

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ DAĞ KUŞAĞI GÜNEY KESİMİNDE YÜZEYLEYEN
TERSİYER YAŞLI BAZALTİK DAYK VE SİLLERİN YERLEŞİM
MEKANİZMASI, PETROJENEZİ VE JEODİNAMİK ORTAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Nimet GÜLER

ŞUBAT 2020

TRABZON



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ DAĞ KUŞAĞI GÜNEY KESİMİNDE YÜZEYLEYEN
TERSİYER YAŞLI BAZALTİK DAYK VE SİLLERİN YERLEŞİM
MEKANİZMASI, PETROJENEZİ VE JEODİNAMİK ORTAMI**

Jeoloji Müh. Nimet GÜLER

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“JEOLOJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31.12.2019

Tezin Savunma Tarihi : 05.02.2020

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU

Trabzon 2020

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Nimet GÜLER Tarafından Hazırlanan

DOĞU KARADENİZ DAĞ KUŞAĞI GÜNEY KESİMİNDE YÜZEYLEYEN
TERSİYER YAŞLI BAZALTİK DAYK VE SİLLERİN YERLEŞİM
MEKANİZMASI, PETROJENEZİ VE JEODİNAMİK ORTAMI

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 03 701/2020 gün ve 1835 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU

Üye :

Üye :

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmış olup, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Güney Zonu'nda, Gümüşhane ili Şiran ilçesinin yaklaşık 5 km güneydoğusundaki Karşeyh Mahallesi ve çevresinde Eosen istifini keser vaziyette bulunan dayk ve sillerin yerleşim mekanizması, petrojenezini ve oluşumları sırasındaki jeodinamik ortramlarını aydınlatmayı amaçlamaktadır.

Meso-Senozoyik jeodinamik gelişimi üzerine tartışmaların günümüzde de devam ettiği Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın jeodinamik evrimi ile ilgili problemlere ışık tutabilecek nitelikteki bu çalışmayı bana öneren, beni yönlendiren, çalışmanın her aşamasında bilimsel birikimi, deneyimi, hoşgörüsünü, maddi-manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve bu çalışmanın her aşamasında beni cesaretlendiren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU'na teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım başta sayın hocalarım, Prof. Dr. Mehmet TURAN'a, Arş. Gör. Bahrican AR'a, Arş. Gör. Murat KARAHAN'a ve Arş. Gör. Muhammed Oğuz SÜNNETÇİ'ye teşekkürlerimi sunarım. İnce kesit yapımında emeği geçen KTÜ Mühendislik Fakültesi Teknisyeni Murat KAYIKÇI'ya teşekkür ederim.

Lisans, yüksek lisans ve iş hayatımda devamlı yanımda olan, hiçbir zaman desteğini eksik etmeyen, maddi ve manevi her türlü fedakârlığı sunarak bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan değerli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Nimet GÜLER

Trabzon 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı Güney Kesiminde Yüzeyleme Veren Tersiyer Yaşlı Bazaltik Dayk ve Sillerin Yerleşim Mekanizması, Petrojenezi ve Jeodinamik Ortamı’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU’nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 05/02/2020

Nimet GÜLER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLOLAR DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	2
1.3. Çalışma Alanının Konumu ve Coğrafik Özellikleri	2
1.4. Önceki Çalışmalar.....	4
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
2.1. Materyaller ve Yöntemler	9
2.2. Literatür Taraması.....	9
2.3. Arazi Çalışmaları	10
2.4. Laboratuvar Çalışması	10
2.4.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması	10
2.4.2. Hazırlanan Örneklerin Mikroskopta İncelenmesi.....	11
2.4.3. Analiz İçin Örneklerin Hazırlanması ve Analiz Edilmesi	11
2.5. Büro Çalışmaları	11
3. BULGULAR	13
3.1. Giriş.....	13
3.2. İnceleme Alanında Yüzeyleyen Birimlerin Stratigrafik Dizilimi ve Ana Jeolojik Özellikleri.....	15
3.3. Bazaltik-Andezitik Dayk ve Sillerin Jeolojik ve Petrografik Özellikleri.....	20
3.4. Bazaltik-Andezitik Dayk Kayaçlarının Tüm Kayaç Ana, İz ve Nadir Toprak Element Jeokimyası	24

4. TARTIŞMA.....	30
4.1. Giriş.....	30
4.2. Bazaltik Andezit Dayk ve Sillerin Yerleşim Zamanı ve Mekanizması	30
4.3. Bazaltik Andezitlerin Petrojenezi ve Tektonik Ortamı.....	34
4.4. Jeodinamik Evrim	43
5. SONUÇLAR	47
6. KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DOĞU KARADENİZ DAĞ KUŞAĞI GÜNEY KESİMİNDE YÜZEYLEYEN TERSİYER YAŞLI BAZALTİK DAYK VE SİLLERİN YERLEŞİM MEKANİZMASI, PETROJENEZİ VE JEODİNAMİK ORTAMI

Nimet GÜLER

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU
2020, 55 Sayfa

Bu çalışma; Gümüşhane ili, Şiran İlçesi'nin hemen doğusunda yer alan Karaşeyh Mahallesi ve civarındaki Eosen yaşlı sedimanter istif içinde dayklar ve sil olarak bulunan bazaltik andezitlerin petrojenezi, yerleşim zamanı ve jeodinamik ortamına odaklanır ve bölgenin jeodinamik gelişimi ile ilgili problemin çözümüne katkı koymayı amaçlar. Daykların uzunlukları 2 km ile 6 km arasında değişmekte olup, uzanımları (K20D) bölgede Eosen yaşlı birimlerin şiddetli bir şekilde kıvrımlanmasına neden olan ana basınç gerilmesine paralel olarak gelişen ekstansiyon kırıkları içerisine yerleşmiş olduklarını gösterir. Kayaçlar başlıca plajiyoklas ve klinopiroksen, nadiren olivin içermektedir. Klorit, epidot, kalsit ve serizit alterasyon ürünü, apatit ve zirkon ise aksesuar mineral olarak bulunur. Ana-iz-nadir toprak element konsantrasyonları çalışılan kayaçların bileşimde bazaltik andezit ve kalk-alkali karakterde olduğunu gösterir. İlksel mantoya ve kondirite göre normalleştirilmiş iz ve nadir toprak element dağılım diyagramlarında, bazaltik andezitler yitim ilişkili proseslerin gelişimlerinde önemli bir rol oynadığını gösteren; yüksek çekim alanlı elementlere göre büyük iyon yarıçaplı elementlerce ve ağır nadir toprak elementlere göre de hafif nadir toprak elementlerce belirgin bir zenginleşme ve ayrıca negatif Nb, Ta, Ti ve pozitif Pb anomalileri göstermesi ile tipiktir.

Bütün jeolojik ve jeokimyasal veriler düşünüldüğünde, çalışılan bazaltik andezitleri oluşturan magmaların, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın yay gerisi bölgesinde, yitim ilişkili akışkanlarca zenginleştirilmiş kıta altı manto kaynağından türemiş olduklarını söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı, Senozoyik, Bazaltik Andezit, Litosferik Manto, Dayk

Master Thesis

SUMMARY

EMPLACEMENT MECHANISM, PETROGENESIS AND GEODYNAMIC SETTING
OF TERTIARY BASALTIC DIKES AND SILLS IN THE SOUTHERN PART OF
EASTERN BLACK SEA MOUNTAIN BELT (NE TURKEY)

Nimet GÜLER

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU
2020, 55 Pages

This study focuses on the petrogenesis, emplacement time and geodynamic setting of the basaltic andesites that occur as dikes and sills within the Eocene sequence in Karışeyh area that is situated in immediately east of Şiran town of Gümüşhane city and aims to contribute to the solution of the problem. The dikes range in length from 2 km to 6 km. Their trends (N20E) are perpendicular to the fold axes, indicating that dike emplacement was controlled by pre-existing extensional fractures that are approximately parallel to the maximum principal stress causing intensive folding in Eocene sedimentary rocks. The rocks consist predominantly of plagioclase and clinopyroxene, and minor olivine. Alteration products are represented by chlorite, epidote, calcite and sericite. Apatite and zircon occur as accessory phases. Their major-trace-rare earth element concentrations indicate that they are basaltic andesite in composition and calc-alkaline in character. Primitive mantle and chondrite-normalized trace and rare earth element patterns indicate that basaltic andesites are enriched in LILE and LREE with respect to HFSE and HREE, respectively, and are characterized by negative Nb, Ta and Ti and positive Pb anomalies, suggesting subduction-related processes played an important role during their petrogenetic evolution.

Considering all geological and geochemical data we suggest that magmas that formed the studied basaltic andesites were derived from subcontinental lithospheric mantle source, enriched by subduction related fluids during the southward subduction of Paleotethyan oceanic lithosphere, in the back-arc region of the Eastern Black Sea Mountain Belt.

Key Words: Eastern Black Sea Mountain Belt, Cenozoic, Basaltic Andesite, Lithospheric Mantle, Dyke

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

- Şekil 1. İnceleme alanının Türkiye ve Gümüşhane sınırları içindeki lokasyonunu gösteren yer bulduru haritası..... 3
- Şekil 2. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın ana litolojik birliklerini ve tektonik zonlarını gösteren harita (MTA tarafından hazırlanan 1/500000 ölçekli haritalar kullanılarak Eyüboğlu vd. 2016a tarafından hazırlanmıştır). İnceleme alanı Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde Gümüşhane ilinin 42 km güneydoğusunda yer alır. 14
- Şekil 3. Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın farklı zonlarına ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesitler (Eyüboğlu vd. 2014' den alınmıştır). İnceleme alanı Güney Zon (B) kesiti ile ilişkili bölge içinde yer alır 15
- Şekil 4. Çalışma konusunu oluşturan bazaltik kayaların inceleme sahasında yüzeyleyen diğer birimlerle olan dokanak ilişkilerini ve sahadaki yapısal unsurları gösteren jeolojik harita (Turan, 1978'den modifiye edilmiştir) ve inceleme alanında yüzeyleyen birimle olan dokanak ilişkilerini ve sahadaki yapısal unsurları gösteren jeolojik harita (Turan, 1978'den modifiye edilmiştir) ve inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin stratigrafik ilişkilerini gösteren jeolojik enine kesit 16
- Şekil 5. Çalışma alanındaki ana litolojik birimlerin dizilimlerini ve onların gelişimleri sırasındaki tektonik olayları özetleyen stratigrafik kolon kesit (Eyüboğlu, 2015'den modifiye edilmiştir)..... 17
- Şekil 6. A) Berdiga Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşlarının inceleme alanının doğu kesimindeki görünümü. B) Berdiga Formasyonu'nu temsilen alınan kireçtaşı örneğindeki kalsit dolgulu kırık ve diğer bileşenler..... 18
- Şekil 7. A) Kermutdere Formasyonu'na ait kırmızı kireçtaşlarının Telme civarındaki genel görünümü. B) Kermutdere Formasyonu içindeki kırmızı kireçtaşlarından hazırlanan ince kesit (Gl: Globotruncana, Ka: Kalsit, Op: Opak mineral) 19
- Şekil 8. A) Karşeyh Mahallesi'nin doğusunda yüzeyleyen ve çalışma alanındaki en uzun dayk kütesinin görünümü. Dayk yumuşak topografya içinde sırt oluşturmaktadır. B) Sil kütesi içinde uzanımına paralel olarak gelişmiş kırık sistemleri ve yaygın eksfoliasyon yapıları. C) Sil kütesinin sedimanter kayalarla olan dokanak ilişkisi. D) Karşeyh Mahallesi doğusunda dayk kütesinin sedimanter kayaları keserek yerleştiği dokanağın görüntüsü. E) Eksfoliasyon yapısına sahip bir bazaltik andezit örneğinin ve içinde gelişen ince, kalsit dolgulu çatlağın görünümü 21
- Şekil 9. Çalışma konusunu oluşturan bazaltik-andezitik kayaların mikroskop altındaki görünümleri (Kps: klinopiroksen; Pl: plajiyoklas; Op: opak mineral.. 23

- Şekil 10. Çalışılan bazaltik kayaç örnekleri için; (A) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 'ya karşı SiO_2 (sınırlar Cox vd., 1979'dan), (B) Zr/Ti ye karşı Nb/Y (sınırlar Pearce, 1996'dan) 26
- Şekil 11. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için; (A) toplam alkali-silis diyagramı (sınırlar Le Bas vd.1986) ve (B) Th 'ye karşı Co (sınırlar Hastie vd. 2007) diyagramları 27
- Şekil 12. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için; (A) K_2O 'ya karşı SiO_2 (sınırlar Rickwood, 1989) ve (B) AFM (sınırlar Irvine ve Baragar, 1971) diyagramları 27
- Şekil 13. Çalışılan volkanik kayaçların ilksel mantoya (A) ve kondirite (B) göre normalleştirilmiş iz ve nadir toprak element dağılım diyagramları (normalleştirme değerleri ilksel manto için Sun ve McDonough (1989) ve kondirit için Boynton (1984)'den alınmıştır)..... 29
- Şekil 14. Çalışılan bazaltik andezit dayklarının ve silinin yerleşim mekanizmasını açıklamak adına hazırlanan deformasyon elipsoidi. Bazaltik dayklar ve siller bölgeyi etkileyen ve basınç gerilmesine paralel olarak açılan kırıklar boyunca yerleşmişlerdir 34
- Şekil 15. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için SiO_2 (% ağı.)'ye karşı bazı ana oksitlerin (% ağı.) ve bazı iz elementlerin (ppm) değişim diyagramları..... 37
- Şekil 16. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için MgO (% ağı.)'ye karşı bazı ana oksitlerin (% ağı.) ve bazı iz elementlerin (ppm) değişim diyagramları..... 38
- Şekil 17. Çalışılan volkanik kayaç örneklerinin ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı güneyinde çeşitli lokasyonlarda yüzeyleyen Tersiyer magmatikleri ile karşılaştırmalı olarak ilksel (primitive) mantoya göre normalleştirilmiş iz element dağılım diyagramı (ilksel manto için normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır). Diyagramda kullanılan diğer veriler; Torul volkanitleri: Kaygusuz vd., 2011; Şiran volkanitleri: Arslan vd., 2013; Eosen volkanitleri, adakitik kayaçlar, adakitik olmayan kayaçlar, bazaltik dayk (açık yeşil): Eyüboğlu vd., 2013a; Bazaltik dayk (sarı renkli): Aslan vd., 2014; Eosen volkanitleri: Göçmengil vd., 2018'den alınmıştır. Diyagramda her bir örnek grubu için medyan değerler kullanılmıştır..... 40
- Şekil 18. Çalışılan volkanik kayaç örneklerinin ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı güneyinde çeşitli lokasyonlarda yüzeyleyen Tersiyer magmatikleri ile karşılaştırmalı olarak kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramı (kondirit değerleri Boynton, 1984'ten alınmıştır). Diyagramda kullanılan diğer veriler; Torul volkanitleri: Kaygusuz vd., 2011; Şiran volkanitleri: Arslan vd., 2013; Eosen volkanitleri, adakitik kayaçlar, adakitik olmayan kayaçlar, bazaltik dayk (açık yeşil): Eyüboğlu vd., 2013a; Bazaltik dayk (sarı renkli): Aslan vd., 2014; Almus volkanitleri: Göçmengil vd., 2018'den alınmıştır. Diyagramda her bir örnek grubu için medyan değerler kullanılmıştır 40
- Şekil 19. Çalışılan bazaltik andezitlerin ve güney zondaki çeşitli lokasyonlarda yüzeyleyen Tersiyer bazaltik-andezitik kayaçların çeşitli tektonik ortam ayırtman diyagramlarındaki dağılımları (A: Mullen, 1983; B: Meschede, 1986; C: Wood, 1980 D: Pearce ve Cann, 1973). Kısaltmalar: OOSB:

okyanus ortası sırt bazaltı, KAB: Kalk-alkali bazalt, PİAB: Plaka içi alkali bazalt, PİB: Plaka içi bazaltı, AYB: Ada yayı bazaltı, PİTB: Plaka içi toleyitik bazalt, AYTB: Ada yayı toleyitik bazalt, E-OOSB: Zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltı, N-OOSB: Normal okyanus ortası sırt bazaltı (Sembollerin renkleri Şekil 17 ve 18'deki gibidir)..... 42

Şekil 20. Çalışma alanındaki volkanik kayaçların, bazı köken ve jeodinamik ortam yorumlama diyagramlarındaki dağılımları (A: Pearce, 1982; B: Shervais, 1982). Kısaltmalar: YGB: yay gerisi bazaltı (Renkler Şekil 17'deki gibidir). ... 43



TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Gümüşhane ili Şiran ilçesi doğusunda yüzeyleyen bazaltik dayk ve sil kayaçlarından seçilen 17 örneğin ana oksit (%ağırlık), iz ve nadir toprak element (ppm) içerikleri	25
----------	---	----



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Karadeniz'in güneydoğu sahiline paralel olarak uzanarak 600 km uzunluğunda ve 200 km genişliğinde bir dağ zincirini oluşturan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı veya literatürde yaygın olarak bilinen ismi ile Doğu Pontidler, Alp-Himalaya isteminin önemli bir segmentini oluşturmaktadır. Özellikle son yıllarda bölgedeki magmatik kayaçların petrojenezine ve jeodinamik ortamına odaklanan çok sayıda çalışma yapılmış ve tüm bu çalışmalar açık bir şekilde göstermiştir ki bölgenin jeodinamik gelişiminde yaklaşan plaka kenarları ile ilgili prosesler önemli rol oynamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Bektaş vd., 1999; Arslan vd., 2013; Eyüboğlu vd., 2011a; vs.).

Bölgenin jeodinamik gelişimine odaklanan çalışmaların sayısal olarak çokluğuna rağmen, bölgesel ölçekte elde edilmiş sistematik veri eksikliğinden ve jeokimyasal verilerin jeolojik-jeofiziksel veriler ile uyumlu bir şekilde yorumlanmamış olmasından dolayı yitimin yönü ve/veya çarpışmanın zamanı gibi konular hala bilim insanları arasında tartışma konusudur. Geç Kretase döneminde Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın yitim ilişkili bir ortamda şekillendiğine dair bilim insanları arasında ortak bir fikir olmasına rağmen yitimin polaritesi konusunda farklılıklar olduğu görülmektedir. Yaygın olarak kabul gören modele göre, Geç Kretase'de kuzeye eğimli bir yitim zonunun bulunduğunu, yitimden uzak kesimde yer alan Karadeniz'in bir yay-gerisi havza olarak açıldığı ve Paleosen'de Torid ve Pontid blokları arasında meydana gelen çarpışma ile bölgenin güneyindeki Neotetis Okyanusu Kuzey Kolu'nun kapandığını ve bölgedeki tüm Senozoyik volkanik-plutonik kayaçların çarpışma ilişkili bir jeodinamik ortamın ürünleri oldukları düşünülmektedir (Adamia vd., 1977; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Karlı vd., 2007; Rice vd., 2009; Dilek vd., 2010;

Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013; Aydınçakır ve Şen, 2013; Aslan vd. 2014; Yücel vd., 2017; v.s.). Buna karşın bazı araştırmacılar, Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik döneminde güneye eğimli bir yitim zonu üzerinde şekillendiğini ve Karadeniz'in Paleotetis Okyanusu'nun kalıntısı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Dewey vd. 1973; Bektaş vd. 1999; Eyüboğlu, 2010 ve 2015; Eyüboğlu vd., 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2012, 2013a, 2013b, 2014, 2016a, 2016b, 2017, 2018a, 2018b, 2019; Maden

vd. 2009; Maden, 2013; Akaryalı, 2016;

Akaryalı ve Akbulut, 2016). Eyüboğlu vd. (2012) bölgenin güneydoğusunda Tortum-Uzundere (Erzurum) civarında yüzeyleyen Geç Miyosen yaşlı, adakitik karakterli felsik kayalara odaklandıkları çalışmalarında güney yönlü yitimin Miyosen döneminde kadar devam ettiği ve Erken Miyosen'de Büyük Kafkaslar ile Küçük Kafkaslar arasında meydana gelen çarpışma ile sonlandığını ve bu çarpışma sonucunda da Hazar Denizi ve Karadeniz'in birbirlerinden ayrılmış olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Alp-Himalaya sisteminin önemli segmentlerinden birini oluşturması ve önemli metalik cevherleşmelere ev sahipliği yapması nedeniyle yerli ve yabancı çok sayıda yer bilimcinin ve maden şirketinin ilgi odağı olan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın jeodinamik gelişimine yönelik problemlerin çözümüne katkı koymak amacıyla bölgenin güney kesiminde Gümüşhane ili Şiran ilçesinin güneydoğusunda yüzeyleme veren bazaltik-andezitik karakterli dayk ve siller bu çalışmaya konu edilmiş ve elde edilen bulgular eşliğinde bölgenin Senozoyik jeodinamik gelişimi yorumlanmaya çalışılmıştır.

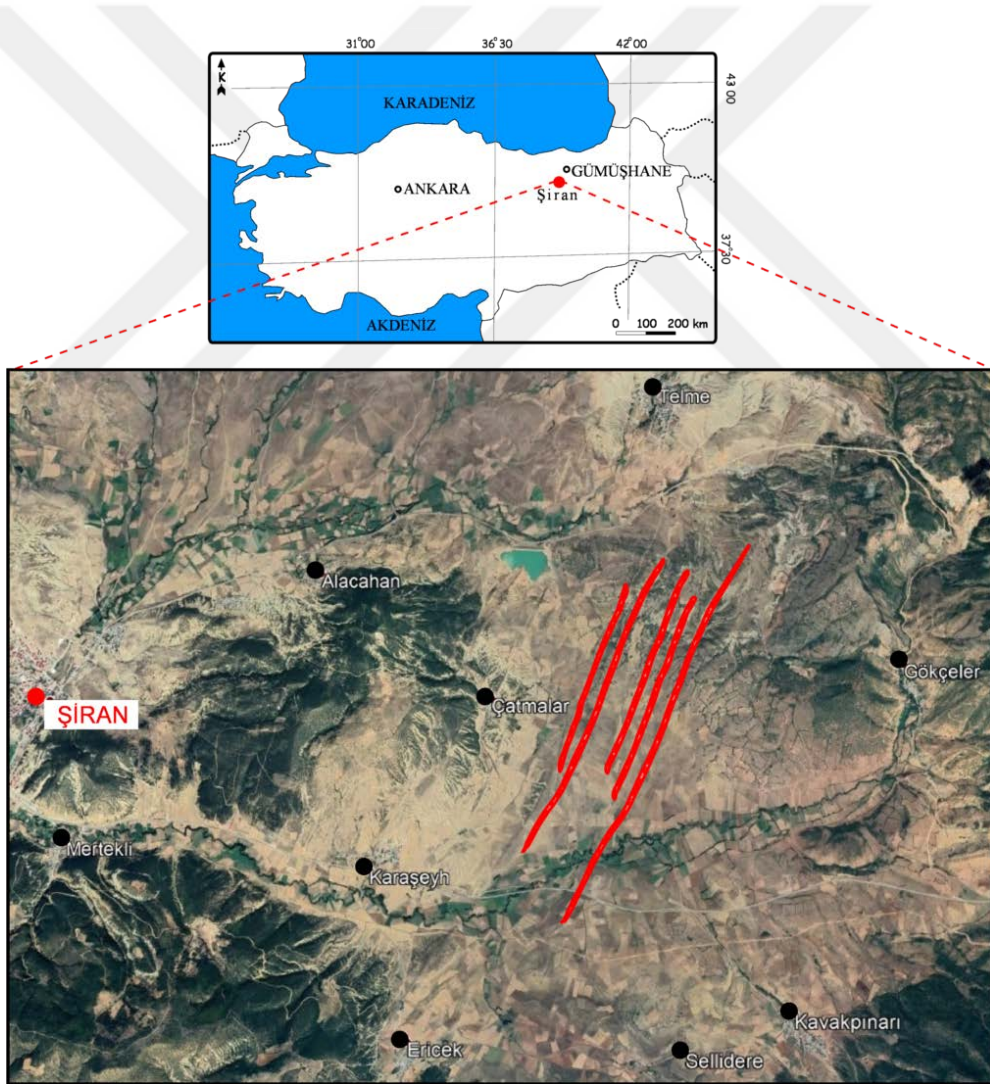
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Meso-Senozoyik jeodinamik gelişimi yukarıda da vurgulandığı gibi tartışmalıdır. Tez çalışmasında bu kuşağın güney kesiminde Eosen yaşlı kırıntılı istifli kesen ve yaklaşık K20D uzanımlı olarak en uzununu yaklaşık 6 km olacak şekilde bulunan bazaltik-andezitik daykların ve ayrıca bir silin; yerleşim zamanı ve mekanizması, yerleşimlerinin bölgesel tektonik yapılarla olan bağlantısı ve tüm kayaç anaiz-nadir toprak element analizler sonuçları kullanılarak da petrojenetik gelişim süreçleri ve jeodinamik ortamlarının aydınlatılması ve böylece bölgesel ölçekteki jeodinamik problemlerin çözümüne katkı konulması amaçlanmıştır.

