanına ait Geç Kretase yaşlı volkanik kayaların Sr-Nd-Pb izotopik bileşimleri

Formasyon	Lokasyon	Örnek No	Litoloji	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	I _{Sr} (90-80 My)	Sm (ppm)	Nd (ppm)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	ε _{Nd} (0)	f _{Sm/Nd}	ε _{Nd} (T) (90-80 My)	T _{DM} (Ga)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb
Çatak	Çanakçı	Gg7-1	B	15.1	172.4	0.2540	0.70744	0.70711	2.1	8.3	0.1522	0.51253	-2.1	-0.23	-1.6	1.54	18.638	15.657	38.746
Çatak	Çanakçı	Gg13-2	BA	13.1	343.0	0.1108	0.70531	0.70517	2.6	9.3	0.1658	0.51278	2.8	-0.16	3.2	1.17	18.571	15.604	38.577
Çatak	Çanakçı	Gg15a	A	6.7	101.8	0.1909	0.70535	0.70511	2.3	7.7	0.1767	0.51281	3.4	-0.10	3.6	1.40	19.386	15.636	38.577
Kızılkaya	Çanakçı	Gg7-3	IG	60.1	65.3	2.6691	0.70972	0.70636	2.8	12.3	0.1381	0.51262	-0.3	-0.30	0.4	1.06	18.674	15.652	38.785
Kızılkaya	Çanakçı	Gg17a	RY	1.3	136.0	0.0277	0.70582	0.70579	3.1	14.5	0.1293	0.51276	2.4	-0.34	3.1	0.71	18.593	15.605	38.670
Kızılkaya	Çanakçı	Gg31	KP	30.7	135.5	0.6570	0.70629	0.70546	1.8	8.8	0.1237	0.51294	5.9	-0.37	6.7	0.35	18.808	15.592	38.878
Kızılkaya	Çanakçı	Gg20-1a	D	49.0	146.7	0.9686	0.70773	0.70656	3.2	18.1	0.1079	0.51223	-8.0	-0.45	-7.1	1.33	18.803	15.661	38.936
Kızılkaya	Harşit	Gh8-1	RD	86.5	85.8	2.9237	0.71026	0.70673	2.5	12.0	0.1275	0.51262	-0.4	-0.35	0.4	0.94	18.631	15.659	38.672
Çağlayan	Çanakçı	Gg3b	GP	73.1	491.2	0.4316	0.70506	0.70453	4.0	19.2	0.1263	0.51266	0.4	-0.36	1.2	0.86	18.747	15.628	38.799
Çağlayan	Çanakçı	Gg19	B	9.7	504.9	0.0557	0.70568	0.70562	3.2	13.0	0.1507	0.51273	1.9	-0.23	2.4	1.01	18.619	15.633	38.705
Çağlayan	Çanakçı	Gg21-1	B	68.5	668.0	0.2974	0.70687	0.70651	4.5	21.3	0.1266	0.51271	1.3	-0.36	2.1	0.78	18.636	15.630	38.715
Çağlayan	Çanakçı	Gg30	A	3.7	320.3	0.0335	0.70535	0.70530	3.2	13.9	0.1392	0.51275	2.2	-0.29	2.8	0.82	18.538	15.567	38.419
Çağlayan	Harşit	Gh11	B	7.1	270.1	0.0762	0.70757	0.70748	2.4	8.8	0.1621	0.51249	-3.0	-0.18	-2.6	1.96	18.643	15.653	38.748
Çağlayan	Çömlekçi	Gc6	GP	59.7	581.2	0.2979	0.70444	0.70408	4.2	19.3	0.1322	0.51277	2.5	-0.33	3.2	0.72	18.694	15.608	38.723
Tirebolu	Harşit	Gh16-1	RY	125.9	108.3	3.3713	0.71133	0.70746	2.7	19.6	0.0845	0.51242	-4.2	-0.57	-3.0	0.86	18.847	15.658	38.878
Tirebolu	Harşit	Gh17c	RY	100.4	122.7	2.3729	0.70756	0.70473	4.8	30.7	0.0945	0.51239	-4.9	-0.52	-3.8	0.97	18.774	15.563	38.915
Harşit	Çömlekçi	Gc3a	TP	41.5	108.5	1.1092	0.70689	0.70565	2.4	12.7	0.1123	0.51274	1.9	-0.43	2.8	0.62	18.651	15.609	38.701

(ε_{Nd} = ((¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_s / (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{CHUR} - 1) x 10000, f_{Sm/Nd} = (¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Sm)_s / (¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Sm)_{CHUR} - 1, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{CHUR} = 0.512638, ve (¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Sm)_{CHUR} = 0.1967. Model yaşları lineer izotopik oran büyüme eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır: TDM = 1/l x ln(1 + ((¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_s - 0.51315) / ((¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd)_s - 0.2

4. TARTIŞMA

4.1. İncelenen Volkanitlerin Petrolojisi ve Petrojenezi

Sakarya Zonu'nun doğusunda yer alan inceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı volkano-sedimanter istiflerini oluşturan volkanik birimlerin tekrarlı bir şekilde mafik (bazalt-bazaltik andezitik) ve felsik (dasit-riyolitik) volkanitlerden meydana geldiği görülür (Şekil 4 ve 5). Geç Kretase istifinin tabanındaki ilk mafik ve felsik ürünleri sırasıyla Çatak ve Kızılkaya formasyonlarının volkanik kayaçları oluştururken, ikinci mafik ve felsik ürünlerini sırasıyla Çağlayan ve Tirebolu formasyonlarının volkanitleri oluşturur. Tüm istif içindeki bu volkanik kayaçlar ile ardalanmalı olarak oluşan sedimanter kayaçlardan, özellikle kırmızı renkli biyomikritik kireçtaşlarından Aydın vd., (2016) tarafından alınan yaşlar, önceki jeokronolojik verilerle birlikte değerlendirildiğinde (Tablo 5), söz konusu Geç Kretase istifinin yaklaşık 10-15 My'lik bir zaman diliminde oluştuğunu göstermektedir. Bu zaman diliminde oluşan volkanik kayaçların BİYE'ce zengin olmaları, negatif Ti ve Nb anomalisi sunmaları, bu volkanitlerin tipik yitim-ilişkili (orojenik) magmaların özelliklerine benzer olduklarını gösterir (Wilson, 1989). Bununla birlikte Nb tüketimi (Pearce, 1982), negatif Ti ve Sr anomalileri ise özellikle alt kıtasal kabuktan türeyen kayaçları için de karakteristik özelliklerdir (Taylor ve McLennan, 1985). Ba/Ta oranı büyük oranda yitim-ilişkili orojenik magmaların tek başına belirleyici özelliklerinden biri olarak kabul edilir (Gill, 1981) ve bu değer yitim-ilişkili orojenik bazaltik ve andezitik kayaçlarda 450'den daha büyüktür. Söz konusu değer inceleme alanındaki mafik volkanik kayaçlarında büyük çoğunlukla 550'in üzerindedir. Aynı değer anorojenik ortamlardaki mafik kayaçlarda < 450 ve levha içi okyanus adası bazaltlarında < 150'dir. Bu özellikler dikkate alındığında, inceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı mafik volkanitlerin yitim-ilişkili magmaların özelliklerine büyük oranda benzediği söylenebilir. 10-15 My'lik aktif bir yitim döneminde zaman zaman karbonatlı tortul kayaçlar ile birlikte kırıntılı tortulların oluşması, magmatizmanın kısa süreli olarak duraksadığını gösterir.

Geç Kretase istifinin en alt seviyesinde bulunan ve çoğunlukla bazaltik volkanitlerden oluşan Çatak Formasyonu'nun yer yer Kızılkaya Formasyonu'na ait felsik dayk ve stoklar tarafından kesilmesi (Şekil 4 ve 5), felsik ürünlerin mafik kayaçları oluşturan magmanın fraksiyonel kristallenmesiyle oluşma olasılığını ortadan kaldırır. Yine

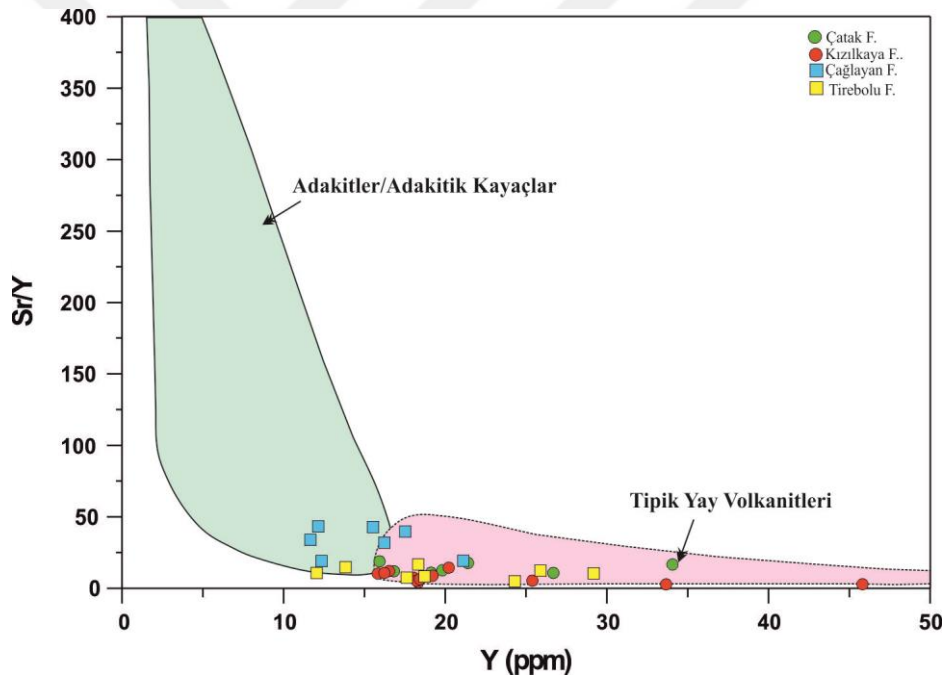
inceleme alanındaki Kızılkaya Formasyonu'na ait felsik ürünlerin dağılımı ve yüksek orandaki hacmi bunu destekler niteliktedir (Şekil 4 ve 5). Ayrıca Harker diyagramlarındaki lineer yönsemeler (Şekil 45), ilk bakışta inceleme alanında Çatak'tan Kızılkaya doğru bir fraksiyonel kristallenme (FK) sürecinin varlığını akla getirir de, yukarıda sözü edilen sebeplerden dolayı FK sürecinin formasyonlar arasında değil her bir formasyonun kendi içinde meydana gelmiş olabileceğini gösterir. Bununla birlikte, inceleme alanında ortaç bileşimli farklılaşma ürünlerinin çok yaygın olmadığı görülmektedir. Diğer taraftan, jeolojik, volkanostratigrafik ve paleontolojik veriler dikkate alındığında, istifin üst seviyesinde bulunan ve büyük oranda bazaltik volkanitlerden meydana gelen Çağlayan Formasyonu ile bu formasyonu yanal olarak üzerleyen ve genellikle riyolitik bileşimli volkanik kayalardan oluşan Tirebolu Formasyonu'nun, Çatak ve Kızılkaya'ya göre, daha kısa bir zaman aralığında oluştuğu ve oluşum zamanlarının büyük oranda örtüştüğü görülür (Şekil 4 ve 5). Bu durum istifin üst seviyelerindeki ikinci mafik ve felsik volkanizmanın bimodal olabileceğini düşündürmektedir. İnceleme alanı dışında başka bir lokasyonda (Hayrat-Balaban, Of-Trabzon) yüzeyleyen ve Aydın vd., (2016) tarafından Üst Kretase yaşlı birimleri kesen mafik bir dayktan alınan bir örnekte ise U-Pb zirkon yaşı (84.9 ± 1.7 My, Tablo 5) ise inceleme alanındaki Geç Kretase istifinin üst seviyelerindeki bimodal volkanizmayı destekler niteliktedir.

İncelenen mafik ve felsik volkanik kayaç serilerinin göreceli olarak yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.7048-0.7075) ve düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0.5122-0.5129) izotop oranları ve ϵNd (+) değerleri (-7.1 - +6.7) (Tablo 4, Şekil 48), tüketilmiş ve sonrasında zenginleşmiş litosferik bir manto ve/veya alt kıtasal kabuk kaynakları ile uyumludur. İnceleme alanındaki mafik kayalıkları için (Çatak ve Çağlayan dahil) ilksel ϵNd değerlerinin sırasıyla -2.6 ila +3.6 ve felsik kayalıkları için (Kızılkaya ve Tirebolu dahil) sırasıyla -7.1 ilâ +6.7 arasında değişmesi (Tablo 4), söz konusu mafik ve felsik volkanitlerin türediği kaynak alanların farklı derecelerde zenginleştiğini destekler niteliktedir.

Tüketilmiş mantoya göre hesaplanan Nd model yaşları (Tablo 4), Geç Kretase volkanitlerini oluşturan kaynak alanın (veya alanların) daha yaşlı materyallerden etkilenmiş genç bir kaynak olabileceğini işaret etmektedir. Yine $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranlarının yüksek olması, köken bölgeye radyojenik Sr katkısının varlığını göstermektedir. Bu katkının manto kaynak alanına girmiş ya yitim bileşeninden (okyanusal kabuk±sedimentler) ya da kıtasal kabuk bileşeninden kaynaklanabileceği işaret eder (Mckenzie ve O'Nions, 1983; Zindler ve Hart, 1986). İnceleme alanındaki volkanitlere ait

$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop oranları (Şekil 49), bunların zenginleşmiş manto kaynağı yanında alt kabuk kaynaklı bir bileşene de sahip olabilecekleri desteklemektedir. Pb izotop oranlarında gözlenen göreceli yüksek değerler, incelenen volkanik kayaç serilerini oluşturan magmaların kabuksal kayaçlar içerisinde geçerken kısmen asimilasyona uğradıklarını veya yitim süreçleri sırasında kökene karışmış kıtasal kabuğa ait Pb izlerini belirtmektedir.

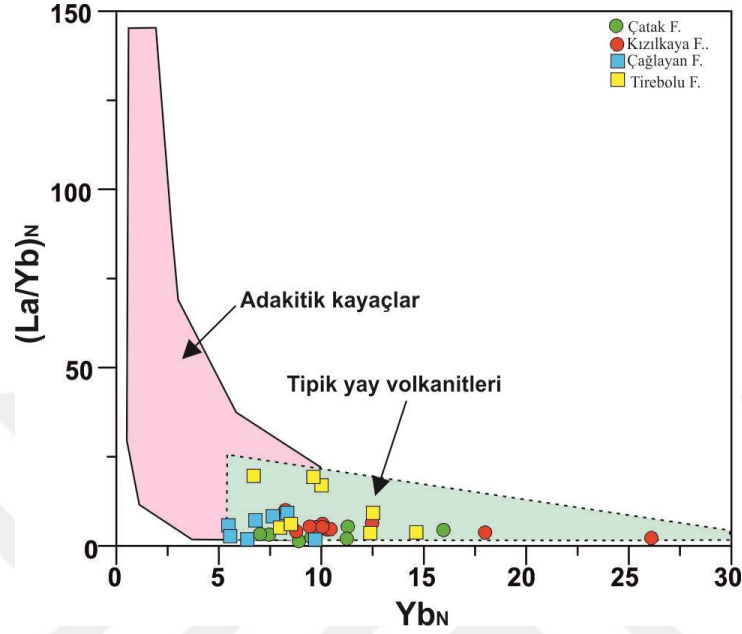
Yitriyum'a karşı Sr/Y ve Yb_N 'ye karşı $(\text{La}/\text{Yb})_N$ diyagramları (Defant ve Drummond, 1990) Geç Kretase yaşlı inceleme alanındaki volkanitlerin düşük Sr/Y (<50) ve düşük $(\text{La}/\text{Yb})_N$ oranlarına (<25) sahip olmalarından dolayı tipik yay volkanitlerine benzerlik sunduklarını, yiten okyanusal kabuğun ergimesiyle oluşan adakitik kayaçlardan farklı olduklarını teyit eder (Şekil 50 ve 51).



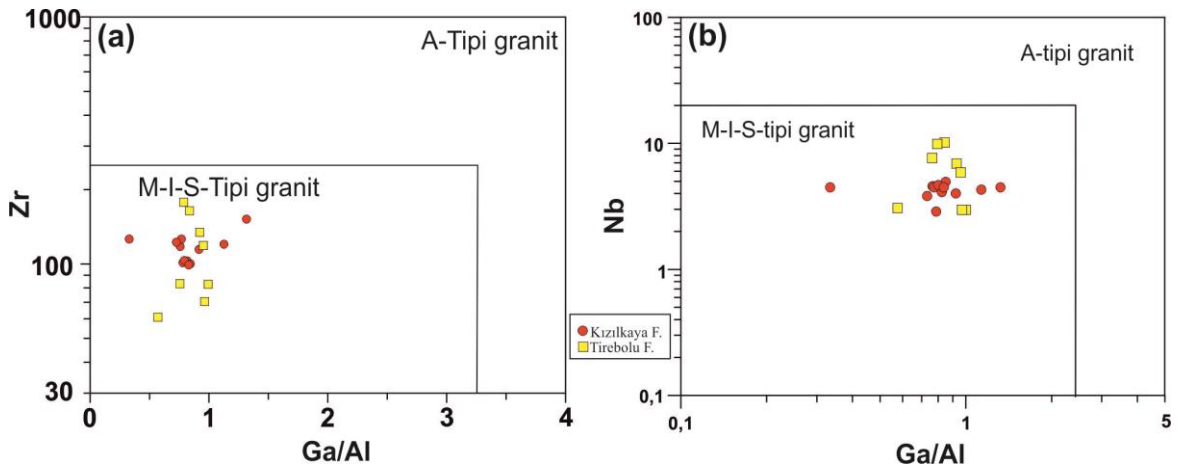
Şekil 50. İnceleme alanındaki volkanitlerin Y-Sr/Y diyagramları (Defant ve Drummond, 1990).

İncelenen volkanik kayaçlardaki düşük HLGE/ALGE oranları bunu desteklemektedir (Şekil 47). Diğer taraftan inceleme alanındaki volkanik istifte yer alan Kızılkaya ve Tirebolu formasyonlarının ait felsik örnekleri Ga/Al-Zr ve Ga/Al-Nb diyagramlarına göre (Whallen vd., 1987), A-tipi örneklerden farklı olup, düşük Zr

(<200ppm) ve Nb (<10ppm) içerikleriyle I-tip granitlere benzerlik gösterirler (Şekil 52a ve b).



Şekil 51. İnceleme alanındaki volkanitlerin $Yb_N - (La/Yb)_N$ diyagramı (Defant ve Drummond, 1990).

