

Sakarya Zonunun Güney Kesiminde Yüzeyleyen Geç Kretase Alkalen Volkanitlerinin Jeokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması

Comparison of the Geochemical Characteristics of Late Cretaceous Alkaline Volcanic Rocks from the Southern Border of Sakarya Zone

Cüneyt ŞEN^{1,a}, Emre AYDINÇAKIR^{*2,b}, Ufuk Celal YAĞCIOĞLU^{1,c}, Tülay BAK^{1,d}

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

²Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane

• Geliş tarihi / Received: 01.03.2018 • Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 15.05.2018 • Kabul tarihi / Accepted: 22.05.2018

Öz

Sakarya Zonunun güney kesiminde Bayburt, Amasya-Gümüşhacıköy ve Ankara-Kalecik lokasyonlarında Üst Kretase'nin son dönemlerinde benzer stratigrafik seviyelerde yüzeyleyen alkaline volkanitler makroskobik olarak iri analsimleşmiş lösit porfirleri ve iri piroksen porfirleri içeren iki farklı litoloji sunarlar. Bu kayalar çarpışma öncesi yaşlı okyanus kabuğunun yitim açısının dikleşmesi sonucu, metasomatizmaya uğramış flogopitce zengin manto kayalarının düşük dereceli kısmi ergimesi sonucu oluşan kaynak magmalardan itibaren oluşmuşlardır. Oluşumlarını izleyen süreçte alkaline magma, kabuk içerisindeki orta/sığ derinliklerdeki magma odalarında diferansiyasyona uğrayarak, iki farklı litolojide yeryüzüne ulaşmıştır.

Anahtar kelimeler: Alkaline volkanizma, Analsimleşmiş lösit, Sakarya Zonu, Üst Kretase

Abstract

Alkaline volcanics exposed at similar stratigraphic levels in Upper Cretaceous at Bayburt, Amasya-Gümüşhacıköy and Ankara-Kalecik locations along the southern boundary of the Sakarya Zone provide macroscopically two different lithologies which are containing large pyroxene porphyries and large analcimized leucite porphyries. These rocks formed as a result of the low-grade partial melting of the metasomatized phlogopite-rich mantle rocks, which resulted in the steep subduction angle of the aged oceanic crust before the collision. In the course of following their cases, in the middle / shallow depths of the crust, in the magma chambers they underwent differentiation and reached two different lithologies.

Keywords: Alkaline volcanism, Analcimized leucite, Sakarya Zone, Upper Cretaceous

* Emre AYDINÇAKIR; aydincakir61@gmail.com; Tel: (0456) 233 10 00 (dâhili: 1706); orcid.org/0000-0001-8704-8485

^a orcid.org/0000-0002-2873-073X

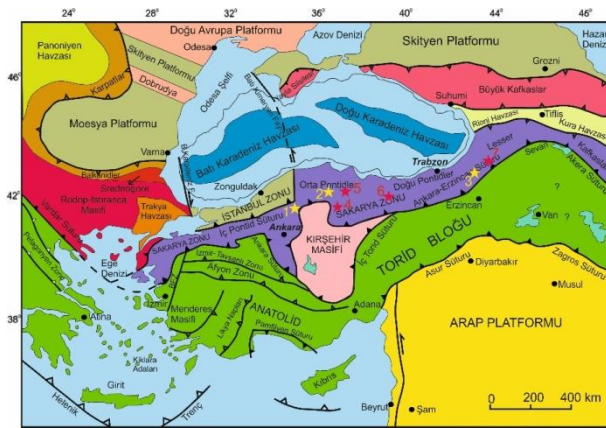
^c orcid.org/0000-0001-7158-9017

^d orcid.org/0000-0002-8845-3877

1. Giriş

Şengör ve Yılmaz (1981) ile Okay ve Tüysüz (1999) Anadolu'nun kuzeyinde yer alan ve Ege Denizi'nden başlayarak Küçük Kafkaslar'a kadar uzanan tektonik zonu "Sakarya Zonu" olarak adlandırmıştır. Sakarya Zonu, Paleozoyik ve Mesozoyik dönemlerde aktif yitim ve Senozoyik dönemde çarpışma sonucu oluşmuş magmatik aktiviteler ile bunlara eşlik eden tortulaşma ve başkalaşım olayları sonucu vücut bulmuştur. Karmaşık plütonik, volkanik, metamorfik ve sedimanter kayaç oluşumlarına tektonik hareketler sonucu gelişmiş kırıklar, kıvrımlar ve sonrasında gelişen fiziksel ve kimyasal ayrışmalar eşlik ettiğinden, Sakarya Zonu'nun oluşumunu anlamak kolay olmamıştır. Bölgedeki jeolojik problemlerin çözümü için ayrıntılı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma, Türkiye'nin tektonik birliklerinden Sakarya Zonu'nun (Şekil 1) güney kesiminde, Ankara-Kalecik (Üşenmez, 1973; Ataman vd., 1976; Gülmez ve Genç, 2015) Amasya-Gümüşhacıköy (Gülmez vd., 2016), Amasya-Merkez (Alp, 1972; Eyüboğlu, 2010; Eyüboğlu vd., 2011), Çorum-Mecitözü (Erk ve Seymen, 1993), Tokat-Reşadiye (Seymen, 1975); Bayburt-Everekhanları (Bektaş ve Gedik, 1988; Altherr vd., 2008) ve Erzurum-İspir (Eyüboğlu, kişisel görüşme), benzer stratigrafik düzeylerde (Üst Kretase'nin son dönemleri) yüzeyleme veren alkali volkanitlerin jeokimyasal, petrografik-mineralojik özelliklerinin karşılaştırılmasını amaçlamaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanları (sarı yıldızlar, 1-Ankara-Kalecik, 2-Amasya Gümüşhacıköy, 3-Bayburt-Everekhanlar) ve stratigrafik olarak benzer oluşumların (4-Çorum-Mecitözü, 5-Amasya Merkez, 6-Tokat-Reşadiye ve 7-Erzurum-İspir) Türkiye Tektonik Birlikleri'nden (Okay ve Tüysüz, 1999) Sakarya Zonu içerisindeki konumları.

2. Bölgesel Stratigrafi ve İncelenen volkanitlerin konumu

Benzer stratigrafik seviyede bulunan alkali volkanitler Ankara-Kalecik (Orta Pontid'lerde), Amasya-Gümüşhacıköy (Orta-Doğu Pontid geçişinde) ve Bayburt-Everekhanları (Doğu Pontidler'de) yüzeylemektedir.

Orta Pontidler'de temel kayaçları Orta Silüryen kırıntıları üzerine gelen Permo-Karbonifer kireçtaşları oluştururken, Doğu Pontidler'de ise temel kayaçları Erken Karbonifer yaşlı metamorfikler ve bunları keserek yerleşen Orta-Geç Karbonifer yaşlı granitoidler oluşturur (Alp, 1972; Yılmaz, 1973; Çoğulu, 1975; Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Karşı vd., 2016; Kaygusuz vd., 2012, 2016; Dokuz vd., 2017a). Bu temel üzerine uyumsuz olarak gelen Jura yaşlı kayaçlar, Orta Pontid'lerde, yer yer Permian kireçtaşı blokları içeren kırıntılılardan oluşmaktadır (Alp, 1972).

Doğu Pontid'ler de ise birbirleriyle yanal geçiş gösteren ve kısa mesafelerde kalınlık farkları sunan epiklastik kayaçlarla birlikte andezit, diyabaz, bazalt, aglomera, tuf ve tüffitler bulunur. (Şen, 2007; Yılmaz ve Kandemir, 2003; Kandemir, 2004; Kandemir ve Yılmaz, 2009; Dokuz vd., 2017b; Karşı vd., 2017). Neredeyse, tüm Pontid'ler boyunca Erken-Orta Jura çökellerinin birikiminden sonra, Malm'den itibaren, Alt Kretase sonuna kadar süren dönemde, sakin tektonik koşulların kontrolünde karbonat platformu (neritik ve mikritik kireçtaşları) oluşmuştur (Alp, 1972; Yılmaz, 2002). Üst Kretase dönemi, Pontid'lerde litolojik ve jeolojik olaylar bakımından en karmaşık dönemdir (Okay ve Şahintürk, 1997; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011; Kaygusuz vd., 2011; Aydınçakır, 2016). Çalışma alanlarının yer aldığı Pontid'lerin güney sınırları (Ankara - Kalecik; Amasya-Gümüşhacıköy, Bayburt) dikkate alındığında, Üst Kretase dönemi, ofiyolitik melanj oluşumları (Alp, 1972; Bektaş ve Gedik, 1988, Eyüboğlu, 2010, Eyüboğlu vd.; 2011) ve bunları uyumsuz olarak üzerleyen yerel volkanitler ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, marn ve kireçtaşı çökelleri ile temsil edilir. Bu çalışmada incelenen volkanitler de bu stratigrafik seviyede bulunmaktadır. Hem Orta hem de Doğu Pontid'lerdeki çalışma bölgelerinde, Üst Kretase kayaçları, Eosen yaşlı tortul, volkanit katkılı volkano-tortul birimler tarafından örtülmüştür (Okay vd., 1997; Aydın vd. 2008; Aydınçakır ve Şen, 2013; Aydınçakır, 2016; Yücel vd., 2017).

3. Analitik Yöntemler

Bayburt-Everekhanları, Amasya-Gümüşhacıköy ve Ankara-Kalecik lokasyonlarında volkanik kayaların petrokimyasal karakteristiklerini belirleyebilmek için yaklaşık yüz adet kayaç örneği derlenmiştir. Petrografik çalışmalar için Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İnce Kesit Laboratuvarı'nda ince kesitleri hazırlanan örnekler, bölümün Araştırma Mikroskop Laboratuvarı'nda polarizan mikroskop altında incelenerek dokusal ve mineralojik tayinleri yapılmıştır.