1.3. Çalışma Alanının Konumu ve Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanı, Gümüşhane şehir merkezinin 42 km güneybatısında, Şiran ilçesi sınırları içerisinde 1/25.000 ölçekli Trabzon H42-d2 paftası içinde yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı içerisindeki yerleşim yerleri Karışeyh, Telme, Alacahan, Çatmalar, Meltekli, Erice, Sellidere ve Kavakpınarı mahalleleridir. Engebeli bir araziye sahip olan çalışma

alanındaki en önemli yükseltiler Karamanlı Tepe (1543 m), Kara Tepe (1759 m) ve Çifte Tepe (1642 m)'dir. Yaklaşık D-B uzanlı olan ve güzergahı boyunca fazla eğimli olmayan topografya nedeniyle de menderesler oluşturarak akan Gökçeler Deresi, KD-GB uzanlı bir akış yolu izleyen Şiran Deresi ve bu iki akarsuya birleşen küçük dereler inceleme alanındaki akarsu ağını oluştururlar (Şekil 4). Karasal iklimin hâkim olduğu bölgede yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve kar yağışlıdır. Bitki örtüsü genellikle söğüt, kavak ve meyve ağaçlarından oluşur. Bölge halkının en önemli geçim kaynakları tarım ve hayvancılıktır. İnceleme alanına Gümüşhane-Kelkit-Şiran veya Torul-Tersun Dağı-Şiran güzergahı ile ulaşmak mümkündür.



Şekil 1. İnceleme alanının Türkiye ve Gümüşhane sınırları içindeki lokasyonunu gösteren yer bulduru haritası

1.4. Önceki Çalışmalar

Çözülemeyen jeodinamik problemleri ve ekonomik açıdan önemli cevherleşmelere ev sahipliği yapması nedeniyle Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı, 1800 lü yıllardan günümüze kadar yerli-yabancı birçok araştırmacı ve şirketin ilgi odağı olmuştur. Tez çalışmasında dağ kuşağı'nın güney kesiminde yaygın bir yüzeyleme alanına sahip olan Eosen istifindeki bazaltik-andezitik dayk ve sillerin petrolojisi, yerleşim mekanizması ve oluşumları sırasındaki jeodinamik ortamına odaklanılmış olup; bölgenin stratigrafisine, çalışma konusu olan daykları da kapsayacak şekilde bölgedeki Senozoyik magmatizmasına ve jeodinamik ortamına odaklanan bazı çalışmalar kronolojik sıra dikkate alınarak aşağıda özetlenmiştir.

Turan (1978), tez çalışmasının konusu olan bazaltik-andezitik dayk ve silleri de kapsayan ‘‘Şiran (Gümüşhane) Doğu Yöresinin Jeolojisi’’ başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, Şiran'ın doğu kesiminde yaklaşık 145 km² lik bir alandaki birimleri ayırtlamış, onların stratigrafik dizilimlerini ortaya koymuş ve ayrıca bölgedeki kıvrımlanmaların mekaniği hakkında yorumlamalarda bulunmuştur. Çalışmasında, inceleme alanının en yaşlı biriminin Erken-Orta Jura yaşlı yer yer kömürlü ara seviyeler içeren volkano-tortul istif olduğunu, bu birimin Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşları tarafından örtüldüğünü, baskın olarak kireçtaşları ve kırıntılı sedimanter kayalardan oluşan ve yer yer de üst seviyelerinde volkanik litolojilere rastlanan Geç Kretase istifinin bu formasyonları uyumsuz olarak örttüğünü, tüm bu Mesozoyik birimlerinin Eosen yaşlı konglomeralar ve klastik sedimanter kayalar tarafından uyumsuz olarak üzerlendiğini ve bazaltik-andezitik dayklar tarafından kesildiğini vurgulamıştır. Ayrıca, tez çalışmasının konusunu oluşturan daykların bölgedeki en genç volkanik aktivite olduğunu belirterek, yaşının stratigrafik ilişkilere göre Eosen sonrası olması gerektiğini söylemiştir. Bu çalışmada da Turan (1978) tarafından hazırlanan harita ve kurulan stratigrafi tarafımızdan referans olarak alınmış, inceleme alanındaki Senozoyik yaşlı daykları oluşturan bazaltik-andezitik aktivitenin kökeni ve jeodinamik ortamı sorgulanmıştır.

Eren (1983), ‘‘Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi’’ başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, söz konusu bölgenin detaylı jeolojik haritasını hazırlamış, bölgenin taban birimi olan Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Granitoyidi üzerine aşınma uyumsuzluğu ile oturan Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul istif Zimonköy Formasyonu olarak adlandırmış, bu formasyonun Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga

Formasyonu tarafından örtüldüğünü, üste doğru sarı renkli kumlu kireçtaşları, kırmızı kireçtaşları ve klastik sedimanter kayalardan oluşan Geç Kretase yaşlı Kermutdere Formasyonu'na geçildiğini ve tüm bu birimlerin baskın olarak bazaltik-andezitik piroklastik kayalardan oluşan Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü vurgulayarak, Turan (1978) tarafından Şiran yöresinde haritalanan bazaltik dayklara benzer daykların Kale civarında da bulunduğunu belirtmiş, bu daykları kısmen haritalamış ve andezitik dayklar başlığı altında detaylandırmıştır.

Aliyazıcıoğlu (1999), Kale (Gümüşhane) civarında yüzeyleyen Tersiyer yaşlı volkanik kayaların petrografisi ve petrolojisine odaklandığı yüksek lisans tez çalışmasında bölgede Eosen istifinin hemen altında, konglomera ve mikritik kireçtaşlarından oluşan bir Paleosen sekansının bulunduğunu belirtmiştir. Çalışmasında Eosen yaşlı birimi alttan üste doğru; sedimanter kayalar ile temsil edilen Kızltepe Üyesi, baskın olarak aglomeralardan oluşan Arzular Üyesi, andezitik kayalardan oluşan Ballica Üyesi ve genellikle klastik sedimanter litolojilerden oluşan Şule Üyesi olmak üzere dört üyeye ayırmıştır. Volkanik kayalardan elde edilen ana-iz-nadir toprak element konsantrasyonlarından hareketle, söz konusu Eosen volkaniklerinin kalkalkalin karakterli olduklarını, gelişimlerinde fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ve kabuksal kirlenme olaylarının etkin rol oynadığını vurgulayarak, volkanizmanın ekstansiyonel bir rejim altında geliştiğine işaret etmiştir.

Arslan ve Aliyazıcıoğlu (2001), Kale civarındaki Eosen yaşlı volkanik kayaların petrolojisine odaklandıkları çalışmalarında, Aliyazıcıoğlu (1999) tarafından tanımlanan özelliklere benzer şekilde; kayaların baskın olarak kalk-alkalin karakterli olduğunu, kayaları oluşturan magmanın çarpışma ilişkili bir jeodinamik ortamda gelişerek, sığ derinliklerde fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı olaylarına maruz kaldığını vurgulamışlardır. Bu çalışmalarında ayrıca, aglomeralardan oluşan Arzular üyesinin, Eren (1983) tarafından da daha önce vurgulanmış olduğu gibi bazaltik dayklar tarafından kesildiğini belirtmişlerdir.

Karşlı vd. (2007), Gümüşhane ili doğusunda yüzeyleyen Dölek ve Sarıççek plutonlarını konu edinen çalışmalarında, bu plutonların Lütseyen döneminde yerleşmiş olduklarını, yüksek potasyumlu kalk-alkalin karaktere sahip olduklarını, gelişimleri sırasında zenginleşmiş kıta altı manto ve kabuk kökenli ergiyiklerin etkileşiminin söz konusu olduğunu ve tüm bu magmatik faaliyetlerin çarpışma ilişkili jeodinamik ortamda ekstansiyonel rejim altında gerçekleştiğini vurgulamışlardır.

Karşlı vd. (2010), Gümüşhane ili Kale yöresindeki biyotitli andezitlere

odaklandıkları çalışmalarında bu kayaçları $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ metodu ile yaşlandırarak onların yaşlarının 48-50 milyon yıl ile Erken Eosen olduğunu, SiO_2 içeriklerinin % 56-66 arasında değiştiğini adakitik karakterli magmaların jeokimyasal özelliklerine sahip olduklarını vurgulayarak Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı adakitlerini sınırlı bir veri tabanı ile yüksek magnezyumlu ve düşük magnezyumlu adakitler şeklinde iki alt gruba ayırarak, yüksek magnezyumlu adakitlerin delamine olmuş eklojitik mafik alt kabuğun kısmi ergimesiyle oluştuğunu ve yükselimleri sırasında kıta altı mantoyla etkileşime girdiklerini, düşük magnezyumlu adakitlerin ise alt kıta kabuğunun kısmi ergimesi ile oluştuğunu ve tüm bu proseslerin çarpışma ilişkili bir jeodinamik ortamda gerçekleştiğini ileri sürmüşlerdir.

Eyüboğlu vd. (2011a), sadece Gümüşhane yöresi ile sınırlı kalmadan, Erzurum'un kuzeyinden Amasya'ya kadar uzanan hat üzerinde topladıkları çok sayıda örneğin jeolojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinden hareketle, Geç Kretase yaşlı şoşonitik-ultrapotasik magmatizmadan Geç Plaeosen-Erken Eosen yaşlı adakitik magmatizmaya geçişin doğasına odaklandıkları çalışmalarında yaklaşık 400 örneğin tüm kayaç ana-iznadir toprak element analizlerini kullanarak, Karlı vd. (2010) tarafından Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı adakitik magmalara yönelik olarak ileri sürülen yüksek magnezyumlu ve düşük magnezyumlu adakitler şeklinde bir ayırımın bölgesel ölçekte mümkün olamayacağını, adakitik aktivitenin 56-46 milyon yıllar arasında yaklaşık 10 milyon yıllık bir süreç içinde gerçekleştiğini, adakitik magmatizmanın güneyde başlayarak kuzeye doğru göç ettiğini, bu göçün çarpışma ilişkili bir jeodinamik süreçle açıklanamayacağını, jeolojik-tektonik-jeokimyasal ve jeofizik veriler bir bütün olarak düşünüldüğünde adakitik aktivitenin 56 milyon yıl önce başlayan ve yiten bir okyanus ortası sırtın yırtılması ile gelişen dilim penceresi (slab window) oluşumu ile açıklanabileceğini vurgulamışlardır.

Kaygusuz vd. (2011), Gümüşhane ili Torul ilçesi ve çevresinde yüzlek veren Eosen yaşlı volkanik kayaçlarının petrolojisi ve jeodinamik ortamına odaklandıkları çalışmalarında Eosen yaşlı magmatik kayaçların, başlıca bazaltik andezit, andezit, trakiandezit ve ilişkili piroklastik kayaçlarla temsil edildiklerini, elde edilen K-Ar yaşlarından hareketle bu aktivitenin 44-33 milyon yıllar arasında gelişmiş olduğunu, kayaçların kalk-alkali karaktere sahip olduğunu, petrojenetik gelişimlerinde fraksiyonel kristallenmenin ana rol oynadığını, bununla birlikte magma karışım ve kontaminasyon proseslerinin de sürece etki ettiğini vurgulayarak, incelenen tüm kayaçlar için ana magma kaynağının; daha önceleri yitim ilişkili akışkanlarca metasomatize edilmiş, zenginleşmiş üst manto olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Eyüboğlu vd. (2013a), Gümüşhane ili Tekke Beldesi ve Kale Mahallesi arasında kalan bölgenin ayrıntılı jeolojik haritasını hazırlayarak, Senozoyik magmatiklerini kendi içinde jeokimyasal karakterlerine bağlı olarak sınıflandırmış ve adakitik magmatizmadan bazaltik- andezitik yay magmatizmasına geçişin doğasına odaklanmıştır. Bu çalışmalarında, Arslan ve Aliyazıcıoğlu tarafından varlığı ileri sürülen Paleosen yaşlı bir birimin varlığının sözkonusu olamayacağını, çünkü bu birimin zirkon U-Pb yaş verisine göre 48 milyon yıllık bir geçmişe sahip olan adakitik andezit parçaları içerdiğini, Alibaba Formasyonu'nun orta seviyesinden alınan adakitik bir andezit örneğinden de 45 milyon yıllık zirkon U-Pb yaş verisi elde etmiş, adakitik aktivitenin 46 milyon yıl öncesine kadar devam ettiğini ve sonrasında bu sürecin tamamlanarak bölgede adakitik olmayan bazaltik-andezitik volkanizma ve granitoidlere vücut veren felsik plütonizmanın hüküm sürmeye başladığını net yaş verileri ile ortaya koymuş ve bu geçişin çarpışma ilişkili bir ortamda değil, yitim ilişkili bir ortamda, yiten okyanusal plaka üzerinde açılan dilim penceresinden yukarıya doğru nüfuz eden sıcak astenosferik malzemenin hem açılan pencerenin kenarlarında hem de manto kamasında kısmi egimeye yol açmasının magmaların gelişim sürecinde etkili olduğunu vurgulayarak, bölgedeki altın yataklarının gelişiminde Eosen yaşlı adakitik olmayan granitik kütlelerin etkin rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarında ayrıca Eosen birimlerini kesen bazaltik daykları ayrıntılı olarak haritalamış ve onlardan ilk sistematik jeokimyasal verileri sunmuşlardır.

Arslan vd. (2013), Doğu Karadeniz Dağ Kuşaağı'nın güney kesiminde Bayburt, Kale (Gümüşhane), Alucra ve Şiran bölgelerinde yüzeyleyen Tersiyer volkanik ve piroklastik kayaçları üzerinde yaptıkları çalışmada, söz konusu volkanik ve piroklastik kayaçların baskın olarak kalk-alkalen ve toleyitik karakterde olup bazalt, andezit ve dasitten meydana geldiklerini belirtmişlerdir. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verilerinden hareketle aktivitenin 45-37 milyon yıllar arasında hüküm sürdüğünü, ana ve iz elementlerdeki değişimlerin bazaltik kayaçlarda klinoprosen \pm magnetit, andezitik kayaçlarda hornblend \pm plajiyoklast \pm manyetit \pm apatit ayrımlaşmasıyla açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Tüm kayaç ana-iz-nadir toprak element ve Sr-Nd izotop verilerinden hareketle, volkanik ve piroklastik kayaçları oluşturan magmaların yitim tarafından değiştirilmiş, kıta altı litosferik mantodan türediğini vurgulayarak, magmatizmanın çarpışma ilişkili bir jeodinamik ortamda meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Aslan vd. (2014), Gümüşhane il merkezi ve yakın çevresindeki Tersiyer volkanizmasını konu alan çalışmalarında, volkanik kayaçları K-Ar yöntemi ile

tarihlendirmiş ve 37 ila 30 milyon yıl arasında değişen yaşlar elde etmiştir. Bu çalışmalarında ayrıca Eosen volkaniklerini kesen bazaltik dayk örneğinden de bu bölgede ilk kez 15.80 ± 1.71 milyon yıllık Geç Oligosen- Erken Miyosen dönemindeki aktiviteyi işaret eden yaş verisine ulaşmışlardır. Jeokimyasal verilerden hareketle de Tersiyer volkanizmasının çarpışma sonrası ilişkili bir ortamda yitim ilişkili akışkanlarca metasomatize edilmiş kıta altı listosferik mantonun kısmi ergimesi işle oluştuğunu savunmuşlardır.

Akaryalı (2016), Gümüşhane ili Altınpınar (Torul) cevherleşmesini konu alan çalışmasında, söz konusu cevherleşmenin Gümüşhane ve çevresinde Lütesiyen döneminde yitim ilişkili bir ortamı işaret eden, adakitik karakterli olmayan plutonik aktivite ile ilişkili olarak geliştiğini vurgulamıştır.

Eyüboğlu vd. (2017), İspir (Erzurum)-Gümüşhane-Şebinkarahisar (Giresun) hattı boyunca yüzeyleme veren Eosen yaşlı adakitik karakterli olmayan tüm plutonları ve onlara ev sahipliği yapan volkanik kayalar konu edindikleri jeolojik-jeokimya-jeokronoloji odaklı çalışmalarında adakitik karakterli olmayan felsik plütonik aktivitenin 45-42 milyon yıllar arasında etkin olduğunu, bu plütonların Eosen yaşlı volkanik kayalar içinde küçük intrüziv kütleler olarak bulduklarını, dolayısıyla da bazaltik-andezitik karakterli Eosen volkanizmasının 45 milyon yıldan daha önce başlamış olması gerekliliğini, Eosen yaşlı plutonlardan elde edilen basınç sıcaklık değerlerinin onların sığ sokulumlar (< 4km) olduğuna işaret ettiğini, jeokimyasal ve izotopik karakterlerinin ise yitim ilişkili bir jeodinamik ortamı gösterdiğini ve bölgede Mastra altın madeni gibi Eosen volkanikleri içinde gelişen altın cevherleşmelerinin bu felsik aktivite tarafından türedildiğini vurgulamışlardır.

Eyüboğlu vd. (2018), Bayburt yöresindeki Erken Tersiyer magmatizmasının kökeni ve jeodinamik ortamına odaklandıkları çalışmalarında, bölgede yapıtaş olarak yaygın bir kullanım alanına sahip olan ve ‘‘Bayburt Tüfü’’ olarak bilinen felsik piroklastik kayaların bölgedeki Erken Senozoyik adakitik magmatizmasının final ürünleri olarak yaklaşık 47 milyon yıl önce oluştuklarını, oluşumları sırasında; eş zamanlı olarak güneye doğru dalan dilimin geriye doğru bükülmesi (roll-back) ve dilim penceresi açılımının gerçekleştiğini, bu prosesin eksenini magmatik yaya paralel olatacak uzanan bir ekstansiyon rejimini tetiklediği ve bu ekstansiyon rejiminin de bölgedeki Eosen havzalarının açılmasında etkin bir rol oynadığını ileri sürerek, Bayburt'ta Nummulitli kireçtaşlarının çökeldiği sığ deniz ortamının, tüflerin oluşumu sırasında göl ortamına dönüştüğünü ileri sürmüşlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyaller ve Yöntemler

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Güney kesiminde Gümüşhane bölgesi Şiran ilçesi civarında yüzeyleme veren dayk ve sillerin yerleşim mekanizmasının ve tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element içeriklerinin değerlendirilmesiyle de bu dayk ve silleri oluşturan bazaltik magmaların kökeni ve oluşumları sırasındaki jeodinamik ortamının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatür taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışma kapsamında ilk olarak dikkatli ve ayrıntılı saha çalışması yapılarak dayk ve sillere haritalanmış, onların içerisine yerleşmiş oldukları birimlerle olan ilişkileri irdelenmiş, jeokimyasal çalışmalarda kullanılması için alterasyon koşullarından etkilenmemiş ve/veya mümkün olduğunca az etkilenmiş örnekler toplanmıştır. Literatür taraması kapsamında, çalışma konusu ve alanıyla ilgili tez ve makalelerin incelemesi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmasında, toplanan örneklerden ince kesitler hazırlanarak mikroskopik tayinler ve buna bağlı olarak da kimyasal analizler için örnek seçimi yapılmıştır. Büro çalışmalarında ise, örneklere ait veriler değerlendirilmiş, örneklere uygun grafikler ve diyagramlar hazır hale getirilerek yorumlanmış ve tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.

2.2. Literatür Taraması

Literatür çalışması kapsamında, çalışma konusunu oluşturan Tersiyer yaşlı bazaltik kayaçların yüzeyletiği alan ve yakın çevresinin stratigrafisine odaklanan makale ve tezler, bölgede yaygın bir yüzeyleme alanına sahip olan Tersiyer volkanik ve piroklastik kayaçlarının petrojenezine ve jeodinamik ortamına odaklanan bilimsel makaleler ve ayrıca dünya ölçeğinde, bazaltik daykların yerleşim mekanizmasını konu alan çeşitli makaleler tarafımızdan derlenmiş, detaylı bir şekilde incelenerek elde edilen bilgiler ve yeni veriler ışığında çalışmamıza yön verilmiş ve Şiran ilçesi doğusundaki bazaltik-andezitik dayk ve sillere konu alan bu çalışma üretilmiştir.

2.3. Arazi Çalışmaları

Tez çalışmasında, Turan (1978) tarafından hazırlanan harita ve alan için kurulan stratigrafi referans olarak alınmış, bölgedeki litostratigrafik birimler tabandan tavana doğru gezilerek gerekli görülen yerlerde örnek ve ölçüm alımı yapılmış, çalışma konusunu oluşturan bazaltik dayk ve siller ayrıntılı olarak haritalanmış, doğrultuları ölçülmüş, sistematik örnek alımı gerçekleştirilmiş, içinde buldukları kırıntılı sedimanter kayalar ile olan dokanakları kapsamlı bir şekilde irdelenmiş, el örneğinde kolaylıkla saptanabilen makroskobik özellikler ve gerekli görülen diğer bilgiler saha defterine kaydedilmiştir.

2.4. Laboratuvar Çalışması

Bu kapsamda; 2018 ve 2019 yılları yaz aylarında gerçekleştirilen saha çalışmaları kapsamında toplanan örneklerin detaylı petrografik incelemesi için gerekli olan ince kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğütme laboratuvarında hazırlanmış, etraflıca incelenmiş, belirlenen örnekler kırıcı makineyle 1cm boyutlarında kırılıp, daha sonra öğütücü de toz haline getirilerek titiz bir şekilde küçük torbalara konularak analiz edilmek üzere Kanada'da ki ACME Laboratuvarı'na gönderilmiştir.

2.4.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Saha çalışmaları sırasında toplanılan örneklerden Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında, mineralojik ve petrografik inceleme amaçlı olarak ince kesit hazırlanmıştır. Belirlenen örnekler öncelikle kayaç kesme makinesinde 0.5x2x4 (kalınlık x en x boy) boyutunda plakalar şeklinde kesilmiş ve bir yüzeyin pürüzlülükleri giderildikten sonra 1mm kalınlığında ki 2,7x4,7 cm boyutundaki cam üzerine uygun yapıştırıcı malzeme kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayaç, dereceli aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığa kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir.

