

**T.C.**  
**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNEYDERE (BAYBURT) PLÜTONU'NUN PETROGRAFİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**Zeynep DELİMEHMET**

**OCAK-2022**  
**GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNEYDERE (BAYBURT) PLÜTONU'NUN PETROGRAFİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE  
GÜNEYDERE (BAYBURT) PLUTON**

**YÜKSEK LİSANS**

**Zeynep DELİMEHMET**

**OCAK-2022  
GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNEYDERE (BAYBURT) PLÜTONU'NUN PETROGRAFİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE  
GÜNEYDERE (BAYBURT) PLUTON**

**YÜKSEK LİSANS**

**Zeynep DELİMEHMET**

**Danışman: Doç. Dr. Mehmet Ali GÜCER**

**OCAK-2022  
GÜMÜŞHANE**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

**Yüksek Lisans Tezi** olarak hazırlamış olduğum “**Güneydere (Bayburt) Plütonu’nun Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kısıtlara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

**13/01/2022**

.....  
**Zeynep DELİMEHMET**

## TEŞEKKÜR

Güneydere (Bayburt, KD Türkiye) ve civarında yüzeyleme veren ve bölgenin önemli intrüzif kütlelerinden biri olan Güneydere Plütunu'nda gerçekleştirilen bu çalışma "21.E0115.07.02" proje kodu ile "Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (GÜBAP) Koordinatörlüğü" tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

Çalışma süresince iş yoğunluğu olmasına karşın, tezimin her aşamasında yardımını esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden faydalandığım danışman hocam Doç. Dr. Mehmet Ali GÜCER'e minnet ve şükranlarımı sunarım.

Petrografik kesitleri hazırlayan Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvar teknikeri Sayın Ferdi DAYANÇ'a, jeokimyasal analiz amaçlı örneklerin öğütülmesinde emeği geçen Gümüştaş Madencilik A.Ş.'ye, tüm-kayaç jeokimya analizlerindeki desteklerinden dolayı Acme Analitik Laboratuvar Hizmetleri Ltd. Şti'ye ve Sayın Mehmet Ali ÖZÇELİK'e şükranlarımızı sunarız. Çalışmanın hedeflenen amaca ulaşmasında maddi açıdan öncülük eden GÜBAP Koordinatörlüğüne, Sayın Prof. Dr. Sevim Beyza ÖZTÜRK SARIKAYA'ya ve GÜBAP idari personelleri Sayın Sultan TİRYAKİ, Sayın Esra YAVUZ, Sayın Aynur ERDOĞDU ve Sayın Cuma ZEHIROĞLU'na teşekkürü bir borç biliriz.

Tüm desteğini ve sevgisini esirgemeyen canım aileme, çalışmam boyunca sabır ve anlayışı ile bana destek olan sevgili eşim Rifat DELİMEHMET'e teşekkürlerimi sunarım.

**Zeynep DELİMEHMET**  
**GÜMÜŞHANE – 2022**

## ÖZET

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı (Doğu Sakarya Zonu), Anadolu Levhasının şekillenmesinde jeolojik olarak önemli bir rol oynayan Alp-Himalaya orojenezinin etkisi ile oluşmuş olup farklı türde magmatik kayaları içermesi bakımından önemli bir alan konumundadır. Özellikle Karbonifer yaşlı plütonlar, doğu Pontidlerin güney kesiminde, daha geniş mostralarda halinde ve daha yaygın olarak gözlenmektedir. Bu çalışma, Bayburt'un (KD Türkiye) Güneydere Köyü ve çevresinde yer alan granitik kayalar üzerinde yeni petrografik ve tüm-kayaç jeokimyasal veriler sunmaktadır. Bununla birlikte, bu kayaların oluşumunda önemli rol oynayan kaynak bölge, petrolojik süreçler ve jeodinamik ortam da tartışılmıştır. Yaklaşık 5 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsayan Karbonifer yaşlı Güneydere Plütonu, çalışma alanında Jura öncesi temeli temsil etmekte ve uyumsuz olarak Erken-Orta Jura volkanoklastik ve volkanik kayalar ile Geç Jura-Erken Kretase kireçtaşları tarafından örtülmektedir. Güneydere Plütonu esas olarak granit/granit porfir ve aplit, daha az oranda ise granodiyorit ve kuvarslı monzonit türü kayalardan meydana gelmektedir. Kayalar yüksek SiO<sub>2</sub> içeriklerine (%60.43-75.51) ve yüksek K'lu kalk-alkaliden şošonitiğe kadar uzanan bir afiniteye sahip olup I-tipi bir kayaktan itibaren türemiştir. Granitik kayalar matalümin-peralümin karakterli olup çarpışma sonrası volkanik yay granitoidleri ile benzerlik göstermektedir. Ana ve iz element trendleri, kayaların oluşumunda plajiyoklas, hornblend, biyotit, apatit ve Fe-Ti oksit mineral fraksiyonlaşmasının önemli rol oynadığını göstermektedir. Kayaların gelişiminde başlıca fraksiyonel kristallenme, az oranda ise asimilasyon±magma karışımının rol oynadığı ortaya konmuştur. Zirkon doygunluk sıcaklıkları düşük ilksel magma sıcaklıklarını yansıtmaktadır. Elde edilen tüm veriler Karbonifer yaşlı Güneydere Plütonu'nun ana magmasının alt/orta kıtasal kabuk kayalarının kısmi ergime sonucu türediğini ve kıtasal magma odasında farklılaşarak yerleştiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Pontid, Granit, Güneydere, Jeokimya, Petrografi

## SUMMARY

The Eastern Pontide Orogenic Belt that formed during the Alpine-Himalayan orogeny which geologically plays an important role in the formation of the Anatolian Plate, is a significant area in terms of containing different igneous rocks. Particularly, Carboniferous plutons are widely observed in larger outcrops and more commonly in the southern part of eastern Pontides. This study presents new petrography and geochemical data on granitic rocks in the Güneydere area of Bayburt. In addition, the source region, petrological processes, and geodynamic environment, which play an important role in the formation of rocks, are also discussed. The rocks, which include an area of approximately 5 km<sup>2</sup>, represent the pre-Jurassic basement in the study area and are unconformably overlain by Early-Middle Jurassic volcanoclastics and Late Jurassic-Early Cretaceous limestones. They mainly consist of granite/granite porphyry and aplite, to a lesser extent granodiorite and quartz monzonite. Rocks have high SiO<sub>2</sub> contents and high K calc-alkali to shoshonitic affinities and have been derived from an I-type source. The rocks are metalumine-peralumine in character and are similar to post-collisional volcanic arc granitoids. Geochemical element trends show that plagioclase, hornblende, biotite, apatite, and Fe-Ti oxide mineral fractionations play an important role. It has been revealed that fractional crystallization and assimilation±magma mixing processes play a role in the development of granites. Zircon-saturation temperatures reflect lower initial magma temperatures. All obtained data suggest that parental magma of rocks have evolved from lower/middle crust-derived melts as a result of partial melting and differentiated and emplaced in the continental magma chamber.

**Keywords:** Eastern Pontide, Granite, Güneydere, Geochemistry, Petrography

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI .....	IV
TEŞEKKÜR .....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY .....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLolar DİZİNİ .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç ve Kapsam .....	2
1.3. Konum, Yerleşim ve Ulaşım .....	2
1.4. Jeomorfoloji ve İklim Karakteristikleri .....	2
1.5. Bölgenin Genel Jeolojisi.....	3
1.5.1. Gümüşhane-Bayburt Paleozoyik Plütonları .....	7
1.6. Önceki Çalışmalar.....	9
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	15
2.1. Giriş.....	15
2.2. Arazi Çalışmaları .....	15
2.3. Laboratuvar Çalışmaları .....	15
2.3.1. Mikroskobik Tayinler .....	15
2.3.2. Jeokimyasal Analizler.....	16
2.3.3. Büro Çalışmaları .....	18
3. BULGULAR .....	19
3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi .....	19
3.1.1. Güneydere Plütonu .....	20
3.1.2. Şenköy Formasyonu .....	22
3.1.3. Hozbirikyayla Formasyonu .....	23
3.1.4. Çatıksu Formasyonu .....	24
3.1.5. Sırataşlar Formasyonu .....	25
3.1.6. Yazyurdu Formasyonu .....	25

3.1.7. Alüvyon .....	26
3.2. Güneydere Plütonu'nun Petrografisi.....	26
3.2.1. Granit .....	26
3.2.2. Granodiyorit .....	28
3.2.3. Kuvarslı Monzonit .....	30
3.3. Tüm-kayaç Element Jeokimyası .....	31
3.4. Tüm-kayaç Jeotermometre Hesaplamaları .....	36
3.4.1. Zirkon ve Apatit Jeotermometresi .....	36
4. TARTIŞMA .....	38
4.1. Ana Magmanın Sıcaklığı.....	38
4.2. Kısmi Ergime .....	39
4.3. Fraksiyonel Kristallenme ve Asimilasyon (FC-AFC) Süreçleri .....	40
4.3 Magma Karışımı.....	42
4.4. Ana Magmanın Kökeni.....	43
4.5 Tektonik Konum .....	47
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	49
KAYNAKÇA .....	51
ÖZGEÇMİŞ .....	61

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Doğu Pontid'lerde Karbonifer yaşı plütonların dağılımı.....	6
Tablo 2. Tüm-kayaç ICP-ES ve ICP-MS analiz yöntemlerinde ana oksit (%), iz element (ppm, ppb) ve nadir toprak element (ppm) alt ve üst tayin sınırları .	17
Tablo 3. Güneydere Plütonu'na ait örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları.....	32
Tablo 4. Güneydere Plütonu örneklerinin tüm kayaç zirkon ve apatit jeotermometresi.....	37



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Çalışma alanının yerbuldurusu.....	3
Şekil 2.	Türkiye'nin tektonik birlikleri ve çalışma alanının konumu (Okay ve Tüysüz, 1999).....	4
Şekil 3.	(a) Türkiye'nin tektonik birlikleri ve çalışma alanının konumu ile (b) Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'ndaki plütonik kayaçların dağılımı (Okay ve Tüysüz, 1999; Güven, 1993; Kaygusuz, 2020).....	5
Şekil 4.	(a) Petrografik kesit yapımında kullanılan PetroThin marka cihazın görünümü. (b) Alınan kayaç numunelerinde yapılan petrografik incelemeler.....	16
Şekil 5.	Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	19
Şekil 6.	Güneydere Köyü (Bayburt, KD Türkiye) ve civarının jeoloji haritası .....	20
Şekil 7.	Granitik kayaçların Güneydere Köyü civarındaki yayılımının görünümü ve diğer birimlerle olan sınır ilişkisi .....	21
Şekil 8.	(a-b) Orta-iri kristalli granit ile ince kristalli mikrogranitin arazi görünümü. (c-d) Granodiyorit bileşimli kayaçların görünümü .....	22
Şekil 9.	Güneydere Köyü batı kesiminde Şenköy Formasyonu ile Hozbirikyayla Formasyonu arasındaki sınır ilişkisi (yer: Germişölük Tepe batı kesimleri) .	23
Şekil 10.	Hozbirikyayla Formasyonu kireçtaşlarının Balkaynak Köyü (Bayburt) civarındaki görünümü .....	24
Şekil 11.	Granitlerin mikroskopik görüntüleri. a) Biyotit mineralleri. b-c) Kuvars, plajiyoklas, ortoklas ve biyotit mineralleri. d) Aplit örneği. Qz: Kuvars, Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, a görüntüsü tek nikol, diğer görüntüler ise çapraz nikolde alınmıştır .....	28
Şekil 12.	Granodiyorit mikroskopik görüntüleri. a) Hornblend mineralleri. b) Hornblend, ortoklas ve plajiyoklas mineral birlikteliği. c) Özşekilli hornblend kristalleri. d) Aynı alanın çapraz nikol görünümü. Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, a ve c görüntüsü tek nikol, diğer görüntüler ise çapraz nikolde alınmıştır .....	29
Şekil 13.	Kuvarslı monzonit örneklerinin a) Yarı özşekilli plajiyoklas kristalleri. b) Plajiyoklas mineralleri arasında hornblend ve kuvars mineralleri ile ortoklas minerallerinin birlikteliği. Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Qz: Kuvars, görüntüler çapraz nikolde alınmıştır .....	30
Şekil 14.	Güneydere Plütону'na ait örneklerin (a) Toplam Alkali Silis (TAS) sınıflama (Middlemost, 1994). (b) Normatif An-Ab-Or sınıflama (Barker, 1979). (c) K <sub>2</sub> O (%ağ.) - SiO <sub>2</sub> (%ağ.) diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976). (d) Th (ppm) - Co (ppm) diyagramı (Hastie vd., 2007).....	33
Şekil 15.	(a) Granitlerin AFM (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>T</sup> , MgO) diyagramı. Toleyitik-kalk-alkalin ayırım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'e göredir. (b) Molar	

A/CNK [ $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ ]’ya karşı A/NK [ $(Al_2O_3)/(Na_2O+K_2O)$ ] (Shand, 1943). .....	34
Şekil 16. Güneydere Plütönu granitlerinin $SiO_2$ (%)’e karşı ana oksit (%) ve iz element (ppm) değişim diyagramları .....	35
Şekil 17. Örneklerin (a) ilksel mantoya ve (b) Kondrite göre normalleştirilmiş iz element dağılım diyagramları (Sun ve McDonough, 1989; Boynton, 1984). 36	36
Şekil 18. Örneklerin zirkon doygunluk termometresi ( $T_{Zr}$ , °C) histogramları (Watson ve Harrison, 1983; Boehnke vd., 2013).....	39
Şekil 19. Güneydere Plütönu kayalarının (a) Zr/Sm – Zr (ppm) ve (b) Ce/Y - Zr/Nb diyagramları.....	40
Şekil 20. Örneklerin Th/Yb-Ta/Yb diyagramı (Pearce, 1983; Pearce vd., 1990).....	42
Şekil 21. Örneklerde gözlenen ve magma karışımını işaret eden iri kristalli ortoklas minerallerinde gelişmiş pertitik doku (eksolüsyon). Pl: Plajiyoklas, Qz: Kuvars, Or: Ortoklas. Tüm görüntüler çapraz nikelde alınmıştır .....	43
Şekil 22. Güneydere Plütönu örneklerinin (a) Ti/Zr - Rb/Sr ve (b) Ti/Zr - Sr/Zr değişim diyagramları .....	43
Şekil 23. Güneydere Plütönu örneklerinin (a) Rb/Y-Nb/Y ve (b) Nb-Y-Ga*3 diyagramları (Eby, 1992).....	45
Şekil 24. Güneydere Plütönu örneklerinin kökensele diyagramları (Patiño Douce, 1999).....	45
Şekil 25. Güneydere Plütönu örneklerinin (a) Th/U’ya karşı Th (ppm) ve (b) Th/U’ya karşı U (ppm) diyagramları .....	46
Şekil 26. Güneydere Plütönu’nun tektonik ayırtma diyagramları .....	47
Şekil 27. Güneydere Plütönu kayalarının TTG/adakit ve volkanik yay serisi ayırtma diyagramları (Martin, 1986; Batchelor ve Bowden, 1985). .....	48

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Qz	: Kuvars
A.K.	: Ateşte kayıp
AFC	: Asimilasyon ve Fraksiyonel kristallenme
AMP	: Amfibolit
BİYE	: Büyük İyon Yarıçaplı Elementler
Bt	: Biotit
FP	: Felsik pelit
FC	: Fraksiyonel Kristallenme
Hbl	: Hornblend
HIMU	: Yüksek $\mu$ manto (high $\mu$ mantle)
ICP-ES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Emisyon Spektrometresi
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
M	: Katyonik oran $[100x(\text{Na}+\text{K}+2\text{Ca})/(\text{Al.Si})]$ .
MGW	: Metagrovak
MP	: Metapelit
NTE	: Nadir Toprak Elementler
OIB	: Okyanus Adası Bazaltı (Ocean Island Basalts)
OOSB	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
Or	: Ortoklas
ORG	: Okyanus sırtı granitleri
Pl	: Plajiyoklas
TTG	: Tonalit-trondhjemit-granodiyorit
VAG	: Volkanik yay granitleri
WPG	: Levha-içi granitleri
YÇAE	: Yüksek Çekim Alanlı Elementler

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Yer kabuğu içerisinde farklı biçimlerde ve derinliklere dağılım gösteren plütonik (intrüzif) kayalar bir bölgenin tektono-magmatik gelişiminin anlaşılmasında oldukça önemli ipuçları sağlamaktadır. Oluşumlarında ve bulunış biçimlerinde, iç kuvvetlerin niteliği, yer kabuğunu oluşturan malzemenin özellikleri, yükselen magmanın akıcılığı, yoğunluğu ve hacmi başlıca etkenlerdir. Teknolojik gelişmelerle birlikte, intrüzif kayaların petrolojik özelliklerinin aydınlatılmasına yönelik yeni yöntemlerin gelişmesi, oluşum ortamları ve mekanizmalarına ilişkin yeni modellerin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır.

Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı ve Doğu Pontid Orojenik Kuşağı (KD Türkiye) olarak da adlandırılan Doğu Sakarya Zonu, Türkiye'nin jeolojik olarak şekillenmesinde önemli bir rol oynayan Alp-Himalaya orojenezinin etkisi ile oluşmuş olup farklı türde magmatik kayaları içermesi bakımından önemli bir alan konumundadır. Karadeniz havzasının güneydoğu kıyısı boyunca uzanan orojenik bir kuşak meydana getiren bu bölge Mesozoyik dönemde kuzeye yiten okyanusal litosferin üzerinde gelişmiş bir ada yayı olarak bilinmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Doğu Sakarya Zonu'nda yüzeyleme veren Jura öncesi temel birimler Karbonifer öncesi yüksek dereceli metamorfik kayalar, Erken Karbonifer yaşlı magmatik kayalar, Permo-Karbonifer yaşlı sığ denizel-karasal sedimanlar ve Permo-Triyas yaşlı metabazit-fillit-mermer olmak üzere esas olarak dört bölümde temsil edilmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997). Jura sonrası birimlerde ise volkanik kayaların daha yaygın gözlemlendiği kuzey zon ve sedimanter kayaların hâkim olduğu güney zon olmak üzere iki temel farklılık gözlenmektedir (Güven, 1993).

Doğu Sakarya Zonu'nda farklı yaş, büyüklük ve bileşime sahip Jura öncesi intrüzif kayalar genellikle Paleozoyik-Senozoik arasında gelişmiştir. Özellikle Karbonifer yaşlı intrüzifler daha büyük kütleler halinde ve çoğunlukla güney zonda dağılım göstermektedir. Bu intrüzif kütlelerden biri olan ve Akşar Granitoidi'nin batı kesimini oluşturan Güneydere Plütunu (Bayburt, NE Türkiye) çalışma konusu olarak seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında Güneydere Plütunu'nun petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri ilk kez detaylı olarak irdelenmiş, bölgede yüzeyleme veren diğer Paleozoyik intrüzif kütleler ile farklılıkları ortaya konmuştur.

## **1.2. Amaç ve Kapsam**

Yapılan çalışma Güneydere (Bayburt, KD Türkiye) ve civarında yüzeyleme veren granitik kayalarda güncel olarak uygulanan petrolojik yöntemleri kullanarak, Doğu Sakarya Zonu (Doğu Pontidler) temel birimlerinin kökeni ve tektonomagmatik gelişimi üzerine elde edilmiş mevcut verilere katkı koymayı amaçlamıştır. Ayrıca, bölgede yüzeyleme veren diğer temel birimler ile petrokimyasal özelliklerinin korelasyonunun yapılması da bir diğer amacını teşkil etmektedir. Bu kapsamda ise Güneydere civarındaki granitik kayaların mineralojisi ve petrografisi incelenmiş ve petrokimyasal özellikleri ilk kez ortaya konmuştur.

## **1.3. Konum, Yerleşim ve Ulaşım**

İnceleme alanı Doğu Karadeniz Bölgesi, Bayburt il sınırları içerisinde (Şekil 1), Güneydere (Söfker) Köyü ve civarında yer almakta, Trabzon H-43-b2 pafta sınırları içerisinde bulunmaktadır. Trabzon-Erzurum E97 karayolu üzerinde yer alan inceleme sahası Gümüşhane'ye yaklaşık 55 km ve Bayburt il merkezine 30 km uzaklıktadır. Çalışma alanına ulaşım Trabzon-Erzurum karayolu üzerinde yer alan Akşar Beldesi asfalt yolu ile sağlanmaktadır (Şekil 1).

## **1.4. Jeomorfoloji ve İklim Karakteristikleri**

Bayburt ilinde “doğu Karadeniz iklimi ile doğu Anadolu iklimi arasında, karasal özellikleri ağır basan bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Ancak, gerek ortalama yüksekliğin azlığı, gerekse vadiler sisteminin oluşturduğu mikroklima sayesinde Doğu Anadolu bölgesine kıyasla iklim yumuşaktır. Yaz günleri genellikle Mayıs-Eylül ayları arasında kendini göstermektedir. Bayburt'ta yağışlı günler 102, ortalama yağış 433 mm'dir. En yüksek sıcaklık 36.2°C (20.07.1962) ve en düşük sıcaklık -26.2°C (29.01.1964), ortalama ısı ise 7.0 °C'dir.

Çalışma sahasının bulunduğu alan oldukça engebeli olup 2000 m ve üzeri yükseltiye sahip birçok tepe (örneğin, Aptaloğlu Tepe, Ziyaret Tepe, Germişölk Tepe, Karadağ Tepe, Akkaya Tepe, Toprak Tepe, vs.) bulunmaktadır. Çok miktarda dere ve kuru dere yer almakla birlikte bunlardan en önemlilerini Gökler, Esenler ve Balkaynak dereleri ile Çoruh çayının çeşitli kolları oluşturmaktadır.

Yerleşim genelde toplu olup en büyük yerleşim merkezi Akşar Beldesi'dir. Bunun dışında Güneydere, Dağçatı, Balkaynak ve Pamuktaş köyleri de diğer yerleşim birimlerini meydana getirmektedir. Mevsimlere göre ise nüfus değişmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının yerbuldurusu

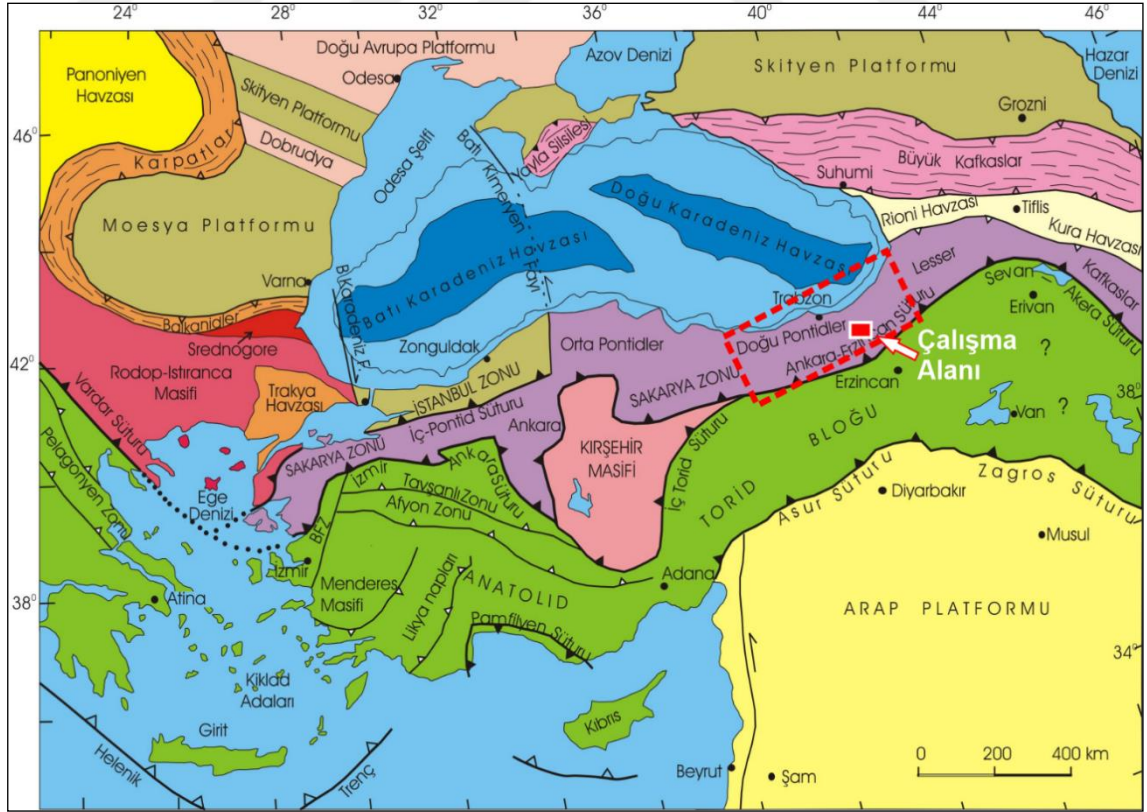
Tarıma elverişli alanlar genelde mevcut olup alüvyonal düzlüklerde yayılım gösterir. Yörenin esas geçim kaynağı hayvancılık olmakla birlikte tarım da önemli kaynak olarak görülebilir. Yöre bitki örtüsü bakımından fakirdir. Yüksek kesimlerde çam, meşe ve ardıç ağaçları görülürken, akarsu kenarlarında ise söğüt ve kavak ağaçları gözlenmektedir. Topografyanın tarıma elverişsiz ve iklimin sert olması nedeniyle yöre halkı daha çok hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır. Meraya kalan alanlar hayvancılık için otluk olarak kullanılmaktadır.

### 1.5. Bölgenin Genel Jeolojisi

Alpin orojenik kuşağının önemli bir parçası konumunda olan Türkiye, jeolojik açıdan farklı birçok tektono-stratigrafik birliğin bir araya gelmesi sonucu şekillenmiştir. Gerek Alpin tektonik birlikleri gerekse daha yaşlı (örneğin Pan-Afrikan, Variskan, Kimmeriyen gibi) orojenik dönemleri temsil eden birimleri içerimesi bakımından da

önemli bir konumda yer almaktadır. Anadolu plakasının şekillenmesi Tetis paleo okyanusların (Paleo-Tetis ve Neo-Tetis) değişik kollarının farklı zaman dilimlerinde açılıp kapanması ve buna paralel oluşan aktif/pasif kıta kenarı çökelleri ile yay ve suture karmaşıklarından meydana gelen kıta parçalarının Senozoyik zamanda bir araya gelmesi ile gerçekleşmiştir (Okay, 2008; Göncüoğlu, 2010). Bununla birlikte, Kadomiyen, Variskan, Kimmeriyen gibi daha eski orojenik dönemleri temsil eden ürünler (örneğin metamorfik masifler, magmatik kompleksler ve onları üzerleyen örtü birimleri) Alpin tektonik birliklerinin tabanında yer almaktadır.

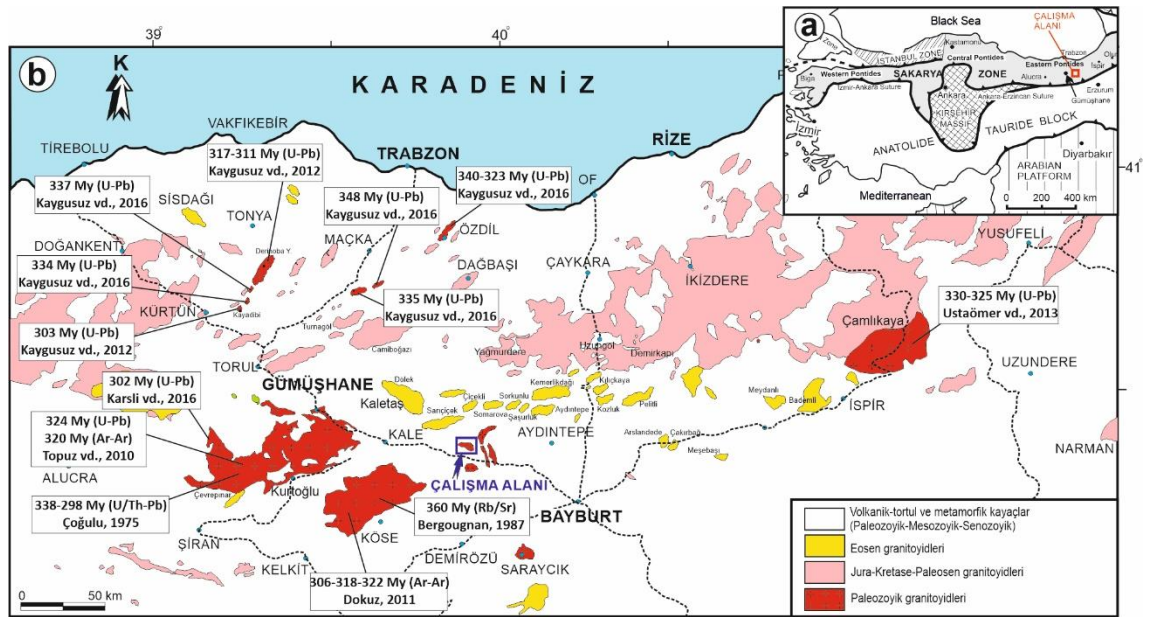
Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı ve Doğu Pontidler veya Doğu Pontid Orojenik Kuşağı olarak da bilinen Doğu Sakarya Zonu ise Geç Mesozoyik zamanda kuzeye yiten okyanusal litosferin üzerinde gelişmiş bir ada yayı olarak bilinmekte (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunun kuzeyinde yer almaktadır (Okay ve Tüysüz, 1999; Şekil 2). Doğu Pontid Orojenik Kuşağı özellikle Üst Kretase dönemdeki belirgin yapısal ve litolojik farklılıklarına bağlı olarak kuzey ve güney olmak üzere iki zona ayrılmıştır (Güven, 1993). Kuzey zonda Senoniyen ve Orta Eosen volkanik ve volkanoklastik kayalar daha yaygın iken, güney zonda Üst Kretase öncesi birimler daha geniş alanlarda yayılım göstermektedir (Güven, 1993).



Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve çalışma alanının konumu (Okay ve Tüysüz, 1999).

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın kuzey kesimlerinde daha çok kalk-alkalen volkanik kayalar, epiklastik birimler ve çoğunlukla intrüzyonlar yaygın olarak gözlenmektedir (Arslan vd., 1997; Kaygusuz ve Şen, 2011; Aydınçakır ve Kaygusuz, 2012; Boztuğ vd., 2006; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Aydın, 2014; Yücel vd., 2014; Aydınçakır, 2016; Sipahi vd., 2018, 2019; Karsli vd., 2017, 2018, Kaygusuz vd., 2021). Buna karşılık güney kesimleri boyunca ise alkali potasik kayaların yayılım gösterdiği bilinmektedir (Bektaş ve Gedik, 1988; Eyüboğlu, 2010; Gülmez ve Genç, 2015; Aydınçakır, 2016). Buna ilaveten, Doğu Pontid'lerde Paleozoyik yaşlı ve gabrodan granit kadar değişen bileşime sahip irili ufaklı birçok intrüzif kütlelerin yer aldığı da gözlenmektedir (Çoğulu, 1975; Topuz vd., 2004, 2010; Ustaömer ve Robertson, 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012, 2016; Karsli vd., 2016; Kaygusuz, 2020; Gücer ve Sarı, 2021; Şekil 3; Tablo 1).

