

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

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ALEMDAR ve İŞIKDERE PLÜTONLARININ PETROGRAFİK ve PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan GÜNDÜZ

**ARALIK 2018
GÜMÜŞHANE**



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ALEMDAR ve IŞIKDERE PLÜTONLARININ PETROGRAFİK ve PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan GÜNDÜZ

**ARALIK 2018
GÜMÜŞHANE**

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

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ALEMDAR ve IŞIKDERE PLÜTONLARININ PETROGRAFIK ve PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan GÜNDÜZ

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı”**

Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.12.2018

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 11.01.2019

ARALIK 2018



KABUL ve ONAY



Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR danışmanlığında **Ramazan GÜNDÜZ** tarafından hazırlanan “**ALEMDAR ve IŞIKDERE PLÜTONLARININ PETROGRAFİK 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. Abdullah KAYGUSUZ

Üye (Danışman)

: Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Özgür BİLİCİ

ONAY

Bu tez 20./02./19. tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir. Proje No: 17.F5114.01.01

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "Alemdar ve Işıkdere Plütonlarının Petrografik 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.

28/12/2018



Ramazan GÜNDÜZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALEMDAR ve IŞIKDERE PLÜTONLARININ PETROGRAFİK ve PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ramazan GÜNDÜZ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Emre AYDINÇAKIR

2018, 61 sayfa

Bu çalışmada, Doğu Pontidler'in güneyinde dar bir alanda yüzeylenen Alemdar ve Işıkdere (Gümüşhane) Plütonları'nın petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri incelenmiştir. Bu Plütonlar, yaklaşık olarak KD-GB istikametinde uzanım göstermekte olup, Erken -Orta Karbonifer yaşlı Gümüşhane Granitoyidi'ni ve Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nu keserek yerleşmişlerdir. Petrografik olarak, incelenen plütonlar ince-orta taneli olup, kuvars-diyorit, kuvarslı monzodiyorit ve tonalit bileşimlidir. İncelenen plütonlar genellikle taneli, poikilitik, yazı dokusu ve nadiren porfirik doku göstermekte olup, plajiyoklas, kuvars, K-feldispat, amfibol, biyotit ve Fe-Ti oksit içermektedirler. Petrokimyasal olarak, plütonlar I-tipi, yüksek-K'lu kalk-alkali karakterli metalümin-peralümin ($A/CNK=0.86-1.13$) geçişli olup, volkanik yay granitleri özelliği

göstermektedirler. İncelenen plütonların tüm kayaç ana ve iz element verileri, plütonların gelişiminde özellikle fraksiyonel kristallenme \pm kirlenmenin önemli rol oynadığını göstermektedir. İksel mantoya normalize edilmiş iz element dağılımları, büyük iyon yarıçaplı litofil elementler (Sr, K, Rb, Ba), Th ve Ce bakımından zenginleşme ve negatif Ta, Nb ve Ti anomalisi ile karakterize edilen yitim bileşeninin etkisini işaret ederler. Kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında gözlenen konkav şekil ve negatif Eu anomalisi, plütonların gelişiminde plajiyoklas \pm amfibol ayrımlaşmasının etkili olduğunu işaret etmektedir. Tüm bu veriler, Plütonların ana magmasının muhtemelen daha önce yitim akışkanları tarafından metasomatize edilmiş zenginleşmiş bir manto kaynağını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alemdar ve Işıkdere (Gümüşhane) Plütonları, Doğu Pontidler, Jura magmatizması, Tüm kayaç jeokimyası

ABSTRACT

MS THESIS

PETROGRAPHICAL AND PETROLOGICAL INVESTIGATION THE ALEMDAR AND IŞIKDERE PLUTONS

Ramazan GÜNDÜZ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Emre AYDINÇAKIR

2018, 61 pages

In this study, petrographical, geochemical and petrological characteristics of the Alemdar and Işıkdere (Gümüşhane, NE Turkey) Plutons outcropping the limited area in the south of the Eastern Pontides were reported. These plutons extend nearly in the direction of NE-SW and intruded into the Early-Middle Carboniferous Gümüşhane Granitoid and Early-Middle Jurassic Şenköy Formation. Petrographically, the studied plutons are compositionally fine to medium grained quartz-diorite, quartz monzodiorite and tonalite. The studied plutons consist of plagioclase, quartz, K-feldspar, amphibole, biotite and Fe-Ti oxides with generally granular, poikilitic, graphics and rarely porphyric textures. Petrochemically, plutons represent I-type, high-K calc-alkaline affinities, metaluminous to peraluminous ($A/CNK=0.86-1.13$) and features of volcanic arc granitoid. The whole-rock major and trace element data indicate that fractional crystallization \pm

assimilation has performed a notable role in the evolution of the studied plutons. Primitive mantle-normalized trace element patterns of the rocks show enrichment in large ion lithophile elements (Sr, K, Rb, Ba), Th and Ce, and negative Ta, Nb and Ti anomalies suggesting subduction component in their petrogenesis. The chondrite normalized rare earth element (REE) patterns of the studied plutons display concave-shaped plots with negative Eu anomalies, all of which refer plagioclase \pm amphibole fractionations. All evidence support that the magma of the plutons was formed by an enriched mantle wedge metasomatized by slab-derived fluids.

Keywords: Alemdar and Işıkdere Plutons (Gümüşhane), Eastern Pontides, Geochemistry, Jura magmatism

TEŞEKKÜR

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında, Alemdar ve Işıkdere Plütonların Petrografik ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi adlı tez çalışması yapılmıştır. “Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir. Proje No: 17.F5114.01.01”.

Beni yüksek lisans öğrencisi olarak kabul eden, çalışmamın her aşamasında yol gösteren, yardım ve emeği geçen danışman hocam Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR'a canı gönülden teşekkür ederim. Çalışmalarında yardımcı olan çok kıymetli hocalarım, Prof. Dr. Abdullah KAYGUSUZ'a, Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ'ye, Dr. Öğr. Üyesi M. Ali GÜCER'e, Araş. Gör. Kadir SÜNNETÇİ'ye çok teşekkür ederim. Ayrıca değerli arkadaşlarım Jeoloji Yüksek Mühendisi Vedat TURHAN, İnşaat Mühendisi Metin ŞEKER'e, Hayriye PALANCI'ya, Aynur ERDOĞDU'ya teşekkürlerimi sunarım. Bölümümüz ince kesit teknisyeni Ferdi Dayanç'a ve Gümüşhane Üniversitesi personeli ile yüksek lisans eğitimim boyunca destek veren herkese çok teşekkür ederim.

Ayrıca canım Aileme bana maddi ve manevi destek olup her anımda yanımda olduklarından dolayı çok teşekkür ederim.

Ramazan GÜNDÜZ

Gümüşhane, 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

TEZ BEYANNAMESİ.....	2
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş ve Amaç	1
1.2. Coğrafi Bilgiler	1
1.2.1. Coğrafi Konum	1
1.2.2. Topoğrafya	1
1.2.3. İklim ve Bitki Örtü.....	2
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim.....	2
1.3. Bölgesel Jeolojisi	4
1.4. Önceki Çalışmalar.....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	10
2.1. Amaç ve Yöntem	10
2.1.1. Arazi Çalışmaları	10
2.1.2. Labarotuvuar Çalışmaları.....	10
2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması.....	10
2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların çekimi.....	11
2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması.....	11
2.1.2.4. Kimyasal Analizler	11
2.1.2.5. Nem Kaybı ve Ateşte Su Kaybı (LOI).....	11
2.1.3. Büro Çalışmaları	12
3. BULGULAR.....	13
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafisi	13
3.1.1. Gümüşhane Plütону	17

3.1.1.1.	Yaş	19
3.1.2.	Şenköy Formasyonu.....	19
3.1.2.1.	Yaş	20
3.1.3.	Alemdar ve Işıkdere Plütönu	20
3.1.3.1.	Yaş	22
3.1.4.	Berdiga Formasyonu	22
3.1.4.1.	Yaş	22
3.1.5.	Alüvyon.....	22
3.2.	Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nun Petrografisi	23
3.2.1.	Saha Gözlemleri.....	23
3.2.2.	Petrografik İnceleme	23
3.2.2.1.	Kuvarslı-Monzodiyorit	25
3.2.2.2.	Kuvars Diorit	26
3.2.2.3.	Tonalit.....	27
3.3.	Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nun Jeokimyasal Özellikleri	29
3.3.1.	Giriş.....	29
3.3.2.	Uyumsuz Elementler.....	31
3.3.3.	Nadir Toprak Elementler	36
3.3.4.	Tektonik Konum	37
4.	TARTIŞMA	41
4.1.	Alemdar ve Işıkdere Plütönları'nın Petrojenezi.....	41
4.1.1.	Kısmi Ergime	41
4.1.2.	Fraksiyonel Kristallenme (Ayrımlaşma) ve Özümleme (Asimilasyon)	42
4.1.3.	Magma Karışımı	43
4.1.4.	Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nun Kaynak Alanı.....	44
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	48
6.	KAYNAKLAR	49
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	İnceleme 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 (Okay ve Tüysüz 1999).....	5
Şekil 1.4.	Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase-Paleosen ve Eosen Plütonlarının konumları ve bu Plütonlarda yapılmış izotop yaşları.	7
Şekil 3.1.	İnceleme alanına ait kolon kesit.	14
Şekil 3.2.	Çalışma alanına ait jeolojik haritası.....	15
Şekil 3.3.	Çalışma alanı aitenine jeolojik kesit.	16
Şekil 3.4.	Gümüşhane Granitoyidi'ne ait genel görünüm.....	17
Şekil 3.5.	Gümüşhane Graniti içerisinde anklav.....	18
Şekil 3.6.	Gümüşhane Granitoyidin' de izlenen arenalasma	18
Şekil 3.7.	Şenköy Formasyonun Gümüşhane Granitoyidi ve Berdiga Formasyonu ile olan kontak ilişkisinin görünümü.	20
Şekil 3.8.	Alemdar ve Işıkdere Plütonu içerisindeki kuvarşlı diyorit, tonalit, ve kuvarş monzodiyorit türü kayaçların arazi ilişkileri.....	21
Şekil 3.9.	Alemdar ve Işıkdere Plütonuna ait örneklerin modal analiz sonuçlarının KAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976) ve plütonu oluşturan kayaçların modal analiz sonuçlarının Lameyre ve Bowden (1982)'nin plütonik serileriyle karşılaştırılması.	24
Şekil 3.10.	Alemdar ve Işıkdere Plütonunda gözlenen kuvarşlı-monzodiyoritte ait B-1; a) İnce orta taneli yazı ve poikilitik dokulu.....	26
Şekil 3.11.	Alemdar ve Işıkdere Plütonu içerisindeki taneli dokulu kuvarşlı diyoritlerin mikrofotografı D-4, A-1-1.....	28
Şekil 3.12.	Işıkdere Plütonu içindeki tonalite ait taneli doku D-4.....	29
Şekil 3.13.	Alınan örneklerin kimyasal sınıflama diyagramındaki görünümleri. a) SiO ₂ 'ye karşı Na ₂ O+ K ₂ O diyagramı	30
Şekil 3.14.	Örneklerin, a) K ₂ O-SiO ₂ diyagramı.....	31
Şekil 3.15.	Alemdar ve Işıkdere Plütonuna ait kayaç örneklerinin SiO ₂ 'ye karşı ana element değişim (Harker) diyagramları.....	34
Şekil 3.16.	Alemdar ve Işıkdere Plütonuna ait kayaç örneklerinin SiO ₂ 'ye karşı iz element değişim (Harker) diyagramları.....	35

Şekil 3.17. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait kayaçların İlksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları.....	36
Şekil 3.18. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaçların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramlar	37
Şekil 3.19. (a) Na_2O+K_2O 'ya karşı $Zr+Nb+Ce+Y$ ve (b) FeO^*/MgO 'ya karşı $Zr+Nb+Ce+Y$ değişim diyagramları (Whalen vd., 1987)	37
Şekil 3.20. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait örneklerin (a) Y-Nb, (b) Yb-Ta (Pearce vd., 1984) diyagramlarındaki konumları.	38
Şekil 3.21. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaç örneklerinin a) Rb/10-Hf- Ta^*3 ve b) Rb/30-Hf- Ta^*3 tektonik ortam ayırtman diyagramındaki (Haris vd., 1986) konumları.	39
Şekil 3.22. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait örneklerin R1-R2 diyagramına göre sınıflandırılması (Bathcelor ve Bowden, 1985).).	39
Şekil 3.23. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaç örneklerinin a) Sr/Y'a karşı Y, (Brown vd., 1984), b) La/Yb'a karşı Th/Yb (Condie, 1989), diyagramı.	40
Şekil 4.1. Alemdar ve Işıkdere Plütönları'nı oluşturan kayaçların Ce/Y'a karşı Zr/Nb değişim diyagramları (Deniel, 1998).....	41
Şekil 4.2. Alemdar ve Işıkdere Plütönlarını oluşturan kayaçların: (a) Ba (ppm)'a karşı Sr (ppm) ve (b) Ba/Sr'a karşı Sr (ppm) değişim diyagramları	42
Şekil 4.3. Alemdar ve Işıkdere Plütönları'na ait örneklerin (Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce vd., 1990), Th/Yb'ye karşı SiO_2 diyagramı.....	43
Şekil 4.4. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nda gözlenen magma karışımını gösteren dokusal özellikler.....	44
Şekil 4.5. Alemdar ve Işıkdere Plütönları'na ait örneklerin (a) Rb/Sr-MgO, (b) Sr/Zr-Ti/Zr ve(c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları.	45
Şekil 4.6. Alemdar ve Işıkdere Plütönu örneklerinin, Nb/La'a karşı La/Yb Okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait değerler Schmidberger ve Hegner (1999), MORB ve OAB değerleri Harms vd. (1997).....	46
Şekil 4.7. İncelenen Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait kayaçların bazı ana oksit ve molar oranlarına göre kökensel ayırım diyagramları.....	47
Şekil 4.8. Alemdar ve Işıkdere Plütönu örneklerinin Nb-Y- Ga^*3 diyagramındaki konumu	47

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait kayaçların modal analizleri.....	24
Tablo 4.1. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait örneklerin ana oksit (% ağı.), iz element (ppm) analizleri.....	32
Tablo 4.2. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.....	32



SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

An	: Anortit
AMP	: Amfibolitler
ANTE	: Ağır nadir toprak elementler
An	: Anortit
Ap	: Apatit
Byt	: Biyotit
cm	: Santimetre
Çn	: Çift nikol
HFSE	: Yüksek çekim alanlı elementler
HNTE	: Hafif nadir toprak elementleri
ICP	: Inductively coupled plasma
İM	: İlksel manto
Ku	: kuvars
km	: Kilometre
LILE	: Büyük iyon yarı çaplı elementler
Mg#	: Mağnezyum numarası [$100 * (\text{MgO} / \text{MgO} + \Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3)$]
Mg	: Magnetit
MGW	: Metagrovaklar
MMA	: Mafik mikrogranüler anklav
MORB	: Okyanus ortası sırtı bazaltı
MS	: Mass Spectrometry
My	: Milyon yıl
N	: Örnek sayısı
NTE	: Nadir toprak elementler
Op	: Opak mineral
OOSG	: Okyanus ortası sırtı granitleri
Ort	: Ortoklas
Pl	: Plajiyoklas
ppm	: Milyonda bir
Syn-ÇG	: Çarpışmayla eş yaşlı granitler
Ku	: Kuvars
VYG	: Volkanik yay granitleri
WPG	: Levha içi granitler

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş ve Amaç

Bu çalışmada, Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın güneyinde çok dar bir alan da Alemdar, Işıkdere, Aksu yörelerinde yüzeyleme veren Erken-Orta Karbonifer yaşlı Gümüşhane Plütönu'nu keserek yerleşmiş olan ve yaşı kesin olarak bilinmeyen (Jura?) Alemdar ve Işıkdere Plütönları'nın petrografisik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri incelenecektir. Dolayısıyla önerilen tezin amacı, mutlak yaşı tartışma konusu olan, literatürde yalnızca stratigrafik ilişkilere dayanılarak yaşlandırılmaya çalışılan ve bileşimleri kuvars diyoritten tonalite kadar değişen (kuvarslı diyorit, kuvars monzodiyorit ve tonalit) plütönlarin petrografikve petrolojik özelliklerini belirlemek olacaktır.

1.2. Coğrafik Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

İnceleme alanı, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesinde, Gümüşhane merkeze bağlı Alemdar, Çamlıköy ve Işıkdereköyü civarını kapsamaktadır. 1/25.000 ölçekli Trabzon-H43-a1 H42-b2 paftası içinde yaklaşık 63 km²'lik bir alanı kapsayan çalışma alanına ulaşım Gümüşhane-Bayburt transit yolu üzerinden ayrılan tali yollarla sağlanır.

1.2.2. Topoğrafya

Çalışma alanı genelde topoğrafyalar sert rölyefe sahip, güneye doğru gidildikçe yükselti artmaktadır. Çalışma alanındaki yükselti ler: Büyükmeşe Tepe (1831 m.), Cevzlidere Tepe (1951 m.), Kuzun Tepe (1455 m.) ve Hamidinçığı Tepe (1786 m.) Sahadaki en önemli ana drenaj hattı; Harşit Çayı olup ve buna bağlanan Işık Dere, Çamlı Dere, Kömür Dere vb. gibi irili ufaklı çok sayıda dereler mevcuttur. Bu derelerin bir kısmı mevsimseldirler.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtü

İnceleme alanında, Karadeniz Bölgesi iklim özellikleri görülmesine karşın daha çok karasal iklim koşulları hakimdir. Yazları sıcak olup ve kışları ise kar yağışlı özellikte ve çok soğuktur.

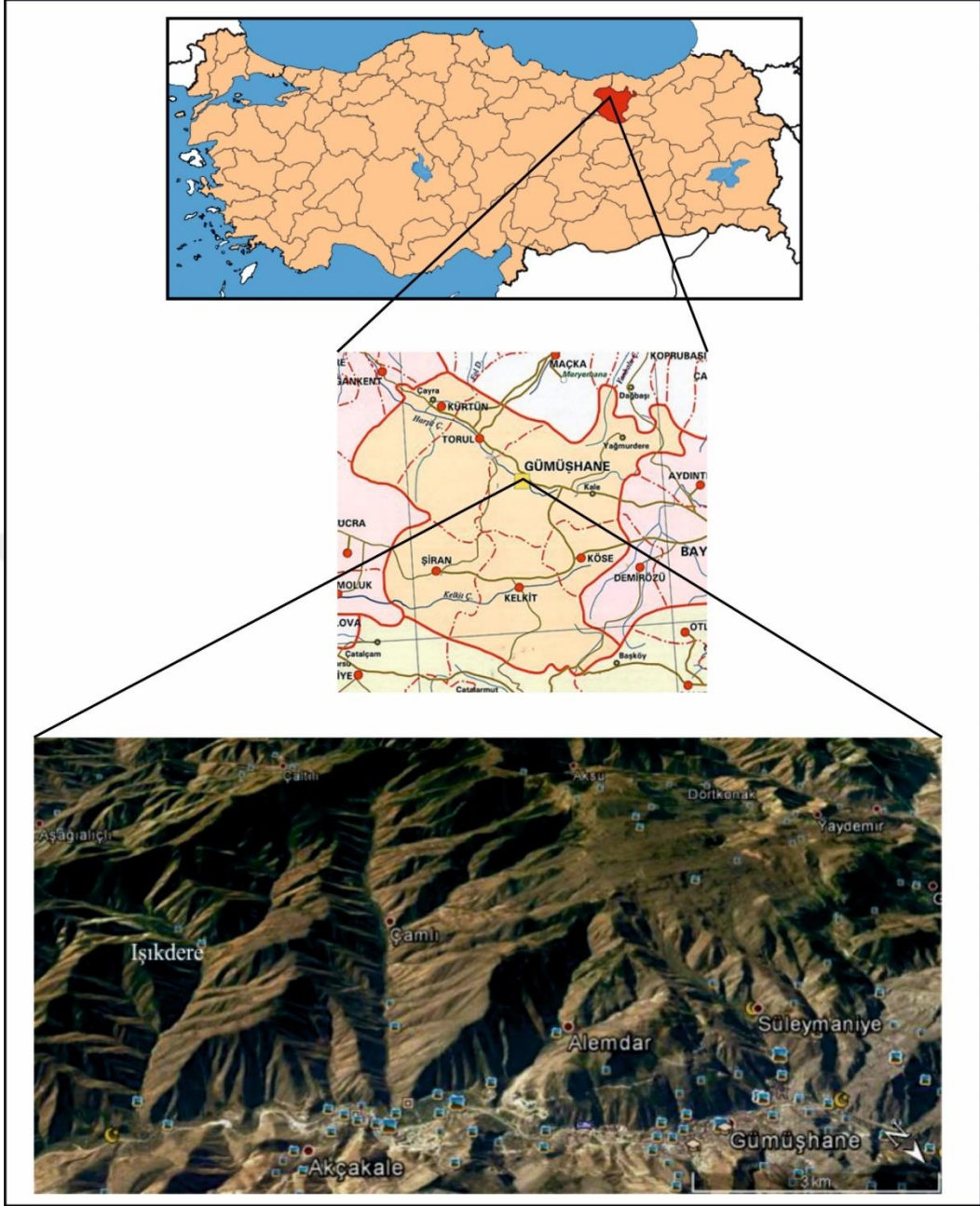
Yöre bitki örtüsü bakımından oldukça fakir olup, topoğrafik olarak daha yüksek alanlarda ve vadi içlerinde çam, meşe, kuşburnu ve alıç gibi ağaç toplulukları gözlenebilmektedir. Bozkırlar üzerinde geven olarak adlandırılan bodur, iğne yapraklı ve hemen her mevsim yeşil kalan bitki oldukça çok miktarda bulunmaktadır. Bitki örtüsü bakımından fakir olma durumu jeolojik birimlerin net olarak görülmesini kolaylaştırmaktadır.

Yöre tarıma elverişli olmadığı için büyükbaş hayvan yetiştiriciliği benimsenmiştir. Köy içinde evlerin önünde küçük bahçelere rastlanılmıştır. Gümüşhane İli ve çevresi madencilik sektöründe ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bunun yanında ekonomiyi canlandıran diğer kuruluşlar ise; Üniversite, Kamu kurumları ve yöreye özgü yapılan pestil ve köme satış yerleri bulunarak ekonomiye katkı sağlamaktadırlar.

1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim

İnceleme alanında en büyük yerleşim yerleri köy merkezleri ve mezralardan oluşmaktadır. En yakın ve büyük yerleşim yerleri Alemdar, Aksu, Çamlı ve Işıkdere Köyleri'nden (Şekil 1.1) oluşur. Ayrıca bazen yaz aylarında Melitli Mahallesi, Koyunoğlu Mahallesi, Koçlu Mahallesi Yerleşkesinde yerleşim görülür.

Çalışma alanında ana ulaşım Trabzon-Gümüşhane arası asfalt karayolu ile yapılmaktadır. Mahalle ve mezralara ulaşım stabilize ve patika yollarla yapılmaktadır. Çalışma alanının, Gümüşhane İli'ne en yakın yeri Işıkdere Köyü, Alemdar Köyü ve Çamlı Köyü olup, merkeze uzaklıkları yaklaşık 12 km ila 24 km arasında değişmektedir.

