

Geç Kretase Yaşlı Dağbaşı (Araklı, Trabzon) Volkanitlerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye

Emre AYDINÇAKIR^{1,*}, Abdullah KAYGUSUZ¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane, Türkiye

Geliş tarihi/Received 26.06.2012
Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 23.07.2012
Kabul tarihi/Accepted 27.07.2012

Özet

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda yer alan Dağbaşı (Araklı-Trabzon) yöresinde geniş yayılım sunan Geç Kretase yaşlı volkanik kayalar petrografik, jeokimyasal ve petrolojik olarak incelenmiştir. Geç Kretase volkanitleri dasit ve riyolit bileşimindedir. Fenokristal olarak plajiyoklas, kuvars, alkali feldispat, biyotit ve hornblend mineralleri içerirler. Bu volkanitler, mikrogranüler porfirik, sferolitik ve glomerofirik dokuya sahiptirler. Kayalar, kalkalkali karakterli olup, düşük-orta derece K₂O içeriğine sahiptirler. Artan SiO₂'ye karşı Fe₂O₃^{}, Al₂O₃, P₂O₅, MgO, TiO₂, Y ve Zr içeriklerindeki negatif korelasyon volkanitlerin gelişiminde plajiyoklas, hornblend, biyotit ve Fe-Ti oksit ayrışmasının etkili olduğuna işaret etmektedir.*

N-tipi MORB'a göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramlarında LILE elementlerce zenginleşmiş, HFS elementlerce tüketilmişlerdir. Negatif Nb ve Ti anomalileri kayaların yitim ortamında oluştuklarını ve /veya kabuksal kirlenmeye maruz kaldıklarını gösterir. (La/Lu)_N değerleri 3.20-6.75 arasında değişmekte ve negatif Eu anomalisi (Eu/Eu^{})=0.59-0.66 göstermektedir. REE elementlerdeki konkav dağılımlar hornblend ayrışmasını gösterir. Tektonik ayırtman diyagramlarında bütün örnekler kalkalkali bazalt alanında yer alırlar.*

Bütün bu veriler, Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerinin ana magmasının alt kabuk ve/veya üst mantodan türediğini, kayaların ayrışma ve magma karışımı ± kirlenme olayları sonucu geliştiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dağbaşı volkanitleri, Doğu Pontid, Ayrışma, Petrografi, Petroloji, Trabzon

* Emre AYDINÇAKIR, aydincakir61@gmail.com, Tel: (0456) 233 74 25/1216

Petrographic and geochemical features of Late Cretaceous Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volcanic rocks, NE Turkey

Abstract

In the Dağbaşı (Araklı-Trabzon) area, the Northern Zone of Eastern Pontide, petrographical, geochemical and petrological features of Late Cretaceous volcanics are investigated.

Late Cretaceous volcanites are dacite and rhyolite in composition. As phenocrysts contain plagioclase, quartz, alkaline feldspar, biotite and hornblende. These volcanites show microgranular porphyric, sferolitic and glomeraphyric textures. This volcanics have calc-alkaline in character, and low-medium K₂O contents. Increasing in SiO₂ versus Fe₂O₃^{}, Al₂O₃, P₂O₅, MgO, TiO₂, Y and Zr contents show negative correlation, suggesting significant plagioclase, hornblende, biotite and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of Late Cretaceous volcanites. These volcanites enriched LIL elements but depleted HFS elements at the N-type MORB normalized trace element diagrams. Negative Nb and Ti anomalies indicate that subduction component and/or crustal contamination in their generation. (La/Lu)_N values are between 3.20 and 6.75, show negative Eu anomalies (Eu/Eu^{*})=0.59-0.66. The concave REE patterns show hornblende fractional crystallizations. Based on tectonic discriminations diagrams, all samples show calc-alkaline basalt features.*

The whole data indicate that the Dağbaşı (Trabzon) volcanics evolved by the fractional crystallization and magma mixing±contamination of a parental magma derived from lower crust an/or upper mantle.

Key words: *Dağbaşı volcanites, Eastern Pontide, Fractional crystallization, Petrography, Petrology, Trabzon*

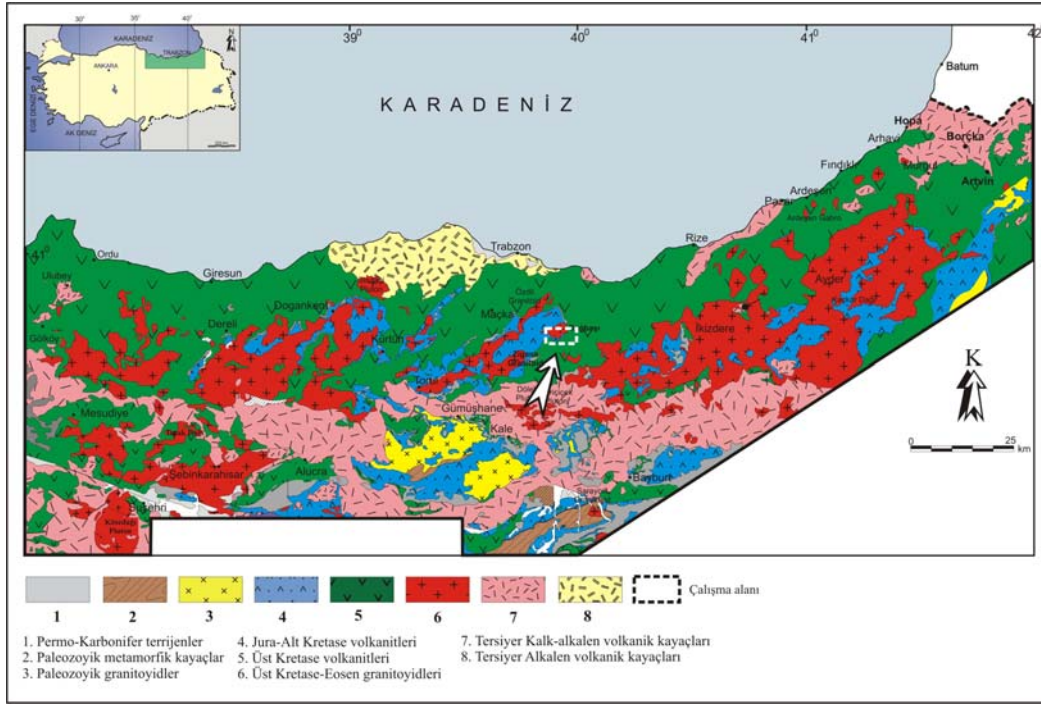
1. Giriş

Coğrafik olarak Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'ne karşılık gelen ve Alpin Metalojenik Kuşağı içinde yer alan Doğu Pontidler; Paleozoyik, Triyas, Liyas, Kretase ve Tersiyer olmak üzere (Şekil 1) beş farklı zaman dilimi içerisinde gelişmiş magmatik kayaç birlikteliklerini içerir [1-17]. [18], Doğu Pontidleri kuzey ve güney olmak üzere iki zona; [19] ise aynı kuşağı kuzey, güney ve eksen olmak üzere üç farklı zona ayırmıştır (Şekil 2) . Kuzey zon da Geç Kretase ve Tersiyer yaşlı magmatik ve volkano-tortul kayaçlar baskın iken, güney zon da ise bölgenin Hersinyen tabanını temsil eden metamorfik masifler ve Mesozoyik-Senozoyik yaşlı sedimanter kayaçlar egemendir. Eksen zonu ise magmatik yayın güneyinde yer alan ultramafik-mafik kayaçları ve Geç Kretase yaşlı olistostromal ofiyolitik melanji içerir [20,21].

[22], Jura volkanitlerinin kuzeyden güneye doğru artan bir potasyum eğilimi sergilediğini, kuzeyde alkale geçişli toleyit, ortalarda yüksek potasyumlu kalk-alkalen, güneyde yüksek potasyumlu kalk-alkalen/alkalen özellikte olduğunu ve güneye doğru magmatizmanın artan potasyum içeriğinin güney yönlü bir yitimi işaret ettiğini vurgulamıştır. Erken Jura volkanizmasının gerilme rejimi altında

rifleşmeye bağlı olarak, Geç Kretase volkanizmasının ise yitim sonucu oluştuğu ileri sürülmüştür [7]. Bölgede volkanik kayaların gelişimi ile ilgili yapılan çalışmalarda; Jura döneminde oluşan kayaların toleyitik veya toleyitik-kalk-alkalen geçişli oldukları belirtilmiştir [23,7,24,14,25]. Doğu Pontid’lerde tektonizmanın Paleozoyik’ten beri yoğun olduğu ve KD-GB, KB-GD ve D-B yönlü doğrultu atımlı faylarla bloklandığını, oluşan blokların jeolojik geçmişlerinin de özellikle Liyas’tan sonra farklılık gösterdiğini belirtilmiştir [26]. Pontidlerde Geç Kretase’de belirgin farklılıklar olup, kuzey zonda volkanik kayalar, güney zonda tortul kayalar yaygın birimler olarak gözlenmektedirler [27]. Ayrıca, Doğu Karadeniz’deki önemli masif sülfid yataklarının Geç Kretase yaşlı dasit-riyodasit ve bunların piroklastitleri ile ilişkili olması, bölgede yapılan çalışmaların daha çok maden yatakları ağırlıklı olmasına neden olmuştur.

İnceleme alanı, Doğu Pontid Tektonik Kuşağı’nın doğusunda yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, Dağbaşı (Araklı-Trabzon) yöresinde yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı volkanik kayaların petrografisi ve jeokimyasını ortaya koyarak, volkanizmanın gelişimi ve petrolojisi incelenmiştir.

