



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**EĞERLER GRANİTOYİDİ’NİN (AYDINTEPE-BAYBURT) PETROGRAFİK,
JEOKİMYASAL ve PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Vedat TURHAN

**ARALIK 2017
GÜMÜŞHANE**

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**EĞERLER GRANİTOYİDİ’NİN (AYDINTEPE-BAYBURT) PETROGRAFİK,
JEOKİMYASAL ve PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Vedat TURHAN

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 25.12.2017
Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 12.01.2018

ARALIK 2017

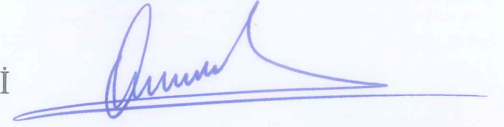
KABUL ve ONAY

Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR danışmanlığında Vedat TURHAN tarafından hazırlanan “EĞERLER GRANİTOYİDİ’NİN (AYDİNTEPE-BAYBURT) PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL ve PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy birliği ile kabuledilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Cem YÜCEL



Üye : Yrd. Doç. Dr. Özgür BİLİCİ



Üye (Danışman) : Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR



ONAY

Bu tez...24.01.2013...tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Ferkan SİPAHİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 114Y219

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "Eğerler Granitoyidi'nin (Aydıntepe-Bayburt) Petrgrafik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi" isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

25/12/2017

Vedat TURHAN

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EĞERLER GRANİTOYİDİ’NİN (AYDİNTEPE-BAYBURT) PETROGRAFİK,
JEOKİMYASAL ve PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Vedat TURHAN

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç.Dr. Emre AYDINÇAKIR

2017, 105 sayfa

Aydıntepe (Bayburt) yöresinde yer alan Eğerler Granitoyidi’nin ve çevre kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesini konu alan bu çalışmada Eğerler Granitoyidi’nin gelişimi ortaya konularak, kökeni belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanının tabanı, Erken Jura-Geç Kretase yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşı ve gri-beyaz renkli çörtlü kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu birim Geç Kretase yaşlı Taşlıyayla Volkanitleri tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Çalışmanın konusunu oluşturan Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi tarafından uyumsuz olarak kesmektedir. Bütün formasyonlar Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile uyumsuz olarak

örtülmektedir. Granitoyidi oluşturan kayaçlar iri-orta daneli olup, plajiyoklas, kuvars, ortoklas, amfibol, biyotit ve opak mineraller içermektedir.

Eğerler Granitoyidi elips şekilli olup, yaklaşık 35 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Granit, granodiyorit, kuvars-monzonit ve kuvarslı monzodiyorit bileşimli kayaçlardan oluşmuş olup, kuvarslı monzodiyorit ve kuvars-monzonit bileşiminde mafik mikrogranüler anklavlar (MMA) içerirler. Aynı zamanda granitoyidi oluşturan kayaçlar da magma karışımını işaret eden dengesizlik dokuları olan poiklitik doku ve zonlu dokular tespit edilmiştir. Mafik mikrogranüler anklavlar içerisinde plajiyoklas ve K-feldispat fenokristalleri görülmüştür.

Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlar genellikle I tipi, yüksek K'lu kalk-alkali karakterli olup, yüksek SiO₂ içeriklerine (51.12-72.22 %ağ.) sahiptirler. Granitoyidi oluşturan kayaç örnekleri metalümininden peralümine geçiş göstermekte olup, volkanik yay granitoyidleri özelliği göstermektedir. Ana ve iz element değişimleri, granitoyidin gelişiminde plajiyoklas, hornblend, apatit ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığını göstermektedir.

Eğerler Granitoyidi'nin petrolojik özellikleri göz önüne alındığında, granitoyidi oluşturan magmaların gelişiminde fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ve az oranda da asimilasyon ve kısmi ergimenin rol oynadığı görülmektedir. Jeokimyasal veriler, granitoyidin alt kıtasal kabuk kayaçlarının (amfibolitik) kısmi ergime sürecinin yanında litosferik manto bileşenlerinin de önemli rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Pontidler, Eosen Granitoyidi, I-tipi, Jeokimya, U-Pb zirkon yaşı.

ABSTRACT

MS THESIS

**PETROGRAPHICAL, GEOCHEMICAL and PETROLOGICAL INVESTIGATION
of THE EGERLER (AYDINTEPE-BAYBURT) GRANITOID**

Vedat TURHAN

Gumushane University
The Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Geological Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Emre AYDINÇAKIR

2017, 105 pages

In this study which focus on petrographic, geochemical and petrological characteristics of Egerler Granitoid and surrounding rocks in Aydıntepe (Bayburt) region, aims to reveal the origin of Egerler Granitoid by considering its petrogenetic process.

The basement of the study area is Early Jurassic-Late Cretaceous limestones which are represented by dolomite, dolomitic limestone and crystallised limestone and gray-white coloured cherty limestone. This unit is cut by Eocene aged Egerler Granitoid which is main topic of the study. Alluvium unconformably overlies the Early Jurassic-Late Cretaceous limestones Late Cretaceous volcanic rocks and Eocene aged Egerler Granitoid. The granitoid-bearing rocks are coarse-to-medium and contain plagioclase, quartz, orthoclase, hornblende and opaque minerals.

Egerler Granitoid is elliptical and covers an area about 35 km². It consists of granite, granodiorite, quartz monzodiorite, quartz-monzonite and granitic rocks and contains mafic microgranular enclaves (MMA) the quartz monzodiorite and quartz-monzonite in composition. Simultaneously, rocks forming granitoids also showed poikilitic texture, imbricate texture, plagioclase and K-feldspar phenocrysts in mafic microgranular enclaves. The rocks forming the Egerler Granitoid are generally I-S type, calc-alkaline with high K content and have high SiO₂ contents (51.12-72.22 wt%). The rock samples forming the granitoid indicate the transition from metal to perlite, showing the characteristic of volcanic arc granitoids. Main and trace element changes demonstrate that plagioclase, hornblende, apatite and Fe-Ti oxide fractionation play an significant role in the evolution of granitoid.

Considering the petrological characteristics of Egerler Granitoid, fractional crystallization, mixture of magma and assimilation and partial melting play a role in the development of granitoid. Geochemical data indicate that the lithospheric mantle components play an important role besides the partial melting of the granitoid subcontinental crustal rocks (amphibolitic).

Keywords: Eastern Pontides, Eosen Granitoid, I-type, Geochemistry, U-Pb zircon age.

TEŞEKKÜR

Aydıntepe (Bayburt) yöresinde yer alan Eğerler Granitoyidi'nin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesini konu alan bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış olup, TÜBİTAK Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Projeleri (Proje No: 114Y219) tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışmanın her aşamasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, başta tez hocam Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR'a ve çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım başta sayın hocalarım, Prof. Dr. Cüneyt ŞEN'e, Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ'a, Doç. Dr. Ferkan SİPAHİ'ye, Yrd. Doç. Dr. M. Ali GÜCER'e, Öğr. Gör. İbrahim AKPINAR'a ve değerli arkadaşlarım Jeoloji Yüksek Mühendisi Buket DÜNDAR, Z. Samet GÜLOĞLU ve Ramazan GÜNDÜZ'e Jeoloji Mühendisliği diplomamı almamda emeği geçen Gümüşhane Üniversitesi'nin değerli hocaları ve personeli ile Yüksek Lisans Eğitimi boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Polonya Wroclaw Üniversitesi'nin değerli hocaları ve personeli ile her daim maddi-manevi desteklerini esirgemeyen, adlarını yazmakla bitiremeyeceğim arkadaşlarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Yaşamımın her aşamasında benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Vedat TURHAN
GÜMÜŞHANE, 2017

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No.

ÖZET	IV
ABSTRCT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş ve Amaç	1
1.2. Coğrafi Bilgiler.....	2
1.2.1. Coğrafi Konum	2
1.2.2. Topoğrafya	2
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim	3
1.3 Bölgesel Jeolojisi.....	4
1.4. Önceki Çalışmalar	11
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	20
2.1. Amaç ve Yöntem	20
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	20
2.1.2. Labarotuar Çalışmaları	20
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	23
3. BULGULAR ve İRDELEME	24
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafisi.....	24
3.1.1. Berdiga Formasyonu	28
3.1.2. Taşlıyayla Volkanitleri	29
3.1.3. Eğerler Granitoyidi	30
3.1.4. Alüvyon	34
3.2. Eğerler Granitoyidi'nin Petrografisi	34
3.2.1. Petrografik İnceleme.....	37
3.2.2. Mineral Kimyası	46
3.3. Eğerler Granitoyidi'ne ait Jeotermobarometre Hesaplamaları.....	62
3.3.1. Jeotermometre Hesaplamaları	62

3.3.2. Jeobarometre Hesaplamaları	64
3.4. Eğerler Granitoyidi'nin Jeokimyasal Özellikleri.....	65
3.4.1. Giriş	65
3.4.2. Ana ve İz Elementler	66
3.4.3. Uyumsuz Elementler	72
3.4.4. Nadir Toprak Elementler	73
3.4.5. Tektonik Konum.....	75
4. TARTIŞMA.....	78
4.1. Eğerler Granitoyidi'nin Petrojenezi	78
4.1.1. Kısmi Ergime.....	78
4.1.2. Ayrımlaşma (Fraksiyonel Kristallenme)	79
4.1.3. Asimilasyon/Kontaminasyon.....	80
4.1.4. Magma Karışımı	82
4.1.5. Eğerler Granitoyidi'nin Kaynak Alanı	84
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	88
6. KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Çalışma alanının güneyinden Kemer Tepeye (KB) doğru bir bakış.....	2
Şekil 1.2.	Çalışma alanının yer bulduru haritası.	4
Şekil 1.3.	Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966).....	5
Şekil 1.4.	Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları	6
Şekil 1.5.	Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase-Paleosen ve Eosen Plütonlarının konumları ve bu Plütonlarda yapılmış izotop yaşları	10
Şekil 3.1.	İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti	25
Şekil 3.2.	Eğerler Tepe ve yakın civarının jeolojik haritası.....	26
Şekil 3.3.	Eğerler Tepe bölgesine ait enine jeolojik kesit.....	27
Şekil 3.4.	Günbuldu Köyü'nün kuzey doğusundan Halkumas Tepe'ye	28
Şekil 3.5.	Taşlıyayla Volkanitlerinin genel görünümü	29
Şekil 3.6.	Eğerler Granitoyidi'nin arazi görünümü	31
Şekil 3.7.	Eğerler Granitoyidi'ne ait 162 nolu granit örneğindeki zirkon mineralleri ve ölçülen U-Pb izotopik oranlarına göre konkordia diyagramları.	32
Şekil 3.8.	Eğerler Granitoyidi'ne ait çatlaklı yapılar	35
Şekil 3.9.	Eğerler Granitoyidi içerisindeki mafik mikrogranüler anklavlar a-b) ve Granitoyidi kesen aplit dayk c).....	35
Şekil 3.10.	Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçların parlatılmış el örnekleri a-b) Granodiyorit c) Kuvarslı-Monzodiyorit d) Granit e) Kuvars Monzonit f) MMA (Mafik Mikro Anklav)	36
Şekil 3.11.	Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976) ve Granitoyidi oluşturan kayaçların modal analiz sonuçları	38
Şekil 3.12.	Eğerler Granitoyidin de gözlenen granodiyorite ait; a) İri ve orta taneli plajiyoklaz ve zonlu plajiyoklas, b) Ortoklas içerisinde gözlenen poikilitik doku, c) İnce ve orta taneli ana kayaç ve MMA, d)Ortoklaz içerisinde gözlenen poikilitik doku ve zonlu plajiyoklas,	40
Şekil 3.13.	Eğerler Granitoyidin de gözlenen kuvarslı-monzodiyoritte ait; a) Orta ve iri taneli albit ve karlspat ikizleme gösteren plajiyoklas, b) Yarı özşekilli plajiyoklas içerisinde gözlenen serizitleşme, c) İnce orta taneli yazı ve	

poikilitik dokulu, d) Orta, iri taneli ve poikilitik dokulu özşekilsiz amfibol ve yarı özşekilli zonlu plajiyoklas.	42
Şekil 3.14. Eğerler Granitoyidin de gözlenen granite ait; a) İnce, orta taneli ve özşekilsiz amfibol ve biyotit, b) İri-orta taneli, yazı ve porfirik dokulu gösteren kuvars ve plajiyoklas. c) Orta, iri taneli ve plajiyoklas, kuvars ve amfibol, d) İri taneli serizitleşme gösteren plajiyoklas içerisinde gözlenen zirkon.....	44
Şekil 3.15. Eğerler Granitoyidin de gözlenen kuvars-monzonite ait; a) İnce ve orta taneli, poikilitik dokulu ve yarı özşekilli amfibolda gözlenen opaklar, b) İri ve ince taneli, yarı özşekilli plajiyoklas ve özşekilsiz kuvars, c) İnce ve orta taneli, özşekilsiz opak ve kuvars, d) İri ve ince taneli, özşekilsiz biyotit ve kuvars.	46
Şekil 3.16. Eğerler Granitoyidine ait kayaçlardaki ve içerisindeki MMA'lardaki plajiyoklasların (a) Ana kayaç, (b) Anklav Ab-An-Or Üçgen diyagramı.	47
Şekil.3.17. Eğerler Granitoyidine ait kayaçlardaki K-feldispat ve içerisindeki MMA'ların (a) Ana kayaç, b) Anklav Ab-An-Or Üçgen diyagramı.....	48
Şekil.3.18. Eğerler Granitoyidi ve MMA'lar içerisinde görülen biyotit minerallerinin a) biyotit sınıflama diyagramı. b) $10 \cdot \text{TiO}_2 - (\text{FeO}(\text{t}) + \text{MnO}) - \text{MgO}$ (%ağ.) üçlü sınıflama diyagramı.....	49
Şekil 3.19. Eğerler Granitoyidi içerisindeki hornblendlerin (a) Ana kayaç ve Anklav Leake ve diğ., (1997) sınıflama diyagramındaki yerleri.....	50
Şekil 3.20. Eğerler Granitoyidi (a) ana kayaç, b) anklav)'a ait ilmenit ve magnetit minerallerinin $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$ ayırtman diyagramları	51
Şekil 3.21. Eğerler Granitoyidi'nin içerdği plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı;	62
Şekil 3.22. Eğerler Granitoyidi'ne ait 1 atm (Watson, 1979; kesiksiz mavi çizgi) ve 7.5 kbar (Watson ve Green, 1982; kesikli siyah çizgi) basınçlarda çizilen sıcaklık değerlerini gösterir SiO_2 (%) karşı P_2O_5 (%) diyagramları.....	63
Şekil 3.23. İncelenen Eğerler Granitoyidik kayaçları ve bunların içindeki MMA'ların, a) SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramındaki (Le Maitre vd., 1989), b) P-Q diyagramındaki konumları (Debon ve Le Fort, 1983)..	67
Şekil 3.24. Örneklerin, a) $\text{K}_2\text{O-SiO}_2$ diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976), b) Molar A/CNK-A/NK alümina sınıflama diyagramı ve c) Ce/Yb-Ta/Yb (Pearce, 1982) diyagramındaki konumları (Shand, 1943).....	67
Şekil 3.25. Eğerler Granitoyi'ne ait kayaç örneklerinin SiO_2 'ye karşı ana element değişim (Harker) diyagramları.	71
Şekil 3.26. Eğerler Granitoyi'ne ait kayaç örneklerinin SiO_2 'ye karşı iz element değişim (Harker) diyagramları.	72

Şekil 3.27. Eğerler Granitoyi'ne ait kayaçların İlkse mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element değışim diyagramları.	73
Şekil 3.28. Eğerler Granitoyi'ne ait kayaçların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element değışim diyagramları.	74
Şekil 3.29. a) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 'ya karşı $\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ce}+\text{Y}$ ve b) FeO^*/MgO 'ya karşı $\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ce}+\text{Y}$ değışim diyagramları (Whalen et. al.-1987), c) $\text{Y}-\text{Nb}$, d) $\text{Yb}-\text{Ta}$ (Pearce ve diğ., 1984) diyagramlarındaki konumları.	75
Şekil 3.30. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin (a) $\text{Rb}/10-\text{Hf}-\text{Ta}^*3$ ve (b) $\text{Rb}/30-\text{Hf}-\text{Ta}^*3$ tektonik ortam ayırtman diyagramındaki (Haris ve diğ., 1986) konumları.	76
Şekil 3.31. Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin $\text{R1}-\text{R2}$ diyagramına göre sınıflandırılması (Bathcelor ve Bowden, 1985). $\text{R1}=4\text{Si}-11(\text{Na}+\text{K})-2(\text{Fe}+\text{Ti})$; $\text{R2}=6\text{Ca}+2\text{Mg}+\text{Al}$	77
Şekil 3.32. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin (a) Sr/Y 'a karşı Y (Brown et al, 1984), ve (b) La/Yb 'a karşı Th/Yb Diyagramı (Condie, 1989),.....	77
Şekil 4.1. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların (a) Ce/Y 'a karşı Zr/Nb (Deniel, 1998) ve (b) Rb/Ba 'a karşı Rb/Sr (Kerrick ve Wyman, 1996) değışim diyagramları	79
Şekil 4.2. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların: (a) Ba (ppm)'a karşı Sr (ppm) ve (b) Ba/Sr 'a karşı Sr (ppm) değışim diyagramları.....	80
Şekil 4.3. Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin a) Ta/Yb 'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce vd., 1990), b) Y/Nb 'a karşı SiO_2 diyagramı	81
Şekil 4.4. Eğerler Granitoyidi'nde gözlenen magma karışımını gösteren dokusal özellikler. a) Zonlu plajiyoklas, b) Poikilitik doku, c) İri amfibol içinde küçük Pl ve opak mineral d) İri ortoklas kristalli içerisinde küçük plajiyoklas ve opak kristallerinin bulunması	83
Şekil 4.5. Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin a) $\text{Rb}/\text{Sr}-\text{MgO}$, b) $\text{Sr}/\text{Zr}-\text{Ti}/\text{Zr}$ ve c) $\text{Rb}/\text{Sr}-\text{Rb}$ diyagramındaki konumları	83
Şekil 4.6. İncelenen Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi'nin bazı ana oksit ve molar oranlarına göre kökensel ayırım diyagramları....	85
Şekil 4.7. Eğerler örneklerinin, Nb/La 'a karşı La/Yb Okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait değerler Schmidberger ve Hegner (1999), MORB ve OAB değerleri Harms ve diğ. (1997).....	86
Şekil 4.8. Eğerler örneklerinin $\text{Nb}-\text{Y}-\text{Ga}^*3$ diyagramındaki konumları.	87

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi'ne ait SHIRMP U-Pb zirkon analiz sonuçları.....	33
Tablo 3.2. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçların modal analizleri	37
Tablo 3.3. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki plajiyoklas minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.	52
Tablo 3.4. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki alkali feldispat minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.	57
Tablo 3.5. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki biyotit minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.	59
Tablo 3.6. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki amfibol minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.	60
Tablo 3.7. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçlar ile kayaçların içerisinde bulunan MMA'lara ait jeotermometre sonuçları.	64
Tablo 3.8. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçların jeobarometre sonuçları.....	65
Tablo 3.9. Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin ana oksit (% ağ.), iz ve nadir toprak element (ppm) analizleri.	69
Tablo 3.10. Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin ana oksit (% ağ.), iz ve nadir toprak element (ppm) analizleri.	70

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ab	: Albit
A/CNK	: Molar olarak $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$
A.K	: Ateşte kayıp = Toplam uçucu içeriği
AKK	: Aktif kıtasal kenar
AMP	: Amfibolitler
ANTE	: Ağır nadir toprak elementler
An	: Anortit
Ap	: Apatit
Bt	: Biyotit
C	: Korundum
Cm	: Santimetre
Cpx	: Klinopiroksen
ÇG	: Çarpışma granitoidleri
Çn	: Çift nikol
Di	: Diyopsit
Hbl	: Hornblend
YÇAE	: Yüksek çekim alanlı elementler
Hy	: Hipersten
HNTE	: Hafif nadir toprak elementleri
ICP	: Inductively coupled plasma
İl	: İlmenit
İM	: İlksel manto
km	: Kilometre
BİÇE	: Büyük iyon yarı çaplı elementler
MA	: Meta-andezitler
MB	: Meta-bazaltlar
Mg#	: Mağnezyum numarası $[100*(MgO/MgO+\Sigma Fe_2O_3)]$
Mg	: Magnetit
MGW	: Metagrovaklar
MMA	: Mafik mikrogranüler anklav
OOSB	: Okyanus ortası sırtı bazaltı
MP	: Metapelitler
MS	: Mass Spectrometry
Ms	: Muskovit
My	: Milyon yıl
N	: Örnek sayısı
NTE	: Nadir toprak elementler
OAB	: Okyanus adası bazaltı
OAY	: Okyanusal ada yayları
Opq	: Opak mineral
OOSG	: Okyanus ortası sırtı granitleri
Ort	: Ortoklas
OÜKK	: Ortalama üst kıtasal kabuk
PİVZ	: Plaka içi volkanik zonlar
POG	: Plaka ortası granitleri
Pl	: Plajiyoklas
ppm	: Milyonda bir

R ₁	: 4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)
R ₂	: 6Ca+2Mg+Al
Syn-ÇG	: Çarpışmayla eş yaşı granitler
Qz	: Kuvars
VYG	: Volkanik yay granitleri
LİG	: Levha içi granitler

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş ve Amaç

Çalışma alanı Türkiye'nin Kuzeydoğusu'nda, Alp-Himalaya Dağ kuşağı üzerinde olan Doğu Karadeniz Dağları'nın güney kesiminde yer almaktadır.

Komposit Kaçkar Batoliti Doğu Pontid'lerde yüzeyleyen onlarca Plütondan oluşmakta olup, 1970'lerin başından bugüne birçok yer bilimcinin ilgisini çekerek modern anlamda bölgedeki ilk petrografik-petrolojik ve radyojenetik izotop çalışmalarının yapıldığı kütlelerden birisi olmuştur (örneğin, Coğulu 1970; Delaloye vd., 1972; Taner 1976; Yılmaz 1976). Ancak Doğu Pontid'lerdeki granitoyidik kütleler son on beş yıldır birçok araştırmacı tarafından modern analitik teknikler kullanılarak petrolojik açıdan detaylıca çalışılmış olmasına rağmen (Kaslı vd., 2004, 2007, 2010, 2011, 2012a, 2012b; Topuz vd., 2005, 2011; Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ vd., 2006, 2007; Kaygusuz vd., 2008, 2011, 2016; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Kaygusuz ve Şen, 2011; Ustaömer vd., 2012), Kaçkar Batoliti büyüklüğüne ve bölgenin jeotektonik gelişimindeki bir çok kayıtlı barındırmasındaki önemine karşın yeterli ilgiyi görmemiş olup, batoliti oluşturan farklı tektonik ortamlarda oluşmuş kayaçların kökensel özellikleri (kayaçları oluşturan magma karışımları, asimilasyon, fraksiyonel kristallenme özellikleri vb) tam olarak ortaya koyulmamıştır. Dolayısıyla Kaçkar Batoliti hakkındaki güncel petrolojik-petrografik veriler oldukça eksiktir. Sonuç olarak, bölgedeki birçok plüton bir birini farklı zamanlarda kesen birçok fazda oluşmuş komposit kütlelerdir.

Söz konusu nedenlerden dolayı, Kaçkar Batoliti'nin güney kısmında yer alan plütonik kütleyle bu çalışma ile "Eğerler Granitoyidi" adı verilmiştir. Bu çalışma ile Eğerler Granitoyidi'nin (Aydıntepe-Bayburt), petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafi Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli Trabzon H44-a1, H44-a2, G44-d3 ve G44-d4 paftalarında, Bayburt ili Aydıntepe ilçesinin kuzeyinde, Günbuldu ve Cumali Köyü yerleşkesi ile Halkumas ve Şur Yaylaları çevresinde, yaklaşık 70 km²'lik bir alandan oluşmaktadır (Şekil 3.2.). Arazideki en büyük yerleşim yerleri köylerdir. Başlıca mezralar Dumlu, Kavlatan ve Şur Yaylası'ndan oluşur.

1.2.2. Topoğrafya

İnceleme alanında topoğrafya oldukça sert olup, güneye doğru gidildikçe yükselti artmaktadır. Vadi tabanından hızla yükselen yamaçlar araziye oldukça sarp bir görünüm vermektedir. En önemli yükseltileri: Kemerlik Tepe (2775 m), Kurutlar Tepe (2747 m), Kemer Tepe (2746 m) (Şekil 1.1.), Göler Tepe (2731 m), Ziyaret Tepe (2629 m)'dir. İnceleme alanının en önemli akarsuyu Günbuldu ve Kavlatan Dereleridir. Ayrıca çalışma alanında çok sayıda kaynak suyu çıkmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının güneyinden Kemer Tepeye (KB) doğru bir bakış.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

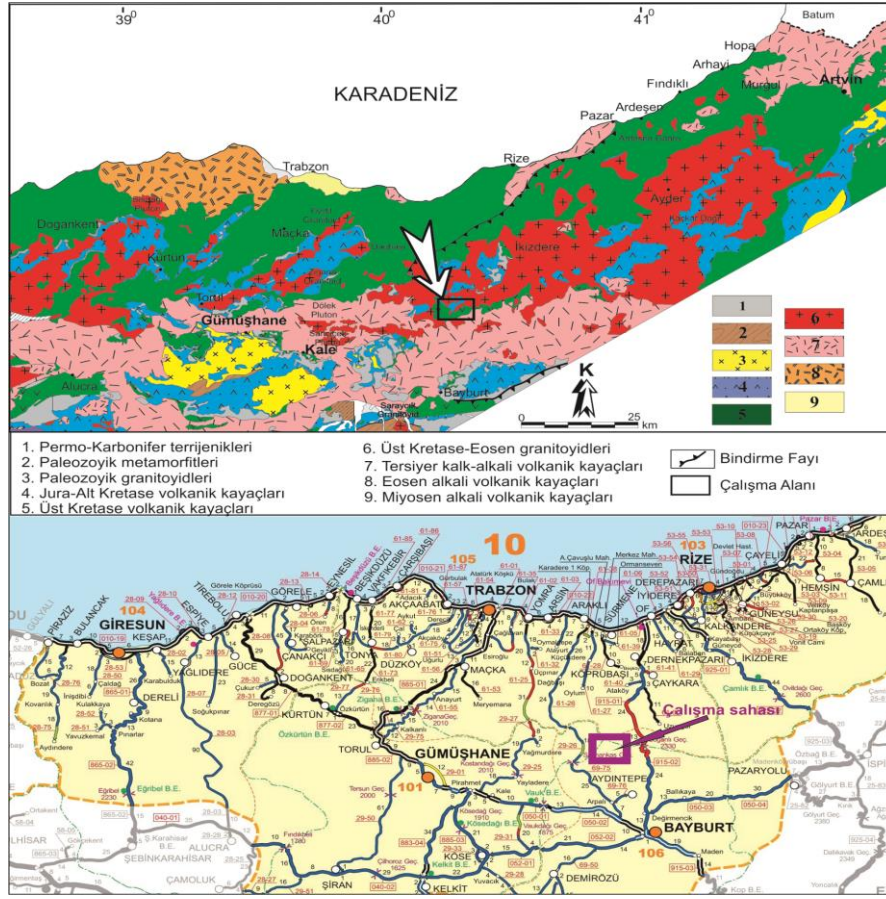
Aydıntepe (Bayburt) güneyinde, Günbuldu çevresinde, karasal bir iklim hüküm sürmektedir. İlkbahar ve sonbahar mevsiminde yağmur, kış mevsiminde ise yağışlar kar şeklinde görülmektedir.

İnceleme alanı çorak ve sarp kayalık olup, bitki örtüsü yükseltinin fazla olmadığı kesimlerde çayırliklar şeklinde gözlenmektedir. Ağaç türü olarak kızılağaç, kayın, kavak ve meşe bulunmaktadır.

Yöre halkının geçim kaynağı esas olarak hayvancılıktır. Bunun yanı sıra mısır, patates, fasulye gibi sebzelerden de gelir elde edilmektedir.

1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanına Trabzon ve Bayburt illerinden ulaşım sağlanmakta olup en yakın ulaşım imkânı Bayburt merkezden Aydıntepe-Araklı yolu (30km) kullanılarak bölgeye dar bir asfalt yol ile sağlanmaktadır. Ayrıca Trabzon merkezden, Trabzon-Rize devlet karayolundan Araklı-Aydıntepe ve Of-Çaykara-Bayburt arasındaki asfalt yoldan ulaşım sağlanmaktadır (Şekil 1. 2). Köylere ise ulaşım stabilize ve patika yollarla gidilmektedir. İnceleme alanında en büyük yerleşim yerleri köy merkezleri ve mezralardan oluşmaktadır.



Şekil 1.2. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Güven 1993'ten değiştirilerek alınmıştır.)

1.3 Bölgesel Jeolojisi

Çalışma alanını da içine alan Doğu Karadeniz Dağlarına tektonik bir birim olarak “Pontid” ismi ilk kez Hamilton (1842) tarafından verilmiştir. Ketin (1966) tektonik üniteleri Türkiye’nin orojenik gelişimi esasına dayanarak kuzeyden güneye Doğu Pontidler (Karadeniz Dağları), Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları Kuşağı olarak dört ana tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 1.3.)

Bu tektonik birlikleri Ketin ve Canitez (1972) yeniden düzenleyerek, Karadeniz Dağlarını (Pontidler) ‘Doğu Karadeniz-Doğu Pontid’ ve ‘Batı Karadeniz-Batı Pontid’ olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Doğu Karadeniz Bölümü’nde Geç Kretase yaşlı kayalar, kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdikleri için güney (iç) ve kuzey (dış) bölümlere ayrılmıştır (Akın, 1978; Gedikoğlu vd., 1979; Özsayar ve diğ., 1981). Bektaş (1986), Doğu Karadeniz magmatik yayını farklı magmatik, tektonik ve sedimantolojik

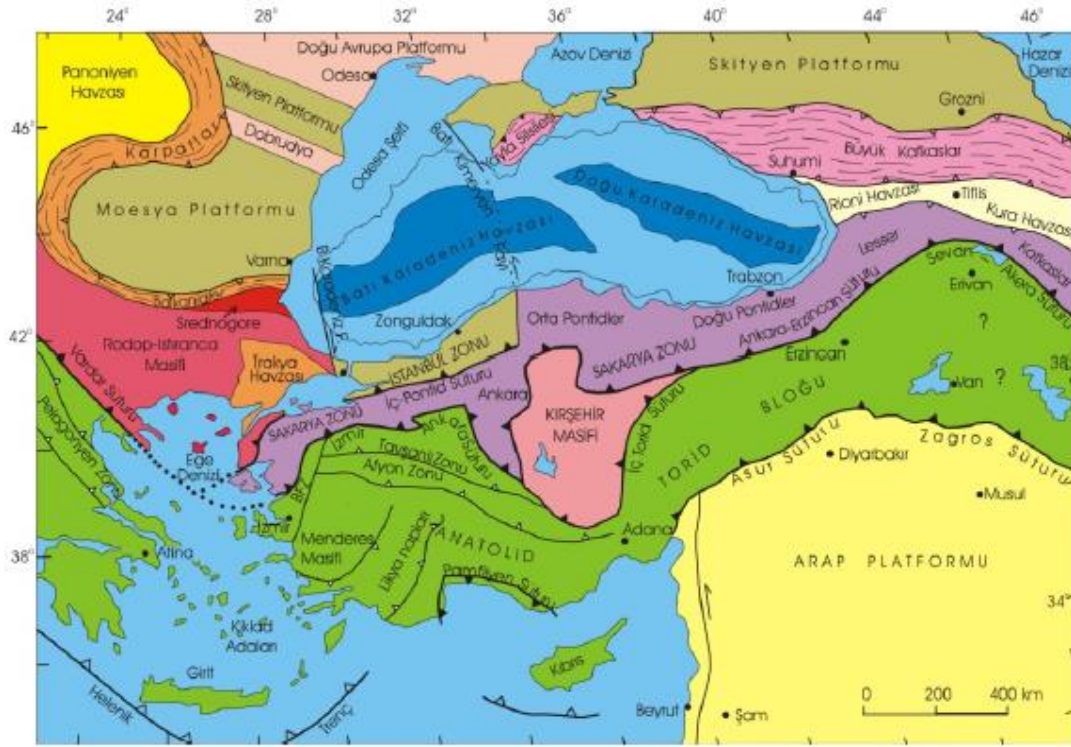
evrim aşamalarına göre kuzeyden güneye doğru, kuzey zon, güney zon ve eksen zon olmak üzere üç alt birliğe ayırmıştır.



Şekil 1.3. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966).

Okay ve Tüysüz (1999) Türkiye ve yakın çevresini oluşturan tektonik birlikleri yeniden gözden geçirerek, önceki çalışmalarda Pontid'ler olarak adlandırılan tektonik üniteyi genişleterek "Sakarya Zonu" olarak adlandırmış ve çalışma alanının da bulunduğu Sakarya Zonu'nun doğusuna ise Doğu Pontid'ler demiştir (Şekil 1.4.).

Alp-Himalaya kuşağındaki Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın en yaşlı kayaçları Güney Zon'da yüzeyleme veren Pulur, Ağvanis ve Tokat metamorfik masifleri, Kurtoğlu (Gümüşhane), Karadağ (Yusufeli), Kopuzsuyu (Bayburt) metamorfikleri ile Gümüşhane ve Köse Granitoyidleri ile temsil edilmektedir. Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda küçük mostralalar halinde Tonya güneyinde Derinoba ve Kayadibi granitleri (Kaygusuz vd., 2012a, b, 2013), Özdil yöresinde Özdil Granitoyidi (Kaygusuz vd., 2016) ve Maçka yöresinde Soğuksu ve Seslikaya granitleri (Kaygusuz vd., 2016) ile Dereli (Giresun) ve Çaykara (Trabzon) yörelerinde yüzeyleme veren metamorfik kayaçlarında bölgenin taban kayaçlarını temsil ettiği görüşü yaygındır (Schultze-Westrum, 1961; Zankl, 1962; Boynukalın, 1990).



Şekil 1. 4. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları (Okay ve Tüysüz 1999)

Pulur masifi Bayburt ili Demirözü ilçesi ile Gümüşhane ili Köse ilçesi arasında KD-GB uzanımlı dar bir şerit halinde yüzeyleme vermekte olup iki farklı metamorfizma koşulu ve yaşı sunmaktadır (Topuz ve Altherr, 2004; Topuz vd., 2004a, 2004b ve 2007). Pulur masifinin yaklaşık 300 km batısında yüzeyleme veren Ağvanis masifi içerisindeki kayaların metamorfizma yaşı Permien olup, başlıca düşük derecede metamorfizma koşullarına maruz kalmış olan metabazik, metadasit, fillit ve mermerlerden oluşmaktadır (Okay, 1984; Altunkaynak, 2000). Doğu Pontidlerin güneybatısında yüzeylenen Tokat metamorfik masifi bölgede en geniş yayılıma sahip metamorfik küttedir. Masif (Alp, 1972; Özcan vd., 1980; Rojay, 1993; Tüysüz 1996; Yılmaz vd., 1997; Eyüboğlu 2006), genellikle düşük derecede metamorfizma koşullarına maruz kalmış olan şist, fillat, metabazit, kuvarsit ve mermerler ile temsil edilmektedir.

Bölgede daha küçük ölçekli yüzeylemeler sunan Gümüşhane yöresinde Kurtoğlu (Topuz vd., 2007, 2010), Yusufeli yöresinde Karadağ (Dokuz, 2000; Dokuz ve Tanyolu, 2006; Ustaömer ve Robertson, 2010) ve Bayburt yöresinde Kopuzsuyu metamorfik kayaları bulunmaktadır. Bölgenin en yaşlı kayalarını oluşturan ve metamorfizma yaşları Paleozoyik'ten Permien'e kadar uzanan metamorfik kayalar, Geç Karbonifer yaşlı, metamorfizma izleri taşımayan Gümüşhane ve Köse Plütonları tarafından kesilir. Merkez

kesimlerinde iri ortoklas kristallerinin bolluğu ve pembemsi rengi ile karakteristik olan bu alkali küteller, kenar kesimlerine doğru incelen tane boyutları ile kuvarslı diyoritlere hatta dasitlere kadar ulaşan geniş bir kayaç yelpazesi sunarlar. Coğulu (1975) tarafından yapılan radyometrik yaş tayini çalışmalarında Gümüşhane Granitoyidi'nden 338, 304, 298 milyon yıl, Köse Granitoyidi'nde ise 315 milyon yıl gibi yaşlar elde edilmiştir. Topuz vd. (2010), zirkon mineralleri üzerinde yaptıkları U-Pb yaşlandırma çalışmalarında kütlenin merkez kesimlerinden aldıkları örneklerde, Gümüşhane Granitoyidi için Geç Karbonifer (324 ± 6 ile 320 ± 4 milyon yıl) yaşını elde etmişlerdir. Köse Granitoyidi'ndeki biyotit mineralleri üzerinde yapılan Ar/Ar yaşlandırma analizlerinde de Topuz vd. (2010) tarafından verilen yaş aralığına benzer bir yaş aralığı (Geç Karbonifer; 306.7 ± 4.1 ile 322.2 ± 4.3 My) Dokuz (2011) tarafından da elde edilmiştir. Kaygusuz vd. (2012) tarafından yapılan U-Pb yaşlandırma çalışmalarında Derinoba Granitoyidi'nden 311.2 ± 2.0 ve 317.2 ± 3.5 My, Kayadibi Granitoyidi'nden ise 303.8 ± 1.5 My yaşı saptanmıştır. Yine Kaygusuz vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada Özdil Plütunu 323.1 ± 1.5 ve 340.7 ± 1.8 , Soğuksu Plütunu 348.4 ± 1.6 My, Seslikaya Plütunu 335.4 ± 1.4 My, Kızılağaç Plütunu 337.24 ± 0.69 My, Şahmetlik Plütunu 334.5 ± 1.4 My (Şekil 1.5) olarak yaşlandırılmıştır. Karslı vd. (2016) tarafından yapılan Gümüşhane Batoliti içerisine yerleşen Çamlık ve Casurluk plutonlarından U-Pb yaşlandırması ile 299.02 ± 0.52 My ile 304.02 ± 1.29 My arasında yaş elde edilmiştir. Ayrıca, Dokuz vd. (2017a), Demirözü (Bayburt) ilçesinin küzeyindeki asidik volkanik kayaçların (Cebre Riyoliti) püskürme yaşının 332.8 My olarak tespit etmişlerdir.

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda Triyas dönemini temsil eden kayaçların varlığı halen tartışmalıdır. Bayburt Demirözü yöresinde metamorfik kayaçlar üzerine gelen Karakaya Formasyonu (Ağar, 1977; Yılmaz vd. 1997; Topuz vd., 2004) ile Amasya yöresinde Tokat masifini oluşturan metamorfik kayaçlar üzerine gelen Karasenir Formasyonu'nun (Alp, 1972) Ancak Eyüboğlu vd., (2010, 2011a, b), Pulur ve Tokat metamorfik masiflerini kesen ultramafik ve mafik intrüzyonların Geç Triyas yaşlı (191 ± 5 ile 212 ± 4 My) yaklaşan plaka kenarlarında gelişen, yüksek alüminyumca zengin, yitim ilişkili magmaların ürünleri olan Alaskan-tip intrüzyonlar olduklarını belirtmiş.

Genellikle volkanik kayaçlar ile temsil edilen Jura yaşlı sedimanter oluşuklara Kuşağın Kuzey Zonu'nda seyrek rastlanılmaktadır (Boynukalın, 1990; Eyüboğlu vd., 2006; Şen, 2007). Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın Güney Zonu'nda Kuzey Zonu'ndan farklı olarak Erken-Orta Jura dönemi sedimanter ağırlıklı bir istif ile temsil edilir (Saydam

Eker vd., 2012) ve daha geniş alanlarda yüzeyleme verir. Bununla birlikte son çalışmalar (Dokuz vd., 2010; Ustaömer vd., 2013; Dokuz vd., 2017b; Karslı vd., 2017) Jura magmatizmasının Erken Jura ve Geç Jura olmak üzere iki evrede geliştiğini göstermektedir. Dokuz vd. (2010, 2017b), Erken Jura magmatizmasının yay-ıçi/yay-gerisi gibi yitim-ilişkili ortamlarda gerçekleştiğini, buna karşılık Geç Jura magmatizmasının ise çarpışma-sonrası slab breakoff (okyanusal dilim kopması) mekanizması ile ilişkili olduğunu ileri sürmektedirler.