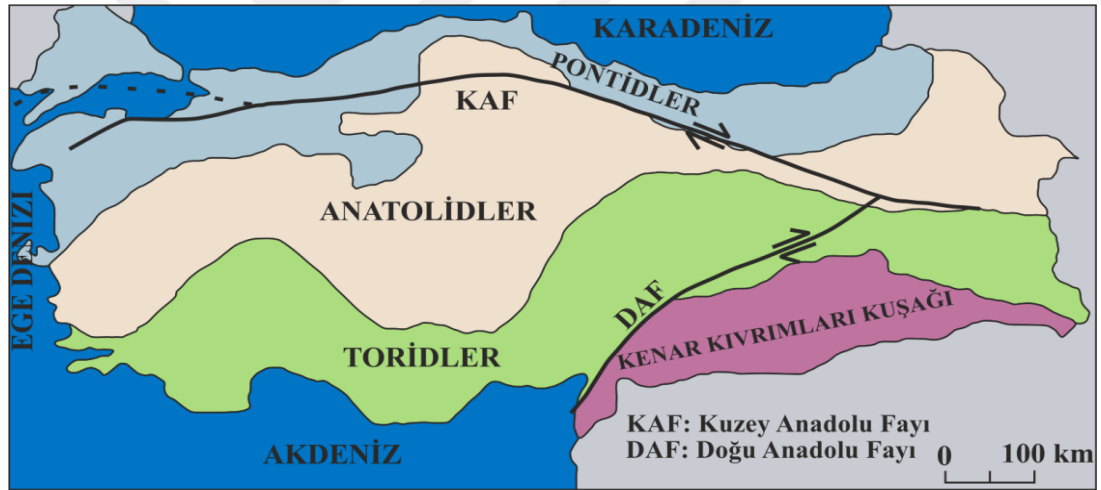


Şekil 1. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.3. Bölgesel Jeolojisi

İnceleme alanı ilk kez Ketin (1966) tarafından sınırlandırılan ve coğrafik olarak Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'ne karşılık gelen "Pontid Tektonik Birliği"nin Doğu kesimini oluşturan ve "Doğu Pontid Orojenik Kuşağı" olarak isimlendirilen birlik içinde yer alır (Şekil 1.2). "Doğu Pontid Orojenik Kuşağı"nın jeodinamik gelişimi sistematik jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik verilerin eksikliği nedeni ile halen tartışmalıdır (Adamia vd., 1977 ve 1981; Tokel 1981; Ustaömer ve Robertson 1996; Rice vd., 2009; Dilek vd., 2010; Dewey vd., 1973; Chorowicz, 1998; Bektaş vd., 1999; Eyüboğlu vd., 2007, 2011a, 2011b, 2011c; Eyüboğlu 2010).

Pontidler, Arni (1939) tarafından kuzey ve güney zon olarak iki farklı tektonik birliğe ayrılmıştır. Daha sonra Bektaş vd. (1995) tarafından litolojik farklılıklar göz önüne alınarak Pontidler Kuzey, Güney ve Eksen Zon olarak üç farklı zona ayrılmıştır.



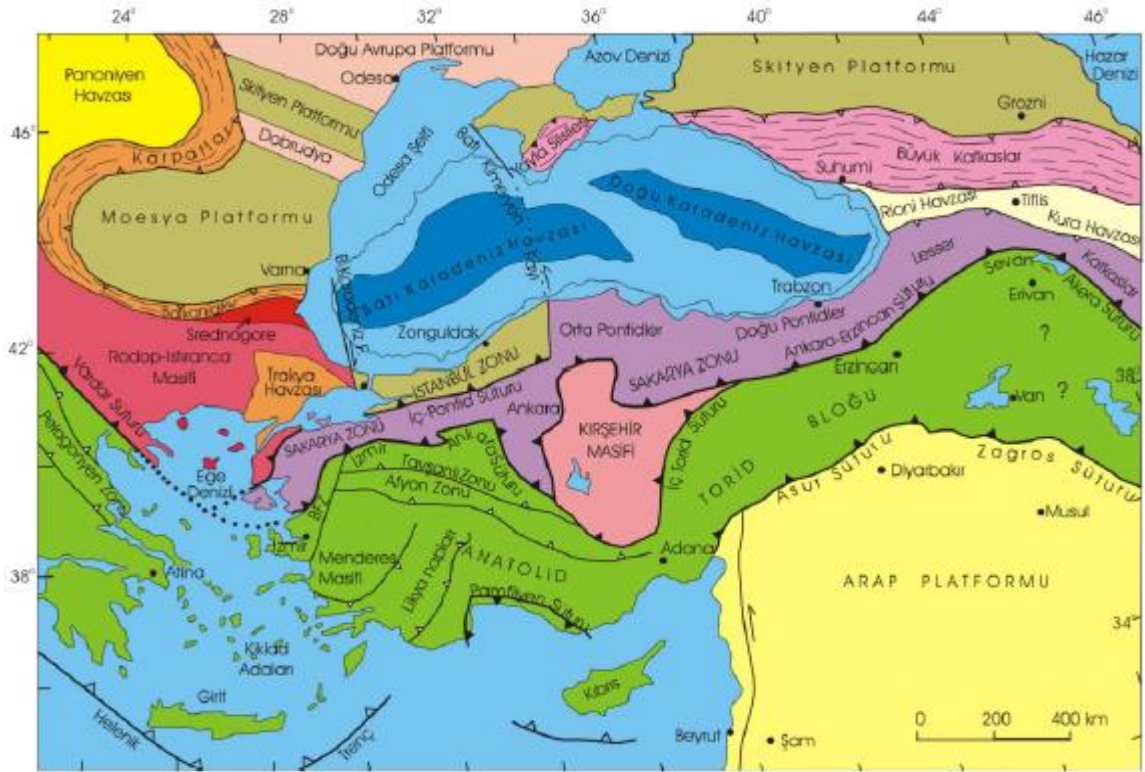
Şekil 1. 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966).

Çalışma alanını da içine alan Doğu Pontidler, Okay ve Tüysüz (1999) tarafından yapılan çalışma da ayrılan tektonik birliklerden Sakarya Zonu olarak ayrılan tektonik birlik içinde yer almaktadır (Şekil 1.3).

Doğu Pontidler'in temelini Geç Karbonifer granitoidleri ve Geç Karbonifer Erken Permiyen metasedimanter kıtasal kayalar oluşturur (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Okay ve Leven, 1996; Topuz vd., 2007, 2010, 2011; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012, 2016).

Doğu Pontidler de Paleozoyik ve Triyas yaşlı kayalar Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul istif tarafından uyumsuz olarak örtülür. (Boynukalın, 1990; Kandemir, 2004; Eyüboğlu vd., 2006; Şen 2007). Farklı araştırmacılar tarafından adlandırılan bu

birim, birbirleriyle yanal geçiş gösteren ve kısa mesafelerde kalınlık farkları sunan rift ilişkili birimleri içerir (Hamurkesen Formasyonu, Ağar, 1977; Zimonköy Formasyonu, Eren, 1983; Şenköy Formasyonu, Kandemir, 2004). Ayrıca son zamanlardaki çalışmalarda Erken-Geç Jura döneminde granitoidlerin varlığını ortaya koymuştur (Dokuz vd., 2010; Karslı vd., 2017).

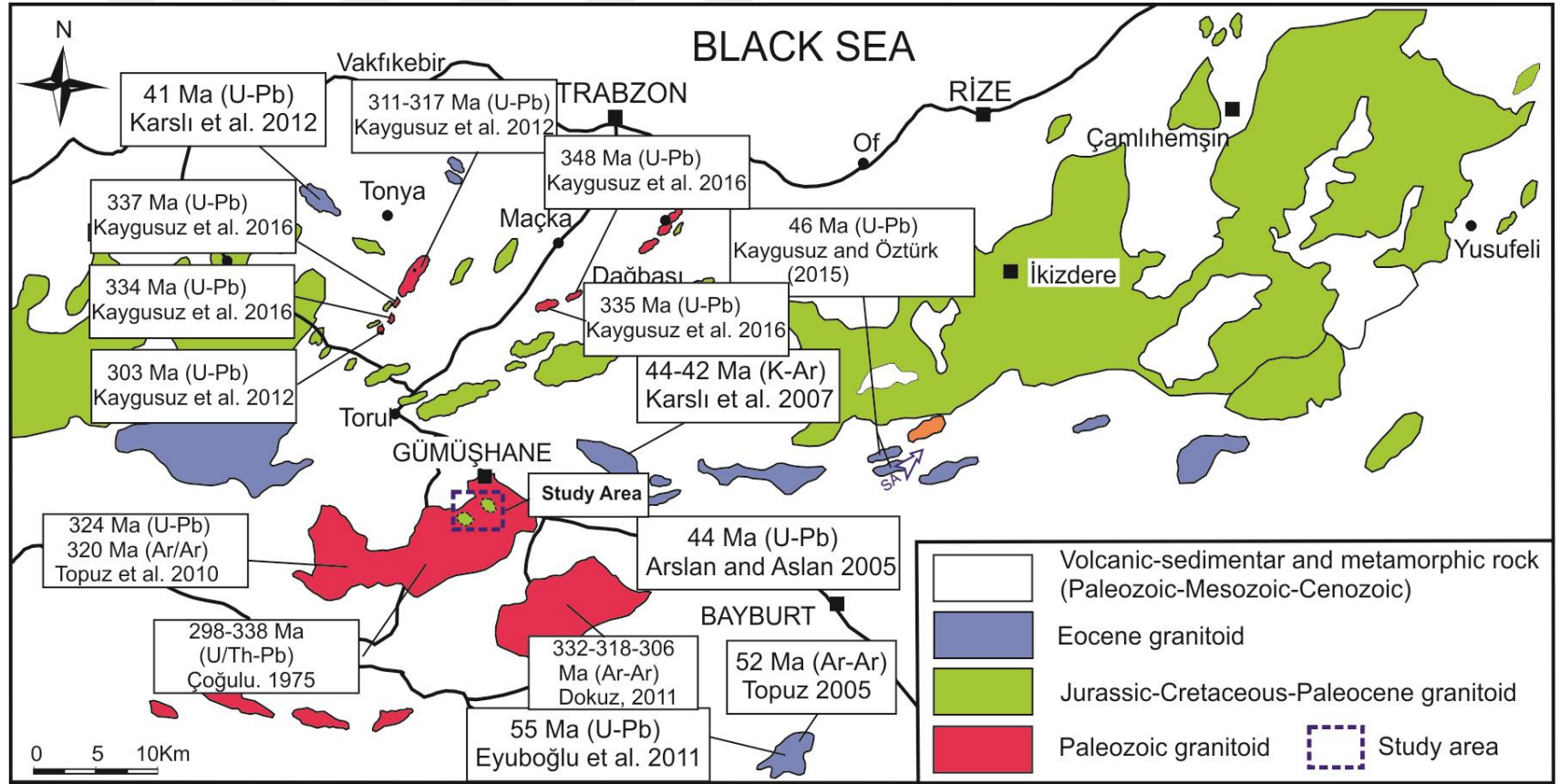


Şekil 1. 3. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları (Okay ve Tüysüz 1999).

Geç Jura-Kretase dönemi orojenik kuşakta duraylılık döneminde karşılık gelmektedir ve yoğun karbonat okelimiyle karakterize edilmiştir (Görür, 1997; Tüysüz, 1999). Pelin (1977) tarafından birimin en iyi yüzeyleme yaptığı yer ismine atfen birimin adını Berdiga Formasyonu olarak isimlendirmiştir.

Geç Kretase dönemi, Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nda kuzeyden güneye doğru önemli litolojik farklılıklar göstermekle beraber Doğu Pontidlerin kuzeyinde şiddetli bir magmatizmanın ürünü olan volkanik kayalar ve granitik intrüzyonlar (Şekil 1.4) baskın litolojiyi oluşturur (Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Okay ve Şahintürk, 1997; Karslı vd., 2004; Boztuğ vd., 2006; Kaygusuz vd., 2008, 2009, 2010, 2011; Kaygusuz ve Aydınçakır 2009, 2011; Karslı vd., 2010; Sipahi vd., 2017). Ayrıca, bölgede Geç Kampaniyen'de başlayan

ve Maastrichtiyen sonuna kadar devam eden yüksek potasyumlu magmatizma yaygın olarak gözlenir (Altherr vd., 2008; Topuz vd., 2010; Eyüboğlu, 2010; Gülmez vd., 2016; Aydınçakır, 2016; Şen vd., 2019). Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde Anatoli-Torid bolkalarının çarpışması gerçekleşmiştir (Okay ve Şahintürk, 1997; Dilek, 2006). Doğu Pontidler'de Erken Eosen adakitik ve adakitik olmayan kayaçları (54-48 My) oluşumu (Topuz vd., 2005; Karşlı vd., 2010b, 2011; Eyüboğlu vd., 2011*a, b, c*; Topuz vd., 2011; Eyüboğlu vd., 2013*a, b*; Karşlı vd., 2013; Aydınçakır, 2014), yay-kıta çarpışmasının son aşaması olarak düşölmektedir. Bölgede, Eosen dönemi çarpışma sonrası kalk-alkalen volkanik kayaçlar ile yüksek-K kalk-alkalen ve şoşonitik plütonlar ile temsil edilir (Şekil 1.4; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Arslan vd., 1997; Şen vd., 1998; Aliyazıcıoğlu, 1999; Arslan vd., 2002; Boztuğ vd., 2004; Topuz vd., 2005; Arslan ve Aslan, 2006; Karşlı vd., 2007, Boztuğ ve Harvalan, 2008;; Aslan, 2010; Eyüboğlu vd., 2012; Karşlı vd., 2012*b*; Temizel vd., 2012; Yücel vd., 2012; Aydınçakır ve Şen, 2013; Arslan vd., 2013; Aslan, vd., 2014; Yücel vd., 2017). Eosen sonrasında bölgede kırıntılı kayaçlar ve neojen yaşlı alkalen volkanik kayaçlar yaygındır (Okay ve Şahintürk, 1997; Aydın vd., 2008, 2009; Arslan vd., 2013; Yücel, 2013, Yücel vd., 2017). Kuvaterner dönemi alüvyonlardan oluşmaktadır.



Şekil 1. 4. Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase- Eosen Plütonlarının konumları ve bu Plütonlarda yapılmış izotop yaşları (Kaygusuz vd. 2016'dan değiştirilerek).

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını da içine alan bölgede çalışmanın amacına yönelik geniş kapsamda birtakım çalışmalar yapılmış ve bu yapılan çalışmalar aşağıdaki açıklamalarda özet olarak verilmiştir;

Erguvanlı (1950), "Trabzon-Gümüşhane arsında Pontidlerin bir kesiti" adlı araştırmasında; bölgenin 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak, Pontidlerde Enoniyen, Lütesiyen yaşında iki kompleksin olduğunu açıklamıştır.

Gattinger (1962), Gümüşhane bölgesinde yüzeylenen kayaçların stratigrafik dizilimini yapmış temelde Permien yaşlı metamorfik kayaçlar ve granitik kayaçlar, Erken Jura yaşlı kireçtaşları, Geç Kretase yaşlı flişler ve Eosen yaşlı volkanikler olarak sıralamıştır.

Ketin (1966), Pontid orojenik kuşağının doğusunda yer alan Doğu Pontidlerin Güney Zonunda yer alan Gümüşhane-Bayburt bölgesinin kapsayan Mesozoyik yaşlı kayaçların çökel özelliklerini ayrıca birikim koşullarını da ortaya koyarak havza geometrisi ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Çoğulu (1970), "Gümüşhane ve Rize Plütonları'nın Mukkayeseli Petrolojik ve Jeokronolojik Etüdü" adlı çalışmasında bölgede geniş kapsamda yayılmış granitik kayaçları petrografik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışma ile Gümüşhane Plütonu'nun yaşını Geç Paleozoyik olarak tespit etmiştir.

Yılmaz (1972), "Gümüşhane Graniti ve Çevre Kayaçların Yapısal ve Petrografik Etüdü" isimli çalışmasında Gümüşhane ve çevresini detaylı bir şekilde petrografik çalışmalar yaparak bölgede bulunan magmatik kayaçları petrojenik olarak incelemiştir. Yaptığı çalışma sonucunda granit, monzogranit, kuvars-monzonit ve granodiyorit olarak dört farklı şekilde ele almıştır.

Ağar (1977), "Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi" adlı Doktora Tezi çalışmasında Berdiga Formasyonunda yaptığı çalışmalarla çökelme ortamlarını tespit etmiştir.

Pelin (1977), tarafından Doğu Pontidlerin Güney Zonu'nda geniş alanlarda yüzeylenen kireçtaşları tanımlanmış ve Berdiga Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Eren (1983), "Gümüşhane Kale arası bölgesi ve Mikrofasiyes İncelenmesi" isimli çalışmasında Gümüşhane-Kale arasında mikrofasiyes incelemelerini yapması sonucunda Erken-Orta Jura yaşlı birimlere Zimonköy Formasyonu adını vermiştir. Bu birimde Gümüşhane Granitin üzerine uyumsuz olarak geldiğini ifade etmiştir.

Türk-Japon Ekibi (1985), Yörenin 1/500000 ölçekli jeolojî haritalarını hazırlayarak intrüzif kayaların yaşlarını Rb-Sr yöntemi ile tayin etmiş ve yaşlı intrüzif kayaları 406 my, genç intrüzif kayaları ise 100 my olarak belirlemişlerdir.

Bergougnan (1987), Pontidler'de Jura öncesi yaşlı asidik magmatiklerin bir yitim zonuna ilişkin olarak geliştiklerini ve bunlarda çeşitli yöntemlerle yapılan yaş tayinlerinde, bu magmatiklerin Karbonifer-Permiyen zaman aralığında sokulum yaptıkları belirlemiştir.

Güven (1993), Doğu Pontidler'in 1/250.000 Ölçekli Komplikasyonunu hazırlamıştır.

Kandemir (2004), "Gümüşhane ve Yakın Yöresindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları" isimli çalışmasında Gümüşhane ve yakın çevresindeki Erken-Orta Jura yaşlı volkano-tortul çökelleri ve birikim koşullarını inceleyip Şenköy Formasyonu adlandırmasını yapmıştır.

Topuz vd. (2010), Gümüşhane Granitoidi'nin yaşını yaklaşık 320-324 My (Erken Karbonifer) olarak belirlemişlerdir. Gümüşhane Plütönu'nun yüksek-K'lu kalk-alkalin ve I tipi granit ve granodiyoritik kayalar ile felsik (mikrogranit, sferolitik dasit ve riyolit) kayalardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Kaygusuz vd. (2012), Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda Özdil, Soğuksu, Seslikaya, Kızılağaç and Şahmetlik Plütönları üzerinde yaptıkları çalışmada plütönlara ait U-Pb zirkon yaşlandırması ile 323-348 My yaşları bulmuşlardır.

Dokuz vd. (2017), Alucra, Gümüşhane ve Olur yörelerinde yaptıkları arazi çalışmaları sonucunda Geç Jura volkanizmasının varlığını ortaya koymuşlardır.

Karsli vd. (2017), Gökçedere Plütönu oluşturan gabro ve gabro-diyorit bileşimli kayalar üzerinde tüm kayaç Sr-Nd izotop analizleri, zirkon Lu-Hf izotop ve zirkon U-Pb yaşlandırması yapılmıştır. U-Pb zirkon yaşlandırması ile plütönu'nun yaşı 177 My (Erken Jura) olduğu belirlenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç ve Yöntem

Bu çalışmanın amacını oluşturan Gümüşhane yöresindeki Alemdar ve Işıkdere Plütonlarından alınan örneklerinin petrografik, jeokimyasal, ve petrolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar, arazi, laboratuvar ve büro çalışması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışması Gümüşhane İli, Bağlarbaşı Mah.ve çevresinde bulunan Alemdar, Çamlıköy, Aksu ve Işıkdere köylerini kapsayan yaklaşık 65 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 3.2).

Çalışma sahasının morfolojisini ve coğrafik durumunu incelemek için bölgenin 1/100000 ve 1/25000 ölçekli topografik haritaları derlenmiştir. Sonra bölgede daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen veriler ışığında bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ve jeolojik kesiti hazırlanmıştır (Şekil 3.3). Çalışma konusu olan Alemdar ve Işıkdere Plütonlarından ayrılmamış taze kayaç örneklerinden 50 tane alınmıştır.

2.1.2. Labarotuvuar Çalışmaları

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Çalışma alanından alınan kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin tespit edilmesi için, Alemdar ve Işıkdere Plütonu'na ait 15 adet örneğin incelenmesi için ince kesitleri hazırlanmıştır. İnceleme için kayaçlardan 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 incelemek için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında yapılmıştır.

2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların çekimi

Alemdar ve Işıkdere Plütonu'na ait 14 adet ince kesit örneğinin modal analizleri analizleri yapılmıştır. Modal analiz yaparken kesitler içerisindeki minerallerin boyutlarına göre ortalama 0.5-1.5mm aralığında yaklaşık 800 ile 1000 arasında nokta sayımları yapılmıştır.

İnce kesitlerin petrografik incelemeleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Optik Mineraloji Laboratuvarında Leica Polarizan Marka mikroskop yardımı ile incelenmiştir ve gerekli kesitler için fotoğraflandırmalar yapılmıştır.

2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması

Alemdar ve Işıkdere Plütonlarının petrokimyasal analizleri için Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde örnek hazırlama laboratuvarında hazırlanmıştır. Petrokimyasal analizlere uygun bir şekilde örnekler 200-300 gr olacak şekilde çeneli kırıcıda 1-2 cm kırıldıktan sonra diğer bir işlemi olan havanlı öğütücü öğütülükten sonra çeyreklenme yolu ile yaklaşık 20 gr'lık toz olan örnekleri uygun bir şekilde hazırlanmıştır.

2.1.2.4. Kimyasal Analizler

Alemdar ve Işıkdere Plütonları'na ait 15 adet örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Alemdar ve Işıkdere Plütonlarına ait 15 adet numunenin petrokimyasal analizleri için ACME Analitik Laboratuvarı (Kanada)'na iletilmiştir. Ana oksit ve iz elementler ICP, nadir toprak elementler ise ICP-MS ile analiz yöntemi ile incelenmiş olup, toz örneklerden 0.2 g alınarak 1.5g LiBO₂ ile karıştırılmış, %5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözüldürülmüştür. Toz örneklerden 0.250 g dört farklı asit içinde çözüldürülmüş ve ppm olarak nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ppm olarak ölçülmüş olup veriler uygun bir şekilde düzenlenmiştir.

2.1.2.5. Nem Kaybı ve Ateşte Su Kaybı (LOI)

Petrokimyasal analizler için öğütülen örneklerden yaklaşık olarak 10 gr alınıp, 105 °C'deki etüvde 24 saat bir süre ile bekletilip örnekler tekrardan tartılmıştır. Bu örnekler arasındaki nem kaybını ölçmek için gerçekleştirilmiştir.

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.

Diğer bir yöntemde örneklerin ateşte su kaybını belirlemek için nem kaybın da yapılan yöntem 10gr 24 saat, 25°C'de bekletildikten sonra platin kaplara konulup 950°C'deki etüvde 2 saat bekletildikten sonra örneklerin herbiri ayrı bir şekilde detaylı tartışılmıştır. Bunun sonucunda oluşan aradaki yüzde oranla ateşte su kaybı tespit analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

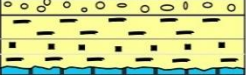
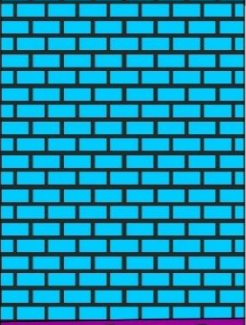

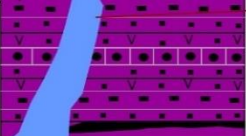
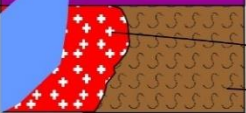
Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin yorumlanması için büro çalışmaları yapılmıştır. Fen Bilimlerinin yazım kurallarına göre bu tez hazırlanmıştır.