Petrografik çalışmalar sırasında taze (veya az ayrılmış) örnekler seçilerek, Örnek Hazırlama Laboratuvarlarında kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Bu örnekler önce çeneli kırıcılarda 1-2 cm boyutlarına indirilmiş, daha sonra tungsten-karbidten yapılmış halkalı öğütücülerde yaklaşık -180 mesh boyutuna kadar öğütülmüştür. 31 adet örnek plastik poşetlerde saklanarak kimyasal ana ve iz element analizleri için Acme Analiz Laboratuvarı'na (Vancouver, Kanada) gönderilmiştir. Ana ve iz elementler ICP (Inductively Coupled Plasma), nadir toprak elementler ise ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) aletleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Öğütülen toz örneklerden 0.2 gr alınarak 1.5 gr LiBO₂ ile karıştırılarak, % 5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözündürülmüştür. Analiz yapılan alete standartlar (STD SO 18)

girildikten sonra örnekler analiz edilmiştir. Ana elementler yüzde ağırlık, iz elementler ise ppm olarak ölçülmüştür. Nadir toprak elementler ise, toz örneklerden 0.25 gr alınarak dört farklı asit içerisinde çözündürülmüş ve analiz sonuçları ppm olarak tespit edilmiştir.

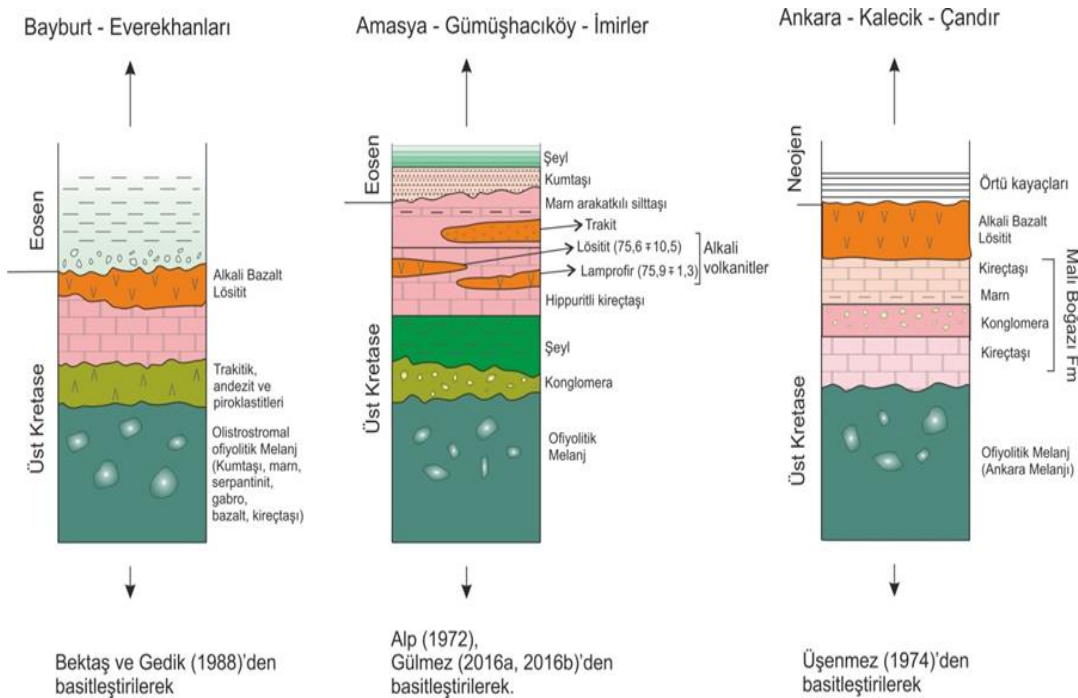
4. Bulgular

4.1. Arazi İlişkileri

Bu çalışmada Sakarya kıtasının (Şekil 1), güney sınırı boyunca Ankara Kalecik'ten Erzurum İspir'e kadar uzanan bir hat üzerinde yer alan ve hemen hem benzer stratigrafik seviyelerde bulunan (Şekil 2) alkalin volkanizmanın iyi gözlemlendiği üç lokasyon, doğudan batıya, Bayburt - Everekhanları, Amasya Gümüşhacıköy - İmirler ve Ankara Kalecik - Tilkiköy lokasyonları çalışılmıştır.

4.2. Bayburt-Everekhanları Yöresi

Çalışma konusu kayaçlar, Bayburt-Erzurum karayolu üzerinde, Bayburt'un Maden Beldesinin 5 km güneyinde yaklaşık 1.5 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil 3). Bölgede ilk ayrıntılı jeolojik çalışmayı yapan Bektaş ve Gedik (1988) seriyi Everekhanları Formasyonu olarak adlandırmıştır. Everekhanları Formasyonuna ait kayaçlar daha sonra ayrıntılı olarak Alther vd. (2008) tarafından çalışılmıştır.



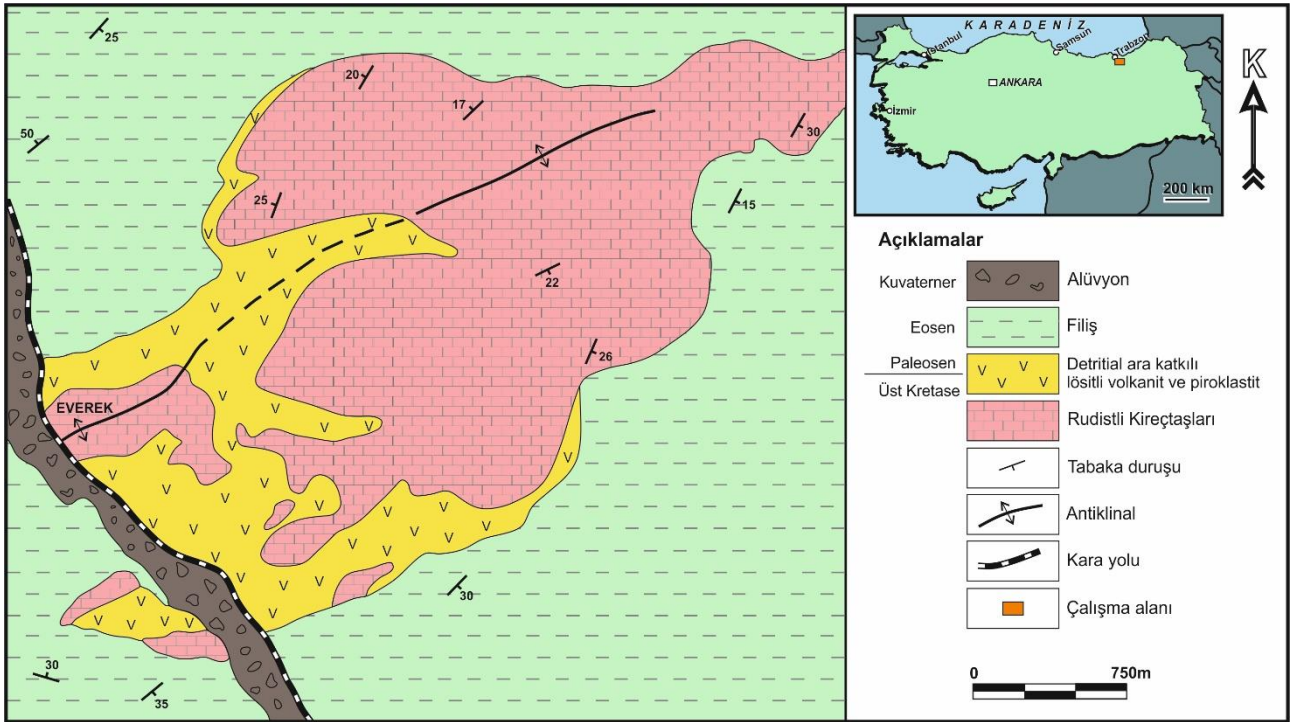
Şekil 2. İnceleme alanlarında bulunan alkalin karakterli volkanitlerin stratigrafik konumu.

Formasyon, Üst Kretase yaşlı kalın tabakalı rudistli resifal kireçtaşlarının düzensiz aşınma yüzeyinin üzerine çökelmiştir. Birim, alttaki kireçtaşlarının oluşturduğu kırmızı renkli konglomeratik bir seviye ile başlar.

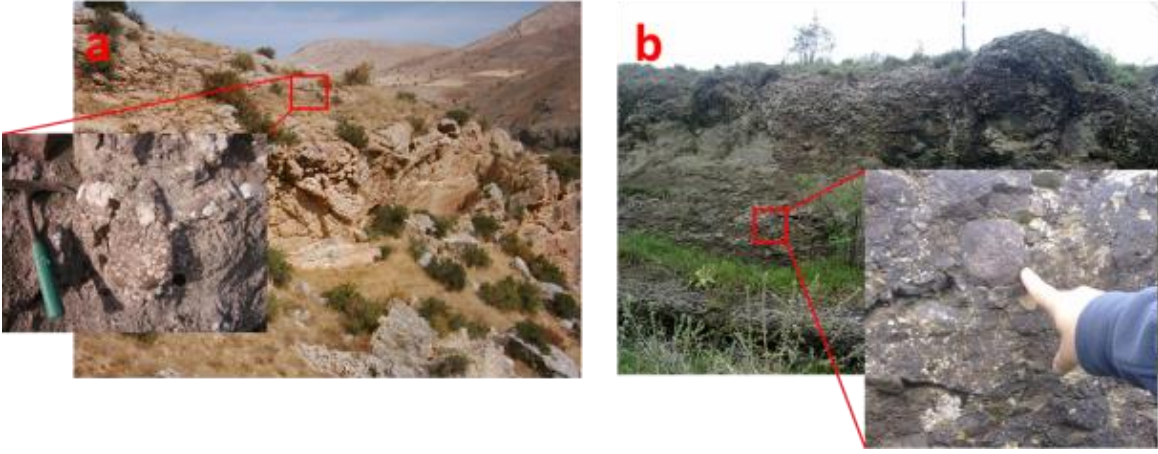
Konglomeratik seviye üzerine, ojit kristallerinin gözle seçilebildiği gri renkli matrikse sahip volkanit ile volkanoklastik seviyeler ardalanmalı olarak gelmektedir. İri analsim kristalleri içeren grimsi-kahverengi matrikse sahip volkanitler ise serinin en üst seviyelerindeki breşik (Şekil 4) ve akma yapılarını oluşturur. Bektaş ve Gedik (1988) formasyonun genel özellikleri itibarıyla karasal volkano-tortul bir istif niteliğinde, toplam kalınlığının da yaklaşık 300 m civarında olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar formasyonun yaşını Paleosen olarak verirken, benzer bir şekilde Altherr vd. (2008) Everekhanları Formasyonunun yaşının alttan Üst Kampaniyen-Maastrisiyen (Özer ve Fenerci, 1993; Fenerci, 1994; Yılmaz vd., 2003) yaşlı rudistli kireçtaşları ile üstten nummulit içeren Üst Pleosen-Yipresiyen yaşlı flišik, konglomera, kumtaşı ve şeyllerden oluşan birim (Okay vd., 1997) ile sınırlandığını belirtmiştir.

