



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MAVRİYAS GRANİTOYİDİ (ÇAYKARA-TRABZON) VE ÇEVRE
KAYAÇLARININ PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL VE PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Buket DÜNDAR

MAYIS 2017

GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MAVRİYAS GRANİTOYİDİ (ÇAYKARA-TRABZON) VE ÇEVRE
KAYAÇLARININ PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL VE PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Buket DÜNDAR

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11.04.2017
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 25.04.2017

NİSAN 2017



KABUL ve ONAY



Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR danışmanlığında Buket DÜNDAR tarafından hazırlanan “MAVRİYAS GRANİTOYİDİ (ÇAYKARA-TRABZON) VE ÇEVRE KAYAÇLARININ 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 kabul edilmiştir.

Başkan

: Prof. Dr. Cüneyt ŞEN

Üye (Danışman)

: Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR

Üye

: Doç. Dr. Abdurrahman DOKUZ

ONAY

Bu tez ~~31.05.2019~~ tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ferkan SİPAHI
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 "Mavriyas Granitoyidi (Çaykara-Trabzon) ve Çevre Kayaçlarının 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.

11.04.2017

Buket DÜNDAR



ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MAVRİYAS GRANİTOYİDİ (ÇAYKARA-TRABZON) VE ÇEVRE
KAYAÇLARININ PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL VE PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Buket DÜNDAR

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç.Dr. Emre AYDINÇAKIR

2017, 97 sayfa

Çaykara (Trabzon) yöresinde yer alan Mavriyas Granitoyidi'nin ve çevre kayaçlarının petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesini konu alan bu çalışmada Mavriyas Granitoyidi'nin gelişimi ortaya konularak, kökeni belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanının tabanını, Geç Kretase yaşlı bazalt, andezit, dasit ve bunların proklastları ile temsil olan volkanik kayaçlar oluşturmaktadır. Bu birim Eosen yaşlı Uzuntarla Granitoyidi tarafından kesilmekte olup, çalışmanın konusunu oluşturan Geç Kretase yaşlı Mavriyas Granitoyidi'nin birimi keserek yerleştiği gözlemlenmektedir. Bütün formasyonlar Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Granitoyidi oluşturan kayaçlar iri-orta daneli plajiyoklas, kuvars, ortoklas, hornblend ve opak mineraller içermektedir.

Mavriyas Granitoyidi elips şekilli olup, yaklaşık 6 km²'lik bir alanda yüzeylenmiştir. Granit, monzogranit, granodiyorit, alkali feldispat granit bileşimli kayalardan oluşmuş olup, kuvars monzodiyorit bileşiminde mafik mikrogranüler anklavlar (MMA) içerir. Aynı zamanda granitoyidi oluşturan kayalar da magma karışımını işaret eden dengesizlik dokularından poiklitik doku, zonlu yapı, mafik mikrogranüler anklavlar içerisinde plajiyoklas ve K-feldispat fenokristalleri görülmüştür.

Mavriyas Granitoyidi'ni oluşturan kayalar genellikle I tipi, yüksek K'lu kalk-alkali karakterli olup, SiO₂ içerikleri (62.72-77.9 wt%) arasındadır. Granitoyidi oluşturan kayaların örnekleri metalüminen peralümine geçiş göstermekte olup, volkanik yay granitoidleri özelliği göstermektedir. Ana ve iz element değişimleri, granitoidin gelişiminde plajiyoklas, hornblend, apatit ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığını göstermektedir.

Mavriyas Granitoyidi'nin petrolojik özellikleri göz önüne alındığında, granitoidin gelişiminde fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ve az oranda da asimilasyon ve kısmi ergimenin rol oynadığı görülmektedir. Jeokimyasal veriler, granitoidin alt kıtasal kabuk kayalarının (amfibolitik) kısmi ergimesi yanında litosferik manto bileşenlerinin de önemli rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz, Doğu Pontidler, Plütonizma, Granitoid, Mavriyas (Çaykara-Trabzon)

ABSTRACT

MS THESIS

**PETROGRAPHICAL, GEOCHEMICAL AND PETROLOGICAL
INVESTIGATION OF THE MAVRIYAS (ÇAYKARA-TRABZON) GRANITOID
AND SURROUNDING ROCKS**

Buket DÜNDAR

Gümüşhane University

The Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Geological Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Emre AYDINÇAKIR

2017, 97 pages

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

The basement of the study area is Late Cretaceous volcanic rocks which are represented by basalt, andesite, dacit and their pyroclasts. This unit is cut by Eocene aged Uzuntarla Granitoid and it is observed that the Late Cretaceous Mavriyas Granitoid which constitutes the subject of the study is intercalated into the unit. Alluvium unconformably overlies the Late Cretaceous volcanic rocks, Late Cretaceous Mavriyas Granitoid and Eocene aged Uzuntarla Granitoid. The granitoid-bearing rocks are coarse-to-medium dense and contain plagioclase, quartz, orthoclase, hornblende and opaque minerals.

Mavriyas Granitoid is elliptical and covers an area about 6 km². It consists of granite, monzogranite, granodiorite, alkali feldspar and granitic rocks and contains mafic microgranular enclaves (MMA) in the quartz monzodiorite composition. Simultaneously, rocks forming granitoids also showed poikilitic texture, imbricate texture, plagioclase and K-feldspar phenocrysts in mafic microgranular enclaves. The rocks forming the Mavriyas Granitoid are generally I type, calc-alkaline with high K content and have high SiO₂ contents (62.72-77.9 wt%). The rock samples forming the granitoid indicate the transition from metal to perlite, showing the characteristic of volcanic arc granitoids. Major and trace element changes demonstrate that plagioclase, hornblende, apatite and Fe-Ti oxide fractionation play significant role in the development of granitoid.

Considering the petrological characteristics of Mavriyas 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: Black Sea, Eastern Pontides, Plutonism, Granitoid, Mavriyas (Çaykara-Trabzon)

TEŞEKKÜR

Çaykara (Trabzon) yöresinde yer alan Mavriyas Granitoyidi'nin ve çevre kayaçlarının 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, 114Y219 nolu TÜBİTAK Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Projesi tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışmanın her aşamasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, başta danışman hocam Yrd. Doç.Dr. Emre AYDINÇAKIR'a ve çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Cüneyt ŞEN'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışma boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli arkadaşım Jeoloji Mühendisi Sinan YILMAZER'e, Arş. Gör. Kübra AKBULUT'a ve tezin düzenlenmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali GÜCER'e, Jeoloji Mühendisliği diplomamı almamda emeği geçen Karadeniz Teknik Üniversitesi'nin değerli akademisyenleri ve idari personeli ile Yüksek Lisans Eğitimi boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Gümüşhane Üniversitesi'nin değerli akademisyenleri ve idari personeli ile maddi-manevi desteklerini esirgemeyen, bütün arkadaşlarıma içtenlikle teşekkür ederim.

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

Buket DÜNDAR

Gümüşhane, 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XVII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş ve Amaç.....	1
1.2. Coğrafik Bilgiler.....	2
1.2.1. Coğrafi Konum.....	2
1.2.2. Topoğrafya	2
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim	2
1.3. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Genel Jeolojisi	4
1.4. Önceki Çalışmalar	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	16
2.1. Amaç ve Yöntem.....	16
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	16
2.1.2. Labarotuar Çalışmaları	16
2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması	16
2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların çekimi	17
2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması	17
2.1.2.4. Kimyasal Analizler.....	17
2.1.2.5. Nem Kaybı ve Ateşte Su Kaybı (LOI)	18
2.1.2.6. Mineral Kimyası.....	18
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	19
3. BULGULAR	20
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafi ve Petrografisi	20
3.1.1. Geç Kretase	24
3.1.1.1. Taşlıyayla Volkanitleri	24
3.1.1.2. Yaş.....	28

3.1.1.2. Mavriyas Plütönu	28
3.1.1.3. Yaş.....	30
3.1.2. Eosen	30
3.1.2.1. Uzuntarla Plütönu.....	30
3.1.2.2. Yaş.....	39
3.1.3. Alüvyon	39
3.2. Mavriyas Plütönu'nun Petrografisi	39
3.2.1. Granit.....	42
3.2.2. Monzogranit	44
3.2.3. Granodiyorit	46
3.2.4. Alkali Feldispat Granit	47
3.2.3. Anklavlar (Mafik Mikrogranüler Anklavlar)	48
3.2.5.1. Petrografik İnceleme	49
3.2.4. Damar Kayaçları.....	50
3.2.4.1. Porfirler	50
3.3. Mavriyas Plütönu'nun Mineral Kimyası	52
3.3.1. Plajiyoklas	52
3.3.2. K-Feldispat	54
3.3.3. Fe-Ti Oksitler	57
3.3.4. Klorit	59
3.4. Mavriyas Plütönu'na ait Jeotermometri Hesaplamaları	62
3.4.1. Jeotermometre Hesaplamaları	62
3.4.1.1. Plajiyoklas Jeotermometrisi	62
3.4.1.2. Tüm Kayaç SiO ₂ (%) - P ₂ O ₅ (%) Jeotermometrisi.....	63
3.4.1.3. Tüm Kayaç Zr (ppm) Jeotermometresi	64
3.5. Mavriyas Plütönu'nun Jeokimyasal Özellikleri	65
3.5.1. Giriş.....	65
3.5.2. Ana ve İz Elementler	66
3.5.3. Uyumsuz Elementler	72
3.5.4. Nadir Toprak Elementler.....	73
4. TARTIŞMA.....	75
4.1. Mavriyas Plütönu'nun Petrojenezi	75
4.1.1. Kısmi Ergime	75
4.1.2. Fraksiyonel Kristallenme	76

4.1.3.	Asimilasyon/Kontaminasyon	77
4.1.4.	Magma Karışımı.....	78
4.1.5.	Tektonik Konum.....	80
4.1.6.	Mavriyas Plütönu'nun Kaynak Alanı.....	83
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	87
6.	KAYNAKLAR.....	89

ÖZGEÇMİŞ



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.2.	Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966).....	4
Şekil 1.3.	Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları	4
Şekil 1.4.	Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase-Paleosen ve Eosen Plütonlarının konumları ve bu Plütonlarda yapılmış	8
Şekil 3.1.	İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti.	21
Şekil 3.2.	Mavriyas Plütonu ve çevre kayaların jeoloji haritası.....	22
Şekil 3.3.	Mavriyas Plütonu ve çevre kayalara ait enine jeolojik kesit.....	23
Şekil 3.4.	Taşlıyayla Volkanitleri'ne ait genel bir görünümü.....	24
Şekil 3.5.	a) Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki eksfoliasyon yapısı, b) yoğun alterasyon sonucu ayrılmış piritli birimlerin genel arazi görünümü.	25
Şekil 3.6.	Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki mikrolitik porfirik dokulu bazaltlarda gözlenen (a) plajiyoklaslar üzerinde mafik kapanımların oluşturduğu poiklitik doku, (b) piroksenlerin bir araya gelerek oluşturdukları glomeroporfirik doku.....	26
Şekil 3.7.	Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki mikrolitik porfirik dokulu andezitlerdeki (a) öz şekilli hornblend, zonlu plajiyoklas ve hamur tarafından yenmiş kuvars minerali, (b) öz şekilli hornblend minerali üzerindeki opak minerallerinin oluşturduğu poiklitik doku	27
Şekil 3.8.	Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki mikrolitik porfirik dokulu dasitlerde gözlenen (a) öz şekilli hornblendler, (b) hamur tarafından yenmiş kuvars ve zonlu plajiyoklas.	28
Şekil 3.9.	Uzuntarla köyü ve Koğuktaş yaylası çevresinde, dar bir alanda yüzeyleme veren Mavriyas Plütonu'na ait genel bir arazi görünümü.	29
Şekil 3.10.	Arenalaşmış ve Uzuntarla porfirik granodiyorit tarafından kesilmiş olan Mavriyas Plütonu'na ait genel bir arazi görünümü.	29
Şekil 3.11.	Uzuntarla Plütonu kayalarına ait genel bir görünüm	30
Şekil 3.12.	a) Taşlıyayla Volkanitleri'ni kesen Uzuntarla porfirik granodiyorit daykısı. b) Uzuntarla Plütonu içerisindeki MMA içeren kısımlara ait genel görünüm.....	31
Şekil 3.13.	a) Uzuntarla Plütonu içerisindeki, yer yer arenalaşmış ince daneli granit porfir b) Plütonun kenar kısmında yer alan porfirik dasit biriminin genel arazi görünümü.	31
Şekil 3.14.	a) Uzuntarla Plütonu'na ait kuvars monzodiyoritlerin makroskopik görünümü, b) kuvars monzodiyorit örneği içerisindeki MMA'ların makroskopik görünümü.	32
Şekil 3.15.	Uzuntarla Plütonu'na ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki konumları.....	33

Şekil 3.16. a) Uzuntarla Plütonu içerisindeki granitlere ait orta-iri daneli holokristalen doku, b) mafik kapanımlar içeren ortoklas ve plajiyoklas minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku.	35
Şekil 3.17. a) Uzuntarla Plütonu içerisindeki monzogranitlere ait orta-iri daneli holokristalen doku, b) mafik kapanımlar içeren plajiyoklas ve hornblend minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku.	36
Şekil 3.18. a) Uzuntarla Plütonu içerisindeki granodiyoritlere ait orta-iri daneli tüm kristalli doku, b) mafik kapanımlar içeren plajiyoklas minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku.	37
Şekil 3.19. a) Uzuntarla Plütonu içerisindeki tonalitlere ait orta-iri daneli tüm kristalli doku, b) mafik kapanımlar içeren plajiyoklas ve hornblend minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku.	38
Şekil 3.20. Uzuntarla Plütonu içerisindeki kuvars monzodiyoritlere ait orta-iri daneli taneli doku	39
Şekil 3.21. Mavriyas Plütonu'na ait kayaçların el örnekleri. a) İri taneli monzogranit, b) Monzogranit içerisindeki ince-orta daneli kuvars monzodiyorit anklavı, c-d) İnce-iri daneli alkali feldispat granit ve içerisindeki kuvars monzodiyorit anklavı.	40
Şekil 3.22. Mavriyas Plütonu'na ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları.....	42
Şekil 3.23. a) Mavriyas Plütonu içerisindeki granitlere ait ince-orta daneli holokristalen doku, b) ortoklaslarda gözlenen pertitleşmelerin oluşturduğu pertitik doku.....	44
Şekil 3.24. a) Mavriyas Plütonu içerisindeki monzogranitlere ait orta-iri daneli doku b) mafik mineraller üzerinde, küçük opak minerallerin oluşturduğu poiklitik doku.....	46
Şekil 3.25. Mavriyas Plütonu içerisindeki granodiyoritlere ait ince-orta daneli holokristalen porfirik doku.	47
Şekil 3.26. Mavriyas Plütonu içerisindeki alkali feldispat granitlere ait daneli doku	48
Şekil 3.27. (a) Monzogranit ana kayacı, (b) içerisindeki kuvars monzodiyorit bileşimli mafik mikrogranüler anklavı (MMA) mikrogranüler doku ve (c) ana kayaca ait holokristalen tanesal doku.....	50
Şekil 3.28. Mavriyas ve Uzuntarla Plütonları içerisindeki porfir örneklerine ait ince-orta taneli porfirik dokular. a) granodiyorit porfir, b-d) Monzogranit porfir, c) Granit porfir.....	51
Şekil 3.29. (a) Mavriyas Plütonu'na ait kayaçlardaki plajiyoklasların ve (b) içerisindeki anklavların Ab-An-Or Üçgen diyagramı.	54
Şekil 3.30. (a) Mavriyas Plütonu'na ait kayaçlardaki K-feldispatların ve (b) içerisindeki anklavların Ab-An-Or Üçgen diyagramı.	57
Şekil 3.31. Mavriyas Plütonu içerisindeki ana kaya ve anklavlara ait ilmenit ve magnetit minerallerinin $TiO_2-FeO-Fe_2O_3$ ayırtman diyagramları	59

Şekil 3.32. Mavriyas Plütonu içerisindeki ana kaya ve anklavlara ait brunsvigit ve piknoklorit minerallerinin $TiO_2-FeO-Fe_2O_3$ ayırman diyagramları	62
Şekil 3.33. Mavriyas Plütonu'nun içerdiği plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı	63
Şekil 3.34. Mavriyas Plütonu'na 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 (%)'e karşı P_2O_5 (%) diyagramı.....	64
Şekil 3.35. İncelenen Mavriyas Plütonu'na ait kayaçlar ve bunların içindeki MMA'ların, a) SiO_2 'ye karşı Na_2O+K_2O diyagramındaki (Le Maitre vd., 1989), b) P-Q diyagramındaki konumları (Debon ve Le Fort, 1983).....	67
Şekil 3.36. Granitik kayaçların normatif sınıflandırılması (Streckeisen ve Le Maitre 1979).....	67
Şekil 3.37. Örneklerin, a) K_2O-SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976), b) Molar A/CNK-A/NK alümina sınıflama diyagramındaki konumları (Shand, 1943).....	68
Şekil 3.38. Mavriyas Plütonu'na ait kayaç örneklerinin SiO_2 'ye karşı ana element değişim (Harker) diyagramları.	71
Şekil 3.39. Mavriyas Plütonu'na ait kayaç örneklerinin SiO_2 'ye karşı iz element değişim (Harker) diyagramları.	72
Şekil 3.40. Mavriyas Plütonu'na ait kayaçların İlksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları.	73
Şekil 3.41. Mavriyas Plütonu'na ait kayaçların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları.	74
Şekil 4.1. Mavriyas Plütonu'nu oluşturan kayaçların Ce/Y'a karşı Zr/Nb.....	76
Şekil 4.2. Mavriyas Plütonu'nu oluşturan kayaçların: (a) Ba (ppm)'a karşı Sr (ppm) ve (b) Ba/Sr'a karşı Sr (ppm) değişim diyagramları	77
Şekil 4.3. Mavriyas Plütonu'na ait örneklerin (a) Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce vd., 1983), (b) Y/Nb'a karşı SiO_2 diyagramı	78
Şekil 4.4. Mavriyas Plütonu'nda gözlenen ve magma karışımını işaret eden dokusal özellikler. a) iri kristaller üzerinde daha küçük kristallerin oluşturdukları poiklitik doku, b) bıçağımsı hornblend mineralleri, c) plajiyoklaslarda gözlenen zonlu doku, d) iri plajiyoklas mineralleri içerisinde gelişen daha küçük plajiyoklas mineralleri.	79
Şekil 4.5. Mavriyas Plütonu'na ait örneklerin (a) Rb/Sr-MgO, (b) Sr/Zr-Ti/Zr ve(c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları	80
Şekil 4.6. SiO_2 'ye karşı Pb ve P_2O_5 değişim diyagramları.....	81
Şekil 4.7. FeO/MgO 'e karşı (Zr+Nb+Ce+Y) sınıflama diyagramı (Whalen ve diğ., 1987).....	81
Şekil 4.8. Mavriyas Plütonu'na ait örneklerin (a) Y-Nb, (b) Yb-Ta (Pearce ve diğ., 1984) diyagramlarındaki konumları	82

Şekil 4.9. Mavriyas Plütönu'na ait örneklere R1-R2 diyagramına göre sınıflandırılması	82
Şekil 4.10. Mavriyas Plütönu'na ait kayalık örneklere Rb/30-Hf-Ta*3 tektonik ortam ayırtma diyagramındaki (Haris vd., 1986) konumları	83
Şekil 4.11. İncelenen Mavriyas Plütönu'na ait kayaların bazı ana oksit ve molar oranlarına göre ((a)SiO ₂ 'e karşı Mg# ve (b) Na ₂ O+FeO+MgO+TiO ₂ 'e karşı (Na ₂ O+K ₂ O)/(FeO+MgO+TiO ₂)) kökensel ayırma diyagramları	85
Şekil 4.12. Mavriyas örneklere, Nb/La'a karşı La/Yb Okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait değerler Schmidberger ve Hegner (1999), MORB ve OAB değerleri Harms ve diğ. (1997)	85
Şekil 4.13. Mavriyas örneklere Nb-Y-Ga*3 diyagramındaki konumları	86



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Uzuntarla Plütonu'na ait kayaçların modal analizleri.	33
Tablo 3. 2. Mavriyas Granitoyidi'ne ait kayaçların modal analizleri.	41
Tablo 3.3. Mavriyas Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki plajiyoklaslar ile kayaç içerisindeki anklavlara ait mikroprob analiz sonuçları.	53
Tablo 3.4. Mavriyas Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki K-feldispatlara ait mikroprob analiz sonuçları.	55
Tablo 3.5. Mavriyas Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlar ile içerisindeki anklavlara ait Fe-Ti oksit minerallerinin mikroprob analiz sonuçları.	58
Tablo 3.6. Mavriyas Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlara ait klorit minerallerinin mikroprob analiz sonuçları.	60
Tablo 3.7. Mavriyas Granitoyidi'ne ait kayaçlar ile kayaçların içerisinde bulunan MMA'lara ait jeotermometre sonuçları.	65
Tablo 3. 8. Mavriyas Granitoyidi'ne ait örneklerinin ana oksit (% ağı.), iz element (ppm) ve CIPW normatif değerleri.	69
Tablo 3. 9. Mavriyas Granitoyidi ve MMA'larına ait örneklerin 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
HFSE	: Yüksek çekim alanlı elementler
Hy	: Hipersten
HNTE	: Hafif nadir toprak elementleri
ICP	: Inductively coupled plasma
İl	: İlmenit
İM	: İlksel manto
km	: Kilometre
LILE	: 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
MORB	: 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 yaşlı granitler
Qz	: Kuvars
VYG	: Volkanik yay granitleri
WPG	: Levha içi granitler



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş ve Amaç

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

Komposit Kaçkar Batoliti, Doğu Pontidler'de yüzeylenen 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, Çoğulu 1970; Delaloye vd., 1972; Taner 1976; Yılmaz 1976). Ancak Doğu Pontidler'deki granitoidik 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; Kaygusuz ve Şen, 2011; Ustaömer vd., 2012), Kaçkar Batoliti büyüklüğü ile orantılı olup, batoliti oluşturan farklı tektonik ortamlarda oluşmuş kayaçların kökensele özellikleri (kayaçları oluşturan magma karışımları, asimilasyon, fraksiyonel kristallenme özellikleri vb) tam olarak ortaya koyulamamıştır. Dolayısıyla da Kaçkar Batoliti hakkındaki güncel petrolojik-petrografik veriler oldukça eksiktir. Sonuç olarak, Kaçkar Batoliti bölgedeki birçok plütunun bir birini farklı zamanlarda kesmesiyle birçok fazda oluşmuş komposit küttedir. Bu görüş, aynı plütondan alınan farklı radyometrik yaşlar (Güneyce-İkizdere Plütunu, Taner, 1977; Harşit Plütünü, Gedikoğlu 1979 ve Karanlı vd., 2010; Kaçkar batoliti Boztuğ vd., 2007) ve plütonlardaki kesikli zonlanmalar (Harşit Plütünü, Gedikoğlu 1979; Torul Plütünü Kaygusuz vd., 2008) ile desteklenmektedir.

Yine çalışma alanının batısında (Araklı-Bahçecik civarında) çalışan Şahin (2005), intrüzif birimleri haritalamış ve yaşlandırmıştır. Ancak birimlerin oluşumu ile ilgili ayrıntılı bilgi vermemiştir.

Söz konusu nedenlerden dolayı, Kaçkar Batoliti'nin batı kısmını oluşturan, Plütonik kayaçlardan biri olan ve daha önce üzerinde jeolojik çalışma yapılmamış olan Mavriyas Plütünü'nün (Çaykara-Trabzon), petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafi Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

İnceleme alanı, 1/25.000 ölçekli Trabzon G44-d3 paftasında, Trabzon ili Çaykara ilçesinin güneyinde, Uzuntarla yerleşkesi ile Holomavriyas Yaylası çevresinde, yaklaşık 60 km²'lik bir alandan oluşmaktadır (Şekil 6). Arazideki en büyük yerleşim yerleri mahallelerdir. Başlıca mevrular Arpalı Yaylası ve Mavriyas 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: Yurt Tepe (2468 m), Mavriyas Tepe (2360 m), Siperler Tepe (2354 m), Gölyayla Tepe (2327 m)'dir. İnceleme alanının en önemli akarsuyu Balkodu ve Kavlatan Dereleridir. Ayrıca çalışma alanında çok sayıda kaynak suyu çıkmaktadır.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

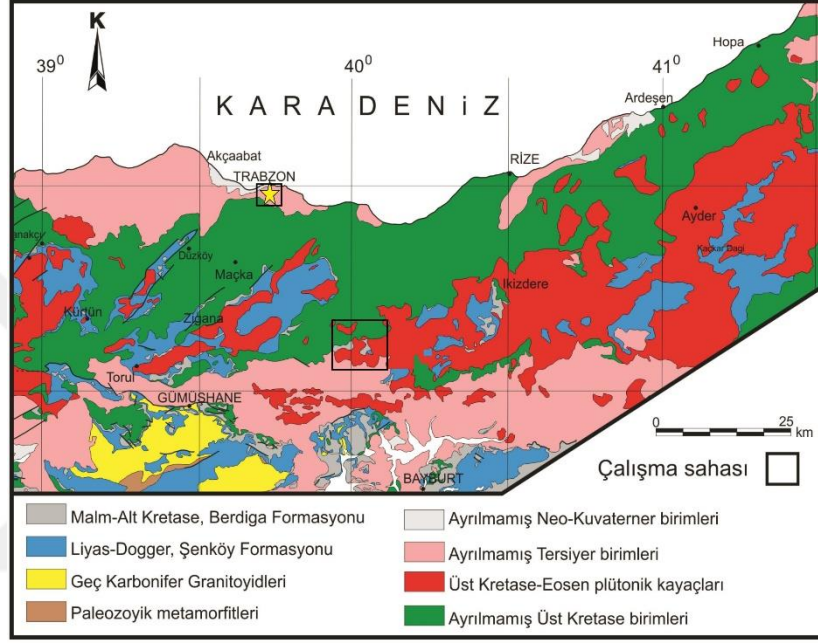
Çaykara'nın güneyinde, Holomavriyas çevresinde, Doğu Karadeniz'in yağışlı, ılıman iklimi hüküm sürmektedir. İlkbahar ve sonbahar mevsiminde yağmur, kış mevsiminde ise yağışlar kar şeklinde görülmektedir.

İnceleme alanı yoğun bitki örtüsüne sahiptir. Bitki örtüsü yükseltinin fazla olmadığı kesimlerde çayırliklar ve ormanliklar gözlenmektedir. Ağaç türü olarak kızılbaş, kayın, kavak ve meşe bulunmaktadır.

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

1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim

İnceleme alanına ulaşım dar bir yol olan Of-Çaykara karayolu ile sağlanmaktadır (Şekil 1.1). Köylere ise ulaşım stabilize ve patika yollarla salanmaktadır. Çalışma alanının, Trabzon ili'ne en yakın yeri Çaykara ilçesi olup, buraya uzaklığı 40 km uzaklıktadır. Çalışma alanında köy merkezleri ve mevrular yerleşim bölgelerini oluşturmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Aral ve Tüysüz (1999) tarafından önerilen Sakarya Zonu'nun doğusunda Doğu Pontidler yer alır. Doğu Pontidler'de Geç Kretase yaşlı kayaçlar, kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdikleri için güney (iç) ve kuzey (dış) bölümlere ayrılmıştır (Akın, 1978; Gedikoğlu ve diğ., 1979; Özsayar ve diğ., 1981). Bektaş (1986) Doğu Karadeniz magmatik yayını farklı magmatik, tektonik ve sedimentolojik evrim aşamalarına göre kuzeyden güneye doğru kuzey zon, güney zon ve eksen zonu olmak üzere üç alt birliğe ayırmıştır.

Doğu Pontidlerin temel kayaçlarını, metamorfik kayaçlar ve Paleozoyik yaşlı granitler oluşturur. Bu kayaçlar, Doğu Pontid Magmatik yayının güneyinde Demirözü (Pulur Masifi), Ağvanis (Ağvanis Masifi), Tokat-Amasya (Tokat Masifi), Gümüşhane (Gümüşhane-Köse Granitleri ve Kurtoğlu Metamorfikleri) ve Yusufeli (Karadağ Metamorfikleri) bölgelerinde, yayın kuzeyinde ise Dereli (Giresun), Tonya güneyi (Derinoba, Kayadibi, Şahmetlik ve Kızılağaç), Maçka güneyi (Soğuksu ve Meryemana) ve Özdil yöresinde yüzeyleme verirler.

Temeli oluşturan metamorfik kayaçlar, Paleozoyik yaşlı Plütonik kayaçlar tarafından kesilmişlerdir (Çoğulu, 1975). Plütonik kayaçlar büyük plütonik kütleler halinde Gümüşhane bölgesinde ve Gümüşhane-Köse arasında (Tokel, 1972; Çoğulu, 1975; Yılmaz, 1976; Özdoğan, 1992; Topuz ve diğ., 2010; Dokuz, 2011), küçük mostralarda halinde Giresun güneyinde (Schultze-Wetsrum, 1961), Tonya güneyinde (Kaygusuz ve diğ., 2016), Özdil yöresinde (Kaygusuz ve diğ., 2016) ve Maçka yöresinde (Kaygusuz ve diğ., 2016) gözlenirler.

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda Triyas dönemini temsil eden kayaçların varlığı halen tartışmalıdır. Bayburt-Demirözü yöresinde metamorfik kayaçlar üzerine uyumsuz olarak gelen ve çoğunlukla kırıntılı fasiyeste gelişen tirtul istifin (Çatalçeşme ve Hardiş Formasyonları) (Ağar, 1977; Okay ve Leven, 1996; Kandemir ve Lerosey-Aubril, 2011) ve Amasya yöresinde Tokat Masifi metamorfik kayaçlarını uyumsuz olarak örten ve çok düşük dereceli metamorfizma izleri taşıyan kırıntılı kayaçlardan oluşan Karasenir Formasyonu'nun (Alp, 1972) Triyas yaşlı olduğu ileri sürülmüştür. Eyüboğlu ve diğ. (2010, 2011) ve Karslı ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmalarda Pulur ve Tokat metamorfik masiflerini kesen ultramafik ve mafik intrüzyonlardan Geç Triyas-Erken Jura yaşları elde edilmiştir.

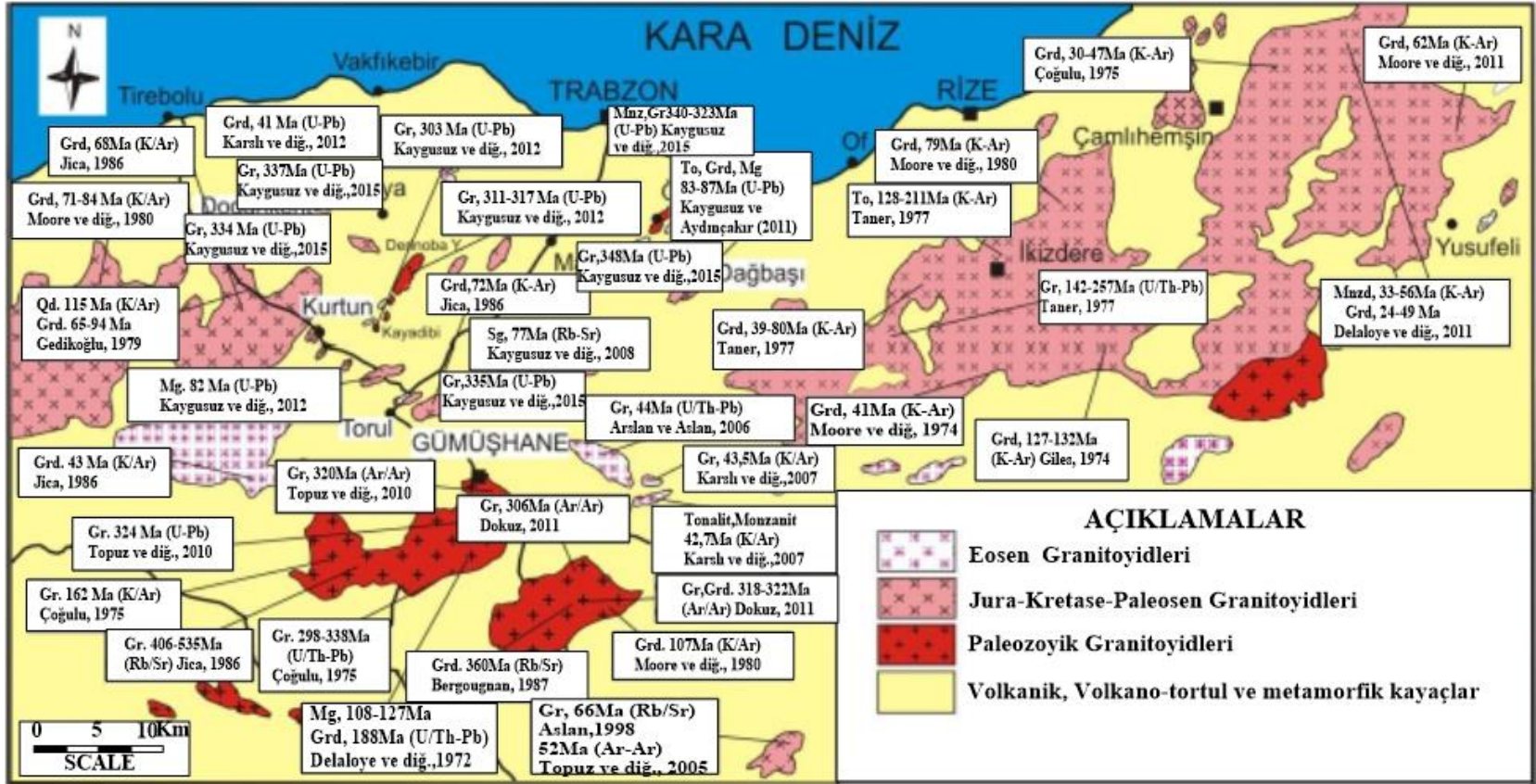
Bölgede Paleozoyik ve Triyas yaşlı kayaçlar Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul istif tarafından uyumsuz olarak örtülmekte olup, Orojenik Kuşağın Kuzey Zonu'nda seyrek

Jura yaşlı sedimanter birimlere (Giresun, Dereli) ve yaygın olarak ise volkanik kayalara rastlanılmaktadır (Eyüboğlu, 2006; Şen 2007; Kaygusuz vd., 2012, 2013). Kuşağın Güney Zonu'nda ise Erken-Orta Jura döneminde sedimanter ağırlıklı bir istif ile temsil edilir ve geniş alanlarda yüzeyleme verir (Saydam Eker vd., 2012). Bununla birlikte son çalışmalar (Dokuz ve diğ., 2010; Ustaömer ve diğ., 2013; Dokuz ve diğ., 2017) Jura magmatizmasının Erken Jura ve Geç Jura olmak üzere iki evrede geliştiğini göstermektedir. Dokuz ve diğ. (2010, 2017), Erken Jura magmatizmasının yay-ıçi/yay-gerisi gibi yitim-ilişkili ortamlarda geliştiğini, buna karşılık Geç Jura magmatizmasının ise çarpışma-sonrası slab break-off (okyanusal dilim kopması) mekanizması ile ilişkili olduğunu ieleri sürmektedirler. Bölgede Geç Jura-Erken Kretase dönemi boyunca tektono-magmatik açıdan duraylılık dönemine karşılık gelmekte olup, tüm bölgede karbonat çökeli mi 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, sığ denizel bir istif özelliği sunar (Kırmacı, 1992; Yılmaz, 2002).