Çalışma alanının yer aldığı bölgede temel birimleri Karbonifer yaşlı Pulur Masifi ve Kurtoğlu Metamorfitleri (Topuz vd., 2004, 2007, 2010) ile onları keserek yerleşen Karbonifer Gümüşhane ve Köse Plütonları (Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2016; Karsli vd., 2016) oluşturmaktadır. Saraycık Graniti, daha güneyde Saruhan Granodiyoriti ve kuzey kesimde yüzeyleyen Akşar Granitoidi Bayburt yöresinde yer alan başlıca plütonları oluşturmaktadır. Bölgedeki intrüzif kayalar düşük ve yüksek K'lu kalk-alkalin afiniteye sahip, metalümin-peralümin karakterli ve granitten alkin siyenitik türe kadar değişen bileşimler sergilemektedir (Yılmaz ve Boztuğ, 1996).



Şekil 3. (a) Türkiye'nin tektonik birlikleri ve çalışma alanının konumu ile (b) Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'ndaki plütonik kayaların dağılımı (Okay ve Tüysüz, 1999; Güven, 1993; Kaygusuz, 2020).

Tablo 1. Doğu Pontid’lerde Karbonifer yaşlı plütonların dağılımı

Plüton adı (lokasyonu)	Yaş (My)	Yöntem	Referans
Köse (Gümüşhane)	322.2±3.8	Ar-Ar	Dokuz, 2011
	306.6±4.2		
	318±2.4		
Gümüşhane	298	U/(Th-Pb)	Çoğulu, 1975
	304		
	338		
Gümüşhane	309.2±5.3	Ar-Ar	Topuz vd., 2010
	316.8±2.9	Ar-Ar	
	319±5	U-Pb	
	329±6	U-Pb	
Köse (Gümüşhane)	360	Rb/Sr	Bergougnan, 1987
Çamlık (Gümüşhane)	302.01±0.68	U-Pb	Karslı vd., 2016
Alazlı (Tonya-Trabzon)	312.1±2.1	U-Pb	Kaygusuz, 2020
Derinoba (Tonya-Trabzon)	317.2±3.5	U-Pb	Kaygusuz vd., 2012
Derinoba (Tonya-Trabzon)	311.1±2.0		
Kayadibi (Kürtün-Gümüşhane)	303.8±1.5		
Özdil (Yomra-Trabzon)	340.7±1.8	U-Pb	Kaygusuz vd., 2016
Özdil (Yomra-Trabzon)	323.1±1.5		
Seslikaya (Maçka-Trabzon)	335.4±1.4		
Soğuksu (Maçka-Trabzon)	348.4±1.6		
Şahmetlik (Tonya-Trabzon)	334.5±1.4		
Kızılağaç (Tonya-Trabzon)	337.2±0.69		
Çamlıkaya (Yusufeli-Artvin)	330±4.0		
Demirkent (Yusufeli-Artvin)	325±3.0		
Narlık (Yusufeli-Artvin)	330±19		

İntrüzif kütlelerin yerleşimleri yay, çarpışma ile eş yaşlı ve/veya çarpışma sonrası gibi farklı tektonik ortamları yansıtmaktadır (Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz vd., 1997). Paleozoyik intrüzifler, bölgede gözlenen Kretase ve Eosen plütonlarına kıyasla daha iri kristalli gelişmiş olmakla birlikte, daha az magmatik anklav içermektedir (Kaygusuz vd., 2016). Doğu Sakarya Zonu’nda gözlenen Paleozoyik temel kayaların yaklaşık %40’ını granitoidler oluşturmaktadır. Her ne kadar Paleozoyik intrüzyonlar güney kesimlerde yaygın mostralara veriyor olsa da (Topuz vd., 2010; Ustaömer ve Robertson, 2010; Dokuz, 2011), son yapılan çalışmalar ile bu kütlelerin varlığı kuzey zonda da tanımlanmıştır (Kaygusuz vd., 2012, 2016; Kaygusuz, 2020).

Bölgede Paleozoyik temel birimleri Şenköy Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Alt-Orta Jura yaşlı ve 200-190 My arasında gelişmiş Liyasik transgresyon sonucu oluşan bu birim başlıca volkanik ve volkanoklastik kayalardan meydana gelmektedir (Kandemir, 2004; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Şenköy Formasyonu bazı araştırmacılar tarafından rift ile ilişkili subalkalen karakterli volkano-sedimanter istif olarak nitelendirilmiştir (Ağar, 1977; Dokuz ve Tanyolu, 2006; Kandemir ve Yılmaz, 2009).

Volkano-sedimanter istif üzerine Üst Jura-Alt Kretase yaşlı sığ platform karbonatları uyumlu olarak gelmekte olup genellikle gri-bej renkli, kalın, yer yer masif

katmanlı, çok zengin bentik foraminifer fosilleri içeren, taban seviyeleri yer yer dolomitlerden üst seviyeleri ise çört yumru ve bantlı kireçtaşlarından oluşan, sığ denizel bir istif özelliği sunmaktadır (Pelin, 1977; Taslı, 1990; Kırmacı, 1992).

Üst Kretase dönemde farklılıklar sergileyen Doğu Pontidler’de mostra veren ve toleyitikten kalk-alkalene kadar geniş bir aralık sunan volkanik kayalar, yine Üst Kretase yaşlı granitler tarafından kesilmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz vd., 1997; Kaygusuz vd., 2013; Sipahi vd., 2018). Üst Kretase’de tabanda başlayan türbiditik istif, üst kesimlere doğru volkanik ağırlıklı kayalarla temsil edilmektedir. Bölgede yüzeyleyen tüm birimler taban konglomerası ile başlayan Eosen birimleri tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Eosen birimleri üst kesimlere doğru volkanik tuf, *Nummulites*’li kireçtaşı ve volkanik kayalar ile temsil edilmektedir (Saydam Eker vd., 2016). Alanın en geç birimlerini güncel olarak oluşumu devam eden karasal Kuvaterner alüvyonları ve yamaç molozları oluşturmaktadır.

### **1.5.1. Gümüşhane-Bayburt Paleozoyik Plütonları**

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı’nda Gümüşhane-Bayburt arasında yüzeyleyen Paleozoyik intrüzif kütlelerden mineralojik-petrografik ve petrolojik özellikleri, izotopik karakteristikleri ve stratigrafik konumları iyi bilinenleri şu şekilde özetlenebilir:

Gümüşhane Plütonu; Gümüşhane-Bayburt arasında yüzeyleme veren yaklaşık 40 km uzunluğa ve 10 km genişliğe sahip olmakla birlikte, yüksek-K’lu kalk-alkalin I-tipi granit/granodiyorit türü kayalardan oluşan ve Doğu Pontid’lerin Liyas öncesi temeli temsil eden önemli bir kompleks konumundadır (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Topuz vd., 2010; Karlı vd., 2016). Gümüşhane Plütonu’nun lökogradit ve granoporfirleri, yüzeyleme verdiği alanın güney sınırı boyunca Kurtoğlu Metamorfikleri’ni keserek yerleşmiştir (Topuz vd., 2007). Buna karşın, metamorfik kayalarda kontak metamorfik etkiler gözlenmemekte olup bu durum lökograditler ve granoporfirlerin oldukça sığ seviyelerde yerleşmiş olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Topuz vd., 2007). Önceki çalışmalar, Gümüşhane plütonunun yerleşmesinin, amfibolit fasiyesi metamorfizması (337-323 My) ile Liyasik transgresyon (200-190 My) arasında gerçekleşmiş olduğunu göstermektedir (Topuz vd., 2007; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Elde edilen mevcut jeokronolojik veriler (K-Ar biyotit, Rb-Sr tüm kayaç ve U-Pb zirkon) 535 ila 107 My arasında değişen geniş bir yaş dağılımını göstermektedir (Çoğulu, 1975; Bergougnan, 1987). K-Ar biyotit yaşlarının genellikle çok genç (162-107 My), Rb-Sr tüm kayaç verilerinin ise çok yaşlı (535-362 My) yaşlar verdiği, buna karşılık yapılan son

çalışmalarda plütonun yerleşme yaşının ise (U-Pb zirkon; 336-298 My) olduğu belirlenmiştir (Topuz vd., 2007).

Köse Plütonu; Yüksek-K'lu kalk-alkalin peralümin granitlerden meydana gelen plüton, Doğu Pontidler'in Hersiniyen temelini oluşturan bir diğer önemli intrüzif kütle temsil etmektedir (Dokuz, 2011). Köse plütonu, hibrit granüler kayaçlar, mikrogranüler magmatik anklavlar, mafik ve porfiri dayaklar ve milonitlerden oluşan iç kütle ile monzogranitten oluşan dış kütle olmak üzere iki farklı bileşim sunmaktadır (Dokuz, 2011). İç kesimler 322-318 My Ar-Ar (biyotit ve hornblend) yaşları verirken, kütlelerin dış kesimlerini oluşturan monzogranitler 306 My Ar-Ar (K-feldspat) yerleşim yaşı sunmaktadır (Dokuz, 2011). Yapılmış olan çalışmalar Köse plütonunun geç Erken Karbonifer ve Geç Karbonifer magmatizmasının çarpışma ortamında oluştuğunu göstermiştir (Dokuz, 2011).

Casurluk ve Çamlık Plütonları; Doğu Pontidler'de Paleozoyik temeli temsil eden bir diğer intrüzif kütle ise Gümüşhane yöresinde yüzeyleme veren Casurluk ve Çamlık Plütonlarıdır. Volumetrik olarak küçük bir bileşeni temsil etmesine karşın, Gümüşhane plütonundan farklı olarak, mafik bileşimli kayaçlardan oluşması bölgenin tektonomagmatik evrimi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Karlı vd., 2016). Genel olarak gabro, diyorit, monzogabro, monzodiyorit ve monzonit gibi mafik bileşimli kayaçlardan oluşan geç Karbonifer-Erken Permiyen yaşlı (302 My) bu birimler, bölgede Erken-Orta Karbonifer intrüzif kütleler içerisine yerleşmiştir (Karlı vd., 2016). Casurluk ve Çamlık plütonları metalümin ve I-tipi karakterli olup yüksek K'lu kalk-alkali özellik sergilemektedir. Yapılan çalışmalar, söz konusu plütonların ilksel magmalarının yitimle ilişkili akışkanlar tarafından metasomatize edilen eski litosferik manto malzemesinin kısmi ergimesi sonucu oluştuğunu göstermiştir (Karlı vd., 2016).

Akşar Granitoyidi; Gümüşhane-Bayburt arasında Akşar beldesi ve civarına yer almakta olup bu topluluğuna ait ilk çalışmalar Ketin (1951) ve Baykal (1952) tarafından yapılmış ve birim Ketin (1951) tarafından Akşar Graniti olarak adlandırılmıştır. Yaklaşık 20 km<sup>2</sup> yüzeyleme alanına sahip granitik kayaçlar tek bileşimde olmayıp, granit kütlelerinin farklı kayaç türlerinden meydana gelmiştir. Genel olarak pembe renkli, orta-iri kristalli granit, siyenogranit, granodiyorit, mikrogranodiyorit, monzogranit ve aplit kaya türlerinden meydana gelmekte, kenar zonlara doğru dasitik bileşime geçerek renk tonu açılmakta ve tane boyu küçülmektedir. Bu durum plütonun zonlu yapıda olabileceğini de göstermektedir.

## 1.6. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanını içerisine alan bölgede farklı amaçlara yönelik birçok çalışma yapılmış olmakla birlikte, Güneydere Plütonu ile ilgili birkaç genel jeolojik çalışma dışında ayrıntılı yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Ancak, bununla birlikte çalışma alanı ve yakın çevresini kapsayan bazı çalışmalar ise kronolojik olarak şu şekilde özetlenebilir:

Bölgede detaylı ilk çalışma Ketin (1951) tarafından gerçekleştirilmiş ve Bayburt-Gümüşhane yöresinin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası çıkarılarak kaya birimleri ayırtlanmış ve yapısal unsurları ortaya konmuştur. Araştırmacı tarafından Bayburt yöresinde yapılan çalışmalarda taban ve tavanını diskordansla sınırladığı Liyas yaşlı volkano-tortul istif, çalışma alanındaki Hamurkesen (Şenköy) Formasyonuna karşılık gelmektedir. Malm-Alt Kretase yaşlı birimler Liyas yaşlı volkano-tortullar üzerine bir transgressionla gelir.

Yılmaz (1972), Gümüşhane yöresinde yüzeyleme veren Paleozoyik yaşlı Gümüşhane graniti üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiş, granitinin yerleşimi ve litolojik özellikleri hakkında incelemelerde bulunmuştur. Araştırmacı, Gümüşhane granitini litolojik olarak dört farklı kayaç türüne ayırmış olup birbirleri ile tedrici geçişli olan bu birimleri granodiyorit, adamellit (Çamlıca ve Gümüşhane) ve porfirik mikrogranit olarak tanımlamıştır.

Çoğulu (1975), Rize-Gümüşhane dolaylarında yüzeyleme veren intrüzif kayaçlar ile ilgili jeolojik, petrolojik ve jeokronolojik çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı, Rize granitinin yaşını Tersiyer, Gümüşhane granitinin yaşını ise Üst Paleozoyik olarak bulmuştur.

Ağar (1977), Hozbirikyayla Formasyonu'nda yaptığı çalışmalarla çökme ortamını belirlemiş, ortamın 0-100 m derinliği olduğundan bahsetmiştir. Mikritik kireçtaşları içinde bulunan Calpionella zonlarından ortamın derinleştiğini belirtmiştir.

Şengör ve Yılmaz (1981), Neotetis paleo okyanusunun kuzey kolunun riftleşme döneminin, Erken Jura yaşlı havzalar ve bunların içerdikleri çökeller tarafından temsil edildiğini öne sürmüştür. Riftleşme sonucu Kimmer olarak adlandırılan kıtanın devamlı parçalanması ve kapanmakta olan Paleotetis okyanusunun güneyinde kalan Neotetis okyanusunun kuzey kolunun bir kenar havzası olarak açılmaya başladığını, bunun ise Anatolid-Torid platformunun şekillenmesine yol açtığını ifade etmişlerdir.

Bektaş (1984), "Doğu Pontidlerde Üst Kretase yaşlı şoşonitik volkanizma ve jeotektonik önemi" isimli çalışmasında bölgenin Üst Kretase dönemden başlayarak yeni bir gerilme rejimi altına girdiğini ve erken Üst Kretase dönemde kuzeydeki toleyitik-

kalkalkali volkanizmanın takip eden dönemlerde güneyde kalkalkali-alkali volkanizmaya bıraktığını belirtmiş, bunu ise güney yönlü bir yitim mekanizması ile gerçekleştiğini savunmuştur.

Bektaş vd. (1984), Paleotetis okyanusunun kapanması sonucu meydana gelmiş olan Pontid magmatik yayının güney kesimindeki yay-ardı havzaları Erken Jura yaşlı havzalar olarak tanımlamıştır. Bu havzaların çekme gerilmesi rejimi altında Doğu Pontid güney zonunda D-B yönünde birbirine paralel rift havzaları şeklinde geliştiğini ve bu rift havzalarının birbirinden eski temele ait yükseltilerle ayrıldığını ifade etmişlerdir.

