

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇAĞIRANKAYA (İKİZDERE-RİZE) TRAKİTLERİNİN
PETROLOJİSİ VE JEODİNAMİK ÖNEMLERİ

CİHANGİR ALYILDIZ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ORHAN KARSLI
TEZ JÜRİLERİ
DOÇ. DR. RAİF KANDEMİR
YRD. DOÇ. DR. EMRE AYDINÇAKIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

RİZE-2018

Her Hakkı Saklıdır.

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAĞIRANKAYA (İKİZDERE-RİZE) TRAKİTLERİNİN PETROLOJİSİ VE
JEODİNAMİK ÖNEMLERİ**

Prof. Dr. Orhan KARSLI danışmanlığında, Cihangir ALYILDIZ tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 02/03/2018 tarihinde Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Orhan KARSLI
Üye	: Doç. Dr. Raif KANDEMİR
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR

İmzası

Orhan KarSLI
Raif KanDEMİR
Emre AYDINÇAKIR


Doc. Dr. FERHAT KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın konusunu bana öneren danışman hocam sayın Prof. Dr. Orhan KARSLI'ya, hoşgörüsünden, emeğinden ve manevi tüm desteğinden dolayı ne kadar teşekkür etsem azdır. Tez çalışmam esnasında her türlü desteğini, önerisini ve hoşgörüsünü esirgemeyen ikinci Tez Danışmanım sayın Doç. Dr. Raif KANDEMİR'e, katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Özellikle saha ve laboratuvar aşamasındaki desteklerinden dolayı sayın Yrd. Doç Dr. Yılmaz DEMİR'e, Mimar Semih KAZMAZ'a Jeoloji Mühendisi Mehdi İLHAN'a arkadaşlarım İnşaat Teknikeri Burçak SAĞLAM, Jeofizik Mühendisi Güven ALTAY ve ulaşımda çok emek veren Murat KAPAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Hayatımın her anında beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, maddi ve manevi her türlü destekleri için aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Cihangir ALYILDIZ

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan ‘‘Çağırankaya (İkizdere-RİZE)Trakitlerinin Petrolojisi ve Jeodinamik Önemleri’’ başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 02/03/2018

Cihangir ALYILDIZ

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ÇAĞIRANKAYA (İKİZDERE-RİZE) TRAKİTLERİNİN PETROLOJİSİ VE JEODİNAMİK ÖNEMLERİ

Cihangir ALYILDIZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışmanı: Prof. Dr. Orhan KARSLI

Kuzeydoğu Türkiye’de, ilk kez belirlenen adakitik trakitlerin kökenlerini ve jeodinamik süreçlerinin irdelenmesi için, Sakarya Zonu’nun kuzey kesimi boyunca, yüzeylenmiş lav akmalarının, tüm kayaç ve radyometrik yaşları araştırılmıştır. Trakitlerden alınan kayaçların, SIMSzirkon U-Pb zirkon yöntemine dayalı edilen yaşı, $5,16 \pm 0,11$ milyon yıldır.

Ortaç bileşimli adakitik trakitler, andezit ve dasitlerden oluşmaktadır. Yüksek La/Yb ve Sr/Y oranları ile karakteristiktirler. Genellikle metalumin karakterli olup; yüksek potassik kalk-alkalen kimyasal özelliklidirler. Söz konusu kayaçlar, büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (BIYLE) (Rb, Ba, K ve Th), hafif nadir toprak elementlerce (HNTE) (La/Yb)_{n= 18-24} zenginleşme ve yüksek alan enerjili elementlerce (YAEE) (Ta, Nb, Hf, Sm ve Yb) tüketilme, negatif Nb ve Ti anomalileri ve önemli bir Eu anomalisi göstermemektedirler. Bu kayaçlar, hafif değişim gösteren Mg# (42-46)’na sahip olup; mafik alt kabuk türevli ergiyik kompozisyonu ile uyumluluk sunmaktadırlar.

Tüm jeokimyasal veriler, bölgesel jeolojik veriler ile birleştirildiğinde, Sakarya Zonu’nun doğu kesiminde, oluşan Geç Miyosen yaşlı adakitik trakitlerin, yersel faylara bağlı genişlemeli rejimde, mafik alt kıtasal kabuğun kısmi ergimesiyle oluşmuş ergiyiklerin kırık zonları boyunca yükselimleriyle oluştukları anlaşılmıştır.

2018, 69 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Trakitler, mafik alt kıtasal kabuk, Sakarya Zonu, KD Türkiye

ABSTRACT

PETROLOGY AND GEODYNAMIC SIGNIFICANCE OF THE ÇAĞIRANKAYA (İKİZDERE-RİZE) TRACHYTES

Cihangir ALYILDIZ

Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geology Engineering
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Orhan KARSLI

Whole-rock major and trace element compositions and dating of the first time adakitic trachytes from the eastern part of the Sakarya Zone were investigated to understand their origin and geodynamic processes. The obtained age data by SIMS zircon U-Pb technique is 5.16 ± 0.11 Ma.

The adakitic trachytes consist of andesite and dacites. The rocks are characterized by high La/Yb and Sr/Y ratios. They have metaluminous features. All the samples show high-K calc-alkaline characters. The trachytes have enrichments of large ion lithophile elements (LILE) (Rb, Ba, K ve Th), light rare earth elements [(LREE) (La/Yb)_{n= 18-24}] and depletion of high field strange elements [(HFSE) (Ta, Nb, Hf, Sm ve Yb)], negative Nb and Ti anomalies and no significant Eu anomalies. Their compositions, with low Mg# (42-46) are consistent with an origin as partial melts of a mafic continental lower crust beneath the region.

All the geochemical data combined with regional data, Late Miocene adakitic trachytes was generated by partial fusion of mafic lower continental crust due to local extension and then their magmas may use the deep faults as a pathway.

2018, 69 Pages

Keywords: Trachytes, mafic lower continental crust, Sakarya Zone, NE Turkey

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Coğrafi Bilgiler.....	1
1.2.1. Coğrafi Konum.....	1
1.2.2. Topoğrafya.....	2
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim.....	3
1.3. Sakarya Zonu'nun Doğu Kesiminin Genel Jeolojisi.....	3
1.4. Önceki Çalışmalar.....	6
1.4.1. İnceleme Alanı ve Yakın Çevresinde Yapılan Çalışmalar.....	6
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1. Amaç ve Yöntemler.....	17
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	17
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	17
2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması.....	17
2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikroskop Fotoğraflarının Çekimi.....	17
2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması.....	18
2.1.2.4. Kimyasal Analizler.....	18
2.1.2.5. Zirkon SIMS U-Pb Yaşlandırması.....	19
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	20
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	21
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafi ve Petrografisi.....	21
3.1.1. İkizdere Granitoidinin Petrografisi.....	23

3.1.2.	Çağırankaya Trakitlerinin Petrografisi ve Mineralojisi.....	27
3.2.	Çağırankaya Trakitlerinin Jeokronolojisi.....	30
3.2.	Çağırankaya Trakitlerinin Jeokimyası.....	34
3.2.1.	Ana ve İz Elementler.....	34
3.3.	Çağırankaya Trakitlerinin Petrojenetik Modeli.....	40
3.3.1.	Adakitik Karakter.....	40
3.3.2.	Petrojenetik Model ve Olası Protolitler.....	42
3.3.3.	Kaynak Kaya Özellikleri.....	45
3.4.	Çağırankaya Trakitlerinin Jeodinamik Evrimi.....	48
3.4.	Jeodinamik Model.....	48
4.	SONUÇLAR.....	50
	KAYNAKLAR.....	51
	ÖZGEÇMİŞ.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları (Okay ve Tüysüz, 1999).....	6
Şekil 3. Çağırankaya Yaylası'nın (Rize-İkizdere) genelleştirilmiş dikme kesiti.....	22
Şekil 4. Çalışma Alanının Jeolojik Haritası.....	22
Şekil 5. İkizdere Granitoidinin Makroskobik Görünümü.....	24
Şekil 6. İkizdere Granitoidinin İnceleme Alanındaki Genel Görünümü.....	25
Şekil 7. İkizdere Plütonu'na ait kayaçların mikroskop görüntüleri.....	26
Şekil 8. Çağırankaya Trakitlerinin Peynirkaya Tepedeki Makroskobik Görünümü...	27
Şekil 9. Çağırankaya Trakitlerinin Arazideki Genel Görünümü.....	28
Şekil 10. Çağırankaya Trakitlerine ait kayaçların mikroskop görüntüleri.....	29
Şekil 11. Çağırankaya Trakitleri'nden alınan CK7 nolu örneğe ait zirkon kristallerinin Katodoluminesans (CL) görüntüleri.....	30
Şekil 12. Çağırankaya Trakitleri'ne ait CK7 örneğinin zirkon U-Pb konkordiya diyagramı.....	31
Şekil 13. a) Çağırankaya Trakitleri'ne ait örneklerin Le Maitre vd. (2002).....	36
b) Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramlarındaki dağılımları.....	36
Şekil 14. Harker değişim diyagramları a) SiO ₂ karşın Al ₂ O ₃ ; (b) SiO ₂ karşın Na ₂ O; (c) SiO ₂ karşın CaO; (d) SiO ₂ karşın K ₂ O; (e) SiO ₂ karşın MgO; (f) SiO ₂ karşın Fe ₂ O ₃ ^{top} ; (g) SiO ₂ karşın Sr/Y; (h) SiO ₂ içeriğine karşın La içeriği.....	38
Şekil 15. a) Trakitlere ait örneklerin OOSB'ye göre normalize edilmiş çoklu element değişim modelleri	39
b) Kondrite göre normalize edilmiş [Boynton (1984)] nadir toprak element bolluk içerikleri.....	39
Şekil 16. Adakitik andezit ve dasitlerin; a) Sr/Y oranına karşın Y içeriği.....	39
b) Kondrit normalize La/Yb oranlarına karşın Yb değerleri değişim diyagramındaki yerleri.	41
Şekil 17. Çağırankaya Trakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasitlerin a) MgO içeriklerine karşın SiO ₂ içerikleri değişim diyagramındaki.....	44
b) Fe ₂ O ₃ -K ₂ O-MgO değişim diyagramındaki yerleri.....	44
Şekil 18. Çağırankaya Trakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasitlerin (a) Th/U oranına karşın U içeriği.....	46
b) Th/U oranına karşın Th içeriği diyagramlarındaki yerleri. AKK; alt kıtasal kabuk, OKK; orta kıtasal kabuk. Alt ve orta kıtasal kabuk kompozisyonları.....	46

Şekil 19. Çağırankaya Trakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasitlerin $Al_2O_3/(FeO+MgO+TiO_2)$ oranına karşın $Al_2O_3+FeO+MgO+TiO_2$ oranı değişim diyagramındaki yerleri..... 47



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çağırankaya Trakitlerine ait SIMS zirkon U-Pb Yaş Verileri.....	32
Tablo 2. Çağırankaya Trakitlerine ait ana ve iz element içerikleri.....	35



SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A/CNK	Moleküler ($Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$)
Ab (alb)	Albit
ADI	Alkali Doygunluk İndeksi
AK	Ateşte Kayıp
Amf	Amfibol
An	Anortit
ANTE	Ağır nadir toprak elementler
BYO	Büyük Yayla Obsidyenleri
ÇA	Çalışma Alanı
DAF	Doğu Anadolu Fayı
DBFK	Düşük Basınç Fraksiyonel Kristallenmesi
EMG	Elektron Mikroskop Görüntüleri
Eu*	(Sm+Gd) _{N/2} ,
Fe ₂ O ₃ *	Fe ₂ O ₃ cinsinden toplam demir
Feld	Feldispat
Gpa	Gigapaskal
Hb	Hornblend
HNTE	Hafif nadir toprak elementler
ICP-MS	Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
KAD	Kuzey Anadolu Dağları
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
Kpr	Klinopiroksen
Km	Kilometre
Ku	Kuvars
BIYLE	Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler
Mg#	$100 \times MgO / (MgO + Fe_2O_3)$
mm	Milimetre
OOSB	Okyanus ortası sırtı bazaltı
Mus	Muskovit
Olv	Olivin
Or	Ortoklas

Orp	Ortopiroksen
Om	Opak Mineral
Pir	Piroksen
Pl	Plajiyoklas
YAEE	Yüksek Alan Enerji Elementler



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

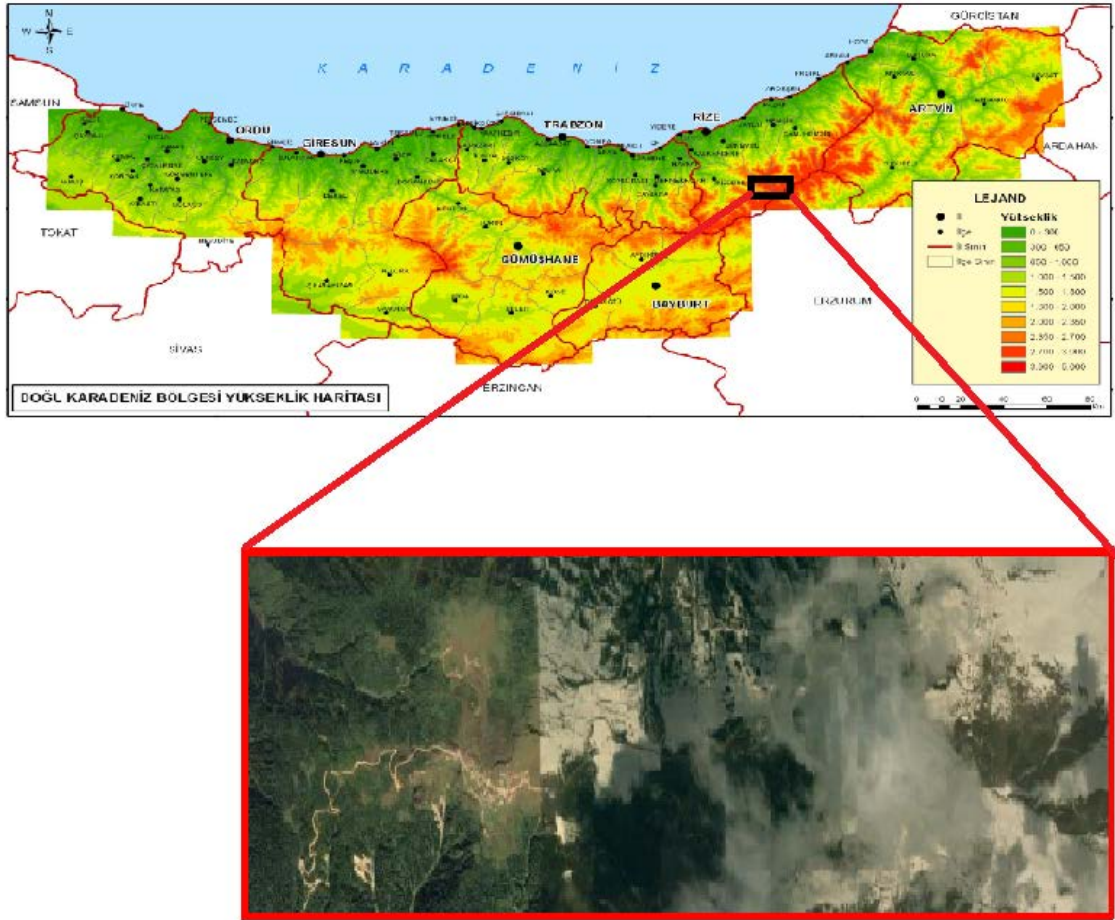
İnceleme alanı Türkiye'nin Kuzeydoğusu'nda, Alp-Himalaya Dağ kuşağı üzerinde olan Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzey kesiminde yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi içerdiği cevherleşmeler, tektonik konumu ve genel jeolojisi yönünden pek çok araştırmacının ilgisini çekmiş ve bu nedenlerle yörede bu güne kadar birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. (Altınlı vd., 1970; Dewey, 1973; Türk-Japon Ekibi, 1974; Adamia vd., 1977; Akın, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Özsayar vd., 1982; Taslı, 1984; Van, 1990; Yalçınalp, 1995; Korkmaz vd., 1995; Çamur vd., 1996; Arslan vd., 1997, 1998; Konak vd., 2001; Türkiye-Gürcistan Ekibi, 2001; Topuz vd., 2005; Boztuğ vd, 2006; Karşlı vd., 2007; Aydın vd., 2008; Kurt 2009; Dokuz vd., 2009; Karşlı vd., 2010a, b; Karşlı vd., 2011; Aydınçakır ve Şen, 2013)

Bu çalışmada, Çağırankaya (İkizdere-RİZE) yöresindeki Trakiandezit ve dasitlerin jeokronolojik, petrografik ve petrolojik açıdan değerlendirilmesi ve bu çalışmalar ışığında bölgenin jeotektonik ortamlarının yorumlanması amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma alanında 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak bölgenin stratigrafisi açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılarak trakitlerin petrografik ve petrolojik özellikleri incelenmiş, elde edilen veriler ışığında trakitlerin köken ve oluşum süreçlerine ait yaklaşımlarda bulunulmuştur.

1.2. Coğrafi Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

1/25000 ölçekli Tortum G45 a3 paftasında yer alan çalışma alanı, Rize ili İkizdere ilçesine bağlı Kafkuma ve Çağırankaya yaylalarını da içine alan yaklaşık 25 km²'lik bir alanı kapsar (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

1.2.2. Topoğrafya

İnceleme alanında topoğrafya oldukça engebeli bir yapıya sahip olup, çalışma alanının büyük bir bölümü çam, ladin ve gürgen ormanlarıyla kaplıdır. Çalışma alanı içerisinde Pulluksu Tepe (2161m), Dişkapı Tepe (2286 m),Peynirkaya Tepe (2235m), Ağuluk Tepe (2200 m) ve Yaylaüstü Tepe (2496 m) bölgenin önemli topografik yükseltilerini oluşturmaktadır.

1.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin bol yağışlı ılıman iklimi görülür. Ancak ortalama yüksekliği 2300 m olan çalışma arazisinde, özellikle kışlar soğuk ve bol karlıdır. Kar genelde ekimden nisana kadar bol miktarda yağar ve kalınlığı 2-3 m

arasında değişir. Yılın geri kalan aylarında daha çok sisli olup, bunu çiseden sağanağa kadar değişen yağmurlar takip eder. Yoğun sağanaklardan sonra toprak yollarda derin yarıklar açılır ve ulaşım aksayabilir. Sayıları çok az olan güneşli günlere mayıs-eylül arasında rastlanabilir. Arazi çalışmaları için en uygun zaman dilimi haziran başı ilâ eylül sonu arasındır. Ancak söz konusu dönemde sisli ve yağmurlu havalar arazide gerçeleştirilen çalışmaları olumsuz etkilemektedir. Sahilden 700 m yüksekliğe kadar meyve ve çay bahçelerinin yaygın olduğu yörede 700 ilâ 2000 m rakımları arasında doğu ladini, köknar, kayın, kestane, kızılağaç ve orman gülünden oluşan bitki örtüsü görülür. 2000 m'nin üzerindeki yaygın bitki örtüsü sadece çayırlardır. Çok seyrek olarak (beyaz çiçekli) orman güllerine (Rhododendron) ve makimsi iğne yapraklılara da 2300-2400 m yüksekliklerde rastlanır.

1.1.4. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanına ulaşım İkizdere ilçesinin kuzey ve güneyinden başlayan stabilize yollardan sağlanmaktadır. Çalışma alanı İkizdere içesine yaklaşık 25 km mesafede bulunmaktadır. Arazinin çoğu zaman geçit vermeyen sarp yamaçlarının dışında kalan kesimlerine toprak ama sert zeminli araç ve/veya yaya yollarıyla ulaşılabilir.

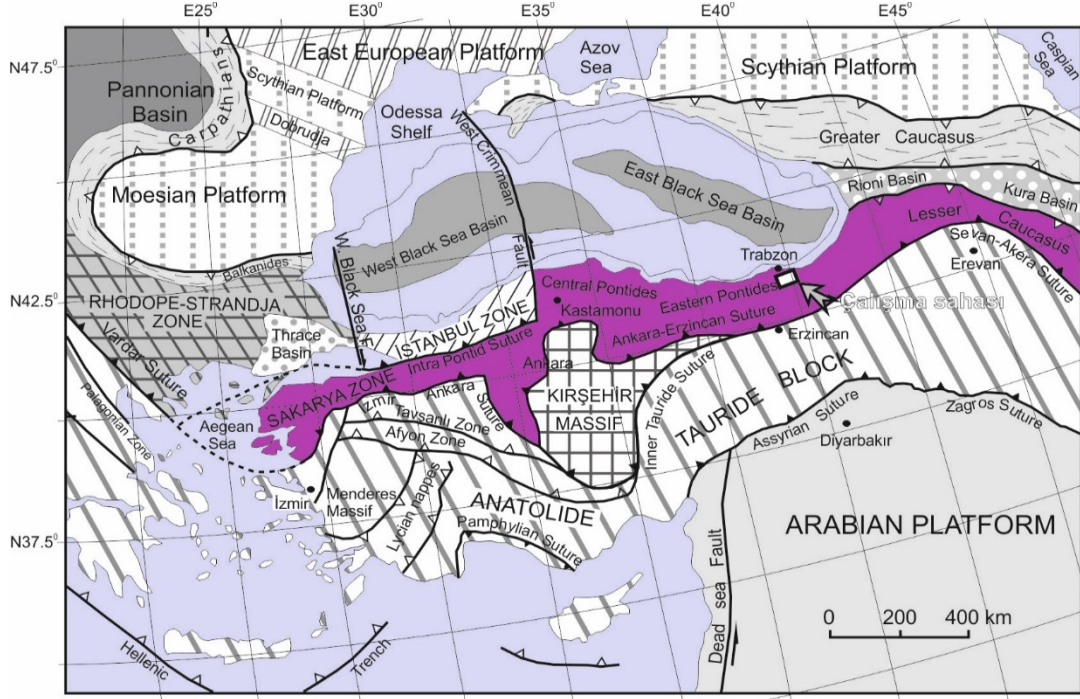
1.3.Sakarya Zonu'nun Doğu Kesiminin Genel Jeolojisi