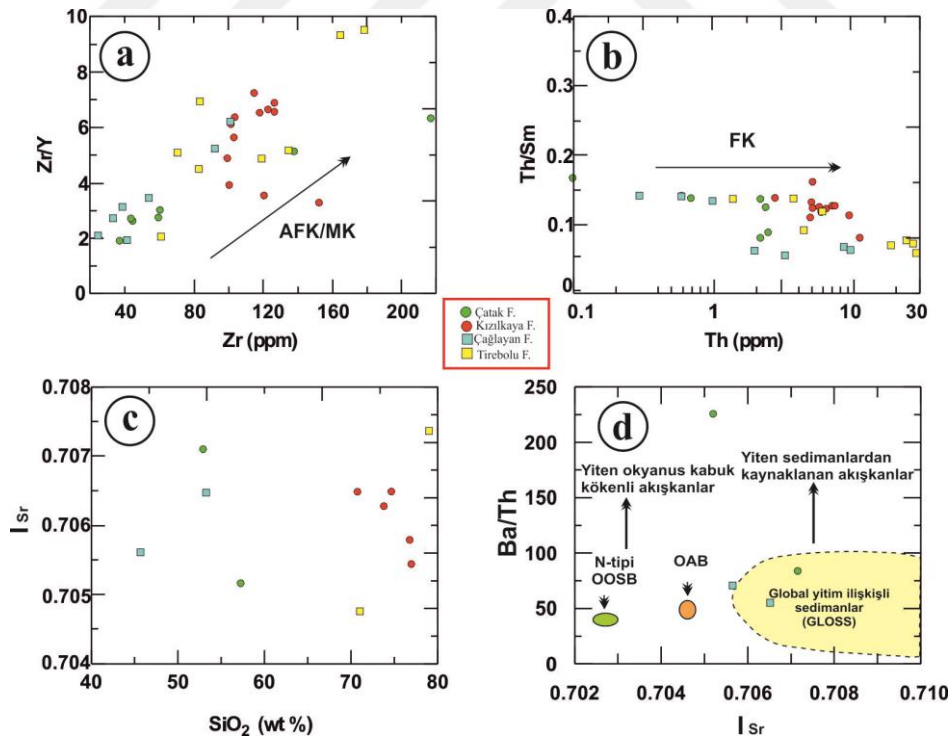


Şekil 52. İnceleme alanındaki volkanitlerin Ga/Al-Zr ve Ga/Al-Nb diyagramları (Whalen vd., 1987).

Ta/Yb' karşı Th/Yb diyagramı dikkate alındığında (Şekil 57), yine çalışma alanı içerisindeki Çatak ve Çağlayan formasyonlarına ait mafik kayaç örneklerinde Ta/Yb ve Th/Yb oranları volkanik istifin tabanından üst seviyelerine doğru gittikçe artmaktadır. N-

OOSB'ye göre incelenen volkanitlerin daha yüksek Ta/Yb ve Th/Yb oranlarına sahip olmaları ya zenginleşmiş bir mantonun ergimesiyle, ya garnet-içeren bir manto kaynağının düşük dereceli kısmi ergimesiyle ya da her ikisinin etkisiyle olabilir.

İnceleme alanı içerisinde bulunan Geç Kretase volkanik serilerin gelişimindeki magmatik prosesleri (fraksiyonel kristallenme, asimilasyon vs.) daha iyi anlayabilmek için, bunlar Zr'a karşı Zr/Y, Th'a karşı Th/Sm ve SiO₂'ye karşı ilksel Sr-izotop diyagramlarında karşılaştırılmışlardır (Şekil 53a-c). I_{Sr}'ye karşılık Ba/Th oranına bakıldığında mafik örneklerin yiten sedimanlardan kaynaklanan akışkanlar tarafından etkilendikleri görülmektedir (Şekil 53d). Bu diyagramlar dikkate alındığında, Geç Kretase yaşlı formasyonlara ait mafik ve felsik volkanik kayaların gelişiminde fraksiyonel kristallenme (FK) ile birlikte kabuksal kontaminasyonun (veya magma karışımının) önemli rol oynadığı görülmektedir. İnceleme alanı içerisindeki Kızılkaya ve Tirebolu formasyonlarına ait dasitik ve felsik kayalarda gözlenen zonlu ve elek dokulu plajiyoklas ile kemirilmiş kuvars kristallerinin varlığı bunu destekler niteliktedir.



Şekil 53. Giresun yöresindeki volkanitlerin magmatik prosesleriyle ilgili diyagramlar. AFK: Asimilasyon ve Fraksiyonel Kristallenme, FK: Fraksiyonel Kristallenme, MK: Magma karışımı, N-tipi OOSB ve OAB, Saunders ve Tarney, 1984'den; GLOSS Plank ve Langmuir (1988)'den alınmıştır.

Tablo 5. Sakarya Zonu Doğusundaki Geç Kretase yaşlı magmatik kayaların karşılaştırmalı jeokronolojik yaşları

Bölge	Lokasyon	Formasyon	Radyometrik Veriler			Yaş	Litoloji
			Yaş (My)	Yöntem	Ref.		
GİRESUN	Görel Vadisi (Çanakçı)	Kızılkaya	88.6±1.4	SHRIMP U-Pb zirkon	Aydin vd., 2016	Koniasiyen-Santoniyen	Kuvarsporfir, Dasit
	Harşit Vadisi (Tirebolu)	Tirebolu	85±1.2	SHRIMP U-Pb zirkon	Aydin vd., 2016	Üst Santoniyen-Alt Kampaniyen	Biyotitli porfirik riyolit
	Harşit Vadisi	Kızılkaya	83.7±0.6	SHRIMP U-Pb zirkon	Eyüboğlu vd., 2014	Üst Turoniyen	Riyolitik hyaloklastit
	Harşit Vadisi	Tirebolu	80.8±1	SHRIMP U-Pb zirkon	Eyüboğlu vd., 2014	Üst Santoniyen-Alt Kampaniyen	Dasit
	Harşit Vadisi	Doğankent	91.1±1.3	SHRIMP U-Pb zirkon	Karşlı vd., 2010	Orta Kampaniyen	Riyolit
	Derele	-	83.1±1.5	SHRIMP U-Pb zirkon	Moore vd., 1980	Kampaniyen-Mastrihtiyen	Hornblendli tonalit
ARTVİN	Emeksen	-	79±0.5	LA-ICP MS U-Pb zirkon	Delibaş vd., 2016	Orta Kampaniyen	Granodiyorit
			78.5±1				Granit
			78±0.5				Porfirik granit
	Hatila Vadisi	Kızılkaya	86.5±1	SHRIMP U-Pb zirkon	Aydin vd., 2016	Üst Koniasiyen-Orta Santoniyen	Porfiritik riyolit
SİNOP	Erenler-Sümbüllü	Tirebolu	83.5±1.2	SHRIMP U-Pb zirkon	Aydin vd., 2016	Üst Santoniyen-Alt Kampaniyen	Riyolitik breş
	Pirnallı	-	81.2±1	SHRIMP U-Pb zirkon	Karşlı vd., 2012	Alt Kampaniyen	Kuvars monzonit
AMASYA	İnceburun	Hamsaros	81.78±0.33	Ar-Ar (Tüm kayaç)	Asan vd., 2014	Alt Kampaniyen	Şoşonitik bazalt
			82.69±2.8				Şoşonitik bazalt
			82.49±0.53				Yüksek-K kalk-alkali bazaltik andezit
	Yeşilirmak Vadisi	Lokman	76.78±0.19	Ar-Ar (Flogopit)	Gülmez ve Genç, 2016	Üst Kampaniyen-Alt Mastrihtiyen	Lamprofir (Minet)
ORDU			77.43±0.15	Ar-Ar (Flogopit)			Lamprofir (Minet)
			75.83±0.09	Ar-Ar (K-feldispat)			Trakit
			70.1±1.3	Ar-Ar (Tüm kayaç)			Trakit
	Artıklı-Yokuşdibi	-	86.02±0.52	Ar-Ar (Tüm kayaç)	Özdamar, 2016	Santoniyen-Kampaniyen	Bazalt
			82.21±0.8	Ar-Ar (Tüm kayaç)			Andezit
			81.29±0.5	LA-ICP MS U-Pb zirkon			Riyodasit
		76.45±0.21	Ar-Ar (Tüm kayaç)			Bazaltik andezit	
	Elbeyli	-	77±1	LA-ICP MS U-Pb zirkon	Delibaş vd., 2016	Orta Kampaniyen	Monzonit, monzodiyorit

Tablo 5. Devamı

Bölge	Lokasyon	Formasyon	Radyometrik Veriler			Yaş	Litoloji
			Yaş (My)	Yöntem	Ref.		
TRABZON	Hayrat-Balaban	Çağlayan	84.9±1.7	SHRIMP U-Pb zirkon	Aydın vd., 2016	Üst Santoniyen	Bazaltik dayk
	Güzelyayla	-	81.5±1	LA-ICP MS U-Pb zirkon	Delibaş vd., 2016	Alt Kampaniyen	Dasitporfir
	Maçka	-	79.97±0.97	LA-ICP MS U-Pb zirkon	Aydın, 2014	Alt Kampaniyen	Hornblendli tonalitporfir
	Araklı	Boğalı	81.37±0.5	Ar-Ar (Hornblend)	Yılmaz Şahin, 2005	Kampaniyen-Mastrihtiyen	K-feldispat monzogranit
			73±9	“Fission Track” zirkon			
	Araklı	Çamlıkaya	64.2±1.72	K-Ar (Hornblend)	Boztuğ ve Harlavan, 2008	Erken-Alt Kretase (Valanjiniyen)	Hornblendli granit
			61.4±1.47				
Camiboğazı	-	138.5±2.2	K-Ar (Hornblend)	Kaygusuz vd., 2014	Orta-Üst Kampaniyen	Diyorit	
		76.21±0.79	LA-ICP MS U-Pb zirkon				
			75.65±0.5			Monzodiyorit	
			75.04±0.83			Monzonit	
			74.73±0.86			Granit	
GÜMÜŞHANE	Torul	-	77.9±0.3	Rb-Sr (Biyotit)	Kaygusuz vd., 2008	Orta Kampaniyen	Siyenogranit
	Turnagöl	-	78.07±0.73	LA-ICP MS U-Pb zirkon	Kaygusuz vd., 2013	Orta Kampaniyen	Granodiyorit
	Köprübaşı	-	79.3±1.4	SHRIMP U-Pb zirkon	Kaygusuz ve Şen, 2011	Orta Kampaniyen	Granodiyorit
	Sariosman	-	82.7±1.5	SHRIMP U-Pb zirkon	Kaygusuz vd., 2009	Alt Kampaniyen	Biyotit-hornblend monzogranit
RİZE	İkizdere	-	76.21±0.79	SHRIMP U-Pb zirkon	Evcimen, 2011	Orta Kampaniyen	Monzonit
	Kaçkarlar	-	79.3±1	K-Ar (tüm kayaç)	Moore vd., 1980	Orta Kampaniyen	Granodiyorit
ERZURUM	İspir-Ulutaş	-	133±0.5	LA-ICP MS U-Pb zirkon	Delibaş vd., 2016	Erken-Alt Kretase (Hotriviyen-Valanjiniyen)	Granitporfir
			131.5±1				

4.2. Jeotermobarometre ve Volkanitlerin Kristallenme Şartları

İnceleme alanında yer alan Geç Kretase yaşlı farklı formasyonlardaki (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Tirebolu) volkanik kayalardan seçilen örneklerin dokusal ve mineralojik özellikleri ile mineral bileşimleri incelenerek, söz konusu kayaları oluşturan magmaların kristallenme şartları ve gelişim süreçleri belirlenmeye çalışılmıştır. İnceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı volkanitlerin karşılaştırmalı jeotermobarometre sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Geç Kretase istifindeki Çatak ve Çağlayan formasyonlarına ait mafik volkanik kayalarda bulunan klinopiroksenlerde ergiyik-mineral dengesi dikkate alınarak klinopiroksen termobarometresi (Putirka, 2008) kullanılmış ve kristallenme basınç ve sıcaklıkları ile magma odası kristallenme derinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yine Putirka (2008)'e göre hem mafik hem de felsik kayalarda (Kızılkaya ve Çağlayan) iki feldispat termometresi kullanılarak feldispatların kristallenme sıcaklıkları tespit edilmiştir.

Ridolfi vd. (2010)'a göre amfibol termobarometresi ve oksijen fugasitesi hesaplamaları özellikle Giresun yöresi Çatak doleritlerinde, Tirebolu Formasyonu felsik volkanitlerinde yapılmış ve bu kayalardaki amfibollerin kristallenme sıcaklıkları, basınçları ve oluşum derinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı kayalarda bulunan biyotit mineralleri için Luhr vd. (1984) tarafından önerilen püskürme öncesi sıcaklık tahminleri yapılmıştır. Son olarak, özellikle felsik kayalarda tüm kayaç zirkon termometresi (Watson vd., 2006) kullanılarak dasitik ve riyolitik kayaların kristallenme sıcaklıkları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yukarıda belirtilen jeotermobarometrik yöntemlerden elde edilen sonuçlar Tablo 6'da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

İnceleme alanındaki Çatak ve Çağlayan formasyonlarına ait mafik kayaların kristallenme sıcaklıkları birbirine benzerlik sunmasına karşın, kristallenme basınçları farklıdır (Tablo 6). Söz konusu bölgedeki Çatak mafik kayalarının kristallenme basınçları 9.4 ± 2.3 kbar iken (kristallenme derinliği: 28.2 ± 7.8 km), Çağlayan'da bu değer yarı yarıya düşüktür (4.6 ± 2.7 kbar). (Tablo 6). İnceleme alanında Çağlayan Formasyonu'nu oluşturan magmanın Çatak Formasyonu'nu oluşturan magmaya göre daha derinlerde kristallenmeye başladığı görülmektedir. İki feldispat termometresinden hesaplanan sıcaklıklar felsik volkanik kayalara göre, mafik volkanitlerde daha yüksektir ve kayaların kimyasal karakterleriyle uyumludur.

İnceleme alanındaki özellikle Çatak doleritlerinde, Kızılkaya Formasyonu'na ait felsik kayalarda bulunan amfibol ve biyotitler, bu kayalardaki oluşum koşullarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamıştır. Buna veriler ışığında inceleme alanındaki felsik kayalarını oluşturan magma derinliklerinin çok sığ kökenli ve sıcaklıklarının göreceli olarak daha düşük olduğu söylenebilir. Bu kayalardan elde edilen fugasite değerleri göreceli olarak oksijen kısmi basıncının yüksek olduğu, yükseltgen bir ortama işaret eder. Tirebolu riyolitik kayalarındaki püskürme öncesi sıcaklıklar, biyotit termometresine göre, 700-800°C arasında değişir. Tüm kayalardaki zirkon doygunluğuna göre hesaplanan sıcaklıklar biyotit termometresiyle uyumludur (Tablo 6).



Tablo 6. Sakarya Zonu Doğusundaki inceleme alanında bulunan Geç Kretase yaşlı volkanitlerin karşılaştırmalı jeotermobarometre sonuçları

Formasyon	Örnek Türü	Kayaç Türü/ Bileşimi	Klinopiroksen				Klinopiroksen	İki-feldispat	Amfibol			Biyotit	Zr (Tüm kayaç)	
			T (°C) ^a		P (kbar) ^b		D (km) ^c	T (°C) ^d	T (°C) ^e	P (kbar) ^f	(LogfO ₂) ^g	D (km) ^h	T (°C) ^k	T (°C) ^m
			Fenokristal (merkez)	Fenokristal (kenar)-mikrokristal	Fenokristal (merkez)	Fenokristal (kenar)-mikrokristal			mikrokristal	mikrokristal	mikrokristal		Fenokristal (kenar)	
Çatak	Masif/Dayk/Hyaloklastit	Dolerit	-	-	-	-	824±30	734±14	0.6±0.1	-13.7±0.4	2.3±0.2	-	-	
		Bazalt	-	1116±39	-	9.4±2.6	28.2±7.8	718±88	-	-	-	-	-	
Kızılkaya	Stok/Dayk/Hyaloklastit	Dasit	-	-	-	-	577±30	-	-	-	-	-	788±24	
		Riyolit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	766±23	
Çağlayan	Dayk/Sil/Hyaloklastit	Gabroporfir	1217±70	-	9.7±2.3	-	29±6.9	983±106	-	-	-	-	-	
		Bazalt	1130±105	1191±86	4.4±2.2	4.6±2.7	13.8±8.1	958±30	-	-	-	-	-	
Tirebolu	Stok/Dayk/Hyaloklastit	Riyodasit	-	-	-	-	960±135	-	-	-	-	704±16	717±36	
		Riyolit	-	-	-	-	1029±30	807±33	1.4±0.6	-12.6±0.4	5.3±2.5	794±12	781±32	

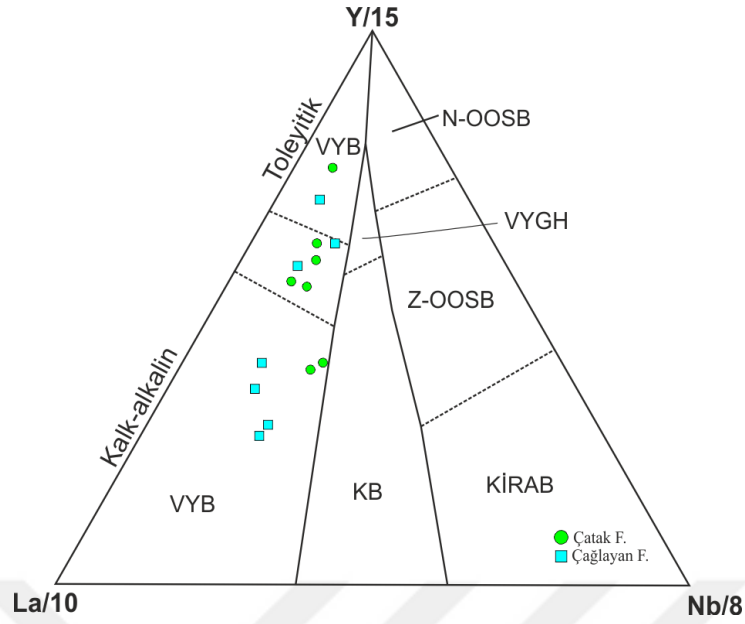
Not: Klinopiroksen termometre^a ve barometresi^b (Putirka, 2008); Klinopiroksen basınçlarına göre hesaplanan kristallenme derinliği^c (1km ~ 3kbar). İki feldispat termometresi^d (Putirka, 2008); Amfibol termometre^e ve barometresi^f ile oksijen fugasitesi^g (Ridolfi vd. 2010); Amfibol basınçlarına göre hesaplanan kristallenme derinliği^h. Biyotit termometresi^k (Luhr vd, 1984). Zirkon termometresi^k (Watson vd., 2006).