3. BULGULAR

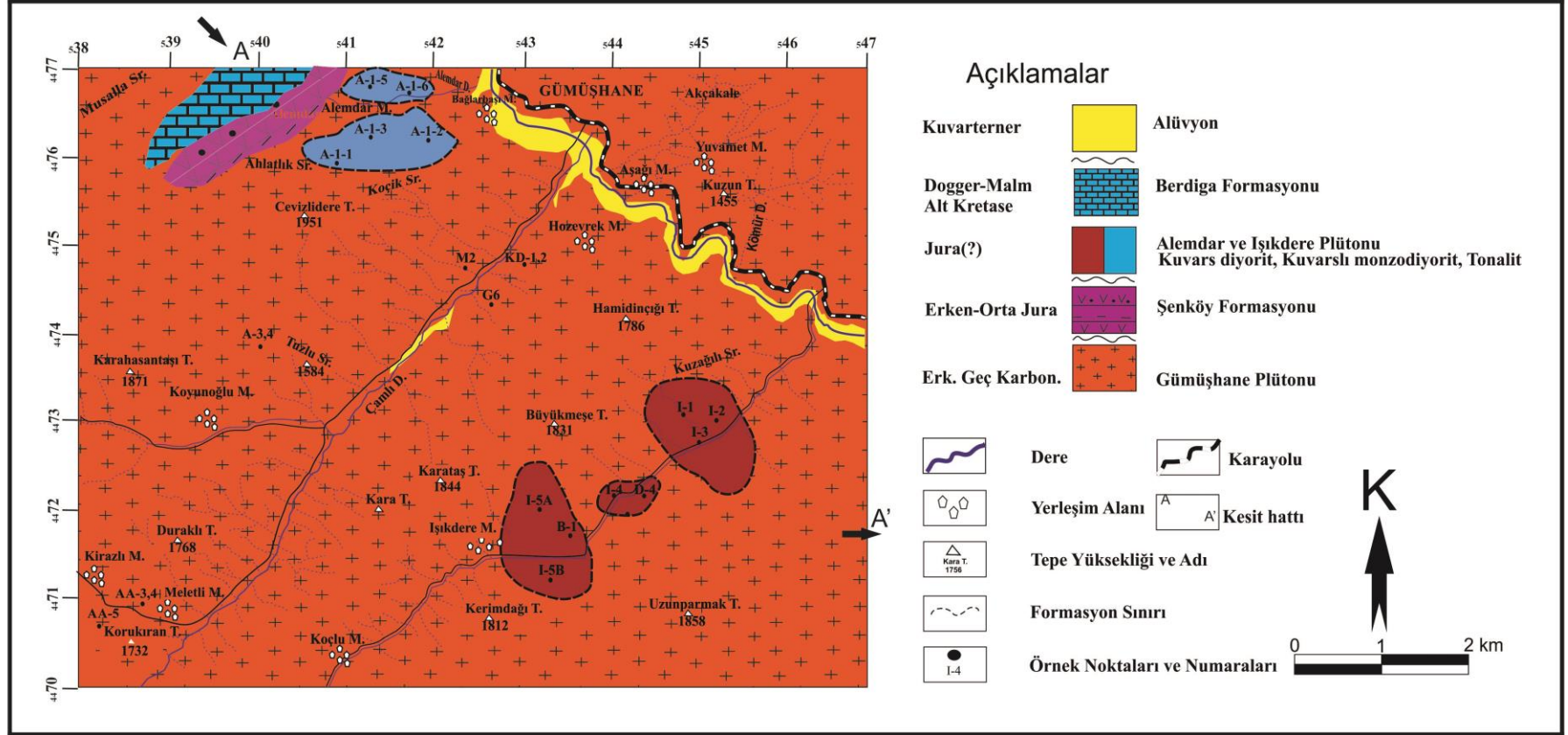
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafisi

Çalışma alanı Alemdar, Işıkdere ve yakın çevresinide içine alan volkano-tortul ve granitik birimlerden oluşan yaklaşık 63 km² lik bir alandan oluşmaktadır. İnceleme alanının en yaşlı birimini Gümüşhane Plütönu oluşturmaktadır. Gümüşhane Plütönu üzerine uyumsuz olarak Şenköy Formasyonu gelmektedir. Alemdar ve Işıkdere Plütönları bu iki birimi keserek yerleşmiştir. Tüm bu birimler üzerine uyumlu olarak Berdiga Formasyonu gelmektedir. En genç birimi Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturur. İnceleme alanında litostratigrafi esasları dikkate alınarak yapılan ayrıntılı saha çalışmalarında yaşlıdan gence doğru şu birimler ayırtlanmıştır (Şekil 3.1).

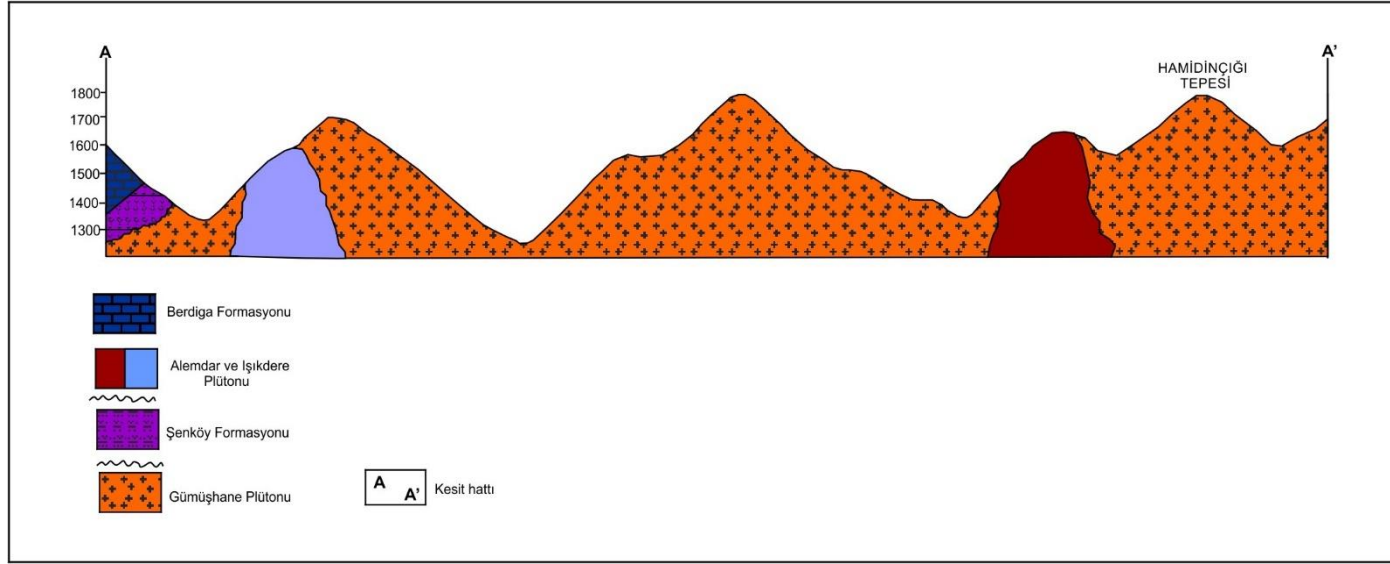
5. Alüvyon (Kuvaterner)
4. Berdiga Formasyonu (Dogger-Malm Erken Kretase)
3. Alemdar ve Işıkdere Plütönu (Jura ?)
2. Şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura)
1. Gümüşhane Plütönu (Eken-Geç Karbonifer)

ÜST SİSTEM			LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SİSTEM	SERİ	FORMASYON.		
MESOZOYİK	KUV.			Traverten Kumtaşı, siltası, Kiltası ardışımı
	KRETASE			Karbonatlı kayalar
	ALT KRETASE	BERDİGA		
	JURA	ÜST		
	ORTA	ŞENKÖY		Bazalt, andezit ve piroklastları, kırıntılı kayaç ardalanması, yer yer çört ve kömür ara katkısı
ALT			Alemdar ve Işıkdere Plütönu Kuars diyorit, Kuars monzodiyorit, Tonalit	
ÜST PALEOZOYİK				Gümüşhane-Köse Granitoyid Kompleksi Pulur Metamorfitleri

Şekil 3. 1. İnceleme alanına ait kolon kesit.



Şekil 3.2. Çalışma alanına ait jeolojik haritası



Şekil 3. 3. Çalışma alanı aitenine jeolojik kesit.

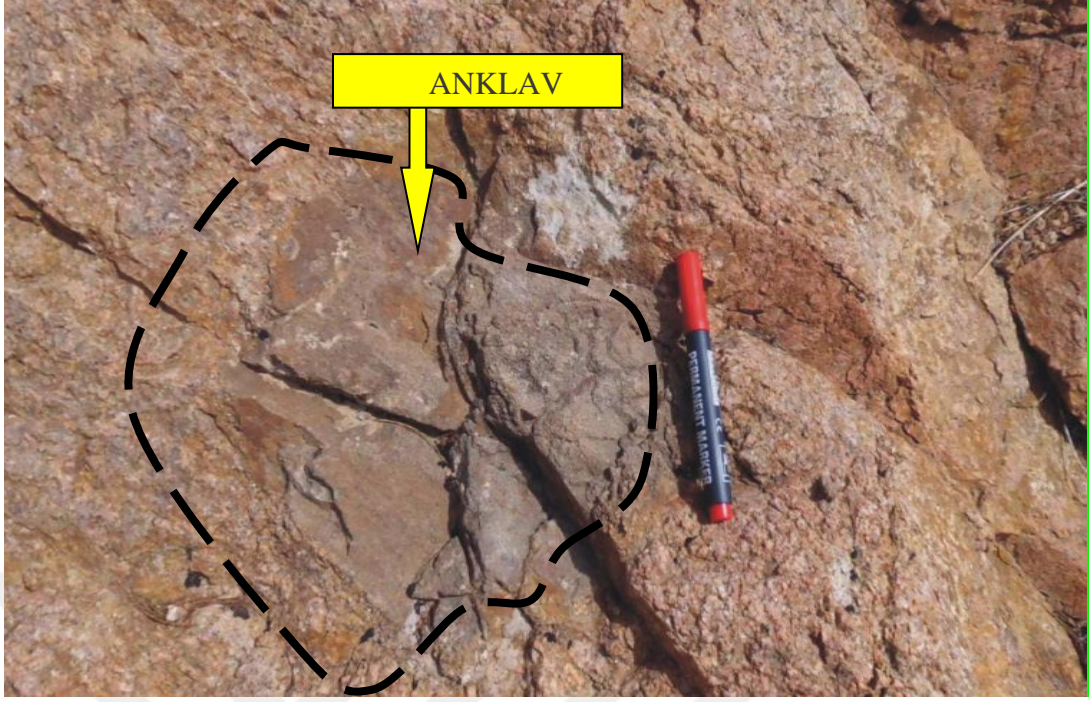
3.1.1. Gümüşhane Plütönu

İnceleme alanının da içinde yer aldığı Gümüşhane ve yakın çevresi ile Kelkit ilçesinin kuzeyindeki geniş alanlarda yüzeylenen granitik kayalar Yılmaz (1972) tarafından Gümüşhane Graniti (Şekil 3.4) olarak adlandırılmıştır.

İnceleme alanında geniş mostralara veren granitik kayalar; Harşit Çayı boyunca, Kömür Deresi civarında, Yuvamet ve Şişmanlı Mahallelerinde, Işıkdere, Alemdar ve Çamlıköy civarında yüzeyleme göstermektedir. Gümüşhane Plütönu içerişeye yerleşen anklavlar görölmektedir (Şekil 3.5).

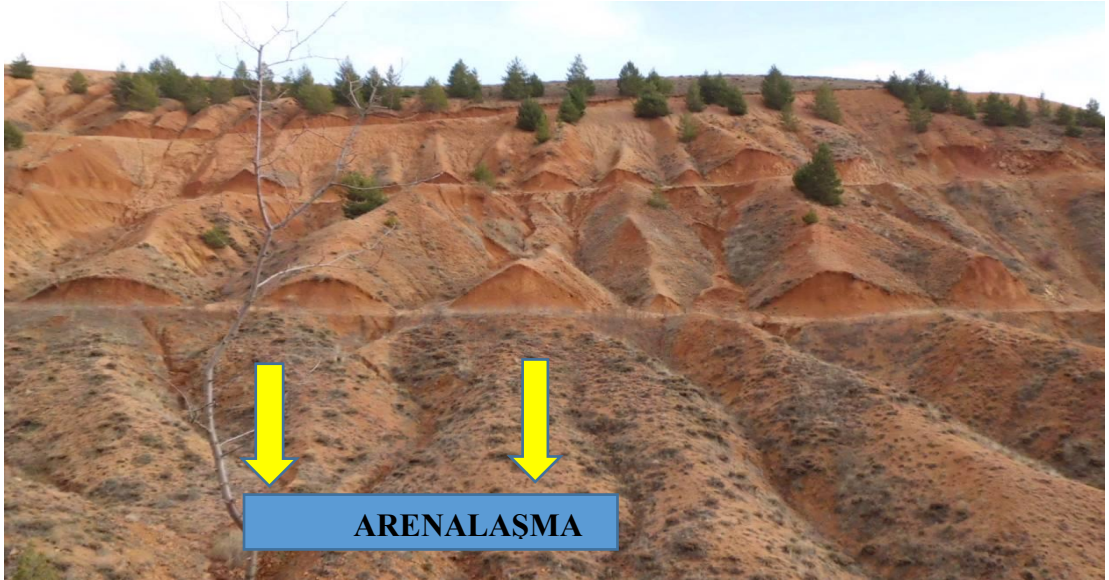


Şekil 3. 4. Gümüşhane Granitoyidi'ne ait genel görünüm (Yer: Akçakale, Karabacak Yaylası; KD'dan GB'ya bakış)



Şekil 3. 5. Gümüşhane Graniti içerisinde anklav (Yer: Türkmen deresi batı yamacı)

Bu birim, inceleme alanında, iri kristali, düşük rölyefli çok çatlaklı yapısı, arenalaşma (Şekil 3.6) ve pembemsi rengi ile diğer birimlerden kolaylıkla ayırt edilmektedir.



Şekil 3. 6. Gümüşhane Granitoidin' de izlenen arenalaşma (Yer: Yukarı Yuvamet Mahallesi)

Makroskopik olarak kuvars, ortoklas ve plajiyoklas gibi mineraller gözle görülebilmektedir. Kristal boyutları yaklaşık olarak 0.5 ile 1 cm. arasında değişmektedir. Bunun yanında çekiçle kırılmaları çok zor değildir. Çatlaklar yer yer ikincil kalsit, bazen de kuvars tarafından doldurulmuştur.

3.1.1.1. Yaş

Arazi çalışmaları sırasında, Gümüşhane Plütönu'na kesin yaş verebilecek herhangi bir jeolojik veri bulunamamıştır. Ancak Erken-Orta Jura Şenköy Formasyonu tarafından nankonformiti uyumsuzluğu ile örtülmesinden yararlanılarak Gümüşhane Granitoyidi'ne göreceli yaş verilebilir ve Erken-Orta Jura'dan daha yaşlı olduğu söylenebilir. Ayrıca Yılmaz (1972)'ye göre Gümüşhane Granitoyidi'nin yaşı Permiyen olarak kabul edilmiştir. Topuz vd., (2010) tarafından yapılan çalışmada Plütönu'nun yaşı 320-324 My Erken Karbonifer olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada Plütönu'nun yaşı Erken Karbonifer olarak kabul edilmiştir.

3.1.2. Şenköy Formasyonu

Birimi tanımlamak için, Açar (1977) tarafından Demirözü (Bayburt) yöresinde ilk çalışmayı yapmış ve birime Hamurkesen Formasyonu adı verilmiştir. Eren (1983), Zimonköy civarında yaptığı çalışmalarda tüf, tüfit, andezit, spilitik bazalt, kireçtaşı, kumtaşı-kiltaşı-marn ardışımı, volkanoklastik kayaç katkılı birimlere Zimonköy Formasyonu adını vermiştir. Kandemir (2004) tarafından yapılan "Gümüşhane Yakın Yörelerindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri" adlı çalışmada litostratigrafi kurallarına uygun biçimde Şenköy Formasyonu olarak yeniden adlandırılmıştır.

Şenköy Formasyonu çalışma alanında Alemdar Mahallesi'nin kuzeydoğu'sunda ince bir bant halinde görülmektedir. Gümüşhane Plütönu ile Berdiga Formasyonu arasında yer alan birim topoğrafyada gri, koyu gri, morumsu veya yeşilimsi rengeyle ve yumuşak rölyefe sahip görüntüsüyle diğer birimlerden ayırt edilebilmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7. Şenköy Formasyonunun Gümüşhane Granitoyidi ve Berdiga Formasyonu ile olan kontak ilişkisinin görünümü. (Yer: Türkmen deresi kuzey yamacı.)

Şenköy Formasyonu, tabanda kumtaşı ve kuvars çakıllarından oluşan konglomera ve kömürlü seviyelerle başlar. Bunun üzerine volkano tortul birimler gelir. Bunlar kumtaşı-marn-tüf-tüfit ardışımından oluşur. Ayrıca yer yer çörtlü kireçtaşı, bazalt mostra vermektedir. Şenköy Formasyonu üst seviyelerine doğru andezitler ve Berdiga Formasyonu ile arasında kömürlü seviye bulunmaktadır.

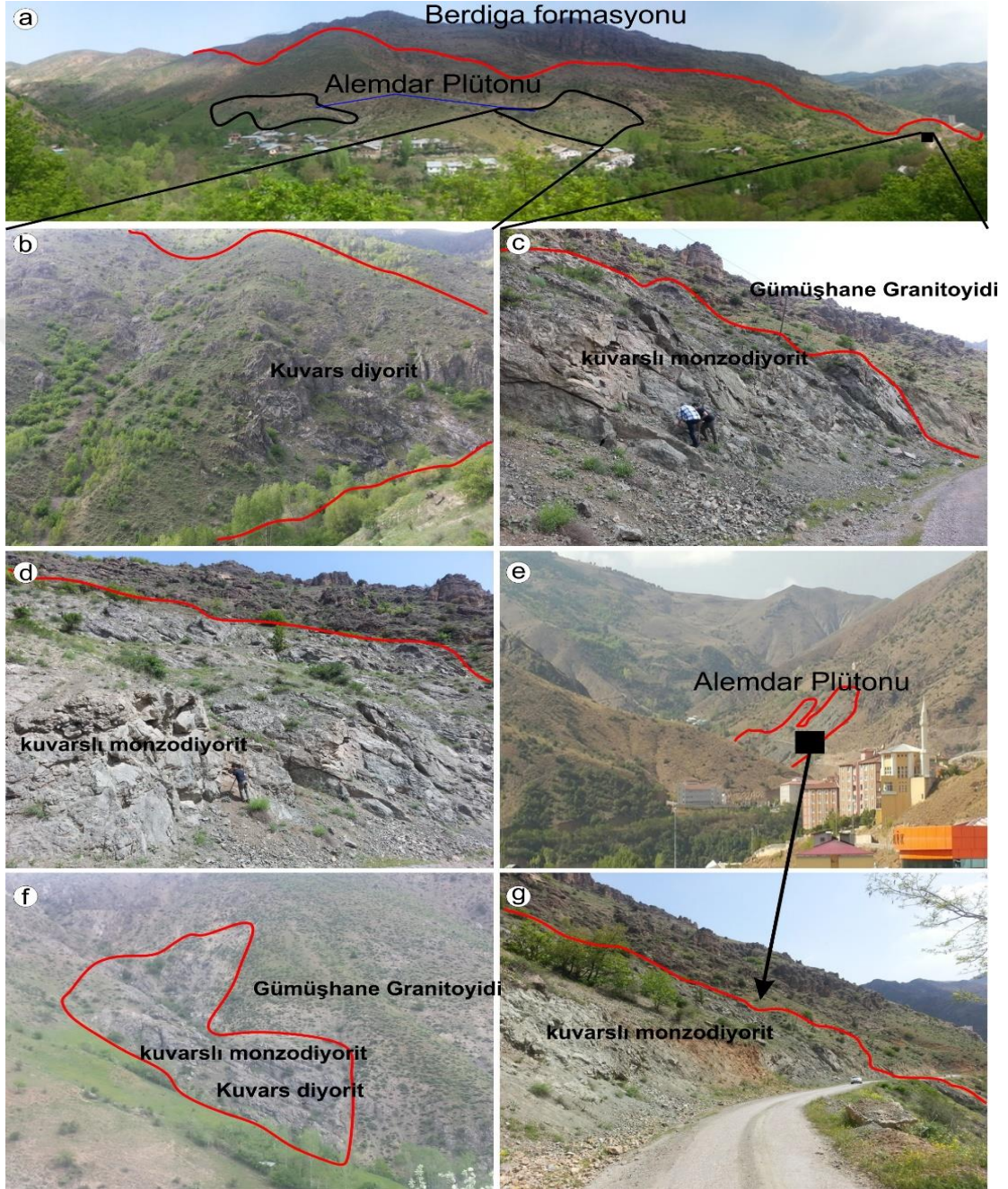
3.1.2.1. Yaş

Ağar, (1977) yaptığı çalışmada *Lenticulina* sp., *Radiolaria* sp., *Textularia* sp., *Pseudocyclammia* sp., *Nubecularia* sp. fosillerini göz önünde bulundurarak birimin yaşını Üst Sinemüriyen olarak vermiştir. Korkmaz (1984) birimin yaşının Dogger olabileceğini ileri sürmüştür. Tanyolu, (1988) *Vidalina Martana* Far, *Involutina Liassica*, *Trocholina Granosa* FRENTZEN, *Fronicularia* sp., *Lingulinina Tenera* BORNEMAN fosillerine dayanarak birime Liyas yaşını vermiştir. Kandemir, (2004) ise *Involutina Liassica* JONES, *Agerina Martana* FARİNACCI, *Lenticulina* sp., *Nodosaria* spp., fosilleri yardımıyla Şenköy Formasyonunun yaşını Erken-Orta Jura olarak belirlemiştir.

3.1.3. Alemdar ve Işıkdere Plütönu

Çalışma alanında, Gümüşhane Granitoyidi'ni kesen plütönlüğün yayılımı az olup, Işıkdere, Alemdar köylerinde görülmektedir. Koyu renkli minerallerin bol olarak bulunması nedeni ile genellikle gri ve koyu gri renkler gösterirler. Arazide genellikle koyu gri ve yeşilimsi-gri renklerde gözlenen birim, bu özelliği ile çevre kayalardan kolaylıkla

ayır edilebilmektedir. Oldukça taze görünümlü bu kütlelerde plajiyoklas ve amfibol gibi ana kayaç yapıcı mineraller makro olarak tanınabilmektedir. Kuvarslı diyorit, kuvarslı monzodiyorit ve tonalit en yaygın gözlenen kayaç türlerini oluşturmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3. 8. Alemdar ve Işıkdere Plütonu içerisindeki kuvarslı diyorit, tonalit, ve kuvarslı monzodiyorit türü kayaçların arazi ilişkileri (Yer:Eski Gümüşhane Mah. Işıkdere köyü ve Hudra köyü civarı).

3.1.3.1. Yaş

Arazi çalışmaları sırasında, Alemdar ve Işıkdere Plütonunu hakkında kesin yaş verebilecek herhangi bir jeolojik veri bulunamamıştır. Ancak, arazide Alemdar Plütonu Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nu kestiği için ve Dogger-Malm Berdiga Formasyonu tarafından üzerlenmesinden plütonlarının yaşının Jura veya daha genç olabileceğini düşündürmektedir.

3.1.4. Berdiga Formasyonu

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

Çalışma alanında bu birim orta-kalın tabakalı bir yapı sunmakta olup, taze yüzeyleri gri ve ayrışma yüzeyleri ise genel olarak kırmızımsı renkte olmakta ve inceleme alanında yüzeyleyen diğer formasyonlar karşılaştırıldığında daha dik bir topografyaya sahip olması sebebiyle arazide kolayca ayırt edilebilir. Berdiga Formasyonu birim tabanında kristalize kireçtaşlarıyla başlayıp üst seviyelere doğru kalın-masif tabakalı açık renkli kireç taşlarıyla son bulmaktadır. Tabaka kalınlıkları farklılık göstermekte ve kalınlıkları 0,1 m-4 m arasında değişmektedir. Tabakaların doğrultuları KB-GD olup eğimleri KD'ya doğrudur ve eğim açıları ise 14° ile 56° derece arasında değişmektedir.