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, Jura, Kretase ve Eosen olmak üzere başlıca üç zaman periyodunda sokulum yapmışlardır (Şekil 1.4). Bunlardan Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Plütonu metamorfik kayaları keserek yerleşmiştir (Yılmaz, 1972; Coğulu, 1975; Topuz, 2010). Jura-Kretase-Paleosen Plütonları yitimle ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik kayalarla dokanak ilişkisindedir (Jica, 1985; Gedik ve diğ., 1992; Köprübaşı, 1993; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Güngör ve diğ., 1997; Köprübaşı ve diğ., 2000; Kaygusuz, 2000; Boztuğ ve diğ., 2002; Şahin ve diğ., 2004; Sipahi, 2011; Kaygusuz ve diğ., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Karşlı vd., 2010; Kaygusuz ve Şen, 2011; Karşlı ve diğ., 2011; Sipahi ve Sadıklar, 2014; Sipahi ve diğ., 2014; Aydınçakır, 2016). Daha az sayıdaki Eosen ve sonrası granitler ise dar alanlarda tüm serileri kesmiş olarak görülürler (Gedik ve diğ., 1992; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Aslan ve diğ., 1999; Boztuğ ve diğ., 2002; Topuz ve diğ., 2002; Karşlı ve diğ., 2007).

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda Üst Kretase'nin tabanı tartışmalıdır. Schultz-Westrum (1961)'a göre Alt Kretase'de başlayan 'Alt Bazik Seri' Üst Kretase'nin başında devam etmekte, Üst Kretase'de 'Alt Bazik Seri'ye 'Hippuritli kalkerler' ve 'tüffitik kalker-marn serisi' eşlik etmekte, bunun üzerinde dasit ve piroklastları ile *inoceramuslu* kırmızı kalkerler yer almakta ve bunların üzerine de bazik volkanikler gelmektedir. Bu bazik volkanik kayalar kısmen Eosen'de de devam ederek 'Üst Bazik Seri'yi oluşturmuşlardır.





Şekil 1.4. Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase-Paleosen ve Eosen Plütonlarının konumları ve bu Plütonlarda yapılmış izotop yaşları (Kaygusuz ve diğ., 2008'den değiştirilerek).

Doğu Pontid Güney Zonu'nda Üst Kretase, Berdiga Formasyonu üzerine açılmal uyumsuzlukla gelen kumlu kireçtaşları ile başlamaktadır. Bu birimi şarap kırmızısı renkli kırmızı kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Tokel 1972; Eren, 1983). Üst Kretase-Paleosen geçişi Doğu Pontidler'de yer yer gözlenmektedir. Şarman (1975), Tirebolu'nun güneydoğusunda Üst Kretase kalkerlerinin devamı olarak Paleosen tespit etmiştir. Hopa-Cankurtaran yöresinde volkano-tortul seri, Üst Kretase'den Eosen'e kesintisiz geçmektedir (Özsayar ve diğ., 1981). Kale (Gümüşhane) yöresinde Üst Kretase yaşlı filişle başlayan istif, uyumsuz olarak konglomera ve mikritik kireçtaşlarından oluşan Paleosen yaşlı Kale Formasyonu'na geçmekte ve Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu ile örtülmektedir (Aliyazıcıoğlu, 1999; Karlı vd., 2010; Aslan vd., 2010; Arslan vd., 2013; Eyüboğlu vd., 2013).

Eosen Pontidler'de genellikle Kretase ve Paleosen yaşlı birimler üzerine taban konglomerası ile gelmekte ve bunların andezit ve piroklastları ile filiş çökellerinden oluşan seriler üstlenmektedir. Gedikoğlu (1970), Çambaşı ve Gököy yörelerinde Eosen'in taban konglomerası ile başladığını belirtmiştir.

Oligosen, Trabzon, Ünye ve Fatsa yörelerindeki sahil kesimlerinde görülmektedir (Schultz-Westrum, 1961; Özsayar, 1971). Neojene ait tortullar Trabzon-Akçaabat ve Rize-Pazar sahillerine yakın yerlerde mevcuttur (Yalçınlar, 1952; Özsayar, 1971). Kuvaterner yaşlı oluşuklar traverten ve alüvyonlardan oluşmaktadır.

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını da içine alan bölgede çeşitli amaçlara yönelik geniş ölçekli bir çok çalışma yapılmıştır (Karlı vd., 2004; 2007; 2010; 2011; 2012a, 2012b; Topuz vd. 2005; 2011; Arslan ve Aslan, 2006; Boztug vd., 2006; 2007; Kaygusuz vd., 2008; Kaygusuz ve Şen, 2011; Ustaömer vd., 2012). Çalışma alanında Granitoidler üzerine yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenerek verilmiştir.

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 kayaları kestiğini belirtmiştir.

Yılmaz-Şahin (2005), Doğu Pontid volkanik sahasının, Neojenden Kretase'ye kadar düşük-K'lu toleyitik gabrodan kalkalkaline ve yüksek K'lu kalkalkalin metalümin plüton

ya da peralümin löko-granitlerden alkalin siyenite farklı bileşimde birçok intrüzif kayaç içerdiğini belirtmiştir. Temelde, porfirik asidik-ortaç kayaçlar yaşlıdan gence doğru; Gündoğdu altere mikrograniti, Boğalı K-feldspar megakristalli monzograniti ve Uzuntarla porfirik granodiyoritinin sığ alanda yerleştiği belirtilmiştir. Bu kayaçların petrografisi, mineralojisi, tüm kayaç jeokimyası ve hornblend K-Ar yaşlandırması üzerinde çalışıldığı belirtilmiştir. Yapılan, mineraloji-jeokimya ve K-Ar yaşlandırma çalışmaları Boğalı ve Uzuntarla Plütonlarının Kretase yayı ve Eosen çarpışma sonrası açılmayla ilişkili volkanik bir aktivite olduğu belirtmişlerdir. K-Ar yöntemi ile Monzogranit örneğinden elde edilen yaş analizi sonucunda Boğalı Plütonun yaşını 79.7 ± 1.55 ve 61.4 ± 1.47 milyon yıl olarak belirtmişlerdir.

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, alkalin bileşimli monzonitik, Güney Zon ise çarpışma sonrası, I-tipi, kalkalkali-alkali bileşimli granodiyoritik olduğunu ve jeokimyasal veriler farklılaşmanın, ayrılaşma 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), Çalışmalarında Kaçkar batolitinin dokusal, mineralojik ve jeokimyasal farklılıkları ile birkaç sokulum içerdiğini belirtmişlerdir. Bu sokulumlardan Çamlıkkaya granitoidi (112.4 ± 1.6 My) erken Kretasen'in olgunlaşmamış yay

magmatizması boyunca yerleştiğini, Sırtıyla (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), Sariosman Plütonunun başlıca monzogranitlerden ve bu kayaçların MMA'larından oluştuğunu söylemişlerdir. Örneklerin yüksek K'lu, kalk-alkalen karakterli ve I-tipi özellikte olduğu belirtilmiştir. U-Pb (zirkon) yaşlandırma yöntemi ile monzogranitlerden 82.7 ± 1.5 My yaş alındığını ve kaynak magmanın alt kabuk olduğu ifade edilmiştir.

Karşlı vd., (2010), Doğu Pontidler'deki (KD, Türkiye) Erken Senozoyik yaşlı (48-50 My) adakitik volkanik kayaçları ele almışlardır. Andezit ve dasit bileşimli kayaçların yüksek K'lu, kalk-alkalin karaktere sahip oldukları belirtilmiştir. Andezit ve dasitlerde yüksek Sr/Y (35-108) ve $(La/Yb = 11-15)_n$ 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. $^{40}Ar - ^{39}Ar$ yaşlandırma yöntemi ile örneklerin 47.40 ± 1.89 ile 50.27 ± 1.46 My aralığında yaşların elde edildiği söylenmiştir.

Dokuz (2010), Köse Plütonu (Pontidler, Türkiye)'na ait örnekler; monzogranit, granodiyorit, kuvarsdiyorit, porfirler ve mafik mikro anklavlar oldukları belirtilmiştir. Köse Plütonu'nun I-tipi seride yer aldığı, örneklerin yüksek K'lu, MMA örneklerinin ise

orta K'lu kalk-alkalen 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 yaşlı Gümüşhane Plütünü içerisinde alınan örneklerin yüksek K'lu kalk-alkalin karakter sergilediklerini ifade etmiştir. Plütünü içerisinde alınan granit örnekleri üzerinde Ar-Ar yaşlandırma yöntemi ile 320 ± 4.0 milyon yıl, yine Plütünü 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 Plütünü'nün granodiyorit ve monzogranit bileşiminde olduğunu ve bir çok MMA içerdiğini ifade etmişlerdir. I-tipi granitlerin metalüminden peralümine geçiş gösteren, kalk-alkalen karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Granodiyoritlerden yapılan U-Pb (zirkon) yaşlandırma yöntemi ile plütünü yerleşme yaşının 79.3 ± 1.4 My olarak alındığı söylenmiş olup, kaynağının ise mafik alt kabuğun kısmi ergimesini işaret ettiği ifade edilmiştir.

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), Aydın-tepe (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 milyon yıl yaşları bulunduğu belirtilmiştir.

Kaygusuzve Aydınçakır, (2011), Dağbaşı Plütünü (Doğu Pontidler, Türkiye) isimli çalışmalarında, Dağbaşı Plütünü (Geç Kretase) için Zirkon (U-Pb) yaşı, ana ve iz elementler, Sr-Nd izotop verileri yayınlandığı söylenmiştir. Bu Plütünü kalk-alkalin karakterli ve tipik volkanik yay granitlerinin özelliklerini gösterdiği söylenmiştir. Bu kompozit Plütünü tonalit, granodiyorit ve monzogranit içermelerinin yanında hepsinin mikrogranüler anklav da içermekte oldukları söylenmiştir. Örneklerin peralümin-

metalümin karakterli oldukları belirtilmiştir. Dağbaşı granitoidinin gelişmesinde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığı belirtilmiştir. .

Kaygusuz vd., (2012), Karbonifer magmatizmasının jeokronolojik bulguları ve tektonik önemi isimli çalışmalarında, Doğu Pontidler'in kuzey ve güney zonunda çeşitli yaş ve bileşimde birçok Plüton içerdiğini söylemişlerdir. Jeokimya ve izotop sonuçları doğu pontidlerin kuzey zonunda iki Hersinyen Plüton kütlelerinin uygun olarak yeniden yerleşmesine imkan sağlandığı ilk zamanlar için belirtilmiştir. Bu sokulum kayaçlarının 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 SiO₂ içerikli ve yüksek K'lu kalkalkalin karakter gösterdiği ve I-S tipi karakter sergiledikleri söylenmiştir.

Karslı (2012), Sisdağı Plütunu 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 ele alınmıştır. Kayaçların baskın olarak kalk-alkalen karakterli, nadiren de toleyitik bir eğilime sahip oldukları ifade edilmiştir. ^{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 belirtilmiştir. 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 belirtmişlerdir. Her ikisinde I-tipi, yüksek K'lu kalk-alkalin karakterli ve metalümin özellik gösterdiğini ifade etmişlerdir. 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.

Kaygusuz vd., (2014), Camiboğazı Plütonu'nun granitten diyorite kadar değişen bir bileşime sahip olduğunu ve bir çok MMA içerdiğini söylemişlerdir. Plütonun metalümin karakterli, yüksek K'dan şoşonite geçiş yapan I-tipi karakter sergilediğini söylemişlerdir. U-Pb (zirkon) yaşlandırma yöntemi ile yerleşme yaşının diyoritlerde 76.21 ± 0.79 My, granitler için ise 74.73 ± 0.86 My olarak alındığı belirtilmiş olup, kaynak alanının ise amfibolitik tip alt kabuk ve tüketilmiş mantonun son ürünleri olabileceği ifade edilmiştir.

Çakmak ve Kaygusuz (2014), Eosen yaşlı Pelitli (Bayburt) Plütonu içerisindeki kayaların 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 Plütonun 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 Granitoyodi içerisinde yerleşen Geç Karbonifer yaşlı Çamlık ve Casurluk Plütonlarını tüm kayaç jeokimyası, Sr-Nd radyojenik izotop oranları, zirkonyum Lu-Hf izotop oranları ve U-Pb jeokronolojisi açısından çalışmışlardır. Bu plütonların Paleotetis Okyanusu'nun Gondwana'nın altına doğru güney yönlü bir yitimle tüketilmesi sırasında oluştuğunu öne sürmüşlerdir.

Dokuz vd., (2017), Alucra, Gümüşhane ve Olur yörelerinde yürüttükleri arazi çalışmaları sonucunda Geç Jura volkanizmasının varlığını ortaya koymuşlardır. Geç Jura volkanizmasının, Nb'ca-zengin bazalt (NEB) karakterli oluşu ile yay karakterli Erken Jura volkanizmasından ayrılmaktadır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç ve Yöntem

Bu çalışmanın amacını, Çaykara ve çevresinde yüzeyleyen granitik kayalardan biri olan Mavriyas Plütönu'nun petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi oluşturmaktadır. 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, Mavriyas Plütönu ile Geç Kretase yaşlı volkanikler ve Eosen yaşlı Uzuntarla Plütönu arasındaki sınırlar ile birimlerin stratigrafisi belirlenmiştir (Şekil 3.1). Gerekli düzeltmeler yapılarak yaklaşık 60 km²'lik alanın jeoloji haritası (Şekil 3.2) ile birimlerin enine jeolojik kesiti (Şekil 3.3) hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak granitik kayalardan ve yan kayalardan sistematik örnekler alınmış olup, Mavriyas Plütönu'ndan yaklaşık 25 örnek, Uzuntarla Plütönu'ndan 25 örnek ve Taşlıyayla Volkanitleri'nden yaklaşık 20 örnek alınmıştır.

2.1.2. Labarotuvuar Çalışmaları

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

İnceleme alanından alınan kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Mavriyas Plütönu'na ait 20, Mavriyas Plütönu içerisindeki anklavlara ait 1, Uzuntarla Plütönu'na ait örnekler için 25, Uzuntarla Plütönu içerisindeki anklavlar için 6 ve Taşlıyayla Volkanitleri için ise 20 olmak üzere toplam 72 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 kayaç, aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığına kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit

örnekleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında yapılmıştır.

2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların çekimi

Mavriyas Plütону'na ait 8 adet ince kesit örneği ile Uzuntarla Plütону'na ait 9 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 ve volkanik kayalara ait yaklaşık 70 adet ince kesit Leica marka Polarizan Mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Seçilen örneklerin mikroskop görüntüleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği 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 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

Mavriyas Plütону'na ait (anklav dahil olmak üzere) 12 adet örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında, araziden alınan yaklaşık 75 adet el örneğinin ince kesitleri hazırlanarak polarizan mikroskopta ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu örneklerin petrografik özellikleri belirlenerek modal analizleri yapılmış ve adlandırılmışlardır. Arazi çalışmaları ve petrografik incelemeler sonucu mümkün

olduğunca ayrışmadan etkilenmemiş 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 bulunmuştur.

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

Mavriyas Plütönu'nu oluşturan 3 adet Plütönik kayaç ve 1 adet MMA örneğinin mineral kimyası analizleri, Münih Maximillian Üniversitesi'nde yapılmıştır.

Elektron mikroprop analizleri, çalışma alanındaki Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayaç örneklerindeki fenokristal ve mikrolitler halinde gözlenen mineraller üzerinde yapılmıştır.

Mavriyas Plütönu'nu oluşturan örneklerden -feldispat, plajiyoklas, klorit ve opak mineraller üzerinde toplam 86 noktada elektron mikroprop analizi yapılarak bu minerallerin kimyası ve cinsi tayin edilmiştir.

Elektron mikroprop analizleri için toplam 7 adet parlak kesit kullanılmış olup, mineral analizleri yapılacak olan parlatılmış kesit örnekleri ilk olarak polarizan mikroskopta incelenerek, analizleri yapılacak mineraller belirlenmiştir. Örnekler CAMECA-SX-100 marka bir elektron mikroprop aleti ile analiz edilmiştir. Aletin çalışma

şartları 15 kV (hızlandırma voltajı) ve 20 nA (ışın akımı) gerçekleştirilmiştir. Analizler 10 µm'lik ışın çapında yapılmış ve Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na ve K elementleri için sayma zamanı 20 sn olarak belirlenmiştir. Amfibol, piroksen, epidot, Fe-Ti oksit ve zirkon analizleri için 1 µm'lik nokta ışını kullanılırken, feldispat, mika ve klorit analizlerinde 10 µm'lik nokta ışını kullanılmıştır.

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

3.1. İnceleme Alanının Stratigrafisi ve Petrografisi

Çalışma alanı Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda, Çaykara (Trabzon) yöresinde volkanik ve Plütonik kayaçların egemen olduğu, yaklaşık 60 km²'lik bir alanda oluşur. Çalışma alanında yüzeylenen kayaçlar muhtemel Geç Kretase yaşlı kayaçalardan Eosen'e kadar uzanan geniş bir süreci kapsamaktadır.

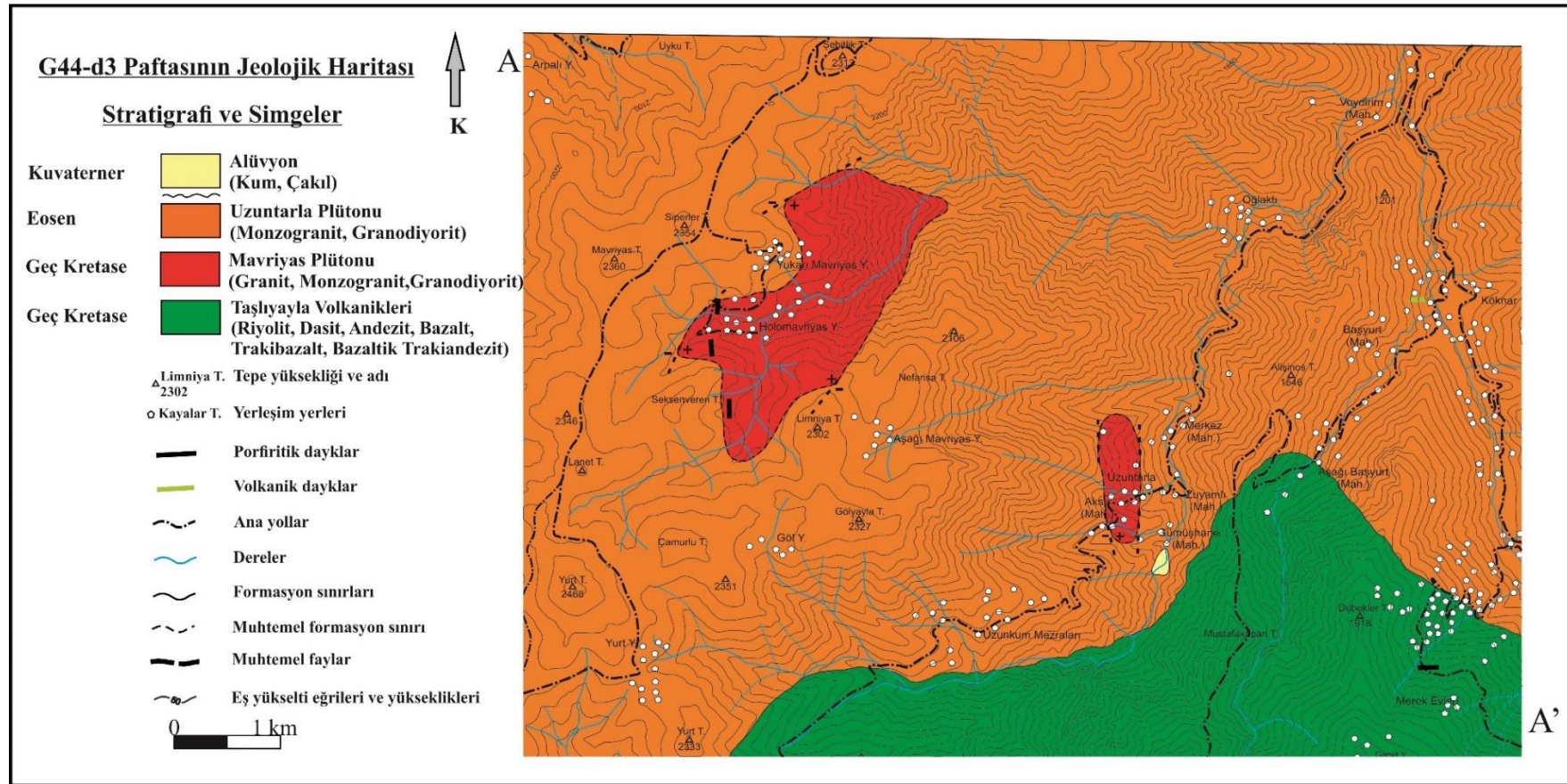
İnceleme alanında yüzeyleme veren kayaçların yaşlıdan gence doğru stratigrafik dizilimi ve litolojisi aşağıda verilmiştir (Şekil 3.1):

4. Alüvyon (Kuvaterner)
3. Uzuntarla Plütonu (Eosen)
2. Mavriyas Plütonu (Geç Kretase)
1. Taşlıyayla Volkanitleri (Geç Kretase)

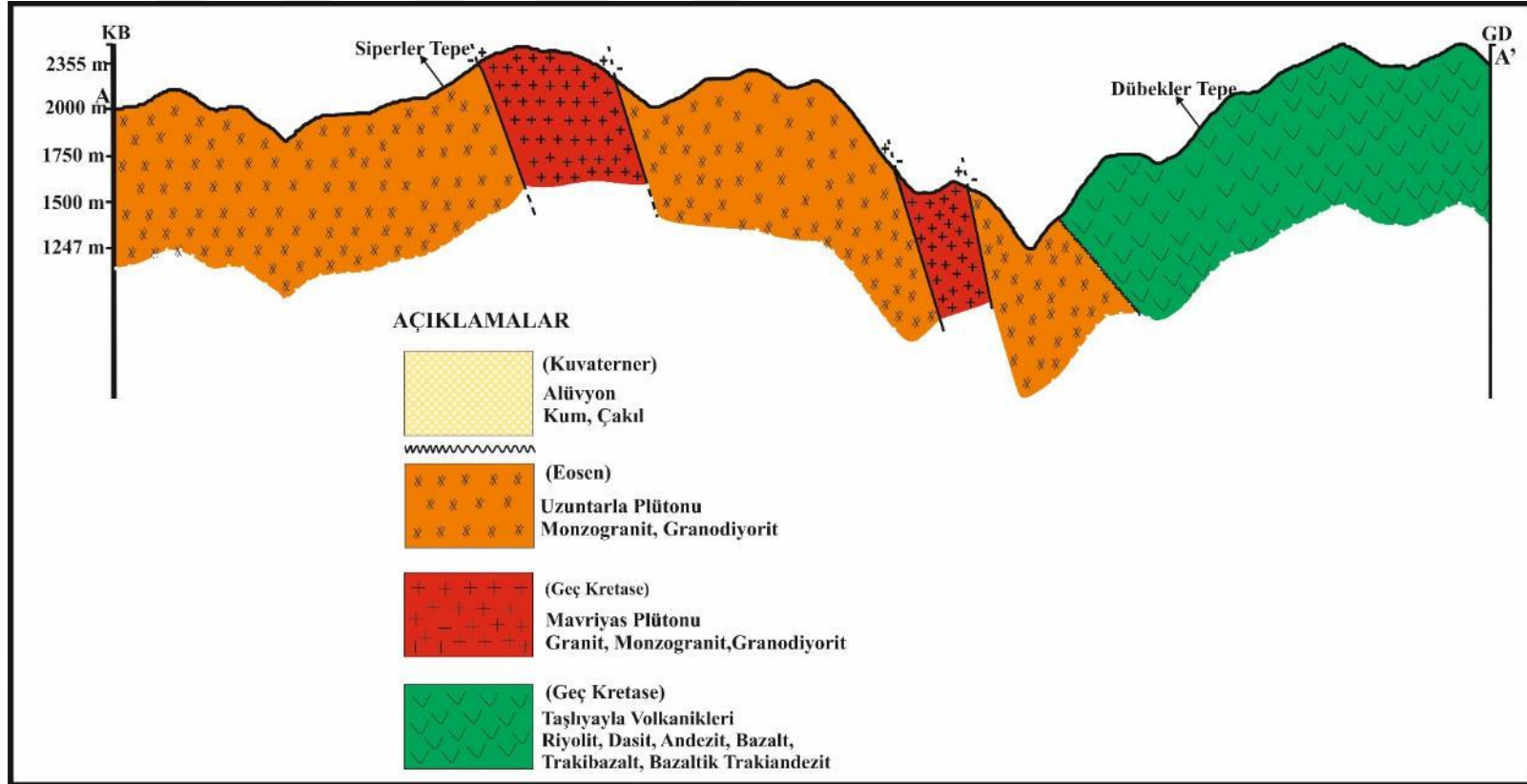
Çalışmanın amacında da belirtildiği gibi, Mavriyas Plütonu çalışmamızın temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle 'İnceleme Alanının Stratigrafisi ve Petrografisi'nin yer aldığı bölümde Mavriyas Plütonu'nun stratigrafisi ve genel özellikleri verilmiş, ayrıntılı olarak "Mavriyas Plütonu" başlığı altında sonraki bölümde incelenmiştir.

SÜRE	ZAMAN	DEVİR	DEVRE	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
FANEROZOYİK	KUVA.	SENZOYİK	Eosen	UZUNTARLA PLÜTONU	Alüvyon (Kum, Çakıl)	Uzuntarla Plütonu (Monzogranit, Granodiyorit)
	KRETASE	ÜST	TAŞLIYAYLA VOLKANİKLERİ	Taşlıyayla Volkanikleri (Riyolit, Dasit, Andezit, Bazalt, Trakibazalt, Bazaltik Trakiandezit)		

Şekil 3.1. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti.



Şekil 3.2. Mavriyas Plütону ve çevre kayaların jeoloji haritası.



Şekil 3.3. Mavriyas Plütönu ve çevre kayalara ait enine jeolojik kesit.

3.1.1. Geç Kretase

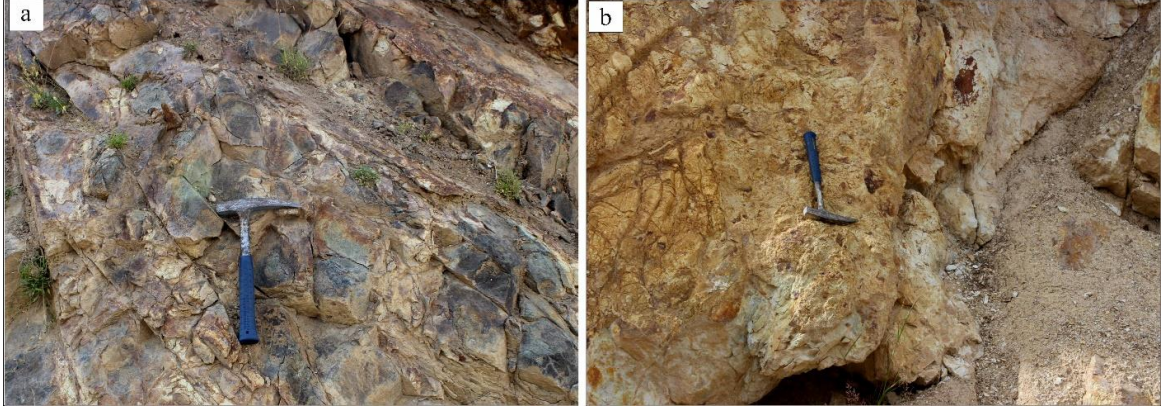
3.1.1.1. Taşlyayla Volkanitleri

Çalışma alanı içerisinde Taşlyayla Volkanitleri dar bir alanda yüzeyleme vermekte olup, güney kısımda yayılım göstermektedir (şekil 3.2). Volkanitler alışma alanında Eosen yaşlı Uzuntarla Granitoyidi tarafından kesilmiştir. Taşlyayla Volkanitleri başlığı altında birimin adı, net olarak gözlemlenebildiği Taşlyayla'ya ithafen şahin (2005) tarafından verilmiştir (Aydıncakır vd, 2016; Aydıncakır, 2017).



şekil 3.4. Taşlyayla Volkanitleri'ne ait genel bir görünüm (Ketenkaya Tepesi).

Birim genellikle andezit, bazalt ve dasitlerden oluşmaktadır. Birime ait volkanik kayalar, el örneklerinde, grimsi-siyahımsı afanitik doku (oğunlukla mikrolitik, yer yer mikrolitik porfirik) gösteren masif, çatlaklı şekilde görülür. Plütonların dokanaklarına yakın kısımlarında aşırı derecede çatlaklı, kırıklı ve ayrışmış, bazen pirit gibi sülfürlü mineraller içeren, sarımsı-yeşilimsi renkli, mikrolitik dokulu kayalar şeklinde gözlenirler. Ayrışmanın yoğun olduğu Pelitli Mahallesi civarında eksfoliasyon yapıları gözlenmekte (şekil 3.5a) ve kuzeyinde ise yoğun alterasyona uğramış piritli örneklere rastlanılmaktadır (şekil 3.5b).



Şekil 3.5. a) Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki eksfoliasyon yapısı, b) yoğun alterasyon sonucu ayrılmış piritli birimlerin genel arazi görünümü (Pelitli Mahallesi ve civarı).

Bazaltlar koyu gri, yeşilimsi ve siyaha yakın renklerde görülürler. Bazaltların petrografik incelemesinde genellikle mikrolitik porfirik, glomero porfirik ve poiklitik doku gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 3.6). Fenokristal olarak; plajiyoklas, klinopiroksen ve opak mineraller içermektedir.