4.3. Amasya-Gümüşhacıköy-İmirler Yöresi

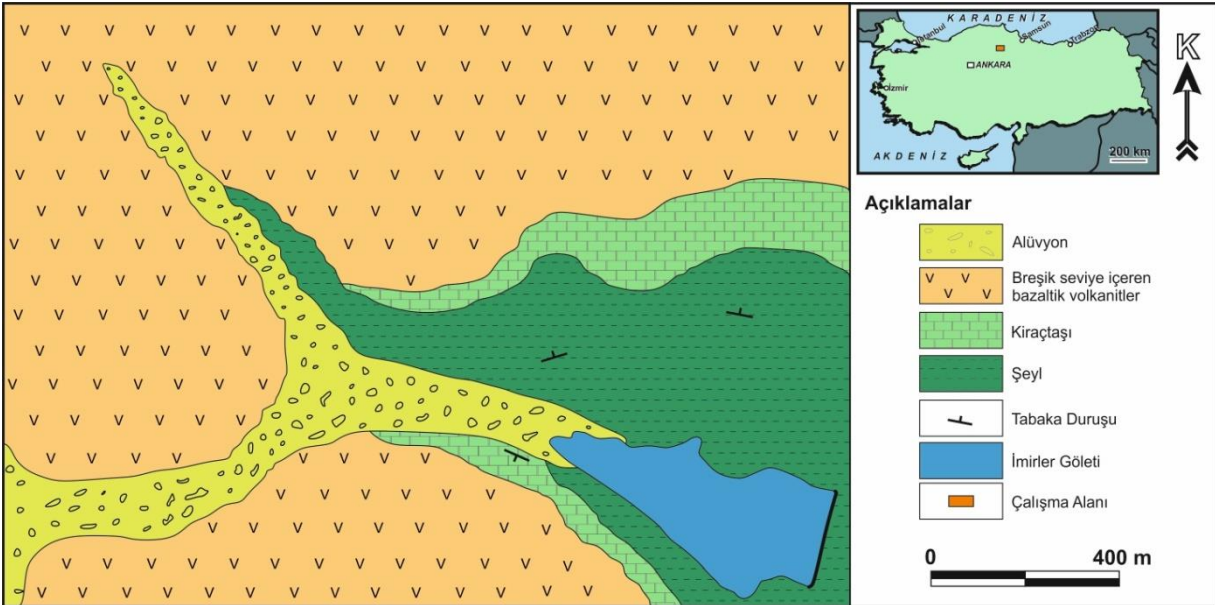
Birim, Amasya-Gümüşhacıköy ve civarında yer yer dayklar, yer yer de küçük alanda akma yapısı göstererek yüzeylenir. Arazi çalışmaları Amasya-Gümüşhacıköy'ün yaklaşık 3 km batısında bulunan İmirler Köyü'nde bulunan göletin memba tarafında yapılmış ve çalışma alanının jeoloji haritası Şekil 5'de verilmiştir. Çalışılan volkanitler, Alp (1972)'nin Lokman Formasyonu olarak adlandırdığı birimin bir parçasıdır. Lokman Formasyonu tabanda ofiyolitik melanjla başlar ve bu seviye üzerine trakiandezit ve piroklastitleri gelir. Formasyonun üst seviyelerinde şeyller ve bunların üzerine uyumlu gelen rudistli resifal kireçtaşları bulunur. İncelenen volkanitler, söz konusu şeyller ile kireçtaşlarını keserek yerleşmiştir (Şekil 6). Alp (1972) çalıştığı Amasya bölgesinde volanizmanın bataklık çökelleriyle aralandığını belirtmesine karşın, incelenen alanda, sadece şeyllere ve bunlarla uyumlu kireçtaşlarına rastlanmıştır. Volkanitlerin de içerisinde bulunduğu, Lokman Formasyonu, Eosen yaşlı kumtaşı, siltası, marn ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan fliš tarafından uyumsuz olarak örtülür (Tüysüz, 1996).



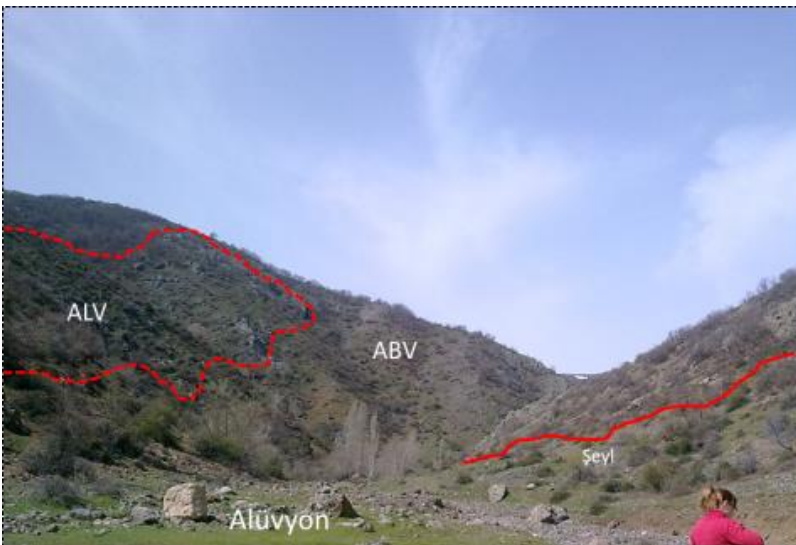
Şekil 3. Bayburt-Everekhanları ve civarının jeoloji haritası (Bektaş ve Gedik, 1988'den alınmıştır).



Şekil 4. Analsimleşmiş lösit içeren köşeli-yarı köşeli bloklardan oluşmuş aglomeramsı-breşler (a). Everekhanları Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen Eosen Flişinin taban seviyelerinde bulunan konglomeralar içerisindeki analsimleşmiş lösit içeren volkanit çakılı (b).



Şekil 5. Amasya Gümüşhacıköy İmirler Köyü ve civarında yüzeylenen alkalin volkanitleri gösteren jeoloji haritası.



► **Şekil 6.** Amasya-Gümüşhacıköy-İmirler Köyü Göletinin memba tarafında şeyller üzerine akmış olarak görülen volkanitler. Analsimleşmiş lösit içeren volkanitler (kırmızı kesikli çizgi ile belirlenen alan) alkalin volkanitler içerisinde sınırlı alanlarda kafalar şeklinde gözlenir.

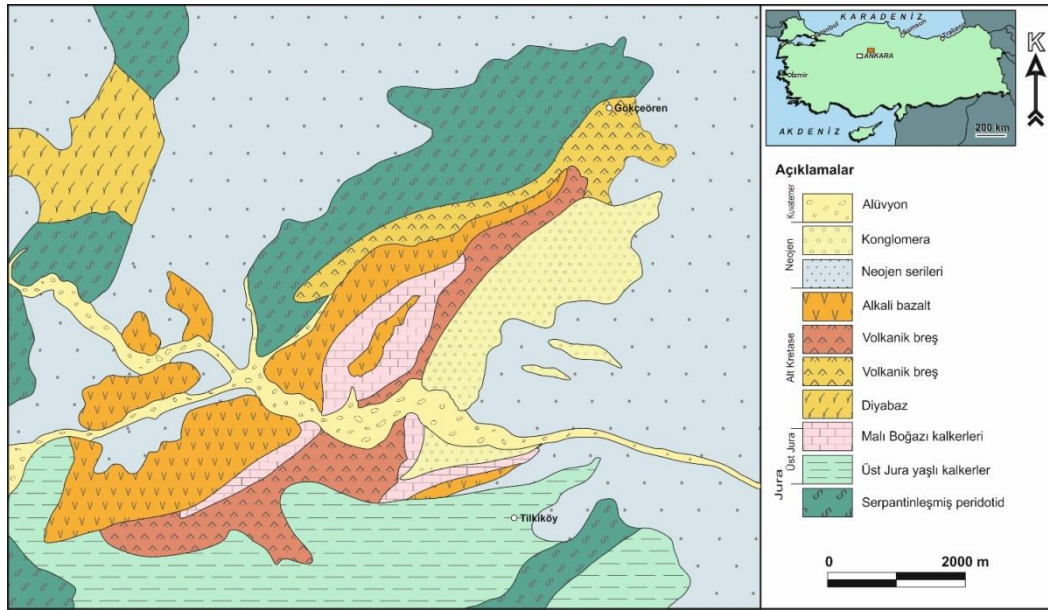
4.4. Ankara-Kalecik-Tilkiköy

Alkalin volkanizmanın ürünlerine Ankara-Kalecik civarında geniş alanlarda dayk ve küçük lav akmaları şeklinde rastlanır. Bu çalışmada incelenen volkanitler, Kalecik İlçe merkezinin yaklaşık 20 km kuzeyinde Tilkiköy-Gökçeören köyleri ile Kızılırmak arasında bulunan alanda yüzeylenirler (Şekil 7).

Üşenmez (1973) tarafından bölgede gerçekleştirilen ilk ayrıntılı çalışmaya göre temeli bazaltik, gabroyik ve serpantinleşmiş kütlelerle beraber bulunan kireçtaşı bloklarından oluşan Ankara Melanjı oluşur. Kireçtaşı blokları

içeren diyabaz ve volkanik breşler bu seri üzerine uyumlu olarak gelir. Malı Boğazı Kalkerleri tabanda konglomeratik bir seviye ile başlayıp, kalkerli kırıntılı seviyelerle kireçtaşlarına geçiş gösterir. Alkalin volkanitler ise söz konusu kireçtaşlarını keserek yerleşmiştir.