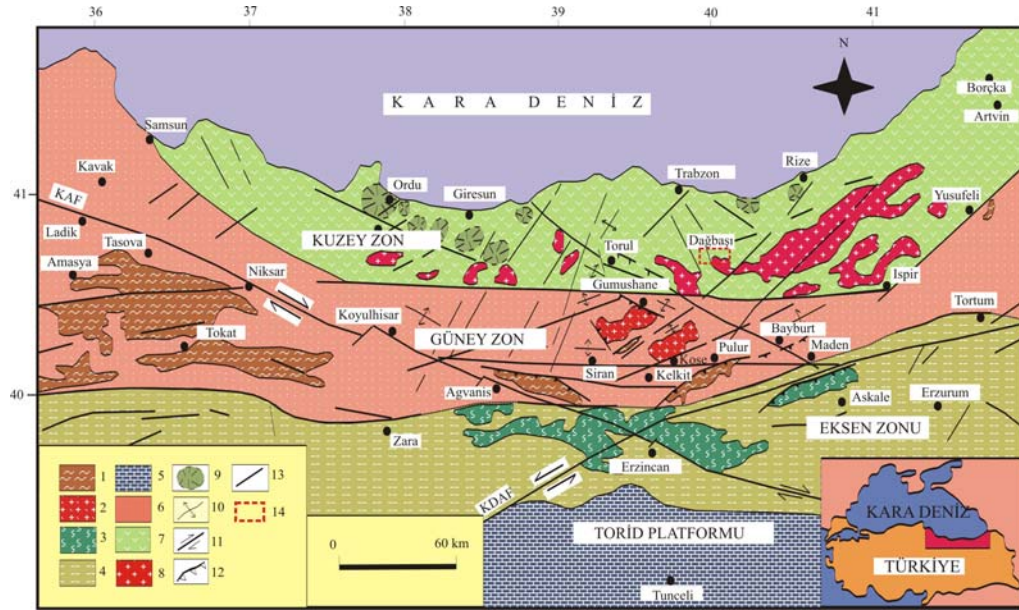


Şekil 1. Doğu Pontidler’deki kayaç yayılımını gösteren jeolojik harita ([27]’den değiştirilerek)

2. Analiz yöntemleri

Çalışma kapsamında araziden alınan 30 adet el örneğinin ince kesitleri hazırlanarak polarizan mikroskopta ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu örneklerin petrografik özellikleri belirlenerek modal analizleri yapılmış ve adlandırılmışlardır. Arazi çalışmaları ve petrografik incelemeler sonucu mümkün olduğunca ayrışmadan etkilenmemiş 9 örnekten ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Önce çeneli, sonra halkalı öğütücüde yaklaşık 200 meshe kadar öğütülen örneklerin ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri için ACME Analitik Laboratuvarı ölçülmüştür. Toz örneklerden 0.250 g dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve ppm olarak nadir toprak

element analizleri gerçekleştirilmiştir.

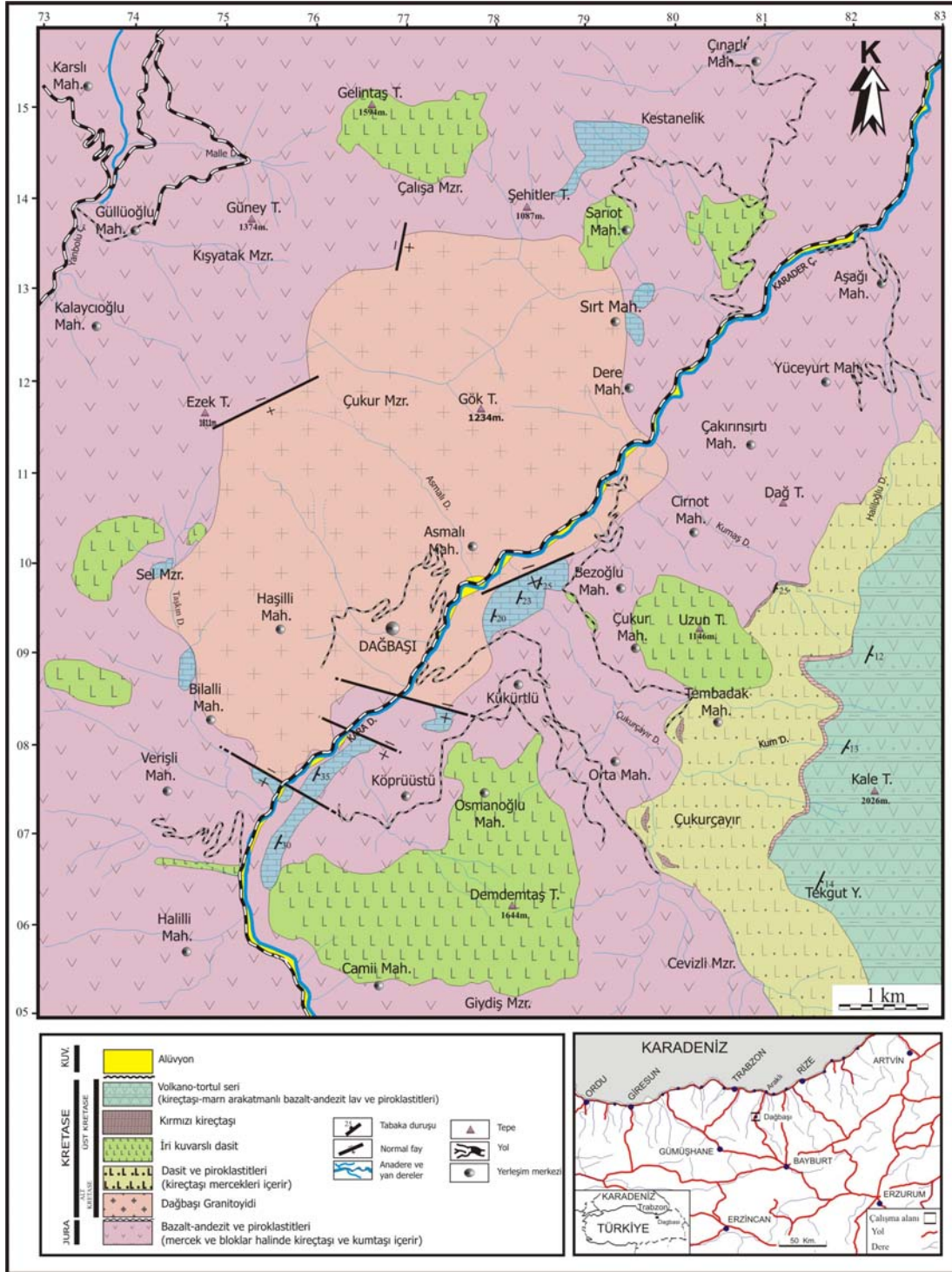


Şekil 2. Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri, (1) Paleozoyik metamorfik taban, (2) Paleozoyik granitler, (3) Manto peridotitleri, (4) Genellikle Mesozoyik ve Senozoyik kayalar, (5) Karbonatlar, (6) Başlıca Mesozoyik ve Senozoyik sedimanter kayalar, (7) Geç Kretase ve Eosen yaşlı yay volkanitleri, (8) Eosen granitleri, (9) Kaldera veya dom, (10) Kıvrım eksenleri, (11) Doğrultu atımlı fay, (12) Bindirme fayı, (13) Tanımlanmamış fay, (14) Çalışma alanı ([20]'den alınmıştır).

3. Genel Jeoloji

İnceleme alanı Dağbaşı (Araklı-Trabzon) beldesi ve yakın civarında, volkanik ve plütonik kayaların egemen olduğu, yaklaşık 50 km²'lik bir alandan oluşur. Bu alanda yüzeyleyen kayalar Jura'dan Kuvaterner'e kadar uzanan geniş bir süreçte gelişmişlerdir. İnceleme alanının büyük bir bölümünde yüzeyleme veren tabandaki Liyas volkanitleri, bazalt, andezit, spilitik bazalt ve bunların piroklastikleri ile yer yer mercek yer yer de bloklar halinde kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 3).

Bu birimler Geç Kretase yaşlı Dağbaşı Granitoyidi (88.1±1.7 - 82.9±1.3 my) tarafından kesilmiştir [24,16,17]. Geç Kretase yaşlı Uzun Tepe Dasiti yer yer de dayklar şeklinde olup, dasitik lav ve piroklastitlerini, Dağbaşı Granitoyidini ve Liyas volkanitlerini kesmektedir. İri kuvarşlı dasitler üzerine kırmızı kireçtaşları gelmektedir. Çalışma alanının en genç birimi olan volkano-tortul seri kırmızı kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelir. Bütün bu birimler uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı Alüvyonlar tarafından üstlenilmektedir (Şekil 3).