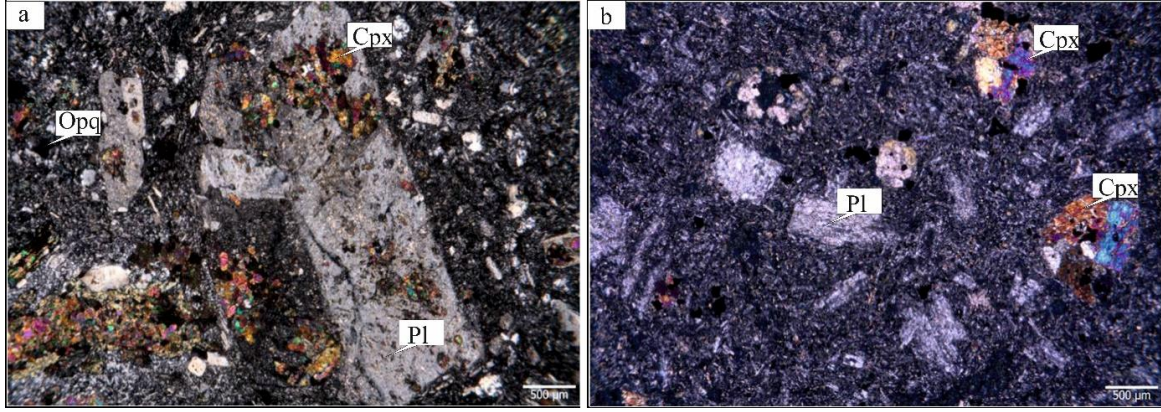
Plajiyoklaslar: Genellikle öz ve yarı öz şekilli mikrolitler halinde matriks içerisinde dağılmış halde bulunmakla birlikte, az oranda iri kristaller halinde de bulunmaktadır (An₅₂₋₅₅). Plajiyoklaslarda yer yer zonlanmalar görülmekte olup, yaygın bozuşma ürünü olarak da serizitleşme ve killeşmeler görülmektedir.

Piroksen: Genellikle yarı öz şekilli, küçük latalar halinde ya da matriks içerisinde yer yer kümelenmiş halde bulunmaktadır. Yaygın bozuşma ürünü olarak kloritleşmiş ve epidotlaşmışlardır. Klinopiroksenlerin yapılan sönme açısı tayinine göre ojit bileşimli oldukları belirlenmiştir.

Opak mineraller: Küçük daneler halinde olup, matriks içerisinde dağınık halde bulunmaktadır.

İkincil mineraller: Ayrışma ürünü olarak serizitleşme, kloritleşme ve yer yer de epidotlaşma görülmektedir.

Hamur: Plajiyoklas, klinopiroksen ve opak minerallerin küçük kristallerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.6. Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki mikrolitik porfirik dokulu bazaltlarda gözlenen (a) plajiyoklaslar üzerinde mafik kapanımların oluşturduğu poiklitik doku, (b) piroksenlerin bir araya gelerek oluşturdukları glomeroporfirik doku (ÇN., Pl: Plajiyoklas, Cpx: Klinopiroksen, Opq: Opak mineral).

Andezitler açık griden koyu griye değişen renklerde görülürler. Andezitlerin petrografik incelemesinde genellikle porfirik ve mikrolitik porfirik doku yer yer de kemirilme, poiklitik ve zonlu doku gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 3.7). Fenokristal olarak ise; kuvars, plajiyoklas, hornblend ve opak mineraller içermektedir.

Plajiyoklaslar: genellikle öz ve yarı öz şekilli, matriks içerisinde dağılmış mikrolitler halinde ve yer yer iri kristaller halinde bulunmaktadır (An_{35-45}). İri plajiyoklas mineralleri genel olarak zonlu doku göstermektedir. Plajiyoklaslarda yaygın bozuşma ürünü olarak serizitleşme görülmektedir.

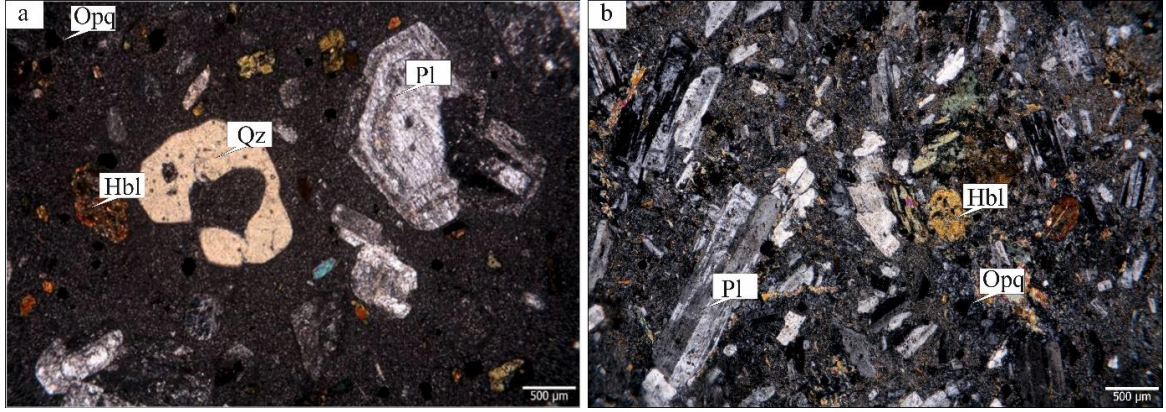
Kuvarlar: Nadiren öz şekilli, genel olarak matriks içerisinde küçük yuvarlağımsı şekillerde görülmekte olup, yer yer gözlenen iri kuvarlar yuvarlak, hamur tarafından yenilme-kemirilme dokusu göstermektedir.

Hornblend: Genellikle öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde bulunurlar. İri kristaller çoğunlukla prizmatik şekilde gözlenirken, öz şekilsiz olan kristaller ince plakalar şeklinde matriks içerisinde dağılmış halde bulunurlar. Çoğunlukla kloritleşme ve epidotlaşma gibi ayrışma ürünleri sergilerler.

Opak mineraller: Küçük daneler halinde, çoğunlukla amfibollerin etrafında ve yuvarlak-kırıklı şekillerde görülmektedirler.

İkincil mineraller: Ayrışma ürünü olarak serizitleşme, kloritleşme ve yer yer de killeşme yaygın olarak görülmektedir.

Hamur: Mikrolitler halindeki plajiyoklastlar ile hornblend ve opak minerallerin çok küçük kristallerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.7. Taşlıayla Volkanitleri içerisindeki mikrolitik porfirik dokulu andezitlerdeki (a) öz şekilli hornblend, zonlu plajiyoklas ve hamur tarafından yenmiş kuvars minerali, (b) öz şekilli hornblend minerali üzerindeki opak minerallerinin oluşturduğu poiklitik doku (Qz: Kuvars, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak mineral).

Dasitler açık gri renklere görülmekte olup, petrografik incelemesinde mikrolitik porfirik doku göstermektedirler (Şekil 3.8). Fenokristal olarak; plajiyoklas, kuvars, hornblend ve opak mineraller içermektedir.

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli olarak gözlenen plajiyoklaslar yoğun olarak mikrolitler halinde matriks içerisinde dağılmış halde görülmektedirler. Alterasyon ürünü olarak yaygın şekilde serizitleşmeler görülmektedir.

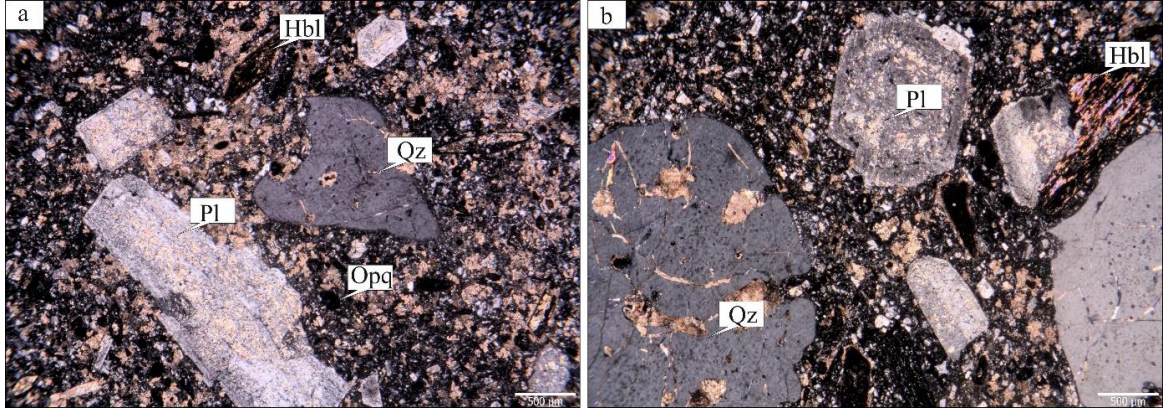
Kuvars: Nadiren öz şekilli, genel olarak matriks içerisinde küçük yuvarlağımsı şekillerde görülmektedir.

Hornblend: Çoğunlukla öz şekilsiz, küçük kristaller halinde görülmekte olup, yaygın alterasyon ürünü olarak kloritleşmeler görülmektedir.

Opak mineraller: Küçük daneler halinde olup, matriks içerisinde dağınık halde bulunmaktadır.

İkincil mineraller: Ayrışma ürünü olarak serizitleşme, killeşme, kloritleşme ve yer yer de epidotlaşmalar görülmektedir.

Hamur: Genel olarak mikrolitler halindeki plajiyoklaslar ile kuvars, hornblend ve opak minerallerin küçük kristallerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.8. Taşlıyayla Volkanitleri içerisindeki mikrolitik porfirik dokulu dasitlerde gözlenen (a) öz şekilli hornblendler, (b) hamur tarafından yenmiş kuvars ve zonlu plajiyoklas (Qz: Kuvars, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak mineral).

3.1.1.2. Yaş

Taşlıyayla Volkanitleri'nin yaşı Şahin (2005) tarafından Geç Kretase olarak verilmiş olup, bu çalışmada da Geç Kretase olarak belirtilmiştir.

3.1.1.2. Mavriyas Plütönu

Mavriyas Plütönu, inceleme alanının, Holomavriyas yaylası civarında, Uzuntarla Köyü ve Koğuktaş Yaylası çevresinde dar bir alanda yüzeylenmektedir. Birim en iyi Holomavriyas Yaylası'nın güney doğusunda (Şekil 3.2) ve Ö'güzlü-Koğuktaş yaylası yolu üzerinde mostra vermektedir. Birim en iyi görüldüğü Holomavriyas Yaylasına ithafen "Mavriyas Plütönu" olarak isimlendirilmiş olup, yaklaşık 6km²'lik bir alanında yüzeylenme göstermektedir.



Şekil 3.9. Uzuntarla köyü ve Koğuktaş yaylası çevresinde, dar bir alanda yüzeyleme veren Mavriyas Plütönu'na ait genel birarazi görünümü (Holomavriyas Yaylası).

Birim arazide yer yer arenalaşmış olarak görülmekle birlikte, Eosen yaşlı Uzuntarla Plütönu'nun daykları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.10). Ayrışmış kesimlerde kayaç kolayca parçalanmakta olup, arenalaşmış bir görünüm kazanmıştır.



Şekil 3.10. Arenalaşmış ve Uzuntarla porfirik granodiyoriti tarafından kesilmiş olan Mavriyas Plütönu'na ait genel bir arazi görünümü (Koğuktaş Yaylası).

Birim el örneklerinde pembe-gri renklerde görülmekte olup, makro örneklerde kuvars, ortoklas ve plajiyoklas mineralleri belirgin olarak görülebilmektedir (Şekil 3.21).

3.1.1.3. Yaş

Çalışma alanının batısında yer alan, Geç kretase yaşlı Gündoğdu ve Boğalı Plütonları ile yapılan deneştirmeler sonucunda (Şahin, 2005), Mavriyas Plütunu'nun yaşı da Geç Kretase olarak kabul edilmiştir.

3.1.2. Eosen

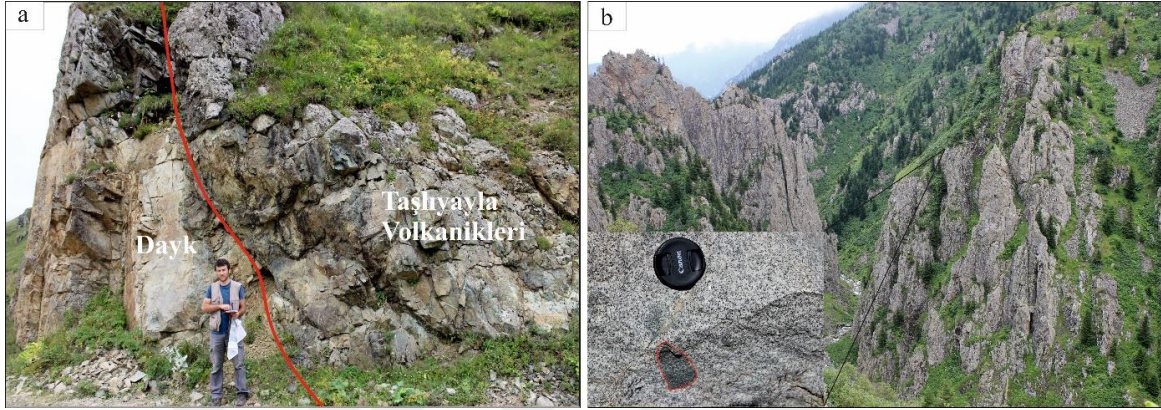
3.1.2.1. Uzuntarla Plütunu

Uzuntarla Plütunu çalışma alanının kuzey batısında Arpalı Yaylası, güneyinde Uzunkum Mezraları ve batısında ise Köknar'a kadar çok geniş bir alanda yayılım göstermekte olup (Şekil 3.2), Plüton çalışma alanının güneyinde Taşlıyayla Volkanitleri'ni kesmektedir (Şekil 3.12a). Birim Plütunun bulunduğu alana atfen, Şahin (2005) tarafından "Uzuntarla porfirik granodiyoriti" olarak isimlendirilmiş ise de, bu çalışmada Uzuntarla Plütunu olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 3.11. Uzuntarla Plütunu kayalarına ait genel bir görünüm (Gündoğdu'nun Batısı).

Birim genel olarak arazide altere olmamış, gri renkli, dayanımı yüksek ve oldukça fazla mafik mikrogranüler anklav içermektedir (Şekil 3.12b). Yer yer arenalaşmalar görülmekte olup, arenalaşan alanlarda birim toprağımsı bir görünüm sunmaktadır (Şekil 3.13a).



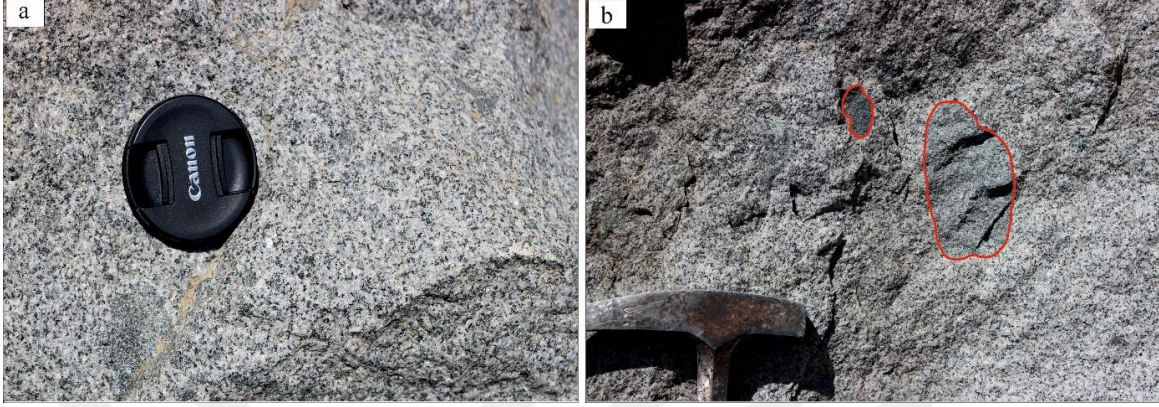
Şekil 3.12. a) Taşlıayla Volkanikleri'ni kesen Uzuntarla porfirik granodiyorit dayk. b) Uzuntarla Plütönu içerisindeki MMA içeren kısımlara ait genel görünüm (Gündoğdu'nun Batısı).



Şekil 3.13. a) Uzuntarla Plütönu içerisindeki, yer yer arenalaşmış ince daneli granit porfir (Kemikdüzü Tepe), b) Plütönu kenar kısmında yer alan porfirik dasit biriminin genel arazi görünümü (Fındıkyurt Tepe).

Uzuntarla Plütönu, holokristalen porfirik dokulu granit, monzogranit, granodiyorit, tonalit ve kuvars monzodiyorit bileşimindeki kayalardan oluşmaktadır (Şekil 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20). Ayrıca Plütönu kenar zonlarında dasitik bileşimde kayalar da bulunmaktadır. Uzuntarla Plütönu içerisinde özellikle boyutları cm'den dm'ye kadar

ulaşan (kuvars monzodiyorit bileşiminde) mafik mikrogranüler anklavlara da sıkça rastlanmaktadır (şekil 3.14).



şekil 3.14. a) Uzuntarla Plütonu'na ait kuvars monzodiyoritlerin makroskopik görünümü, b) kuvars monzodiyorit örneği içerisindeki MMA'ların makroskopik görünümü.

Uzuntarla Plütonu'nu oluşturan granit, monzogranit, granodiyorit, tonalit ve kuvars monzodiyorit bileşimindeki kayaçlar arazide makroskopik olarak renk farklılıkları, ayrışma dereceleri, mafik mineral oranları ve birbirleriyle olan dokanak ilişkileri bakımından birbirlerinden ayrılabilmişlerdir. Uzuntarla Plütonu'nda yan kayaçlarla olan dokanaklarda daha ince taneli ve porfirik dokular gözlenirken plütonun merkezine doğru daha büyük taneli yapılar gözlenmektedir.

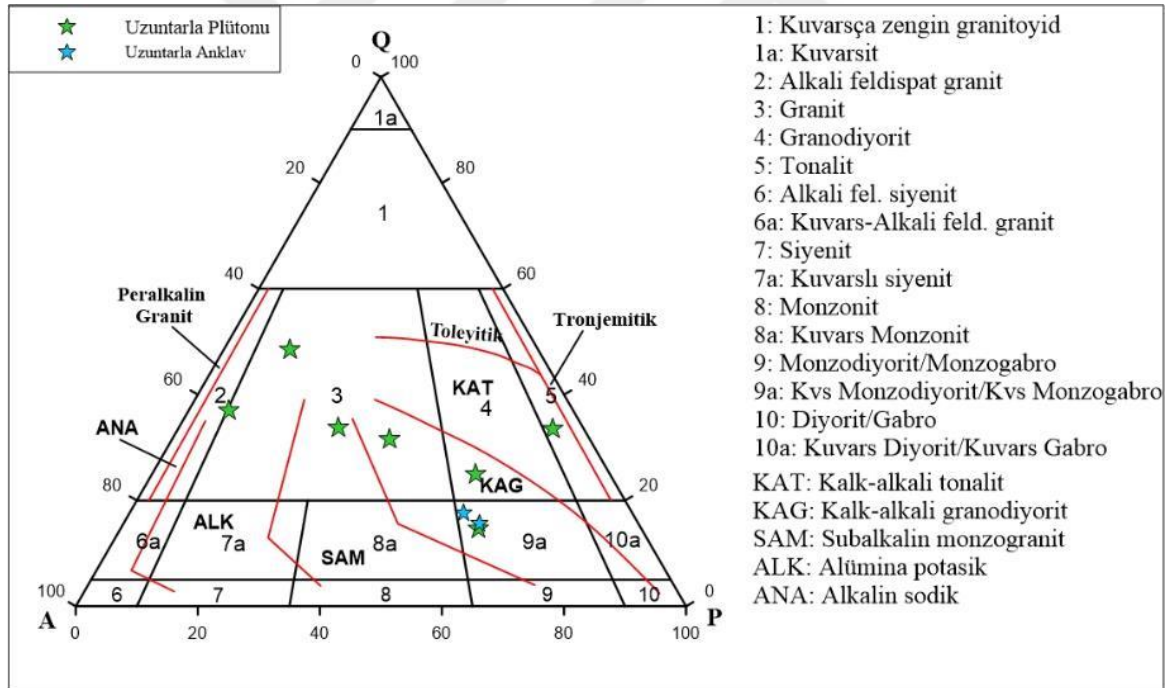
Yapılan arazi çalışmalar sonucunda hazırlanan ince kesitlerden Uzuntarla Plütonu'na ait 9 adet örneğin modal analizi yapılmıştır (Tablo 3.1). Plüton içerisinde kuvars, ortoklas, plajiyoklas, hornblend, biyotit, opak minerallerin modal hesaplamaları yapılmış ve daha sonra kuvars, alkali feldispat ve plajiyoklas minerallerinin modal bollukları yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Uzuntarla Plütönu'na ait kayaçların modal analiz sonuçları.

Örnek No	Kayaç Adı	Pl	Qz	Or	Hbl	Bt	Opq	%Pl	%Qz	%Or
E-3	Granit	10.10	45.20	37.90	-	-	-	10.84	48.50	40.67
S-38	Granit	6.37	35.70	54.48	3.15	-	0.30	6.60	36.98	56.43
S-46	Monzogranit	23.80	30.70	36.50	7.00	-	1.80	26.15	33.74	40.11
100	Monzogranit	35.00	30.10	31.30	3.20	-	0.40	36.31	31.22	32.47
124	Granodiyorit	50.60	23.80	21.00	4.30	-	1.30	53.04	24.95	22.01
E-2	Tonalit	59.20	32.30	4.90	2.60	-	0.60	61.41	33.51	5.08
S-40	Kuvars monzodiyorit	42.80	10.70	19.50	24.60	0.40	1.70	58.63	14.66	26.71
155-a	Anklav	43.70	11.70	19.50	23.40	-	1.70	58.34	15.62	26.03
50-a	Anklav	42.30	13.60	21.40	22.70	-	1.40	54.72	17.59	27.68

Pl: Plajiyoklas, Qz: Kuvars, Or: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Opq: Opak

Uzuntarla Plütönu'na ait kayaç örnekleri modal analize dayalı QAP diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarıldığında (Şekil 3.15), Uzuntarla Plütönu'na ait örneklerin granit, monzogranit, granodiyorit, tonalit ve kuvars monzodiyorit bileşiminde kayaçlardan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 3.15. Uzuntarla Plütönu'na ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki konumları (Streckeisen 1976).

Granit; Uzuntarla Plütönu'nu oluşturan granitler İsmailağa Yaylası ile Köknar civarında, geniş bir alanda yayılım gösterirler. Karıncadağ Tepe ile Aslandüzü Tepe'lerinin güneyi ile Köknarın kuzeybatısında mostra veren granitler, arazide krem rengi ve grimsi tonlarda izlenmiştir. Plütönu oluşturan diğer kayaçlara nazaran mafik mineral içeriklerinin

daha az olması, yüksek orandaki kuvars ve ortoklas içerikleri ile onlardan kolaylıkla ayırt edilmektedirler. Makroskobik olarak plajiyoklas ve hornblend mineralleri tanınabilmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

Doku: Orta-iri daneli poiklitik (Şekil 3.16).

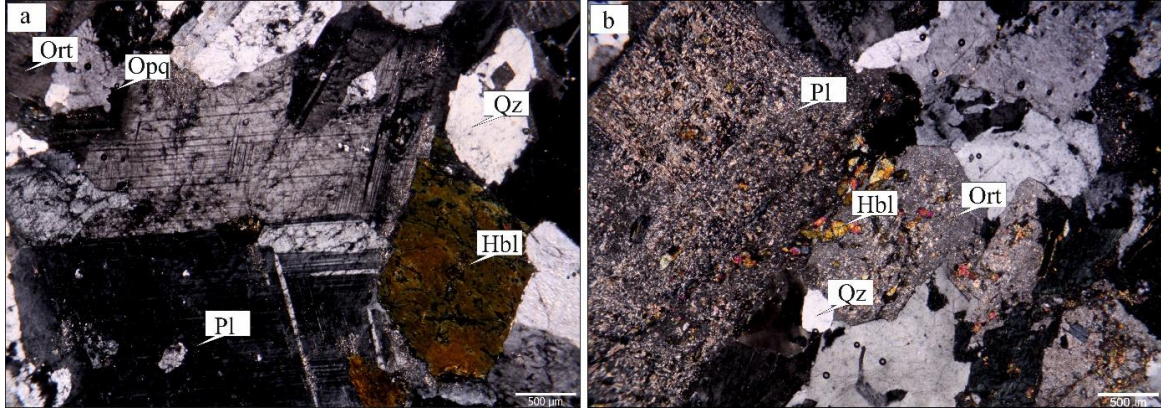
Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller halindedir. Kesitlerde en bol bulunan mineraldir. Ortoklas mineralleri çoğunlukla karlsbad ikizlenmesi, yer yer de albit ikizlenmesi gösterirler. Tek nikoldekirli görünümüyle plajiyoklaslardan kolaylıkla ayrılır. Bazı kesitlerde iri ortoklas kristalleri küçük hornblend ve opak mineralleri içlerine alarak poikilitik dokuyu oluştururlar. En yaygın ayrışma türü killeşmedir.

Kuvars: Öz şekilsiz kristaller halinde olup, ortoklas minerallerinden sonra en bol bulunan mineraldir. Genelde dalgalı sönme gösteren kuvars mineralleri orta-iri daneli fenokristaller şeklinde, yer yer de diğer minerallerin arasını dolduran ince daneli mineraller şeklinde görülmektedir.

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli kristaller halindedir. Çoğunlukla albit ikizlenmesi, yer yer de albit-karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Yaygın olarak halkalı zonlanma görülür. Bazı kesitlerde iri plajiyoklas kristalleri küçük hornblend ve opak mineral inklizyonları içerirler. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

Amfibol: Kayaç içerisinde en bol bulunan mafik mineraldir. Cinsi hornblenddir. Tek nikolde koyu yeşil, açık kahverengi renk pleokroizması gösterir. Bazı kesitlerde birbiriyle yaklaşık 56 derecelik açılar yapan dilinimler, bazı kesitlerde ise tek yönde dilinimler belirgindir. En yaygın ayrışma türü kloritleşme ve epidotlaşmadır.

Opak Mineraller: Genellikle öz şekilsiz, küçük daneler halinde ve düzensiz şekillerdedir.



Şekil 3.16. a) Uzuntarla Plütönu içerisindeki granitlere ait orta-iri daneli holokristalen doku, b) mafik kapanımlar içeren ortoklas ve plajiyoklas minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak).

Monzogranitler; çalışma sahası içerisinde, Hamzaağa Yaylası'nın batısı ile Karıncadağ Tepe'nin güneyinde yüzeyleme vermektedir. Açık gri-bej renginde olup, makro örneklerde yoğun olarak plajiyoklas, kuvars ve mafik mineraller görülmektedir.

Doku: Orta-iri daneli, yer yer de poiklitik (Şekil 3.17).

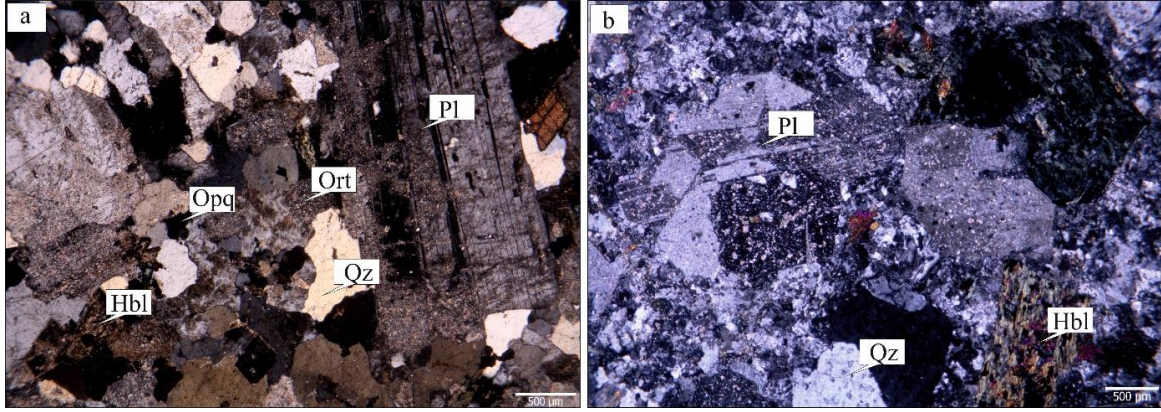
Plajiyoklas: Öz-yarı öz şekilli kristaller şeklinde görülmekte olup, yaygın olarak albit-karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Yer yer zonlanma gösteren örneklerinde genellikle halkalı zonlanma görülmektedir. Yer yer de daha küçük plajiyoklas ve mafik mineral inklüzyonları ile poiklitik dokuyu oluşturmaktadır. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

Ortoklas: Kesitlerde yoğun olarak gözlenen ortoklas mineralleri öz şekilsiz kristaller şeklinde gözlenmekte olup en yaygın ayrışma türleri serizitleşmedir.

Kuvars: Öz şekilsiz kristaller şeklinde görülen kuvars kristalleri üzerinde, gelişmiş güzel yönlerde gelişmiş kırık ve çatlak yapıları bulunmaktadır. Daha küçük şekillerde görülen kuvars kristalleri yer yer de diğer minerallerin arasını dolduran şekilde görülmektedir.

Amfibol: Kesit içerisinde en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Genellikle öz-yarı öz şekilli, levhamsı prizmatik kristaller şeklinde gözlenmekte olup, cinsi hornblenddir. Tek nikelde koyu kahveden açık yeşile doğru geçiş gösteren renk pleokroizması mevcuttur. Yer yer de küçük opak kristal inklüzyonları içerir.

Opak Mineraller: Genellikle öz şekilsiz, küçük daneler halinde ve düzensiz şekillerdedir.



Şekil 3.17. a) Uzuntarla Plütonu içerisindeki monzogranitlere ait orta-iri daneli holokristalen doku, b) mafik kapanımlar içeren plajiyoklas ve hornblend minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak).

Granodiyorit; yayılımı az olan granodiyoritler, Holomavriyas Yaylası ile Hamzaağa Yaylası arasında yüzeyleme vermektedirler. Rengi genelde açık gri olan kütle yer yer kloritleşmiş ve killeşmiştir. Kayaçlarda gözle görülebilecek büyüklükte kuvars, ortoklas ve koyu renkli mineraller yaygındır. Kayaç içerisinde koyu renkli mafik anklavlar da gözlenmektedir.

Doku: Orta-iri taneli, yer yer de poiklitik (Şekil 3.18).

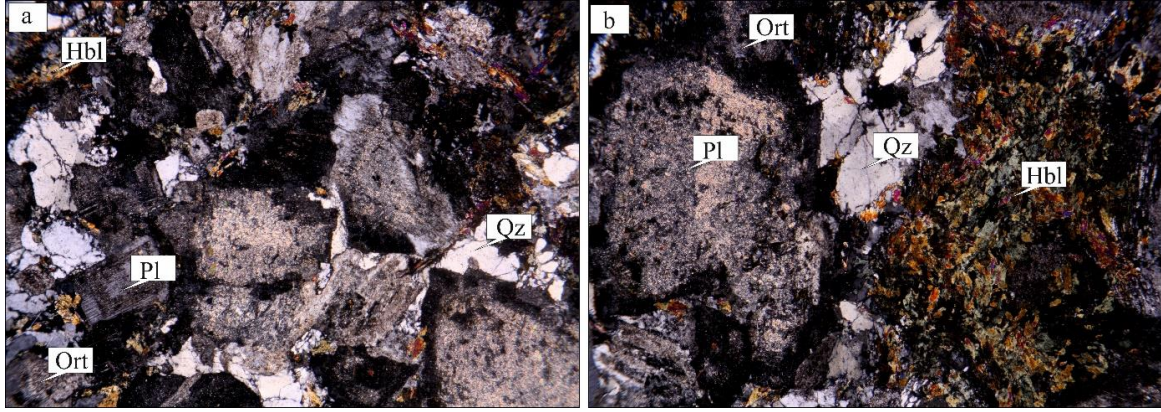
Plajiyoklas: Dikdörtgenimsi kristaller şeklinde görülen plajiyoklas mineralleri genellikle öz-yarı öz şekillidir. Kayaçlar içerisinde en bol bulunan açık renkli minerallerdir. İri kristallerin bazıları kırıklı ve çatlaklı yapıda olup, daha küçük opak mineral inklüzyonları içerirler. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

Kuvars: İrili ufaklı şekilde diğer minerallerin arasını dolduran öz şekilsiz kristaller şeklinde görülmektedir. Kesitlerin bazılarında dalgalı sönme göstermekte olup, bazı kesitlerde ki kuvarslarda da gelişmiş kırıklı yapılar bulunmaktadır.

Ortoklas: Kuvars ile birlikte diğer minerallerin arasını dolduran ortoklas kristalleri genellikle öz şekilsiz kristaller halinde gözlenir. Çoğunlukla karlsbad ikizlenmesi gösterirler. En yaygın ayrışma türü killeşmedir.

Amfibol: Öz-yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller şeklinde görülür. Çoğunlukla kahverengimsi yeşil, yeşil ve sarımsı yeşil renk pleokroizması gösterirler. Bazı mineraller alterasyon sonucunda klorite dönüşmüşlerdir. İri amfibol kristalleri, yer yer opak mineral inklüzyonları içerirler. En yaygın ayrışma türü kloritleşme ve epidotlaşmadır.