Çapan (1984), Malı Boğazı Formasyonunun oluşumunun Senomaniyen'den Maestrichtiyen'e kadar devam ettiğini, Formasyonun üzerinde bulunan alkali bazaltlardan alınan klinopiroksen ve biyotit minerallerinin K-Ar yaşlarının 60-65 milyon yıl (Daniyen) olduğunu belirtmiştir. Tüm bu birimler, Geç Neojen serileri tarafından örtülmüştür (Şekil 8).



Şekil 7. Ankara-Kalecik Tilkiköy-Gökçeören Köyleri ve civarının jeoloji haritası (Üşümez, 1973'den basitleştirilerek alınmıştır).



► Şekil 8. Yeşil renkli, öz ve yarı öz şekilli piroksen kristalleri içeren alkali bazaltik volkanitler (ABV; a, Gümüşhacıköy; b, Kalecik ve c, Bayburt). İri beyazımsı-pembemsi analsimleşmiş lösit içeren volkanitler (ALV; d, Gümüşhacıköy ve e, Bayburt).

4.5. Jeokimya

Her üç lokasyonda da, makroskobik olarak iki farklı tür volkanik kayaç tanımlanmıştır. Yaygın olarak görülen kayaçlar koyu gri, gri renklidir ve makroskopik olarak koyu yeşil renkli piroksen kristalleri içeren alkali bazaltik volkanitlerdir (ABV, Şekil 8a, b ve c). Beyazımsı-pembemsi iri analsimleşmiş lösit içeren volkanitler ise grimsi-kahverengimsi matrikse sahiptir (ALV, Şekil 8d ve e) ve alkali bazaltik volkanitlere göre arazide daha sınırlı alanlarda yayılım gösterirler.

Arazi çalışmaları sırasında derlenen örneklerden itibaren 31 örneğin (Bayburt-Everekhanları 6, Amasya Gümüşhacıköy 12 ve Ankara Kalecik 13 olmak üzere) ana ve iz element analizleri yaptırılmıştır. Sonuçlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Kayaçların SiO₂ içerikleri %45 ila %53 arasında değişmektedir. Genel olarak bakıldığında ALV’lerin SiO₂ içerikleri (ortalama %52) ABV’lere göre (ortalama %48.5) biraz daha yüksektir (Tablo 1).

Bayburt’ta, ALV ortalama olarak yaklaşık %53 civarında SiO₂ içerirken, ABV’lerin SiO₂ içerikleri ortalama %48’dir. Benzer şekilde Gümüşhacıköy ve Kalecikte bulunan ALV’ler yaklaşık %52 SiO₂ içerirken, bunlarla beraber bulunan ABV’lerin ortalama SiO₂ içerikleri sırasıyla %50 ile %47’dir. En yüksek ortalama TiO₂ ve P₂O₅ değerleri Bayburt volkanitlerinde analiz edilmiştir (Tablo 1).

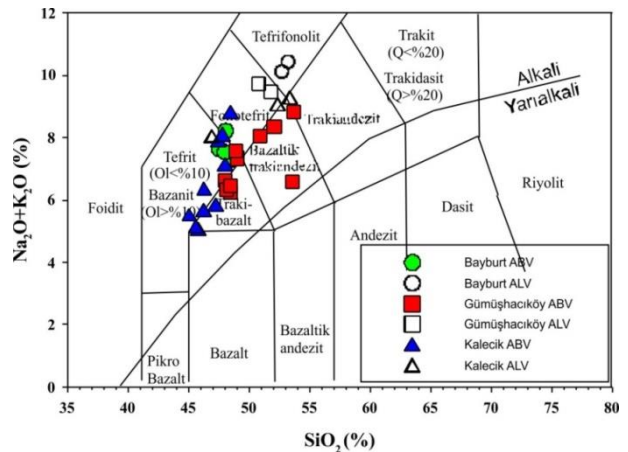
Bayburt’taki ALV’ler yaklaşık %0.74 TiO₂ ve %0.54 P₂O₅ içerirken, eşlik eden volkanitlerin TiO₂ ve P₂O₅ içerikleri ortalama %0.95 ve %0.96’dır. Gümüşhacıköy lokasyonunda ABV’ler ortalama %0.90 TiO₂ ve %0.50 P₂O₅ içerirken, ALV’ler ortalama %0.64 TiO₂ ve %0.52 P₂O₅ içerir. Ankara Kalecik’te bulunan volkanitlerin TiO₂ ve P₂O₅ içerikleri diğer lokasyonlara göre biraz daha düşük olup, ABV’ler ortalama %0.72 TiO₂ ve %0.40 P₂O₅, ALV’ler ise %0.6 TiO₂ ve %0.31 P₂O₅ içerir. ALV’ler ABV’lere göre daha fazla Al₂O₃ içerirler (Tablo 1).

Bayburt ALV’leri ortalama %18.75, ABV’leri ise %16.60 Al₂O₃ içerir. Gümüşhacıköy örnekleri diğer lokasyonlara göre biraz daha az Al₂O₃ içeriğine sahiptir (ortalama %15.40 ALV ve %14.90 ABV). Kalecik’te ise ortalama Al₂O₃ içerikleri ortalamadan hesaplanan standart sapma limitleri içerisinde birbirlerine çok yakın değerlerdedir (%16.0 ABV’de ve % 16.4 ALV’de).

Genel olarak bakıldığında örneklerin Mg# 0.44 ila 0.58 arasında değişmektedir ($Mg\# = (MgO / 40.31) / ((MgO / 40.31) + (0.89 * Fe_2O_3 / 71.89))$) ve bu değerler söz konusu magmaların birincil magmalar (Mg#: 0.63-0.73, Green, 1971) olmadığını gösterir. Söz konusu kayaçların içerdiği düşük Ni (1.5 ila 54 ppm) ve Cr (% 0.003 ila % 0.027 Cr₂O₃) içerikleri de bu savı desteklemektedir (Tablo 1).

SiO₂’ye karşı toplam alkali diyagramında (Şekil 9) tüm örnekler Irvine ve Baragar’ın (1971) önerdiği alkali/yarı-alkali sınırın alkali kısmında yer almaktadır. Bayburt ABV örnekleri tefrit/fonotefrit alanına düşerken, ALV’i ise tefrifonolit alanında yer alır. Gümüşhacıköy ABV örnekleri trakibazalt/bazaltiktrakiandezit ve trakiandezit alanları boyunca sıralanmıştır. Aynı lokasyonun ALV’i tefrifonolit alanında yer alır. Benzer şekilde, Ankara Kalecik’ten derlenen ABV trakibazalt / tefrit ve fonotefrit alanlarında bulunurken, ALV’i ise fonotefrit / tefrifonolit / trakiandezit üçlüsünün oluşturduğu sınırdan yer alır.

Winchester ve Floyd (1977) tarafından önerilen ayrışmaya duyarlı iz elementlerden oluşturulmuş Zr/TiO₂*0.0001’a karşı Nb/Y diyagramında örnekler (Şekil 10), çoğunlukla subalkali/alkali geçiş alanında yer alır. Bunun nedeninin bu kayaçlarda beklenen yüksek Nb değerlerinin olmaması, yani bu kayaçların yitimle ilgili bir kaynaktan türemiş olmalarıdır.



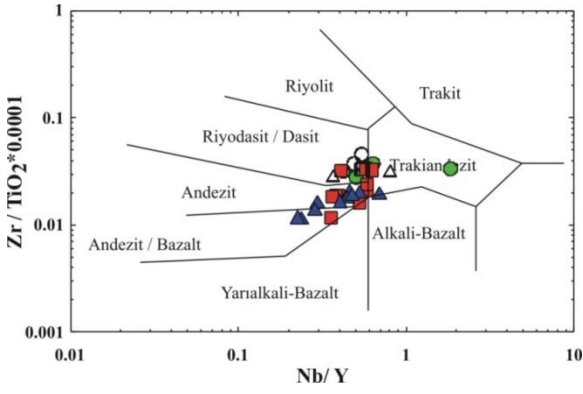
Şekil 9. Çalışma arazilerinden derlenerek analizi yapılan örneklerin toplam alkaliye karşı SiO₂ diyagramındaki (Le Maitre vd., 2002) konumları (alkali-yarı alkali çizgisi Irving ve Baragar, 1971’den).

Tablo 1. Çalışılan kayalara ait ana oksit (%) ve iz (ppm) element değerleri ve bu değerlerden itibaren hesaplanmış normları (L-latit, T-tefrit-PT-fonotefrit).