4.3. Tektonik Ortam

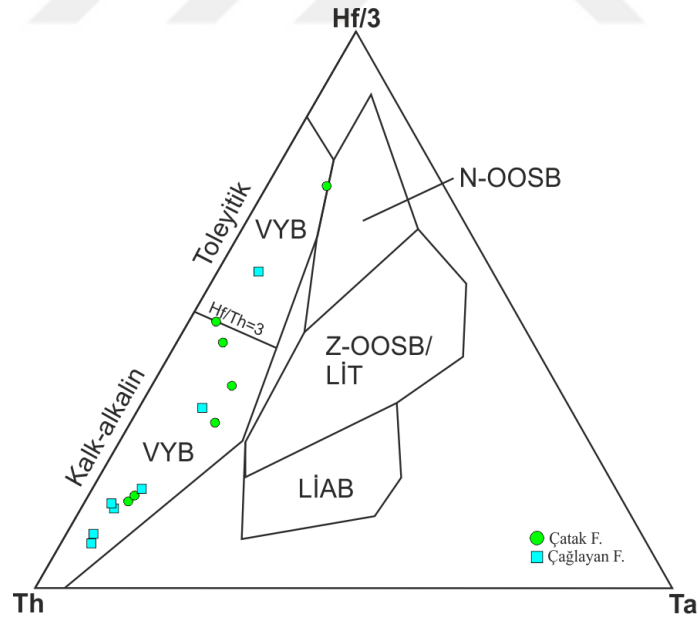
4.3.1. Mafik Volkanik Kayaçlar

İnceleme alanındaki ait Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçların oluştuğu tektonik ortamın genel hatlarıyla magmatik bir yay ortamı olduğu bilinmektedir. İnceleme alanlanınımında içinde bulunduğu KD Türkiye, jeotektonik konumu itibari ile Sakarya Zonu doğusunda (veya Doğu Pontidler) yer alır ve bu bölge aynı zamanda “Doğu Pontid Magmatik Kuşağı” olarak da bilinir. Bu kuşağın kuzey kesiminde yer alan inceleme alanının yay mı, yay önü mü ya da yay gerisi mi olduğu halen tartışmalıdır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Bektaş vd., 1999; Eyüboğlu vd. 2014). Bununla birlikte inceleme alanının içinde bulunduğu Sakarya Zonu’nu doğusunun kuzey bölümünün yay gerisi bir ortama karşılık geldiği konusu çok sayıda araştırmacı grubunun ortak fikridir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1997; Rojay ve Altınır, 1998; Okay ve Tüysüz, 1999; Rojay vd., 2001; Kaymakci vd., 2007; Keskin vd., 2008; Karşlı vd., 2010; Topuz vd., 2011; Aydın, 2014).

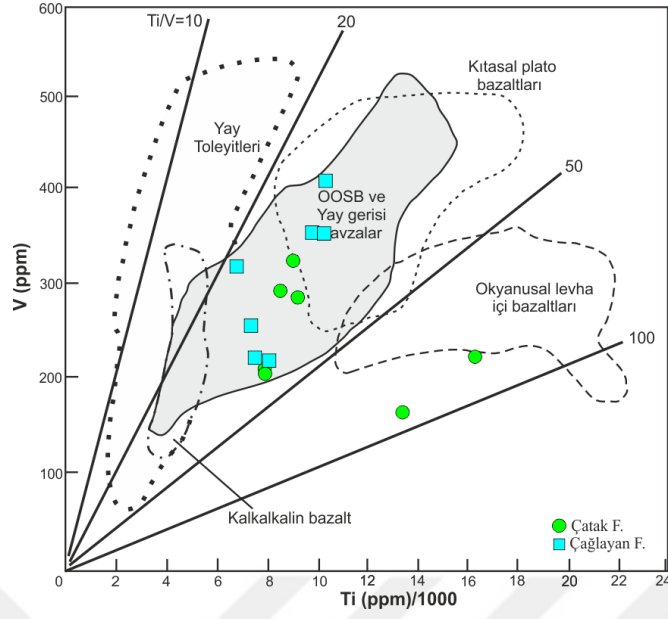
Bu nedenle inceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı kayaçların öncelikle yay ortamını ve sonrasında bu yayın neresinde oluştuklarını test etmek amacıyla, çalışma alanındaki mafik ve felsik volkanik kayaç örnekleri, özellikle alterasyona karşı duyarlı ve hareketsiz davranış sergileyen (kayaç bünyesinde kalmaya devam eden) iz elementlerin kullanıldığı bazı tektonik ayırtman diyagramlarına aktarılmıştır. Tektonik ayırtman diyagramlarına göre (Şekil 54-57), inceleme alanındaki mafik kayaç örnekleri (Çatak ve Çağlayan volkanitleri) Mg# 4’ten büyük olanlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Buna göre, mafik örnekler genel olarak volkanik yay ile ilişkili hem toleyitik hem de kalk-alkalin bazalt alanı ile yay gerisi bazaltları alanlarında görülmektedir. Spesifik olarak daha dikkatli bakıldığında, inceleme alanındaki volkanik istifin ilk (Çatak) ve ikinci (Çağlayan) mafik serilere ait kayaçların toleyitikten kalk-alkaliye doğru bir yönelim içinde oldukları gözlenir. Diğer bir ifadeyle, volkanik istifin tabanından tavanına doğru ana magma karakterinde bir geçiş veya değişim söz konusudur. Mafik volkanitlerin Ta/Yb-Th/Yb diyagramı (Şekil 57), bu kayaçların yay ortamındaki söz konusu toleyitik-kalkalkali geçişini doğrular ve aynı zamanda hem yitim-ilişkili zenginleşme süreçlerinden hem de kabuksal kontaminasyondan etkilenmiş olabileceklerini gösterir.



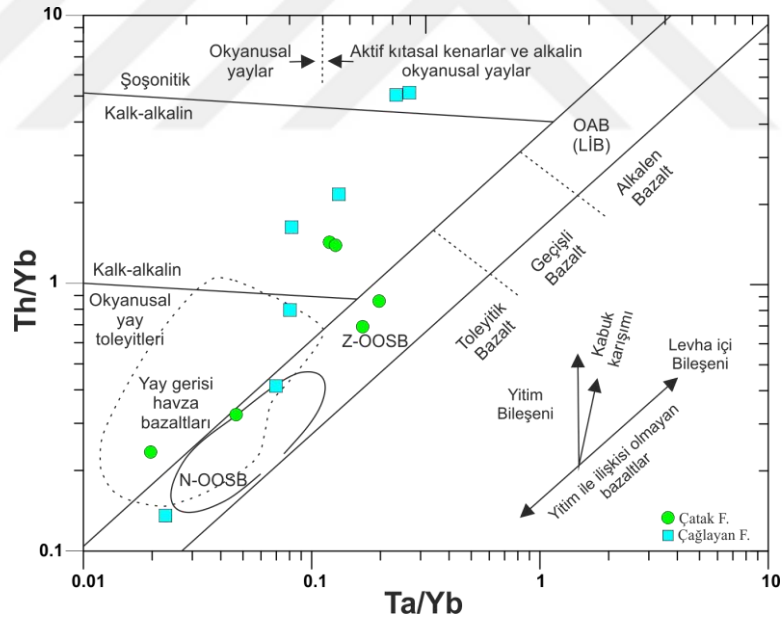
Şekil 54. İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin La/10-Nb/8-Y/15 diyagramı (Wood, 1980). VYB: Volkanik yay bazaltları, VYGH: Volkanik yay gerisi havzalar, N-OOSB ve Z-OOSB: Normal ve zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları, KB: Kıtasal bazaltlar, KİRAB: Kıta içi rift-ilişkili alkali bazaltlar.



Şekil 55. İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin Th-Ta-Hf/3 diyagramları (Wood, 1980). LİT: Levha içi toleyitleri, LİAB: Levha içi alkali bazaltlar.



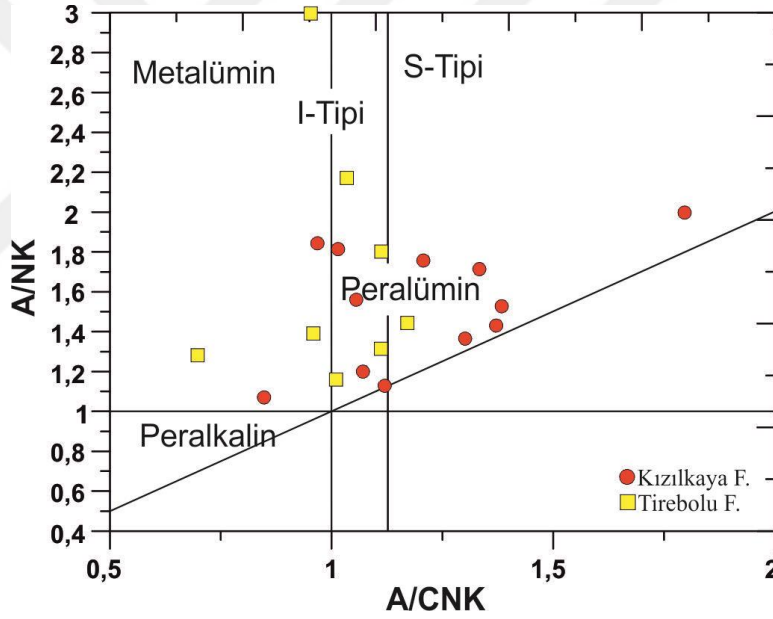
Şekil 56. İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin $Ti/1000-V$ diyagramları (Shervais, 1982).



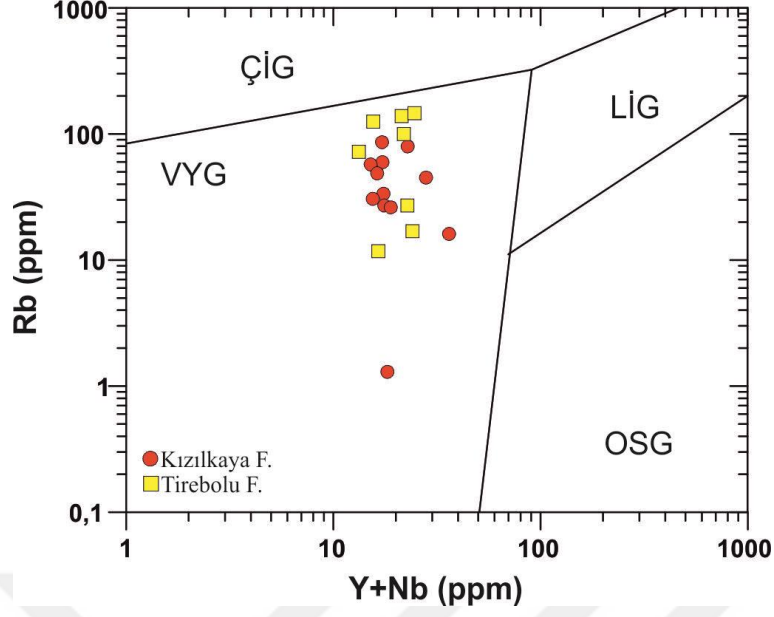
Şekil 57. İnceleme alanındaki mafik volkanitlerin $Ta/Yb-Th/Yb$ diyagramı (Pearce vd., 1982). OAB: Okyanus adası bazaltları (LIB: Levha içi bazaltlar).

4.3.2. Felsik Volkanik Kayaçlar

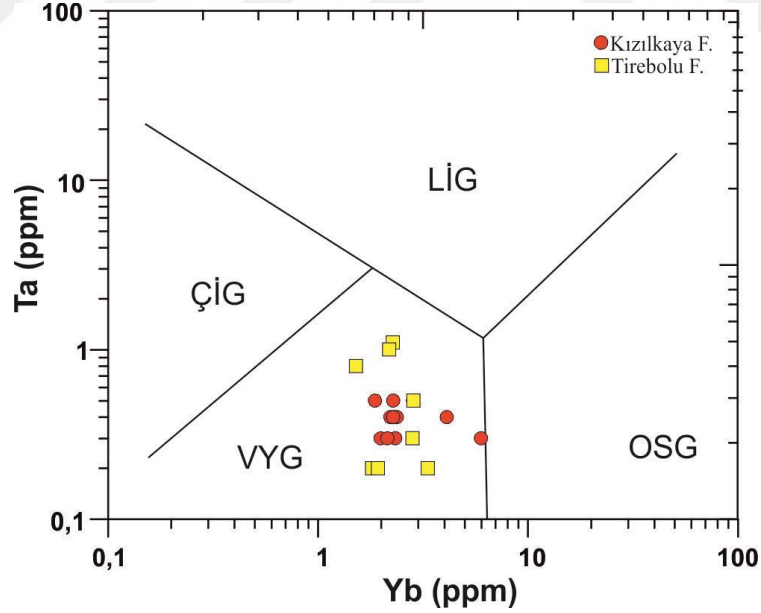
Çalışma alanı içerisindeki felsik volkanitlerin A/CNK – A/NK diyagramı (Şekil 58), inceleme alanındaki felsik kayaçlarının çoğunlukla peralümin özellikte olduğunu, I- ve S-tipi arasında geçiş gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle inceleme alanındaki Kızılkaya Formasyonu'na ait örneklerin S-tipi alana doğru yönelmelerinin nedeni, Kızılkaya'ya ait felsik kayaçlarda gözlenen yoğun killeşme ve serizitleşmedir. Söz konusu felsik volkanik kayaçların tektonik ayırtman diyagramları (Şekil 59; 60; 61), bunların volkanik yay granitoidleriyle ilişkili olduğunu, çarpışma öncesi aşamadan (yitimin aktif olduğu süreçten) çarpışma-ilişkili döneme kadar geçen süreçte oluşmuş olabileceklerini işaret ederler.



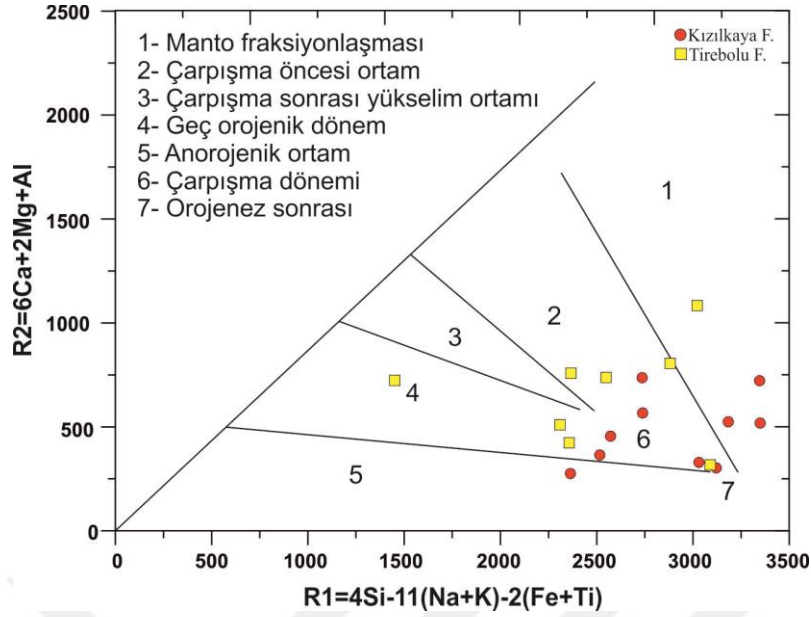
Şekil 58. İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin A/CNK – A/NK diyagramı (Maniar ve Piccoli, 1989). A/CNK = molar $(Al_2O_3)/(CaO+Na_2O+K_2O)$ ve A/NK = molar $(Al_2O_3)/(Na_2O+K_2O)$. Metalümin ve peralümin ayırım çizgisi A/CNK = 1.1'dir.



Şekil 59. İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin Y+Nb-Rb (Pearce vd., 1984). VYG: Volkanik yay granitleri, ÇİG: Çarpışma-ilişkili granitler, LiG: Levha içi granitler, OSG: Okyanus sırtı granitleri.



Şekil 60. İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin Yb-Ta diyagramı (Pearce vd., 1984). VYG: Volkanik yay granitleri, ÇİG: Çarpışma-ilişkili granitler, LiG: Levha içi granitler, OSG: Okyanus sırtı granitleri.



Şekil 61. İnceleme alanındaki felsik volkanitlerin R1-R2 diyagramı (Batchelor ve Bowden, 1985).

Bu diyagramlar değerlendirildiğinde felsik kayaçlar için kullanılan tektonik ortam diyagramlarına göre alterasyondan etkilenen özellikle Kızılkaya formasyonuna ait örneklerin yoğun olarak S tipi alana düştükleri (Şekil 58), Y+Nb'ye karşılık Rb ve Yb'ye karşılık Ta diyagramlarına göre (Şekil 59 ve 60) volkanik yay granitoidleri alanına düştükleri ve son olarak R1 değerine karşılık R2 değeri açısından değerlendirildiğinde de (Şekil 61) örneklerin çarpışma öncesi ortam ile çarpışma dönemine karşılık geldikleri görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir. Buna göre, Kuzeydoğu Türkiye’de yüzeyleyen Geç Kretase kayaçlarının volkanostratigrafisi, jeokronolojisi, petrografisi ve jeokimyası bu çalışma ile birlikte ele alınmıştır.

Güncel volkanostratigrafik çalışmalara ve U-Pb zirkon yaşlarına göre, inceleme alanındaki Üst Kretase zamanı en az dört farklı evrede (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Tirebolu) meydana gelen volkanik kayaç serileriyle karakterize edilir ve bu seriler aynı zamanda kırmızı biyomikritlerce zengin sedimanter kayaçlarla aralanma gösterirler. Söz konusu bu volkanik seriler genelde birbirini takip eden hem mafik hem de felsik ürünlerden oluşur.

Mafik volkanik ürünler istifin alt ve orta seviyelerinde genellikle bazalt ve bazaltik andezitlerle temsil edilir. Buna karşın istifin taban seviyelerindeki felsik ürünleri başlıca dasitik kayaçlar oluştururken, üst seviyelerdeki felsik kayaçları biyotitçe-zengin riyolitler meydana getirmektedir.

Volkanik istifin bazalt ve bazaltik andezitleri genellikle porfiritik ve hyalo-mikrolitik porfiritik doku göstermekte olup, plag+kpir+mag mikrokristallerinden meydana gelen bir hamur içinde kalsik plajiyoklas ve ojit fenokristalleri içerirler. Vitrofirik dokunun hakim olduğu volkanik istifin dasitik ve riyolitik kayaçları çoğunlukla feldispat ve kuvars içermekle birlikte, istifin özellikle üst seviyelerine doğru biyotit fenokristalleri de mineral parajenezine katılmaktadır.

İnceleme konusu mafik ve felsik volkanik kayaçlar çoğunlukla toleyitikten kalk-alkaliye değişen geçişli jeokimyasal bir karaktere sahiptirler ve tipik yay jeokimyasına işaret ederler. Söz konusu volkanik kayaçların sırasıyla okyanus ortası sırtı bazaltlarına (OOSB) ve kondrite normalize edilmiş değişim diyagramları, büyük iyon yarıçaplı elementler (BİYE) ve hafif lantan grubu elementler (HLGE) bakımından zenginleşme, Nb ve Ti bakımından tüketilme gösterirler. Özellikle felsik kayaçlarda plajiyoklas ayırılmasına işaret eden belirgin negatif Eu anomalisi gözlenmektedir.

Sr-Nd-Pb izotopik bileşimler dikkate alındığında, kökensele olarak birbirleriyle ilişkili mafik ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7044-0.7113$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5122-0.5129$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.54-19.39$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.56-15.66$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.42-38.75$) ve felsik volkanitlerin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} =$

0.7048-0.7074, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.5122-0.5129$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.59-18.85$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.37-15.66$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.67-39.94$) hem kendi içinde hem de bölgedeki aynı yaşlı ve yitim ilişkili granitik kayalarla bazı farklılıklar içerir.

Tüketilmiş ve sonrasında metazomatizmaya uğramış bir manto mafik kayalar için, fraksiyonel kristallenme ve kısmen kıtasal kontaminasyona uğramış manto ve/veya alt kabuk türevli mafik-ortaç ergiyikler ise felsik kayalar için kaynak olarak düşünülmektedir.