Anadolu Levhası sütün zonlarına göre Sakarya zonu, İstanbul Zonu, Rodop-Istranca zonu Torid-Anatolid Blok'u ve Arap Platformu olmak üzere beş ana tektonik birlikten oluşmaktadır (Okay ve Tüysüz, 1999). Bunlardan Sakarya zonu Geç Paleozoyik yaşlı kristalen temel kayaları ve bunları örten Mesozoyik ve Senozoyik bir seri ile temsil edilir. Sakarya Bloğu batıda Çanakkale'den doğuda Kafkaslara kadar geniş bir coğrafyayı kapsar. İyi korunmuş büyük dağ kuşaklarından biri olan Doğu Karadeniz Bölgesi, 500 km uzunluk, 100 km genişliğe sahiptir. Kuzeydoğusu Achara-Trialet zonu (Gürcistan), kuzeyi Büyük Kafkaslar, güneyi ise Anatolit-Torit Bloğu tarafından sınırlandırılmıştır. (Şekil 2.2). Sakarya Bloğu'nun doğusuna ait temel kayalar, Erken Karbonifer yaşlı metamorfitle ve bunları keserek yükselen Geç Karbonifer yaşlı Granitoidler (Yılmaz,1972; Topuz vd., 2007; Dokuz, 2010; Topuz

vd., 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz ve vd., 2012-2016) ve Geç Karbonifer-Erken Permian yaşı sığ denizel-karasal kırıntılılardan oluşmaktadır (apkinoğlu, 2003; Kandemir ve Lerosey-Aubril, 2011). Geç Permian-Triyas okelleri Sakarya Bloğunda bilinmemektedir. Bu bölgede temel zerine Şenköy formasyonu olarak bilinen Erken-Orta Jura yaşı volkano sedimanlar ve Geç Jura-Erken Kretase yaşı platform karbonatları gelmektedir. Bu süreçte oluşan bazik volkanitler ve volkanotortullar riftleşmeye bağlı kıta parçalanmasıyla ilişkilendirilmektedir. (Kandemir, 2004; Dokuz ve Tanyolu, 2006; Kandemir ve Yılmaz, 2009), Geç Jura Granitoidleri ve onların eşleniği durumundaki dasitik volkanitler, Şenköy formasyonu içerisine yerleşmişlerdir.(Dokuz vd. 2010) Bu granitoidler Orta Jura'da Paleotetisin kapanması sonucu, Sakarya zonunun Lavrasya'nın kuzeyine eklenmesine bir cevap olarak yorumlanmaktadır (Dokuz vd., 2010). Geç Kretase'de Sakarya Bloğunun güney sınırı boyunca, Neotetis okyanusal kabuğunun kuzeye doğru yitimi bölgede yay magmatizmasının oluşmasına ve bunun sonucunda da kalın yay volkanitleri ile intrüzif kayalar oluşmuştur (Akın, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz vd., 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Şengör vd., 2003; Topuz vd., 2007; Ustaömer ve Robertson, 1997; Altherr vd., 2008; Karlı vd., 2010a; Karlı vd., 2011). Doğu Karadeniz Bölgesinin kuzeyinde yer alan biyotit-hornblendli granitoidlerle, kalınlığı 2 km'den daha büyük olan volkanotortul istifler bu yay volkanitlerini ve intrüzifleri karakterize ederler (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Okay ve Şahintürk, 1997; Karlı vd., 2004a,b; Boztuğ vd., 2006; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Kaygusuz vd., 2008; Karlı, 2010a; Karlı vd., 2011; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011). Doğu Karadeniz Bölgesinin güney kısmında ise yayn havza okellerini temsil eden filişoidal bir istif, karbonatlar ve olistolitler bulunmaktadır. Erken Paleosen plajiyolsititleri kuzeye yitimin son ürünleri olarak kabul edilir (Altherr vd., 2008). Paleosen'de Neotetis okyanusunun tamamen kapanmasıyla Torid ve Anatolid kıtaları çarpışmıştır (Okay ve Şahintürk, 1997; Boztuğ vd., 2004; Hisarlı, 2010; Topuz vd., 2010; Karlı vd., 2010b, Karlı vd., 2011). İzmir-Ankara-Erzincan sütur sonu boyunca meydana gelen bu çarpışma, volkanit aktivitelerin zamanı ve yapısal unsurlara dayalı olarak mekanizma ve zaman açısından farklı yorumlanmıştır. Şengör ve Yılmaz (1981) ve Okay ve Şahintürk (1997), Paleosen-Erken Eosen aralığında kabuk kalınlaşmasına neden olan bir çarpışma önermişlerdir. Tokel (1977) ve Akın (1979) ise ana ve iz element analizlerine dayalı yaptıkları çalışmada Eosen volkanitlerinin kuzey yönlü bir yitimle ilişkili yay

volkanitleri olduğunu iddia etmişlerdir. Şengör ve Yılmaz (1981) yitimin Erken Paleosen'de sona erdiğini ve Çarpışmanın Geç Paleosen-Erken Eosen'de gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Okay vd. (1997) granitoidlerin yaşları ve stratigrafik ilişkilerine dayanarak çarpışmanın Paleosen-Erken Eosen'de meydana geldiğini önermişlerdir. Gerçekten Sakarya Bloğunun Doğusu Paleosen döneminde magmatizma açısından sakin bir döneme sahiptir. Bölgedeki Erken Senozoyik adakitlerinde yapılan çalışmalar bunların çarpışma ile eş yaşlı yada çarpışma sonrası oluştuğunu göstermektedir (Topuz vd., 2005; Karlı vd., 2010b; Karlı vd., 2011; Topuz vd., 2011). Sakarya Bloğunun Doğusunda Eosen dönemi, İran ve Kafkaslara kadar uzanan doğu-batı yönlü volkanitler (Tokel, 1977; Çoban, 1997; Şen vd., 1998; Aliyazıcıoğlu, 1999) ve granitoidlerce (Yılmaz ve Boztuğ 1996; Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ vd., 2004; Karlı vd., 2007) karakterize edilir. Bu magmatik faaliyet gerilmeli rejime bağlı Karadeniz Havzasının açılmasıyla ilişkilendirilmiştir (Ustaömer ve Robertson, 1997). Sakarya Bloğunun Doğusunda Eosen sonrası karasal çökeller önemli yüzeylemeler vermektedir. (Okay ve Şahintürk, 1997). Neojen yaşlı alkali volkanitler çarpışma sonrası genişlemeli rejime bağlı olarak gelişmişlerdir (Aydın vd., 2008, 2009). Pliyosen-Pleyistosen döneminde ise fay düzlemleri boyunca basınç serbestleşmesi sonucu volkanizma tetiklenmiştir (Yeğingil, 2002).

I-tipi İkizdere Plütunu Sakarya Zonu'nun kuzeyinde bulunmaktadır ve Üst Kretase volkanitleri (Çatak formasyonu, Kızılkaya formasyonu), Erken-Orta Jura volkanoklastitleri (Şenköy formasyonu) ve Geç Jura-Erken Kretase yaşlı karbonatlarla (Berdiga formasyonu) kontak halindedirler. 30km. genişliğe, 40km. uzunluğa sahip İkizdere Plütunu, Geç Kretase-Geç Eosen (K-Ar ve Ar-Ar hornblend, Taner, 1977; Moore vd., 1980; K-Ar biyotit Karlı vd., 2007; Ar-Ar hornblend, Karlı, 2010a; SHRIMP zirkon U-Pb, Kaygusuz vd., 2009, SHRIMP zirkon U-Pb, Karlı vd., 2011, Ar-Ar hornblend, Karlı vd., 2011) olarak yaşlandırılan "Birleşik Kaçkar Batoliti'nin" orta kısmını oluşturmaktadır (Boztuğ vd., 2006). İkizdere Plütunu gabroyik diyoritten, granite kadar değişen kayaları içermekte olup, petrografik ve dokusal özellikleri açısından benzerlik sunarlar. Bu çalışmada Plütunun yaşı SHRIMP zirkon U-Pb metoduyla ~76 my olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları (Okay ve Tüysüz, 1999).

1.4.Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını da içerisinde alan kısımda jeolojik-jeokimyasal amaçlı çalışmaların sayısının az olmasına karşın, inceleme alanı çevresinde yapılan jeolojik-jeokimyasal çalışmaların sayısı inceleme alanına oranla fazladır.

1.4.1.İnceleme Alanı ve Yakın Çevresinde Yapılan Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde çeşitli amaçlara yönelik geniş ölçekli birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Altınlı (1970), İkizdere (Rize) bölgesinde, Kaçkar Batolitinde yaptıkları çalışmada, plütonik kütlelerin farklı litolojik bileşimlere sahip ve birbirleriyle dereceli geçişli olan kısımlardan meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca plütonda yaygın lamprofirlerin olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Dewey vd. (1973), Pontidler'in kuzeyine Paleotetis'i yerleştirerek Paleozoyik sonundan Eosen'e kadar devam eden güney yönlü bir yitim polaritesini

savunmuştur. Üst Paleozoyik'te Anadolu Levhası'nın Tetis okyanusunun güneyinde yer aldığını, Avrasya ve Afro-Arap plakası arasındaki alanın Karadeniz sahilini takip ettiğini belirtmiştir.

Türk-Japon ekibi (1974), MTA Enstitüsü tarafından Türk-Japon işbirliği ile Trabzon yöresi jeolojisini çalışmış ve 1/50.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Bu çalışmaya göre Üst Kretase yaşlı birimleri volkanit aktivetelerine ve sedimanter döngüsüne göre, dört farklı stratigrafik üniteye ayırmışlardır. Bu üniteler alttan üste doğru A1, D1, A2, D2 formasyonları olmak üzere isimlendirmişlerdir. A1 formasyonunun büyük bir bölümü denizaltı andezit lav ve piroklastitlerinden oluşmaktadır. D1 formasyonu A1 formasyonunu üzerler konumda olup dasit lav ve piroklastitlerinden oluşmaktadır. A2 formasyonu Andezit lav ve piroklastitlerinden oluşmakta dasitler ise D2 formasyonu olarak ayırtedilmiştir. Bu Üst Kretase birimleri üzerine uyumsuz olarak Tersiyer çökel ve volkanitleri gelir.

Adamia vd. (1977) ile Tokel (1981), Orta Anadolu sutür zonunu Paleotetis'in kalıntısı olarak benimsemişler ve Doğu Pontidler'de yitim etkinliğinin Paleozoyik'ten Eosen sonlarına kadar güneyden kuzeye doğru olduğunu ileri sürmüşlerdir. İlk ada yayının Karbonifer'de su yüzüne çıktığını ve Geç Kretase'de ada yayının olgunlaştığını belirtmişler ve Eosen sonlarından itibaren de Kuzey Anadolu Tetisi'nin kapandığını söylemişlerdir. Bu görüşe göre Karadeniz, Doğu Pontidler'in kuzeyinde Geç Kretase süresince açılan yay gerisi bir havzanın kalıntısı olduğunu ortaya koymuştur.

Özsayar vd. (1981), Ardanoç (Artvin) bölgesinde yaptıkları çalışmada, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı andezit, bazalt ve bunların tuf ve aglomeralarından oluşan Karlı formasyonunu en alta koymaktadırlar. Karlı formasyonu üzerine uyumsuz olarak Turoniyen-Alt Kampaniyen yaşlı tufit ve kırmızı renkli biyomikritlerden oluşan Ziverağa formasyonu bulunmaktadır. Bu birimin üzerine volkanitlerden oluşan üst Kretase yaşlı Makenet formasyonu uyumlu bir biçimde gelmektedir. Makenet formasyonu üzerinde ise transgresif olarak Paleosen yaşlı Ziyarettepe formasyonu yer alır. Araştırmacı Ziyarettepe formasyonunu konglomera ve kireçtaşı olmak üzere iki üyeye ayırmaktadır. Ziyarettepe formasyonu üzerinde uyumsuz olarak Eosen yaşlı

marnlardan oluşan Kızılılık formasyonu yer almaktadır. Stratigrafik olarak en üstte yer alan Avcılar formasyonu volkanitlerden oluşmaktadır ve Eosen yaşlı Kızılılıkformasyonunu kesmektedir.

Kahraman vd. (1986), Rize-İspir arası, Rize-Çayeli ve Rize-Kalkandere, Trabzon-Of yörelerini içine alan çalışmalarında bölgelerin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritaları hazırlanmışve stratigrafileri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Özellikle çalışma alanını da içine alan Rize-İspir arasındaki bölgede yapılan çalışmada değişik yaşta ve farklı litolojideki kayaç türleri gözlenmiştir. Bölgenin hâkim kayaç türü volkanitlerdir. Daha sonra sırasıyla intrüsyonlar, tortullar ve damar kayaçları gelmektedir.

İnceleme alanındaki birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanır:

- 1- Bazalt-andezit ve piroklastları (Ba-1)
- 2- Dasit-bazalt ve piroklastları (Db)
- 3- Dasit dayk (Dd)
- 4- Kumlu tuf ara bantlı, bazalt-andezit ve piroklastları (Ba-2)
- 5- Granit-monzonit-granodiyorit-mikrogranit (Gr)
- 6- Diyabaz-dolerit-lamprofir daykaları (Dy)
- 7- Çamurtaşı-kireçtaşı-kumtaşı-tuf-kiltaşı-marn ardalanması (e-1)
- 8- Andezit-bazalt ve piroklastları (Ba-3)
- 9- Gabro-diyorit-kuvarslı diyorit (Gd)
- 10-Andezit (An)
- 11-Andezit tuf (At)
- 12-Obsidiyen (Ob)
- 13-Alüvyon (Al)

Gedik vd. (1992), Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında yaptıkları çalışmada enalıtta izlenen birim olarak, kumtaşı, marn ve kırmızı kireçtaşı arakatmanları içeren ve esas olarak bazalt, dasit ve riyolit yer yer de andezit türde lav ve piroklastitlerden oluşan, Santoniyen-Maastrichtiyen yaşlı Hemşindere formasyonu (Gedik ve Korkmaz, 1987) ile başlatılmaktadır. Bölgesel olarak geniş yayılım gösteren bu formasyon yer yer bazik ve asidik intrüzyonlar tarafından (Granit, granodiyorit, kuvarslı diyorit, diyorit, gabro) kesildiğini belirtmişlerdir. Hemşindere formasyonu'nunyaşını içindeki kırmızı kireçtaşlarında bulunan fosillerle, Santoniyen-Erken Maastrichtiyen olarak

belirlemişlerdir. Formasyon içinde bulunan yer yer spilitik özellikler taşıyan bazaltlarda görülen yastık lav yapıları ve dasitik lavlarda görülen soğuma sütunları tipik olduğuna dikkat çeken araştırmacılar, Hemşindere formasyonu'nun genel özelliklerinden dolayı, yoğun volkanizmanın egemen olduğu denizel bir ortamda çökeldiğini belirtmişlerdir. Volkanik faaliyetlerin duraksadığı dönemlerde ise kırmızı renkli kireçtaşları ile kumtaşı ve marnlı düzeyler çökeldiğini saptamışlardır. Hemşindere formasyonu üzerinde, Rize formasyonu olarak adlanan (Gedik ve Korkmaz,1987) ve kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve kumtaşı arakatlı, kırmızımsı-bordo ve beyaz renkli marn ve şeyl araldanmasından oluşan birim yer alır. Formasyonun alt düzeylerindeki kumtaşları yer yer bitüm içermekte ve birim üste doğru kırmızımsı bordo renkli marn arakatlı beyaz renkli killi kireçtaşı araldanmasıyla son bulmakta olup, araştırmacılar saptadıkları mikrofosillere göre birimin yaşını Üst Kretase-Paleosen olarak vermişlerdir. Ayrıca çalışmacılar, Rize formasyonunun sakin ve derin bir şelf ortamında çökmesi, birimin üste doğru karbonatlara geçtiğini ve yer yer resifal faunanın gözlenmesi sebebiyle, ortamın gittikçe sığlaştığını söylemektedirler. Hemşindere formasyonu ile Rize formasyonu arasındaki dokanağın belirsiz olduğunu ve büyük olasılıkla uyumlu olduğunu varsaymışlardır. Rize formasyonu üzerine uyumsuz olarak, kalın katmanlı iri taneli kumtaşı, marn ve kiltaş araldanmasından oluşan Kaplıca formasyonunu (Gedik ve Korkmaz,1987) gelir. Bu formasyonun yaşı çalışmacılar tarafından Alt-Orta Eosen olarak belirlenmiş olup, denizel bir ortamda çökeldiği belirtilmiştir. Kaplıca formasyonu üzerinde uyumlu olarak, masif ve kötü katmanlanma gösteren, çoğunlukla bazaltik, yer yer andezitik lav tüf ve aglomeralardan oluşan ve Melyat formasyonu (Gedik ve Korkmaz, 1987) olarak adlandırılan birimler gelir. Alt-Orta Eosen yaşlı Kaplıca formasyonu ile geçişli ve uyumlu olduğunu düşündükleri Melyat formasyonunun yaşını Orta Eosen olarak vermişlerdir. Melyat formasyonu üzerinde uyumsuz olarak, tabanda çakıltaşları ile başlayıp üste doğru kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı arakatmanları içeren gri renkli marn araldanmasıyla devam eden Pazar formasyonunun (Gedik ve Korkmaz, 1987) yer aldığını belirtmişlerdir. Bu birimin en üst düzeyleri ise kum, çakıl ve kayaç parçaları içeren kırmızımsı, kil ve çamurtaşları ile son bulur. Pazar formasyonuna, Sarmasiyen (Orta-Üst Miyosen) yaşını veren çalışmacılar ortam olarak birimin, giderek sığlaşan denizel bir kıyı ortamında çökeldiğini söylemişlerdir. Özellikle üst düzeylerde görülen yanal ve düşey yöndeki litolojik değişimler, birimin üste doğru flüvyal özellikteki çökellere geçtiğini ve Sarmasiyen sonunda tamamen karasal bir ortama dönüştüğünü

belirtmişlerdir. Pazar formasyonu üzerinde uyumsuz olarak, kötü katmanlı ve kötü boyplanmalı, kum ve kil mercekleri içeren gevşek çimentolu çakıltaşlarından oluşan Hamidiye formasyonu (Gedik ve Korkmaz, 1987) ile sonlandırmaktadırlar. Çalışmacılar bölgede yer alan Rize plütonuna Geç Kretase-Paleosen yaşını vermişler ve yitim kökenli tipik I- tipi granitoyid olduğunu belirtmişlerdir.

Kırmacı (1992), Doğu Karadeniz Bölgesinin güney zonunda yaygın olarak yüzeylenen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berdiga Kireçtaşı dizisinin Suiçti (Alucra-Giresun), Gelinpertek (Köse), Keçi Deresi (Gümüşhane), Danzot (Bayburt) ve Karacık Tepe (Bayburt) yörelerindeki yüzeylenmelerinden alınan stratigrafik kesitler yardımıyla sedimantolojik incelenmesini gerçekleştirmiştir. Yapılan litofasiyes çalışmaları ile Berdiga Kireçtaşı dizisinin farklı fasiyeslerde geliştiği ortaya koyulmuştur. İncelenen kesitlerden farklı zaman ve ortamlarda çökelen, farklı dokusal ve kısmen de farklı litolojik özellikler gösteren litofasiyesler stratigrafik konumlarına göre tanımlanmış ve bu litofasiyeslerin büyük bir kısmının yersel olarak geliştiği, çok az bir kısmının da bölgesel olarak geliştiği belirtilmiştir.

Korkmaz vd. (1993), Tonya-Düzköy civarında yaptıkları çalışmada altı farklı formasyonun varlığından bahsetmişlerdir. Yazarlar Mor renkli ayrıışmış bazalt, andezit ve piroklastitlerden meydana gelen, Liyas-Doger yaşlı birime Gürgendağyayla formasyonu adını vermişlerdir ve bu birimin tabanı teşkil ettiğini ve alt sınırının gözlenemediğini belirtmişlerdir. Gürgendağyayla formasyonu üzerinde uyumlu bir biçimde Malm-Alt Kretase yaşlı, dolomitik bir seviye ile başlayan üstlere doğru karbonatlara geçen Berdiga formasyonunun yer aldığını belirten çalışmacılar. Berdiga formasyonu üzerinde tektonik bir dokanakla Düzköy formasyonu yer almasına rağmen genel olarak bölgede Düzköy formasyonu Berdiga formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunduğu dikkat çekmişlerdir. Düzköy formasyonuna çalışmacılar tarafından Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşı verilmiştir. Düzköy formasyonu üzerinde uyumlu bir biçimde Kampaniyen-Daniyen yaşlı Tonya formasyonu yer almaktadır. Tonya formasyonu üzerine Lütesiyen yaşlı Foldere formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. En üstte ise Neojen yaşlı olivin-ojit bazalt lav ve piroklastlarından oluşan Karadağ formasyonunun uyumsuz bir biçimde yer aldığı belirtilmiştir.

Köprübaşı (1993), Tirebolu-Harşit arasında yaptığı çalışmada tabanı Jura-Alt Kretase yaşlı Alt Bazik Volkanik Seriyle başlatmakta ve bu Alt Bazik Serisinde Harşit Granitoyidi tarafından kesildiğini belirtmiştir. Bu birimler üzerine Aşağı Harşit Volkanik Karmaşığının geldiğini söylemektedir. Bu birimlerin volkanizma ile başlayıp tortulaşma ile sona eren üç farklı fazdan oluştuğunu belirten araştırmacı, Alt Bazik Volkaniklerinin genelde kalkalkalen fakat daha ziyade toleyite geçiş gösteren ve primitif ark karakterleri sunan jeokimyasal karaktere sahip olduğunu belirtmiştir. Harşit Granitoyidi I tipinde peralümine, kalkalkalen karakterde ve olgunlaşmakta olan bir ada yayı ortamının izlerini taşıdığını varsaymaktadır. Aşağı Harşit Volkanit Karmaşığına ait kayaların ise yitim kökenli kalkalkalen karakter sunduğu belirtilmiştir.

Tüdeş(1994), İkizdere yöresindeki granitik kayaçların mermer olarak kullanılabilirliği konusunu çalışmıştır. Araştırmacı çalışma sahasındaki kayaçları 4 litostratigrafik birime ayırmıştır. Çalışma alanındaki Keçikaya Granodiyoriti'nin litolojik ve süreksizlik özelliklerini araştırmışve neticede fiziksel, mekanik, elâstik ve teknolojik özellikleri göz önüne alındığında mermer olarak kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

Yalçınalp (1995), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzey kesiminde yaptıkları çalışmada en yaşlı birimi, Artvin'in güney kesiminde yüzeyleyen, mikaşist ve mermerlerden oluşan Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçların oluşurduğunu belirtmiştir. Jura-Alt Kretase'de, bazaltik-andezitik lav, tüf, aglomeralar ve nisbeten üst seviyelerinde kristalize kireçtaşı seviyelerinin gözlendiğini, Üst Kretase yaşlı ve geniş alanlar kaplayan bazaltik-andezitik bileşimli volkanitler ile volkanotortul birimlerin arakatkılı olarak bulunduğunu ve bölgedeki masif sülfid cevherleşmelerini içerendasitik-riyodasitik kayaçların da Üst Kretase yaşında olduğunu belirtmiştir. Bu kayaçların üzerine Paleosen'e geçiş gösteren tortul arakatkılı bazaltik-andezitik birimler gelmektedir. Bölgedeki Eosen volkanitlerinin de bazaltik-andezitik karakterdeki volkanitlerden ve tortul kayaçlardan oluştuğunu belirten çalışmacı, Doğu Karadeniz'de yüzeyleyen ve porfiri mineralleşmeler içeren granitik kayaçların yaşını Üst Kretase-Eosen olarak verip, bunları "Rize plütonu" olarak adlandırmışlardır. Bu Plütonun Büyük bir batolit konumunda olduğunu daha küçük plütonlar şeklinde Artvin-Arhavi-Yolgeçen, Rize-Avup Dağı, Trabzon-Zigana ve Gümüşhane-Torul mevkieinde

gözlendiğini belirtmiştir. Ayrıca yazar Rize Plütununun, İkizdere, Çamlıhemşin, Yusufeli ve İspir yörelerini içine alan çok büyük bir granitoid topluluğu olup, Jura, Üst Kretase ve Paleosen yaşlı birimleri keserek yer yer dokanak metamorfizmasına uğrattığını ifade etmişlerdir. Araştırmacı plütunu oluşturan kayaç cinslerinin genellikle kuzey kesimlerde kuvarslı diyorit-granodiyorit-granitve tonalit, güney kesimlerde ise gabro-siyenogabrosiyenit ve monzonit bileşimine sahip olduğunu, Üst Kretase'den itibaren sokulum yaptıklarını söylemiştir.

Gedik vd. (1996), Doğu Karadeniz Bölgesini Erken Jura'da Avrasya'dan kopanmikro bir plakacık olarak düşünen çalışmacılar, Avrasya'dan kopan bu mikroplakacığın kopma hareketinin; tektonik, stratigrafik ve sedimantolojik verilere dayalı olarak ortogonal bir riftleşme şeklinde değil, transtensiyonal bir açılma şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar elde ettikleri verilerin ışığı altında Doğu Karadeniz Bölgesindeki Erken Jura havzalarının uzaklaşan (divergent) bir transform fay sisteminin ürünü olduklarını öne sürmüşlerdir.

Barbieri vd. (2000), özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuzey Zonu'ndaki Senozoyik yaşlı volkanitlerin K/Ar radyometrik yaşlarını ve Sr izotop oranlarını tayin etmiştir. Elde edilen çoğu kayaç yaşlarının özellikle 26 My etrafında kümелendiğini belirten yazarlar bu olayı, Doğu Pontidlerdeki magmatik aktivitenin son aşamasıyla ilişkili olan hidrotermal alterasyonun neden olduğu, Ar kaybına bağlarlar. Ancak Trabzon güneyinden alınan silise doymamış alkali örneğin 26,5–27 My yaşında olmasını, yöredeki Senozoyik volkanitlerinin en son ürünü olarak yorumlamışlardır. Ayrıca araştırmacılar söz konusu kayaçların Sr izotop oranlarının alterasyondan etkilenmediklerini ve bu oranların 0,70415 ila 0,70686 arasında değiştiğini ifade ederler.