Lokasyon	Bayburt	Bayburt	Bayburt	Bayburt	Bayburt	Bayburt	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy
Örnek No	BB-1	BB-2	BB-3	BB-5	BB-4	BB-6	GB-1	GB-2	GB-3	GB-4	GH-1	GH-2	GH-3	GH-5	GH-6
Kayaç Tipi	ABV	ABV	ABV	ABV	ALV	ALV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV
SiO ₂	48.5	47.5	48.05	47.97	52.7	53.2	48.99	53.57	48.42	48.93	48	48.12	52.07	53.72	50.86
TiO ₂	0.96	0.95	0.92	0.95	0.74	0.74	0.68	0.62	1.46	1.11	1.01	1.02	0.65	0.76	0.69
Al ₂ O ₃	16.53	16.43	16.78	16.6	18.7	18.83	14.13	13.68	14.53	14.74	14.68	14.94	15.45	16.25	15.6
Fe ₂ O ₃	10.3	10.1	10.87	10.2	6.8	6.71	7.14	6.78	11.84	10.73	10.4	10.53	7.1	8.21	8.35
MnO	0.18	0.25	0.22	0.19	0.16	0.16	0.2	0.12	0.13	0.16	0.19	0.16	0.11	0.14	0.11
MgO	5.46	5.53	5.69	5.5	3.93	4.11	5.12	4.29	5.61	4.85	5.5	5.6	4.82	3.16	5.12
CaO	6.94	6.7	7.1	7.1	2.91	2.56	6.72	4.49	7.62	7.16	8.69	8.8	5.53	5.12	5.05
Na ₂ O	6.22	6.74	7.05	6.66	3.53	3.7	4.57	4.97	4.41	5	4.41	4.66	5.78	7.08	6.67
K ₂ O	1.07	0.89	1.17	0.88	6.59	6.74	2.77	1.63	1.83	2.59	2.24	1.68	2.58	1.75	1.39
P ₂ O ₅	0.99	0.99	0.85	0.99	0.54	0.54	0.4	0.46	0.51	0.55	0.53	0.53	0.5	0.52	0.53
A.K.	2.5	3.8	1.85	2.5	3.8	2	8.5	8	4	4.5	3.8	3.5	4.4	3	4.7
Toplam	99.65	99.88	100.55	99.54	100.4	99.29	99.22	98.61	100.36	100.32	99.45	99.54	98.99	99.71	99.07
Mg#	52.6	53.4	52.3	53.1	54.8	56.2	60.1	57	49.8	48.7	52.6	52.7	58.7	44.7	56.3
K ₂ O/Na ₂ O	0.172	0.132	0.166	0.132	1.867	1.822	0.606	0.328	0.415	0.518	0.508	0.361	0.446	0.247	0.208
kuv								5.64							
kor					1.75	2.08									
or	6.32	5.25	6.38	5.19	38.75	39.79	16.35	9.62	10.76	15.24	13.22	9.92	15.23	10.33	8.21
ab	38.76	36.95	32.33	36.85	28.25	28.83	32.08	42.01	34.67	31.06	27.2	30.96	40.68	50.22	45.56
an	13.4	11.95	10.63	12.81	10.89	9.2	9.86	10.21	14.35	10.1	13.65	14.18	8.6	7.4	8.53
ne	7.49	10.85	14.6	10.54	0.8	1.33	3.55		1.38	6	5.46	4.57	4.43	5.22	5.86
di	11.4	11.6	14.76	12.48			16.29	7.09	15.61	16.97	20.3	19.89	12.16	11.41	10.21
ol	5.84	5.9	5.1	5.56	6.84	7.19	3.66		4.7	2.94	3.02	3.16	4.48	1.82	5.14
il		0.54	0.47	0.41	0.34	0.34	0.43	0.26	0.28	0.34	0.41	0.41	0.24	0.3	0.24
hem		10.12	10.83	10.12	6.79	6.72	7.15	6.79	11.82	10.72	10.42	10.2	7.11	8.23	8.37
ap		2.16	1.85	2.16	1.17	1.18	0.87	1	1.11	1.2	1.26	1.16	1.09	1.14	1.16
Q								0.08							
F	0.1	0.14	0.18	0.14	0.01	0.02	0.05		0.02	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08
A	0.19	0.21	0.27	0.21	0.5	0.51	0.3	0.14	0.19	0.31	0.29	0.23	0.27	0.84	0.81
P	0.7	0.64	0.54	0.65	0.49	0.47	0.64	0.77	0.78	0.6	0.63	0.7	0.67	0.09	0.12
Kyaç. Tipi	PT	PT	PT	PT	T	T	L	L	L	L	L	L	L	T	T
Ni	23	25	13	18	28	32	47	54	43	35	15.8	15.7	33.8	10.5	39.2
Sc											30	30	22	16	22
Ba	1203	956	184	875	245	178	2040	1276	1170	972	1882	1172	1393	956	871
Co											34.5	33.7	23	23.9	27.2
Cs											4	7.1	3.3	4.3	2.5
Ga											16.6	15.6	13.4	14.7	14.4
Hf	3.58	2.72	3.97	4.23	4.32	4.28	3.27	3.3	4.17	3.34	3.1	3	2.9	3.7	3.3
Nb	13.7	19.1	16.4	14.6	10.9	12	10	10	10	10	9.3	9.1	9.9	10.7	11.2
Rb	23	21	101	19	108	108	123	63	44	31	30.4	30.8	77.9	88	49.8
Sr	856	405	841	791	792	776	630	585	653	355	736.2	665.1	494.6	504.6	389.6
Ta	0.75	0.2	0.92	0.6	0.92	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	0.6	0.5	0.7	0.5
Th	14.4	7	15.4	16.3	15.3	15.1	14	15	11	12	10.1	9.2	15.6	20.5	18
U	4.1	1.6	5.8	2.6	3.9	4.8	2	3	2	2	2.7	1.9	6.3	2.6	9.2
V	271	-	154	-	-	-	-	-	-	-	299	301	192	219	197
W											0.6	<0.5	1.7	0.9	1.6
Zr	180	187	202	157	162	198	85	87	100	105	112.8	114.3	127.7	143.1	132.2
Y	32.4	10.4	25.8	29	22.3	22.1	17	17	28	19	23.4	23.7	17.2	26.3	17.8
La	44.24	19.4	38.61	44.6	36.9	34.4	32.8	34.2	30.9	20.6	30.9	31.7	34.6	46.8	36
Ce	87.75	39.2	72.49	104	81	77.3	66.7	67.7	68.3	45.9	61.1	63.3	65.6	88.5	67.8
Pr											7.37	7.38	7.14	9.64	7.53
Nd	46.5	15.21	33.86	49.46	34.8	32.28	28.05	28.02	34.1	20.04	29.6	29.8	27.8	38.1	28.5
Sm	10.36	2.8	6.96	10.43	6.95	6.48	5.62	5.56	7.42	4.1	6.44	6.5	5.69	7.83	5.72
Eu	2.61	0.97	1.91	2.69	1.96	1.83	1.75	1.66	2.18	0.96	1.79	1.77	1.49	2.09	1.56
Gd											5.77	5.82	4.61	6.81	4.92
Tb	1.12	0.43	0.87	1.5	1.01	0.96	0.8	0.79	1.28	0.71	0.87	0.86	0.67	0.97	0.69
Dy	5.45	2.07	4.08	6.38	4.54	4.38	3.67	3.65	6.04	3.62	4.71	4.69	3.42	4.97	3.53
Ho	1.09	0.37	0.83	1.11	0.83	0.83	0.63	0.64	1.13	0.72	0.87	0.86	0.63	0.89	0.65
Er	2.79	1.2	2.24	3.18	2.53	2.52	1.85	1.9	3.28	2.32	2.44	2.33	1.66	2.47	1.82
Tm	0.43	0.16	0.39	0.39	0.34	0.34	0.25	0.25	0.45	0.32	0.36	0.36	0.25	0.35	0.26
Yb	2.19	1.15	1.39	2.48	2.2	2.13	1.56	1.59	2.73	2.12	2.26	2.27	1.6	2.24	1.67
Lu	0.35	0.17	0.35	0.32	0.31	0.3	0.21	0.22	0.38	0.3	0.33	0.33	0.23	0.32	0.24
Cu	83		53								126.9	156.2	4207	117.8	4029.1
Pb	24		22								6.6	7	28.4	24.7	23.6
Zn	71		60								98	72	170	92	137