3.1.4.1. Yaş

Erguvanlı (1952)'ye göre birimin yaşı Jura-Erken Kretase olarak, Yılmaz (1972)'ye göre Erken Kretase olarak belirtilmiştir. Birimin içerdiği mikro fosillere bakılarak Eren (1983)'e göre birimin yaşı Dogger-Erken Kretase olarak verilmiştir. Bu çalışmada da Berdiga Formasyonun yaşı Malm-Erken Kretase olarak alınmıştır.

3.1.5. Alüvyon

Çalışma alanında birim Harşit Çayı boyunca görülmektedir. Alüvyon içerisinde çevre kayaçların blok boyutundan kil boyutuna kadar değişen boyutlarda malzemelerini gözlemek mümkündür. Malzemenin büyük bir çoğunluğunu yuvarlak ve az yuvarlak tane şekilleri gösteren, blok ve çakıl boyutunda kayaçlar oluşturmaktadır.

3.2. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nun Petrografisi

Çalışmaya uygun olacak bir şekilde Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nun mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.2.1. Saha Gözlemleri

Arazide genellikle koyu gri ve yeşilimsi-gri renklerde gözlenen birim, bu özelliği ile çevre kayalardan kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Oldukça taze görümlü bu kütlelerde plajiyoklas ve amfibol gibi ana kayaç yapıcı mineraller makro olarak tanınabilmektedir. Bununla birlikte, sokulum yapmış olduğu Gümüşhane Plütönu'na kıyasla daha ince taneli ve mafik mineral içeriği bakımından ise daha zengindir. Kuvarslı diyorit, kuvars monzodiyorit ve tonalit en yaygın gözlenen kayaç türlerini oluşturmaktadır.

3.2.2. Petrografik İnceleme

Alemdar ve Işıkdere Plütönu'dan sistematik olarak alınan 14 adet örneğin yapılan modal analiz değerlerinin sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nu oluşturan kayaçların modal mineralojik içerikleri:

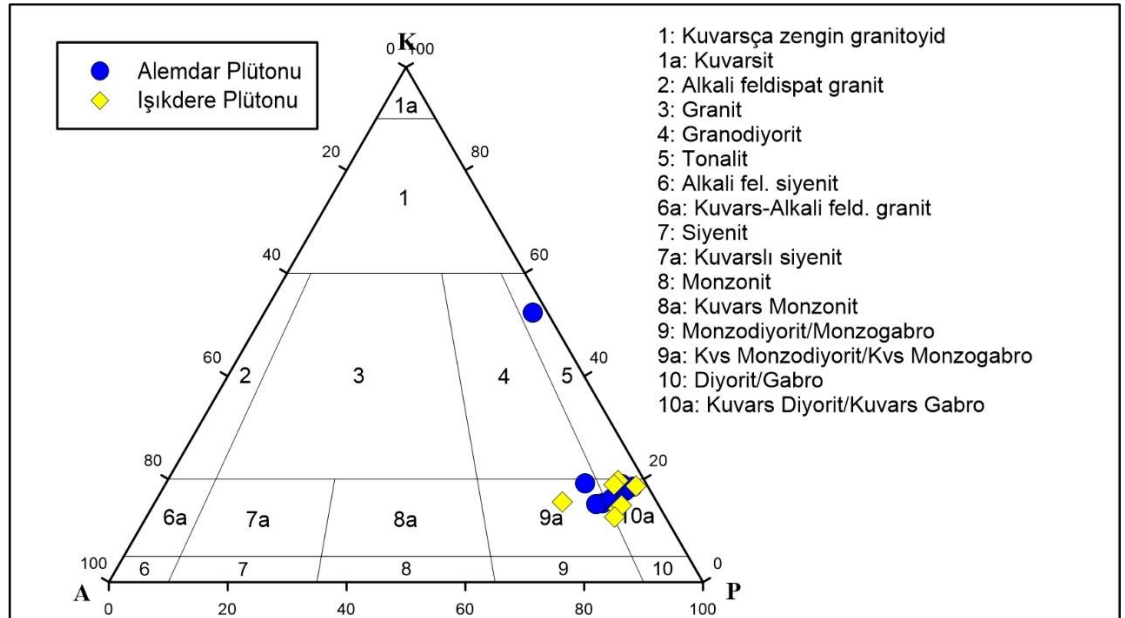
Kuvarslı-Monzodiyoritlerde modal plajiyoklas içerikleri % 57.1-64.1, kuvars % 12.7-15.8, ortoklaz % 7.7-9.0, amfibol % 5.2-12.2, biyotit % 3.0-9.0 ve opak mineral içerikleri % 1.7-2.6 oranında bulunmaktadır. (Tablo 3.1.)

Kuvars diyoritlerde modal plajiyoklas içerikleri % 51.2-66.5, kuvars % 11.6-20.1, ortoklaz % 1.6-7.7, amfibol % 5.0-20.7, biyotit % 2.9-10.1 ve opak mineral içerikleri % 0.7-2.2 oranında bulunmaktadır. (Tablo 3.1.)

Tablo 3. 1. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait kayaların modal analizleri

Birim	Örnek No	Kuvars	A.Feld	Plajiyoklas	Amfibol	Biyotit	Opak M.	% Ku	% A.feld	% Plj
Alemdar Plütönu	A-1-3	15.80	8.40	58.00	12.20	3.00	2.60	19.22	10.22	70.56
	A-1-1	12.70	7.70	62.70	10.00	4.80	2.10	15.28	9.27	75.45
	B-1	13.00	9.00	64.10	5.20	6.70	2.00	15.10	10.45	74.45
	A-1-2	13.70	6.10	64.80	8.00	6.40	1.00	16.19	7.21	76.60
	A-1-5	13.90	3.40	61.30	17.30	2.90	1.20	17.68	4.33	77.99
	A-1-6	15.10	3.30	60.90	15.00	4.80	0.90	19.04	4.16	76.80
	A-1-8	14.30	2.00	60.75	14.00	7.80	0.70	18.56	2.60	78.84
	A-A-11	49.50	2.30	41.70	3.80	2.00	0.60	52.30	2.50	45.00
Işıkdere Plütönu	B-5	12.00	6.10	66.50	9.20	4.80	1.20	14.18	7.21	78.61
	I-4	12.00	5.00	63.40	8.30	9.70	1.60	14.93	6.22	78.86
	I-5a	15.60	3.50	60.10	11.80	7.60	1.20	19.70	4.42	75.88
	I-5b	15.20	1.60	64.70	9.20	7.60	1.50	18.65	1.96	79.39
	D-2	16.20	4.70	64.50	6.60	6.10	1.70	18.97	5.50	75.53
	D-4	11.00	7.50	68.70	2.00	9.00	1.50	12.61	8.60	78.78
	D-5	13.00	13.20	57.10	6.00	9.00	1.70	15.61	15.85	68.55

Alemdar ve Işıkdere Plütönu kayaların modal analize dayalı KAP diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarıldığında (Şekil 3.9) kuvarşlı-monzodiyorit kuvarşlı diyorit ve tonalit bileşimli kayalardan oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. 9. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait örneklerin modal analiz sonuçlarının KAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976) ve plütönu oluşturan kayaların modal analiz sonuçlarının Lameyre ve Bowden (1982)'nin plütönik serileriyle karşılaştırılması.

Tonalitlerde modal plajiyoklas içerikleri % 48.8-53.7, kuvars %13.2-14.5, ortoklaz 1.5-3.0, amfibol %15.7-20.6, biyotit %9.5-11.0 ve opak mineral içerikleri %2.5-2.6 oranında bulunmaktadır. (Tablo 3.1)

3.2.2.1. Kuvarslı-Monzodiyorit

Büyükmeşe Tepe ve Ahlatlık sırtı bölgesinde yüzeyleme vermektedirler. Arazide genellikle renkleri açık gri tonlarında görülmektedirler. Kayacı oluşturan bazı minerelaller gözle ayırt edilebilir. Özellikle plajiyoklaslar belirgin olarak görülürler.

Doku: İnce-orta taneli, porfirik, poikilitik doku (Şekil 3.10).

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli iri kristaller şeklinde bulunurlar. Genel olarak albit-karlsbad ikizlenmesi görülür (Şekil 3.10a-c) Yapılan cins tayinlerde (An_{36-38}) andezin bileşiminde oldukları saptanmıştır. En yaygın ayrışma türü serizitleşme ve kalsitleşmedir.

Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller şeklindedirler. Kuvarsla birlikte görülebilirler. Genellikle pertitik özellikte bulunurlar. En yaygın ayrışma türü killeşmedir (Şekil 3.10 a-c).

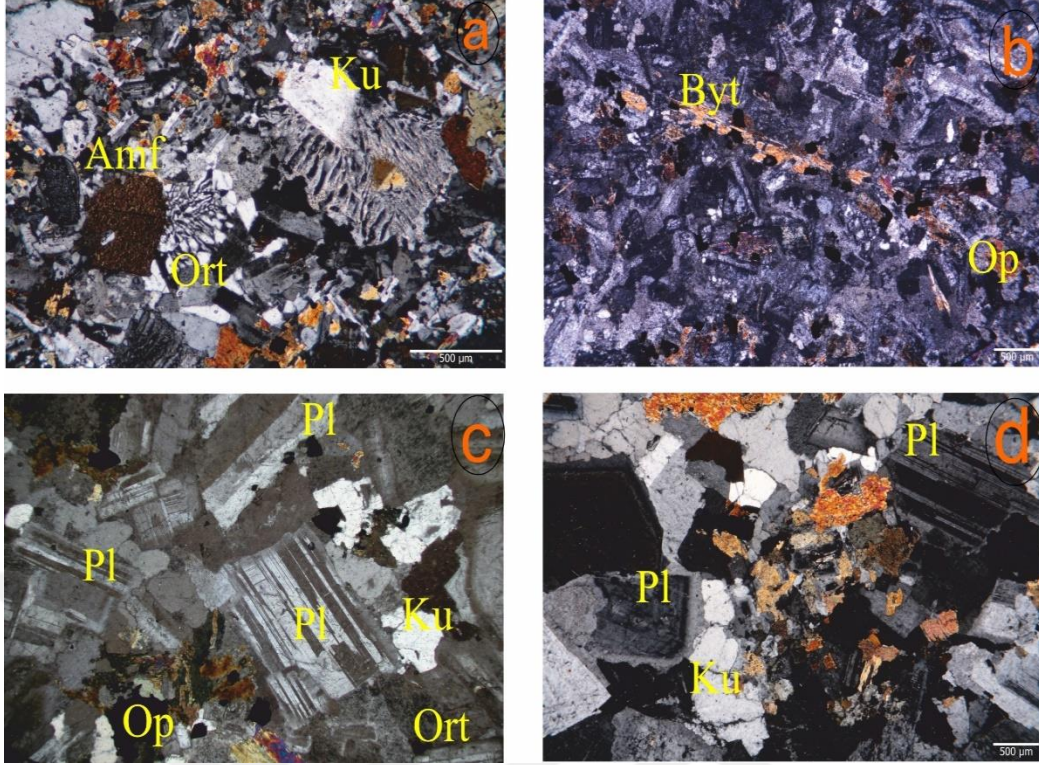
Kuvars: Genelde özşekilsiz ve yarı özşekilli yapıda bulunan kuvarslar diğer minerallerin arasındaki boşlukları doldurmuştur. Çoğunlukla dalgalı sönme özelliğine sahiptirler (Şekil 3.10 a-b).

Amfibol: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller şeklindedirler. Amfibol mineralleri genellikle tek nikolde açık-koyu kahve renginde pleokroizma gösterirken, tek yönde iyi gelişmiş dilinime sahiptir (Şekil 3.10 a-d).

Biyotit: Öz ve yarı öz şekilli kristaller şeklindedirler. Kesitler de genellikle çubuğumsu kahverengi renkte görülüp, dik sönme özelliğine sahiptirler (Şekil 3.10 b).

Opak: Öz şekilli ve yarı öz şekilli iri daneler şeklinde görülmektedirler (Şekil 3.10 b).

Kayaç Adı: Kuvarslı monzodiyorit



Şekil 3. 10. Alemdar ve Işıkdere Plütönünde gözlenen kuvarslı-monzodiyoritte ait B-1; a) İnce orta taneli yazı ve poikilitik dokulu, b) İnce taneli ve özşekilsiz yönelme gösteren biyotit ve opak min., c) İri taneli, albit ve karlspad ikizlenme gösteren plajiyoklas, d) Orta, iri taneli ve poikilitik dokulu özşekilsiz amfibol ve yarı özşekilli zonlu plajiyoklaz (Ç.N., Pl:Plajiyoklas, Ku: Kuvars, Ort: Ortoklas, Amf: Amfibol, Byt: Biyotit, Op: Opak)

3.2.2.2. Kuvars Diyorit

Büyükmeşe Tepenin güneyinde, güney doğusunda, Ahlatlık sırtının Kuzey doğu-batısında yüzeyleme verirler. Oldukça taze görümlü bu kütlelerde plajiyoklas ve amfibol gibi mineraller makro olarak tanınabilmektedir. Bununla birlikte, sokulum yapmış olduğu Gümüşhane Plütönü'na kıyasla daha ince taneli ve mafik mineral içeriği bakımından ise daha zengindir. Kayaçları oluşturan mineraller orta kristalliden iri kristalliye kadar değişmekte olup, kristal boyutları yer yer 4 mm ye kadar çıkmaktadır. Genellikle granüler ve intergranüler dokular sergileyen kayaçların ana bileşenlerini amfibol (hornblend), plajiyoklas, alkali feldispat, örnekten örneğe değişen oranlarda kuvars ve opak mineraller oluşturmaktadır.

Doku: Taneli ve poikilitik doku (Şekil 3.11).

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli kristaller şeklindedirler. Kesitlerde fazla oranda bulunurlar. Zonlanma gösteren kristallerde halkalı zonlanma görülüyor. Plajiyoklaslar

yaygın olarak albit, az oranda da polisentetik gösterirler. Kesitlerde görülen ayrışma türü kalsitleşme ve killeşme şeklinde olarak görülür. Yapılan cins tayinlerde (An_{32-38}) andezin bileşiminde oldukları saptanmıştır. (Şekil 3.11a-b-c-d).

Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller halindedir. Bazı kesitlerde çok az oranda ve küçük taneler halinde görülür. Mikropertitik yapıdadırlar (Şekil 3.11 a-b). En yaygın ayrışma türü killeşmedir.

Kuars: Öz şekilsiz olarak, ortoklasla birlikte diğer minerallerin arasını doldurur. Kesitlerde çok az oranda ve küçük taneler halinde görülür. Gelişi güzel yönlere sahip kırık ve çatlaklar içerir. Tüm kuvars kristalleri dalgalı sönme göstermektedir.

Amfibol: Kayaç içerisinde en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Öz ve yarı öz şekilli kristaller halindedir. Pleokroizma renkleri yönlere göre şöyledir; x: açık sarı, y: yeşil, z: mavimsi yeşildir. Bir kısım minerallerde de ikizlenme görülmektedir. Bazı kesitlerde dilinim ve kenarlar boyunca yer yer kloritleşmiş olarak gözükmemektedir (Şekil 3.11b-d).

Biyotit: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halindedirler. Kahverengi ve sarımsı renktedirler. (Şekil 3.11a-b-d)..

Opak mineraller: İrili-ufaklı genel olarak özşekilsiz yapıdadırlar.

Kayaç Adı: Kuvars diyorit

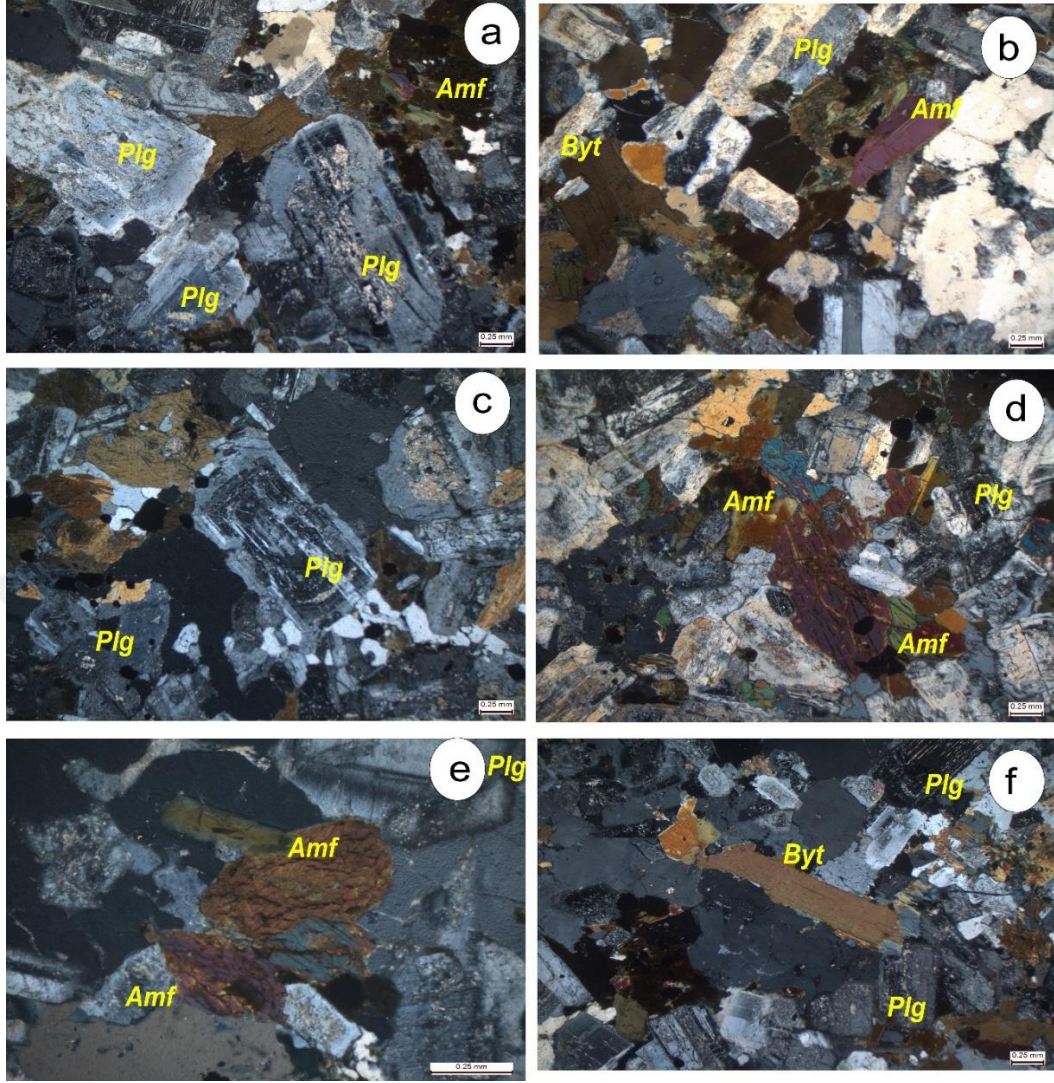
3.2.2.3. Tonalit

Çalışma alanında Duraklı Tepesinin güneyinde, Aksu Köyünün güneybatısında ve Korukıran Tepesinin kuzeyinde yüzeyleme verirler. Genel olarak sert yapıda olup, sarp engebeler oluşturur.

Doku: Tüm kristalli ince-orta taneli, poikilitik doku (Şekil 3.12).

Plajiyoklas: İncelenen kayaçlarda en çok bulunan açık renkli minerallerdir. Genel olarak iri kristaller halinde, bazı örneklerde ise küçük tanelere geçiş göstermektedir. Öz ve yarı özşeklinde kristalleri görülmekte olup, bazıları zonlu yapı şeklinde görülürler. Genelde ayrılmış olup, epidotlaşma, kalsitleşme, serizitleşme ve killeşme gösterirler (Şekil 3.12a-b). Yapılan cins tayinlerde (An_{33-35}) andezin bileşiminde oldukları saptanmıştır.

Ortoklas: Öz şekilsiz bazen yarı öz şeklinde görülürler. Mikropertitik yapıdadırlar. En yaygın ayrışma türü killeşmedir.



Şekil 3. 11. Alemdar ve Işıkdere Plütönu içerisindeki taneli dokulu kuvarslı diyoritlerin mikrofotografarı D-4, A-1-1. Şekil a'da zonlu plajiyoklas olarak görülmektedir. Şekil e'de amfibol mineralinde iyi gelişmiş baklava dilinimi (Ç.N., Amf: Amfibol, Pl: Plajiyoklas, Byt: Biyotit)

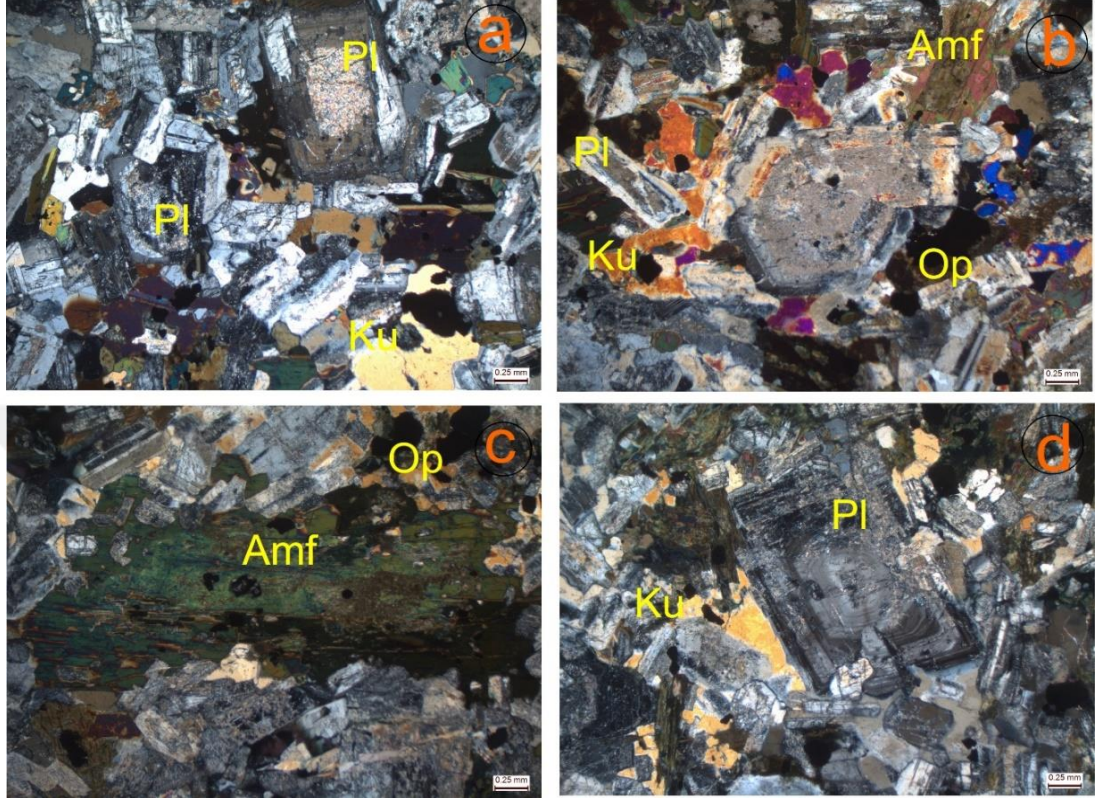
Kuvars: Öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kristaller halinde görülmekte ve diğer minerallerin arasındaki boşluk dolgusu şeklindedir. Dalgalı sönme özelliği belirgin olup yer yer yazı dokusu göstermektedirler (Şekil 3.12a-b).

Amfibol: Öz ve yarı öz şekilli levhamsı kristaller halindedir. Pleokroizma renkleri yönlerine göre şöyledir; x: açık sarı, y: yeşil, z: mavimsi yeşildir. Genellikle uzanım istikametine paralel tek yönde dilinimler belirgindir (Şekil 3.12a-b).

Biyotit: Bazı kesitlerde az miktarda bulunur. Çoğunlukla yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde olup, kısmen kloritlemiştir. (001) yüzeyine paralel dilinime göre dik sönme göstermektedir.

Opak mineraller: Öz şekilsiz ve yarı öz şekilli yapıda bulunurlar.