Dokuz (2000), Doğu Pontidlerin geleneksel bir biçimde kuzey ve güney zona ayrıldığını belirterek, bu zonların kaya toplulukları açısından farklı olduğunu ve kuzey zonda Kretase-Eosen yaşlı bazik ve asidik volkanitlerin, Kuroko-tip maden yataklarının ve bunlarla eş yaşlı granitoidlerin baskın olduğunu söylemiştir. Güney zonda ise Mesozoyik'in sedimanların baskın olduğu bir litoloji ile temsil edildiğini ve bu istifin Hersiniyen metamorfik ve granitleri üzerinde uyumsuz bir biçimde yer

aldığını belirtmiştir. Mesozoyik havzasının, Doğu Karadeniz yayının güneyinde Permiyen'den Dogger'e kadar açılan bir yay ardı havza olduğunu söylemiştir. Mesozoyik istiflerin en altında yer alan Hamurkesen formasyonunun yastık yapılı lavlar, bazaltik-andezitik litik tüfler, kumtaşları ve şeyllerden oluştuğunu belirten çalışmacı, bu istifi bir riftleşme ürünü olarak yorumlamıştır. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı platform tipi karbonatlar, Orta Jura yaşlı klastikler üzerine uyumlu bir biçimde geldiğini ve bunların hızlı bir tektonik çökme sonunda sakin ortamda çökeldiklerini varsaymıştır. Albiyen-Apsiyen döneminde genişlemeli rejimden sıkışmalı rejime doğru büyük bir tektonik değişimden bahseden çalışmacı, bu dönemde güney zonda regresif bir türbiditik istifin egemen olduğunu, kuzey zonda ise volkanitler, volkanoklastitler ve bunlarla ilişkili intrüziyonların egemen olduğunu belirtmiştir.

Konak (2001), çalışmasında Doğu Karadeniz Bölgesini üç farklı tektonostratigrafik zona ayırarak incelemiştir. Bu zonlar kuzeyden güneye Hopa-Borçka, Artvin-Yusufeli ve Olur Tortum zonlarıdır. Bu zonların hepsinde Liyas-Dogger'de genelde volkanit ve volkanoklastit, bazı alt birliklerde ise birbirleriyle girik volkanit, volkanoklastit ve epiklastitlerin mevcudiyetinden bahseder. Çalışma alanı Konak (2001)'e göre Hopa-Borçka zonunda yer alır ve bu zon için en yaşlı kaya birimlerinin bazaltik andezitik bileşimli lavlar olarak değerlendirmiştir. Bu volkanit birimin üzerinde Kampaniyen-Paleosen yaşlı türbiditik birimlerin bulunduğunu ve İpresiyen yaşlı çökeller tarafından örtüldüğünü belirtmiştir.

Türk-Gürcü Ekibi(2001), Türkiye-Gürcistan sınırında yaptıkları korelasyon çalışmasında bölgeyi Maastrichtiyen öncesi, Maastrichtiyen-Daniyen arası, Paleosen-Erken Eosen arası, Orta Eosen, Geç Eosen, Oligosen-Erken Miyosen arası ve Geç Miyosen-Kuvaterner zaman aralıklarına bölerek incelemişlerdir. Paleozoyik Yaşlı Artvin Granitoidi, Jura-Alt Kretase yaşlı Narlık Grubu, Üst Kretase yaşlı Varlık Grubu ve Narlık Grubu içerisine sokulan Pirnallı Granitoidleri, Üst Kretase asidik volkanitleri (Kızılkaya formasyonu) ve Üst Kretase bazaltik volkanitlerini (Çağlayan formasyonu) Maastrichtiyen öncesi birimlere dahil etmişler ve sınır bölgesinde korelasyon çalışması yapmışlardır. Maastrichtiyen-Daniyen arası birimlere türbiditik ve hemipelajik karbonatlardan oluşan Maastrichtiyen-Daniyen yaşlı Cankurtaran formasyonunu, Maastrichtiyen-Daniyen yaşlı sığ denizel karbonatlardan

oluşan Ziyarettepe formasyonunu dahil etmişlerdir. Paleosen-Erken Eosen arası birimler Bakırköy formasyonu ve Kızılcık formasyonları adı altında değerlendirilmiştir. Orta Eosen birimlerini, Sarp-Şavşat grubu ve Orta Eosen yaşlı Türbiditik kırıntılılardan oluşan Erenler formasyonu-Likani suiti, Eosen volkanoklastitlerini Kabaköy formasyonu, andezit ve bazalt lavlarının orta seviyelerini Taşpınar formasyonu, üst seviyelerini Sarıçayır formasyonu isimleri ile incelenmişlerdir. Geç Eosen Volkanoklastitlerini içeren birime Adigeni Suiti, Şoşonitik volkanikleri ise Gordiomi Suiti, klastitleri Pınarlı formasyonu, Orta Eosen-Üst Eosen subvolkanit ve intrüziflerini Kırçal intrüzif kayaçları adları altında değerlendirmişlerdir. Oligosen-Erken Miyosen çökellerini Meydan ve Süngülü formasyonlarına ayırarak incelemişlerdir. Geç Miyosen-Kuvaterner çökelleri ise Kuar formasyonu, Gümüşkavak Bazaltı, Dumanlıdağ Volkanitleri, Kaleönü Volkanitleri, Melikler Bazaltı, Damal formasyonu, Borluk Andeziti ve Kuvaterner alüvyonlarını ayırarak incelemiş ve korelasyon çalışması yapmışlardır.

Yılmaz vd. (2001), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyinde, Kretase sürecinde meydana gelen en erken aktif volkanizmanın, paleontolojik verilere göre, Geç Koniasiyen Santoniyen'de başladığını ve Tersiyer sonuna kadar devam ettiğini belirtmektedir.

Boztuğ vd. (2006), "Birleşik Kaçkar Batoliti İçerisindeki Magmatik Olayların Zamanlaması, Doğu Pontidler" isimli çalışmasında, Kaçkar Batolitinde, genişlemeli yay magmatizması, aşındırma eşliğinde çarpışma sonrası levha kopması, levha içi gerilme ve yüzeye çıkma olmak üzere dört farklı magmatik olay tanımlamıştır. Bunlardan yay ilişkili granitoid kayaçları iki ana olay sırasınca nispeten derin sokulumlar olarak yerleştiren çalışmacı, orta K-KALK karakterinde ve titanit "fission-track" ağırlıksız ortalama yaşı $112,04 \pm 3,2$ My olan Çamlıkaya Granitoidinin erken evreyi temsil ettiğini, ileri evrenin ise orta-yüksek K-KALK karakterli, hornblend ve biyotit K-Ar soğuma yaşları Erken Paleosen'den Geç Kretase'ye kadar olan Sırtyayla ve Marselevat Granitoidleri ile temsil edilir. Kaçkar Batolitinin Yüksek K-KALK karakterli, yaygın K-feldispat mega kristalli ve çeşitli mafik mikrotaneli anklavlı sığ Ayder Birimi karışımı temsil etmektedir ve eş yaşlı mafik ve felsik magma çarpışma sonrası, levha kopması (slab break-off) sonucu oluşmuştur. Çalışmacı Ayder Biriminin

soğuma yaşını $46,4 \pm 1,0$ My olarak belirtmiştir. Levha içi gerilmeyi temsil eden magmatikler ise orta K-KALK biraz toleyitik (Halkalıtaş Kuvars Diyorititi) ve biraz alkalen (Güllübağ Monzoniti) karakterli birimlerdir. Bu birimler Avrasya ve Torid-Anatolid platformlarının Orta Eosen'de İzmir-Ankara-Erzincan suture zonu boyunca karıştığını gösteren levha içi gerilmeli magmatik evreyi işaret eder. Levha içi gerilmeyi karakterize eden birimlerden Halkalıtaş Kuvars Diyoritinin titanit "fission-track" yaşı $43,7 \pm 2,3$ My, Güllübağ monzonitinin titanit "fission-track" yaşı ise $38,1 \pm 0,6$ My olarak verilmiştir. Çalışmacı son olarak kompozit Kaçkar Batolitinin $0,4-0,5$ mm a-1 aşınma hızı ile 17-23 My arasında Avrasya levhası ile Arap levhasının çarpışması sonucu yüzeye çıktığını belirtmiştir.

Kurt vd. (2006), Doğu Karadeniz Bölgesinin stratigrafisinin Kretase'de oluşan yay magmatizması ile şekillendiğini varsaymıştır. Albiyen döneminde KG-GB yönlü transform faylara bağlı olarak gelişen kaba olistostramal çökellerle başlayan yay volkanizması, Rize Artvin bölgesinde Paleozoyik temel üzerinde gelişirken, Rize Giresun bölgesinde Geç Jura-Erken Kretase yaşlı karbonat platformu üzerinde gelişmiştir. Albiyen'de transform fayların etkisi ile derinleşen bölgenin Erken Turoniyen'de çok az volkanit katkının olduğu bir kırıntılı ve karbonat çökeliminden bahseden çalışmacı Geç Turoniyen'de ise tabanda bazaltlarla başlayan olgun dönemlerinde dasitlere dönüşen yoğun bir yay volkanizmasının varlığını belirtmiştir. Yay volkanizmasına bağlı olarak bölge Geç Turoniyen'de yükselir ve kuzeyde yay ardı havzalar gelişir. Bu yay ardı havzalarda Geç Turoniyen-Erken Santoniyen yaşlı kırmızı renkli mikritler çökmeye başlar. Santoniyen'de bölge tekrar bir volkanik döneme girer. Bu volkanizma bimodal karakter sunup üst seviyeleri daha riyolitik bileşimdedir. Santoniyen volkanizması Geç Kampaniyen'de giderek şiddetini kaybeder ve bölge sığlaşır. Karbonat çökeliminin Maastrichtiyen'de, kırıntılıların ise Paleosen-Erken Eosen'de egemen olduğunu belirtmiştir. Bu karbonat ve kırıntılıların üzerinde ise Orta Eosen çökellerinin ve volkanitlerinin uyumsuz biçimde yer aldığını belirtmiştir.

Hanedan Nar (2008), yılında yaptığı doktora çalışmasında; Büyük Yayla Obsidiyenlerinin (İkizdere/RİZE) yanı sıra çevre kayaların da petrografisi, mineralojisi ve jeokimyasal özellikleri incelenmiş olup Büyük Yayla Obsidiyenlerinin renkleri som siyah, kahvemsiz kırmızı, siyah bantlı kırmızı ve kırmızı bantlı siyahtır.

Obsidiyenlerin farklı renkleri yanında sütunumsu ve breşimsi yapı sunmaları; heterojen alterasyon göstermeleri de ilginçtir. Doku türleri camsı, camsı porfirik ve akma bantı dokusudur. Mineral içeriği feldispat, biyotit, piroksen, Fe-Ti-oksit; aksesuar mineraller ise apatit, zirkon, kuvars ve nadiren de kalkopirit, pirit ve anhidritdir. İncelenen obsidiyenler kalkalkalin, peralümin ve yüksek-K'lu riyolit bileşimindedirler. Bazanitlerde genellikle klinopiroksen, olivin, Fe-Ti-oksit ve apatit; trakiandezit, obsidiyen ve felzitlerde klinopiroksen, biyotit, plajiyoklas ve Fe-Ti-oksit farklılaşmada önemli rol oynayan minerallerdir. Ana ve iz element değişim diyagramlarında görülen çoğu negatif korelasyonlar, bu kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu göstermektedir. Obsidiyen ve felzitlerin kondirite göre normalleştirilmiş NTE ve iz element bileşimindeki benzer yönsemeler, negatif-pozitif anomaliler yöredeki granitoyidik kayaç ve üst kıta kabuğunun yönsemelerine benzerlik sunmaktadır. Bu durum obsidiyen ve felzitlerin kökeninin muhtemelen inceleme alanındaki granitoyidik kayaçlarla eşkökenli olabileceğini göstermektedir. Obsidiyen, felzit ve granitoyid kayaçlardaki feldispatların kristallenme sıcaklıkları 1000°C'nin altındadır. Obsidiyenlerde gaz geçiş sıcaklıklarına bağlı olarak bulunan gaz türlerinin başlıca H₂O ve CO₂ olduğu, kükürt bileşiklerinin de (SO₂, SO ve H₂S) bunlara eşlik ettiği tespit edildiği belirtilmiştir.

Karslı vd. (2010), Gümüşhane yöresinde tanımladığı Erken Senozoyik adakitik volkanizmasını, Doğu Pontidlerdeki Senozoyik ekstansiyonel olaylarının ilk safhası ile ilişkilendirerek, bu kayaçların delaminasyona (kopup-batan) uğrayan alt kabuğun ergimesiyle oluştuğunu ortaya koymuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç ve Yöntemler

İnceleme alanı Türkiye'nin kuzeydoğusunda, Alp-Himalaya dağ kuşağı üzerinde olan Doğu Karadeniz Dağları'nın (Doğu Pontidler) kuzey kesimlerinde yer almaktadır.

Bu çalışma Doğu Karadeniz bölgesindeki (Çağrankaya Yaylası İkizdere/RİZE) Trakitlerin petrolojisi ve jeodinamik önemlerinin incelenmesini amaçlamış olup, yürütülen bu çalışma, kaynak taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Bu çalışmanın ilk safhasını oluşturan arazi çalışmaları, öncelikle bölgede yer alan birimlerin tanınması, sınır ilişkilerinin ortaya konması, yapısal ve tektonik unsurların belirlenmesine yönelik olmuştur. İnceleme alanında yüzeyleyen birimler, önceki çalışmalar da dikkate alınarak kontrol edilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak mevcut yapısal unsurların (kırık, tabaka, fay vd.) konumları belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak mevcut jeoloji haritalarından yararlanılarak arazide Pleyistosen yaşlı Trakiandezit, dasitlerin sınırları ile Üst Kretase yaşlı İkizdere Granitoidinin dokanak ilişkileri ve genel stratigrafileri belirlenerek çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Daha sonraki aşamada kayaçların petrografik, mineralojik ve petrolojik özelliklerini belirlemek için yerel ölçekli örnekler alınmıştır.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

İnceleme alanından derlenen kayaç el örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik alınan 50 adet el örneğinden 14 tanesi ince kesit için hazırlanmıştır. Bunun için kayaçlardan kesilen levhacıklar 0,5x2x4 cm boyutunda cam üzerine kanada balzamu kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayaç, aşındırıcılar yardımıyla 0,03 mm kalınlığına kadar inceltilerek petrografik tayin

için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekleri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında hazırlanmıştır.

2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikroskop Fotoğraflarının Çekilmesi

İnce kesiti hazırlanan 14 adet örnek Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu laboratuvarındaki Olympus BX51 marka polarizan mikroskop ile incelenmiş ve mikroskoba bağlı aynı marka fotoğraf makinesi ile mikro fotoğrafıma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması

Petrografik incelemeler sonunda alterasyondan minimum etkilenmiş olan 34 adet örnek, trakiandezit ve trakibazaltların jeokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla, çeşitli kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Analize gönderilen örneklerin seçimi ve hazırlanması Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Ana, iz ve nadir toprak element analizleri için seçilen 1–3 kg'lık el örnekleri çeneli kırıcı yardımıyla birkaç cm boyutuna kadar küçültüldükten sonra halkalı öğütücü yardımıyla numune 200 mesh elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Çeyrekleme yöntemi ile ayrılan 30 gr kadar örnek, ana, iz ve nadir toprak element analizleri için ACME Analiz Laboratuvarına (Kanada) gönderilmiştir. Ana ve İz elementler ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemiyle, Nadir Toprak elementler ise (ICP-MS Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemiyle analiz edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür.

2.1.2.4. Kimyasal Analizler

Çalışma alanından derlenen 13 örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri Kanada'da Acme Analiz (Vancouver, BC) laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ana ve iz elementler ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemiyle, Nadir Toprak elementler ise

(ICP-MS Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemiyle analiz edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür. Ana ve iz element analizleri için 0,2 gr toz örnek 1,5 gr LiBO₂ ile karıştırılarak, %5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözündürülmesinden itibaren analiz edilirken, nadir toprak element analizleri, 0,25 gr toz örneğin dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve analiz edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür.

Ana, iz ve nadir toprak element analizi yapılan örneklerin içerdikleri bünye ve öz kristal suyunu hesaplamada, her bir örneğin daha önceden hazırlanan toz örnekleri kullanılmıştır. Bünye ve öz kristal suyunu belirlemek için örnekler, fırında 105°C'de, 24 saat bekletilmiştir. Örnekler platin kaba konmadan önce kabın ağırlığı ölçülmüş ve sonra her bir örnekten yaklaşık 1 gr tartılarak platin kaplara konmuştur. Daha sonra bu platin kaplar sıcaklığı yaklaşık 2–2,5 saatte 1000°C'ye ulaşan fırında 1 saat bekletilmiştir. Tamamen ergimiş hale gelen örnekler dışarı alınarak 10–15 dakika soğutulmuş ve hemen peşinden tartılmıştır. Sonunda, ısıtılmadan önceki örnek ağırlığı ile soğuduktan sonraki örnek ağırlığı arasındaki fark belirlenerek, ateşteki uçucu kaybı ölçülmüştür.

2.1.2.5. Zirkon SIMS U-Pb Yaşlandırması

Zirkon SIMS U-Pb yaşlandırmasında kullanılmak üzere, Çağırankaya Traktitlerinden seçilen CK7 (Andezit) nolu örnek üzerinde standart manyetik ve ağır sıvı teknikleri kullanılarak zirkonlar ayrıştırılmıştır. Epoksi ile kaplanan örnek yeterli parlak yüzey elde edilinceye kadar aşındırılmış ve parlatılmıştır. Yaş analizinde kullanılmak üzere en iyi örneği seçebilmek için zirkon tanelerinin içyapılarını gösteren katodoluminesans görüntüleri çekilmiştir. Zirkon U-Pb yaşlandırması Almanya Heidelberg, Jeoloji Bilimleri Akademisi SIMS İyon Prob Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Analizlerde Zhao vd. (2004) tarafından önerilen analitik yöntemler takip edilmiştir. Elementer fraksiyonlaşmayı doğrulamak amacıyla standart zirkon ve ayrıca standart SL 13 analitik tahminleri izlemede kullanılmıştır. Radyojenik olmayan ²⁰⁴Pb izotopunu doğrulamak amaçlı Pb kullanılmıştır. Yaş ve grafik ilişkileri çizilirken

SQUİD 1,03 (Ludwing, 2001) ve ISOPLOT/Ex 3,23 (Ludwing, 2003) programları kullanılmıştır. Yaş ortalamaları %95 güvenilirlikle bildirilmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Araziden başlayarak laboratuara kadar devam eden tüm çalışmalarda birçok veri elde edilmiş ve bu veriler büroda bir araya getirilerek değerlendirilmiştir. Bu süreç içinde yapılan çalışmalar kısaca şu şekilde özetlenebilir.

Arazide topoğrafik harita üzerine çizilen jeolojik harita ile birlikte stratigrafik kolonkesit, bilgisayar çizim programları (Corel Draw 12, Grapher 5) yardımıyla detaylandırılarak yeniden çizilmiştir. Çizilen bu harita üzerinde, petrografik, kimyasal ve jeokronolojik amaçlı alınan örnek noktaları işaretlenmiştir.

Petrografik, mineralojik, kayaç analizleri sonucunda elde edilen verilerde, yine jeolojiye uygun çeşitli hazır paket programlarında değerlendirilerek grafik ve tablo haline getirilmiştir.

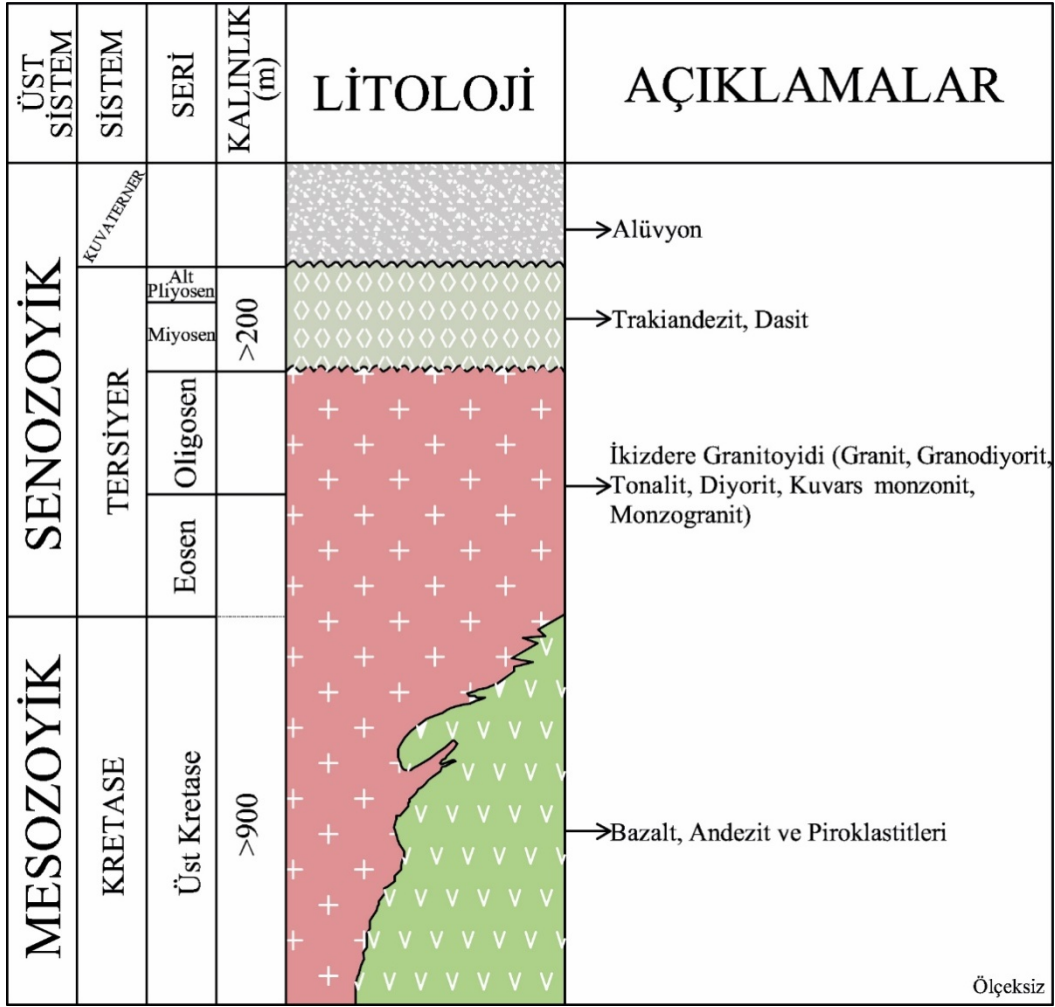
Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda ortaya çıkan tüm veriler birleştirilip, yorumlanmış ve sonuçta tez yazımı "Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kuralları"na uyularak gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

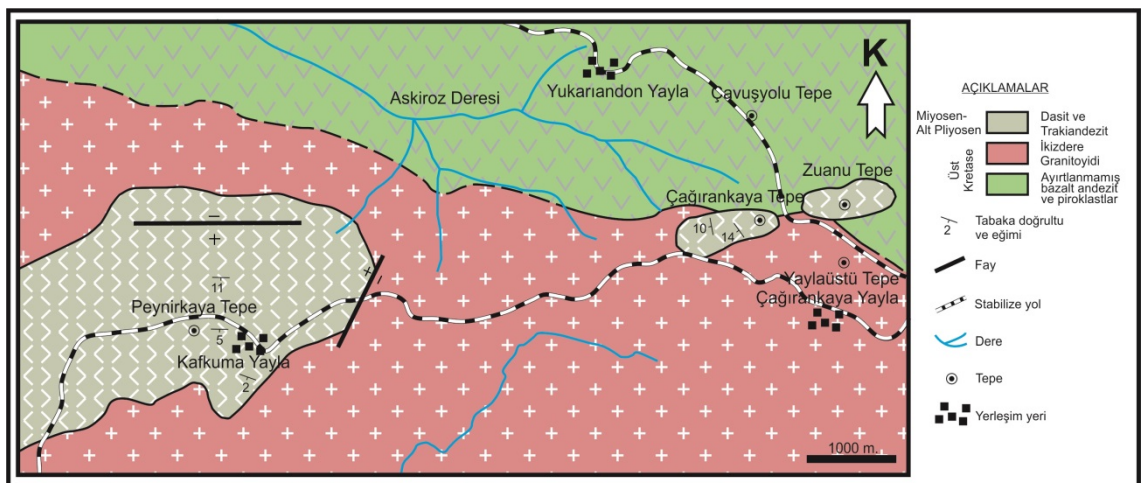
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafi ve Petrografisi

Sakarya Zonu'nun doğusunda yer alan çalışma alanında yüzeyleme veren kayalar, litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları esas alınarak tanımlanmış ve inceleme alanına ait genel stratigrafi ortaya konulmaya çalışılmıştır (Şekil 3). Çalışma alanında Üst Kretase, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı birimler yüzeylemektedir. Çalışma alanının taban birimi baskın olarak bazalt-andezit ve ilişkili piroklastik kayalardan oluşup, ayrıca yer yer sedimanter kayaç ara seviyeleri de içeren Geç Kretase yaşlı Çağlayan formasyonudur. Bu birim Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın bir yüzeyleme alanına sahip olan ve Paleozoyikten Erken Senozoyik dönemine kadar çeşitli yaşlarda intrüzyonların birbirini keserek oluşturduğu Kaçkar Batoliti'ne ait ve bu çalışmada İkizdere plütünü olarak isimlendirilen Üst Kretase birimleri tarafından kesilir. Kretase yaşlı bu birimler, trakiandezit-dasit lav ve piroklastitleri ile kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve tüflerden oluşan Tersiyer yaşlı Çağırnkaya Trakitleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3). Çalışma alanında en genç birim olarak Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yer almaktadır.