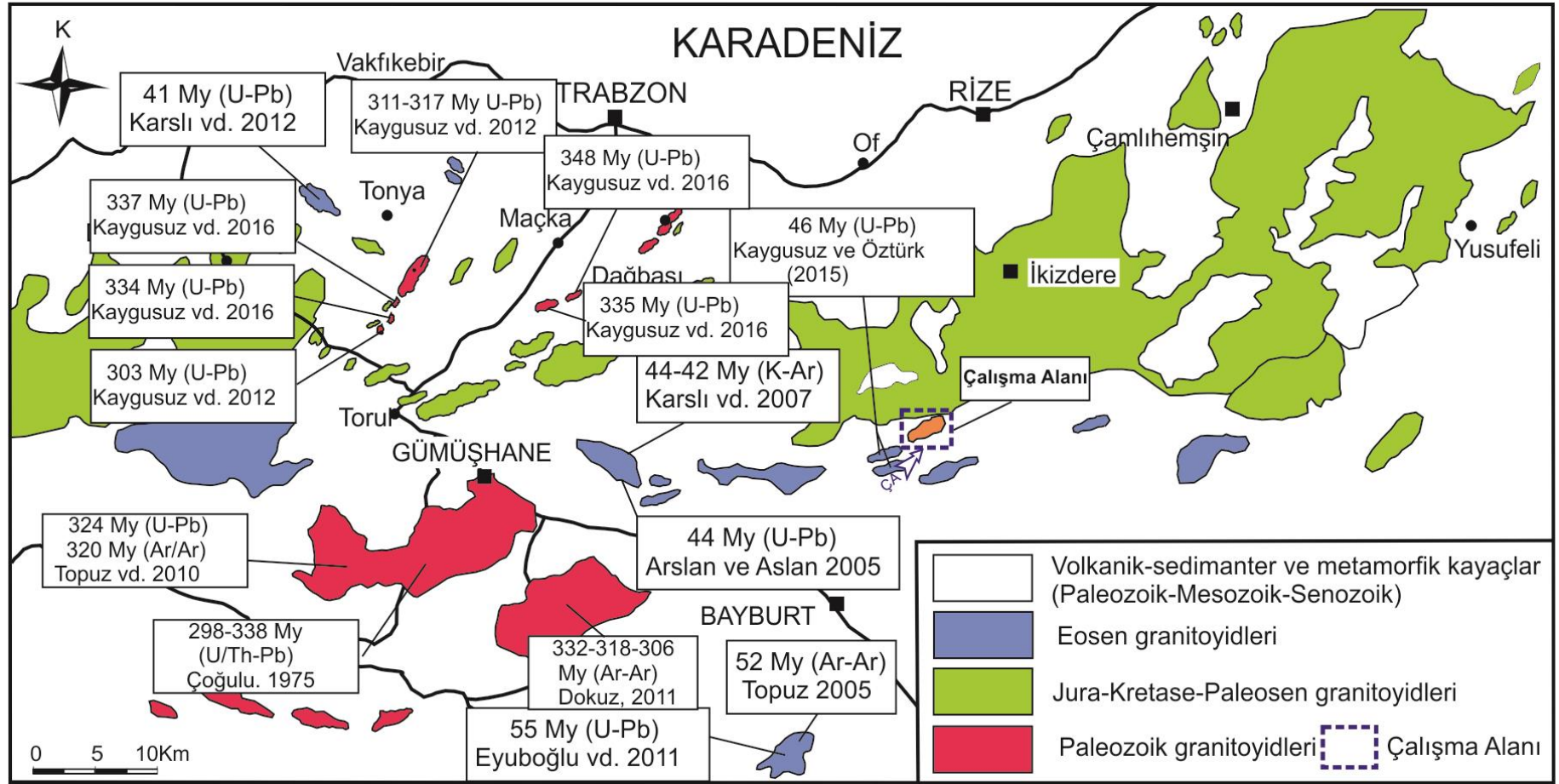
Plütonik kayalar Permo Karbonifer'den Eosen sonuna kadar geniş bir yaş aralığına sahiptirler ve başlıca gabrodan granite kadar değişen türdeki bazik ve asidik bileşimli kayalardan oluşurlar. Bu granitik Plütonlar Paleozoyik, Mezozoik ve Senzoik olmak üzere başlıca üç zaman periyodunda sokulum yapmışlardır. Plütonik kayalar büyük Plütonik kütleler halinde Gümüşhane bölgesinde ve Gümüşhane-Köse arasında (Tokel, 1972; Coğulu, 1975; Yılmaz, 1976; Özdoğan, 1992; Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011), küçük mostralara halinde Giresun güneyinde (Schultze-Wetsrum, 1961), Tonya güneyinde (Kaygusuz vd., 2016), Özdil yöresinde (Kaygusuz vd., 2016) ve Maçka yöresinde (Kaygusuz vd., 2016) gözlenirler. Jura-Kretase-Paleosen Plütonları yitimle ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik kayalarla dokanak ilişkisindedir (Jica, 1985; Gedik vd., 1992; Köprübaşı, 1993; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Güngör vd., 1997; Köprübaşı vd., 2000; Kaygusuz, 2000; Boztuğ vd., 2002; Şahin vd., 2004; Kaygusuz vd., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Karlı vd., 2010; Kaygusuz ve Şen, 2011; Karlı vd., 2011; Sipahi vd., 2017). Daha az sayıdaki Eosen ve sonrası granitler ise dar alanlarda tüm serileri kesmiş olarak görülürler (Gedik vd., 1992; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Aslan vd., 1999; Boztuğ vd., 2002; Topuz vd., 2002; Karlı vd., 2007; Karlı vd., 2011).

Bölgede Geç Jura-Erken Kretase dönemi boyunca tektono-magmatik açıdan duraylılık dönemine karşılık gelmekte olup, tüm bölgede karbonat çökelişi egemendir. Pelin (1977) tarafından ilk kez Berdiga Formasyonu olarak isimlendirilmiş olan birim, Kuzey Zon'da genellikle masif tabakalı, gri-bej renkli, fosil içerikli, yanal devamlılığı takip edilemeyen kireçtaşı-marn ile temsil edilir (Taslı, 1984). Kuzey Zon'da ise birim genel olarak gri-bej renkli, kalın, yer yer masif görünümlü, zengin bentik foraminifer fosilleri içeren, taban seviyeleri yer yer dolomitlerden üst seviyeleri ise çört yumru ve bantlı kireçtaşlarından oluşan, sık denizel bir istif özelliği sunar (Taslı, 1990; Kırmacı, 1992; Yılmaz, 2002).

Geç Kretase dönemi, bölgede kuzeyden güneye doğru önemli bazı litolojik farklılıklar göstermektedir. Kuzey Zon'da volkanik kayalar ve granitoidik intrüzyonlar baskın litolojiyi oluşturmaktadır (Bektaş, 1984; Jica, 1986; Gedik vd., 1992; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Okay ve Şahintürk, 1997; Güngör vd., 1997; Köprübaşı vd., 2000; Kaygusuz, 2000; Boztuğ vd., 2004, 2006; Şahin vd., 2004; Karlı vd., 2004, 2010; Sipahi, 2005, 2011; Kaygusuz vd., 2008, 2009, 2010, 2011a, 2012a, b, 2013, 2014; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Kaygusuz ve Şen, 2011, Sipahi ve Sadıklar, 2014; Sipahi vd., 2014; Aydınçakır ve Şen, 2013, Aydınçakır, 2016, 2017; Yücel, 2017; Sipahi vd., 2017). Baskın litolojiyi oluşturan bu magmatizmanın durakladığı dönemlerde ise tortul ara seviyelerin çökelişi söz konusudur. Güneye Zon'a doğru inildikçe magmatizmanın etkisi azalmakta ve istif yerini sedimanter kayaç ağırlıklı bir istif bırakmaktadır. Daha güneyde ise (Bayburt-Amasya hattı) yine magmatizma yaygın olarak gözlenmektedir (Altherr vd., 2008; Topuz vd., 2010; Eyüboğlu, 2010; Gülmez ve Genç, 2015; Gülmez vd., 2016).

Senozoyik döneminde ise Doğu Pontid güney kesiminde sedimanter, kuzey kesiminde ise magmatik ağırlıklı bir istif ile temsil edilmektedir. Güneyde Senozoyik magmatizması Kop Dağları ve Erzincan hattı üzerinde Geç Paleosende başlamış ve kuzeye doğru ilerleyerek Erken Eosen döneminde Gümüşhane-İspir hattı boyunca asidik magmatizma ve volkanosedimanter istif özelliğindeki ürünleri oluşturmuştur (Tokel, 1977; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Topuz vd., 2005; Arslan ve Aslan, 2006; Temizel ve Arslan, 2009; Aslan, 2010; Karlı vd., 2007, 2010, 2011; Kaygusuz vd., 2011a; Topuz vd., 2011; Eyüboğlu vd., 2011; 2013; Çakmak, 2013; Çakmak ve Kaygusuz, 2014; Öztürk, 2014; Kaygusuz ve Öztürk, 2015). Doğu Pontid'lerin Kuzey Zon'unda Senozoyik döneminde magmatizma Güney Zon'dakine göre daha şiddetlidir ve bu dönemde kalk-alkalin granitoidik ve bazik volkanik kayaların oluşumu söz konusudur (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Şen vd., 1998; Arslan vd., 2000; Boztuğ vd., 2004; Karlı vd., 2011; Temizel vd., 2012; Arslan vd., 2013; Aydınçakır ve Şen, 2013; Aydınçakır, 2014; Aydınçakır, 2016; Eyüboğlu vd., 2016; Temizel vd., 2016; Yücel vd., 2017;).

Doğu Pontid sahil kesiminde ise Miyosen yaşlı alkalin volkanizma bölgedeki magmatik faaliyetlerin son ürünlerini oluşturur (Aydın, 2003; Aydın vd., 2008; Yücel, 2013; Yücel vd., 2014a, b ve 2017). Güneyde Neojen tortulları jipsli, tuzlu sığ deniz, lagün ve göl sel fasiyesler olarak gözlenmiştir (Yalçınlar, 1952; Özsayar, 1971, Erentöz, 1974; Ketin, 1983). Kuvaterner yaşlı kayalar ise traverten ve alüvyonlardan oluşmaktadır.



Şekil 1. 5. Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase-Paleosen ve Eosen Granitoidlerin konumları ve bu Granitoidler de yapılmış izotop yaşları (Kaygusuz vd., 2016'dan değiştirilerek).

1.4. Önceki Çalışmalar

Kargı (1987), “Araklı- Bahçecik Plütonunun Petrografik ve Jenetik İncelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde, Bahçecik Plütonu’nun monzonit ve granit bileşiminde olduğunu ifade etmiştir. Plütonun Malm-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları ve Liyas yaşlı volkanik kayalar kestiğini belirtmiştir.

Şen (1988), “Dağbaşı (Trabzon) Bölgesinde Yüzeyleyen Alt Bazik (Jura)-Granitoyid (Üst Kretase) Formasyonlarının Petrografik-Jeokimyasal Özellikleri” isimli yüksek lisans çalışmasında, Dağbaşı Granitoidinin granodiyorit ve kuvarslı diyorit bileşiminde olduğunu, granitoidin henüz olgunlaşmakta olan bir ada yayının ürünü olduğunu, inceleme alanındaki Jura volkanitlerinin yitim kökenli toleyitik-kalk alkali kökenli olduklarını belirtmiştir.

Yılmaz-Şahin vd., (2004), “Doğu Pontid magmatik yayında Kompozit Kaçkar Batolit granitoidlerinin karşılaştırmalı petrojenetik incelenmesi-Kuzey Türkiye” isimli çalışmasında Dereli-Şebinkarahisar (Giresun), Araklı kuzeyi (Trabzon) ve Kaçkar Dağı çevresi (Rize) de bulunan granitik kütleleri karşılaştırmışlardır. Bu Plütonların orta-yüksek k’lu kalk-alkali, nadiren toleyitik ve metalümin I tipi özelliğinde olduğunu vurgulamışlardır. Tamdere, Gökçebel ve Şebinkarahisar Plütonları (80-60 My) ile Boğalı Plütonu’nun (75.7 ± 1.55 - 61.4 ± 1.47 My) incelenen bölgelerdeki Kretase yaşlı kütleler olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca yapılan bu çalışma ışığında üç farklı bölgede bulunan bu granitoidlerin Geç Kretasedeki Avrasya levhasının altında bulunan neo-Tetis okyanusal kabuğunun kuzey kolunun kuzeye dalması sonucunda ve Paleosen'deki Anatolid-Torid platformu ile Pontid yayı arasındaki çarpışma sonucunda yay ortamından türemiş olabileceğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz-Şahin (2005), “K-Ar yaşlandırma metodu ve petroloji yardımı ile yay ortamından çarpışma sonrası genişlemeli ortama geçişin belirlenmesi: Doğu Pontid magmatik yayı granitoidinden bir örnek Araklı-Trabzon, KD Türkiye.” İsimli çalışmasında doğu pontid magmatik sahasının, Kretaseden Neojene kadar düşük-k’lu toleyitik gabrodan kalk-alkalin ve yüksek k’lu kalk-alkalin/metalümin granitoidler ya da peralümin löko-granitlerden alkalin siyenite kadar farklı bileşimde birçok intrüzif kayalar içerdiğini belirtmiştir. Çalışmada incelenen porfirik asidik-ortaç karakterli intrüzyonların yaşlıdan gence doğru; Gündoğdu altere mikrograniti, Boğalı K-feldspar megakristalli monzograniti ve Uzuntarla porfirik granodiyoritinin sığ derinlikte oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu kayaların petrografisi, mineralojisi, tüm kayalar jeokimyası ve

hornblend K-Ar yaşlandırması üzerinde çalışıldığı belirtilmiştir. K-Ar yöntemiyle hornblend minerali üzerinde yapılan yaşlandırmalarda Boğalı Plütonu (75.7 ± 1.55 - 61.4 ± 1.47 My) ve Uzuntarla Plütonu (42.4 ± 0.87 - 41.2 ± 0.89 My) olarak bulunmuştur. Yazar yapılan, mineraloji-jeokimya ve K-Ar yaşlandırma çalışmaları ile Boğalı ve Uzuntarla kütlelerinin Kretase yayı ve Eosendeki çarpışma sonrası açılmayla ilişkili magmatik bir aktivite sonucu oluştuğunu belirtmiştir.

Topuz vd., (2005), Adakit benzeri, çarpışma sonrası Plütonları: Eosen yaşlı Saraycık granodiyoriti (Doğu Pontidler, Türkiye) isimli çalışmalarında Saraycık granodiyoritinin yerleşme yaşını Ar-Ar metodu ile yaklaşık olarak Geç Paleosen-Erken Eosen (52 My) olarak belirtmişlerdir. Ayrıca hornblend jeobarometre analizlerine göre de Plütonun sığ derinliklerde yerleştiğini söylemişlerdir.

Arslan ve Aslan (2006), Doğu Pontidlerde “Tersiyer yaşlı granitik intrüzyonların petrografisi, mineralojisi ve tüm kayaç jeokimyası” isimli çalışmalarında, petrografik olarak Kuzey Zon kayaçlarının monzonit, kuvars monzonit, monzodiyorit ve kuvars monzodiyorit, Güney Zon kayaçlarının ise monzogranit ve granodiyoritten ibaret olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Kuzey Zon intrüzyonları çarpışma sonrası, A-tipi, alkali bileşimli monzonitik, Güney Zon ise çarpışma sonrası, I-tipi, kalkalkali-alkali bileşimli granodiyoritik olduğunu ve jeokimyasal veriler farklılaşmanın, ayrımlaşma veya magma karışımı ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Karslı vd., (2007), “Eosen yaşlı Dölek ve Sarıççek (Gümüşhane) Plütonlarının jeokimyası ve Sr-Nd-Pb izotopik bileşimleri; çarpışma sonrası açılma ortamındaki yüksek-k’lu kalkalkalen Plütonların oluşumundaki magma etkileşimleri” adlı çalışmalarında, Plütonların sığ derinliklerde yerleştiklerini söylemişlerdir. İncelenen Plütonların U-Pb (Zirkon) yaşlandırma yöntemi sonucunda 43 milyon yıl olduğu belirtilmiştir. Ayrıca petrografik olarak ana kayacın diyoritten granite kadar değişen kayaç türlerinde olduğunu ve MMA içerdiğini, bu anklavların karışık bir kökene işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Boztuğ vd., (2007), “Titanite and zircon fission-track dating resolves successive igneous episodes in the formation of the composite Kaçkar batholith in the Turkish eastern Pontides” isimli çalışmalarında Kaçkar batolitin dokusal, mineralojik ve jeokimyasal farklılıkları ile birkaç sokulum içerdiğini belirtmişlerdir. Bu sokulumlardan Çamlıkaya granitoidi (112.4 ± 1.6 My) erken Kretasenin olgunlaşmamış yay magmatizması boyunca yerleştiğini, Sırtayla (57.1 ± 1.2 My) ve Marselevat (52.9 ± 1.3 My) granitoidleri çarpışma sonrası geç Palaosen olgunlaşmamış yay ürünleri, Ayder granitoidi de slab break-

off ile ilişkili orta-geç Eosen çarpışma sonrası magmatizmanın sonucu olduğunu söylemişlerdir. Halkalıtaş kuvars diyorit (43.7 ± 2.3 My) ve Güllübağ monzonitinin (38.1 ± 0.9 My) orta-geç Eosende çarpışma sonrası açılmayla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kaygusuz vd., (2008), Kompozit Torul Plütonu: I-tipi yay granitoidlerinin petrolojisi ve petrokimyası adlı çalışmalarında; kompozit Plüton, granodiyorit, biyotit hornblend monzogranit, kuvars monzodiyorit, kuvars monzonit ve hornblend biyotit monzogranite kayaç çeşitliliği gösterdiği belirtmişlerdir. Ayrıca Plüton içerisindeki en yaşlı birim siyenogranit, en genç biriminde kuvars diyorit stoku olduğu söylemişlerdir. Örneklerden granodiyorit, biyotit hornblend monzogranit, kuvars monzodiyorit, kuvars monzonit ve hornblend biyotit monzogranitin yüksek-K'lu kalkalkalin-metalümin-peralümin karakterli, Kuvars diyoritin normal-K'lu kalkalkalin-metalümin karakterli ve Siyenogranitlerin ise yüksek-k'lu kalkalkalin-peralümin karakterli olduklarını söylemişlerdir. Torul Plütonunun oluşumunda plajiyoklas, hornblend, piroksen ve Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Kaygusuz vd., (2009), “Geç Kretase yaşlı I tipi Sariosman Plütonu’nun U-Pb SHRIMP zirkon yaşı, jeokimyasal ve Sr-Nd izotopik bileşimi, doğu pontidler, KD Türkiye” çalışmasında plütonunun ana kütlelerinin biyotit-hornblend monzogranit ve daha az olarak da porfirik hornblend-biyotit monzogranitten oluştuğunu biyotit hornblend monzogranitlerin az sayıda kuvarslı monzodiyorit bileşimli (MMA) içerdiğini belirlemişlerdir. U-Pb zirkon SHRIMP yöntemine göre biyotit hornblend monzograniti oluşturan magmanın yerleşim yaşının 82.7 ± 1.5 My olduğunu ve kayaçların yüksek K'lu kalk alkalin, metalümin kısmen de peralümin karaktere sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Sariosman Plütonu’nun gelişiminde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının önemli bir rol oynadığını ayrıca magmanın kristallenme sıcaklığının $700-800$ °C arasında olup, Al-hornblend jeobarometresine göre intrüzyonun nispeten sığ bir derinliğe ($\sim 2-7$ km) yerleşmiş olduğunu saptamışlardır. Bunun yanında araştırmacılar jeokimyasal ve izotopik veriler ışığında Sariosman Plütonu’nun kaynağının dehidrasyona uğramış mafik alt kabuk kayaçları olabileceğini söylemişlerdir.

Karslı vd., (2010), “Yitim ortamında yüksek-K'lu kalk-alkalin I-tipi granitoidlerin gelişiminde kabuk ve mantonun göreceli katkısı, Harşit Plütonu, KD Türkiye” isimli çalışmasında Doğu Pontidler’de (KD Türkiye) sokulum yapmış olan 79 my. yaşlı Harşit Plütonu’nun oluşumunu ve jeodinamik ortamını belirlemek amacıyla elemental ve Sr-Nd-Pb izotopik analizleri yapılmıştır. Plütonun, granit, granodiyorit, tonalit ve az oranda da

diyorit bileşimli ($\text{SiO}_2=59.43-76.95$ ağırlık %) ana kayalar ile bunlarla eş yaşı gabro-diyorit bileşimli ($\text{SiO}_2=54.95-56.32$ ağırlık %) (MMA) oluştuğunu ve tüm kayalar örneklerinin yüksek-k'lu kalk-alkalin diferansiyasyon yönsemesi ile I-tipi özellik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Tüm jeokimyasal verilerin, plütunu oluşturan ergiyiğin, çarpışma sonrası genişleme rejiminin hâkim olduğu bir safhadaki kabuksal malzemenin ergimesinden türememiş olduğunu, buna karşın bir yitim ortamında karışım sonucu oluşmuş hibrit bir magmadan oluştuğuna işaret ettiğini belirtmişlerdir. Sr-Nd izotop modellemesi ile yaklaşık % 65-75 oranında alt kabuktan türeyen ergiyik ile % 25-35 oranında kıta altı litosferik mantodan türeyen ergiyiğin oluşum sırasında karıştığını göstermişlerdir.

Karslı vd., (2010), Doğu Pontidler'deki (KD, Türkiye) Erken Senozoyik yaşı (48-50 My) adakitik volkanik kayaları ele almışlardır. Andezit ve dasit bileşimli kayaların yüksek K'lu, kalk-alkalin karaktere sahip oldukları belirtilmiştir. Andezit ve dasitlerde yüksek Sr/Y (35-108) ve $(\text{La/Yb} = 11-15)_n$ oranları ve düşük Y içeriğine (5-11 ppm) sahip oldukları belirtilmiştir. Çalışmada Doğu Pontidlerdeki andezit ve dasitlerin adakitik bileşime sahip oldukları ve oluşumlarında incelen mafik alt kabuğun delaminasyonu olabileceği ifade edilmiştir. $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ yaşlandırma yöntemi ile örneklerin 47.40 ± 1.89 ile 50.27 ± 1.46 My aralığında yaşların elde edildiği söylenmiştir.

Dokuz (2011), Köse Plütunu (Pontidler, Türkiye)'na ait örnekler; monzogranit, granodiyorit, kuvarsdiyorit, porfirler ve MMA oldukları belirtilmiştir. Köse Plütunu'nun I-tipi seride yer aldığı, örneklerin yüksek k'lu, MMA örneklerinin ise orta K'lu kalk-alkalin karakterli oldukları belirtilmiştir. Ar-Ar yöntemi kullanarak yapmış olduğu yaş tayini sonucunda monzogranitlerden 306.7 milyon yıl, diğer örneklerden yapılan yaş tayinlerinden ise 322-318 milyon yıl yaşları elde edildiği belirtilmiştir.

Topuz (2010), Paleozoyik yaşı Gümüşhane Plütunu içerisinde alınan örneklerin yüksek k'lu kalk-alkalin karakter sergilediklerini ifade etmiştir. Plütun içerisinde alınan granit örnekleri üzerinde Ar-Ar yaşlandırma yöntemi ile 320 ± 4.0 milyon yıl, yine Plütun içerisinde alınan granodiyorit örneklerinden de U-Pb (Zirkon) yaşlandırma yöntemi ile de 324 ± 6.0 milyon yıl yaşları alındığını belirtmiştir.

Kaygusuz ve Şen (2011), İncelenen Köprübaşı Plütunu'nun granodiyorit ve monzogranit bileşiminde olduğunu ve birçok MMA içerdiğini ifade etmişlerdir. I-tipi granitlerin metalüminen peralümine geçiş gösteren, kalk-alkalin karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Granodiyoritlerden yapılan U-Pb (zirkon) yaşlandırma yöntemi ile

plütonun yerleşme yaşının 79.3 ± 1.4 My olarak alındığı söylenmiş olup, kaynağının ise mafik alt kabuğun kısmi ergimesini işaret ettiği ifade edilmiştir.

Kaygusuz ve Aydınçakır (2011), “Geç Kretase yaşlı Dağbaşı Kompozit Plütonu’nun Petrojenezi (Doğu Pontidler, Türkiye) isimli çalışmalarında, Dağbaşı Plütonu (Geç Kretase) için zirkon (U-Pb) yerleşme yaşının tonalit, granodiyorit, ve monzogranit bileşimli kayalarda sırasıyla 88.1 ± 1.7 My, 86.0 ± 2.0 My ve 82.9 ± 1.3 My olduğu tespit edilmiştir. Bu plütonun kalk-alkalin karakterli ve tipik volkanik yay granitlerinin özelliklerini gösterdiği bulunmuştur. Kompozit plütonun tonalit, granodiyorit ve monzogranit içermelerinin yanında hepsinin mikrogranüler anklav da içermekte oldukları söylenmiştir. Örneklerin peralümin-metalümin karakterli oldukları belirtilmiştir. Dağbaşı Granitoidi’nin gelişmesinde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Ayrıca tüm bu jeokimyasal ve izotopik verilerin ışığında magmanın kaynağının amfibol tipi alt kabuk kaynağının dehidrasyonu ile oluştuğunu söylemişlerdir.

Kaygusuz vd., (2011), Bu çalışmada Eosen yaşlı Torul volkanitleri (Doğu Pontidler, Türkiye) ele alınmıştır. Torul volkanitlerinin bazaltik andezit, andezit, trakiandezit ve az oranda da dasit ile bu kayaların piroklastiklerinden oluştukları belirtilmiştir. Orta-yüksek k’lu kalk-alkalen karakter gösteren volkanitlerin gelişiminde fraksiyonel kristallenme ile az oranda da kabuksal kirlenme ve magma karışımının rol oynadığını ifade etmişlerdir. K/Ar yaşlandırma yöntemi (hornblendler) ile Orta-Üst Eosen ($43.99 \pm 2.59 - 33.45 \pm 2.32$ My) zamanını işaret ettiği belirtilmiş olup, köken magmanın ise zenginleşmiş üst manto kaynağından, çarpışma sonrası bir ortamda üretilebilecekleri ifade edilmiştir.

Eyüboğlu (2011), Aydıntepe (Bayburt) granitinde Zirkon (U-Pb) yöntemi kullanarak yapmış olduğu yaş tayini sonucunda 42.06 ± 0.67 milyon yıl, Saraycık (Pulur) granodiyoritinde kullanılan Zirkon (U-Pb) yöntemi sonucunda 55.21 ± 0.45 milyon yıl yaşı ve Sarıhan (Pulur) granitinde Zirkon (U-Pb) yöntemi kullanılarak yapılan yaş tayini sonucunda 53.03 ± 0.77 my. yaşları tespit edilmiştir.

Kaygusuz vd., (2012), Karbonifer magmatizmasının jeokronolojik bulguları ve tektonik önemi isimli çalışmalarında, Doğu Pontidlerin kuzey ve güney zonunda çeşitli yaş ve bileşimde birçok Plüton içerdiğini söylemişlerdir. Jeokimya ve izotop sonuçları doğu pontidlerin kuzey zonunda iki Hersinyen Plüton kütesinin uygun olarak yeniden yerleşmesine imkan sağlandığı ilk zamanlar için belirtilmiştir. Bu sokulum kayalarının dört farklı kütle içerdiği ve bunlardan ikisinin detaylı olarak incelendiği söylenmiştir. LA-

ICP-MS U-Pb zirkon yaşlandırması bulunan ve benzer özelliklere sahip Derinoba ve Kayadibi granitleri $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 'ya karşı önceki yaşları 311.1 ± 2.0 ve 317.2 ± 3.5 My ve sonraki 303.8 ± 1.5 My olarak belirtilmiştir. Plütonların peralümin bileşiminde, yüksek SiO_2 içerikli ve yüksek k'lu kalkalkalin karakter gösterdiği ve I-S tipi karakter sergiledikleri söylenmiştir.

Karslı vd., (2012), 'Doğu pontidlerde A tipi granitoid, KD Türkiye: Yitimle ilgili bir ortamda melez A-tipi kayaç oluşumuyla ilgili veriler'' isimli çalışmasında bölgedeki Geç Mesozoyik - Erken Senozoyik yaşlı kayaçların çoğunun I-tipi granitoid olduğunu fakat bu çalışmanın bölgedeki ilk A-tipi granitoid olduğunu söylemiştir. SHRIMP yöntemiyle yapılan U-Pb yaşının 81.2 ± 1 My olduğu ve plütonun granit, siyenit, kuvars monzonit bileşimli kayaçlar ile monzonit bileşimli anklavlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Plütonun baskın olarak metalümin karakterde ve şoşonitik-ultra potasik seride yer aldığını ifade etmişlerdir. Bunun yanında Sr-Nd izotop modellemesiyle ergiyiğin % 82-90 alt kabuktan türetilmiş ergiyik ile % 10-18 mantodan türetilmiş eriyiğin karışımı ile oluştuğunu önermiş olup, daha sonra melez eriyiğin daha sık bir kabuk seviyesine yükselmiş ve çeşitli kaya türleri oluşturmak için sınırlı bir fraksiyonlaşma sürecine girmiş olduğunu ifade etmektedirler. Yazarlar ayrıca verilere göre A tipi Pırnallı Plütonu'nun geç Kretase dönemi boyunca genişlemeli aktif kıta kenarı ortamında oluştuğunu ileri sürmüştür.

Karslı (2012), Sisdağı Plütonu isimli çalışmada, Plütonda yüzeyleme veren kayaçların I-tipi karakterli kayaçlar olduğunu ve şoşonitik seride yer aldıklarını ifade etmiştir. Plüton içerisinden alınan örnekler üzerinde zirkon (U-Pb) yöntemiyle yapılan yaş tayini sonucunda 41.55 ± 0.31 milyon yıl yaşı alındığı belirtilmiştir.

Arslan vd., (2013), Bayburt, Gümüşhane, Şiran ve Alucra bölgelerinde yapılan çalışmada, başlıca bazalt, andezit ve dasit bileşimli kayaçlar tespit edilmiştir. Kayaçların baskın olarak kalk-alkalen karakterli, nadiren de toleyitik bir eğilime sahip oldukları ifade etmişlerdir. ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlandırma yöntemi ile kayaçların yerleşme yaşı 37.7 ± 0.2 My ve 44.5 ± 0.2 My aralığında (Orta Eosen) olduğu belirtilmiştir. Kayaçların oluşumunda plajiyoklas, klinopiroksen, magnetit, hornblend ve apatit fraksiyonlaşmasının önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir.

Kaygusuz vd., (2013), Turnagöl intrüzyonunun Geç Kretase yaşlı, aktif kıtasal kenar içerisinde, yayla ilişkili magmatik bir aktivitenin ürünlerini içerdiği tespit edilmiştir. Kayaç örneklerinin granodiyorit bileşimli, yükek k'lu kalk-alkalin karakter gösterdiklerini ve

metalüminden peralümine geçiş yapan bir eğilimde oldukları ifade edilmiştir. U-Pb (zirkon) yaşlandırma yöntemi ile yerleşme yaşı 78.07 ± 0.73 My olarak alınmış olup, magma kaynağının mafik alt kabuğun kısmi ergimesini işaret ettiğini söylemişlerdir.

Eyüboğlu vd., (2013), Kale bölgesinde (Gümüşhane, Türkiye) adakitik ve adakitik olmayan magmatizmaya dikkat çekilmiştir. Adakitik magmatizmanın genel olarak porfir ve hyaloklastikleri içerdikleri belirtilmiştir. Porfirlerin biyotit ve hornblendlerce zenginleşmiş andezit ile dasit içerdiği, adakitik aktivitenin son ürünü olan hyaloklastların ise andezitler ve karbonatları içerdikleri belirtilmiştir. Adakitik olmayanlar ise bazaltik-andezitik volkanitler ve bunlarla ilişkili piroklastik kayalar içerdikleri ifade edilmiştir. Her iki kayaç grubunun da bazaltik dayklar tarafından kesildikleri belirtilmiştir. U-Pb yaşlandırma yöntemi ile adakitik kayalar 48.71 ± 0.74 My ve adakitik olmayanlar ise 44.68 ± 0.84 My yaşı alındığı belirtilmiştir.

Aydın (2014), Maçka, subvolkanik intrüzyonların (Geç Kretase) magmatik ve jeodinamik oluşumları isimli çalışmalarında; ana kayaların tümüyle tonalit bileşiminde olduğunu ve bol miktarda gabrodiyorit bileşiminde MMA içerdiğini belirtmiştir. Her ikisinde I-tipi, yüksek K'lu kalk-alkalin karakterli ve metalümin özellik gösterdiğini ifade etmiştir. Volkanik aktivitenin Geç Kretase (Kampaniyen) zamanı içerisinde yerleşme yaşları U-Pb (zirkon) yaşlandırma yöntemi ile 79.97 ± 0.97 My, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ yöntemi ile de ortalama 81.37 ± 0.5 My olarak bulunduğu belirtilmiştir.

Karslı vd., (2014), Çalışmalarında Doğu Pontitler'deki Geç Triyas yaşlı Lamprofir İntrüzyonlar Geç Karbonifer yaşlı granitoidler içerisinde yaygın olarak dağıldıklarını, ince taneli doku ve minerolojik olarak üniform şeklinde olduğunu belirterek $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ hornblend yaşını 216.01 ± 10.64 my olarak elde etmişlerdir. Araştırmacılar, Lamprofirlerin jeokimyasal özellikleri ve Rb-Sr-Pb izotopik oranlarından hareketle, bu kayaların yitim ile ilişkili solüsyonlarca zenginleştirilmiş bir manto kaynağından itibaren oluşan bir magmanın ürünü olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Kaygusuz vd., (2014), “Camiboğazı Plütonu'nun LA-ICP MS zirkon yaşı, tüm kayaç ve Sr-Nd-Pb-O izotop jeokimyası, Doğu Pontidler: yay ile ilişkili I tipi magmatizmada litosferik manto ve alt kabuk kaynağının göstergeleri” adlı çalışmada; plütonun diyorit, tonalit, monzodiyorit, monzonit, granit ve mafik mikro granüler anklav (MMA) içerdiğini ortaya koymuşlardır. U-Pb Zirkon kristallenme yaşının sırasıyla diyorit, monzodiyorit, monzonit ve granit için 76.21 ± 0.79 , 75.65 ± 0.5 , 75.04 ± 0.83 ve 74.73 ± 0.86 My olarak belirlenmişlerdir. Plüton içerisindeki kayaların I tipi, yüksek-K/şösonitik ve

orta alüminyum karakterli olması tüm kayaç jeokimyası özelliklerinin yay ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca kayaçların tahmini kristallenme sıcaklık aralığı'nın 735 ± 58 °C - 844 ± 24 °C ve Al-hornblend jeobarometresiyle hesaplanan yerleşim derinliğinin 10 km'den daha sığ olduğu belirlenmiştir. Tüm kayaç jeokimyasal ve izotopik verileri yardımıyla magmanın amfibol tipi alt kabuk ile alt kıtasal litosferik mantonun dehidrasyonu ile oluştuğunu söylemişlerdir.

Çakmak ve Kaygusuz (2014), Eosen yaşlı Pelitli (Bayburt) Plütonu içerisindeki kayaçların diyorit, tonalit, granodiyorit ve granit olduklarını ve I-tipi, yüksek k'lu kalk-alkalin karakter seride yer aldığını belirtmişlerdir. Örnekler üzerinde zirkon (U-Pb) yöntemiyle yapılan yaş tayini sonucunda 46 milyon yıl yaşı verilmiştir. Ayrıca Plütonin gelişiminde plajiyoklas, piroksen, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu belirtmiştir.

Kaygusuz vd., (2016), Pontidlerin Paleozoyik magmatizması ve jeodinamik oluşumu konulu çalışmalarında, farklı birimlerden alınan örneklerin hem düşük hem de yüksek k'lu kalk-alkalin karakter sergilediklerini ifade etmişlerdir. Özdil, Soğuksu, Seslikaya, Kızılağaç ve Şahmetlik Plütonlarının U-Pb (Zirkon) yaşlandırma yöntemine göre benzer yaşlar gösterdiklerini belirtmişlerdir (Sırası ile: 340.7 ± 1.8 my, 323.1 ± 1.5 my, 348.4 ± 1.6 my, 335.4 ± 1.4 my, 337.2 ± 0.6 my ve 334.5 ± 1.4 my).

Karslı vd., (2016), Gümüşhane Batoliti içerisine yerleşen Geç Karbonifer yaşlı Çamlık ve Casurluk plütonlarını tüm kayaç kimyası, Sr-Nd radyojenik izotop oranları, yerli yerinde zirkon Lu-Hf izotop oranları ve U-Pb jeokronoloji çalışmaları yapılmıştır. Monzonit, Monzodiyorit, monzogabro, gabro, gabroyik dorit, dorit bileşimde kayaçlar içeren bu kütlelerin Paleotetis Okyanusu'nun Gondwana'nın altına doğru güney yönlü bir yitimle tüketilmesi sırasında oluştuklarını öne sürmüşlerdir.

Dokuz vd., (2017a), Demirözü (Bayburt) ilçesi'nin kuzeyindeki asidik volkanik kayaçların püskürme yaşı U-Pb zirkon yöntemi ile 332.8 my olarak belirlemişlerdir. Cebre Riyoliti olarak adlandırdıkları bu birim Sakarya Zonu'nun Tokat'ın doğusunda kalan kesimindeki Variskan temel içerisinde şu ana kadar tespit edilen tek volkanik kütle durumundadır. Birim, yüksek dereceli bölgesel metamorfizmin metamorfizma yaşı (>333 my) ile eş yaşlı, fakat $325-303$ my yaşlı I-tipi granitlerin yerleşimi öncesindeki bir magmatik faaliyete işaret etmektedir. S-tipi granitlere benzer güçlü peralümin bir karaktere sahiptir. Jeokimyasal özellikleri ve alt kıtasal kabuk benzeri Sr-Nd-Pb izotop oranları nedeniyle, ağırlıklı olarak şeyllerin kısmi ergimesi sonucu oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Tektonik açıdan yay-kıta çarpışması ile ilişkilendirilen Cebre Riyoliti'nin, Devoniyen'den Lavrazya'nın güney kenarından ayrılan kıtasal dilimin Erken Karbonifer'de Gondwana karasının kuzey kenarı ile çarpışması sırasında oluştuğu ileri sürülmektedir.

Dokuz vd., (2017b), Alucra, Gümüşhane ve Olur yörelerinde yürüttükleri arazi çalışmaları sonucunda Geç Jura volkanizmasının varlığını ortaya koymuşlardır. Bazik karakterli bu volkanizmanın Geç Jura yaşlı karbonat çökeliminin hemen öncesinde meydana geldiğini, bu nedenle birçok yerde doğrudan Erken Jura yaşlı bazik volkanitler (Şenköy Formasyonu) veya Variskan temel üzerine oturduğunu ileri sürmektedirler. Erken Jura kayaları ile benzer stratigrafik konumu ve bileşimsel (bazik) özellikleri nedeniyle, birçok yerde Erken Jura olarak yorumlandıklarından bahsetmektedirler. Geç Jura volkanizması, Nb'-ca-zengin bazalt (NEB) karakterli oluşu ile yay karakterli Erken Jura volkanizmasından ayrılmaktadır. Ayrıca, okyanus adası bazaltı (OIB) ve kıtasal rift bazaltı gibi yitim zonundan uzaktaki kıta-içi bazaltlarına benzer jeokimyasal ve izotopik özellikleri ile yitim ilişkili Erken Jura volkanizmasından ayrılmaktadır. Paleotetis Okyanusu'nun güney yönlü yitimi sırasında Gondwana'nın kuzeyinden kopan kıtasal parçanın Orta Jura'da Lavrazya'nın Güney kenarına eklenmesi ve bu olayı takiben 15 My sonra meydana gelen okyanusal dilim kopması (slab breakoff) ile ilişkilendirmektedirler.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç ve Yöntem

Bu çalışmada, Aydıntepe ve çevresinde yüzeyleyen granitik kayalardan biri olan Eğerler Granitoyidi'nin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca yönelik olarak çalışmalar kaynak taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarının ilk aşamasında daha çok bölgede yüzeyleyen birimlerin tanınması ve dokanak ilişkilerinin belirlenmesi sağlanmıştır. İnceleme alanında yüzeyleyen birimler daha önce yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurularak kontrol edilmiş, Eğerler Granitoyidi ile Geç Kretase yaşlı volkanikler ve Erken Jura-Geç Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu arasındaki sınırlar ile birimlerin stratigrafisi belirlenmiştir (Şekil 3.1). Gerekli düzeltmeler yapılarak yaklaşık 70 km²'lik alanın jeolojik haritası (Şekil 3.2) ile birimlerin enine jeolojik kesiti (Şekil 3.3) hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak çalışmanın konusunu oluşturan granitik kayalardan ve yan kayalardan sistematik olarak toplam 39 örnek alınmıştır.

2.1.2. Labarotuvlar Çalışmaları

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Çalışma alanından alınan kayal örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Eğerler Granitoyidi'ne ait 36, Eğerler Granitoyidi içerisindeki anklavlara ait 3 olmak üzere toplam 39 adet örneğin ince kesitleri hazırlanmıştır. Bunun için kayalardan alınan 0.5x2x4 cm boyutunda plakacıklar, bir yüzeylerinin pürüzlülüğü giderildikten sonra 1mm kalınlığındaki 2.5x5 cm boyundaki cam üzerine Kanada balzamu kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayal, aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığına kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında yapılmıştır.

2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların çekimi

Eğerler Granitoyidi'ne ait 29 adet ince kesit örneğinin modal analizleri yapılmıştır. Modal analizler Swift model F marka nokta sayacı ile yapılmış olup, tane büyüklüğüne göre; tane boyutu 0.5-0.8 mm arasında olan örneklerde 1000-1200 nokta, tane boyutu 1.0-1.5 mm olan örneklerde ise 1500-2000 nokta sayılmıştır.

Granitik kayalara ait 39 adet ince kesit Leica marka Polarizan Mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Seçilen örneklerin mikroskop görüntüleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu Odası'nda Leica marka polarizan mikroskoba bağlı aynı marka düzenekte bulunan fotoğraf ünitesi ile çekilmiştir.

2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması

Ana, iz ve nadir toprak element analizleri için, mikroskop incelemeleri sonucunda ayrışmamış örnekler seçilmiş ve örneklerin bir kısmı Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde, bir kısmı da Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü örnek hazırlama laboratuvarında hazırlanmıştır.