Sonuç olarak; U-Pb zirkon jeokronolojisi, volkanostratigrafik ve jeokimyasal verilere göre, inceleme konusu Geç Kretase volkanizmasının Turoniyen-Erken Santoniyen ve Geç Santoniyen-Orta Kampaniyen süreçlerinde aktif olduğu, bu volkanizmanın birbirini takip eden mafik ve felsik ürünlerden meydana geldiği, çoğunlukla toleyitik-kalk-alkali geçişli olduğu ve tipik yay özellikleri gösterdiği belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Akçay M., Lermi A. ve Van A., 1998. Biogeochemical Exploration In Areas Of Dense Vegetation: An Orientation Survey Around The Kanköy Deposit (Trabzon, NE Turkey), Journal of Geochemical Exploration, 173-187.
- Akin, H., 1979. Geologie, magmatismus und Lagerstättenbildung im ostpontischen Gebirge/Türkei aus der Sicht der Plattentektonik. Geology Rundschau, 68, 253–283.
- Aliyazicioğlu, I., 1999. Kale (Gümüşhane) yöresi volkanik kayaçlarının petrografi, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Master Thesis, KTU, Trabzon, 96 pp.
- Altherr, R., Topuz, G., Siebel, W., Şen, C., Meyer, H.P., Satır, M. ve Lahaye, Y., 2008. Geochemical and Sr–Nd–Pb isotopic characteristics of Paleocene plagioclites from the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 105, 149–161.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northern Turkey, Chem. Erde, 57, 157-187.
- Arslan M., Temizel İ., Abdioğlu E., Kolaylı H., Yücel C., Boztug D. ve Şen C., 2013. Ar-40-Ar-39 Dating, Whole-Rock And Sr-Nd-Pb Isotope Geochemistry of Post-Collisional Eocene Volcanic Rocks in The Southern Part of The Eastern Pontides (NE Turkey): Implications For Magma Evolution In Extension-Induced Origin, Contributions to Mineralogy And Petrology, 113-142.
- Aydin, F., Karslı, O. ve Sadıklar M.B., 2003. Mineralogy and Chemistry of Biotites From Eastern Pontide Granitoid Rocks, NE-Turkey: Some Petrological Implications For Granitoid Magmas, Chemie Der Erde-Geochemistry, 63–182.
- Aydin, 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.
- Aydin, F., Thompson, R., Karslı, O., Uchida, H., Burt, J.B. ve Downs, R.T., 2009a. C2/c pyroxene phenocrysts from there potassic series in Neogene alkaline volcanics, NE Turkey: their crystal chemistry with petrogenetic significance as an indicator of P–T conditions. Contributions to Mineralogy and Petrology, 158, 131-147.
- Aydin, F., Karslı, O. ve Sadıklar, M.B, 2009b. Compositional variations and zoning types of low-pressure clinopyroxene phenocrysts in Neogene alkaline volcanic rocks with

- petrogenetic implications, NE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 163-186.
- Aydin, F., 2014. Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Maça subvolcanic intrusions: implications for the Late Cretaceous magmatic and geodynamic evolution of the eastern part of the Sakarya Zone, northeastern Turkey, International Geology Review, 56;10, 1246-1275.
- Aydin, F., Şen, C., Dokuz, A., Kandemir, R. ve Sarı, B., 2016. Kuzeydoğu Türkiye Geç Kretase Volkanizmasının Petrolojisi ve Kökeni: Doğu Pontidler Geç Mesozoyik jeodinamik evrimi için yeni bulgular", TÜBİTAK Projesi, 112Y365,
- Batchelor, R., A., ve Bowden, P., 1985. Petrologic interpretation of granitoid rocks series using multicationic parameters, Chemical Geology, 48, 43-55.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984. Doğu Pontid yay gerisi havzasında manto yükselimi ve polijenetik ofiyolit olgusu, Türkiye Jeoloji Bülteni, Ketin Sempozyumu, Ankara, 175-188.
- Bektaş, O., 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Backarc of Eastern Pontides, M.T.A. Bulletin, 103-104, 1-15.
- Bektaş, O., Van, A. ve Boynukalın, S., 1987. Doğu Pontidlerde (Kuzeydoğu Türkiye) Jura volkanizması ve jeotektoniği, Türkiye Jeoloji Bülteni, 30, 9-19.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taşlı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995. Cretaceous Rifting of the Eastern Pontide Carbonate Platform, NE Turkey: The Formation of Carbonate Breccias and Turbidites as Evidence of a Drowned Platform, Geologia, 57, 233-244.
- Bektaş, O., Şen, C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related Volcanism towards The Back-Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geological Journal, 34, 95-106.
- Bektaş, O., Eyüboğlu, Y. ve Maden, N., 2002, Different Crustal Rheology and Seismicity at the Strike-slip Boundary of the North Anatolian Fault: Earthquake Series and Earthquake Pairs, 1st Inter. Symp. of the Faculty of Mines (İ.T.Ü.) on Earth Sci. And Eng., İstanbul, Abstracts, 27.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G.A. ve Yeğingil, Z., 2004. Slow Senonian and fast Paleocene–Early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results, Tectonophysics, 382, 213–228.

- Boztuğ, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I. ve Iskenderoğlu, A., 2006. Geochemical characteristics of the composite Kackar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 286-302.
- 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, 97, 585–599.
- Çamur, Z., Güven, İ.H. ve Er, M., 1996. Geochemical Characteristics of the Eastern Pontide Volcanics, Turkey: An Example of Multiple Volcanic Cycles in the Arc Evolution, Turk. Jour. Earth Sci., 5, 123-144.
- Çapkinoğlu, S., 2003. First records of conodonts from the Permo-Carboniferous of Demirözü (Bayburt), Eastern Pontides, NE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 12, 199–217.
- Çinku, M.C., Ustaömer, T., Hirt, A.M., Hisarlı, Z.M., Heller, F., ve Orbay, N., 2010. Southward migration of arc magmatism during latest Cretaceous associated with slab steepening, East Pontides, N Turkey: New paleomagnetic data from the Amasya region: Physics of the Earth and Planetary Interiors, 18–29,
- Deer, W.A., Howie, R.A. ve Zussman, J., 1992. An introduction to the rock-forming minerals, Harlow, Longman, pp: 696.
- Delibaş, O., Moritz, R., Ulianov, A., Chiaradia, M., Saraç, C., Revan, M.K. ve Göç, D., 2016. Cretaceous subduction-related magmatism and associated porphyry-type Cu–Mo prospects in the Eastern Pontides, Turkey: New constraints from geochronology and geochemistry, Lithos, 248–251, 119–137.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E., 2006. Geochemical constraints on the provenance, mineral sorting and subaerial weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous clastic rocks from the eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 15, 181–209.
- Dokuz, A., Karşlı, O., Chen, B. ve Uysal, I., 2010. Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: implications for pre-and post-collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides. Tectonophysics, 480, 259–279.
- Dokuz, A., Uysal, İ., Dilek, Y., Karşlı, O., Meisel, T., ve Kandemir, R., 2015. Geochemistry, Re–Os isotopes and highly siderophile element abundances in the Eastern Pontide peridotites (NE Turkey): Multiple episodes of melt extraction–depletion, melt–rock interaction and fertilization of the Rheic Ocean mantle, Gondwana Research, 612-628.

- Eren, M. ve Kadir, S., 2001. Colour genesis of Upper Cretaceous pelagic red sediments within the Eastern Pontides, NE Turkey, Yerbilimleri, 24, 71-79.
- Evcimen, Ö., 2011. İkizdere Plütunu'nun (KD-Türkiye) U-Pb Jeokronolojisi, Petrolojisi Ve Jeodinamik Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Eyüboğlu, Y., 2000. Geology and geochemical characteristics of the area between Tirebolu- Doğankent (Giresun), NE Turkey [Unpublished Msc thesis]: Trabzon, Karadeniz Technical University.
- Eyüboğlu, Y., Dilek, Y., Bozkurt, E., Bektaş, O., Rojay, B. ve Şen, C., 2010. Structure and geochemistry of an Alaskan-type ultramafic–mafic complex in the Eastern Pontides, NE Turkey, Gondwana Research, 18, 230–252.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M. ve Chung, S.L., 2011. Crystal fractionation of adakitic magmas in the crust–mantle transition zone: Petrology, geochemistry and U–Pb zircon chronology of the Seme adakites, Eastern Pontides, NE Turkey, Lithos, 121, 151–166.
- Eyüboğlu, Y., M. Santosh, Yi, K., Tuysuz, N., Korkmaz, S., Akaryali, Dudas, F. ve Bektaş, O., 2014. The Eastern Black Sea-type volcanogenic massive sulfide deposits: Geochemistry, zircon U–Pb geochronology and an overview of the geodynamics of ore genesis, Ore Geology Reviews, 59, 29–54.
- Deer, W.A., Howie, R.A. ve Zussman, J., 1992. An introduction to the rock-forming minerals, Harlow, Longman, 696.
- Defant, M.J., Drummond ve M.S., 1990. Derivation of some modern arc magmas by partial melting of young subducted lithosphere, Nature, 347, 662-665.
- Delibaş, O., Moritz, R., Ulianov, A., Chiaradia, M., Saraç. C., Revan K. M. ve Göç, D., 2016. Cretaceous subduction-related magmatism and associated porphyry-type Cu–Mo prospects in the Eastern Pontides, Turkey: New constraints from geochronology and geochemistry, Lithos, 119–137.
- Gedikoğlu, A., 1978. Harşit granit karmaşığı ve çevre kayaçları: Doktora Tezi. KTÜ, 161 s., (Yayınlanmamış), Trabzon.
- Genç, S. ve Güven, İ.H., 1994. Doğu Pontidler'de volkanizma ve jeotektonik gelişim, Yomra (Trabzon) – Keşap (Giresun) - Kelkit (Gümüşhane) yöresi, KD Türkiye. Türkiye Jeoloji Bülteni, C3791-12.
- Gill, J. B., 1981. Orogenic andesites and plate tectonics, Springer, New York, 390.

- Güven, İ. H., 1993. Doğu Pontidler'in 1/250.000 Ölçekli Kompilasyonu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara, 98.
- Güven, İ.H., 1998. Doğu Pontidler'in 1/100 000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları No:59 Trabzon-C30 ve D30 Paftaları, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Hisarlı, Z.M., 2011. Paleomagnetic constraints on the late Cretaceous and early Cenozoic tectonic history of the Eastern Pontides, Journal of Geodynamics, 52, 114–128.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W. R. A., 1971. A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. Can J. Earth Sci., 8:523–548.
- Kandemir, R., 2004. Gümüşhane ve Yakın Yörelerindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, Doktora Tezi, Karaman Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 274.
- 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.
- Kandemir, R. ve Lerosey-Aubril, R., 2011. First report of a trilobite in the Carboniferous of Eastern Pontides, NE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 20, 179–183.
- Karslı, O., Aydın, F. ve Sadıklar, M.B., 2004. The morphology and chemistry of K-feldspar megacrysts from İkizdere Pluton: evidence for acid and basic magma interactions in granitoid rocks, NE Turkey, Chemie der Erde-Geochemistry, 64, 155-170.
- Karslı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., 2007. Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sariçiçek 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.
- Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R. ve Wijbrans, 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 Harsit Pluton, Eastern Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 467–487.
- Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R. ve Wijbrans, 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.

- Karsli, O., Ketenci, M., Uysal, I., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., 2011. Adakite-like granitoid porphyries in the Eastern Pontides, NE Turkey: Potential parental melts and geodynamic implications, Lithos, 127, 354-372.
- Karsli, O., Dokuz, A., Uysal, I., Ketenci M., Chen, B. ve Kandemir R., 2012. Deciphering the shoshonitic monzonites with I-type characteristic, the Sıldağ pluton, NE Turkey: Magmatic response to continental lithospheric thinning, Journal of Asian Earth Sciences, 51, 45–62.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. ve Satir, M., 2008. Petrochemistry and petrology of I-type granitoids in an arc setting: the composite Torul pluton, eastern Pontides, NE Turkey, International Journal of Earth Sciences, 97, 739–764.
- Kaygusuz, A., Chen, B., Aslan, Z., Siebel, W. ve Şen, C., 2009a. U-Pb SHRIMP Zircon Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of the Late Cretaceous I-type Sariosman Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish J. Earth Sci., Vol. 18, pp. 549–581.
- Kaygusuz, A. ve Aydınçakır, E., 2009b. Mineralogy, whole-rock and Sr-Nd isotope geochemistry of mafic microgranular enclaves in Cretaceous Dagbasi granitoids, Eastern Pontides, NE Turkey: Evidence of magma mixing, mingling and chemical equilibration, Chemie der Erde, 69, 247–277.
- Kaymakci N., Rojay, B., Sangu, E. ve Ertepinar-Kaymakçı, P., 2007. Orta ve Doğu Pontidlerin Kretase-Tersiyer jeodinamiği, Tübitak project, CAYDAG-105Y146.
- Kempton, P.D., Downes, H. ve Embey-Isztin, A., J., 1997. Petrology, 38, 941-970.
- Keskin, M., Genç, Ş. C. ve Tüysüz, O., 2008. Petrology and geochemistry of post-collisional Middle Eocene volcanic units in North-Central Turkey: Evidence for magma generation by slab breakoff following the closure of the Northern Neotethys Ocean, Lithos, 104, 267–305.
- Ketin, İ., 1966. Türkiye'nin Tektonik Birlikleri, MTA Yayını, 66, 113-127, Ankara.
- Kurt, İ., Özkan, M., Karşlı, Ş. ve Çolak T., 2005. Keşap (Giresun), Çarşıbaşı (Trabzon), Torul (Gümüşhane) Arasının Jeolojisi, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Trabzon.
- Leake E. B., Wooley, A. R., Arps, C. E. S., Birch, W.D., Gilbert, M. C., Grice, D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W. V., Nickel, E. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D. C., Stephenson, N. C. N., Ungaretti, L., Whittaker, E. J. W., ve Youzhi, G., 1997. Nomenclature of Amphiboles Report of the Subcommittee on

Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, European Journal of Mineralogy, 9, 623- 651.

Le maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J. ve Er, A., 1989. A Classification of Igneous rocks and Glossary of Term: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Luhr, J.F., Carmichael, I.S.E. ve Varekamp, J.C., 1984. The 1982 eruptions of El Chichòn Volcano, Chiapas, Mexico: Mineralogy and petrology of the anhydrite-bearing pumices, J. Volcanol. Geotherm. Res., 23, 69-108.

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., ve Gottardi, G., 1988. Nomenclature of pyroxenes, American Mineralogist, 73, 1123–1133.

Maniar, P.D., ve Piccoli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids: Geol. Soc. Amer. Bull., 101, 635–643.

McDonough, W. F. ve S. S., Sun, 1995. The composition of the Earth, Chem. Geol., 120, 223 – 253.

Mckenzie, D. ve O’Nions, R.K., 1983. Mantle reservoirs and oceanic island basalts, Nature 301, 229-231.

Miyashiro, A., 1974. Volcanic rock series in island arcs and active continental margins, Am. J. Sci., 274; 321-335.

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K. ve Gottardi, G., 1988. Nomenclature of pyroxenes, American Mineralogist, 73, 1123–1133.

Nachit, H., Ibhi, A., Abia, E. H. ve Ben, O. M., 2005. Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites and neoformed biotites, Geosciences, 337, 1415-1420.

Okay, A. ve Leven, E.J., 1996. Stratigraphy and paleontology of the Upper Paleozoic sequences in the Pular (Bayburt) region, Eastern Pontides, Turkish Journal of Earth Science 5, 145–155.

Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea ve Surrounding Region, AAPG Mem., 68, 291-311.

- Okay, A. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F., Sérane, M. (Eds.), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society, London, Special Publications, 156, 475–515.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidler’de Kretase, K.T.Ü. Yer Bilimleri Dergisi, 2, 65-114.
- Pearce, J.A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R.S. (eds) *Andesites, Orogenic andesites and related rocks*, J. Wiley and Sons, 525-548.
- Pearce, J.A., Harris, 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.
- Peccerillo, A., Taylor, S. R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, northern Turkey, Contributions to Mineralogy and Petrology, 58, 63-81.
- Pelin, S., Özsayar, T., Gedikoğlu, A., ve Tülümen, E., 1982. Doğu Pontidlerde Üst Kretase yaşlı biyomikritlerin oluşumu: KTÜ Jeoloji Dergi, 2, 1-2, 69-81.
- Plank, T. ve Langmuir, C.H., 1988. An evaluation of the global variations in the major element chemistry of arc basalt, Earth Planet. Sci. Lett., 90, 349–370.
- Putirka, K.D. ve Tepley, 2008. Thermometers and barometers for volcanic systems, *F.E. Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 69, 61-120.
- Ramos, F.C., 1992. *Isotope Geology of the Metamorphic Core of the Central Grouse Creek Mountains, Box Elder County, Utah.*, UCLA PhD Thesis.
- Rieder, M., Cavazzini, G., D’yakonov, Y. S., Frank-Kamenetskii, V. A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P. V., Muller, G., Neiva, A. M. R. ve Radoslovich, E. W., vd., 1999. Nomenclature of the micas, Mineral Mag., 63; 267–279.
- Ridolfi, F., Renzulli, A. ve Puerini, M., 2010. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes., Contrib. Mineral. Petrol., 160, 45-66.
- Rojay, B. ve Altıner, D., 1998. Middle Jurassic-Lower Cretaceous Biostratigraphy in the Central Pontide(Turkey): Remarks on the Paleogeography and Tectonic Evolution, Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 104, 167-180.

- Rojay, B., Yalınız, K. ve Altıner, D., 2001. Age and Origin of some Pillow Basalts from Ankara Melange and Their Tectonic Implications to the Evolution of Northern Branch of Neotethys, Central Anatolia, Turkish Journal of Earth Sciences, 10, 93-102.
- Ross, P.S. ve Bédard, J.H., 2009. Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace element discriminant diagrams, Can. J. Earth Sci., 46, (11), 823-839.
- Saunders, A.D. ve Tarney, J., 1984. Geochemical characteristics of basaltic volcanism within back-arc basins. In: Kokelaar, B.P. and Howells, M.F. (eds.), Marginal basin geology, Journal of the Geological Society London, Special Publication 16, pp. 59-76.
- Schultze-Westrum, H.H., 1961. Das Geologische Profil des Aksudere Tales bei Giresun-Ein Beitrag zur Geologie und Lagerstättenkunde der Ost-Pontischen Erz- und Mineralprovinz, NE-Anatolien, M.T.A. Bulletin, 57, 65-74.
- Shervais, J. W., 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavaş, Earth Planet. Sci. Lett., 59, 101-118.
- Sipahi, F., Sadıklar, M.B. ve Şen, C., 2014. Geochemical and Sr–Nd isotopic characteristics of Murgul (Artvin) volcanic rocks in the Eastern Black Sea Region (Northeast Turkey), Chemie der Erde, 74, 331–342.
- Sun, S.S. ve McDonough, W.E., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition an processes. Magmatism in the Ocean Basins: In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), Geological Society of London, Special Publication, 313-345.
- Şen, C., Arslan, M. ve Van, A., 1998. Geochemical and Petrological Characteristics of the Eastern Pontide Eocene (?) Alkaline Volcanic Province, NE Turkey, Turk. Jour. Earth Sci., 7, 231-239.
- Şen, C., 2007. Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: is it rift related or subduction related?, Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 523–539.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genç, T. ve Zor, E., 2003. East Anatolian high plateau as a mantle supported, north-south shortened domal structure, Geophysical Research Letters, 30, 24.