Kayaç Adı: Tonalit



Şekil 3. 12. Işıkdere Plütünü içindeki tonalite ait taneli doku D-4 (Ç.N., Amp: Amfibol, Pl: Plajiyoklas, Ku: Kuvars, Op: Opak mineraller).

3.3. Alemdar ve Işıkdere Plütünü'nün Jeokimyasal Özellikleri

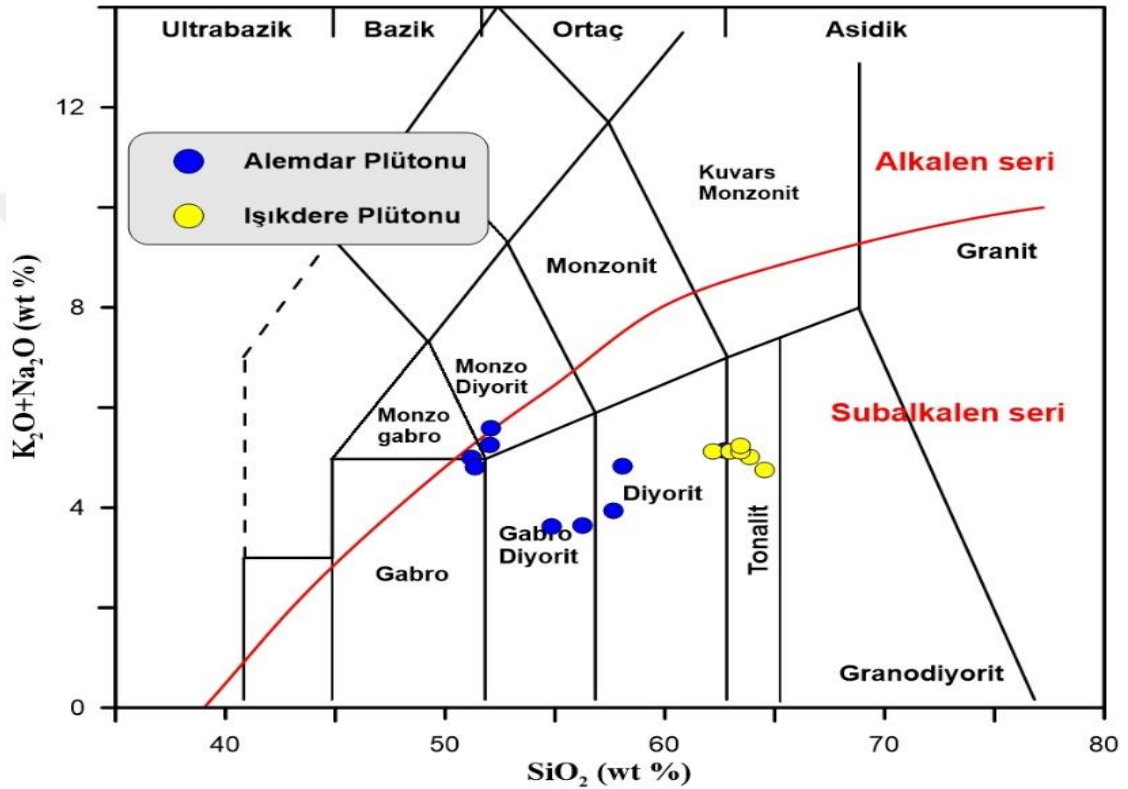
3.3.1. Giriş

Çalışma alanında mostra veren ve Gümüşhane Plütünü'nu kesen Alemdar ve Işıkdere Plütünülerinden örnekleme yapılarak tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar kullanılarak Plütünüleri oluşturan kayaçların türleri, petrokimyasal özellikleri ve tektonik ortamları ortaya konmuştur.

Alemdar Plütünü örneklerinin SiO_2 ve Al_2O_3 içerikleri % 51.18 -62.69 SiO_2 , % 15.99-18,84 Al_2O_3 arasında değişirken; Işıkdere Plütünü örneklerinde bu oranlar sırasıyla % 62.20-64.53 SiO_2 ve % 17.7-16.44 Al_2O_3 aralığındadır. Benzer şekilde, Fe_2O_3^* ve CaO içerikleri sırasıyla % 6.18-10.60 Fe_2O_3^* , % 4.78-7.91 CaO arasında iken, bu değerler Işıkdere Plütününda sırasıyla % 5.70-6.59 Fe_2O_3^* , % 3.92-4.72 CaO aralığındadır.

Buna ek olarak Alemdar Plütönu örneklerinin MgO içerikleri % 1.93-4.62 aralığında olup, Mg# ($MgO/(MgO + Fe_2O_3^*)$) oranları % 23.80-34.03 arasında değişmektedir. Işıkdere plütönünde ise MgO % 1.89-2.25 içerikleri ve Mg# oranları % 23.54-30.15 aralığındadır.

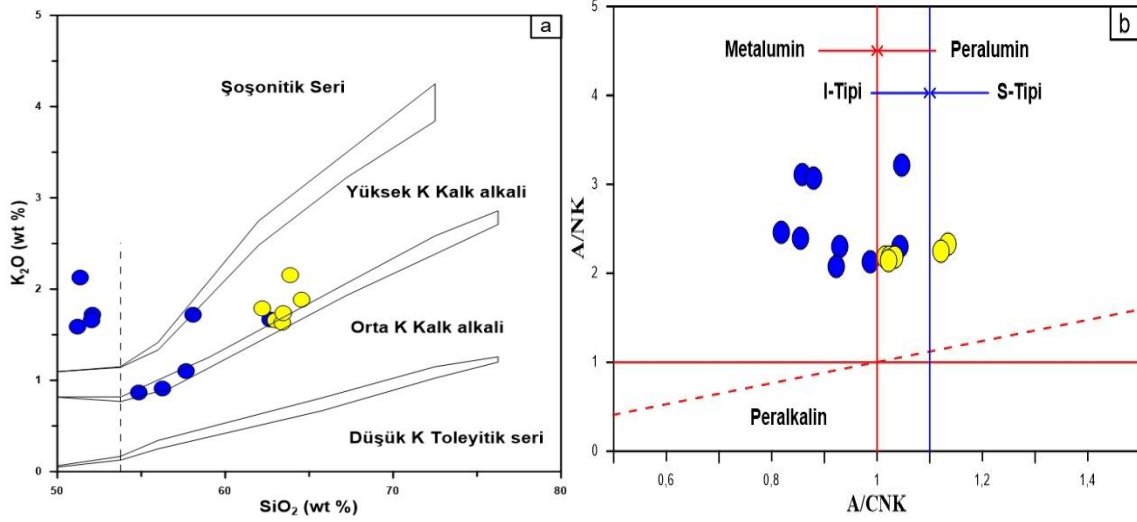
Le Maitre vd. (1989)'un SiO_2 'ye karşı $Na_2O + K_2O$ sınıflama diyagramında Alemdar örnekleri gabro diyorit, diyorit, monzo diyorit alanlara düşerken, Işıkdere plütönüne ait örnekler tonalit alanında dağılım göstermiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3. 13. Alınan örneklerin kimyasal sınıflama diyagramındaki görünüşleri.
a) SiO_2 'ye karşı $Na_2O + K_2O$ diyagramındaki (Le Maitre vd., 1989)

Alemdar Plütönu'na ait örnekler K_2O-SiO_2 diyagramında (Peccherillo ve Taylor, 1976) yüksek K'lu kalk-alkali ve şoşonotik alanında bir bileşim gösterirler. Işıkdere Plütönu'na ait örnekler ise yüksek K'lu kalk-alkali alanında bir bileşim gösterirler (Şekil 3.14a).

Kayaçların petrokimyasal özelliğinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntem de alümina bazlı sınıflamadır. Alemdar Plütönu'na ait örneklerin A/CNK oranları 0.82-1.05 arasında olup metalumin karakterlidir. Işıkdere Plütönu'na ait örnekler ise 1.01-1.13 arasında olup peralumin karakterinde olduğu görülmektedir. (Şekil 3.14b).



Şekil 3. 14. Örneklerin, a) K₂O-SiO₂ diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976), b) Alümina sınıflama diyagramı.

Alemdar ve Işıkdere Plütonlarına ait örneklerin ana ve iz elementlerin silikaya karşı diyagramları doğrusal ve dağınık trendler göstermektedir. Tüm örnekler sırasıyla SiO₂ ve MgO ve CaO arasında negatif korelasyon gösterirken, SiO₂ ve Na₂O arasında pozitif bir korelasyon gösterirler (Şekil 3.15 ve 3.16).

3.3.2. Uyumsuz Elementler

İncelenen Alemdar ve Işıkdere Plütonları'na ait örneklerin ilksel mantoya (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramlarında (Şekil 3.17) genel olarak zenginleşme görülmektedir. Zenginleşme özellikle büyük iyon yarıçaplı elementlerde (LILE) (Cs, Rb, Ba) ve yüksek çekim alan elementlerinde (HFSE) (Th, Nb, U)'de oldukça fazladır. Nb, Ta, P, Ti'da belirgin negatif anomali gözlenmektedir. Özellikle Rb, Ba, Th, U gibi LILE zenginleşmesi, negatif Nb, Ta, Ti anomalisi yitimle ilişkili ortamların yanı sıra çarpışma ortamlarına ait kayaçlarında özellikleridir (Şekil 3.17).

Tablo 3.2. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait örneklerin ana oksit (% ağı) ve iz element (ppm) analizleri

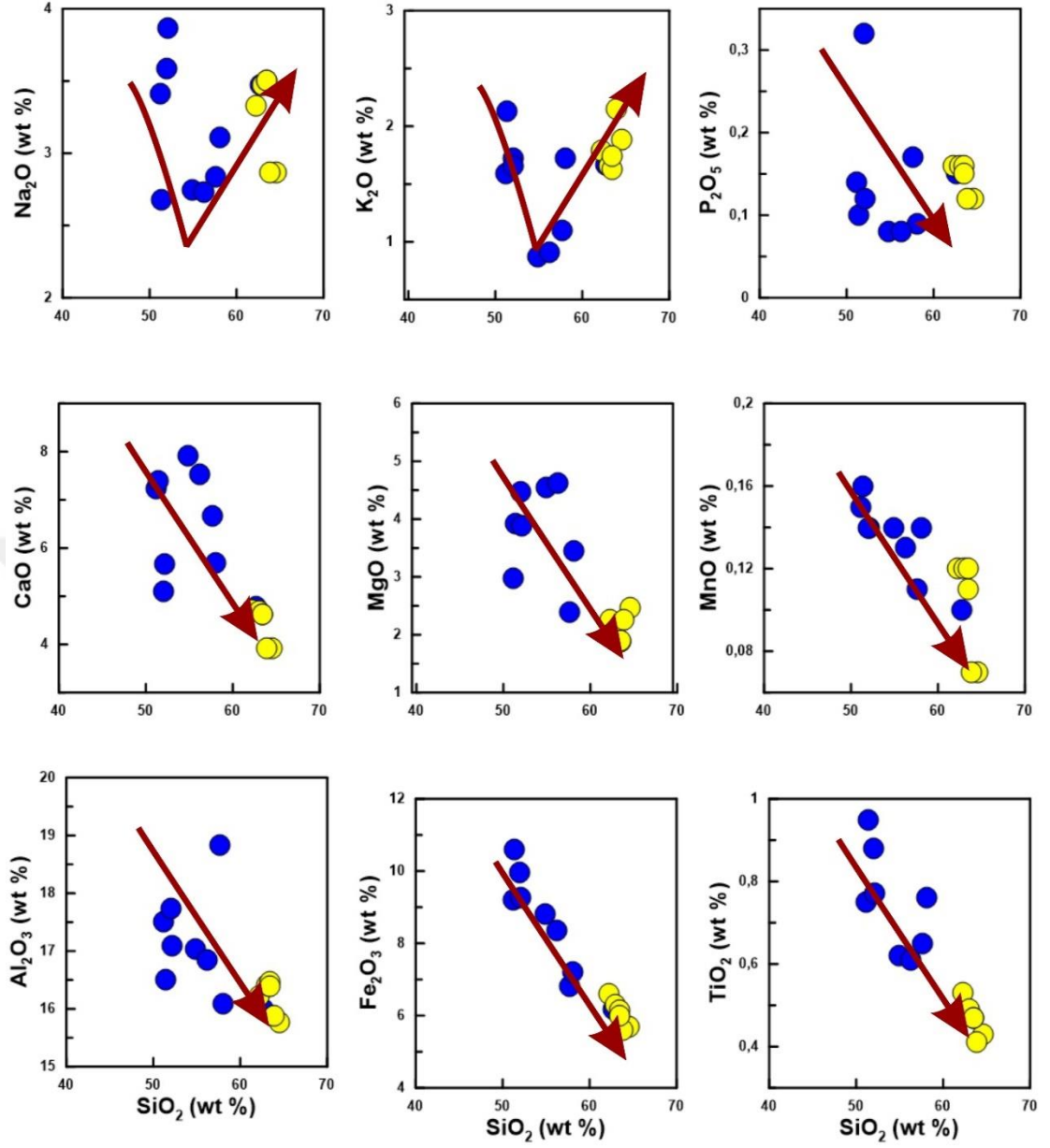
Birim	Alemdar Plütönu								Işıkdere Plütönu							
	Örnek no	B-1	B-5	AA-1	A-1-1	A-1-2	A-1-3	A-1-7	A-1-8	A-1-5a	D-6	I-4	D-1	D-2	D-4	D-5
SiO ₂		54.87	62.69	51.18	57.64	51.38	58.06	52.10	52.01	56.23	62.20	63.00	64.53	63.86	63.42	63.44
Al ₂ O ₃		17.03	15.99	17.51	18.84	16.51	16.09	17.09	17.74	16.84	16.23	16.42	15.77	15.89	16.46	16.40
Fe ₂ O ₃ *		8.82	6.18	9.20	6.82	10.60	7.22	9.27	9.96	8.36	6.59	6.30	5.70	5.61	6.14	6.01
MgO		4.55	1.93	2.97	2.39	3.93	3.45	3.89	4.48	4.62	2.25	1.98	2.46	2.26	1.89	1.90
CaO		7.91	4.78	7.23	6.67	7.40	5.68	5.67	5.11	7.53	4.72	4.69	3.93	3.92	4.63	4.62
Na ₂ O		2.75	3.47	3.41	2.84	2.68	3.11	3.87	3.59	2.73	3.33	3.47	2.87	2.87	3.50	3.50
K ₂ O		0.87	1.67	1.59	1.10	2.13	1.72	1.72	1.66	0.91	1.79	1.66	1.88	2.15	1.63	1.74
TiO ₂		0.62	0.49	0.75	0.65	0.95	0.76	0.77	0.88	0.61	0.53	0.49	0.43	0.41	0.47	0.47
P ₂ O ₅		0.08	0.15	0.14	0.17	0.10	0.09	0.12	0.32	0.08	0.16	0.16	0.12	0.12	0.16	0.15
MnO		0.14	0.10	0.15	0.11	0.16	0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.07	0.07	0.11	0.12
A.K		2.1	2.2	5.7	2.6	3.9	3.4	5.1	3.8	1.7	1.8	1.4	2.0	2.6	1.3	1.3
Toplam		99.74	99.65	99.83	99.83	99.74	99.72	99.74	99.69	99.74	99.72	99.69	99.76	99.76	99.71	99.65
Ba		297	563	256	262	421	335	280	306	327	537	613	418	514	538	615
Be		<1	<1	3	<1	<1	1	<1	<1	<1	1	1	<1	<1	<1	<1
Co		74.3	94.6	23.3	25.3	50.6	75.3	33.2	53.1	58.8	35.6	68.0	54.0	91.1	82.3	79.9
Cs		1.2	1.7	2.5	1.5	2.1	2.1	1.7	2.2	1.2	1.9	1.4	3.1	2.4	1.7	1.3
Ga		16.4	15.4	15.2	17.8	16.9	14.9	14.4	15.3	14.7	15.2	15.3	12.6	13.1	15.3	15.4
Hf		2.2	4.7	2.4	3.7	1.7	3.7	1.9	2.0	2.2	4.5	4.9	2.9	2.7	4.9	4.6
Nb		4.3	8.1	5.2	5.6	5.4	6.8	5.9	5.3	3.9	7.6	8.0	6.7	6.8	7.4	7.6
Rb		25.3	47.4	43.2	30.9	65.0	48.9	40.8	45.3	25.7	52.8	45.3	64.0	62.4	45.4	44.5
Sn		2	<1	<1	1	2	1	<1	1	1	<1	<1	1	<1	<1	<1
Sr		257.2	521.2	317.9	427.8	337.0	402.5	358.9	376.1	228.8	298.0	379.7	299.7	287.3	357.3	363.6
Ta		0.4	0.7	0.3	0.3	0.5	0.8	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
Th		1.8	3.7	1.9	2.0	8.6	5.2	1.7	1.9	1.8	3.5	3.4	4.6	4.7	4.2	3.3
U		0.4	0.9	0.5	0.5	1.1	1.1	0.4	0.5	0.4	1.0	0.7	1.1	1.2	0.8	0.8
V		249	70	266	133	273	135	273	255	251	89	72	94	88	85	69
W		419.0	674.9	18.5	106.7	240.4	453.4	78.4	247.2	317.0	214.3	446.2	392.6	651.4	561.2	567.1
Zr		79.8	201.5	90.2	130.9	48.5	137.4	74.4	77.3	82.7	185.3	209.9	103.9	99.3	205.1	196.4
Y		18.4	22.5	11.3	21.1	26.4	28.0	19.2	22.8	16.8	21.9	22.0	17.2	15.3	21.3	19.6
Mg#		34	24	24	26	27	32	30	31	36	25	24	30	29	24	24
A/CNK		0.86	0.99	0.86	1.05	0.82	0.93	0.92	1.04	0.88	1.01	1.02	1.13	1.12	1.03	1.02
K ₂ O/Na ₂ O		0.3	0.5	0.5	0.4	0.8	0.6	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5

Fe₂O₃*= Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K= Ateşte kayıp= Toplam uçucu içeriği. Mg# = 100xMgO/(MgO+ Fe₂O₃*). A/CNK= Mol Al₂O₃/(CaO+NaO+K₂O).

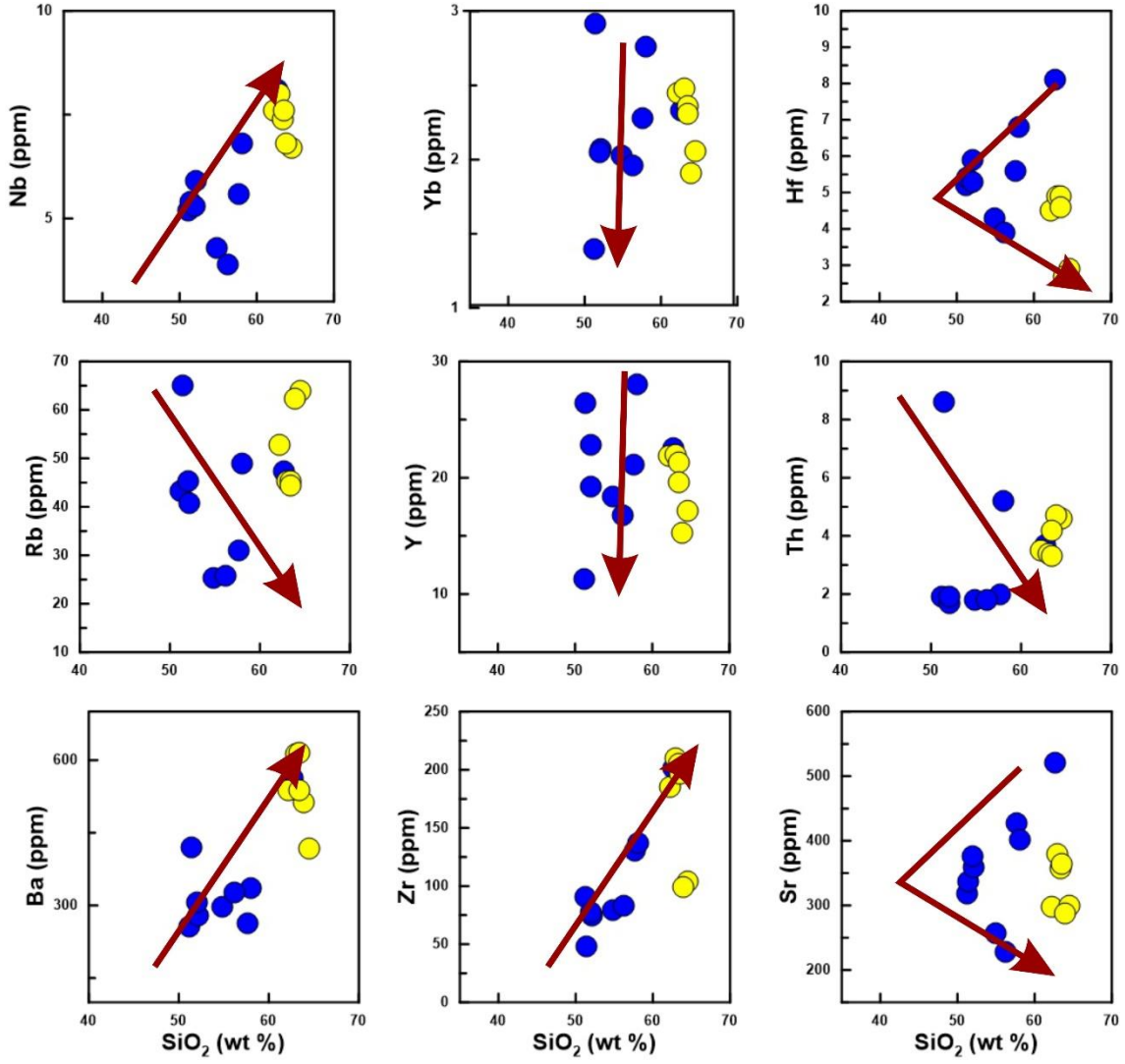
Tablo 3.3. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Birim	Alemdar Plütönu								Işıkdere Plütönu							
	Örnek no	B-1	B-5	AA-1	A-1-1	A-1-2	A-1-3	A-1-7	A-1-8	A-1-5a	D-6	I-4	D-1	D-2	D-4	D-5
La		30.52	50.95	31.06	47.41	127.52	63.76	34.06	38.96	30.52	59.40	59.13	51.50	50.14	65.12	52.04
Ce		24.45	39.50	23.09	38.04	89.45	48.90	27.38	32.92	22.68	42.84	44.41	34.90	35.32	48.38	39.71
Pr		21.46	32.70	18.03	31.31	65.33	38.54	23.14	28.54	19.85	35.11	37.74	26.79	26.72	38.18	32.34
Nd		16.46	25.46	14.21	25.04	44.59	30.66	18.99	23.63	15.61	25.46	27.99	19.69	18.99	25.04	24.05
Sm		11.69	15.97	9.22	15.63	23.46	20.00	12.64	16.19	10.35	15.84	17.79	12.38	11.99	16.58	15.37
Eu		9.66	13.56	8.51	13.22	13.79	12.30	10.00	11.84	9.66	13.56	14.60	8.97	8.28	14.48	13.56
Gd		9.15	11.76	6.73	12.84	15.95	16.44	10.49	13.40	9.67	12.42	12.97	9.05	8.33	11.86	11.99
Tb		8.28	10.34	5.69	10.69	13.62	13.10	9.31	11.03	8.62	10.17	10.69	7.41	7.07	10.00	9.48
Dy		7.85	9.21	5.38	9.61	12.02	12.57	8.50	10.16	7.90	9.45	9.71	7.61	6.64	8.61	9.03
Ho		7.99	9.05	5.52	9.40	10.69	12.57	8.23	9.87	7.76	8.70	9.05	7.40	6.46	8.81	8.58
Er		7.79	10.12	5.78	8.92	11.04	12.25	8.63	9.56	8.35	9.92	9.96	7.67	6.95	9.24	8.96
Tm		8.99	9.83	5.90	9.55	11.80	12.36	9.27	10.11	8.43	9.55	10.67	7.87	7.58	9.27	9.27
Yb		8.19	9.40	5.65	9.19	11.77	11.13	8.35	8.27	7.90	9.88	10.00	8.31	7.70	9.52	9.31
Lu		8.66	9.71	6.04	9.45	11.29	11.29	8.66	8.66	7.87	9.97	9.97	8.40	8.40	9.45	9.71
(La/Lu)_N		3.52	5.25	5.15	5.02	11.30	5.65	3.93	4.50	3.88	5.96	5.93	6.13	5.97	6.89	5.36
(Eu/Eu*)_N		0.93	0.98	1.07	0.93	0.70	0.68	0.86	0.80	0.96	0.96	0.95	0.84	0.81	1.02	0.99
(La/Sm)_N		2.61	3.19	3.37	3.03	5.43	3.19	2.69	2.41	2.95	3.75	3.32	4.16	4.18	3.93	3.39
(Gd/Lu)_N		1.06	1.21	1.12	1.36	1.41	1.46	1.21	1.55	1.23	1.25	1.30	1.08	0.99	1.26	1.24

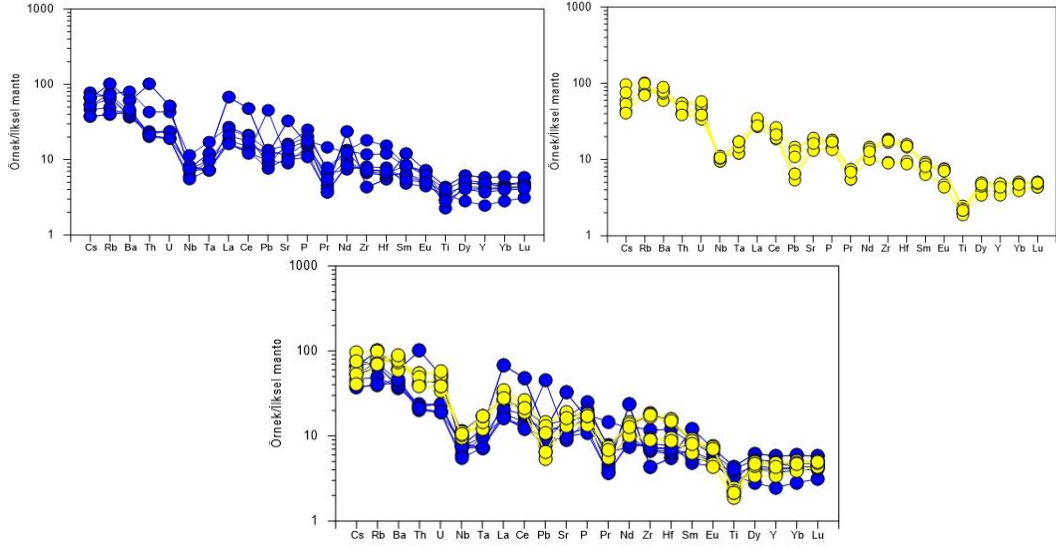
Eu* = (Sm+Gd)/2, N: Kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiştir.