Bergougnan (1987), Doğu Pontidler güney zonda yaptığı çalışmada, geniş bir alanda paleocoğrafik konum, fosil toplulukları ve yörenini jeodinamik gelişimine yönelik bulgular ortaya koymuştur. Araştırmacı, Karadeniz kıyısı boyunca yüzeyleme veren Kretase volkanik kayaçlarını, güney zonda yer alan magmatik ve metamorfik kayaçları, Jura-Alt Kretase çökel kayalarını ve Üst Kretase flişlerini otokton birimler olarak tanımlamıştır. Orta Jura-Alt Kretase döneminde Gümüşhane yöresinin sığ, Bayburt yöresinin ise derin denizel ortamda olduğunu ifade etmiştir.

Güven (1993), Doğu Pontidler'in 1/250.000 ölçekli komplikasyonunu çıkarmıştır.

Okay ve Şahintürk (1997), Gümüşhane-Bayburt arasında yüzeyleme veren Jura yaşlı volkanotortullar (Kelkit Formasyonu) üzerinde çalışma gerçekleştirmiştir. Buna göre birimin yaklaşık 1500-2000 m kalınlıkta ve düşey-yanal fasiyes değişimleri gösterdiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar birimi, volkaniklastik kumtaşı-şeyl, litik tüf-volkaniklastik kumtaşı-konglomera birimi ve kondanse karakterli Ammonitico rosso fasiyesi olmak üzere üç ana fasiyese ayırmıştır. Kelkit Formasyonu'nun yaşı elde edilen fosil bulgularına göre Erken Pliensbakiyen-Toarsiyen olarak tanımlanmıştır.

Yılmaz (2002), Gümüşhane ve Bayburt dolaylarında yapmış olduğu çalışmada Mesozoyik dönemin ilk denizel çökellerini Erken Jura'da graben ve horst oluşan paleotopografya kontrolünde şekillendiğini ifade etmiştir. Gelişen bu horst ve grabenlerde kıyıya yakın havzalarda tabanda kırıntılı bir seviye ile birlikte ammonitico rosso fasiyesinde gelişen kırmızı yumrulu kireçtaşlarının çökeldiğini, kıyıya uzak yükselti alanlarında ise doğrudan kondanse kireçtaşlarının çökeldiğini belirtmiştir.

Kandemir (2004), "Gümüşhane yakın yörelerindeki Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun çökel özellikleri ve birikim koşulları" isimli çalışmasında, Gümüşhane yöresinde çok sayıda lokasyonda Liyas yaşlı birimlerden ölçülü stratigrafik kesitler almış, birimi en iyi yüzeyleme verdiği Şenköy yöresine izafeten 'Şenköy Formasyonu' olarak adlandırmıştır.

Arslan vd. (2005), Bayburt civarında yapmış oldukları çalışma ile Eosen birimlerin Alt-Orta Jura yaşlı volkano-klastikler ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı resifal karbonatlar üzerine uyumsuz olarak geldiğini, Tekçamtepe Formasyonu olarak tanımlanan Eosen istifinin *Nummulites*'li kireçtaşları ile başlayıp kiltası ve marnla devam ederek birimin dereceli olarak tüflere geçiş gösterdiğini ortaya koymuştur.

Karslı vd. (2007), Doğu Pontidler'de Gümüşhane ve civarında yüzeyleme veren Eosen Dölek ve Sarıçiçek Plütonları ve içerdikleri mafik anklavlar üzerinde petrografi, mineral kimyası ile tüm-kayaç ve Sr-Nd-Pb izotop jeokimyası verileri sağlamıştır. Bununla birlikte, plütonların K-Ar yöntemine göre plütonların yerleşim zamanını yaklaşık 43 My, yerleşim derinliğini ise sığ (~5-9 km) olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, elde etmiş oldukları veriler neticesinde, Eosen yaşlı plütonların zenginleştirilmiş litosferik mantodan türeyen bazik bir magmanın, muhtemelen astenoferin yükselmesiyle tetiklendiğini ve mafik alt kabuğun derin kabuk seviyelerinde dehidrasyon erimesinden kaynaklanan bir kabuk ergiyiği ile etkileşime girdiğini ifade etmişlerdir.

Yücel (2007), Akşar (Bayburt) ve yakın civarında yapmış olduğu çalışma kapsamında bölgedeki fayları ve kıvrımları tanımlayarak sınıflandırmış ve aralarındaki yapısal ilişkileri ortaya koymuştur. Bölgedeki farklı yaşta ve litolojideki birimlerden elde ettiği verilerden yola çıkarak bölgenin Eosen sonrası KB-GD doğrultulu bir sıkışma sonucu kıvrımlandığını belirlemiştir.

Mercan (2009), Akşar (Bayburt) ve yakın civarında yüzeyleme veren birimleri detaylı olarak çalışmış ve bazı formasyonları üye mertebesinde alt birimlerine ayırmıştır. Bu kapsamda Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu'nu ve Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Hozbirikyayla Formasyonu'nu detaylı olarak çalışmış ve üyelerine ayırmıştır. İnceleme alanında kuzeyde Eosen yaşlı volkanitler ile granitleri, güneyde ise Liyas yaşlı çökelleri, Dogger-Malm-Alt Kretase sığ deniz çökelleri ve Eosen volkanik ve sedimanları detaylı olarak haritalamıştır.

Topuz vd. (2010), Gümüşhane plütonunun yaşını Erken Karbonifer döneme karşılık gelen 324-320 My olarak bulmuştur. Araştırmacılar, Gümüşhane plütonunun yüksek-K'lu kalk-alkalin ve I-tipi granit ve granodiyoritik kayaçlar ile felsik (mikrogranit, sferolitik dasit ve riyolit) kayaçlardan oluştuğunu ortaya koymuştur.

Dokuz (2011), Doğu Pontidler'in Hersiniyen temelini oluşturan bir diğer önemli intrüzif kütle olan Köse granitinde yapmış olduğu çalışmada, granitik kayaçların yüksek-K'lu kalk-alkalin peralümin granitlerden meydana geldiğini, hibrit granüler kayaçlar, mikrogranüler magmatik anklavlar, mafik ve porfiri dayaklar ve milonitlerden

oluşan iç kütle ile monzogranitten oluşan dış kütle olmak üzere iki farklı bileşim sunduğunu ortaya koymuştur. Elde ettiği yaş bulgularında intrüzif kütlelerin yerleşiminin 322-306 My arasında olduğunu ve plütonun geç Erken Karbonifer ve Geç Karbonifer magmatizmasının çarpışma ortamında oluştuğunu savunmuştur.

Çakmak (2013), Pelitli (Bayburt) yöresinde yer alan ve yaklaşık 15.5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeyleme veren Pelitli Granitoyidi'nin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerini incelemiş, diorit, granodiorit, granit ve tonalit bileşimli kayalardan oluşan ve yaygın olarak yan kayaç ksenolitleri ve mafik magmatik anklavlar (MMA) içeren birimin genel olarak I-tipi, düşük-yüksek K'lu kalk-alkali ve metalümin-peralümin karakterli olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacı, granitoidin gelişiminde özellikle fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu ve az oranda da magma karışımının ve asimilasyonun rol oynadığını belirlemiş, meta-magmatik (amfibolitik) kayaların kısmi ergimesi ile türediğini ortaya koymuştur.

Karslı vd. (2016), Doğu Pontidler'de Paleozoyik temeli temsil eden intrüzif kütlelerden Casurluk ve Çamlık Plütonlarını incelemiş ve Gümüşhane plütonundan farklı olarak, mafik bileşimli kayalardan oluşmasının bölgenin tektonomagmatik evrimi hakkında önemli bilgiler sunduğunu savunmuştur. Genel olarak gabro, diyorit, monzogabro, monzodiyorit ve monzonit gibi mafik bileşimli kayalardan oluşan geç Karbonifer-Erken Permiyen yaşlı (302 My) bu birimler, bölgede Erken-Orta Karbonifer intrüzif kütleler içerisinde yerleşmiştir. Casurluk ve Çamlık plütonları metalümin ve I-tipi karakterli olup yüksek K'lu kalk-alkali özellik sergilemektedir.

Eyuboğlu vd. (2017), Doğu Pontidlerde Gümüşhane, Bayburt ve İspir dolaylarında yüzeyleme veren Eosen plütonların K<sub>2</sub>O içeriklerine göre dört ana gruba ayrıldıklarını, düşük K<sub>2</sub>O içerikli, yüksek K<sub>2</sub>O içerikli ve karışık (düşük-yüksek) K<sub>2</sub>O içerikli plütonların granodiyoritik ve monzonitik bileşimde; şösonitik plütonların ise siyenitik bileşimli olduklarını ifade etmiştir. Ayrıca, söz konusu plütonların 47-41 My yaş aralığında yerleştiklerini ortaya koymuştur.

Çiftçi (2017), Bayburt yöresinde yer alan Çakırbağ Granitoidini incelemiş ve diyorit, granodiyorit ve tonalit bileşimli kayalardan oluştuğunu, I-tipi, yüksek-K'lu kalk-alkalen karakterli ve büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce zenginleşmiş olduklarını ve granitoidin gelişiminde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Güloğlu (2017), Bayburt yöresindeki Arslandede Granitoidini ve içerisindeki mafik anklavları incelemiş, birimin başlıca monzogabro, monzodiyorit, monzonit, kuvarslı monzonit ve granit bileşimli kayalardan oluştuğunu ortaya koymuştur. İntrüzif

kütle içerisinde gözlenen mafik anklavların orta-yüksek K'lu ve metalümin karakterli olduğunu belirtmiştir. İntrüzif kütlede gerçekleştirdiği zirkon ve apatit termometresine göre kristallenme sıcaklıklarının ana kayalarda 671-836 °C, anklavlarda ise 647-836 °C arasında değiştiğini, Arslandede Granitoyidi'ne ait kayaların ana magmasının litosferik mantodan türediğini ve kabuk kayalarının katkısının nisbeten az olduğunu ifade etmiştir.

Kaygusuz vd. (2018), Gümüşhane ve Bayburt arasında gözlenen Eosen yaşlı Çiçekli, Somarova, Sorkunlu, Şaşurluk, Aydın-tepe, Kemerlikdağı ve Pelitli plütonları üzerinde çalışmalar yapmış ve birimin genel olarak KD-GB uzanımlı ve yaklaşık elips şekilli olduklarını, değişik boyutlu diyorit ve tonalit bileşimli mafik magmatik anklavlar içerdiklerini ve gabrodiyoritten granite kadar değişen bileşimde olduklarını ortaya koymuştur. Kayalarda hesaplanan kristallenme sıcaklıklarının 405-1161°C, basınç değerlerinin 0.1 ile 2.7 kbar ve amfibollerden hesaplanan su içeriklerinin ise %2.9 ile 6.8 arasında olduğunu ve plütonların sığ derinliklere (1-8 km) yerleşerek soğuduklarını ifade etmiştir.

Selvi (2019), Gümüşdamla-Erikdibi (Bayburt) volkanitlerinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerini irdelemiş ve volkanik kayaların bazalt, bazaltik andezit ve andezit bileşiminde olduklarını vurgulamıştır. Kayaların düşük-yüksek K'lu kalk-alkalin ve kısmen de toleyitik karakter sergilediğini, ana magmasının önceki yitimden oluşan akışkanların metasomatizmasıyla zenginleşmiş litosferik manto kaynağından türediğini ve daha sonra kabuk içerisinde özellikle fraksiyonel kristallenme ve daha az oranda da magma karışımı, kirlenme gibi magmatik olayların etkisiyle geliştiğini savunmuştur.

Kaygusuz (2020), Karbonifer yaşlı Alazlı Plütonu'nu incelemiş ve 312 My U-Pb yaş elde etmiştir. Araştırmacı ayrıca Doğu Pontidler'de yüzeyleme veren Karbonifer Plütonları, tüm-kayaç ve izotop jeokimyası ile jeokronolojik açıdan karşılaştırarak, intrüzif kütlelerin ilişkilerini ortaya koymuştur.

Kaygusuz vd. (2020), Kemerlikdağı, Aydın-tepe ve Pelitli Plütonları ile ve bunların mafik mikrogranüler anklavları (MME'ler) üzerinde mineral kimyası, tüm-kayaç ve Sr-Nd-Pb-O izotop jeokimyası ile yerinde (in-situ) zirkon U-Pb yaş ve Lu-Hf izotop verileri sağlamıştır. Araştırmacılar, incelenen plütonların ebeveyn magmalarının, zenginleştirilmiş litosferik mantodan türediğini ve daha sonra kabuğa yerleşerek fraksiyonel kristallenme, asimilasyon ve magma karışımı süreçleri ile farklılaştığını öne sürmüştür. Ayrıca, plajiyoklas, amfibol, piroksen ve Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlaşmasının plütonların değişiminde önemli bir rol oynadığını ve incelenen

plütonların ve MME'lerin izotopik bileşiminin, manto kaynaklarından türetilen I-tipi plütonlara benzediğini ortaya koymuşlardır.

Sarı (2020), Pamuktaş Plütonu (Akşar, Bayburt) üzerinde petrografik, jeokimyasal ve petrolojik çalışmalar yapmış ve granitik kayaçların yüksek SiO<sub>2</sub> içeriklerine ve yüksek K'lu kalk-alkaliden şoşonitiğe kadar uzanan bir afiniteye sahip olduğunu, I-tipi bir kaynaktan itibaren türediğini ortaya koymuştur. Kayaçlar peralümin karakterli olup çarpışma sonrası volkanik yay granitoidleri ile benzerlik göstermektedir.

Kaygusuz vd. (2021), Doğu Pontid Orojenik Kuşağı kuzey zonda yüzeyleme veren Arpaköy and Oyman granitoidlerini incelemiş ve Geç Kretase (86-82 My) U-Pb zirkon yaşı elde etmiştir. Araştırmacılar, intrüzif kayaçları petrografik, tüm-kayaç petrokimyası, radyojenik ve duraylı izotop jeokimyası açısından irdelemiştir. Kayaçları oluşturan ana magmanın zenginleştirilmiş litosferik mantonun erimesinden kaynaklandığı ve fraksiyonel kristalleşme ile daha az asimilasyon süreçlerinin sığ kabuk seviyelerinde magmaların farklılaşmasında önemli bir role sahip olduğu ortaya konmuştur.

Gücer ve Sarı (2021) Pamuktaş Plütonu'nun petrolojik özelliklerine göre, granitlerin gelişiminde fraksiyonel kristallenme, magma karışımı ve daha az oranda asimilasyon ve kısmi ergime işlemlerinin rol oynadığı ortaya koymuştur. Elde edilen verilerle, Karbonifer yaşlı Pamuktaş plütonunun ana magmasının orta-alt kıtasal kabuk ve zenginleşmiş litosferik manto ergiyiklerinden kısmi ergime sonucu türediğini ve kıtasal magma odasında farklılaşarak yerleştiğini ifade etmişlerdir.

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. Giriş**

Güneydere (Bayburt) civarında yüzeyleme veren granitik kayaçların mineralojik-petrografik ve petrolojik özelliklerini ortaya koymak amacıyla alınan kayaç numuneleri materyal olarak kullanılmıştır. Tüm bu çalışmalar, literatür araştırması, saha (harita yapımı, örnek alımı vb.), laboratuvar (petrografik kesit yapımı, kimyasal analizler, vb.) ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamalı bir programda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler derlenip yorumlanarak büro aşamasında rapor yazımı gerçekleştirilmiştir.