- Taylor, S.R., 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, 126-147.
- Tokel, S., 1977. Dogu Karadeniz Bölgesinde Eosen yaşlı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma, Türkiye Jeoloji Bülteni, 20, 49–54.
- 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) Contrib Mineral Petrol., 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., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satır ve M., Şen, C., 2011. Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 125, 131-150.
- Tüysüz N., 2000, Geology, Lithogeochemistry and Genesis of the Murgul Massive Sulfide Deposit, NE-Turkey, Chemie Der Erde-Geochemistry, 231-250.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H.F.A., 2010. Late Paleozoic-Early Cenozoic tectonic development of the Eastern Pontides (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia. Special Publications, Geological Society London, 340, 281-327.
- Wang, K. L., Chung, S. L., O'Reilly, S. Y., Sun, S. S., Shinjo, R., Chen, C. H. 2004. Geochemical constraints for the genesis of post-collisional magmatism and the geodynamic evolution of the Northern Taiwan Region, Journal of Petrology, 45, 975-1011.
- Watson, E.B., Wark, D.A. ve Thomas, J.B., 2006. Crystallization thermometers for zircon and rutile. Contrib. Mineral. Petrol., 151, 413-433.
- Whalen, J.B., Currie, K.L. ve Chappell, B.W., 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis, Contributions to Mineral. Petrol., 95, 407-419.

- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach*, Unwin Hyman, London.
- Winchester, J. A. ve Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, Chem. Geol., 20, 325-343.
- Wolff, J.A. ve Ramos, F.C., 2003. Pb isotope variations among Bandelier Tuff feldspars: no evidence for a long-lived silicic magma chamber, Geology, 31, 533-536.
- Wood, D.A., 1980, The application of a Th Hf Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavaş of the British Tertiary volcanic province, Earth and Planetary Science Letters, 50, 11-30.
- Yilmaz, S. ve Boztuğ, D., 1996. Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey, International Geology Review, 38, 935–956.
- Yilmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. ve Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G., (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, American Association of Petroleum Geologists Memoir, 68, pp., 183–226.
- Yılmaz-Şahin, S., 2005. Transition from arc- to post-collision extensional setting revealed by K-Ar dating and petrology: An example from the granitoids of the eastern Pontides igneous terrane, Araklı-Trabzon, NE Turkey, Geological Journal, 40, 425-440.
- Zankl, H., 1961. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşittales. N. E., Anatolien. Geolog. Rundschau, Bd., 51.
- Zindler, A. ve Hart, S.R., 1986. Chemical geodynamics, Annual Review Earth Planetary Sciences, 14, 493-5.

7. EKLER

Ek Tablo 1. İnceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı volkanik kayaların ayrıntılı litolojik, petrografik ve mineralojik özellikleri

Çatak Formasyonu

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gg1	Çanakçı	X:0516944 Y:4520025	1078	Piroklastik akma çökeli-eksplozif	İgnimbirit (riyolitik)	Piroklastik	Q:10 Pl:2-3 Bi:1-2 Litik: Pümis:10	Q+Pl+Sa+Bi+Dv. camı
Gg2	Çanakçı	X:0516027 Y:4520659	1090	Belirgin sütunsal-ekstrüzif	Dasit-Riyodasit	Hyaloporfiritik (Vitrofirik)	Pl:10	Pl+Q+Dv. camı
Gg3a	Çanakçı	X:0513730 Y:4520448	888	Piroklastik akma çökeli-eksplozif	İgnimbirit (riyolitik)	Piroklastik	Q:15 Litik: Pümis:10	Q+Dv. camı
Gg4a	Çanakçı	X:0513035 Y:4520144	882	Piroklastik akma çökeli içinde volkanik blok	Riyolit	Vitrofirik, akma, yer yer breşik	Q:5 Pl:10	Q+Pl+Dv. camı
Gg4b	Çanakçı	X:0513035 Y:4520144	882	Piroklastik akma çökeli-eksplozif	İgnimbirit (riyolitik)	Piroklastik	Q:15 Pl:5 Litik: V.kayaç:10 Pümis:5	Q+Pl+Dv. camı
Gg4c	Çanakçı	X:0513035 Y:4520144	882	Piroklastik akma çökeli-eksplozif	Kristalce zengin tuf	Piroklastik	Q:7-8 Pl:2-3	Q+Pl
Gg7-2	Çanakçı	X:0512608 Y:4519796	851	Kısmen sütunsal-efüzif	Bazalt	Mikrolitik porfiritik	Pl:5	Pl+Sa+Op+Kl+Kal

Ek Tablo 1 devamı

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gg6	Çanakçı	X:0512837 Y:4520047	865	Piroklastik akma çökeli içinde (?Lahar) volkanik blok	Riyolit	Porfiritik, akma, yer yer glomero-porfiritik	Q:5 Pl:7-8 Sa:4-5	Q+Pl+Sa
Gg7-3	Çanakçı	X:0512608 Y:4519796	851	Piroklastik akma çökeli-eksploziv	Kaynaşmış ignimbirit	Piroklastik	Q:10 Pl:3-4 Litikler: Pümis:7-8	Q+Pl
Gg9	Çanakçı	X:0512302 Y:4519820	826	Kısmen sütunsal-ekstrüzif	Dasit-Riyodasit	Hyaloporfiritik (vitrofirik), sferülitik	Pl:10 Q:5	Pl+Q+Dv. camı
Gg10	Çanakçı	X:0512050 Y:4519566	808	Belirgin sütunsal-ekstrüzif	Dasit-Riyodasit	Hyaloporfiritik (vitrofirik), sferülitik	Pl:5 Q:2-3	Pl+Q+Dv. camı
Gg11	Çanakçı	X:0511808 Y:4519574	793	Masif dayk-intrüzif	Bazalt	İntersertal	-	Pl+Kl+Kal+Op
Gg12	Çanakçı	X:0511213 Y:4519957	766	Masif, kısmen sütunsal	Bazaltik andezit	Porfiritik doku	Pl:5	Pl+kil
Gg13-1	Çanakçı	X:0510874 Y:4520718	750	Masif sil-intrüzif	Bazaltik andezit	Mikrolitik porfiritik	Pl:10	Pl+Kl+Kal+Op
Gg13-2	Çanakçı	X:0510874 Y:4520718	750	Belirgin sütunsal-efüzif	Bazaltik andezit	Mikrolitik porfiritik	Pl:10	Pl+Ep+Kl+Kal+Op
Gg15a	Çanakçı	X:0510806 Y:4520735	743	Piroklastik akma çökeli içinde iri Pl.'lı volkanik blok	Andezit (andezitik-ortaç hyaloklastit)	Mikrolitik porfiritik, amigdaloidal	Pl:10	Pl
Gg15b	Çanakçı	X:0510806 Y:4520735	743	Piroklastik akma çökeli içinde ufak Pl.'lı volkanik blok	Bazalt veya bazaltik andezit (bazaltik-mafik hyaloklastit)	Mikrolitik porfiritik, amigdaloidal	Pl:5	Pl

Ek Tablo 1 devamı

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gg17-1	Çanakçı	X:0510324 Y:4521160	729 m	Masif dayk- intrüzif	Bazalt	Mikrolitik porfiritik	Pl:10 Oj:5	Pl+Oj+Ol
Gg17-2	Çanakçı	X:0510324 Y:4521160	729 m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt	Porfiritik	Pl:15	Pl+Op+Kal+Kil
Gg18-1	Çanakçı	X:0510137 Y:5421560	707 m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt-Andezit	Mikrolitik porfiritik	Pl:15 Op:2-3	Pl+Op+Kal
Gg19	Çanakçı	X:0510165 Y:4521665	711m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt	Mikrolitik porfiritik	Oj:15-20 Ol:5	Oj+Ol+Pl+Op+Kal+Kl
Gg20-2	Çanakçı	X:0510164 Y:4521717	705m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt	Porfiritik	Pl:15	Pl+Op+Kal+Kil
Gg21-1	Çanakçı	X:0519915 Y:4521913	702m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt	Mikrolitik porfiritik	Pl:25 Oj:5	Pl+Oj+Op+Kl+Ep
Gg21-2	Çanakçı	X:0519915 Y:4521913	702m	Masif dayk-intrüzif	Andezit	Porfiritik	Pl:25	Pl+Op+Kal+Ep
Gg21-3	Çanakçı	X:0519915 Y:4521913	702m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt-trakibazalt	İntergranüler, amigdaloidal, yer yer trakitik	-	Pl+Oj+Op+Kl+Ep
Gg21-4a	Çanakçı	X:0519915 Y:4521913	702m	Peperitik hyaloklastit	Bazalt	İntergranüler, yer yer amigdaloidal	-	Pl+Oj+Op+Kl+Ep+Ze
Gg21-4b	Çanakçı	X:0519915 Y:4521913	702m	Piroklastik	Peperitik hyaloklastik tuf (Litik Tuf)	Piroklastik	-	Kl+Ep+Kal
Gg16a	Çanakçı	X:0510482 Y:4520945	734 m	Masif dayk	Bazalt	Hyalomikrolitik porfiritik, kısmen flüidal	Pl:5	Pl+Kal+Dv. camı
Gh4b	Harşit	X:0492256 Y:4520179	169 m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt	İntersertal, yer yer mikrolitik porfiritik	Pl:2-3	Pl+Oj+Op+Kl+K+Ep+Pirit

Ek Tablo 1 devamı

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gc5	Çömlekçi	X:0496595 Y:4526896	357 m	Masif, bloklu ve breşik	Bazalt	Amigdaloidal ve intersertal	-	Pl+Kl+Kal+Op+Q
Gh3	Harşit	X:0492485 Y:4519109	173 m	Masif lav akıntısı	Bazalt-Trakibazalt	Hyalomikrolitik porfiritik, seri	Pl:25	Pl+Kl+Op
Gc2	Çömlekçi	X:0498185 Y:4522021	584 m	Masif lav akıntısı	Lamprofir (Dolerit)	Seri, Mikrokristalen porfiritik	Pl:20 Amp:5	Pl+Amp+Op+Kl
Gg16b	Çanakçı	X:0510482 Y:4520945	734 m	Epiklastik çökel	Tüfit?			
Gg16c	Çanakçı	X:0510482 Y:4520945	734 m	Epiklastik çökel	Tüfit?			
Gg17a	Çanakçı	X:0510324 Y:4521160	729 m	Piroklastik akma çökeli içinde volkanik blok	Riyolit	Mikrokristalen porfiritik, akma	Pl:7-8 Sa:4-5	Pl+Sa+Q
Gh5a	Harşit	X:0491753 Y:4521136	148 m	Masif lav akıntısı	Bazalt	İntersertal, yer yer amigdaloidal ve mikrolitik porfiritik	Pl:2-3	Pl+Op+Kal+Kl+Q+Ep
Gh1	Harşit	X:0492698 Y:4518112	185 m	Breşik lav akıntısı	Hyaloklastit (bazik)	Breşik	-	Dv. camı
Gg21-5	Çanakçı	X:0519915 Y:4521913	702m	Piroklastik	Litik-kristal tüf (volkaniklastit?)	Piroklastik	Q:5 Sa:2 Pl:3 Litik: V.kayaç:5	Pl+Q+Kal+Kil
Gh21	Harşit-Siyezlik mad.	X:0491053 Y:4529766	124m.	Sütünsal yapılı	Mor Dasit-Riyodasit	Vitrik	-	Dv. camı+Q
GhS1	Harşit-Sekü köyü	X:0490289 Y:4522161	250m.	Masif lav akıntısı	Dasit	Mikrogranüler porfiritik, kemirilme-körfez	Q:10 Pl:10 (Tamamen kalsifiye)	Q+Pl+Op+Kal+Si

Ek Tablo 1 devamı

Kızılkaya Formasyonu

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gg23	Çanakçı	X:0508156 Y:4522485	578m	Piroklastik	Dasitik tüf?	Camsı	-	Dv. camı+pirit
Gg24	Çanakçı	X:0507856 Y:4522578	521m	Masif dayk-intrüzif	Dasit?	Camsı, mikrokristalli	-	Dv. camı
Gg25	Çanakçı	X:0506020 Y:4523427	489m	Belirgin sütunsal yapılı dayk-intrüzif	Dasit/Kuvars porfir	Vitrofirik	Q:15 Pl:5	Dv. camı+kil
Gg26-1	Çanakçı	X:0505508 Y:4524230	465m	Piroklastik	Kristal-litik tüf	Piroklastik	Pl:5 Litik:15	Pl+Kal
Gh2	Harşit	X:0492647 Y:4518938	175 m	Kısmen sütunsal yapılı dayk-intrüzif	Dasit-Riyodasit	Camsı, sferülitik, yer yer vitrofirik	Q:5 Pl:2	Q+Pl+Dv. camı+Pirit
Gh4a	Harşit	X:0492256 Y:4520179	169 m	Masif stok-ekstrüzif	Dasit	Mikrokristalen porfiritik	Q:10 Pl:7 Amp:4-5	Q+Pl+Ep+Op+Pirit
Gh9	Harşit	X:0487553 Y:4529969	65 m	Piroklastik akma çökeli içinde (ignm.?) volkanik blok	Riyodasit-Riyolit	Vitrofirik, akma, yer yer sferülitik, elek ve zonlu	Q:5 Pl:7-8	Sferülitik+Kal+Q
Gh6-1	Harşit	X:0488983 Y:4522426	143 m	Belirgin sütunsal yapılı stok-intrüzif	Dasit	Camsı, yer yer vitrofirik	Q:1 Pl:2	Q+K.Feld+Kal+Kil
Gh6-2	Harşit	X:0488983 Y:4522426	143 m	Belirgin sütunsal yapılı stok-intrüzif	Dasit	Camsı, yer yer sferülitik ve vitrofirik	Q:2 Pl:3	Q+K.Feld+Kal+Kil+ Pirit

Ek Tablo 1 devamı

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gh7-3	Harşit	X:0488407 Y:4523758	115 m	Breşik lav akıntısı	Hyaloklastit (riyolitik)	Camsı	-	Dv. camı+Pirit
Gh8-1	Harşit	X:0487138 Y:4527995	56 m	Belirgin sütunsal yapılı stok-ekstrüzif	Dasit-Riyodasit	Vitrofirik	Pl:3-4 Q:1-2	Dv. camı+Kal+Kil
Gc4	Çömlekçi	X:0496700 Y:4526219	375 m	Belirgin sütunsal yapılı sil-intrüzif	Kuvars porfir	Mikrokristalen porfiritik	Q:20 Pl:10	Q+K.Feld.+Kal+S rz
Gg20-1a (açık renkli)	Çanakçı	X:0510164 Y:4521717	705m	Masif, yer yer sütunsal	Dasit-Riyodasit	Mikrokristalen porfiritik, Sferülitik	Q:5 Pl:10 Amp:3	Q+Amp+Pl+Bi
Gg27	Çanakçı	X:0507409 Y:4524861	332m	Masif stok-intrüzif	Dasit/Kuvars porfir	Vitrofirik	Q:15 Pl:5	Dv. camı+kil+pirit
Gg31	Çanakçı	X:0500663 Y:4525541	437m	Belirgin sütunsal yapılı	Kuvars Porfir (Dasit)	Mikrokristalen porfiritik	Q:10 Pl:10	Q+Feld+Ser+Kil+ Silis
Gh7-1	Harşit	X:0488407 Y:4523758	115 m	Piroklastik akma çökeli-eksplozif	İgnimbirit (riyolitik)	Piroklastik	Kristal: Pl:15 Q:10 Litik: V.kayaç:5	Q+Pl+Kal+Kl+Kil
Gh7-2	Harşit	X:0488407 Y:4523758	115 m	Belirgin sütunsal yapılı stok-ekstrüzif	Dasit	Afanitik, yer yer porfiritik	Q:1-2 Pl:2-3	Dv. camı+kal+kil+Pirit
Gg33	Çanakçı (Gg8 biyomikrit dokanağı)	X:0512860 Y:4519969	829m	Breşik lav akıntısı	Dasit-Kuvars Porfir	Mikrokristalen porfiritik	Q:10 Pl:7-8 (Tamamen kalsifiye)	Q+Pl+Kal+Op
Gh8-2	Harşit	X:0487138 Y:4527995	56 m	Belirgin sütunsal yapılı stok-ekstrüzif	Dasit-Riyodasit	Vitrofirik, yer yer glomeroporfiritik	Q:3-4 Pl:5-6	Dv. camı+Kal+Kil

Ek Tablo 1 devamı

Çağlayan Formasyonu

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gh9-a	Harşit	X:0488173 Y:4531337	65 m	Volkanik kong. içinde blok	Bazalt-Andezit	İntersertal, yer yer amigdaloidal	-	Pl+Q+Kl+Kal
Gh10	Harşit	X:0488221 Y:4531969	65 m	Volkanik konglomera içinde blok	Dasit-Riyolit	Vitrofirik, elek ve zonlu	Q:4-5 Pl:6 Sa:1-2	Dv. camı+Q+Pl
Gh11	Harşit	X:0488201 Y:4532859	51 m	Aglomera? içinde volkanik blok	Bazalt	Porfiritik, glomeroporfiritik, elek, seri dokusu	Pl:15 Oj:7-8 Op:1-2	Pl+Oj+Op
Gg26-2	Çanakçı	X:0505508 Y:4524230	465m	Masif dayk-intrüzif	Bazalt-Andezit	İntersertal	-	Pl+Kl+Kal+Op
Gc13	Çömlekçi- Aydınlı	X:0496507 Y:4528051	335 m	Masif lav akıntısı	Bazalt			
Gg29	Çanakçı	X:0500564 Y:4526227	269m	Piroklastik akma çökelinde volkanik blok	Bazaltik Andezit-Andezit	Amigdaloidal, İntersertal	-	Pl+Q+Kal
Gg30	Çanakçı	X:0500137 Y:4526638	260m	Piroklastik akma çökelinde volkanik blok	Bazaltik Andezit-Andezit	Mikrolitik porfiritik, amigdaloidal ve elek dokusu	Pl:10	Pl+Kal+Kil

Ek Tablo 1 devamı

Tirebolu Formasyonu

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gh12	Harşit	X:0488596 Y:4533859	58 m	Belirgin sütunsal yapıli stok-ekstrüzif	Riyolit	Camsı, akma	Bi:1-2	Q+K.Feld
Gh13	Harşit	X:0489158 Y:4534048	130 m	Belirgin sütunsal yapıli stok-ekstrüzif	Riyolit	Camsı, akma	-	Q+K.Feld
Gh16-1	Harşit	X:0489274 Y:4536917	75 m	Piroklastik akma çökeli içinde vol. blok	Riyolit	Akma, yer yer porfiritik, zonlu ve glomeroporfirik	Pl:4-5 Sa:1-2 Bi:1-2	Pl+Sa+Bi+Q
Gh16a	Harşit	X:0489274 Y:4536917	75 m	Piroklastik akma çökeli içinde vol. blok	Riyolit	Akma, yer yer glomeroporfirik ve zonlu	Pl:2-3 Sa:1-2 Bi:1-2	Pl+Sa+Bi+Q
Gh17a	Harşit	X:0489260 Y:4537385	63 m	Kısmen sütunsal yapıli stok-ekstrüzif	Riyolit	Vitrofirik, zonlu	Pl:2-3 Bi:2-3	Dv. camı+Q+Kil
Gc12b	Çömlekçi	X:0495909 Y:4535349	130m.	Volkanik kong. içinde blok	Bazalt- Andezit	Hyalomikrolitik porfiritik, elek	Pl:20 Ol:5 (Kl-Kal) Amp:5	Pl+Op+Kal+Ze+Kl
Gc12c	Çömlekçi	X:0495909 Y:4535349	130m.	Volkanik kong. içinde blok	Andezit	Hyaloporfirik	Pl:10 K.Pir:5 Amp:2-3	Pl+Op+Kal+Kl
Gh17b	Harşit	X:0489260 Y:4537385	63 m	Kısmen sütunsal yapıli stok-ekstrüzif	Riyolit	Vitrofirik, yer yer glomeroporfirik, zonlu ve reaksiyon	Pl:4-5 Bi:3-4	Dv. camı+Q+Kil