Opak mineral: İrili ufaklı öz şekilsiz kristaller halinde gözlenirler.



Şekil 3.18. a) Uzuntarla Plütönu içerisindeki granodiyoritlere ait orta-iri daneli tüm kristalli doku, b) mafik kapanımlar içeren plajiyoklas minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend).

Tonalit; çalışma alanı içerisinde, dar bir alanda yayılım göstermekte olup, Uzuntarla ile Oğlaklı arasında yüzeyleme vermektedir. Koyu renkli minerallerin yoğun olarak bulunması sonucunda gri ve koyu gri renklerde görülürler. Makro kayaç örneklere bakıldığında plajiyoklas ve hornblend mineralleri tanınabilmektedir.

Doku: Orta-iri taneli, yer yer poiklitik (Şekil 3.19).

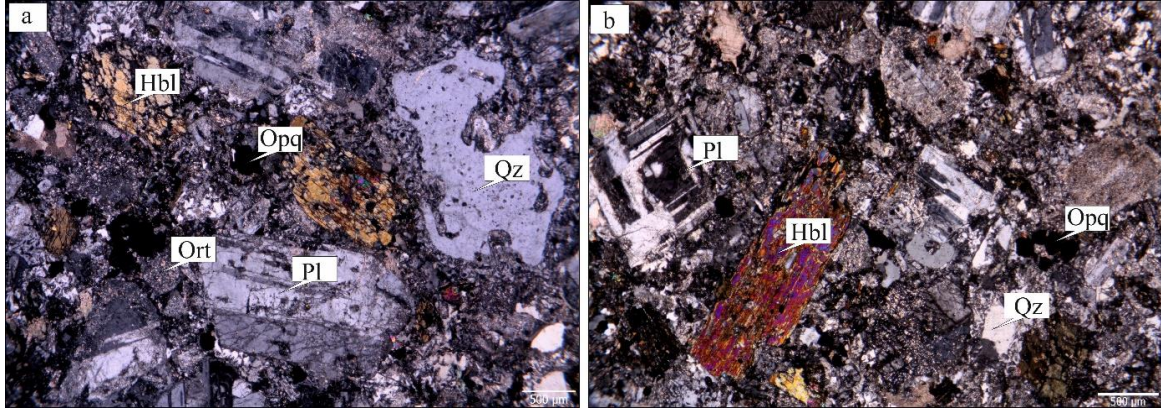
Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli iri kristaller şeklinde olup, kesitlerde en yoğun bulunan minerallerdir. Yaygın olarak albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaslarda, çoğunlukla halkalı zonlanma gözlenir. İri plajiyoklas kristallerinin daha küçük opak mineral inklüzyonları içerdikleri gözlenmektedir. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşme şeklinde görülür.

Kuvars: Ortoklas ile birlikte diğer minerallerin arasını dolduran, öz şekilsiz kristaller şeklinde görülürler. Gelişi güzel yönlerde gelişmiş çatlak ve kırıklar içeren kuvars kristalleri yer yer dalgalı sönme göstermektedir.

Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller şeklinde gözlemlenir. Çoğunlukla tek nikoldeki kirli görünümü ile plajiyoklaslardan kolaylıkla ayrılırlar. Bazı kesitlerde çok küçük taneler şeklinde görülürler. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Amfibol: Kayaç içerisinde en yoğun gözlenen koyu renkli minerallerdir. Öz-yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller şeklindedir. Açık kahve, sarımsı yeşil ve koyu yeşil renk pleokroizması gösterirler. Daha küçük opak mineral inklüzyonları içermektedirler. Bazı kesitlerde 56° lik dilinimler net olarak görülmektedir. En yaygın ayrışma türü kloritleşme ve epidotlaşmadır.

Opak mineral: İrili ufaklı öz şekilsiz kristaller halinde gözlenirler.



Şekil 3.19. a) Uzuntarla Plütönu içerisindeki tonalitlere ait orta-iri daneli tüm kristalli doku, b) mafik kapanımlar içeren plajiyoklas ve hornblend minerallerinin göstermiş olduğu poiklitik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend).

Kuvars monzodiyorit; inceleme alanında, İsmailağa Yaylası'nın güneybatısı ile Köknar'ın güneyinde mostra vermektedir. Açık-koyu grimsi tonlarda gözlenen kuvars monzodiyoritler, tonalitlerden sonra en yüksek plajiyoklas oranına sahip olup, modal analizlerde %42.8 oranında olduğu belirlenmiştir.

Doku: Orta-iri daneli (Şekil 3.20).

Plajiyoklas: Kesitlerde en bol bulunan mineral olup, öz-yarı öz şekilli iri kristaller şeklindedir. Yaygın olarak albit-karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Zonlanma gösteren plajiyoklas kristalleri çoğunlukla halkalı zonlu yapıda görülür. İri plajiyoklas kristalleri, küçük amfibol ve opak mineral inklüzyonları içerirler. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

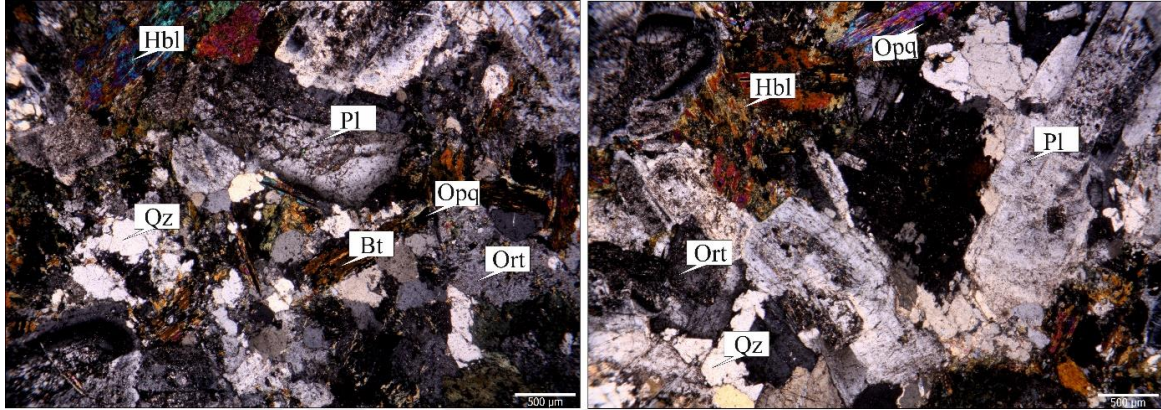
Ortoklas: Plajiyoklaslardan sonra kesitlerde yoğun olarak gözlenmekte olup, öz şekilsiz kristaller halinde görülür. Tek nikelde kirli görünümü ile plajiyoklaslardan kolaylıkla ayırt edilmektedir. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Kuvars: Öz şekilsiz kristaller halinde olup, diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Gelişi güzel gelişmiş kırık ve çatlaklar içerir.

Amfibol: Kesit içerisinde en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Öz-yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller şeklinde görülür. Cinsi hornblenddir. Tek nikelde koyu yeşil, açık-koyu kahverengi renk pleokroizması gösterir. İri hornblend kristalleri, küçük opak mineral inklüzyonları içerirler. Bazı kesitlerde birbiriyle yaklaşık 56 derecelik açılar yapan dilinimler, bazı kesitlerde ise tek yönde dilinimler belirgindir. En yaygın ayrışma türü kloritleşme ve epidotlaşmadır.

Biyotit: Hornblendlere oranla daha az oranda bulunur. Yarı öz şekilli çubuğumsu prizmatik kristaller şeklindedir. Tek nikolde koyu kahverengi renk pleokroizması gösterir. En yaygın ayrışma türü kloritleşme ve epidotlaşmadır.

Opak Mineraller: Genellikle öz şekilsiz, küçük daneler halinde ve düzensiz şekillerdedir.



Şekil 3.20. Uzuntarla Plütönu içerisindeki kuvars monzodiyoritlere ait orta-iri daneli taneli doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak).

3.1.2.2. Yaş

Birim inceleme alanında Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı birimleri keserek uyumsuz olarak yerleşmiştir. Birimin yaşı Şahin (2005) tarafından Eosen (41.2 - 42.4 My) olarak verilmiştir. Uzuntarla Plütönu içerisinde yapılan bir diğer çalışmada, Ar-Ar yöntemiyle yaşlandırılan hornblendlerden elde edilen plato yaşı 47.13 ± 0.26 My ile Eosen yaşını vermektedir (Şen vd., 2014 devam eden TÜBİTAK Projesi, yayınlanmamış veri).

3.1.3. Alüvyon

Çalışma alanı içerisinde gözlenen alüvyonlar, çevre kayaçların blok boyutundan kil boyutuna kadar değişen boyutlardaki malzemelerini içerirler.

3.2. Mavriyas Plütönu'nun Petrografisi

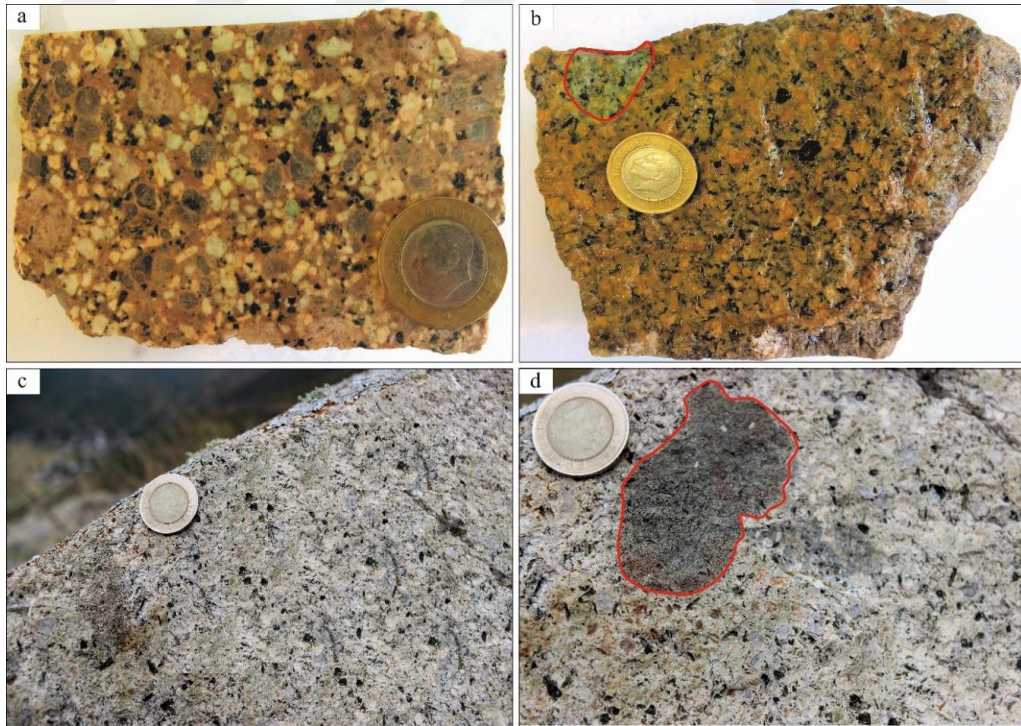
Bu bölümde çalışma alanında dar bir alanda yüzeyleme veren ve çalışmanın ana konusunu oluşturan Mavriyas Plütönu'nun mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Mavriyas Plütönu'nun, uzun eksenini kuzey-güney ve kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanım gösteren, elips şekilli yüzeylemeye sahip iki parçadan oluşan bir kütle olup (Şekil 3.2), yaklaşık 6 km²'lik bir alanda yüzeyleme vermektedir. Trabzon G44-d3 paftasının içerisinde yer alan Mavriyas Plütönu, Arpalı Yaylası'nın güneyinde, Uzuntarla'nın batısında yer almakta olup, asıl olarak Holomavriyas Yaylası civarı ile sınırlıdır. Çalışma alanı içerisinde farklı birçok dayk sistemi görölmekle birlikte, çalışmanın asıl konusu olan Mavriyas Granitoidi, Eosen birimi tarafından dayklarla kesilmektedir (Şekil 3.10).

Mavriyas Plütönu genelde sağlam bir görünüme sahip olmakla birlikte, çalışma alanı içerisinde yer yer arenalaşmalar da görölmektedir. Arenalaşmış kesimlerde kayaç kolayca parçalanmakta olup, toprağımsı bir görünüm kazanmıştır (Şekil 3.10).

Mavriyas Plütönu içerisinde yer yer mafik mikrogranüler anklavlar (MMA) gözlenmekte olup, anklavların içinde buldukları granitoidde göre daha ince daneli ve daha koyu renkte oldukları görölmektedir (Şekil 3.21 b/d).

Mavriyas Plütönu'nda, yan kayaçlarla olan dokanaklarda ince daneli porfirik dokular görölmürken, plütönu'nun merkezine doğru orta daneli dokulara geçiş göstermektedirler.



Şekil 3.21. Mavriyas Plütönu'na ait kayaçların el örnekleri. a) İri taneli monzogranit, b) Monzogranit içerisindeki ince-orta daneli kuvars monzodiyorit anklavı, c-d) İnce-iri daneli alkali feldispat granit ve içerisindeki kuvars monzodiyorit anklavı.

Makroskobik olarak ayırt edilemeyen kayaç türleri, mikroskop yardımıyla ayrılmışlardır.

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda hazırlanan ince kesitlerden Mavriyas Plütünü'na ait 8 adet örneğin modal analizi yapılmıştır (Tablo 3.2). plüton içerisinde kuvars, ortoklas, plajiyoklas, hornblend, biyotit, opak mineraller ve bazı örneklerde görülen ikincil muskovit minerallerinin modal bollukları hesaplanmış daha sonra kuvars, alkali feldispat ve plajiyoklas minerallerinin modal bollukları yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Mavriyas Plütünü'na ait kayaçların modal analizleri.

Mavriyas	Örnek No	Kayaç Adı	Pl	Qz	Or	Hbl	Bt	Ms	Opq	%Pl	%Qz	%Or
	163	Granit	13.50	33.50	49.30	2.40	-	-	1.00	14.02	34.79	51.19
	115	Granit	14.60	20.10	61.20	4.10	-	-	1.60	15.22	20.96	63.82
	158	Granit	21.20	26.00	44.00	7.90	-	0.20	0.40	23.25	28.51	48.25
	110	Monzogranit	37.00	27.00	29.20	5.60	-	-	1.60	39.70	28.97	31.33
	109-a	Monzogranit	30.30	32.00	29.00	5.10	2.30	-	1.10	33.19	35.05	31.76
	117	Granodiyorit	50.30	23.60	22.10	4.50	-	4.00	1.00	52.40	24.58	23.02
	113	Alkali Feldispat Granit	5.20	25.40	66.20	2.80	-	-	1.30	5.37	26.24	68.39
	109-b	Anklav	11.50	19.80	43.20	23.60	-	-	1.80	15.44	26.58	57.99

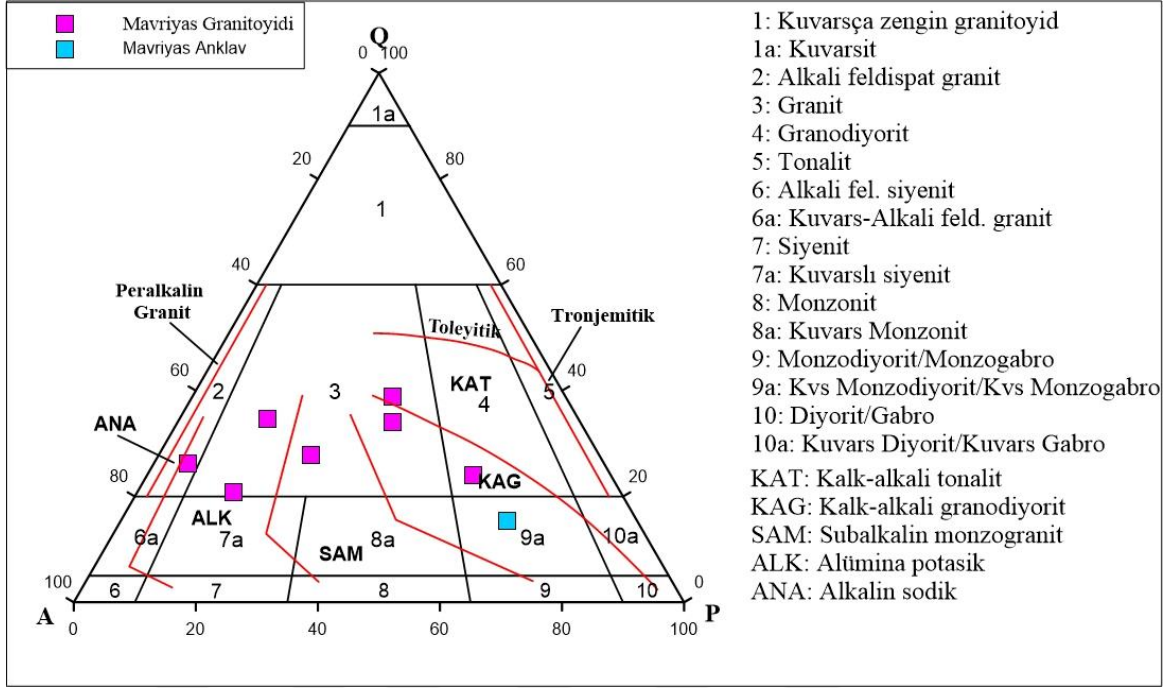
Pl: Plajiyoklas, Qz: Kuvars, Or: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Opq: Opak

Mavriyas Plütünü'na ait kayaç örnekleri modal analize dayalı QAP diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarıldığında (Şekil 3.22), Mavriyas Plütünü'na ait örneklerin granit, monzogranit, granodiyorit ve alkali feldispat granit bileşiminde kayaçlardan oluştuğu görülmektedir.

Mavriyas Plütünü'nu oluşturan kayaçların modal mineralojilerinin özeti şu şekildedir:

Granitlerde modal plajiyoklas içeriği 13.5-21.2 arasında, kuvars içeriği 20.1-33.5 arasında, ortoklas içeriği 44-61.2 arasında, hornblend içeriği 2.4-7.9 arasında ve opak mineral içeriği 0.4-1.6 arasında değişim göstermektedir (Tablo 3.2).

Monzogranitlerde modal plajiyoklas içeriği 30.3-37 arasında, kuvars içeriği 27-32 arasında, ortoklas içeriği 29-29.2 arasında hornblend içeriği 5.1-5.6 arasında, biyotit içeriği 2.3 oranında ve opak mineral içeriği ise 1.1-1.6 arasında değişim göstermektedir.



Şekil 3.22. Mavriyas Plütönu'na ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976).

Granodiyoritlerde modal plajiyoklas içeriği 50.3 oranında, kuvars içeriği 23.6 oranında, ortoklas içeriği 22.1 oranında, hornblend içeriği 4.5 oranında, ikincil muskovit içeriği 4 oranında ve opak mineral içeriği 1 oranında gözlenmektedir (Tablo 3.2).

Alkali feldispat granitlerde ise modal plajiyoklas içeriği 5.2 oranında, kuvars içeriği 25.4 oranında, ortoklas içeriği 66.2 oranında ve hornblend içeriği 2.8 ve opak mineral içeriği 1.3 oranında gözlemlenmektedir (Tablo 3.2). Buna göre, granitler ile alkali feldispat granitler en yüksek modal ortoklas içeriğine sahipken, granodiyoritler ise en yüksek modal plajiyoklas içeriğine sahiptirler.

3.2.1. Granit

İnceleme alanında, Mavriyas Plütönu'nu oluşturan granitler, Koğuktaş Yaylası'nın kuzeybatısı, Holomavriyas Yaylası ile Uzuntarla civarında yayılım göstermektedir. Plajiyoklas, kuvars ve alkali feldispat gibi açık renkli minerallerin bol bulunması nedeni ile genellikle açık gri ve pembemsi gri renkler gösterirler. Diğer granitik kayalara nazaran mafik mineral içeriklerinin daha az olması, daha açık renkte görülmeleri ve açık renkli mineral oranlarının fazla olması dolayısı ile daha kolay ayırt edilirler. Sağlam yapılı bir

görünümüne sahip olan birimde yer yer arenalaşmada görülmektedir. Makroskopik olarak plajiyoklas, kuvars ve amfibol mineralleri tanınabilmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Doku: Orta-iri taneli ve yer yer de pertitik (Şekil 3.23).

Plajiyoklas: Kesitlerde en bol bulunan mineral olup, öz ve yarı öz şekilli iri kristaller halindedir. Yaygın olarak albit, az oranda da polisentetik albit-karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Modal plajiyoklas içeriği %14.02-23.25 arasında olup, Oligoklas (An_{22-25}) ve Andezin (An_{33-35}) bileşimindedir. Bazı kesitlerde iri plajiyoklas kristalleri küçük amfibol ve opak mineral inklüzyonları içerirler. Zonlanma gösteren kristallerde yaygın olarak halkalı zonlanma görülür. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşme şeklindedir.

Kuvars: Öz şekilsiz kristaller halinde, plajiyoklaslardan sonra en bol bulunan açık renkli mineraldir. Kuvars içeriği %20.96-34.79 arasında görülmektedir. Gelişi güzel yönlere sahip kırık ve çatlaklar içerir. Genelde dalgalı sönme görülür ve yer yer de kuvarsin bir alkali feldispat ile iç içe büyümesi sonucunda oluşan yazı strüktürü belirgindir.

Ortoklas: Öz şekilsiz, nadiren de yarı öz şekilli kristaller halinde görülmektedir. Plajiyoklaslardan sonra en bol bulunan açık renkli minerallerden biri olup, ortoklas içeriği %48.25-63.82 arasındadır (Tablo 3.2). Bazı kesitlerde karlsbad ikizi belirgindir. Tek nikelde kirli görünümü ile plajiyoklaslardan kolaylıkla ayrılır. Yer yer kuvars ile birlikte diğer minerallerin arasını doldurur. Mikropertitik yapı göstermektedir. Bazı kesitlerde iri ortoklas kristalleri, daha küçük plajiyoklas, hornblend ve biyotit minerallerini içine alarak poikilitik doku oluştururlar. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

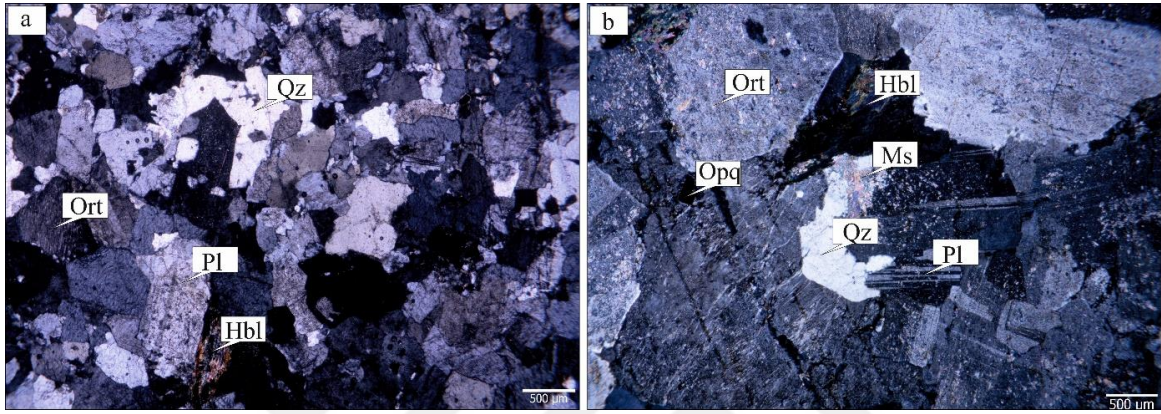
Hornblend: Öz ve yarı öz şekilli levhamsı kristaller halinde görülür. Cinsi hornblendir. Modal hornblend içeriği 2.4-7.9 arasındadır (Tablo 3.2). Genelde kayada en bol bulunan koyu renkli mineral olmasına rağmen, bazı kesitlerde biyotit daha fazladır. Bazı kesitlerde altıgen şekli ve $56-124^\circ$ açı yapan iki dilinimi belirgindir. Yönlere göre pleokroizma; z: kahverengimsi yeşil, y: yeşil, x: açık sarımsı yeşildir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları $12-156^\circ$ dir. Hornblend kristallerinin bazıları kırıklı ve parçalanmış yapıdadır. Bazı mineraller ayrışarak klorite dönüşmüşlerdir. İri kristaller, opak mineral kapanımları içerirler.

Biyotit: Öz ve yarı öz şekilli, çubuğumsu prizmatik kristaller halindedir. (001) yüzeyine paralel dilinimi belirgin olup, bu dilinime göre dik sönmelidir. Ayrışmamış

minerallerde pleokroizma; x: sarımsı kahverengi, z ve y: kahverengimsi kırmızıdır. Bazı kesitlerde kenarlardan itibaren kısmen ayrışarak klorite dönüşmüş olarak gözlenmektedir.

Muskovit: İkincil olarak gözlenen muskovitler çoğunlukla diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Genellikle öz şekilsiz, küçük taneler halinde, çapraz nikoldeki girişim renkleri ile kolaylıkla diğerlerinden ayrılır. En yaygın ayrışma türü killeşme şeklindedir.

Opak Mineraller: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde bulunurlar.



Şekil 3.23. a) Mavriyas Plütünü içerisindeki granitlere ait ince-orta daneli holokristalen doku, b) ortoklaslarda gözlenen pertitleşmelerin oluşturduğu pertitik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Ms: Muskovit, Opq: Opak).

3.2.2. Monzogranit

İnceleme alanında, Mavriyas Plütünü'nu oluşturan monzogranitler, Holomavriyas Yaylası ile Aşağı Mavriyas Yaylası arasında yüzeyleme vermektedir. Plajiyoklas, kuvars ve alkali feldispat gibi açık renkli minerallerin bol bulunması nedeni ile genellikle açık gri ve pembemsi gri renkler gösterirler. Sağlam yapılı bir görünüme sahip olan birimde yer yer arenalaşmalar gözlenmektedir. Makroskopik olarak plajiyoklas, kuvars ve amfibol mineralleri tanınabilmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Doku: Orta-iri taneli ve yer yer de poiklitik (Şekil 3.24).

Plajiyoklas: Kesitlerde en bol bulunan mineral olup, öz ve yarı öz şekilli iri kristaller halindedir. Örneklerdeki modal plajiyoklas içeriği %33.19-39.70 arasındadır (Tablo 3.2). Yaygın olarak albit ikizlenmesi gösterirler. Oligoklas (An_{22-25}) ve Andezin (An_{33-35})

bileşimindedir. Bazı kristallerde yaygın olarak halkalı zonlanma görülür. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşme şeklindedir.

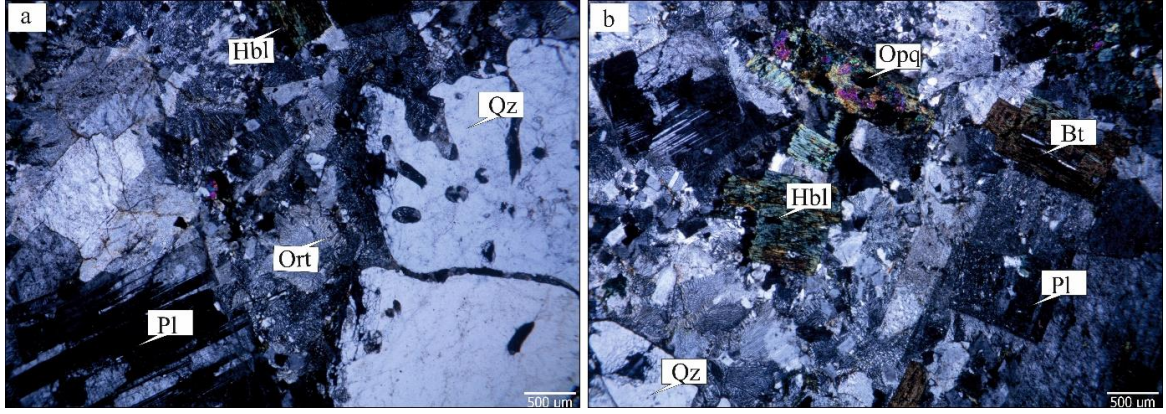
Kuvars: Öz şekilsiz kristaller halinde gözlenmektedir. Kayaçların kuvars içeriği %28.97-35.05 arasındadır. Gelişi güzel yönlere sahip kırık ve çatlaklar içerir. Yer yer dalgalı sönme görülürken, bazen de kuvarsın bir alkali feldispat ile iç içe büyümesi sonucunda oluşan yazı dokusu yaygındır.

Ortoklas: Öz şekilsiz, nadiren de yarı öz şekilli kristaller halinde görülmektedir. Plajiyoklaslardan sonra en bol bulunan açık rekli mineral olup, miktarı %31.33-31.76 arasındadır. Bazı kesitlerde karlsbad ikizi belirgindir. Tek nikolde kirli görünümü ile plajiyoklasdan kolaylıkla ayrılır. Yer yer kuvars ile birlikte diğer minerallerin arasını doldurur. Mikropertitik yapı göstermektedir. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Hornblend: Yarı öz şekilli levhamsı kristaller halinde görülür. İncelenen amfibollerin cinsi hornblendir. Genellikle biyotitlere nazaran daha bol bulunurlar ve örneklerdeki hornblend içeriği 5.1-5.6 arasındadır (Tablo 3.2). Bazı kesitlerde altıgen şekli ve $56-124^\circ$ açı yapan iki dilinimi nettir. Yönlere göre pleokroizması; z: kahverengimsi yeşil, y: yeşil, x: açık sarımsı yeşildir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları $12-156^\circ$ dir. Bazı mineraller ayrışarak klorite dönüşmüşlerdir. İri kristaller, opak mineral kapanımları içerirler.

Biyotit: Öz ve yarı öz şekilli, çubuğumsu prizmatik kristaller halindedir. (001) yüzeyine paralel dilinimi belirgin olup, bu dilinime göre dik sönmelidir. Ayrışmamış minerallerde pleokroizma şöyledir; x: sarımsı kahverengi, z ve y: kahverengimsi kırmızıdır. Bazı kesitlerde kenarlardan itibaren kısmen ayrışarak klorite dönüşmüş olarak gözlenmektedir.

Opak Mineraller: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde bulunurlar.



Şekil 3.24. a) Mavriyas Plütönu içerisindeki monzogranitlere ait orta-iri daneli doku b) mafik mineraller üzerinde, küçük opak minerallerin oluşturduğu poiklitik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Bt: Biyotit, Opq: Opak).

3.2.3. Granodiyorit

Mavriyas Plütönu içerisinde yayılımı en az olan kayalar oluşturulan granodiyoritler, yukarı Holomavriyas Yaylası civarında, dar bir alanda yüzeyleme verirler. Genellikle rengi açık gri ve yer yer pembemsi olan bu birimde yer yer killeşmeler de görülmektedir. Çatlaklı bir yapıya sahip olan bu kayalar gözle görülebilecek büyüklükte kuvars, plajiyoklas ve koyu renkli minerallerden oluşmaktadır.

Doku: Holokristalen porfirik ince-orta daneli, yer yer de poiklitik (Şekil 3.25).

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde bulunur. İncelenen kesitler içerisinde, açık renkli mineral olarak yoğun şekilde gözlenmekte olup, modal plajiyoklas içeriği % 52.40 oranındadır. Büyük plajiyoklas kristalleri üzerinde yer yer hornblend ve mafik mineral kapanımları görülmektedir. Plajiyoklas kristallerinde yer yer halkalı zonlanmalar görülmektedir. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

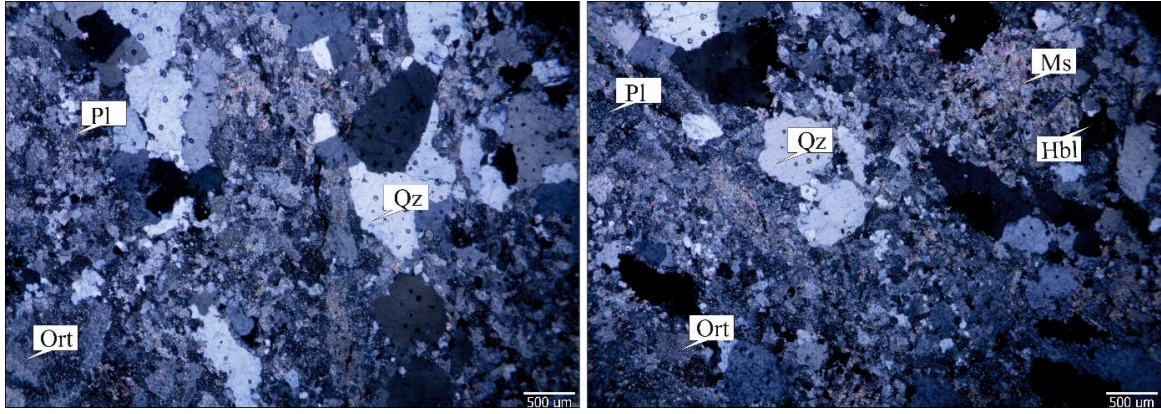
Kuvars: Öz şekilsiz olarak görülen fenokristaller kırıklı ve çatlaklı bir yapıdadır. Bazı kesitlerde de dalgalı sönme göstermektedir. Ayrıca irili ufaklı küçük kristaller şeklinde görülen kuvars mineralleri de diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Kuvars içeriği modal analizlerde % 24.58 oranında tespit edilmiştir.