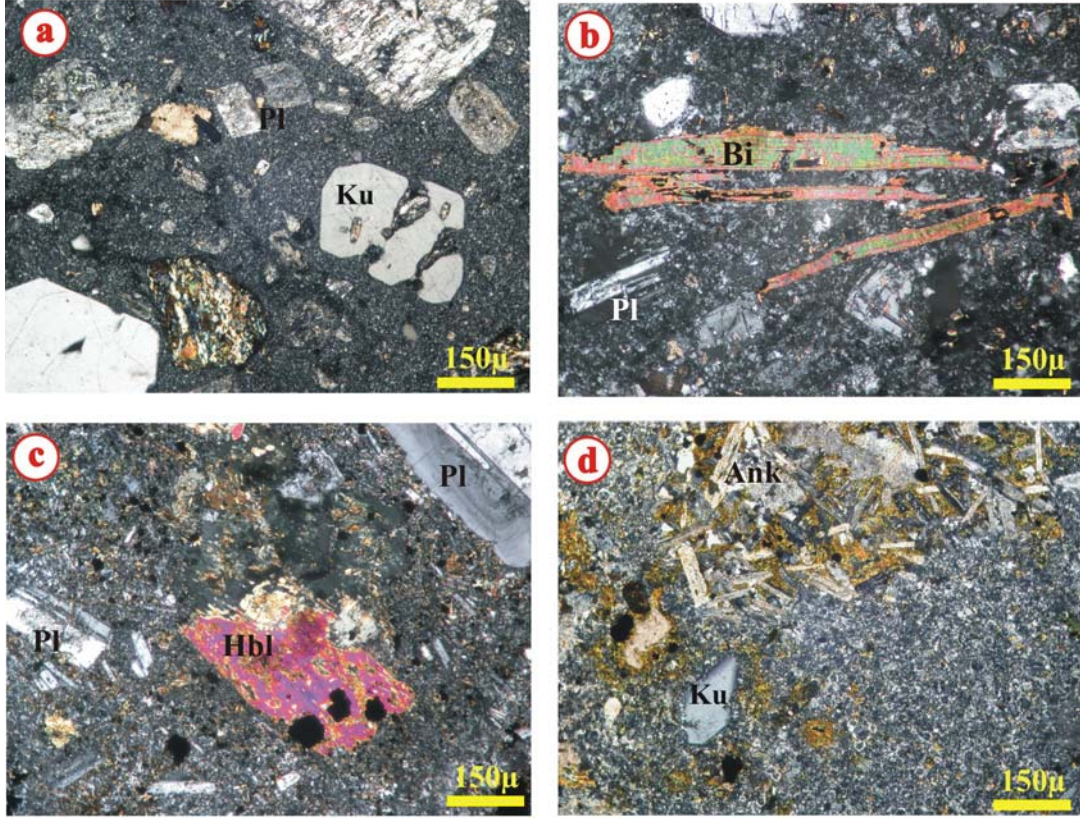


Şekil 3. İnceleme alanının yer bulduru ve jeolojik haritası [24]'den değiştirilerek).

4. Petrografi

Geç Kretase volkanitleri inceleme alanının büyük bir kısmında yüzeylenmektedir (Şekil 3). Geç Kretase volkanitlerine ait dasitlerde mikrogranüler porfirik, sferolitik ve glomerofirik dokular görülür. Fenokristaller plajiyoklas, kuvars, ortoklas, biyotit ve hornblendden oluşur. Öz ve yarı öz şekilli olan plajiyoklaslar andezin (An_{35-45}) ve oligoklas (An_{18-28}) bileşimindedir. Albit ve polisentetik ikizlenme gösterirler. Bazı plajiyoklas minerallerinde zonlu yapı görülmektedir. İri kuvars kristallerinin kenarları

hamur tarafından kısmen yenmiştir (Şekil 4a). Genellikle çatlaklı yapıda ve dalgalı sönme belirgindir. Alkali feldispat mineralleri, küçük yarı öz şekilli kristaller halinde bulunurlar. Ayrışma ürünü olarak serizit minerali yaygındır. Biyotit, iri levhamsı kristaller ve hamurda da küçük daneler halinde bulunurlar (Şekil 4b). (001) yüzeyine paralel dilinimler belirgin ve bu dilinimlere göre paralel sönme gösterirler. Hornblendler, iri prizmatik kristaller şeklinde ve hamurda da küçük kristaller halinde bulunurlar. Hornblend mineralleri yaygın olarak opaklaşmış olarak bulunurlar (Şekil 4c,d).



Şekil 4. a) Geç Kretase volkanitlerindeki dasitlerdeki yenmiş kuvars kristali, b) volkanitlerde gözlenen biyotit fenokristalleri, c) Opaklaşmış hornblend fenokristalleri, d) Dasit içindeki anklavlar (Pl: Plajiyoklas, Ku: Kuvars, Hbl: Hornblend, Bi: Biyotit, Ank: Anklav,).

5. Jeokimya

İncelenen volkanitlerin tüm kayaç ana ve iz element analizleri ile CIPW normatif bileşimi Tablo 1’de, nadir toprak element analizleri de Tablo 2’de verilmiştir.

5.1. Kimyasal sınıflama

Volkanik kayaçların kimyasal adlandırılmasında birçok araştırmacı tarafından değişik kayaç gruplarında kullanılmak üzere ana ve/veya iz elementlere dayalı farklı diyagramlar geliştirilmiştir. Bölgedeki volkanik kayaçların alterasyon oranını göz önüne alınırsa, özellikle ana elementlerin hareketlenmesine neden olabileceği bilinmektedir. Bazı araştırmacılar Na ve K mobilitesinin alterasyonla artabileceğini ve buna karşı SiO₂ içeriğinde zenginleşme olabileceğini belirtmişlerdir [28-29]. Bu nedenle, alterasyona daha az hareketli davrandığı bilinen Zr, Y, Ga, Ni, Nb, Ti, Cr, P, Th ve

NTE (nadir toprak element), özellikle altere kayaçların jeokimyasal ve petrolojik amaçlı yorumların yapılmasında kullanılmaktadır [30-31].

Geç Kretase volkanitleri, kimyasal kayaç sınıflamasına göre [32] dasit ve riyolit alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 5a). Yine aynı diyagram üzerinde [33]'ün alkali-yarı alkali ayrımına göre, Geç Kretase volkanitlerinin (dasit) yarı alkali karakterde olduğu görülmektedir (Şekil 5a). SiO_2 'ye karşı K_2O sınıflama diyagramında [32] Geç Kretase örnekleri düşük-orta potasyum içeriğine sahiptir (Şekil 5b). Ana elementlere dayalı bu adlandırmalarda bazı örneklerin alterasyondan etkilenmesi nedeniyle hareketsiz iz elementlere dayalı kayaç sınıflamasına da yer verilmiştir. Buna göre, [34]'nin Nb/Y'ye karşı $\text{Zr}/\text{TiO}_2 \cdot 0.0001$ kimyasal adlandırma diyagramında; Geç Kretase örnekleri riyodasit/dasit alanına düşmektedir (Şekil 5c). Yarı alkali karaktere sahip kayaçların afinitelerini belirlemek için [33]'ün AFM üçgen diyagramı kullanılmıştır (Şekil 5d). Bu diyagramda, Geç Kretase volkanitlerine ait örneklerde kalkalkali karakterde olduğu görülmektedir (Şekil 5d).

Kayaçların CIPW normlarına bakıldığında normatif kuvars ve hipersten içerdikleri, buna göre de silice kısmen doygun bir ana magmadan itibaren türedikleri düşünülmektedir (Tablo 1).

5.2. Ana ve iz elementler

İncelenen volkanitlerin SiO_2 'ye karşı ana ve iz element değişimleri incelendiğinde (Şekil 6 ve 7), Geç Kretase volkanitlerinin SiO_2 'ye göre MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3^* , P_2O_5 , TiO_2 , Sr, Ni ve Y oranları azalarak negatif bir ilişki gözlenmektedir. Artan SiO_2 'ye karşı CaO , K_2O , Th, Rb ve Ba oranlarında artma görülmektedir. SiO_2 artışına karşın MgO , Al_2O_3 azalması önemli ölçüde plajiyoklas ayrışmasını yansıtmaktadır. Fe_2O_3^* ve TiO_2 azalması magnetit ayrışmasını; P_2O_5 azalışı ise apatit ayrışmasını; Al_2O_3 azalması, hornblend ayrışmasını göstermektedir. SiO_2 'ye karşı Na_2O , Zr, Nb, göreceli olarak düzensiz bir birliktelik eğilimlidir. Gözlenen düzensiz dağılım, kısmen alterasyondan kaynaklanabilir. Değişim diyagramlarında gözlenen düzenli ilişkiler, volkanik kayaçların gelişiminde mineral ayrışmasının etkili olduğunu ve hornblend, plajiyoklas, magnetit ve apatit ayrışmasının önemli ölçüde rol oynadığını göstermektedir (Şekil 6 ve 7). Buna göre, kayaçların bir ana magmadan mineral ayrışmasıyla oluşmuş olabileceklerini ve diğer magmatik olayların (magma karışımı, kabuk özümlemesi gibi) da rol oynadığına işaret etmektedir.

5.3. Uyumsuz elementler

İncelenen kayaçların iz element değerleri, N-tipi MORB'a [35] normalleştirilerek oluşturulan örümcek diyagramlarıyla ana magmaları belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 8a). İz element dağılım diyagramlarına bakıldığında; Geç Kretase volkanitlerine ait kayaçların tümünde büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE; Sr, K, Rb ve Ba) zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementlerce (HFSE; Nb, Zr ve Ti) fakirleşme söz konusudur. Yüksek Sr, K, Rb ve Ba içeriği volkanik kayaçlarda kabuk kirlenmesi+magma karışımının varlığına işaret etmektedir. Negatif Nb ve Ta anomalisi ise, kayaçların ana magmasının gelişiminde yitim bileşeninin etkili bir şekilde rol oynadığını göstermektedir [36]. Bütün bu özellikleri ile incelenen volkanik kayaçların iz element karakteristikleri, yay volkanitlerinin özelliklerini yansıtmaktadır [37].