Ek Tablo 1 devamı

Örnek No	Lokasyon	GPS Koordinat	Yükseklik (m)	Litoloji	Kayaç Adı	Doku	Fenokristaller (%)	Hamur
Gh17c	Harşit	X:0489260 Y:4537385	63m.	Kısmen sütunsal yapılı stok-ekstrüzif	Riyolit	Vitrofirik, zonlu ve reaksiyon	Pl:2-3 Bi:2-3	Dv. camı+Q+Kil
Gh18	Harşit	X:0487704 Y:4537976	10m.	Masif, kısmen prizmatik	Riyolit	Vitrofirik	Pl:1-2 Bi:2-3	Dv. camı+Q+Kil
Gh19	Harşit	X:0488155 Y:4537655	25m.	Sütunsal yapılı	Riyolit	Vitrofirik	Pl:2-3 Bi:3-4	Dv. camı+Q+Kil
Gh20a	Harşit-Tirebolu şehir merkezi	X:0483764 Y:4539180	12m.	Piroklastik akma çökeli içinde vol. blok	Andezit	Hyalomikrolitik porfiritik, yer yer glomeroporfiritik, elek ve zonlu	Pl:20 Oj:7-8 Amp:1-2	Dv. camı+Pl+Op+Oj
Gh20b	Harşit-Tirebolu şehir merkezi	X:0483764 Y:4539180	12m.	Piroklastik akma çökeli içinde vol. blok	Dasit-Riyodasit	Hyalomikrokristalen porfiritik, yer yer zonlu, elek ve reaksiyon	Q:10 Pl:20 Amp:15 Bi:2-3?	Q+Pl+Amp+Op+Kl
Gh20c	Harşit-Tirebolu şehir merkezi	X:0483764 Y:4539180	12m.	Piroklastik akma çökeli içinde vol. blok	Bazalt-Andezit	Mikrolitik porfiritik, yaygın olarak glomeroporfiritik	Pl:10-15 Oj:5	Pl+Op+Kl+Oj
Gg32	Çanakçı-Sis Dağı	X:0514100 Y:4526632	950m	Piroklastik akma çökeli içinde volkanik blok	Riyodasit-Riyolit	Mikrokristalen porfiritik	Q:10 Pl:10	Q+Pl+Fe-Oksit+Silis+Kil
Gc12a	Çömlekçi	X:0495909 Y:4535349	130m.	Volkanik kong. içinde blok	Bazalt	Hyalomikrokristalen porfiritik, yer yer glomeroporfiritik	Pl:20 Ol:5 (Kl) K.Pir:5 (Kal)	Pl+Kal+Op

Ek Tablo 2. İnceleme alanındaki Geç Kretase yaşlı volkanik kayaların SHRIMP U-Pb zirkon analiz sonuçları

Örnek	Konsantrasyon					İzotop oranlar					²⁰⁷ Pb düzeltilmiş					Yaş (My)					Yaş (My)						
	U (ppm)	Th (ppm)	²⁰⁶ Pb (ppm)	%f206	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	±	izotop oranları		Yaş (My)		Yaş (My)		Yaş (My)							
														²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±err	% d	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	±	²⁰⁷ Pb düzeltilmiş	±	
Kızılkaya	GG31-1.1	442.4	285.1	5.6	1.4	0.66	0.05744	0.00179	0.01462	0.00036	0.11581	0.00462	0.00524	0.00017	0.01444	0.00040	508.3	67.2	93.6	2.3	111.3	4.2	16.0	105.6	3.4	92.4	2.5
	GG31-10.1	315.2	130.4	3.7	0.4	0.42	0.05002	0.00129	0.01363	0.00018	0.09404	0.00271	0.00459	0.00019	0.01359	0.00019	196.1	58.8	87.3	1.1	91.3	2.6	4.4	92.6	3.8	87.0	1.2
	GG31-11.1	184.9	82.8	2.3	-0.1	0.46	0.05154	0.00209	0.01441	0.00021	0.10241	0.00441	0.00453	0.00014	0.01433	0.00023	264.9	90.4	92.2	1.3	99.0	4.1	6.8	91.3	2.9	91.7	1.5
	GG31-12.1	719.9	1008.4	9.0	-0.2	1.44	0.05061	0.00091	0.01449	0.00035	0.10112	0.00307	0.00456	0.00013	0.01442	0.00036	223.3	41.0	92.7	2.2	97.8	2.8	5.2	92.0	2.6	92.3	2.3
	GG31-13.1	174.1	81.0	2.0	0.5	0.48	0.05147	0.00216	0.01331	0.00021	0.09447	0.00426	0.00447	0.00011	0.01324	0.00025	261.9	93.8	85.3	1.4	91.7	4.0	7.0	90.2	2.2	84.8	1.6
	GG31-14.1	191.3	108.3	2.3	0.0	0.58	0.04548	0.00123	0.01416	0.00029	0.08879	0.00302	0.00449	0.00018	0.01418	0.00030	0.0	0.0	90.6	1.8	86.4	2.8	-4.8	90.5	3.7	90.8	1.9
	GG31-15.1	272.1	136.5	3.3	0.8	0.51	0.04890	0.00091	0.01406	0.00033	0.09478	0.00284	0.00491	0.00016	0.01403	0.00035	143.1	43.4	90.0	2.1	91.9	2.6	2.0	98.9	3.2	89.8	2.2
	GG31-15.2	3510.1	4759.6	41.6	0.1	1.39	0.05416	0.00090	0.01342	0.00033	0.10230	0.00301	0.00437	0.00011	0.01332	0.00008	377.7	36.8	86.0	2.2	98.9	2.8	13.0	88.1	2.2	85.3	0.5
	GG31-2.1	218.9	86.6	2.7	0.2	0.41	0.04773	0.00124	0.01410	0.00023	0.09279	0.00285	0.00464	0.00018	0.01410	0.00027	0.0	146.3	90.3	1.5	90.1	2.6	-0.2	93.5	3.7	90.3	1.7
	GG31-3.1	434.5	277.9	4.9	-0.4	0.66	0.04935	0.00065	0.01313	0.00022	0.08933	0.00192	0.00402	0.00008	0.01310	0.00024	164.7	30.6	84.1	1.4	86.9	1.8	3.2	81.0	1.6	83.9	1.5
	GG31-4.1	291.0	185.6	3.4	0.5	0.65	0.05024	0.00075	0.01358	0.00017	0.09407	0.00185	0.00450	0.00014	0.01352	0.00018	206.3	34.4	86.9	1.1	91.3	1.7	4.8	90.8	2.8	86.6	1.2
	GG31-5.1	164.5	59.4	1.9	0.1	0.37	0.05139	0.00156	0.01328	0.00038	0.09411	0.00391	0.00426	0.00027	0.01322	0.00041	258.3	68.2	85.1	2.4	91.3	3.6	6.8	86.0	5.5	84.7	2.6
	GG31-6.1	147.6	59.2	1.7	-0.3	0.41	0.05097	0.00266	0.01360	0.00040	0.09559	0.00573	0.00415	0.00020	0.01354	0.00045	239.5	116.2	87.1	2.5	92.7	5.3	6.0	83.8	4.0	86.7	2.9
	GG31-7.1	318.4	206.2	3.9	0.0	0.66	0.05359	0.00149	0.01417	0.00021	0.10471	0.00329	0.00451	0.00012	0.01406	0.00024	353.9	61.4	90.7	1.3	101.1	3.0	10.2	91.0	2.4	90.0	1.5
	GG31-8.1	600.8	701.9	7.4	-0.4	1.20	0.04670	0.00115	0.01417	0.00025	0.09125	0.00275	0.00442	0.00011	0.01418	0.00028	0.0	0.0	90.7	1.6	88.7	2.6	-2.2	89.2	2.3	90.8	1.8
	GG31-9.1	366.7	264.6	4.4	0.5	0.74	0.05025	0.00086	0.01377	0.00017	0.09538	0.00201	0.00454	0.00012	0.01371	0.00018	206.7	39.4	88.1	1.0	92.5	1.9	4.8	91.6	2.3	87.8	1.1
	GG20A-1.1	2672.6	448.3	31.8	0.0	0.17	0.04834	0.00030	0.01370	0.00016	0.09161	0.00120	0.00433	0.00008	0.01368	0.00011	115.7	14.8	87.7	1.0	89.0	1.1	1.4	87.3	1.7	87.6	0.7
	GG20A-1.2	531.7	90.3	5.8	0.0	0.17	0.04921	0.00116	0.01271	0.00027	0.08622	0.00272	0.00407	0.00019	0.01267	0.00028	157.9	54.4	81.4	1.7	84.0	2.6	3.0	82.1	3.8	81.2	1.8
	GG20A-10.1	1051.9	285.9	11.7	0.2	0.28	0.04870	0.00071	0.01288	0.00023	0.08651	0.00201	0.00423	0.00015	0.01285	0.00023	133.3	34.0	82.5	1.5	84.2	1.8	2.0	85.4	3.1	82.3	1.5
	GG20A-11.1	1300.1	283.5	14.9	0.0	0.22	0.04769	0.00059	0.01324	0.00007	0.08705	0.00118	0.00417	0.00004	0.01324	0.00009	0.0	113.1	84.8	0.5	84.7	1.1	-0.2	84.1	0.9	84.8	0.6
	GG20A-12.1	2334.2	925.6	28.1	-0.2	0.41	0.04784	0.00046	0.01390	0.00029	0.09171	0.00212	0.00430	0.00010	0.01388	0.00029	0.0	114.1	89.0	1.8	89.1	2.0	0.2	86.6	1.9	88.9	1.9
	GG20A-13.1	2307.4	802.3	27.0	0.0	0.36	0.04853	0.00019	0.01354	0.00013	0.09062	0.00096	0.00426	0.00008	0.01352	0.00015	125.3	9.2	86.7	0.8	88.1	0.9	1.6	86.0	1.5	86.6	0.9
	GG20A-14.1	925.5	328.6	10.8	0.2	0.36	0.05065	0.00070	0.01347	0.00041	0.09406	0.00312	0.00439	0.00017	0.01340	0.00040	224.9	31.6	86.2	2.5	91.3	2.9	5.6	88.5	3.4	85.8	2.5
	GG20A-14.2	904.3	281.3	10.3	0.1	0.32	0.05110	0.00038	0.01312	0.00021	0.09246	0.00162	0.00421	0.00010	0.01305	0.00020	245.1	17.2	84.0	1.3	89.8	1.5	6.4	85.0	2.0	83.6	1.3
	GG20A-15.1	1247.8	218.7	14.4	0.0	0.18	0.04810	0.00085	0.01337	0.00022	0.08870	0.00213	0.00420	0.00010	0.01335	0.00023	104.3	41.2	85.6	1.3	86.3	2.0	0.8	84.8	2.0	85.5	1.4
	GG20A-16.1	2575.3	1195.4	30.9	0.2	0.48	0.04782	0.00044	0.01384	0.00015	0.09139	0.00131	0.00449	0.00006	0.01382	0.00013	0.0	112.1	88.6	0.9	88.8	1.2	0.2	90.5	1.3	88.5	0.8
	GG20A-2.1	2266.5	960.0	26.8	-0.1	0.43	0.04868	0.00060	0.01366	0.00029	0.09172	0.00225	0.00428	0.00010	0.01363	0.00029	132.7	28.6	87.5	1.9	89.1	2.1	1.8	86.3	2.0	87.3	1.9
	GG20A-3.1	933.1	239.4	10.6	0.0	0.26	0.04824	0.00065	0.01318	0.00020	0.08768	0.00177	0.00414	0.00009	0.01316	0.00021	111.1	31.6	84.4	1.2	85.3	1.6	1.0	83.5	1.8	84.3	1.3
	GG20A-4.1	1423.0	449.5	16.2	0.1	0.32	0.04724	0.00059	0.01314	0.00016	0.08559	0.00148	0.00422	0.00008	0.01315	0.00018	0.0	0.0	84.2	1.0	83.4	1.4	-1.0	85.0	1.6	84.2	1.1
	GG20A-5.1	1198.9	392.0	12.9	0.0	0.34	0.04866	0.00090	0.01244	0.00022	0.08345	0.00216	0.00398	0.00010	0.01241	0.00023	131.3	43.0	79.7	1.4	81.4	2.0	2.0	80.3	2.0	79.5	1.4
GG20A-6.1	1608.9	523.8	18.2	-0.1	0.33	0.04960	0.00058	0.01310	0.00024	0.08955	0.00195	0.00407	0.00010	0.01305	0.00025	176.1	27.0	83.9	1.6	87.1	1.8	3.6	82.1	2.0	83.6	1.6	
GG20A-7.1	2440.3	1551.4	28.4	0.1	0.65	0.04832	0.00033	0.01345	0.00009	0.08960	0.00086	0.00431	0.00007	0.01343	0.00010	114.9	16.2	86.1	0.6	87.1	0.8	1.2	86.9	1.3	86.0	0.7	
GG20A-8.1	906.8	412.7	10.1	-0.1	0.47	0.04804	0.00031	0.01290	0.00017	0.08545	0.00127	0.00403	0.00009	0.01288	0.00017	101.1	15.0	82.6	1.1	83.3	1.2	0.8	81.4	1.9	82.5	1.1	
GG161-9.1	1761.9	1554.7	19.1	-0.5	0.91	0.04800	0.00030	0.01254	0.00025	0.08299	0.00172	0.00387	0.00009	0.01252	0.00024	0.0	114.1	80.3	1.5	80.9	1.6	0.8	78.0	1.8	80.2	1.5	