- Alüvyonlar (Kuvaterner)
- Çağırnkaya Trakitleri (Miyosen- Alt Pliyosen)
- İkizdere Granitoyidi (Üst Kretase)



Şekil 3. Çağırankaya Yaylası'nın (Rize-İkizdere) genelleştirilmiş dikme kesiti (Hanedan Nar, 2008'den değiştirilmiştir).



Şekil 4. Çalışma Alanının Jeolojik Haritası (Hanedan Nar, 2008'den değiştirilmiştir).

3.1.1. İkizdere Granitoidinin Petroğrafisi

Çalışma alanının büyük bir kısmında mostra veren birim, ismini İkizdere (Rize) ilçesinden almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinde geniş alanlarda gözlenen yaklaşık doğu-batı uzanımlı magmatiklerin orta kısmını oluşturan İkizdere Granitoidi granit, granodiyorit, tonalit, kuvarsmonzonit, diyorit ve gabroyikdiyorit bileşimli kayalardan ve monzonit, monzodiyorit ve monzogabro bileşimli anklavlardan oluşmaktadır. Plütonda gözlenen bütün kaya litolojilerinde mineral birlikteliği benzer olup, plajiyoklas, kuvars, K-feldispat, amfibol, biyotit, piroksen ana mineral parajenezlerini oluştururken, tali mineral olarak sfen ve apatit gözlenmektedir. İkizdere Granitoidi'nde monzonit, monzodiyorit ve monzogabro bileşimli anklavlar ana kayalarına göre oldukça ince taneli olup benzer mineral parajenezleri sunarlar. Anklavların boyutları 1-2 cm'den 30-40 cm'ye kadar değişmektedir ve genellikle elipsoidal biçimli ve yer yer düzensiz kenarlıdır. Kaya anklav dokanağı keskin geçişli olup, genellikle metamorfizma izleri içermemektedirler.

İkizdere Granitoidi'ni oluşturan kayalar genelde orta ve iri kristalli olup içerdiği mineral cins ve yüzdelerine göre değişik renklerde görülürler. Renkleri genelde pembe, pembemsi gri ve beyazımsı gri arasındadır (Şekil 5). Söz konusu granitoidik kayalar değişik derecede ayrışma göstermekte olup çalışma alanının kuzeybatı kesiminde yamaç ve yol yarmalarında ileri derecede ayrışmış olan granitoidik malzeme elle kazılabilir ve ezilebilir derecede arenalaşmıştır. Granitoidlerin içerdiği mineral ve bolluklarına göre taze kırık yüzey rengi, pembe ilâ gri-bej, ayrışma yüzeyi rengi ise mat sarımsı-yeşil tonları arasında değişmektedir.



Şekil 5. İkizdere Granitoyidi'nin Makroskobik Görünümü(Kafkuma Yaylanın doğusu).

Yaylaüstü Tepe, Çağırankaya yaylası ve yakın yöresinde yüzeylenmekte olan granitler granitoyid kayaçlarının en yaygın olanıdır. Çalışma alanının kuzeybatısında yüzeyleme veren granitte yüksek derecede ayrışma sonucu yoğun arenalaşma mevcuttur (Şekil 6). Granitler çok ayrışmış olduğundan taze örneklerle ulaşmak oldukça zordur. Söz konusu birim genelde kuvars, ortoklaz ve plajiyoklasların bol olduğu durumlarda açık renklerde; ortoklazın daha baskın olduğu durumlarda ise pembemsi renklerde.

Plajiyoklas, büyük kristallerinin (010)'a dik kesitlerinde yapılan sönme açısı tespitlerinde cinslerinin $Ab_{94}An_6$ ile albit, küçük kristallerin ise bileşiminin $Ab_{62}An_{38}$ ile andezin olduğu saptanmıştır. Ayrıca özşekilli yada yarı özşekilli kristaller halinde bulunurlar, iri plajiyoklas kristalleri minerallerin %50-70'ini oluşturmakta olup genellikle serizitleşmişlerdir.



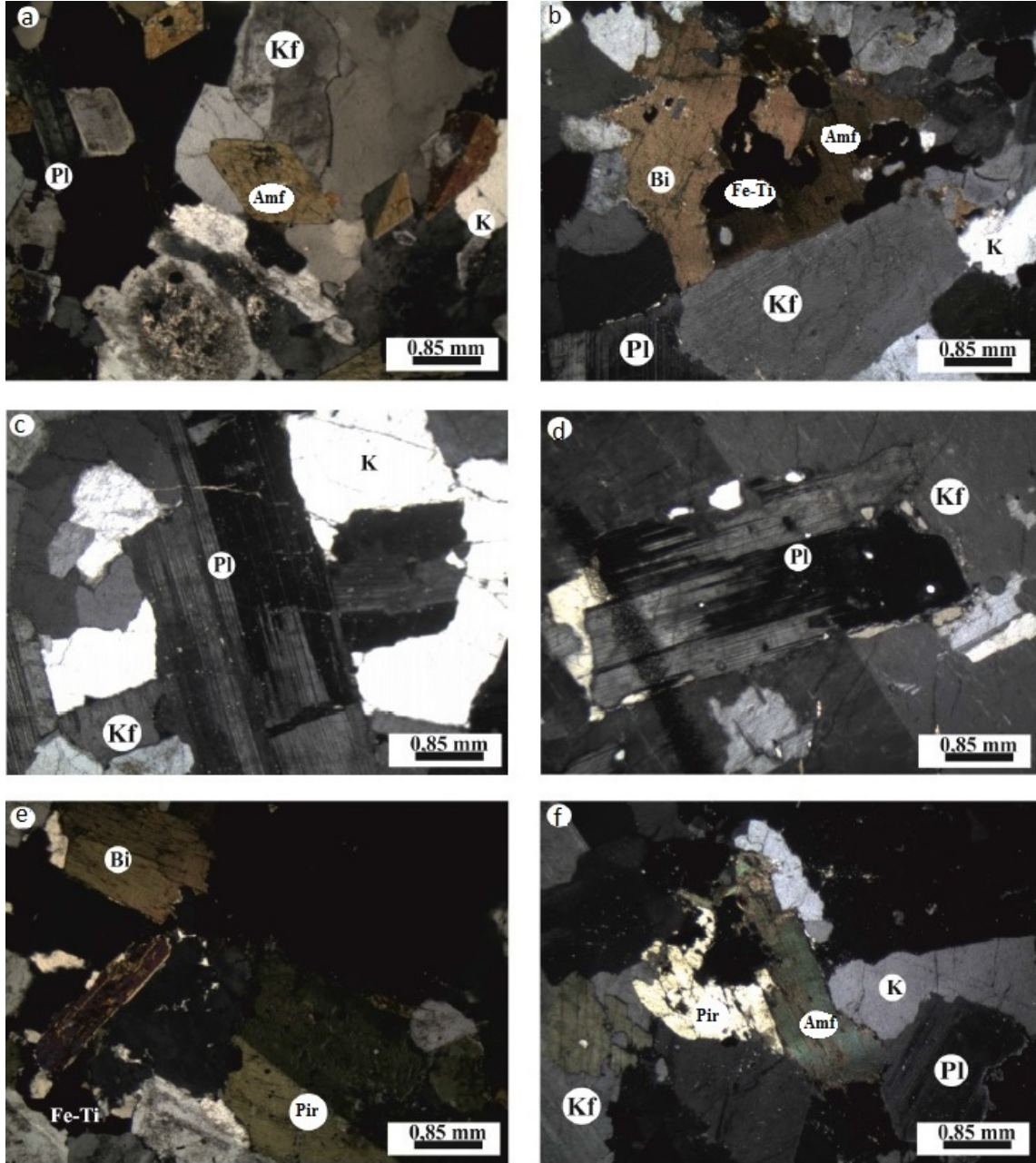
Şekil 6. İkizdere Granitoidinin İnceleme Alanındaki Genel Görünümü

K-Feldispat, öz şekilsiz küçük kristaller (kuvars ve plajiyoklaslarla beraber) ve daha az miktarda da yarı öz şekilli iri kristaller halinde bulunurlar. Plajiyoklaslara oranla daha fazla killeşmiştir. Kristal büyüklükleri değişkenlik göstermektedir. K-Feldispat kristalleri minerallerin %20-30'unu oluşturmakta olup çoğunlukla plajiyoklasları çevreler durumdadırlar.

Kuvars, hem yarı öz şekilli iri kristaller hem de daha küçük kristaller halinde öz şekilsiz olup deformasyon belirtisi olarak dalgalı sönmeye sahiptir. Küçük kristaller halinde oldukça yaygındır. Yoğun tektonizma etkisi üç yönlü çatlakların oluşmasına neden olmuştur. Bol kırıklı yapıda olan bu kırıklar dolgusuzdur. Kuvars kristalleri minerallerin % 25-30'unu oluşturmaktadır.

Amfibol, az çok kloritleşmiş, öz şekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz iri kristaller hem de küçük şekilli kristaller olarak mevcut olup ortoklas ve plajiyoklas içerisinde kapanım olarak da bulunurlar. Amfibol kristalleri minerallerin % 5-10'unu oluşturmakta

oluşan nikelde kahverengi-yeşil pleokroiktir. Plajiyoklas ve kuvars minerallerinin birbirleriyle dokanak oluşturdukları kısımlarda daha bol olarak gözlenmekte olup, yer yer ayrışma gözlenmektedir.



Şekil 7. İkizdere Plütonu'na ait kayaçların mikroskop görünüşleri Kf: Kfeldispat, Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Amf: Amfibol, Bi; Biyotit Fe: Demir Ti: Titan, Pl: Plajiyoklas, Pir; Piroksen

3.1.2. Çağırankaya Trakitlerinin Petrografisi ve Mineralojisi

Büyük Yayla'nın KB'sındaki Peynirkaya Tepe, kuzeyindeki Çağırankaya ve Zuanu Tepeve civarında yüzeyleme veren bu birim tabakamsı yapıda olup, tabakaların kalınlıkları 1 cm ilâ 50 cm arasında değişmekte olup (Şekil 8), duruşları yataya yakın ve akma yapıları gözlenmektedir. Taze kırık yüzeylerinde renk koyu-gri, ayrışma yüzeyleri ise bejden griye doğru bir değişim göstermektedir. Makroskobik olarak, 1-2 mm ilâ 3 cm arasında değişen boyutta ve belli bir doğrultuda yönelim gösteren plajiyoklas mineralleri ile birlikte kamalanma yapılarına benzer yapılar da gözlenmektedir (Şekil 9).



Şekil 8. Çağırankaya Trakitlerinin Peynirkaya Tepedeki Makroskobik Görünümü.

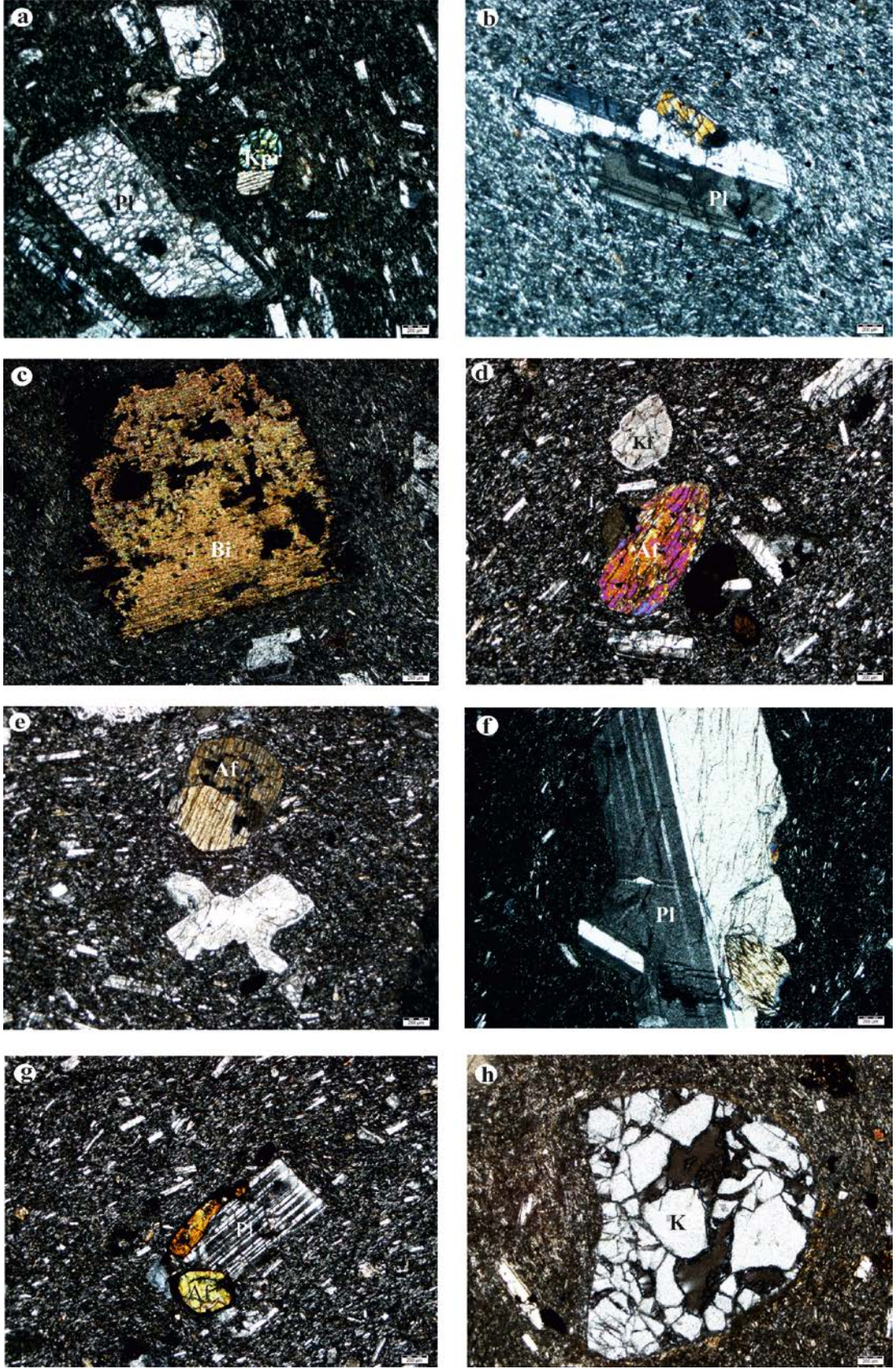
Çağırankaya trakitleri, andezit ve dasit bileşimli kayalardan meydana gelmişlerdir. Açık gri renklerin hakim olduğu bu kayalar oldukça taze, ksenolit içermemekle birlikte deformasyon izleri yansıtmamaktadırlar. Genellikle trakitik dokunun yaygın olduğu bu kayaların genel görünümüleri; çoklukla plajiyoklas

mikrolitlerinden ve az miktarda da kuvars mikro kristallerinden oluşan ve yönlenmiş bir hamur içerisinde, plajiyoklas, K-feldispat, kuvars, amfibol, biyotit ve klinopiroksen fenokristallerin gelişigüzel dağılımı şeklindedir (Şekil 10a-g).



Şekil 9. ÇağrankayaTrakitlerinin Arazideki Genel Görünümü.

Tali mineral olarak ise Fe-Ti oksitler ve zirkon içerirler. Plajiyoklaslar genellikle lata şekilli olup, zonlanma göstermezler. Dengesizlik dokuları gösterdiklerine rastlanmamıştır. Ortoklas zonlanma göstermeyip, genellikle dasit bileşimli kayalar içerisinde öz şekilsiz fenokristaller halinde bulunur(Şekil 10d). Fenokristaller içinde mineral kapanımları hemen hemen hiç gözlenmemektedir. Kuvars fenokristalleri genellikle özşekilsiz olup, kırılanmış bir yapı göstermektedirler. Amfibol genellikle özşekilli-yarıözşekilli, mükemmel dilinim gösteren kristaller halinde bulunurlar ve yer yer opak minerallere dönüşmüşlerdir (Şekil 10d, e, g). Yarı özşekilli ve özşekilli biyotit kristalleri yer yer mükemmel dilinimleri boyunca kloritlere dönüşmüştür (Şekil 10c). Klinopiroksen özşekilli fenokristalleri diğer mafik silikatlara göre tüm kayalar içerisinde az bulunurlar.



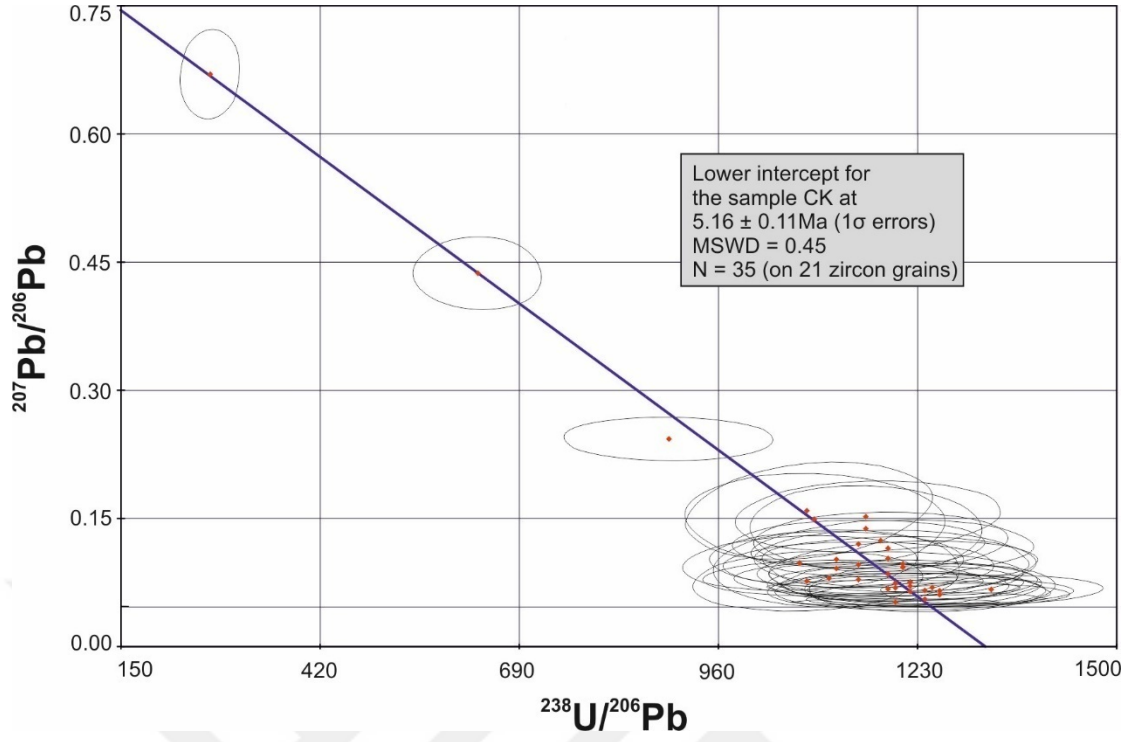
Şekil 10.Çağırankaya Trakitlerine ait kayaçların mikroskop görünümleri (Kf: K- Feldspat, Pl:Plajioklas, K: Kuvars, Af: Amfibol, Bi; Biotit, Kpr; Klinopiroksen).

3.1.3.Çağırankaya Trakitlerinin Jeokronolojisi

Çağırankaya Trakitleri'ne ait CK7 numaralı örnek (andezit) bol oranda zirkon taneleri ihtiva etmektedir. Zirkonlar, uzunluğu en fazla 250µm olan prizmatik ve renksizdirler. Kayaçlardan derlenen zirkon kristalleri genellikle salınımlı zonlanma ve piramidal zonlanma sunmaktadırlar ve bu magmatik bir kökene işaret etmektedir (Pupin, 1980). Kristallerin çekirdeklerinde kalıntı zirkonlara rastlanmamıştır. Farklı kristallerden yaklaşık 38 nokta analizi yapılmıştır. Analizlerin konkordiya diyagramları çizilmiş (Şekil 12) ve zirkon SIMS U-Pb izotop sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Trakitlerin kristalleşme yaşı, 38 analizin ağırlıklı ortalamasına göre $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 5,16±0,11My olarak belirlenmiştir.



Şekil 11.Çağırankaya Trakitleri'nden alınan CK7 nolu örneğe ait zirkon kristallerinin Katodoluminesans (CL) görüntüleri.



Şekil 12. Çağırankaya Trakitleri'ne ait CK7 (andezit) örneğinin Tera-Wasserburg (T-W) zirkon U-Pb konkordiya diyagramı.

Tablo 1. Çağırankaya Trakitleri'ne ait SIMS zirkon U-Pb yaş verileri

Ömek	Common Pb correction	Prefened Yaş	% Radiogenic		Correction					
			206Pb	disequilibrium	206Pb/ 238U	206Pb/ 238U	207Pb/ 235U	207Pb/ 235U	207Pb/ 206Pb/	207Pb/ 206Pb/
						1s		1s		1s
CK10a	207Pb	206Pb/238U	97.4	1.019	0.000844	0.0000497	0.00783	0.00106	0.0674	0.00882
CK10b	207Pb	206Pb/238U	96.3	1.018	0.000930	0.0000571	0.00981	0.00187	0.0765	0.0146
CK11	207Pb	206Pb/238U	97.6	1.021	0.000806	0.0000454	0.00728	0.00101	0.0656	0.00826
CK11b	207Pb	206Pb/238U	98.2	1.021	0.000793	0.0000471	0.00662	0.000718	0.0606	0.00566
CK12a	207Pb	206Pb/238U	90.5	1.020	0.000851	0.0000534	0.0146	0.00180	0.124	0.0139
CK12b	207Pb	206Pb/238U	87.6	1.020	0.000915	0.0000632	0.0188	0.00324	0.149	0.0224
CK13	207Pb	206Pb/238U	87.1	1.022	0.000862	0.0000564	0.0181	0.00223	0.152	0.0175
CK14	207Pb	206Pb/238U	94.0	1.019	0.000868	0.0000593	0.0115	0.00152	0.0956	0.0112
CK15a	207Pb	206Pb/238U	96.5	1.020	0.000819	0.0000514	0.00849	0.00139	0.0752	0.0109
CK15b	207Pb	206Pb/238U	94.3	1.020	0.000829	0.0000535	0.0106	0.00147	0.0927	0.0129
CK16a	207Pb	206Pb/238U	91.7	1.020	0.000842	0.0000562	0.0133	0.00172	0.115	0.0140
CK16b	207Pb	206Pb/238U	95.9	1.018	0.000903	0.0000596	0.00996	0.00123	0.0800	0.00876
CK17	207Pb	206Pb/238U	76.1	1.019	0.00112	0.0000753	0.0375	0.00314	0.243	0.0106
CK18	207Pb	206Pb/238U	24.3	1.018	0.00369	0.000235	0.341	0.0222	0.670	0.0218
CK19a	207Pb	206Pb/238U	99.3	1.020	0.000835	0.0000413	0.00598	0.000351	0.0520	0.00158
CK19b	207Pb	206Pb/238U	97.5	1.022	0.000750	0.0000359	0.00691	0.000772	0.0668	0.00700
CK20a	207Pb	206Pb/238U	96.6	1.019	0.000834	0.0000516	0.00855	0.00114	0.0743	0.00892
CK20b	207Pb	206Pb/238U	97.3	1.020	0.000833	0.0000498	0.00789	0.000655	0.0687	0.00385
CK21a	207Pb	206Pb/238U	93.9	1.020	0.000828	0.0000528	0.0110	0.00166	0.0966	0.0135
CK21b	207Pb	206Pb/238U	95.3	1.020	0.000838	0.0000534	0.00983	0.00142	0.0851	0.0108
CK21c	207Pb	206Pb/238U	94.5	1.019	0.000892	0.0000568	0.0112	0.00241	0.0914	0.0189
CK2a	207Pb	206Pb/238U	88.9	1.021	0.000864	0.0000503	0.0164	0.00274	0.138	0.0210
CK2b	207Pb	206Pb/238U	96.4	1.020	0.000819	0.0000495	0.00854	0.00112	0.0756	0.00922
CK2c	207Pb	206Pb/238U	98.9	1.020	0.000807	0.0000445	0.00617	0.000494	0.0555	0.00344
CK3a	207Pb	206Pb/238U	96.1	1.019	0.000871	0.0000547	0.00940	0.00123	0.0783	0.00832
CK3b	207Pb	206Pb/238U	93.1	1.021	0.000840	0.0000549	0.0119	0.00179	0.103	0.0139
CK4a	207Pb	206Pb/238U	86.3	1.020	0.000926	0.0000587	0.0203	0.00298	0.159	0.0238
CK4b	207Pb	206Pb/238U	97.2	1.021	0.000802	0.0000459	0.00764	0.00135	0.0691	0.0118
CK6	207Pb	206Pb/238U	93.3	1.019	0.000890	0.0000584	0.0125	0.00189	0.102	0.0136
CK7	207Pb	206Pb/238U	52.6	1.019	0.00158	0.0000918	0.0950	0.00693	0.437	0.0177
CK8a	207Pb	206Pb/238U	93.7	1.019	0.000934	0.0000593	0.0126	0.00176	0.0978	0.0133
CK8b	207Pb	206Pb/238U	97.7	1.021	0.000795	0.0000489	0.00716	0.000840	0.0653	0.00642
CK8c	207Pb	206Pb/238U	97.8	1.020	0.000818	0.0000524	0.00727	0.00112	0.0644	0.00904
CK9a	207Pb	206Pb/238U	97.0	1.020	0.000819	0.0000494	0.00800	0.000876	0.0708	0.00642
CK9b	207Pb	206Pb/238U	91.1	1.020	0.000871	0.0000556	0.0144	0.00164	0.120	0.0117