Tablo 1'in devamı

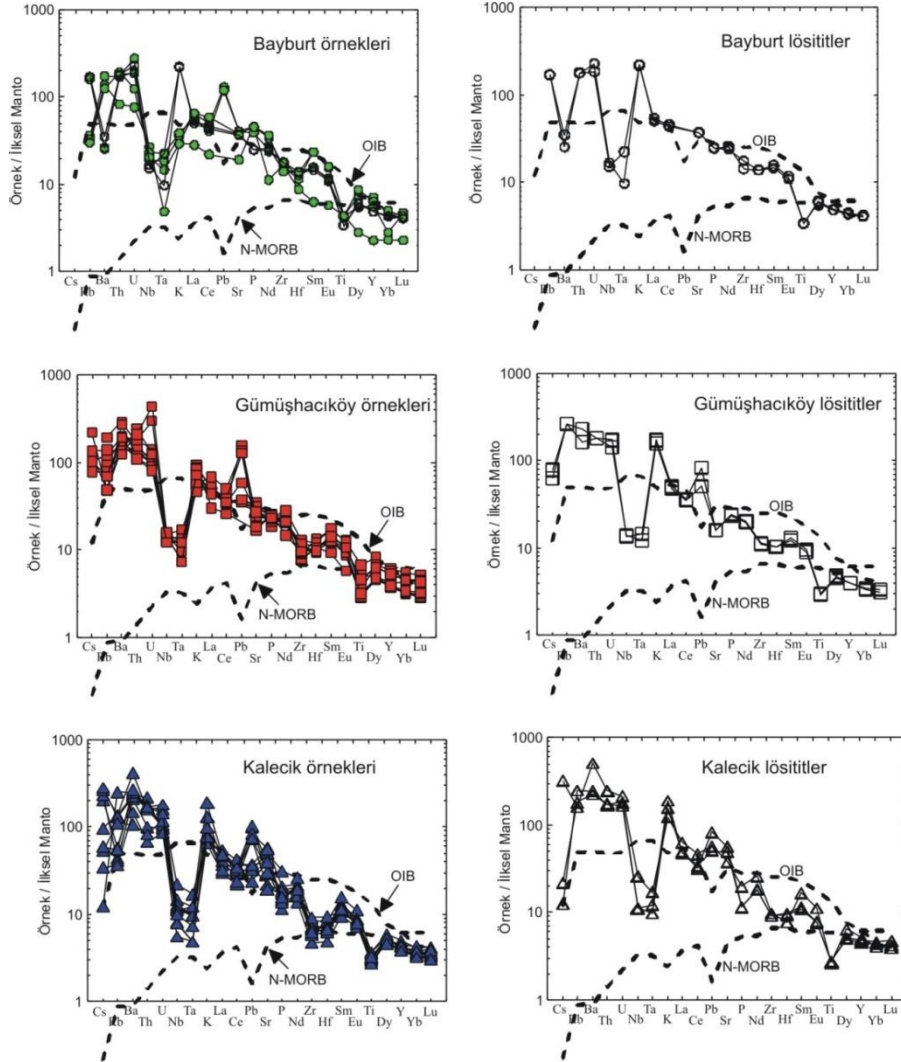
Lokasyon	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Gümüş- hacıköy	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik	Kalecik
Örnek No	GH-7	GH-8	GH-9	KH-1	KH-2	KH-3	KH-4	KH-5	KH-6	KH-8	KH-11	KH-12	KH-7	KH-9	KH-13	KH-14
Kayaç Tipi	ABV	ALV	ALV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ABV	ALV	ALV	ABV	ALV
SiO ₂	48.48	51.78	50.74	47.96	46.18	47.23	48.46	47.47	47.83	45.8	45.58	45.03	52.33	53.39	46.26	46.94
TiO ₂	1.01	0.65	0.63	0.66	0.7	0.81	0.64	0.7	0.69	0.76	0.76	0.8	0.6	0.6	0.71	0.58
Al ₂ O ₃	14.56	15.39	15.41	17.37	13.34	17.78	16.76	17.09	17.17	14.57	14.37	13.9	16.86	16.56	17.28	15.78
Fe ₂ O ₃	10.2	7.87	7.57	9.25	10.88	10.3	8.9	9.66	9.57	10.62	10.57	11.06	7.38	7.43	9.73	8.49
MnO	0.21	0.15	0.14	0.23	0.2	0.25	0.29	0.25	0.24	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.26	0.18
MgO	5.83	5.08	4.77	3.72	6.82	3.8	3.8	3.95	3.98	5.56	5.61	6.08	3.12	3.24	4.75	3.7
CaO	8.48	4.32	4.78	7.71	10.8	10.07	4.87	5.77	5.44	11.77	12.12	10.93	5.81	5.5	9.12	8.24
Na ₂ O	4.27	4.33	4.96	5.05	3.38	3.91	4.92	5.53	5.77	3.12	3.2	3.2	4.38	3.58	3.42	4.34
K ₂ O	2.17	5.15	4.76	2.1	2.29	1.95	3.91	2.4	2.35	1.96	1.97	2.32	4.7	5.71	2.96	3.72
P ₂ O ₅	0.51	0.53	0.51	0.46	0.4	0.68	0.38	0.38	0.41	0.35	0.32	0.3	0.25	0.25	0.34	0.43
A.K.	3.8	4.3	5.4	5	4.6	2.8	6.5	6.3	6.1	4.9	4.9	5.8	4	3.2	4.7	6.9
Toplam	99.52	99.55	99.67	99.51	99.59	99.58	99.43	99.5	99.55	99.61	99.6	99.62	99.58	99.61	99.53	99.3
Mg#	54.5	57.5	56.9	45.8	56.8	43.6	47.2	46.2	46.6	52.3	52.7	53.5	47	47.8	50.6	47.8
K ₂ O/Na ₂ O	0.508	1,189	0.96	0.416	0.678	0.499	0.795	0.434	0.407	0.628	0.616	0.725	1,073	1,595	0.865	0.857
kuv kor or ab an ne di ol il hem ap	12.81	30.4	28.1	13.3	13.52	11.51	23.08	14.17	13.87	11.57	11.63	13.69	27.74	33.71	17.47	21.96
Q	29.42	28.98	26.49	20.38	16.78	25.95	27.94	31.79	33.39	17.24	14.94	14.61	29.2	17.41	18.21	17.13
F	14.15	7.35	5.73	14.26	14.46	25.2	12.1	14.72	14.01	19.96	19.02	16.71	12.46	12.35	23.05	12.59
A	3.62	4.13	8.37	4.23	6.39	3.85	7.4	8.11	8.34	4.95	6.56	6.74	4.24	1.54	5.8	10.6
P	19.19	8.3	11.45	28.17	28.56	15.87	7.48	8.92	8.04	27.93	30.19	27.74	11.49	10.46	15.58	19.89
Kyç. Tipi	3.96	6.18	4.62	2.61	2.65	1.49	4.21	4.01	4.35	0.65		1.62	1.72	2.27	3.24	0.01
L	0.45	0.32	0.3	0.42	0.43	0.54	0.62	0.54	0.43	0.43	0.43	0.43	0.32	0.32	0.56	0.39
T	10.22	7.88	7.58	10.75	10.9	10.32	8.92	9.68	9.59	10.62	10.59	11.08	7.39	7.44	9.75	8.51
PT	1.11	1.16	1.11	0.86	0.87	1.48	0.83	0.83	0.9	0.76	0.7	0.66	0.55	0.55	0.74	0.94
L	0.06	0.06	0.11	0.07	0.11	0.05	0.09	0.11	0.11	0.08	0.11	0.2	0.05	0.02	0.08	0.15
PT	0.26	0.46	0.47	0.31	0.35	0.22	0.39	0.29	0.28	0.28	0.31	0.35	0.41	0.46	0.33	0.45
L	0.68	0.48	0.42	0.61	0.54	0.73	0.51	0.6	0.61	0.63	0.58	0.54	0.53	0.52	0.59	0.41
Ni	14.6	31.2	30.4	1.5	16.5	1.7	1.7	1.7	1.6	26.6	27.2	12.8	4.9	4.1	4.3	2
Sc	30	20	20	16	37	18	15	17	17	36	37	37	16	17	20	10
Ba	1339	1588	1132	1679	1446	1569	2885	1607	1551	994	1028	743	1570	1711	1871	3592
Co	32.3	25.4	23.3	26	34.9	28.2	27.5	29.5	28.7	34.2	35.6	38.3	19.1	19.4	30	28.5
Cs	3.3	2	2.5	6.5	1.9	7.4	3.1	8.4	9	1.1	1.1	1.7	0.7	0.4	1.9	10.3
Ga	15.4	14.7	14.1	16.6	13.3	15.9	12.6	15.7	15.2	13.3	14.3	14.4	15.3	14.6	15.6	14.8
Hf	3	3.2	3.2	2.3	1.9	2.6	2.3	2.2	2.1	1.6	1.5	1.9	3	2.9	2.1	2.4
Nb	8.7	9.7	9.9	10.5	5.8	15.7	8.2	8.6	9.2	4.1	4	5.6	8	7.9	7.1	18.4
Rb	44.3	167.5	167.9	36.7	27.8	25.7	86	86.5	82.4	23.9	23	70.6	114.9	159.2	35.4	102.3
Sr	575.3	333.2	339.6	1213.7	459.5	1040.8	413.3	833.3	608	856.8	836.3	641.5	1035.9	1182.1	843.2	794
Ta	0.5	0.6	0.5	0.5	0.2	0.7	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.3	0.7
Th	9.3	15.4	15.2	18.5	8.5	13.9	13.6	15	15	6.1	5.7	7	14.8	14.4	14.4	20.9
U	1.7	3.6	3	1.8	2	3.4	2.1	2	2.2	1.8	1.8	2.5	3.5	3.8	3	4.5
V	274	142	133	296	332	301	273	307	298	310	313	325	193	189	302	330
W	0.9	2.1	1.8	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	1.3	1.6	<0.5	<0.5	1.6	<0.5	<0.5	<0.5	0.6
Zr	108.1	126.2	123.1	79.7	67.5	95.3	78.9	76.2	78.1	52.4	52.9	66.4	102.1	102.4	69.8	109.9
Y	24	18.1	17.9	20	19.5	22.8	17.9	19.3	19.3	17.3	17.8	19.5	21.8	20.7	17.5	22.9
La	29.9	35.3	33.3	34.7	25.7	37.5	28.3	32	33.1	20.3	20.7	22.2	33.8	33.1	33.7	43.5
Ce	61.9	63.8	61.9	63.9	50.6	74.6	53.6	58.2	59	38.4	38.6	42.7	60.3	56.9	60.3	82.1
Pr	7.39	7.39	7.15	7.4	6.02	8.72	6.1	6.79	6.85	4.55	4.59	5.18	6.6	6.42	6.69	9.39
Nd	28.5	27.7	26.7	29.2	24.1	35.3	24.4	26.7	27.4	17.5	18.6	22.1	24.9	24.5	25.9	35.2
Sm	6.32	5.76	5.49	5.73	5.2	6.97	4.92	5.45	5.38	4.02	4.23	4.88	5.11	4.85	5.05	7.45
Eu	1.79	1.6	1.5	1.5	1.5	1.88	1.36	1.46	1.47	1.21	1.21	1.39	1.31	1.28	1.35	1.89
Gd	5.66	4.76	4.65	4.94	4.75	5.94	4.45	4.75	4.87	3.91	3.99	4.48	4.3	4.36	4.48	6.2
Tb	0.88	0.7	0.67	0.75	0.73	0.88	0.66	0.72	0.71	0.6	0.64	0.71	0.7	0.68	0.65	0.92
Dy	4.63	3.51	3.36	3.87	3.92	4.37	3.46	3.73	3.74	3.41	3.4	3.93	3.79	3.65	3.43	4.72
Ho	0.9	0.65	0.61	0.7	0.72	0.81	0.65	0.72	0.7	0.64	0.67	0.75	0.76	0.72	0.63	0.88
Er	2.49	1.8	1.75	1.99	2.05	2.35	1.72	1.94	1.91	1.86	1.84	2.07	2.28	2.01	1.8	2.33
Tm	0.35	0.27	0.25	0.29	0.29	0.32	0.26	0.28	0.28	0.26	0.26	0.3	0.36	0.31	0.26	0.34
Yb	2.23	1.7	1.63	1.77	1.79	2.03	1.65	1.77	1.77	1.7	1.68	1.86	2.25	2.12	1.6	2
Lu	0.32	0.25	0.23	0.27	0.26	0.31	0.24	0.26	0.25	0.24	0.26	0.29	0.35	0.31	0.23	0.29
Cu	91.2	118.3	65.5	164.7	168.2	112.4	185.1	156.7	191.1	118.4	117.1	116.6	123.8	134.6	189.7	483.3
Pb	10.9	15.4	9.3	7	6.5	6	13.5	18.1	18.9	7.8	6.7	13.8	9.4	15.4	4.4	10.5
Zn	63	234	44	72	76	81	84	76	79	72	71	63	90	58	83	84