Kimyasal analizler için seçilen, her biri yaklaşık 250-300 gr'lık kayaç örnekleri çeneli kırıcıda 1-2 cm boyutuna indirildikten sonra, agat havanlı öğütücülerde öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemi uygulanarak, yaklaşık 20 gr'lık toz örnekleri, kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

2.1.2.4. Kimyasal Analizler

Eğerler Granitoyidi'ne ait (anklav dahil olmak üzere) 20 adet örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında, araziden alınan 39 adet el örneğinin ince kesitleri hazırlanarak polarizan mikroskopta ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu örneklerin petrografik özellikleri belirlenerek modal analizleri yapılmış ve adlandırılmışlardır. Arazi çalışmaları ve petrografik incelemeler sonucu mümkün olduğunca enaz etkilenmiş 20 örnekten ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Önce çeneli, sonra halkalı öğütücüde yaklaşık 200 meshe kadar öğütülen örnekler ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri için ACME Analitik Laboratuvarı (Kanada)'na gönderilmiştir. Burada ana oksit ve iz elementler ICP, nadir toprak elementler

ise ICP-MS ile analiz edilmiştir. Toz örneklerden 0.2 g alınarak 1.5g LiBO₂ ile karıştırılmış, %5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözündürülmüştür. Toz örneklerden 0.250 g dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve ppm olarak nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ppm olarak ölçülmüştür.

2.1.2.5. Nem Kaybı ve Ateşte Su Kaybı (LOI)

XRF’de kimyasal analizleri yapılan örnekler için: Öğütülen örneklerden 10 gr alınarak 105 °C’deki etüvde 24 saat bekletilmiş ve daha sonra yeniden tartılmıştır. Aradaki farkla nem kaybı olduğu tespit edilmiştir.

Ateşte su kaybı için yine 10 gr halinde hazırlanan örnekler 24 saat, 25 °C’de bekletildikten sonra platin kaplara konularak 950 °C’deki etüvde 2 saat bekletilmiştir. 2 saat sonra örnekler tek tek alınarak tartılmış ve aradaki yüzde oranla ateşte su kaybı tespit edilmiştir. Örnekler, etüvden çıkarılır çıkarılmaz hemen tartılmış, böylece az nem alması sağlanmıştır.

2.1.2.6. Mineral Kimyası Analizleri

Mikroprob analizi için ilk olarak amaca uygun olarak belirlenen örnekler parlak kesit kalıp boyutlarında kesilerek silindirik kalıplara dökülmüştür. Daha sonra kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kesit Parlatma Laboratuvarı’nda sırasıyla 200, 600 ve 1200 mesh boyutlu elmas disklerden geçirildikten sonra 9, 6, 3, 1 mikron elmas aşındırıcılar ile silinmiş ve son olarak 0.25 ve 0.05 mikron alüminyum oksit tozu ile yüzeyleri parlatılmıştır. Kesitlerin kimyasal analizleri için Münih Ludwig Maximilian Üniversitesi (Almanya) laboratuvarları kullanılmış olup, kesitler söz konusu laboratuvarlarda bir CAMECA SX100 marka elektron mikroprob cihazı ile analiz gerçekleştirilmiştir. Mikroprob cihazında 15 kV (hızlandırma voltajı) ve 20 nA (ışın akımı) sabitlenmiş ve sayma zamanı (counting time) Na, Mg, Al, Si, Ca, K, Ti, Mn ve Fe elementleri için 20 sn olarak belirlenmiştir. Elektron ışınının çapı (beam size) bütün analizlerde 1 µm olarak düzenlenmiştir. Ölçülen elementlerin alt sınır limitleri (% ağırlık) Si, Al ve Mg için 0.02, Na, K ve Ca için 0.03, Ti için 0.04, Mn için 0.06 ve Fe için 0.05 olarak belirlenmiştir. Ölçümler sırasında kaersutit (UCB), diopsit (UCB), ortoklas (UCB), albit (UCB), anortit (UCB), biyotit ve magnetit (UCB) standartları kullanılmıştır.

Sonuç olarak, Elektron Prob Mikro-Analizler (EPMA) yardımıyla mineraller isimlendirilmiş, kimyasal değişimleri belirlenmiş ve ayrıca magmatik kristallenme koşulları (denge halindeki kristallenme basınç ve sıcaklıkları (P-T değişimleri), vs.) irdelenmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda, amaca yönelik olarak kullanılan çizim programları vasıtası ile çalışma alanına ait haritalar, kesitler, ikili, üçlü ve örümcek diyagramlar hazırlanmıştır. Tüm bunların sonunda, Fen Bilimleri Enstitüsünün yazım kurallarına göre bu tez hazırlanmıştır.

3. BULGULAR ve İRDELEME

3.1. İnceleme Alanının Stratigrafisi

Çalışma alanı Eğerler Tepe ve yakın civarında, sedimanter, volkanik ve plütonik kayaçların egemen olduğu, yaklaşık 70 km² lik bir alandan oluşur. Bu alanda yüzeyleyen kayaçlar Erken Jura-Geç Kretase ve Kuvarterner aralığında gelişmişlerdir.

Çalışma alanında yüzeyleme veren kayaçların alttan üste doğru stratigrafik dizilimi ve litolojisi şu şekildedir. (Şekil.3.1.):

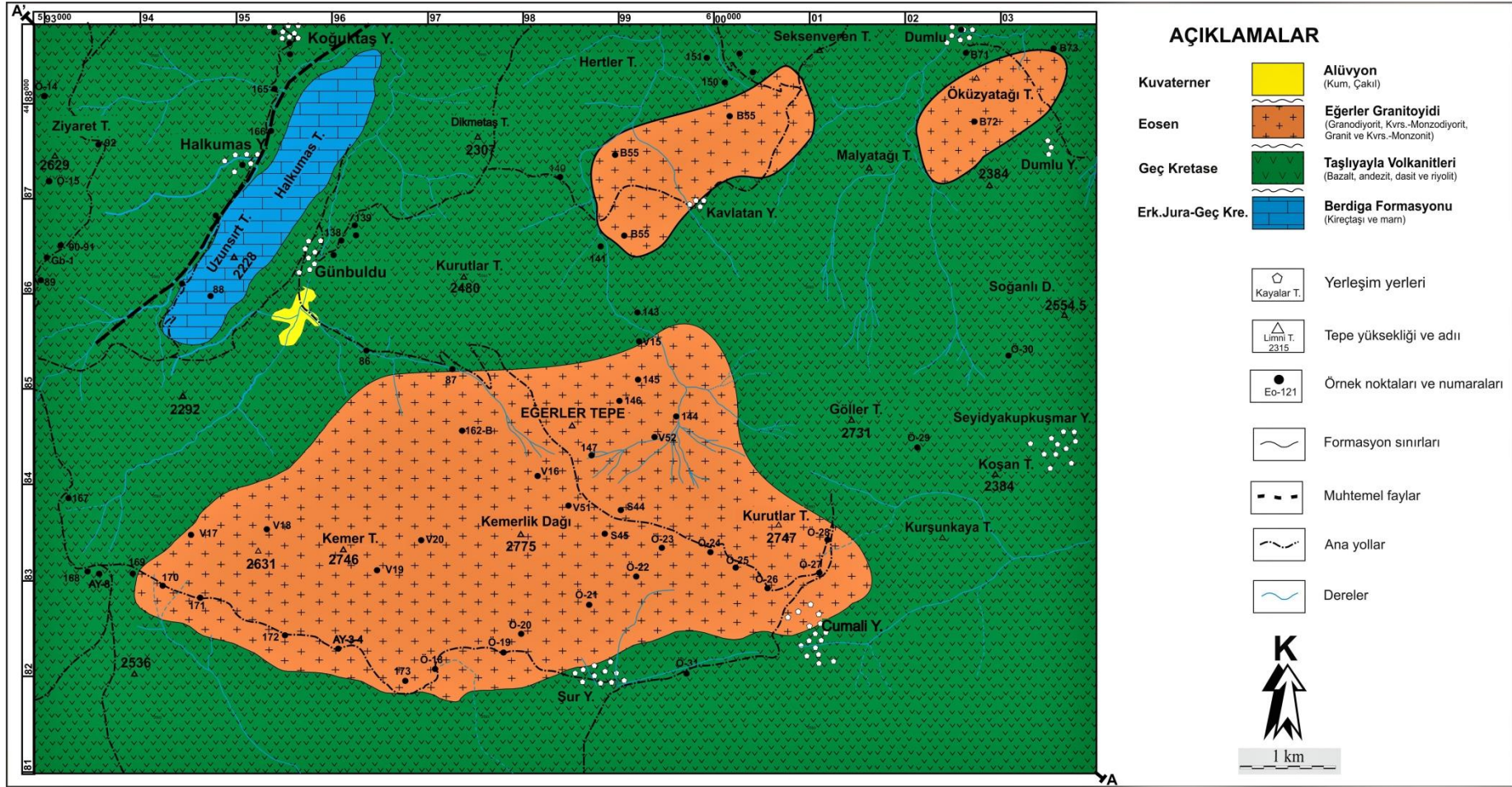
4. Alüvyon (Kuvarterner)
3. Eğerler Granitoyidi (Eosen)
2. Taşhyayla Volkanitleri (Geç Kretase)
1. Berdiga Formasyonu (Erken Jura-Geç Kretase)

Çalışma amacında da belirtildiği gibi Eğerler Granitoyidi çalışmamızın temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle 'İnceleme Alanın Stratigrafisi'nin yer aldığı bölümde Eğerler Granitoyidi'nin stratigrafisi ve yaş özellikleri verilmiş, ayrıntılı olarak 'Eğerler Granitoyidi'nin Petrografisi' başlığı altında sonraki bölümde incelenmiştir.

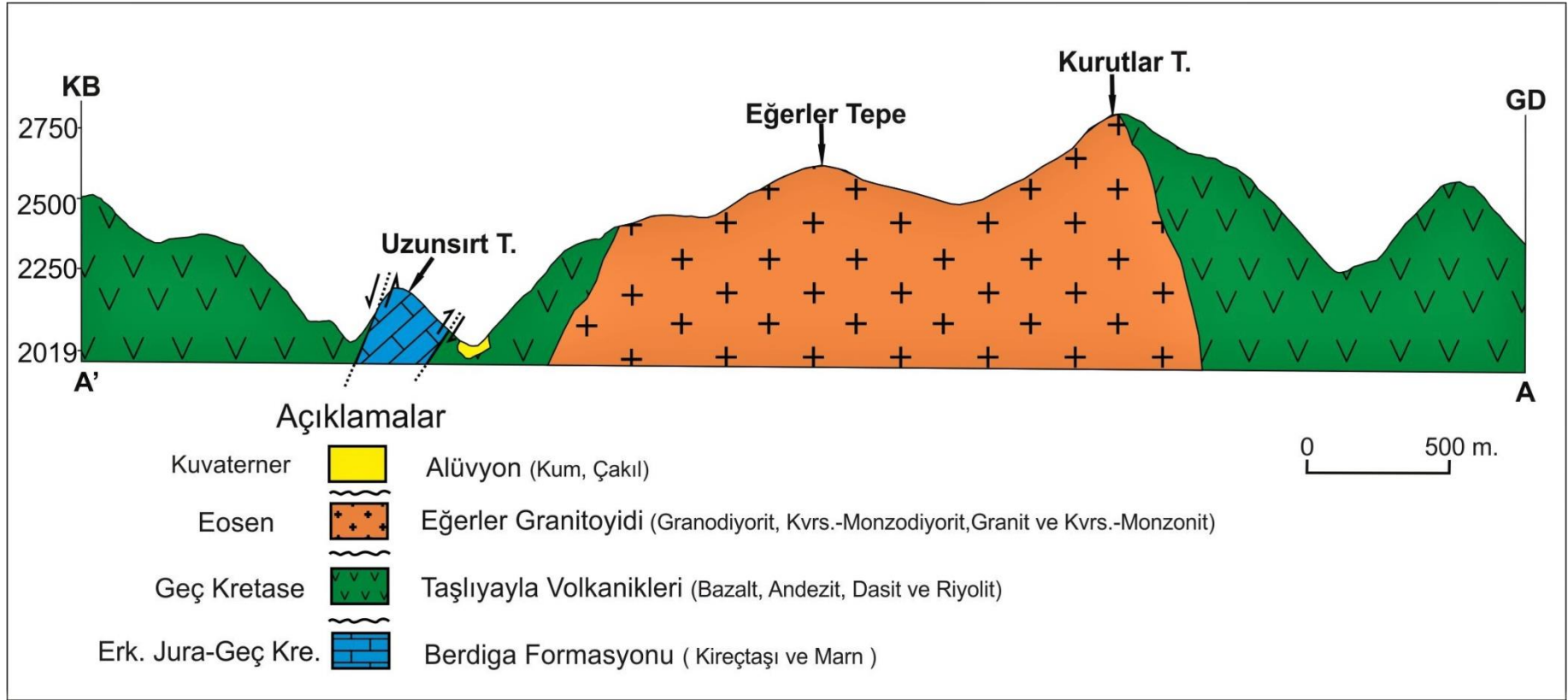
Mesozoyik		Senozoik		ZAMAN	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Jura	Kretase	Paleojen	Kuv.	DEVİR		
Erk. Jura	Geç Kretase	Eosen		DEVRE		
Berdiga Formasyonu	Taşlıyayla Volkanitleri	Eğerler Granitoyidi		FORMASYON		
~250-300 m	~100-500 m	~800-1000 m		KALINLIK		
						<p>Alüvyon (Kum, Çakıl)</p> <p>Eğerler Granitoyidi (Granodiyorit, Kvrs.-Monzodiyorit, Granit ve Kvrs.-Monzonit)</p> <p>Taşlıyayla Volkanitleri (Bazalt, andezit, dasit ve riolit)</p> <p>Kireçtaşı Blokları</p> <p>Berdiga Formasyonu (Kireçtaşı ve marn)</p>

Ölçeksizdir.

Şekil 3. 1. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti



Şekil 3. 2. Egerler Tepe ve yakın civarının jeolojik haritası



Şekil 3. 3. Eğerler Tepe bölgesine ait enine jeolojik kesit

3.1.1. Berdiga Formasyonu

Birim adını ilk kez Alucra'nın (Giresun) güneydoğusunda, Berdiga Dağları boyunca en iyi şekilde izlenen bu birim, ilk olarak Pelin (1977) tarafından Berdiga Formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanındaki Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşlarıyla benzer özellik göstermesinden dolayı aynı formasyonun adı bu birim içinde kullanılmıştır.

Birime ait kayaçlar, bloklar halinde çalışma alanının Halkumas Yaylanın doğusunda (Şekil 3.4.) ve Günbuldu köyünde yüzeylenen söz konusu mega bloklar, Doğu Pontid'lerin birçok lokasyonun da olduğu gibi, ya tektonik kontrollü olarak faylanmaya bağlı olarak ya da bloklar halinde Taşlıyayla Volkanizması tarafından kopartılarak yükselmiştir.



Şekil 3. 4. Günbuldu Köyü'nün kuzey doğusundan Halkumas Tepe'ye doğru mostra görünümü.

Birim, başlıca masif tabakalı kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmuştur.

Çalışma alanında Berdiga Formasyonu gri-bej rengi ile kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Taze kırık yüzeyi açık gri renkte olan dolomitler şeker dokusu göstermeleriyle tipiktirler. Ayrışma yüzeyleri ise kahverengi-kırmızımsı tonlarında ve dış yüzeyleri ise kirli gri ve kahverengi tonlarda gözlenmektedir. Yer yer ise erime boşlukları görülmektedir. Çalışma alanında birimin kalınlığı jeolojik kesitlerden yararlanarak yaklaşık kalınlığı ~250-300 m. olarak belirlenmiştir. (Şekil 3.3)

3.1.1.1. Yaş

Erguvanlı (1952) kireçtaşlarının yaşını Jura-Erken Kretase olarak, Yılmaz (1972) Erken Kretase olarak belirlemişlerdir. Birimin içerdiği mikro fosillere bakarak Eren (1983) kireçtaşının yaşını Dogger-Erken Kretase olarak belirlemiştir.

Önceki çalışmalarda dikkate alınarak bu birimin yaşı Geç Jura-Erken Kretase olarak kabul edilmiştir.

3.1.2. Taşlıyayla Volkanitleri

Birimin adı, net olarak gözlendiği Taşlıyayla'ya ithafen Şahin (2005) tarafından verilmiştir. Çalışmanın konusu olan Üst Kretase ve Eosen intrüzüfleri tarafından Plütonlar ve dayklarla kesilmiştir.

Birim genellikle andezit ve bazaltlardan oluşmaktadır. Birime ait volkanik kayalar, el örneklerinde, grimsi-siyahımsı afanitik doku (çoğunlukla mikrolitik, yer yer mikrolitik porfirik) gösteren masif ve çatlaklı şekilde görülür. Plütonların dokanaklarına yakın kısımlarında aşırı derecede çatlaklı, kırıklı ve ayrılmış bazen pirit gibi sülfürlü mineraller içeren, sarımsı-yeşilimsi renkli ve mikrolitik dokulu kayalar şeklinde gözlenirler.

Andezit ve bazaltlar inceleme alanında, Halkumas Yaylası, Günbuldu Köyü, Kavlatan Yaylası, Dumlu Yaylası, Seyityakupkuşmar Yaylası ve Çençil Yaylası civarlarında görülmektedir. (Şekil 3.5.)



Şekil 3. 5. Taşlıyayla Volkanitlerinin genel görünümü (Yer: Halkumas Yaylası)

Çalışma alanında birimin kalınlığı jeolojik kesitlerden yararlanarak birimin kalınlığı ~100-500 m. olarak belirlenmiştir. (Şekil 3.3)

3.1.2.1. Yaş

İnceleme alanında Taşlıyayla Volkanitleri, Üst Kretase ve Eosen intrüzüfleri tarafından Plütonlar ve dayklarla kesilmiştir. Yapılan çalışmalar (Şahin, 2005; Aydınçakır vd., 2016) dikkate alındığında birimin yaşının Geç Kretase olduğu sonucuna varılmıştır.

3.1.3. Eğerler Granitoyidi

Doğu Pontid Kuşağının içinde yer aldığı çalışma alanı volkano-tortul istif içerisine sokulmuştur. Kaçkar Batolitinin batı kısmında bulunan Çaykara İntrüzif Kompleks kayaçları üzerindeki en kapsamlı çalışmayı Boztuğ vd. (2006 ve 2007) tarafından yapılmıştır. Çalışmalar neticesinde batolitin Neo-Tetis'in kapanmasına bağlı olarak erken-olgun yay ürünlerinden çarpışma ve çarpışma sonrası açılma rejimi altındaki ürünleri barındırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ancak, tüm bu veriler batoliti oluşturan kayaçların kökensel özelliklerini, yaşını, yerel ve bölgesel tektonizma ile ilişkisini tam olarak ortaya koymamıştır. Şahin (2005) ise, çalışma alanının batısında (Araklı-Bahçecik civarında) intrüzif birimleri haritalamış ve yaşlandırmıştır. Ancak birimlerin oluşumu ile ilgili ayrıntılı bir bilgi vermemiştir.

İncelme alanında geniş yayılım sunan birim, en iyi gözlemlendiği Eğerler Tepe'ye atfen ilk olarak tarafımızdan 'Eğerler Granitoyidi' olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında yer alan granitoyid yaklaşık olarak 35 km² alanda yüzeylenmektedir. Birim kuzeyde Taşlıyayla Volkanitleriyle dokanak halindedir. Birim arazide açık gri renkli ve oldukça parçalanmış iri kayaç parçaları şeklinde görülmektedir (Şekil.3.6.). Birim bol miktarda cm'den dm boyutunda MMA'lar içermektedir.



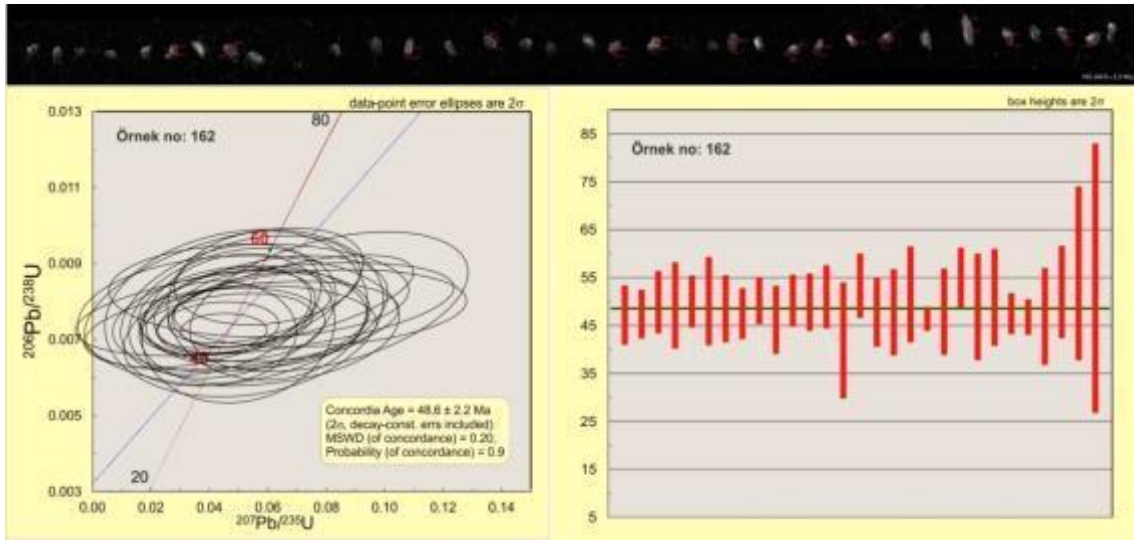
Şekil 3. 6. Eğerler Granitoyidi'nin arazi görünümü (Yer: Aydın tepeden Günbuldu yoluna doğru)

Birim orta-iri daneli granit, granodiyorit, kuvarslı monzodiyorit ve kuvars monzonit bileşimindeki kayalardan oluşmaktadır. Birimi oluşturan kayalarda, daneli doku, glomera porfirik yaygındır. Kayalarda özellikle kuvars, ortoklas, plajiyoklas, amfibol ve biyotit mineralleri bulunmaktadır. Mafik mikrogranüler anklav örnekleri kuvarslı-monzodiyorit ve kuvarslı monzonit bileşimindedir.

3.1.3.1. Yaş

İnceleme alanında Eğerler Granitoyidi Geç Kretase yaşlı Taşlıyayla Volkanitlerini kesmiştir.

Eğerler Granitoyidi içerisindeki 162 nolu granit örneğinden SHRIMP U-Pb yöntemiyle yaşlandırılan zirkonlardan elde edilen yaş 48.6 ± 2.2 My ile Eosen yaşını vermektedir (Şen vd. 2017). Granitoyidi'ne ait SHRIMP U-Pb zirkon analizleri Tablo 3.1'de, zirkon görünümleri (CL görüntüleri) ve konkordia diyagramları Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3. 7. Eğerler Granitoyidi'ne ait 162 nolu granit örneğindeki zirkon mineralleri ve ölçülen U-Pb izotopik oranlarına göre konkordia diyagramları.

Tablo 3. 1. Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi'ne ait SHIRMP U-Pb zirkon analiz sonuçları.

Ömek	Konsantrasyon			İzotopik oranlar				Düzeltilmiş Yaşlar (My)											
	U ppm	Th ppm	Pb ppm	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{Pb}$	±	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	±	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	±	$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	±	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	±	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	±	$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	±		
EOSEN-EĞERLER PLÜTONU	162-371-R	210	101	3	0.081	0.052	0.00737	0.00095	0.051	0.044	0.0033	0.0012	47	40	47.3	6.1	67	25	
	162-371-C	299	200	5.13	0.047	0.026	0.0074	0.00079	0.049	0.025	0.00272	0.0004	47	24	47.5	5	54.9	8	
	162-368-R	374	240	5.9	0.049	0.046	0.0078	0.001	0.059	0.053	0.00265	0.00052	56	50	50	6.4	54	10	
	162-368-C	254	134	3.4	0.053	0.035	0.0077	0.0014	0.048	0.029	0.00269	0.00089	46	27	49.3	8.9	54	18	
	162-372-R	700	613	16.8	0.047	0.018	0.00781	0.00082	0.052	0.02	0.00294	0.00033	51	19	50.1	5.3	59.2	6.6	
	162-372-C	418	202	4.11	0.048	0.036	0.0078	0.0014	0.044	0.028	0.00235	0.0006	43	27	50.2	9.1	47	12	
	162-373-R	402	169	4.7	0.055	0.032	0.0076	0.0011	0.055	0.032	0.00299	0.00095	53	30	48.6	6.9	60	19	
	162-373-C	237	102	2.44	0.06	0.041	0.00742	0.00082	0.057	0.033	0.00254	0.00091	55	32	47.6	5.2	51	18	
	162-374-R	518	313	7.5	0.046	0.019	0.00784	0.00076	0.053	0.023	0.00262	0.00086	51	22	50.3	4.8	53	17	
	162-374-C	324	180	4.5	0.043	0.023	0.0072	0.0011	0.043	0.022	0.0027	0.0011	42	21	46.3	7	54	22	
	162-375-R	425	286	8.5	0.073	0.034	0.00783	0.00083	0.078	0.041	0.00329	0.00067	73	36	50.3	5.3	66	13	
	162-375-C	278	173	4.5	0.049	0.024	0.00778	0.00092	0.048	0.022	0.00294	0.00073	46	21	50	5.9	59	15	
	162-380-R	424	165	4.4	0.057	0.031	0.008	0.001	0.066	0.036	0.00292	0.00079	64	34	51.1	6.5	59	16	
	162-380-C	242	99	3.4	0.042	0.058	0.0065	0.0018	0.038	0.043	0.0038	0.0023	37	43	42	12	76	47	
	162-383-R	361	218.7	5.8	0.05	0.037	0.0083	0.001	0.056	0.042	0.00291	0.00084	53	39	53.4	6.6	59	17	
	162-383-C	242	112	2.7	0.055	0.043	0.0075	0.0011	0.051	0.036	0.00237	0.00091	49	35	47.9	7.1	48	18	
	162-378-R	195	104	4.5	0.025	0.083	0.0075	0.0014	0.05	0.045	0.0051	0.0032	47	42	47.9	8.9	102	64	
	162-378-C	270	105.4	2.8	0.071	0.031	0.008	0.0015	0.081	0.039	0.0029	0.0014	78	36	51.6	9.9	58	28	
	162-384-R	1018	1016	22.1	0.045	0.012	0.00724	0.00037	0.045	0.012	0.00241	0.0003	45	11	46.5	2.4	48.6	6	
	162-384-C	330	158	3.2	0.046	0.031	0.0075	0.0014	0.056	0.037	0.00202	0.00096	53	35	48	8.9	41	19	
	162-387-R	402	194	5.3	0.051	0.023	0.00857	0.00096	0.06	0.026	0.0031	0.00077	58	24	55	6.2	62	15	
	162-387-C	176	105	3.8	0.062	0.048	0.0077	0.0018	0.052	0.039	0.0042	0.0013	50	38	49	11	84	25	
	162-389-R	385	187	6	0.063	0.035	0.0079	0.0016	0.06	0.028	0.00326	0.00081	58	27	51	10	66	16	
	162-389-C	460	316	6.7	0.048	0.027	0.00741	0.00066	0.046	0.024	0.00236	0.0004	45	23	47.6	4.2	47.6	8.1	
	162-394-R	820	480	10.3	0.043	0.016	0.00731	0.00056	0.043	0.017	0.00232	0.00062	43	16	46.9	3.6	47	13	
	162-394-C	324	142	4.3	0.055	0.033	0.0073	0.0016	0.05	0.027	0.0033	0.0013	49	26	47	10	66	26	
	162-399-R	196	92	3.07	0.038	0.035	0.0081	0.0015	0.045	0.039	0.0042	0.0014	43	37	52.1	9.5	84	29	
	162-399-C	27.6	17.8	0.11	0.18	0.25	0.0087	0.0029	0.07	0.13	0.0008	0.0021	50	120	56	18	16	42	
	162-396-R	161	88	2.7	0.041	0.028	0.0085	0.0044	0.0449	0.008	0.0033	0.0022	44.6	7.7	55	28	67	43	
	162-396-C	269	207	6.6	0.049	0.025	0.0093	0.0016	0.059	0.032	0.00335	0.00079	57	30	60	10	68	16	

3.1.4. Alüvyon

İnceleme alanında Taşlıyayla Dere, Kavlatan Dere ve Çayırlar Dere boyunca gözlenen alüvyonlar, çevre kayaların çakıl boyutundan kum boyutuna kadar değişen boyutlarda malzemeler içerirler.

3.2. Eğerler Granitoyidi'nin Petrografisi

Bu bölümde, çalışma alanının büyük bir kısmında yüzeyleme veren ve çalışmanın ana konusunu oluşturan Eğerler Granitoyidi'nin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

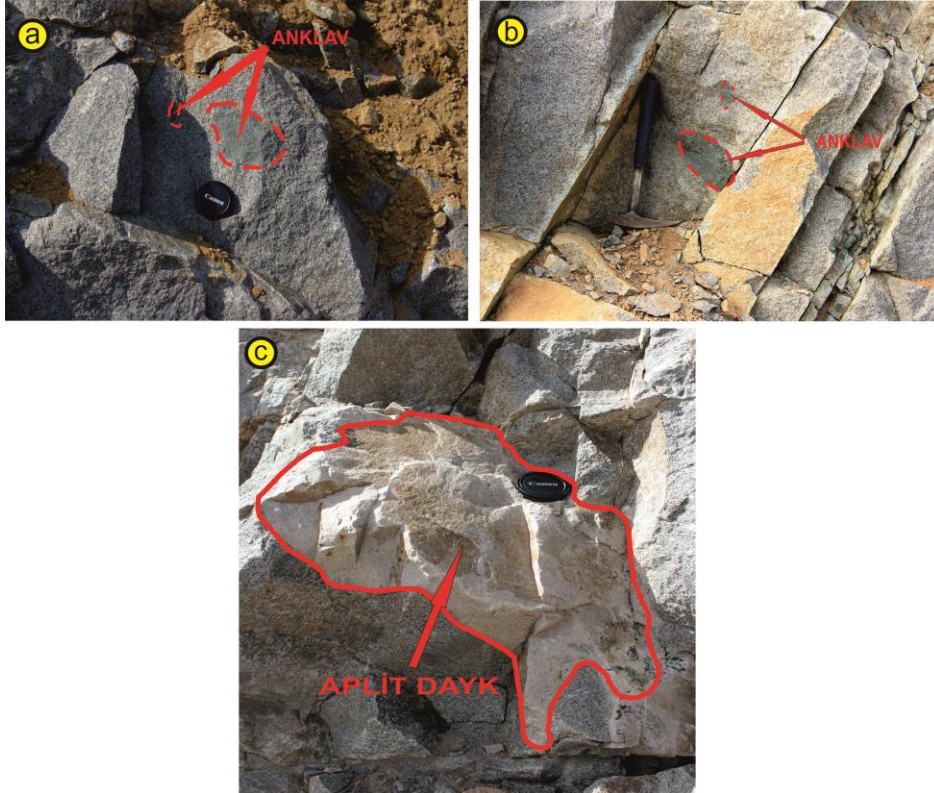
Eğerler Granitoyidi, uzun eksenini doğu-batı istikametinde uzanım gösteren, elips şekilli yüzeylemeye sahip bir sokulumdan oluşur (Şekil 3.2.). Eğerler Granitoyidi yaklaşık 35 km² lik bir alanda yüzeyleme vermekte olup, 6-7 km uzunluğunda ve 4-5 km genişliğindedir. Eğerler Granitoyidi, Trabzon H44 a2, H44 b1 ve G44 d3 paftalarında, Günbuldu Köyü'nün güneydoğusunda ve Şur Yaylasının kuzeyinde yer alır. Eğerler Granitoyidi, Geç Kretase yaşlı Taşlıyayla Volkanitlerini kesmiştir. Eğerler Granitoyidi'nin yan kayalar ile olan dokanaklarında metaandezitler ve metabazaltlar oluşmuştur. Eğerler Granitoyidinde soğuma çatlakları mevcuttur. Bazı kısımlarda çatlak sistemleri seyrek olarak gelişmiş ve iyi derecede bloklar vermişlerdir. Bazı mevkilerde, özellikle de yan kayaç dokanaklarında, çok çatlaklı ve kırıklı yapılar gelişmiş olup, kayalar iyi blok vermezler (Şekil 3.8.).

Eğerler Granitoyidi genelde sağlam bir görünüme sahiptir ve arenalaşma çok az görülmektedir. Granitoyid içerisinde bol miktarda cm'den dm boyutunda mafik mikrogranüler anklav içermektedir. Anklavların tümü içinde bulundukları kayalara göre daha ince taneli ve daha koyu renktedir (Şekil 3.9a, b).

Eğerler Granitoyidi yaklaşık 5-30 cm enindeki aplit daykları tarafından kesilmiştir (Şekil 3.9c).

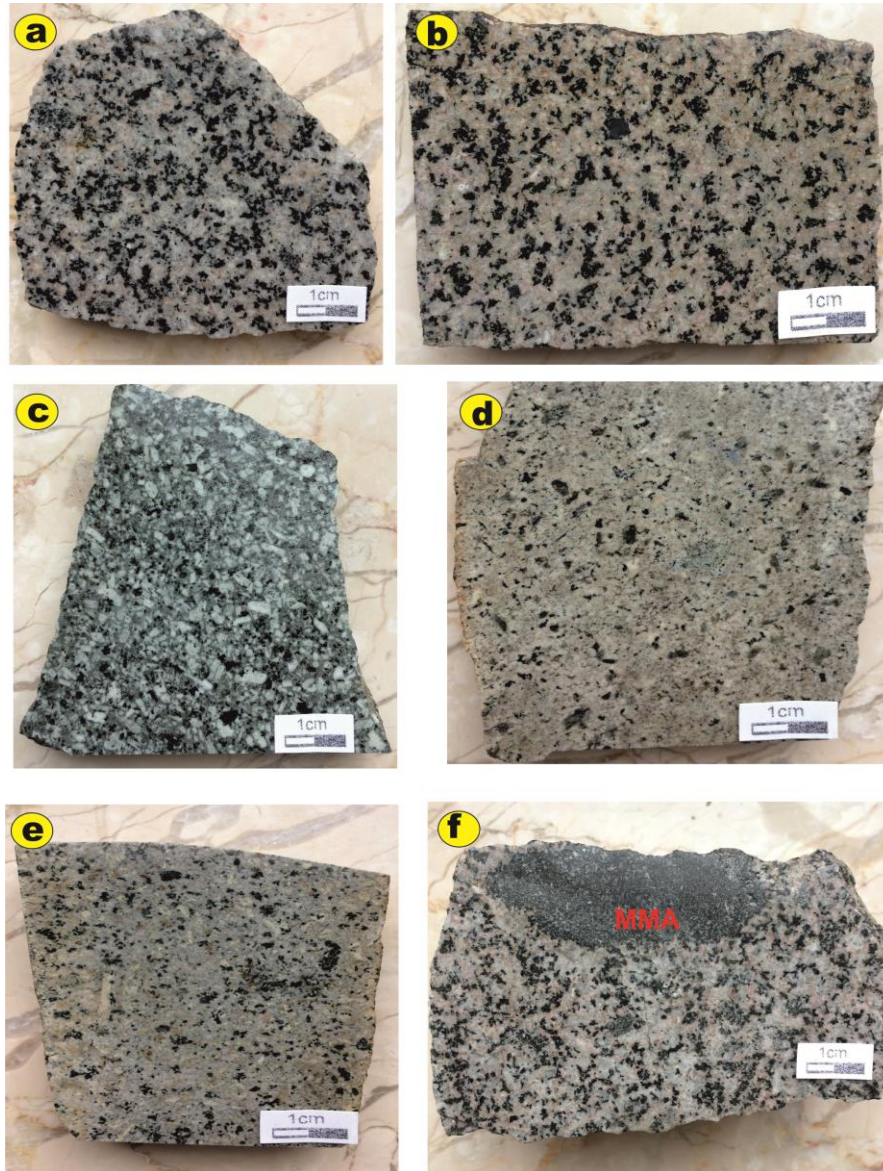


Şekil 3. 8. Eğerler Granitoyidine ait çatlaklı yapılar (Yer: Aydıntepeden Günbuldu yoluna doğru)



Şekil 3. 9. Eğerler Granitoyidi içerisindeki mafik mikrogranüler anklavlar a-b) ve Granitoyidini kesen aplit dayk  c) (Yer: Aydıntepeden Günbuldu yoluna doğru)

Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan granit, granodiyorit, kuvars-monzonit ve kuvarslı monzodiyorit bileşimindeki kayaçlar, makroskobik olarak renk farklılıkları, dokuları, ayrışma dereceleri, mineral içerikleri, mafik mineral oranları, anklav içerikleri ve birbirleri ile olan dokanak ilişkileri gibi özelliklerine bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmişlerdir. (Şekil 3.10.) Eğerler Granitoyidinde, yan kayaçlarla olan dokanaklarda ince taneli ve porfirik dokular görülürken, granitoyidin merkezine doğru orta-iri daneli yapılara geçiş görülmektedir.



Şekil 3. 10. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçların parlatılmış el örnekleri
a-b) Granodiyorit c) Kuvarslı-Monzodiyorit d) Granit e)
Kuvars Monzonit f) MMA (Mafik Mikro Anklav)

Makroskobik olarak ayırt edilemeyen kayaç türleri, mikroskop yardımıyla ayrılmışlardır.

3.2.1. Petrografik İnceleme

Eğerler Granitoyidin'den sistematik olarak alınan 29 adet örneğin modal analiz sonuçları ve modal analiz değerleri Tablo.3.2.'de verilmiştir.

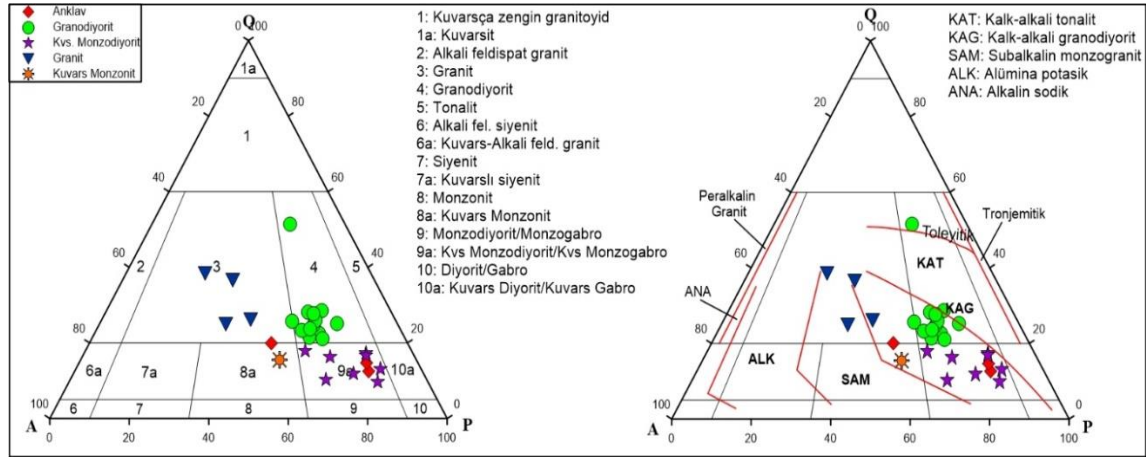
Tablo 3. 2. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçların modal analizleri

Örnek	PL	Q	Ort	Amf.	Bi	OPAK	KAYAÇ ADI
172- Ana Kayaç	49.7	19.9	18.5	8.8	2.1	1	Granodiyorit
147-b	54.2	22.9	13.7	6.2	2.1	0.9	Granodiyorit
141	45.9	24.5	25	4	0.6	-	Granodiyorit
147	46.2	24.4	14.7	5.3	7.1	2.3	Granodiyorit
86	41.4	23	17.1	6.2	10.8	1	Granodiyorit
Ö-26	47	17	16.8	6	9	4	Granodiyorit
Ö-26*	45.3	17.8	19.8	4.9	8.8	3.2	Granodiyorit
Ö-25	43.5	19.6	21	4	7.9	3.9	Granodiyorit
Ö-24	45.8	20.9	18.1	6	4	5	Granodiyorit
Ö-28	30.2	44.7	12	3.8	3.9	5.2	Granodiyorit
147-a/Ana Kayaç	50.7	24.4	19	4.6	-	1.3	Granodiyorit
Ö-27	42.2	22.3	15.9	11.4	2.3	6	Granodiyorit
Ö-23*	46.4	20.5	19.6	5.1	3.8	4.5	Granodiyorit
172- Anklav	59	10	10.7	11	4.3	4.7	Kuvarslı-Monzodiyorit
147-a/Anklav	58.8	11.9	10.5	13.1	4.2	1.5	Kuvarslı-Monzodiyorit
142	59.8	10.1	14.9	10.2	-	5	Kuvarslı-Monzodiyorit
146	60.4	9.7	23.9	5	1	-	Kuvarslı-Monzodiyorit
144-a	59.1	15.4	20.3	5.2	-	-	Kuvarslı-Monzodiyorit
144-b	69.5	8.7	11.2	9.3	-	1.3	Kuvarslı-Monzodiyorit
144-c	60.2	14.6	10	15.2	-	-	Kuvarslı-Monzodiyorit
143-b	59.3	10.1	8	20.2	1	1.9	Kuvarslı-Monzodiyorit
143-a	60	14.1	10.1	6.8	6.5	2.4	Kuvarslı-Monzodiyorit
Ö-23	47.1	15.2	22.8	6.1	3.9	4.9	Kuvarslı-Monzodiyorit
169	18.8	36.4	39.5	4.5	0.8	0.3	Granit
171- Ana Kayaç	30.9	21.5	30	5.5	1.1	1	Granit
169-b	27	35.5	34.8	1.7	0.6	0.4	Granit
145	29.7	23.1	40.2	3.3	1.8	1.9	Granit
170	42.8	13.2	29.5	9.2	3.4	1.6	Kuvarslı-Monzonit
171- Anklav	38.5	16.8	28.9	10.2	3.1	4.5	Kuvarslı-Monzonit

Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Ort: Ortoklas, Amf: Amfibol, Bi: Biyotit

Eğerler Granitoyidi kayaç örnekleri modal analize dayalı QAP diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarıldığında (Şekil 3.11.), granodiyorit, kuvarslı-monzodiyorit, granit ve kuvars-monzonit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülmektedir.

Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaların modal analiz sonuçları Lameyre ve Bowden (1982)'nin plütonik serileriyle karşılaştırıldığında örneklerin kalk alkali granodiyorit ve subalkalin monzogranit seri alanına düştükleri görülür.



Şekil 3. 11. Eğerler Granitoidine ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976) ve granitoyidi oluşturan kayaların modal analiz sonuçlarının Lameyre ve Bowden (1982)'nin plütonik serileriyle karşılaştırılması

Eğerler Granitoidini oluşturan kayaların modal mineralojilerinin özeti şu şekildedir:

Granodiyoritlerde modal plajiyoklaz içerikleri 30.2-54.2 arasında, kuvars 17.0-44.7 arasında, ortoklas 12.0-25.0 arasında, amfibol 3.8-11.4 arasında, biyotit 0.6-10.8 arasında ve opak mineral içerikleri 0.9-6.0 arasında değişmektedir. (Tablo 3.2.)

Kuvarslı-monzodiyoritlerde modal plajiyoklas içerikleri 47.1-69.5 arasında, kuvars 8.7-15.4 arasında, ortoklas 8.0-23.9 arasında, amfibol 5.0-20.2 arasında, biyotit 1.0-6.5 arasında ve opak mineral içerikleri 1.3-5.0 arasında değişmektedir. (Tablo 3.2.)

Granitlerde modal plajiyoklas içerikleri 18.8-30.9 arasında, kuvars 21.5-36.4 arasında, ortoklas 30.0-40.2 arasında, amfibol 1.7-5.5 arasında, biyotit 0.6-1.8 arasında ve opak mineral içerikleri 0.3-1.9 arasında değişmektedir. (Tablo 3.2.)

Kuvars monzonitlerde modal plajiyoklas içerikleri 42.8-38.5 arasında, kuvars 13.2-16.8 arasında, ortoklas 28.9-29.5 arasında, amfibol 9.2-10.2 arasında, biyotit 3.1-3.4 arasında ve opak mineral içerikleri 1.6-4.5 arasında değişmektedir. (Tablo 3.2.)

3.2.1.1. Granodiyorit

Eğerler Granitoidinde yayılımı en fazla olan kayaçları oluştururlar. İnceleme alanında özellikle Eğerler Tepe, Kemerlik Dağı, Kemer Tepe ve Kurutlar Tepe civarında yüzeyleme verirler. Genelde rengi açık gri olan bu birim yer yer kaolinleşmiştir. Bol çatlaklı olan kayaçlar gözle görülebilecek büyüklükte kuvars, feldispat ve mafik minerallerden oluşmaktadır. Genellikle koyu renkli mafik anklavlar içerirler.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Doku: Tüm kristalli ince-orta taneli, poikilitik ve yazı dokusu belirlenmiştir.

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli, yer yer öz şekilsiz kristaller halindedir. İncelenen kayaçta en bol bulunan açık renkli mineraldir. Cinsinin andezin (An_{34-50}) ve labrador (An_{52-69}) olduğu belirlenmiştir (010'a dik kesitte). İri plajiyoklaz kristalleri, küçük amfibol ve opak mineral inklüzyonları içerirler. Zonlanma gösteren kristallerde yaygın olarak halkalı zonlanma görülür. Yer yer polisentetik ikizlenme belirlenmiş olup yer yer ise payanda dokusu görülür. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir. Kayaçta % 30.2-54.2 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Kuvars: İri daneli ve öz şekilsiz kristaller halinde görülmekte olup, tek nikolde renksiz ve berrak olup az kırık ve çatlaklı yapıdadır. Bazı kesitlerde ise yer yer kataklastik yapıdadır. Dalgalı sönme görülmekte olup düşük rölyeflidir. Çok nadir olarak bazı kesitlerde zirkon içermektedir. Kayaçta % 17.0-44.7 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Ortoklas: Öz şekilsiz ve iri kristaller halinde olup, tek nikolde kirli rengiyle diğer minerallerden kolay ayırt ediliyor. Çok az derecede ayrılmış ve yer yer killeşmiştir. Bazı kesitlerde yer yer pertitik yapıdadır. Kayaçta % 12.0-25.0 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Amfibol: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halindedir. Yer yer bazı kesitlerde diğer mineraller tarafından kemirilmiş ve öz şeklini kaybetmiştir. Tek nikolde açık yeşil ve kahve renklidir. En yaygın ayrışma türü kloritleşme ve serizitleşmedir. İri kristaller, küçük danelli plajiyoklaz ve opak mineral kapanımları içerirler. Kayaçta % 3.8-11.4 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Biyotit: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde bulunmaktadır. (001) yüzeyine paralel dilinim belirgin olup, bu dilinime göre dik sönmelidir. Tek nikolde koyu kahve ve koyu sarı renklindedir. Renk pleokroizması belirgindir. Bazı kesitlerde kısmen ayrışarak

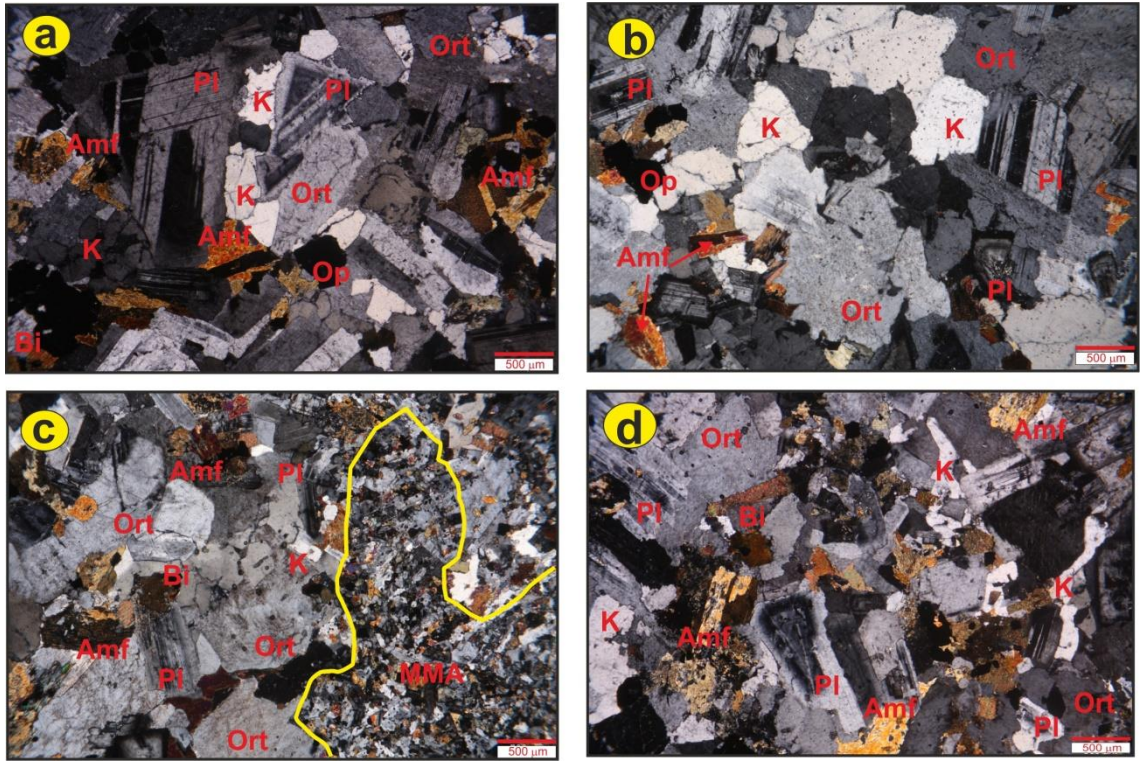
klorite ve muskovite dönüşmüştür ve dilinimler boyunca epidot ve opak mineral yığılımları gözlenmiştir. Kayaçta % 0.6-10.8 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Apatit: Öz şekilli iğnemsî kristaller halinde olup, kuvars ve a.feldispatların içinde kapanımlar halinde bulunurlar.

Zirkon: Bazı kesitlerde gözlenmiş olup, öz şekilli küçük prizmatik kristaller halindedir. Çok yüksek rölyefli olup, uzantıya paralel kesitlerde dik sönme gösterir.

Opak: İrili ufaklı yarı öz şekilli ve öz şekilsiz daneler halinde bulunurlar. Kayaçta %0.9-6.0 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Kayaç adı: Granodiyorit (Şekil 3.12.)



Şekil 3. 12. Egerler Granitoidinde gözlenen granodiyorite ait; a) İri ve orta taneli plajiyoklaz ve zonlu plajiyoklaz, b) Ortoklas içerisinde gözlenen poikilitik doku, c) İnce ve orta taneli ana kayaç ve MMA, d) Ortoklas içerisinde gözlenen poikilitik doku ve zonlu plajiyoklaz, (Ç.N. , Pl: Plajiyoklaz, K: Kuvars, Ort: Ortoklas, Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, MMA: Mafik Magmatik Anklav)

3.2.1.2. Kuvarşlı-Monzodiyorit

Egerler Granitoidindeki yayılımı granodiyoritlerden sonra en fazla olan kayaçları Kuvarşlı-monzodiyoritleri oluştururlar. Çalışma alanında Egerler Tepe'nin kuzey

doğusunda ve Kurutlar Tepe kuzeyinde yüzeyleme verir. Genelde rengi arazide açık gri renktedir ve genelinde koyu renkli mafik anklavlar içerirler. Kayaçta makroskobik olarak plajiyoklas, kuvars ve koyu renkli mineraller görülmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Doku: Tüm kristalli ince-orta taneli, glomera porfirik, yazı dokusu, poikilitik ve yer yer kemirilme dokuları belirlenmiştir.

Plajiyoklas: Kesitlerde en bol bulunan mineral olup, öz ve yarı öz şekilli iri kristaller halindedir. 010'a dik kesitlerde yapılan cins tayininde cinsinin andezin (An_{34-48}) ve labrador (An_{56-68}) olduğu belirlenmiştir. Yaygın olarak albit-karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Zonlanma gösteren kristallerde yaygın olarak halkalı zonlanma görülür. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve kalsitleşmedir. Kayaçta % 47.1-69.5 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller halindedir. Bazı kesitlerde kuvarsla birlikte diğer minerallerin arasını doldurur. Yer yer karlsbad ikizi gösterir ve çoğunlukla perititik özelliktedir. En yaygın ayrışma türü killeşmedir. Kayaçta % 8.0-23.9 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

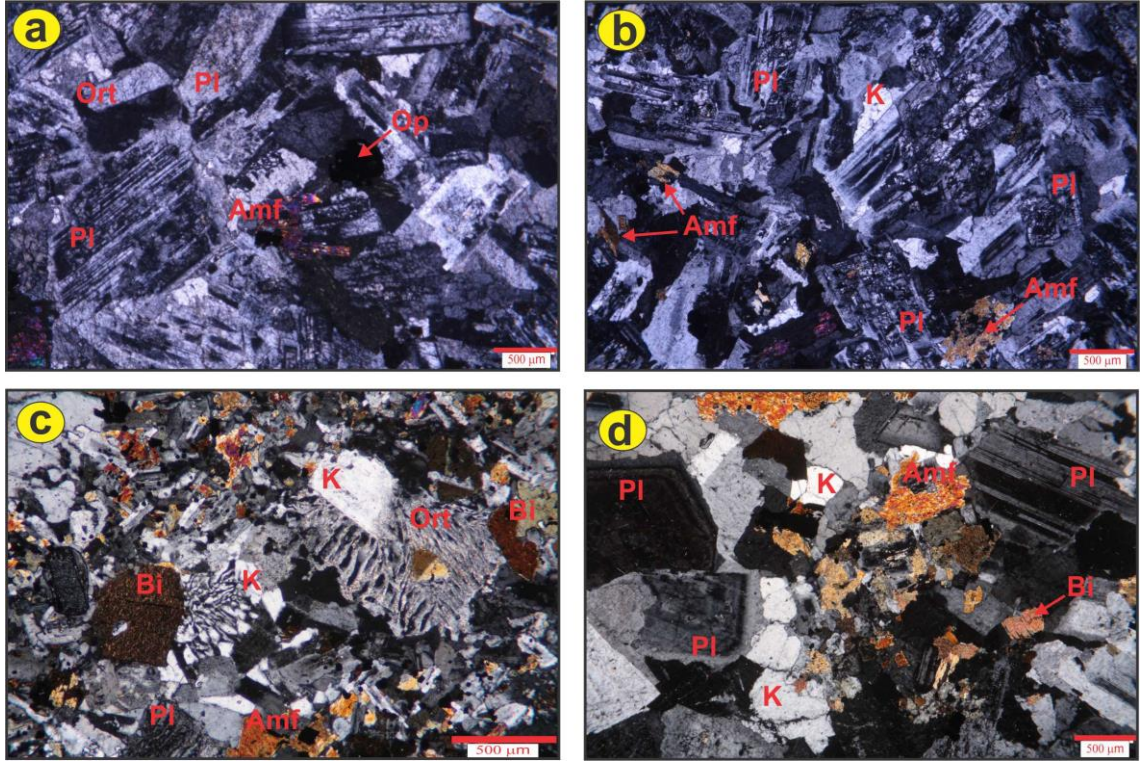
Kuvars: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz irili ufaklı kristaller halinde diğer minerallerin arasındaki boşlukları doldurmuştur. Bazı kesitlerde çatlaklı ve kırıklı yapıdadır. Genelde dalgalı sönme belirgin olup yer yer ise yazı dokusu görülmektedir. Kayaçta % 8.7-15.4 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Amfibol: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz levhamsı kristaller halinde ve yer yer ince-uzun kristallidir. Amfibol mineralleri genellikle biyotit mineralleri ile iç içe bulunurlar. Bazı kesitlerde yoğun olarak kloritleşmiştir. Kayaçta % 5.0-20.2 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Biyotit: Öz ve yarı öz şekilli çubuğumsu kristaller halindedir. (001) yüzeyine paralel dilinimi belirgin olup ve bu dilinime göre dik sönmelidir. Bazı kesitlerde kısmen ayrışarak klorite dönüşmüştür. Kayaçta % 1.0-6.5 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Opak: Öz şekilli ve yarı öz şekilli irili ufaklı saçınımlı daneler halinde bulunur. Kayaçta % 1.3-5.0 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Kayaç adı: Kuvarslı-Monzodiyorit (Şekil 3.13.)



Şekil 3. 13. Egerler Granitoidinde gözlenen kuvarslı-monzodiyoritte ait; a) Orta ve iri taneli albit ve karlspat ikizleme gösteren plajiyoklas, b) Yarı özşekilli plajiyoklas içerisinde gözlenen serizitleşme, c) İnce orta taneli yazı ve poikilitik dokulu, d) Orta, iri taneli ve poikilitik dokulu özşekilsiz amfibol ve yarı özşekilli zonlu plajiyoklas. (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Ort: Ortoklas, Amf: Amfibol, Bi: Biotit, Op: Opak)

3.2.1.3. Granit

Granitoidin değişik kesimlerinde, daha ziyade granitoidin merkezine yakın ve kenar kısımlarda granodiyoritlerin iç kısmında yer alır. Granitoid içerisinde yayılımları çok fazla değildir. İnceleme alanında özellikle Egerler Tepe'nin merkezinde ve güney batısında yüzeyleme verirler. Genellikle koyu pembe ve pembemsi gri renklerde görülmektedir. Makroskobik olarak ortoklaz, plajiyoklas, kuvars, amfibol ve biyotit mineralleri tanınabilmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Doku: Tüm kristalli ince-orta taneli, yazı dokulu ve poikilitik dokuları belirlenmiştir.

Kuvars: Öz şekilsiz ve iri daneli kristaller halindedir. Genelde dalgalı sönme görülür. Tek nikolde renksiz ve berrak olup yer yer ise kesitlerde çok çatlaklı bir yapıdadır. Çok

nadir olarak zirkon içermektedir. Yer yer de kuvarsın bir alkali feldispat ile iç içe büyümesi sonucunda oluşan yazı dokusu belirgindir. Kayaçta % 21.5-36.4 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Ortoklas: Öz şekilsiz nadiren de yarı öz şekilli kristaller halinde diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Tek nikol de kirli görünümüyle plajiyoklazlardan kolaylıkla ayrılır. En yaygın ayrışma türü killeşme ve serizitleşmedir. Kayaçta % 30.0-40.2 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Biyotit: Öz ve yarı öz şekilli, çubuğumsu prizmatik kristaller halindedir. İncelenen kayalarda en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Ayrışmamış minerallerde pleokroizma şöyledir; X: sarımsı ve kahverengi, Z ve Y: kahverengimsi kırmızıdır. Tek yönde dilimleri ve bu dilinime göre paralel sönmelidir. Bazı kesitlerde kenarlardan itibaren kısmen ve tamamen ayrışarak klorite dönüşmüş olarak gözlenmektedir. Kayaçta % 0.6-3.1 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

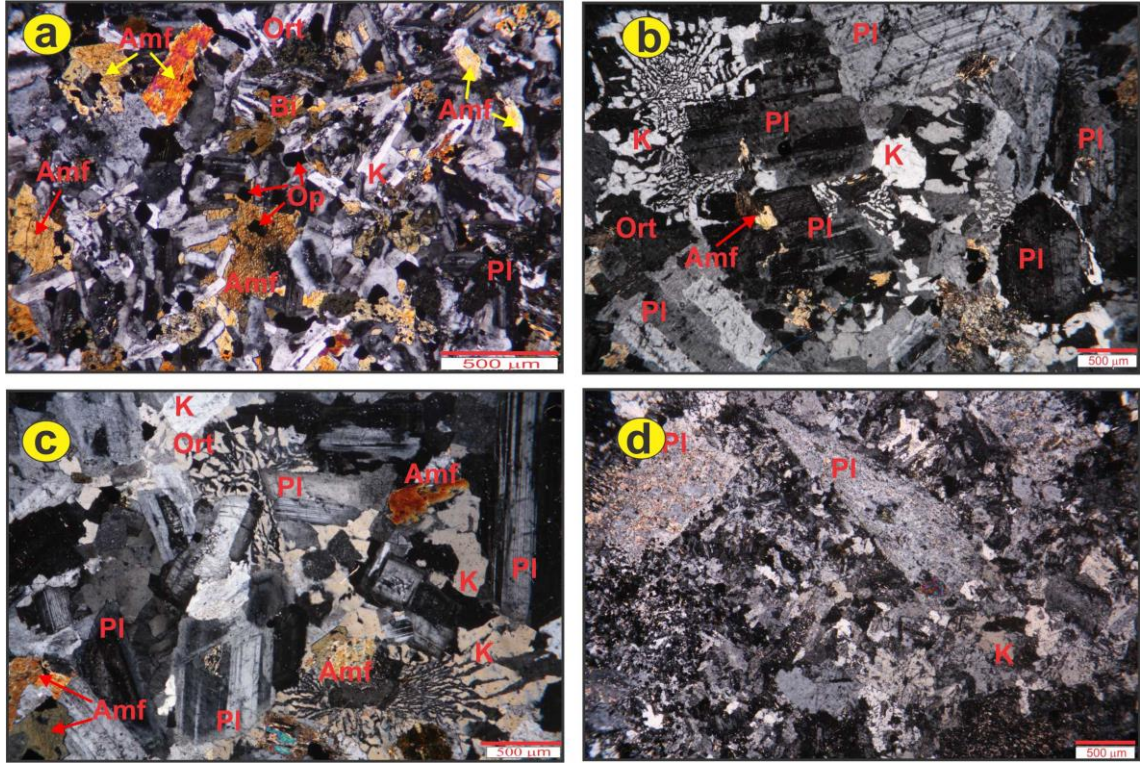
Plajiyoklas: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz halindedir. Bazı kesitlerde polisentetik ikizlenme gösterirler. Cinsinin andezin (An_{42}) ve labrador (An_{66}) olduğu belirlenmiştir (010'a dik kesit). Bazı kesitlerde halkalı zonlanma görülür. Bazı kesitlerde ise iri plajiyoklaz kristalleri küçük biyotit ve opak mineral eklüzyonları içerirler. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir. Kayaçta % 18.8-30.9 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Amfibol: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz levhamsı kristaller halinde ve yer yer ince-uzun kristallidir. Amfibol mineralleri genellikle biyotit mineralleri ile iç içe bulunurlar. Bazı kesitlerde yoğun olarak kloritleşmiştir. Kayaçta % 1.7-5.5 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Zirkon: Bazı kesitlerde az oranda görülür. Küçük prizmatik kristaller şeklinde olup, çok yüksek rölyeflidir ve uzantıya paralel kesitlerde dik sönme gösterir.

Opak: Siyah renkte görülmekte olup, genellikle küçük taneler halinde öz şekilli ve öz şekilsizdir. Kayaçta % 0.3-1.9 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Kayaç Adı: Granit. (Şekil 3.14.)



Şekil 3. 14. Egerler Granitoidinde gözlenen granite ait; a) İnce, orta taneli ve özşekilsiz amfibol ve biyotit, b) İri-orta taneli, yazı ve porfirik dokulu gösteren kuvars ve plajiyoklaz. c) Orta, iri taneli ve plajiyoklaz, kuvars ve amfibol, d) İri taneli serizitleşme gösteren plajiyoklaz içerisinde gözlenen zirkon (Ç.N. , Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Ort: Ortoklas, Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Op: Opak)

3.2.1.4. Kuvars-Monzonit

İnceleme alanında kuvars-monzonitler genelde granitoidin kenar kısımlarında yaklaşık olarak 1 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir. İnceleme alanında özellikle Kemer Tepe güney batısında yüzeyleme verirler. Genelde rengi açık gri ve yer yer pembemsi olan bu birim yer yer kaolinleşmiştir. Kayaçta makroskobik olarak plajiyoklas, feldipat, kuvars ve koyu renkli mafik anklavlar içerirler.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Doku: Tümü kristalli taneli, glomera porfirik ve yazı dokuları belirlenmiştir.

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli orta-iri kristaller halindedir. 010'a dik kesitlerde yapılan cins tayininde cinsinin labrador (An₅₂₋₆₇) olduğu belirlenmiştir. Zonlanma gösteren kristallerde halkalı zonlanma görülüyor. Yer yer ışınal ve dalgalı sönme belirlenip yer

yerde glomera porfirik dokuludur. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir. Kayaçta % - 38.5-42.8 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller halinde olup, tek nikolde kirli rengiyle diğer minerallerden kolay ayırt ediliyor. En yaygın ayrışma türü killeşmedir. Yer yer pertitleşme belirlenmiştir. Kayaçta % 28.9-29.5 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

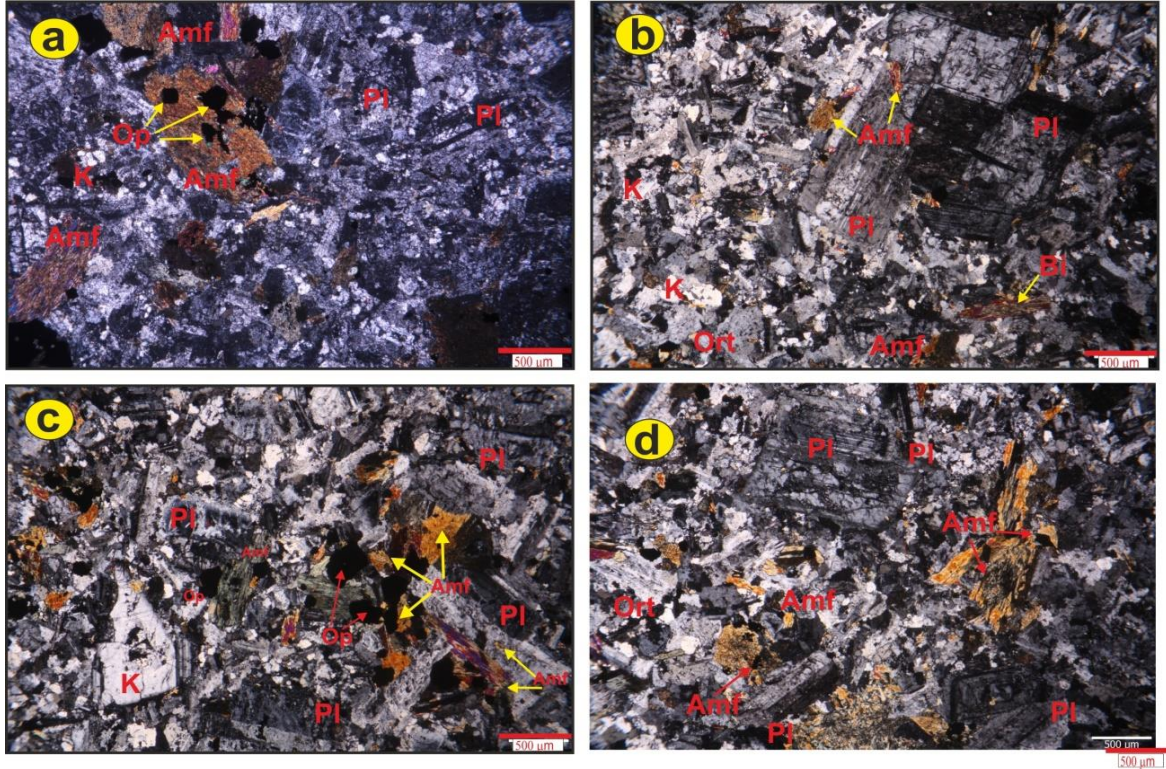
Kuvars: Orta-iri taneli, öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde görülmektedir. Tek nikolde renksiz, berrak olup ve dalgalı sönmelidir. Yer yer diğer mineraller arasındaki boşlukları doldurmuştur. Bazı kesitlerde yazı dokusu belirgindir. Kayaçta % 13.2-16.8 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Amfibol: İrili-ufaklı ve öz şekilsiz kristaller halindedir. Yer yer bazı kesitlerde diğer mineraller tarafından kemirilmiştir. İri kristaller; plajiyoklaz, ortoklaz ve opak mineral kapanımları içerirler. En yaygın ayrışma türü kloritleşmedir. Kayaçta % 9.2-10.2 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Biyotit: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde bulunmaktadır. Tek nikolde koyu kahve ve koyu sarı renklidir. Renk pleokroizması belirgindir. En yaygın ayrışma türü kloritleşmedir. Kayaçta % 3.1-3.4 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Opak: İrili-ufaklı yarı öz şekilli daneler şeklinde bulunurlar. Kayaçta % 1.6-4.5 oranında bulunur. (Tablo 3.2.)

Kayaç adı: Kuvars-Monzonit (Şekil 3.15.)



Şekil 3. 15. Eğerler Granitoidinde gözlenen kuvars-monzonite ait; a) İnce ve orta taneli, poiklitik dokulu ve yarı özşekilli amfibolda gözlenen opaklar, b) İri ve ince taneli, yarı özşekilli plajiyoklas ve özşekilsiz kuvars, c) İnce ve orta taneli, özşekilsiz opak ve kuvars, d) İri ve ince taneli, özşekilsiz biyotit ve kuvars. (Ç.N. , Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Ort: Ortoklas, Amf: Amfibol, Bi: Biyotit, Op: Opak)

3.2.2. Mineral Kimyası

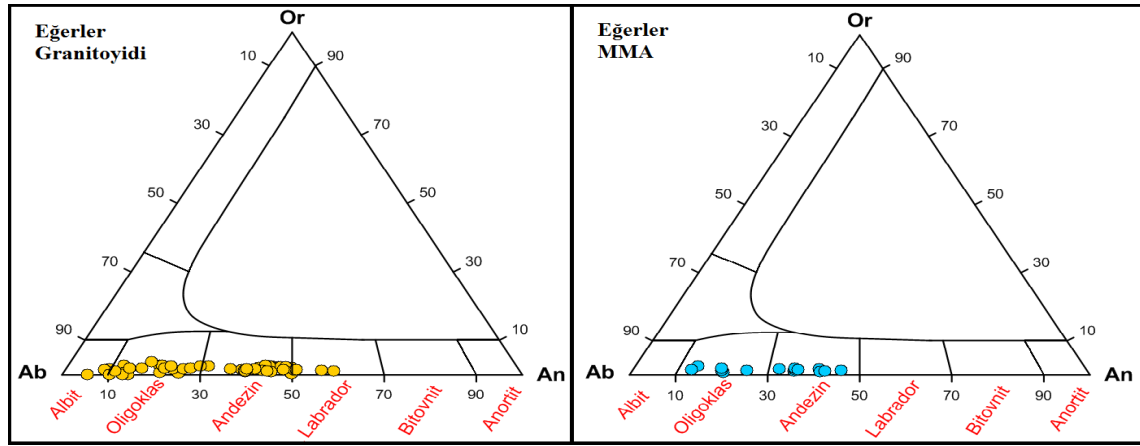
Eğerler Granitoidi'ni oluşturan kayalarındaki plajiyoklas, K-feldispat, biyotit, amfibol, Fe-Ti oksit ve klorit minerallerine ait mikrokimyasal özellikler aşağıda verilmiştir.

3.2.2.1. Plajiyoklas

Eğerler Granitoidine ait tonalit, kuvars monzodiyorit ve diyorit kayaları içerisinde, fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla oligoklas ve andezin bileşiminde, az oranda da albit ve labrador bileşimindedir (Şekil 3.16). Ayrıca kayalar içerisinde gözlenen MMA'ların içerisindeki mineral bileşiminin oligoklas ve andezin bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 3.16).

Eğerler Granitoidini oluşturan kayalardaki plajiyoklasların SiO_2 içerikleri %50.97-93.40 arasında, Al_2O_3 içerikleri %5.52-27.38 arasında, Na_2O içerikleri %2.74-11.72 arasında, CaO içerikleri %0.47-12.75 arasında ve K_2O içerikleri %0.02-0.71 arasında değişmektedir (Tablo 3.2). Ana kayaç içerisinde yer alan MMA'lardaki plajiyoklasların, SiO_2 içeriklerinin %56.88-65.45 arasında, Al_2O_3 içeriklerinin %21.14-26.26 arasında, Na_2O içerikleri %6.29-10.85 arasında, CaO içerikleri %2.92-9.67 arasında ve K_2O içeriklerinin de %0.14-0.39 arasında değişim gösterdikleri görülmektedir (Tablo 3.3.).

Eğerler Granitoidini oluşturan kayalarda gözlenen plajiyoklasların bileşimleri genellikle albitten labradora kadar değişim göstermekte olup, yoğun olarak oligoklas ve andezin bileşiminde görülmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3. 16. Eğerler Granitoidine ait kayalardaki ve içerisindeki MMA'lardaki plajiyoklasların (a) Ana kayaç, (b) Anklav Ab-An-Or Üçgen diyagramı.

Albit bileşimli minerallerde $\text{An}_{5.46-9.45}$ $\text{Ab}_{88.88-94.34}$ $\text{Or}_{0.19-1.67}$ arasında, oligoklas olanlarda bileşim $\text{An}_{10.19-28.80}$ $\text{Ab}_{68.59-89.62}$ $\text{Or}_{0.08-3.75}$ oranlarında, andezin olanlarda bileşim $\text{An}_{30.59-49.96}$ $\text{Ab}_{48.69-66.91}$ $\text{Or}_{0.28-2.78}$ arasında, labrador olanlarda $\text{An}_{50.05-58.50}$ $\text{Ab}_{40.40-48.42}$ $\text{Or}_{1.09-1.53}$ oranında değişim göstermektedir. Ana içerisinde gözlenen MMA'ların plajiyoklas bileşimleri ise genellikle oligoklas ve andezin bileşiminde olup, oligoklas olanlar $\text{An}_{12.76-24.90}$ $\text{Ab}_{73.82-85.70}$ $\text{Or}_{0.79-2.61}$ arasında ve andezin olanlar ise $\text{An}_{31.56-45.30}$ $\text{Ab}_{53.32-66.61}$ $\text{Or}_{1.01-1.95}$ arasında değişim göstermektedir.

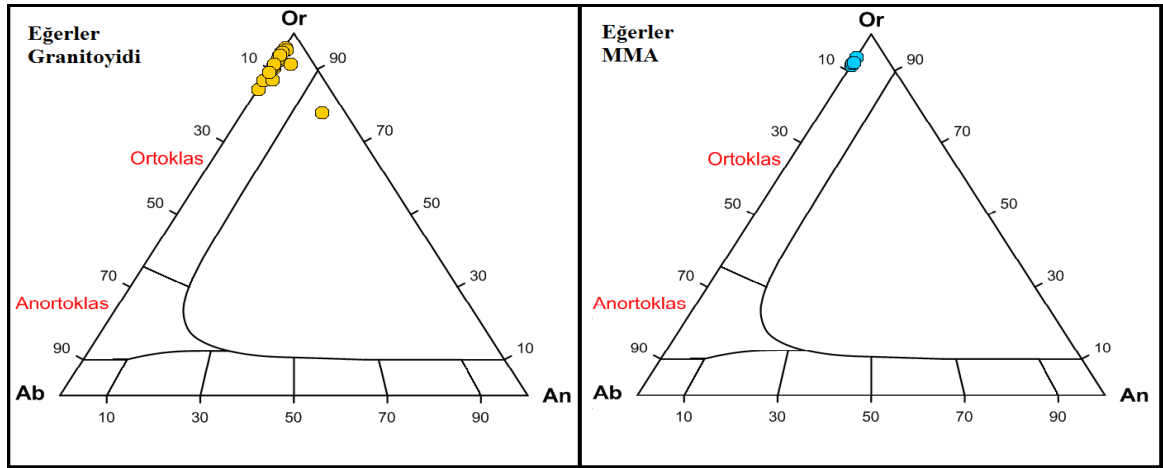
İncelenen Eosen yaşlı Eğerler Granitoidi'ni oluşturan kayalar ve içindeki MMA'ların tümünde plajiyoklas mineralleri incelenmiştir. İncelenen örneklerden seçilen

ve analizi yapılan ana kayaç ve MMA örnekleri içindeki plajiyoklas minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir.

3.2.2.2. K-Feldispat

İncelenen Eğerler Granitoyidine ait tonalit, kuvars monzodiyorit ve diyorit kayaçları içerisinde, fenokristaller halinde gözlenen alkali feldispat mineralleri ortoklas bileşimindedir (Şekil 3.17). Ayrıca kayaçlar içerisinde gözlenen MMA’ların içerisinde bulunan alkali feldispatların mineral içeriğinin de ortoklas bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 3.17).

Eğerler Granitoyidini oluşturan kayaçlardaki K-feldispat minerallerinin SiO_2 içerikleri %60.98-73.91 arasında, Al_2O_3 içerikleri %7.26-18.63 arasında, Na_2O içerikleri %0.22-1.57 arasında, CaO içerikleri %0.00-1.38 arasında ve K_2O içerikleri %5.27-15.53 arasında değişmektedir (Tablo 3.4). Ana kayaç içerisinde yer alan MMA’lardaki K-feldispatların, SiO_2 içeriklerinin %64.85-65.79 arasında, Al_2O_3 içeriklerinin %18.27-18.50 arasında, Na_2O içerikleri %0.69-0.93 arasında, CaO içerikleri %0.00-0.04 arasında ve K_2O içeriklerinin de %15.07-15.52 arasında değişim gösterdikleri görülmektedir (Tablo 3.4). Ayrıca MMA’lar içerisindeki ortoklas mineralinin bileşiminin de $\text{Or}_{91.28-93.50}$ oranları arasında değişim gösterdiği görülmektedir (Tablo 3.4).



Şekil 3. 17. Eğerler Granitoyidine ait kayaçlardaki k-feldispat ve içerisindeki MMA’ların (a) Ana kayaç, b) Anklav Ab-An-Or Üçgen diyagramı.

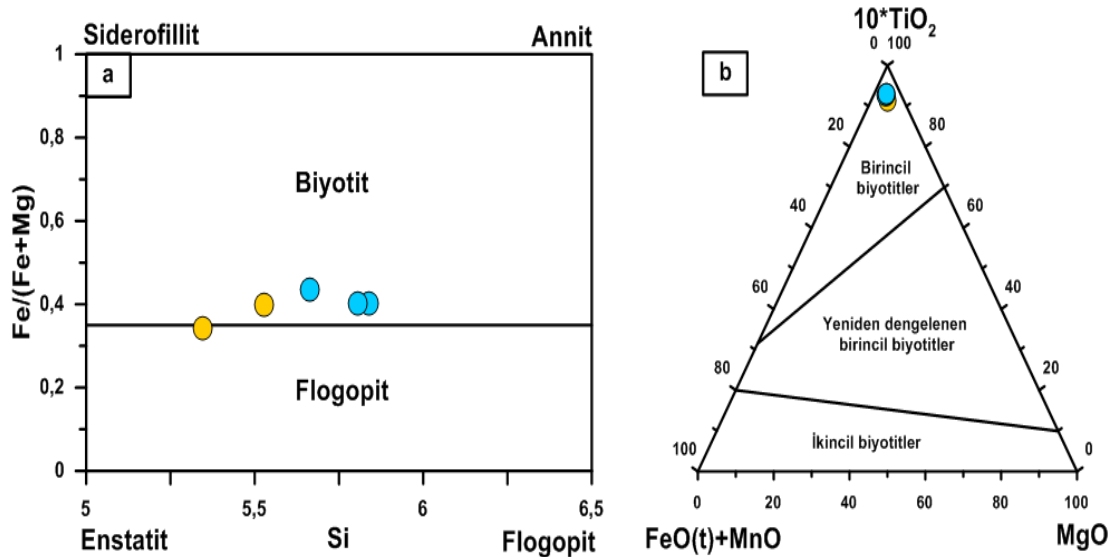
Analizi yapılan bu ana kayaç ve MMA örnekleri içindeki alkali feldispat minerallerine ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir.

3.2.2.3. Biotit

İncelenen Eğerler Granitoyidi'ne ait tonalit, kuvars monzodiyorit ve diyorit kayaçları içerisinde, fenokristaller halinde gözlenen biyotitler siderofillit bileşimli minerallerdir (Şekil 3.18a). Ayrıca kayaçlar içerisinde gözlenen MMA'ların içerisinde gözlenen biyotit mineral içeriğinin de birincil siderofillit bileşimde oldukları görülmektedir (Şekil 3.18b).

Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi içerisindeki kayaçlardaki biyotit minerallerinin TiO_2 içerikleri %0.00-5.10 arasında, Al_2O_3 içerikleri %13.48-18.55 arasında ve MgO içerikleri %12.66-17.44 arasında değişmektedir. MMA'larda ise TiO_2 içerikleri %4.06-4.72 arasında, Al_2O_3 içerikleri %12.49-13.05 arasında ve MgO içerikleri %12.05-13.49 arasında değişim göstermektedir.

Biyotitlerin $\text{Fe}^{+2}/(\text{Fe}^{+2}+\text{Mg})$ ve $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{+2})$ oranları sırasıyla 0.34-0.40 ve 0.60-0.66 arasında iken, MMA'larda bu oranlar sırasıyla 0.40-0.44 ve 0.56-0.60 arasında değişim göstermektedir.



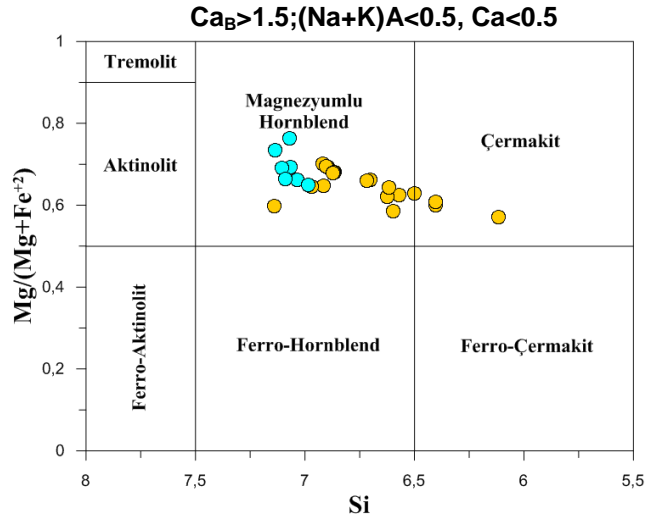
Şekil 3. 18. Eğerler Granitoyidi ve MMA'lar içerisinde görülen biyotit minerallerinin a) biyotit sınıflama diyagramı (Parsons ve diğ., 1991). b) $10*\text{TiO}_2$ -($\text{FeO}(\text{t})+\text{MnO}$) - MgO (%ağ.) üçlü sınıflama diyagramı (Nachit ve diğ., 2005). Semboller Şekil 3.16 gibidir.

İncelenen granitoyidi oluşturan ve analizi yapılan biyotit minerallerine ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.5'de verilmiştir.

3.2.2.4. Amfibol

Eğerler Granitoyidine ait tonalit, kuvars monzodiyorit ve diyorit kayaçları ve bu kayaçların MMA'ları içerisindeki amfibol mineralleri incelenmiştir. Bu mineraller fenokristaller halinde, yer yer öz şekilli ve iki yönde net bir şekilde gözlenen veya yer yer tek yönde dilinimli çubuksu şekilde gözlenmekte olup, (Ca+Na)-Na diyagramına aktarıldığında tümünün kalsik amfibol ile temsil edilen alana düştüğü görülmektedir (Şekil 3.19). Örnekler daha sonra Si-Mg# içeriğine bağlı olarak magnezyumlu hornblend ve çermakit olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.19).