### **2.2. Arazi Çalışmaları**

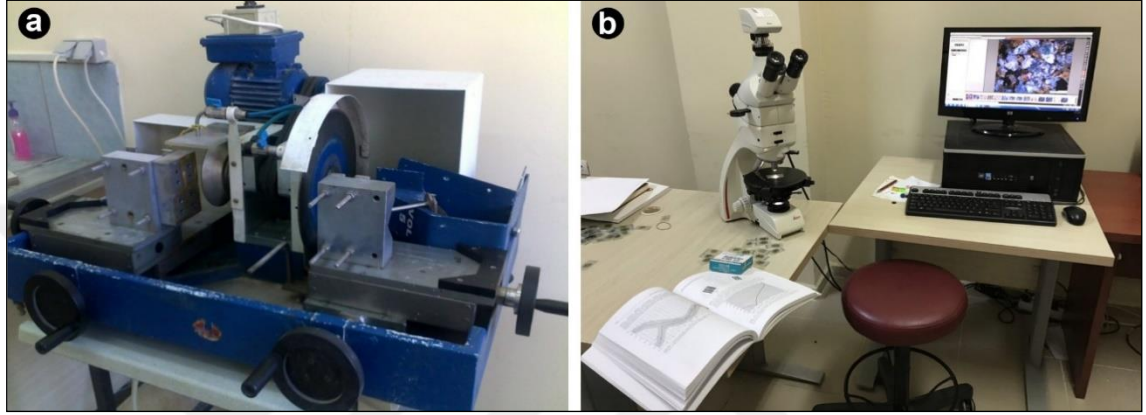
Genel olarak jeoloji haritasının hazırlanması, mevcut haritalardan yararlanılarak birimlerin sınır ilişkilerinin gözden geçirilmesi, yapısal ve tektonik unsurların belirlenmesi ve laboratuvar çalışmaları için kayaç örneklerinin derlenmesine yönelik aşamaları oluşturmaktadır. Ancak çalışmanın hedefi doğrultusunda arazide yüzeyleme veren granitik kayaçlar ile ilgili daha detaylı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, önceki çalışmalar da dikkate alınarak, Güneydere ve civarında yüzeyleme veren granitik kayaçlarla ilgili çevre kayaçlarının sınırları ve stratigrafisi belirlenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak hedef sahanın 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak 25 adet örnek toplanmış ve örnek alım noktalarının pusula ve el tipi GPS yardımıyla haritaya doğru bir şekilde işlenmesi sağlanmıştır. Alınan örneklerden taze olanları seçilerek petrografik kesit yapılmış ve uygun görülen örneklerden jeokimyasal analiz amaçlı örnek seçimi gerçekleştirilmiştir.

### **2.3. Laboratuvar Çalışmaları**

#### **2.3.1. Mikroskobik Tayinler**

Örneklerin mikroskobik tayinlerine yönelik petrografik kesitleri Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ince kesit hazırlama laboratuvarında yaptırılmıştır. Güneydere plütoununa ait kayaçlardan çalışma amacına uygun olarak seçilen 14 adet taze granit örneğinden petrografik kesit hazırlanmıştır. Örnekler öncelikle 0.5x2x4 cm boyutundaki plakalar şeklinde kesilmiş, bir yüzeylerinin pürüzlülükleri giderilerek 1 mm kalınlığındaki 2.5x5 cm boyutundaki cam üzerine kanada balzamu kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam lamel

üzerine yapışmış olan plaka, PetroThin (MA381450) marka cihazda aşındırılarak 0.025 mm kalınlığa kadar inceltilmiş ve petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan petrografik kesitler, Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'ndaki LEICA DM-EP marka mikroskopta ayrıntılı olarak incelenmiştir. Mineral toplulukları ve dokusal özellikleri ortaya konan örneklerin petrografik adlandırmaları yapılarak önemli olanlardan, LEICA DFC295 marka kamera ile mikro fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. (a) Petrografik kesit yapımında kullanılan PetroThin marka cihazın görünümü. (b) Alınan kayaç numunelerinde yapılan petrografik incelemeler

### 2.3.2. Jeokimyasal Analizler

Altere olmamış örneklerden birimi temsilen seçilen 9 adet örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yaptırılmış, bunlardan yararlanılarak granitik kayaçların petrokimyasal ve petrolojik özellikleri genel olarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Tüm kayaç jeokimya analizleri için Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü örnek hazırlama laboratuvarında 250-300 gr ağırlığındaki örnekler önce çeneli kırıcı daha sonra da halkalı öğütücüde yaklaşık olarak 200 mesh tane boyutuna kadar öğütülmüştür. Öğütülmüş örneklerden yaklaşık olarak 15 gr toz örnek, ana, iz ve nadir toprak analizleri için ACME Analiz Laboratuvarı (Vancouver, Kanada)'na gönderilmiştir. Ana ve iz elementler İndüktif Eşleşmiş Plazma-Emisyon Spektrometresi (ICP-ES: Inductively Coupled Plasma-Emission Spectrometry), iz ve nadir toprak element analizleri ise İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS: Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemiyle yapılmıştır. Ölçülen elementlerin deteksiyon ve üst limitleri Tablo 2'de verilmiştir. Öğütülen toz örneklerden 0.2 gr alınarak 1.5 gr  $\text{LiBO}_2$  ile karıştırılmış ve %5  $\text{HNO}_3$  içeren bir sıvı içinde çözüldürülmüştür. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ise ppm olarak ölçülmüştür. Nadir toprak elementler ise, toz örneklerden 0.25 gr alınarak farklı asitler içerisinde

çözündürülmüş ve analiz sonuçları ppm olarak tespit edilmiştir. Analiz yapılan cihaza referans materyal olarak STD GS311-1, STD GS910-4, STD SO-19, STD SO-19, STD DS11 ve STD OREAS262 standartları girilmiştir. Ana element analizlerinde, toplam demir Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* cinsinden ölçülmüştür. Ateşte kayıp miktarını belirlemek için öncelikle örneğin nemi uzaklaştırılmıştır. Bunun için önceden belirlenen miktarda örnek alınarak 105°C’de 24 saat fırında kurutulmuş ve tartılarak ağırlığı belirlenmiştir. Örnekler daha sonra yaklaşık 1 saat 1000°C’lik sıcaklığa maruz bırakılmıştır. Isıtmadan önce ve sonraki ağırlıklar kontrol edilerek su, karbondioksit ve sülfür kayıpları belirlenmiş ve iki tartı arasındaki farkın yüzdesi alınarak örneklerin ateşte kaybı (AK) tespit edilmiştir. Jeokimyasal diyagramların çizimi Geochemical Data Toolkit (GCDkit) version 6.0\_2019 (Janoušek vd., 2006, <http://www.gcdkit.org/>) ve CoreIDRAW® Graphics Suite 2019 yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Tüm-kayaç ICP-ES ve ICP-MS analiz yöntemlerinde ana oksit (%), iz element (ppm, ppb) ve nadir toprak element (ppm) alt ve üst tayin sınırları

Element	Alt sınır	Üst sınır	Element	Alt sınır	Üst sınır
	<b>yüzde (%)</b>			<b>ppm</b>	
SiO <sub>2</sub>	0.01	100	Be	1	10.000
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	100	Co	0.2	10.000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	0.04	100	Cs	0.1	10.000
MgO	0.01	100	Ga	0.5	10.000
CaO	0.01	100	Hf	0.1	10.000
Na <sub>2</sub> O	0.01	100	Nb	0.1	50.000
K <sub>2</sub> O	0.01	100	Rb	0.1	10.000
TiO <sub>2</sub>	0.01	100	Sn	1	10.000
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	100	Sr	0.5	50.000
MnO	0.01	100	Ta	0.1	50.000
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	100	Th	0.2	10.000
LOI	0.1	100	U	0.1	10.000
Sum	0.01	100	V	8	10.000
Ba	1 (ppm)	5	W	0.5	10.000
	<b>ppm</b>		Zr	0.1	50.000
Ni	20	10.000	Y	0.1	50.000
Sc	1	10.000	La	0.1	50.000
Mo	0.1	2.000	Ce	0.1	50.000
Cu	0.1	10.000	Pr	0.02	10.000
Pb	0.1	10.000	Nd	0.3	10.000
Zn	1	10.000	Sm	0.05	10.000
Ni	0.1	10.000	Eu	0.02	10.000
As	0.5	10.000	Gd	0.05	10.000
Cd	0.1	2.000	Tb	0.01	10.000
Sb	0.1	2.000	Dy	0.05	10.000
Bi	0.1	2.000	Ho	0.02	10.000
Ag	0.1	100	Er	0.03	10.000
Au	0.5 (ppb)	100.000 (ppb)	Tm	0.01	10.000
Hg	0.01	50	Yb	0.05	10.000
Tl	0.1	1.000	Lu	0.01	10.000
Se	0.5	100			

### 2.3.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular büro çalışmaları aşamasında değerlendirilmiştir. Saha çalışmaları sırasında ve sonrasında hazırlanan haritalar, kesitler, petrografik ve kimyasal analiz sonuçları sayısal ortamda çeşitli paket programlar kullanılarak çizilmiş ve tablolar oluşturulmuştur. Granitik kayalardan elde edilen veriler farklı tanımlama ve sınıflama diyagramları kullanılarak yorumlanmış ve literatür çalışmaları ile denştirilerek sonuçlar ortaya konmuştur. Sonuç olarak elde edilen tüm veriler değerlendirilip yorumlanarak Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün tez yazım kurallarına göre tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.



### 3. BULGULAR

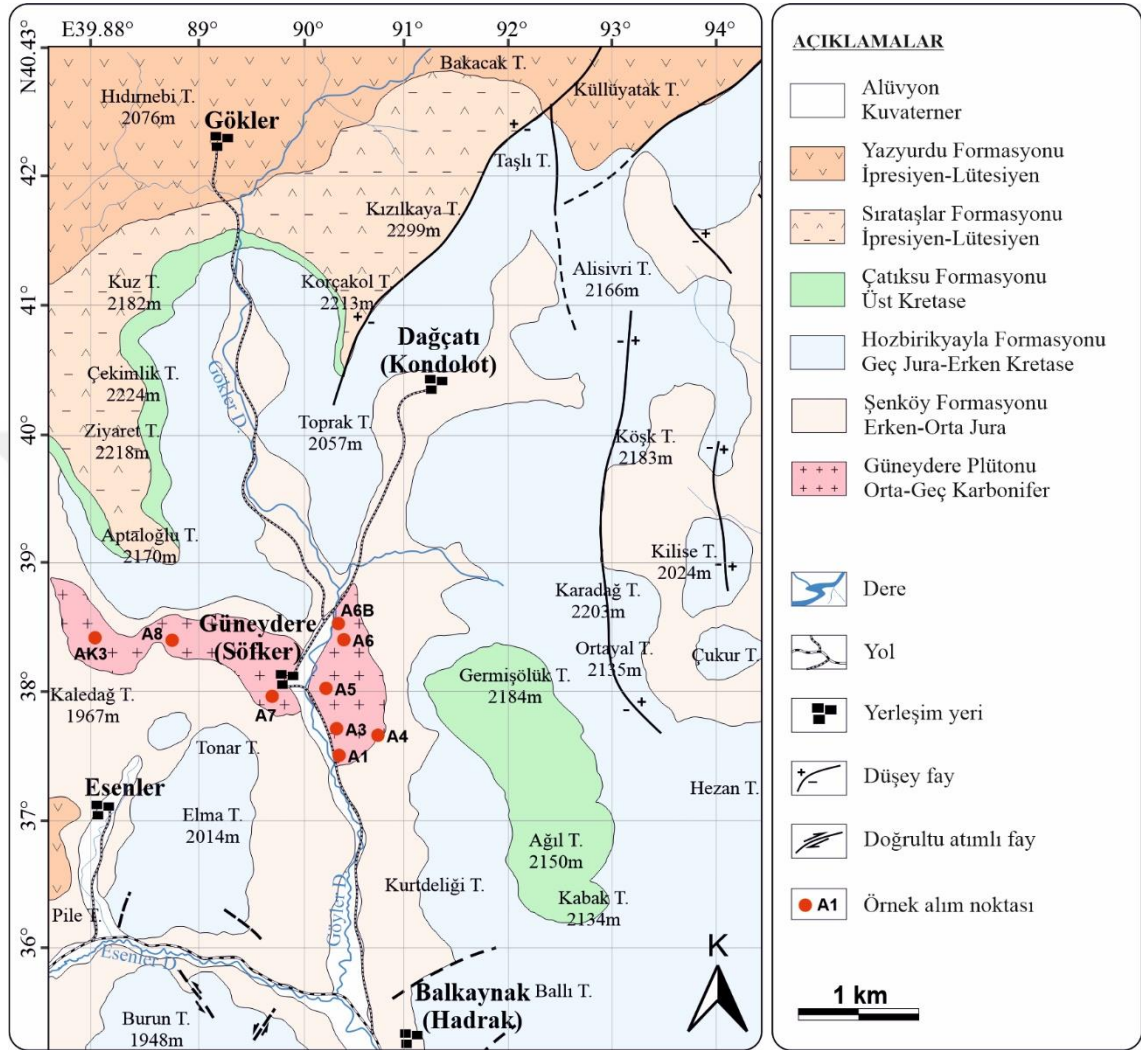
#### 3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi

Güneydere Köyü (Bayburt, KD Türkiye) ve yakın civarını içerisinde alan inceleme alanı tektonik olarak Doğu Sakarya Zonu'nda Doğu Pontid Orojenik Kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada hedef birim olarak seçilen intrüzif kayalar ise, yaklaşık 5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeyleme vermektedir. Çalışma alanındaki litostratigrafi birimleri yaşlıdan gence doğru; •Güneydere Plütunu (Orta-Geç Karbonifer), •Şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura), •Hozbirikyayla Formasyonu (Geç Jura-Erken Kretase), •Çatıksı Formasyonu (Geç Kretase), •Sıra-taşlar Formasyonu (Erken-Orta Eosen), •Yazyurdu Formasyonu (Erken-Orta Eosen) ve •Alüvyon/yamaç molozu (Kuvaterner) şeklindedir (Şekil 5).