2.4.2. Hazırlanan Örneklerin Mikroskopta İncelenmesi

Hem çalışılan kayaçların mineralojik bileşimleri ve dokusal özelliklerini belirlemek hem de tüm kayaç ana-iz-nadir toprak element analizleri için alterasyondan az etkilenmiş en uygun örneklerin belirlenebilmesi için hazırlanan ince kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarında mikroskop altında ayrıntılı olarak incelenmiş ve önemli görülen dokusal-mineralojik özellikleri not edilmiş, gerekli görülen kısımlardan mikro fotoğraflar alınmıştır.

2.4.3. Analiz İçin Örneklerin Hazırlanması ve Analiz Edilmesi

Bu çalışmada istenilen amaca ulaşabilmek için en önemli hedef saha çalışmaları sırasında toplanılan kayaç örnekleri arasından seçilecek örneklerin ana-iz-nadir toprak element konsantrasyonlarının elde edilmesiydi. Bu bağlamda mikroskobik incelemeler sonucunda belirlenen 17 örnekten yaklaşık 3 cm genişliğinde, 5 cm uzunluğunda ve 2 cm derinliğinde olan kayaç parçaları kesilmiş, bu kesim işlemi sırasında altere kısımlar dikkatli bir şekilde kaldırılmıştır. Sonrasında bu kayaç dilimleri öncelikle çeneli daha sonra da halkalı öğütücülerle öğütülerek toz haline getirilmiş, toz haline getirilen örnekler titiz bir şekilde yaklaşık 50'şer gram ağırlığındaki tüplere konularak, tüplerin ağzı sıkıca kapatılmış ve ACME (Kanada) Analiz Laboratuvarına göndermiştir. Örneklerin ana element içerikleri ICP-OS yöntemi ile iz ve nadir toprak element içerikleri ise ICP-MS (kütle spektrometresi) yöntemiyle analiz edilmişlerdir. Analizlerle ilgili detaylar Eyüboğlu vd. (2017)'de sunulmuştur.

2.5. Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarının ilk kısmında çalışma alanı ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar ve ayrıca dünya ölçeğinde bazaltik-andezitik kayaçların kökeni ve jeodinamik ortamına yönelik bazı temel çalışmalar derlenmiş ve etraflıca incelenmiştir. Arazi çalışması sırasında alınan örneklerin mikroskobik incelemesi ve tüm kayaç kimyası analiz sonucunda elde edilen veriler çeşitli programlar yardımıyla irdelenmiş, hazırlanan grafik ve diyagramlar vasıtasıyla jeokimyasal veriler yorumlanmaya çalışılmıştır. Böylece arazi,

laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda ortaya çıkan tüm veriler birleştirilip, irdelenmiş ve yaklaşık 3 yılı aşkın bir süredir devam eden bu tez çalışmasının “Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu” kurallarına göre yazımı gerçekleştirilmiştir.

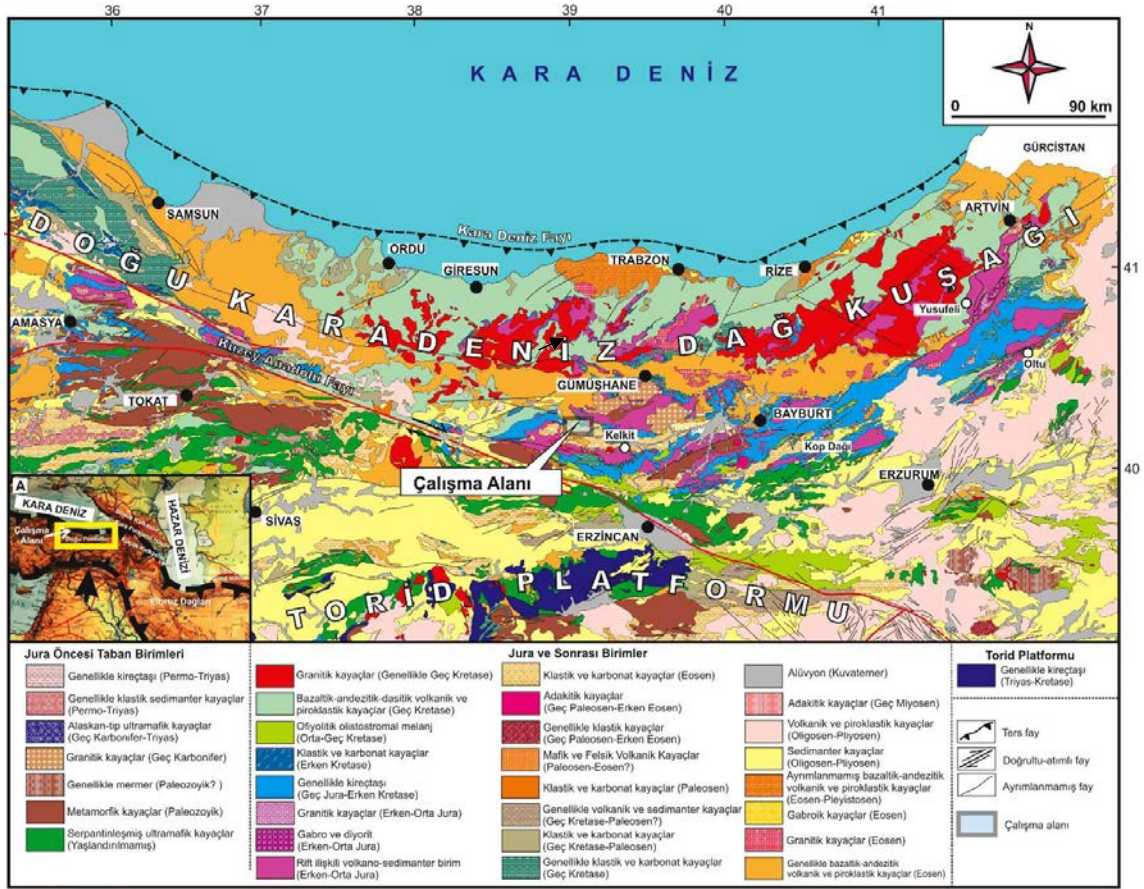


3. BULGULAR

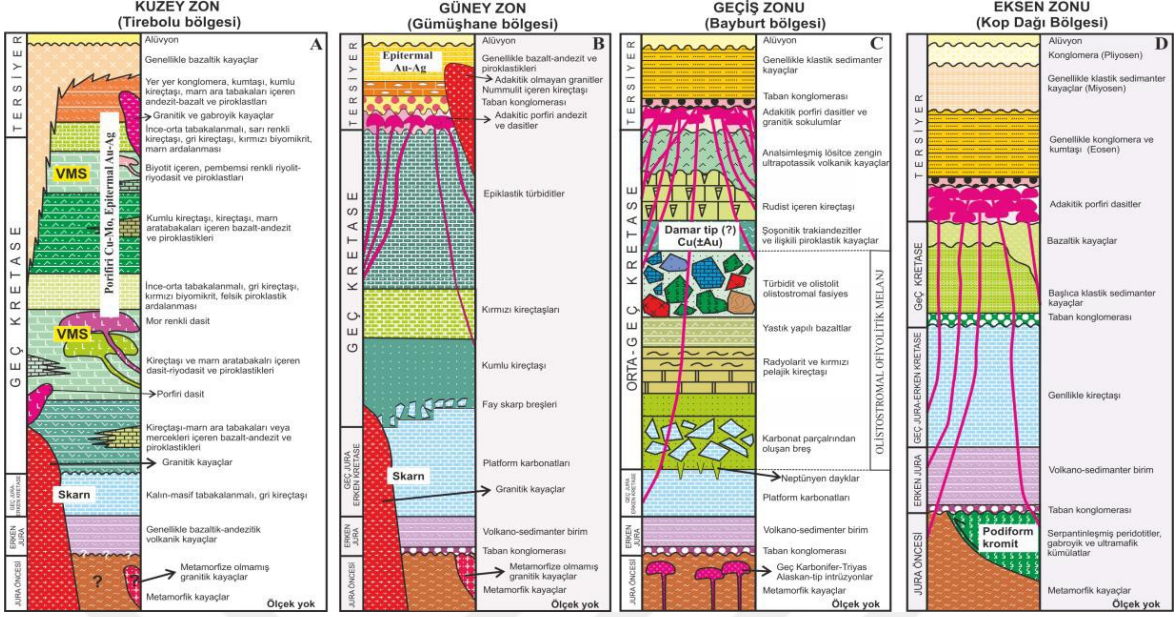
3.1. Giriş

Alp-Himalaya sistemi içindeki iyi korunmuş fosil magmatik yayların tipik örneklerinden biri olan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzeyinde Meso-Senozoyik yaşlı volkanik ve plütonik kayalar, güneyinde ise sedimanter ve metamorfik kayalar baskın litolojileri oluştururlar (Şekil 2 ve 3). Çalışmaya konu olan bazaltik kayalar Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde yer alan Gümüşhane ilinin 42 km güneybatısındaki Karışeyh Mahallesi ve çevresinde mostra verirler. Dağ kuşağının güney kesiminde; metamorfik kayaç kütleleri (Pulur, Ağvanis, Tokat metamorfik masifleri, Kurtoğlu, Kop, Kopuzsuyu, Karadağ ve Petekkaya metamorfikleri) ve onları kesen Geç Karbonifer yaşlı Gümüşhane ve Köse Granitoidleri ile Alaskan-tip mafik-ultramafik intrüzyonlar Jura öncesi baskın taban birimlerini oluştururlar (Korkmaz ve Baki, 1984; Topuz vd. 2004 ve 2010; Dokuz, 2011; Eyüboğlu vd. 2010). Taban birimleri Erken-Orta Jura'da gerçekleşen kıtasal riftleşmeyi takiben açılan havzalarda biriken volkano-tortul katakterli kalın bir sedimanter istif (Hamurkesen Formasyonu) tarafından uyumsuz olarak örtülür (Eren, 1983; Eyüboğlu vd. 2006). Geç Jura- Erken Kretase dönemi tüm bölgede olduğu gibi, güney kesimde de magmatik ve tektonik açıdan duraylılık dönemine karşılık gelmekte olup, karbonat kayaların çökelişi gerçekleşmiştir (Berdiga Formasyonu). Geç Kretase dönemindeki tektonik faaliyetlere bağlı olarak açılan yeni havzalarda sarı renkli kumlu kireçtaşları ile başlayıp, üste doğru kırmızı renkli kireçtaşlarına geçen ve yer yer felsik-andezitik tuf ara seviyeleri de içeren kalın bir türbiditik istif ile son bulan Kernutdere Formasyonu çökelmiştir. Tuf ara seviyelerinden yapılan sistematik jeokronoloji çalışmaları bu birimin oluşum yaşını 84-77 milyon yıllar arasında sınırlandırmıştır (Eyüboğlu, 2015). Güney Zon ayrıca Kampaniyen ve Mastroşiyen yaşlı şoşonitik-ultrapotassik volkanik kayalara evsahipliği yapmaktadır (Eyüboğlu, 2010). Tüm bu birimler Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı adakitik intrüzyonlar tarafından yaygın olarak kesilmekte (Topuz vd. 2005; Karlı vd. 2010; Eyüboğlu vd. 2011a) ve taban konglomerası ile başlayıp, üste doğru Nummulit içeren kireçtaşlarına geçen ve kalın bir bazalt-andezit ve ilişkili piroklastik kayalar ile temsil edilen Alibaba Formasyonu tarafından, veya bazı kesimlerde de taban

konglomerası ile başlayıp klastik sedimanter kayaçların baskın olduğu bir istif ile devam eden Sırataşlar Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedirler. Eosen yaşlı volkanik ve piroklastik kayaçlar içinde gelişen önemli altın mineralizasyonlarının kaynağı olarak kabul edilen Lütésiyen yaşlı granitik kütleler tüm istifi keserek kabuğun sığ derinliklerine kadar yerleşmişlerdir (Akaryalı, 2016; Eyüboğlu vd. 2017). Bununla birlikte tüm istifi kesen ve çalışma konusunu da oluşturan bazaltik-andezitik dayk ve siller ve biraz daha güneyde çok yaygın bir yüzeyleme alanına sahip olan Miyo-Pliyosen yaşlı çökel kayaçlar güney kesimde yüzeyleyen önemli kayaç toplulukları arasındadır.



Şekil 2. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın ana litolojik birliklerini ve tektonik zonlarını gösteren harita (MTA tarafından hazırlanan 1/500000 ölçekli haritalar kullanılarak Eyüboğlu vd. 2016a tarafından hazırlanmıştır). İnceleme alanı Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde Gümüşhane ilinin 42 km güneydoğusunda yer alır

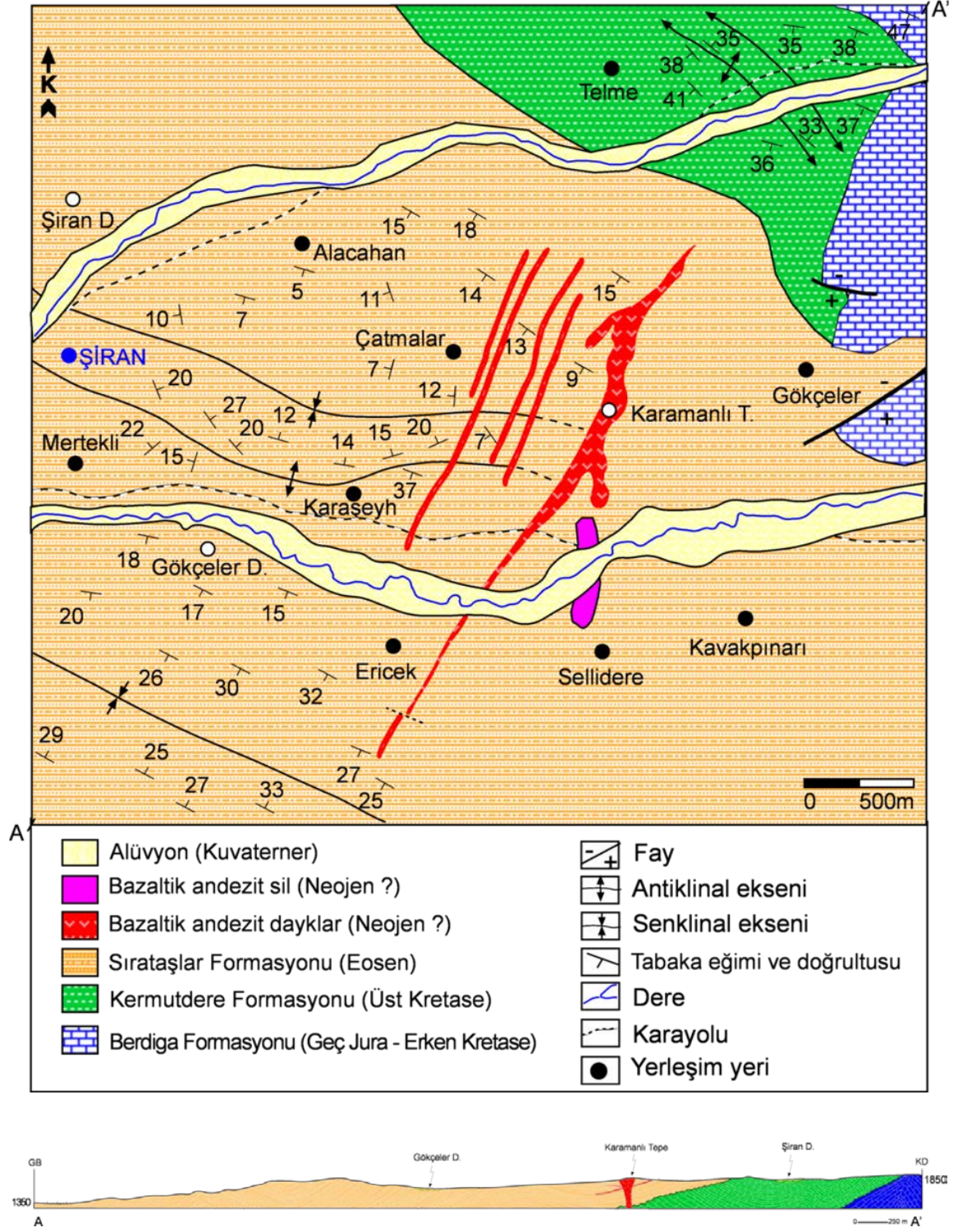


Şekil 3. Doğu Pontid Orogenik Kuşağı'nın farklı zonlarına ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesitler (Eyüboğlu vd. 2014' den alınmıştır). İnceleme alanı Güney Zon (B) kesiti ile ilişkili bölge içinde yer alır

3.2. İnceleme Alanında Yüzeyleyen Birimlerin Stratigrafik Dizilimi ve Ana Jeolojik Özellikleri

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı güney kesiminde, Gümüşhane ili Şiran ilçesinin doğusunda yaklaşık 130 km² lik bir alanı kapsayan ve Trabzon H42-d2 paftası içerisinde yer alan çalışma alanında Meso-Senozoyik dönemde oluşmuş beş farklı birim yüzeylemekte olup (Şekil 4 ve 5), bu birimlerin stratigrafik dizilimi aşağıdaki gibidir;

5. Alüvyonlar (Kuvaterner)
4. Bazaltik dayk ve siller (Eosen sonrası?)
3. Sırataşlar Formasyonu (Eosen)
2. Kermutdere Formasyonu (Üst Kretase)
1. Berdiga Formasyonu (Geç Jura- Erken Kretase)

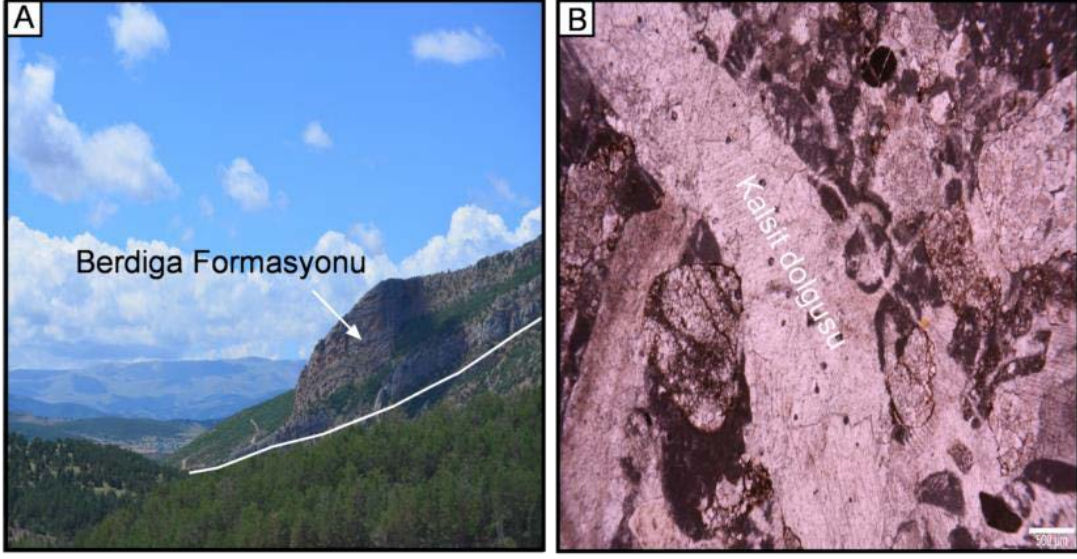


Şekil 4. Çalışma konusunu oluşturan bazaltik kayaların inceleme sahasında yüzeyleyen diğer birimlerle olan dokanak ilişkilerini ve sahadaki yapısal unsurları gösteren jeolojik harita (Turan, 1978'den modifiye edilmiştir) ve inceleme alanında yüzeyleyen birimle olan dokanak ilişkilerini ve sahadaki yapısal unsurları gösteren jeolojik harita (Turan, 1978'den modifiye edilmiştir) ve inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin stratigrafik ilişkilerini gösteren jeolojik enine kesit

ZAMAN DEVİR ALT DEVİR	KAT	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	TEKTONİK OLAY
SENOZOYİK PALEOJEN E OSEN	LÜTESİYEN	SIRATAŞLAR	Alüvyon	→ YÜKSELME EROZYON ←	SIKIŞMA
			Bazaltik andezit dayk ve sili Kumtaşı-silttaşı-marın ardalanması Konglomera	← RİFTLEŞME →	ÇEKME
SENOZOYİK KRETASE ÜST	KAMPANIYEN	KERMUTDERE	Andezitik-dasitik piroklastik kayalar Kireçtaşı olistolitleri Yer yer tuf ara seviyeleri içeren kumtaşı-silttaşı-marın ardalanması	→ YÜKSELME ←	INVERSİYON
			Kırmızı kireçtaşı Sarı renkli kumlu kireçtaşı Fay yamacı breşleri	↓ TERMAL SÜBSİDANS ↓ ← RİFTLEŞME →	SIKIŞMA
JURA ÜST		BERDİGA	Orta-kalın-masif tabakalanmalı kireçtaşları	↓ TERMAL SÜBSİDANS ↓	ÇEKME

Şekil 5. Çalışma alanındaki ana litolojik birimlerin dizilimlerini ve onların gelişimleri sırasındaki tektonik olayları özetleyen stratigrafik kolon kesit (Eyüboğlu, 2015'den modifiye edilmiştir).

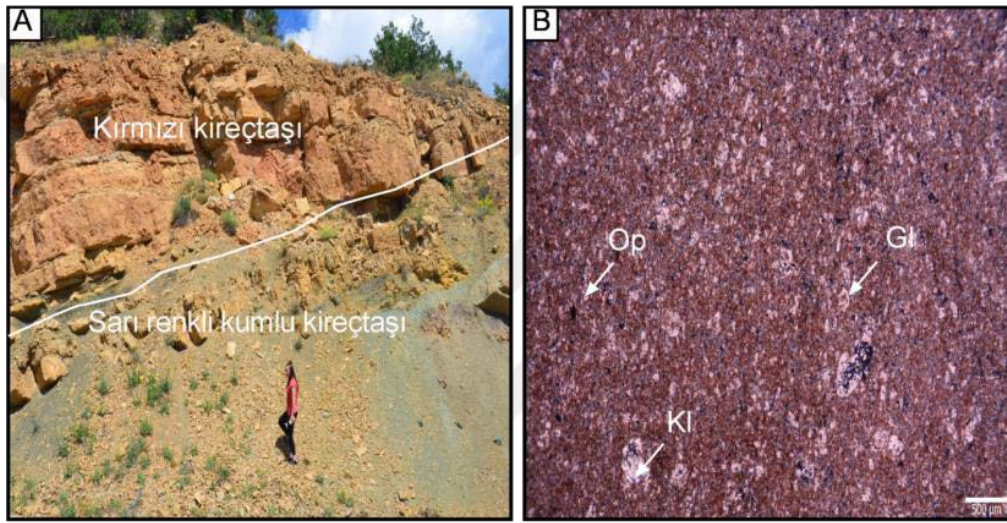
İlk kez, en iyi yüzlek verdiği Giresun ili Alucra ilçesi Berdiga Dağları yöresine atfen Pelin (1977) tarafından isimlendirilen ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın hem kuzey hem de güneyinde yaygın olarak yüzeyleyen Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu inceleme alanının kuzeydoğu köşesinde yüzeyleme vermekte ve alanın taban birimini oluşturmaktadır. Her ne kadar inceleme alanında alt dokanağı gözlenemiyor olsa da inceleme alanının hemen dışında Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul istif tarafından altlandığı bilinmektedir. Birim üstten ise Geç Kretase yaşlı Kermutdere Formasyonu tarafından sınırlandırılır (Şekil 4). Topografyada dik kayalıklar oluşturması ve gri-bej tonlarındaki karakteristik rengi ile çalışma alanındaki diğer birimlerden kolaylıkla ayırt edilirler (Şekil 6A). Tabanda gri renkli mikrosparitik kireçtaşları ile başlayan birim, üste doğru çörtlü mikritik kireçtaşlarına, kalın-masif tabakalanmalı dolomitik kireçtaşlarına ve kumlu biyopelsparitik kireçtaşlarına geçer. Mikroskobik özellikleri ve kalın-masif tabakalı yapıları Berdiga Formasyonu'nun çökelişi sırasında yüksek enerjili, sıg denizel bir ortamın varlığını işaret etmektedir (Şekil 6 A ve B). Fosil bulgular birimin çökelişi için Bajosiyen-Barremiyen yaş aralığını işaret etmektedir (Turan, 1978).