Eğerler Granitoyidine ait kayaçlarda gözlenen magnezyumlu hornblend ve çermakit örneklerinin Al_2O_3 içerikleri sırasıyla %1.71-9.15 ve %8.84-10.71 arasında, SiO_2 içeriği %37.79-49.32 ve %42.20-44.34 arasında değişim göstermektedir. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranları ise sırasıyla 0.76-1.00 ve 1.00 arasında değişim göstermektedir. Ana kayaç içerisinde yer alan MMA'larda magnezyumlu hornblendlere ait Al_2O_3 içerikleri %3.61-5.03 arasında, SiO_2 içeriği %49.37-51.27 arasında değişim göstermektedir. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranları ise 0.83-1.00 arasında değişmektedir (Tablo 3.6).



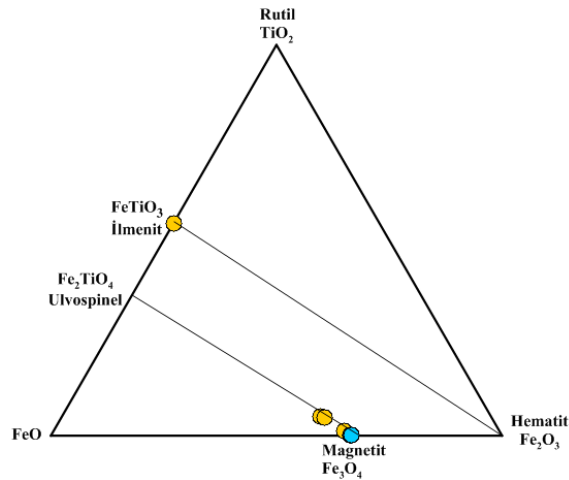
Şekil 3. 19.Eğerler Granitoyidi içerisindeki hornblendlerin (a) Ana kayaç ve Anklav Leake ve diğ., (1997) sınıflama diyagramındaki yerleri. Semboller Şekil 3.16 gibidir.

Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan ve analizi yapılan kayalarda ve içerisindeki anklavlarda görülen amfibol mineralleri incelenmiştir. Analizi yapılan bu kayaç örnekleri içerisindeki amfibol minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları Tablo 3.6'de verilmiştir.

3.2.2.5. Fe-Ti Oksitler

Eğerler Granitoyidine ait tonalit, kuvars monzodiyorit ve diyorit kayaçları ve bu kayaçların MMA'ları içerisinde fenokristaller halinde, nadiren öz şekilli gözlenen Fe-Ti-Oksitler analiz edilmiştir. Analiz edilen örnekler Fe_2O_3 - TiO_2 - FeO üçlü diyagramına aktarıldığında örneklerin ilmenit(FeTiO_3) ve Magnetit(Fe_3O_4) mineral bileşimleri ile temsil edilen alanlara düştüğü görülmüştür (Şekil 3.20).

Eğerler Granitoyidine ait kayalarda gözlenen magnetitlerin TiO_2 ve FeO değerleri sırasıyla %0.05-4.45 ve %78.32-86.62 arasında değişiklik göstermektedir. İlmenitlerin TiO_2 ve FeO değerleri ise sırasıyla %48.44 ile %36.51 oranlarında görülmektedir (Tablo 3.6). Ana kayaç içerisinde yer alan MMA'lardaki magnetitlerin TiO_2 ve FeO değerleri de sırasıyla %0.05-0.11 ve %78.02-84.82 arasında değişim göstermektedir.



Şekil 3. 20. Eğerler Granitoyidi (a) ana kayaç, b) anklav)'a ait ilmenit ve magnetit minerallerinin TiO_2 - FeO - Fe_2O_3 ayırtman diyagramları (Bacon ve Hirschmann, 1988). Semboller Şekil 3.16 gibidir.

Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan ve analizi yapılan ana kayaç ve anklav örnekleri içerisinde ki Fe-Ti oksit mineralleri incelenmiştir. Analizi yapılan bu Fe-Ti oksit minerallerine ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki plajiyoklas minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi														
	Kuars Monzodiyorit														
Örnek No	143a														
SiO ₂	57.768	65.544	64.882	60.082	54.635	53.060	57.428	54.779	62.723	56.770	56.954	57.025	64.688	56.297	55.616
TiO ₂	0.014	0.001	0.018	0.012	0.027	0.033	0.085	0.031	0.000	0.013	0.022	0.017	0.000	0.002	0.022
Al ₂ O ₃	23.910	21.017	22.116	24.188	27.859	27.972	25.328	27.008	22.703	26.677	26.592	26.373	21.639	27.165	27.090
Cr ₂ O ₃	0.025	0.037	0.000	0.000	0.013	0.000	0.035	0.003	0.053	0.000	0.000	0.023	0.000	0.010	0.029
FeO	0.128	0.170	0.819	0.222	0.449	0.494	1.289	0.417	0.225	0.210	0.236	0.192	0.003	0.144	0.212
MnO	0.017	0.000	0.006	0.037	0.050	0.019	0.039	0.037	0.066	0.035	0.008	0.031	0.041	0.000	0.041
NiO	0.000	0.002	0.038	0.019	0.000	0.000	0.024	0.014	0.000	0.000	0.017	0.016	0.007	0.028	0.013
MgO	0.011	0.004	0.068	0.012	0.009	0.027	0.096	0.026	0.023	0.008	0.012	0.010	0.009	0.018	0.012
CaO	8.824	2.719	2.740	6.645	10.316	11.697	8.219	10.433	4.317	9.727	9.424	9.310	3.226	10.001	10.154
Na ₂ O	4.893	10.612	9.819	8.032	5.722	4.968	6.730	5.887	9.356	6.091	6.305	6.450	10.683	6.122	5.957
K ₂ O	0.320	0.514	0.122	0.457	0.219	0.221	0.216	0.274	0.515	0.423	0.441	0.460	0.016	0.443	0.437
Toplam	95.925	100.633	100.651	99.717	99.308	98.508	99.487	98.930	100.012	99.988	100.044	99.912	100.312	100.230	99.583
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	2.681	2.882	2.848	2.694	2.487	2.445	2.602	2.506	2.789	2.558	2.564	2.571	2.851	2.534	2.523
Ti	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
Al	1.308	1.089	1.144	1.278	1.495	1.519	1.353	1.456	1.190	1.417	1.411	1.401	1.124	1.441	1.448
Fe ⁺²	0.005	0.006	0.030	0.008	0.017	0.019	0.049	0.016	0.008	0.008	0.009	0.007	0.000	0.005	0.008
Mg	0.001	0.000	0.004	0.001	0.001	0.002	0.006	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ca	0.439	0.128	0.129	0.319	0.503	0.578	0.399	0.511	0.206	0.470	0.455	0.450	0.152	0.482	0.493
Na	0.440	0.905	0.836	0.698	0.505	0.444	0.591	0.522	0.806	0.532	0.550	0.564	0.913	0.534	0.524
K	0.019	0.029	0.007	0.026	0.013	0.013	0.012	0.016	0.029	0.024	0.025	0.026	0.001	0.025	0.025
Toplam	4.893	5.039	4.999	5.026	5.021	5.021	5.016	5.031	5.029	5.010	5.016	5.020	5.042	5.024	5.023
An	48.861	12.065	13.265	30.588	49.287	55.835	39.792	48.722	19.749	45.765	44.125	43.242	14.290	46.285	47.327
Ab	49.027	85.218	86.029	66.906	49.469	42.910	58.963	49.755	77.444	51.863	53.417	54.215	85.627	51.275	50.249
Or	2.112	2.717	0.706	2.506	1.244	1.255	1.245	1.523	2.807	2.371	2.458	2.544	0.083	2.440	2.424
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas															

Tablo 3.3.'ün devamı.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi														
	Kuvars Monzodiyorit										Tonalit				
Örnek No	143a										86				
SiO ₂	67.615	65.583	65.787	57.307	57.350	66.033	52.711	60.882	50.973	60.801	67.895	57.072	93.396	61.197	55.215
TiO ₂	0.007	0.001	0.000	0.002	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.141	0.004	0.000
Al ₂ O ₃	20.154	21.734	21.058	26.593	26.244	21.258	27.378	22.788	29.226	21.845	20.624	26.119	5.521	23.562	28.454
Cr ₂ O ₃	0.000	0.017	0.018	0.009	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000	0.032	0.000
FeO	0.026	0.077	0.000	0.218	0.209	0.041	0.426	0.206	0.509	0.191	0.082	0.389	0.000	0.075	0.180
MnO	0.000	0.000	0.016	0.016	0.008	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.023	0.000	0.000
NiO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.019	0.001	0.000	0.012	0.016	0.000	0.030	0.000
MgO	0.026	0.001	0.000	0.021	0.000	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.026	0.005	0.010	0.059
CaO	1.228	2.933	2.298	9.408	9.149	2.439	10.683	5.005	12.755	3.985	2.102	8.982	0.467	5.580	3.715
Na ₂ O	11.721	10.791	11.168	6.365	6.450	10.871	5.711	9.235	4.868	9.841	10.923	6.700	2.744	9.193	7.679
K ₂ O	0.037	0.035	0.036	0.465	0.500	0.223	0.274	0.465	0.200	0.712	0.312	0.375	0.067	0.088	0.107
Toplam	100.842	101.207	100.399	100.431	99.927	100.919	97.188	98.604	98.536	97.379	102.014	99.756	102.376	99.774	95.425
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	2.946	2.862	2.889	2.570	2.582	2.886	2.461	2.754	2.363	2.785	2.930	2.578	3.736	2.733	2.561
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000
Al	1.035	1.118	1.090	1.405	1.393	1.095	1.507	1.215	1.597	1.179	1.049	1.391	0.260	1.240	1.556
Fe ⁺²	0.001	0.003	0.000	0.008	0.008	0.001	0.017	0.008	0.020	0.007	0.003	0.015	0.000	0.003	0.007
Mg	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.004
Ca	0.057	0.137	0.108	0.452	0.441	0.114	0.534	0.243	0.634	0.196	0.097	0.435	0.020	0.267	0.185
Na	0.990	0.913	0.951	0.553	0.563	0.921	0.517	0.810	0.438	0.874	0.914	0.587	0.213	0.796	0.691
K	0.002	0.002	0.002	0.027	0.029	0.012	0.016	0.027	0.012	0.042	0.017	0.022	0.003	0.005	0.006
Toplam	5.033	5.035	5.041	5.017	5.017	5.031	5.052	5.056	5.063	5.083	5.010	5.029	4.237	5.045	5.009
An	5.463	13.035	10.188	43.801	42.718	10.897	50.050	22.471	58.503	17.599	9.454	41.672	8.477	25.001	20.944
Ab	94.342	86.778	89.622	53.624	54.500	87.917	48.423	75.041	40.403	78.654	88.878	56.254	90.076	74.528	78.336
Or	0.195	0.186	0.190	2.575	2.782	1.186	1.527	2.487	1.093	3.747	1.669	2.074	1.447	0.471	0.720
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas															

Tablo 3.3.'ün devamı.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi														
	Tonalit					Granodiyorit									
Örnek No	86					147									
SiO ₂	52.767	53.673	60.099	53.926	58.306	63.998	62.426	62.270	61.667	62.045	57.509	58.035	58.974	58.091	59.064
TiO ₂	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.009	0.007	0.051	0.046	0.061	0.018	0.023
Al ₂ O ₃	22.919	27.261	23.876	26.662	23.788	21.275	22.142	22.236	22.825	23.540	26.462	26.278	25.713	26.115	26.162
Cr ₂ O ₃	0.018	0.001	0.017	0.000	0.038	0.000	0.011	0.001	0.019	0.000	0.016	0.016	0.017	0.027	0.000
FeO	3.347	0.486	0.279	0.546	0.298	0.221	0.215	0.153	0.262	0.287	0.330	0.336	0.331	0.462	0.257
MnO	0.184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.021	0.027	0.000	0.000	0.025	0.031	0.000	0.000	0.031
NiO	0.000	0.003	0.000	0.000	0.011	0.004	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MgO	0.018	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.001	0.009	0.005	0.010	0.006	0.010	0.015	0.014	0.000
CaO	12.262	10.728	5.914	10.281	6.304	2.902	4.311	4.302	4.844	5.480	9.065	8.756	8.121	8.357	8.386
Na ₂ O	6.802	5.778	8.609	6.155	8.296	9.929	9.003	8.962	8.702	8.674	6.527	6.730	7.064	6.916	7.063
K ₂ O	0.058	0.242	0.374	0.288	0.480	0.357	0.483	0.481	0.291	0.319	0.252	0.294	0.288	0.267	0.152
Toplam	98.427	98.175	99.172	97.863	97.526	98.703	98.626	98.487	98.650	100.400	100.242	100.548	100.599	100.270	101.154
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	2.500	2.479	2.707	2.499	2.679	2.864	2.808	2.804	2.775	2.750	2.579	2.593	2.628	2.601	2.617
Ti	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001
Al	1.280	1.484	1.268	1.456	1.288	1.122	1.174	1.180	1.211	1.230	1.399	1.384	1.350	1.378	1.366
Fe ⁺²	0.133	0.019	0.011	0.021	0.011	0.008	0.008	0.006	0.010	0.011	0.012	0.013	0.012	0.017	0.010
Mg	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
Ca	0.622	0.531	0.285	0.510	0.310	0.139	0.208	0.208	0.234	0.260	0.436	0.419	0.388	0.401	0.398
Na	0.625	0.517	0.752	0.553	0.739	0.861	0.785	0.783	0.759	0.746	0.567	0.583	0.610	0.601	0.607
K	0.003	0.014	0.021	0.017	0.028	0.020	0.028	0.028	0.017	0.018	0.014	0.017	0.016	0.015	0.009
Toplam	5.165	5.045	5.045	5.058	5.057	5.015	5.010	5.009	5.006	5.016	5.009	5.011	5.008	5.015	5.006
An	49.765	49.963	26.957	47.244	28.800	13.628	20.355	20.396	23.136	25.422	42.809	41.136	38.223	39.436	39.280
Ab	49.956	48.693	71.012	51.182	68.587	84.377	76.927	76.887	75.207	72.814	55.776	57.222	60.163	59.065	59.870
Or	0.280	1.344	2.030	1.574	2.613	1.995	2.718	2.716	1.657	1.764	1.415	1.642	1.614	1.499	0.850
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas															

Tablo 3.3'ün devamı.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi								Eğerler MMA						
	Granodiyorit								Diyorit						
Örnek No	147								147_Ank						
SiO ₂	57.403	58.117	63.386	58.733	56.221	54.662	56.723	62.698	64.773	57.994	59.991	63.109	59.964	60.986	63.993
TiO ₂	0.027	0.032	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.022	0.050	0.005	0.009	0.024	0.000
Al ₂ O ₃	26.860	25.877	22.797	26.034	24.852	26.702	25.910	21.849	22.843	26.061	25.274	23.961	25.253	24.611	22.811
Cr ₂ O ₃	0.004	0.000	0.013	0.015	0.009	0.006	0.000	0.000	0.022	0.000	0.023	0.000	0.000	0.010	0.042
FeO	0.337	0.387	0.174	0.251	0.462	0.351	0.425	0.210	0.224	0.452	0.302	0.184	0.289	0.337	0.439
MnO	0.000	0.021	0.047	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000	0.000	0.000	0.008
NiO	0.014	0.021	0.014	0.000	0.008	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.016	0.000	0.010
MgO	0.018	0.021	0.003	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.010	0.002	0.009	0.018	0.006	0.004
CaO	9.494	8.426	4.514	8.216	7.820	9.598	8.639	3.713	4.245	8.544	7.448	5.300	7.465	6.775	4.167
Na ₂ O	6.293	7.147	8.997	6.893	7.539	6.603	7.177	10.248	9.320	6.811	7.487	8.683	7.453	7.902	9.419
K ₂ O	0.172	0.251	0.357	0.207	0.330	0.193	0.320	0.369	0.142	0.325	0.195	0.230	0.279	0.329	0.244
Toplam	100.623	100.306	100.313	100.426	97.246	98.133	99.199	99.092	101.610	100.246	100.835	101.491	100.755	100.984	101.160
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	2.565	2.604	2.800	2.618	2.605	2.518	2.578	2.812	2.819	2.600	2.660	2.759	2.661	2.696	2.805
Ti	0.001	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000
Al	1.415	1.367	1.187	1.368	1.357	1.450	1.388	1.155	1.172	1.377	1.321	1.235	1.321	1.282	1.178
Fe ⁺²	0.013	0.015	0.006	0.009	0.018	0.014	0.016	0.008	0.008	0.017	0.011	0.007	0.011	0.012	0.016
Mg	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Ca	0.455	0.405	0.214	0.392	0.388	0.474	0.421	0.178	0.198	0.410	0.354	0.248	0.355	0.321	0.196
Na	0.545	0.621	0.771	0.596	0.677	0.590	0.632	0.891	0.786	0.592	0.644	0.736	0.641	0.677	0.801
K	0.010	0.014	0.020	0.012	0.020	0.011	0.019	0.021	0.008	0.019	0.011	0.013	0.016	0.019	0.014
Toplam	5.004	5.028	4.999	4.998	5.065	5.057	5.054	5.066	4.991	5.016	5.002	4.998	5.006	5.009	5.010
An	45.024	38.906	21.271	39.243	35.779	44.076	39.253	16.360	19.949	40.193	35.083	24.898	35.071	31.560	19.378
Ab	54.002	59.714	76.728	59.581	62.423	54.872	59.013	81.705	79.257	57.984	63.823	73.818	63.367	66.615	79.270
Or	0.974	1.380	2.002	1.176	1.798	1.053	1.733	1.935	0.794	1.823	1.094	1.284	1.562	1.825	1.352
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas															

Tablo 3.3.'ün devamı.

Kayaç	Eğerler MMA							
	Diyorit							
Örnek No	147_Ank							
SiO ₂	57.328	57.750	57.090	65.454	56.876	61.454	57.058	61.852
TiO ₂	0.044	0.030	0.038	0.014	0.001	0.001	0.001	0.001
Al ₂ O ₃	26.264	26.154	27.121	21.597	24.748	22.224	25.300	21.138
Cr ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.032	0.008	0.000
FeO	0.381	0.378	0.348	0.309	0.485	0.189	0.362	0.357
MnO	0.037	0.004	0.027	0.021	0.001	0.001	0.001	0.001
NiO	0.013	0.004	0.016	0.000	0.009	0.018	0.000	0.000
MgO	0.008	0.009	0.019	0.011	0.001	0.001	0.001	0.001
CaO	8.711	8.859	9.670	2.953	7.696	4.301	7.858	2.924
Na ₂ O	6.824	6.654	6.290	10.041	7.709	9.934	7.599	10.855
K ₂ O	0.181	0.187	0.247	0.475	0.362	0.388	0.268	0.297
Toplam	99.790	100.042	100.916	100.889	97.887	98.543	98.455	97.426
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	2.582	2.593	2.549	2.867	2.617	2.779	2.607	2.824
Ti	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	1.394	1.384	1.427	1.115	1.342	1.185	1.362	1.137
Fe ⁺²	0.014	0.014	0.013	0.011	0.019	0.007	0.014	0.014
Mg	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.420	0.426	0.463	0.139	0.379	0.208	0.385	0.143
Na	0.596	0.579	0.545	0.853	0.688	0.871	0.673	0.961
K	0.010	0.011	0.014	0.027	0.021	0.022	0.016	0.017
Toplam	5.020	5.009	5.013	5.013	5.066	5.073	5.056	5.096
An	40.945	41.941	45.300	13.616	34.859	18.913	35.835	12.758
Ab	58.044	57.004	53.323	83.777	63.191	79.054	62.711	85.700
Or	1.011	1.055	1.377	2.607	1.950	2.033	1.454	1.542
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas								

Tablo 3. 4. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki alkali feldispat minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi												
	Kuars Monzodiyorit								Tonalit				
Örnek No	143a								86				
SiO ₂	63.785	68.997	64.667	73.911	64.225	63.891	63.867	64.082	60.977	67.301	62.330	83.738	64.772
TiO ₂	0.023	0.027	0.019	0.000	0.015	0.087	0.014	0.006	0.041	0.025	0.020	0.030	0.000
Al ₂ O ₃	18.099	14.096	18.108	14.249	18.003	17.147	18.066	18.498	18.631	17.372	18.239	7.256	18.144
Cr ₂ O ₃	0.019	0.000	0.013	0.014	0.000	0.032	0.042	0.019	0.000	0.000	0.018	0.025	0.021
FeO	0.145	0.223	0.089	0.418	0.047	0.872	0.047	0.020	0.091	0.037	0.018	0.497	0.011
MnO	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.017	0.000	0.008	0.000	0.027	0.091	0.000	0.021
NiO	0.010	0.000	0.055	0.020	0.000	0.000	0.000	0.043	0.013	0.001	0.041	0.000	0.000
MgO	0.000	0.003	0.005	0.020	0.000	0.613	0.000	0.000	0.000	0.006	0.008	0.009	0.000
CaO	0.060	0.109	0.111	0.108	0.000	0.711	0.000	0.046	0.050	0.026	0.013	1.383	0.007
Na ₂ O	0.413	0.620	0.950	0.276	0.573	0.538	0.678	0.551	0.691	1.574	0.625	0.223	1.439
K ₂ O	15.534	12.556	14.431	10.251	15.502	14.890	15.233	15.422	14.071	13.186	14.772	5.272	14.466
Toplam	98.096	96.646	98.449	99.286	98.372	98.844	97.999	98.710	94.564	99.575	96.180	98.457	98.897
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.													
Si	2.999	3.212	3.012	3.278	3.009	2.994	3.003	2.991	2.961	3.070	2.983	3.604	3.007
Ti	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
Al	1.003	0.773	0.994	0.745	0.994	0.947	1.001	1.018	1.066	0.934	1.029	0.368	0.993
Fe ⁺²	0.006	0.009	0.003	0.015	0.002	0.034	0.002	0.001	0.004	0.001	0.001	0.018	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
Ca	0.003	0.005	0.006	0.005	0.000	0.036	0.000	0.002	0.003	0.001	0.001	0.064	0.000
Na	0.038	0.056	0.086	0.024	0.052	0.049	0.062	0.050	0.065	0.139	0.058	0.019	0.130
K	0.932	0.746	0.857	0.580	0.926	0.890	0.914	0.918	0.872	0.767	0.902	0.289	0.857
Toplam	4.982	4.802	4.959	4.649	4.983	4.996	4.982	4.981	4.972	4.914	4.975	4.364	4.987
An	0.311	0.673	0.584	0.840	0.000	3.664	0.000	0.237	0.277	0.142	0.072	17.157	0.036
Ab	3.874	6.937	9.037	3.904	5.321	5.010	6.336	5.141	6.922	15.332	6.035	4.998	13.127
Or	95.816	92.390	90.378	95.257	94.679	91.326	93.664	94.623	92.801	84.526	93.893	77.845	86.837
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas													

Tablo 3.4'ün devamı.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi				Eğerler MMA			
	Granodiyorit				Diyorit			
Örnek No	147a				147_Ank			
SiO ₂	63.864	65.617	65.022	64.722	65.785	65.413	64.847	65.514
TiO ₂	0.012	0.001	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.008
Al ₂ O ₃	17.804	18.224	18.142	18.036	18.379	18.273	18.504	18.249
Cr ₂ O ₃	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.039
FeO	0.089	0.151	0.066	0.113	0.133	0.073	0.080	0.209
MnO	0.000	0.019	0.008	0.047	0.008	0.000	0.000	0.021
NiO	0.000	0.028	0.014	0.000	0.035	0.000	0.000	0.000
MgO	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.017	0.002
CaO	0.344	0.042	0.027	0.037	0.044	0.038	0.000	0.036
Na ₂ O	1.155	0.973	0.915	1.124	0.933	0.689	0.856	0.834
K ₂ O	13.883	14.997	14.941	14.333	15.222	15.518	15.065	15.318
Toplam	97.168	100.096	99.147	98.412	100.578	100.032	99.372	100.259
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	3.011	3.014	3.013	3.015	3.009	3.011	3.000	3.009
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Al	0.989	0.986	0.991	0.990	0.991	0.991	1.009	0.988
Fe ⁺²	0.004	0.006	0.003	0.004	0.005	0.003	0.003	0.008
Mg	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Ca	0.017	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002
Na	0.106	0.087	0.082	0.102	0.083	0.061	0.077	0.074
K	0.835	0.879	0.883	0.852	0.888	0.911	0.889	0.898
Toplam	4.964	4.974	4.973	4.965	4.979	4.980	4.979	4.979
An	1.814	0.213	0.138	0.193	0.222	0.190	0.000	0.181
Ab	11.019	8.959	8.505	10.628	8.501	6.305	7.950	7.628
Or	87.167	90.828	91.357	89.179	91.277	93.505	92.050	92.190
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas								

Tablo 3. 5. Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA'lardaki biyotit minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi		Eğerler MMA		
	Tonalit	Granodiyorit	Diyorit		
rnek No	86	147a	147a_Ank		
SiO ₂	34.957	35.211	36.838	38.551	38.211
TiO ₂	0.000	5.101	4.583	4.061	4.723
Al ₂ O ₃	18.546	13.477	13.848	12.560	12.495
Cr ₂ O ₃	0.000	0.013	0.021	0.000	0.038
FeO	16.223	15.004	16.616	16.088	15.815
MnO	0.287	0.637	0.707	0.281	0.228
NiO	0.023	0.008	0.000	0.000	0.014
MgO	17.439	12.656	12.048	13.487	13.194
CaO	0.143	0.799	0.033	0.039	0.040
Na ₂ O	0.093	0.117	0.116	0.081	0.131
K ₂ O	1.762	8.249	8.512	9.331	9.158
Toplam	89.493	91.352	93.422	94.552	94.138
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.					
Si	5.345	5.528	5.663	5.838	5.807
Ti	0.000	0.602	0.530	0.462	0.540
Al	3.342	2.494	2.509	2.242	2.238
Fe	2.074	1.970	2.136	2.037	2.010
Mg	3.975	2.962	2.761	3.045	2.989
Ca	0.023	0.134	0.005	0.006	0.006
Na	0.028	0.036	0.034	0.024	0.039
K	0.344	1.652	1.669	1.803	1.775
Toplam	15.130	15.379	15.309	15.456	15.404
10*TiO2	349.571	352.110	368.379	385.513	382.109
FeO+MnO	16.223	15.017	16.637	16.088	15.853
Fe/(Fe+Mg)	0.343	0.399	0.436	0.401	0.402

Tablo 3. 6. Eğerler Granitoyidi’ni oluşturan kayaçlardaki ve MMA’lardaki amfibol minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi													
	Tonalit					Kuvars Monzodiyorit								
Örnek No	86					143a								
SiO ₂	37.793	39.795	44.263	42.200	44.339	45.958	46.172	46.337	45.541	47.333	47.714	47.556	45.714	47.112
TiO ₂	0.113	3.485	1.369	1.807	1.510	1.181	1.270	1.287	1.309	1.134	1.033	1.054	1.325	1.007
Al ₂ O ₃	1.715	2.727	9.154	10.712	8.838	8.065	7.774	7.695	8.495	6.862	6.005	6.120	7.211	5.997
Cr ₂ O ₃	0.009	0.000	0.000	0.025	0.016	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.015	0.024	0.000	0.009
FeO	12.010	15.134	14.443	15.209	14.450	13.954	13.812	13.257	13.854	13.026	10.711	11.042	11.847	10.842
MnO	0.257	0.545	0.692	0.576	0.603	0.817	0.737	0.627	0.692	0.627	0.751	0.891	0.922	0.847
NiO	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.012	0.026	0.004	0.000	0.006
MgO	9.966	11.952	12.136	11.355	12.556	13.046	12.653	13.407	13.113	14.284	14.148	13.921	12.898	13.863
CaO	11.501	11.140	11.751	11.811	11.813	11.661	11.816	11.753	11.699	11.911	11.133	11.248	10.998	11.032
Na ₂ O	0.147	0.161	1.460	1.553	1.344	1.289	1.203	1.163	1.267	1.040	1.089	1.066	1.409	1.151
K ₂ O	0.090	0.067	0.830	1.188	0.823	0.687	0.734	0.687	0.869	0.600	0.601	0.591	0.788	0.579
Toplam	73.639	85.056	96.177	96.557	96.382	96.667	96.212	96.324	96.894	96.882	93.256	93.541	93.169	92.446
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.														
Si	7.141	6.596	6.403	6.115	6.401	6.568	6.625	6.618	6.501	6.702	6.920	6.894	6.716	6.905
Ti	0.016	0.434	0.149	0.197	0.164	0.127	0.137	0.138	0.141	0.121	0.113	0.115	0.146	0.111
Al	0.382	0.533	1.561	1.829	1.504	1.358	1.314	1.295	1.429	1.145	1.026	1.046	1.249	1.036
Fe	1.898	2.098	1.747	1.643	1.745	1.668	1.657	1.583	1.654	1.542	1.299	1.339	1.456	1.329
Mg	2.807	2.953	2.617	2.453	2.702	2.779	2.706	2.854	2.791	3.015	3.059	3.009	2.825	3.029
Ca	2.328	1.978	1.821	1.834	1.827	1.785	1.816	1.798	1.789	1.807	1.730	1.747	1.731	1.732
Na	0.054	0.052	0.410	0.436	0.376	0.357	0.335	0.322	0.351	0.286	0.306	0.300	0.401	0.327
K	0.022	0.014	0.153	0.220	0.152	0.125	0.134	0.125	0.158	0.108	0.111	0.109	0.148	0.108
Toplam	14.647	14.659	14.862	14.726	14.871	14.768	14.725	14.735	14.814	14.725	14.565	14.558	14.673	14.577
Ca+Na	2.382	2.030	2.231	2.270	2.203	2.143	2.151	2.120	2.140	2.092	2.036	2.047	2.133	2.059
Na+K	0.076	0.066	0.563	0.656	0.528	0.482	0.469	0.447	0.509	0.394	0.418	0.409	0.549	0.435
Mg#	59.665	58.468	59.965	57.099	60.768	62.498	62.020	64.321	62.787	66.156	70.190	69.205	65.997	69.506
Mg# =Mg/(Mg+Fe+2+Fe+3), Fe+3 veFe+2 ayrımı Drop, 1987'ye göre														

Tablo 3.6'nın devamı.

Kayaç	Eğerler Granitoyidi					Eğerler MMA						
	Granodiyorit					Diyorit						
Örnek No	147a					147_Ank						
SiO ₂	48.896	49.043	48.995	48.846	49.315	51.269	50.801	50.428	49.566	50.000	50.582	49.366
TiO ₂	1.135	1.071	1.149	1.191	1.366	0.925	1.001	1.101	0.569	0.890	1.047	1.110
Al ₂ O ₃	6.229	6.215	6.026	5.572	5.078	3.610	3.638	3.610	4.781	4.060	4.338	5.033
Cr ₂ O ₃	0.017	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.027	0.011	0.021	0.000	0.004	0.011
FeO	11.918	12.030	12.157	13.422	13.553	9.860	12.685	12.408	13.229	10.187	13.217	13.443
MnO	0.871	0.793	0.837	0.684	0.665	0.997	0.770	0.502	0.546	0.555	0.936	0.643
NiO	0.026	0.004	0.000	0.001	0.000	0.000	0.009	0.000	0.017	0.001	0.025	0.011
MgO	14.257	14.342	14.331	13.865	13.779	17.865	16.122	15.609	14.543	15.760	14.694	13.982
CaO	11.862	11.888	11.937	11.120	11.111	11.251	11.043	10.657	10.785	10.959	10.539	11.109
Na ₂ O	1.099	1.151	1.163	1.340	1.368	1.259	1.273	1.528	1.524	1.207	1.266	1.312
K ₂ O	0.662	0.637	0.564	0.628	0.505	0.292	0.301	0.418	0.435	0.381	0.358	0.550
Toplam	97.023	97.215	97.200	96.676	96.791	97.370	97.755	96.308	96.033	94.013	97.006	96.637
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.												
Si	6.864	6.870	6.871	6.914	6.970	7.072	7.068	7.105	7.035	7.136	7.091	6.985
Ti	0.120	0.113	0.121	0.127	0.145	0.096	0.105	0.117	0.061	0.096	0.110	0.118
Al	1.031	1.026	0.996	0.930	0.846	0.587	0.596	0.599	0.800	0.683	0.717	0.839
Fe	1.399	1.409	1.426	1.589	1.602	1.137	1.476	1.462	1.570	1.216	1.550	1.591
Mg	2.984	2.995	2.996	2.926	2.903	3.674	3.344	3.279	3.077	3.353	3.071	2.949
Ca	1.784	1.784	1.793	1.686	1.682	1.663	1.646	1.609	1.640	1.676	1.583	1.684
Na	0.299	0.313	0.316	0.368	0.375	0.337	0.343	0.417	0.419	0.334	0.344	0.360
K	0.119	0.114	0.101	0.113	0.091	0.051	0.053	0.075	0.079	0.069	0.064	0.099
Toplam	14.600	14.623	14.619	14.653	14.614	14.616	14.632	14.663	14.682	14.562	14.530	14.626
Ca+Na	2.083	2.097	2.110	2.054	2.057	2.000	1.989	2.026	2.060	2.010	1.927	2.044
Na+K	0.418	0.426	0.417	0.481	0.466	0.388	0.397	0.493	0.498	0.403	0.408	0.459
Mg#	68.077	68.002	67.756	64.807	64.441	76.358	69.377	69.159	66.211	73.390	66.463	64.962
Mg# =Mg/(Mg+Fe+2+Fe+3), Fe+3 ve Fe+2 ayrımı Drop, 1987'ye göre yapılmıştır.												

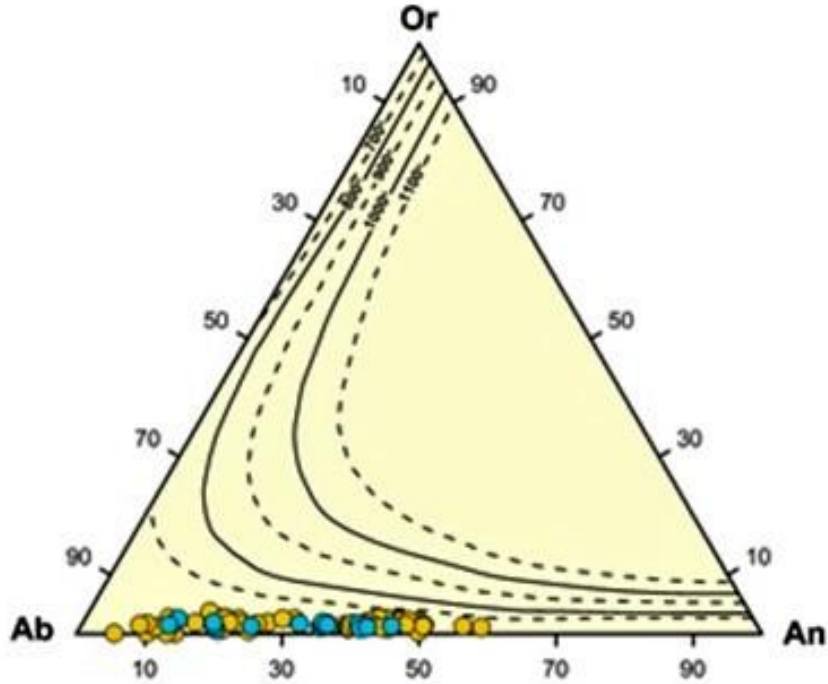
3.3. Eğerler Granitoyidi'ne ait Jeotermobarometre Hesaplamaları

İncelenen Eğerler Granitoyidi'nin termodinamik koşullarının yani oluşumun sıcaklık ve basınçlarının, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ampirik formüllerden ve diyagramlardan yararlanılarak oluşumun sıcaklık ve basınç koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

3.3.1. Jeotermometre Hesaplamaları

3.3.1.1. Plajiyoklas Jeotermometresi

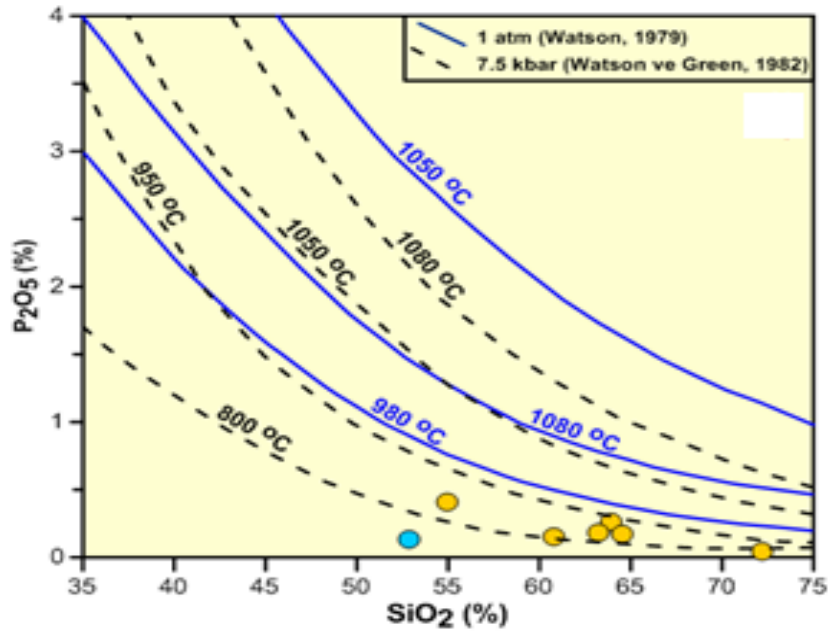
Çalışmanın ana konusu olan granitik kayalarda bulunan plajiyoklas minerallerinin kimyasal bileşimleri, Fuhrman ve Lindsley (1988)'in jeotermometre hesaplamaları için Ab-An-Or üçgen diyagramı üzerine çizmiş olduğu çeşitli sıcaklık değerlerini gösteren abak üzerine aktarılmıştır (Şekil 3.22). Bu diyagram üzerinde görülen ana kayalar ile MMA'lar için yaklaşık kristallenme sıcaklıkları Tablo 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3. 21. Eğerler Granitoyidi'nin içerdđđ plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı (sıcaklık eğrileri Fuhrman ve Lindsley, 1988'den alınmıştır); (Semboller Şekil 3.16'daki gibidir).

3.3.1.2. Tüm Kayaç SiO₂ (%) - P₂O₅ (%) Jeotermometresi

Watson ve Green (1982); ana magmanın silis içeriği ile apatit doygunluğu arasındaki ilişkiden yola çıkarak, apatitin kristallenmeye başladığı andan itibaren P₂O₅'in seviyeleri arasında silis içeriğinin bir işlevi ile ilişkili olarak, genellikle basınçtan bağımsız olarak bir diyagram oluşturmuşlardır. Bu diyagram, magmaların tüm-kayaç SiO₂ ve P₂O₅ içerikleri kullanılarak, bir sistemin minimum ergime sıcaklığını tahmin edilebilmektedir. Granitoyide ve MMA'lara ait SiO₂-P₂O₅ diyagramları aşağıda (Şekil 3.23) görülmekte, hesaplanan ortalama sıcaklık değerleri ise Tablo 3.7'de verilmektedir.



Şekil 3. 22. Egerler Granitoyidi'ne ait 1 atm (Watson, 1979; kesiksiz mavi çizgi) ve 7.5 kbar (Watson ve Green, 1982; kesikli siyah çizgi) basınçlarda çizilen sıcaklık değerlerini gösterir SiO₂ (%) karşı P₂O₅ (%) diyagramları (Semboller Şekil 3.16'daki gibidir).

3.3.1.3. Tüm Kayaç Zr (ppm) Jeotermometresi

Watson vd., (2006) tarafından önerilen ve tüm kayaç analiz sonuçları (Zr (ppm) ve ana oksitler(%)) kullanılarak granitik kayaçların kristallenme sıcaklıkları hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada granitoyide ait kayaçlar ve içlerindeki anklav için

sıcaklık değerleri hesaplanmış ve hesaplanan ortalama sıcaklık değerleri ise Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3. 7. Eğerler Granitoyidi’ne ait kayaçlar ile kayaçların içerisinde bulunan MMA’lara ait jeotermometre sonuçları.

Granitoyid	Plajiyoklas	Tüm Kay aç Zr (ppm)	Hornblend-Plajiy oklas	SiO ₂ (%)-P ₂ O ₅ (%)	
	T (°C) ^a	T (°C) ^b	T (°C) ^c	T (°C) 1 atm ^d	T (°C) 7.5 kbar ^e
Eğerler Granitoyidi	600-700 (n=53)	745 (n=6)	855	< 950	800-950 (n=6)
Eğerler MMA	600-700 (n=15)	660 (n=1)	785	< 900	700-800 (n=1)

Not: Tabloda verilen değerler hesaplanan analizlerin aritmetik ortalaması ve n-örnek sayısıdır.

^a Fuhrman ve Lindsley, (1988) iki feldispat termometresi sıcaklık eğrileri,

^b Watson vd., (2006) tüm kayaç zirkon sıcaklık hesaplamaları,

^c Holland ve Blundy, 1994), hornblend-plajiyoklas sıcaklık hesaplamaları,

^d Watson, (1979) 1 atm basınç altında sıcaklık hesaplamaları,

^e Watson ve Green (1982) 7.5 kbar basınç altında sıcaklık hesaplamaları için kullanılmıştır.