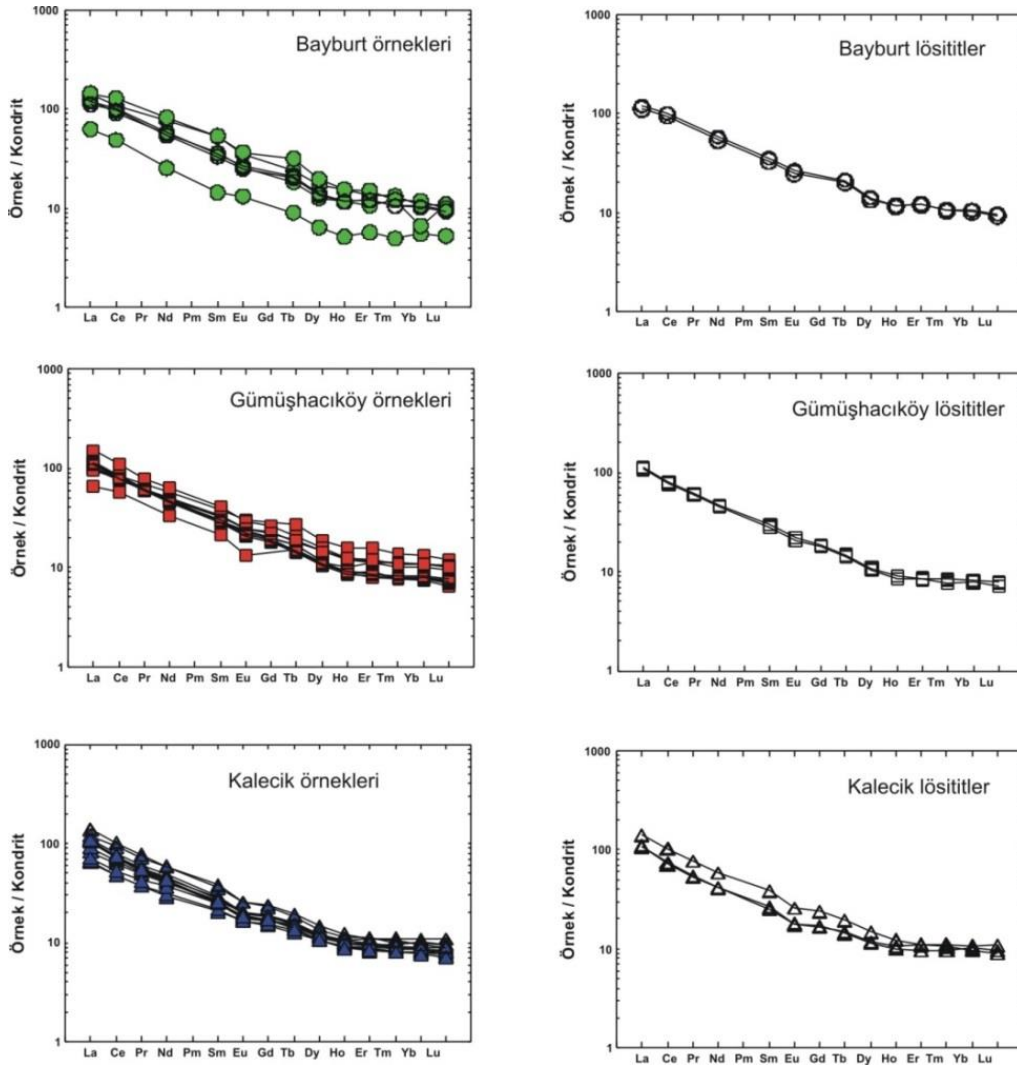
Şekil 10. Örneklerin ayrışmaya karşı duyarsız yüksek alana enerjili elementler kullanılarak hazırlanmış Winchester ve Floyd (1977) diyagramındaki konumları (semboller Şekil 9'daki gibidir).

Örneklerin ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalleştirilmiş iz element diyagramları irdelendiğinde (Şekil 11), genel hatlarıyla her

üç lokasyondaki örneklerin (hem alkali volkanitlerin hem de analsimli lösit içeren eşleniklerinin) çok benzer yönsemeler gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Hemen hemen tüm örneklerin büyük iyon yarıçaplı element içerikleri, okyanus adası bazaltlarından (OIB) daha zengin olarak gözlenir. Tüm örneklerde Nb-Ta negatif anomalisi belirgin iken, birçok örnekte de pozitif Pb ve negatif Ti anomalisi gözlenmektedir. Birçok örnekteki daha uyumlu yüksek alan enerjili element (Ti ve daha sağında bulunanlar) içerikleri, normal-okyanus ortası sırtı bazaltları (N-MORB) ile benzer ve onlarla uyumludur. Bir birine paralel kondrit normalleştirilmiş (Boynon, 1984) lantan grubu element yönsemeleri hem lokasyonlar arasında hem de farklı kayaç tipleri için çok benzerdir. ($[La/Lu]_N$ değerleri yaklaşık 10, Şekil 12).



Şekil 11. Örneklerin ilksel mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element dağılım diyagramları (normalleştirme değerleri, Okyanus Adası Bazaltları (OIB) ve Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları (N-MORB) değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).



Şekil 12. Örneklerin lantanit grubu element analiz sonuçlarından kondrite göre normalleştirilmiş çoklu element dağılım diyagramları (kondrit değerleri Boynton, 1984'den alınmıştır).

5. Tartışma

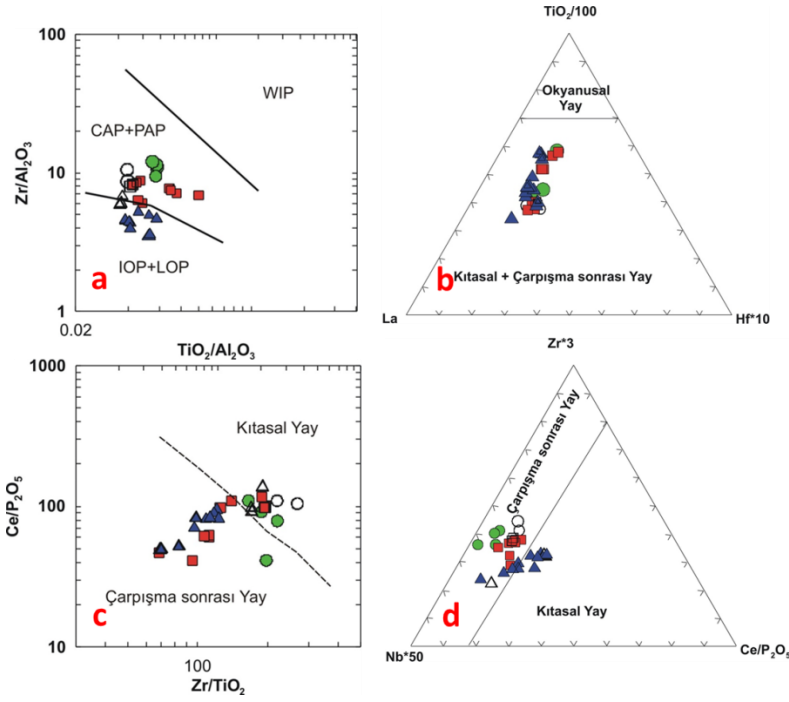
5.1. Volkanitlerin Jeotektonik Ortamı

Sakarya zonunun güney kesimleri boyunca gözlenen alkalin volkanitlerin tektonik yerleşimleri de tartışmalıdır. Bundan dolayı öncelikle bu volkanitlerin tektonik yerleşim yerleri saptanmıştır. Müller vd. (1992), alkalin kayaların kökensel ayrımı için ayırmaya duyarlı yüksek alan enerjili elementleri kullanarak bir dizi ayırtman diyagram geliştirmiştir. Söz konusu çalışmada, alkalin volkanitlerin oluşabileceği beş olası jeotektonik yerleşim alanı (i: kıtasal yay, ii: çarpışma sonrası yay, iii: başlangıç aşamasındaki okyanus yayı, iv: geç evre okyanus yayı ve v: plaka ortası volkanizması) tanımlanmıştır. İncelenen volkanitlerin adı geçen jeotektonik ortamlardan hangisine daha uygun olduğu Müller vd. (1992) tarafından önerilen diyagramlarla test edilmiştir (Şekil 13). Yine bu çalışmada önerilen

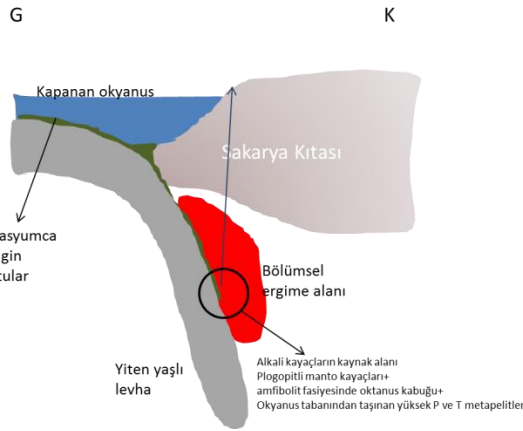
akış şemasına göre örneklerimiz sırasıyla Zr/Al_2O_3 'e karşı TiO_2/Al_2O_3 ; $La-TiO_2/100-Hf*10$, Ce/P_2O_5 'e karşı Zr/TiO_2 ; $Nb*50-Zr*3-Ce/P_2O_5$ diyagramlarına düşürülmüştür. Tektonik ayırtman diyagramlarında örnekler yay-çarpışma sonrası yay alanlarında yer alır. Bu sonuç, Pontid'lerin Üst Kretase'deki jeotektonik evrimini güneyden kuzeye doğru yitim ve Eosen ve sonrasında çarpışma teorisi ile açıklayan birçok çalışmacının görüşü ile benzerdir (Okay ve Şahintürk, 1997; Okay vd., 1997; Boztaş vd., 2006; Aydın vd. 2008; Aydınçakır ve Şen, 2013; Temizel vd., 2012; Yücel vd., 2017). Üst Kretase'nin sonunda yiten yaşlı levhanın dikleşmesi, yitim bileşenlerince zenginleşmiş manto kamasının derinlerinden kaynaklanan bölümsel ergime alanı oluştururken, çarpışma ile kapanan havzada biriken potasyumca zengin kıvrıntılılar bu ergiyiği alkalilerce zenginleştirmiştir (Şekil 14). Tüm lokasyonlarda aynı yerde ve benzer olarak bulunan ABV ile ALV arasındaki kökensel ilişki

fraksiyonel kristallenme ile açıklanabilir. Şekil 15’de, MgO’ye karşı CaO/Al₂O₃ diyagramında bu volkanitlerin piroksen fraksiyonlaşmasının etkili olduğu görülmektedir. Piroksenlerin içerdiği Ca,

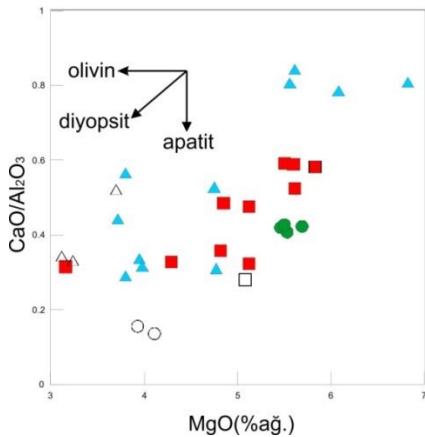
Mg ve Fe’in alkali bazaltik ergiyikten ayrılması, ergiyikte ekstra alkali zenginleşmesine neden olup, lösitleri kristalleştirecek K aktivitesinin sağlanmasına neden olmuştur.