Tablo 1'in devamı.Çağırankaya Trakitleri'ne ait SIMS zirkon U-Pb yaş verileri

Örnek	Correlation of Concordia Ellipses		204Pb/206Pb		Th/U U mass ppm		Tera-Wasserburg Concordia Plot Parameter				Correlation of Concordia Ellipses		Yaş (My)
			1 s.e.				238U/206Pb	238U/206Pb	207Pb/206Pb	207Pb/206Pb			1 s.e.
							1 s.e.	1 s.e.	1 s.e.	1 s.e.			1 s.e.
CK10a	0.281	0.00466	0.00168	0.422	1230	1190	69.9	0.0674	0.00882	0.143	5.39	± 0.325	
CK10b	0.165	0.0163	0.00568	0.214	325	1080	66.1	0.0765	0.0146	0.149	5.87	± 0.381	
CK11	0.422	0.00291	0.00134	0.201	1160	1240	70.0	0.0656	0.00826	-0.0150	5.17	± 0.298	
CK11b	0.507	0.00116	0.000821	0.206	1260	1260	74.8	0.0606	0.00566	0.0355	5.12	± 0.305	
CK12a	0.435	0.00497	0.00302	0.366	330	1180	73.8	0.124	0.0139	0.0640	5.06	± 0.357	
CK12b	0.498	0.0188	0.00603	0.302	407	1090	75.5	0.149	0.0224	-0.0904	5.26	± 0.442	
CK13	0.387	0.00974	0.00506	0.191	259	1160	75.9	0.152	0.0175	0.127	4.94	± 0.382	
CK14	0.482	0.0132	0.00485	0.315	393	1150	78.6	0.0956	0.0112	0.0281	5.36	± 0.390	
CK15a	0.478	0.00310	0.00179	0.275	675	1220	76.6	0.0752	0.0109	-0.0891	5.20	± 0.339	
CK15b	0.229	0.0119	0.00474	0.292	361	1210	77.8	0.0927	0.0129	0.215	5.14	± 0.353	
CK16a	0.363	0.0124	0.00459	0.382	388	1190	79.2	0.115	0.0140	0.137	5.08	± 0.373	
CK16b	0.471	0.00395	0.00228	0.373	508	1110	73.2	0.0800	0.00876	0.0550	5.68	± 0.390	
CK17	0.854	0.0235	0.00439	0.245	711	893	60.0	0.243	0.0106	-0.0404	5.60	± 0.513	
CK18	0.872	0.0418	0.00433	0.302	378	271	17.2	0.670	0.0218	0.0760	5.89	± 1.92	
CK19a	0.856	0.000493	0.000190	0.163	9440	1200	59.2	0.0520	0.00158	-0.0106	5.44	± 0.266	
CK19b	0.354	0.00861	0.00287	0.229	878	1330	63.8	0.0668	0.00700	0.0687	4.82	± 0.235	
CK20a	0.436	0.00402	0.00164	0.425	1050	1200	74.1	0.0743	0.00892	0.0251	5.29	± 0.338	
CK20b	0.738	0.00295	0.000817	0.260	3160	1200	71.8	0.0687	0.00385	-0.0145	5.32	± 0.323	
CK21a	0.386	0.00237	0.00181	0.312	508	1210	77.1	0.0966	0.0135	0.0345	5.11	± 0.352	
CK21b	0.469	0.00458	0.00218	0.341	653	1190	76.0	0.0851	0.0108	-0.0245	5.24	± 0.352	
CK21c	0.273	0.00328	0.00232	0.262	381	1120	71.5	0.0914	0.0189	0.0223	5.53	± 0.388	
CK2a	0.416	0.00812	0.00470	0.239	245	1160	67.4	0.138	0.0210	-0.0637	5.05	± 0.355	
CK2b	0.372	0.00556	0.00278	0.353	553	1220	73.8	0.0756	0.00922	0.0826	5.19	± 0.324	
CK2c	0.635	0.00273	0.000851	0.199	3080	1240	68.3	0.0555	0.00344	0.0443	5.25	± 0.288	
CK3a	0.594	0.00260	0.00184	0.203	542	1150	72.2	0.0783	0.00832	-0.103	5.50	± 0.359	
CK3b	0.440	0.00580	0.00384	0.225	279	1190	77.8	0.103	0.0139	-0.00343	5.14	± 0.366	
CK4a	0.173	0.00675	0.00478	0.211	182	1080	68.5	0.159	0.0238	0.239	5.25	± 0.410	
CK4b	0.247	0.0118	0.00373	0.199	638	1250	71.3	0.0691	0.0118	0.0740	5.13	± 0.304	
CK6	0.477	0.0108	0.00541	0.284	237	1120	73.7	0.102	0.0136	-0.0401	5.45	± 0.389	
CK7	0.831	0.0235	0.00516	0.341	332	634	36.9	0.437	0.0177	-0.0260	5.45	± 0.697	
CK8a	0.291	0.00873	0.00429	0.194	436	1070	67.9	0.0978	0.0133	0.149	5.75	± 0.393	
CK8b	0.547	0.00176	0.00117	0.170	1170	1260	77.3	0.0653	0.00642	-0.0211	5.11	± 0.318	
CK8c	0.409	0.00536	0.00190	0.173	1330	1220	78.4	0.0644	0.00904	0.00688	5.26	± 0.343	
CK9a	0.561	0.00235	0.00108	0.308	1460	1220	73.6	0.0708	0.00642	-0.00969	5.22	± 0.321	
CK9b	0.517	0.0121	0.00432	0.296	469	1150	73.2	0.120	0.0117	0.0366	5.22	± 0.368	

3.2. Çağırankaya Trakitlerinin Jeokimyası

Çağırankaya Trakitlerinin jeokimyasal ve petrolojik karakterini ortaya koymak ve jeodinamik evrimini açıklayabilmek için 13 adet taze andezit ve dasit numunesinin ana ve eser elementin kimyasal analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur (Tablo 2) .

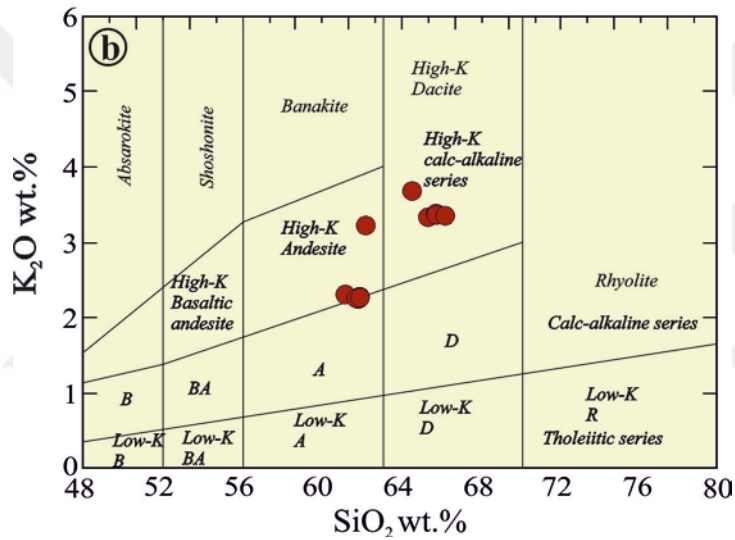
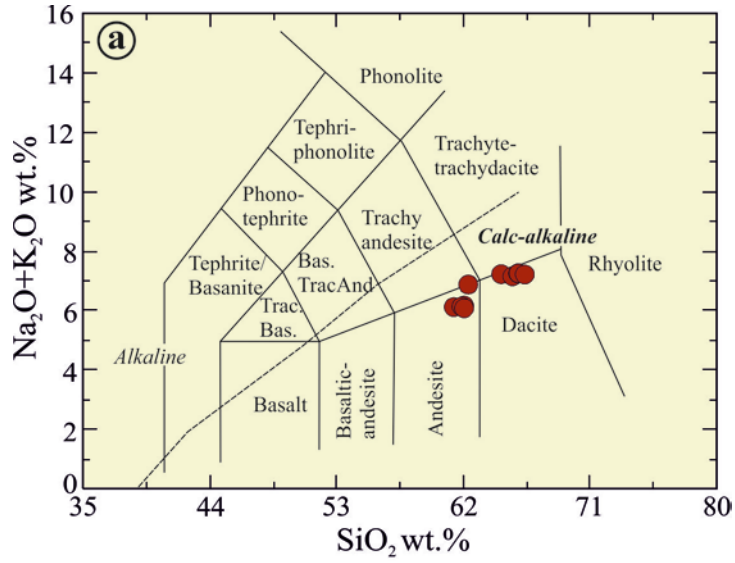
3.2.1. Ana ve İz Elementler

Çağırankaya Trakitleri'nin jeokimyasal karakterinin belirlenmesi amacıyla derlenen örneklerin ana ve iz element içerikleri Tablo 2'de sunulmuştur. Plütonun içerdiği kayaç gruplarının belirlenebilmesi için Le Maitre vd. (2002)'nin önermiş olduğu sınıflama diyagramı kullanılmıştır. $K_2O + Na_2O$ içeriğine karşın SiO_2 içeriğini şematize edildiği bu diyagrama göre, Çağırankaya Trakitleri, andezit ve dasit bileşimli oldukları belirlenmiştir (Şekil 13a). Kayaçlar, yüksek potasyumlu kalk-alkalin kimyasal yönseme sunarlar (Şekil 13b). Alkali Doygunluk İndeksleri 0,92 ila 0,96 arasında değişim sunmakta olup; metalumin karakterlidirler. Trakitlerin SiO_2 (% ağı.) içerikleri 61,25-66,29 aralığında değişim sunmaktadır. Trakitlerde gözlenen tüm kayaçların kimyasal bollukları değerlendirildiğinde, değişim diyagramlarında kimyasal boşluğun olmadığı gözlenir ki, buda kayaçların tek bir magmatik püskürmeden oluştuğuna işaret eder.

Tablo 2. Çağırankaya Trakitleri'ne ait (%) ana ve iz element (ppm) değerleri.

Örnek	CKA-6	CKA-7	CKA-8	CKA-10	CKA-12	CKA-13	CKA-14	CKA-15	Z-1	Z-2	Z-4	Z-6	Z-7
SiO ₂	62,28	64,62	66,29	65,84	65,69	64,62	65,82	65,42	61,98	61,91	61,99	61,25	61,8
TiO ₂	0,71	0,65	0,59	0,61	0,61	0,63	0,61	0,63	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Al ₂ O ₃	16,81	16,28	15,67	15,87	15,76	15,82	15,73	15,83	17,44	17,39	17,25	17,45	17,48
Fe ₂ O ₃ *	4,72	4,34	3,91	4,01	4,09	4,25	4,07	4,32	5,27	5,27	5,13	5,28	5,33
MnO	0,08	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08
MgO	1,96	1,39	1,44	1,57	1,45	1,7	1,64	1,56	2,32	2,33	2	2,3	2,34
CaO	4,40	4,09	3,75	3,92	3,87	3,98	3,87	3,95	5,52	5,58	5,4	5,58	5,6
Na ₂ O	3,72	3,97	3,93	3,96	3,92	3,61	3,94	3,89	3,96	3,92	3,88	3,88	3,95
K ₂ O	3,18	3,12	3,31	3,32	3,31	3,64	3,34	3,29	2,23	2,2	2,22	2,26	2,21
P ₂ O ₅	0,24	0,22	0,2	0,21	0,2	0,22	0,21	0,21	0,23	0,23	0,23	0,24	0,23
A.K	1,7	1	0,6	0,4	0,8	1,3	0,5	0,6	0	0,1	0,9	0,7	0
Toplam	99,83	99,84	99,85	99,85	99,86	99,84	99,86	99,85	99,82	99,81	99,82	99,81	99,82
Mg#	0,45	0,44	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,42	0,46	0,46	0,44	0,46	0,46
ADI	0,96	0,92	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92	0,92
Rb	62,4	71	79,9	73,8	74	76,9	75,3	75,1	52,1	51,1	51,5	50,6	50,9
Sr	495,2	471,3	451,4	424	434,3	445,2	435,5	459,3	536,9	542,4	524,4	551,9	542,4
Ba	559	564	562	546	536	544	547	557	521	505	526	517	516
Cs	1,9	1,4	1,6	1,3	2	2	1,5	1,7	1,5	1,3	1,6	1,1	1,3
Zr	174,1	169,6	205,1	217,2	157,6	159,9	165	162,7	154,3	152,5	150,7	154,7	158,2
Hf	4,3	4,1	5	5,3	4,1	3,9	4	4,1	3,9	3,8	3,8	3,6	4
Th	11,2	11,8	12,1	12,3	11,7	11,7	12,4	11,3	7	6,6	6,4	6,9	6,9
Ta	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6
Nb	12,5	12,5	13,3	13,2	12,8	13,5	13,1	13,6	8,8	8,8	8,6	8,8	9
Y	14,8	18,4	13	13,8	21,3	14,3	13,7	14,6	12,9	12,5	14,1	12,9	12,9
U	2,4	2,4	2,8	2,8	2,5	2,6	2,4	2,5	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6
Ni	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Co	20,9	14,8	16,9	15,4	17	17,2	15,4	20,1	28,2	28,3	31,6	45,1	30,6
V	100	85	70	75	80	84	79	84	110	113	108	111	112
Ga	16,4	16,9	17,5	16,8	16,9	17,1	16,3	17,7	18,4	17,6	17,4	18,2	17,8
Sc	9	8	7	8	7	8	8	8	11	11	11	11	11
La	42,0	44	39	37,3	39	39,1	37,4	38,5	30,1	30,6	32,7	30,4	30,4
Ce	72,5	67,4	68,4	64,7	67,2	70,8	66,3	68,3	56,2	56,6	56,2	57,2	58,1
Pr	7,37	7,77	7,03	6,73	7,27	7,05	6,66	6,83	5,98	6,09	6,36	6,15	6,22
Nd	25,6	27,9	23,6	22,7	26	24,3	23	24,1	21,2	22,2	23,4	22,7	22,3
Sm	4,23	4,39	3,95	3,94	4,27	4,02	3,76	3,85	3,74	3,83	3,96	4,09	3,65
Eu	1,11	1,15	1,03	1	1,19	1,04	1	1,01	1,07	1,08	1,1	1,09	1,12
Gd	3,56	3,99	3,47	3,08	4,3	3,49	3,24	3,3	3,27	3,23	3,52	3,41	3,24
Tb	0,46	0,5	0,43	0,4	0,56	0,44	0,4	0,41	0,4	0,42	0,45	0,42	0,42
Dy	2,48	2,94	2,47	2,3	3,35	2,5	2,38	2,56	2,33	2,38	2,6	2,47	2,23
Ho	0,46	0,53	0,45	0,42	0,72	0,48	0,44	0,42	0,44	0,45	0,49	0,42	0,45
Er	1,32	1,53	1,24	1,22	2,09	1,33	1,23	1,16	1,16	1,18	1,41	1,26	1,2
Tm	0,20	0,22	0,19	0,16	0,29	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,19	0,19	0,17
Yb	1,27	1,37	1,14	1,2	1,9	1,18	1,11	1,17	1,09	1,08	1,19	1,15	1,1
Lu	0,19	0,21	0,18	0,17	0,34	0,2	0,17	0,17	0,16	0,17	0,18	0,17	0,17

Açıklamalar:Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşten Kayıp):Toplam uçucu içeriği. Mg# : 100 X MgO / (MgO + Fe₂O₃*).ADI:AlkaliDoğunlukİndeksi.

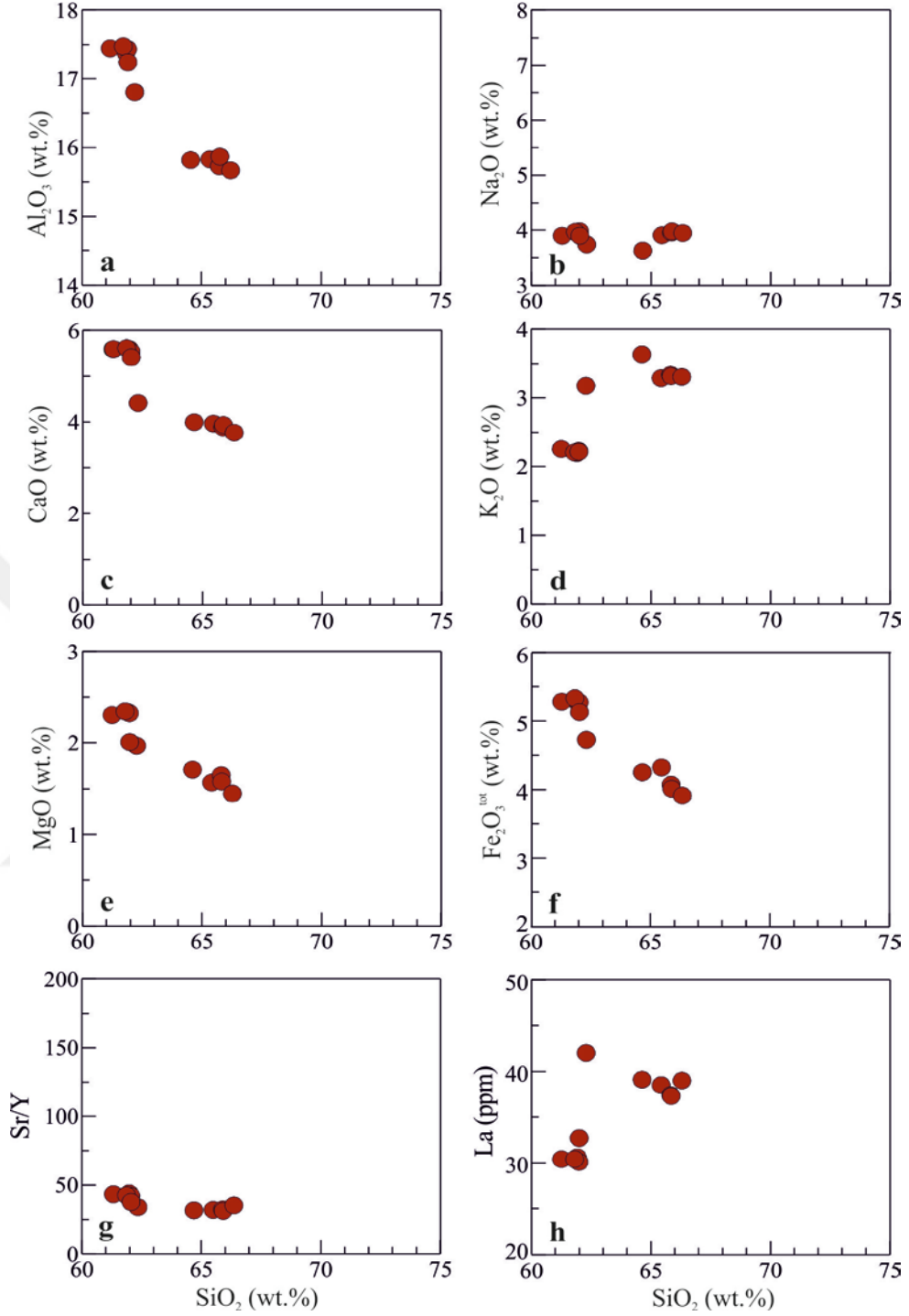


Şekil 13.(a) Çağırankaya Trakitleri'neait örneklerin Le Maitre vd. (2002) ve (b)Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramlarındaki dağılımları.

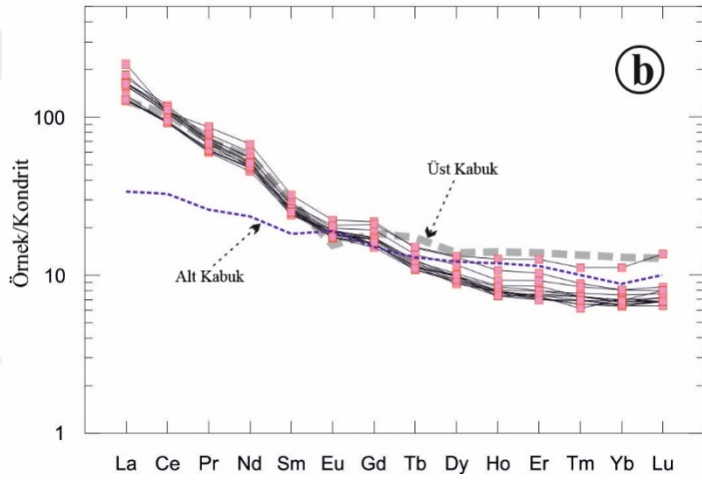
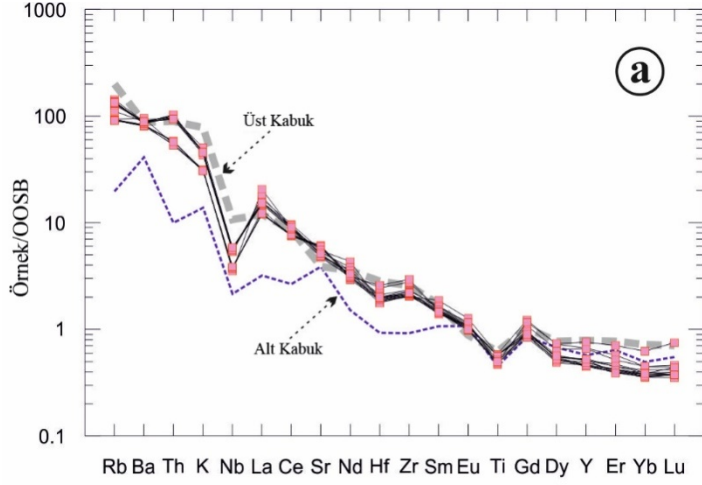
Trakitler'den derlenen andezit ve dasitlerin Mg# değerleri, orta ve düşük olup, dar aralık (42-46) sunarlar. Andezit ve dasitlerin TiO₂ (% ağı.) içerikleri, oldukça benzer olup 0,59-0,73 aralığındadır. Al₂O₃ (% ağı.) içerikleri (15,67-17,48) aralığındadır. Kayaçların K₂O içerikleri, SiO₂ içeriği ile pozitif değişim gösterirken, Al₂O₃, CaO, MgO ve Fe₂O₃^{top} içerikleri ile negatif değişim sunarlar (Şekil 14). Söz konusu Harker diyagramlarında Na₂O içerikleri düzgün değişim sunmamaktadır (Şekil 14b). Harker diyagramlarındaki mevcut değişimler, fraksiyonel kristallenme ile uyumlu olup, daha sonra tartışılacaktır.

Trakitlerin içermiş olduğu tüm örnekler, büyük iyon yarıçaplı litofil (BİYL) elementlerce (Rb, Th, K ve Ba) zenginleşme gösterirler. Ayrıca örnekler, N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında, Ti ve Nb gibi yüksek alan enerjili (YAE) elementlerin negatif anomalileri ile karakteristiktirler (Şekil 15a). Kayaçların kondrite göre Nadir Toprak Element (NTE) dağılımları Şekil 15b'de betimlenmiştir. Trakitelere ait örnekler, hafif NTE lerden ağır NTE lere doğru kuvvetli bir fraksiyonlaşma ile karakteristiktirler. Kayaçlar çoklukla dar aralıkta Eu/Eu* oranlarına (0.84-1.00) sahiptirler ve zayıf negatif Eu anomalileri göstermektedirler. Trakitelere ait örneklerin, genellikle YAE element bollukları düşüktür (Nb, Hf ve Zr; örneğin Nb çoklukla <14 ppm).