3.3.1.4. Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi

Holland ve Blundy (1994)’nin farklı jeolojik sahalardan aldıkları kayaçlarda yaptıkları çalışmalar sonucunda önerdikleri hornblend-plajiyoklas jeotermometresi kullanılarak çalışma alanındaki granitoyidlerde sıcaklık hesaplamaları yapılmıştır. Plütonlara ve MMA’lara ait hesaplanan ortalama sıcaklık değerleri Tablo 3.7’de verilmiştir.

3.3.2. Jeobarometre Hesaplamaları

3.3.2.1. Hornblend Jeobarometresi

İncelenen granitik kayaçlardaki jeobarometre hesaplamaları için hornblend minerali içerisindeki toplam alüminyum (Al_t) esas alınmıştır.

Hammarstrom ve Zen (1986); kalk-alkalen karakterli plütonların (1.5-3 kbar ve 7-10kbar aralığında) tahmini kristallenme basıncı ile hornblend (23 oksijene göre hesaplanmış) mineralinin Al_2 içeriği arasında bir bağıntı önermiştir. Hollister vd. (1987), Johnson ve Rutherford (1989) ve Schmidt (1992) de jeobarometre hesaplamalarında hornblend minerali içerisindeki Al_2 'u esas almışlardır.

Hammarstrom ve Zen (1986), Hollister vd. (1987), Johnson ve Rutherford (1989), Anderson ve Smith (1995) ve Schmidt (1992) tarafından önerilen formüller kullanılarak çalışma alanındaki granitoyidlere ve MMA'lara ait her araştırmacı için ayrı ayrı hesaplanan ortalama sıcaklık değerleri Tablo 3.8'de verilmiştir

Tablo 3. 8 Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaçların jeobarometre sonuçları.

Granitoyid	Hornblend-Plajiyoklas								
	P (kbar)				P4 (kbar)				
	P1	P2	P3	P5	600 °C	650 °C	700 °C	750 °C	800 °C
Eğerler Granito.	2.5	2.4	1.9	3	3.3	3.2	2.8	2.1	1.1

Not: Tabloda verilen değerler hesaplanan analizlerin aritmetik ortalamasıdır.

P1: Hammarstrom ve Zen (1986) hornblend basınç hesaplamaları $P(\pm 3)$,

P2: Hollister vd. (1987) hornblend basınç hesaplamaları $P(\pm 1)$,

P3: Johnson ve Rutherford (1989) hornblend basınç hesaplamaları $P(\pm 0.5)$,

P4: Anderson ve Smith (1995) hornblend basınç hesaplamaları,

P5: Schmidt (1992) hornblend basınç hesaplamaları.

3.4. Eğerler Granitoyidi'nin Jeokimyasal Özellikleri

3.4.1. Giriş

Çalışma alanında geniş bir bölgede yayılım gösteren Eğerler Granitoyidi'nden alınan örneklerin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden yararlanarak Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaç türlerinin, jeotektonik ortamlarının ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Jeokimyasal veriler bu çalışmada; ana elementler, iz elementler ve nadir toprak elementler olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir. Ana elementler (Si, Ti, Al, Fe,

Mn, Mg, Ca, Na, K ve P) tüm kayaç analizlerinde baskın olarak kullanılan elementlerdir ve oksitlerin yüzde ağırlığı (ağ %) olarak ifade edilirler. Bu elementler başlıca magmatik kayaçların sınıflandırılmasında ve değişim diyagramlarının hazırlanmasında kullanılır. Jeokimyasal çalışmalarda kullanılan ve ppm olarak ifade edilen iz elementler ise kendi aralarında çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler. Bu çalışmada kullanılan sınıflamada iz elementler, büyük iyon yarı çaplı litofil elementler (LILE) (Sr, Rb, Ba, K, Cs) ve yüksek çekim alanlı elementler (HFSE) (Sc, Y, Th, U, Pb, Zr, Hf, Ti, Nb, Ta) olmak üzere iki şekilde incelenmiştir. Nadir toprak elementler (NTE) ise hafif nadir toprak elementler (HNTE) (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu) ve ağır nadir toprak elementler (ANTE) (Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) olarak ele alınmıştır.

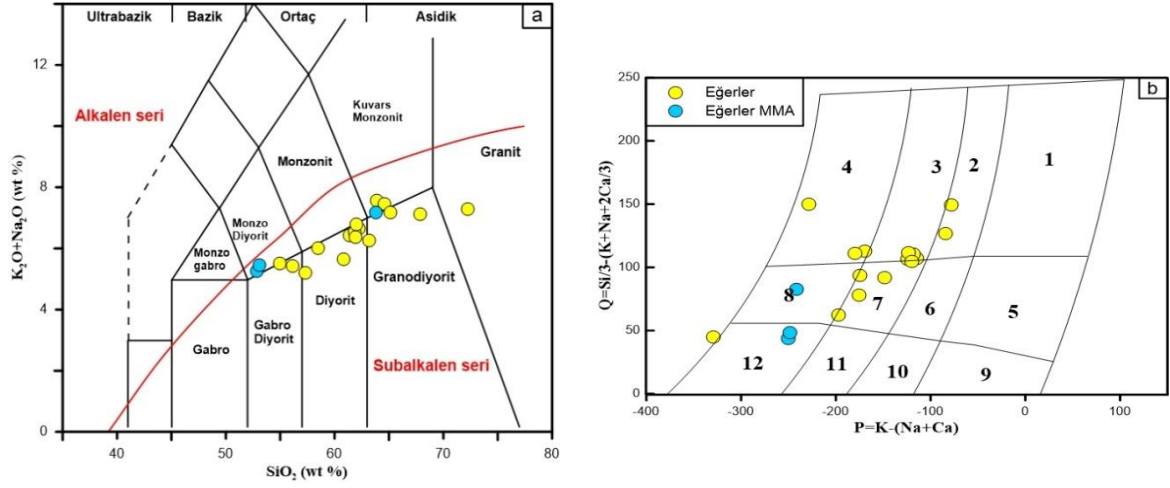
3.4.2. Ana ve İz Elementler

Analizi yapılan 20 adet granitoyidik kayaç örneğinin ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri Tablo 3.8 ve 3.9’da verilmiştir.

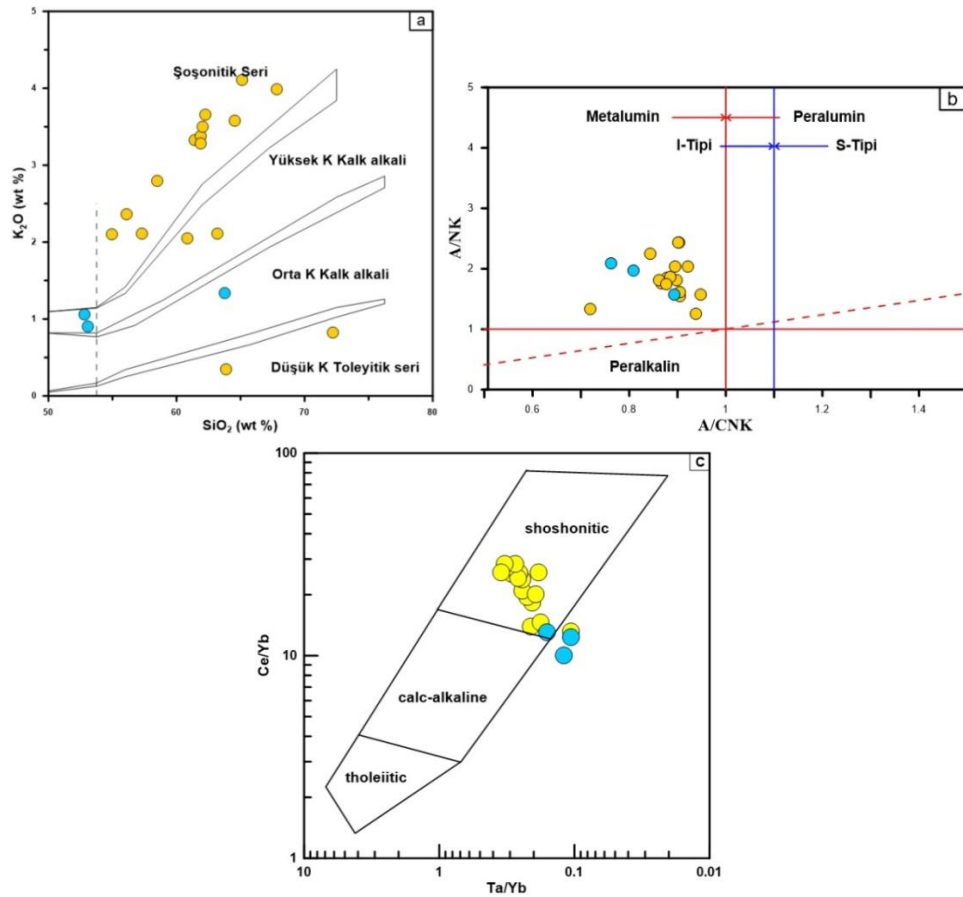
Eğerler Granitoyidi’ni oluşturan kayaçlarda SiO_2 % 51.12-72.22, Al_2O_3 % 14.4-19.21, CaO % 2.11-7.68, Na_2O % 2.99-7.21, K_2O % 0.35-4.11, TiO_2 % 0.40-0.87, Rb 4.1-104.2 ppm, Ba 258-1086 ppm, Sr 263,1-735.7 ppm, Mg# 24.53-51.06, A/CNK değerleri 0.72-0.99 ve $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ oranları 0.05-1.27 arasındadır (Tablo 3.8).

İncelenen granitoyidik kayaç örnekleri, Le Maitre vd. (1989)’un ana element oksit sınıflama diyagramına aktarıldığında, Eğerler örneklerinin granitten monzo diyorite kadar değişen bileşiminde oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.23a). Örnekler, Debon ve Le Fort (1983)’ün sınıflama diyagramına aktarıldığında monzogranit, granodiyorit, tonalit, kuvars monzodiyorit kuvars diyorit ve diyorit alanına düşmektedir (Şekil 3.23b).

$\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ diyagramında (Peccerillo ve Taylor, 1976) Eğerler Granitoyidi’nin örnekleri genellikle şoşonitik seri, yüksek K kalk alkali, orta K kalk alkali ve düşük K toleyitik seri olmakla birlikte az sayıda örnek dağınık bir bileşim sunmaktadır (Şekil 3.24a). Özellikle ortaç ve asidik karakterli magmatik kayaçların genel jeokimyasal karakteristiklerinin tanımlanmasında kullanılan diğer bir sınıflama ise alümina bazlıdır. Eğerler Granitoyidi 0.72-0.99 [molar A/CNK ($\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$)] oranları ile metalumin karakter göstermektedir (Şekil 3.24b).



Şekil 3. 23. İncelenen Eğerler Granitoyidik kayaçları ve bunların içindeki MMA'ların, a) SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramındaki (Le Maitre vd., 1989), b) P-Q diyagramındaki konumları (Debon ve Le Fort, 1983). 1: Alkali feldispat granit, 2: Monzogranit, 3: Granodiyorit, 4: Tonalit, 5: Kuvars siyenit, 6: Kuvars monzonit, 7: Kuvars monzodiyorit, 8: Kuvars diyorit, 9: Siyenit, 10: Monzonit, 11: Monzodiyorit, 12: Diyorit/Gabro.



Şekil 3. 24. Örneklerin, a) K_2O - SiO_2 diyagramı (Peccherillo ve Taylor, 1976), b) Molar A/CNK - A/NK alümina sınıflama diyagramı ve c) Ce/Yb - Ta/Yb (Pearc, 1982) diyagramındaki konumları (Shand, 1943).

SiO₂'ye karşı ana oksit ve iz element değişim diyagramları (Harker diyagramları) Şekil 3.25 ve 3.26'da verilmiştir. Genel olarak Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların ana oksit ve iz elementlerindeki değişimler kayaçların içerisinde gözlenen fenokristal fazlarının fraksiyonlaşmasıyla ilişkilidir. Harker diyagramlarında ana ve iz elementlerin büyük bir çoğunluğu SiO₂ ile çok iyi korelasyon göstermektedir. Ana element değişim diyagramlarında SiO₂'ye karşı Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, MnO, CaO, TiO₂ ve P₂O₅ arasında iyi derecede negatif bir korelasyon görölmektedir. Aynı zamanda SiO₂ değeri arttıkça K₂O ve Na₂O değeri de artmaktadır. İz element değişim diyagramlarında ise SiO₂'ye karşı Ba, Zr, Hf, Nb ve Th da pozitif bir korelasyon söz konusu iken Sr, Y, Rb ve Yb'de negatif bir korelasyon mevcuttur. Bunların dışındaki iz elementlerde ise düzensiz bir dağılım göze çarpmaktadır. Gözlenen düzensiz dağılım kısmen alterasyondan kaynaklanabilir. Ancak iz elementlerle birlikte kontaminasyon±magma karışımıyla da ilişkilendirilebilir.

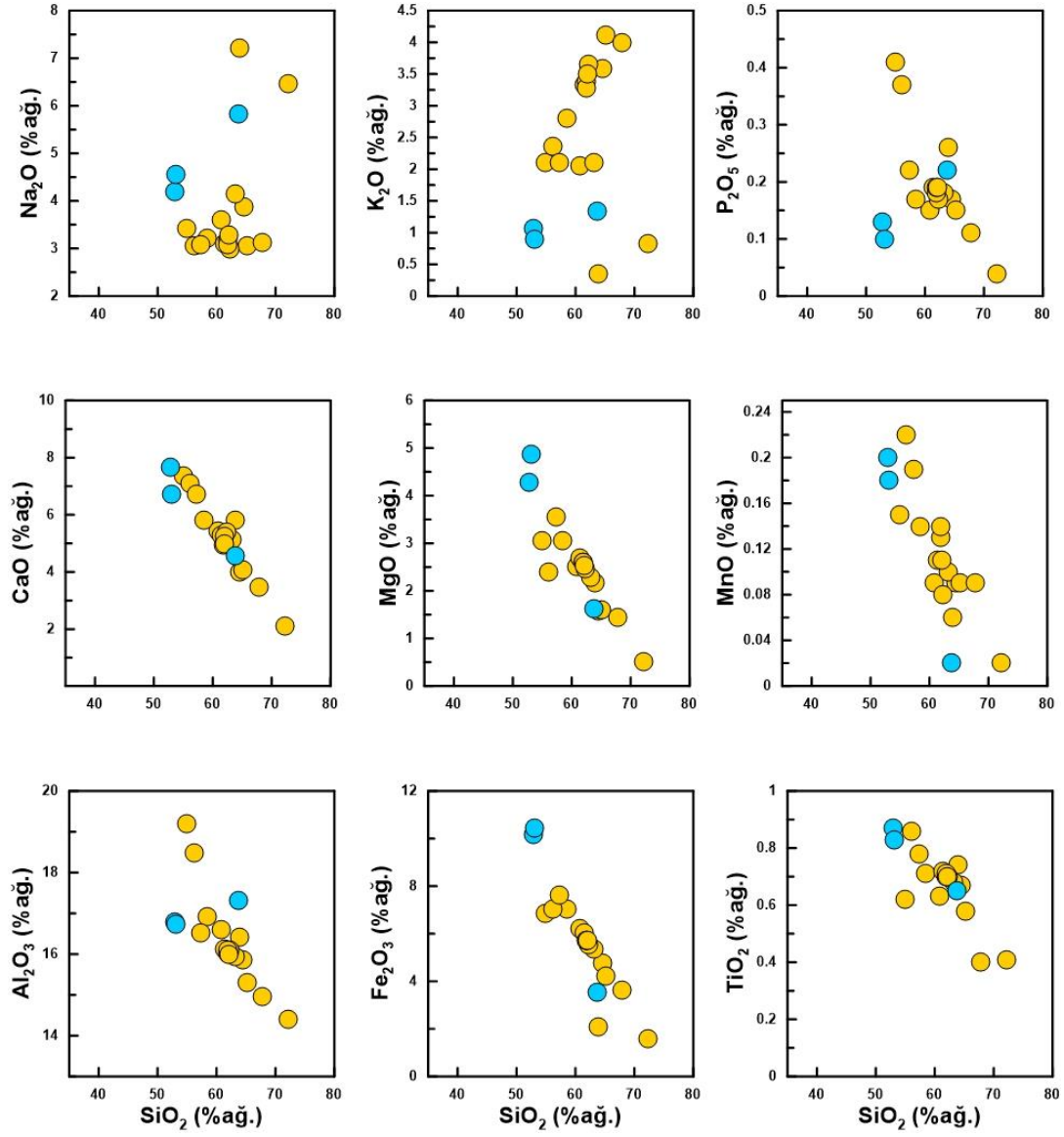
SiO₂ artışıyla MgO, CaO ve Al₂O₃ azalması önemli ölçüde plajiyoklas, hornblend ve biyotit fraksiyonel kristalleşmesi etkili olabileceğini göstermektedir. SiO₂ artışıyla Fe₂O₃ ve TiO₂ azalması magnetit ve Ti-oksit fraksiyonlaşmasını ifade etmektedir. SiO₂'ye karşı P₂O₅ değişim diyagramında gözlenen negatif korelasyon ise apatit fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır (Şekil 3.25 ve 3.26).

Tablo 3. 9. Eğerler Granitoyıdı'ne ait örneklerin ana oksit (% ağ.), iz ve nadir toprak element (ppm) analizleri.

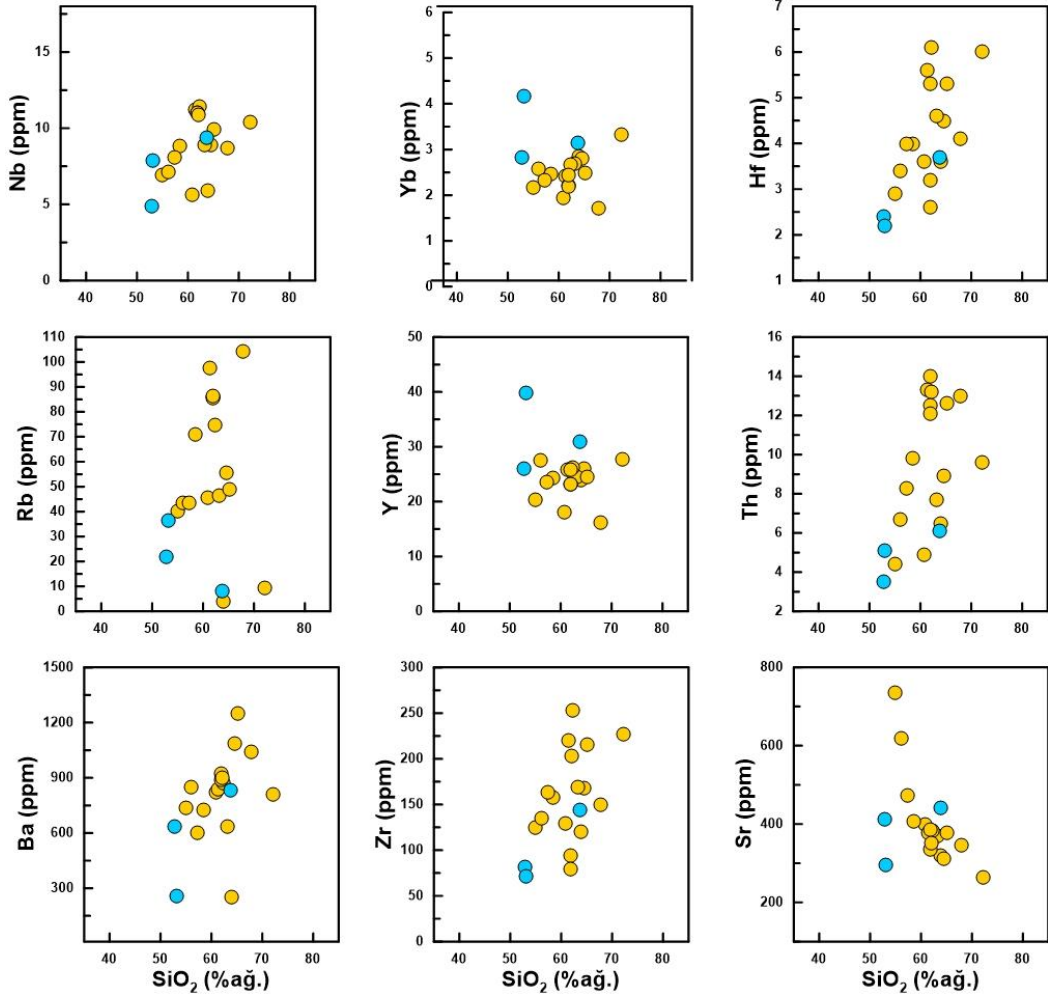
Kayaç	Eğerler Plütonu																Anklav			
Örnek no	143-a	86	144-a	141	171	172	O-18	O-20	O-21	O-22	O-23	O-24	O-25	O-26	O-27	O-28	171 ank	143b	144b	147b
SiO ₂	54.95	60.82	63.89	72.22	64.55	63.2	58.48	56.12	65.14	57.29	61.40	62.26	61.86	61.89	62.03	67.84	52.84	51.12	63.76	53.09
Al ₂ O ₃	19.21	16.59	16.41	14.4	15.85	15.95	16.93	18.48	15.30	16.51	16.12	16.09	16.03	16.09	15.99	14.95	16.79	18.21	17.31	16.74
Fe ₂ O ₃ *	6.87	6.23	2.07	1.6	4.79	5.37	7.02	7.04	4.22	7.64	6.02	5.53	5.74	5.73	5.72	3.64	10.18	8.03	3.54	10.45
MgO	3.06	2.52	2.16	0.52	1.58	2.29	3.05	2.39	1.61	3.56	2.70	2.47	2.60	2.60	2.54	1.45	4.28	4.47	1.62	4.86
CaO	7.36	5.42	5.82	2.11	3.99	5.12	5.83	7.10	4.08	6.72	5.30	5.39	4.94	5.26	4.97	3.46	7.68	6.04	4.58	6.73
Na ₂ O	3.42	3.61	7.21	6.46	3.88	4.14	3.22	3.07	3.06	3.08	3.11	2.99	3.16	3.08	3.28	3.13	4.2	3.55	5.83	4.56
K ₂ O	2.1	2.05	0.35	0.82	3.58	2.11	2.80	2.36	4.11	2.11	3.33	3.66	3.38	3.28	3.50	3.99	1.06	1.51	1.34	0.90
TiO ₂	0.62	0.63	0.74	0.41	0.67	0.68	0.71	0.86	0.58	0.78	0.72	0.70	0.70	0.71	0.70	0.40	0.87	0.60	0.65	0.83
P ₂ O ₅	0.41	0.15	0.26	0.04	0.17	0.18	0.17	0.37	0.15	0.22	0.19	0.17	0.18	0.19	0.19	0.11	0.13	0.31	0.22	0.10
MnO	0.15	0.09	0.06	0.02	0.09	0.1	0.14	0.22	0.09	0.19	0.11	0.08	0.13	0.14	0.11	0.09	0.2	0.25	0.02	0.18
A.K	1.6	1.7	0.9	1.2	0.6	0.6	1.4	1.7	1.4	1.6	0.7	0.4	1.0	0.8	0.7	0.7	1.5	5.6	0.9	1.3
Toplam	99.75	99.81	99.87	99.8	99.75	99.74	99.81	99.83	99.88	99.80	99.83	99.84	99.87	99.86	99.85	99.89	99.78	99.76	99.89	99.80
Ba	735	820	249	813	1086	636	724	850	1249	604	838	872	892	925	900	1039	637	574	835	258
Be	<1	<1	<1	1	2	1	1	1	<1	3	1	2	1	2	1	4	n.d	4	2	2
Co	13.5	13.6	1.4	1.6	7.1	9.4	18.5	12.3	3.6	15.8	13.0	9.7	12.4	13.3	12.5	7.5	20.1	11.9	2.6	18.4
Cs	0.3	0.6	0.2	0.3	0.5	1	1.7	0.3	0.6	1.4	2.3	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.4	0.5	0.1	0.9
Ga	17.6	13.4	14.2	13	14.6	14.2	16.4	19.0	14.6	16.8	16.5	16.0	15.8	16.0	15.4	14.2	16.1	18.3	15.8	16.7
Hf	2.9	3.6	3.6	6	4.5	4.6	4.0	3.4	5.3	4.0	5.6	6.1	3.2	2.6	5.3	4.1	2.4	2.4	3.7	2.2
Nb	6.9	5.6	5.9	10.4	8.9	8.9	8.8	7.1	9.9	8.1	11.2	11.4	11.0	11.0	10.9	8.7	4.9	10.1	9.4	7.9
Rb	40.3	45.7	4.1	9.4	55.7	46.6	70.8	43.5	49.1	43.7	97.5	74.9	85.8	85.6	86.5	104.2	22	27.2	8.0	36.3
Sn	1	<1	1	2	<1	2	1	1	2	<1	1	2	1	<1	1	1	1	2	<1	3
Sr	735.7	398.7	319.5	263.1	311.9	368.7	407.9	618.4	377.7	473.4	376.7	383.7	334.5	386.2	350.2	345.4	412.6	617.1	442.2	295.3
Ta	0.4	0.4	0.3	0.7	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.6	0.3	0.7	0.5	0.5
Th	4.4	4.9	6.5	9.6	8.9	7.7	9.8	6.7	12.6	8.3	13.3	13.2	12.5	12.1	14.0	13.0	3.5	7.0	6.1	5.1
U	0.7	1.4	0.9	2	2.2	1.9	1.7	1.9	2.7	1.7	3.6	3.0	2.5	2.5	3.8	2.8	1.7	1.4	1.0	2.2
V	142	145	79	33	100	132	169	144	89	185	134	130	133	130	135	69	294	122	77	254
W	0.6	<0.5	<0.5	0.6	1	0.6	1.2	1.1	<0.5	1.1	2.5	0.5	0.8	1.0	0.6	0.6	0.6	1.3	0.5	1.1
Zr	125	129.2	120.4	227.2	167.8	169.4	157.3	134.6	215.6	163.4	220.4	253.4	94.6	78.9	202.9	149.9	81.6	79.2	144.4	71.8
Y	20.4	18.1	24	27.8	26.1	24.6	24.4	27.6	24.5	23.6	25.9	26.3	23.1	23.1	25.9	16.2	26.1	38.6	31.0	39.8
Mg#	30.82	28.80	51.06	24.53	24.80	29.90	30.29	25.34	27.62	31.79	30.96	30.88	31.18	31.21	30.75	28.49	29.60	35.76	31.40	31.74
A/CNK	0.90	0.92	0.72	0.94	0.91	0.87	0.89	0.90	0.91	0.84	0.88	0.86	0.90	0.88	0.88	0.95	0.76	0.99	0.89	0.81
K ₂ O/Na ₂ O	0.61	0.57	0.05	0.13	0.92	0.51	0.87	0.77	1.34	0.69	1.07	1.22	1.07	1.06	1.07	1.27	0.25	0.43	0.23	0.20
Fe2O3*=Fe2O3 cinsinden toplam demir. A.K=Ateşte kayıp=Toplam uçucu içeriği. Mg#=100xMgO/(MgO+ Fe2O3*). A/CNK= Mol Al2O3/(CaO+NaO+K2O).																				

Tablo 3. 10. Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin ana oksit (% ağı.), iz ve nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç	Eğerler Plütonu																	Anklav			
Örnek no	143-a	86	144-a	141	171	172	O-18	O-20	O-21	O-22	O-23	O-24	O-25	O-26	O-27	O-28	171 ank	143b	144b	147b	
La	28.2	18.7	17.2	23.1	19.7	25.9	25.4	26.1	24.9	30.9	30.5	32.6	31.3	33.8	34.1	24.6	17.1	102.3	18.6	18.5	
Ce	56.4	35.5	37.4	46.4	41.1	52.1	51.5	51.7	59.2	59.9	61.2	64.8	60.3	62.5	69.6	44.2	34.8	203.8	41.0	41.9	
Pr	6.46	3.95	4.52	6.23	5.22	6.15	6.01	5.99	6.93	6.74	6.82	7.02	6.81	6.90	7.54	4.66	4.48	21.85	5.13	5.30	
Nd	25.9	14.8	18.6	23.1	21.4	22.8	22.3	25.1	25.7	24.8	25.2	26.3	25.0	25.2	27.4	16.0	18.9	73.1	20.2	21.0	
Sm	4.47	3.06	4.09	4.6	4.56	4.74	4.52	5.08	4.75	4.75	5.03	5.03	4.68	5.09	5.45	3.02	4.29	11.18	4.54	5.67	
Eu	1.31	0.8	1.11	0.87	1.09	1.09	1.06	1.39	1.12	1.15	1.04	1.12	1.02	0.97	1.04	0.72	1.37	2.14	1.20	1.12	
Gd	4.41	3.2	4.15	4.4	4.73	4.53	4.27	5.09	4.40	4.55	4.45	4.62	4.38	4.49	4.76	2.87	4.38	8.91	4.77	6.17	
Tb	0.6	0.52	0.67	0.74	0.72	0.69	0.68	0.76	0.69	0.66	0.68	0.67	0.68	0.65	0.70	0.40	0.71	1.21	0.76	1.03	
Dy	3.43	3.22	4.37	4.89	4.75	4.55	4.16	4.73	4.03	3.96	4.23	4.29	4.07	4.01	4.23	2.78	4.54	6.63	4.97	6.48	
Ho	0.7	0.64	0.86	0.99	0.92	0.89	0.85	0.90	0.85	0.75	0.82	0.87	0.79	0.78	0.84	0.57	0.9	1.27	1.02	1.37	
Er	2.15	2	2.56	3.06	2.79	2.59	2.54	2.60	2.39	2.31	2.45	2.55	2.39	2.17	2.45	1.67	2.77	3.71	3.05	4.17	
Tm	0.33	0.3	0.41	0.5	0.43	0.4	0.36	0.38	0.36	0.35	0.38	0.38	0.35	0.35	0.38	0.25	0.42	0.58	0.48	0.66	
Yb	2.18	1.94	2.84	3.32	2.81	2.68	2.46	2.57	2.48	2.34	2.42	2.67	2.21	2.20	2.45	1.72	2.82	3.94	3.14	4.16	
Lu	0.35	0.32	0.46	0.52	0.46	0.42	0.38	0.38	0.38	0.36	0.40	0.39	0.34	0.33	0.39	0.27	0.44	0.63	0.47	0.65	
(La/Lu)KN	8.36	6.07	3.88	4.61	4.45	6.40	6.94	7.13	6.80	8.91	7.92	8.68	9.56	10.63	9.08	9.46	4.03	16.86	4.11	2.95	
(Eu/Eu*)KN	0.89	0.78	0.82	0.58	0.71	0.71	0.73	0.83	0.74	0.75	0.66	0.70	0.68	0.61	0.61	0.74	0.96	0.63	0.78	0.58	
(La/Sm)KN	3.97	3.85	2.65	3.16	2.72	3.44	3.54	3.23	3.30	4.09	3.82	4.08	4.21	4.18	3.94	5.13	2.51	5.76	2.58	2.05	
(Gd/Lu)KN	1.57	1.25	1.12	1.05	1.28	1.34	1.40	1.67	1.44	1.57	1.39	1.47	1.60	1.69	1.52	1.32	1.24	1.76	1.26	1.18	
Eu*= (Sm+Gd)/2, KN: Kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiştir.																					



Şekil 3. 25. Egerler Granitoidi'ne ait kayaç örneklerinin SiO_2 'ye karşı ana element değişim (Harker) diyagramları.

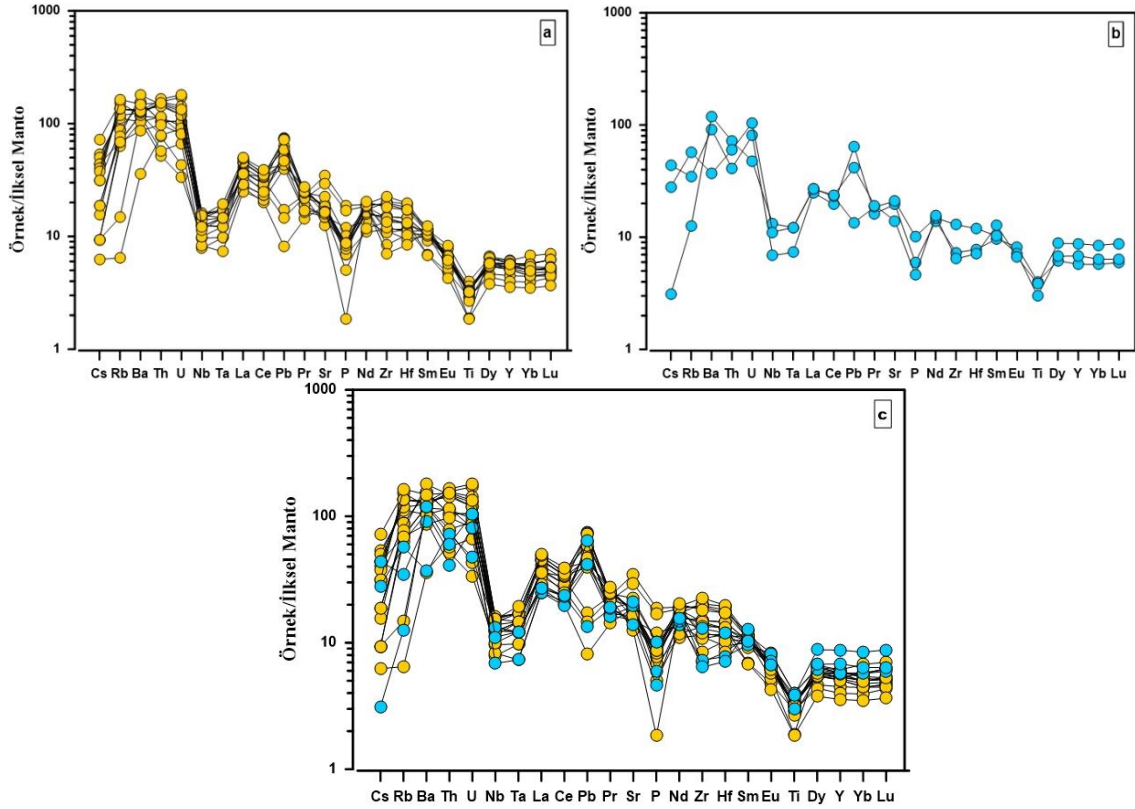


Şekil 3. 26. Egerler Granitoidi'ne ait kayaç örneklerinin SiO_2 'ye karşı iz element değişim (Harker) diyagramları.

3.4.3. Uyumsuz Elementler

İncelenen Egerler granitoidik kayaç örneklerinin ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramlarında (Şekil 3.27) genel olarak zenginleşme görülmektedir. Zenginleşme özellikle büyük iyon yarıçaplı elementlerde (LILE) (Cs, Rb, Ba) ve yüksek çekim alan elementlerinde (HFSE) (Th, Nb, U)'de oldukça fazladır. Nb, Ta, P, Ti'da belirgin negatif anomali gözlenmektedir. Özellikle Rb, Ba, Th, U gibi LILE zenginleşmesi, negatif Nb, Ta, Ti anomalisi ve sağ tarafa eğik HFSE ve ANTE (ağır nadir toprak elementler) profilleri yitimle ilişkili ortamların yanı sıra çarpışma ortamlarına ait kayaçlarında özellikleridir (Şekil 3.27-a). Bütün bu özellikleriyle Egerler Granitoidi iz element karakteristikleri yay granitlerine benzerlik sunarlar. MMA'ların (Mafik Mikrogranüler Anklav) ilksel mantoya göre normalize edilmiş (Sun ve

McDonough, 1989) iz element dağılım diyagramları Şekil 3.27-b’de verilmiştir. MMA’lar genel olarak içinde bulundukları ev sahibi kayalara benzer trendler sunarlar (Şekil 3.27-c).

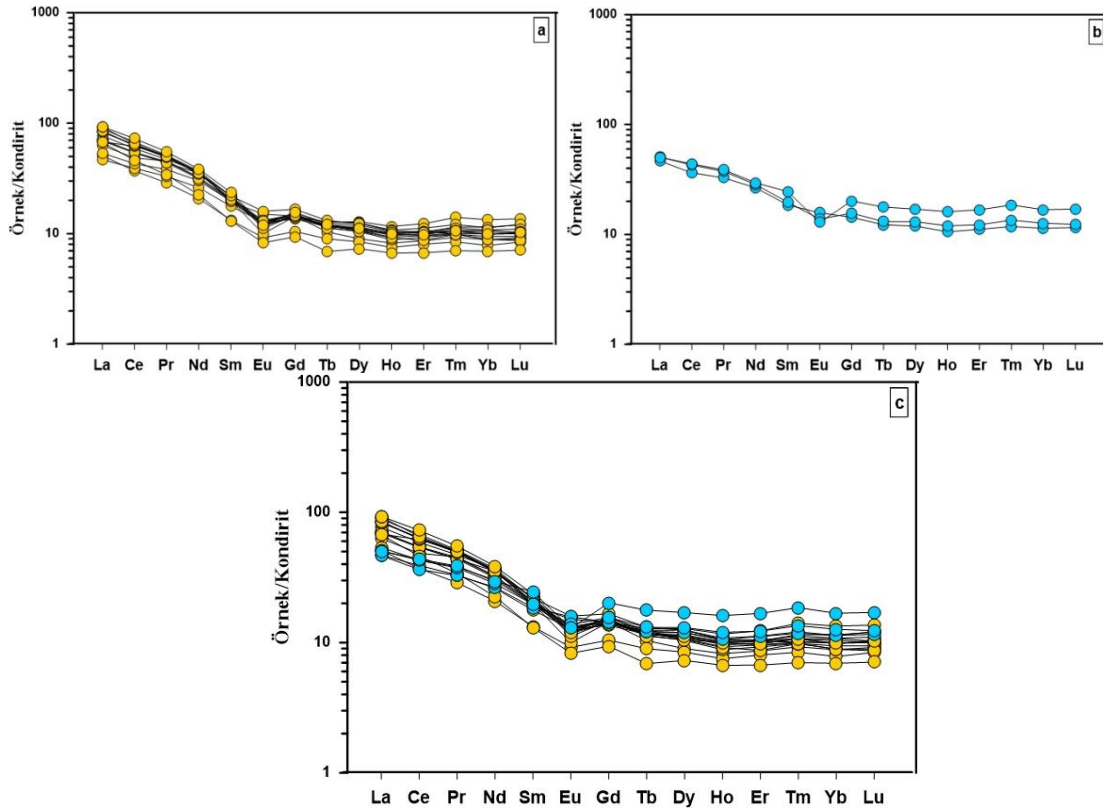


Şekil 3. 27. Eğerler Granitoyidi’ne ait kayaların İlkse mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları.

3.4.4. Nadir Toprak Elementler

İncelenen granitoidik kayaç örneklerinin kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları Şekil 3.28’de verilmiştir. Örneklerin nadir toprak element dağılımları genelde birbirlerine benzer olup, hafif nadir toprak elementler (HNTE) ağır nadir toprak elementlere (ANTE) göre daha fazla zenginleşme göstermektedirler ($(La/Sm)_N = 2.65-5.13$; $(Gd/Lu)_N = 1.05-1.69$). Örneklerin $(La/Lu)_N$ değerleri 3.88-10.63 arasında olup, negatif Eu anomalisi plajiyoklas fraksiyonlaşmasını ($(Eu/Eu^*)_N = 0.58-0.89$) göstermektedir (Tablo 3.9; Şekil 3.28-a). Örneklerin dağılımlarının orta kısmının çukur olması ve hafif nadir toprak elementlere gidildikçe yukarıya doğru konkav bir yapı sunması, granitik kayaların gelişiminde hornblend fraksiyonlaşmasının etkili bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle

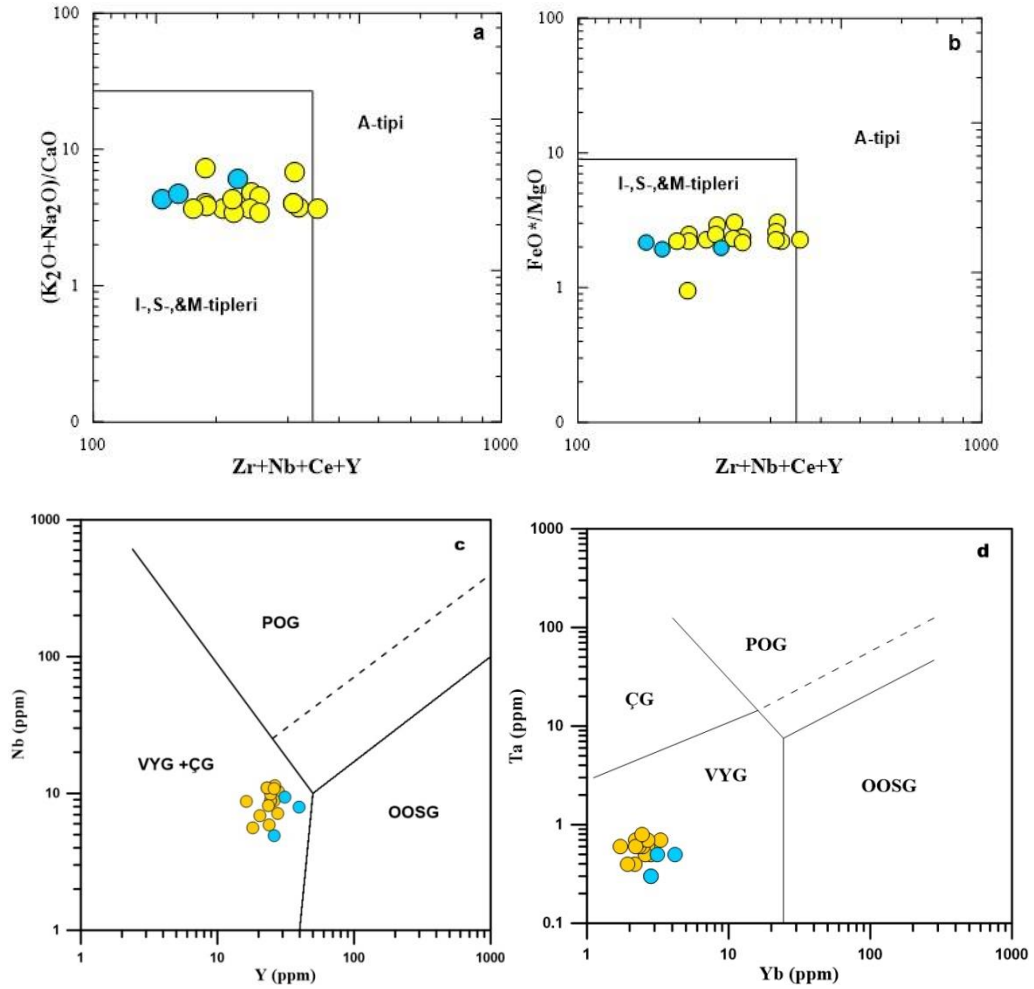
örneklerin Eu da negatif anamoli yapması, kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ağır nadir toprak element (ANTE) değerlerinin yataya yakın olması manto kaynağında granat mineralinin olmadığını göstergesidir (Şekil 3.28-a). MMA'ların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları Şekil 3.28-b'de verilmiştir. MMA'lar genel olarak içinde bulundukları ev sahibi kayaçlara benzer trendler sunarlar (Şekil 3.28-c). Örneklerin nadir toprak element dağılımları genelde birbirlerine benzer olup, hafif nadir toprak elementler (HNTE) ağır nadir toprak elementlere (ANTE) göre daha fazla zenginleşme göstermektedirler ($(La/Sm)_N = 2.05-5.76$; $(Gd/Lu)_N = 1.18-1.76$). MMA örneğinin $(La/Lu)_N$ değeri 2.95-16.86 olup, negatif Eu anomalisi ($(Eu/Eu^*)_N = 0.58-0.96$) gösterirler (Tablo 3.9; Şekil 3.28-b).