Şekil 3. 15. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaç örneklerinin SiO₂'ye karşı ana element değişim (Harker) diyagramları (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).



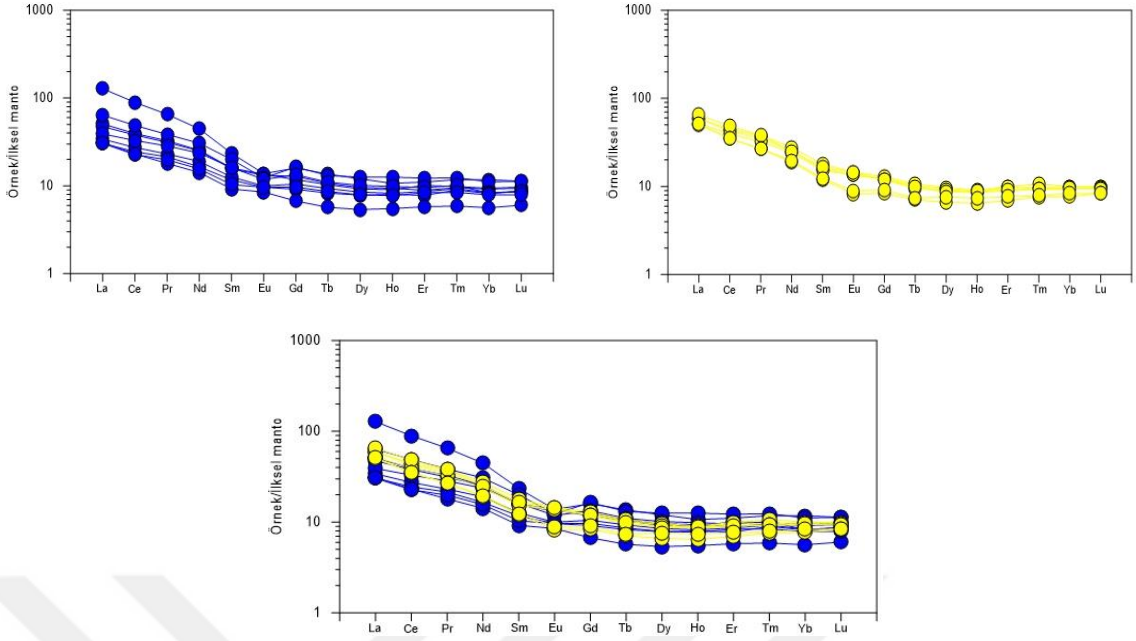
Şekil 3. 16. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaç örneklerinin SiO₂'ye karşı iz element değişim (Harker) diyagramları (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).



Şekil 3. 17. Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait kayaçların İlksel mantoya göre normalize edilmiş iz element değışim diyagramları (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

3.3.3. Nadir Toprak Elementler

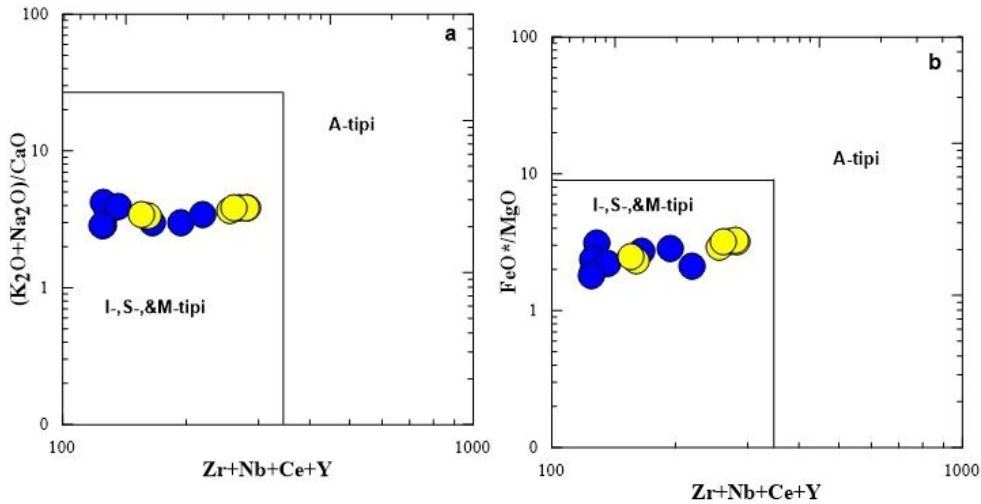
Alemdar Plütönuna ait örneklerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) negatif Eu anomalileri ($Eu / Eu^* = 0.68 - 1.07$) gösterirler (Tablo 3.2). Işıkdere Plütönuna ait Eu anomalileri (Eu / Eu^*) 0.81 ile 1.02 aralığındadır. Hafif nadir toprak elementleri (HREE) göreceli olarak ağır nadir toprak elementlerine (LREE') göre bir zenginleşme gösterirler. Alemdar Plütönuna ait $(La/Lu)_N$ değeri 3.52-11.30 aralığında olup, $(La/Sm)_N$ değeri 2.41-5.43 arasındadır. Işıkdere Plütönunda ise $(La/Lu)_N$ değeri 5.36-6.89 $(La/Sm)_N$ değeri 3.32-4.18 arasındadır (Tablo 3.2). Eu anomalisinin plajiyoklas ayrımlaşmasında etkili olduğu görülmektedir (Şekil 3.18).



Şekil 3. 18. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaçların kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramları (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

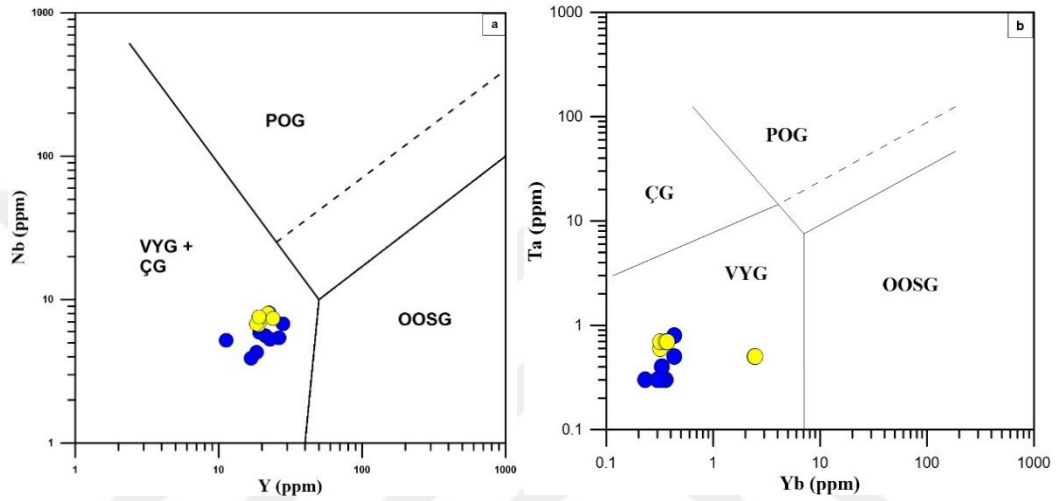
3.3.4. Tektonik Konum

Alemdar ve Işıkdere Plütönlarını oluşturan örnekler $Zr+Nb+Ce+Y$ 'ye karşı Na_2O+K_2O ve FeO^*/MgO diyagramlarında (Whalen vd., 1987) I tipi alanına düştüğü ve I tipi granitik kayaçlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 3.19a, b). Işıkdere Plütönunda ise aynı kayaç türünü yani I tipi granitik kayaçlardan oluştuğunu göstermektedir.



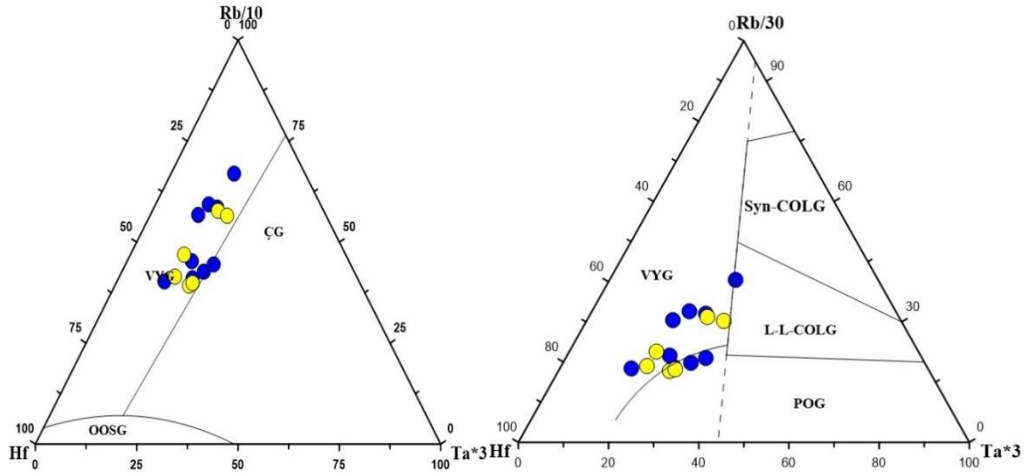
Şekil 3. 19. (a) Na_2O+K_2O 'ya karşı $Zr+Nb+Ce+Y$ ve (b) FeO^*/MgO 'ya karşı $Zr+Nb+Ce+Y$ değişim diyagramları (Whalen vd., 1987) (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

Alemdar Plütönünü oluşturan örneklerin Y-Nb (Pearce vd., 1984) diyagramında volkanik yay granitleri ve çarpışma granitleri alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.20a). Benzer şekilde Işıkdere Plütönü da aynı trendleri gösterip volkanik yay granitleri alanında olduğu görülmektedir (Şekil 3.20a). Bu iki ayrımı yapmak Yb-Ta (Pearce vd., 1984) diyagramında, Alemdar örnekleri volkanik yay granitleri alanında yer alırken, Işıkdere Plütönü da benzer şekilde volkanik yay granitleri alanına düşmektedir. (Şekil 3.20b).



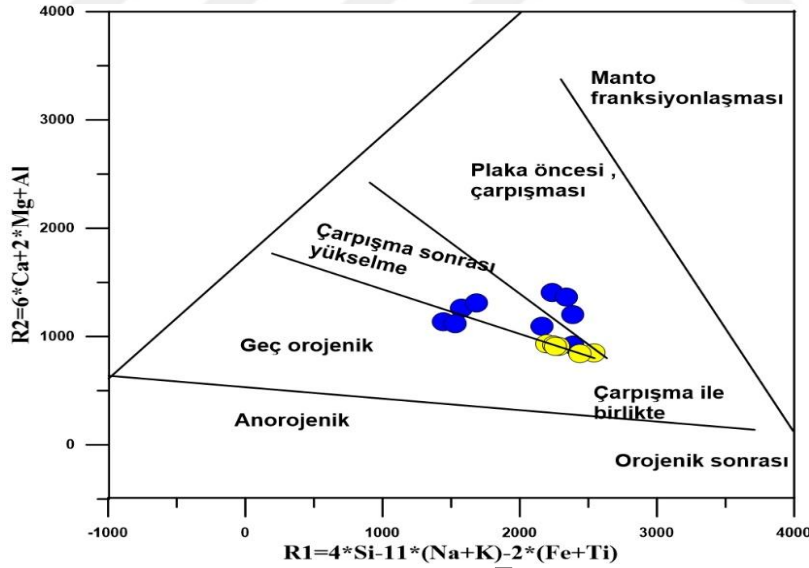
Şekil 3. 20. Alemdar ve Işıkdere Plütönüne ait örneklerin (a) Y-Nb, (b) Yb-Ta (Pearce vd., 1984) diyagramlarındaki konumları. POG: Plaka ortası granitoidleri, OOSG: Okyanus ortası sırtı granitoidleri, VYG: Volkanik yay granitoidleri, ÇG: Çarpışma granitoidleri (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

Başka bir ayırtma diyagramı olan Harris vd., (1986) $Rb/10-Hf-Ta*3$ ve $Rb/30-Hf-Ta*3$ oranlarına göre Alemdar ve Işıkdere Plütönleri volkanik yay granitleri alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 3.21a, b).



Şekil 3. 21. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait kayaç örneklerinin a) Rb/10-Hf- Ta*3 ve b) Rb/30- Hf- Ta*3 tektonik ortam ayırtman diyagramındaki (Haris vd., 1986) konumları. OOSG: Okyanus ortası sırtı granitoidleri, VYG: Volkanik yay granitoidleri, ÇG: Çarpışma granitoidleri (Semboller şekil 3.13'deki gibidir)

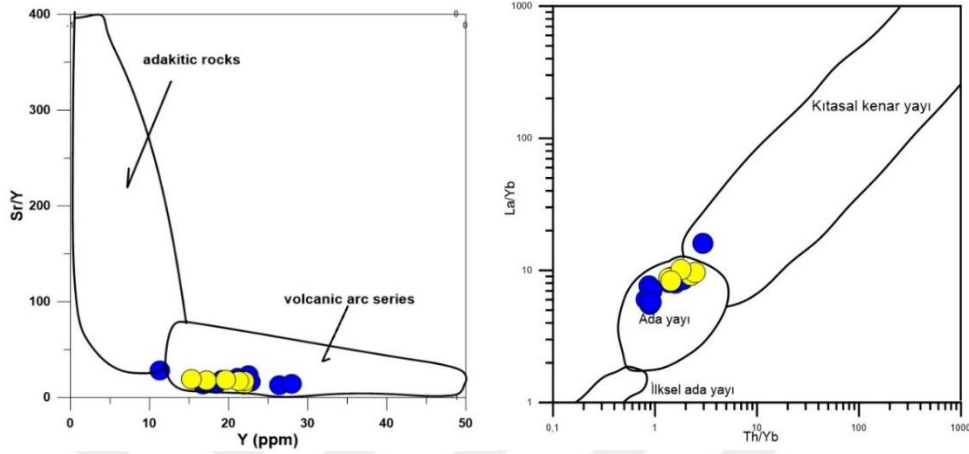
Alemdar ve Işıkdere Plütönlarına ait örnekleri multi katyon diyagramına aktarıldığında Batchelor ve Bowden (1985) çarpışma öncesi ve sonrası tektonik ortamları temsil etmektedir. (Şekil 3.22).



Şekil 3. 22. Alemdar ve Işıkdere Plütönuna ait örneklerin R1- R2 diyagramına göre sınıflandırılması (Batchelor ve Bowden, 1985). (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

Alemdar ve Işıkdere Plütönlarına ait örneklerin Sr/Y – Y diyagramında Brown vd. (1984) volkanik yay bölgesinde toplandığı alanda görülmektedirler (Şekil 3.23a).

Alemdar ve Işıkdere Plütonlarına ait örneklerin Th/Yb – La/Yb Condie (1989) diyagramında ada yayı – kıtasal yay alanında oldukları görülmektedirler (Şekil 3.23b).



Şekil 3. 23. Alemdar ve Işıkdere Plütonuna ait kayaç örnekelerinin a) Sr/Y'a karşı Y, (Brown vd., 1984), b) La/Y'a karşı Th/Yb (Condie, 1989), diyagramı (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

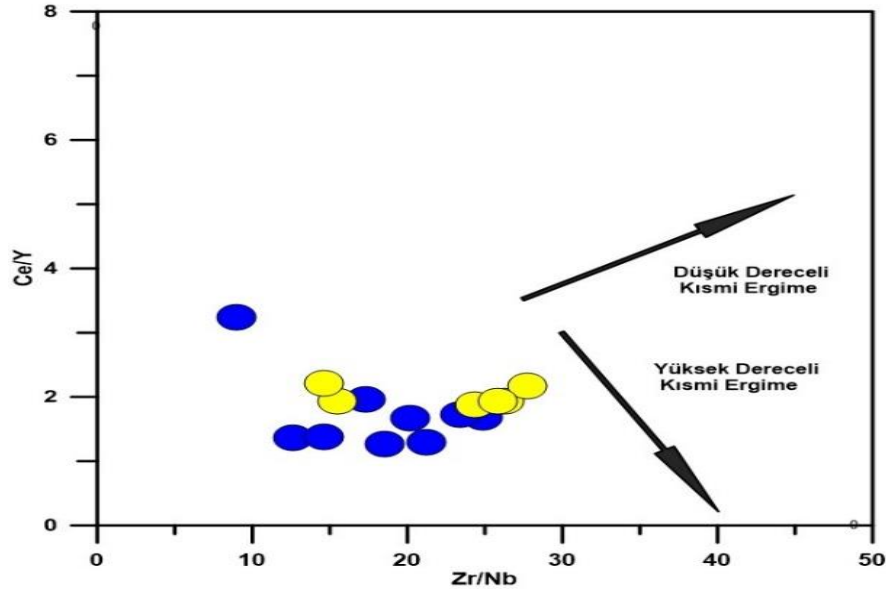
4. TARTIŞMA

4.1. Alemdar ve Işıkdere Plütonları'nın Petrojenezi

İnceleme alanındaki plütonik kayaçların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile ilgili veriler önceki bölümlerde verilmiştir. Bu bölümde Plütonların petrolojik özellikleri ve kökenleri irdelenmiştir.

4.1.1. Kısmi Ergime

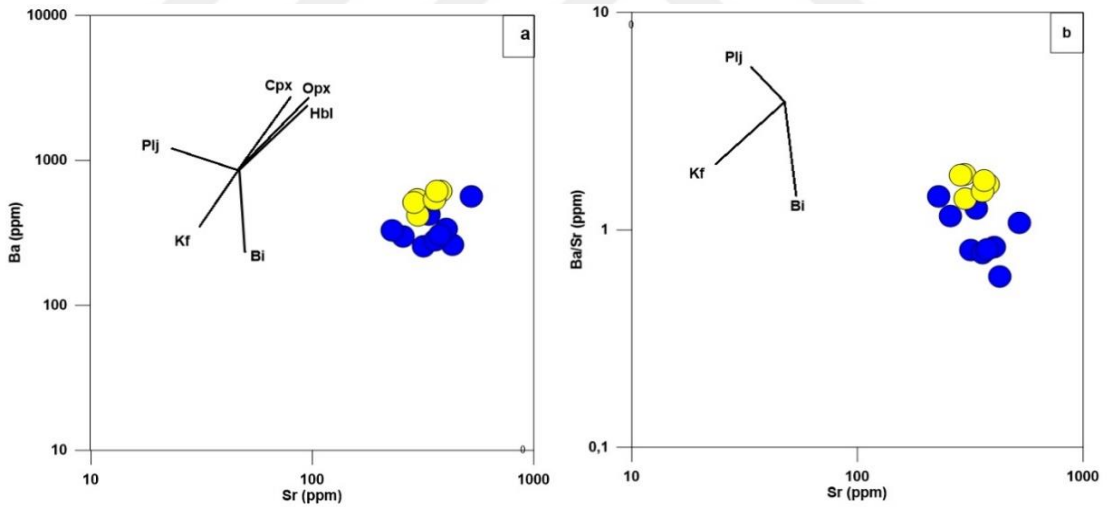
Alemdar ve Işıkdere Plütonlarının içerisindeki kayaç türlerinin oluşumlarında kısmi ergime faktörü ele alındığında, ilksel ergimedeki malzemelerin mineralojisi, su muhtevası ve sıcaklık basınç gibi etkenler farklılık göstermektedirler. Kısmi ergimeye işaret eden diğer bir etken duraylı iz element farklılığın göstermesidir. Plütonların kısmi ergime belirteci olarak Ce/Y'a karşı Zr/Nb diyagramı kullanılarak incelenmiştir. Bu durumda Alemdar ve Işıkdere Plütonları doğrusal bir şekilde düşük dereceli kısmi ergimeye maruz kaldığı görülmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Alemdar ve Işıkdere Plütonları'nı oluşturan kayaçların Ce/Y'a karşı Zr/Nb değişim diyagramları (Deniel, 1998), (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