Şekil 6. A) Berdiga Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşlarının inceleme alanının doğu kesimindeki görünümü. B) Berdiga Formasyonu'nu temsilen alınan kireçtaşı örneğindeki kalsit dolgulu kırık ve diğer bileşenler.

Berdiga Formasyonu, Gümüşhane ve yakın çevresinde yaygın bir yüzeyleme alanına sahip olan Geç Kretase yaşlı Kermutdere Formasyonu ile uyumsuz olarak örtülür. İlk kez Tokel (1972) tarafından tanımlanan birim sarı renkli kumlu kireçtaşları ile başlayıp, üste doğru kırmızı renkli kireçtaşlarına geçer ve yer yer dasitik-andezitik tüf ve seviyeleri de içeren baskın olarak kumtaşından oluşan kalın bir türbiditik istif ile son bulur. İnceleme alanının kuzey kesiminde yüzeyleyen birim Gümüşhane civarında Tokel (1972) tarafından tanımlanan istifte olduğu gibi sarı renkli kumlu kireçtaşları ile başlar. Orta-kalın tabakalı olan ve toplamda 6-7 metrelik bir kalınlık sunan bu kısım tektonik faaliyetler nedeniyle devamlılık arz etmemekte olup, bazı kesimlerde kırmızı kireçtaşları Berdiga Formasyonu'nu direkt örter. Globotruncana içeren ve yer yer breşik bir yapı arz eden kumlu kireçtaşları içindeki parçalar sparitik bir çimento ile bağlanmışlardır. Kumlu kireçtaşları üzerine gelen kırmızı-bordo renkli kireçtaşları genellikle orta tabakalanmalıdır (Şekil 7A). Parçalı kırıklı bir yapı sunarlar. İnce çatlaklar genellikle kalsit dolguludur. Globotruncana, Globigerina ve Radyolarya içeren bu kireçtaşlarının bağlayıcısı mikrittir (Şekil 7B). Geç Kretase istifinin üst kesimi Gümüşhane il merkezi yakınında yüzeyleyen istiftin biraz farklılık göstermekte olup, kırıntılı sedimanter kayaların üzerine baskın olarak andezitik-dasitik karakterli piroklastik kayalardan oluşan bir fasiyes gelir. Birim inceleme alanının orta ve güneyinde yaygın olarak yüzlek veren Eosen yaşlı konglomeralar ve diğer klastik sedimanter kayalar tarafından uyumsuz olarak örtülür. Birimin tabandaki

sarı renkli kumlu kireçtaşları ve üzerine gelen kırmızı kireçtaşlarındaki fosil bulguları birimin çökme yaşının Geç Kretase olduğuna işaret etmektedir (Şekil 7). Eyüboğlu (2015) birimin tanımlandığı Gümüşhane ili Kermut Deresi mevkiinde almış olduğu ölçülü stratigrafik kesitle birimi tabandan tavana sistematik olarak örneklemiş, kırmızı kireçtaşlarının hemen üzerine gelen tuf tabakasından 84 milyon yıllık ve en üstteki tuf tabakasından da 77 milyon yıllık zirkon U-Pb radyometrik yaş verisi elde etmiş ve bu verilerden hareketle birimin Kampaniyen yaş aralığında çökelmiş olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 7. A) Kermutdere Formasyonu'na ait kırmızı kireçtaşlarının Telme civarındaki genel görünümü. B) Kermutdere Formasyonu içindeki kırmızı kireçtaşlarından hazırlanan ince kesit (Gl: Globotruncana, Ka: Kalsit, Op: Opak mineral).

Geç Kretase istifi inceleme alanında Eosen yaşlı konglomeralar ve klastik kayaçlar tarafından uyumsuz olarak örtülür. İlk kez Açar (1977) tarafından Köse-Demirözü yöresinde Sırataşlar Formasyonu olarak isimlendirilen bu birim inceleme alanının orta ve güney kesimini tamamen örter. Birim Eosen öncesi yaşlı çevre kayaçların çeşitli büyüklüklerdeki parçalarını içeren, belli belirsiz bir tabakalanma sunan konglomeratik bir seviye ile başlar. Parçaların büyüklükleri, aşınma mesafesinin artışıyla göstererek şekilde alttan üste doğru sistematik olarak azalır. Birim içinde ayrıca Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşlarının birkaç on metre büyüklüğündeki bloklarında yaygındır. Konglomeratik seviye üste doğru kumtaşı-silttaşı-marn aralanmasından oluşan istif geçer. İstif içinde yer yer siyah şeyl ara seviyeleri de gözlemlemek mümkündür.

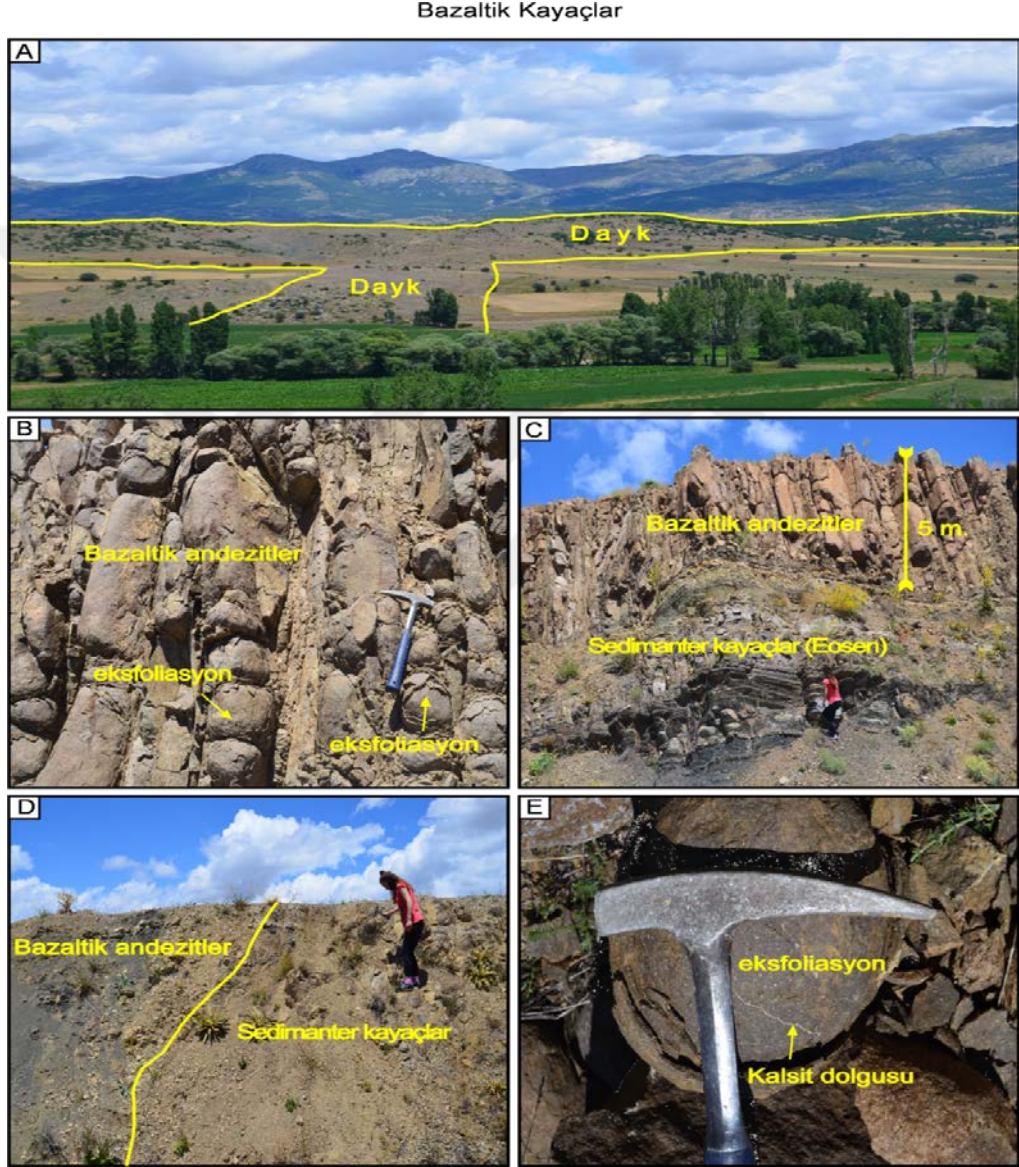
Orta-kalın tabakalı bir yapı arz eden birim, şiddetli kıvrımlanmaya maruz kalmış olup, eksenini yaklaşık doğu-batı doğrultusunda uzanan çok sayıda kıvrımlı yapının gelişimi ile karakteristiktir (Şekil 4). Stratigrafik ilişkiler ve fosil kayıtlar Sırataşlar Formasyonu'nun Yipresiyen-Lütesiyen aralığında çökelmiş olduğuna işaret etmektedir (Ağar, 1977; Turan, 1978).

Eosen yaşlı kırıntılı sedimanter kayalardan oluşan istif, çalışma konusunu oluşturan bazaltik-andezitik dayk ve siller tarafından kesilmekte ve tüm Meso-Senozoyik istifi çevre kayaların bloktan kil boyutuna kadar değişen büyüklükteki parçalarından teşkil olan ve güncel olarak oluşmaya devam eden Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedirler.

3.3. Bazaltik-Andezitik Dayk ve Sillerin Jeolojik ve Petrografik Özellikleri

Çalışma konusunu oluşturan dayklar ve siller inceleme alanının orta kesiminde Eosen yaşlı Sırataşlar Formasyonu içerisinde, birbirine paralel olarak uzanan dar-uzun şeritler halinde yüzeyleme verirler. Daykların en uzun olanı yaklaşık 6 km uzunluğunda olup Ericek Mahallesi'nin doğusundan kuzeybatıdaki Telme Mahallesi'ne doğru K20D doğrultulu olarak uzanır. Bazı kesimlerde genişliği 250 metreye kadar ulaşabilmektedir. Diğer dayklar da en uzun dayka paralel olacak şekilde yüzeylemekte olup (Şekil 4), tüm dayklar önemli ölçüde penneleşmiş, fazla engebeli olmayan bir topografyada uzun sırtlar oluşturmasıyla karakteristiktir (Şekil 8A). Daykların uzanımına dik olarak gelişmiş, dolgunuz kırık sistemleri olağandır. Birbirine paralel olarak uzanan dayklar Eosen yaşlı Sırataşlar Formasyonu içinde gelişen sistematik kırıkların eksenlerini keser durumdadır. Çalışılan bazaltik-andezitik litolojiler genellikle dayklar şeklinde bulunurken, Sellidere yol ayrımına yakın bir kesimde yaklaşık uzunluğu 500 metre olan bir sil kütlesi de saha çalışması sırasında tespit edilmiştir (Şekil 8B ve C). Sil kütlesinin alt sınırı Sırataşlar Formasyonu'nun kırıntılı sedimanter kayalarının tabakalanma düzlemlerine uyumlu olarak ilerlerlerken, üstten formasyon ile dokanağı aşınma nedeniyle görülememektedir (Şekil 8C). Yaklaşık kalınlığı 5 metrelik bir kalınlığa sahip olan bazaltik-andezitik sil tabakalaşmaya dik yönde gelişmiş sistematik kırık sistemi ve eksfoliasyon yapıları ile karakteristiktir (Şekil 8B). Dayklar ve sili oluşturan kayalar arazide alterasyonun yoğun olduğu kesimlerde sarımsı kahve, alterasyon etkisinin az olduğu alanlarda ise koyu gri bazen de yeşilimsi gri renlerde görülürler. Özellikle sili teşkil eden kayalarda eksfoliasyon

yapısı oldukça yaygın olup (Şekil 8B ve 8E), yumruların boyutları yer yer 40 cm'ye kadar ulaşabilmektedir (Şekil 8B). İnce kalsit dolgulu çatlaklar olağandır (Şekil 8E). El örneğinde plajiyoklas ve klinopiroksen mineralleri kolaylıkla ayırt edilebilir. Bazı örneklerde ise hamur malzemesi görülememekte, kayaç belli belirsiz bir doleritik yapı sergilemektedir.



Şekil 8. A) Karşeyh Mahallesi'nin doğusunda yüzeyleyen ve çalışma alanındaki en uzun dayk kütesinin görünümü. Dayk yumuşak topografya içinde sırt oluşturmaktadır. B) Sil kütesi içinde uzanımına paralel olarak gelişmiş kırık sistemleri ve yaygın eksfoliasyon yapıları. C) Sil kütesinin sedimanter kayaçlarla olan dokanak ilişkisi. D) Karşeyh Mahallesi doğusunda dayk kütesinin sedimanter kayaçları keserek yerleştiği dokanağın görüntüsü. E) Eksfoliasyon yapısına sahip bir bazaltik andezit örneğinin ve içinde gelişen ince, kalsit dolgulu çatlakın görünümü

Saha çalışmaları sırasında toplanan tüm örneklerden ince kesit hazırlanmış olup, bu kesitlerin mikroskop altında incelenmesi neticesinde elde edilen bilgiler aşağıda özetlenmiştir. İncelenen kayaç örnekleri genellikle mikrolitik porfirik dokuya sahip olmakla birlikte, saha gözlemlerini destekleyecek şekilde bazı örneklerde hamur malzemesinin neredeyse yok denecek kadar az olduğu ve kayacın doleritik bir dokuya geçiş yaptığı görülmüştür.

Çalışılan kayaçlar baskın olarak plajiyoklas (%50-70) ve mafik mineral olarak da klinopiroksenden (%15-25) oluşmaktadır (Şekil 9). Bu iki mineralin dışında bazı kesitlerde düşük oranlarda da olsa kayaç yapıcı mineral olarak olivine rastlanılmıştır. Opak mineraller kayaç içinde oldukça yaygın olup, alterasyon mineralleri olarak da klorit, epidot, serizit, kalsit ve kil görülür.

Plajiyoklas, hem iri öz ve yarı öz şekilli latalar hem de hamurda mikrolitler şeklinde bulunmakta ve çalışılan kayaçların ana bileşenini oluşturmaktadır. İkizlenme oldukça yaygın olmasına karşılık zonlanma nadiren gözlenir. Bazı kesitlerde plajiyoklasların ikincil olarak gelişen serizitleşme, killeşme ve kalsitleşme olaylarından etkilenmiş oldukları görülmüştür. Plajiyoklas latalarından yapılan sönme açısı cins tayininde, cinslerinin labrador-andezin arasında değiştiği saptanmıştır.

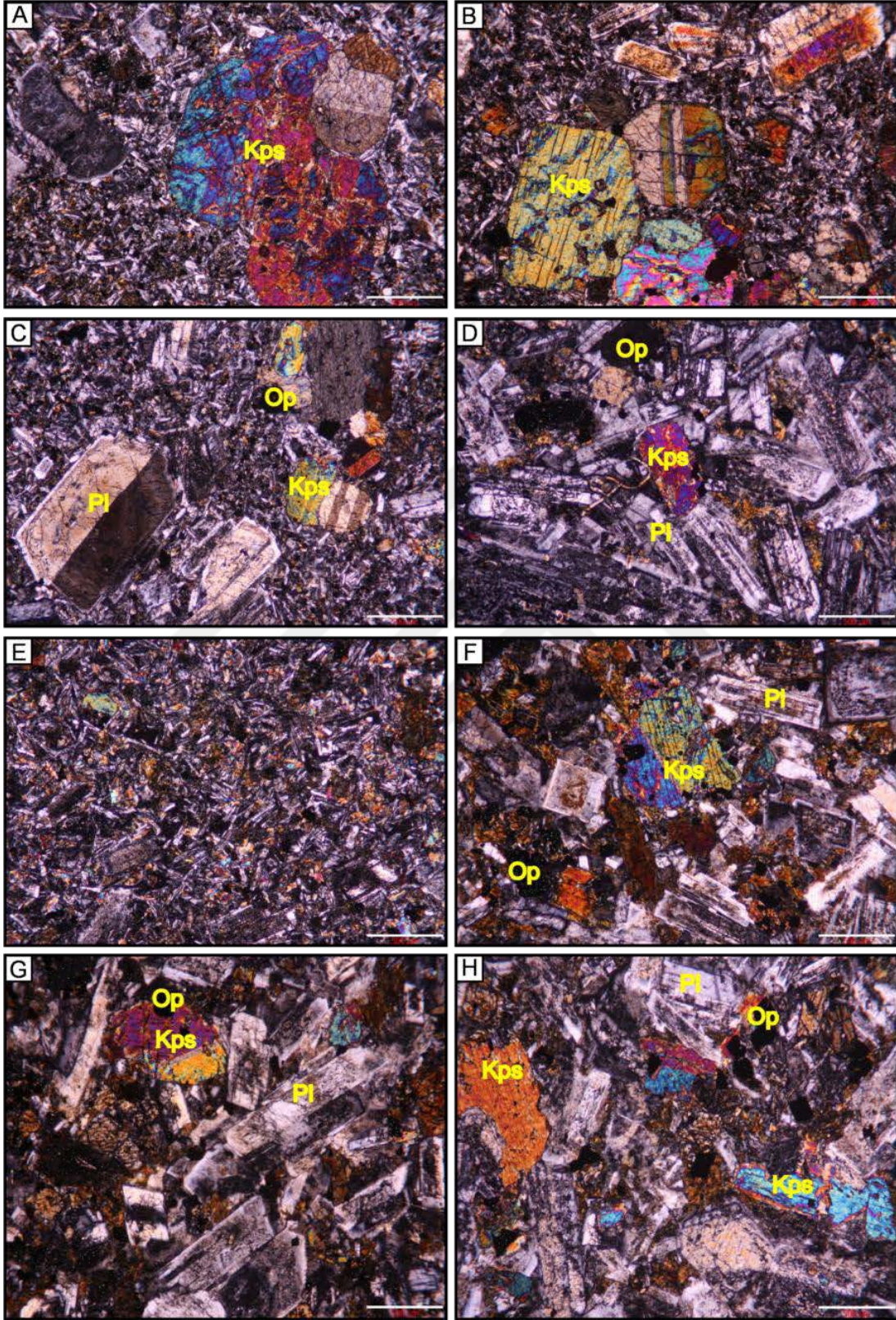
Klinopiroksenler, öz ve yarı öz şekilli fenokristaller olarak plajiyoklas lataları arasındaki boşlukları doldurmakta ve/veya hamurda genellikle öz şekilsiz küçük kristaller olarak bulunmakta olup, cinsleri ojitir (Şekil 9). Bazı klinopiroksenler mükemmel dilinimi, bazıları da iyi gelişmiş ikizlenme sunmaları ile karakteristiktir. Tek nikolde acık yeşil ve çapraz nikolde II. sıranın canlı renklerini gösterir.

Olivin mineralleri, yarı öz şekilli taneler halinde bazı kesitlerde görülmekte olup, tek nikolde renksiz, çapraz nikolde ise II. sıranın yüksek çiftkırıcılık renklerini göstermeleri ve kırıklı yapıları ile ayırt edilirler. Bazı tanelerin kenarları kısmen iddingsitleşmiştir.

Kloritler klinopiroksenlerin, serizit, kalsit ve kil mineralleri ise plajiyoklasların alterasyon ürünleri olarak kayaç içinde bulunur. Epidotlar çok küçük taneler olarak plajiyoklas mikrolitlerinin arasında yer alır. Opak mineraller kayaç içinde düzensiz olarak dağılmış, öz şekilsiz taneler halinde bulunur.

Zirkon ve apatit kayaç içinde aksesuar mineraller olarak yer alır.

Bazaltik Kayaçlar



Şekil 9. Çalışma konusunu oluşturan bazaltik-andezitik kayaçların mikroskop altındaki görünümleri (Kps: klinopiroksen; Pl: plajiyoklas; Op: opak mineral).

3.4. Bazaltik-Andezitik Dayk Kayaçlarının Tüm Kayaç Ana, İz ve Nadir Toprak Element Jeokimyası

Jeokimyasal veriler özellikle magmatik kayaçların isimlendirilmesinde, petrojenetik gelişim süreçlerinin yorumlanmasında ve oluşumları sırasındaki jeodinamik ortamlarının aydınlatılmasında son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, çalışma konusunu oluşturan Tersiyer yaşlı bazaltik dayk ve sillerin jeokimyasal özelliklerini ve jeodinamik ortamlarının belirlenebilmesi amacıyla seçilen 17 örnek Kanada'daki ACME Laboratuvarına gönderilmiş, ICP-OS ve ICP-MS yöntemleri kullanılarak ana oksit oranları, iz ve nadir toprak element konsantrasyonları belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışılan volkanik kayaçlardan elde edilen tüm kayaç ana-iz-nadir toprak element sonuçları, tüm elementlerin dar bir aralık içinde değiştiğini, farklılaşma proseslerin çok etkin olmadığını ve alandaki tüm dayk ve sillerin benzer bir magma kaynağından türemiş olduklarını işaret etmektedir. Dayk ve sil kayaçlarının SiO₂ içerikleri % 49.61-56.66, Al₂O₃ içerikleri % 19.96-16.72, FeO_T değerleri % 7.79-9.5, MgO içerikleri % 2.95-5.09, CaO içerikleri % 6.61- 9.01, Na₂O içerikleri % 2.99-3.97, K₂O içerikleri % 0.54-1.51, TiO₂ içerikleri % 0.69-0.81 ve P₂O₅ içerikleri % 0.09-0.2 arasında değişmektedir (Tablo 1). Ateşte kayıp (LOI) değerleri ise 0.95-3.36 arasında değişmekte olup, kayaçların az da olsa oluşumları sonrasında alterasyon süreçlerinden etkilenmiş olduklarına işaret etmektedir.