Şekil 14.Harker değişim diyagramları **a)**SiO₂ karşın Al₂O₃; **(b)** SiO₂ karşın Na₂O; **(c)** SiO₂ karşın CaO; **(d)** SiO₂ karşın K₂O; **(e)** SiO₂ karşın MgO; **(f)** SiO₂ karşın Fe₂O₃^{top}; **(g)** SiO₂ karşın Sr/Y; **(h)** SiO₂ içeriğine karşın La içeriği.

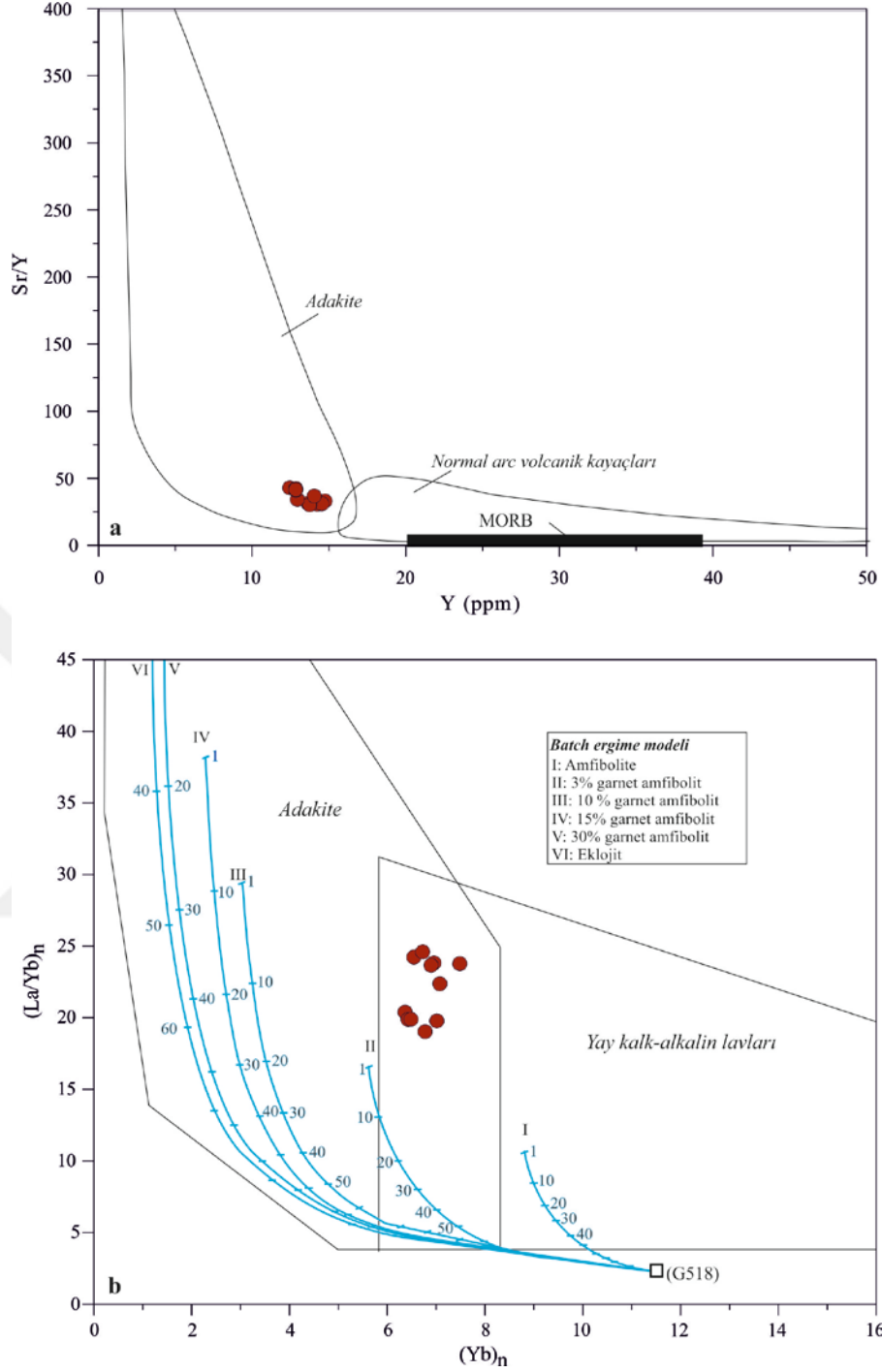


Şekil 15. (a)Trakitlere ait örneklerin OOSB'ye göre normalize edilmiş çoklu element değişim modelleri [normalize değerleri, Sun ve McDonough (1989)'den alınmıştır]. (b) Kondrite göre normalize edilmiş [Boynton (1984)] nadir toprak element bolluk dağılımları.

3.3. Çağırankaya Trakitlerinin Petrojenetik Modeli

3.3.1. Adakitik Karakter

Çalışma sahasında, andezit ve dasit bileşimli kayalardan SiO₂ içerikleri 61,25 ila 66,29 % ağırlıkta değişmektedir. Kayalar yüksek Sr/Y (30-42) oranına ve düşük Y (12-14 ppm) değerlerine sahiptirler. Bu nedenle, tüm örnekler, Sr/Y oranına karşın Y ve (La/Yb)_n oranına karşın (Yb)_n değeri değişim diyagramında okyanusal kabuğun kısmi ergimesinden kaynaklanan ergiyiklerden türeyen ve Defant ve Drummond (1990) tarafından tanımlanan adakit alanına düşmüşlerdir (Şekil 16a-b). Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalar, adakitik ergiyiklerin kabuksal kaynaklardan (Xu vd., 2002; Chung vd., 2003; Xu vd., 2006; Wang vd., 2005; Wang vd., 2007a; Liu vd., 2008) ve manto kaması malzemesinin (Castillo vd., 1999; Robin vd., 2008; Zhu vd., 2008) kısmi ergime neticesinde türeyebileceği savunulmuştur. Sakarya Zonu'nun kuzey ve güney kesimlerinde son zamanlarda yapılan çalışmalar ile adakitik karakterli volkanik ve magmatik ürünler belirlenmiştir (Topuz vd., 2005, 2011; Karslı vd., 2010b, 2011; Dokuz vd., 2013). Hem volkanik ürünlerden, hemde magmatik ürünlerden elde edilen yaşlar ağırlıklı olarak 50 My yakınında yoğunlaşmıştır. Ancak bu zamana kadar; 5 My yaş aralığında bu kayaların nadir oldukları anlaşılmaktadır. Bu sebeple Sakarya Zonu'nda geç Kretase zamanında oluşan yitimle ilişkili granitoidleri katederek yüzeylenen geç Miyosen andezit ve dasit bileşimli kayaların, adakit benzeri kimyasal karakter gösterdikleri anlaşılmış ve kayaların kökenleri ileriki kısımlarda detaylı tartışılmıştır.



Şekil 16. Adakitik andezit ve dasitlerin; **(a):** Sr/Y oranına karşın Y içeriği ve **(b):** Kondrit normalize La/Yb oranlarına karşın Yb değerleri değişim diyagramındaki yerleri. Adakit ve yay karakterli kalk-alkalin lavları yansıtan alanlar, Martin (1999)'dan alınmıştır. Nadir Toprak element modellemesi için, başlangıç materyali olarak Sakarya Zonu'ndan gabro örneği (G518; Dokuz ve Tanyolu., 2006) seçilmiştir. Modelleme amfibolit ve eklojit denge şartlarında kabul edilmiş ve garnet içeriğinin değişken olduğu düşünülerek, modelleme için Irving ve Frey (1978), Fujimaki vd. (1984) ve Sisson (1994) tarafından önerilen dağılım katsayıları kullanılmıştır.

3.3.2.Petrojenetik Model ve Olası Protolitler

Modern adakit oluşumu tanımlamalarından sonra, söz konusu adakitlerle jeokimyasal açıdan benzerlik sunan ancak farklı dinamik ortamları temsil eden birçok kayaç tanımlanmıştır. Buna göre; adakitik ergiyiklerin; sulu bazaltik magmanın yüksek basınçta fraksiyonel kristallenmesi sonucu ve az yada çok kabuksal kirlenmenin eşlik etmesiyle (Macpherson vd. 2006) veya düşük basınçta fraksiyonel kristallenmeyle (Castillo vd. 1999), yitim zonlarında, yitim okyanusal litosferin kısmi ergimesiyle (Defant ve Drummond, 1990; Stern ve Kilian, 1996; Defant vd. 2002; Wang vd. 2007c) ve mafik bir alt kabuğun kısmi ergimesinden (Kay ve Kay, 1993; Atherton ve Petford, 1993; Petford ve Atherton, 1996; Xu vd. 2002; Chung vd. 2003; Hou vd. 2004; Gao vd. 2004; Wang vd. 2005; Guo vd. 2006; Wang vd. 2006, 2007a,b; Karlı vd., 2010b, 2011) oluştukları savunulmuştur. Literatürdeki yaygın bilgiden anlaşılacağı üzere adakitik (adakit benzeri) kayaçların kaynak evrimi konusunda literatürde son yıllarda oldukça yaygın bir tartışma ve sürekli araştırma mevcuttur.

Sulu bazaltik ergiyiğin yüksek basınç fraksiyonel kristallenmesi ile spesifik kimyasal karaktere sahip adakitik kayaçların oluştuğu Macpherson vd. (2006) tarafından savunulmuştur. Böyle petrolojik karaktere sahip kayaçların Al_2O_3 ve La içerikleri, SiO_2 içeriği ile azalmakta ve Sr/Y oranları SiO_2 içeriği ile kuvvetli pozitif ilişki göstermesi beklenir. Ancak, Sakarya Zonu'nun doğusunda yüzeyleme veren Çağırankaya Trakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasit bileşimli kayaçlar, yukarıda sözü edilen yönsemeleri sunmazlar (Şekil 14a,g,h). Dolayısıyla yüksek basınç fraksiyonel kristallenmesi ile oluşum uygun görülmemektedir. Bununla birlikte geç Miyosen zaman aralığında fraksiyonlaşma neticesinde arta kalan yaygın bir bazaltik volkanizma görülmeşi de bu oluşum olasılığını zayıf kılmaktadır.

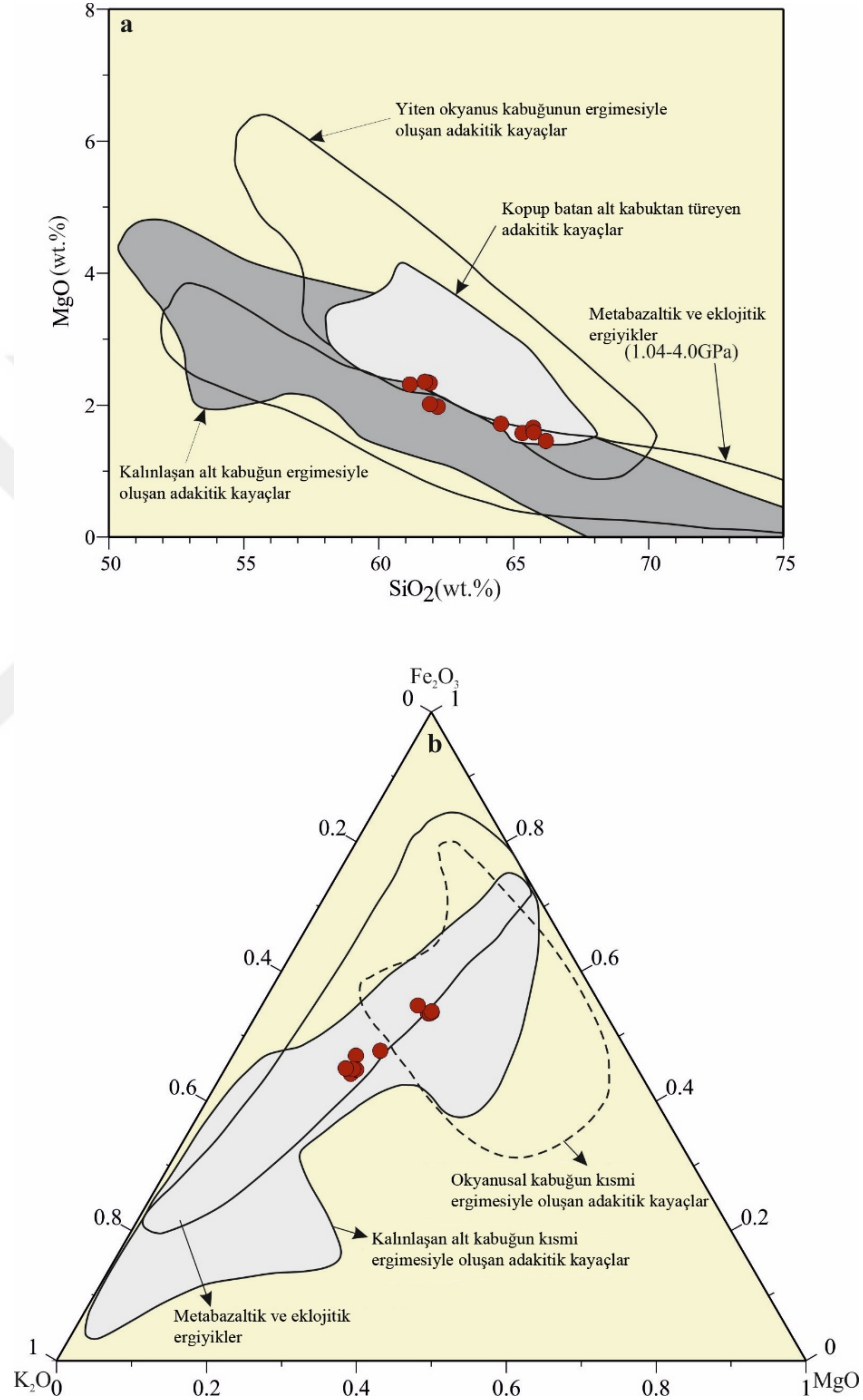
Diğer taraftan, Castillo vd. (1999), adakitik kayaçların bazaltik magmanın düşük basınç fraksiyonel kristallenmesi ve kabuksal asimilasyon neticesinde oluşabileceğini ortaya atmıştır. Çağırankaya Trakitleri'ne ait adakitik örneklerin, bu yolla oluşumu destekleyen uygun yönsemeleri, Harker diyagramlarında göstermedikleri belirlenmiştir (Şekil 14a,b,c,d,h,i). Bununla birlikte MgO değerlerine karşın SiO_2 değişimleri, bu kayaçların oluşumunda kabuksal asimilasyonun magma evrimini kontrol eden önemli

bir petrojenetik olay olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, NTE lerin zayıf konkavlığı (Şekil 15b), çok az miktarda da olsa düşük basınç fraksiyonel kristallenmesine işaret etmektedir. Verilerin tamamı gözönüne alındığında, söz konusu adakitik kayaçların bazaltik magmanın düşük basınç fraksiyonel kristallenmesi ve kabuksal asimilasyonu neticesinde oluşması mümkün bir model olarak görülmemektedir.

Bu tez çalışmasında incelenen adakit benzeri porfir kayaçların oluşumları için bir diğer jenetik model ise, bu kayaçların yiten okyanus kabuğu ergiyiğinden türemiş olabilecektir. Söz konusu bu kayaçlar, Üst Kretase yaşlı, yitimle ilişkili granitoidleri kırıklar boyunca katederek yüzeylemişlerdir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997; Okay vd. 1997; Şengör vd. 2003; Topuz vd. 2005; Karlı vd. 2007; Karlı vd. 2010b). Bu kayaçları açık dokanaklar ile kesmiş olmaları, bunların yitim karakterli kayaçlardan daha sonraki dinamik fazlarda geliştiğine işaret eder. Dolayısıyla bu kayaçların oluşumunda yitim sürecinin büyük ölçüde tamamlanmış olduğu düşüncesi hakimdir. Bununla birlikte kayaçların kimyasal karakterleri yitim karakteri ile çok uyumsuzdur. Elde edilecek izotop jeokimyası verileri bu seçeneğin daha ayrıntılı açıklanması için önemli katkı sağlayacağı düşünülmekle birlikte bu modelde türeme zayıf ihtimal olarak kabul edilmektedir.

Sakarya Zonu'nun doğu kesiminde yüzeyleme veren Çağırankaya Trakitleri alt kabuk malzemesinden türeme olasılıkları en olağan ihtimal olarak görülmektedir. Kalınlaşan ya da kopup batan (delaminated) garnet içeren mafik bir alt kabuğun sıcak mantodan sağlanan ısı sayesinde kısmi olarak ergiyebileceği, adakit ve adakit benzeri kayaçlar için son yıllarda kabul görmüş bir görüştür (Atherton ve Petford, 1993; Petford ve Atherton, 1996; Xu vd. 2002, 2006; Wang vd. 2006, 2008; Zhao ve Zhou, 2008; Karlı vd. 2010b, 2011). Eğer adakitik kayaçlar, alt kabuktaki mafik kayaçların kısmi ergimesinden meydana gelmişler ise, düşük MgO içeriğine sahip olmalı ve de Rapp ve Watson (1995) ve Rapp vd. (1999) tarafından 1-4 GPa da deneysel olarak türetilen metabazalt ergiyiklerine benzemeliler. Çağırankaya Trakitlerine ait adakitik andezit ve dasitler, düşük Mg# (42-46) değerlerine sahiptirler. Bu özellikleri ile tipik alt kabuk kökenli adakitelere benzerler (Şekil 17). Kabuk karakterli kimyasal özelliklerinin yanı sıra, Mg# değerlerindeki hafif yükselme, kayaçları oluşturan ergiyiğin manto peridotitleriyle hafif derecede etkileşimlerini göstermektedir. Bu tez çalışmasında

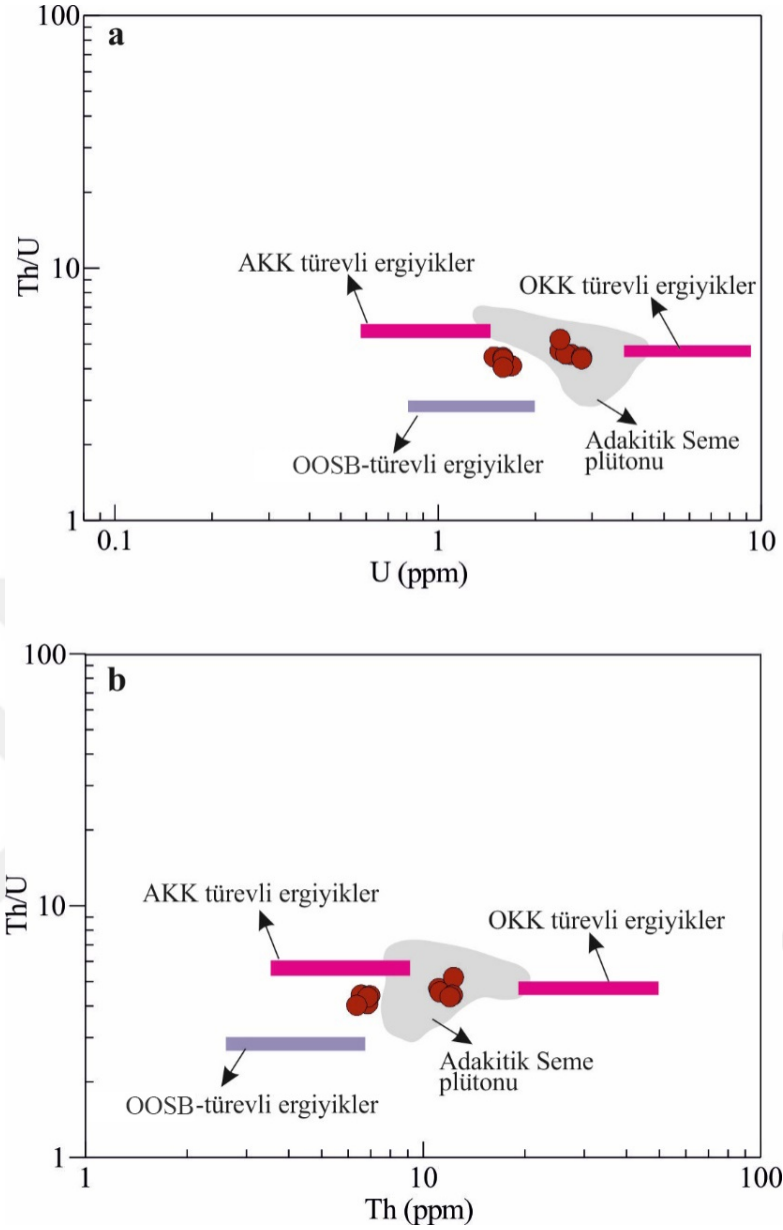
kayaçların oluşumunda hafif dereceli peridotit etkileşimi görülmesi, ergiyüklerin manto içerisinde az miktarda yol kat etmiş olduğunu destekler. Böyle bir jeolojik olay ise ancak kopan kabuğun sığ derinliklerde genişlemeli tektonik fazın ilk safhalarında ergimiş olabilmesiyle açıklanabilir.



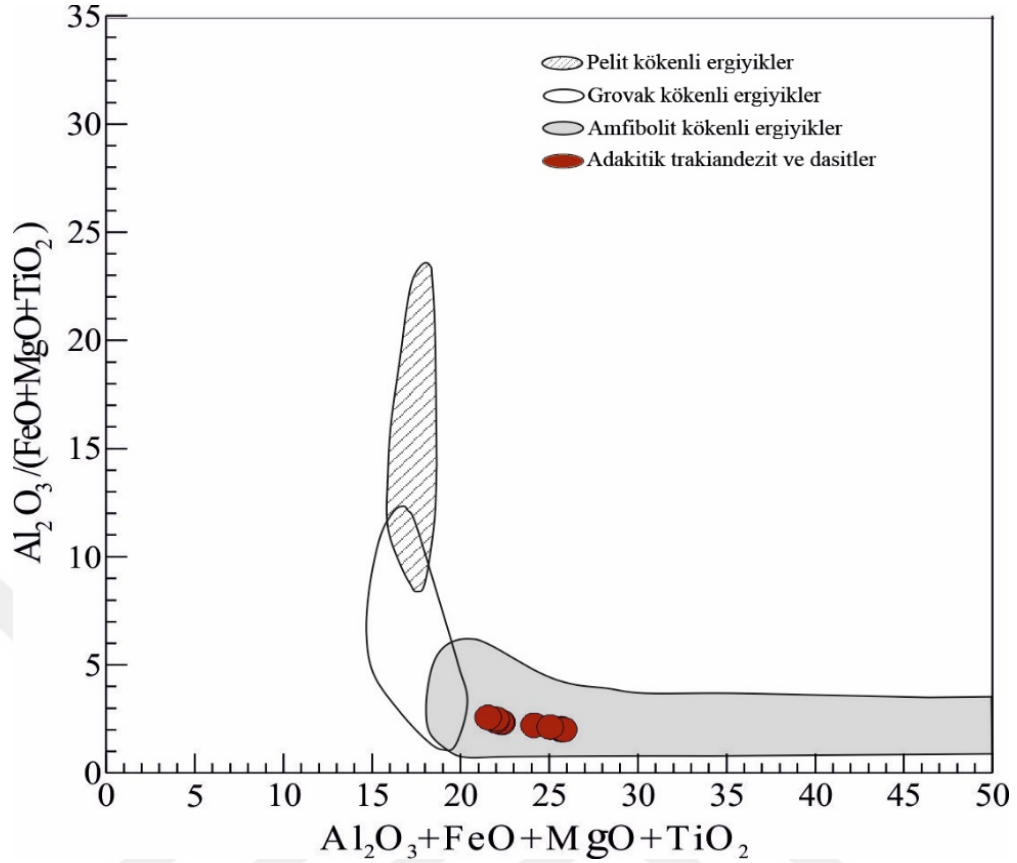
Şekil 17. ÇağırankayaTrakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasitlerin (a) MgO içeriklerine karşın SiO₂ içerikleri değişim diyagramındaki; (b) Fe₂O₃-K₂O-MgO değişim diyagramındaki yerleri. Metabazaltik ve eklojitik deneysel ergiyük alanları (1-4.0GPa), Rapp vd. (1991, 1999, 2002); Şen ve Dun (1994); Rapp ve Watson (1995); Skjerlie ve Patiño Douce (2002)'den derlenmiştir.