Ek Tablo 2 devamı

Örnek	Konsantrasyon					İzotopik oranlar							²⁰⁷ Pb düzeltilmiş izotop oranları		Yaş (My) (Düzeltilme yapılmamış)					Yaş (My) (²⁰⁷ Pb düzeltilmiş)						
	U (ppm)	Th (ppm)	²⁰⁶ Pb (ppm)	%f206	Th/U	²⁰⁷ Pb / ²⁰⁶ Pb	±	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb / ²³⁵ U	±	²⁰⁸ Pb / ²³² Th	±	²⁰⁷ Pb / ²³⁸ U	±	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb / ²³⁵ U	±err	% d	²⁰⁸ Pb / ²³² Th	±	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	±		
GHI7B-1.1	951.7	898.3	10.6	0.0	0.97	0.04657	0.00085	0.01292	0.00020	0.08298	0.00199	0.00410	0.00007	0.01294	0.00022	0.0	0.0	82.8	1.3	80.9	1.8	-2.4	82.7	1.5	82.9	1.4
GHI7B-10.1	1473.3	1571.0	17.1	-0.4	1.09	0.04826	0.00045	0.01344	0.00026	0.08944	0.00193	0.00419	0.00008	0.01343	0.00028	111.9	22.0	86.1	1.7	87.0	1.8	1.0	84.4	1.7	86.0	1.8
GHI7B-11.1	1347.2	1409.7	16.0	-0.2	1.07	0.04720	0.00061	0.01373	0.00028	0.08937	0.00215	0.00431	0.00009	0.01373	0.00029	0.0	0.0	87.9	1.7	86.9	2.0	-1.2	86.8	1.8	87.9	1.8
GHI7B-11.2	477.8	302.8	5.5	0.0	0.65	0.04672	0.00136	0.01337	0.00028	0.08612	0.00309	0.00425	0.00010	0.01338	0.00031	0.0	103.1	85.6	1.8	83.9	2.9	-2.0	85.7	2.0	85.7	2.0
GHI7B-12.1	1090.0	703.8	12.3	0.0	0.66	0.04733	0.00121	0.01307	0.00016	0.08530	0.00240	0.00415	0.00009	0.01307	0.00017	0.0	125.5	83.7	1.0	83.1	2.2	-0.8	83.7	1.8	83.7	1.1
GHI7B-13.1	1558.5	1066.4	17.6	-0.1	0.70	0.04705	0.00079	0.01308	0.00012	0.08485	0.00162	0.00411	0.00009	0.01308	0.00014	0.0	0.0	83.8	0.8	82.7	1.5	-1.4	82.9	1.8	83.8	0.9
GHI7B-14.1	1522.3	1597.6	17.0	0.5	1.08	0.04700	0.00067	0.01294	0.00011	0.08384	0.00141	0.00422	0.00005	0.01294	0.00014	0.0	0.0	82.9	0.8	81.8	1.4	-1.4	85.2	1.1	82.9	0.9
GHI7B-15.1	1468.2	988.8	16.7	-0.4	0.69	0.04678	0.00060	0.01317	0.00013	0.08491	0.00136	0.00405	0.00006	0.01316	0.00012	0.0	0.0	84.3	0.8	82.8	1.3	-1.8	81.7	1.2	84.3	0.8
GHI7B-16.1	1394.7	804.3	15.4	-0.1	0.59	0.04698	0.00097	0.01279	0.00020	0.08288	0.00215	0.00402	0.00007	0.01280	0.00022	0.0	0.0	82.0	1.3	80.8	2.0	-1.4	81.0	1.4	82.0	1.4
GHI7B-17.1	1592.3	1210.9	17.7	-0.9	0.78	0.04832	0.00034	0.01281	0.00019	0.08536	0.00141	0.00380	0.00007	0.01280	0.00021	115.3	16.6	82.1	1.3	83.2	1.4	1.4	76.7	1.3	82.0	1.4
GHI7B-18.1	1459.9	1228.9	16.9	-0.1	0.86	0.04711	0.00065	0.01334	0.00021	0.08665	0.00180	0.00420	0.00007	0.01333	0.00022	0.0	0.0	85.4	1.3	84.4	1.7	-1.2	84.7	1.4	85.4	1.4
GHI7B-2.1	2301.2	2870.7	23.6	-1.0	1.28	0.05028	0.00034	0.01183	0.00020	0.08203	0.00153	0.00361	0.00007	0.01178	0.00020	208.3	15.6	75.8	1.3	80.1	1.5	5.4	72.8	1.5	75.5	1.3
GHI7B-3.1	1251.7	744.0	13.8	-0.4	0.61	0.04709	0.00048	0.01272	0.00012	0.08256	0.00115	0.00390	0.00005	0.01272	0.00013	0.0	0.0	81.5	0.8	80.5	1.0	-1.2	78.6	0.9	81.5	0.8
GHI7B-4.1	1349.7	951.2	15.1	0.3	0.72	0.04867	0.00124	0.01296	0.00013	0.08694	0.00239	0.00422	0.00006	0.01293	0.00015	131.9	59.0	83.0	0.8	84.6	2.2	1.8	85.0	1.1	82.8	0.9
GHI7B-5.1	1238.5	777.7	13.7	-0.1	0.64	0.04826	0.00059	0.01275	0.00012	0.08486	0.00130	0.00402	0.00005	0.01274	0.00014	112.1	28.4	81.7	0.8	82.7	1.2	1.2	81.0	1.0	81.6	0.9
GHI7B-5.2	1394.7	705.6	15.8	-0.1	0.52	0.04687	0.00011	0.01307	0.00019	0.08449	0.00126	0.00412	0.00015	0.01307	0.00019	0.0	0.0	83.7	1.2	82.4	1.2	-1.6	83.1	3.0	83.7	1.2
GHI7B-6.1	1163.1	529.3	13.1	-0.1	0.47	0.04879	0.00075	0.01302	0.00008	0.08757	0.00145	0.00410	0.00006	0.01299	0.00009	137.7	35.6	83.4	0.5	85.2	1.3	2.2	82.7	1.2	83.2	0.6
GHI7B-7.1	1892.0	1413.1	21.5	-0.1	0.77	0.04645	0.00070	0.01315	0.00015	0.08422	0.00160	0.00415	0.00006	0.01316	0.00016	0.0	0.0	84.2	0.9	82.1	1.5	-2.6	83.7	1.3	84.3	1.0
GHI7B-8.1	1722.2	1616.9	19.4	0.3	0.96	0.04777	0.00058	0.01299	0.00020	0.08558	0.00166	0.00419	0.00010	0.01297	0.00019	0.0	116.1	83.2	1.2	83.4	1.6	0.2	84.6	1.9	83.1	1.2
GHI7B-9.1	1407.3	1036.2	15.9	-0.4	0.76	0.04728	0.00057	0.01308	0.00021	0.08529	0.00169	0.00403	0.00007	0.01308	0.00022	0.0	0.0	83.8	1.3	83.1	1.6	-0.8	81.3	1.4	83.8	1.4
GG161-1.1	1367.5	1535.6	14.2	-0.3	1.15	0.04780	0.00062	0.01201	0.00036	0.07916	0.00256	0.00375	0.00012	0.01200	0.00036	0.0	119.5	77.0	2.3	77.4	2.5	0.6	75.7	2.3	76.9	2.3
GG161-10.1	1812.3	1857.7	20.1	-0.5	1.05	0.04720	0.00060	0.01280	0.00019	0.08331	0.00160	0.00396	0.00006	0.01280	0.00020	0.0	0.0	82.0	1.2	81.2	1.5	-1.0	79.8	1.2	82.0	1.3
GG161-11.1	1246.0	1117.5	12.9	0.1	0.92	0.05172	0.00041	0.01198	0.00023	0.08546	0.00175	0.00383	0.00008	0.01190	0.00023	273.3	18.0	76.8	1.5	83.3	1.7	7.8	77.3	1.6	76.3	1.5
GG161-12.1	1221.1	595.7	13.2	-0.3	0.50	0.04690	0.00075	0.01249	0.00033	0.08078	0.00249	0.00380	0.00011	0.01249	0.00034	0.0	0.0	80.0	2.1	78.9	2.4	-1.4	76.7	2.2	80.0	2.2
GG161-13.1	1595.7	1232.5	17.5	-0.3	0.79	0.04725	0.00038	0.01270	0.00012	0.08277	0.00101	0.00396	0.00009	0.01271	0.00013	0.0	0.0	81.4	0.8	80.7	0.9	-0.8	79.9	1.9	81.4	0.9
GG161-14.1	2644.9	2540.6	27.9	0.2	0.99	0.06330	0.00052	0.01217	0.00020	0.10650	0.00196	0.00393	0.00007	0.01192	0.00017	718.5	17.4	78.0	1.3	102.8	1.8	24.2	79.2	1.5	76.4	1.1
GG161-15.1	1896.0	2054.6	20.5	-0.6	1.11	0.04620	0.00082	0.01249	0.00020	0.07957	0.00190	0.00386	0.00007	0.01250	0.00021	0.0	0.0	80.0	1.2	77.7	1.7	-3.0	77.8	1.4	80.1	1.3
GG161-16.1	1240.7	1213.9	13.3	0.2	1.00	0.04755	0.00071	0.01237	0.00020	0.08112	0.00179	0.00398	0.00007	0.01238	0.00022	0.0	112.1	79.3	1.3	79.2	1.7	-0.2	80.3	1.5	79.3	1.4
GG161-17.1	1686.3	1775.4	19.0	-0.2	1.08	0.04820	0.00042	0.01304	0.00018	0.08665	0.00142	0.00410	0.00007	0.01302	0.00018	109.1	20.4	83.5	1.1	84.4	1.3	1.0	82.7	1.4	83.4	1.2
GG161-18.1	1862.3	1324.3	20.8	0.0	0.73	0.04750	0.00046	0.01287	0.00025	0.08432	0.00181	0.00410	0.00010	0.01288	0.00027	0.0	0.0	82.5	1.6	82.2	1.7	-0.4	82.7	2.0	82.5	1.7
GG161-19.1	1422.2	749.0	15.7	-0.2	0.54	0.04629	0.00038	0.01274	0.00013	0.08129	0.00104	0.00393	0.00005	0.01275	0.00014	0.0	0.0	81.6	0.8	79.4	1.0	-2.8	79.4	1.2	81.7	0.9
GG161-2.1	1075.2	1324.3	12.1	0.1	1.26	0.05677	0.00291	0.01302	0.00018	0.10187	0.00542	0.00415	0.00007	0.01286	0.00024	482.5	109.4	83.4	1.2	98.5	5.0	15.4	83.6	1.4	82.4	1.5
GG161-20.1	1750.2	2219.8	20.3	-2.0	1.30	0.04606	0.00039	0.01343	0.00042	0.08528	0.00278	0.00392	0.00016	0.01344	0.00042	0.0	0.0	86.0	2.7	83.1	2.6	-3.4	79.1	3.2	86.1	2.7
GG161-21.1	1697.3	1357.7	18.5	-0.6	0.82	0.04813	0.00048	0.01257	0.00027	0.08340	0.00197	0.00383	0.00010	0.01255	0.00028	105.7	23.2	80.5	1.7	81.3	1.8	1.0	77.3	1.9	80.4	1.8
GG161-3.1	1376.5	1438.6	15.2	-1.0	1.07	0.04605	0.00049	0.01275	0.00017	0.08094	0.00136	0.00383	0.00006	0.01277	0.00017	0.0	0.0	81.7	1.1	79.0	1.2	-3.4	77.3	1.2	81.8	1.1
GG161-4.1	1222.8	1204.7	13.4	-0.7	1.01	0.04776	0.00070	0.01266	0.00021	0.08333	0.00182	0.00385	0.00008	0.01264	0.00021	0.0	121.7	81.1	1.3	81.3	1.7	0.2	77.7	1.6	81.0	1.3
GG161-5.1	3620.5	4377.3	38.6	0.2	1.24	0.06013	0.00027	0.01203	0.00019	0.10200	0.00160	0.00394	0.00006	0.01183	0.00009	608.3	9.6	77.1	1.2	98.6	1.5	21.8	79.5	1.3	75.8	0.5
GG161-6.1	1028.1	900.7	11.3	-0.1	0.90	0.04735	0.00070	0.01269	0.00014	0.08283	0.00154	0.00401	0.00007	0.01269	0.00016	0.0	101.7	81.3	0.9	80.8	1.4	-0.6	81.0	1.5	81.3	1.1
GG161-7.1	1055.1	725.4	11.5	-0.1	0.71	0.04704	0.00097	0.01262	0.00041	0.08188	0.00315	0.00396	0.00014	0.01263	0.00043	0.0	99.9	80.9	2.6	79.9	2.9	-1.2	80.0	2.8	80.9	2.8
GG161-8.1	1958.1	1442.8	20.9	-0.2	0.76	0.04706	0.00046	0.01231	0.00020	0.07985	0.00154	0.00386	0.00007	0.01230	0.00020	0.0	0.0	78.8	1.3	78.0	1.4	-1.0	77.8	1.4	78.8	1.3
GG161-9.1	1761.9	1554.7	19.1	-0.5	0.91	0.04800	0.00030	0.01254	0.00025	0.08299	0.00172	0.00387	0.00009	0.01252	0.00024	0.0	114.1	80.3	1.5	80.9	1.6	0.8	78.0	1.8	80.2	1.5

Ek Tablo 3. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait feldispat minerallerinin kimyasal analiz sonuçları.

Formasyon Lokasyon Örnek No Kayaç	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya
	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit
	Gc2	Gc2	Gc2	Gc2	Gh3	Gh3	Gh3	Gh3	Gg7-1	Gg7-1	Gg7-1	Gg15a	Gg27	Gg7-3	Gh9	Gh9	Gh8	Gh8	Gh8
	Do	Do	Do	Do	B	B	B	B	BA	BA	BA	A	KP	İ	RD	RD	MD	MD	MD
SiO ₂	61.00	64.25	52.72	61.49	65.50	69.23	64.64	63.97	67.72	63.62	51.63	67.96	68.87	67.17	55.90	58.51	69.14	64.80	64.80
TiO ₂	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	24.86	19.36	29.07	22.99	20.28	21.09	23.09	22.47	20.96	21.23	29.13	20.51	19.53	21.03	27.52	26.10	19.12	18.26	18.26
Cr ₂ O ₃	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
FeO	0.56	3.81	0.23	0.10	0.18	0.26	0.12	0.15	0.17	0.28	0.84	0.44	0.02	0.03	0.30	0.23	0.03	0.03	0.03
MnO	0.01	0.03	0.02	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.08	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.05	0.06	0.06
NiO	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
MgO	0.00	2.34	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	7.19	0.82	12.69	5.51	0.00	0.19	4.55	1.72	0.69	0.02	13.68	0.29	0.29	0.37	10.13	8.33	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	7.69	3.05	4.81	5.48	0.35	10.26	9.03	5.68	10.96	0.21	3.96	9.62	11.66	10.46	5.43	6.75	11.61	0.24	0.24
K ₂ O	0.35	6.64	0.11	4.62	15.33	0.74	0.31	6.66	0.03	15.86	0.12	0.01	0.02	0.04	0.20	0.27	0.04	16.35	16.35
Toplam	101.68	100.36	99.70	100.24	101.81	101.78	101.76	100.73	100.58	101.26	99.66	98.92	100.47	99.15	99.54	100.21	99.99	99.77	99.77
Si	2.684	2.895	2.404	2.764	2.956	2.968	2.810	2.851	2.943	2.902	2.369	2.982	2.995	2.950	2.526	2.615	3.015	3.003	3.003
Ti	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	1.289	1.028	1.562	1.218	1.078	1.066	1.183	1.181	1.074	1.141	1.575	1.061	1.001	1.089	1.466	1.375	0.983	0.997	0.997
Cr	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.021	0.144	0.009	0.004	0.007	0.009	0.004	0.006	0.006	0.011	0.032	0.016	0.001	0.001	0.011	0.008	0.001	0.001	0.001
Mn	0.000	0.001	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002
Ni	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Mg	0.000	0.157	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.001	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.339	0.040	0.620	0.266	0.000	0.009	0.212	0.082	0.032	0.001	0.673	0.014	0.014	0.017	0.490	0.399	0.000	0.000	0.000
Na	0.656	0.266	0.426	0.478	0.030	0.852	0.761	0.491	0.924	0.019	0.352	0.819	0.983	0.891	0.476	0.585	0.982	0.021	0.021
K	0.019	0.382	0.006	0.265	0.883	0.040	0.017	0.379	0.002	0.923	0.007	0.001	0.001	0.002	0.012	0.015	0.002	0.967	0.967
Toplam	5.009	4.915	5.030	4.997	4.960	4.946	4.988	4.993	4.983	4.998	5.022	4.896	4.997	4.951	4.983	4.997	4.985	4.993	4.993
An	33.4	5.8	58.9	26.3	0.0	1.0	21.4	8.6	3.3	0.1	65.2	1.6	1.4	1.9	50.1	39.9	0.0	0.0	0.0
Ab	64.7	38.7	40.5	47.4	3.3	94.6	76.9	51.6	96.5	2.0	34.1	98.3	98.5	97.9	48.7	58.5	99.8	2.2	2.2
Or	1.9	55.5	0.6	26.3	96.7	4.5	1.7	39.8	0.2	97.9	0.7	0.1	0.1	0.2	1.2	1.5	0.2	97.8	97.8

Ek Tablo 3 devamı

Formasyon Lokasyon Örnek No Kayaç Türü	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Harşit	Çağlayan Harşit	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çömlekçi
	Gg3b	Gg3b	Gc6	Gc6	Gc6	Gh11	Gh11	Gc13	Gc13	Gc13	Gc13	Gc12a	Gc12a	Gg19	Gg21-1	Gg21-1	Gg21-1a	Gg21-1a	Gc12c
	GP	GP	GP	GP	GP	B	B	B	B	B	B	B	B	BA	BA	BA	BA	BA	BA
SiO ₂	49.68	47.58	56.22	64.64	51.16	47.13	51.50	48.10	66.98	55.95	49.05	56.75	47.93	66.01	50.57	54.83	60.89	46.88	
TiO ₂	0.03	0.02	0.04	0.08	0.05	0.02	0.05	0.00	0.00	0.05	0.02	0.08	0.03	0.00	0.01	0.06	0.00	0.03	
Al ₂ O ₃	32.29	33.87	26.71	20.02	29.49	34.29	32.19	31.55	21.43	26.42	33.06	27.44	32.11	18.90	31.03	28.60	24.07	33.10	
Cr ₂ O ₃	0.12	0.04	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	
FeO	0.68	0.44	0.64	0.25	1.04	0.66	0.56	1.16	0.16	0.68	0.52	0.82	0.98	0.22	0.64	0.51	0.25	0.48	
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	
MgO	0.09	0.05	0.03	0.02	0.11	0.03	0.03	0.18	0.00	0.07	0.02	0.01	0.08	0.02	0.06	0.20	0.07	0.02	
CaO	13.84	16.17	9.15	1.05	13.77	16.77	13.32	17.17	2.28	10.46	16.55	10.26	15.94	0.46	14.83	9.95	5.33	17.56	
Na ₂ O	3.58	2.29	5.93	4.64	3.37	2.14	4.09	2.21	10.47	5.49	1.98	5.34	2.09	2.61	3.07	4.64	8.16	1.71	
K ₂ O	0.52	0.24	0.53	8.91	0.44	0.03	0.11	0.04	0.09	0.24	0.13	0.66	0.15	12.35	0.34	0.55	1.02	0.09	
Toplam	100.85	100.71	99.28	99.64	99.48	101.07	101.86	100.45	101.45	99.39	101.39	101.38	99.33	100.58	100.59	99.36	99.82	99.89	
Si	2.258	2.172	2.552	2.932	2.354	2.148	2.304	2.214	2.902	2.542	2.219	2.530	2.219	2.991	2.302	2.484	2.722	2.164	
Ti	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	
Al	1.730	1.822	1.429	1.070	1.599	1.841	1.697	1.712	1.094	1.415	1.763	1.442	1.752	1.009	1.665	1.527	1.268	1.801	
Cr	0.004	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	
Fe ²⁺	0.026	0.017	0.024	0.009	0.040	0.025	0.021	0.045	0.006	0.026	0.020	0.031	0.038	0.008	0.025	0.019	0.009	0.018	
Mn	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	
Mg	0.006	0.004	0.002	0.001	0.008	0.002	0.002	0.012	0.000	0.005	0.001	0.001	0.005	0.001	0.004	0.013	0.004	0.002	
Ca	0.674	0.791	0.445	0.051	0.679	0.819	0.638	0.847	0.106	0.509	0.802	0.490	0.791	0.022	0.723	0.483	0.255	0.869	
Na	0.316	0.203	0.522	0.408	0.301	0.189	0.355	0.197	0.880	0.484	0.174	0.461	0.187	0.229	0.271	0.408	0.708	0.153	
K	0.030	0.014	0.031	0.515	0.026	0.002	0.006	0.003	0.005	0.014	0.008	0.038	0.009	0.714	0.020	0.032	0.058	0.006	
Toplam	5.046	5.024	5.008	4.991	5.009	5.026	5.026	5.030	4.994	4.998	4.989	4.996	5.003	4.976	5.011	4.970	5.026	5.014	
An	66.1	78.5	44.6	5.2	67.5	81.1	63.9	80.9	10.7	50.6	81.5	49.5	80.1	2.3	71.3	52.3	25.0	84.6	
Ab	31.0	20.1	52.3	41.9	29.9	18.7	35.5	18.8	88.8	48.1	17.7	46.6	19.0	23.7	26.7	44.2	69.3	14.9	
Or	2.9	1.4	3.1	52.9	2.6	0.2	0.6	0.2	0.5	1.4	0.8	3.8	0.9	74.0	2.0	3.5	5.7	0.5	

Ek Tablo 3 devamı

Formasyon Lokasyon Örnek No Kayaç Türü	Çağlayan Çömlekçi	Çağlayan Çanakçı	Çağlayan Çanakçı	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Çömlekçi	Tirebolu Çömlekçi	Tirebolu Çömlekçi	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit	Tirebolu Harşit		
	Gc12c	Gg30	Gg30	Gh17b	Gh17b	Gh17b	Gh17b	Gc12b	Gc12b	Gc12b	Gh16-1	Gh16-1	Gh16-1	Gh20a	Gh20a	Gh20a	Gh20a	Gh20b	Gh20b	
	BA	A	A	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
SiO₂	56.42	64.80	68.04	80.52	56.37	69.31	60.14	60.45	47.46	51.97	71.47	54.63	60.33	53.99	51.56	48.30	48.11	59.75		
TiO₂	0.02	0.01	0.00	0.07	0.01	0.05	0.00	0.04	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02		
Al₂O₃	27.00	19.37	20.95	10.99	27.88	18.74	25.48	24.86	32.73	29.99	15.98	28.35	24.70	28.43	30.09	32.75	32.16	25.16		
Cr₂O₃	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00		
FeO	0.40	0.30	0.28	0.37	0.34	0.23	0.27	0.65	0.46	0.47	0.20	0.19	0.20	0.70	0.69	0.43	0.35	0.14		
MnO	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07	0.03	0.06	0.04	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.05	0.00	0.00	0.04	0.04		
NiO	0.02	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01		
MgO	0.05	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.08	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00		
CaO	10.26	0.03	0.36	0.17	8.27	0.31	5.53	8.77	17.40	13.74	0.74	10.58	6.58	11.38	13.59	16.27	16.25	8.04		
Na₂O	5.55	2.23	10.98	2.00	6.58	3.80	8.02	4.71	1.69	3.72	3.88	5.48	7.64	4.98	3.94	2.46	2.54	7.05		
K₂O	0.67	12.80	0.07	5.42	0.43	8.88	0.85	1.81	0.13	0.36	6.81	0.30	0.66	0.23	0.15	0.04	0.06	0.35		
Toplam	100.38	99.60	100.72	99.54	99.96	101.34	100.37	101.41	99.96	100.34	99.13	99.58	100.11	99.83	100.13	100.29	99.55	100.56		
Si	2.538	2.970	2.951	3.455	2.535	3.051	2.675	2.676	2.186	2.362	3.171	2.477	2.691	2.452	2.350	2.211	2.220	2.658		
Ti	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
Al	1.432	1.047	1.071	0.556	1.478	0.973	1.336	1.297	1.777	1.607	0.835	1.515	1.298	1.522	1.617	1.767	1.749	1.319		
Cr	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000		
Fe²⁺	0.015	0.011	0.010	0.013	0.013	0.008	0.010	0.024	0.018	0.018	0.007	0.007	0.008	0.027	0.026	0.016	0.014	0.005		
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001		
Ni	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000		
Mg	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002	0.002	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000		
Ca	0.494	0.002	0.017	0.008	0.398	0.014	0.264	0.416	0.859	0.669	0.035	0.514	0.314	0.554	0.664	0.798	0.804	0.383		
Na	0.484	0.198	0.924	0.166	0.574	0.324	0.692	0.405	0.151	0.327	0.333	0.481	0.660	0.439	0.348	0.218	0.228	0.608		
K	0.039	0.749	0.004	0.297	0.025	0.499	0.048	0.102	0.008	0.021	0.386	0.017	0.037	0.013	0.008	0.003	0.004	0.020		
Toplam	5.007	4.979	4.977	4.497	5.026	4.872	5.027	4.928	5.003	5.008	4.770	5.015	5.009	5.013	5.019	5.015	5.020	4.996		
An	48.6	0.2	1.8	1.6	39.9	1.7	26.3	45.1	84.4	65.8	4.6	50.7	31.1	55.1	65.0	78.3	77.7	37.9		
Ab	47.6	20.9	97.8	35.3	57.6	38.7	68.9	43.8	14.8	32.2	44.2	47.5	65.3	43.6	34.1	21.4	22.0	60.1		
Or	3.8	78.9	0.4	63.0	2.5	59.6	4.8	11.1	0.8	2.1	51.1	1.7	3.7	1.3	0.8	0.3	0.4	2.0		