Tablo 1. Geç Kretase volkanitlerinin ana (% ağırlık) ve iz element (ppm) analizleri ile CIPW normları.

Örnek No	Geç Kretase volkanitleri								
	2	9	13	D24	6	T3	T5	T6	T7
SiO ₂	66.18	70.3	70.65	78.92	75.72	71.53	75.15	72.22	72.41
TiO ₂	0.33	0.31	0.27	0.13	0.28	0.3	0.17	0.24	0.21
Al ₂ O ₃	14.75	13.43	14.14	11.44	12.51	14.22	12.23	13.18	13.86
Fe ₂ O ₃ *	5.15	2.85	2.68	1.26	1.8	3.35	1.53	2.51	1.97
MnO	0.1	0.04	0.03	0.01	0.03	0.05	0.05	0.03	0.02
MgO	4.06	1.05	0.83	0.43	0.59	1.09	0.58	0.64	0.27
CaO	1.13	2.31	1.86	2.03	1.9	2.28	1.94	2.03	1.53
Na ₂ O	4.82	3.32	4.75	4.44	3.16	4.91	4.39	3.55	4.64
K ₂ O	0.52	3.07	1.98	0.49	2.26	0.69	1.07	2.88	2.9
P ₂ O ₅	0.06	0.08	0.08	0.04	0.07	0.09	0.05	0.07	0.07
AK	2.9	3.2	2.7	0.8	1.6	1.5	2.7	2.6	2.1
Toplam	100	99.96	99.97	99.99	99.92	100	99.86	99.95	99.98
Ni	9.4	1.2	1.3	4.1	2	3.7	2.2	4.1	1.1
V	104	38	25	18	32	40	17	28	22
Cu	8.2	42.8	3.4	6.2	5.1	8.9	13.7	5.8	1.5
Pb	84.8	21.5	5.7	18.4	30.8	0.6	1.5	3.1	4.6
Zn	67	37	32	8	26	18	14	29	16
W	0.5	0.6	0.4	0.4	0.7	0.6	0.3	0.4	0.9
Rb	7.6	62.9	29.2	8.5	37.5	13.3	13.6	54.4	42.9
Ba	133.6	438.6	474.2	204.6	934.2	103.6	263.1	586.4	493.1
Sr	198.1	111.6	152.6	248.1	185.5	208.7	139.5	171.9	92.3
Ta	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4
Nb	3.3	5.3	4.5	4.3	5.2	5.3	4.3	5.6	5.3
Hf	2.9	3.7	4	3.2	3.4	3.1	3.1	3.1	2.5
Co	14.4	4	3.3	2.1	1.7	3.6	1.9	3.7	1.6
Zr	84.8	121.6	122.5	86.7	103.4	117.1	96.7	110.6	86.9
Y	24.2	19.1	23.9	17.1	19.5	19.1	18.7	18.5	14
Th	2.3	5.6	3.4	4.8	4.7	4.9	4.3	5.1	7
U	0.6	1.2	0.8	1.1	1.3	1.3	1	1.1	1.2
Ga	14.3	13.3	12.6	10.2	12.6	11.5	9.8	11.2	11.5
Q	28.67	34.05	31.31	46.75	44.69	32.87	40.10	34.56	30.16
Or	3.17	18.77	12.04	2.92	13.6	4.08	6.32	17.02	17.14
An	5.41	11.37	9.01	9.9	9.18	10.72	9.30	9.61	7.13
Ab	41.95	29	41.27	37.83	27.16	41.55	37.15	30.04	39.26
C	4.46	0.62	0.99	0	1.58	1.47	0.44	0.70	0.47
Hy	10.45	2.71	2.13	1.08	1.5	5.35	2.64	3.54	2.15
Mt	0.34	0.14	0.1	0.03	0.1	1.46	0.67	1.09	0.86
He	5.07	2.85	2.69	1.25	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00
Ap	0.13	0.18	0.18	0.09	0.16	0.21	0.12	0.16	0.16
Mg#	44.08	26.92	23.65	25.44	24.69	24.55	27.49	20.32	12.05
K ₂ O/N ₂ O	0.07	0.61	0.27	0.07	0.47	0.09	0.16	0.53	0.41
A/CNK	1.40	1.03	1.06	0.99	1.13	1.10	1.03	1.04	1.02

Not: Fe₂O₃* : Fe₂O₃ cinsinden toplam demir, AK, ateşte kayıp

Mg# = 100xMg/(Mg+Fe), A/CNK= Mol Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O),

Tablo 2. Geç Kretase volkanitlerinin nadir toprak element analiz (ppm) sonuçları.

Örnek No	GeçKretase volkanitleri								
	2	9	13	D24	6	T3	T5	T6	T7
La	13.60	21.30	18.10	17.60	22.80	16.00	16.00	20.00	19.10
Ce	26.20	40.00	35.10	33.50	40.20	34.00	31.70	41.50	36.80
Pr	2.93	4.22	3.95	3.48	4.42	3.57	3.42	4.24	3.65
Nd	12.40	15.40	16.30	12.90	16.30	13.80	13.20	15.60	12.60
Sm	2.90	3.10	3.10	2.40	3.10	2.58	2.44	3.02	2.15
Eu	0.61	0.59	0.68	0.48	0.67	0.65	0.41	0.58	0.53
Gd	3.22	2.80	3.34	2.58	3.08	2.79	2.61	2.74	2.06
Tb	0.60	0.49	0.62	0.42	0.59	0.49	0.48	0.51	0.37
Dy	3.51	2.91	3.72	2.71	2.95	2.77	2.82	2.78	2.08
Ho	0.79	0.63	0.83	0.58	0.67	0.58	0.58	0.55	0.44
Er	2.56	2.06	2.60	1.89	2.13	1.94	1.91	1.86	1.41
Tm	0.40	0.30	0.39	0.30	0.34	0.29	0.29	0.27	0.21
Yb	2.53	2.29	2.53	2.06	2.10	2.20	2.20	2.16	1.63
Lu	0.44	0.35	0.46	0.33	0.35	0.33	0.35	0.32	0.26
(La/Lu) _N	3.20	6.30	4.07	5.52	6.75	5.02	4.73	6.47	7.61
(La/Sm) _N	2.95	4.32	3.68	4.62	4.63	3.90	4.13	4.17	5.59
(Gd/Lu) _N	0.91	0.99	0.90	0.97	1.09	1.05	0.93	1.06	0.98
(Sm+Gd) _N	23.08	22.57	24.33	18.82	23.49	20.29	19.09	22.03	16.04
Eu*	11.54	11.29	12.17	9.41	11.74	10.14	9.55	11.01	8.02
(Eu) _N	7.01	6.78	7.82	5.52	7.70	7.47	4.71	6.67	6.09
Eu	0.61	0.60	0.64	0.59	0.66	0.74	0.49	0.61	0.76