3.3.3. Kaynak Kaya Özellikleri

Sakarya Zonu'nun doğu kesiminde yüzeyleme veren Çağırankaya Trakitleri, Sr içeriğince zenginleşme ve önemli Eu anomalileri göstermeyişleri (Şekil 14a,b), plajiyoklasın kaynak kayada olmayışı ya da kısmi ergime boyunca tamamen tüketilmesiyle ilişkilidir. Sulu manto şartlarında Ti rutil içinde dağılım sunarken (Tatsumi, 1986), Nb amfibol içinde dağılımı tercih eder (Pearce ve Norry, 1979). Bu tez çalışmasında incelenen adakit benzeri kayalar, söz konusu bu iki element bakımından kuvvetli tüketilmişlerdir. Bu olgu, 1.5Gpa'dan daha yüksek bir basınçta rutilin kalıntı faz olduğu şartlarda kaynak kayacın ergidiğine işaret etmektedir (Şekil 17a). Bununla birlikte adakitlerin eklojit yada garnet amfibolit bileşimli bir alt kabuk kaynağından (Rapp vd. 1991; Chung vd. 2003) türeyebileceği, La/Yb ve Yb element çiftleri kullanılarak modellenmiştir (Şekil 16b). Ergime sırasında garnet içeren kalıntı için magma oluşumu, yüksek basınç ya da derin kabuksal seviyelerde (≥ 1.2 GPa veya 40 km; Rapp vd. 1991) gerçekleşir. ANTE'lerin göstermiş oldukları kısmen yatsiprofiller, amfibolün kısmi ergime süresince garnetten daha önemli rol oynaması ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla amfibolitik kaynak öne çıkmaktadır. La/Yb oranına karşın Yb içeriği değişimi modellenmesi, adakitik andezit ve dasitlerin, eklojitten ziyade, garnet bileşiminin yaklaşık % 1-33 arasında değiştiği bir garnet amfibolit kaynağın yaklaşık %1-2 lik bir kısmi ergimesiyle oluştuğu anlaşılmaktadır (Şekil 16b). Ayrıca, kayaların Th/U oranları, bölgedeki diğer adakitik kayalar gibi, çoklukla kıtasal kabuk türevli ergiyikler ile benzerlik göstermektedirler ve OOSB türevli ergiyiklerden farklıdır (Şekil. 18a, b). Bununla birlikte incelenen kayalar düşük $Al_2O_3/(FeO+MgO+TiO_2)$ ve yüksek $Al_2O_3+FeO+MgO+TiO_2$ içeriklerine sahiptirler. Bu özellikleriyle amfibolit kaynak alanı ile benzerlik sunarlar (Şekil 19).



Şekil 18. ÇağırankayaTrakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasitlerin(a) Th/U oranına karşın U içeriği ve(b) Th/U oranına karşın Th içeriği diyagramlarındaki yerleri. AKK; alt kıtasal kabuk,OKK; orta kıtasal kabuk. Alt ve orta kıtasal kabuk kompozisyonları, Rudnick ve Gao (2003)'den alınmıştır. MORB ise, Sun vd. (2008)'den derlenmiştir.



Şekil 19. ÇağırankayaTrakitleri'ne ait adakitik andezit ve dasitlerin $Al_2O_3/(FeO+MgO+TiO_2)$ oranına karşın $Al_2O_3+FeO+MgO+TiO_2$ oranı değişim diyagramındaki yerleri. Deneysel olarak üretilmiş pelit, grovak ve amfibolit ergiyiği alanları Patiño Douce (1999)'dan alınmıştır.

Tüm bilgiler birlikte değerlendirildiğinde, kayaçların oluşumunda, mafik garnet, amfibol ve plajiyoklas içeren bir alt kabuk dehidrasyona uğrayarak önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Sakarya Zonu'nda farklı kesimlerinde değişik kayaç gruplarının kökenine yönelik yapılan çalışmalarda, alt kabuk kayaçlarının kaynak kaya olduğu, ancak bunlardan türeyen ergiyiklerin farklı oranlarda yada bütünüyle oluşuma katkı sağladığı savunulmuştur (Karlı vd., 2007; Karlı vd., 2010a,b, 2011; 2012; Evcimen ve Karlı, 2012). Manto katkısının %80'den daha fazla olduğu Dölek ve Sarıçiçek plütonlarında $Al_2O_3+FeO+MgO+TiO_2$ değerleri oldukça yüksek (Karlı vd., 2007), alt kabuk katkısının % 85 den fazla olduğu hibrit Harşit ve Pirnalli Plütonları'nda $Al_2O_3+FeO+MgO+TiO_2$ değerleri daha düşüktür (Karlı vd., 2010a, 2012). Bu bilgiler ışığında, adakitik kayaçların söz konusu değer bakımından Zigana yöresi Eosen adakitik porfirleri, Pirnalli ve Harşit Plütonu ile çok yakın benzerlik sunmaktadır. Bu benzerliğe dayanarak kayaçları oluşturan magma kaynağının mafik alt kabuk olduğu söylenebilir.

3.4. Çağırankaya Trakitleri'nin Jeodinamik Evrimi

3.4.1. Jeodinamik Model

Sakarya Zonu'nda geç Senozoyik sürecinde, adakitik volkanizma ya da magmatizmanın oluşumunu sağlayan ısı kaynağı tartışmalıdır. Ancak, bu oluşukların, mafik alt kabuğun ergimesiyle türediği ağırlık kazanmış bir görüştür. O halde, geç Senozoyik süresince ergimeyi sağlayan ısı kaynağı nereden kaynaklanmaktadır? Ortalama 5 milyon yıl yaşlı söz konusu adakitik andezit ve dasitler, orta-geç Kretase döneminde aktif olan eski bir magmatik yayda zayıf zonları kullanarak püskürmüş olmalıdırlar (Akın, 1979; Okay ve Şahintürk, 1997; Okay vd. 1997; Boztuğ vd. 2004; Boztuğ vd. 2006; Karlı vd. 2007; Altherr vd. 2008). Diğer taraftan bölgede, Neotetisin kapanması, kıta-kıta çarpışması ve bunları takip eden genişlemeleri rejimin ilk başladığı safhada tartışmalıdır. Yılmaz ve Kandemir (2006) ve Yılmaz vd. (2008), Sakarya Zonu'nda geç Kretase zaman diliminde yersel ekstansiyonun geliştiğini ifade etmişlerdir. Karlı vd., (2018), 72 milyon yılda Sakarya Zonu'nda devam eden yitim olayının son evrelerini yaşadığını vurgulamıştır. Okay vd. (1997), kıta-kıta çarpışmasının, Geç Paleosen-Erken Eosen den önce gerçekleşmiş olabileceğini önermektedir. Dolayısıyla, bölgede yaklaşık 80 ila 50 milyon yılları arasında bir magmatik faaliyet boşluğunun varlığı göze çarpmaktadır. Bu aralık Sakarya Zonu'nda kabuk kalınlaşmasının yaşandığı çarpışma zaman dilimine karşılık gelmektedir. Bölgede, orta Eosen magmatizması ise çarpışma sonrası genişlemeli rejimin ürünleri olarak tanımlanmaktadır (Karlı vd. 2007). Mafik alt kabuğun delaminasyonu, kıtasal incelmeye sebep olan ekstansiyon hareketinin sebebi olarak kabul edilmektedir (Zhai vd. 2007; Liu vd. 2008; Wang vd. 2008). Dolayısıyla ekstansiyon hareketi kıta-kıta çarpışmasının hemen ardından başlamaktadır. Bu özellikleri ile dünyada tanımlanmış birçok adakitik oluşuğa rastlanmıştır (Xu vd. 2002; Gao vd. 2004; Wang vd. 2006; Wang vd. 2007a,b; Wang vd. 2008).

Tüm jeolojik ve jeokimyasal veriler birleştirildiğinde, geç Miyosen döneminde oluşmuş olan Çağırankaya Trakitleri'ne ait andezit ve dasitler, kıta içi ortamlarda gelişmiş olmalıdır. Kayaçların oluşumlarının genişlemeli bir tektonik rejimde olduğu ve bu genişlemeli rejimin yitim sırasındaki yay-gerisi ekstansiyonundan ziyade,

Çarpışma sonrasında kıta içi yersel (yersel) genişlemeli fazlarla ilişkili olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla Sakarya Zonu'ndaki adakitik kayaçların oluşumları, dünya literatüründe yaygın olarak tanımlandığı gibi yitim olayları ile ilişkili olmayıp tamamen mafik alt kıtasal kabuğun (garnet içeren amfibolit) gerilmeli rejimde kısmi ergimeye uğramasıyla oluştuğu anlaşılmaktadır.



4.SONUÇLAR

Bu Yüksek Lisans tezi kapsamında yukarıda sözü edilen jeokimyasal analiz teknikleri kullanılarak, Sakarya Zonu'da geç Kretase yitim kökenli kayaçları katederek yüzeyleme veren adakitik andezit ve dasitlerin petrojenezleri ve bu kayaçların geliştiği zaman dilimi için aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Sakarya Zonu'nun doğusunda küçük hacimli akma yapıları gösteren adakitik andezit ve dasitlerden zirkon fraksiyonları üzerinde SIMS zirkon U-Pb yöntemiyle, $5,16 \pm 0,11$ myyaş elde edilmiş olup, bu kayaçların ortalama geç Miyosen döneminde oluştuğu anlaşılmıştır.

Andezit ve dasit bileşimli adakitik bir karakter sunarlar. Ortaç silika içerikleriyle metalumin ve yüksek potassik kalk-alkalin özellik sunmaktadırlar. Genellikle düşük Mg#, yüksek La/Yb ve Sr/Y değerlerine sahiptirler. Bu özellikleri ile mafik bir alt kabuktan türemiş kayaçlara benzemektedirler.

Tüm bu veriler ışığı altında, Sakarya Zonu'nda geç Miyosen döneminde mafik alt kabuğun eriyebilmesi için, bölgede Geç Kretase yitim olaylarını takip eden sıkışmalı rejim-çarpışmanın sona ermiş olması gerekmektedir. Yitim sürecini takip eden çarpışma döneminde (Geç Kretase ile Geç Paleosen-Erken Eosen arası) Sakarya Zonu'nda kabuk yeterince kalınlaşmıştır. Geç Miyosen döneminde çok geniş yüzlekler sunmayan bu volkanik faaliyetin ancak kıta içi yersel ektansiyona bağlı olarak gelişmiş olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adamia, S.A. Zakariade, G.S. and Lordkipanizde, M.B., 1977.** Evolution of the ancient active continental magrin, as illustrated by Alpine History of the Caucasus Geotectonics, 11,4,209-309.
- Ağar, Ü., 1977.** Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ. Ü. Fen Fak., 59 s. İstanbul.
- Akın, H., 1979.** Geologie, Magmatismus und Lager-Staettenbidung im ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik. Geologische Rundschau, 68, 253-258.
- Aliyazıcıoğlu, İ., 1999.** Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Alp, D., 1972.** Geology of the Amasya Region (in Turkish): İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri, No. 22, 101
- Altherr, R., Henjes-Kunst, F., Matthews, A., Friedrichsen, H. and Hansen, B.T., 1988.** O-Sr İsoptopic Variations in Miocene Granitoids from the Aegean: Evidence for an Origin by Combined Assimilation and Fractional Crystallization. Contributions to Mineralogy and Petrology, 100, 528-541.
- Altherr, R., Topuz G., Siebel W., Şen C., Meyer H. P. and Satır M., 2008.** Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic characteristics of Paleocene plagioclitites from the Eastern Pontides (NE Turkey). Lithos, 105, 149-161.
- Altınlı, İ. E., 1970.** İkizdere Granit Karmaşığı. İÜFF Mecmuası, 35, 161-167.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. and Kurt, H., 1997.** Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey, Chemi der Erde, 57, 157-187.
- Arslan, M. and Aslan, Z., 2006.** Mineralogy, Petrography and Whole-Rock Geochemistry of Tertiary Granitic Intrusion in the Eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177-193.
- Aslan, Z., Arslan, M. ve Şen, C., 1999.** Doğu Pontid'lerin Kuzey ve Güney Zonlarında Yüzeyleyen Eosen Yaşlı Granitik Sokulumların Karşılaştırılmalı Jeolojik,

Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 223-230.

Atherton, M.P. and Petford, N., 1993. Generation of sodium-rich magmas from newly underplated basaltic crust. *Nature*, 362, 144-146.

Aydin, F., Karlı, O. and Chen B., 2008. Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post-collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey. *Lithos.*, 104, 249–266.

Aydin, F., Thompson, R., Karlı, O., Uchida, H., Burt, J.B. and Downs, R.T., 2009. C2/c Pyroxene Phenocrysts from their Potassic Series in Neogene Alkaline Volcanics, NE Turkey: Their Crystal Chemistry with Petrogenetic Significance as a Indicator of P-T Conditions. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 158, 131-147.

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

Aydınçakır, E., 2014. The Petrogenesis of Early Eocene Non-adakitic Volcanism in NE Turkey: Constraints on the Geodynamic Implications, *Lithos*, 208/209, 361-377.

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

Barbieri, M., Conforta. L., Garbarino, C., Masi, U., Nicoletti, M. and Akıncı , Ö., 2000. Geochemistry of Hydrothermally–Altered Volcanic Rocks of the Upper Volcanic Cycle from the Eastern Pontides (Northeastern Turkey), *Chem. Erde*, 60, 81-95.

Batchelor, R.A. and Bowden, P., 1985. Petrogenetic Interpretation of Granitoid Rock Series Using Multicationic Parameters. *Chemical Geology* 48, 43–55.

Bektaş, O., 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Back of Eastern Pontides, *MTA Bulletin*, 103,104, 1-15.

Bektaş, O., 1984. Pontidlerde Üst Kretase Yaşlı Şoşonitik Volkanizma ve Jeotektonik Önemi, *K.Ü. Yerbilimleri Dergisi, Jeoloji*, 3,1,2, 53–62.

- Bektaş, O., 1986.** Paleostress and Polyphase Rifting in Arc-Back Arc of Eastern Pontides, MTA Bulletin, 103,104, 1-15.
- Bektaş, O., Şen , C., Atıcı, Y. and Köprübaşı,N., 1999.** Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related Volcanism towards The Back-Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geological Journal, 34,95-106.
- Bektaş, O., Van, A. ve Boynukalın, S., 1987.** Doğu Pontidlerde (Kuzeydoğu Türkiye) Jura Volkanizması ve Jeotektoniği, Türkiye Jeoloji Bülteni, 30, 2.
- Boynton, WV., 1984.** Cosmochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson P (ed) Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, Amsterdam, pp 63–114
- Boynukalın, S., 1990.** Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçların Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G.A. and Yeğingil, Z., 2004.** Slow Senonian and Fast Paleocene-Early Eocene Uplift of the Granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: Apatite Fission-Track Results. Tectonophysics 382, 213–228.
- Boztuğ, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I. and İskenderoğlu, A., 2006.** Geochemical Characteristics of the Composite Kackar Batholith Generated in a Neo-Tethyan Convergence System, Eastern Pontides, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences 27, 286-302.
- Boztuğ, D. and Harlavan, Y., 2008.** K-Ar Ages of Granitoids Unrevel the Stages of Neo-tethyan Convergence in the Eastern Pontides and Central Anatolia, Turkey. International Journal of Earth Sciences 97, 585-599.
- Cameron, BI., Walker, JA., Carr, MJ., Patino, LC., Matias, O., and Feigenson M. D., 2003.** Flux Versus Decompression Melting at Stratovolcanos in Southeastern Guatemala. J Volcanol Geotherm Res 119:21-50.
- Castillo, P.R., Janney, P.E. and Solidum, R.U., 1999.** Petrology and geochemistry of Camiguin Island, southern Philippines: insights to the source of adakites and other lavas in a complex arc setting. Contributions to Mineralogy and Petrology 134, 33-51.
- Çapkinoğlu, Ş., 2003.** First Records of Conodonts from "The Permo-Carboniferous of Demirözü" (Bayburt), Eastern Pontides, NE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 12, 199-207.

- Çoban, H., 1997.** Olucak (Gümüşhane) ve Dolayının Jeolojisi, Petrografisi ve Jeokimyası. Doktora Tezi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, unpublished, p. 257.
- Çoğulu, E., 1975.** Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ, Maden Fakültesi, İstanbul (Yayınlanmamış).
- Defant, M.J. and Drummond, M.S., 1990.** Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature*, 347, 662–665.
- Defant, M.J., Jackson, T.E., Drummond, M.S., De Boer, J.Z., Bellon, H., Feigenson, M.D., Maury, R.C. and Stewart, R.H., 1992.** The geochemistry of young volcanism throughout western Panama and southeastern Costa Rica: an overview. *Journal of the Geological Society, London*, 149, 569–579.
- Dewey, J.F., Pitman, W.B.F. and Bonnin, J., 1973.** Plate Tectonics and Evolution of the Alpine system: *Geological Society of America Bulletin*, v. 84, p. 3137-3180.
- Dokuz, A., 2000.** Yusufeli (Artvin) Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği, Magmatik Metamorfik Kayaçların Jeokimyası ve Petrojenezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 310 s., Trabzon.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E., 2006.** Geochemical Constraints on the Provenance, Mineral Sorting and Subaerial Weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous Clastic Rocks of the Eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey: *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 181-209.
- Dokuz, A., 2009.** Hercynian Pre-Syn-Collisional Granitic Rocks from the Gümüşhane Area, Northeastern Turkey: Implications for Magma Mixing and Tectonic Setting. *Lithos*.
- Dokuz, A., Karşlı, O., Chen, B. and Uysal, İ., 2010.** Sources and Petrogenesis of Jurassic Granitoids in the Yusufeli Area, Northeastern Turkey: Implication for Pre-Post-Collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides. *Tectonophysics* 480:259–279.
- Dokuz, A., 2011.** A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse composite pluton, *Godwana Research*, 19, 926-944.
- Dokuz, A., Uysal, İ., Siebel, W., Turan, M., Duncan, R. and Akçay, M., 2013.** Post-collisional adakitic volcanism in the eastern part of the Sakarya Zone, Turkey:

evidence for slab and crustal melting, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 166, 1443-1468.

Eberz, G.W., Nicholls, I.A., Maas, R., McCulloch, M.T. and Whitford, D.J., 1990. The Nd- Zr-İsotopic Composition of I-Type Microgranitoid Enclaves and Their Host Rocks from the Swifts Creek Pluton, Southeast Australia. *Chemical Geology. Isotope Geoscience Section* 85, 119–134.

Fourcade, S. and Javoy N., B.,1991. Sr-Nd-O Isotopic Features of MME and Host Granitoids from the Pyrenees, France: Evidence for their Hybrid Nature and Infrence on their Origin, In; Didier, J., Barbarin B., *Enclaves and Granite Petrology, Dev., Petrol.*, 13, 345-364

Fujimaki, H., Tatsumoto, M. and Aoki, K.,1984. Partition coefficients of Hf, Zr and REE between phenocrysts and groundmass. *Journal of Geophysical Research* 89, 662-672.

Gao, S., Rudnick R.L., Yuan H.L., Liu X.M., Liu Y.S., Xu W.L., Ling W.L., Ayers J., Wang X.C. and Wang Q.H., 2004. Recycling lower continental crust in the North China Craton. *Nature*, 432, 892-897.

Gedik, A. ve Korkmaz, S., 1987.Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Petrol Oluşumları: MTA Rapor No: 8283(Yayımlanmamış).

Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S., 1992. Rize-Fındıklı Çamlıhemşin Arasında (Doğu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve DoğuPontidlerdeki Bölgesel Yayılımları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 15-38.

Gedik, İ., Kırmacı, M.Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E.ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi. *Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri*, 654-677.

Gedikoğlu, A., 1978. Harşit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.

Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979. The main Lines of Geotectonic developmentin the East Pontids in the Mesozoic era, *Geocome-I*, 555-580.

Güngör, Y., Boztuğ, D. ve Yılmaz, O., 1997. Kaçkar Batoliti Altıparmak Dağı-Soğanlı Dağı Arası (GD Çamlıhemşin-Rize) Kesiminin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrojenetik İncelenmesi. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Nisan - Mayıs, Adana, Bildiri Özleri, 223–224.

- Güven, İ. H., 1993.** Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250000 Ölçekli Kompilasyonu, MTA, Ankara (Yayınlanmamış).
- Hanedan Nar, A., 2008.** Büyük Yaylâ Obsidiyenlerinin (İkizdere/RİZE) yanı sıra çevre kayaların da petrografisi (Doktora Çalışması).
- Hawkesworth, C.J., Gallagher K, Herot JM. and McDermott, F., 1993.** Mantle and Slab Contributions in Arc Magmas. *Ann. Rev. Earth Planet Sci.*
- Hibbard, M., 1981.** The Magma Mixing Origin of Mantled Feldspar, *Contrib., Mineral. Petrol.*, 76, 158-170
- Hibbard, M.J., 1991.** Textural Anatomy of Twelve Magma-Mixed Granitoid Systems. In: Didier J, Barbarin B., *Enclaves and Granite Petrology. Dev Petrol 13.* Elsevier, Amsterdam, pp 431-444
- Hisarlı, Z.M., 2010.** Paleomagnetic Constraints on the Late Cretaceous and Early Cenozoic Tectonic History of the Eastern Pontides. *Journal of Geodynamics* doi:10.1016/j.jog.2010.12.004
- Irving, A.J. and Frey, F.A., 1978.** Distribution of trace elements between garnet megacrysts and host volcanic liquids of kimberlitic to rhyolitic composition. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42, 771-787.
- Johnson, K., Barnes, C.G. and Miller, C.A., 1997.** Petrology, geochemistry, and genesis of high-Al tonalite and trondhjemites of the Cornucopia stock, Blue Mountains, Northeastern Oregon. *Journal of Petrology*, 38, 1585-1611.
- Kahraman, İ., Çınar, S., Yılmaz, B.S., Karanis, H.A., Köse Z., Genç, İ. ve Dursun, A., 1986.** Rize-İspir Arasındaki Cu-Mo, Cu-Pb-Zn, Fe ve Mn Cevherleşmelerine Ait Maden Jeolojisi Raporu MTA Genel Müdürlüğü JD-358.
- Kandemir, R., 2004.** Gümüşhane ve yakın yörelerindeki Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kandemir, R. and Yılmaz, C. 2009.** Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. *Journal of Asian Earth Sciences* 34, 586-598.

- Kandemir, R. and R, Lerosey-Aubril., 2011.** First Report of a Trilobite in the Carboniferous of Eastern Pontides, NE Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), Vol. 20, 2011, pp. 179-183.
- Karsh, O., Aydin F. and Sadıklar M.B., 2004a.** Magma interaction recorded in plagioclase zoning in granitoid systems, Zigana Granitoid, Eastern Pontides, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 287-305.
- Karsh, O., Aydin F. and Sadıklar M.B., 2004b.** The morphology and chemistry of K-feldspar megacrysts from İkizdere Pluton: evidence for acid and basic magma interactions in granitoid rocks, NE Turkey. Chemie der Erde-Geochemistry, 64, 155-170.
- Karsh, O., Chen, B., Aydın, F. and Şen, C., 2007.** Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sariçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting. Lithos, 98, 67-96.
- Karsh, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., and Wijbrans, J.R., 2010a.** Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calc-alkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit Pluton, Eastern Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 467-487.
- Karsh, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R. and Wijbrans, J., 2010b.** Generation of the Early Cenozoic adakite volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: Implications for crustal thickening to delamination. Lithos, 114, 109-120.
- Karsh, O., Uysal, I., Ketenci, M., Dokuz, A., Aydın, F., Kandemir, R. And Wijbrans, J., 2011.** Adakite-like Granitoid Porphyries in Eastern Pontides, NE Turkey: Potential Parental Melts and Geodynamic Implications. Lithos.
- Karsh, O., Aydın, F., Uysal, İ., Dokuz, A., Kumral, M., Kandemir, R., Budakoğlu, M. and Ketenci, M., 2018.** Latest Cretaceous "A₂ type" granites in the Sakarya Zone, NE Turkey: partial melting of mafic lower crust in response to roll-back of Neo-Tethyan oceanic lithosphere. Lithos, 302-303, 312-328.
- Kay, R.W. and Kay, S.M., 1993.** Delamination and delamination magmatism. Tectonophysics 219, 177-189.