Ortoklas: Öz şekilsiz olarak görülen ortoklas, yer yer fenokristal olarak yer yer de irili ufaklı kristaller şeklinde görülürler. Karlsbad ikizlenmesi gösteren ortoklas mineralleri çoğunlukla küçük daneli opak mineral inklizyonları içerir. Modal ortoklas içeriği %68.39 oranındadır (Tablo 3.2). En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Hornblend: Genellikle yarı öz şekilli levhamsı ya da öz şekilsiz küçük kristaller şeklinde görülür. Bazı kesitlerde iki yönlü dilinimleri gözlenmekle birlikte, çoğunlukla küçük kristaller şeklinde ve diğer mineraller üzerinde inklüzyon şeklinde gözlenir ve poiklitik doku oluşturur. Bazı mineraller ayrışarak klorite yer yer de epidota dönüşmüşlerdir. Kayaçtaki hornblend içeriği % 4.5 oranındadır.

Muskovit: İkincil olarak gözlenen muskovit kristalleri çoğunlukla diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Genellikle öz şekilsiz, küçük daneler halinde, çapraz nikoldeki girişim renkleri ile kolaylıkla diğerlerinden ayrılır. En yaygın ayrışma türü killeşme şeklindedir.

Opak Mineraller: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde bulunurlar.



Şekil 3.25. Mavriyas Plütönu içerisindeki granodiyoritlere ait ince-orta daneli holokristalen porfirik doku (Pl:plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Ms: Muskovit).

3.2.4. Alkali Feldispat Granit

İnceleme alanı içerisinde Holomavriyas Yaylası civarında yüzeyleme veren alkali feldispat granitler, genelde açık gri yer yer de pembemsi renklerde görülmektedir. Bol çatlaklı olan alkali feldispat granitler yer yer de ayrışma göstermektedir. Alkali feldispat granitler makro örneklerinde gözle görülebilecek büyüklükte kuvars, feldispat ve mafik mineraller içermektedir. Genellikle koyu renkli mafik anklavlar da içerirler.

Doku: İnce-orta taneli (Şekil 3.26).

Plajiyoklas: Kesitlerde en az oranda bulunan mineral olup, öz-yarı öz şekilli iri kristaller şeklindedir. Yaygın olarak albit, az oranda da karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Plajiyoklas kristallerinde zonlanmalarda görülmekte olup, halkalı zonlanma şeklindedir. En

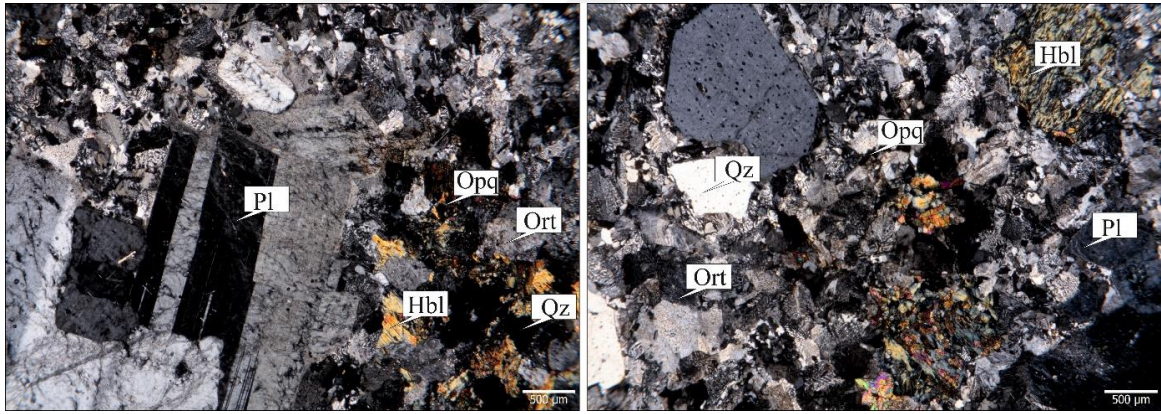
yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir. Modal plajiyoklas içeriği % 5.37 oranındadır (Tablo 3.2).

Kuvars: Plajiyoklaslara oranla daha fazla ve küçük-orta taneler şeklinde görülür. Öz şekilsiz kristaller halinde görülen kuvars kristalleri daha önce oluşmuş kristallerin aralarındaki boşlukları doldurur ve ortoklaslarla iç içe bulunur. Modal kuvars içeriği % 26.24 oranındadır.

Ortoklas: Kesitlerde en bol bulunan mineral olup, öz şekilsiz nadiren de yarı öz şekilli kristaller halindedir. Tek nikolde kirli görünümüyle plajiyoklaslardan kolaylıkla ayrılır. Modal ortoklas içeriği % 68.39 oranındadır. Genellikle ortoklasla plajiyoklas arasında mirmekitik oluşumlar gözlenmiştir. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Hornblend: Kayaç içerisinde en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Öz ve yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller şeklindedir. Modal hornblend içeriği % 2.8 oranındadır. Tek nikolde açık sarı, açık yeşil ve koyu kahve renk pleokroizması gösterir. Yer yer opak mineral inklizyonları içermektedir. En yaygın ayrışma türü kloritleşmedir.

Opak Mineraller: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde bulunurlar.



Şekil 3.26. Mavriyas Plütünü içerisindeki alkali feldispat granitlere ait daneli doku (Pl: plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak).

3.2.3. Anklavlar (Mafik Mikrogranüler Anklavlar)

Didier ve Barbarin (1991a) sınıflamasına uygun olarak adlandırılmış olan anklavlar, ksenolit ve mafik mikrogranüler anklav olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Ksenolitler daha çok yan kayaç parçalarına ait, dokanağı keskin, düzensiz şekilli ve kontak metamorfik doku ve mineraller içeren anklavlar iken, MMA'lar daha çok oval şekilli ve ince taneli magmatik

dokuya sahiptirler. Oval şekilli olmaları ilksel fiziksel özelliklerinden ve magmatik hareketlilik kabiliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

Mavriyas Plütönu, genellikle oval şekilli, boyutları dm'den cm'ye değişen ve ince taneli magmatik dokuya sahip MMA'lar içermektedir (Şekil 3.21 b/d). Ana kaya ile keskin sınırları olan MMA'larda herhangi bir metamorfizma izi ya da metamorfizma minerali gözlenmemiştir.

MMA'lar içinde buldukları ana kayaca göre daha fazla ferromagnezyen mineraller (biyotit, hornblend) içermekte olup, buldukları ana kayaya göre daha küçük tane boyutuna sahiptirler (Şekil 3.21b).

Mavriyas Plütönu içerisinde gözlenen MMA'lar ana kaya bileşimine benzerlik gösterdiklerinden ilksel görünümünü korumuşlardır (Şekil 3.21b/d).

3.2.5.1. Petrografik İnceleme

Mavriyas Plütönu içerisindeki örneklerden 1 adet mafik mikrogranüler anklav örneğinin modal analiz sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Yapılan modal analize göre, Mavriyas Plütönu'na ait MMA örneğinin bileşimi kuvars monzodiyorit olarak belirlenmiştir (Şekil 3.27b).

Mavriyas Plütönu içerisindeki MMA örneğinin modal bileşenleri dikkate alındığında, modal plajiyoklas içeriği 11.50, kuvars içeriği 19.80, ortoklas içeriği 43.2 ve hornblend içeriği 23.6 oranlarında gözlemlenmiştir.

Kuvars monzodiyorit bileşimindeki MMA örneğinin mikroskobik incelemesi sonucu elde edilen özellikler aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

Doku: İnce daneli (Şekil 3.27b)

Plajiyoklas: Öz-yarı öz şekilli küçük kristaller şeklinde olup genellikle zonlu doku gösterirler. Yapılan mineral kimyası sonuçlarına göre bileşiminin An_{8.63-9.34} içerikli albit olduğu belirlenmiş olup modal plajiyoklas %15.44 oranındadır (Tablo 3.2). En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

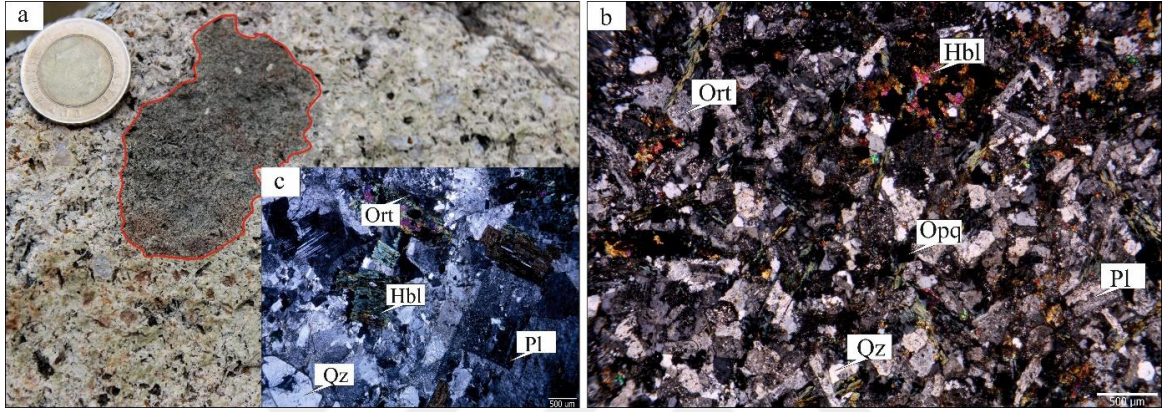
Kuvars: Küçük kristaller şeklinde, diğer minerallerin arasını dolduran şekillerde görülmektedir. Dalgalı sönme göstermekte olup, modal kuvars içeriği %26.58 oranında tespit edilmiştir.

Ortoklas: Küçük kristaller şeklinde olup bolluk miktarı en fazla olan kayaç yapıcı mineraldir. Modal ortoklas içeriği %57.99 oranında tespit edilmiştir. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Hornblend: Öz-yarı öz şekilli kristaller şeklinde görülmektedir. Kesitlerde yoğun olarak gözlenen mafik mineral olup, yer yer opak mineral kapanımları içermektedir. En yaygın ayrışma türü kloritleşmedir.

Opak mineral: Bol miktarda, küçük kristaller şeklinde gözlenirler, genel olarak mafik minerallerin etrafında yoğunlaşırlar.

Kayaç adı: Kuvars monzodiyorit (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. (a) Monzogranit ana kayacı, (b) içerisindeki kuvars monzodiyorit bileşimli mafik mikrogranüler anklavı (MMA) mikrogranüler doku ve (c) ana kayaca ait holokristalen taneli doku (Plj: Plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak.)

3.2.4. Damar Kayaçları

Mavriyas Plütönu'nu oluşturan birimler yer yer porfir gibi damar kayaçları da içermektedirler.

3.2.4.1. Porfirler

İnceleme alanı içerisinde İsmailağa Yaylası'nın güneyi ile Ablanyas Yaylası'nın kuzeyi, Holomavriyas Yaylası'nın güneyi ile Karaçam'ın batısı arasında geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Porfir örnekleri el numunelerinde porfirik doku sergilerler. Makroskobik olarak plajiyoklas, kuvars, ortoklas ve hornblend mineralleri tanınabilmektedir. Hamur ince taneli, gri-pembemsi gri renklerde gözlenmektedir.

Doku: İnce-orta taneli porfirik (Şekil 3.28).

Plajiyoklas: Kesitlerde en fazla bulunan mineral olup, hem öz şekilli iri kristaller şeklinde, hem de hamurda mikrokristaller şeklinde görülmektedir. Yaygın olarak albit, az

oranda da karlsbad ikizlenmesi gösterirler. İri plajiyoklas kristallerinde halkalı zonlanma da görülmektedir. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir.

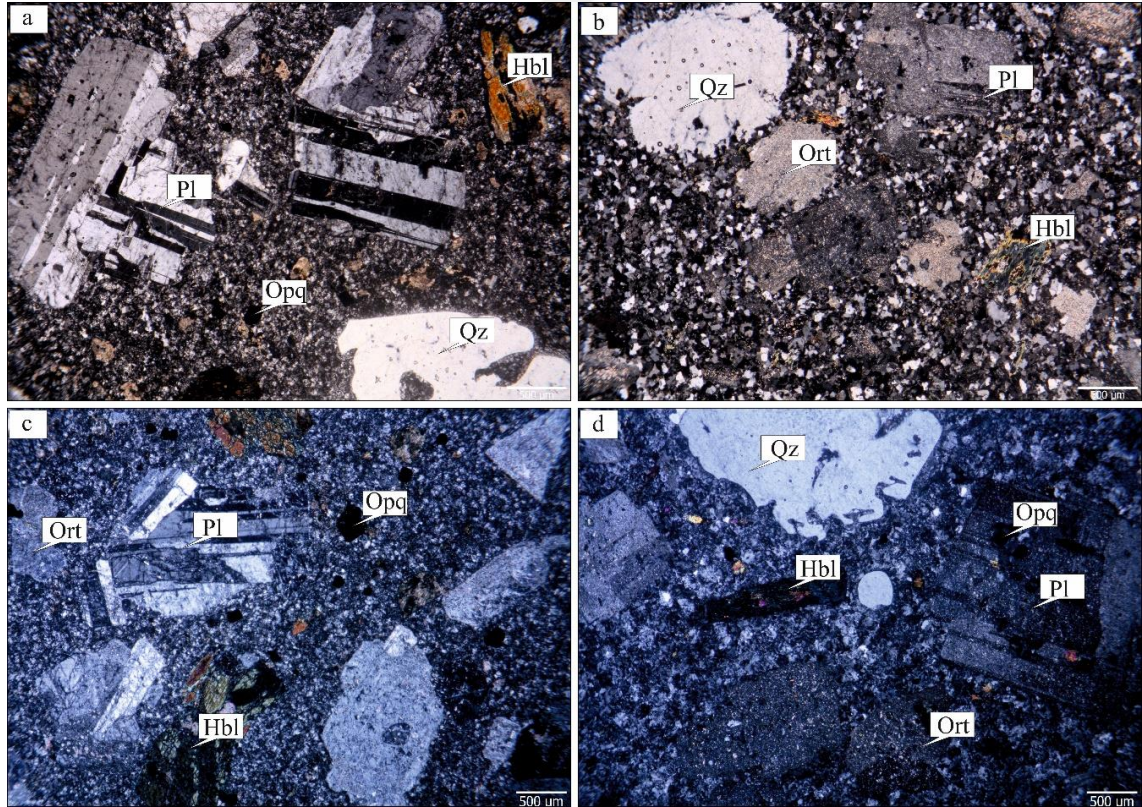
Kuvars: Plajiyoklaslara oranla daha az ve genellikle küçük kristaller şeklinde, bazı kesitlerde ise iri kristaller şeklindedir. İri kuvars kristallerinin kenar kısımları hamur tarafından yenmiş olup, genelde dalgalı sönme gösterir.

Ortoklas: Hamurda küçük kristaller halinde, yer yer de iri kristaller şeklinde gözlenmektedir. Genellikle karlsbad ikizlenmesi gösterirler. En yaygın ayrışma türü serizitleşmedir.

Amfibol: Kayaç içerisinde en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Öz ve yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller şeklindedir. Tek nikolde açık sarı, açık yeşil ve koyu kahve renk pleokroizması gösterir. En yaygın ayrışma türü kloritleşmedir.

Opak Mineraller: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde bulunurlar.

Kayaç adı: Granodiyorit porfir (Şekil 3.28a).



Şekil 3.28. Mavriyas ve Uzuntarla Plütonları içerisindeki porfir örneklerine ait ince-orta taneli porfirik dokular. a) granodiyorit porfir, b-d) Monzogranit porfir, c) Granit porfir. (Pl: plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak).

3.3. Mavriyas Plütönu'nun Mineral Kimyası

Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalardaki plajiyoklas, K-feldispat, amfibol, klorit ve Fe-Ti oksit minerallerine ait mikrokimyasal özellikler aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Plajiyoklas

İncelenen Mavriyas Plütönu'nu (Geç Kretase) oluşturan kayalar ve içlerindeki kuvars monzodiyorit bileşimli MMA'ların tümünde plajiyoklas mineralleri yoğun olarak gözlenmiştir. Plajiyoklas mineralleri genellikle ince-uzun ve öz-yarı öz şekilli kristal formunda olup, yer yer opak mineral kapanımları da içermektedir.

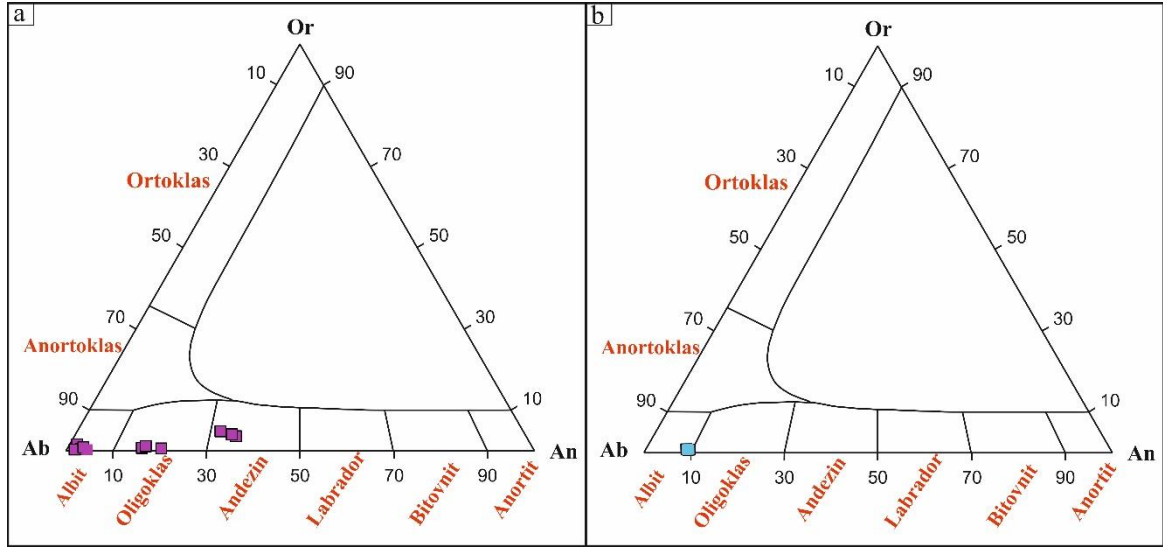
Analizi yapılan Granitoyidik kayalar ve bu kayalar içerisinde bulunan MMA örneklerinin plajiyoklas minerallerine ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir.

Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalardaki plajiyoklasların SiO₂ içerikleri %59.51-71.06 arasında, Al₂O₃ içerikleri %19.67-25.04 arasında, Na₂O içerikleri %7.41-11.77 arasında, CaO içerikleri %0.33-7.48 arasında ve K₂O içerikleri %0.05-0.87 arasında değişmektedir (Tablo 3.3). Bu kayalar içerisinde yer alan MMA'lardaki plajiyoklasların, SiO₂ içeriklerinin %65.39-66.91 arasında, Al₂O₃ içeriklerinin %20.35-21.07 arasında, Na₂O içerikleri %10.30-11.22 arasında, CaO içerikleri %0.1.90-2.07 arasında ve K₂O içeriklerinin de %0.12-0.15 arasında değişim gösterdikleri görülmektedir (Tablo 3.3).

Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalarda gözlenen plajiyoklasların bileşimleri genellikle albit, oligoklas ve andezindir (Şekil 3.29a). Albit olanlarda bileşim An_{1.53-4.32} Ab_{95.40-98.05} Or_{0.28-1.61} arasında, Andezin olanlarda bileşim An_{30.58-34.50} Ab_{61.90-64.60} Or_{3.60-4.81} arasında ve Oligoklas olanlarda bileşim An_{15.82-20.03} Ab_{79.39-83.47} Or_{0.58-1.14} arasında değişmektedir. Plütön içerisinde gözlenen MMA'ların plajiyoklas bileşimleri ise genellikle albit bileşiminde olup An_{8.63-9.34} Ab_{89.90-90.54} Or_{0.71-0.83} arasında değişim göstermektedir (Tablo 3.3; Şekil 3.29b).

Tablo 3.3. Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalardaki plajiyoklaslar ile kayaç içerisindeki anklavlara ait mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç Örnek No	Monzogranit 109a						Monzogranit 162						Kuvars Monzodiyorit 109b			
	SiO ₂	64.435	63.968	66.419	60.819	59.509	59.802	70.118	71.064	70.388	70.397	70.056	68.727	65.392	66.913	66.325
TiO ₂	0.000	0.007	0.006	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.014	0.000	0.000	0.006
Al ₂ O ₃	21.458	22.715	21.701	24.150	25.044	24.857	19.992	19.780	19.787	19.669	19.911	19.963	20.348	21.067	20.601	20.969
Cr ₂ O ₃	0.015	0.043	0.005	0.012	0.019	0.009	0.000	0.000	0.002	0.000	0.004	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000
FeO	0.058	0.009	0.183	0.145	0.180	0.138	0.040	0.000	0.035	0.045	0.068	0.256	0.030	0.003	0.044	0.032
MnO	0.008	0.036	0.000	0.032	0.000	0.028	0.004	0.006	0.021	0.038	0.004	0.000	0.008	0.042	0.050	0.000
NiO	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	0.035	0.003	0.003	0.018	0.000	0.000	0.010
MgO	0.000	0.000	0.003	0.010	0.004	0.015	0.005	0.003	0.005	0.000	0.007	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001
CaO	3.425	4.467	3.653	6.598	7.478	7.383	0.626	0.330	0.654	0.355	0.690	0.957	1.896	2.070	1.918	2.027
Na ₂ O	9.987	9.782	10.099	7.701	7.414	7.640	11.608	11.571	11.774	11.766	11.299	11.663	10.304	11.010	11.116	11.222
K ₂ O	0.128	0.109	0.213	0.872	0.655	0.753	0.069	0.293	0.080	0.059	0.151	0.052	0.123	0.141	0.155	0.149
Toplam	99.515	101.171	102.289	100.373	100.305	100.676	102.476	103.047	102.746	102.364	102.203	101.646	98.158	101.277	100.210	101.325
Formül 8 üzerinden hesaplanmıştır.																
Si	2.859	2.804	2.869	2.709	2.658	2.665	2.990	3.010	2.996	3.004	2.994	2.966	2.924	2.908	2.914	2.907
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	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	1.122	1.173	1.105	1.268	1.318	1.305	1.005	0.987	0.992	0.989	1.003	1.015	1.072	1.079	1.067	1.074
Fe ⁺²	0.002	0.000	0.007	0.005	0.007	0.005	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.009	0.001	0.000	0.002	0.001
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.163	0.210	0.169	0.315	0.358	0.352	0.029	0.015	0.030	0.016	0.032	0.044	0.091	0.096	0.090	0.094
Na	0.859	0.831	0.846	0.665	0.642	0.660	0.960	0.950	0.972	0.973	0.936	0.976	0.893	0.928	0.947	0.946
K	0.007	0.006	0.012	0.050	0.037	0.043	0.004	0.016	0.004	0.003	0.008	0.003	0.007	0.008	0.009	0.008
Toplam	5.012	5.025	5.007	5.012	5.021	5.031	4.989	4.979	4.995	4.987	4.976	5.015	4.989	5.019	5.028	5.032
An	15.821	20.032	16.466	30.585	34.500	33.399	2.885	1.526	2.964	1.632	3.239	4.324	9.167	9.340	8.631	9.003
Ab	83.474	79.387	82.392	64.602	61.902	62.546	96.739	96.863	96.604	98.046	95.916	95.395	90.128	89.905	90.541	90.209
Or	0.705	0.581	1.141	4.813	3.598	4.055	0.377	1.611	0.431	0.321	0.845	0.281	0.705	0.755	0.828	0.789
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas																



Şekil 3.29. (a) Mavriyas Plütönu'na ait kayalardaki plajiyoklasların ve (b) içerisindeki anklavların Ab-An-Or Üçgen diyagramı (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.3.2. K-Feldispat

Mavriyas Plütönu'nu (Geç Kretase) oluşturan kayalar ve içlerindeki kuvars monzodiyorit bileşimindeki MMA'ların tümünde K-feldispat mineralleri gözlenmiştir. K-feldispat mineralleri genellikle toprağımsı kirli görünümü ile kolayca ayırt edilmekte olup, yer yer opak mineral inklüzyonları da içermektedir. Analizi yapılan plütönik kayalar ve bu plütönik kayalar içerisindeki MMA örneklerinin K-feldispatlarına ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.4'de verilmiştir.

Mavriyas Plütönu'na ait kayalarda gözlenen ortoklasların SiO_2 içerikleri %50.85-68.05 arasında, Al_2O_3 içerikleri %17.16-30.27 arasında, Na_2O içerikleri %0.05-3.30 arasında, CaO içerikleri %0.00-1.75 arasında ve K_2O içerikleri %9.31-15.88 arasında değişmektedir (Tablo 3.4). Plütönik kayalar içerisinde yer alan MMA'lardaki ortoklasların, SiO_2 içeriklerinin %65.08-66.36 arasında, Al_2O_3 içeriklerinin %18.01-18.38 arasında, Na_2O içerikleri %0.65-2.29 arasında, CaO içerikleri %0.00-0.05 arasında ve K_2O içeriklerinin de %13.64-15.55 arasında değişim gösterdikleri görülmektedir (Tablo 3.4).

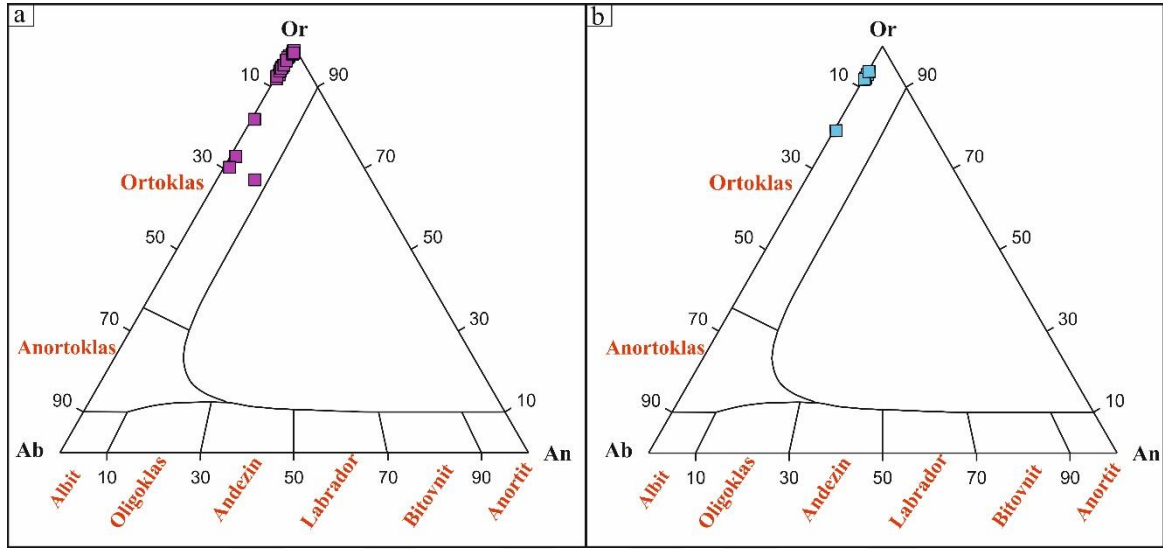
Tablo 3.4. Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalardaki K-feldispatlara ait mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Monzogranit							Granit							
	109a							115							
Örnek No															
SiO ₂	65.845	64.212	67.328	67.020	65.889	64.998	68.051	62.979	63.515	62.824	62.656	62.699	63.216	62.217	63.018
TiO ₂	0.014	0.003	0.000	0.032	0.019	0.000	0.000	0.001	0.015	0.006	0.001	0.000	0.006	0.010	0.008
Al ₂ O ₃	17.966	19.182	18.561	17.842	18.166	18.054	18.124	17.664	17.328	17.496	17.461	17.516	17.175	17.325	17.461
Cr ₂ O ₃	0.006	0.005	0.013	0.021	0.000	0.017	0.000	0.003	0.000	0.054	0.000	0.010	0.000	0.000	0.038
FeO	0.039	0.033	0.086	0.001	0.058	0.072	0.093	0.042	0.088	0.012	0.000	0.002	0.038	0.208	0.014
MnO	0.004	0.000	0.008	0.020	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
NiO	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.006	0.008	0.031	0.000	0.020	0.019	0.010	0.012	0.000	0.036
MgO	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.021	0.017	0.003	0.003	0.000	0.005	0.005	0.005	0.014
CaO	0.019	1.752	0.226	0.043	0.068	0.000	0.228	0.015	0.027	0.000	0.000	0.008	0.021	0.022	0.011
Na ₂ O	0.398	3.010	2.988	0.846	0.743	0.584	3.296	0.372	0.235	0.641	0.761	0.629	0.475	0.527	0.489
K ₂ O	15.879	12.276	12.619	14.870	15.321	15.634	12.164	14.556	14.714	14.389	14.139	14.377	14.069	14.341	14.433
Toplam	100.170	100.519	101.844	100.700	100.369	99.366	101.985	95.680	95.950	95.471	95.048	95.290	95.045	94.669	95.551
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	3.026	2.935	3.013	3.046	3.019	3.014	3.034	3.018	3.035	3.019	3.020	3.018	3.041	3.018	3.024
Ti	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.973	1.033	0.979	0.956	0.981	0.987	0.952	0.998	0.976	0.991	0.992	0.994	0.974	0.990	0.987
Fe ⁺²	0.002	0.001	0.003	0.000	0.002	0.003	0.003	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008	0.001
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Ca	0.001	0.086	0.011	0.002	0.003	0.000	0.011	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
Na	0.035	0.267	0.259	0.075	0.066	0.052	0.285	0.035	0.022	0.060	0.071	0.059	0.044	0.050	0.045
K	0.931	0.716	0.720	0.862	0.896	0.925	0.692	0.890	0.897	0.882	0.870	0.883	0.863	0.887	0.884
Toplam	4.969	5.038	4.986	4.942	4.968	4.980	4.978	4.944	4.936	4.953	4.953	4.955	4.925	4.955	4.943
An	0.097	8.033	1.095	0.224	0.346	0.000	1.102	0.084	0.148	0.000	0.000	0.043	0.121	0.120	0.060
Ab	3.663	24.966	26.174	7.940	6.837	5.369	28.849	3.733	2.361	6.343	7.557	6.227	4.871	5.285	4.893
Or	96.241	67.001	72.731	91.836	92.816	94.631	70.049	96.183	97.491	93.657	92.443	93.729	95.008	94.595	95.047
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas															

Tablo 3.4.'ün devamı.