Şekil 3. 28. Egerler Granitoyidi'ne ait kayaçların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları.

3.4.5. Tektonik Konum

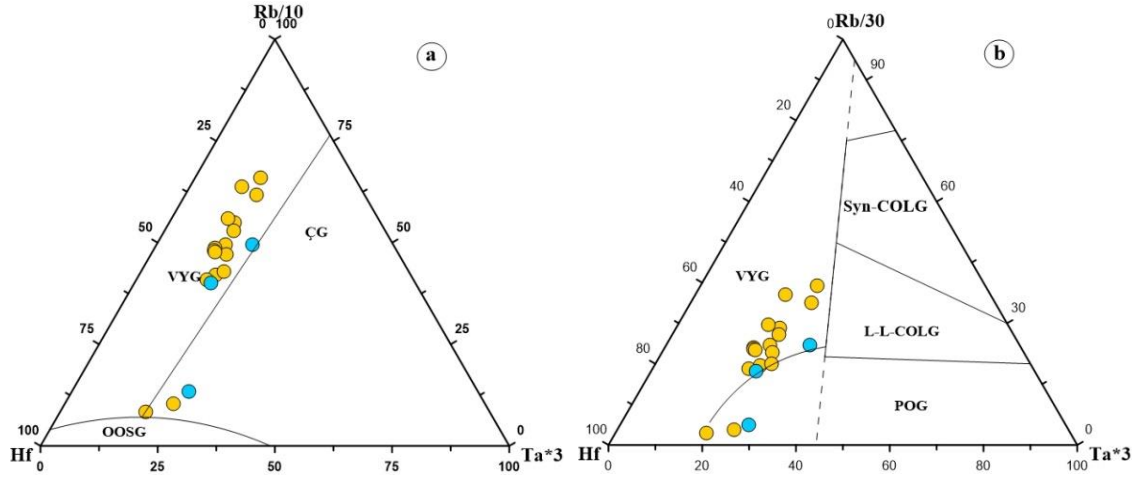
SiO₂'ye karşı molar A/CNK diyagramında (Shand, 1943) örneklerin büyük bir kısmı volkanik yayların tipik ları olan I tipi granitoidler alanında yer alırlar (Şekil 3.24b). Ancak Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı Na₂O+K₂O ve FeO*/MgO ayırtman diyagramlarında (Whalen vd., 1987) yönsemeleri de I tipi granitleri desteklemektedir (Şekil 3.29 a-b).



Şekil 3. 29. a) Na₂O+K₂O'ya karşı Zr+Nb+Ce+Y ve b) FeO*/MgO'ya karşı Zr+Nb+Ce+Y değişim diyagramları (Whalen et. al.-1987), c) Y-Nb, d) Yb-Ta (Pearce ve diğ., 1984) diyagramlarındaki konumları. POG: Plaka ortası granitleri, ÇG: Çarpışma granitleri, VYG: Volkanik yay granitleri, OOSG: Okyanus ortası sırtı granitleri (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

İz element konsantrasyonlarını ele alan Y-Nb (Pearce ve diğ., 1984) diyagramında Egerler Granitoidi'ne ait örnekler volkanik yay granitleri (VYG) ve çarpışma granitleri (ÇG) alanında yer alır (Şekil 3.29c). Volkanik yay granitlerini, çarpışma granitlerinden ayırt eden Yb-Ta (Pearce ve diğ., 1984) diyagramında, granit örneklerinin tamamı volkanik yay granitleri alanında yer alırlar (Şekil 3.29d).

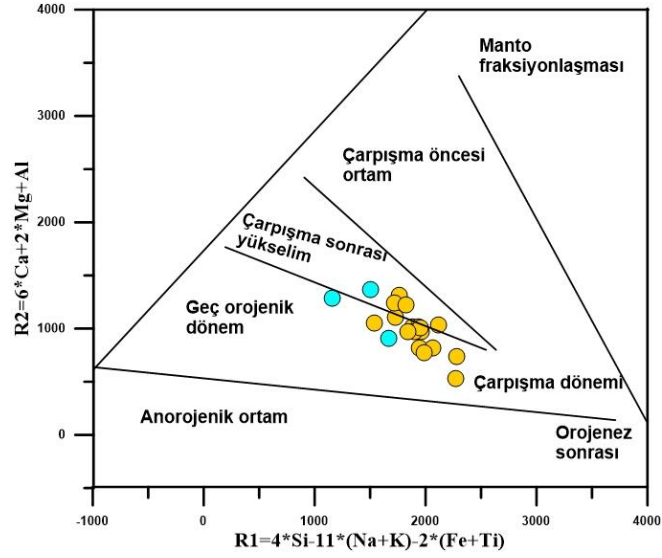
Harris ve diğ., (1986) tarafından önerilen $Rb/10-Hf-Ta*3$ ve $Rb/30-Hf-Ta*3$ diyagramlarda örnekler aynı şekilde volkanik yay granitoidleri alanında toplanmaktadır (Şekil 3.30 a-b).



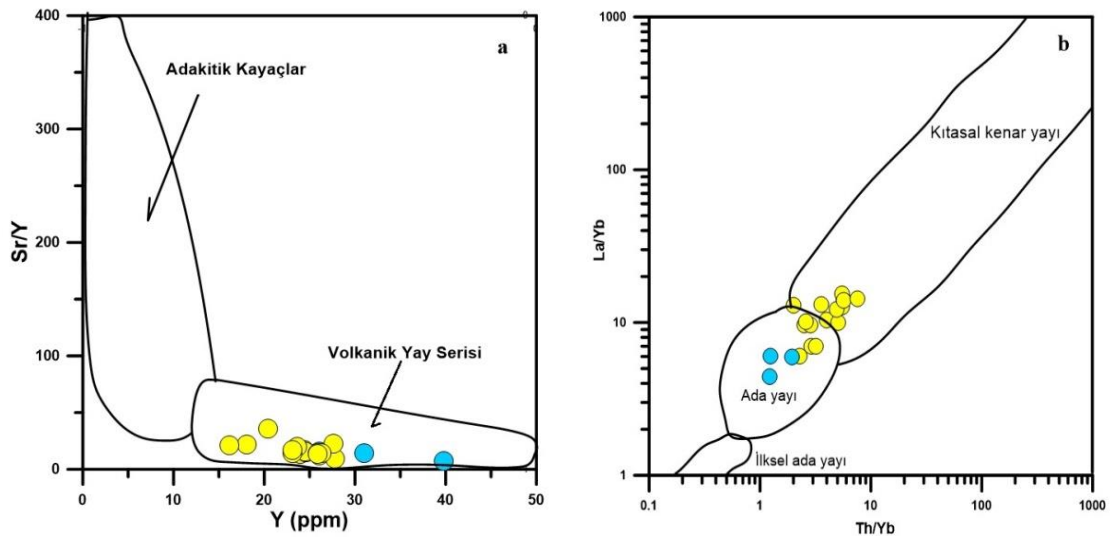
Şekil 3. 30. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin (a) $Rb/10-Hf-Ta*3$ ve (b) $Rb/30-Hf-Ta*3$ tektonik ortam ayırtman diyagramındaki (Harris ve diğ., 1986) konumları. OSG: Okyanus ortası sırtı granitoidleri, VYG: Volkanik yay granitoidleri, COLG: Çarpışma granitoidleri, ÇG: Çarpışma granitoidleri, POG: Plaka ortası granitoidleri (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

Batchelor ve Bewden (1985)'in multi-kasyon değerleriyle oluşturduğu diyagramında, Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin büyük ölçüde çarpışma ve çarpışma sonrası yükselen kayaçları temsil eden alana düştüğü görülür (Şekil 3.31).

Brown vd. (1984) tarafından önerilen $Sr/Y-Y$ diyagramında örneklerin volkanik yay alanına düştüğü görülür (Şekil 3.32-a). Ayrıca Condie (1989) tarafından önerilen $Th/Yb-La/Yb$ diyagramında örneklerin kıtasal kenar yayı ve ada yayı alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 3.32-b).



Şekil 3. 31. Egerler Granitoyidi'ne ait örneklerin R1-R2 diyagramına göre sınıflandırılması (Bathcelor ve Bowden, 1985). $R1=4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)$; $R2=6Ca+2Mg+Al$. Semboller Şekil 3.23'deki gibidir



Şekil 3. 32. Egerler Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin (a) Sr/Y'a karşı Y (Brown et al, 1984), ve (b) La/Yb'a karşı Th/Yb Diyagramı (Condie, 1989), (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

Sonuç olarak Egerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların örnekleri tektonik ortam ayırtman diyagramlarında değerlendirildiğinde, örneklerin büyük bir kısmının volkanik yay granitleri alanında yer aldığı görülmektedir.

4. TARTIŞMA

Çalışma alanı içerisindeki plütonik kayaçların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile ilgili veriler daha önceki bölümlerde incelenmiştir.

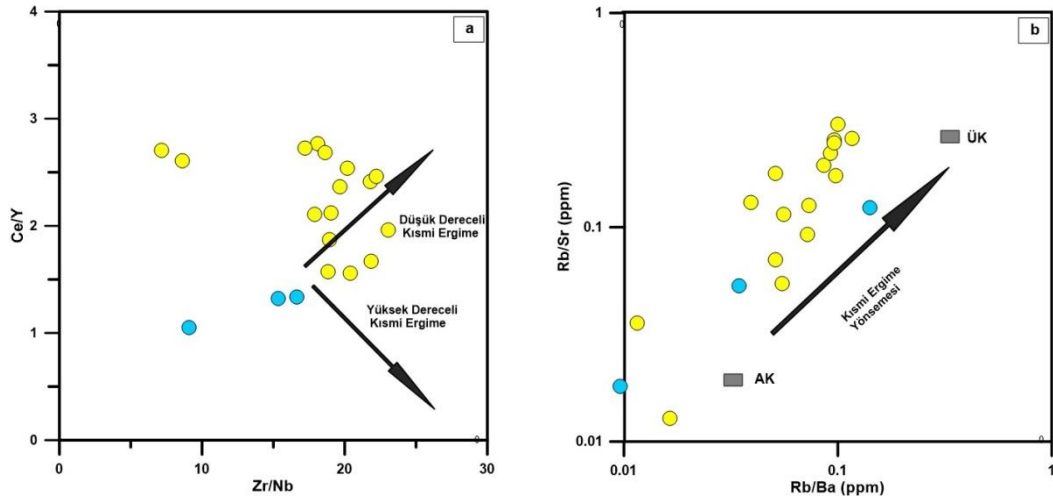
4.1. Eğerler Granitoyidi'nin Petrojenezi

Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin ana oksit ve iz element içeriklerini belirleyen temel etken, magmanın türediği kaynağın kimyasal bileşimi ve ürünün oluşumu sırasında geçirmiş olduğu süreçlerdir. Jeokimyasal özellikler Eğerler Granitoyidi'ni meydana getiren magmanın ilksel magmaya göre farklılaşmış olduğunu işaret etmektedir. Granitoyide ait kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristallenme, magma karışımı gibi süreçlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu kısımda, Eğerler Granitoyidi'nin petrojenezinde magmatik süreçlerin önemi açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1.1. Kısmi Ergime

Kısmi ergime, herhangi bir katı kayacın çeşitli nedenlerle (sıcaklık yükselmesi, basınç ferahlaması ve uçucu bileşen ilavesi) ergiyerek belli miktarda sıvı oluşturma olayı olarak ifade edilir.

Granitoyidik kayaçların oluşumlarına katkıda bulunan kısmi ergime miktarı, ilksel ergimeye uğrayan malzemenin su içeriğine, mineralojisine ve ortamın basınç-sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Kayaçların kısmi ergimeye karşı çok duraylı iz element içerikleri, bu sürecin belirlenmesinde önemli katkı sunmaktadırlar. Ce/Y'a karşı Zr/Nb (Deniel, 1998) ve Rb/Ba'a karşı Rb/Sr (Kerrick ve Wyman, 1996) değişimlerdeki artış kısmi ergime belirteci olarak kabul edilmektedir. Bu değişimlerin düzgün doğrusal yönelimleri kısmi ergime yönsemesi olarak kabul edilmektedir. Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin aşağıdaki şekilde göstermiş olduğu yönseme, granitoyidlerin oluşumu sırasında farklı oranlarda kabuk ve manto malzemelerinin bir miktar kısmi ergimeye uğradığı görülmektedir (Şekil 4.1a-b).



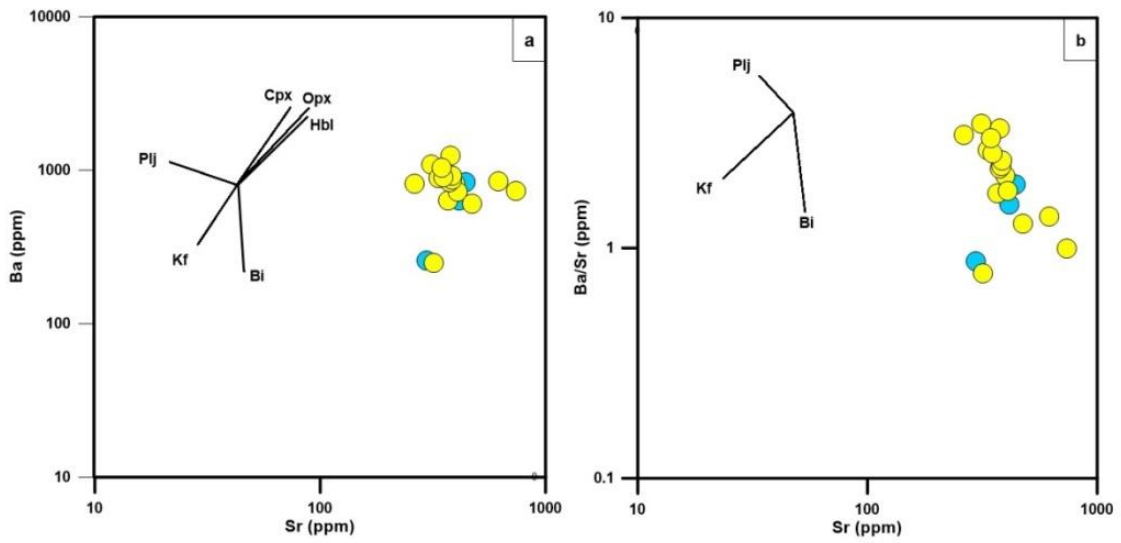
Şekil 4. 1. Egerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların (a) Ce/Y'a karşı Zr/Nb (Deniel, 1998) ve (b) Rb/Ba'a karşı Rb/Sr (Kerrick ve Wyman, 1996) değişim diyagramları, ÜK: Üst Kabuk ve AK: Alt Kabuk (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

4.1.2. Ayrılma (Fraksiyonel Kristallenme)

Fraksiyonel Kristalleşme “magmanın belirli ve tek bir sıcaklık derecesinde kristalleşmediği/katılaşmadığı, kristalleşmenin bir sıcaklık aralığı içinde meydana geldiği ve oluşan minerallerin kimyasal bileşimlerinin sıcaklığın azalmasıyla ve oluşan kristallerin geride kalan eriyiklerle reaksiyonu sonucu sürekli olarak değiştiği” görüşüne dayanmaktadır. Mineraller ile magma arasındaki reaksiyon herhangi bir nedenle kısmen veya tamamen kesilirse fraksiyonel kristalleşmeden söz edilebilir. Kristalleşen minerallerin magmadan sürekli olarak ayrılması ile magmanın bileşimi de sürekli olarak değişecek ve sonuç olarak magmanın başlangıçtaki bileşiminden çok farklı bileşimde kayaç grupları oluşabilecektir. Örneğin, ilk başta bazaltik bileşimdeki bir magmadan gabro, diyorit, siyenit ve granit gibi kayaçlar oluşabilecektir.

Egerler Granitoyidi'ne ait kayaçların ana ve iz element değişimlerinde gözlenen yönsmeler, bu kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir. Harker diyagramlarında (Şekil 3.25 ve 3.26), SiO₂ artışı ile TiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO, MnO P₂O₅, Fe₂O₃, Sr, Y ve Yb negatif yönsmesi ve SiO₂ artışı ile K₂O ve Na₂O artışı plajiyoklas, hornblend, K-feldispat, apatit, titanit ve biyotit fraksiyonlaşması ile ilgilidir. Artan SiO₂'ye karşı K₂O ve Rb 'nin artışı, K-feldispat ve biyotitin fraksiyonlaşmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Negatif Nb ve Ti

yönsemesi Ti içerikli fazların fraksiyonlaşmasını, negatif P_2O_5 - Fe_2O_3 apatit ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasını gösterirken, negatif Sr-Eu ve Sr-Ba yönsemeleri plajiyoklas ve/veya K-feldispat fraksiyonlaşmasını işaret etmektedir. Keza Ba'a karşı Sr ve Ba/Sr'a karşı Sr diyagramlarında gözlenen yönelimler, Plütonu oluşturan kayaların oluşumunda plajiyoklas, ve biyotit fraksiyonlaşmasının önemli bir rol oynayabileceğini işaret etmektedir (Şekil 4.2). NTE örneklerinde orta ve ağır NTE'lerde belirgin fraksiyonlaşmanın gözlenmemesi ve düşük Sr/Y oranları (7.42-36.06), granatın magma kökeninde olmadığını göstermektedir.



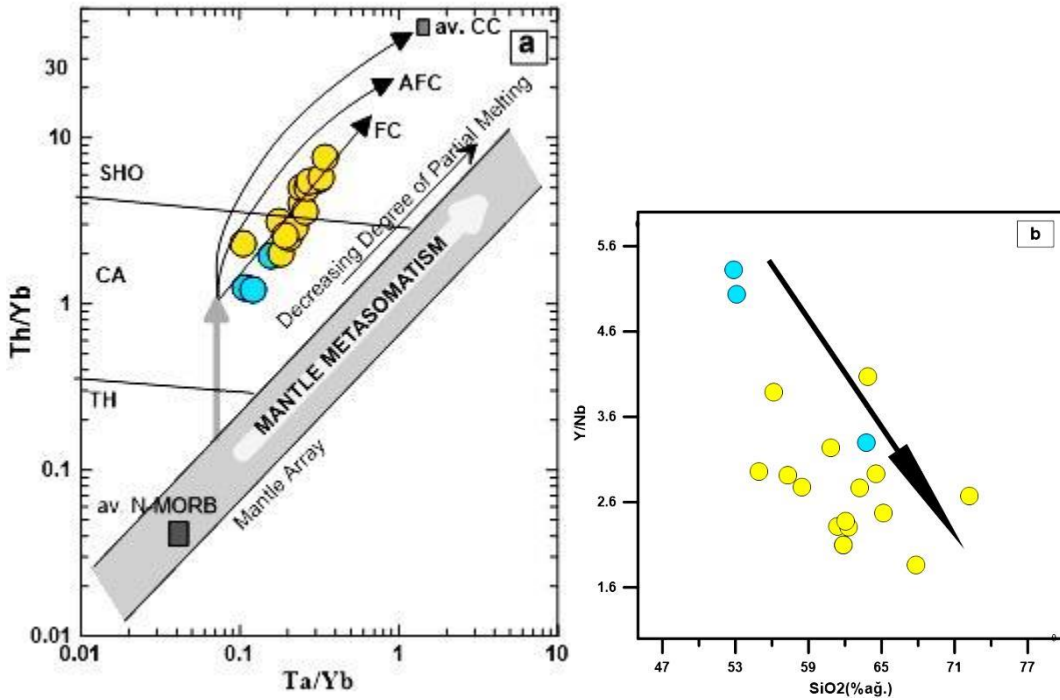
Şekil 4. 2. Egerler Granitoyidi'ni oluşturan kayaların: (a) Ba (ppm)'a karşı Sr (ppm) ve (b) Ba/Sr'a karşı Sr (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

4.1.3. Asimilasyon/Kontaminasyon

Asimilasyon, herhangi bir magmanın katılma sırasında, yan kayacı eriterek bünyesine katması ve bunun sonucu ilksel bileşimin kısmen ya da büyük ölçüde değişmesidir. Asimilasyon olayında fraksiyonel kristallenme süreci de devam etmektedir (DePaolo, 1981; Grove ve diğ., 1982). Kontaminasyona, kayalarda büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerde (Ba, Sr, Rb, K) ve hafif nadir toprak elementlerde gözlenen zenginleşmeleri işaret etmektedir.

Egerler Granitoyidine ait örneklerin Th/Yb'e karşı Ta/Yb diyagramındaki dağılımlarına bakıldığında (Şekil 4.3a), tüm örneklerin manto çizgisinden saptığı

görülmektedir. Pearce (1983) tarafından önerilen bu diyagram, esas olarak okyanus ortası sırtı bazaltı (MORB) veya okyanus ada bazaltı (OIB) gibi olağan mantodan türemiş ve genel olarak diyagramda manto eğilimi olarak belirlenmiş diyagonal hat üzerinde bulunan kayalar, yitim etkisiyle zenginleşmiş mantodan türemiş veya yükselimi sırasında kabuk tarafından kirlenmiş magmalardan oluşan kayalardan ayırır. Bu ayırım, gerek yitim metasomatizmasının gerekse kabuksal kirlenmenin Th konsantrasyonunu ve dolayısı ile Th/Yb oranını Ta/Yb oranına göre arttırması temeline dayanmaktadır. Gözlenen bu sapma, kaynak bölgesinde yitimle ilgili bir metasomatizma ile açıklanabileceği gibi, manto türevli ergiyiklere önemli ölçüde kabuksal ergiyik katılımına da işaret edebilir. Ayrıca Y/Nb'a karşı SiO₂ diyagramında (Şekil 4.3b) gözlenen negatif yönseme kabuksal asimilasyonu işaret edebileceği gibi, yatay uzanımlar da kabuk asimilasyonunun önemli olmadığına işaret edebilir.



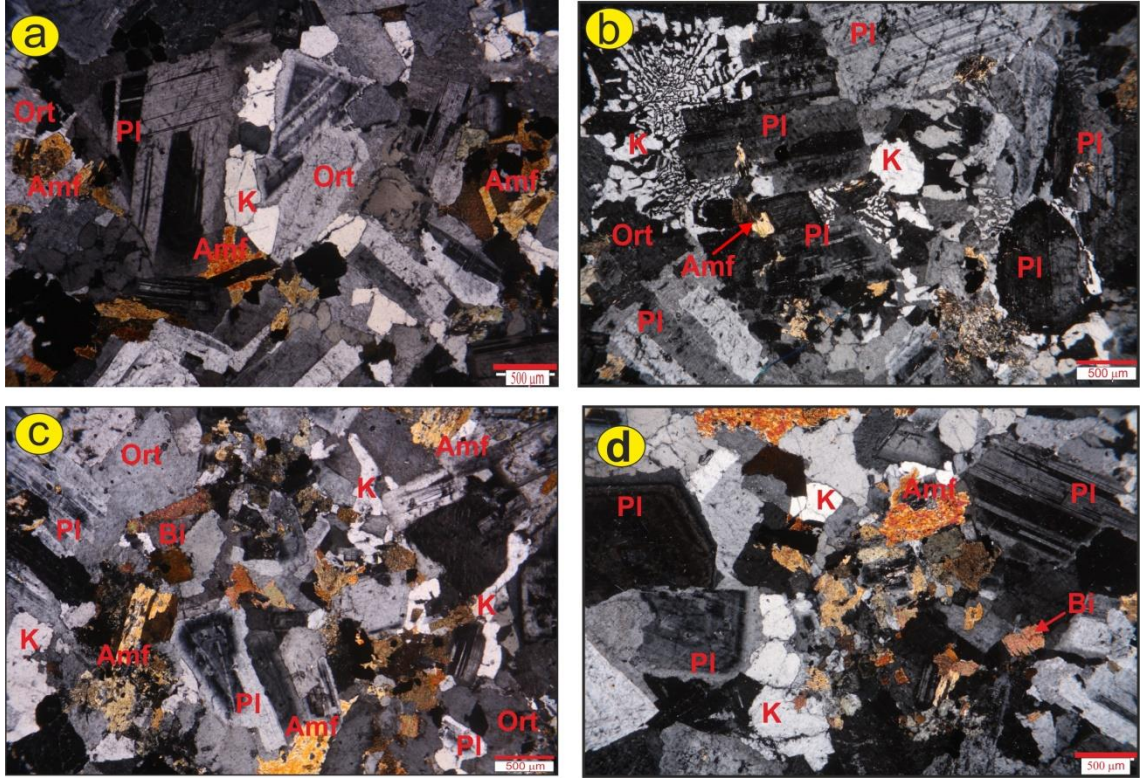
Şekil 4. 3. Egerler Granitoyidi'ne ait örneklerin a) Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce vd., 1990), b) Y/Nb'a karşı SiO₂ diyagramı (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir)

4.1.4. Magma Karışımı

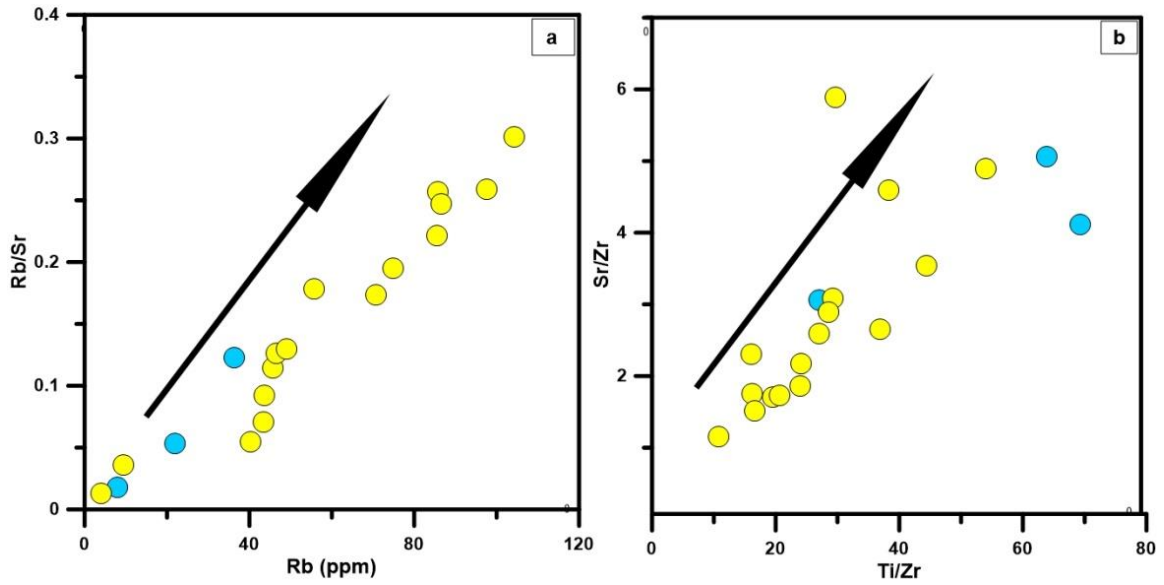
Magma karışımı, birbirinden farklı bileşimdeki magmaların (mafik ve felsik) fiziksel ve kimyasal karışımı şeklinde ifade edilir. Eş yaşlı mafik ve felsik magmaların, kendi fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyarak heterojen bir şekilde karışmalarına magma mingling; kendi fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyamıyarak homojen bir şekilde karışmalarına da magma mixing adı verilmektedir. Heterojen magma karışımı olarak söz edilen magma mingling, ana kayaç içerisindeki anklavların varlığı ile temsil edilirken, homojen karışım olarak bahsedilen magma mixing ise birbirleriyle dengede olmayan mineral toplulukları, minerallerde gözlenen karmaşık zonlanma gibi özel dokusal özelliklerle ifade edilmektedir.

Eğerler Granitoyidi'ne ait kayaç örnekleri üzerinde gözlenen dengesizlik dokuları (plajiyoklaslarda gözlenen zonlu dokular, iri plajiyoklas mineralleri üzerinde daha küçük plajiyoklas minerallerinin bulunması, bıçağımsı hornblendler, plajiyoklas, ortoklas ve mafik mineraller üzerinde daha küçük minerallerin oluşturmuş oldukları poiklitik dokular) ve kayaçlar içerisinde (dm'den cm'ye değişen) farklı boyutlarda MMA'ların varlığı granitoyidin gelişiminde hem magma mingling, hem de magma mixing proseslerinin süreçlerinin etkili olabileceğini işaret etmektedir (Şekil 4.4).

Jeokimyasal olarak ise, bazı iz elementler ile SiO_2 arasında gözlenen hiperbolik ve doğrusal yönsemeler, magmaların homojen karışımını (magma mixing) destekleyen verileri oluşturur (Perugini ve Poli, 2004). Diyagramlara aktarılan örneklerde, Rb/Sr'a karşı MgO ve Rb/Sr'a karşı Rb diyagramları ile Sr/Zr'a karşı Ti/Zr diyagramlarında (Şekil 4.5) gösterdikleri hiperbolik ve doğrusal yönsemeler, jeokimyasal olarak iki farklı uç bileşenler arasındaki karışımı işaret etmektedir.



Şekil 4. 4. Egerler Granitoyidi'nde gözlenen magma karışımını gösteren dokusal özellikler. a) Zonlu plajiyoklas, b) Poikilitik doku, c) İri amfibol içinde küçük Pl ve opak mineral d) İri ortoklas kristalli içerisinde küçük plajiyoklas ve opak kristallerinin bulunması (Ç.N. Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Ort: Ortoklas, Op: Opak mineral, Amf: Amfibol).



Şekil 4. 5. Egerler Granitoyidi'ne ait örneklerin a) Rb/Sr-MgO, b) Sr/Zr-Ti/Zr ve c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

4.1.5. Eğerler Granitoyidi'nin Kaynak Alanı

Eğerler Granitoyidi yüksek K'lu I-tipi granitoyidik magmalar genel olarak alt-orta kabuktaki meta-magmatik kayaçlar veya litosferik manto kaynağı (subcontinental) olarak yorumlanırlar (Chappell ve White, 1992; Roberts ve Clemens, 1993). Eğerler Granitoyidi'ne ait örnekler, yüksek K'lu ve I-tipi bileşim sergilemektedir. Granitoyide ait örnekler geniş silis içeriğine ($\text{SiO}_2 = 51.12-72.22$ wt%), nispeten düşük Mg# (24.53-35.76) ve Ni içeriği (2.2ppm-14.8ppm) sahip olup, alt kabuk ve mantodan türeyen magmaların karışımını takiben fraksiyonel kristallenme ya/ya da kabuksal kirlenme ile oluşmuşlardır.

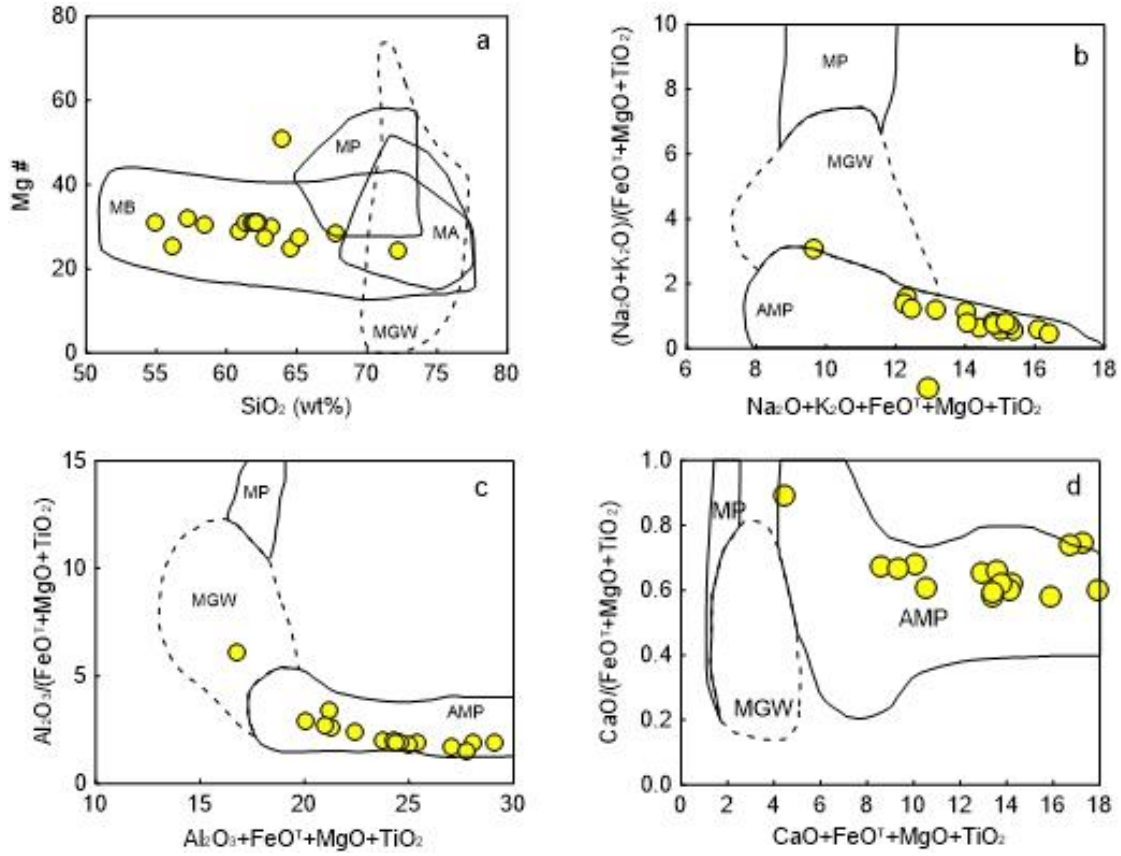
Eğerler Granitoyidi içerisindeki MMA'ların varlığı, eş yaşlı mafik ve feslik magmaların karışımını (magma mingling/mixing) işaret eder (Vernon,1990; Barbarin ve Didier, 1992). MMA'lar ile ana kayaç örneklerinin tüm jeokimyalarında gözlemlenen benzerlikler, anklavların aynı kökenli olduklarını ve farklı magma kütlelerinden türemediklerini göstermektedir. MMA'lar ile kontak granitoyid kayaçların ana ve iz element içeriklerinde farklılıklar olmasına rağmen, mineral birliktelikleri ve bileşimlerinde benzerlikler olup, ana ve iz elementler arasında da kuvvetli korelasyonlar görülür. MMA'larda gözlenen yapısal ve dokusal özellikler ile ana kayaçlara (0.40-1.70) kısmen benzerlik gösteren ASI değeri (0.9-5.6) magmatik kökene işaret eder. Bundan dolayı, kökenlerini açıklamak için en az iki farklı magma gereklidir. MMA'lar nispeten düşük silis (51.12) ve Mg# (29.60) içeriklerine sahip olup, mantodan türeyen magma katkısını işaret eder.

Kondirite ve ilksel mantoya göre normalleştirilmiş örümcek diyagramlarında, Eğerler Granitoyidi'ne ait örnekler negatif Nb, Ta, Ti, P ve pozitif Pb, Th, Rb anomalileri göstermekte olup, LILE ve LREE elementlerce zenginleşmişlerdir. Bu özellik genelde kabuksal kayaçlara özgüdür. Roberts ve Clemens (1993) yaptıkları deneysel çalışmalarda, I-tipi yüksek K'lu granitoyidlerin, kabukta kalk alkale mafik ortaç bileşimli metamorfik kayaçlardan sulu ortamlarda kısmi ergime ile oluşabileceklerini göstermiştir. Wyllie (1984)'e göre bazaltın sulu ortamlarda ergimesi ile tonalitik magmalar türeyebilir. Bu magmalar FC (fraksiyonel kristallenme) ve/veya kabuksal kirlenme yoluyla granitik bileşimde (asidik) kayaçlar türetebilir.

Eby (1992)'ye göre, Y/Nb oranları ile kabuk ($Y/Nb > 1.2$) ve manto ($Y/Nb < 1.2$) kökenli granitoyidler birbirlerinden ayrılabilirler. Eğerler Granitoyidi'ne ait örnekler geniş bir Y/Nb oranına (1.86-5.33) sahip olup hem kabuk hem de manto kökenini işaret eder. Ortalama Nb/Ta oranları mantodan türeyen magma için 17.5 ve kabuktan türeyen magma

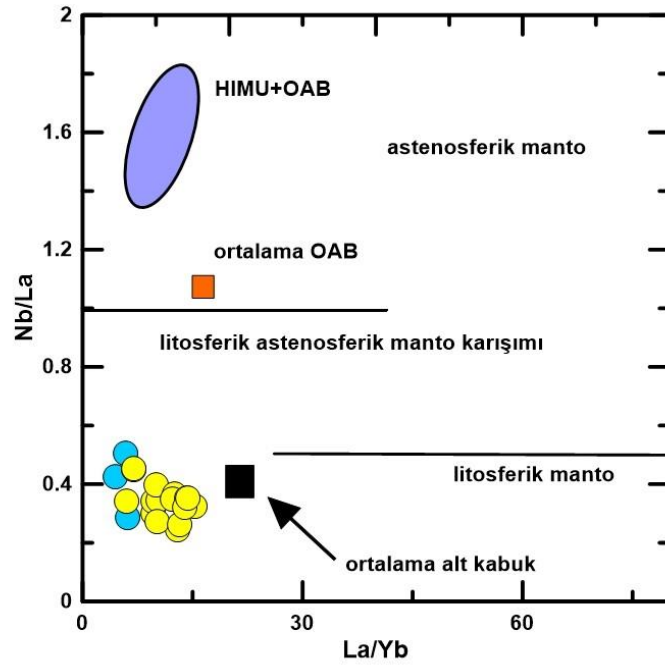
için de 11-12 arasındadır (Green, 1995), Eğerler Granitoyidi'ne ait örneklerin Nb/Ta oranları 13.50-19.67 arasında olup, mantodan türeyen magmaları işaret eder. MMA'ların Nb/Ta oran 14.43-18.80 olup, ev sahibi kayaçlara benzemektedir.

Farklı türde kıtasal kabuk kayaçlarının değişik ergime koşulları altında kısmi ergimeler ile meydana gelmiş olan magmaların bileşimsel farklılıkları, ana oksit ya da molar oranları esas alınarak açıklanabilmektedir (Patino Douce, 1999). İncelenen Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi'ni oluşturan magmanın yüksek oranda mafik bileşimli, alt kıtasal kabuk kökenli meta-magmatik (amfibolit) türü kayaçların kısmi ergimesiyle oluşmuş olabileceği sonucuna varılmıştır (Şekil 4.6).



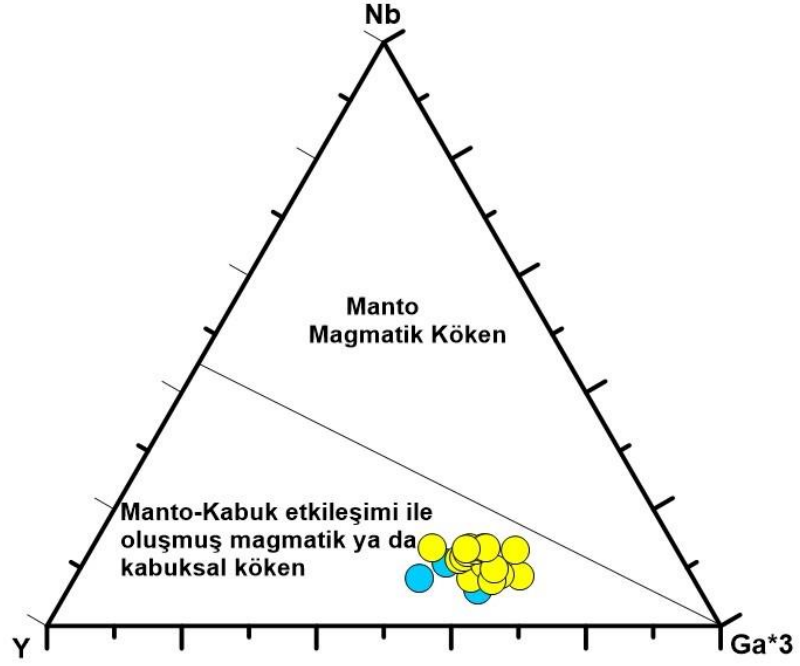
Şekil 4. 6. İncelenen Eosen yaşlı Eğerler Granitoyidi'nin bazı ana oksit ve molar oranlarına göre kökensel ayrım diyagramları. MB, metabazalt; MA, metaandezit; MGW, metagrovak; MP, metapelit; AMP, amfibolit. Veri kaynakları: Patiño Douce ve Johnston (1991), Patiño Douce (1999). Semboller Şekil 3.23'deki gibidir.