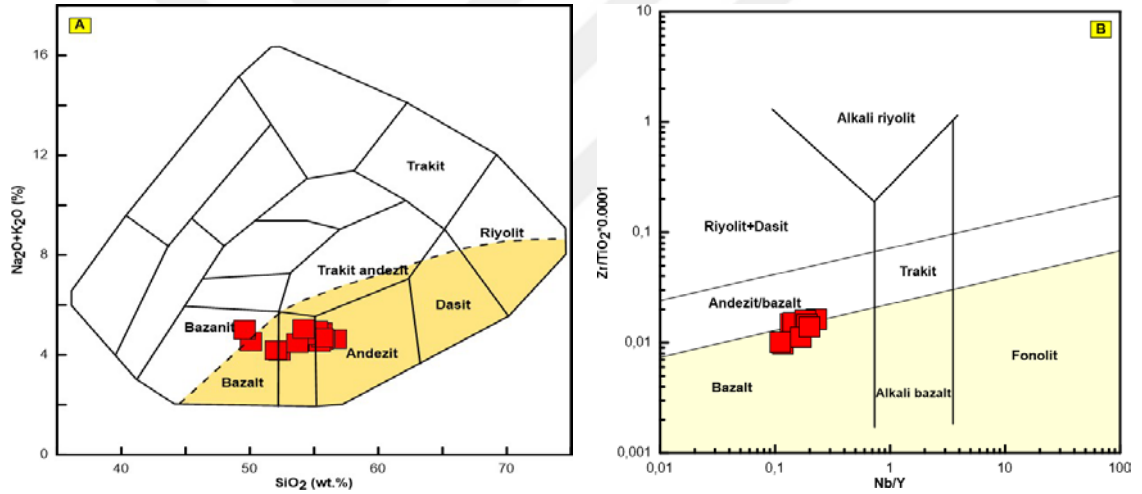
Çalışılan kayaçların iz ve nadir toprak element konsantrasyonlarına bakıldığında, bazaltik doğalarına rağmen yüksek sayılabilecek Zr (76-128 ppm), Sr (365-534 ppm) ve düşük Ni (<12 ppm), Rb (24-37 ppm), Nb (≤5 ppm), Ta (<0.3 ppm), Th (<4.2 ppm) ve U (<1.2 ppm) konsantrasyonları dikkate çekicidir (Tablo 1). Kayaçlar ayrıca 189-234 ppm V, 23-31 ppm Cr, 16-18 ppm Ga, 235-402 ppm Ba, 17-22 ppm Y, 8.4-15 ppm La, 20.1-30.4 ppm Ce, 10.8-15.6 ppm Nd, 2.6-3.9 ppm Sm, 1.9-2.6 ppm Yb, 0.29-0.39 ppm Lu içerirler (Tablo 1).

Yukarıda da vurgulandığı gibi magmatik kayaçların isimlendirilmesinde, kimyasal afinitelerinin belirlenmesinde, petrojenetik evrimlerinin açıklanmasında ve jeodinamik ortamlarının yorumlanmasında yaygın bir kullanım alanına sahip olan tüm kayaç ana-iz-nadir toprak element değerleri bu çalışmada da kullanılmış, çeşitli diyagramlar hazırlanarak, kayaçların kökenlerine yönelik önemli ipuçları elde edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Gümüşhane ili Şiran ilçesi doğusunda yüzeyleyen bazaltik dayk ve sil kayaçlarından seçilen 17 örneğin ana oksit (%ağırlık), iz ve nadir toprak element (ppm) içerikleri

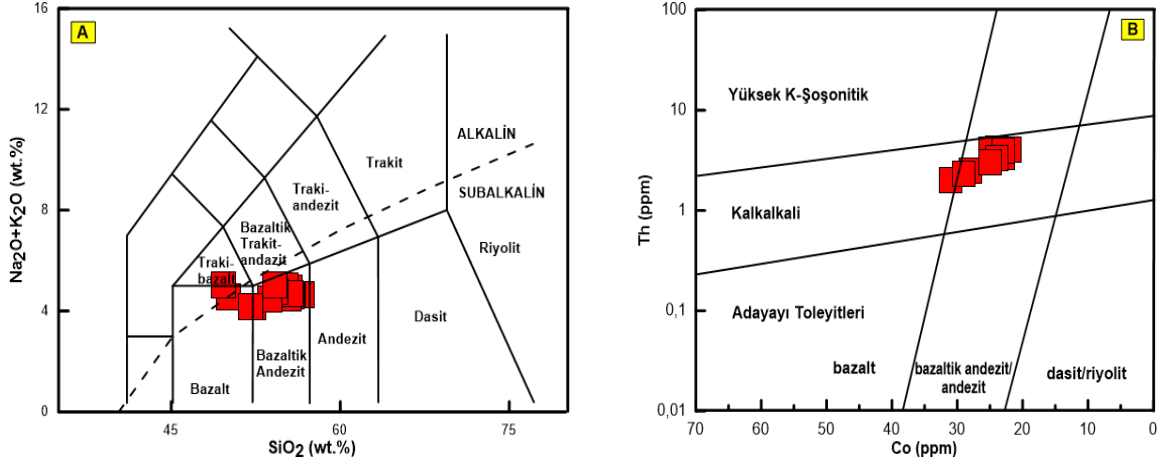
Örnek	DK 5	DK 6	DK 7	DK 8	DK 9	DK 10	DK 11	DK 12	DK 13	DK 14	DK 15	DK 16	DK 17	DK 18	DK 19	DK 20
SiO ₂	50.12	55.57	52.29	56.66	55.82	55.68	54.99	55.47	54.19	55.2	55.62	54.29	53.71	49.61	52.07	54.2
Al ₂ O ₃	18.39	16.72	18.11	17.32	17.23	17.17	17.05	17.16	18.21	17.47	17.4	17.77	16.88	18.25	18.16	17.77
Fe ₂ O ₃	9.32	7.79	9.2	8.24	8.07	8.17	8.28	8.2	8.6	8.18	8.63	8.7	8.52	9.5	9.34	8.57
MnO	0.16	0.137	0.154	0.139	0.14	0.137	0.139	0.139	0.148	0.142	0.15	0.148	0.145	0.159	0.154	0.149
MgO	5.09	4.17	4.75	4.11	4.26	4.03	4.21	4.19	3.98	3.59	3.84	4.14	4.13	5.13	4.88	4.22
CaO	7.94	7.16	8.46	7.6	7.72	7.62	7.69	7.66	7.18	6.61	7.04	7.43	7.44	6.98	8.48	7.16
Na ₂ O	3.26	3.4	2.99	3.25	3.26	3.23	3.22	3.17	3.71	3.62	3.3	3.47	3.29	3.97	3.19	3.88
K ₂ O	1.28	1.51	1.17	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33	1.24	1.35	1.38	1.31	1.17	1.05	1	1.17
TiO ₂	0.782	0.695	0.809	0.742	0.717	0.725	0.734	0.722	0.805	0.786	0.787	0.793	0.755	0.764	0.76	0.753
P ₂ O ₅	0.09	0.12	0.13	0.13	0.11	0.13	0.12	0.13	0.12	0.14	0.14	0.12	0.12	0.1	0.1	0.12
LOI	2.93	1.24	2.3	1.9	1.09	1.04	0.95	1.07	2.3	2.28	1.96	2.25	2.81	3.36	2.52	2.52
Total	99.36	98.52	100.4	100.7	99.8	99.29	98.72	99.24	100.5	99.36	100.2	100.4	98.98	98.85	100.6	100.5
Sc	31	27	31	27	28	26	27	27	26	23	25	27	26	31	31	27
V	234	189	227	199	202	196	197	195	209	189	197	215	212	231	229	212
Co	31	24	28	25	25	24	24	25	23	22	23	24	24	31	29	25
Ni	6.5	5.7	7.2	8.7	11.1	6.5	9.8	5.5	6.7	5.2	4.3	8.2	7.1	5.7	9.3	8.1
Cr		40	30	50	40	50	50	50	20	30	30	<20	20	20	30	<20
Cu	60	60	60	70	70	70	60	60	50	50	40	50	40	60	60	50
Zn	110	80	80	90	80	80	80	80	70	90	110	80	80	70	80	90
Ga	16	16	16	17	18	16	16	17	17	17	18	17	17	16	16	16
Cs	0.6	0.8	<0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	<0.5	0.5	0.8	0.6	0.5	3.9	0.7	<0.5
Rb	29	36	24	35	35	36	37	37	31	36	36	34	30	24	24	29
Ba	295	365	278	366	366	369	354	356	336	370	364	336	312	402	287	317
Sr	423	382	377	383	365	369	363	367	495	435	431	509	416	436	444	534
Y	17	21	19	21	22	21	21	21	21	22	22	21	21	18	18	20
Zr	76	109	91	114	107	110	102	110	113	128	126	112	110	77	85	105
Nb	2	4	3	4	3	4	3	3	4	5	4	4	4	2	3	4
Hf	1.9	2.4	2.1	2.8	2.6	2.7	2.5	2.6	2.8	3.1	3.3	2.9	2.7	2	2.1	2.6
Ta	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
Pb	11	9.5	6.5	8.5	7	8.5	6.5	6.5	6.5	7.5	9.5	4.5	5.5	3	4.5	6
Th	2	3.7	2.5	4	4	4.1	4.1	4	3.4	4	3.9	3.3	3.3	2	2.3	3
U	0.5	1	0.7	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	0.9	1.1	1.1	0.9	1	0.6	0.7	0.9
La	8.4	12.7	10.2	13.5	13.7	13.9	13.7	13.7	12.8	15	14.3	12.5	12.2	8.4	9.2	12.1
Ce	18.5	27.2	21.9	28.4	28.5	29.2	28.5	28.3	27.3	31.1	30.4	26.6	26.1	18.6	20.1	25.4
Pr	2.42	3.24	2.81	3.52	3.52	3.55	3.52	3.49	3.37	3.81	3.76	3.26	3.29	2.37	2.52	3.19
Nd	10.3	13.3	12.1	13.8	14	14.5	14.1	13.7	15	15.6	15.5	13.4	13.5	10.8	11	12.9
Sm	2.6	3.1	3.3	3.4	3.5	3.3	3.4	3.3	3.3	3.9	3.6	3.2	3.4	2.6	2.7	3.1
Eu	0.85	0.88	0.92	0.99	0.99	1.03	0.99	0.97	1.04	1.02	1.04	0.98	0.99	0.85	0.83	0.95
Gd	2.9	3.4	3.4	3.7	3.6	3.5	3.5	3.4	3.8	4.1	4	3.6	3.7	2.9	3	3.5
Tb	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6
Dy	3.2	3.5	3.5	3.9	3.8	4.1	4	3.9	3.8	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	3.4	3.7
Ho	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8
Er	1.8	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.4	2.4	2	2.1	2.3
Tm	0.27	0.33	0.32	0.37	0.34	0.35	0.37	0.36	0.38	0.38	0.38	0.36	0.37	0.29	0.3	0.34
Yb	1.9	2.1	2.1	2.4	2.2	2.3	2.6	2.3	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	1.9	2	2.4
Lu	0.29	0.34	0.31	0.37	0.32	0.34	0.39	0.36	0.35	0.37	0.38	0.35	0.37	0.29	0.31	0.35

Çalışılan kayaçların petrografik incelemesinde amfibol grubu sulu minerallere rastlanmamış olması, kayaç içinde mafik mineral olarak klinopiroksenlerin bolluğu, bazı kesitlerde olivin varlığı ve ayrıca plajiyoklas tayinlerinde labradorit-andezin aralığında değişen sönme açılarının elde edilmesi kayaçların bazaltik bileşimli olduğunu düşündürse de, saha çalışmaları sırasında alınan el örneklerinde taze yüzeylerin daha çok grinin tonlarında olması andezitik bileşimli olabilecekleri yönünde soru işareti oluşturmuştu. Hiç şüphesiz kayaçların kimyasal bileşimleri bu soru işaretinin kaldırılmasında önemli bir parametre olarak kullanılabilir niteliktedir. Kayaçlar Cox vd. (1979) tarafından literatüre sunulan SiO_2 'ye karşı toplam alkali (TAS) diyagramında (Şekil 10A) andezit ve bazalt alanlarında toplanmakta ve yarı alkali afinite (şekil üzerinde sarı renkli alan) sunmaktadır. Pearce (1996) tarafından hazırlanan Zr/Ti 'ye karşı Nb/Y kimyasal adlandırma diyagramında ise örnekler bazalt ve andezit/bazalt alanları sınırında yer alırlar (Şekil 10B).



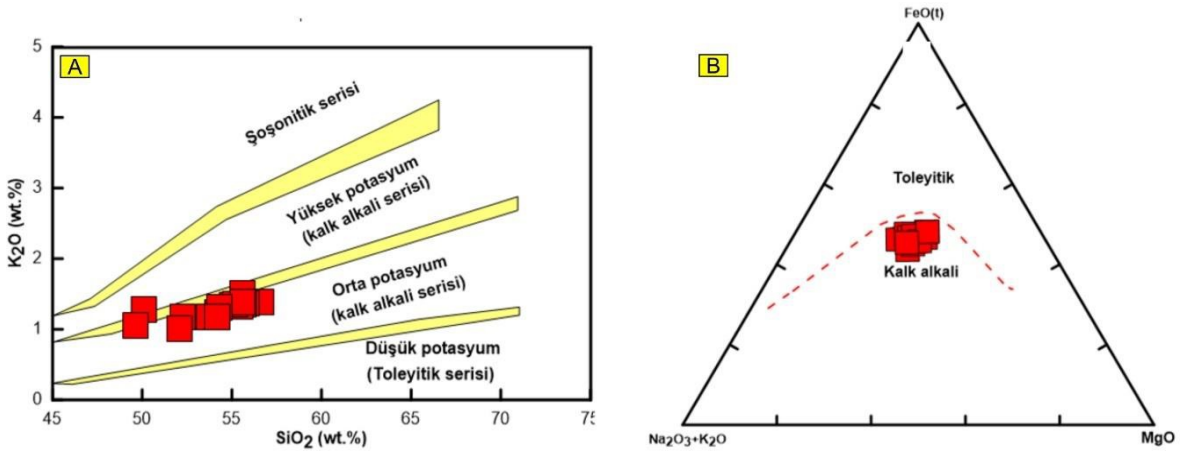
Şekil 10. Çalışılan bazaltik kayaç örnekleri için; (A) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 'ya karşı SiO_2 (sınırlar Cox vd., 1979'dan), (B) Zr/Ti ye karşı Nb/Y (sınırlar Pearce, 1996'dan).

Benzer olarak çalışılan kayaçlar Le Bas vd. (1986)'nın ana element oksit sınıflama diyagramına aktarıldığında, çoğunluğunun bazaltik andezit alanında, birkaç örneğin ise bazalt ve trakibazalt alanında yer aldıkları ve genel olarak yarı alkali karakterde oldukları görülmektedir (Şekil 11A). Özellikle altere volkanik kayaçların adlandırılması ve kimyasal afinitesinin belirlenmesinde son yıllarda yaygın olarak kullanılan ve Hastie vd. (2007) tarafından literatüre kazandırılan Th-Co diyagramında çalışılan kayaçların tamamı bazaltik andezit alanında toplanmakta ve kimyasal afinite olarak kalk-alkali karakter sunmaktadır (Şekil 11B).



Şekil 11. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için; (A) toplam alkali-silis diyagramı (sınırlar Le Bas vd.1986) ve (B) Th'ye karşı Co (sınırlar Hastie vd. 2007) diyagramları

K₂O –SiO₂ diyagramında (Rickwood,1989), Kardeş yöreni volkanik kayaçları orta potasyumlu kalk-alkali seri alanı içerisinde yer alır (Şekil 12A). Özellikle yaklaşan plaka kenarı ortamlarında bulunan kayaçların farklılaşma proseslerini ve kimyasal afinitilerini yorumlamada yaygın olarak kullanılan AFM diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971), çalışılan volkanik kayaçlar diğer diyagramlarla uyumlu olacak şekilde kalk-alkali alanda toplanmışlardır (Şekil 12B).



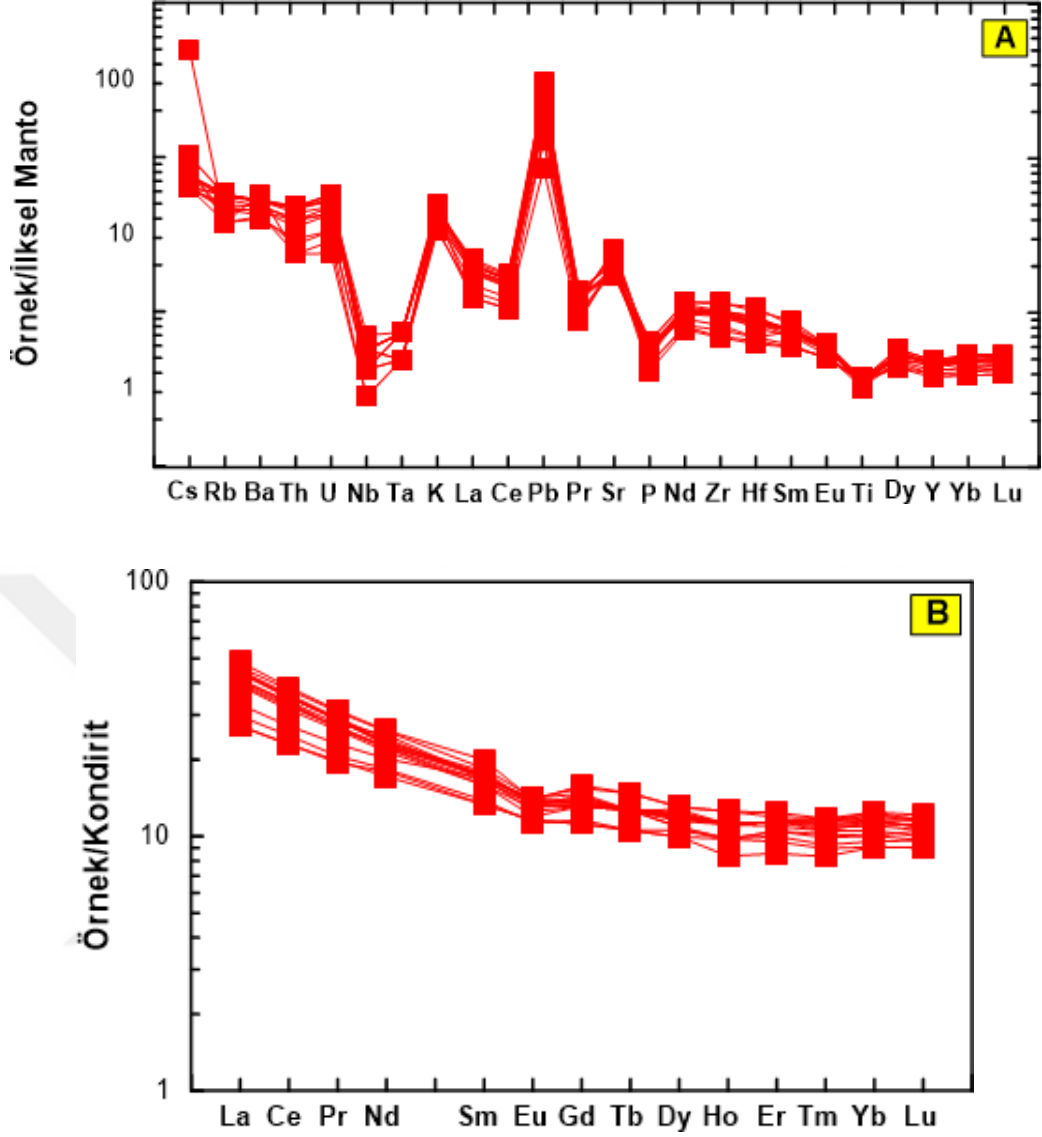
Şekil 12. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için; (A) K₂O'ya karşı SiO₂ (sınırlar Rickwood, 1989) ve (B) AFM (sınırlar Irvine ve Baragar, 1971) diyagramları

Tüm bu ayırım ve adlandırma diyagramları ve Tablo 1'de sunulan ana ve iz element konsantrasyonları dikkate alındığında, çalışılan kayaçların kalk-alkali karakterde oldukları

ve bazaltik andezit olarak isimlendirilmelerinin uygun olacağı görülmektedir.

Bu çalışmanın ana amacı çalışılan bazaltik kayaların petrojenetik gelişimlerinin ve oluşumları sırasındaki jeodinamik ortamlarının yorumlanmasıdır. Bu bağlamda, hiç şüphesiz kayaların iz ve nadir toprak element konsantrasyonları ve bu elementlerin ilksel manto ve kondirite göre normleştirilmiş dağılım diyagramlarının hazırlanıp, sağlıklı bir şekilde yorumlanması önemli rol oynamaktadır.

İncelenen volkanik kayaç örneklerinin ilksel manto değerlerine göre normleştirilmiş iz element dağılım diyagramında Büyük İyon Yarı Çaplı Elementler (LILE), Yüksek Çekim Alanlı Elementlere (HFSE) göre zenginleşme göstermektedir (Şekil 13A). Buna ilave olarak yitim ilişkili magmalarda olduğu gibi negatif Nb, Ta ve Ti anomalileri ve ayrıca pozitif Pb ve P anomalileri oldukça belirgindir (Şekil 13A). Ana ve bazı iz elementlerle kıyaslandıklarında alterasyon koşullarından daha az etkilenen nadir toprak elementlerin Boynton (1984) tarafından verilen kondirit değerleri baz alınarak normleştirildiği dağılım diyagramında (Şekil 13B), Hafif Nadir Toprak Elementler (LREE) Ağır Nadir Toprak Elementlere (HREE) kıyasla belirgin bir zenginleşme sunarken, ağır nadir toprak elementlerin yataya yakın bir yönseme sundukları göe çarpmaktadır. Kayaların petrojenetik gelişimleri sırasında plajiyoklasların oynadıkları rolü ifade etmek açısından önemli olan Eu ise Karışeyh yöresi volkanik kayalarında negatif anomali ile belirgindir (Şekil 13B). Analiz edilen 17 kayaç örneğinin iz ve nadir toprak element dağılım diyagramlarında birbirlerine oldukça benzer yönsemeler sunması onların gelişimleri sırasında, benzer süreçlerin etkin olduğunu ve gelişimlerinin aynı jeodinamik ortam içerisinde gerçekleştiğini açıkça göstermektedir.



Şekil 13. Çalışılan volkanik kayaların ilksel mantoya (A) ve kondirite (B) göre normalleştirilmiş iz ve nadir toprak element dağılım diyagramları (normalleştirme değerleri ilksel manto için Sun ve McDonough (1989) ve kondirit için Boynton (1984)'den alınmıştır).

4. TARTIŞMA

4.1. Giriş

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın jeodinamik gelişimi ile ilgili problemlerin çözümüne katkı koyması amacıyla hazırlanan bu tez çalışmasında, Gümüşhane ili Şiran ilçesi doğusunda yer alan Karşeyh Mahallesi ve civarında Eosen yaşlı sedimanter kayalar içerisinde KD uzanımı olarak birbirine paralel olarak yerleşmiş daykların ve bunlara eşlik eden bir sili oluşturan magmanın petrojenezi ve oluşumu-yükselimi sırasındaki jeodinamik ortamı sorgulanmaktadır. Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda Tersiyer magmatizmasının çarpışma eş yaşlı ve çarpışma sonrası ilişkili bir ortamda gerçekleştiğine dair yaygın bir görüş olmakla birlikte son yıllarda yapılan bazı çalışmalardan elde edilen jeokimyasal ve jeokronolojik veriler ve ayrıca jeolojik, jeofizik ve tektonik veriler bu yaygın görüşle tezat oluşturmaktadır.