Üst Sis.	Sis.	Seri	Form.	Litoloji	Açıklamalar
SENOZOYİK	Paleojen	Alt - Orta Eosen	Sıra-taşlar Yaz-yurdu		Alüvyon, yamaç molozu
					Tuf, tüfit, kumtaşı, marn, kıltaşı, ardalanması, Nummulit'li kireçtaşı, kumtaşı
MESOZOYİK	Kretase	Üst Kretase	Çatıksı		Kumtaşı-silttaşı ardalanması
					Kırmızı pelajik kireçtaşı ara seviyeli sarımsı beyaz, gri renkli resifal kireçtaşı
	Jura	Alt Kretase	Hozbirikyayla		Kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı
					Çört yumru ve ara seviyeleri içeren dolomitik kireçtaşı
Orta-Üst Karbonifer (Üst Paleozoyik)	Alt-Orta	Şenköy		Kömür ara seviyeleri içeren çakıltaşı, kumtaşı	
				Yer yer bazik volkanik düzeyleri de içeren volkanijenik çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ardışımı	
					Bol makro fosilli kırmızı kireçtaşları (Ammonitico Rosso fasiesi)
					Üst kısımlara doğru kömür ara seviyeleri ve mercekleri içeren taban konglomerası
					Güneydere Plütunu (granit/mikrogranit, granodiyorit)

Şekil 5. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

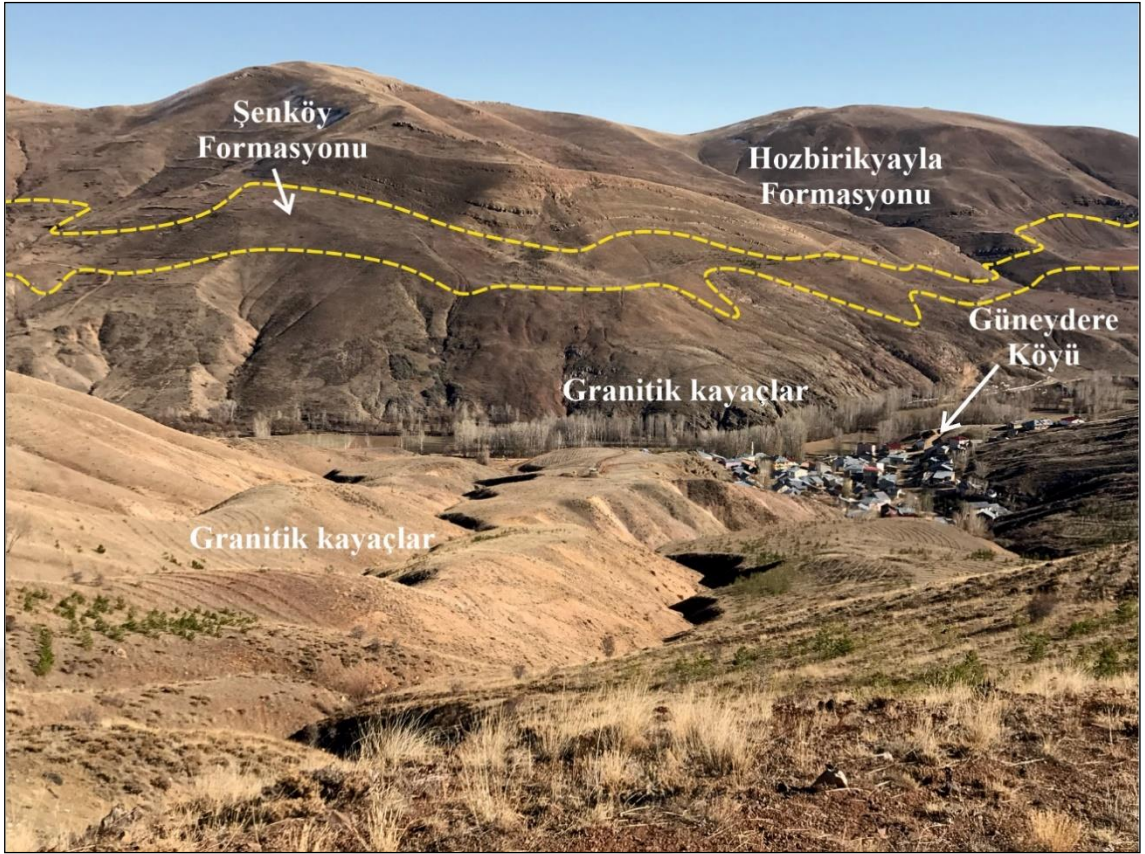
Orta-Geç Karbonifer yaşlı Güneydere Plütunu çalışma alanında Jura öncesi temeli temsil etmekte ve uyumsuz olarak Erken-Orta Jura yaşlı volkanoklastik ve volkanik kayalar (Şenköy Formasyonu) tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Güneydere Köyü (Bayburt, KD Türkiye) ve civarının jeoloji haritası

### 3.1.1. Güneydere Plütunu

İnceleme alanında Jura öncesi temel birimi oluşturan intrüzif kütle Keskin vd. (1989) tarafından Akşar köyü dolaylarında yayılım gösteren granitik kayalar için tanımladığı Akşar Graniti'nin batı kesiminde yer almaktadır. Ancak bu çalışma kapsamında, pembemsi renkli ve iri kristalli görünümü ile dikkat çeken granitik kayalar için, tip yerlerden biri olan Güneydere Köyü'ne atfen ilk kez 'Güneydere Plütunu' olarak adlandırılmıştır (Şekil 7). Genellikle Güneydere Köyü ve yakın civarında, Kaledağ Tepe ve Tonar Tepe dolaylarında yüzeyleme vermektedir. İri kristalli ve pembe rengi ile sahada diğer birimlerden kolayca ayırt edilebilmektedir. Çoğunlukla ayrışmış ve arenalaşmış bir görünüme sahiptir.



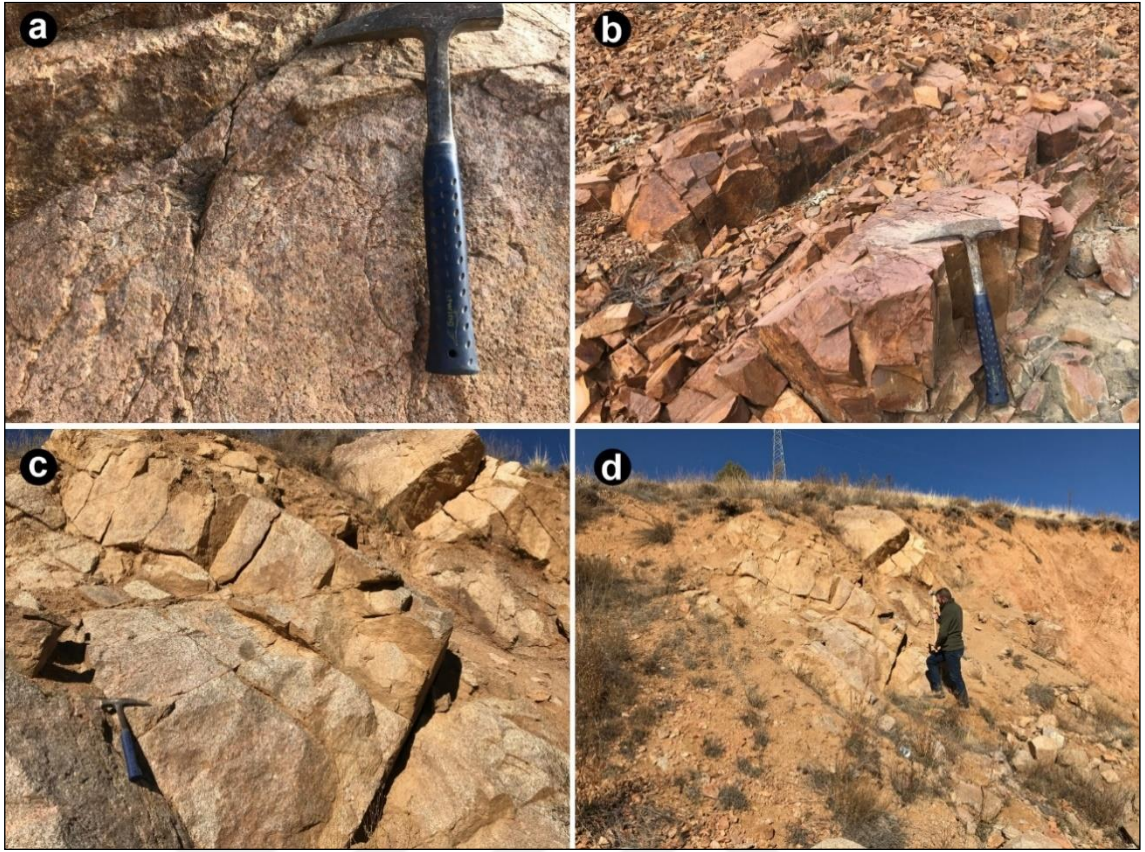
Şekil 7. Granitik kayaların Güneydere Köyü civarındaki yayılımının görünümü ve diğer birimlerle olan sınır ilişkisi

İntrüzif kütle tek bileşimde olmayıp, pembe renkli, orta-iri kristalli granit ve ince kristalli mikrogranit/aplit (Şekil 8a,b), granodiyorit (Şekil 8c,d) ve kuvarslı monzonit türü kayalardan meydana gelmektedir. Oldukça çatlaklı bir yapıya sahip olup, üç yönde (K-G, KB-GD, KD-GB) gelişmiş çatlak sistemi mevcuttur. Çatlaklar çoğunlukla ikincil karbonat, kil mineralleri ve silis dolguludur.

Birim içerisinde en yaygın kayaç grubunu oluşturan granit, el örneklerinde tipik pembe rengi ve orta-iri kristalli mineralojik bileşimi ile dikkat çekmekte, boyutları 0.5-2 cm arasında değişen iri feldispat (pembe renkli ortoklas) kristalleri yanında bol miktarda kuvars, plajiyoklas ve opak mineralleri içermektedir. Taze yüzeyinin rengi, pembe ve kırmızımsı kahverengidir. Ayrışma yüzeyinin rengi ise killeşmeden dolayı daha açık renklerde görülmektedir.

Granitik kayalarda yapılmış analitik bir yaş çalışması bulunmayıp, Gümüşhane yöresinde benzer stratigrafik ve litolojik özelliklere sahip Gümüşhane Graniti'nden dolayı bu çalışmada yaşı Orta-Geç Karbonifer olarak alınmıştır.

Güneydere Plütunu üzerine Erken-Orta Jura yaşlı kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşı, kumtaşı-kiltaşı, andezit-bazalt ve piroklastları ve çört karakterli Şenköy Formasyonu uyumsuz (nankonformiti) olarak gelmektedir.



Şekil 8. (a-b) Orta-iri kristalli granit ile ince kristalli mikrogranitin arazi görünümü. (c-d) Granodiyorit bileşimli kayaların görünümü

### 3.1.2. Şenköy Formasyonu

Bölgede Jura öcesi temel birimleri uyumsuz olarak örten Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu (Şekil 9), farklı araştırmacılar tarafından (örneğin, Hamurkesen Formasyonu: Açar, 1977; Zimonköy Formasyonu: Eren, 1983) değişik isimlerle tanımlanmış olmasına karşın, son dönemde Bayburt ve Gümüşhane yörelerinde yapılan detaylı çalışmalar ile (Kandemir, 2004; Kandemir ve Yılmaz, 2009) Şenköy Formasyonu adını almıştır.

Birim genel olarak tabanda kuvars, kuvarsit ve metamorfik şist çakıllarından meydana gelmiş kötü boylanmalı ve sıkı pekişmiş bir konglomeratik çakılda seviyesi ile başlamaktadır. Kırmızı renkli, bol kırıklı orta tabakalı kireçtaşları ile devam eden birim yer yer kumtaşı ile kömür mercekleri de içermektedir. Kireçtaşı katmanı üzerinde yeşilimsi renkli ve çoğunlukla ayrılmış volkanik kayalar bulunmaktadır. Bazı seviyelerde mineralojik olarak bol plajiyoklas ve yer yer ayrılmış piroksen içeren bazalt türü volkanik kayalar da gözlenmektedir. Çalışma alanında birimin çoğunlukla volkanik kayaları yayılım gösterir. Şenköy Formasyonu içerisinde bant ve mercekler halinde “Ammonitico rosso” fasiyesinin tipik özelliklerini sunan ammonitli, mercanlı, belemnitli kırmızı renkli kumlu kireçtaşı seviyeleri de yer almaktadır.



Şekil 9. Güneydere Köyü batı kesiminde Şenköy Formasyonu ile Hozbirikyayla Formasyonu arasındaki sınır ilişkisi (yer: Germişölük Tepe batı kesimleri)

İnceleme sahasında geniş alanlarda yüzeyleme veren birim genellikle koyu renlerde, mor, yeşilimsi gri renkli bazaltik lav ve piroklastlarından oluşmaktadır. Kumtaşları yeşilimsi gri, boz mavimsi renklere ince-orta-kalın tabakalı olarak gözlenir ve genelde volkanik kayaç kırıntılarında oluşmuştur. Çoğunlukla çakıltası, kumtaşı, silttaşı ve şeyl türü kayaçlar ile ardışıklı olarak gözlenirler. Silttaşı ve şeyller ince tabakalı ve oldukça kırıklı bir yapıda görülürler. Çalışma alanında birimin kalınlığı fasiyes değişimleri dolayısıyla değişkenlik göstermektedir. Kandemir (2004) tarafından makro ve mikro fosillere dayanılarak birime Erken-Orta Jura yaşı verilmiştir. Şenköy Formasyonu çalışma alanında, Gümüşhane yöresinde yaygın olarak yüzeyleme veren Berdiga Formasyonu'nun Bayburt yöresindeki eşleniği olarak kabul edilen Hozbirikyayla Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir.

### 3.1.3. Hozbirikyayla Formasyonu

Bayburt yöresinde yaygın olarak yüzeyleme veren formasyon ilk olarak Ağar (1977) tarafından adlandırılmıştır. Yörede yaygın olarak kullanıldığından bu çalışma kapsamında da Hozbirikyayla Formasyonu adı kullanılmıştır. Bununla birlikte,

Gümüşhane yöresinde benzer litolojik özellikler gösteren birim için ise Berdiga Formasyonu ismi kullanılmıştır.

Hozbirikyayla Formasyonu çalışma alanında gri, sarımsı beyaz, açık gri, boz renkli oolitik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ile kumtaşı-silttaşı ara katkılı çört bantlı istif özelliğindedir. Güneydere, Akşar, Dağçatı ve Pamuktaşı köyleri ve civarında genellikle yüksek kesimlerde yüzeyleme vermektedir. Hozbirikyayla Formasyonu Şenköy Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Birim genelde düşey yönde değişimler ve geçişler göstermekle birlikte, iki formasyon arasında açısız uyumsuzluğun olduğu tartışmalıdır (Keskin vd., 1989).

Gri, beyazımsı gri, açık gri renkler ile kırmızımsı renkte olup, en altta kumlu kireçtaşıyla başlar, üzerine masif kireçtaşları gelir. Alt seviyede bulunan kumlu kireçtaşı üyesi geniş alanlarda mostra verir ve üstlere doğru orta-kalın tabakalıdır (Şekil 10). Gri, beyazımsı gri, açık gri renklere genelde mikritik, spartik çimentoludur. Birim, inceleme alanında Geç Kretase yaşlı Çatıksu Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla üzerlenmiştir. Bu nedenle de yaşı Geç Jura-Erken Kretase olarak tanımlanmıştır (Keskin vd., 1989).



Şekil 10. Hozbirikyayla Formasyonu kireçtaşlarının Balkaynak Köyü (Bayburt) civarındaki görünümü

#### 3.1.4. Çatıksu Formasyonu

Çalışma alanının batı kesimlerinde gözlenen ancak pek yüzeyleme vermeyen Çatıksu Formasyonu ilk kez Keskin vd. (1989) tarafından adlandırılmıştır. Litolojik olarak kahverengi, sarımsı renkli kumtaşları, kırmızı pelajik kireçtaşları, çamurtaşı ve

kiltaşı ardışımından meydana gelmektedir. Birim altta bulunan Şenköy ve Hozbirikyayla formasyolarının üzerine açışal uyumsuzlukla gelmekte olup Erken-Orta Eosen yaşlı Sırataşlar ve Yazıurdu formasyonları tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Çatıksu Formasyonu'nun yaşı, içerdığı faunaya göre, Geç Kretase (Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen) olarak verilmiştir (Keskin vd., 1989).

### 3.1.5. Sırataşlar Formasyonu

Çalışma alanının batı-kuzeybatı kesimlerinde Gökler Köyü ve civarında yüzeyleme veren Sırataşlar Formasyonu, tip lokasyon olan Sırataşlar Köyü'ne (Bayburt) atfen Ağar (1977) tarafından bu isimde tanımlanmıştır.