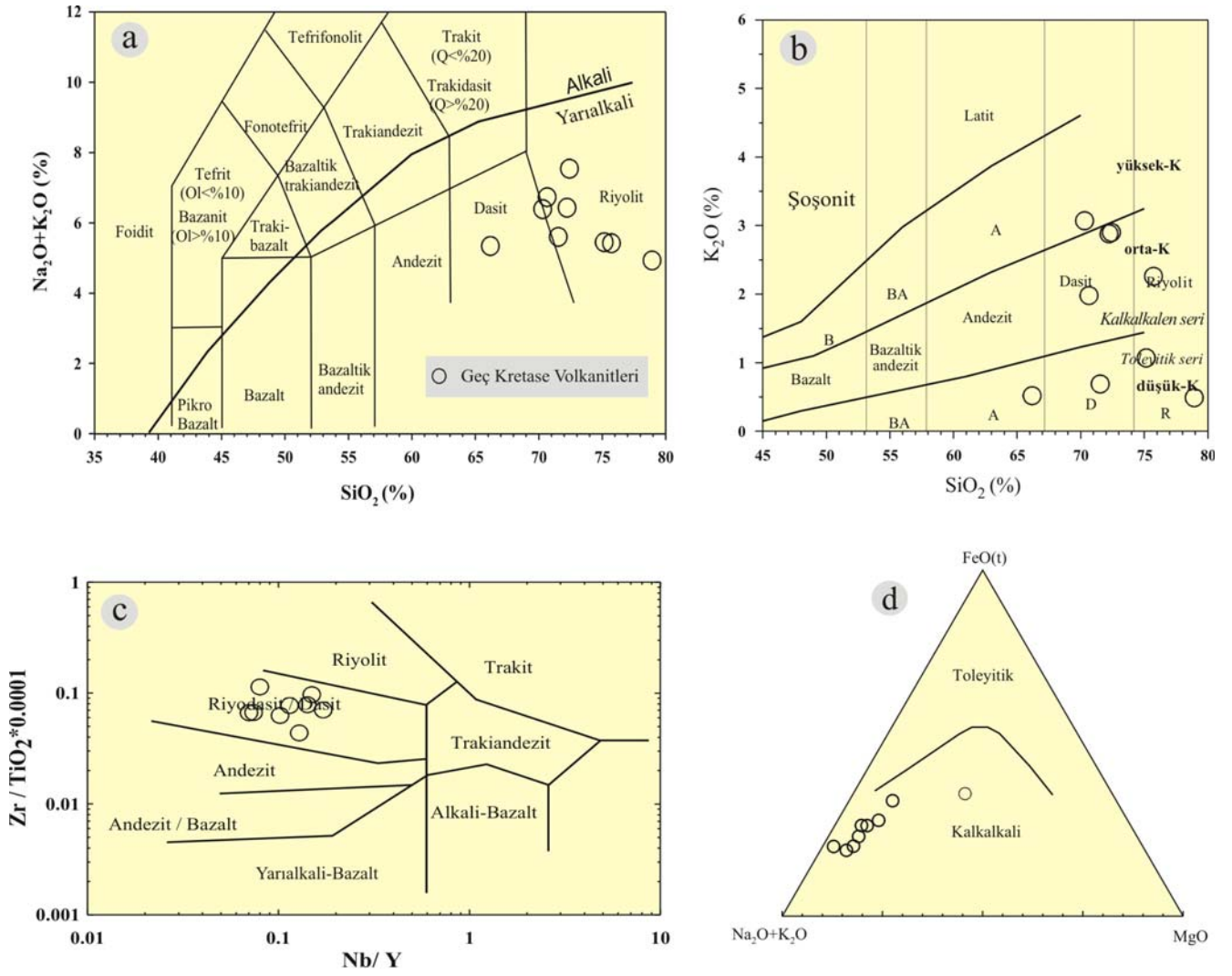
$$Eu^*=(Sm+Gd)_N /2, Eu=(Eu)_N /Eu^*$$

5.4. Nadir toprak elementler

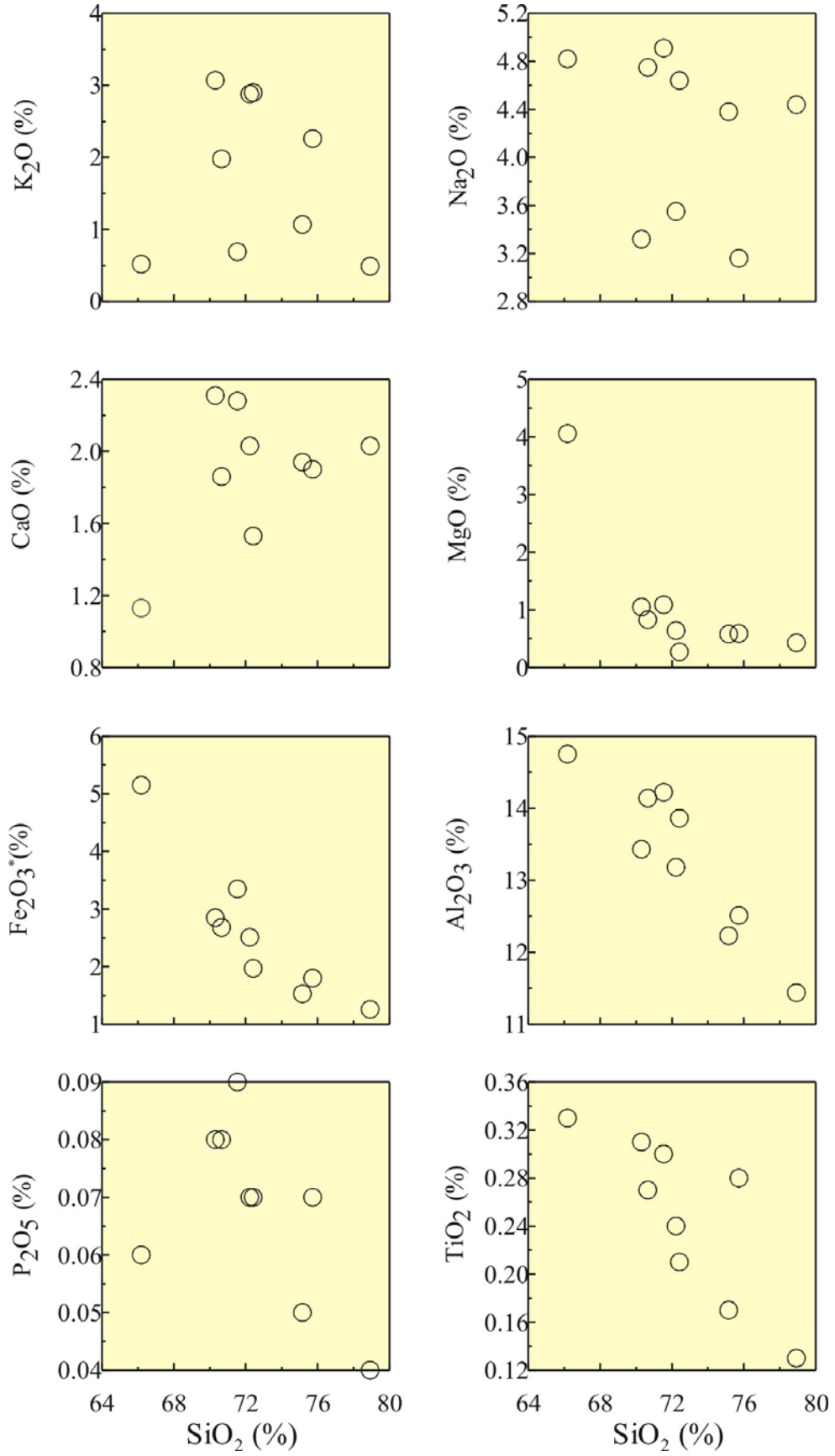
İncelenen volkanitlerin kondrite göre normalleştirilmiş [38] nadir toprak element (NTE) diyagramında, genelde yönsemeler birbirine paraleldir (Şekil 8b). (La/Lu)_N değerleri 3.20-7.61, (La/Sm)_N değerleri 2.95-5.59 ve (Gd/Lu)_N değerleri de 0.90-1.09 arasındadır (Tablo 2). Örnekler LREE'ce daha çok zenginleşmiş, HREE'ce daha az zenginleşmişlerdir. Tüm örneklerde Eu_N değerleri < 1 (0.49-0.76) olup, negatif Eu anomalisi gösterirler. Nadir toprak elementlerin göstermiş olduğu konkav şekil hornblend ve plajiyoklas ayırılmasının kayaçlarda etkili olduğunu göstermektedir.

6. Tektonik ortam

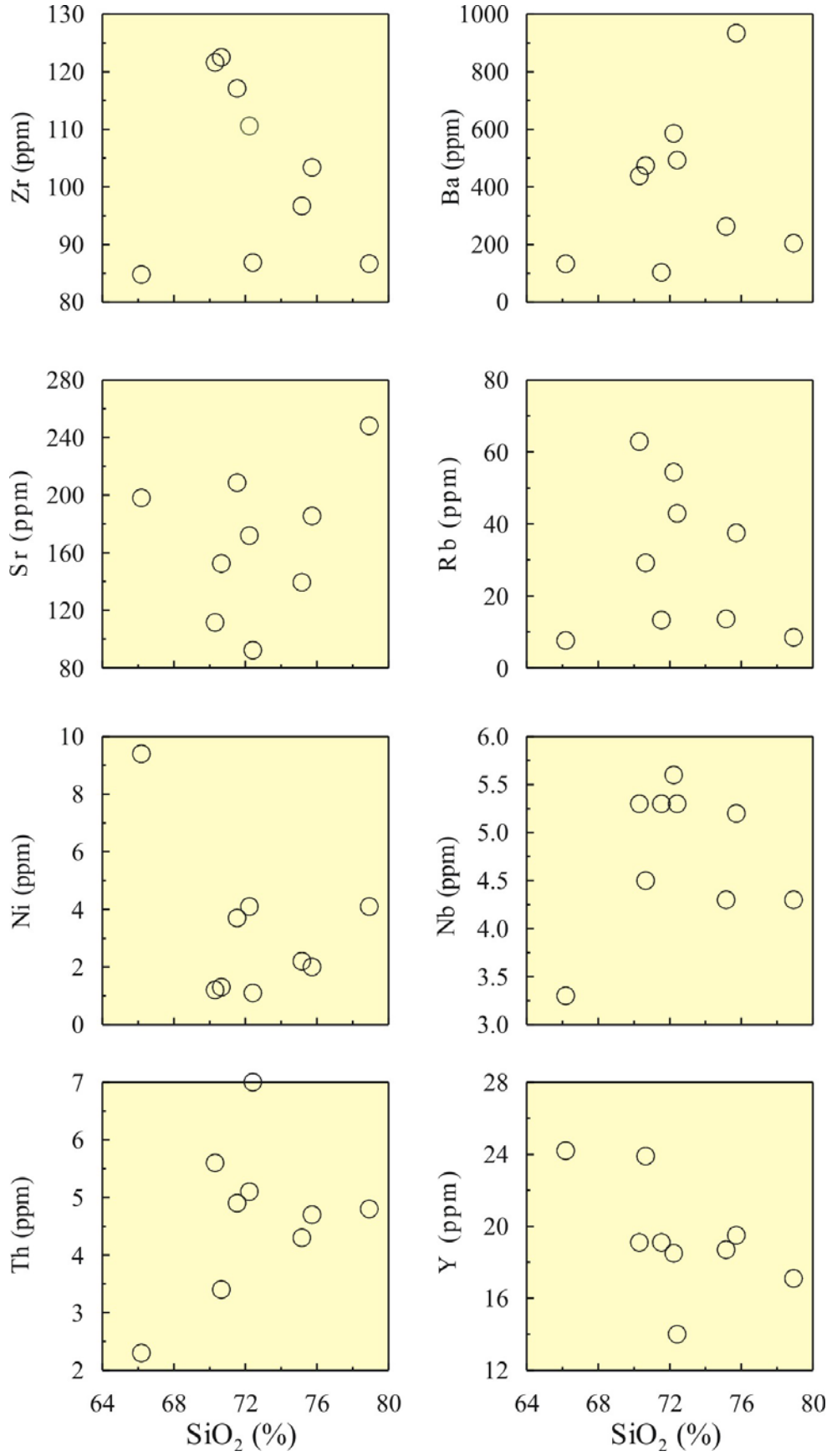
İncelenen Dağbaşı volkanitleri Ti/100-Zr-Sr/2 tektonik ayırtman diyagramında [29], kalk-alkali bazalt alanında yer almaktadır (Şekil 9a). Zr/4-2*Nb-Y diyagramında [39] ise, incelenen volkanik kayaçların volkanik yay bazaltı alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 9b).