4.2. Bazaltik Andezit Dayk ve Sillerin Yerleşim Zamanı ve Mekanizması

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın kuzey ve güney kesiminde etkin olan Tersiyer magmatizmasının petrojenezini, tam zamanını ve jeodinamik ortamını konu edinen bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Erken yıllarda yapılan çalışmalarda jeokronoloji kullanılmamış, saha ilişkileri dikkate alınarak magmatizmanın zamanı sorgulanmış ve bölgede geniş bir yüzeyleme alanına sahip olan bazaltik-andezitik karakterli magmanın Eosen döneminde etkin olduğu bilim insanları arasında yaygın olarak kabul görmüştür. Özellikle 2000'li yıllardan itibaren bölgedeki Tersiyer birimleri üzerine yapılan çalışmalarda jeokronolojik verilerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte daha net bilgiler elde edilmeye ve bunun sonucu olarak da bazaltik-andezitik Tersiyer magmatizmanın zamanlaması daraltılmaya başlanmıştır. Güney zonda Tersiyer magmatizması adakitik karakterli olarak Geç Paleosen'de başlamıştır (Topuz vd. 2005; Karlı vd. 2010; Eyüboğlu vd. 2011a) ve 57-47 milyon yıllar arasında (Tanesiyen-Erken Lütesiyen) 10 yıllık bir zaman diliminde etkin olmuştur (Eyüboğlu vd., 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2013a, 2013b, 2017, 2018a). Bazaltik- andezitik magmatizma adakitik magmatizma ile aynı dönemde vurgu bulmamış, tamamlanmasını takiben başlamıştır. Peki

tam olarak ne zaman başlamıştır? Bu soruya cevap verebilmek adına bölgede yapılan son çalışmalara baktığımızda, jeokronolojik çalışmalarda yaşlarının 46-41 milyon yıl arasında değiştiği net olarak ortaya konulan adakitik karakterli olmayan Dölek, Sarıçiçek gibi felsik intrüzyonların Gümüşhane yöresinde bazaltik-andezitik Tersiyer volkanikleri içinde sığ sokulumlar (<3 km) olarak bulunduğunu net olarak ortaya görmekteyiz (Eyüboğlu vd. 2017). Bu durumda Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde bazaltik-andezitik karakterli volkanizmanın adakitik karakterli magmatizmayı takiben ~47 milyon yıl önce Erken Lütesiyen döneminde başlamış olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde yüzeyleme veren bazaltik-andezitik karakterli Tersiyer volkaniklerinin oluşum zamanına yönelik yapılan jeokronolojik çalışmalarda Lütesiyen'den Oligo-Miyosen'e kadar uzanan yaş verileri elde edilmiştir. Kaygusuz vd. (2011) tarafından Torul yöresinde yüzeyleyen volkanik kayalar üzerinde yapılan K-Ar tarihlendirme çalışmalarında 44-33 milyon yıllar arasında değişen yaşlar elde etmiştir. Benzer olarak Arslan vd. (2013) tarafından Alucra-Şiran-Gümüşhane ve Bayburt civarındaki kayalar üzerinde yapılan çalışmada 45-37 milyon yıllar arasında değişen $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verileri sunulmuştur. Eyüboğlu vd. (2013b), Gümüşhane ili Kale Köyü civarında yaptığı çalışmada Eosen istifinin tabanında yer alan Nummulitli kireçtaşlarının hemen altında adakitik andezit parçaları içeren birim içindeki andezitlerden 48 milyon yıllık zirkon U-Pb yaşı elde etmiş, Nummulitli kireçtaşlarının üzerine gelen ve bazaltik-andezit karakterli volkaniklerin orta seviyelerinden aldığı hornblendli andezit örneğinden de 45 milyon yıllık bir zirkon U-Pb yaş verisi elde etmiş ve bu nedenle de bölgedeki bazaltik-andezitik karakterli volkanik faaliyetin 48-45 milyon yıllar arasında bir zaman diliminde başlamış olması gerektiğini vurgulamıştır. Aslan vd. (2014) Gümüşhane yöresinde yaptıkları çalışmada ise Tersiyer volkanikleri için 37- 30 milyon yıllar arasında değişen K-Ar yaş verileri sunarken, bu birimleri kesen bazaltik karakterli bir dayktan 15 milyon yıllık (Oligosen-Miyosen geçişi) bir yaş verisi elde etmiştir. Buradan da net olarak anlaşılacağı gibi bazaltik-andezitik karakterli volkanik faaliyet Gümüşhane yöresinde Lütesiyen'den Miyosen'e kadar uzanan bir zaman diliminde etkin olmuştur.

Çalışılan bazaltik andezit daykları ve sili Gümüşhane ili Şiran ilçesi doğusunda Karaşeyh Mahallesi civarında, Eosen yaşlı olan ve baskın olarak kırıntılı sedimanter kayalardan oluşan bir istif içine sokulum yapmışlardır (Şekil 4). Eosen istifinin çökme yaşı hakkında dar bir zaman aralığı sunmak mümkün değildir. Açar (1977), Demirözü-Köse bölgesinde üzerinde çalıştığı ve inceleme alanındaki istiften benzer bir dizilim sunan

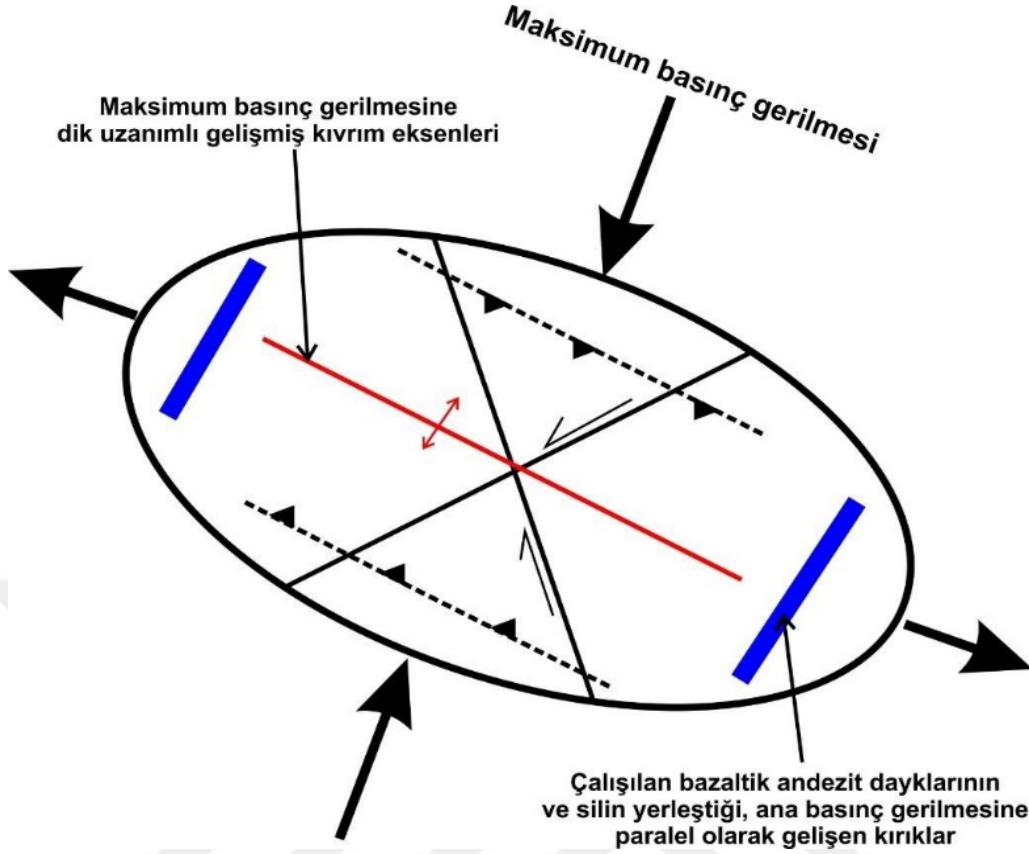
Sırataşlar Formasyonu'na fosil bulgularından hareketle Yipresiyen-Lütesiyen yaşını vermiştir. Turan (1978) alan içindeki Eosen istifini üzerinde yaptığı çalışmada ise yine fosil bulgularından hareketle Lütesiyen yaşını vermiş, bu istifin kesen ve çalışmanın konusunu oluşturan bazaltik andezit dayklarının ise Eosen sonrasında birim içine yerleşmiş olmaları gerektiğini saha gözlemlerinden hareketle ileri sürmüştür. Eosen istifinin maksimum çökme yaşını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışma kapsamında, Eosen istifinin tabanından alınan bir kumtaşı örneğinden seçilen 100 adet zirkon kristali U-Pb metodu ile yaşlandırılmış ve havza içine taşınmış ve bir kumtaşı tabakası içinde çökelmiş bu zirkonlardan en genç yaş olarak 48 milyon yıllık bir veri elde edilmiştir (Prof. Dr. Yener EYÜBOĞLU, sözlü bilgi). Bu veri inceleme alanındaki Eosen havzasının 48 milyon yıldan daha yaşlı, dolayısıyla da Yipresiyen yaşlı olamayacağını, istif için Turan (1978) tarafından verilen Lütesiyen yaşının uygun olduğunu göstermektedir. Bu veri ayrıca Eosen istifini keser durumda bulunan bazaltik andezit dayklarının ve silinin Lütesiyen'den daha yaşlı olamayacağını açıkça göstermektedir.

Çalışılan Şiran yöresi dayklarına benzer mineralojik ve dokusal özelliklere sahip bazaltik andezit dayklarının Gümüşhane merkez, Arzular ve Kale yörelerinde de yüzeyleme verdiği bilinmektedir (Eren, 1983; Eyüboğlu vd. 2013a; Aslan vd. 2014). Bu dayklar, söz konusu alanlarda yaşları 45-30 milyon yıllar arasında değişen (Kaygusuz vd. 2011; Eyüboğlu vd. 2013a; Aslan vd. 2013; Arslan vd. 2014) ve baskın olarak bazaltik-andezitik piroklastik kayaçlar ile temsil edilen Alibaba Formasyonu'na ait tabakalanmaları kesmektedir. Ayrıca Aslan vd. (2014) tarafından Gümüşhane il merkezinin hemen kuzeyinde Alibaba Formasyonu içinde yüzeyleyen bir bazaltik andezit daykı için 15 milyon yıllık K-Ar yaşı verilmiştir. Ancak çalışılan daykların potasyum içerikleri söz konusu dayklardan daha yüksek olup, Lütesiyen yaşlı Eosen andezitlerine jeokimyasal açıdan önemli bir benzerlik sunmaktadırlar. Tüm bu özellikler ve yaş verileri dikkate alındığında Kardeşli yöresi bazaltik andezit daykları ve silinin Orta veya Geç Eosen döneminde Eosen istifini içinde yerleşmiş oldukları düşünülmektedir.

Kardeşli yöresi bazaltik andezit daykları, Eosen istifini içine yaklaşık K20D doğrultulu ve birbirine paralel olarak uzanan sokulumlar olarak yerleşmişlerdir. Yerleşimlerini kontrol eden kırık sistemleri çekme mi yoksa basınç gerilmesi altında mı gelişmiştir? ve yerleşim sırasında bölgede çekme gerilmesi mi yoksa basınç gerilmesi mi hakimdi? Bu sorulara tatminkâr yanıtlar verebilmek şüphesiz bölgesel ölçekte yapılacak kapsamlı yapısal jeoloji ve sistematik jeokronoloji çalışmaları ile mümkün olabilecektir.

Gümüşhane yöresindeki Tersiyer volkanik kayaçları ve/veya plütonik kayaçları üzerine yapılan çalışmalarda, magmatik faaliyetin çarpışma sonrasında ekstansiyonel gerilmelerin hâkim olduğu bir jeodinamik ortamda gerçekleştiği vurgulanmaktadır (Karlı vd. 2007; Kaygusuz vd. 2011; Arslan vd. 2013; Aslan vd. 2014). Bununla birlikte Eosen havzalarında çökelen birimlerin şiddetli kıvrımlanmaya maruz kalmış olmasının ve Tersiyer birimlerini de etkileyen bölgesel ölçekte, güneye eğimli ters fay sistemlerinin varlığının böyle bir ekstansiyonel gerilmelerin hâkim olduğu ortamın varlığı ile açıklayabilmek mümkün değildir. Kısacası sadece magmatik kayaçlardan elde edilen bazı jeokimyasal verilerden hareketle Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı gibi karmaşık jeodinamik ortamları etkileyen tektonik süreçleri yorumlamak doğru bir yaklaşım olmayacak, yapılan yorumlar askıda kalacaktır.

Lokal ölçekte bakıldığında; Şiran yöresi Eosen istifi şiddetli kıvrımlanmaya maruz kalmış olup, kıvrım eksenlerinin uzanımlarının G15B ve G35B arasında değiştiği ve çalışılan bazaltik daykların ve silin uzunamlarının ise alandaki kıvrım eksenlerinin uzanımına dik olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bazaltik daykların ve silin, kıvrım eksenleri ile olan bu ilişkisi dikkate alınarak, basit bir deformasyon elipsoidi bölgeye uygulandığında (Şekil 14), daykların yerleştikleri kırıkların, alanı etkileyen ve kıvrımlanmaya neden olan basınç gerilmesi sırasında ana basınç gerilmesine dik olarak açıldığını söylemek mümkün iken, daykları ve sili oluşturan magmanın KD-GB uzanımlı basınç gerilmelerinin etkin olduğu dönemde mi yoksa daha sonra gelişen ekstansiyonel bir rejim sırasında mı açılan bu kırıklara yerleştiği konusunda, kıvrımlanmaya neden olan kuvvetlerin etkin olduğu zaman aralığını belirlemeden net bir yorum yapmak mümkün değildir.



Şekil 14. Çalışılan bazaltik andezit dayklarının ve silinin yerleşim mekanizmasını açıklamak adına hazırlanan deformasyon elipsoidi. Bazaltik dayklar ve siller bölgeyi etkileyen ve basınç gerilmesine paralel olarak açılan kırıklar boyunca yerleşmişlerdir

4.3. Bazaltik Andezitlerin Petrojenezi ve Tektonik Ortamı

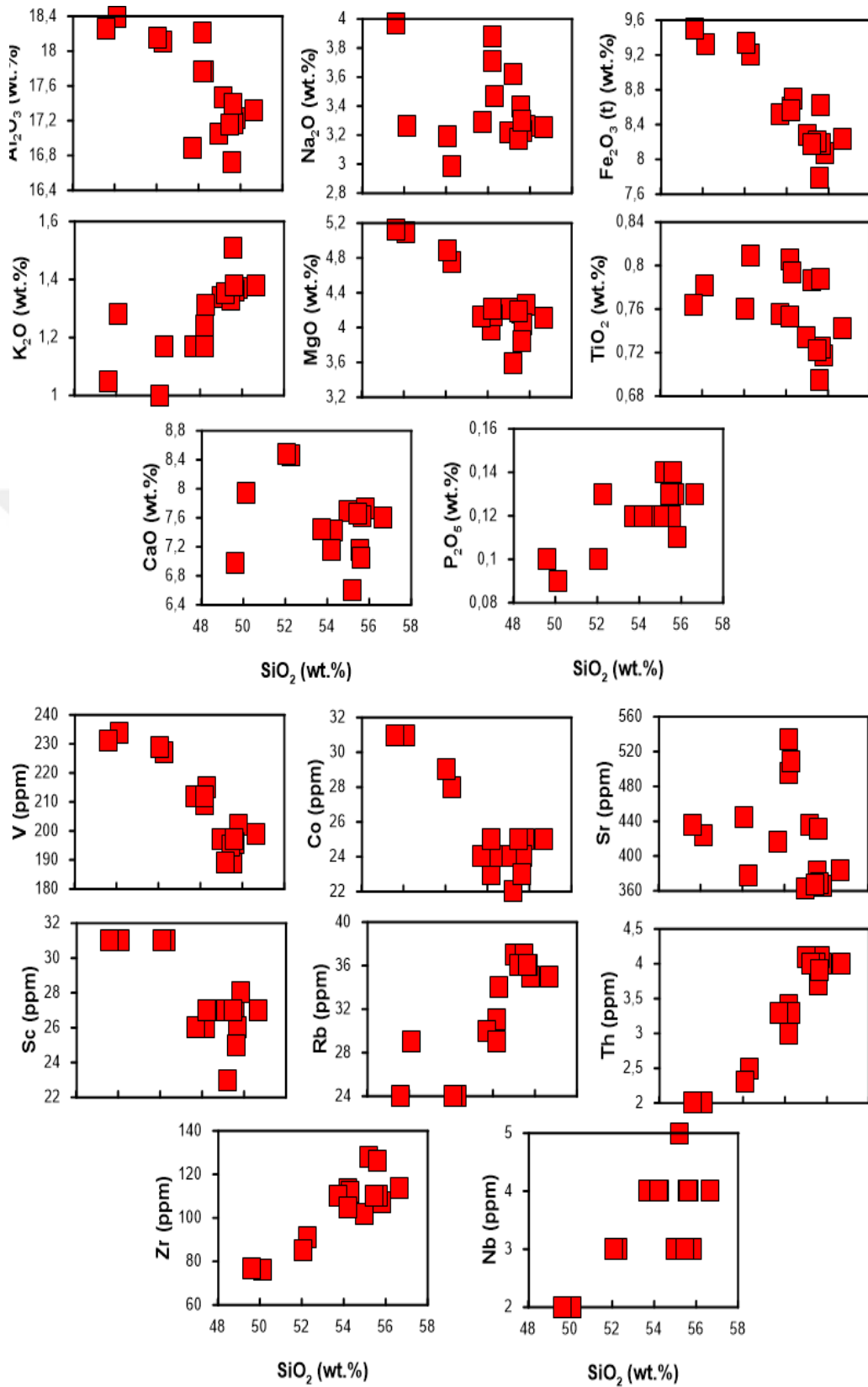
Gümüşhane yöresindeki Tersiyer magmatiklerinin kökenine ve jeodinamik ortamına yönelik gerçekleştirilen jeokimya odaklı çalışmaların çoğunluğu, bu kayaçları oluşturan magmaların kuzey yönlü bir yitimin Torid ve Pontid blokları arasındaki çarpışma ile son bulmasını takip eden ve çarpışma sonrası süreçler ile şekillenen jeodinamik bir ortamda gerçekleştiğini savunmaktadır (Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Karlı vd. 2007 ve 2010; Kaygusuz vd. 2011; Arslan vd. 2013; Aslan vd. 2014). Bununla birlikte özellikle literatürden çok iyi bilinmektedir ki, yaklaşan plaka kenarı ortamlarında gelişen yitim ilişkili magmalar ile devam eden süreçte gerçekleşen çarpışma sonrası kökenli magmalar arasında jeokimyasal açıdan somut bir farklılık bulunmaktadır. Dolayısıyla jeokimyasal çalışmaların sistematik jeolojik, jeokronolojik, jeofizik, paleomanyetik ve tektonik veriler

ile desteklenmeden yorumlanması gerçekçi bir yaklaşım olmayacaktır. Tersiyer magmatizmasının yaygın olarak çarpışma sonrası ilişkili bir ortamda gerçekleştiğini savunulara karşın, Eyüboğlu vd. (2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2012, 2013a, 2013b, 2006a, 2017, 2018) ve Akaryalı (2016) bu magmatizmanın yitim ilişkili bir ortamda gerçekleştiği ve okyanus ortası sırtın yitimi sırasında açılan dilim penceresinin (slab window) bu magmaların gelişimlerinde önemli rol oynadığını savunmaktadır. Bu karşıt görüşün gerekçeleri jeodinamik ortam bölümünde sorgulanacak olup, bu başlık altında sadece kayaçların petrojenetik gelişimleri ile ilgili yorumlarda bulunulacaktır. Çalışılan kayaçların gerek SiO_2 içeriklerinin gerekse de diğer ana ve iz element konsantrasyonlarının dar bir aralık içinde değişmesi ve ayrıca yakın çevrede aynı yaş grubuna ait ortaç-asitik magmatik kayaçların bulunmayışı gelişimleri sırasında, onlara vücut veren magmaların, kayaçların petrojenezini kontrol edecek oranda farklılaşma süreçlerinden etkilenmediğini göstermektedir. Bununla birlikte, oldukça düşük Ni (<12 ppm), Co (<32 ppm) ve orta derecede MgO (% 3.5-5.2) içeriklerine sahip olmaları ve ayrıca olivin açısından fakir oluşları; çalışılan kayaçların manto veya yiten okyanusal kabuk kökenli primitif bazaltik ergiyikleri temsil etmediklerini, oluşum ortamları ve/veya kabuğun sığ derinliklerine hareketleri sırasında evrim geçirmiş olmaları gerektiğine işaret etmektedir. Magmatik kayaçları oluşturan magmaların, kabuğun sığ derinliklerine yükselimi sırasında fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı gibi petrolojik süreçlerden etkilenip etkilenmediğini yorumlayabilmek için Harker değişim diyagramları yaygın olarak kullanılmaktadır. Her ne kadar, tek tür kayaç birimi üzerinde çalışılmış ve analiz edilen kayaçların ana-iz element içerikleri dar bir değişim aralığı gösterse de SiO_2 'ye ve MgO'e karşı hazırlanan Harker değişim diyagramlarında (Şekil 15 ve 16), çalışılan kayaçların sunduğu negatif ve pozitif dağılımlar, gelişimleri sırasında fraksiyonel kristallenme süreçlerinin etkili olduğunu göstermektedir.

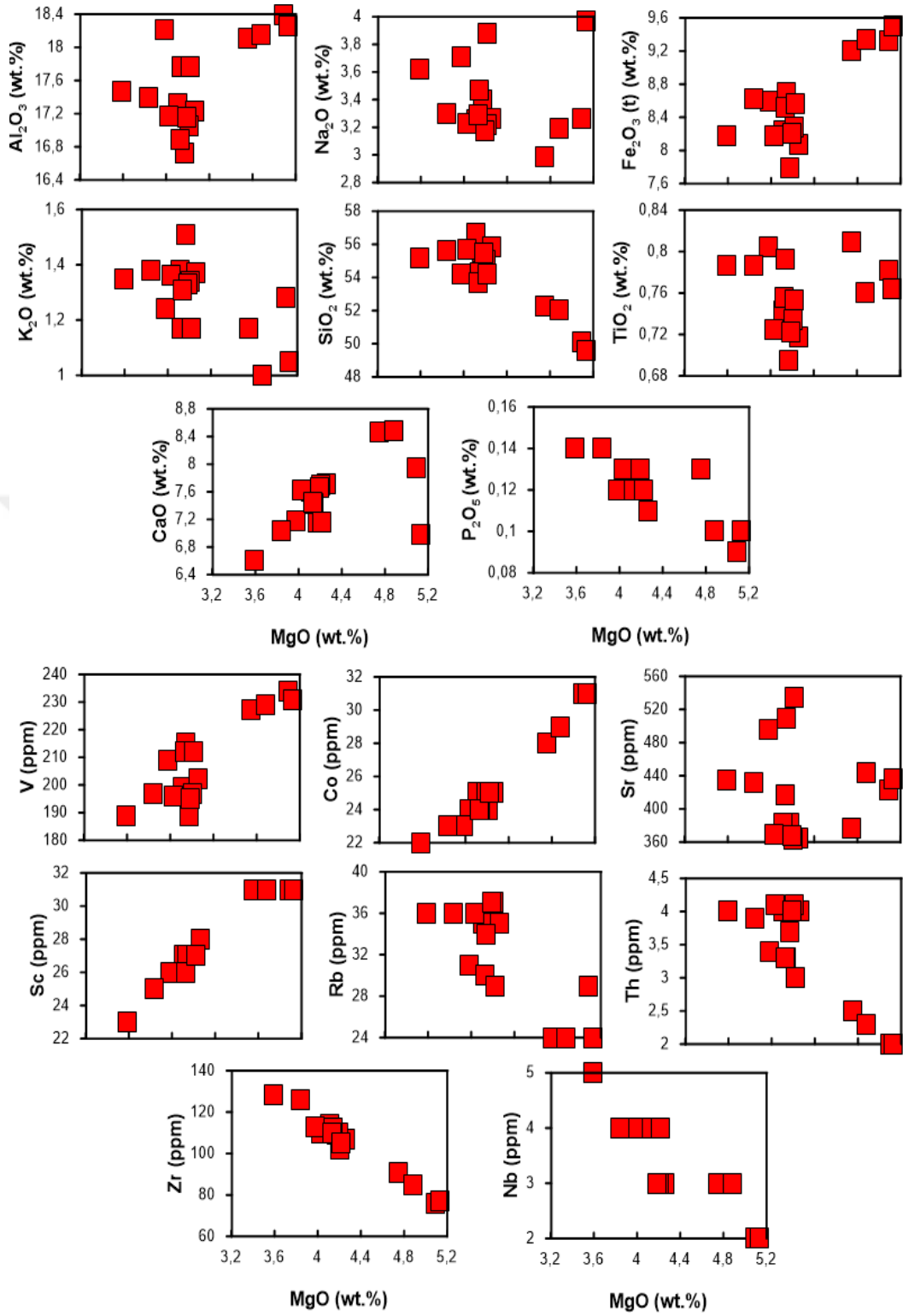
Özellikle SiO_2 'ye karşı MgO, FeO_T ve TiO_2 gibi ana oksitlerde ve V, Co gibi iz elementlerde görülen negatif yönelimler olivin ve klinopiroksen gibi ferromagnezyen fazların ve Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlaşmasını işaret eder. Özellikle SiO_2 içeriği yüksek olan örneklerde mafik minerallerin göz ardı edilecek kadar az oranlarda olması da mafik fazların fraksiyonlaşmasını destekler. Buna karşın bazı ana oksitlerde görülen düzensiz dağılımlar (Na_2O , CaO, vb.), bu elementlerin duraysız olmaları ve alterasyon koşullarından kolayca etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. MgO'e karşı hazırlanan ana ve iz element değişim diyagramları da SiO_2 'ye karşı hazırlanan değişim diyagramları ile paralellik

sunmakta ve kayaçların gelişimleri sırasında fraksiyonel kristallenme sürecinin etkin olduğunu işaret etmektedir. İlksel mantoya göre normalleştirilmiş iz element ve kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramlarındaki bazı anomaliler de fraksiyonel kristallenme süreçlerini destekler mahiyettedir (Şekil 13). Özellikle Ti ve Nb gibi petrolojik süreçlerin yorumlanması açısından önemli olan elementlerde gözlenen negatif anomaliler ilmenit ve rutil gibi fazların fraksiyonlaşmasını işaret ederken, Eu'da gözlenen çok keskin olmayan negatif anomali plajiyoklas fraksiyonlaşmasını işaret etmekle birlikte, kayaçların gelişiminde çok önemli bir rol almadığını göstermektedir.