Genellikle grimsi sarı, kirli sarı, bej ve yer yer açık yeşilimsi renklerde ve ince-orta tabakalı *Nummulites*'li kireçtaşı, kumtaşı, yer yer marn ve kumlu kireçtaşı seviyelerinden meydana gelmektedir. Birim çalışma alanında kumlu kireçtaşı, *Nummulites*'li kireçtaşı seviyeleri ile Geç Kretase yaşlı Çatıksu Formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelir. Formasyonun yaşı Keskin vd. (1989) tarafından Erken-Orta Eosen (İpresiyen-Lütésiyen) olarak ortaya konmuştur.

### 3.1.6. Yazıurdu Formasyonu

Çalışma alanının kuzeybatı kesimlerinde gözlenen Yazıurdu Formasyonu genellikle andezitik tüf, tüfit, aglomera, dasitik tüf, dasit gibi volkanik kayalar ile kumtaşı, silttaşı, marn, kumlu kireçtaşı ve fosilli kireçtaşı ardışımından oluşan volkanotortul bir istif özelliği sunmaktadır. Keskin vd. (1989) tarafından adlandırılan formasyona, alt ve ara seviyelerde yer alan kireçtaşı bloklarının içerdığı faunaya göre Erken-Orta Eosen (İpresiyen-Lütésiyen) yaşı verilmiştir. Birim adını mostra verdiği Yazıurdu Köyünden (Bayburt) almaktadır.

Birim, çalışma alanında kendinden daha yaşlı tüm birimleri açışal uyumsuzlukla örtmektedir. Gökler Köyü, Hıdırnebi Tepe ve Taşlı Tepe civarlarında Sırataşlar Formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Yazıurdu Formasyonu, tabanda sarı, gri renkli ve bol *Nummulites*'li kireçtaşları ve kumtaşları ile başlar ve dikey olarak marn, kumtaşı ardalanması ile devam eder. Üst kesimlere doğru ise kumtaşı marn, tüf istifinde yer yer tüf ve çakıl blokları gözlenmektedir. Yazıurdu Formasyonu çalışma alanının en geç birimini oluşturmakta olup üzerine Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve yamaç molozları gelmektedir.

### **3.1.7. Alüvyon**

Çalışma alanında Kuvaterner'in büyük bir kısmını alüvyon ve yamaç molozu oluşturmaktadır. Yer yer kalın bir örtü tabakası oluşturan alüvyonlar en yaygın Akşar Beldesi ile Balkaynak, Pamuktaş ve Güneydere köyleri boyunca yayılım göstermektedir. Birim içerisinde çevre kayaçların kil boyutundan blok boyutuna kadar değişen malzemeleri gözlenmektedir. Örtü kalınlığı bazı alanlarda yüzeyden itibaren birkaç metreyi geçmekte ve güncel olarak oluşmaya devam etmektedir. Yan derelerin ovaya girdiği yerlerde yer yer alüvyon konileri bulunmaktadır ve oldukça iri malzemeler (blok, kum, çakıl) içermektedir.

### **3.2. Güneydere Plütunu'nun Petrografisi**

Güneydere Plütunu tek bir bileşimde olmayıp, granitik kayaçların farklı litolojilerinden meydana gelmektedir. Bu litolojiler arası geçiş yanal olmasına karşın, ayrı ayrı haritalanması olası değildir. Granitoidin özellikle kenar kesimleri boyunca yaygın olarak aplitik granitleri görmek mümkündür. Birim içerisinde yüzeyleme veren kayaçlar ağırlıklı olarak granit/aplit, daha az yayımlı olarak ise granodiyorit ve kuvarslı monzonit olmak üzere üç ana grupta incelenmiştir.

#### **3.2.1. Granit**

Güneydere Plütunu'nda en yaygın litolojiyi meydana getirir. Çoğunlukla granit, daha az oranda ise aplit şeklinde gözlenmektedir (Şekil 11). Aşınmanın ve tektonik faaliyetlerin yoğun olarak etkili olduğu yerlerde oldukça altere ve çatlaklı/kırıklı bir yapıda olup genellikle arenalaşmıştır. Arazide tipik pembemsi, yer yer kırmızımsı rengi ile dikkat çekmektedir. İri kristalli feldispat (pembe renkli ortoklas), kuvars ve plajiyoklas mineralleri makroskobik olarak tanınabilmektedir. Yer yer kristal boyutları 2 cm uzunluğu bulmaktadır. Granit ve aplitin ana mineralojisini açık renkli minerallerden kuvars, plajiyoklas ve ortoklas oluşturmakta iken, biyotit ve hornblend ferromagnezyen mineraller olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte bazı örneklerde opak mineraller, ikincil muskovit ile alterasyon ürünü olan serizitleşme, kloritleşme, killeşme, karbonatlaşma ve silisleşmeler de izlenebilmektedir. İntrüzif kayaçlara özgü granüler doku gerek makroskobik gerekse mikroskobik olarak gözlenebilmekte, plütunun özellikle kenar kısımlarına doğru tane boyutları küçülerek aplit türü granitlere geçiş yapılmaktadır. Ayrışma yüzeyleri killeşmeden dolayı daha açık renklidir. Çatlaklar ikincil kalsit, kil mineralleri ve silis dolguludur. Güneydere Plütunu'ndan derlenen örneklerin mikroskobik özellikleri şu şekildedir:

Doku: Granitler tüm kristalli ince-orta ve yer yer iri taneli (granüler) doku (Şekil 11a-c) ve apilitler ise ince taneli (<1 mm) granüler ve reaksiyon (grafik ve/veya mirmekitik) dokuları (Şekil 11d) sergilemektedir.

Mineraller: Açık renkli mineraller bolluk sırasına göre kuvars, ortoklas ve plajiyoklas, koyu renkli mineraller biyotit ve çok az hornblend.

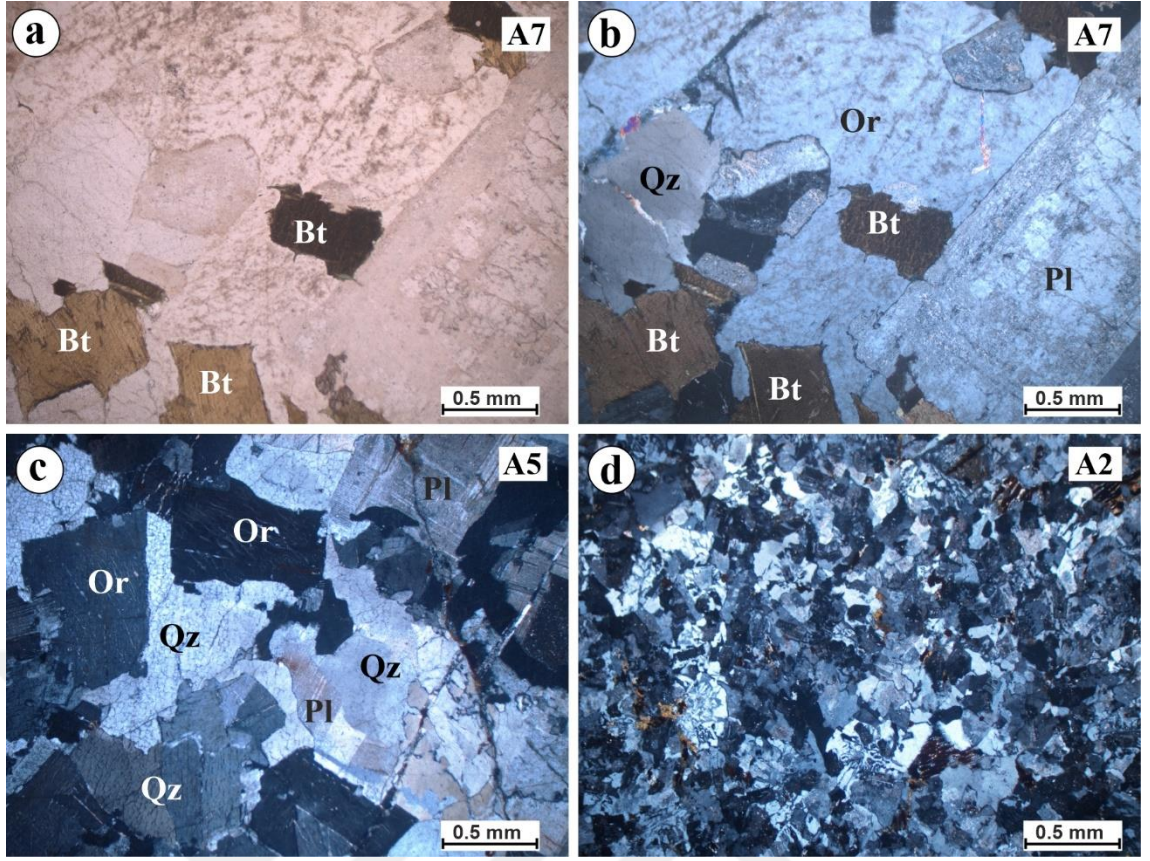
Kuvars, kayaç içerisinde yaklaşık %33-37 civarında bulunmaktadır. Öz şekilsiz, yer yer iri kristaller halindedir. Büyük bir çoğunluğu çatlaklı ve kırıklı bir şekilde ve deforme olmuş halde gözlenmektedir. Bazı kristallerde yer yer dalgalı sönme görülür.

K-Feldispat (ortoklas), kesitlerde yaklaşık %27-29 civarında bulunmaktadır. Çoğunlukla yarı özşekilli ve özşekilsiz olarak bulunurlar. Örneklerde renksiz, düşük röliyefli ve çoğunlukla ayrılmış halde gözlenmektedir. Bazı kristalleri ayrışarak serizitleşmiş ve yer yer ise killeşmiştir. Genellikle çatlaklı olarak gözlenir. Düşük çift kırıcılığa sahip olup, genellikle grimsi tonlarda görülmektedir. Bazı kristallerde küçük plajiyoklas ve amfibol mineral inklüzyonları görülmekte olup, bunlar poikilitik doku oluştururlar. Kayaçta çok gözlenmemekle birlikte, bazı K-feldispat kristalleri içerisindeki plajiyoklasların birbirlerine az-çok paralel yönde dizilmesi sonucu ise pertitik dokular meydana gelmiştir. Optik özelliklerine göre türlerinin ortoklas olduğu belirlenmiştir.

Plajiyoklas, kesitlerde yaklaşık %19-23 arasında bulunmaktadır. Kayaç içerisinde çoğunlukla yarı öz şekilli olarak gözlenmektedir. Renksiz ve düşük optik engebeye sahiptir. Kristallerin büyük bir çoğunluğunda serizitleşmeler gözlenmektedir. Sınırları boyunca yer yer killeşmeler de izlenebilmektedir. Albit ikizlenmesi ve bazıları da zonlu yapı göstermektedir. Sönme açıları 17-21° arasında değişir. Ölçülen sönme açlarına göre yapılan anortit içeriği tayini sonucunda cinsleri oligoklas (An<sub>23-25</sub>) olarak bulunmuştur. Plajiyoklaslar genelde kırıklı bir yapı göstermekte olup, kırılmalar genellikle uzun eksene dik yönde gelişmiştir.

Biyotit, kesitte %2-4 civarında bulunmakta ve kahverengi rengi ile ayırt edilmektedir. Bununla birlikte sarımsı-kahvemsiz pleokroizması ve tek yönlü dilinimi belirgindir. Kısmen özşekilli ve çoğunlukla yarı özşekilli gelişmiştir. Optik engebeleri yüksektir. Dilinim izlerine göre paralel sönme gösterirler.

Opak mineraller, kayaç içerisinde küçük kristaller halinde, çok az miktarda (%1 civarında) ve dağınık şekilde gözlenmektedir. Düzensiz geometrik şekiller halinde olup, küçük tanelidir. Özellikle amfibol ve biyotit gibi mafik minerallerin bulunduğu bölgelerde yoğunlaşmışlardır. İkincil mineraller, serizit, kil ve kalsit olup, plajiyoklas ve ortoklasların ayrışma ürünleri olarak görülürler.



Şekil 11. Granitlerin mikroskobik görünüşleri. a) Biyotit mineralleri. b-c) Kuvars, plajiyoklas, ortoklas ve biyotit mineralleri. d) Aplit örneği. Qz: Kuvars, Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, a görüntüsü tek nikol, diğer görüntüler ise çapraz nikolde alınmıştır

### 3.2.2. Granodiyorit

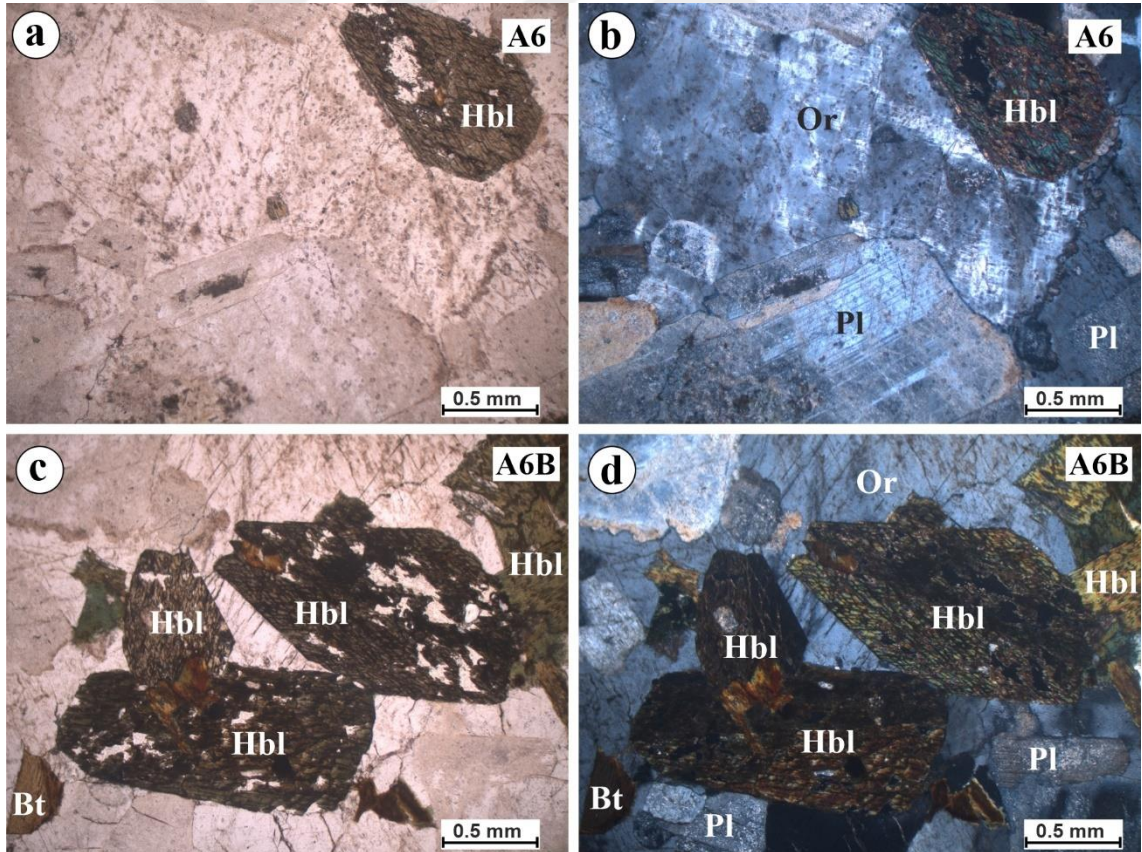
Plüton içerisinde pek fazla yayılım göstermeyen bu kayalar genellikle plajiyoklas içeriğine bağlı olarak açık gri ve yer yer açık pembemsi renkte ve granitlere nazaran daha taze görünümlüdür. Sistematik çatlaklı bir yapı sergileyen bu kayalar gözle görülebilecek büyüklükte kuvars, plajiyoklas, ortoklas ve ferromagnezyen mineraller içermektedir. Granodiyoritlerin mikroskobik özellikleri genel olarak şu şekildedir:

Doku: Tüm kristalli ince-orta ve yer yer iri taneli (granüler).