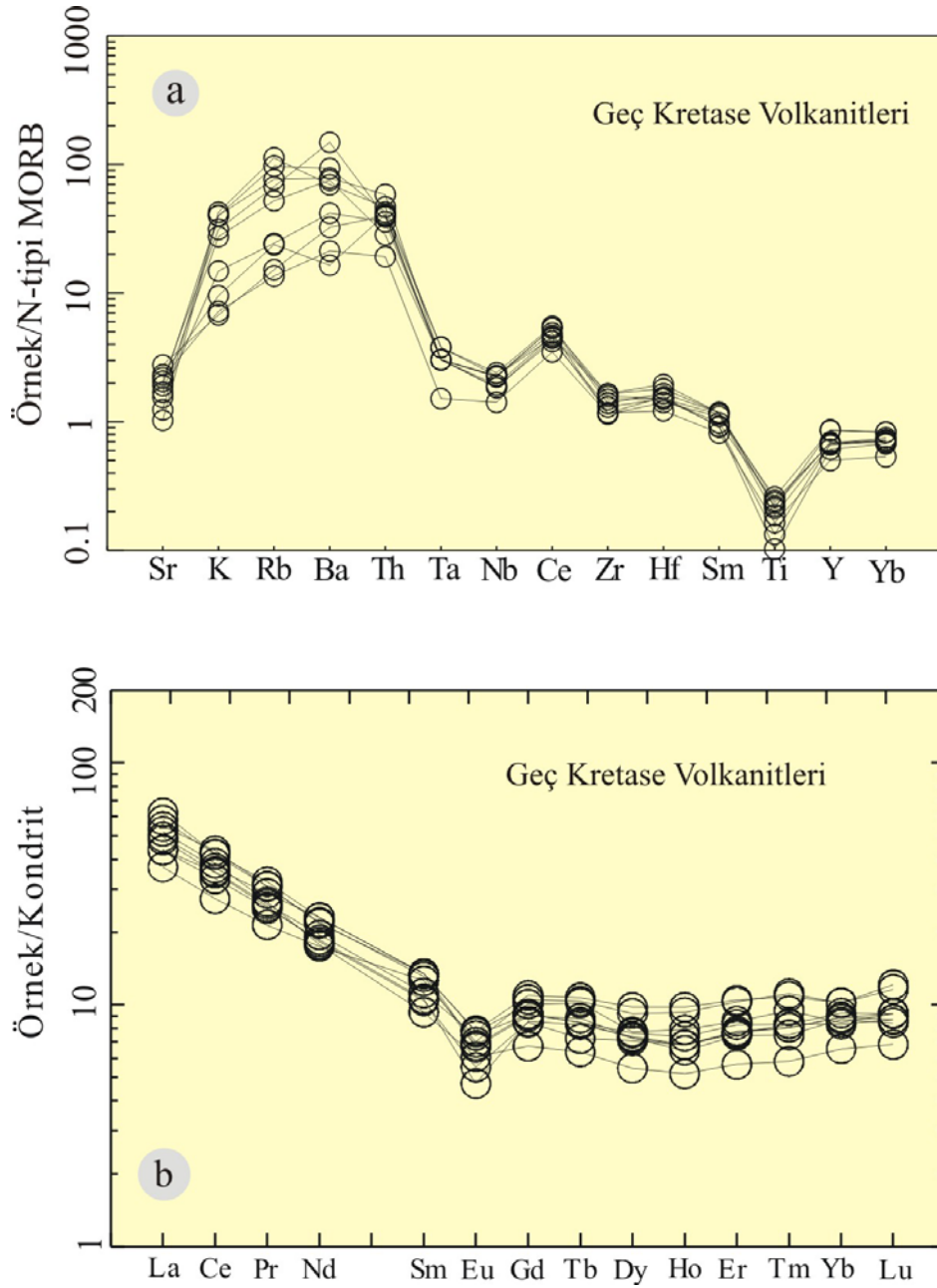
Şekil 5. (a) % SiO_2 'e karşı % $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ kimyasal adlama diyagramı [32]; Alkali-Subalkali eğrisi [33]'a göre, (b) % SiO_2 'e karşı % K_2O kimyasal adlama diyagramı [32], (c) Nb/Y karşı $\text{Zr}/\text{TiO}_2 * 0.0001$ kimyasal adlama diyagramı [34], (d) AFM üçgen diyagramı (Toleyitik-Kalkalkali ayırım eğrisi [33]'a göre).



Şekil 6. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerinin % SiO₂'ye karşı ana element oksit (ağırlık %) değişim diyagramları (semboller Şekil 5'teki gibidir).



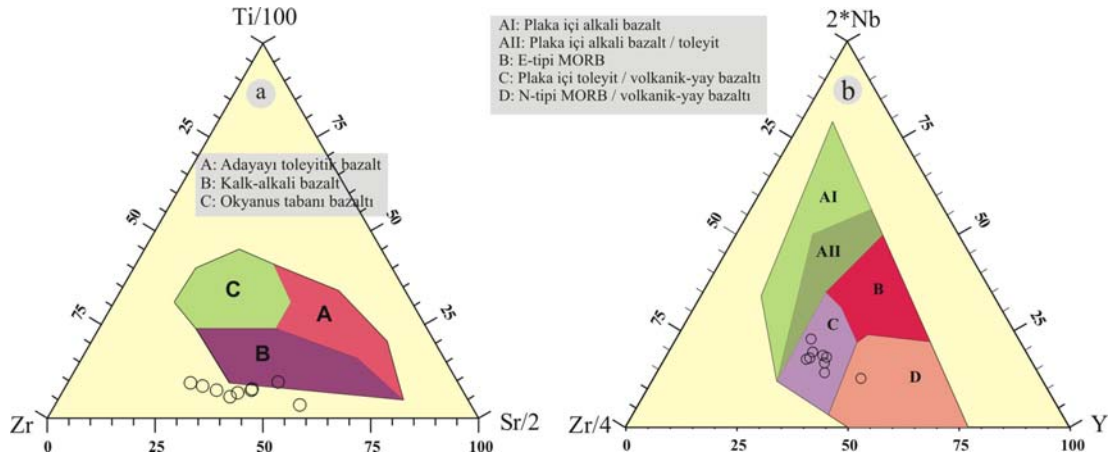
Şekil 7. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerinin % SiO₂'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları (semboller Şekil 5'teki gibidir).



Şekil 8. Dağbaşı Geç Kretase volkanitlerinin a) N-tipi okyanus ortası sırtı bazaltlarına (MORB)'a göre [35] normalleştirilmiş iz element dağılımları, b) Kondrite [38] göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılımları (semboller Şekil 5'teki gibidir).

7. Petrojenez

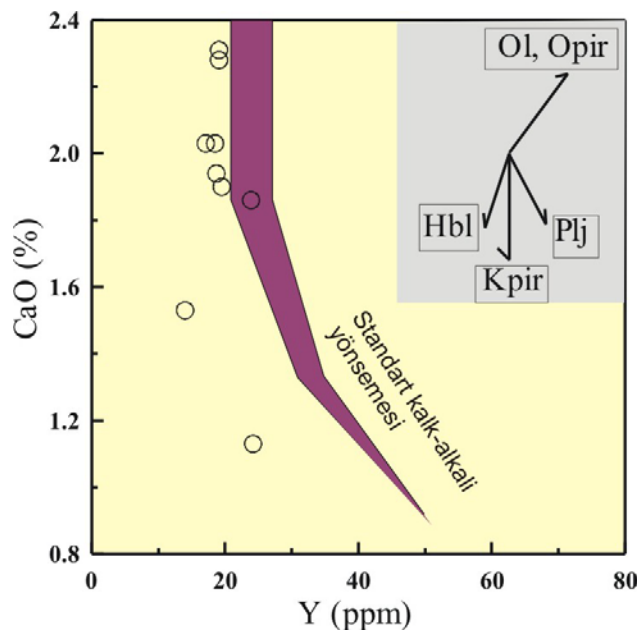
İncelenen kayalarındaki jeokimyasal değişimler, volkanitlerin aynı kökenden türedikleri ve gelişme sürecinde ayrışma, asimilasyon ve magma karışımı olaylarının etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 9. Dağbaşı volkanitlerinin tektonik ayırtman diyagramları, a) Ti/100-Zr-Sr/2 diyagramı [30], b) Zr-Nb-Y diyagramı [39] (semboller Şekil 5'teki gibidir).