Kayaç Örnek No	Granit				Monzogranit						MMA (Kuvars Monzodiyorit)					
	115				162						109b					
SiO ₂	62.913	62.707	65.122	65.265	51.338	51.885	65.134	52.550	50.968	50.852	65.420	65.297	66.365	65.219	65.119	65.079
TiO ₂	0.010	0.008	0.016	0.000	0.020	0.018	0.011	0.048	0.043	0.028	0.012	0.009	0.000	0.011	0.022	0.000
Al ₂ O ₃	17.161	17.735	18.174	17.994	30.027	30.271	18.227	29.743	30.061	29.314	18.193	18.241	18.385	18.140	18.209	18.015
Cr ₂ O ₃	0.019	0.000	0.002	0.010	0.000	0.000	0.037	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000
FeO	0.015	0.000	0.535	0.012	2.823	2.845	0.090	2.904	2.806	3.007	0.000	0.431	0.052	0.008	0.161	0.070
MnO	0.000	0.000	0.017	0.017	0.000	0.004	0.065	0.039	0.023	0.021	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015
NiO	0.002	0.000	0.006	0.000	0.059	0.037	0.002	0.006	0.000	0.000	0.001	0.000	0.014	0.008	0.000	0.000
MgO	0.012	0.000	0.006	0.010	1.321	1.309	0.020	1.414	1.305	1.466	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
CaO	0.000	0.006	0.030	0.019	0.063	0.072	0.100	0.045	0.063	0.091	0.011	0.003	0.054	0.000	0.000	0.001
Na ₂ O	0.557	0.284	0.486	0.375	0.054	0.090	1.780	0.058	0.042	0.066	0.824	0.665	2.292	0.735	0.868	0.647
K ₂ O	14.211	14.559	15.147	15.638	9.306	9.341	12.597	9.364	9.532	9.449	15.366	15.550	13.639	15.469	15.355	15.415
Toplam	94.901	95.304	99.568	99.359	95.035	95.908	98.074	96.189	94.899	94.360	99.880	100.217	100.828	99.626	99.741	99.242
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																
Si	3.035	3.016	3.011	3.022	2.471	2.474	3.019	2.496	2.461	2.473	3.014	3.006	3.011	3.014	3.007	3.017
Ti	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Al	0.976	1.005	0.990	0.982	1.703	1.701	0.996	1.665	1.711	1.680	0.988	0.990	0.983	0.988	0.991	0.984
Fe ⁺²	0.001	0.000	0.021	0.000	0.114	0.113	0.003	0.115	0.113	0.122	0.000	0.017	0.002	0.000	0.006	0.003
Mg	0.001	0.000	0.000	0.001	0.095	0.093	0.001	0.100	0.094	0.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.004	0.005	0.002	0.003	0.005	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Na	0.052	0.026	0.044	0.034	0.005	0.008	0.160	0.005	0.004	0.006	0.074	0.059	0.202	0.066	0.078	0.058
K	0.875	0.893	0.893	0.924	0.571	0.568	0.745	0.567	0.587	0.586	0.903	0.913	0.790	0.912	0.905	0.912
Toplam	4.939	4.941	4.961	4.964	4.963	4.962	4.930	4.954	4.976	4.981	4.979	4.985	4.991	4.980	4.988	4.975
An	0.000	0.032	0.156	0.098	0.560	0.632	0.548	0.400	0.547	0.791	0.056	0.014	0.263	0.000	0.000	0.007
Ab	5.617	2.875	4.641	3.512	0.861	1.437	17.583	0.924	0.668	1.039	7.530	6.101	20.292	6.738	7.913	6.000
Or	94.383	97.093	95.203	96.390	98.579	97.931	81.869	98.676	98.785	98.171	92.415	93.885	79.445	93.262	92.087	93.994
Fe+2 toplam Fe olarak alınmıştır. An: Anortit, Ab: Albit, Or: Ortoklas																

İncelenen örneklerdeki K-feldispatlar ortoklas bileşiminde olup (Şekil 3.30a), ortoklaslarda kimyasal zonlanma gözlenmemektedir. Mavriyas Plütönu'ndaki ortoklasların bileşimi $Or_{67.00-98.78}$ arasında değişirken, içerdikleri MMA'larda $Or_{79.44-93.99}$ arasında değişmektedir (Tablo 3.4; Şekil 3.30b).



Şekil 3.30. (a) Mavriyas Plütönu'na ait kayalardaki K-feldispatların ve (b) içerisindeki anklavların Ab-An-Or Üçgen diyagramı (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.3.3. Fe-Ti Oksitler

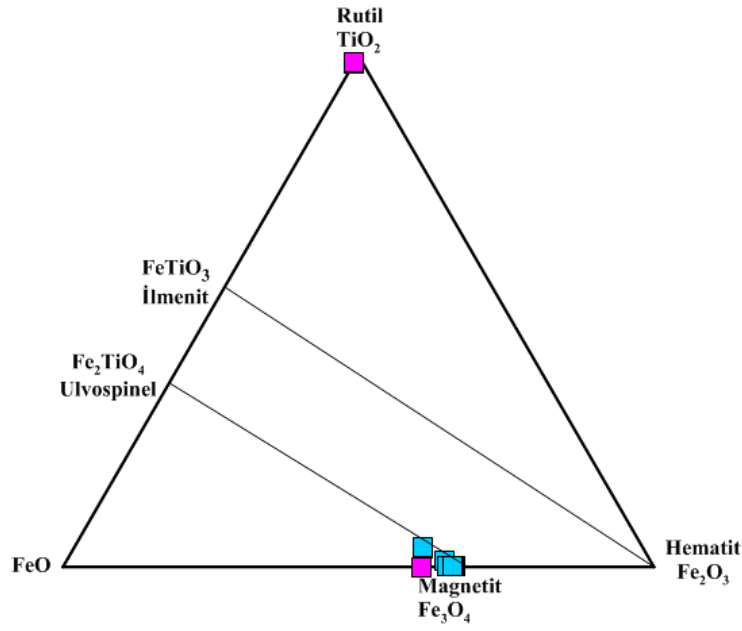
İncelenen plütönik kayalar ve içlerindeki kuvars monzodiyorit bileşimli MMA'ların bir kısmında Fe-Ti oksitlere rastlanılmaktadır. Fe-Ti oksit minerallerinin cinsleri magnetit ve rutil olarak belirlenmiş olup, genellikle orta-küçük ve öz şekilsiz kristaller halinde bulunurlar. Çoğunlukla mineraller içerisinde kapanımlar halinde görülürler. Plütönik kayalar içerisindeki MMA'lara ait örneklerin cinsleri ise magnetit olarak gözlenmektedir. Analizi yapılan Plütönik kayalar ve bu Plütönik kayalar içerisinde bulunan MMA örneklerinin rutil ve magnetit minerallerine ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Mavriyas Plütönu'na ait kayalarda gözlenen magnetitlerin TiO_2 ve FeO değerleri sırasıyla %0.01-0.08 ve %70.35-81.08 arasında değişiklik gösterirken, kayalarda gözlenen rutilerin TiO_2 ve FeO değerleri sırasıyla %94.16-94.51 ve %1.11-1.39 arasında değişim göstermektedir (Tablo 3.5; Şekil 3.31). Plütönik kayaç içerisinde yer alan MMA'lardaki

magnetitlerdeki TiO₂ ve FeO değerleri de sırasıyla %0.05-3.64 ve %81.33-85.66 arasında değişim göstermektedir (Tablo 3.5; Şekil 3.31).

Tablo 3.5. Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalar ile içerisindeki anklavlara ait Fe-Ti oksit minerallerinin mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Granodiyorit	Monzogranit				Kuvars Monzodiyorit					
Örnek No	115	162				109b					
SiO ₂	2.555	1.128	0.063	0.078	1.032	0.175	0.211	0.284	1.508	0.245	0.311
TiO ₂	0.011	94.158	3.311	3.248	94.506	3.642	1.089	0.046	0.233	0.098	0.177
Al ₂ O ₃	0.485	0.367	1.244	1.212	0.495	0.535	0.168	0.065	0.597	0.054	0.065
Cr ₂ O ₃	0.032	0.020	0.023	0.060	0.013	0.000	0.008	0.019	0.007	0.000	0.013
FeO	70.349	1.386	81.076	80.908	1.109	81.369	85.087	85.227	81.334	85.656	85.504
MnO	0.000	0.010	0.054	0.028	0.026	0.759	0.132	0.031	0.084	0.000	0.038
NiO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.010	0.000	0.026	0.000	0.000	0.015
MgO	0.030	0.173	0.158	0.049	0.166	0.018	0.002	0.004	0.566	0.000	0.000
CaO	0.062	0.182	0.012	0.053	0.138	0.026	0.035	0.179	0.099	0.075	0.082
Na ₂ O	0.000	0.050	0.003	0.024	0.000	0.019	0.000	0.020	0.008	0.021	0.020
K ₂ O	0.014	0.052	0.007	0.007	0.117	0.003	0.020	0.005	0.322	0.012	0.003
Toplam	73.538	98.462	86.425	86.127	98.423	86.857	86.952	86.004	84.857	86.209	86.339
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.											
Si	0.123	0.031	0.003	0.003	0.028	0.007	0.009	0.012	0.063	0.010	0.013
Ti	0.000	1.937	0.104	0.102	1.940	0.114	0.034	0.001	0.007	0.003	0.006
Al	0.028	0.012	0.061	0.060	0.016	0.026	0.008	0.003	0.029	0.003	0.003
Cr	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Fe ⁺³	1.724	0.000	1.727	1.730	0.000	1.734	1.907	1.971	1.848	1.973	1.961
Fe ⁺²	1.117	0.032	1.093	1.094	0.025	1.088	1.034	0.999	0.992	1.005	1.009
Mn	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.027	0.005	0.001	0.003	0.000	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Mg	0.002	0.007	0.010	0.003	0.007	0.001	0.000	0.000	0.035	0.000	0.000
Ca	0.003	0.005	0.001	0.002	0.004	0.001	0.002	0.008	0.004	0.003	0.004
Na	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	0.002
K	0.001	0.002	0.000	0.000	0.004	0.000	0.001	0.000	0.017	0.001	0.000
Toplam	3.000	2.029	3.000	3.000	2.026	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fe+3 ve Fe+2 ayrımı Drop 1987'ye göre yapılmıştır.											



Şekil 3.31. Mavriyas Plütunu içerisindeki ana kaya ve anklavlara ait ilmenit ve magnetit minerallerinin TiO_2 - FeO - Fe_2O_3 ayırtman diyagramları (Bacon ve Hirschmann, 1988); (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.3.4. Klorit

Plütonik kayalar ve bu kayalar içerisindeki kuvars monzodiyorit bileşimli MMA'ların büyük bir kısmında klorit mineraline rastlanılmaktadır. Bu kloritlerin cinsleri diyagrama düşürülen örnekler sayesinde piknoklorit ve brunsvigit olarak belirlenmektedir. Analizi yapılan Plütonik kayalar ve bu kayalar içerisinde bulunan MMA örneklerinin piknoklorit ve brunsvigit minerallerine ait mikroprop analiz sonuçları Tablo 3.6'de verilmiştir.

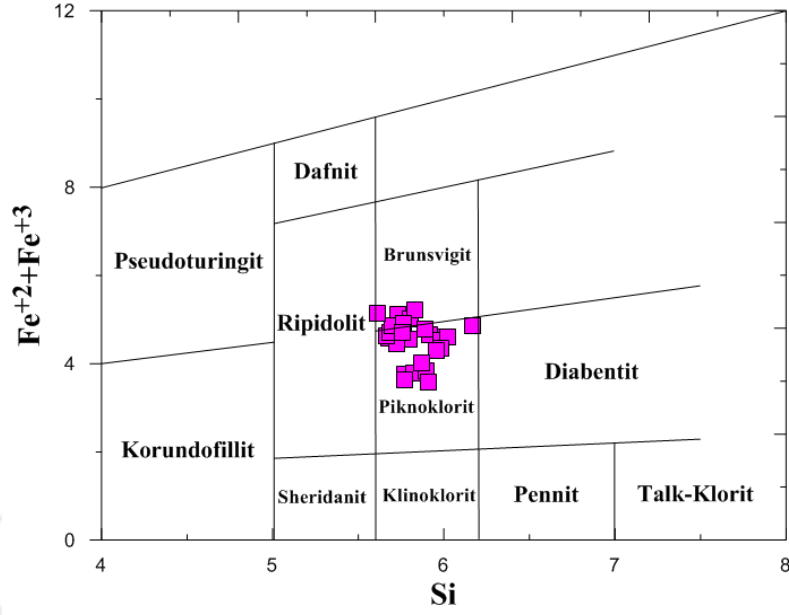
Mavriyas Plütunu'na ait kayalarda gözlenen piknokloritlerin ve brunsvigit örneklerinin toplam Fe içerikleri sırasıyla 3.57-4.85 ve 4.69-5.21 arasında iken, Mg içeriği 3.49-5.59 ve 3.01-4.08 arasındadır. Ti oranları ise oldukça düşük olup, Ti içerikleri sırasıyla 0-0.7 ve 0.01-0.03 arasında değişmektedir. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranları ise sırasıyla 0.42-0.61 ve 0.38-0.45 arasında değişim göstermektedir (Tablo 3.6; Şekil 3.32).

Tablo 3.6. Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayalara ait klorit minerallerinin mikroprob analiz sonuçları.

Kayaç	Monzogranit				Granit										
	109a				115										
Örnek No															
SiO ₂	25.695	26.237	27.962	26.232	27.527	24.617	24.103	24.997	25.085	27.034	25.210	27.916	27.499	27.208	27.632
TiO ₂	0.030	0.132	0.409	0.101	0.058	0.085	0.040	0.056	0.078	0.184	0.166	0.036	0.056	0.049	0.040
Al ₂ O ₃	18.069	18.091	16.474	17.898	19.879	20.487	20.051	20.459	20.528	19.879	20.521	19.589	20.621	19.261	19.616
Cr ₂ O ₃	0.012	0.005	0.005	0.000	0.000	0.006	0.010	0.013	0.046	0.000	0.000	0.035	0.023	0.011	0.055
FeO	27.410	27.086	26.288	28.015	24.952	24.394	24.528	25.479	24.443	26.251	27.533	25.564	21.403	23.641	23.825
MnO	0.879	0.895	0.599	0.816	0.888	0.958	1.001	0.901	0.919	0.916	1.000	0.956	2.197	1.444	1.000
NiO	0.000	0.000	0.023	0.046	0.019	0.004	0.000	0.006	0.020	0.013	0.006	0.000	0.000	0.003	0.013
MgO	12.267	12.198	12.399	11.683	11.262	9.644	8.914	8.748	9.405	10.753	9.912	11.200	14.707	11.761	12.618
CaO	0.080	0.129	0.149	0.078	0.124	0.038	0.034	0.054	0.045	0.146	0.076	0.186	0.108	0.122	0.114
Na ₂ O	0.027	0.004	0.006	0.014	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.000	0.000	0.007	0.001
K ₂ O	0.025	0.167	0.196	0.026	0.048	0.000	0.004	0.010	0.020	0.082	0.041	0.208	0.040	0.114	0.174
Toplam	84.493	84.944	84.508	84.908	84.759	80.233	78.685	80.724	80.590	85.259	84.468	85.691	86.653	83.620	85.087
Formül 28 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.															
Si	5.734	5.807	6.167	5.832	5.981	5.686	5.699	5.763	5.759	5.892	5.615	6.023	5.772	5.985	5.956
Ti	0.005	0.022	0.068	0.017	0.010	0.015	0.007	0.010	0.014	0.030	0.028	0.006	0.009	0.008	0.007
Al	4.752	4.719	4.282	4.690	5.090	5.577	5.588	5.559	5.555	5.106	5.387	4.981	5.102	4.993	4.983
Fe ⁺²	5.115	5.014	4.849	5.209	4.534	4.712	4.850	4.913	4.693	4.785	5.129	4.613	3.757	4.349	4.295
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	4.081	4.025	4.077	3.872	3.648	3.321	3.142	3.007	3.219	3.494	3.291	3.602	4.602	3.857	4.055
Ca	0.019	0.031	0.035	0.019	0.029	0.009	0.009	0.013	0.011	0.034	0.018	0.043	0.024	0.029	0.026
Na	0.012	0.002	0.002	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000
K	0.007	0.047	0.055	0.007	0.013	0.000	0.001	0.003	0.006	0.023	0.012	0.057	0.011	0.032	0.048
Toplam	19.725	19.666	19.535	19.651	19.305	19.321	19.297	19.268	19.258	19.365	19.480	19.325	19.277	19.255	19.370
Mg/(Mg+Fe ⁺²)	0.444	0.445	0.457	0.426	0.446	0.413	0.393	0.380	0.407	0.422	0.391	0.439	0.551	0.470	0.486
Fe ⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.															

Tablo 3.6.'nın devamı.

Kayaç	Monzogranit					MMA (Kuars Monzodiyorit)							
	162					109b							
Örnek No													
SiO ₂	27.403	27.341	27.936	27.742	27.269	26.665	27.519	26.835	26.269	26.238	27.085	26.729	26.287
TiO ₂	0.004	0.056	0.014	0.075	0.042	0.148	0.150	0.178	0.073	0.084	0.169	0.042	0.061
Al ₂ O ₃	18.938	19.781	19.275	18.181	17.785	18.507	18.944	18.801	19.341	19.387	19.711	19.810	18.624
Cr ₂ O ₃	0.009	0.032	0.001	0.000	0.000	0.024	0.013	0.020	0.000	0.019	0.012	0.044	0.003
FeO	21.240	20.622	21.676	20.058	22.344	25.624	25.351	25.308	25.341	25.729	25.393	24.781	25.705
MnO	0.853	0.840	0.723	0.754	1.093	0.910	0.953	0.826	0.891	0.892	0.834	0.946	0.887
NiO	0.025	0.016	0.032	0.000	0.000	0.009	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.037
MgO	16.645	16.740	16.026	17.610	16.256	14.113	12.036	11.688	13.800	13.376	12.949	13.740	14.711
CaO	0.033	0.013	0.060	0.054	0.125	0.125	0.221	0.385	0.072	0.093	0.154	0.090	0.069
Na ₂ O	0.020	0.010	0.012	0.018	0.011	0.000	0.019	0.028	0.028	0.000	0.010	0.005	0.000
K ₂ O	0.010	0.004	0.015	0.019	0.022	0.086	0.372	0.185	0.072	0.124	0.121	0.043	0.011
Toplam	85.179	85.455	85.770	84.510	84.946	86.211	85.593	84.253	85.885	85.941	86.438	86.238	86.395
Formül 28 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.													
Si	5.827	5.768	5.894	5.907	5.871	5.755	5.963	5.914	5.679	5.682	5.799	5.725	5.667
Ti	0.001	0.009	0.002	0.012	0.007	0.024	0.025	0.029	0.012	0.014	0.027	0.007	0.010
Al	4.746	4.918	4.793	4.563	4.513	4.708	4.838	4.884	4.928	4.948	4.974	5.000	4.732
Fe ⁺²	3.777	3.638	3.825	3.572	4.023	4.625	4.594	4.665	4.582	4.660	4.546	4.438	4.634
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	5.276	5.264	5.040	5.590	5.218	4.541	3.888	3.840	4.448	4.318	4.133	4.387	4.728
Ca	0.008	0.003	0.014	0.012	0.029	0.029	0.051	0.091	0.017	0.022	0.035	0.021	0.016
Na	0.008	0.004	0.005	0.008	0.004	0.000	0.008	0.012	0.012	0.000	0.004	0.002	0.000
K	0.003	0.001	0.004	0.005	0.006	0.024	0.103	0.052	0.020	0.034	0.033	0.012	0.003
Toplam	19.645	19.606	19.577	19.669	19.671	19.705	19.468	19.487	19.697	19.678	19.552	19.591	19.790
Mg/(Mg+Fe⁺²)	0.583	0.591	0.569	0.610	0.565	0.495	0.458	0.452	0.493	0.481	0.476	0.497	0.505
Fe ⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.													



Şekil 3.32. Mavriyas Plütönu içerisindeki ana kaya ve anklavlara ait brunsvigit ve pikklorit minerallerinin $TiO_2-FeO-Fe_2O_3$ ayırtman diyagramları (Bacon ve Hirschmann, 1988); (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

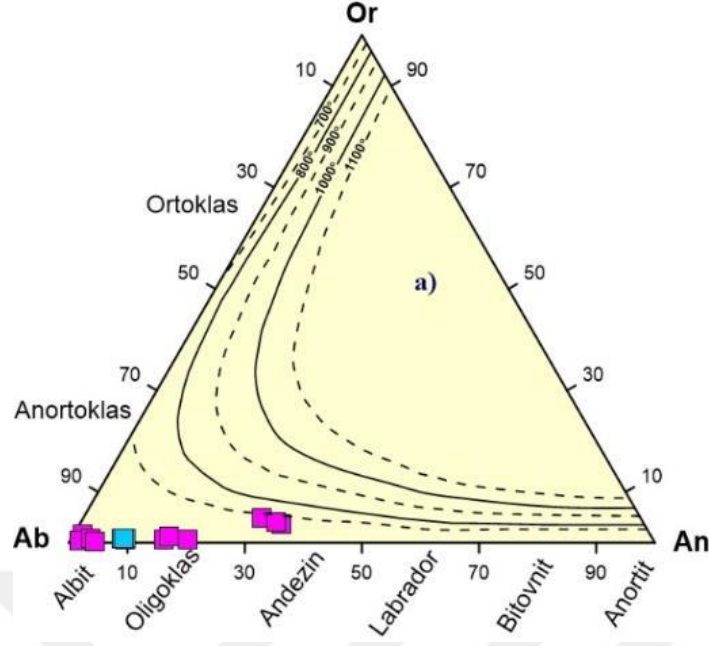
3.4. Mavriyas Plütönu'na ait Jeotermometri Hesaplamaları

İncelenen Mavriyas Plütönu'nun termodinamik koşullarının yani oluşum sıcaklık ve basınç koşulları, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ampirik formüllerden ve diyagramlardan yararlanılarak, oluşum sıcaklık ve basınç koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

3.4.1. Jeotermometri Hesaplamaları

3.4.1.1. Plajiyoklas Jeotermometrisi

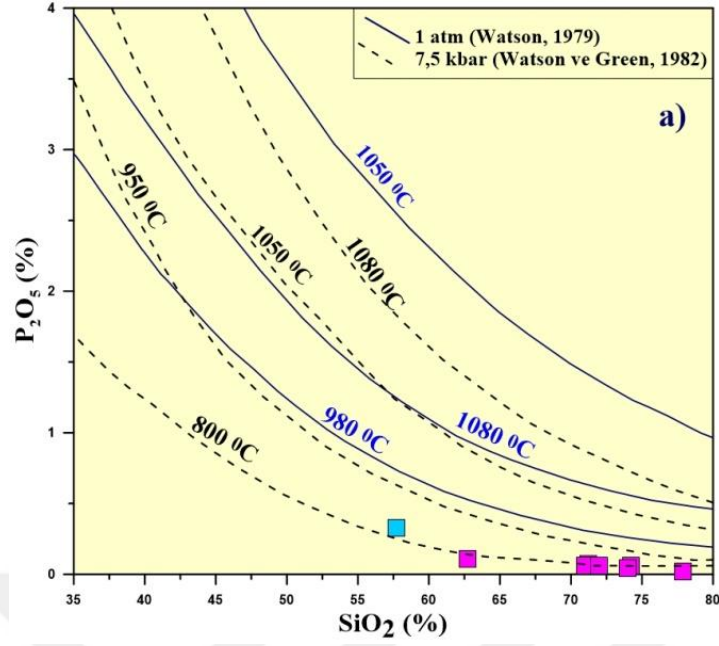
Çalışmanın ana konusu olan granitik kayalarda bulunan plajiyoklas minerallerinin kimyasal bileşimleri, Fuhrman ve Lindsley (1988)'in jeotermometre hesaplamaları için Ab-An-Or üçgen diyagramı üzerine çizmiş olduğu çeşitli sıcaklık değerlerini gösteren abak üzerine aktarılmıştır (Şekil 3.33). Bu diyagram üzerinde görülen ana kayalar ile MMA'lar için yaklaşık kristallenme sıcaklıkları Tablo 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.33. Mavriyas Plütönu'nun içerdiği plajiyoklaslara ait Ab-An-Or üçgen diyagramı (sıcaklık eğrileri Fuhrman ve Lindsley, 1988'den alınmıştır); (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.4.1.2. Tüm Kayaç SiO₂ (%) - P₂O₅ (%) Jeotermometrisi

Green ve Watson (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. Plütöna ve MMA'lara ait SiO₂-P₂O₅ diyagramları aşağıda (Şekil 3.34) görülmekte, hesaplanan ortalama sıcaklık değerleri ise Tablo 3.7'de verilmektedir.



Şekil 3.34. Mavriyas Plütönu'na 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 (%)'e karşı P₂O₅ (%) diyagramı (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.4.1.3. 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. Mavriyas Plütönu'na ait kayaçlar ile kayaçların içerisinde bulunan MMA'lara ait jeotermometre sonuçları.

Formasyon	İki Feldispat	Tüm Kayaç Zr(ppm)	Tüm Kayaç % P ₂ O ₅	
	T (°C) ^a	T (°C) ^b	T (°C) 1 atm ^d	T (°C) 7.5kbar ^e
Mavriyas Granitoyidi	600-700 (n=15)	757 (n=7)	< 950	800-850 (n=7)
Mavriyas MMA	600-650 (n=4)	763 (n=1)	< 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.

3.5. Mavriyas Plütönu'nun Jeokimyasal Özellikleri

3.5.1. Giriş

Çalışma alanında dar bir bölgede yayılım gösteren Mavriyas Plütönu'ndan alınan örneklerin bazılarında ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden yararlanarak Mavriyas Plütönu'nu 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 incelenmektedir. Ana elementler (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K ve P) tüm kayaç analizlerinde baskın olarak kullanılan elementlerdir ve oksitlerin yüzde ağırlığı (wt %) 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

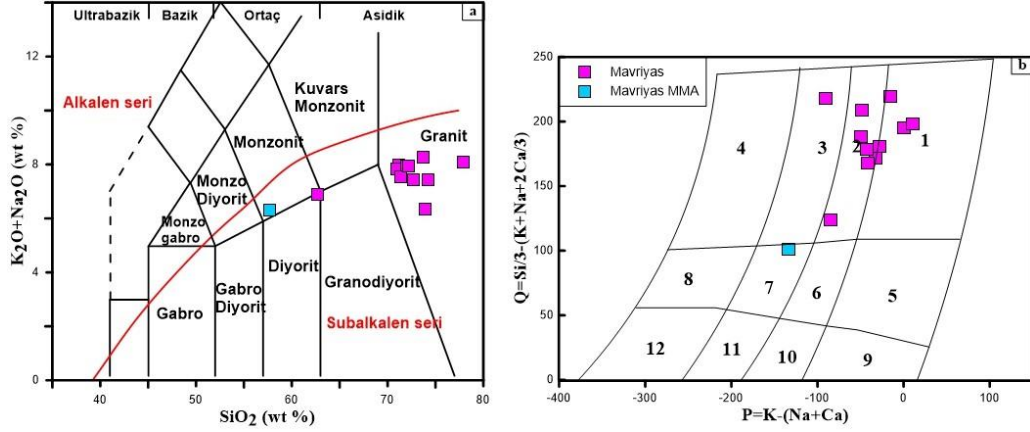
kullanılan sınıflamada iz elementler, büyük iyon yarı çaplı litofil elementler (LILE) (Sr, Rb, Ba, K, Cs) ve yüksek çekim alanlı elementler (H.F.S.E) (Sc, Y, Th, U, Pb, Zr, Hf, Ti, Nb, Ta) olmak üzere iki şekilde incelenmiştir. Nadir toprak elementler (N.T.E) ise hafif nadir toprak elementler (H.N.T.E) (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu) ve ağır nadir toprak elementler (A.N.T.E) (Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) olarak ele alınmıştır.

3.5.2. Ana ve İz Elementler

Analizi yapılan 12 adet plütonik kayaç örneğinin ve bu Plütonik kayaçlar içinde gözlenen 1 adet MMA örneğinin ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri Tablo 3.8'de verilmiş ektedir.

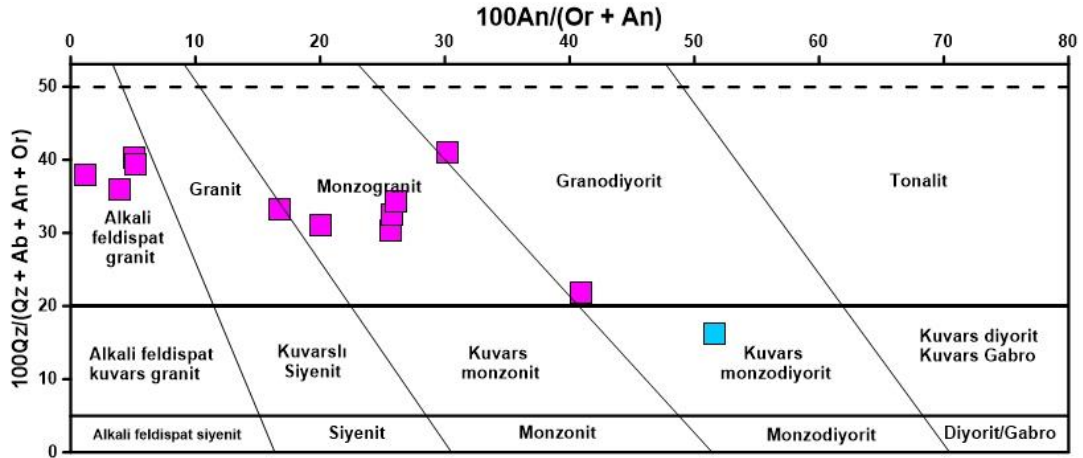
Mavriyas Plütonu'nu oluşturan kayaçlarda SiO₂ % 62.72-77.9, Al₂O₃ % 12.21-15.34, CaO % 0.15-3.72, Na₂O % 2.90-3.74, K₂O % 2.63-5.11, TiO₂ % 0.02-0.35, Ni 1.2-3.8 ppm, Rb 101.3-241.8 ppm, Ba 32-1320 ppm, Sr 14.9-351.3 ppm, Mg# 2.33-32.23, A/CNK değerleri 0.96-1.41 ve K₂O/Na₂O oranları 0.71-1.74 arasındadır (Tablo 3.8). Mavriyas Granitoidi içindeki MMA'larda SiO₂ % 57.74, Al₂O₃ % 16.93, Fe₂O₃ % 8.77, CaO % 3.73, Na₂O % 3.73, K₂O % 2.56, TiO₂ % 0.9, 1.5 ppm, Rb 115.2 ppm, Ba 363 ppm, 256.4 ppm, Mg# 21.20, A/CNK değeri 1.08 ve K₂O/Na₂O oranı 0.69'dur (Tablo 3.8).

İncelenen Plütonik kayaç örnekleri, Le Maitre vd. (1989)'un ana element oksit sınıflama diyagramına aktarıldığında, Mavriyas örneklerinin çoğunluğunun granit, bir örneğinin ise diyorit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 3.35a). Mavriyas Plütonu içerisindeki MMA örneği ise monzonit bileşimindedir (Şekil 3.35a). Örnekler, Debon ve Le Fort (1983)'ün sınıflama diyagramına aktarıldığında alkali feldispat granit, monzogranit ve granodiyorit alanına düşerken, MMA örneği ise kuvars monzodiyorit bileşimini temsil eden alana düşmektedir (Şekil3.35b).



Şekil 3.35. İncelenen Mavriyas Plütünü'ne ait kayalar 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 (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

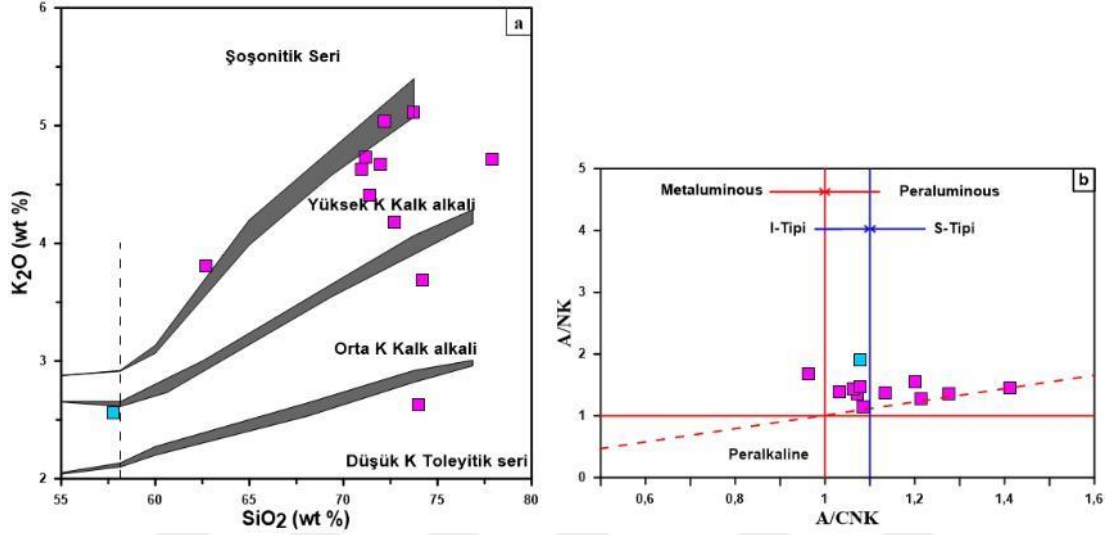
Tüm kayaç analizleri kullanılarak hesaplanan CIPW normatif değerleri (Tablo 3.8) ilgili sınıflama diyagramına aktarıldığında örnekler alkali feldispat granitten granodiyorite kadar değişen bileşimde temsil edilen alanlara düşerken, MMA'lar kuvars monzodiyorit alanına düşmektedir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. Granitik kayaçların normatif sınıflandırılması (Streckeisen ve Le Maitre 1979). (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

$\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ diyagramında (Peccerillo ve Taylor, 1976) Mavriyas örnekleri ve MMA örneği genellikle yüksek K'lu olmakla birlikte az sayıda örnek dağınık bir bileşim

sunmaktadır (Şekil 3.37a). Özellikle ortaç ve asidik magmatik kayaçların genel jeokimyasal karakteristiklerinin tanımlanmasında kullanılan bir diğer sınıflama ise alümina bazlı sınıflamadır. Mavriyas Granitoyidi ve MMA örneği 0.96-1.28 arasında olan molar A/CNK $[(Al_2O_3)/(CaO+Na_2O+K_2O)]$ oranları ile metalüminden peralümine bir geçiş gösterdikleri görülmektedir (Şekil 3.37b).