Ek Tablo 3 devamı

Formasyon	Tirebolu	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Kabaköy	Kabaköy	Kabaköy
Lokasyon	Harşit	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çanakçı	Çanakçı	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Harşit	Harşit	Harşit
Örnek No	Gh20b	Gc3a	Gc3a	Gc3a	Gc3b	Gc3b	Gc3b	Gg22-1	Gg22-1	Gc11	Gc11	Gc11	Gc9	Gc9	Gc9	Gh15	Gh16	Gh16
Kayaç Türü	R	TP	TP	TP	MMA	MMA	MMA	G	G	GP	GP	GP	GP	GP	GP	B	BA	BA
SiO ₂	44.58	67.41	62.28	66.68	67.29	56.68	62.53	45.89	49.49	72.37	45.88	53.51	49.32	54.96	67.60	46.34	46.67	52.66
TiO ₂	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.20	0.01	0.01	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.05
Al ₂ O ₃	34.16	20.99	25.23	18.24	20.82	27.94	23.10	34.26	32.52	15.40	33.88	28.37	31.51	27.89	18.25	32.98	32.69	28.67
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
FeO	0.38	0.05	0.16	0.07	0.13	0.28	0.17	0.53	0.59	0.68	0.46	0.56	0.52	0.49	0.35	0.81	0.66	0.99
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.02
NiO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.14	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.08	0.04	0.10
CaO	19.13	0.70	6.15	0.02	1.43	10.69	4.89	19.32	16.62	1.52	17.80	11.45	15.39	10.94	0.40	17.81	17.37	12.96
Na ₂ O	0.92	10.95	7.23	0.40	10.91	5.53	8.88	1.05	2.46	3.24	1.29	4.73	2.64	5.02	2.38	1.35	1.57	4.37
K ₂ O	0.01	0.14	0.44	15.01	0.13	0.22	0.53	0.05	0.12	5.90	0.08	0.50	0.21	0.55	11.85	0.08	0.06	0.16
Toplam	99.19	100.25	101.50	100.44	100.72	101.37	100.18	101.14	101.84	99.54	99.49	99.15	99.61	100.00	100.95	99.44	99.07	99.97
Si	2.082	2.940	2.720	3.037	2.931	2.519	2.774	2.103	2.233	3.187	2.127	2.448	2.268	2.488	3.035	2.153	2.172	2.403
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.002
Al	1.880	1.079	1.298	0.979	1.069	1.464	1.208	1.850	1.730	0.799	1.852	1.530	1.708	1.488	0.966	1.806	1.793	1.542
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe²⁺	0.015	0.002	0.006	0.003	0.005	0.010	0.006	0.020	0.022	0.025	0.018	0.021	0.020	0.019	0.013	0.031	0.026	0.038
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Mg	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.009	0.000	0.002	0.001	0.002	0.000	0.005	0.003	0.007
Ca	0.957	0.033	0.288	0.001	0.067	0.509	0.233	0.948	0.803	0.072	0.884	0.561	0.758	0.531	0.019	0.886	0.866	0.634
Na	0.084	0.926	0.612	0.035	0.921	0.476	0.764	0.093	0.216	0.277	0.116	0.420	0.236	0.441	0.207	0.122	0.142	0.387
K	0.001	0.008	0.025	0.872	0.007	0.012	0.030	0.003	0.007	0.332	0.005	0.029	0.012	0.032	0.679	0.005	0.004	0.009
Toplam	5.020	4.987	4.949	4.927	5.000	4.993	5.018	5.019	5.013	4.710	5.006	5.011	5.002	5.003	4.923	5.008	5.004	5.022
An	91.9	3.4	31.1	0.1	6.7	51.0	22.7	90.8	78.3	10.5	88.0	55.6	75.4	52.9	2.1	87.5	85.6	61.5
Ab	8.0	95.8	66.2	3.9	92.6	47.7	74.4	8.9	21.0	40.7	11.6	41.6	23.4	43.9	22.9	12.0	14.0	37.6
Or	0.1	0.8	2.7	96.0	0.7	1.2	2.9	0.3	0.7	48.8	0.5	2.9	1.2	3.1	75.0	0.5	0.3	0.9

Ek Tablo 4. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait piroksen minerallerinin kimyasal analiz sonuçları

Formasyon	Çatak	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Tirebolu	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Kabaköy
Lokasyon	Çanakçı	Çanakçı	Çömlekçi	Çanakçı	Harşit	Çömlekçi	Çanakçı	Harşit	Çanakçı	Çömlekçi	Çömlekçi	Harşit
Örnek No	Gg7-1	Gg3b	Gc6	Gg19	Gh11	Gc13	Gg21-1	Gh20b	Gg22-1	Gc9	Gc11	Gh15
Kayaç Türü	B	GP	GP	B	B	B	BA	R	G	GP	GP	B
SiO ₂	51.80	50.43	49.44	48.18	52.16	52.71	49.86	52.69	51.40	52.69	50.79	51.75
TiO ₂	0.31	0.56	0.75	0.94	0.18	0.32	0.24	0.30	0.69	0.29	0.50	0.40
Al ₂ O ₃	1.45	2.80	4.04	6.73	1.77	2.02	6.30	1.55	2.80	1.56	3.54	3.21
Cr ₂ O ₃	0.03	0.00	0.12	0.12	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.05	0.32
FeO	14.40	11.30	8.45	7.44	19.21	9.91	12.87	9.89	9.74	8.67	9.17	6.09
MnO	0.53	0.32	0.22	0.15	0.51	0.30	0.48	0.50	0.39	0.42	0.32	0.13
NiO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00
MgO	18.11	13.42	13.96	13.67	24.08	16.00	11.08	14.54	12.88	14.98	15.00	15.67
CaO	12.10	19.39	21.07	22.54	1.66	19.43	18.59	21.06	22.95	21.57	20.05	21.30
Na ₂ O	0.10	0.32	0.37	0.20	0.02	0.15	0.23	0.23	0.30	0.33	0.25	0.17
K ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	98.84	98.53	98.43	99.99	99.62	100.91	99.69	100.79	101.21	100.50	99.68	99.04
Si	1.95	1.92	1.87	1.80	1.93	1.94	1.88	1.95	1.91	1.95	1.90	1.92
Ti	0.01	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Al	0.06	0.13	0.18	0.30	0.08	0.09	0.29	0.07	0.12	0.07	0.16	0.14
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Fe ²⁺	0.46	0.36	0.27	0.23	0.60	0.31	0.41	0.31	0.30	0.27	0.29	0.19
Mn	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.02	0.76	0.79	0.76	1.33	0.88	0.62	0.80	0.71	0.83	0.83	0.87
Ca	0.49	0.79	0.86	0.90	0.07	0.77	0.75	0.84	0.91	0.86	0.80	0.85
Na	0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.01	4.01	4.03	4.03	4.02	4.01	3.98	4.01	4.02	4.02	4.02	4.00
Mg#	70.42	67.92	74.65	76.45	69.07	74.81	53.19	72.38	70.23	75.49	74.42	82.11
Wo	24.73	41.36	44.75	47.61	3.31	39.24	43.19	42.97	47.34	43.87	41.73	44.52
En	51.95	39.83	41.25	40.08	66.79	45.05	33.27	41.28	36.98	42.38	43.38	45.55
Fs	23.32	18.81	14.00	12.31	29.90	15.71	23.54	15.75	15.68	13.76	14.89	9.93

Ek Tablo 5. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait amfibol ve biyotit minerallerinin kimyasal analiz sonuçları

Formasyon	Çatak	Çağlayan	Tirebolu	Harşit	Çağlayan	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu
Lokasyon	Çömlekçi	Çömlekçi	Harşit	Çömlekçi	Çömlekçi	Harşit	Harşit	Harşit	Çömlekçi
Örnek No	Gc2	Gc13	Gh20b	Gc3b	Gc12c	Gh17b	Gh20b	Gh16-1	Gc12b
Kayaç Türü	D	B	R	MMA	BA	R	R	R	R
Mineral	Amfibol	Amfibol	Amfibol	Amfibol	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit
SiO ₂	50.38	49.83	46.22	51.18	37.33	36.72	35.74	35.84	37.29
TiO ₂	0.84	0.27	1.26	0.57	6.02	4.28	3.73	4.47	6.05
Al ₂ O ₃	4.66	1.58	7.78	3.69	13.19	14.00	13.94	14.74	13.28
Cr ₂ O ₃	0.05	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
FeO	13.65	12.20	16.85	14.29	13.78	15.11	19.52	16.22	14.02
MnO	0.49	0.35	0.63	0.71	0.15	0.58	0.24	0.72	0.13
NiO	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.04
MgO	14.57	17.08	12.27	13.60	15.89	14.33	11.43	12.31	14.35
CaO	11.68	13.27	10.68	11.55	0.01	0.01	0.02	0.09	0.02
Na ₂ O	1.04	0.13	1.32	0.84	0.52	0.50	0.66	0.47	0.55
K ₂ O	0.30	0.00	0.34	0.28	8.87	8.09	7.99	8.23	8.47
Toplam	97.69	94.75	97.35	96.74	95.78	93.63	93.31	93.11	94.22
Si	7.20	7.31	6.69	7.44	5.33	5.39	5.36	5.34	5.45
Ti	0.09	0.03	0.14	0.06	0.65	0.47	0.42	0.50	0.66
Al	0.79	0.27	1.33	0.63	2.22	2.42	2.46	2.59	2.29
Cr	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.65	0.46	0.58	1.09	0.05	0.34	0.75	0.60	0.49
Mn	0.06	0.04	0.08	0.09	0.02	0.07	0.03	0.09	0.02
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	3.10	3.74	2.65	2.95	3.38	3.13	2.55	2.73	3.13
Ca	1.79	2.08	1.66	1.80	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Na	0.29	0.04	0.37	0.24	0.15	0.14	0.19	0.14	0.16
K	0.05	0.00	0.06	0.05	1.61	1.51	1.53	1.57	1.58
Toplam	15.00	15.02	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Mg#	65.57	72.69	56.40	62.89	67.33	62.82	51.06	57.48	64.61

Ek Tablo 6. İnceleme alanında yer alan Geç Kretase volkanitlerine ait Fe-Ti oksitlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Formasyon	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Çatak	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çağlayan	Çatak	Çatak	Çatak
Lokasyon	Çömlekçi	Çömlekçi	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı	Harşit	Harşit	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çanakçı	Çanakçı	Çanakçı
Örnek No	Gc2	Gc2	Gg7-1	Gg13-2	Gg15a	Gg17a	Gg20-1	Gh8	Gh11	Gc13	Gc13	Gc12a	Gg19	Gg21-1	Gg21-1
Kayaç Türü	D	D	BA	BA	A	RD	RD	MD	B	B	B	B	BA	BA	BA
SiO ₂	0.11	0.11	0.58	0.15	0.24	0.10	0.88	1.12	4.81	1.51	0.17	2.96	0.15	0.32	0.15
TiO ₂	0.98	6.69	15.32	13.54	10.75	3.11	4.57	11.99	13.08	14.25	2.02	8.54	11.28	0.45	9.39
Al ₂ O ₃	0.06	0.08	2.71	2.54	4.21	0.21	0.23	1.28	3.88	3.67	0.15	2.55	1.05	0.15	4.71
Cr ₂ O ₃	0.20	0.16	0.04	0.05	0.02	0.00	0.40	0.01	0.05	0.01	0.00	0.04	0.00	0.11	0.10
Fe ₂ O ₃	65.92	48.89	28.34	35.67	39.74	58.76	55.13	35.36	25.72	31.35	51.73	38.56	41.60	65.99	42.94
FeO	31.39	33.17	39.79	42.03	40.36	32.05	34.74	40.70	45.30	42.40	27.00	40.95	39.86	30.34	37.75
MnO	0.09	0.91	2.76	0.09	0.06	0.05	0.00	0.01	0.46	1.21	0.07	0.39	0.06	0.08	1.67
NiO	0.08	0.01	0.01	0.07	0.02	0.02	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
MgO	0.02	0.02	0.22	0.00	0.05	0.00	0.01	0.10	1.24	0.82	0.00	0.08	0.03	0.00	0.19
CaO	0.18	0.13	0.46	0.24	0.02	0.05	0.24	0.07	0.40	0.64	0.20	0.03	0.11	0.22	0.00
Na ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.04
Toplam	99.02	90.21	90.25	94.40	95.50	94.39	96.27	90.70	95.14	95.88	81.36	94.18	94.14	97.80	96.93
Si	0.004	0.005	0.024	0.006	0.009	0.004	0.035	0.046	0.182	0.058	0.008	0.117	0.006	0.012	0.006
Ti	0.029	0.213	0.473	0.403	0.314	0.095	0.136	0.373	0.371	0.409	0.072	0.253	0.341	0.013	0.270
Al	0.003	0.004	0.131	0.119	0.193	0.010	0.011	0.062	0.173	0.165	0.009	0.118	0.050	0.007	0.212
Cr	0.006	0.005	0.001	0.002	0.001	0.000	0.012	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.003
Fe ³⁺	1.926	1.557	0.875	1.062	1.162	1.795	1.641	1.100	0.731	0.901	1.834	1.142	1.257	1.947	1.235
Fe ²⁺	1.019	1.174	1.365	1.392	1.312	1.088	1.149	1.407	1.430	1.354	1.064	1.348	1.338	0.995	1.207
Mn	0.003	0.033	0.096	0.003	0.002	0.002	0.000	0.000	0.015	0.039	0.003	0.013	0.002	0.003	0.054
Ni	0.003	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Mg	0.001	0.002	0.013	0.000	0.003	0.000	0.001	0.006	0.070	0.046	0.000	0.005	0.002	0.000	0.011
Ca	0.007	0.006	0.020	0.010	0.001	0.002	0.010	0.003	0.016	0.026	0.010	0.001	0.005	0.009	0.000
Na	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.005	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002
Toplam	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000

Ek Tablo 6 devamı.

Formasyon	Çağlayan	Çağlayan	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Tirebolu	Harşit	Harşit	Harşit	Harşit	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Sisdağı	Kabaköy
Lokasyon	Çömlekçi	Çanakçı	Harşit	Harşit	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi	Çömlekçi		
Örnek No	Gc12c	Gg30	Gh20b	Gh20a	Gc12b	Gc12b	Gc3a	Gc3b	Gc3b	Gc3b	Gc6	Gc9	Gc11	Gg22-1	Gh16-2
Kayaç Türü	BA	A	R	R	R	R	TP	MMA	MMA	MMA	GP	GP	GP	G	BA
SiO ₂	0.58	0.35	0.10	0.12	0.14	0.21	0.10	0.10	0.09	0.07	0.28	3.90	0.09	0.45	0.11
TiO ₂	7.80	59.64	8.35	9.91	13.36	32.18	0.43	1.65	30.79	14.36	10.44	11.80	7.90	7.68	13.40
Al ₂ O ₃	1.80	0.82	1.83	1.83	2.13	1.25	0.14	0.08	0.30	0.19	3.39	0.94	2.19	0.55	3.08
Cr ₂ O ₃	0.04	0.05	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	1.22	0.02	0.04	0.00	0.07
Fe ₂ O ₃	42.42	0.00	45.01	46.61	33.41	0.00	61.32	59.94	0.00	40.59	39.54	33.24	50.17	53.03	38.38
FeO	34.23	36.74	34.28	37.60	37.91	51.25	28.52	29.96	53.36	44.00	38.42	44.27	36.38	37.14	41.03
MnO	0.41	0.10	0.91	0.92	1.00	0.26	0.07	0.08	0.80	0.19	0.46	0.04	0.42	0.99	0.46
NiO	0.01	0.00	0.01	0.06	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.10	0.03	0.06	0.00
MgO	0.12	0.51	0.88	1.00	0.97	0.82	0.00	0.01	0.00	0.03	0.56	0.27	0.95	0.43	1.32
CaO	0.14	0.29	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.06	0.04	0.02	0.06	0.43	0.00	0.04	0.00
Na ₂ O	0.03	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.00	0.02	0.00
K ₂ O	0.15	0.02	0.00	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.14	0.01	0.00	0.00
Toplam	87.72	98.56	91.43	98.12	89.01	86.03	90.61	91.89	85.46	99.48	94.42	95.18	98.19	100.39	97.86
Si	0.025	0.009	0.004	0.005	0.006	0.009	0.004	0.004	0.004	0.003	0.011	0.152	0.004	0.017	0.004
Ti	0.251	1.086	0.257	0.284	0.419	1.015	0.014	0.052	1.002	0.412	0.308	0.345	0.227	0.218	0.381
Al	0.091	0.023	0.088	0.082	0.105	0.062	0.007	0.004	0.015	0.009	0.157	0.043	0.099	0.025	0.137
Cr	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.038	0.001	0.001	0.000	0.002
Fe ³⁺	1.367	0.000	1.388	1.338	1.048	0.000	1.959	1.885	0.000	1.164	1.169	0.973	1.440	1.507	1.091
Fe ²⁺	1.226	0.744	1.175	1.200	1.322	1.797	1.012	1.047	1.931	1.402	1.263	1.440	1.161	1.173	1.296
Mn	0.015	0.002	0.032	0.030	0.035	0.009	0.003	0.003	0.029	0.006	0.015	0.001	0.014	0.032	0.015
Ni	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.000
Mg	0.008	0.018	0.054	0.057	0.060	0.051	0.000	0.001	0.000	0.002	0.033	0.016	0.054	0.024	0.074
Ca	0.007	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.002	0.001	0.002	0.018	0.000	0.002	0.000
Na	0.002	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.000	0.002	0.000
K	0.008	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
Toplam	3.000	1.894	3.000	3.000	3.000	2.947	3.000	3.000	2.986	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000

ÖZGEÇMİŞ

Simge OĞUZ, 1990 yılında Ankara’da doğdu. 1997–2004 yılları arasında ilk ve orta öğrenimini (Ankara Kurtuluş İlköğretim Okulu) ve 2004–2007 yılları arasında lise öğrenimini (Ankara Kocatepe Mimar Kemal Lisesi) tamamladıktan sonra, 2008 yılında Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde Lisans programına başladı. Bu bölümden 2012 yılında “Onur Öğrencisi” ve bölüm ikincilik derecesi ile mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine hak kazandı. 2012-2013 yılları arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yabancı Diller Bölümü Lisansüstü İngilizce Hazırlık Programını bitirdi. 2014 yılında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yapılan sınav ile “C Sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı” olmaya hak kazandı. 2015 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Hâlen Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta ve orta düzeyde İngilizce bilmektedir.