7.1. Fraksiyonel kristalleşme

Kalk-alkalen kayaçlarda [40], CaO'e karşı Y diyagramında standart bir kalkalkali yönsemesine göre Y içeriğindeki zenginleşme ve tüketilmeyi esas alınmıştır. J- ve L-tipi yönsemeler tanımlanmıştır (Şekil 10). Bu yönsemelerden L-tipi olanlar klinopiroksen ve plajiyoklas denetimli ayrılaşma ya da kaynak kayada tutulmasına, J-tipi olanlar da hornblend (\pm granat) ve apatit kontrollü ayrılaşma ya da kaynak kayada tutulmasına işaret etmektedir. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) yöresinde incelenen volkanitler standart kalk-alkali yönsemesine göre Y'ce tüketilmiş olup, J-tipi bir yönseme sunmaktadır (Şekil 10). Bu yönseme volkanitlerin gelişiminde hornblend denetimli bir ayrılaşmanın varlığını ortaya koymaktadır. Hornblend ayrılaşmasının kayaçların kimyasal değişiminde etkili olması, muhtemelen kıtasal kabuğun derinliklerinde bir magma odasında ayrılaşmanın gerçekleşmesi gerekliliğini göstermektedir. Ancak kayaçlardaki yüksek Y (Şekil 11a) ve yüksek La/Y oranları ayrılaşmada granatın önemli olmadığını göstermektedir. Y-Zr diyagramında (Şekil 11b) izlenen yönelim de hornblend ayrılaşmasına işaret etmektedir.

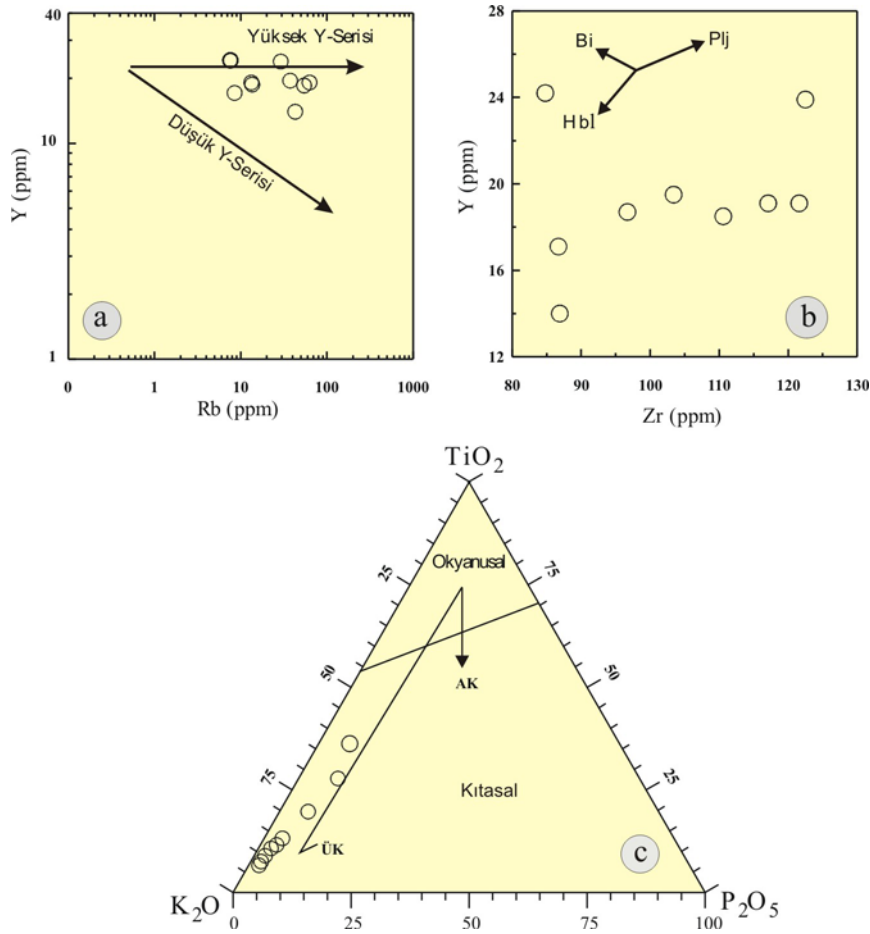


Şekil 10. Dağbaşı volkanitlerinin % CaO'e karşı Y (ppm) diyagramı [40] (semboller Şekil 5'teki gibidir).

7.2. Asimilasyon

Kayaçlarda gözlenen yüksek SiO_2 , La ve Ce içerikleri, LIL element zenginleşmeleri, ana magmanın yükselimi sırasında kabuk malzemesi ile etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Bu zenginleşme, muhtemelen magmanın yükselimi sırasında kıtasal kabuk kirlenmesi veya ayrışma (AFC) ile gelişen kirlenme [41-42] ile açıklanabilir.

Kabuksal kirlenmeye uğramamış ve az ayrılmış rifitlerle ilişkili volkanitlerin TiO_2 içerikleri (2-4 wt%) yüksektir [28,43]. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerinin TiO_2 içerikleri düşük olup 0.13-1.13 arasındadır. Benzer şekilde P_2O_5 içeriklerinde kabuksal kirlenme olup olmadığını kontrol etmekte kullanılabilir. P_2O_5 alt kabukta yüksek, üst kabukta düşük değerlerdedir [38]. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerinin düşük oranlarda P_2O_5 (0.04-0.37) içeriğine sahip olmaları bunların üst kabuk kirlenmesine maruz kaldıklarını gösterebilir. [30] tarafından önerilen TiO_2 - K_2O - P_2O_5 tektonik ayırtma diyagramı magma oluşumu, kabuksal kirlenme ve diferansiyasyon olaylarını yorumlamak için kullanılabilir. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitleri TiO_2 - K_2O - P_2O_5 diyagramında (Şekil 11c) okyanusal alandan üst kabuk karışımı yönünde bir değişime sahiptir. Volkanitlerdeki bu değişim diferansiyasyona bağlı olarak gelişebileceği gibi, kabuksal kirlenme de böyle bir K_2O zenginleşmesine sebep olabilir.



Şekil 11. (a) Y (ppm)'e karşı Rb (ppm) diyagramı, (b) Zr (ppm)'a karşı Y (ppm) diyagramı, (c) TiO_2 - K_2O - P_2O_5 üçgen diyagramı (ÜK: Üst Kabuk, AK: Alt kabuk, [30] (semboller Şekil 5'teki gibidir).

7.3. Magma karışımı

Magma karışımının, kalkalkali kayaçların gelişiminde önemli rol oynadığı bilinmektedir [44-45]. Bu sebeple kayaç kimyasındaki değişim, mafik ve felsik magmaların karışımı sonucu olabilmektedir. Mafik magma mantodan gelen, felsik magma kabuk kirlenmesi ve/veya ayrışma ile türeyebilir [42]. Magmaların karışımını (mixing) belirten petrografik ve dokusal veriler incelenen Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerinde bulunmaktadır [46-47]. Plajiyoklas fenokristallerinde gözlenen tekrarlanmalı zonlanma, elek dokusu, plajiyoklaslarda hamur tarafından kemirilme, iri kuvars kristallerinin hamur tarafından kemirilmesi, Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerindeki magma karışımına işaret ettiği düşünülmektedir (Şekil 4).

8. Sonuçlar ve tartışmalar

Doğu Pontid Tektonik Kuşağının Kuzey Zonu'nda yer alan inceleme sahasındaki Dağbaşı (Araklı-Trabzon) volkanitlerin ana ve iz element içerikleri genel hatlarıyla incelenerek bulgular sunulmuştur. Elde edilen bulgular, Doğu Pontid'lerin bir kısmında yapılmış geniş ölçekli çalışmaların [6,7,14,25] bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

Geç Kretase volkanitleri dasit ve riyolit bileşiminde, düşük-orta K'lu ve kalk-alkalen karakterlidir. $(La/Lu)_N$ değerleri 3.20-7.61, $(La/Sm)_N$ değerleri 2.95-5.59 ve $(Gd/Lu)_N$ değerleri de 0.90-1.09 arasındadır (Tablo 2). N-tipi MORB'a [35] göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramlarında (Şekil 8a), örneklerin tümü LIL elementlerce zenginleşmiş, HFS elementlerce fakirleşmiş olarak görülürler. Negatif Nb ve Ta anomalisi kayaçların ana magma gelişiminde yitimin varlığını işaret etmektedir.

Jeokimyasal değişimler, Dağbaşı volkanitlerinin gelişiminde hornblend, plajiyoklas ve Fe-Ti oksit ayrışmasının önemli rol oynadığına işaret etmektedir [48-49]. Örneklerde gözlenen negatif Eu anomalisi plajiyoklas ayrışmasına işaret etmektedir. Plajiyoklas minerallerinde görülen elek dokusu, kemirilme ve tekrarlanmalı zonlanma; kuvars minerallerinde gözlenen kemirilme; hornblend ve biyotitlerde gözlenen bozunma yapıları ve opaklaşma ve bazı minerallerin diğer minerallerin içinde inklüzyonlar şeklinde bulunması, volkanitlerin gelişiminde magma karışımının da etkili olduğunu göstermektedir. Örneklerde gözlenen yüksek SiO_2 , La, Ce içerikleri, LILE element zenginleşmeleri, ana magmanın kabuk malzemesi ile girişim yaptığına işaret etmektedir.