Şekil 3.37. Örneklerin, a) K₂O-SiO₂ diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976), b) Molar A/CNK-A/NK alümina sınıflama diyagramındaki konumları (Shand, 1943); (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

SiO₂'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramları (Harker diyagramları) Şekil 3.38 ve 3.39'da verilmiştir. Genel olarak Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayaçların ana ve iz elementlerindeki değişimler kayaçların içerisinde gözlenen fenokristal fazlarının fraksiyonlaşmasıyla ilişkilidir. Harker diyagramlarında ana ve iz elementlerin büyük bir çoğunluğu SiO₂ ile iyi bir yönelim göstermektedir. Ana element değişim diyagramlarında SiO₂'ye karşı TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, MnO, CaO ve P₂O₅ arasında iyi derecede negatif bir yönelim görülmektedir. Buna karşın Na₂O ve K₂O da ise pozitif bir ilişki vardır. İz element değişim diyagramlarında ise SiO₂'ye karşı Rb, Nb, Sr ve Ba da negatif bir yönelim söz konusu iken Zr, Hf, Yb ve Y da ise pozitif bir yönelim 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.

Tablo 3.8. Mavriyas Plütönu'na ait örneklerinin ana oksit (% ağı.), iz element (ppm) ve CIPW normatif değerleri.

Kayaç	Mavriyas Plütönu											
	Örnek no	110	109-A	113	163	162-B	158	117	29	Ö-13	Ö-34	85
SiO ₂	71.2	70.96	71.98	77.9	62.72	74.21	73.97	73.70	71.37	72.72	72.17	57.74
Al ₂ O ₃	14.2	14.84	14.32	12.21	15.34	13.68	13.86	13.69	14.51	13.66	14.83	16.93
Fe ₂ O ₃ *	2.75	2.48	2.31	0.84	4.11	2.08	1.43	1.58	2.42	2.36	2.2	8.77
MgO	0.6	0.56	0.5	0.02	1.54	0.64	0.68	0.73	0.49	0.48	0.55	2.36
CaO	1.54	2.02	1.22	0.33	3.72	0.32	1.42	0.32	1.94	1.86	0.15	3.73
Na ₂ O	3.24	3.21	3.26	3.38	3.06	3.74	3.72	3.14	3.13	3.24	2.9	3.73
K ₂ O	4.73	4.63	4.67	4.71	3.81	3.69	2.63	5.11	4.41	4.18	5.04	2.56
TiO ₂	0.21	0.21	0.18	0.02	0.35	0.18	0.15	0.19	0.19	0.19	0.28	0.9
P ₂ O ₅	0.07	0.06	0.06	0.02	0.11	0.06	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.33
MnO	0.04	0.05	0.04	0.01	0.1	0.07	0.05	0.02	0.05	0.06	0.03	0.18
A.K.	1.2	0.8	1.3	0.5	4.9	1.2	1.9	1.3	1.3	1.1	1.6	2.6
Toplam	99.78	99.82	99.84	99.94	99.76	99.87	99.85	99.83	99.87	99.91	99.81	99.83
Ba	1189	905	878	32	1320	639	341	1126	939	573	905	363
Be	4	3	2	<1	<1	3	5	2	3	2	5	4
Co	3.3	3.2	3	0.3	8.3	2.9	2	2.9	3.0	2.6	3.6	12.7
Cs	1.2	1.5	1.4	4.4	3.1	3.1	2.5	1.3	1.6	0.9	3.1	2.2
Ga	12.9	13.2	11.6	10.1	11.6	10.9	11.4	13.2	14.6	13.9	14.1	18.9
Hf	3.5	3.7	3.5	2.5	2.6	3.6	4.4	5.0	3.2	3.1	5.7	4
Nb	9.6	9	8.1	8	6.5	8.7	8.9	6.7	9.0	8.3	8.7	13.3
Rb	119.2	137.7	133.3	241.8	102.8	134.6	101.3	144.0	156.9	126.5	196.9	115.2
Sn	2	2	4	2	<1	2	11	2	2	2	5	6
Sr	257.9	204.5	194.1	14.9	351.3	94.5	221.9	119.4	194.0	207.2	76.4	256.4
Ta	0.8	1	0.9	1.6	0.6	1.4	1.7	0.9	1.0	1.1	0.7	0.9
Th	20.5	23.6	26.8	38.7	10.5	16.2	34.2	37.8	26.4	23.6	21.0	17.4
U	5.5	6.3	7	4.1	2.6	2.7	8.4	4.5	7.4	6.9	7.0	4.9
V	26	27	28	<8	89	26	12	13	18	20	18	121
W	1.1	1.8	2.7	1.3	1.2	1.7	1.4	1.1	3.1	2.9	2.8	10.5
Zr	118.7	118.5	115.4	51	86.4	115	133.6	160.7	113.1	109.8	207.0	146.1
Y	15.5	15.7	11.5	18.1	10.2	12.8	11	11.2	15.5	15.3	15.5	34.9
Kvs	48.77	46.02	51.55	62.86	28.03	57.39	51.07	33.07	30.16	32.14	33.80	12.32
An	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	9.29	8.89	0.38	16.43
Di	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hy	2.22	2.00	1.89	0.75	3.35	1.73	1.14	2.99	3.19	3.14	2.97	12.69
Ab	12.20	16.38	9.61	2.55	30.17	1.99	11.54	26.57	26.49	27.42	24.54	31.56
Or	20.09	19.70	19.99	19.97	19.17	22.61	22.27	31.14	26.79	25.14	30.51	15.42
Ap	10.96	10.73	10.82	10.91	8.83	8.55	6.09	0.12	0.14	0.14	0.14	0.76
il	0.40	0.40	0.34	0.04	0.66	0.34	0.28	0.36	0.36	0.36	0.53	1.71
C	8.15	8.05	8.79	8.05	5.96	9.15	7.54	2.35	1.05	0.47	4.33	1.95
Mg	1.20	1.07	1.00	0.36	1.78	0.90	0.62	0.68	1.06	1.03	0.96	3.81
100An(Or+An)	20.09	25.64	16.79	5.13	40.88	5.19	30.24	3.97	25.74	26.12	1.23	51.59
100Qz/(Qz+Or+An+Ab)	31.01	30.24	33.17	40.34	21.87	39.29	40.94	35.92	32.53	34.35	37.88	16.27
Mg#	17.91	18.42	17.79	2.33	27.26	23.53	32.23	31.60	16.84	16.90	20.00	21.20
A/CNK	1.07	1.06	1.13	1.08	0.96	1.28	1.20	1.21	1.08	1.03	1.41	1.08
K ₂ O/Na ₂ O	1.46	1.44	1.43	1.39	1.25	0.99	0.71	1.63	1.41	1.29	1.74	0.69

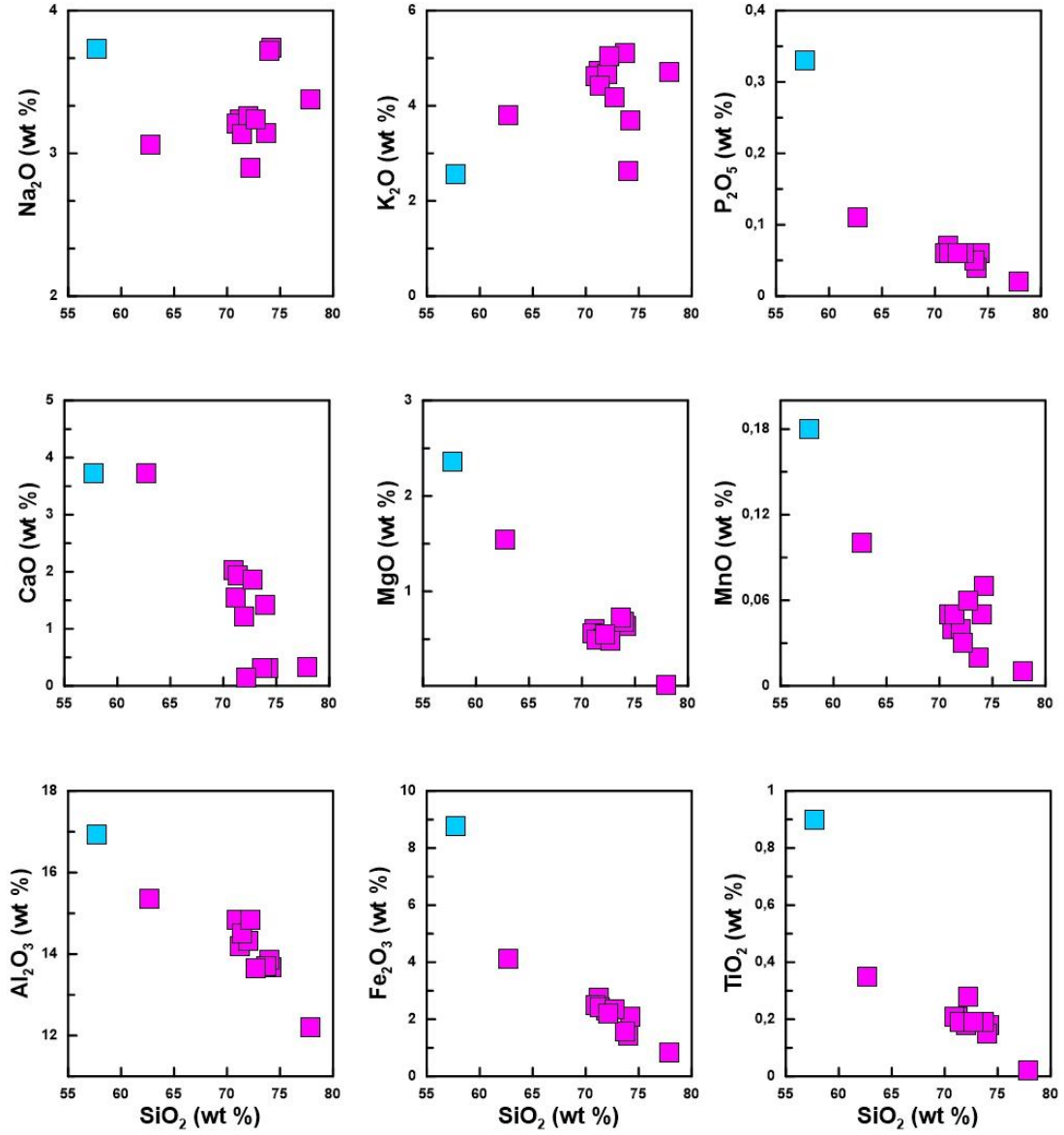
Fe₂O₃*= Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. = Ateşte kayıp = Toplam uçucu içeriği. Mg# = 100xMgO/(MgO+ Fe₂O₃*). A/CNK= Mol Al₂O₃/((CaO+NaO+K₂O)).
Kvs: Kuvars, An: Anortit, Di: Diyopsit, Hy: Hipersten, Ab: Albit, Or: Ortoklas, Ap: Apatit, il: İlmenit, C: Korundum, Mg: Magnetit

Tablo 3.9.Mavriyas Plütönu ve MMA'larına ait örneklere nadir toprak element (ppm) analizleri.

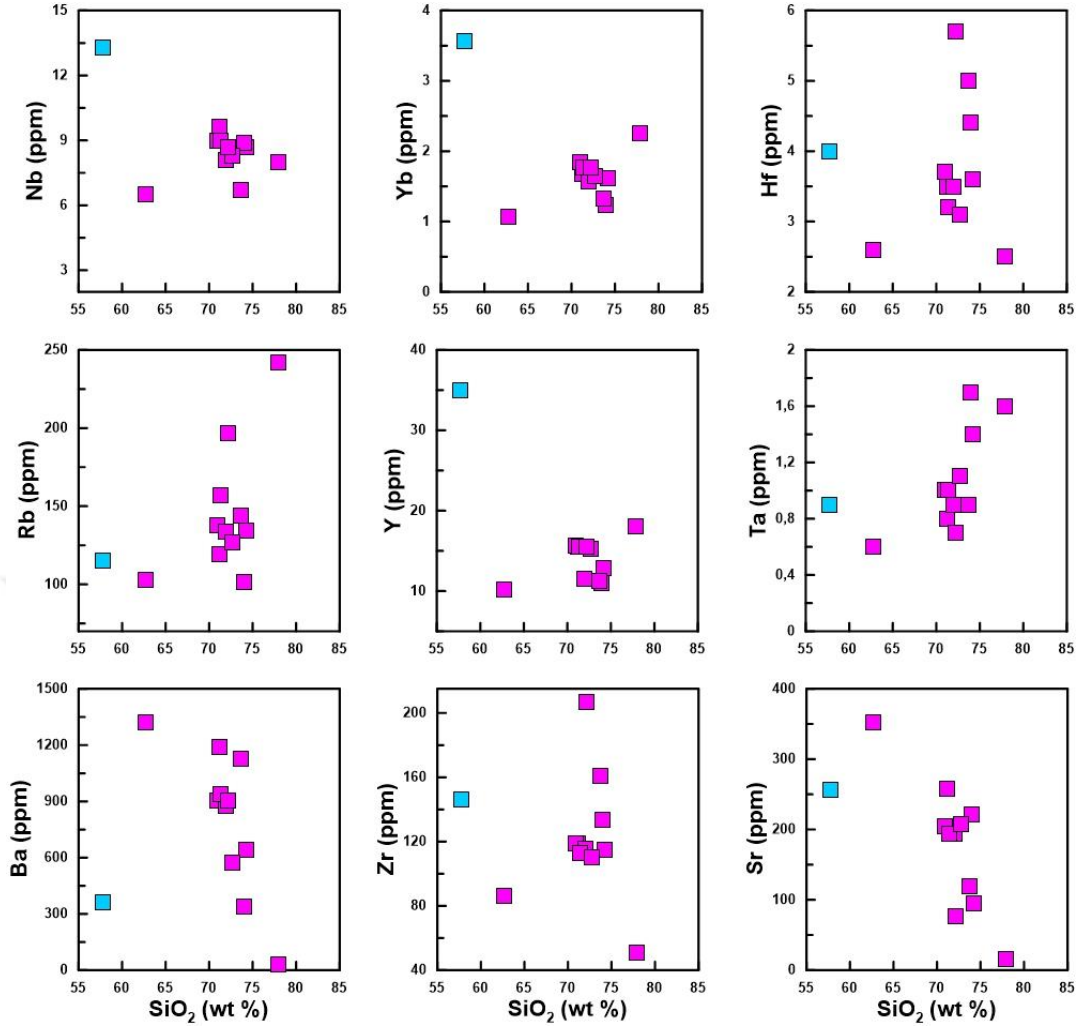
Kayaç	Mavriyas Plütönu											MMA
	Örnek no	110	109-A	113	163	162-B	158	117	29	Ö-13	Ö-34	
La	32.90	32.80	31.60	9.30	29.40	26.10	24.00	41.90	37.70	30.60	34.20	46.30
Ce	57.90	54.30	55.60	27.10	50.20	46.40	42.20	75.90	62.70	52.30	66.10	93.40
Pr	5.59	5.30	5.12	1.97	4.81	4.63	4.21	7.21	6.04	4.99	6.74	10.85
Nd	18.20	17.20	16.00	7.10	16.30	15.00	14.00	22.80	19.10	16.10	22.80	40.50
Sm	3.15	2.97	2.65	1.80	2.59	2.44	2.33	3.52	3.12	2.61	3.67	8.27
Eu	0.51	0.53	0.49	0.04	0.63	0.38	0.43	0.63	0.57	0.50	0.57	1.39
Gd	2.87	2.60	2.23	2.07	2.12	1.95	2.33	2.65	2.66	2.29	3.09	7.54
Tb	0.43	0.40	0.35	0.42	0.31	0.32	0.35	0.38	0.39	0.35	0.43	1.14
Dy	2.46	2.29	2.06	2.84	1.80	2.00	2.20	2.07	2.30	2.10	2.66	6.45
Ho	0.52	0.50	0.39	0.57	0.35	0.41	0.36	0.37	0.49	0.43	0.49	1.27
Er	1.54	1.52	1.43	1.88	1.03	1.34	0.98	1.26	1.45	1.37	1.58	3.67
Tm	0.24	0.26	0.23	0.32	0.17	0.22	0.17	0.19	0.26	0.22	0.25	0.56
Yb	1.68	1.85	1.57	2.26	1.07	1.61	1.24	1.33	1.77	1.64	1.77	3.57
Lu	0.30	0.29	0.26	0.38	0.19	0.25	0.19	0.23	0.29	0.25	0.27	0.57
(La/Lu) _N	11.39	11.74	12.62	2.54	16.06	10.84	13.11	18.91	13.50	12.71	13.15	8.43
(Eu/Eu*) _N	0.51	0.57	0.60	0.06	0.80	0.52	0.56	0.61	0.59	0.61	0.50	0.53

Eu*=(Sm+Gd)/2, N: Kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiştir.

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 3.38 ve 3.39).



Şekil 3.38. Mavriyas Plütonu'na ait kayaç örneklerinin SiO₂'ye karşı ana element değişim (Harker) diyagramları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

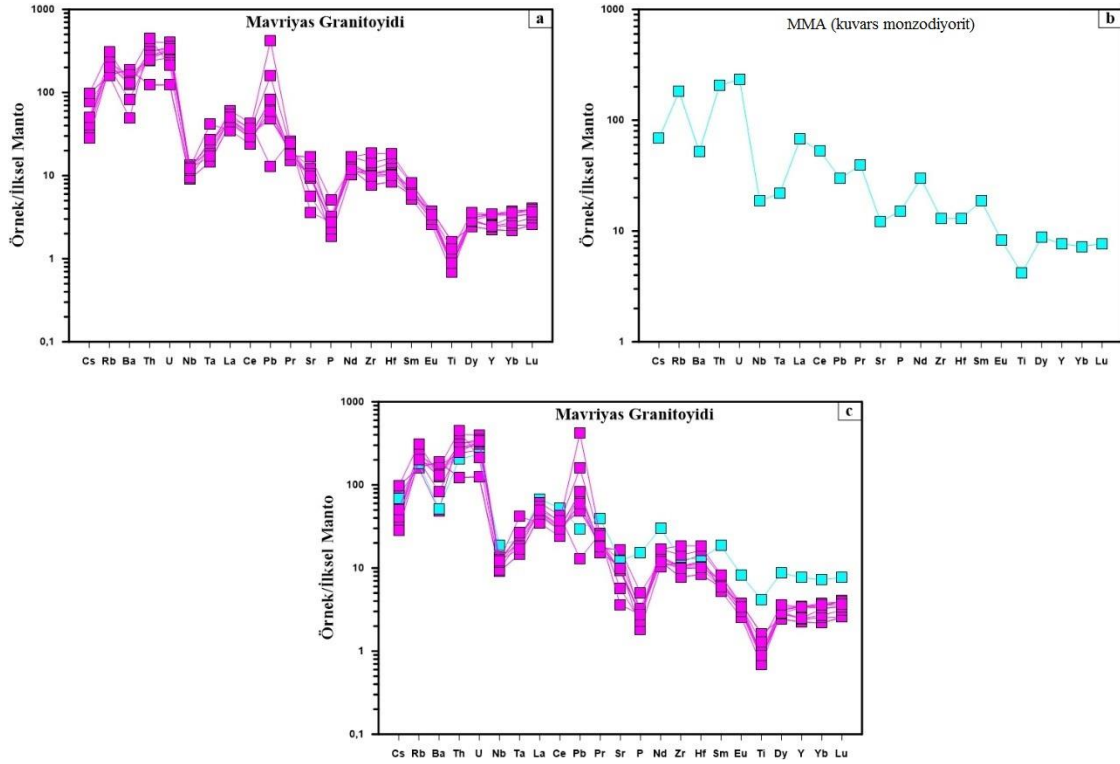


Şekil 3.39. Mavriyas Plütunu'na ait kayaç örneklerinin SiO₂'ye karşı iz element değişim (Harker) diyagramları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.5.3. Uyumsuz Elementler

İncelenen Mavriyas Plütunu'na ait kayaç örneklerinin ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramlarında (Şekil 3.40) 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, Ba, P, Sr ve Ti'da belirgin negatif anomali gözlenirken Th ve Pb'de pozitif bir anomali gözlenmektedir. Özellikle Rb, Ba, Th, U gibi LILE zenginleşmesi, negatif Nb, Ti anomalisi, pozitif Pb anomalisi ve sağ tarafa eğik H.F.S.E (yüksek çekim alanlı elementler) ve A.N.T.E (ağır nadir toprak elementler) profilleri yitimle ilişkili ortamların yanı sıra çarpışma ortamlarına ait kayaçlarında özellikleridir (Şekil 3.40a). Bütün bu özellikleriyle Mavriyas Plütunu 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 3.40b'de verilmiştir. MMA'lar genel olarak içinde buldukları ev sahibi kayalara benzer trendler sunarlar (Şekil 3.40c).

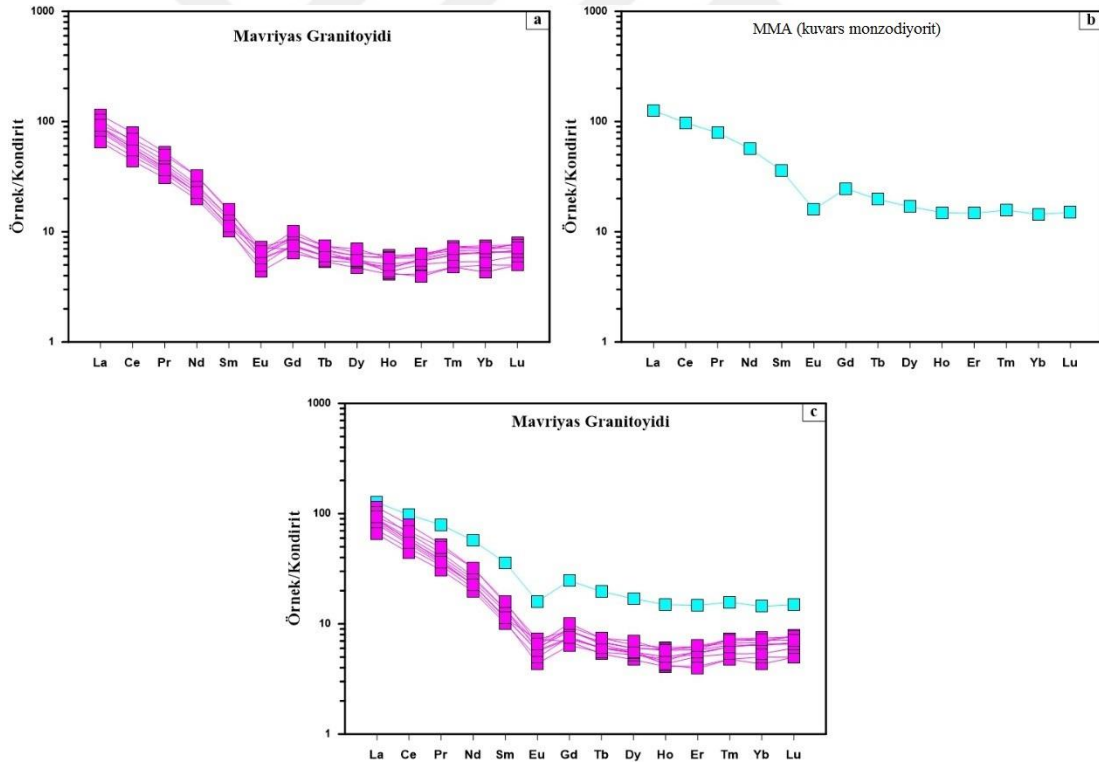


Şekil 3.40. Mavriyas Plütönu'na ait kayaçların İlksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

3.5.4. Nadir Toprak Elementler

İncelenen plütöna ait kayaç örneklerinin kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları Şekil 3.41'de verilmiştir. Örneklerin nadir toprak element dağılımları genelde birbirlerine benzer olup, hafif nadir toprak elementler (H.N.T.E) ağır nadir toprak elementlere (A.N.T.E) göre daha fazla zenginleşme göstermektedirler ($(La/Sm)_N = 3.25-7.51$; $(Gd/Lu)_N = 1.07-1.53$). Örneklerin $(La/Lu)_N$ değerleri 2.54-16.06 arasında olup, negatif Eu anomalisi ($(Eu/Eu^*)_N = 0.06-0.80$) gösterirler (Tablo 3.9; Şekil 3.41a). Örneklerin dağılımlarının orta kısmının çukur olması ve hafif nadir toprak elementlere gidildikçe yukarıya doğru konkav bir yapı sunması, granitik

kayaçların gelişiminde hornblend fraksiyonlaşmasının etkili bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle örneklerin Eu da negatif anomali yapması, kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ağır nadir toprak element (A.N.T.E) değerlerinin yataya yakın olması manto kaynağında granat mineralinin olmadığına göstergesidir (Şekil 3.41a). MMA'ların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları Şekil 3.41b'de verilmiştir. MMA'lar genel olarak içinde buldukları ev sahibi kayaçlara benzer trendler sunarlar (Şekil 3.41c). Örneklerin nadir toprak element dağılımları genelde birbirlerine benzer olup, hafif nadir toprak elementler (H.N.T.E) ağır nadir toprak elementlere (A.N.T.E) göre daha fazla zenginleşme göstermektedirler ($(La/Sm)_N = 3.52$; $(Gd/Lu)_N = 1.65$). MMA örneğinin $(La/Lu)_N$ değeri 8.43 olup, negatif Eu anomalisi ($(Eu/Eu^*)_N = 0.53$) gösterirler (Tablo 3.9; Şekil 3.41b).



Şekil 3.41. Mavriyas Plütönu'na ait kayaçların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

4. TARTIŞMA

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

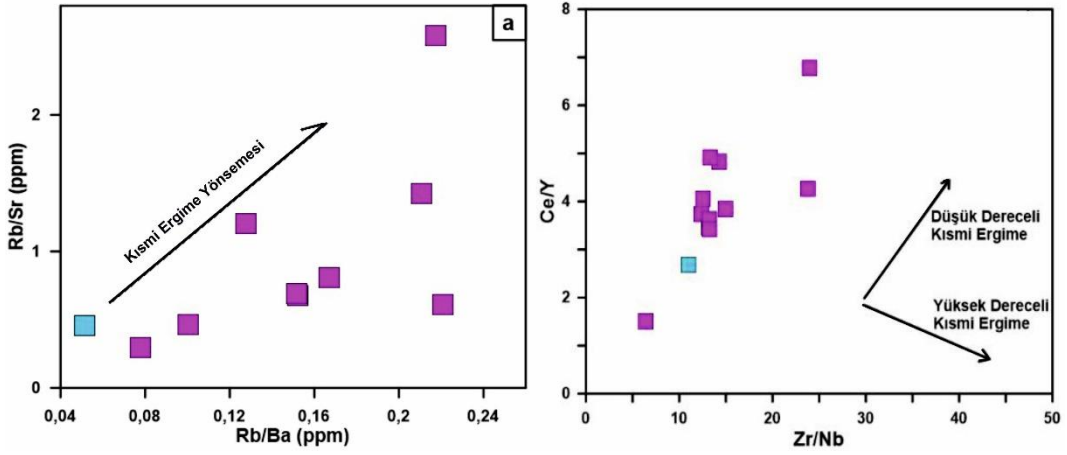
4.1. Mavriyas Plütonu'nun Petrojenezi

Mavriyas Plütonu'na ait örneklerin ana element ve iz element içeriklerini belirleyen temel etken, magmanın türediği kaynağın kimyasal bileşimi ve ürünün oluşumu sırasında geçirmiş olduğu süreçlerdir. Jeokimyasal özellikler Mavriyas Plütonu'nu meydana getiren magmanın ilksel magmaya göre farklılaşmış olduğunu işaret etmektedir. Granitoyide ait kayaların oluşumunda fraksiyonel kristallenme, magma karışımı gibi süreçlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu kısımda, Mavriyas Plütonu'nun 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 oluşturması olayı olarak ifade edilir.

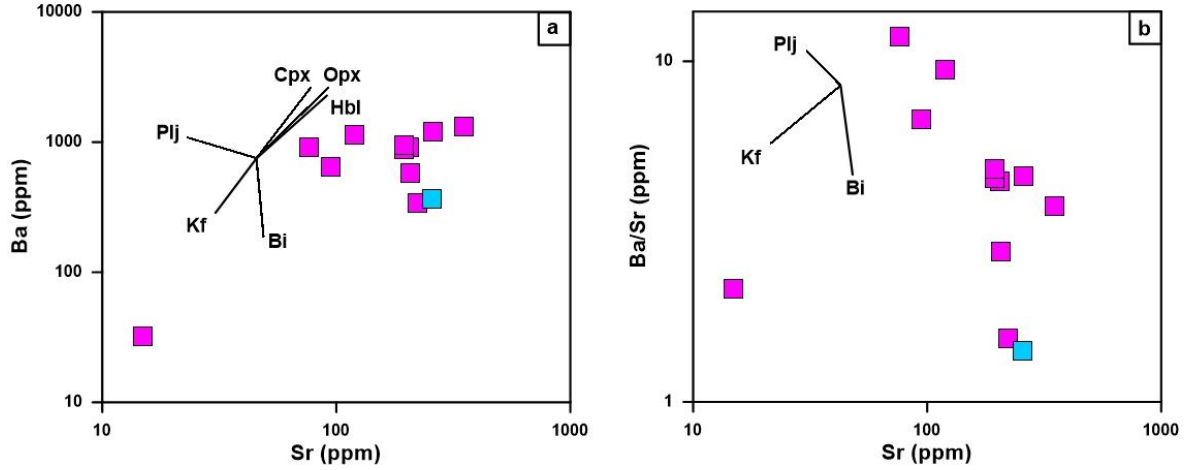
Granitoyidik kayaların oluşumlarına katkıda bulunan kısmi ergime miktarı, ilksel ergimeye uğrayan malzemenin su içeriğine, mineralojisine ve ortamın basınç-sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Kayaların kısmi ergimeye karşı çok duraylı iz element içerikleri, bu sürecin belirlenmesinde önemli katkı sunmaktadırlar. Rb/Sr'a karşı Rb/Ba değişimleri kısmi ergime belirteci olarak kabul edilmektedir (Patino Douce ve Johnston, 1991). Bununla birlikte Ce/Y'a karşı Zr/Nb değişim diyagramında kısmi ergime belirteci olarak kabul edilmektedir (Deniel, 1998). Bu değişimlerin düzgün doğrusal yönelimleri kısmi ergime yönsemesi olarak kabul edilmektedir. Mavriyas Plütonu'na ait kayaç örneklerinin düşük dereceli kısmi ergime gösterdiği görülmekte olup, Mavriyas Plütonu'nun oluşumunda kabuk ve üst manto malzemelerinin bir miktar kısmi ergimeye uğradığı belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Mavriyas Plütönu'nu oluşturan kayaçların Ce/Y'a karşı Zr/Nb değişim diyagramları, (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

4.1.2. Fraksiyonel Kristallenme

Mavriyas Plütönu'na ait kayaçların ana ve iz element değişimlerinde gözlenen yönsmeler, bu kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir. Harker diyagramlarında (Şekil 3.38 ve 3.39), SiO₂ artışı ile TiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO, P₂O₅, Fe₂O₃, Sr, Ba 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 yönsmesi Ti içerikli fazların fraksiyonlaşmasını (Şekil 3.40), negatif P₂O₅ - Fe₂O₃ apatit ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasını gösterirken, negatif Sr-Eu ve Sr-Ba yönsmeleri plajiyoklas ve/veya Kfeldispat fraksiyonlaşmasını işaret etmektedir (Şekil 3.40). Keza Ba'a karşı Sr ve Ba/Sr'a karşı Sr diyagramlarında gözlenen yönelimler, Plütönu oluşturan kayaçların oluşumunda plajiyoklas, hornblend 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 (0.82-34.44), granatın magma kökeninde olmadığını göstermektedir (Şekil 3.41).