4.1.2. Fraksiyonel Kristallenme (Ayrılma) ve Özümlenme (Asimilasyon)

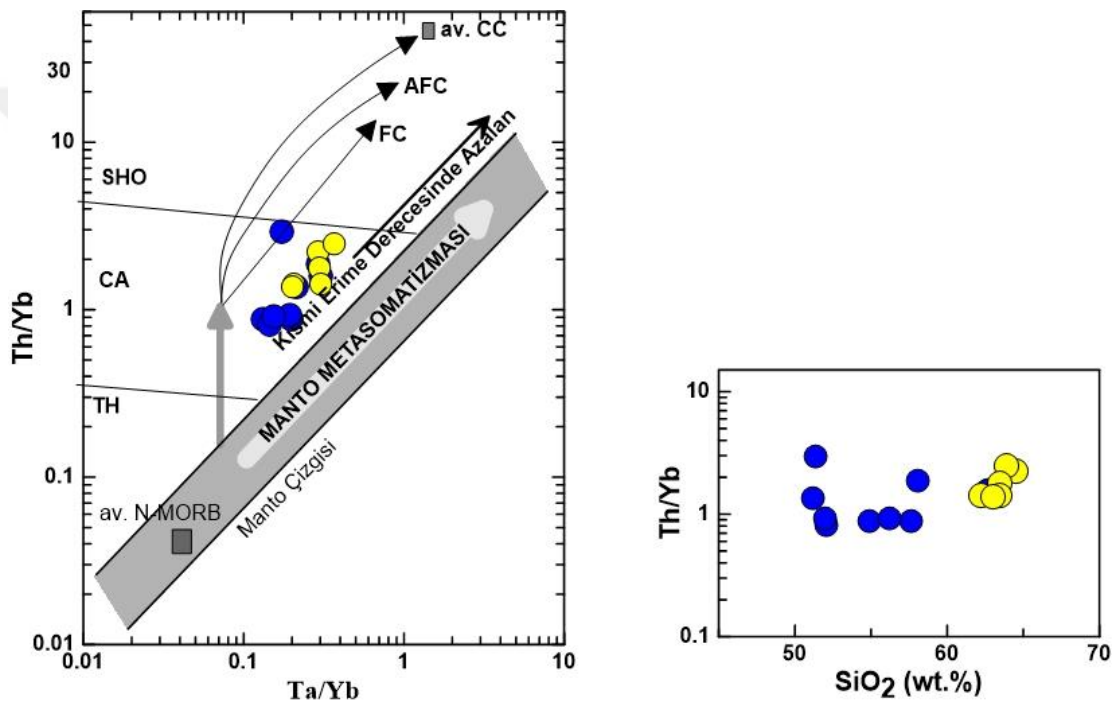
Alemdar ve Işıkdere Plütonlarına ait kayaçların ana ve iz element değişimlerinde gözlenen iyi derecede korelasyonlar, bu kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Alemdar ve Işıkdere Plütonlarındaki artan SiO_2 'ye karşılık Fe_2O_3 , TiO_2 'nin negatif bir yönde azalması Fe-Ti ayrılmasının göstergesidir (Şekil 3.15 ve 3.16). SiO_2 'ye karşı azalan MgO, CaO magmanın gelişimi sırasında ferromagnetik minerallerin ayrılmasını göstermektedir. SiO_2 artarken Fe_2O_3 ve Al_2O_3 'teki negatif yönseller amfibol ayrılmasını işaret etmektedir. SiO_2 'ye karşı K_2O ve Rb'nin de pozitif bir korelasyon göstermesi K-feldispat ve biyotitin ayrılmasının olabileceğinin göstergesidir. SiO_2 artışıyla P_2O_5 ve Fe_2O_3 azalması apatit ve Fe-Ti oksit ayrılmasını göstermektedir. Alemdar ve Işıkdere Plütonlarına ait örneklerin Ba'a karşı Sr ve Ba/Sr'a karşı Sr diyagramları incelendiğinde yönseller genel olarak biyotit ve plajiyoklas ayrılmasının olduğunu göstermektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4. 2. Alemdar ve Işıkdere Plütonlarını oluşturan kayaçların: (a) Ba (ppm)'a karşı Sr (ppm) ve (b) Ba/Sr'a karşı Sr (ppm) değişim diyagramları (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

Mantodan türeyen kayaçların izotopik ve iz element bileşimlerini etkileyen ve değiştiren önemli süreçlerden biri kabuksal materyallerin asimilasyonudur (McDermott vd., 2005; Zellmer vd., 2005). Kabuksal kirlenme ve ayrıca kaynak bileşimin belirlenmesinde Th/Yb'e karşı Ta/Yb ayrım diyagramı (Şekil 4.3) dikkate alınır. Kabuksal kirlenmede Ta ve Yb'ye kıyasla, kirlenmeden Th elementi daha fazla etkilenmesinden

kaynaklandığı söylenebilir (Pearce 1983). Tüm örneklerin manto çizgisinden saptığı görülmektedir. Pearce (1983) tarafından önerilen bu diyagram, mantodan türemiş kayaları, yitim etkisiyle zenginleşmiş mantodan türemiş veya yükselimi sırasında kabuk tarafından kirlenmiş magmalardan oluşan kayalardan ayırır (Şekil 4.3). Ancak, Plütonlara ait örneklerin oluşturduğu eğilimin diyagonal manto eğilimine neredeyse paralel oluşu, bir dereceye kadar kabuk kirlenmesini düşündürmesine rağmen, kayaları oluşturan magmanın yitim etkisiyle metasomatize olmuş zenginleşmiş bir magmadan türediğine işaret eder.

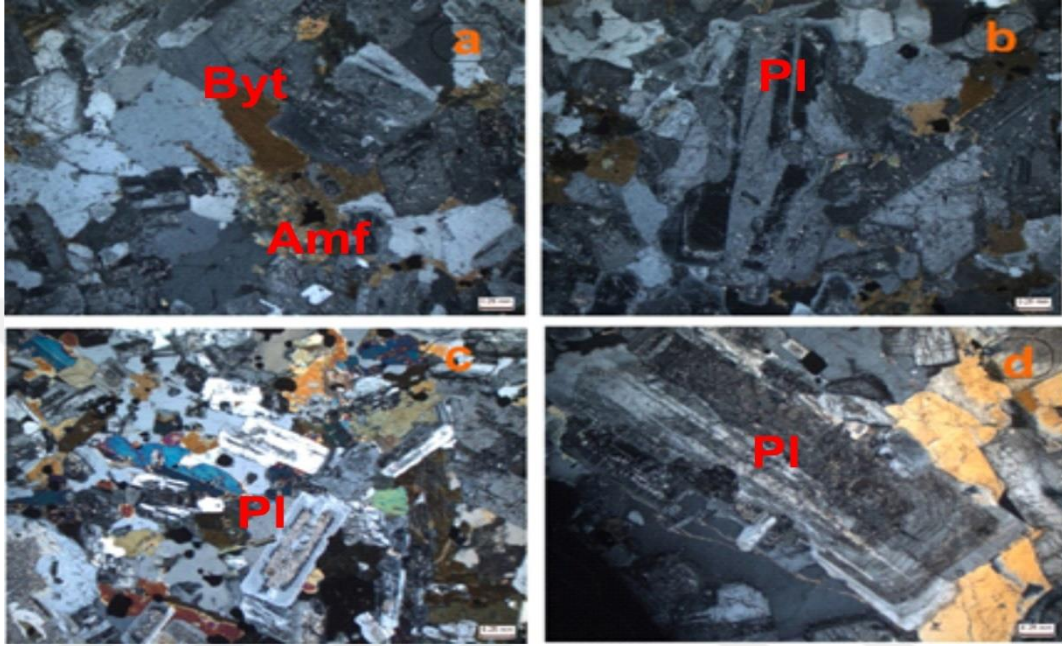


Şekil 4. 3. Alemdar ve Işıkdere Plütonları'na ait örneklerin (Ta/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Pearce vd., 1990), Th/Yb'ye karşı SiO₂ diyagramı (Semboller şekil 3.13'deki gibidir)

4.1.3. Magma Karışımı

Alemdar ve Işıkdere Plutonlarının ince kesit örneklerinde magma karışımını işaret eden bir takım dengesizlik dokuları gözlemlenmiştir. Bu dokular; amfibol minerali içerisine yerleşen küçük plajiyoklas mineralleri ve iri plajiyoklas kristalleri içerisinde küçük plajiyoklas kristallerinin bulunması gibi poikilitik dokular bıçağımsı biyotit/amfibol oluşumu şeklinde görülmektedir (Şekil 4.4). Alemdar ve Işıkdere Plütonlarına ait bazı jeokimyasal veriler ise, SiO₂'ye karşı bazı iz elementler arasında gözlenen yönsemeler

magma karışımının olabileceğini düşünmektedir (Perugini ve Poli, 2004). Alemdar ve Işıkdere Plütonlarını oluşturan kayaçların incelendiği gösterdiği Rb/Sr karşı MgO, Sr/Zr'a karşı Ti/Zr ve Rb/Sr- Rb diyagramlarındaki dağınık ve doğrusal yansımalar magmanın karışımını işaret etmektedir (Şekil 4.5).

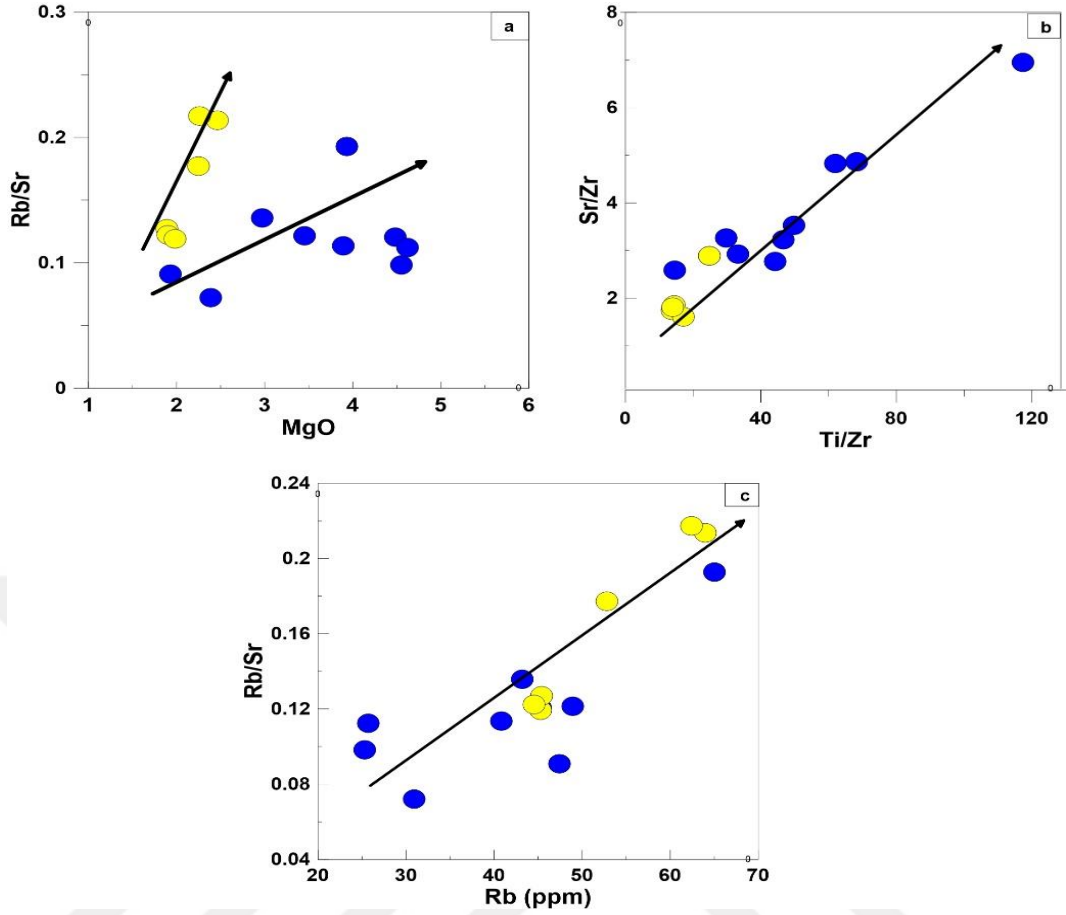


Şekil 4. 4. Alemdar ve Işıkdere Plütonu'nda gözlenen magma karışımını gösteren dokusal özellikler (Poikilitik doku ve zonlu doku).

4.1.4. Alemdar ve Işıkdere Plütonu'nun Kaynak Alanı

Kayaçlardaki yüksek Nb/La oranları (>1) okyanus adası bazalt (OAB) benzeri astenosferik manto kaynağına; düşük Nb/La oranları (<0.5) ise litosferik manto kaynağına dikkat çekmektedir (Bradshaw ve Smith 1994; Smith vd., 1999). Bu nedenden, Nb/La ve La/Yb oranları granitik kayaçlarda kaynak bileşiminin ve kısmi ergime derecesinin tespit edilmesinde önemli bir ayıraçtır (Jahn vd., 1999).

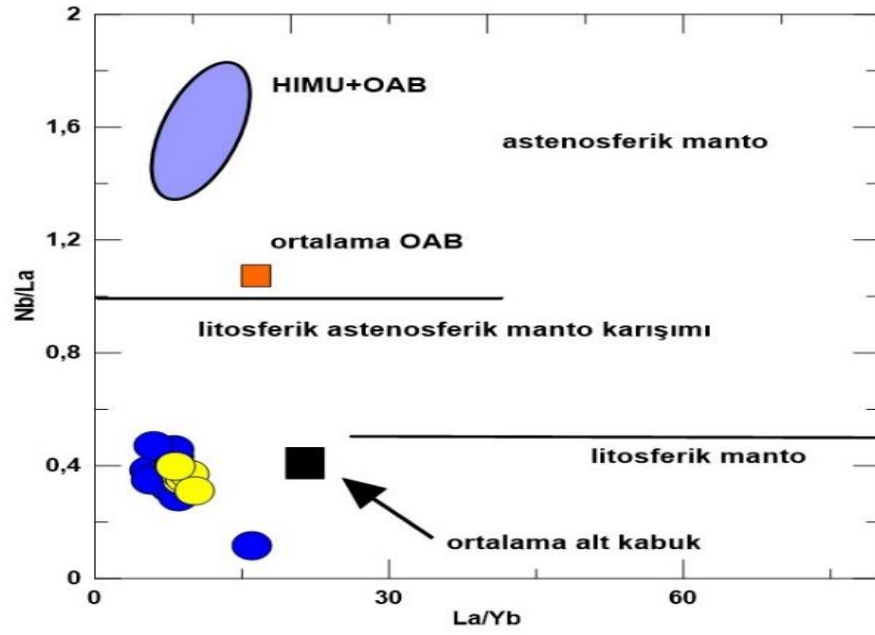
Alemdar Plütonu'nun örneklerinin Nb/La oranları 0.12-0.47 arasında olup, La/Yb oranları da 5.52-16.03 arasında değişmektedir. Bu durum litosferik manto kaynağına işaret eder (Şekil 4.6). Benzer durumda Işıkdere Plütonu örneklerinin Nb/La oranı 0.31-0.40 arasında olup La/Yb oranı ise 8.27-10.13 arasında değişmektedir.



Şekil 4. 5. Alemdar ve Işıkdere Plütonları'na ait örneklerin (a) Rb/Sr-MgO, (b) Sr/Zr-Ti/Zr ve(c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

Yüksek K'lu I-tipi granitoidik magmalar genel olarak alt-orta kabuktaki meta-magmatik kayalar veya litosferik manto kaynağı olarak yorumlanırlar (Chappell ve White, 1992; Roberts ve Clemens, 1993). Alemdar ve Işıkdere Plütonları, I- tipi, yüksek K'lu kalk-alkalin afinite gösterirler. Alemdar Plütonu'na ait SiO₂ değerleri % 51.18-62.69 Mg# değerleri 23.80-34.03 arasındadırlar. Işıkdere Plütonunun da ise SiO₂ değerleri % 62.20 -64.53 Mg# değerleri 23.54-34.15 arasındadır. Bunun sonucunda, Alemdar ve Işıkdere Plütonları ana magmasının büyük bir ihtimalle zenginleşmiş bir mantodan türemiş ve daha sonrada fraksiyonel kristallenme yada kabuksal asimilasyon ile oluştuğları söylenilebilir.

Alemdar ve Işıkdere Plütonuna ait örneklerinde Rb, Sr, Ba (LILE) ve Th, bakımından bir zenginleşme görülmektedir. Th/Yb oranları yüksek olduğundan ana magmanın litosferik bir manto kaynağından türemiş olduğunu gösterir (Pearce ve Peate 1995).

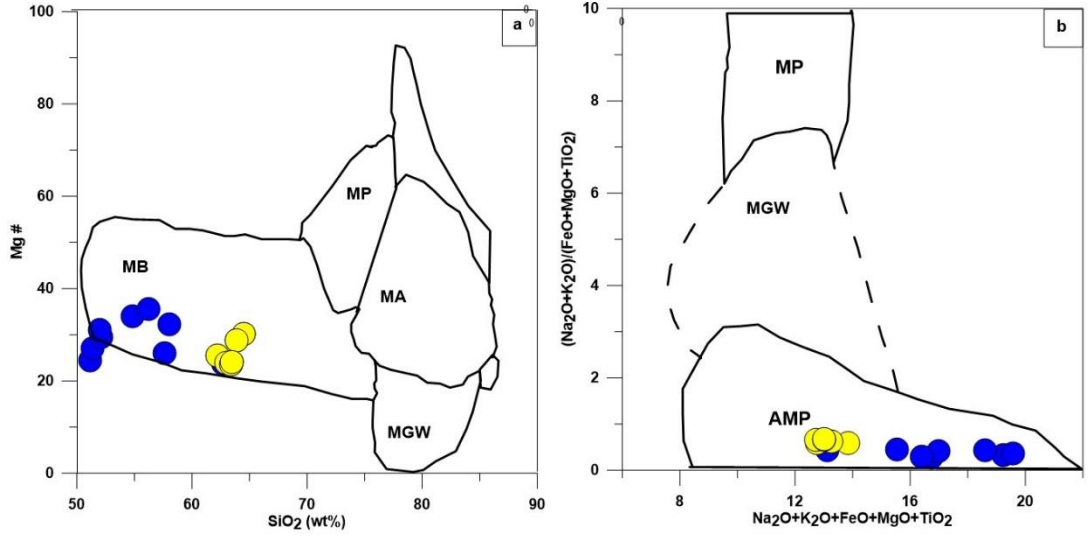


Şekil 4.6. Alemdar ve Işıkdere Plütönu örneklerinin, Nb/La'a karşı La/Yb Okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait değerler Schmidberger ve Hegner (1999), MORB ve OABdeğerleri Harms vd. (1997) (Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

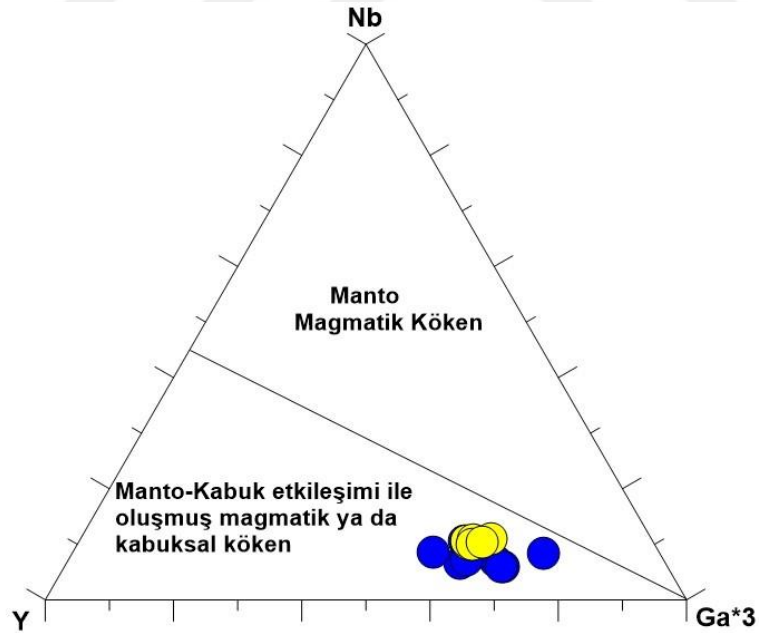
Alemdar ve Işıkdere Plütönu'na ait örnekler $\text{Na}_2\text{O}+\text{FeO}+\text{MgO}+\text{TiO}_2$ karşı $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) / (\text{FeO}+\text{MgO}+\text{TiO}_2)$ diyagramında Patino Douce (1999) genel olarak meta-bazaltik (amfibolitlerden) kayalardan türeyen ergime alanlarında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 4.7).

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

Özet olarak veriler Alemdar ve Işıkdere Plütönu'nun kaynak alanını Pontid kıtasal kabuğunun tabanını oluşturan meta-magmatik kayalardan oluşmuş heterojen yapıda olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. 7. İncelenen Alemdar ve Işıkdere Plütünü'na ait kayaçların bazı ana oksit ve molar oranlarına göre ((a)SiO₂'e karşı Mg# ve (b) Na₂O+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 3.13'deki gibidir).



Şekil 4. 8. Alemdar ve Işıkdere Plütünü örneklerinin Nb-Y-Ga*3 diyagramındaki konumları (Eby,1992; Semboller şekil 3.13'deki gibidir).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Alemdar ve Işıkdere Plütönu (Gümüşhane) ve çevresinde yer alan birimlere ait 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış ve kolon kesiti hazırlanmış, stratigrafisi yaşlıdan gence doğru Gümüşhane Plütönu (Erken - Geç Karnonifer), şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura), Alemdar ve Işıkdere Plütönu (Orta Jura?), Berdiga Formasyonu (Dogger-Malm Alt Kretase) ve Alüvyon (Kuvarterner) olmak üzere beş birime ayrılmıştır.

2. Alemdar ve Işıkdere (Jura ?) Plütönu; kuvars-diyorit, kuvarslı-monzodiyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Mineral içeriği olarak, kuvars, ortoklas, plajiyoklas, amfibol, biyotit ve Fe-Ti oksit gibi ana minerallerden; apatit ve zirkon gibi tali minerallerinden oluşmaktadır.

3. Alemdar ve Işıkdere Plütönları, I- tipi, yüksek K'lu kalk-alkali-şoşonitik ve metalümin-peralümin geçiş özelliğe sahiptir.

4. Plütönik kayaçların ana magmasının gelişiminde özellikle ayrımlaşmanın ve asimilasyonun etkili olduğu, kısmi ergime ve magma karışımı olaylarının ise daha az etkisi olduğu belirlenmiştir.

5. Çalışılan Plütönlar volkanik yay özelliği göstermektedirler.

6. Alemdar ve Işıkdere Plütönlarının ana magması yitim bileşenlerince zenginleşmiş bir litosferik matonun düşük dereceli kısmi ergimesi sonucu oluşmuş olabilir.

7. Bu çalışmanın bir sonraki ayağını, köken (Sr-Nd-Pb) izotop analizleri ve plütönların mutlak yaş verilerinin elde edilebileceği zirkon U-Pb yaşlandırması oluşturmalıdır.

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 kayaların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, s.96, Trabzon.
- Altınkaynak, L., 2000. Ağvanis masifi doğu kesimi ve çevre kayaların jeolojisi, petrografisi ve jeokimyası, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Altherr, R., Topuz, G., Siebel, W., Şen, C., Meyer, H.P., Satır, M., ve Lahaye, Y., 2008. Geochemical and Sr–Nd–Pb isotopic characteristics of Paleocene Plagioclites from the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 105, 149–161.
- Arslan, M., Şen, C., Aliyazıcıoğlu, İ., Kaygusuz, A. ve Aslan, Z. 2000. Comparative geology, mineralogy and petrology of Eocene (?) volcanics in Trabzon and Gümüşhane areas (NE, Turkey). Earth Science and Mining Conference, Journal of Conference Book 1, 39-53.
- Arslan, M. ve Aliyazıcıoğlu, İ., 2001. Geochemical and Petrological Characteristics of the Kale (Gümüşhane) volcanic rocks: Implications for the Eocene evolution of Eastern Pontide arc volcanism, Northeast Turkey, International Geology Review, 43, 595-610.
- Arslan, M., ve Aslan, Z., 2006. Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of Tertiary granitic intrusion in the Eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177-193.
- 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.
- Aydın, F., Karlı, O. ve Chen, B., 2008. Petrogenesis of the Neogene Alkaline Volcanics with Implications for Post Collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, Lithos, 104, 249-266.
- Aydınçakır, E., Kaygusuz, A., 2012. Geç Kretase Yaşlı Dağbaşı (Araklı, Trabzon) Volkaniklerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2 (2), 123-142.