► **Şekil 13.** Alkali kayaçların tektonik ortamını belirleyen diyagramlarda (Müller vd., 1992), çalışılan örneklerin konumları (Semboller Şekil 9’daki gibidir).



► **Şekil 14.** ABV ve ALV’i oluşturan magmaların kökeninin şematik gösterimi.



► **Şekil 15.** İncelenen volkanitlerdeki MgO’ye karşı CaO/Al₂O₃ fraksiyonlaşma yönemesi.

6. Sonuçlar

Çalışılan volkanitler petrokimyasal olarak değerlendirildiğinde; Bayburt ABV örnekleri tefrit / fonotefrit, ALV’i ise tefrifonolit; Gümüşhacıköy ABV örnekleri trakibazalt/bazaltiktrakiandezit ve trakiandezit, ALV’i tefrifonolit; Ankara Kalecik’ten derlenen ABV trakibazalt / tefrit ve fonotefrit, ALV’i ise fonotefrit / tefrifonolit / trakiandezit bileşimde oldukları saptanmıştır.

Tektonik ayırtman diyagramlarına göre çalışılan volkanitler yay-çarpışma sonrası yay alanlarına düşmektedir. Alkalen volkanitlerini oluşturan magma Üst Kretase sonunda kuzeye doğru yitim yaparak kapanan bir yaşlı bir okyanus kabuğunun yitim açısının dikleşmesi ile oluşan manto kamasının derinlerinden kaynaklanmaktadır. ABV ile ALV arasındaki jenetik ilişki, piroksen fraksiyonlaşmasıyla karakterize olmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: 1092) tarafından desteklenmiştir. Makalenin inceleme ve değerlendirme aşamasında yapmış oldukları katkılarından dolayı editör ve hakemlere teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Alp, D., 1972. Amasya Yöresinin Jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi Monografileri (Tabii İlimler kısmı), İstanbul, 101s.

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.

Ataman, G., Buket, E. ve Çapan, U., 1976. Ankara Yöresinde Yer Alan Analsimli Magmatik Kayaçlar Hakkında Kısa Bir Not. Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Dergisi, 2, 3-5.

Aydın, F., Karslı, O. ve Chen, B., 2008. Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey. Lithos, 104, 249-266.

Aydınçakır, E. ve Şen, C., 2013. Petrogenesis of the post-collisional volcanic rocks from the Borçka (Artvin) area: implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey). Lithos, 172-173, 98-117.

Aydınçakır, E., 2016. Subduction-related Late Cretaceous high-K volcanism in the Central Pontides orogenic belt: Constraints on geodynamic implications. Geodinamica Acta, 28(4), 379-411.

Bektaş, O. ve Gedik, İ., 1988. Koplarda Lösitli Şoşonitik Volkanizmalı Yeni Bir Formasyon (Everekhanları Formasyonu) ve Bu Bulgunun Doğu Pontid Arkı (KD Türkiye) Evrimi ile Olan İlişkileri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 31, 11-20

Boynton, W. V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies. Rare Earth Element Geochemistry. Henderson, P. (Ed.), Elsevier, Amsterdam. pp. 63–114.

Boztuğ, D., Erçin, A.İ., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A., 2006. Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 27, 286-302.

Çapan, U., 1984. Ankara melanji içindeki zeolitli bazalt alkali volkanizmanın karakteri ve yaşı hakkında. TJK 38. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı Bülteni, s. 121-122.

Çoğulu, E. 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrografik ve Jeokronolojik Araştırmalar, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul, 1034s.

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: The Köse composite pluton. Gondwana Research, 19, 926-944.

Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karslı O., Siebel, W., Derman A.S. ve Turan, M., 2017b. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere. The Journal of Geology, 125, 1-35.

- Dokuz, A., Külekçi, E., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Alçıçek, M.C., Pecha, M. ve Sünnetçi, K., 2017a. Cordierite-bearing strongly peraluminous Cebre Rhyolite from the eastern Sakarya Zone, NE Turkey: Constraints on the Variscan Orogeny. *Lithos*, 278-281, 285-302.
- Erk, A.S. ve Seymen, İ., 1993. Mecitözü Dolayının Stratigrafik Gelişimi. *Jeoloji Sempozyumu Bildirileri*, Ankara, s. 129-141.
- Eyüboğlu, 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the eastern Pontide orogenic belt: implications for the geodynamic evolution of NE Turkey. *International Geology Review*, 52, 142-186.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Bektaş, O. ve Ayhan, S., 2011. Arc magmatism as a window to plate kinematics and subduction polarity: Example from the eastern Pontides belt, NE Turkey. *Geoscience Frontiers*, 2(1), 49-56.
- Fenerci, M., 1994, Rudists from Maden (Bayburt) area (NE Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 3, 1-12.
- Gülmez, F. ve Genç, Ş. C., 2015. Amasya civarı Geç Kretase yaşlı ultra potasik volkanitlerde farklılaşma süreçleri. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 151, 153-172.
- Gülmez, F., Genç, Ş. C., Preleviç, D. Tüysüz, O., Karacık, Z., Roden, M. ve Billor, Z., 2016. Ultrapotassic Volcanism from the Waning Stage of the Neotethyan Subduction: a Key Study from the Izmir–Ankara–Erzincan Suture Belt, Central Northern Turkey. *Journal of Petrology*, 57, 561-593.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W. R. A., 1971. A Guide to the Chemical Classification. *Journal of Earth Sciences*, 8, 523-546.
- Kandemir, R. 2004. Gümüşhane yakın yörelerindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları. *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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 Neotethys Ocean. *Journal of Asian Earth Science*. 34, 586–598.
- Karlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2016. Subduction-related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlık and Casurluk plutons: insights from geochemistry, whole-rock Sr-Nd and in situ zircon Lu-Hf isotopes, and U-Pb geochronology. *Lithos*, 266-267, 98-114.
- Karlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2017. Zircon Lu-Hf isotope systematics and U–Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gökcedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 172(5), 1-27.
- Kaygusuz, A. ve Aydınçakır, E., 2011. U-Pb zircon SHRIMP ages, geochemical and Sr-Nd isotopic compositions of Cretaceous plutons in the eastern Pontides (NE Turkey): The Dağbaşı pluton. *Neues Jahrbuch Für Mineralogie*, 188(3), 211-233.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel W. ve 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.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F. ve Temizel, İ., 2016. U–Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution. *Gondwana Research*, 39, 327-346.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgang, S., Sipahi, F. ve İlbeyli, N., 2012. Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, Eastern Pontides, Turkey. *International Geology Review*, 54 (15), 1776-1800.
- Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M. J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lamere, J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorensen, H. ve Woolley A. R., 2002. *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms, Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommittee*

- of the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press.
- Müller, D., Rock, N.M.S. ve Groves, D.I., 1992. Geochemical Discrimination Between Shoshonitic and Potassic Volcanic Rocks in Different Tectonic Settings: a Pilot Study. *Mineralogy and Petrology*, 46, 259-289.
- Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the eastern pontides, in: Robinson, A.G. (Ed), Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 68, 291-311.
- Okay, A. ve Tüysüz O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. Geological Society, London, Special Publications.156, 475-515.
- Okay, A.İ., Şahintürk, Ö. ve Akar, H., 1997. Stratigraphy and tectonics of the Pulur (Bayburt) region in the Eastern Pontides. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 119, 1-24.
- Özer, S. ve Fenerci, M., 1993, Bayburt yöresinde (Doğu Karadeniz) bulunan iki yeni Caprinidae türü. *MTA Dergisi*, 115, 29-34.
- Seymen, İ., 1975, Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği. Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi. İstanbul.
- Sun, S. ve McDonough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. Geological Society of London, Special Publications, 42, 313-345.
- 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.
- Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G. ve Peucat, J.J., 2012, Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematics of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: Implications for extension-related origin and mantle source characteristics. *Lithos*, 128, 126-147.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, H. W., Zack, H., Hasöbek, A., Barth, M., Satır M. ve Şen C., 2010. Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane pluton (NE Turkey). *Lithos*, 116, 92-110.
- Tüysüz, O., 1996. Geology of Amasya and surroundings, 11th International Petroleum Congress and Exhibition of Turkey, Turkish Association of Petroleum Geologists, Ankara, Turkey, p. 32-48.
- Üşenmez, Ş., 1973. Çandır (Kalecik) Civarının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 83, 30-46.
- Winchester, J. A. ve Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- Yılmaz, C. ve Kandemir, R., 2003. Şenköy Formasyonu: Yeni bir formasyon adlanması. 3. Stratigrafi Çalıştayı, Bildiri Özleri Kitabı, s14.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt yöresindeki mesozoyik havzalarının tektono - sedimentolojik kayıtları ve kontrol etkenleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 45 (1), 141-165.
- Yılmaz, C., Şen, C. ve Özgür, S., 2003, Sedimentological, palaeontological and volcanic records of the earliest volcanic activity in the Eastern Pontide Cretaceous volcanic arc (NE Turkey). *Geol. Carp.*, 54, 377-384.
- Yılmaz, Y. 1973. Petrology and structure of the Gümüşhane granite and the surrounding rocks, N.E. Anatolia. Ph. D. Thesis, University College London, England, 284 p.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu Yazar, E. ve Ruffet, G., 2017. Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey). *Gondwana Research*, 45, 65-86.