- Kay, S., M., Ramos, V.A. and Marquez, M., 1993.** Evidence in Cerro Pampa volcanic rocks of slab melting prior to ridge trench collision in southern South America. *Journal of Geology*, 101, 703-714.
- Kaygusuz, A., 2000.** Torul ve Çevresinde Yüzeyleyen Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., Trabzon, 235.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. and Satır, M., 2008.** Petrochemistry and Petrology of I-Type Granitoids in an Arc Setting: the Composite Torul Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 97, 739-764.
- Kaygusuz, A., Chen, B., Aslan, Z., Siebel, W. and Şen, C., 2009.** U-Pb SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd İsootopic Compositions of the Late Cretaceous I-type Sariosman Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 18, 549-581.
- Kaygusuz, A. and Aydınçakır, E., 2011.** U-Pb zircon SHRIMP ages, geochemical and Sr-Nd isotopic compositions of Cretaceous plutons in the eastern Pontides (NE Turkey): The Dağbaşı pluton, *Neues Jahrbuch Für Mineralogie*, 188, 3, 211-233.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgang, S., Sipahi, F. and İlbeyli, N., 2012.** Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, Eastern Pontides, Turkey. *International Geology Rewieve*, 54 (15), 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F. and Temizel, İ., 2016.** U-Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution, *Gondwana Research*, 39, 327-346.
- Kepezhinskas, P.K., Defant, M.J. and Drummond, M., 1995.** Na metasomatism in the island arc mantle by slab melt-peridotite interaction: evidence from mantle interaction evidence from mantle xenoliths in the north Kamchatka arc. *Journal of Petrology* 36, 1505-1527.
- Ketenci, M., 2009.** Doğu Karadeniz Bölgesi (Trabzon-Hamsiköy) Adakit benzeri asidik porfirlerin minerolojik, petrografik ve petrolojikaçından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972.** Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, 520, İstanbul. Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA dergisi, Ankara, 66, 20-34.

- Kırmacı, Z., 1992.** Alucura-Gümüşhane-Bayburt Yörelerindeki (Doğu Pontid Güney Zonu) Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Berdiga Kireçtaşının Sedimantolojik İncelenmesi. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Ens.
- Konak, N., Hakyemez, Y., Bilgiç, T., Bilgin, R., Hepşen, N.ve Ercan, T., 2001.** Kuzeydoğu Pontitlerin (Oltu- Olur-Şenkaya- Narman-Tortum-Uzundere-Yusufeli) Jeolojisi. MTA Rapor No:10489 Ankara (Yayımlanmamış).
- Korkmaz, S., 1993.** Stratigraphy of the Tonya-Düzköy Area (Soutwest of Trabzon) (in Turkish): Türkiye Jeoloji Bülteni, v. 36, p. 151-158.
- Koyaguchi, T., 1991.** Enclaves in Volcanic Rocks from Japan. In: Enclaves and Granite Petrology. Developments in Petrology 13: Didier, J. and Barbarin, B. Elsevier, Amsterdam, p. 235-252
- Köprübaşı, N., 1993.** Petrology and geochemistry of the Jurassic-Cretaceous Magmatic Rocks between Tirebolu-Harşit (Giresun in Turkish): Türkiye Jeoloji Bülteni, v. 36, p. 139-150.
- Köprübaşı, N., Şen, C. ve Kaygusuz, A., 2000.** Doğu Pontid Adayayı Granitoidlerin Karsılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri, 111-120.
- Kurt, İ., Özkan, M., Karlı, Ş.ve Topçu, T., 2006.** Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeodinamik ve Metalojenik Evrimi: MTA Rapor No: 10875 (Yayımlanmamış).
- Le Maitre, R. W., vd. 2002.** Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, 2nd ed. xvi + 236 pp. Cambridge, New York, Melbourne.
- Liu, HT., Sun SH., Liu JM. andZhai MG., 2002.** The Mesozoic High-Sr Granitoids in the Northern Marginal Region of North China Craton: Geochemistry and Source Region. Acta Petrol Sin 18: 257–274
- Liu, S., Hu R-Z., Feng C-X., Zhou H-B., Li C., Chi X-G., Peng J-T., Zhong H., Qi L., Qi Y-Q. andWang T., 2008.**Cenozoic high Sr/Y volcanic rocks in the Qiangtang terrane, northern Tibet: geochemical and isotopic evidence for the origin of delaminated lower continental melts. Geological Magazine, 145, 463-474.
- Lope'z S. andCastro A., 2001.** Determination of the Fluid-Absent Solidus and Supersolidus Phase Relationships of MORB-Derived Amphibolites in the Range 4–14 kbar. Am., Mineral 86: 1396–1403

- Macpherson, C.G., Dreher, S.T. and Thirwall, M.F., 2006.** Adakites without slab melting: high pressure differentiation of island arc magma, Mindanao, the Philippines. *Earth Planetary Science Letters*, 243, 581-593.
- Martin, H., 1999.** Adakitic magmas: modern analogues of Archaean granitoids. *Lithos* 46,411-429.
- Middlemost, E.A.K., 1994.** Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Sci. Rev.*, 37, 215-224.
- Moore, W.J., McKee, E.H. and Akinci, Ö., 1980.** Chemistry and Chronology of Plutonic Rocks in the Pontide Mountains, Northern Turkey. Symposium of European Copper Deposit, Belgrade, pp. 209–216.
- Muir, R.J., Weaver, S.D., Bradshaw, J.D., Eby, G.N. and Evans, J.A., 1995.** Geochemistry of the Cretaceous Separation Point Batholith, New Zealand: granitoid magmas formed by melting of mafic lithosphere. *Journal of the Geological Society, London*, 152, 689-701.
- Nittmann, J., Daccord, G. and Stanley, H.E., 1985.** Fractal Growth of Viscous Fingers: Quantitative Characterization of a Fluid Instability Phenomenon. *Nature* 314, 141–145.
- Okay, A.I. and Şahintürk, Ö., 1997.** Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G.,(Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and surrounding Region*, AAPG Memoir, 68, 291-310.
- Okay, A.I., Şahintürk, Ö. and Yakar, H., 1997.** Stratigraphy and tectonics of the Pulur (Bayburt) region in the eastern Pontides. *Mineral. Res. Exp. Bull.* 119, 1-24.
- Okay, A.I., Tüysüz O., Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F. and Séranne, M., 1999.** The Mediterranean basins: Tertiary extension within the Alpine orogen. *Geological Society London Special Publications*, 156, 475-515.
- Özdoğan, K., 1992.** Karadağ (Torul-Gümüçhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniv., Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Özsayar, T., 1971.** Paläontologie Und Geologie Des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolien), Gieben, *Geol. Schrift.*, 165-183.

- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981.** Doğu Pontidlerde Kretase, K.Ü. Yerbilimleri Dergisi, 1, 2, 65-114, Trabzon.
- Patiño Douce, A.E., 1999.** What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? In: Castro, A., Fernandez, C.,
- Pearce, J.A. and Norry, M., 1979.** Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. Contributions to Mineralogy and Petrology, 69, 33-47.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976.** Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, northern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol., 58, 63-81.
- Pejatovic, S. and Vukanovic, V., 1970.** Karadeniz Bölgesi Metalojenik Zonu ve Skarn Cevher Yataklarının Kıymetlendirilmesi, MTA Etüd Derleme No.952.
- Perugini D, Poli G., 2000.** Chaotic Dynamics and Fractals in Magmatic Interaction Processes: a Different Approach to the Interpretation of Mafic Microgranular Enclaves. Earth Planet Sci Lett 175: 93–103
- Perugini D, Poli G., Christofides G. and Eleftheriadis G., 2003.** Magma Mixing in the Sithonia Plutonic Complex, Greece: Evidence from Mafic Microgranular Enclaves. Mineral Petrol 78: 173–200
- Perugini, D., Ventura, G., Petrelli, M. and Poli, G., 2004.** Kinematic Significance of Morphological Structures Generated by Mixing of Magmas: a Case Study from Salina Island (southern Italy). Earth Planet. Sci. Lett. 222, 1051–1066.
- Petford, N. and Atherton, M., 1996.** Na-rich partial melts from newly underplated basaltic crust: the Cordillera Blanca Batholith, Peru. Journal of Petrology 37, 1491-1521.
- Pin, C. and Marini, F., 1993.** Early Ordovician continental break up in Variscan Europe: Nd-Sr isotope and trace element evidence from bimodal igneous associations of the southern Massif Central, France. Lithos, 29, 177-196
- Pupin, J.P., 1980.** Zircon and granite petrology. Contributions to Mineralogy and Petrology 73, 207-220.
- Rapp, R.P., Watson, E.B. and Miller, C.F., 1991.** Partial melting of amphibolite/eclogite and the origin of Archean trondhjemites and tonalities. Precambrian Research, 51, 1–25.

- Rapp, R.P. and Watson, E.B., 1995.** Dehydration melting of metabasalt at 8-32 kbar: Implications for continental growth and crust-mantle recycling. *Journal of Petrology*, 36, 891-931.
- Rapp, R.P., Shimizu, N., Norman, M.D. and Applegate, G.S., 1999.** Reaction between slab-derived melts and peridotite in the mantle wedge: experimental constraints at 3.8 GPa. *Chemical Geology*, 160, 335-356.
- Rapp, R.P., Xiao, L. and Shimizu, N., 2002.** Experimental constraints on the origin of potassium-rich adakites in east China. *Acta Petrologica Sinica*, 18, 293-311.
- Robin, C., Eissen, J.P., Samaniego, P., Martin, H., Hall, M. and Cotten, J., 2008.** Evolution of the late Pleistocene Mojanda-Fuya volcanic complex (Ecuador), by progressive adakitic involvement in mantle magma sources. *Bulletin of Volcanology* doi: 10.1007/s00445-008-0219-9.
- Rottura, A., Bargossi, G.M., Caggianelli, A., Del Moro, A., Visona, D. and Tranne, C.A., 1998.** Origin and Significance of the Permian High-K Calc-Alkaline Magmatism in the Central-Eastern Southern Alps, Italy. *Lithos* 45: 329-348
- Rudnick, R.L. and Gao, S. 2004.** Composition of the Continental Crust. In: *Treatise on Geochemistry*. Holland, H. D. and Turekian, K. K. (Editors), Elsevier, Amsterdam. 3: 1-64.
- Rushmer, T., 1991.** Partial Melting of Two Amphibolites: Contrasting Experimental Results under Fluid-Absent Conditions. *Contrib Mineral Petrol* 107: 41-59
- Schultze-Westrum, H.H., 1961.** Karagöl Yanı ile Eseli Maden Yataklarının Detaylı Tetkiki Hakkında Rapor, Görele Kazası, Giresun Vilayeti, MTA Maden Etüd rap. 23, Ankara.
- Sisson, T.W., 1994.** Hornblende-melt trace-element partitioning measured by ion microprobe. *Chemical Geology*, 117, 331-344.
- Skjerlie, K.P. and Patiño Douce, A.E., 2002.** The fluid-absent partial melting of a zoisite bearing quartz eclogite from 1.0 to 3.2 GPa: implications for melting in thickened continental crust and for subduction-zone processes. *Journal of Petrology* 43, 291-314.
- Sorensen, S.S. and Grossman, J.N., 1989.** Enrichment of trace elements in garnet amphibolites from a paleo-subduction zone: Catalina schist, southern California. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 3155-3177.

- Sparks, R.S.J. and Marshall, L.A., 1986.** Thermal and Mechanical Constraints on Mixing Between Mafic and Silicic Magmas, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 29, pp. 99-124.
- Springer, W. and Seck, HA., 1997.** Partial fusion of basic granulites at 5 to 15 kbar: implications for the origin of TTG magmas. *Contrib Mineral Petrol* 127:30–45
- Sun, C.G., Zhao, Z.D., Mo, X.X., Zhu, D.C., Dong, G.C., Zhou, S., Chen, H.H., Xie, L.W., Yang, Y.H., Sun, J.F. and Yu, F. 2008.** Enriched mantle source and petrogenesis of Sailipu ultrapotassic rocks in southwestern Tibet Plateau: constraints from zircon U–Pb geochronology and Hf isotopic compositions. *Acta Petrologica Sinica* 24,249-264.
- Sun, S.S. and McDonough, W.E., 1989.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D.,
- Şahin, S. Y., Güngör, Y. and Boztug, D., 2004.** Comparative Petrogenetic Investigation of Composite Kaçkar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey. *Earth Planets Space*, 56, 429–446.
- Şen, C. and Dunn, T., 1994.** Dehydration melting of a Basaltic Composition Amphibolite at 1.5 and 2.0 GPa: Implications for the Origin of adakites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 117, 394–409.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1981.** Tertiary evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genç, T. and Zor, E., 2003.** East Anatolian high plateau as a mantle-supported, North-south shortened domal structure. *Geophysical Research Letters* 30(24), doi:10. 1029/2003GL017858.
- Taner, M.F., 1977.** Etude Géologique et Pétrographique de la Région de Güneyce-İkizdere, Située au sud de Rize (Pontides Orientales, Turquie). Doktora Tezi, Université de Geneve, Switzerland, 180 pp.
- Tatsumi, Y., 1986.** Chemical characteristics of fluid phase released from a subduction lithosphere and origin of arc magma: evidence from high-pressure experiments and natural rocks. *Journal of Volcanology Geothermal Research*, 29, 293-309.
- Tepper, JH., Nelson, BK., Bergantz GW. and Irving AJ., 1993.** Petrology of the Chilliwack Batholith, North Cascades, Washington: Generation of Calc-Alkaline Granitoids by Melting of Mafic Lower Crust with Variable Fugacity. *Contrib Mineral Petrol* 113:333-351

- Tokel, S., 1972.** Volcanic and Stratigraphic History of the Gümüşhane area, NE-Turkey, Doktora Tezi, University of College, London.
- Tokel, S., 1977.** Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen Yaşlı Kalk-Alkalen Andezitler ve Jeotektonizma. Türkiye Jeoloji Bülteni 20, 49-54.
- Tokel, S., 1981.** Plaka Tektoniğinde Magmatik Yerleşimler ve Jeokimya: Türkiye'den Örnekler. Yeryuvarı ve İnsan, 6, 53-65.
- Topuz, G., Eyüboğlu, Y. and Dokuz, A., 2002.** Petrology and Age of The Saraycık Granodiorite, Pulur Massif, Eastern Pontides, NE Turkey: Preliminary Results, 1st International Symposium of Istanbul Technical University The Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, İstanbul- Turkey, 120.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M. and Dokuz, A., 2005.** Post-Collisional Plutonism with Adakite-Like Signatures: the Eocene Saraycık Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey). Contributions to Mineralogy and Petrology 150, 441–455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. and Meyer, H.P., 2007.** Variscan Amphibolite-Facies Rocks from the Kurtoğlu Metamorphic Complex. Gümüşhane Area, Eastern Pontides, Turkey. International Journal of Earth Sciences 96, 861-873.
- Topuz, G., Altherr, R., Wolfgang S., Schwarz, W.H., Zack, T., Hasözbeğ, A., Mathias, B., Satir, M. and Şen, C., 2010.** Carboniferous High-Potassium I-type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane Pluton (NE Turkey). Lithos 116, 92-110.
- Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satir, M. and Şen, C., 2011.** Post-Collisional Adakite-Like Magmatism in the Ağvanis Massif and Implications for the Evolution of the Eocene Magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey). Lithos.
- Tüdeş, Ş., 1994.** İkizdere Yöresindeki Granitik Kayaçların Mermer Olarak Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Türk-Japon Ekibi, 1974.** Report on Geological Survey of Trabzon Area, NE Turkey, Trabzon, phase, 1. JD–125, 185S
- Türk-Japon Ekibi, 1985.** The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, phase, 1, 72.

- Türk-Gürcü Ekibi, 2001.** Report on Geological Survey of Rize Area, Northeastern Turkey Phase I: MTA Rap. No:10567., (yayımlanmamış), Ankara.
- Ustaömer T. and Robertson A.H.F., 1997.** Tectonic-Sedimentary Evolution of the North- Tethyan Margin in the Central Pontides of Northern Turkey. In "Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region" (ed. A.G. Robinson), American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Memoir No. 68, 255-290
- Van, A., 1990.** Doğu Pontid Kuşağında Artvin Bölgesinin Jeokimyası, Petrojenezi ve Masif Sülfür Mineralizasyonları, Doktora Tezi, 220 ., KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Vernon, R.H., 1984.** Microgranitoid Enclaves in Granites-Globules of Hybrid Magma Quenched in a Plutonic Environment. *Nature* 309:438–439.
- Vernon, R.H., Etheridge, M.A. and Wall, V.J., 1988.** Shape and Microstructure of Microgranitoid Enclaves: Indicators of Magma Mingling and Flow. *Lithos*.22, 1-11.
- Vernon, R.H., 1990.** Crystallization and Hybridism in Microgranitoid Enclave Magmas: Microstructural Evidence. *J Geophys Res* 95: 17849–17859.
- Waight TE., Maas R.and Nicholls IA., 2000.** Fingerprinting Feldspar Phenocrysts Using Crystal Isotopic Composition Stratigraphy: Implications for Crystal and Magma Mingling in S-Type Granites. *Contrib Mineral Petrol* 139:227–239.
- Wang, Q., McDermott F., Xu J.-F., Bellon H.and Zhu Y.T., 2005.** Cenozoic K-rich adakitic volcanic rocks in the Hohxil area, northern Tibet: Lower-crustal melting in an intracontinental setting. *Geology*, 33, 465-468.
- Wang, Q., Xu J.F., Jian P., Bao Z.W., Zhao Z.H., Li C.F., Xiong X.L.and Ma J.L., 2006.** Petrogenesis of adakitic porphyries in an extensional tectonic setting, Dexing, South China: implications for the genesis of porphyry copper mineralization. *Journal of Petrology* 47, 119-144.
- Wang, Q., Wyman, D.A., Xu, J., Jian, P., Zhao, Z., Li, C., Xu, W., Ma, J.and He, B., 2007a.** Early Cretaceous adakitic granites in the Northern Dabie Complex, central China: implications for partial melting and delamination of thickened lower crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71, 2609-2636.

- Wang, Q., Wyman, D.A., Xu, J., Zhao, Z., Jian, P. and Zi, F., 2007b.** Partial melting of thickened or delaminated lower crust in the middle of Eastern China: implication for Cu-Au mineralization. *Journal of Geology*, 115, 149-161.
- Wang, Q., Wyman D.A., Xu J., Dong Y., Vasconcelos P.M., Pearson N., Wan Y., Dong H., Li C., Yu Y., Zhu T., Feng X., Zhang Q., Zi F. and Chu Z., 2008.** Eocene melting of subducting continental crust and early uplifting of central Tibet: Evidence from central-western Qiangtang high-K calc-alkaline andesites, dacites and rhyolites. *Earth Planetary Science Letters*, 272, 158-171.
- Weinberg, R.F., Sial, A.N. and Pessoa, R.R., 2001.** Magma Flow within the Travers Pluton, Northeastern Brazil: Compositional and Thermal Convection. *Geol. Soc. Am. Bull.* 113, 508-520.
- Wiebe, R.A., 1991.** Commingling of Contrasted Magmas and Generation of Mafic Enclaves in Granitic Rocks. In: Didier J, Barbarin B., *Enclaves and Granite petrology. Dev Petrol* 13: 393-402.
- Wiebe, R.A., Smith, D., Sturm, M., King, E.M. and Seckler, M.S., 1997.** Enclaves in the Cadillac Mountain Granite (Coastal Maine) Samples of Hybrid Magma the Base of the Chamber. *J. Petrol.* 38, 393-423.
- Winther, K.T., 1996.** An Experimentally Based Model for the Origin of Tonalitic and Thronhjemitic Melts. *Chem Geol* 127: 43–59.
- Wolf, M.B. and Wyllie, P.J., 1993.** Amphibolite Dehydration-Melting: Sorting out the Solidus. In: Prichard HM, Alabaster T, Harris NBW, Neary CR (eds) *Magmatic processes and plate tectonics. Geol Soc Spec Publ* 76: 405–416.
- Wolf, M.B. and Wyllie, P.J., 1994.** Dehydration-Melting of Amphibolite at 10 kbar: the Effects of Temperature and Time. *Contrib Mineral Petrol* 115:369–383.
- Xu, J.F., Shinjo, R., Defant, M.J., Wang Q. and Rapp, R.P., 2002.** Origin of Mesozoic adakitic intrusive rocks in the Ningzhen area of east China: partial melting of delaminated lower continental crust? *Geology*, 12, 1111-1114.
- Xu W.L., Wang, Q.H., Wang, D.Y., Guo, J.H. and Pei, F.P., 2006.** Mesozoic adakitic rocks from the Xuzhou-Suzhou area, eastern China: evidence for partial melting of delaminated lower continental crust. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 454-464.
- Yalçınalp, B., 1995.** Doğu Pontidlerde Porfiri Cu-Mo Mineralleşmeleri İçeren Granitoidlerin Jeokimyasal Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, v. 38, pp 25-32.

- Yalçınlar, İ., 1952.** İspir-Pazar-Arhavi ve Yusufeli Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, MTA, Rap. No: 2022, Ankara.
- Yang, J.H., Fu, Y., Wu, F.Y., Wilde, S.A., Xie, L.W., Yang YH. and Liu, X.M., 2007.** Tracing Magma Mixing in Granite Genesis: in Situ U–Pb Dating and Hf-İsotope Analysis of Zircons. *Contrib Mineral Petrol.*, 153:177–190.
- Yeğingil, Z., Boztuğ, D., Er, M., Oddone, M. and Bigazzi, G., 2002.** Timing of Neotectonic Fracturing by Fission-Track Dating of Obsidian in-Filling Faults in the İkizdere-Rize Area, NE Black Sea Region, Turkey. *Terra Nova* 14, 3, 169-174.
- Yılmaz, B., Konak, İ., Yazıcı, O., Nejat., E., Saraloğlu, A. and Yılmaz, C., 1998.** Artvin İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Olanakları, MTA Gn., Müd., Jeoloji Etütleri Dairesi, Rap. No:9337 Ankara.
- Yılmaz, C., Carannante, G. and Kandemir, R., 2008.** The rif-related late Cretaceous drowing of the Gümüşhane carbonate platform (NE Turkey). *Boll. Soc. Geol. Ital. (Ital. J. Geosci.)*, 127, 37-50.
- Yılmaz, C. and Kandemir, R., 2006.** Sedimentary records of the extensional tectonic regime with temporal cessation: Gümüşhane Mesozoic Basin (NE-Turkey). *Geologica Carpathica* 57, 3-13.
- Yılmaz, C., Şen, C., and Özgür, S., 2001.** Timing of Earliest Andesitic Volcanic Activity in the Eastern Pontide Volcanic Arc. *Int Earth Sc Coll Aegean Region, Proceedings*, 47-55.
- Yılmaz, S., and Boztuğ, D., 1996.** Space and Time Relations of Three Plutonic Phases in the Eastern Pontides, Turkey. *International Geology Review* 38, 935–956.
- Yılmaz, Y., 1972.** Petrology and Structure of the Gümüşhane Granite and the Surrounding Rocks, N.E. Anatolia: Doktora Tezi, University College London, England, 284 p.
- Yılmaz, Y., Tüysüz O., Yiğitbaş E., Genç Ş.C. and Şengör, A.M.C., 1997.** Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, Am Assoc Petrol Geol Mem*, 68:183-226.
- Yüksel, S., 1976.** Şiran Batı Yöresi Mesozoyik Karbonat Kayaçları ve Eosen Flişinin Petrografik ve Sedimantolojik İncelemesi. Doç. Tezi, KTÜ, Trabzon
- Zhai, M., Fan, Q., Zhang, H., Sui, J. and Shao, J., 2007.** Lower crustal processes leading to Mesozoic lithospheric thinning beneath eastern North China:

underplating, replacement and delamination. *Lithos*, doi: 10.1016/j.lithos.2006.09.016.

Zankl, H., 1961. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, NE Anatolien, *Geol. Rdsch.*, 51, 218-239.

Zankl, H., 1962. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, Bayerische Akademie der Wissenschaften, *Abhandlungen*, Neue Folge, München, Heft, 109, 61-91.

Zhao, T.P., Zhai, M.G., Xia, B., Li, H.M., Zhang, Y.Y. and Wan, Y.S., 2004. Study on the Zircon SHRIMP Ages of the Xiong'er Group Volcanic Rocks: Constraint on the Starting Time of Covering Strata in the North China Craton. *Chinese Science Bulletin* 9, 2495-2502.

ÖZGEÇMİŞ

Cihangir ALYILDIZ 1985 yılında Rize’de doğdu. İlk, orta öğrenimini ise Rize’de tamamlayarak 2003 yılında Fındıklı Süper Lisesi’nden mezun oldu. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı. 2008 yılında Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2009 yılında askerlik görevini tamamladı. Kasım 2011’de Bayburt Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü’nde Jeoloji Mühendisi olarak göreve başlayan Cihangir ALYILDIZ, 2015 yılından itibaren Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başlamış olup, İngilizce bilmektedir.