- Aydıncakır, E. ve Şen, C., 2013. Petrogenesis of the Post-Collisional Volcanic Rocks from the Borçka (Artvin) area: Implications for the Evolution of the Eocene Magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 172-173, 98-117.
- Aydıncakır, 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., 2017. Taşlıyayla (Çaykara, Trabzon, KD Türkiye) Civarı Geç Kretase Yaşlı Kalk-alkali Volkanik kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7, (1): 51-78.
- Bacon, C.R., Hirschmann, M.M., 1988. Mg/Mn 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 throug 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 Arck 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. Spheue and zircon fission-track geochronology unravelling subduction- and collision-related magma surges in the composite Kaçkar Batholith, Eastern Black Sea region, Turkey. 1st International Symposium of the Faculty of Mines (TÜ) on Earth Sciences and Engineering, Istanbul, Turkey, Abstracts, p. 121.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.c., Wagner, G.A. ve Yeğingil, Z., 2004. Slow Senonian and fast Paleocene-Early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results, Tectonophysics, 382, 213-228.
- Boztug, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I. ve İskenderoglu, A., 2006. Geochemical Characteristics of the Composite Kaçkar Batholith Generated in A Neo-Tethyan Convergence System, Eastern Pontides, Turkey. J. Asian Earth Sci. 27;286-302.
- 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 Geochronometrique des Massifs Cristallins de Rize et de Gümüşhane, Pontides Orientales (Turguie): C.R. des Seances, SPHN, Ceneve, NS, 7/2-3, 43-52.
- Deniel, C., Aydar, E. ve Gourgaud, A., 1998. The Hasan Dağı Stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): Evolution from Calcalkaline to Alkaline Magmatism in a Collision Zone, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 87; 275-302.
- Didier, J. ve Barbarin, B., (eds.), 1991a. Enclaves and Granite Petrology: Developments in Petrology, 13, Elsevier, Amsterdam, 625p.
- Didier, J. ve Barbarin, B., 1991b. The Different Types of Enclaves in Granites Nomenclature, In: Didier, J. and Barbarin, B., (eds), Enclaves and Granite Petrology, Development in Petrology, 13 Elsevier, 19-24.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E., 2006. Geochemical Constraints on the Provenance, Mineral Sorting and Subaerial Weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous Clastic Rocks from the Eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 181-209.
- Dokuz, A., Karşlı O., Bin Chen ve Uysal İ., 2010. Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: Implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the eastern Pontides. Elsevier., 259-279
- Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse Composite Pluton. Gondwana Research 19; 926-944.
- Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karşlı O., Siebel, W., Derman A.S., Turan, M., 2017b. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere. The Journal of Geology, 0022-1376.

- Eby, G.N., 1992. Chemical Subdivision of the A-Type Granitoids: Petrogenetic and Tectonic Implications. *Geology* 20; 641-644.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, MMLS Tezi, KÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erentöz, C., ve Ketin İ. 1974. Explanatory text of the geological map of Turkey at 1/500.000 G scale (Kars). Special Publication of Mineral Research and Exploration, 57.
- Erguvanlı, K., 1952. Trabzon-Gümüşhane bölgesinin jeolojik etüdü hakkında rapor, MTA, Rapor No: 2273, Ankara.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Maden, N., Jacoby, W.R. ve Özer, R., 2006. Three axial extansional deformation and formation of the Liassic rift basins in the Eastern Pontides (NE Turkey), *Geologica Carpathica*, 57, 5, 337-346.
- Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous high-K volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt, and its implications for the geodynamic evolution of NE Turkey. *International Geology Review*, 52 (2-3), 142-186.
- Eyüboğlu Y., Santosh M., Chung S.L., 2011. Crystal Fractionation of Adakitic Magmas In The Crust-Mantle Transition Zone: Petrology, Geochemistry And U-Pb Zircon Chronology Of The Seme Adakites, Eastern Pontides, NE Turkey. *Lithos*, 121, 151-166.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryalı, E., 2011a. Transition From Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: İmplications for Slab Window Melting. *Gondwana Research* 19, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Chung, S.L. ve Akaryalı, E., 2011b. Migration magmatism in a continental arc: Geodynamics of the Eastern Mediterranean revisited, *Journal of Geodynamics*, 52, 2-15.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryalı, E., Chung, S.L., Akdağ, K., Bektaş, O., 2013. The Nature of Transition from Adakitic to non-adakitic Magmatism in a Slab-Window Setting: A Synthesis From the Eastern Pontides, NE Turkey. *Geosci. Front.* 4, 353-375.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F, Y., Santosh, M., Zhu D-C., Yi K., Chatterjee N., Jeong Y-J., Akaryalı, E., Liu Z. 2016. Cenozoic forearc gabbros from the northern zone of the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Implications for slab window magmatism and convergent margin tectonics. *Gondwana Research* 33 (2016) 160–189
- Fuhrman, M.L. ve Lidsley, D.H., 1988. Ternary-feldspar Modelling and Thermometry, *American Mineralogist*, 73; 201-215.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karatas, S., 1992. Rize-Fındıklı Çamlıhemsin Arasında (Dogu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Dogu Pontidlerdeki Bölgesel Yayılımları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 15-38.

- Gedikoglu, A., 1970. Etude Geologique de la Region de Gök köy (Province D'Ordu-Turquie), Phd Thesis, Faculte des Sciences DE l'Universite de Grenoble.
- Gedikoglu, A., 1978. Harsit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Gedikoglu, A., Pelin, S., Özsayar, T., 1979. The main Lines of Geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic era, Geocome-I, 555-580.
- Güngör, Y., Boztug, D. ve Yılmaz, O., 1997. Kaçkar batoliti Altıparmak dağı- Soganlı dağı arası (GD Çamlıhemsin-Rize) kesiminin petrografik, jeokimyasal ve petrojenetik incelenmesi. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, 30 Nisan - 3 Mayıs 1997, Adana, Bildiri Özleri, s. 223-224.
- Green, T.H., 1995. Significance of Nb/Ta as an indicator of geochemical processes in the crust-mantle system. *Chem. Geol.* 120, 347-359.
- Grove, T. L., Gerlach, D. C. ve Sando, T. W., 1982. Origin of Calcalkaline Lavas at Medicine Lake Volcano by Fractionation, Assimilation and Mixing, Contributionsto Mineralogy and Petrology, 80, 160-182
- Harms, U., Cameron, K.L., Simon, K., Bratz, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of Metabasites from the KTB Ultradeep Borehole, Germany. Geologische Rundschau 86; 155-166.
- Harris, N. B. W., A. Pearce ve A.G. Tindle 1986, Geochemical charesteristics of collision zone magmatism, In collision tectonics, M. P., Coward&A.C., Ries (eds), 67-81. Geol. Soc. Sp. Publ, 19.
- Hamilton, W. J., 1842, Recearches in Asia Minör, Pontus and Armenia, Londra.
- Holland, T.J.B. ve Blundy, J.D., 1994.Non-ideal Interactions in Calcic Amphiboles and their Bearing on Amphibole-Plagioc Lase Thermometry, Contribution to Mineralogy and Petrology, 116; 433-447.
- Jica., 1986. The Republic of Turkey report on the cooperative mineral exploration of Gümüşhane area, Phase 1. Japan international cooperation agency metal mining agency of Japan.
- Kargı, H., 1987. Araklı-Bahçecik Granitoidinin petrografik ve jenetik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., 53 sayfa, Trabzon.
- Karslı, 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.
- Karslı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., 2007. Geochemical and Sr-Nd-Pb Isotopic Compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: Impications for Magma Interaction in the Genesis of High-K Calk-Alkaline Granitoids in a Postcollision Extensional Setting. Lithos 98: 67-96.

- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010a. Relative Contributions of Crust and Mantle to Generation of Campanian High-K Calc-Alkaline I-Type Granitoids in a Subduction Setting, with Special Reference to the Harşit Pluton, Eastern Turkey, Contribution to Mineralogy and Petrology, 160; 467-487.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010b. Generation of the Early Cenozoic Adakitic Volcanism by Partial Melting of Mafic Lower Crust, Eastern Turkey: Implications 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.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Ketenci, M., Chen, B. ve Kandemir, R., 2012. Deciphering the Shoshonitic Monzonites With I-Type Characteristic, the Sisdağı Pluton, NE Turkey: Magmatic Response to Continental Lithospheric Thinning. Journal of Asian Earth Sciences 51, 45-62.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Kaliwoda, M., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R., Fehr, K-T., 2014. Geochemical fingerprints of Late Triassic calc-alkaline lamprophyres from the Eastern Pontides, NE Turkey: A key to understanding lamprophyre formation in a subduction-related environment. Lithos 196–197 (2014) 181–197.
- Karşlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2016. Subduction-related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlık and Casurluk plutons: Insights from geochemistry, whole-rock Sr–Nd and in situ zircon Lu–Hf isotopes, and U–Pb geochronology. Lithos 266–267 (2016) 98–114.
- Karşlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2017. Zircon Lu-Hf isotope systematics and U–Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gokcedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere. Contrib Mineral Petrol (2017) 172:31.
- Kaygusuz, A., 2000. Torul ve çevresinde yüzeylenen kayaçların petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., 235 sayfa, Trabzon.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. ve Satır, M., 2008. Petrochemistry and Petrology of I-Type Granitoids in an Arc setting: The Composite Torul Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. Int. J. Earth Sci. 97: 739-764.
- Kaygusuz, A ve Aydınçakır, E., 2009. Mineralogy, 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 Şen, C., 2011. Calc-Alkaline I-Type Plutons in the Eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb Zircon Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions, Chemie der Erde, 71, 59-75.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C., 2011. Geochemical and Sr–Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences 20, 137–159.
- Kaygusuz, A ve Aydınçakır, E., 2011. U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of Cretaceous Plutons in the Eastern Pontides (NE Turkey): the Dağbaşı Pluton. Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 188; 211-233.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C., 2011a. Geochemical and Sr–Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137-159.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgan, S., Sipahi, F. Ve İlbeyli, N., 2012a. Geochronological Evidence and Tectonic Significance of Carboniferous Magmatism in the Southwest Trabzon Area, Eastern Pontides, Turkey. International Geology Rew 54 (15), 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., İlbeyli, N., Sipahi, F., 2012b. Doğu Pontid kuzey zonu ve kuzeygüney zon geçişinde yüzeylenen Kretase-Paleosen yaşlı granitoidik sokulumların petrokimyası, Sr–Nd–Pb–O izotop jeokimyası, jeokronolojisi ve jeodinamik gelişimi. Tübitak Çaydağ Project No:109Y052 Final Report (Turkish with English Abstract, 175 pp.).
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., 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 İsootope Geochemistry of the Camiboğazı Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey: İmplications for Lithospheric Mantle and Lower Crustal Sources in Arc-related I-Type Magmatism, Lithos 192-195, 271-290.
- Kaygusuz, A., ve Öztürk, M., 2015. Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontide, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism. Journal of Asian Earth Sciences, 108, 97-116.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., 2016. U-Pb Zircon Chronology and Petrogenesis of Carboniferous Plutons in the Northern Part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic Magmatism and Geodynamic Evolution, Gondwana Research, 01581; pages 20.

- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, Miner. Res. Expl. Bull., 66, 0-34.
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, Ankara, No: 66, 20-34.
- Ketin, İ., 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış, İ.T.Ü. Kütüphanesi, 1259, 536.
- Köprübaşı, N., 1993. Tirebolu-Harsit (Giresun) arası Jura-Kretase Yaşlı Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 139-150.
- Köprübaşı, N., Sen, C. ve Kaygusuz, A., 2000. Dogu Pontid Adayayı Granitoidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri, 1, 111-120.
- Kırmacı, M.Z., 1992. Sedimentological investigation of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Berdiga Limestone in the Alucra-Gumushane-Bayburt regions Eastern Pontides, NE, Turkey. Ph.D. Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon (unpublished) (in Turkish with English abstract).
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R., ve Zanettin, B., 1989, A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms Blackwell, Oxford.
- Lameyre J. ve Bowden P., 1982. Plutonic Rock Type Series: Discrimination of Various Granitoids Series and Related Rocks. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 14, 169-186.
- Leake, E.B., Wooley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W.V., Nickhel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W. ve Youzhi, G., 1997. Nomenclature of amphiboles report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, European Journal of Mineralogy, 9, 623-651.
- Nachit, H., Ibhi, A., Abia, E.A., and Ohoud, M.B., 1985, Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites and neoformed biotites: Comptes Rendus De L Academie Des Science, v. 337, p. 1415-1420.
- Okay, A.I., 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (ed. J.E. Dixon ve A.H.F. Robertson), Geological Society Special Publication, 17, 455-466.
- Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea ve Surrounding Region, AAPGMem., 68, 291-311.
- Okay, A.İ., Tüysüz, O., 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey. Geological Society of London, Special Publications 156, 475-515.

- Özdoğan, K., 1992. Karadag (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi-Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik 7ncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Öztürk, M., 2014. Kılıçkaya(Bayburt) Granitoyidi'nin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, GÜ, Fen Bil. Enst., Gümüşhane
- Parsons, I., Mason, R. A., Becker, S. M., & Finch, A. A. (1991). Biotite equilibria and fluid circulation in the Klokken intrusion. Journal of Petrology, 32, 1299-1333.
- Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol. 58, 63–81.
- Patino Douce, A.E., 1999. What do Experiments Tell us About the Relative Contributions of Crust and Mantle to the Origin of Granitic Magmas In: Castro, A., Fernandez, C., Vigneresse, J.L. (Eds.), Understanding Granites: Intergrating New and Classical Techniques. Geological Society of London, Special Publication. 168; 55-75.
- Pearce, J. A., 1983. Role of the Sub-Continental Litosphere in Magma Genesis at Active Continental Margin, in; Hawkesworth, C. J. ve Norry, M. J. (Eds) Continental Basalts and Mantle Xenoliths, Shiva, Chenshire, 230-249.
- Pearce, J. A. Harris, N. B. W., ve Tindle, A. G., 1984. Trace Elements Discrimination Diagram for the Tectonic Interpretation of Granitic Rock, Journal of Petrology, 25/4, 43-63.
- Pearce, J. A., 1996. Sources and Setting of Granitic Rocks. Episodes. 19 (2); 120-125.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydogu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, K.T.Ü. Yayinlari, 87, 103.
- Perugini D., Poli G., Christofides G. ve Eleftheriadis G., 2003. Magma Mixing in the Sithonia Plutonic Complex, Greece: Evidence From Mafic Microgranular Enclaves, Mineralogy and Petrology, 78, 173-200.
- Perugini, D., Poli, G., 2004. Analysis and numerical simulation of chaotic advection and chemical diffusion during magma mixing: petrological implications. Lithos 78 (1–2), 43–66.
- Rojay, B., 1993. Tectonostratigraphy and neotectonic characteristics of the southern margin of Merzifon-Suluova Basin (Central Pontides, Amasya), Phd Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Roberts, M.P., Clemens, J.D., 1993. Origin of High-Potassium, Calcalcaline, I-Type Granitoids, Geology, 21; 825-828.
- Sahin, S. Y., Güngör, Y. ve Boztug, D., 2004. Comparative Petrogenetic 7nvestigation of Composite Kaçar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey. Earth Planets Space, 56, 429-446.

- Saydam Eker, C., Sipahi, F. ve Kaygusuz A., 2012. Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE, Turkey, *Chemie der Erde*, 72, 167-177 pp.
- Schmidberger, S.S., Hegner, E., 1999. Geochemistry and Isotope Systematics of Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Saar-Nahe Basin (SW Germany)-Implications for Late-Variscan Orogenic Development. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 135; 373-385.
- Shand, S. J. 1943. *The Eruptive Rocks*, 2nd edn. New York: John Wiley, 444 pp.
- Streckeisen, A., 1976. To Each Plutonic Rock its Proper Name, *Earth Sci. Rev.*, 12; 1-33.
- Sun, S., ve McDonough, Q. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle compositions and processes. In Saunders, A. D., & Norry, M. J. (Eds) *Magmatism in the ocean basins*, *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 42, 312-345.
- Sipahi, F., 2005. Zigana Dağı (Torul-Gümüşhane) volkanitlerindeki hidrotermal ayrışmaların mineraloji ve jeokimyası, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Sipahi, F., Sadıklar, M. B., ve Şen, C., 2014. Geochemical and Sr-Nd Isotopic 114 Characteristics of Murgul (Artvin) Volcanics in the Eastern Black Sea Region (NE Turkey). *Chemie der Erde-Geochemistry*, 74, 331-342.
- Sipahi, F., ve Sadıklar, M. B., 2014. Geochemistry of Dacitic Volcanics in the Eastern Pontide (NE Turkey). *Geochemistry International*, 52, 4, 329-349.
- Sipahi, F., 2011. Formation of Skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogy-Abhandlungen*, 188, 2, 169-190.
- Sipahi, F., Kaygusuz, A., Saydam Eker, Ç., Vural, A., & Akpınar İ., 2017. Late Cretaceous arc igneous activity: the Eğrikar Monzogranite example. *International Geology Review*, 10.1080/00206814.2017.1336120.
- Şen, C., 1988. Dagbaşı (Trabzon) Bölgesinde Yüzeyleyen Alt Bazik (Jura)-Granitoyid (Üst Kretase) Formasyonlarının Petrografik-Jeokimyasal Özellikleri Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, s.92, Trabzon.
- Şen, C., Arslan, M. ve Van. A. 1998. Doğu Pontid (Kd Türkiye) Eosen (?) alkalen volkanik provensinin jeokimyasal ve petrolojik karakteristikleri, Tübitak Yayınları, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7, 231-239.
- Şen, C., 2007. Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: Is it rift related or subduction related?, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 523-539.
- Taner, M.R., 1977. Etüde Geologique et Petrographique dela Region de Güney Dere-İkiz Dere, Situe au Sud de Rize (Pontides Orientales, Turquie): Doktora Tezi, Cenevre Univ., İsviçre, 130 s (Yayınlanmamış).

- Taylor, S. R., ve McLennan, S. M., 1985. The Continental Crust; Its Composition and Evolution Geoscience Text, Blackwell Scientific Publication.
- Temizel, I. ve Arslan, M., 2009. Mineral chemistry and petrochemistry of post-collisional Tertiary mafic to felsic cogenetic volcanics in the Ulubey 115 (Ordu) area, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 29-53.
- Temizel, I., Arslan, M., Ruffet, G. ve Peucat, J.J., 2012. Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematic of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: implications for extension-related origin and mantle source characteristics, Lithos, 128, 126-147.
- Temizel, I., Arslan, M., Yücel, C., Abdioğlu, E., Ruffet, G., 2016. Geochronology and geochemistry of Eocene-aged volcanic rocks around the Bafra (Samsun, N Turkey) area: Constraints for the interaction of lithospheric mantle and crustal melts, Lithos, 258-259, 92-114.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, Doktora Tezi, University College, London.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz bölgesi'nde Eosen yaşı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma, TJK Bülteni, 20,1, 49-54.
- Topuz, G., Eyüboğlu, Y., ve Dokuz, A., 2002. Petrology and Age of the Saraycık Granodiorite, Pular Massif, Eastern Pontides, NE Turkey: Preliminary results, 1st International Symposium of Istanbul Technical University the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, İstanbul- Turkey, 120.
- Topuz, G. ve Altherr, R., 2004. Pervasive rehydration of granulites during exhumation-an example from the Pular complex, Eastern Pontides, Turkey, Mineralogy and Petrology, 81, 165-185.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Wemer, O. ve Schwarz, W.H., 2004a. Aluminous granulites from the Pular complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallization, Lithos, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M. ve Schwarz, W.H., 2004b. Low-grade metamorphic rocks from the Pular complex, NE Turkey: implications for pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides, International Journal of Earth Science (Geol Rundsch), 93, 72- 91.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A., 2005. Postcollisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycık granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), Contributions to Mineralogy and Petrology, 150, 441-455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. ve Meyer, H.P., 2007. Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex. Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 96, 861-873.

- Topuz, G., Alther, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., 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.
- Topuz, G., Okay, A.I., Alther, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satır, M. ve Şen, C., 2011. Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 125, 131-150.
- Tüysüz, O., 1996. Amasya ve çevresinin jeolojisi, Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildirileri, 32-48.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H.F.A, 2010. Late Paleozoic-Early Cenozoic development of the Eastern Pontides 116 (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia, Special Publications, Geological Society London, 340, 281-327.
- Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Robertson, A.H.F., 2012. Ion Probe U-Pb Dating of the Central Sakarya Basement: a Peri-Gondwana Terrane Intruded by Late Lower Carboniferous Subduction/Collision-related Granitic Rocks, Turkish Journal of Earth Sciences 21, 905-932.
- Vernon, R.H., 1990. Crystallization and Hybridism in Microgranitoid Enclave Magmas: Microstructural Evidence. Journal of Geophysical Research 95; 17849-17859.
- Watson, E.B. ve Green, T.H., 1982. Apatite Liquid-partition Coefficients for the Rare Earth Elements and Strontium, Earth and Planetary Science Letters, 56; 405-421.
- Watson, E.B., 1979. Apatite Saturation in Basic to Intermediate Magmas, Geophysical Research Letters, 6; 937-940.
- Watson EB, Wark DA, Thomas JB (2006) Crystallization thermometers for zircon and rutile. Contrib Mineral Petrol, 151, 413–433
- Whalen, J. B., Currie, K. L., ve Chappell, B. W., 1987, A-Type Granites, Chemical Characteristics, discrimination and petrogenesis, Cont. Min. Pet., 95, 407-419.
- Wyllie, P.J., 1984. Constraints Imposed by Experimental Petrology on Possible and Impossible Magma Sources and Products. Transactions Royal Society London A310; 439-456.
- Yılmaz, S. ve Boztug, D. 1996, Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey, International Geology Review ,38, 935– 956.
- Yılmaz, Y., Tuysuz, O., Yiğitbaş, E., Genc, Ş.C. ve Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonics of the Pontides. In: ROBINSON, A.G. (ed), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Memoir 68, 183-226.

- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt yöresindeki mesozoyik havzalarının tektono-sedimentolojik kayıtları ve kontrol etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, Y., 1976. Geochemical Study of The Gümüşhane Granite, 7st. Üniv. Fen. Fak. Mec. Seri B, 39, 3-4 173-203
- Yılmaz, Y.,1972. Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks, north-eastern Anatolia, Doktora tezi, London Üniversitesi, 260 sayfa.
- Yılmaz-Şahin, S., Güngör, Y. ve Boztuğ, D. 2004. Comparati ve Petrogenetic Investigation of Composite Kaçkar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc-Northern Turkey. – Earth Planets Space 56: 429–446.
- Yılmaz-Şahin, S., 2005. Transition From Arc- to Post-Collision Extensional Setting Revealed By K–Ar Dating and Petrology: An Example From the Granitoids of the Eastern Pontide Igneous Terrane, Araklı-Trabzon, NE Turkey. – Geol. J. 40: 425–
- Yücel, C., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Arslan, M., Yağcıoğlu, U. C., 2014a. Origin of analcimes in the Tertiary volcanic rocks from the Eastern Pontides (NE Turkey): A textural, mineralogical and geochemical approach, Neues Jahrbuch Für Mineralogie, 191, 277–299.
- Yücel, C., 2017. Akçaabat (Trabzon) Güneyi ve Çevresindeki Kampaniyen Yaşlı Volkanik Kayaçların Petrografisi, Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Petrojenezi. GÜFBED/GUSTIJ (2017) 7 (1): 79-101
- Yücel, C., Arslan M., Temizel, İ., Abdioğlu Yazar, Ruffet, G., 2017. Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey). Gondwana Research 45 (2017) 65–86.
- Zankl, H. 1962. Magmatismus und Bauplan des Ostrpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, Bayerische Akademie der Wissenschaften. Abhandlungen. Neue Folge, Heft 109, 61-90, München.
- Zankl, H., 1961. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, NE Anatolien, Geol. Rdsch., 51, 218-239.

ÖZGEÇMİŞ

Ramazan GÜNDÜZ; 1991 yılında Hatay-İskenderun İlçesi'nde dünyaya geldi. 1998-2009 yılları arasında ilk, orta ve lise öğrenimini İskenderun'da tamamladı. Üniversite hayatına ilk 2010-2014 yılları arasında Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, 2015 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2016-2017 yüksek lisans güz dönemlerinde Erasmus+ öğrenci hareketliliği programı ile Wrocław Üniversitesi (Wrocław-Polonya)'da 6 ay öğrenim gördü. 2018 Bahar dönemi yılında MEB'te ücretli öğretmenliğe başlayıp Kimya alanında ders vermekte olan Ramazan GÜNDÜZ, bekar olup İngilizce ve Arapça bilmektedir.