Sonuç olarak, petrografik ve jeokimyasal veriler volkanitlerin ana magmasının alt kabuk ve/veya üst mantodan türemiş olabileceğini, kayaçların ayrışma, magma karışımı ± kirlenme/asimilasyon olayları sonucunda geliştiklerini göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümü olup, Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından 2004.118.002.02 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- [1] Adamia, S.A., Zakariade, G.S., Lordkipanizde, M.B., 1977. Evolution of the ancient active continental margin, as illustrated by Alpine History of the Caucasus, *Geotectonics*, 11(4), 209-309.
- [2] Eğin, D., Hirst, D.M., Phillips, R., 1979. The Petrology and Geochemistry of Volcanic Rocks from the Northern Harşit River Area, Pontid Volcanic Province, Northeast Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 6, 105-123.
- [3] Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- [4] Kazmin, Ö.G., Sbotrskyhikov, I.M., Ricov, L.E., Zonenshain, L.P., Bovlin, J., Knipper, A.L., 1986. Volcanic Belt as makers of the Mesozoic-Cenozoic Evolution of the Tethys, *Tectonophysics*, 123, 123-152.
- [5] Korkmaz, S., Tüysüz, N., Er, M., Musaoğlu, A., Keskin, İ., 1995. Stratigraphy of the Eastern Pontides, NE-Turkey. Geology of the Black Sea Region, MTA, Ankara, 59-69.
- [6] Çamur, M. Z., Güven, İ. H., Er, M., 1996. Geochemical characteristics of the Eastern Pontide volcanics: An example of multiple volcanic cycles in arc evolution, *Turkish Journal of Earth Science*, 5, 123-144.
- [7] Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey, *Chemi der Erde (Geochemistry)*, 57, 157-187.
- [8] Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M., Dokuz, A., 2005. Postcollisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 441-455.
- [9] Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satir, 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.
- [10] Dokuz, A., 2011. A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse composite pluton, *Godwana Research*, 19, 926-944.
- [11] Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the eastern Pontide orogenic belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey, *International Geology Review*, 52, 2/3, 142-186.
- [12] Temizel, İ., Arslan, M. 2005. İkizce (Ordu) yöresindeki Tersiyer yaşlı kalk-alkalen volkanitlerinin mineral kimyası ve petrokimyası, KD Türkiye, *Yerbilimleri (Earth Sciences)*, 26, 1, 25-47.
- [13] Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G., Peucat, J.J., 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematic of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: implications for extension-related origin and mantle source characteristics, *Lithos*, 128, 126-147.

- [14] Kaygusuz, A., Şen, C., Aslan, Z., 2006. Torul (Gümüşhane) Volkanitlerinin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri (KD Türkiye); Fraksiyonel Kristallenme ve Magma Karışımına İlişkin Bulgular, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 49(1), 49-82.
- [15] Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel W., Şen, C., 2011. Geochemical and Sr-Nd Isotopic Characteristics of Post-Collision Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 20, 137-159.
- [16] Kaygusuz, A., Aydınçakır, E., 2009. Mineralogy, whole-rock and Sr-Nd isotope geochemistry of mafic microgranular enclaves in Cretaceous Dağbaşı granitoids, Eastern Pontides, NE Turkey: evidence of magma mixing, mingling, and chemical equilibration, *Chemie der Erde (Geochemistry)*, 69(3), 247-277.
- [17] Kaygusuz A., Aydınçakır, E., 2011. U-Pb zircon SHRIMP ages, geochemical and Sr-Ndisotopic compositions of Cretaceous plutons in the eastern Pontides (NE Turkey): The Dağbaşı pluton, *Neues Jahrbuch Für Mineralogie*, 188(3), 211-233.
- [18] Arni, P., Doğu Anadolu ve mücavir mntıklarının tektonik ana hatları, M.A.T. Tayini., seri B, No. 4, Ankara, (1939).
- [19] Bektaş, O., Yılmaz, C, Tashlı, K., Akdağ, K., Özgür, S., 1995, Cretaceous, Rifting of the Eastern Pontide Carbonate Platform (NE Turkey); The Formation of Carbonate Breccias and Türbidites as Evidiance of a Drowned Platform, *Giornale di Geologia*, 57, 233-244.
- [20] Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Nafiz, M., Jacoby, W.R., Özer, R., 2006. Three directional Extensional Deformation and Formation of the Liassic Rift Basins in the Eastern Pontides (NE Turkey), *Geologica Carpathica*, 57, 5, 337-346.
- [21] Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Pul, D., 2007. Mid-Cretaceous olistostromal ophiolitic melange developed in the back-arc basin of the eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey), *International Geology Review*, 49, 12, 1103-1126.
- [22] Bektaş, O, Van, A., Boynukalın, S., 1987. Doğu Pontidler'de (Kuzeydoğu Türkiye) Jura Volkanizması ve Jeotektoniği, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 30, 9-18.
- [23] Tokel, S., 1983. Liyas Volkanitlerinin K-Anadolu'daki Dağılımı, Jeokimyası ve Kuzey-Tetis Adayayı Sistemi Evriminin Açıklanmasındaki Önemi. 37. T.J.B.T.K. Bildiri özetleri, 42-45.
- [24] Aydınçakır, E., Dağbaşı (Araklı-Trabzon) Granitoyidi ve Çevre Kayaçların Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (2006).
- [25] Şen, C., 2007. Jurassic Volcanism in the Eastern Pontides: Is it Rift Related or Subduction Related?, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 523-539.
- [26] Bektaş, O., Çapkınoğlu, Ş., 1997. Doğu Pontid Magmatik Arkında Neptüniyen Dayklar ve Blok Tektoniği, Mesozoyik Havzalarının Kinematığı ile ilgili bulgular, *Geosound*, 30, 451-461.
- [27] Güven, İ.H., 1993. Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250000 ölçekli kompilasyonu. MTA, Ankara (Yayınlanmamış).

- [28] Hart, W.K., Wolde Gabriel, G., Walter, R.C., Mertzman, S.A., 1989. Basaltic Volcanism in Ethiopia: Constraints on Continental Rifting and Mantle Interactions, *Journal of Geophysical Research*, 94, 7731-7748.
- [29] Humphris, S. E., Morrison, M. A., Thompson, R.N., 1978. Clinopyroxene phenocrysts in basaltic alkaline magmas: chemical and optical zoning, *Geological Society of New Zealand Miscellaneous Publication*, 101a, 124.
- [30] Pearce, J. A., Cann, J. R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 290-300.
- [31] Floyd, P.A., Winchester, J.A., 1975. Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements, *Earth and Planetary Science Letters*, 27, 211-218.
- [32] Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., ve Woolley, A. R., Zanettin, B., A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, 133, Blackwell, Oxford, (1989).
- [33] Irvine, T. N., Baragar, W. R. A., 1971. A Guide to chemical classification of the common volcanic rocks, *Can J. Earth. Sci.*, 8, 523-548.
- [34] Winchester, J. A., Floyd, P. A., 1976. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, *Chemical Geology*, 20, 97-127.
- [35] Sun, S., McDonough, Q. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle compositions and processes. In Saunders, A. D., & Norry, M. J. (Eds) *Magmatism in the ocean basins*, *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 42, 312-345.
- [36] Pearce, J. A., The role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margin, In; Hawkesworth, C. J. ve Norry, M. J. (Eds) *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, 230-249, Shiva, Cheshire, (1983).
- [37] Pearce, J. A., Trace element characteristics of lavas from destructive plate margins in: Thorpe R. S (Eds) *Andesites: Orogenic Andesites ve Related Rocks*, 525-548, John Wiley, New York, (1982).
- [38] Taylor, S. R., ve McLennan, S. M., *The Continental Crust; Its Composition and Evolution*, 312, Blackwell, Oxford, (1985).
- [39] Meschede, M., 1986. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram, *Chemical Geology*, 56, 207-218.
- [40] Lambert, R.J., Holland, J.G., 1974, Yttrium Geochemistry Applied to Petrogenesis Utilizing Calcium-Yttrium Relationships in Minerals and Rocks, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38, 1393-1414.
- [41] DePaolo, D.J., 1981. Trace Element and Isotopic Effects of Combined Wallrock Assimilation and Fractional Crystallization, *Earth and Planetary Science Letters*, 53, 189-202.
- [42] Grove, T.L., Donnelly-Nolan, J.M., 1986. The Evolution of Young Silicic Lavas at Medicine Lake Volcano, California: Implications for the Origin of Compositional Gaps in Calc-Alkaline Series Lavas, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92, 281-302.

- [43] Coish, R.A., Sinton, C.W., 1992. Geochemistry of Mafic Dikes in the Adirondack Mountains: Implications for Late Proterozoic Continental Rifting, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 110, 500-514.
- [44] Eichelberger, J.C., 1978. Andesitic Volcanism and Crustal Evolution, *Nature*, 275, 21-27.
- [45] Gerlach, D.C., Grove, T.L., 1982. Petrology of Medicine Lake Highland Volcanics: Characterization of end Members of Magma Mixing, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 80, 147-159.
- [46] Robert, U., Foden, J., 1993. Geochemical and Isotopic (SR, Nd) Variations in Magmatic Series from the Bodrum Volcanic Complex (SE Aegean), *Bulletion of Geochemical Society of Greece*, XXVIII/2, 275-291.
- [47] Arslan M., Kurt H., Kayabalı I., 1998a. Evidence on Mixing of Mantle and Crustal derived magmas in bodrum (Muğla) area Volcanic Rocks, Southwest Turkey, *Mineralogical Magazine*, 62A(1), 75-76.
- [48] Aydınçakır E., Kaygusuz A., Şen C., 2006. Petrographical and petrochemical characteristics of the Liassic Volcanics in the Dağbaşı (Trabzon) area, NE Turkey. *Berichte der Deutschen Mineralogischen Ges., Beih. z. European, Journal of Mineralogy*, 18, 11.
- [49] Aydınçakır, E., Kaygusuz, A., Sen, C., Aslan, Z., 2007. Petrographic and petrological characteristics of Dagbasi (Araklı-Trabzon) volcanites, NE Turkey, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Abstracts of Goldschmidt Conference, Köln, Germany, 17, A47.