Çalışılan kayaçların SiO₂ içerikleri ve mineralojik bileşimleri dikkate alındığında, bu kayaçları oluşturan magmanın kıta altı litosferik manto, yiten okyanusal litosferin bazaltik üst kısmı veya amfibolitik alt kıta kabuğu gibi mafik bir kaynağın ergimesi ile türemiş olması gerektiği açıktır. Alt kıta kabuğu genellikle amfibolitik bir bileşime sahip olup, bu alandan türeyen magmalar silisyumca zenginleşip ortaç ve felsik türevler de oluştururken, biyotit ve amfibol gibi sulu fazlar da kayacın mineralojik bileşiminde baskın rol oynar. Bu nedenle çalışılan kayaçların kökeni için alt kıta kabuğunun düşünülmesi sağlıklı bir yaklaşım olmayacaktır. Yitim ilişkili magmalar negatif Nb, Ta ve Ti anomalileri ve ayrıca büyük iyon yarıçaplı elementlerin yüksek çekim alanlı elementlere ve hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlere oranla zenginleşme sunmaları ile tipiktir. İz ve nadir toprak element diyagramlarında da görüldüğü gibi (Şekil 13), kayaçlar yitim ilişkili magmalarda olduğu gibi negatif Nb, Ta ve Ti anomalileri, büyük iyon yarıçaplı elementlerin yüksek çekim alanlı elementlere ve hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlere oranla zenginleşme göstermeleri ile tipiktir. Pb'de görülen pozitif anomali ve uyumsuz elementlerdeki zenginleşmeler ise yitim ilişkili akışkanlar, hidrotermal alterasyon ve magmanın sığ derinliklere yükselimi sırasında kabuksal kayaçlarla etkileşimi ile ilişkili olabilir (Şekil 13).



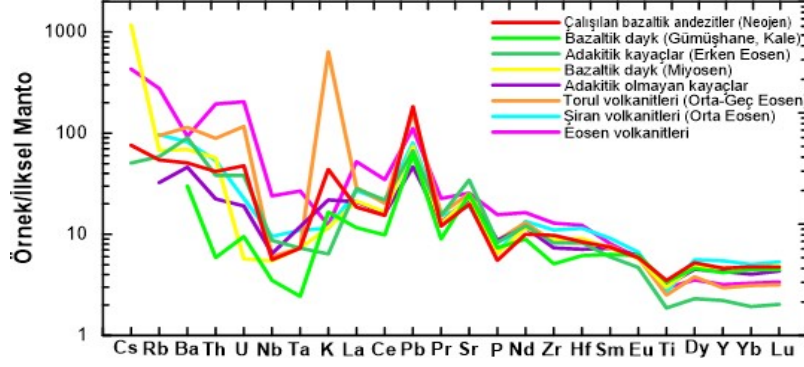
Şekil 15. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için SiO_2 (% ağı.)'ye karşı bazı ana oksitlerin (% ağı.) ve bazı iz elementlerin (ppm) değişim diyagramları



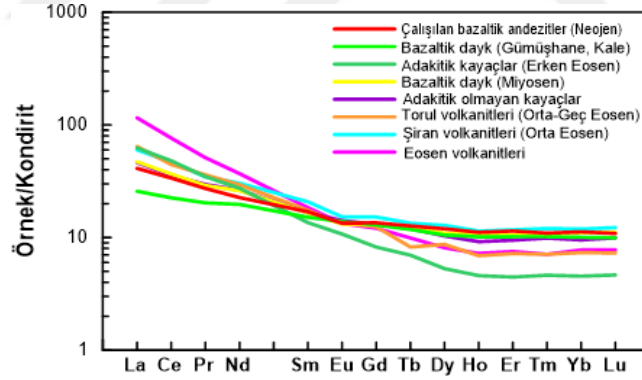
Şekil 16. Çalışılan volkanik kayaç örnekleri için MgO (% ağı.)'ye karşı bazı ana oksitlerin (% ağı.) ve bazı iz elementlerin (ppm) değişim diyagramları

Yitim ilişkili bir magma kaynağını işaret eden iz ve nadir toprak element yönsemeleri bölgedeki neredeyse tüm Tersiyer magmatiklerinin ortak özelliğini yansıtmaktadır (Şekil 17 ve 18). Çeşitli lokasyonlardan çeşitli çalışmalarda rapor edilen Tersiyer magmatik kayaçlarının kimyasal analizlerinin medyan değerleri kullanılarak elde edilen ilksel mantoya göre normleştirilmiş iz element dağılım diyagramında (Şekil 17), tüm kayaç gruplarının negatif Nb ve Ti anomalisi gösterdikleri ve büyük iyon yarıçaplı elementlerce yüksek çekim elementlere göre zenginleştiğini görmekteyiz. Torul volkanitleri diğer gruplara göre daha yüksek potasyum içeriğine sahip olup, bu durum diyagram üzerinde pozitif anomali ile kendini göstermektedir (Şekil 17). Potasyumdaki bu yükseklik hidrotermal alterasyon ile ilişkili olabileceği gibi, potasyumca zengin fazların kayaçların içindeki bolluğu ile de ilişkili olabilir. Pb'deki pozitif anomali ve büyük iyon yarıçaplı elementlerdeki zenginleşmeler daha önce de vurgulandığı gibi yitim ilişkili akışkanlar, hidrotermal alterasyon ve/veya magmanın yükselimi sırasında kabuksal litolojilerle etkileşim ile ilişkili olabilir. P'deki negatif anomali ise kayaçların gelişimleri sırasındaki apatit fraksiyonlaşmasını gösterir. Yüksek çekim alanlı elementlerce tüketilme ise yay ilişkili bir magma jenezini işaret eder.

Kondirite göre normleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramında Tersiyer bazaltik-andezitik volkanik kayaçları hafif nadir toprak elementlerce hafifçe farklı zenginleşme değerleri sunsa da ağır nadir toprak elementlerinde birbirine oldukça benzer yataya yakın bir yönseme sunarlar. Buna karşın aynı bölgedeki adakitik ayaçlar daha yüksek La_N/Yb_N oranları ile daha dik bir dağılım sunmaları ve hiçbir şekilde Eu anomalisi göstermemeleri ile bazaltik- andezitik volkanik kayaçlardan ayırt edilebilirler (Şekil 18). Göreceli olarak düz ağır nadir toprak element dağılımları rezidüel faz olarak garneti devre dışı bırakır. Çok belirgin olmasa da negatif Eu anomalisi petrojenetik gelişimlerinde plajiyoklas fraksiyonlaşmasının varlığına, ancak kayaçların gelişimi sırasında çok aktif bir rol oynamadığını gösterir. Hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlerine kıyasla zenginleşmiş olmaları doğrudan yiten okyanusal litosferle ilişkili bir kaynaktan veya yitim ilişkili akışkanlarca zenginleşmiş olan kıta altı zenginleşmiş manto kaynağını işaret eder.

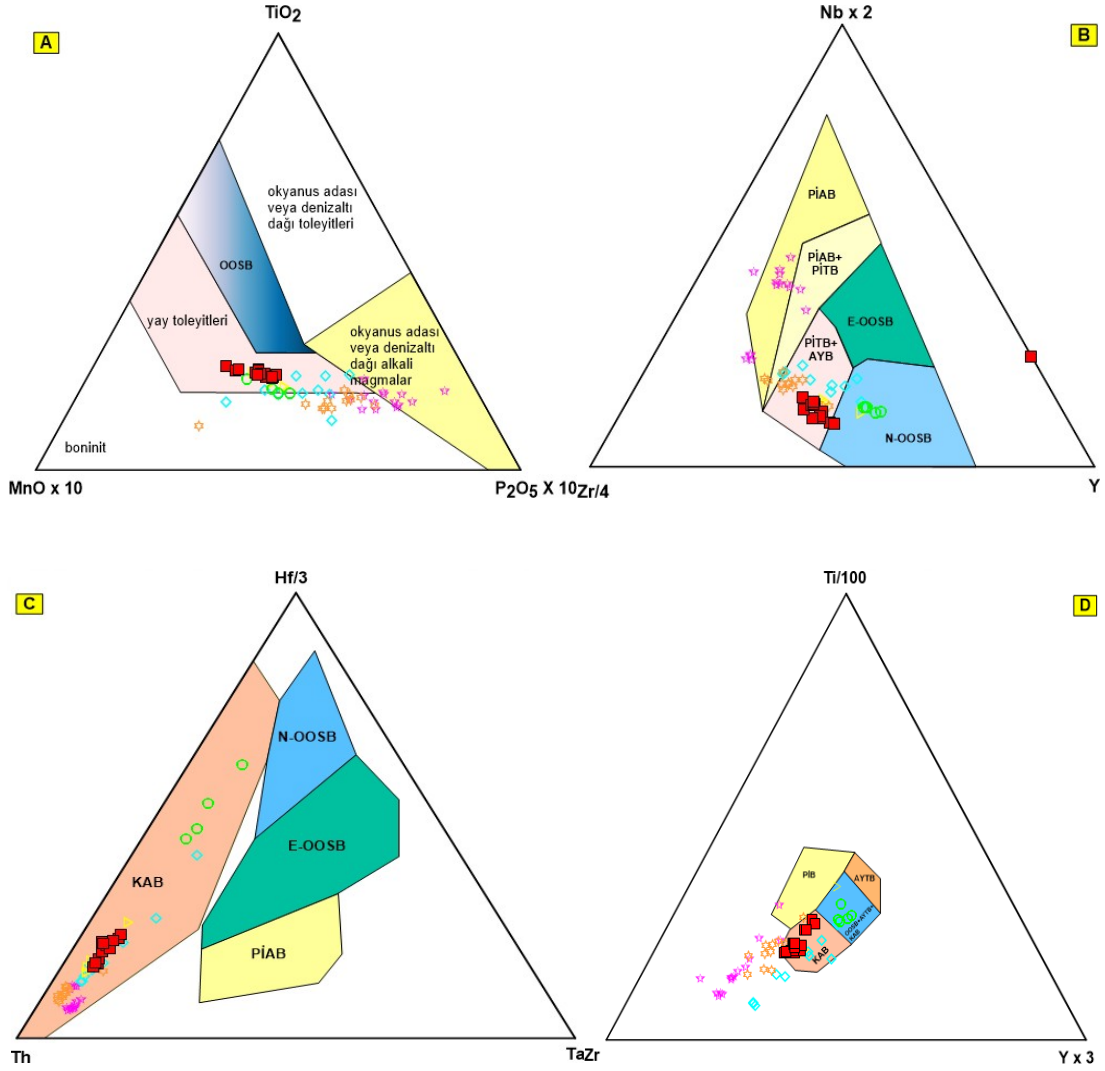


Şekil 17. Çalışılan volkanik kayaç örneklerinin ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı güneyinde çeşitli lokasyonlarda yüzeyleyen Tersiyer magmatikleri ile karşılaştırmalı olarak ilksel (primitive) mantoya göre normalleştirilmiş iz element dağılım diyagramı (ilksel manto için normalleştirme değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır). Diyagramda kullanılan diğer veriler; Torul volkanitleri: Kaygusuz vd., 2011; Şiran volkanitleri: Arslan vd., 2013; Eosen volkanitleri, adakitik kayaçlar, adakitik olmayan kayaçlar, bazaltik dayk (açık yeşil): Eyüboğlu vd., 2013a; Bazaltik dayk (sarı renkli): Aslan vd., 2014; Eosen volkanitleri: Göçmengil vd., 2018'den alınmıştır. Diyagramda her bir örnek grubu için medyan değerler kullanılmıştır.



Şekil 18. Çalışılan volkanik kayaç örneklerinin ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı güneyinde çeşitli lokasyonlarda yüzeyleyen Tersiyer magmatikleri ile karşılaştırmalı olarak kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramı (kondirit değerleri Boynton, 1984'ten alınmıştır). Diyagramda kullanılan diğer veriler; Torul volkanitleri: Kaygusuz vd., 2011; Şiran volkanitleri: Arslan vd., 2013; Eosen volkanitleri, adakitik kayaçlar, adakitik olmayan kayaçlar, bazaltik dayk (açık yeşil): Eyüboğlu vd., 2013a; Bazaltik dayk (sarı renkli): Aslan vd., 2014; Almus volkanitleri: Göçmengil vd., 2018'den alınmıştır. Diyagramda her bir örnek grubu için medyan değerler kullanılmıştır.

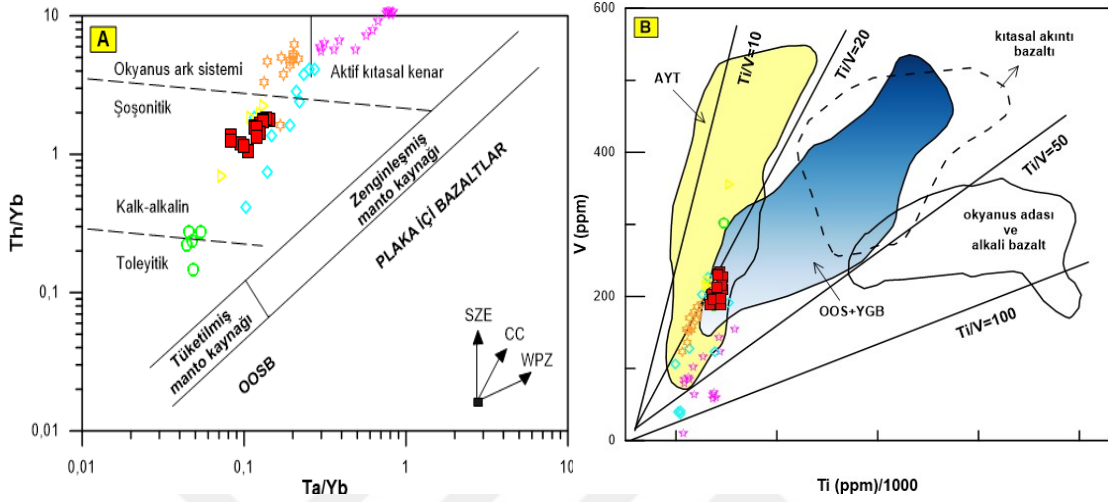
Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın uzun bir periyod boyunca yitim ilişkili süreçlerle şekillenen, yaklaşan plaka kenarlarında gelişen magmatik bir yayı temsil ettiği konusunda fikir birliği olsa da bir başka tartışma konusu bu ortamın bir okyanusal litosferin başka bir okyanusal litosfer altına yitimi sırasında gelişen ada yayı mı yoksa bir okyanusal litosferin kıtasal litosfer altına yitimi ile oluşan kıtasal bir yayı mı temsil ettiği tartışılmakta veya kıtasal yay-ada yayı ayrımı yapılmadan, ikisi arasındaki farklar sorgulanmadan ada yayı (island arc) terimi kullanılmaktadır. Ancak bölgenin önemli bir bölümünün granitik kayalar ile kaplı olması, bazaltik kayalardan ziyade ortaç ve felsik kökenli kayaların yaygın olması ve metamorfik kayaların baskın olarak sedimanter kökenli (parametamorfik) olması klasik ada yayı kavramı ile tezat oluşturmaktadır. Kimyasal sınıflama diyagramlarındaki dağılımları, çalışılan kayaların yaklaşan plaka kenarlarının tipik magma tiplerinden olan kalk-alkali karaktere sahip oldukları açıkça görülmüştür. Bazaltik andezitler kimyasal afinitelerini destekleyecek şekilde, çeşitli jeodinamik ortamı karakterize eden üçgen ayırım diyagramlarında yay bazaltları ile ilişkili ortamlarda toplanmaktadır (Şekil 19).



Şekil 19. Çalışılan bazaltik andezitlerin ve güney zondaki çeşitli lokasyonlarda yüzeyleyen Tersiyer bazaltik-andezitik kayaların çeşitli tektonik ortam ayırtman diyagramlarındaki dağılımları (A: Mullen, 1983; B: Meschede, 1986; C: Wood, 1980 D: Pearce ve Cann, 1973). Kısaltmalar: OOSB: okyanus ortası sırt bazaltı, KAB: Kalk-alkali bazalt, PIAB: Plaka içi alkali bazalt, PIB: Plaka içi bazaltı, AYB: Ada yayı bazaltı, PITB: Plaka içi toleyitik bazalt, AYTB: Ada yayı toleyitik bazalt, E-OOSB: Zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltı, N-OOSB: Normal okyanus ortası sırt bazaltı (Sembollerin renkleri Şekil 17 ve 18'deki gibidir).

Yitim zonlarının zenginleşmesiyle gelişen, kalk-alkali kayalar hem okyanusal hem de kıtasal yaylar üzerinde bulunmakla birlikte, kıtasal yaylarda oldukça yaygındırlar. Pearce vd. (1992) tarafından verilen Th/Yb ve Ta/Yb diyagramında çalışılan bazaltik andezitler kalk-alkali alanda toplanır ve kaynak alan olarak zenginleşmiş bir kaynak bölgesini işaret ederler (Şekil 20A). Shervais (1982) tarafından literatüre kazandırılan ve

bazaltik kayaların sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılan Ti'ye karşı V diyagramında çalışılan kayalar yay gerisi havza bazaltları ile ilişkili alan içerisinde toplanırlar (Şekil 20B).



Şekil 20. Çalışma alanındaki volkanik kayaların, bazı köken ve jeodinamik ortam yorumlama diyagramlarındaki dağılımları (A: Pearce, 1982; B: Shervais, 1982). Kısaltmalar: YGB: yay gerisi bazaltı (Renkler Şekil 17'deki gibidir).

4.4. Jeodinamik Evrim

Tez çalışması içerisinde defalarca vurgulandığı gibi Alp-Himalaya sisteminin önemli bir parçasını oluşturan ve fosil magmatik yayların iyi korunmuş örneklerinden biri olan Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Meso-Senozoyik gelişimi üzerine tartışmalar; sistematik veri ve birbirini tamamlayacak şekilde disiplinler arası çalışmaların eksikliğinden dolayı 50 yıla yakın bir süredir devam etmektedir.

Geç Kretase döneminde Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın altında bir yitim zonunun varlığına ilişkin bilim insanları arasında bir fikir birliği olmasına rağmen, bu yitimin polaritesi konusunda iki farklı görüş söz konusudur. Kuzey yönlü yitim modelini savunan araştırmacılara göre, magmatik yayın güney kesiminde yüzeyleyen mafik-ultramafik litolojiler; Paleotetis Okyanusu tabanının güney yönlü yitimi sırasında Erken Jura'da yay gerisinde açılan ve Neo- Tetis Okyanusu'nun Kuzey Kolu olarak bilinen bir okyanusun orta sırtında gelişen ofiyolitik istifini temsil ettiği ve bu okyanusun altındaki litosferik plakanın Geç Kretase'de kuzeye doğru yitime uğradığını, Karadeniz'in bu dönemde bir yay gerisi havza olarak açıldığını ve Erken Senozoyik'te Torid ve Doğu Karadeniz Dağ

Kuşağı blokları arasında meydana gelen çarpışma ile Neo-Tetis'in kuzey kolunun kapandığını ve tüm Tersiyer magmatizmasının çarpışma ve çarpışma sonrası ilişkili bir ortamda gelişmiş olduğunu vurgulamışlardır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Ustaömer ve Robertson, 1996; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Karlı vd. 2007; Rice vd. 2009; Dilek vd. 2010; Kaygusuz vd. 2011; Temizel vd. 2012; Arslan vd. 2013; Aslan vd. 2014; Gülmez vd. 2017; vs.). Bu görüşe karşı görüş olarak, bazı araştırmacılar Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Paleozoyik'ten Erken Senozoyik dönemine kadar varlığını koruyan güney yönlü bir yitim zonu üzerinde şekillenmiş olduğunu ileri sürmüşlerdir (Dewey vd. 1973; Bektaş vd. 1999; Eyüboğlu vd. 2006; Maden vd. 2009; Eyüboğlu, 2010 ve 2015; Eyüboğlu vd. 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2012, 2014, 2016a, 2016b, 2017, 2019; Maden, 2013; Akaryalı, 2016, Liu vd.

2018). Eyüboğlu vd. (2012) güney yönlü yitimin Miyosen dönemine kadar devam ettiğini, Miyosen'de Küçük Kafkaslar ve Büyük Kafkaslar arasında meydana gelen çarpışma ile sonlandığını ve bu çarpışma sonucunda Hazar Denizi ve Karadeniz arasındaki bağlantının koptuğunu belirtmişlerdir.

Hiç şüphesiz bölgesel ölçekli olmayan ve sadece magmatizma odaklı olan çalışmalardan hareketle yitim yönünün yorumlanması sağlıklı bir yaklaşım olmayacaktır. Jeodinamik odaklı çalışmalarda bölgesel ölçekte magmatik kayaç grupları üzerinde yapılan çalışmaların, jeolojik, jeokronolojik, jeofizik ve paleomanyetik veriler ile birleştirilip anlamlandırılması zorunluluk arz etmektedir. Son yıllarda bölgesel ölçekte yapılan bazı çalışmaların sonuçları Geç Mesozoyik'te kuzeye eğimli bir yitim zonunun varlığına ve Erken Senozoyik'te gerçekleşen çarpışmaya yönelik görüşün ciddi anlamda sorgulanmasını gerektirecek niteliktedir.