Şekil 4.2. Mavriyas Plütünü'nu oluşturan kayaların: (a) Ba (ppm)'a karşı Sr (ppm) ve (b) Ba/Sr'a karşı Sr (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

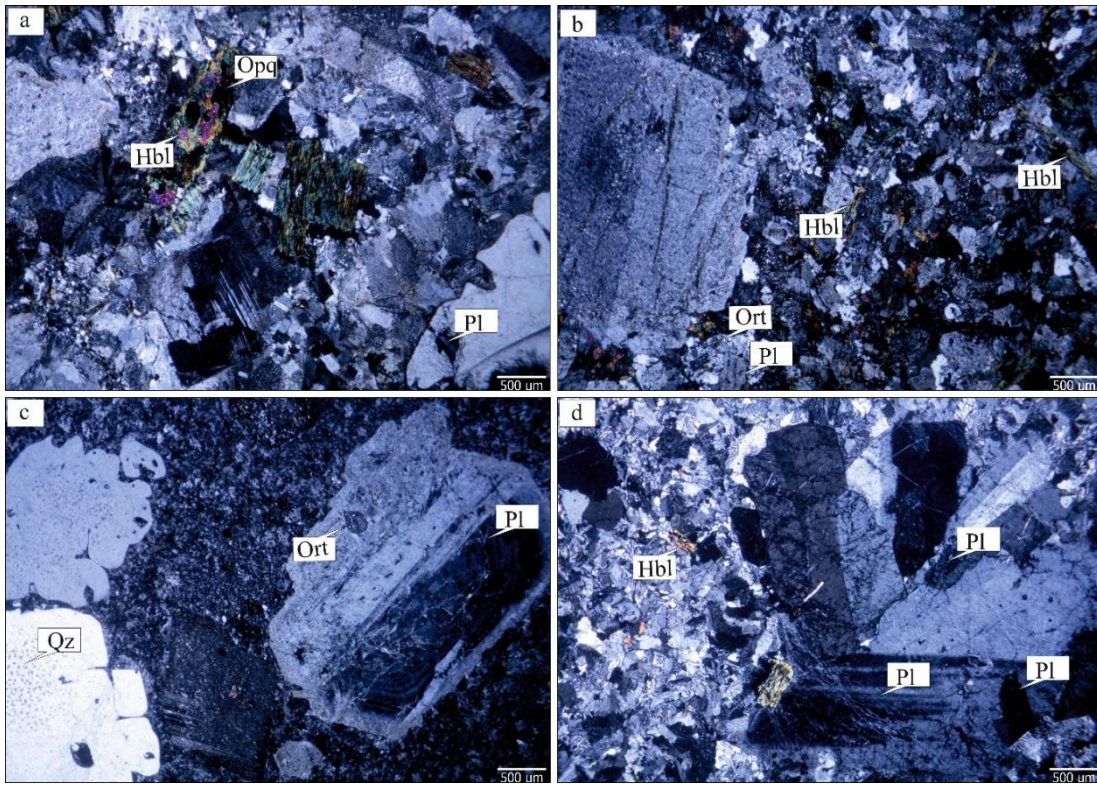
4.1.3. Asimilasyon/Kontaminasyon

Mavriyas Plütünü'na ait örneklerin Th/Yb'a karşı Ta/Yb diyagramındaki dağılımına bakıldığında (Şekil 4.3a), tüm örneklerin manto çizgisinden ayrılarak aktif kıtasal kenar aralığında yer aldığı görülmektedir. Pearce (1983) tarafından önerilen bu diyagram, gerek yitim metasomatizmasının gerekse kabuksal kirlenmenin Th/Yb oranının Ta/Yb oranına göre artması temeline dayandırılmaktadır. Mavriyas Plütünü'na ait örneklerin oluşturduğu eğilimin manto eğilimine neredeyse paralel oluşu, kabuk kirlenmesini dışlamasına rağmen, granitik magmanın yitim etkisiyle metasomatize olmuş bir kaynaktan türediğini de işaret edebilir.

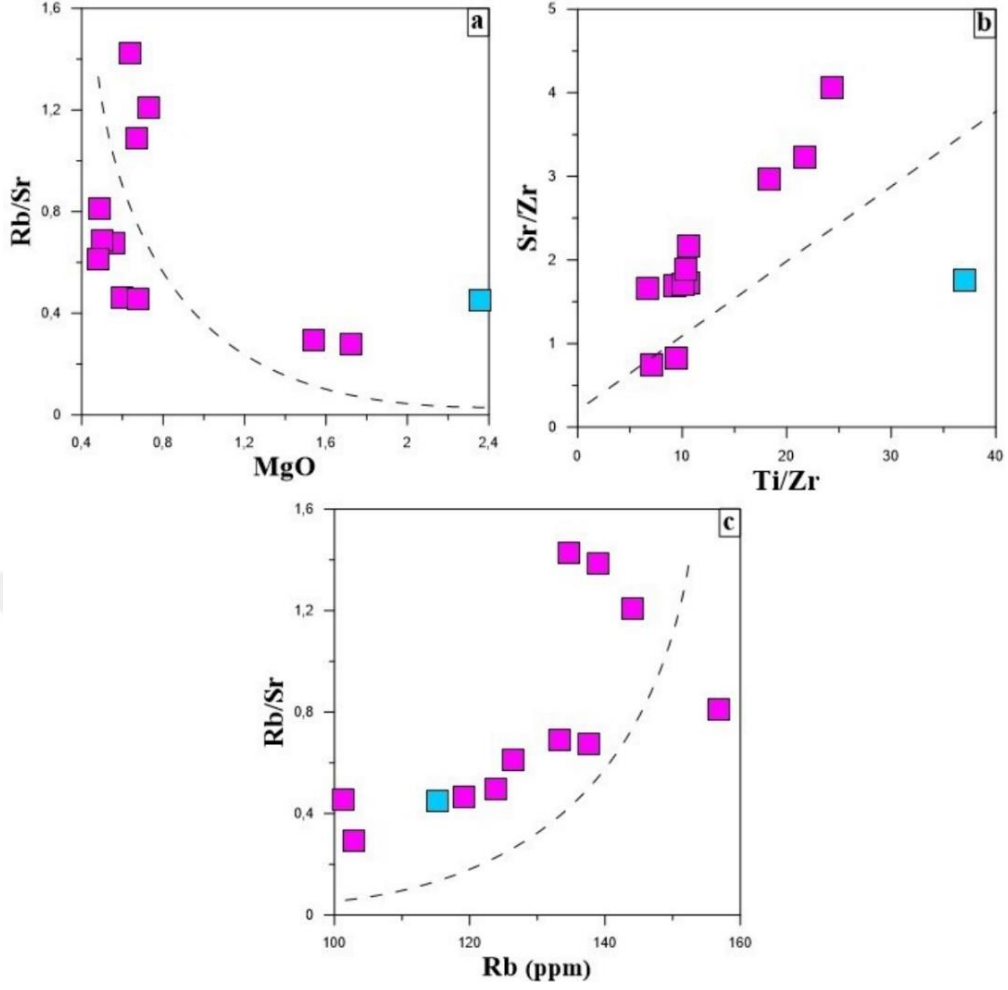
Plütünü oluşturan kayalar belirgin negatif Nb-Ta ve pozitif Pb yönsemeleri göstermekte olup (Şekil 3.42), yitim ya da kabuksal kirlenmeyi göstermektedir. Keza kabuksal bileşenler Th (3.5 ppm) ve Pb (8 ppm)'ce zengin olup (Taylor ve McLennan, 1985), Mavriyas Plütünü'na ait kayalarda görülen yüksek Th (10.5-38.7 ppm) ve Pb (2.4-77.4 ppm) verileri kayalarda kabuksal kirlenmenin etkisini işaret etmektedir. Ayrıca Y/Nb'a karşı SiO₂ diyagramında (Şekil 4.3b) gözlenen pozitif yönseme kabuksal asimilasyonu işaret edebileceği gibi, yatay uzanımlar da kabuk asimilasyonunun önemli olmadığına işaret edebilir.

varlığı granitoidin gelişiminde hem magma mingling, hem de magma karışım olaylarının etkili olduğunu işaret etmektedir (Şekil 4.4).

Jeokimyasal olarak ise, bazı iz elementler ile SiO₂ 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.



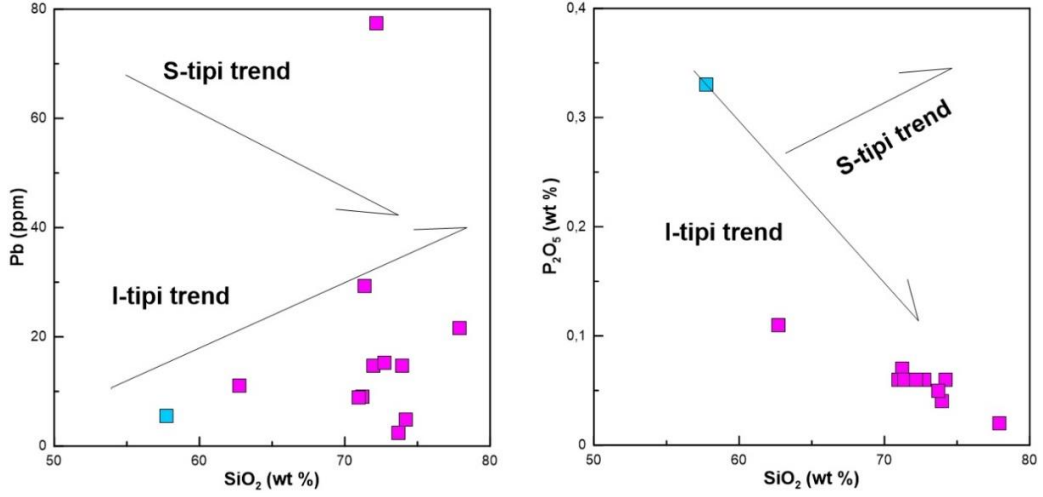
Şekil 4.4. Mavriyas Plütünü'nda gözlenen ve magma karışımını işaret eden dokusal özellikler. a) iri kristaller üzerinde daha küçük kristallerin oluşturdukları poiklitik doku, b) bıçağımsı hornblend mineralleri, c) plajiyoklaslarda gözlenen zonlu doku, d) iri plajiyoklas mineralleri içerisinde gelişen daha küçük plajiyoklas mineralleri. Pl: Plajiyoklas, Qz: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hbl: Hornblend, Opq: Opak mineral.



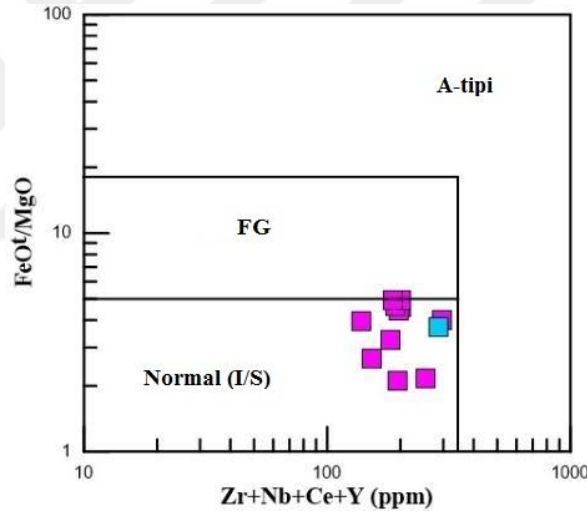
Şekil 4.5. Mavriyas Plütönu'na ait örneklerin (a) Rb/Sr-MgO, (b) Sr/Zr-Ti/Zr ve (c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

4.1.5. Tektonik Konum

SiO₂'ye karşı molar A/CNK diyagramında (Shand, 1943) örneklerin büyük bir kısmı volkanik yayların tipik plütönları olan I tipi granitoidler alanında yer alırken, örneklerin bir kısmı ise S tipi alanda yer alırlar (Şekil 3.37b). Ancak SiO₂'ye karşı negatif P₂O₅ ve pozitif Pb yönsemeleri de I tipi granitleri desteklemektedir (Şekil 4.6). Whalen ve diğ., (1987)'nin diyagramına göre de hemen hemen bütün örneklerin normal granit alanında yer aldıkları görölmektedir (Şekil 4.7).

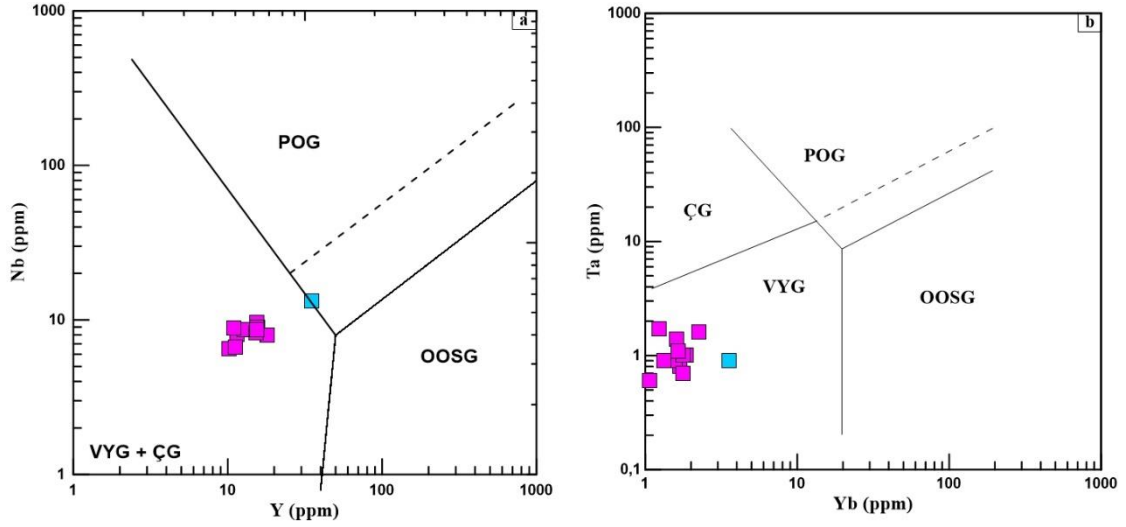


Şekil 4.6. SiO₂'ye karşı Pb ve P₂O₅ değişim diyagramları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).



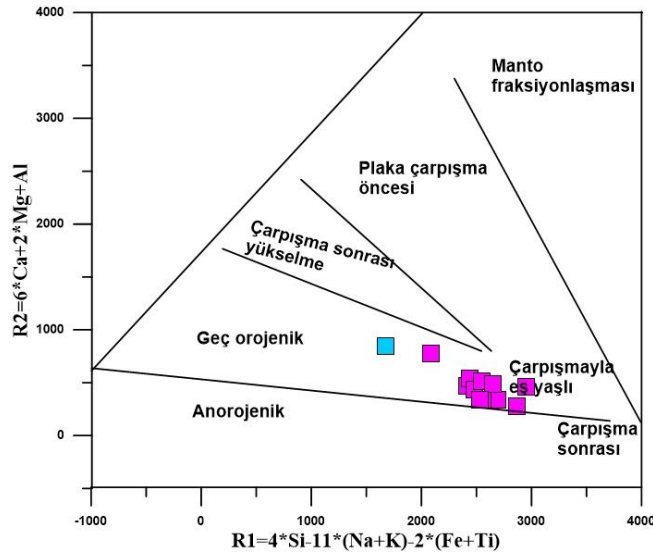
Şekil 4.7. FeO/MgO'e karşı (Zr+Nb+Ce+Y) sınıflama diyagramı (Whalen ve diğ., 1987); (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

İz element konsantrasyonlarını ele alan Y-Nb (Pearce ve diğ., 1984) diyagramında Mavriyas Plütonu'na ait örnekler volkanik yay granitleri (VYG) ve çarpışma granitleri (ÇG) alanında yer alır (Şekil 4.8a). Volkanik yay granitlerini, çarpışma granitlerinden ayırt eden (Yb-Ta (Pearce ve diğ., 1984) diyagramında, granit örneklerinin tamamı volkanik yay granitleri alanında yer alırlar (Şekil 4.8b).



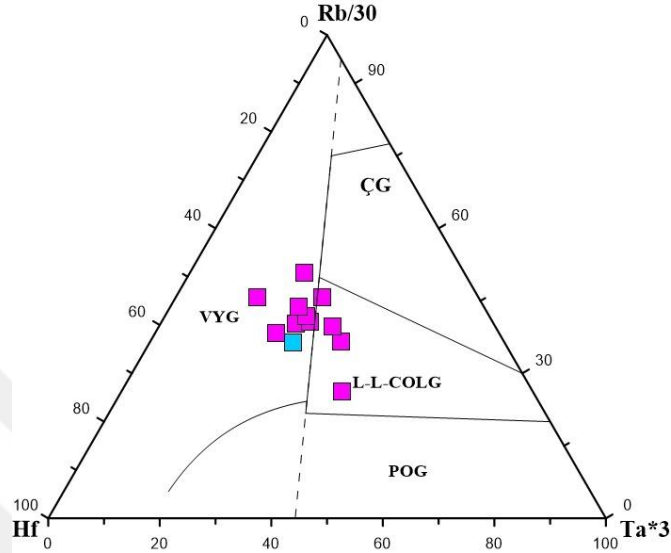
Şekil 4.8. Mavriyas Plütünü'ne ait örneklerin (a) Y-Nb, (b) Yb-Ta (Pearce ve diğ., 1984) diyagramlarındaki konumları. POG: Plaka ortası granitleri, ÇG: Çarpışma granitleri, VYG: volkanik yay granitleri, OOSG: okyanus ortası sırtı granitleri (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

Batchelor ve Bewden (1985)'in multi-katyon değerleriyle oluşturduğu diyagramında, Mavriyas Plütünü'ne ait örneklerin kalk-alkalen ve büyük ölçüde çarpışmayla eş yaşlı kayaları temsil eden alana düştüğü görülür (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Mavriyas Plütünü'ne ait örneklerin R1-R2 diyagramına göre sınıflandırılması (Batchelor ve Bowden, 1985).
 $R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$ $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$

Haris vd., (1986) tarafından ele alınan Rb/30-Hf-Ta*3 diyagramında da örneklerin çoğunluğu volkanik yay granitlerini desteklemektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Mavriyas Plütönu'na ait kayaç örneklerinin Rb/30-Hf-Ta*3 tektonik ortam ayırtman diyagramındaki (Haris vd., 1986) konumları (Semboller Şekil 26'daki gibidir).

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

4.1.6. Mavriyas Plütönu'nun Kaynak Alanı

Mavriyas Plütönu yüksek K'lu I-tipi granitoidik magmalar genel olarak alt-orta kabuktaki meta-magmatik kayaçlar veya litosferik manto kaynağı (subcontinental) olarak yorumlanırlar (Chappell ve White, 1992; Roberts ve Clemens, 1993). Mavriyas Plütönu'na ait örnekler, yüksek K'lu ve I-tipi bileşim sergilemektedir. Plütöna ait örnekler geniş silis içeriğine ($\text{SiO}_2 = 62.72-77.9 \text{ wt}\%$), nispeten düşük Mg# (2.33-32.23) ve Ni içeriği (1.2ppm-3.8ppm) sahip olup, alt kabuk ve mantodan türeyen magmaların karışımını takiben fraksiyonel kristallenme ya/ya da kabuksal kirlenme ile oluşmuşlardır.

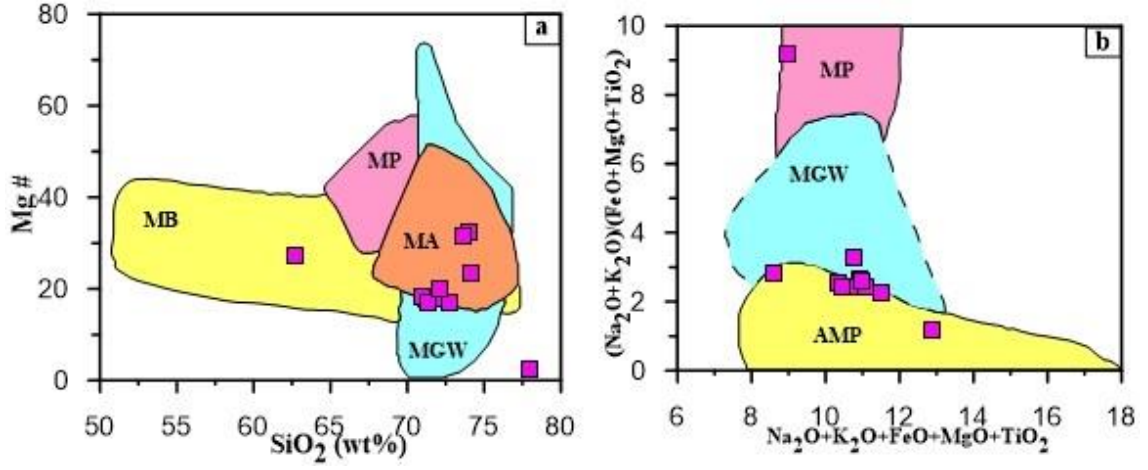
Mavriyas Plütönu içerisindeki MMA'ların varlığı, eş yaşlı mafik ve feslik magmaların karışımını (magma mingling/mixing) işaret eder (Vernon,1990; Barbarin ve

Didier, 1992). MMA'lar ile ana kayaç örneklerinin tüm jeokimyasallarında gözlemlenen benzerlikler, anklavların aynı kökenli olduklarını ve farklı magma kütlelerinden türemediklerini göstermektedir. MMA'lar ile içinde buldukları granitoid 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 (0.96-1.41) kısmen benzerlik gösteren ASI değeri (1.08) magmatik kökene işaret eder. Bundan dolayı, kökenlerini açıklamak için en az iki farklı magma gereklidir. MMA'lar nispeten düşük silis (57.74) ve Mg# (21.20) içeriklerine sahip olup, mantodan türeyen magma katkısını işaret eder.

Kondirite ve ilksel mantoya göre normalleştirilmiş örümcek diyagramlarında, Mavriyas Plütonu'na 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 granitoidlerin, 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.

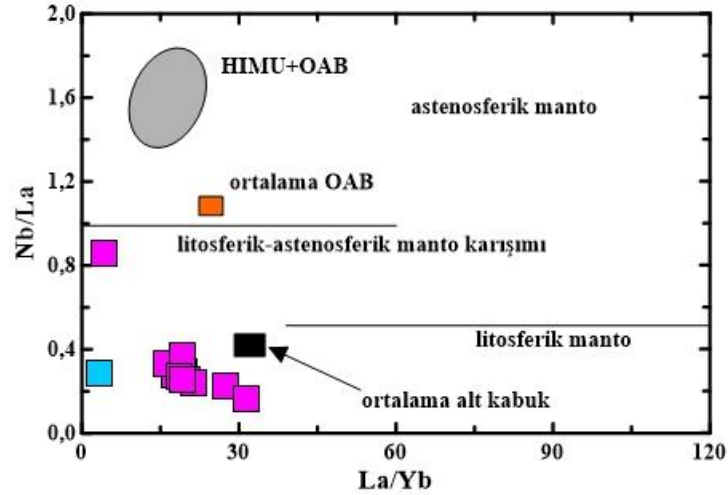
Eby (1992)'ye göre, Y/Nb oranları ile kabuk ($Y/Nb > 1.2$) ve manto ($Y/Nb < 1.2$) kökenli granitoidler birbirlerinden ayrılabilirler. Mavriyas Plütonu'na ait örnekler geniş bir Y/Nb oranına (1.24-2.26) sahip olup, hem kabuk hem de manto kökenini işaret. Ortalama Nb/Ta oranları mantodan türeyen magma için 17.5 ve kabuktan türeyen magma için de 11-12 arasındadır (Green, 1995), Mavriyas Plütonu'na ait örneklerin Nb/Ta oranları 5-12 arasında olup, kabuktan türeyen magmalara işaret eder. MMA'ların Nb/Ta oranı 14.78 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). Mavriyas Granitoidi'ne ait örnekler düşük K_2O/Na_2O , ASI, $(Na_2O+K_2O)/(FeO^T+MgO+TiO_2)$, ve yüksek $(CaO+FeO^T+MgO+TiO_2)$, $(Na_2O+K_2O)/(FeO^T+MgO+TiO_2)$, değerlerine sahip olup, genel olarak meta-andezitlerden (amfibolitlerden) türeyen ergime alanlarında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. İncelenen Mavriyas Plütönu'na ait kayaların bazı ana oksit ve molar oranlarına göre ((a)SiO₂'e karşı Mg# ve (b) Na₂O+K₂O)/(FeO+MgO+TiO₂)'e karşı (Na₂O+K₂O)/(FeO+MgO+TiO₂) kökensel ayırım diyagramları, MB: Metabazalt, MP: Metapellit, MA: Metaandezit, MGW: Metagrovak, AMP: Amfibolit (Patiño Douce, 1999; Semboller Şekil 26'daki gibidir).

Mavriyas Plütönu'na ait örnekler Nb/La'ya karşı La/Yb diyagramında (Şekil 4.12) litosferik manto alanına düşmekte olup, ortalama kıtasal kabuk değerlerine yakın alanlarda toplanmışlardır.



Şekil 4.12. Mavriyas 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 26'daki gibidir).

Nb-Y-Ga*3 üçgen diyagramında (Eby, 1992; Şekil 4.13) ise örneklerin tamamı magmanın manto-kabuk etkileşimi sonucu oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 4.13. Mavriyas örneklerinin Nb-Y-Ga*3 diyagramındaki konumları (Eby,1992; Semboller Şekil 26'daki gibidir).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Mavriyas Plütönu (Çaykara-Trabzon) ve çevresinde yer alan birimlere ait 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve kesiti hazırlanmış ve çalışma alanında, yaşlıdan gence doğru Taşlıyayla Volkanitleri (Geç Kretase), Mavriyas Plütönu (Kretase) ve Uzuntarla Plütönu (Eosen) olmak üzere üç birim ayırtlanmıştır.
2. Uzuntarla (Eosen) Plütönu; granit, granodiyorit, monzogranit, kuvars monzodiyorit, tonalit ve bunların damar kayaçlarından (granit porfir, granodiyorit porfir gibi) oluşmakta olup, kuvars, plajiyoklas, ortoklas ve hornblend gibi ana mineraller içermektedir. Kayaçlar genel olarak holokristalen orta-iri daneli dokuya sahip olup, yer yer poiklitik ve mirmekitik dokularda 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. Mavriyas (Kretase) Plütönu; alkali feldispat granit, granit, monzogranit ve granodiyorit bileşimli kayaçlar ile bunların damar kayaçlarından (granodiyorit porfir gibi) oluşmak ve kuvars, plajiyoklas, ortoklas, hornblend gibi ana minerallerden, muskovit ve apatit gibi tali mineraller içermektedir.
5. Mavriyas Plütönu kuvars monzodiyorit bileşimli MMA'lar içermekte olup, kuvars, plajiyoklas, ortoklas ve hornblend gibi minerallerden oluşmakta ve MMA'lar genel olarak magma karışımını gösteren dengesizlik dokuları içermektedir.
6. Mavriyas Plütönu, genel olarak I-tipi yüksek K'lu içeriğe sahip olup, metalümin-peralümin geçişli ve kalk-alkali özellik göstermektedir.
7. Ana ve iz element değişimleri, plütönu gelişiminde plajiyoklas, hornblend, biyotit, Fe-Ti oksit ve apatit fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığını göstermektedir.
8. Tektonik yerleşim diyagramlarına göre, Plütönu volkanik yay granitoyidi özelliği göstermektedir.
9. Plütönu 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. Mavriyas Plütönu'nu meydana getiren alt kıtasal kabuk kayaçlarının (amfibolitik) kısmi ergimesinin yanında litosferik manto bileşenlerinin de önemli rol oynadığı görölmektedir.
11. Çalışmanın bir sonraki kısmını izotop çalışmaları oluşturmalıdır. Özellikle Sm-Nd ve Rb-Sr ve Pb-Pb izotop sistemleri kullanılarak ilksel oranlarından Mavriyas Plütönu'nun ilksel ilişkileri belirlenmelidir.
12. Ayrıca Plütöna ait örnekler için U-Pb (Zirkon) yaş analizleri ile elde edilecek yaşların yardımıyla plütönu Pontid ada yayı evriminde hangi jeotektonik olaya karşılık geleceği 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.
- 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. Contrib Mineral Petrol, 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 calk-alkaline Eocene volcanics around Gümüşhane (NE Turkey), Eastern Pontides, Neues Jahrbuch für Mineralogie, 187, 3, 329-346.
- Aydın, F., 2014. Geochronology, Geochemistry and Petrogenesis of the Maçka Subvolcanic İntrusion: İmplications 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) Volkaniklerinitlerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2 (2), 123-142.
- 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.

- Aydıncakır, 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.
- Aydıncakır, E., 2017. Taşlıyayla (Çaykara, Trabzon, KD Türkiye) Civarı Geç Kretase Yaşlı Kalk-alkali Volkanik kayaların Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7, (1): 51-78.
- Bacon, C.R., Hirschmann, M.M., 1988. Mg/Mn Partirioning 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. Transition 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.
- Bektas, O., 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Back Arc of Eastern Pontides, MTA Bulletin, 103,104, 1-15.
- 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.
- 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. 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 Geochronométrique 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.
- 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., Karşlı, O., Chen, B. ve Uysal, I., 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. Tectonophysics, 480, 259-279.
- Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse Composite Pluton. Gondwana Research 19; 926-944.
- Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karşlı, O., Siebel, W., Derman, A.S. ve Turan, M., 2017. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere, The Journal of Geology, 125, 1-31.
- 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.
- 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., Chung, S.L., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryalı, E., 2011. 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., 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.
- 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 Çamlıhemşin 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, *Geocomp-I*, 555-580.
- Güngör, Y., Boztug, D. ve Yılmaz, O., 1997. Kaçkar batoliti Altıparmak dağı- Soganlı dağı arası (GD Çamlıhemşin-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.

- 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, Reearches 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, Contrib Mineral Petrol., 116; 433-447.
- Jica., 1985. The Republic of Turkey report on the cooperative mineral exploration of Gümüşhane area, Phase 1. Japan international cooperation agency metal mining agency of Japan.
- Kandemir, R., Lerosey-Aubril, R., 2011. First report of a trilobite in the Carboniferous of Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 179-183.
- 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: Impications for Magma İnteraction 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, Contrib Mineral Petrol., 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 Implications. Lithos 127, 354-372.

- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Ketenci, M., Chen, B. ve Kandemir, R., 2012. Deciphering the Shoshonitic Monzonites With I-Type Characteristic, the Sıldağı Pluton, NE Turkey: Magmatic Response to Continental Lithospheric Thinning. J Asian Earth Sci, 51, 45-62.
- Karlı, O., Dokuz, A., Kaliwoda, M., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R. ve Ferh, 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, 181-197.
- Kaygusuz, A., 2000. Torul ve çevresinde yüzeylenen kayaların 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. Calc-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 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. J Miner Geochem, 188; 211-233.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgan, S., Sipahi, F. ve İlbeyli, N., 2012a. Geochronological Evidence and Tectonic Significance of Carboniferous Magmatism in the Southwest Trabzon Area, Eastern Pontides, Turkey. Int Geol Rev, 54 (15), 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., İlbeyli, 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., İlbeyli, N., Temizel, İ., 2014. LA-ICP-MS Zircon Dating, Whole-Rock and Sr-Nd-Pb-O Isotope Geochemistry of the Camiboğazı Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Lithospheric Mantle and Lower Crustal Sources in Arc-related I-Type Magmatism, Lithos 192-195, 271-290.

- 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 Res., 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.
- 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).
- Köprübaşı, N., 1993. Tirebolu-Harsit (Giresun) arası Jura-Kretase Yaşlı Magmatik Kayaların Petrolojisi ve Jeokimyası, Türkiye Jeol Bül., 36, 139-150.
- Köprübaşı, N., Sen, C. ve Kaygusuz, A., 2000. Dogu Pontid Adayayı Granitoidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, *Uygulamalı Yerbilimleri*, 1, 111-120.
- 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
- Okay, A., Leven, E.J., 1996. Stratigraphy and paleontology of the Upper Paleozoic sequences in the Pulur (Bayburt) region, Eastern Pontides, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 5, 145-155.
- Okay, A.İ., Tüysüz, O., 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey. *Geological Society of London, Special Publications* 156, 475-515.
- Özdoğan, K., 1992. Karadag (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi-Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Özsayar, T., (1971). Paläontologie und Geologie des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolien), *Gieben, Geol. Schrift.*, 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.

- 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., Vigneresse, J.L. (Eds.), *Understanding Granites: Integrating 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, Cheshire, 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, *J Petrol*, 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.
- Roberts, M.P., Clemens, J.D., 1993. Origin of High-Potassium, Calcalkaline, 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.
- Schmidberger, S.S., Hegner, E., 1999. Geochemistry and Isotope Systematics of Calc-alkaline Volcanic Rocks from the Saar-Nahe Basin (SW Germany)-Implications for Late-Variscan Orogenic Development. *Contrib Mineral Petrol*, 135; 373-385.
- Schultze-Westrum, H.H. 1961. Giresun Civarındaki Aksu Deresinin Jeolojik Profili, Kuzeydogu Anadolu'da Dogu 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.
- Sipahi, F., 2011. Formation of Skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogy-Abhandlungen*, 188, 2, 169-190.
- 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., 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.
- 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.
- 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., 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).
- Taşlı, 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.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, Doktora Tezi, University College, London.
- 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., Alther, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbeğ, 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.
- 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 J Earth Sci 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.
- Whalen, J. B., Currie, K. L., ve Chappell, B. W., 1987, A-Type Granites, Chemical Characteristics, discrimination and petrogenesis, Contrib Mineral Petrol., 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, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt yöresindeki mesozoyik havzalarının tektono-sedimentolojik kayıtları ve kontrol etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, S. ve Boztug, D. 1996, Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey, Int Geol Rev ,38, 935– 956.
- 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.
- 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

Buket DÜNDAR 1986 yılında Nevşehir ili Hacıbektaş ilçesinde doğdu. 1993-2004 yılları arasında ilk, orta ve lise öğrenimini tamamladı. 2006-2008 yılları arasında Muğla Ortaca Meslek Yüksek Okulu'nda Peyzaj Teknikerliği tamamladı. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans öğrenimine başladı. 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, aynı yıl Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başlayan Buket DÜNDAR İngilizce bilmektedir.