Eğerler Granitoyidi'ne ait örnekler Nb/La'ya karşı La/Yb diyagramında (Şekil 4.7) litosferik manto alanına düşmekte olup, ortalama kıtasal kabuk değerlerine yakın alanlarda toplanmışlardır.



Şekil 4. 7. Eğerler örneklerinin, Nb/La'a karşı La/Yb Okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait değerler Schmidberger ve Hegner (1999), MORB ve OAB değerleri Harms ve diğ. (1997) (Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

Nb-Y-Ga*3 üçgen diyagramında (Eby, 1992; Şekil 4.8) ise örneklerin tamamı magmanın manto-kabuk etkileşimi sonucu oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 4. 8. Egerler örneklerinin Nb-Y-Ga*3 diyagramındaki konumları (Eby,1992; Semboller Şekil 3.23'deki gibidir).

Özet olarak veriler Egerler Granitoyi'nin kaynak alanının Pontid kıtasal kabuğunun tabanını oluşturan meta-magmatik kayalarından oluşmuş heterojen yapıda olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

1. Eğerler Granitoyidi (Aydıntepe-Bayburt) ve çevresinde yer alan birimlere ait 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve kesiti hazırlanmış ve çalışma alanında, yaşlıdan gence doğru Berdiga Formasyonu (Erken Jura-Geç Kretase), Taşlıyayla Volkanitleri (Geç Kretase), Eğerler Granitoyidi (Eosen) ve Alüvyon (Kuvarterner) olmak üzere dört birime ayrılmıştır.

2. Berdiga (Erken Jura-Geç Kretase) Formasyonu; masif tabakalı kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmakta olup, gri-bej rengi ile kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Taze kırık yüzeyi açık gri renkte olan dolomitler şeker dokusu göstermeleriyle tipiktirler. Ayrışma yüzeyleri ise kahverengi-kırmızımsı tonlarında ve dış yüzeyleri ise kirli gri ve kahverengi tonlarda gözlenmektedir. Yer yer ise erime boşlukları görülmektedir.

3. Taşlıyayla (Geç Kretase) Volkanitleri; bazalt, andezit ve dasit bileşimindedir. Genel olarak porfirik, mikrolitik porfirik, glomeroporfirik ve yer yer de poiklitik doku göstermekte olup, plajiyoklas, kuvars, amfibol ve piroksen mineralleri içermektedir.

4. Eğerler (Eosen) Granitoyidi; granit, kuvars-monzonit, kuvarslı-monzodiyorit ve granodiyorit bileşimli kayalardan oluşmaktadır. Ana mineraller ise; kuvars, plajiyoklas, ortoklas, amfibol ve biyotit ana minerallerden ve opak, muskovit, apatit ve nadiren zirkon gibi tali mineraller içermektedir.

5. Eğerler Granitoyidi kuvars monzodiyorit ve kuvarslı-monzonit bileşimli MMA'lar içermekte olup, kuvars, plajiyoklas, ortoklas, amfibol ve biyotit gibi minerallerden oluşmakta ve MMA'lar genel olarak magma karışımını gösteren dengesizlik dokuları içermektedir.

6. Eğerler Granitoyidi, genel olarak I-tipi yüksek K'lu içeriğe sahip olup, metalümin geçişli ve Şoşonitik seri, Yüksek K kalk alkali, Orta K kalk alkali ve Düşük K toleyitik seri olmakla birlikte az sayıda örnek dağınık bir bileşim sunmaktadır.

7. Ana ve iz element değişimleri, plütonun gelişiminde plajiyoklas, amfibol, biyotit, Fe-Ti oksit ve apatit fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığını göstermektedir.

8. Tektonik yerleşim diyagramlarına göre, Plüton volkanik yay granitoyidi özelliği göstermektedir.

9. Granitoyidin petrolojik özellikleri incelendiğinde, gelişiminde özellikle magma karışımı ve fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu işaret etmekte olup, az oranda da kısmi ergime ve asimilasyonun rol oynadığını göstermektedir.

10. Eğerler Granitoyidi'ni meydana getiren alt kıtasal kabuk kayaçlarının (amfibolitik) kısmi ergimesinin yanında litosferik manto bileşenlerinin de önemli rol oynadığı görölmektedir.

11. Eğerler Granitoyidi içerisindeki 162 nolu granit örneğinden SHRIMP U-Pb yöntemiyle yaşlandırılan zirkonlardan elde edilen yaş 48.6 ± 2.2 My ile Eosen yaşını vermektedir.

12. Çalışmanın bir sonraki kısmını izotop çalışmaları oluşturmalıdır. Özellikle Sm-Nd ve Rb-Sr ve Pb-Pb izotop sistemleri kullanılarak ilksel oranlarından Eğerler Granitoyidi'nin ilksel ilişkileri belirlenmeli, ve Granitoyidi'n Pontid ada yayı evriminde hangi jeotektonik olaya karşılık geleceğı de yorumlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Akın, H. 1978. Geologie, Magmatismus und Lager-staettenbidung im ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik. Geologische Rundschau 68, 253-283.
- Aliyazıcıoğlu, 7., 1999. Kale (Gümüşhane) yöresi volkanik kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, s.96, Trabzon.
- Alp, D., 1972. Amasya Yöresinin Jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Monografileri, 22, İstanbul, 135.
- Altınkaynak, L., 2000. Ağvanis masifi doğu kesimi ve çevre kayaçlarının jeolojisi, petrografisi ve jeokimyası, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Altherr, R., Topuz, G., Siebel, W., Şen, C., Meyer, H.P., Satır, M., ve Lahaye, Y., 2008. Geochemical and Sr–Nd–Pb isotopic characteristics of Paleocene Plagioclites from the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 105, 149–161.
- Arslan, M., Şen, C., Aliyazıcıoğlu, İ., Kaygusuz, A. ve Aslan, Z. 2000. Comparative geology, mineralogy and petrology of Eocene (?) volcanics in Trabzon and Gümüşhane areas (NE, Turkey). Earth Science and Mining Conference, Journal of Conference Book 1, 39-53.
- Arslan, M. ve Aliyazıcıoğlu, İ., 2001. Geochemical and Petrological Characteristics of the Kale (Gümüşhane) volcanic rocks: Implications for the Eocene evolution of Eastern Pontide arc volcanism, Northeast Turkey, International Geology Review, 43, 595-610.
- Arslan, M., ve 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.
- Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Kolaylı, H., Yücel, C., Boztuğ, D., Şen, C., 2013. 40Ar-39Ar Dating, Whole-Rock and Sr-Nd-Pb isotopic geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin. Contributions to Mineralogy and Petrology 166, 113-142.
- Aslan, Z., Arslan, M ve Sen, C., 1999. Dogu pontidlerin kuzey ve güney zonlarında yüzeylenen eosen yaşlı granitik sokulumların karşılaştırılmalı jeolojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 223-230.

- Aslan, Z., 2010. U-Pb Zircon SHRIMP age, geochemical and petrographical characteristics of tuffs within calc-alkaline Eocene volcanics around Gümüşhane (NE Turkey), Eastern Pontides, Neues Jahrbuch für Mineralogie, 187, 3, 329-346.
- Aydın, F. 2003. Değirmendere vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD-Türkiye) volkanitlerinin mineral kimyası, petrolojisi ve petrojenezi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, F., Karsli, O. ve Chen, B., 2008. Petrogenesis of the Neogene Alkaline Volcanics with Implications for Post Collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, Lithos, 104, 249-266.
- Aydın, F., 2014. Geochronology, Geochemistry and Petrogenesis of the Maçka Subvolcanic Intrusion: Implications for the Late Cretaceous Magmatic and Geodynamic Evolution of the Eastern Part of the Sakarya Zone, Northeastern Turkey. International Geology Review 56 (10), 1246-1275.
- Aydınçakır, E., Kaygusuz, A., 2012. Geç Kretase Yaşlı Dağbaşı (Araklı, Trabzon) Volkaniklerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2 (2), 123-142.
- Aydınçakır, E. ve Şen, C., 2013. Petrogenesis of the Post-Collisional Volcanic Rocks from the Borçka (Artvin) area: Implications for the Evolution of the Eocene Magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 172-173, 98-117.
- Aydınçakır, E., 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.
- Aydınçakır, E., Yılmaz, S., Dündar, B., Al-Mashramah, A.A.Y., Aydın, F., Dokuz, A., Şen, C., 2016. Taşlıyayla Volkanitlerinin (Çaykara Güneyi-Trabzon) Jeokimyasal Özellikleri / 7. Jeokimya Sempozyumu, Bildiri Özleri Kitabı, 16-18 Mayıs, Ankara Üniversitesi, Antalya, 244-245.
- Aydınçakır, E., 2017. Taşlıyayla (Çaykara, Trabzon, KD Türkiye) Civarı Geç Kretase Yaşlı Kalk-alkali Volkanik kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7, (1): 51-78.
- Bacon, C.R., Hirschmann, M.M., 1988. Mg/Mn Partitioning as a Test for Equilibrium Between Coexisting Fe-Ti Oxides American Mineralogist, 13; 57-61.
- Barbarin, B., Didier, J., 1992. Genesis and Evolution of Mafic Microgranular Enclaves through Various Types of Interaction Between Coexisting Felsic and Mafic Magmas. Transactions of the Royal Society Edinburgh Earth Science 83; 145-153.

- Batchelor, R. A., ve Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters, Chem. Geol., 48, 43-55.
- Bektaş, O., 1984. Pontidlerde Üst Kretase yaşlı şoşonitik volkanizma ve jeotektonik önemi. KÜ Yerbilimleri Dergisi, Jeoloji, 3, 1, 2, 53-62.
- Bektas, O., 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Back Arc of Eastern Pontides, MTA Bulletin, 103,104, 1-15.
- Boynukalın, S., 1990. Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Boztug, D., Wagner, G.A., Erçin, A.I., Göç, D., Yegingil, Z., İskenderoglu, A., Kuruçelik, M.K., Kömür, 7. ve Güngör, Y., 2002. Sphene and zircon fission-track geochronology unravelling subduction- and collision-related magma surges in the composite Kaçkar Batholith, Eastern Black Sea region, Turkey. 1st International Symposium of the Faculty of Mines (TÜ) on Earth Sciences and Engineering, Istanbul, Turkey, Abstracts, p. 121.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.c., Wagner, G.A. ve Yeğingil, Z., 2004. Slow Senonian and fast Paleocene-Early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results, Tectonophysics, 382, 213-228.
- Boztug, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I. ve İskenderoglu, A., 2006. Geochemical Characteristics of the Composite Kaçkar Batholith Generated in A Neo-Tethyan Convergence System, Eastern Pontides, Turkey. J. Asian Earth Sci. 27;286-302.
- Boztug, D., Jonckheere, R., Wagner, G.A., Erçin, A.I., ve Yegingil, Z., 2007. Titanite and Zircon Fission-Track Dating Resolves Successive Igneous Episodes in the Formation of the Composite Kaçkar Batholith in the Turkish Eastern Pontides. Int. J. Earth Sci. 96; 87886.
- Brown, G.C., Thorpe, R.S. ve Webb, P.C., 1984. The Geochemical Characteristics of Granitoids in Contrasting Arcs and Commentson Magma Sources. J. Geol. Soc. 141; 413-426.
- Chappell, B. W., ve White, A. J. R., 1992, I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. Trans. R. Soc. Edinb. Earth Sci., 83, 1-26.
- Condie, K.C., 1989. Plate Tectonics and Crustal Evolution: Pergamon Press, Oxford, 3 th Edi., 476 s.
- Çakmak, G., (2013). Pelitli (Bayburt) Granitoyidi'nin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, (Yayınlanmamış), 88s.

- Çakmak, G. ve Kaygusuz, A., 2014. Pelitli (Bayburt) Granitoyidi'nin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (GÜ FBED) 4 (1): 46-63.
- Çoğulu, E. 1970. Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul (yayınlanmamış).
- Çoğulu, E. 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrografik ve Jeokronolojik Araştırmalar, İTÜ Kütüphanesi, 1034, İstanbul.
- Debon, F., ve Le Fort, P., 1983. A chemical-minerological classification of common plutonic rocks and associations, Trans, Roy. Soc., Edinburgh, Earth Sci., 73, 135-149.
- Delaloye, M., Çoğulu, E. ve Chessex, R*, 1972, Etude Geochronometrique des Massifs Cristallins de Rize et de Gümüşhane, Pontides Orientales (Turguie): C.R. des Seances, SPHN, Ceneve, NS, 7/2-3, 43-52.
- Deniel, C., Aydar, E. ve Gourgaud, A., 1998. The Hasan Dağı Stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): Evolution from Calcalkaline to Alkaline Magmatism in a Collision Zone, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 87; 275-302.
- DePaolo D. J., 1981. Trace Element and Isotopic Effects of Combined Wallrock Assimilation and Fractional Crystallization, Earth and Planetary Science Letters, 53, 189-202.
- Didier, J. ve Barbarin, B., (eds.), 1991a. Enclaves and Granite Petrology: Developments in Petrology, 13, Elsevier, Amsterdam, 625p.
- Didier, J. ve Barbarin, B., 1991b. The Different Types of Enclaves in Granites Nomenclature, In: Didier, J. and Barbarin, B., (eds), Enclaves and Granite Petrology, Development in Petrology, 13 Elsevier, 19-24.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E., 2006. Geochemical Constraints on the Provenance, Mineral Sorting and Subaerial Weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous Clastic Rocks from the Eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 181-209.
- Dokuz, A., 2000. Yusufeli yöresinin jeolojisi, jeotektoniği, magmatik-metamorfik kayaçların jeokimyası ve petrojenezi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dokuz, A., Karşlı O., Bin Chen ve Uysal İ., 2010. Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: Implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the eastern Pontides. Elsevier., 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. Gondwana Research 19; 926-944.
- Dokuz, A., Külekçi, E., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Alçiçek, M.C., Pecha, M., Sünnetçi, K., 2017a. Cordierite-bearing strongly peraluminous Cebre Rhyolite from the eastern Sakarya Zone, NE Turkey: Constraints on the Variscan Orogeny. *Lithos* 278-281.
- Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karlı O., Siebel, W., Derman A.S., Turan, M., 2017b. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere. *The Journal of Geology*, 0022-1376.
- Drop, G.T.R., 1987, A general equation for estimating Fe³⁺ concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria: *Min.Mag.*, 51, 431-450.
- Eby, G.N., 1992. Chemical Subdivision of the A-Type Granitoids: Petrogenetic and Tectonic Implications. *Geology* 20; 641-644.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, MMLS Tezi, KÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erentöz, C., ve Ketin İ. 1974. Explanatory text of the geological map of Turkey at 1/500.000 G scale (Kars). Special Publication of Mineral Research and Exploration, 57.
- Erguvanlı, K., 1952. Trabzon-Gümüşhane bölgesinin jeolojik etüdü hakkında rapor, MTA, Rapor No: 2273, Ankara.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Maden, N., Jacoby, W.R. ve Özer, R., 2006. Three axial extensional deformation and formation of the Liassic rift basins in the Eastern Pontides (NE Turkey), Geologica Carpathica, 57, 5, 337-346.
- Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey. International Geology Review, 52 (2-3), 142-186.
- Eyüboğlu Y., Santosh M., Chung S.L., 2011. Crystal Fractionation of Adakitic Magmas In The Crust-Mantle Transition Zone: Petrology, Geochemistry And U-Pb Zircon Chronology Of The Seme Adakites, Eastern Pontides, NE Turkey. Lithos, 121, 151-166.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryalı, E., 2011a. Transition From Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Slab Window Melting. Gondwana Research 19, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Chung, S.L. ve Akaryalı, E., 2011b. Migration magmatism in a continental arc: Geodynamics of the Eastern Mediterranean revisited, Journal of Geodynamics, 52, 2-15.

- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryalı, E., Chung, S.L., Akdağ, K., Bektaş, O., 2013. The Nature of Transition from Adakitic to non-adakitic Magmatism in a Slab-Window Setting: A Synthesis From the Eastern Pontides, NE Turkey. Geosci. Front. 4, 353-375.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F. Y., Santosh, M., Zhu D-C., Yi K., Chatterjee N., Jeong Y-J., Akaryalı, E., Liu Z. 2016. Cenozoic forearc gabbros from the northern zone of the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Implications for slab window magmatism and convergent margin tectonics. *Gondwana Research* 33 (2016) 160–189
- Fuhrman, M.L. ve Lidsley, D.H., 1988. Ternary-feldspar Modelling and Thermometry, *American Mineralogist*, 73; 201-215.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karatas, S., 1992. Rize-Fındıklı Çamlıhemsin Arasında (Dogu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Dogu Pontidlerdeki Bölgesel Yayılımları, Türkiye Jeoloji Bülteni, 35, 15-38.
- Gedikoglu, A., 1970. Etude Geologique de la Region de Gölköy (Province D’Ordu-Turquie), Phd Thesis, Faculte des Sciences DE l’Universite de Grenoble.
- Gedikoglu, A., 1978. Harsit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Gedikoglu, A., Pelin, S., Özsayar, T., 1979. The main Lines of Geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic era, Geocome-I, 555-580.
- Güngör, Y., Boztug, D. ve Yılmaz, O., 1997. Kaçkar batoliti Altıparmak dağı- Soganlı dağı arası (GD Çamlıhemsin-Rize) kesiminin petrografik, jeokimyasal ve petrojenetik incelenmesi. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, 30 Nisan - 3 Mayıs 1997, Adana, Bildiri Özleri, s. 223-224.
- Gülmez, F., Genç, Ş. C., 2015. Amasya Civarı Geç Kretase Yaşlı Ultrapotasik Volkaniklerinde Farklılaşma Süreçleri. Maden Teknik Arama Dergisi, 151, 153–172.
- Gülmez, F., S. .Genç, C., Prelevi, D.,Tüysüz, O., Karacık, Z., Roden, M.R., and Billor, Z., 2016. Ultrapotassic Volcanism from the Waning Stage of the Neotethyan Subduction: a Key Study from the Izmir–Ankara–Erzincan Suture Belt, Central Northern Turkey. *Journal of Petrology*, 2016, Vol. 57, No. 3, 561–593.
- Green, T.H., 1995. Significance of Nb/Ta as an indicator of geochemical processes in the crust–mantle system. *Chem. Geol.* 120, 347–359.
- Grove, T. L., Gerlach, D. C. ve Sando, T. W., 1982. Origin of Calcalkaline Lavas at Medicine Lake Volcano by Fractionation, Assimilation and Mixing, Contributions to Mineralogy and Petrology, 80, 160-182

- Harms, U., Cameron, K.L., Simon, K., Bratz, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of Metabasites from the KTB Ultradeep Borehole, Germany. Geologische Rundschau 86; 155-166.
- Harris, N. B. W., A. Pearce ve A.G. Tindle 1986, Geochemical charesteristics of collision zone magmatism, In collision tectonics, M. P., Coward&A.C., Ries (eds), 67-81. Geol. Soc. Sp. Publ, 19.
- Hamilton, W. J., 1842, Recearches in Asia Minör, Pontus and Armenia, Londra.
- Holland, T.J.B. ve Blundy, J.D., 1994.Non-ideal Interactions in Calcic Amphiboles and their Bearing on Amphibole-Plagioc Lase Thermometry, Contribution to Mineralogy and Petrology, 116; 433-447.
- Jica., 1986. The Republic of Turkey report on the cooperative mineral exploration of Gümüşhane area, Phase 1. Japan international cooperation agency metal mining agency of Japan.
- Kargı, H., 1987. Araklı-Bahçecik Granitoyidinin petrografik ve jenetik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., 53 sayfa, Trabzon.
- Karşlı, O., Aydın, F. ve Sadıklar, M.B., 2004. The Morphology and Chemistry of K-feldspar Megacrysts From İkizdere Pluton: Evidence for Acid and Basic Magma Interactions in Granitoid Rocks, NE Turkey. Chemie der Erde-Geochemistry 64, 155-170.
- Karşlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., 2007. Geochemical and Sr-Nd-Pb Isotopic Compositions of the Eocene Dölek and Sarıççek Plutons, Eastern Turkey: Implications for Magma Interaction in the Genesis of High-K Calk-Alkaline Granitoids in a Postcollision Extensional Setting. Lithos 98: 67-96.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010a. Relative Contributions of Crust and Mantle to Generation of Campanian High-K Calk-Alkaline I-Type Granitoids in a Subduction Setting, with Special Reference to the Harşit Pluton, Eastern Turkey, Contribution to Mineralogy and Petrology, 160; 467-487.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010b. Generation of the Early Cenozoic Adakitic Volcanism by Partial Melting of Mafik Lower Crust, Eastern Turkey: İmplications for Crustal Thickening to Delamination. Lithos 114; 109-120.
- Karşlı, O., Uysal, İ., Ketenci, M., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., 2011. Adakite-like Granitoid Porphyries in Eastern Pontides, NE Turkey: Potential Parental Melts and Geodynamic İmplications. Lithos 127, 354-372.
- Karşlı, O., Caran, Ş., Dokuz, A., Çoban, A., Chen, B., Kandemir, R., 2012a. A-type granitoids from the Eastern Pontides, NE Turkey: Records for generation of hybrid A-type rocks in a subduction-related environment, 530, 208-224.

- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Ketenci, M., Chen, B. ve Kandemir, R., 2012. Deciphering the Shoshonitic Monzonites With I-Type Characteristic, the Sisdağı Pluton, NE Turkey: Magmatic Response to Continental Lithospheric Thinning. Journal of Asian Earth Sciences 51, 45-62.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Kaliwoda, M., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R., Fehr, K-T., 2014. Geochemical fingerprints of Late Triassic calc-alkaline lamprophyres from the Eastern Pontides, NE Turkey: A key to understanding lamprophyre formation in a subduction-related environment. Lithos 196–197 (2014) 181–197.
- Karşlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2016. Subduction-related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlik and Casurluk plutons: Insights from geochemistry, whole-rock Sr–Nd and in situ zircon Lu–Hf isotopes, and U–Pb geochronology. Lithos 266–267 (2016) 98–114.
- Karşlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2017. Zircon Lu-Hf isotope systematics and U–Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gokcedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere. Contrib Mineral Petrol (2017) 172:31.
- Kaygusuz, A., 2000. Torul ve çevresinde yüzeylenen kayaçların petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., 235 sayfa, Trabzon.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. ve Satır, M., 2008. Petrochemistry and Petrology of I-Type Granitoids in an Arc setting: The Composite Torul Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. Int. J. Earth Sci. 97: 739-764.
- Kaygusuz, A ve Aydınçakır, E., 2009. Minerology, Whole-Rock and Sr-Nd Isotope Geochemistry of Mafic Microgranular Enclaves in Cretaceous Dağbaşı Granitoids, Eastern Pontides, NE Turkey: Evidence of Magma Mixing, Mingling ve Chemical Equilibration. Chem. Erde 69; 247-277.
- Kaygusuz, A., Chen, B., Aslan, Z., Siebel, W. Ve Şen, C., 2009 U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of the Early Cretaceous I-Type Sariosman Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. Turkish J. Earth Sci. 18: 549-581.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C., 2010. Calk-Alkaline I-Type Plutons in the Eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb Zircon Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions. Chem. Erde. 71, 59-75.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C., 2011. Calk-Alkaline I-Type Plutons in the Eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb Zircon Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions, Chemie der Erde, 71, 59-75.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C., 2011. Geochemical and Sr–Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences 20, 137–159.

- Kaygusuz, A ve Aydınçakır, E., 2011. U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of Cretaceous Plutons in the Eastern Pontides (NE Turkey): the Dağbaşı Pluton. Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 188; 211-233.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C., 2011a. Geochemical and Sr-Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137-159.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgan, S., Sipahi, F. Ve İlbeli, N., 2012a. Geochronological Evidence and Tectonic Significance of Carboniferous Magmatism in the Southwest Trabzon Area, Eastern Pontides, Turkey. International Geology Rew 54 (15), 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., İlbeli, N., Sipahi, F., 2012b. Doğu Pontid kuzey zonu ve kuzeygüney zon geçişinde yüzeylenen Kretase-Paleosen yaşlı granitoidik sokulumların petrokimyası, Sr-Nd-Pb-O izotop jeokimyası, jeokronolojisi ve jeodinamik gelişimi. Tübitak Çaydağ Project No:109Y052 Final Report (Turkish with English Abstract, 175 pp.).
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., İlbeli, N., Arslan, M., Chen, B., Aydınçakır, E., 2013. Petrogenesis of the Late Cretaceous Turnagöl Intrusion in the Eastern Pontides: Implications for Magma Genesis in the Arc Setting. Geoscience Frontiers, 4; 423-438.
- Kaygusuz, A., Arslan M., Siebel, W., Sipahi, F., İlbeli, N., Temizel, İ., 2014. LA-ICP-MS Zircon Dating, Whole-Rock and Sr-Nd-Pb-O İsoptop Geochemistry of the Camiboğazı Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey: İmplications for Lithospheric Mantle and Lower Crustal Sources in Arc-related I-Type Magmatism, Lithos 192-195, 271-290.
- Kaygusuz, A., ve Öztürk, M., 2015. Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontide, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism. Journal of Asian Earth Sciences, 108, 97-116.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F., 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, 01581; pages 20.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, Miner. Res. Expl. Bull., 66, 0-34.
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, Ankara, No: 66, 20-34.
- Ketin, İ., 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış, İ.T.Ü. Kütüphanesi, 1259, 536.
- Köprubası, N., 1993. Tirebolu-Harsit (Giresun) arası Jura-Kretase Yaşlı Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 139-150.

- Köprübaşı, N., Sen, C. ve Kaygusuz, A., 2000. Dogu Pontid Adayayı Granitoyidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri, 1, 111-120.
- Kırmacı, M.Z., 1992. Sedimentological investigation of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Berdiga Limestone in the Alucra-Gumushane-Bayburt regions Eastern Pontides, NE, Turkey. Ph.D. Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon (unpublished) (in Turkish with English abstract).
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R., ve Zanettin, B., 1989, A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms Blackwell, Oxford.
- Lameyre J. ve Bowden P., 1982. Plutonic Rock Type Series: Discrimination of Various Granitoids Series and Related Rocks. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 14, 169-186.
- Leake, E.B., Wooley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W.V., Nickhel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W. ve Youzhi, G., 1997. Nomenclature of amphiboles report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, European Journal of Mineralogy, 9, 623-651.
- Nachit, H., Ibhi, A., Abia, E.A., and Ohoud, M.B., 1985, Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites and neoformed biotites: Comptes Rendus De L Academie Des Science, v. 337, p. 1415–1420.
- Okay, A.I., 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (ed. J.E. Dixon ve A.H.F. Robertson), Geological Society Special Publication, 17, 455-466.
- Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea ve Surrounding Region, AAPGMem., 68, 291-311.
- Okay, A.İ., Tüysüz, O., 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey. Geological Society of London, Special Publications 156, 475-515.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümege, M. ve Tekeli, O., 1980. Amasya-Turhal Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, MTA Rap. No: 6722.
- Özdoğan, K., 1992. Karadag (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi-Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik 7ncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Özsayar, T., (1971). Paläontologie und Geologie des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolien), Gieben, Geol. Schrift., Gieben, 1.

- Özsayar, T., Gedikoglu, A. ve Pelin, S. 1981. Artvin Yöresi Yastık-Lavların Yaşına İlişkin Paleontolojik Veriler, KTÜ.,Yerbilimleri Dergisi, 1, 1, 38-42.
- Özsayar, T., Pelin, S., ve Gedikoglu, A., 1981. Dogu Pontidler`de Kretase, K.T.Ü. Yerbilimleri Dergisi, Cilt 1, S.2, 65-114, Trabzon.
- Öztürk, M., 2014. Kılıçkaya(Bayburt) Granitoyidi'nin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, GÜ, Fen Bil. Enst., Gümüşhane
- Parsons, I., Mason, R. A., Becker, S. M., & Finch, A. A. (1991). Biotite equilibria and fluid circulation in the Klokken intrusion. Journal of Petrology, 32, 1299-1333.
- Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol. 58, 63–81.
- Patino 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., Vigneressese, J.L. (Eds.), Understanding Granites: Intergrating New and Classical Techniques. Geological Society of London, Special Publication. 168; 55-75.
- Pearce, J. A., 1983. Role of the Sub-Continental Litosphere in Magma Genesis at Active Continental Margin, in; Hawkesworth, C. J. ve Norry, M. J. (Eds) Continental Basalts and Mantle Xenoliths, Shiva, Chenshire, 230-249.
- Pearce, J. A. Harris, N. B. W., ve Tindle, A. G., 1984. Trace Elements Discrimination Diagram for the Tectonic Interpretation of Granitic Rock, Journal of Petrology, 25/4, 43-63.
- Pearce, J. A., 1996. Sources and Setting of Granitic Rocks. Episodes. 19 (2); 120-125.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydogu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, K.T.Ü. Yayinlari, 87, 103.
- Perugini D., Poli G., Christofides G. ve Eleftheriadis G., 2003. Magma Mixing in the Sithonia Plutonic Complex, Greece: Evidence From Mafic Microgranular Enclaves, Mineralogy and Petrology, 78, 173-200.
- Perugini, D., Poli, G., 2004. Analysis and numerical simulation of chaotic advection and chemical diffusion during magma mixing: petrological implications. Lithos 78 (1–2), 43–66.
- Rojay, B., 1993. Tectonostratigraphy and neotectonic characteristics of the southern margin of Merzifon-Suluova Basin (Central Pontides, Amasya), Phd Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Roberts, M.P., Clemens, J.D., 1993. Origin of High-Potassium, Calcalcaline, I-Type Granitoids, Geology, 21; 825-828.

- Sahin, S. Y., Güngör, Y. ve Boztug, D., 2004. Comparative Petrogenetic Investigation of Composite Kaçar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey. Earth Planets Space, 56, 429-446.
- Saydam Eker, C., Sipahi, F. ve Kaygusuz A., 2012. Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE, Turkey, *Chemie der Erde*, 72, 167-177 pp.
- Schmidberger, S.S., Hegner, E., 1999. Geochemistry and Isotope Systematics of Calk-Alkaline Volcanic Rocks from the Saar-Nahe Basin (SW Germany)-Implications for Late-Variscan Orogenic Development. Contributions to Mineralogy and Petrology 135; 373-385.
- Schultze-Westrum, H.H. 1961. Giresun Civarındaki Aksu Deresinin Jeolojik Profili, Kuzeydoğu Anadolu'da Doğu Pontus Cevher ve Mineral Bölgesinin Jeolojisi ve Maden Yatakları ile İlgili Mütealalar, MTA Dergisi, 57, 63-71.
- Shand, S. J. 1943. The Eruptive Rocks, 2nd edn. New York: John Wiley, 444 pp.
- Streckeisen, A., 1976. To Each Plutonic Rock its Proper Name, Earth Sci. Rev., 12; 1-33.
- Sun, S., ve McDonough, Q. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle compositions and processes. In Saunders, A. D., & Norry, M. J. (Eds) *Magmatism in the ocean basins*, Geol. Soc. London Spec. Publ., 42, 312-345.
- Sipahi, F., 2005. Zigana Dağı (Torul-Gümüşhane) volkanitlerindeki hidrotermal ayrışmaların mineraloji ve jeokimyası, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Sipahi, F., Sadıklar, M. B., ve Şen, C., 2014. Geochemical and Sr-Nd Isotopic Characteristics of Murgul (Artvin) Volcanics in the Eastern Black Sea Region (NE Turkey). *Chemie der Erde-Geochemistry*, 74, 331-342.
- Sipahi, F., ve Sadıklar, M. B., 2014. Geochemistry of Dacitic Volcanics in the Eastern Pontide (NE Turkey). *Geochemistry International*, 52, 4, 329-349.
- Sipahi, F., 2011. Formation of Skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogy-Abhandlungen*, 188, 2, 169-190.
- Sipahi, F., Kaygusuz, A., Saydam Eker, Ç., Vural, A., & Akpınar İ., 2017. Late Cretaceous arc igneous activity: the Eğrikar Monzogranite example. *International Geology Review*, 10.1080/00206814.2017.1336120.
- Şahin. S. Y., 2005 Transition From Arc-to Post-Collision Extensional Setting Revealed By K-Ar Dating and Petrology: An Example From the Granitoids of the Eastern Pontide Igneous Terrane, Araklı-Trabzon, NE Turkey. Geol. J. 40; 425-440.

- Şarman, E., 1975. 7srail ve Eseli güneyindeki G41b1, b2, b3, b4, G42 a1, a4 Paftalarına Ait sahanın 1/10000 Ölçekli Jeolojik Etüd Raporu, MTA Maden etüt rap. no: 1259, Ankara.
- Şen, C., 1988. Dagbaşı (Trabzon) Bölgesinde Yüzeyleyen Alt Bazik (Jura)-Granitoyid (Üst Kretase) Formasyonlarının Petrografik-Jeokimyasal Özellikleri Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, s.92, Trabzon.
- Şen, C., Arslan, M. ve Van. A. 1998. Doğu Pontid (Kd Türkiye) Eosen (?) alkaleen volkanik provensinin jeokimyasal ve petrolojik karakteristikleri, Tübitak Yayınları, Turkish Journal of Earth Sciences, 7, 231-239.
- Şen, C., 2007. Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: Is it rift related or subduction related?, Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 523-539.
- Taner, M.R., 1977. Etüde Geologique et Petrographique dela Region de Güney Dere-İkiz Dere, Situe au Sud de Rize (Pontides Orientales, Turquie): Doktora Tezi, Cenevre Univ., İsviçre, 130 s (Yayınlanmamış).
- Taslı, K., 1984. Hamsiköy (Trabzon) yöresinin jeolojisi, K.Ü., Dergisi, 3, 69-76.
- Taylor, S. R., ve McLennan, S. M., 1985. The Continental Crust; Its Composition and Evolution Geoscience Text, Blackwell Scientific Publication.
- Temizel, I. ve Arslan, M., 2009. Mineral chemistry and petrochemistry of post-collisional Tertiary mafic to felsic cogenetic volcanics in the Ulubey 115 (Ordu) area, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 29-53.
- Temizel, I., Arslan, M., Ruffet, G. ve Peucat, J.J., 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematic of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: implications for extension-related origin and mantle source characteristics, Lithos, 128, 126-147.
- Temizel, I., Arslan, M., Yücel, C., Abdioğlu, E., Ruffet, G., 2016. Geochronology and geochemistry of Eocene-aged volcanic rocks around the Bafra (Samsun, N Turkey) area: Constraints for the interaction of lithospheric mantle and crustal melts, Lithos, 258-259, 92-114.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, Doktora Tezi, Universiry College, London.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz bölgesi'nde Eosen yaşlı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma, TJK Bülteni, 20,1, 49-54.
- Topuz, G., Eyüboğlu, Y., ve 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. ve Altherr, R., 2004. Pervasive rehydration of granulites during exhumation-an example from the Pulur complex, Eastern Pontides, Turkey, *Mineralogy and Petrology*, 81, 165-185.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Wemer, O. ve Schwarz, W.H., 2004a. Aluminous granulites from the Pulur complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallization, *Lithos*, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M. ve Schwarz, W.H., 2004b. Low-grade metamorphic rocks from the Pulur complex, NE Turkey: implications for pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides, *International Journal of Earth Science (Geol Rundsch)*, 93, 72- 91.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A., 2005. Postcollisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 441-455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. ve Meyer, H.P., 2007. Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex. Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey, *International Journal of Earth Sciences*, 96, 861-873.
- Topuz, G., Alther, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbeke, A., Barth, M., Satır, M. Ve Şen, C., 2010. Carboniferous High-Potassium I-type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: the Gümüşhane Pluton (NE Turkey). *Lithos* 116, 92-110.
- Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satır, M. ve Şen, C., 2011. Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), *Lithos*, 125, 131-150.
- Tüysüz, O., 1996. Amasya ve çevresinin jeolojisi, Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildirileri, 32-48.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H.F.A, 2010. Late Paleozoic-Early Cenozoic development of the Eastern Pontides 116 (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia, *Special Publications, Geological Society London*, 340, 281-327.
- Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Robertson, A.H.F., 2012. Ion Probe U-Pb Dating of the Central Sakarya Basement: a Peri-Gondwana Terrane Intruded by Late Lower Carboniferous Subduction/Collision-related Granitic Rocks, *Turkish Journal of Earth Sciences* 21, 905-932.
- Vernon, R.H., 1990. Crystallization and Hybridism in Microgranitoid Enclave Magmas: Microstructural Evidence. *Journal of Geophysical Research* 95; 17849-17859.
- Watson, E.B. ve Green, T.H., 1982. Apatite Liquid-partition Coefficients for the Rare Earth Elements and Strontium, *Earth and Planetary Science Letters*, 56; 405-421.

- Watson, E.B., 1979. Apatite Saturation in Basic to Intermediate Magmas, Geophysical Research letters, 6; 937-940.
- Watson EB, Wark DA, Thomas JB (2006) Crystallization thermometers for zircon and rutile. *Contrib Mineral Petrol*, 151, 413–433
- Whalen, J. B., Currie, K. L., ve Chappell, B. W., 1987, A-Type Granites, Chemical Characteristics, discrimination and petrogenesis, Cont. Min. Pet., 95, 407-419.
- Wyllie, P.J., 1984. Constraints Imposed by Experimental Petrology on Possible and Impossible Magma Sources and Products. *Transition Royal of the Society London* A310; 439-456.
- Yalçınlar, İ., 1952. İspir-Pazar-Arhavi ve Yusufeli arasındaki bölgenin jeolojisi, MTA: Rap. No. 2022, Ankara.
- Yılmaz, S. ve Boztug, D. 1996, Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey, International Geology Review ,38, 935– 956.
- Yılmaz, Y., Tuysuz, O., Yiğitbaş, E., Genc, Ş.C. ve Şengor, A.M.C., 1997. Geology and tectonics of the Pontides. In: ROBINSON, A.G. (ed), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*. American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Memoir 68, 183-226.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt yöresindeki mesozoyik havzalarının tektono-sedimantolojik kayıtları ve kontrol etkenleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, Y., 1976. Geochemical Study of The Gümüşhane Granite, 7st. Üniv. Fen. Fak. Mec. Seri B, 39, 3-4 173-203
- Yılmaz, Y., 1972. Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks, north-eastern Anatolia, Doktora tezi, London University, 260 sayfa.
- Yılmaz-Şahin, S., Güngör, Y. ve Boztuğ, D. 2004. Comparati ve Petrogenetic Investigation of Composite Kaçkar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc-Northern Turkey. – Earth Planets Space 56: 429–446.
- Yılmaz-Şahin, S., 2005. Transition From Arc- to Post-Collision Extensional Setting Revealed By K–Ar Dating and Petrology: An Example From the Granitoids of the Eastern Pontide Igneous Terrane, Araklı-Trabzon, NE Turkey. – Geol. J. 40: 425
- Yücel, C., 2013. Trabzon-Giresun arasındaki Tersiyer volkanitlerinin petrografisi, ⁴⁰Ar-³⁹Ar jeokronolojisi, petrokimyası, Sr-Nd-Pb izotop jeokimyası ve petrolojisi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 285 sayfa.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, I., Abdioğlu, E., 2014b. Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides, northeast Turkey: Implications for pre-eruptive crystallization conditions and magma chamber processes, Mineralogy and Petrology, 108, 439–467.

- Yücel, C., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Arslan, M., Yağcıoğlu, U. C., 2014a. Origin of analcimes in the Tertiary volcanic rocks from the Eastern Pontides (NE Turkey): A textural, mineralogical and geochemical approach, *Neues Jahrbuch Für Mineralogie*, 191, 277–299.
- Yücel, C., 2017. Akçaabat (Trabzon) Güneyi ve Çevresindeki Kampaniyen Yaşlı Volkanik Kayaçların Petrografisi, Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Petrojenezi. *GÜFBED/GUSTIJ* (2017) 7 (1): 79-101
- Yücel, C., Arslan M., Temizel, İ., Abdioğlu Yazar, Ruffet, G., 2017. Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey). *Gondwana Research* 45 (2017) 65–86.
- Zankl, H. 1962. Magmatismus und Bauplan des Ostrpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, Bayerische Akademie der Wissenschaften. Abhandlungen. Neue Folge, Heft 109, 61-90, München.
- Zankl, H., 1961. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, NE Anatolien, *Geol. Rdsch.*, 51, 218-239.

ÖZGEÇMİŞ

Vedat TURHAN; 1988 yılında Adıyaman İli'nde dünyaya geldi. 1994-2005 yılları arasında ilk, orta ve lise öğrenimini Adıyaman'da tamamladı. Üniversite hayatına ilk 2008-2010 yılları arasında Adıyaman Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu'nda Turizm ve Otel İşletmeciliğini tamamladı. 2010-2014 öğretim yılında ise Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, aynı yıl Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2013-2014 lisans ve 2015-2016 yüksek lisans güz dönemlerinde Erasmus+ öğrenci hareketliliği programı ile Wroclaw Üniversitesi (Wroclaw-Polonya)'da 1 yıl öğrenim gören Vedat TURHAN, bekar olup İngilizce bilmektedir.