Eyüboğlu vd. (2016b), magmatik yayın güney kesiminde yüzeyleyen Kop ultramafik kayaçlarına odaklandıkları çalışmalarında, bu ultramafik kayaçları kesen gabrolardan Silüryen'den Erken Jura'ya kadar uzanan yaşlar elde etmiş ve bu yaş verilerinden hareketle bu ultramafik kayaçların Silüryen veya daha yaşlı olması gerektiğini ve dolayısıyla da bu kayaçların Jura'da açılan bir okyanusun kalıntıları olmalarının mümkün olmadığını vurgulayarak, ilk olarak Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından ileri sürülen Neo-Tetis Okyanusu'nun Kuzey Kolu şeklinde bir okyanusun varlığını kabul etmemişlerdir.

Eyüboğlu (2010 ve 2015) ve Eyüboğlu vd. (2011a ve 2014) Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda Geç Kretase volkanizmasının kökenine odaklandıkları çalışmalarında volkanizmanın iki periyotta gerçekleştiğini, birinci periyotta kuzeyde toleyitik ve kalk-

alkali volkanikler oluşurken güneyde şoşonitik volkaniklerin oluştuğunu, ikinci periyotta kuzeyde alkali ve şoşonitik volkanikler oluşurken güneyde ultrapotassik volkaniklerin oluştuğunu vurgulayarak, magmatizmanın güneye doğru göç etmesini ve artan potasyum içeriğinin ancak güney yönlü bir yitim zonunun varlığı ile açıklamanın mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Bu görüşlerini bölgedeki Geç Kretase birimlerinden elde edilen ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın Kampaniyen döneminde 25. kuzey enleminde olduğunu ve zaman içinde kuzeye doğru göç ederek bugünkü konumuna ulaştığını gösteren paleomanyetik veriler ile de desteklemişlerdir (Van der Voo, 1968; Channell vd. 1996).

Yaygın olarak kabul gören kuzey yönlü yitim modeline göre; bölgenin güneyinde Erken Senozoyik'te bir çarpışma gerçekleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Çarpışma kuşaklarının en önemli özelliği kabuğun kalınlaşması ve bununla ilişkili olarak S-tip granitleri oluşturacak magmaların ortaya çıkmasıdır. Bununla birlikte bugüne kadar Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nda herhangi bir S-tip granitin varlığı rapor edilmemiştir. Bazı araştırmacılar güneydeki ultramafik kayalar okyanus ortası sırtlarda gelişen ofiyolitik bir istif değil de Jura'da okyanusal kökenli bir yitim zonu üzerinde gelişen ofiyoliti temsil ettiğini vurgulamışlardır (Uysal vd. 2015; vs). Ancak hem Silüryen yaşlı gabrolar tarafından bu kayaların kesiliyor olmasının hem de bu tip alanların tipik litolojileri olan boninitik kayaların (yüksek magnezumlu andezitlerin) bölgede bulunmayışı ileri sürülen bu görüşün çözülmesi gereken problemleri olarak karşımızda durmaktadır.

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde 57-47 milyon yıllar arasında gerçekleşen Erken Tersiyer magmatizması adakitik volkanik ve plütonik kayalar ile temsil edilmektedir (Topuz vd. 2005; Karlı vd. 2010; Eyüboğlu vd. 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2013a, 2013b, 2018). Kuzey yönlü yitim modelini kabul eden araştırmacılar, Erken Tersiyer adakitik magmalarının çarpışma ilişkili bir ortamda kalınlaşan alt kıta kabuğunun kısmi ergimesi ve/veya kalınlaşıp alt kesimi delamine olan kıta kabuğunun kısmi ergimesi ile oluştuğunu ileri sürmüştür. Buna karşın Eyüboğlu vd. (2011a, 2011b, 2011c, 2011d) tarafından yapılan çalışmalarda bölgesel ölçekte elde edilen jeokimyasal ve jeokronolojik veriler, Erken Senozoyik'te meydana gelen adakitik magmaların güneyden kuzeye doğru göç ettiğini ve Torul-İspir hattının kuzeyinde yerini adakitik olmayan felsik aktiviteye bıraktığını belirterek, güneyden kuzeye doğru göçünü güneye dalan okyanusal litosferin geriye doğru bükülmesine (roll-back) ve bu kayaların bölgedeki sınırlı dağılımlarından hareketle de geriye doğru bükülmesi sırasında yiten plaka üzerinde bir dilim penceresi (slab window) açıldığını ve bu magmatik faaliyetin dağılımının bu pencere ile kontrol edildiğini

vurgulamışlardır. Buna ilave olarak Eyüboğlu vd. (2012) bölgenin doğu kesiminde Geç Miyosen yaşlı ikinci bir adakitik aktivitenin varlığını saptamış, birinci aktivitenin çarpışma ilişkili olması durumunda bu ikinci aktivitenin kökeninin açıklanamayacağını belirtmiş ve Geç Miyosen adakitlerinin varlığını Kafkaslar'da gerçekleşen çarpışma sonucunda kalınlığı 52 km'ye kadar çıkan kıtasal kabuğun alt kesiminin kısmi ergimesi ile açıklamıştır.

Tüm bu verilere ilave olarak Karadeniz'in güney kesiminin güneye eğimli ters bir fayla sınırlandırılmış olması ve bölgedeki tüm büyük ölçekli bindirme faylarının bu faya paralel olarak güneye doğru eğimli olması, güncel GPS ölçümlerine göre bölgenin yükselmeye ve kuzeye doğru hareket etmeye devam etmesi, Doğu Karadeniz havzasından Doğu Karadeniz Dağ Kuşaağı'na doğru ısı akısı değerlerinin yitim zonlarına uygun şekilde denizden kıtaya dorđu artış göstermesi (Maden, 2013) ve Karadeniz sahil kesiminde okyanus adası bazalt kimyasına sahip Geç Kretase yaşlı alkalen gabro parçalarının varlığı (Eyüboğlu vd. 2018b) güney yönlü yitim modelini destekler mahiyettedir.

Tüm bu veriler dikkate alındığında Doğu Karadeniz Dağ Kuşaağı'nın altında Orta Miyosen dönemine kadar varlığını sürdüren güneye eğimli bir yitim zonunun var olduğunun ve dolayısıyla da bazaltik-andezitik Tersiyer volkanizmasının ve çalışma konusunu oluşturan bazaltik andezit daykları ve silinin çarpışma değil, yitim ilişkili bir jeodinamik ortamda gerçekleşen süreçlere bağlı olarak geliştiğinin, bu kayaçları oluşturan magmanın oluşumu sırasındaki jeodinamik ortamı olarak kabul etmenin, daha doğru bir yaklaşım olacağı düşüncesindeyiz.

5. SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın güney kesiminde, Gümüşhane ili Şiran ilçesi doğusunda Lütésiyen yaşlı olan ve başlıca kırıntılı sedimanter kayaçlar içinde yüzlek veren bazaltik andezit daykları ve silinin yerleşim zamanı, yerleşim mekanizması, petrojenezi ve oluşumları sırasındaki jeodinamik ortamlarının sorgulandığı yüksek lisans tez çalışmasında ulaşılan ana sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Çalışma alanında yüzeyleyen birimler yaşıdan gence doğru Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşları (Berdiga Formasyonu), Geç Kretase yaşlı sarı renkli kumlu kireçtaşı, kırmızı renkli kireçtaşı, kumtaşı-kiltaşı-silt ar dalanması ve piroklastik kayaçlar (Kermutdere Formasyonu), başlıca kırıntılı sedimanter kayaçlardan oluşan Lütésiyen istifi (Sırataşlar Formasyonu) ve tüm bu birimleri dayklar ve sil şeklinde kesen ve çalışma konusunu oluşturan bazaltik andezitlerdir.
2. Bazaltik andezit daykları birbirine paralel K20D doğrultulu olarak yerleşmiş olup, en uzununu yaklaşık 6 km uzunluğundadır.
3. Uzanımları bölgedeki ana kıvrım eksenlerine dik olup, bu durum bölgeyi etkileyen KD-GB uzanımlı ana basınç gerilmesine paralel olarak gelişen kırıklar boyunca yerleşmiş oldukların işaret eder.
4. Bazaltik andezitler yaygın olarak mikrolitik porfirik, yer yer de doleritik bir doku sunmakta olup, ana kayaç yapıcı mineraller olarak başlıca plajiyoklas ve klinopiroksen, nadiren de olivin içermektedirler. Çalışılan kayaçlarda ikincil mineraller kalsit, klorit, epidot, serizit, kil mineralleri ile temsil edilirken, aksesuar mineral olarak zirkon ve apatit olağandır.
5. Saha ilişkileri ve bölgedeki çalışmalardan elde edilen bazı jeokronolojik veriler, daykların Orta veya Geç Eosen döneminde yerleştiklerine işaret etmektedir.
6. Bazaltik andezitlerin ana ve iz element konsantrasyonlarının dar bir aralık içinde değişiyor olması, yakın bölgede yüksek silisyumlu türevlerinin bulunmamış olması gelişimleri sırasında farklılaşma süreçlerinin aktif rol oynamadığına işaret etmektedir. Bununla birlikte düşük Ni ve Co gibi elementlerce fakir oluşları, FeO_T ve MgO değerlerinin çok yüksek olmaması da onların manto

ve/veya yiten okyanusal litosfer kökenli primitif magmaları temsil etmediklerini göstermektedir.

7. Petrojenetik gelişimleri sırasında fraksiyonel kistallenme süreçlerinin etkisi sınırlıdır.
8. Negatif Nb, Ta ve Ti anomalileri, büyük iyon yarıçaplı elementlerin yüksek çekim alanlı elementlere ve hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlere göre çeşitli oranlarda zenginleşmeler göstermiş olması magma kaynaklarında yitim ilişkili süreçlerin etkin rol oynadığına işaret etmektedir.
9. Çayılan volkanik kayaçları oluşturan magmalar devam eden yitim sırasında, yitim ilişkili akışkanlarca zenginleşmiş kıta altı manto kaynağının kısmi ergimesi ile gelişmişlerdir.
10. Elde edilen petrolojik sonuçların izotopik veriler ve mineral kimyası verileri ile desteklenmesi ve ayrıca bölgede aynı zaman aralığında oluşmuş olan dayklardan toplanacak örneklerle veri tabanının zenginleştirilmesi petrolojik açıdan çok daha sağlıklı yorumların yapılmasına olanak sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Adamia, S.A., Lordkipanidze, M.B. ve Zakariadze, G.S. 1977. "Evolution of an active continental margin as exemplified by the Alpine history of the Caucasus", *Tectonophysics*, 40, 183-189.
- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Fakültesi, İstanbul, 59 s.
- Akaryalı, E. 2016. "Geochemical, fluid inclusion and isotopic (O, H and S) constraints on the origin of Pb–Zn ± Au vein-type mineralizations in the Eastern Pontides Orogenic Belt (NE Turkey)", *Ore Geology Reviews*, 74, 1-14.
- Akaryalı, E. ve Akbulut, K. 2016. "Constraints of C–O–S isotope compositions and the origin of the Ünlüpınar volcanic-hosted epithermal Pb–Zn ± Au deposit, Gümüşhane, NE Turkey", *Journal of Asian Earth Sciences*, 117, 119-134.
- Aliyazıcıoğlu, İ. 1999. "Kale (Gümüşhane) yöresi volkanik kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Arslan, M. ve Aliyazıcıoğlu, I. 2001. "Geochemical and petrological characteristics of the Kale (Gümüşhane) volcanic rocks: implications for the Eocene evolution of eastern Pontide arc volcanism, northeast Turkey", *International Geology Review*, 43, 595-610.
- Arslan, M., Temizel, İ., Abdioglu, E., Kolayli, H., Yucel, C., Boztug, D. ve Sen, C. 2013. "⁴⁰Ar- ³⁹Ar dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin", *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 166, 113-142.
- Aslan Z., Arslan M., Temizel İ. ve Kaygusuz A. 2014. "K–Ar age, wholerock and Sr–Nd isotope geochemistry of calc-alkaline volcanics around the Gümüşhane area (NE Turkey): implications for postcollisional volcanism during Tertiary time in the eastern Pontides", *Mineralogy and Petrology*, 108, 245-267.
- Aydıncakır, 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, 98-117.
- 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.
- Boynton, W.V. 1984. "Cosmochemistry of rare earth elements", *Meteorite Studies*. In:

- Henderson, P. (Ed), Rare Earth Element Geochemistry, Elsevier, Amsterdam, 63-114.
- Channell, J.E.T., Tüysüz, O., Bektaş, O. ve Şengör, A.M.C., 1996. "Jurassic-Cretaceous paleomagnetism and paleogeography of the Pontides (Turkey)", Tectonics, 15, 201-212.
- Cox, K.G., Bell, J.D. ve Pankhurst, R.J. 1979. "The Interpretation of Igneous Rocks", Allen and Unwin, London.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. ve Bonnin, J. 1973. "Plate tectonics and evolution of the Alpine system", Geological Society of America Bulletin, 84, 3137-3180.
- Dilek, Y., Imamverdiyev, N. ve Altunkaynak, S. 2010. "Geochemistry and tectonics of Cenozoic volcanism in the Lesser Caucasus (Azerbaijan) and the peri-Arabian region: collision-induced mantle dynamics and its magmatic fingerprint", International Geology Review, 52, 4-6, 536-578.
- Dokuz, A. 2011. "A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: The Kose composite pluton", Gondwana Research, 19, 4, 926-944.
- Eren, M., 1983. "Gümüşhane-Kale arasının jeolojisi ve mikrofasiyes incelemesi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 197.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Maden, N., Jacoby, W.R. ve 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.
- Eyüboğlu, Y. 2010. "Late Cretaceous high-K volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey", International Geology Review, 52, 2-3, 142-186.
- Eyüboğlu, Y., Dilek, Y., Bozkurt, E., Bektaş, O., Rojay, B. ve Şen, C. 2010. "Geochemistry and Geochronology of a reversely-zoned, Alaskan-type ultramafic-mafic complex in the Eastern Pontides, NE Turkey", Gondwana Research, 18, 230-252.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Dudas, F.O., Santosh, M. ve Akaryali, E. 2011a. "Transition from shoshonitic to adakitic magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for slab window melting", Gondwana Research, 19, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Chung, S.L. ve Akaryali, E. 2011b. Migrating magmatism in a continental arc: geodynamics of the Eastern Mediterranean revisited. Journal of Geodynamics, 52, 2-15.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M. ve Chung, S.L. 2011c. "Petrochemistry and U-Pb ages of adakitic intrusions from the Pulur massif (Eastern Pontides, NE Turkey): Implications

for slab roll-back and ridge subduction associated with Cenozoic convergent tectonics in eastern Mediterranean”, Journal of Geology, 119, 394-417.

- Eyüboğlu, Y., Santosh, M. ve Chung, S.L. 2011d. “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., Santosh, M., Yi, K., Bektaş, O. ve Kwon, S. 2012. “Discovery of Miocene adakitic dacite from the Eastern Pontides Belt and revised geodynamic model for the late Cenozoic Evolution of eastern Mediterranean region”, Lithos, 146-147, 218-232.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryali, E., Chung, S.L., Akdag, K. ve Bektaş, O. 2013a. “The nature of transition from adakitic to non-adakitic magmatism in a slab- window setting: A synthesis from the eastern Pontides, NE Turkey”, Geoscience Frontiers, 4, 353-375.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O., Santosh, M., Yi, K., Kwon, S. ve Akaryali, E. 2013b. “Petrogenesis and U-Pb zircon chronology of adakitic porphyries within the Kop ultramafic massif (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey)”, Gondwana Research, 24, 742-766.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Yi, K., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Akaryali, E., 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.
- Eyüboğlu, Y. 2015. “Petrogenesis and U-Pb Zircon Chronology of Felsic Tuffs Interbedded with Turbidites (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey): Implications for Mesozoic Geodynamic Evolution of the Eastern Mediterranean Region and Accumulation Rates of Turbidite Sequences”, Lithos, 212-215, 74- 92.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O, Santosh, M., Zhu, D.C., Yi, K., Chatterjee, N., Akaryali, E. ve Liu, Z. 2016a. “Cenozoic forearc gabbros from the northern zone of the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Implications for slab window magmatism and convergent margin tectonics”, Gondwana Research, 33, 160-190.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F.O., Santosh, M., Xiao, Y., Yi, K., Chatterjee, N., Wu, F.Y. ve Bektaş, O. 2016b. “Where are the remnants of a Jurassic Ocean in the Eastern Mediterranean Region?”, Gondwana Research, 33, 63-91.
- Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Thorkelson D., Zhu D., Liu Z., Chatterjee N., Yi, K. ve Santosh, M. 2017. “Eocene granitoids of Northern Turkey: polybaric magmatism in an evolving arc – slab window system”, Gondwana Research, 50, 311-345.
- Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Santosh M., Eroglu-Gumruk T., Akbulut K., Yi K. ve Chatterjee, N. 2018a. "The final pulse of the Early Cenozoic adakitic activity in the Eastern Pontides Orogenic Belt (NE Turkey): An integrated study on the nature of

transition from adakitic to non-adakitic magmatism in a slab window setting", Journal of Asian Earth Sciences, 157, 141-165.

Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Chatterjee N., Liu Z. ve Yilmaz-Degerli S. 2018b. "Discovery of Latest Cretaceous OIB-type alkaline gabbros in the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Evidence for tectonic emplacement of seamounts", Lithos, 310, 182-200.

Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Zhu D., Liu Z. ve Chatterjee N. 2019. "Late Cretaceous I- and A-type magmas in eastern Turkey: Magmatic response to double-sided subduction of Paleo- and Neo-Tethyan lithospheres", Lithos, 326, 39-70.

Göçmengil, G., Karacık, Z., Genç, Ş. C. ve Billor, M.Z. 2018. "40Ar-39Ar geochronology and petrogenesis of postcollisional trachytic volcanism along the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (NE, Turkey)", Turkish Journal of Earth Sciences, 27, 1, 1-31.

Gülmez, F., Genç, Ş.C., Prelević, D., Tüysüz, O., Karacık, Z., Roden, M.F. ve Billor, Z. 2016. "Ultrapotassic volcanism from the waning stage of the Neotethyan subduction: a key study from the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Belt, Central Northern Turkey", Journal of Petrology, 57, 561-593.

Hastie, A.R., Kerr, A.C., Pearce, J.A. ve Mitchell, S.F. 2007. "Classification of altered volcanic island arc rocks using Immobile trace elements: Development of the Th-Co discrimination diagram", Journal of Petrology, 48,12, 2341-2357.

Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A. 1971. "A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks" Canadian Journal of Earth Science, 8, 523-548.

Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C. 2007. "Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting", Lithos, 98, 67-96.

Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R. ve Wijbrans, R.J. 2010. "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.

Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C. 2011. "Geochemical and Sr-Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey)", Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137-159.

Korkmaz, S. ve Baki, Z. 1984. "Demirözü (Bayburt) Güneyinin Stratigrafisi", TJK Bülteni, 5, 107- 115.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. ve Zanettin, B. 1986. "A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram", Journal of Petrology, 27, 745-750.

Liu Z., Zhu D., Wang Q., Eyüboğlu Y., Zhao Z. ve Liu S. 2018. "Transition From Low-K

to High-K Calc-Alkaline Magmatism at Approximately 84Ma in the Eastern Pontides (NE Turkey): Magmatic Response to Slab Rollback of the Black Sea", Journal of Geophysical Research-Solid Earth, 123, 7604-7628.

Maden N., Gelişli K., Eyüboğlu Y. ve Bektaş O. 2009. "Two-And-Three-Dimensional Crustal Thickness Of The Eastern Pontides (Ne Turkey)", Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 225-238.

Maden, N. 2013. "Geothermal structure of the eastern Black Sea basin and the eastern Pontides orogenic belt: Implications for subduction polarity of Tethys oceanic lithosphere", Geoscience Frontiers, 4, 389-398.

Meschede, M. 1986. "A method of discrimination between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram", Chemical Geology, 56, 207-218.

Mullen, E.D. 1983. "MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis", Earth and Planetary Science Letters, 62, 53-62.

Okay, A. ve Şahintürk, Ö. 1997. "Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (Editor), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region", Am. As. Petr. Geol (AAPG) Memoir, 68, 291-311.

Pearce, J. A. 1982. "Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries", in Thorpe, R.S., ed., Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks: New York, John Wiley and Sons, 525-548.

Pearce, J. A. 1996. "A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In: D. A. Wyman, Ed., Trace Elements Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive sulphide Exploration", Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12, 79-113.

Pearce, J.A. ve Cann, J.R.1973. "Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses", Earth and Planetary Science Letters, 19, 290-300.

Pelin, S. 1977. "Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından İncelenmesi", Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Rice, S.P., Roberson, A.H.F., Ustaömer, T., İnan, T. ve Tash, K. 2009. "Late Cretaceous-Early Eocene tectonic development of the Tethyan Suture Zone in the Erzincan area, eastern Pontides, Turkey.", Geological Magazine, 146, 4, 567-590.

Rickwood, P.C. 1989. "Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements", Lithos, 22, 247-263.

Shervais, J.W.1982. "Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas", Earth and Planetary Science Letters, 59, 101-118.

- Sun, S.S. ve McDonough, W.F. 1989. "Chemical and isotopic systematic of ocean basalts: implications for mantle composition and process. In: Saunders A.D; and Norry M.J. (Eds.) Magmatism in the Ocean Basins", Geological Society of London, 42, 313-345.
- 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, 2012.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, Doktora Tezi, University College, London.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Werner, O. ve Schwarz, WH. 2004. "Aluminous Granulites from the Pulur Complex, NE Turkey: a Case of Partial Melting, Efficient Melt Extraction and Crystallisation", Lithos, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A. 2005. "Postcollisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik 53 53 granodiorite (Eastern Pontides, Turkey)", Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441-455.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W.H. Zack, T., Hasozbek, A., Barth, M., Satır, M. ve Sen, C. 2010. "Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gumushane pluton (NE Turkey)", Lithos, 116, 1-2, 92-110.
- Turan, M. 1978. "Şiran (Gümüşhane) Doğu Yöresinin Jeolojisi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği, Trabzon.
- Ustaömer, T. ve Robertson, A.H.F. 1996. "Paleotethyan tectonic evolution of the North Tethyan margin in the central Pontides, N Turkey", International Symposium on the Geology of the Black Sea Region, Proceedings-I, 24-33.
- Uysal, İ., Ersoy, E.Y., Dilek, Y., Escayola, M., Sarifakioglu, E., Saka, S. ve Hirata, T. 2015. "Depletion and refertilization of the Tethyan oceanic upper mantle as revealed by the Early Jurassic Refahiye Ophiolite, NE Anatolia-Turkey", Gondwana Research, 27, 594-611.
- Van der Voo, R. 1968. "Jurassic, Cretaceous and Eocene pole positions from northeastern Turkey", Tectonophysics, 6, 3, 251-269.
- 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 lavas of the British tertiary volcanic province. Earth and

Planetary Science Letters, 50, 11– 30.

Yucel 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.



ÖZGEÇMİŞ

Nimet GÜLER, 1988 yılında Trabzon'da doğdu. 1995-2005 yılları arasında ilk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, 2016-2017 yılı akademik döneminde Yüksek lisans öncesi İngilizce hazırlık programını başarıyla tamamladı ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Genel Jeoloji alanında yüksek lisans eğitimine başladı.