Mineraller: Açık renkli mineraller bolluk sırasına göre alkali feldispat, plajiyoklas ve kuvars türünde iken, koyu renkli mineraller ise genellikle hornblend ve biyotit şeklindedir (Şekil 12).

Plajiyoklas, genellikle iri kristalli ve yarı özşekilli olarak gelişmiş ve çoğunlukla ayrılmış durumdadır. Kayalarda yaklaşık %38-40 civarında bulunmaktadır. Sönme açıları genellikle 17-20° arasında değişir. Ölçülen sönme açılarına göre yapılan anortit içeriği tayini sonucunda cinsleri andezin ( $An_{34-40}$ ) olarak bulunmuştur. Büyük plajiyoklas kristalleri üzerinde yer yer hornblend ve mafik mineral kapanımları görülmektedir. Plajiyoklas kristallerinde yer yer halkalı zonlanmalar görülmektedir. En

yaygın ayrışma türü serizitleşme ve killeşmedir. Ortoklas, genellikle %23-26 civarında görülmekte ve özşekilsiz kristaller halindedir. Bazı kristallerde karlsbad ikizlenmesi görülmektedir. Yer yer ayrılarak serizitleşmişlerdir. Hornblend, genellikle yarı öz şekilli, yer yer ise özşekilli gelişmiş kristaller halindedir (Şekil 12). Bazı kesitlerde iki yönlü dilinimleri belirgin olarak izlenebilmektedir. Yeşilimsi rengi ve pleokroizması ile tipiktir. Ayrışmadan dolayı yer yer yeşil rengi ve pleokroizması pek belirgin değildir. Yer yer ise küçük kristaller şeklinde ve diğer mineraller üzerinde inklüzyon şeklinde gözlenir ve poiklitik doku oluşturur. Bazı hornblendler ayrılarak klorite dönüşmüştür. Kesitlerde genellikle %3-4 civarında bulunmaktadır. Kuvars, genellikle öz şekilsiz fenokristaller halinde, kırıklı ve çatlaklı bir yapıdadır. Bazı kesitlerde de dalgalı sönme göstermektedir. Granodiyoritlerde kuvars içeriği yaklaşık %17-18 civarındadır. Opak mineraller, irili ufaklı öz şekilsiz kristaller halinde ve dağınık halde bulunur. Çoğunlukla mafik mineraller ile bir arada gözlenirler. İkincil mineraller, serizit ve klorit olup feldispat ve hornblend minerallerinin ayrışma ürünleri olarak görülür.



Şekil 12. Granodiyorit mikroskobik görünümü. a) Hornblend mineralleri. b) Hornblend, ortoklas ve plajiyoklas mineral birlikteliği. c) Özşekilli hornblend kristalleri. d) Aynı alanın çapraz nikol görünümü. Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, a ve c görüntüsü tek nikol, diğer görüntüler ise çapraz nikolde alınmıştır

### 3.2.3. Kuvarslı Monzonit

Birim içerisinde en az yayılıma sahip kayaç türünü oluşturur. Genel olarak açık renkli ve yer yer pembemsi görünümü ile tipiktir. Çoğunlukla altere olmuş ve bol çatlaklı olan kayaçlar makroskobik ölçekte alkali feldispat, plajiyoklas, kuvars ve koyu renkli minerallerden hornblend içermektedir. Genellikle tüm kristalli ince-orta ve yer yer iri taneli (granüler) ve poikilitik dokuya sahiptir (Şekil 13).

Mineraller: Açık renkli mineraller bolluk sırasına göre plajiyoklas, alkali feldispat ve kuvars, koyu renkli mineraller ise genellikle hornblend türündedir.

Plajiyoklas öz ve yarı özşekilli kristaller halinde bulunur. Türlerinin oligoklas ( $An_{20-22}$ ) ve andezin ( $An_{31-33}$ ) olduğu belirlenmiştir. Bazı iri kristalli plajiyoklas minerallerinde hornblend ve opak mineral kapanımları gözlenmektedir.

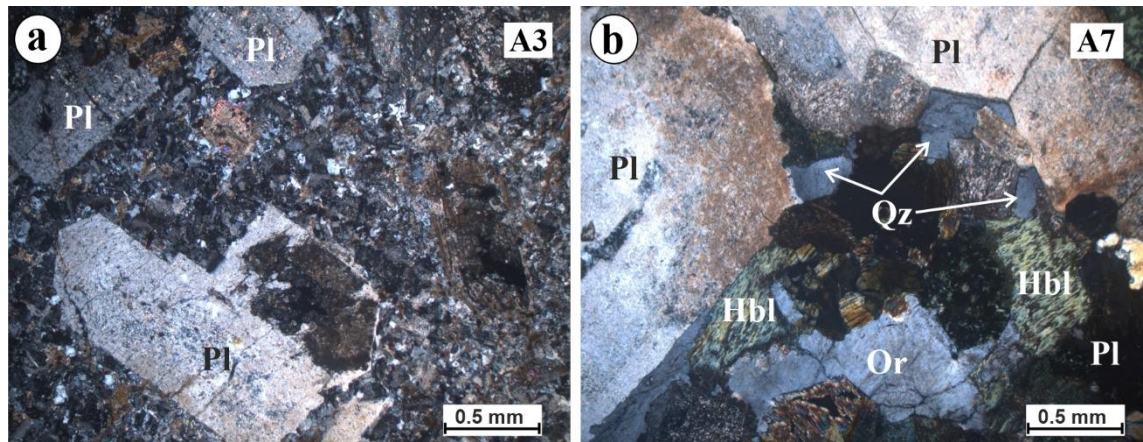
Ortoklas öz şekilsiz kristaller halinde ve çoğunlukla kuvars mineralleri ile birlikte diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Yer yer karlsbad ikizi göstermekle birlikte, çoğunlukla pertitik dokuludur.

Kuvars öz şekilsiz ve farklı boyutlarda olup diğer minerallerin arasındaki boşlukları doldurmaktadır. Kayaçta plajiyoklas ve alkali feldispat minerallerinden sonra en bol bulunan açık renkli mineral konumundadır.

Hornblend ferromagnezyen fazın ana bileşenini oluşturmaktadır. Yeşilimsi renkte, yarı öz ve özşekilli kristaller halindedir. Bazal kesitlerinde çift yönlü dilinim belirgindir. Bazı mineraller ayrışarak klorite dönüşmüştür.

Opak mineraller irili ufaklı öz şekilsiz kristaller halinde ve kayaçta dağınık olarak yer almaktadır.

Ayrışma ürünü olarak killeşme, kloritleşme ve serizitleşme gözlenmektedir.



Şekil 13. Kuvarslı monzonit örneklerinin a) Yarı özşekilli plajiyoklas kristalleri. b) Plajiyoklas mineralleri arasında hornblend ve kuvars mineralleri ile ortoklas minerallerinin birlikteliği. Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Hbl: Hornblend, Qz: Kuvars, görüntüler çapraz nikelde alınmıştır

### 3.3. Tüm-kayaç Element Jeokimyası

Tüm-kayaç ana ve iz element jeokimyası, kayaçları meydana getiren magmanın ilksel bileşiminin, kökeninin, geçirdiği petrolojik süreçlerin, tektonik ortamlarının ve magmatik diferansiyasyon trendlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeokimyasal veriler, magma tipinin (S-, I-, M- ve A-tipi magmalar) belirlenmesi ve kayaçların sınıflandırılmasında petrografik özellikler ile birlikte kullanılmaktadır.

Granitoidler temel olarak ana element jeokimyası verilerinden molar  $Al_2O_3/(Na_2O + K_2O + CaO)$  oranı ile mafik mineral topluluğuna dayandırılarak S- ve I-tipi (Chappel ve White, 1974), M-tipi (White, 1979) ve A-tipi (Loiselle ve Wones, 1979) olarak sınıflandırılmıştır. M-tipi granitoidler düşük K, Rb, Th, U, La, Ce ve Nb içeriğine sahip ancak az miktarda yitim zonu zenginleşmesi gösterirken, I-tipi olanlar yitim zenginleşmesinden dolayı orta miktarda Rb, Th, U ve normal mantoya göre hafif Nb, Ta, Hf, Y zenginleşmesi gösterir. Buna karşılık, S tipi olanlar, çarpışma bölgelerinde daha yaygın olup jeokimyasal olarak  $Al_2O_3 > (Na_2O + K_2O + CaO)$  ve marjinal olarak daha yüksek  $SiO_2$  (%65-74) içerikleri ile karakterize edilmektedir. Plaka içi anorojenik ortamlarda veya bir orojenik olayın son aşamasında yerleşen A-tipi granitoidler, yüksek  $SiO_2$  (>%77) ve  $Na_2O$  içeriği ile yüksek Florit (6000-8000 ppm) varlığı ile karakteristiktir.

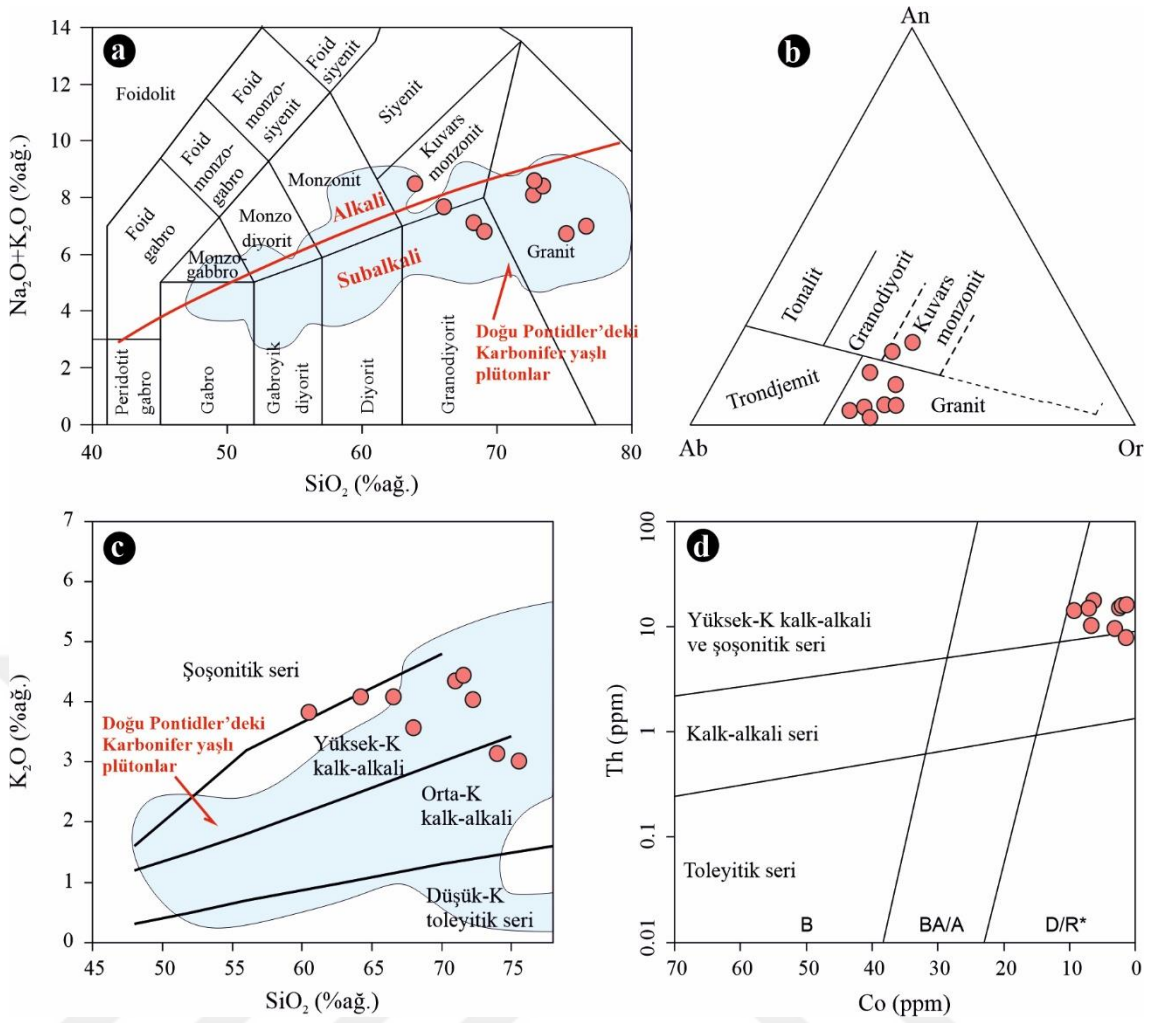
Bu veriler ışığında, Güneydere Plütunu'nun petrokimyasal özelliklerini ortaya koymak ve magma tipini/kökenini saptamak amacıyla tüm-kayaç ana, iz ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Örneklerin  $SiO_2$  ve  $Al_2O_3$  içerikleri genel olarak yüksek olup sırasıyla %60.43-75.51 ve %12.56-16.16 arasında değişmektedir. Bu kayaçlar nispeten düşük  $Fe_2O_3^T$  (%2.38-6.38),  $MgO$  (%0.08-1.82) ve  $TiO_2$  (%0.13-0.62), buna karşılık mineralojik bileşimleri ile uyumlu olarak nispeten yüksek  $K_2O$  (%3.02-4.43) ve  $Na_2O$  (%2.86-4.21) içeriklerine sahiptir. Granitik kayaçların  $Na_2O + K_2O$  değerleri ise %6.65-8.48 arasında değişmektedir. Middlemost (1994) tarafından önerilen Toplam Alkali Silis (TAS) sınıflama diyagramına göre örnekler çoğunlukla granit, az oranda ise granodiyorit ve kuvarslı monzonit bileşimine karşılık gelmektedir (Şekil 14a). Benzer şekilde, normatif An-Ab-Or üçgen sınıflama diyagramı (Barker, 1979) örneklerin ağırlıklı olarak granit türü kayaçlar olduğunu işaret etmektedir (Şekil 14b). Güneydere Plütunu'na ait kayaçların, Peccerillo ve Taylor (1976)'ın  $SiO_2$  (%ağ.) karşı  $K_2O$  (%ağ.) diyagramında (Şekil 14c) çoğunlukla yüksek-K kalk-alkali, Hastie vd. (2007)'nin Co (ppm) karşı Th (ppm) diyagramında (Şekil 14d) ise yüksek-K kalk-alkali ve şoşonitik karakterli olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Güneydere Plütunu'na ait örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları

Örnek No	A1	A4	A5	A8	AK3	A6	A6B	A3	A7
	Granit				Granodiyorit			Kuarşlı Monzonit	
SiO <sub>2</sub>	71.56	73.97	75.51	72.16	70.95	66.49	67.96	60.43	64.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.73	12.56	13.04	13.98	13.58	13.83	14.18	16.16	15.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>T</sup>	3.69	4.33	2.38	3.25	4.17	4.75	5.09	6.31	6.38
MgO	0.09	0.19	0.12	0.08	0.29	1.77	1.48	0.87	1.82
CaO	0.69	0.54	0.43	0.30	0.60	2.92	2.31	1.99	1.41
Na <sub>2</sub> O	4.05	3.51	3.87	4.21	3.56	2.86	3.13	4.20	3.40
K <sub>2</sub> O	4.43	3.14	3.02	4.06	4.35	4.08	3.57	3.83	4.08
TiO <sub>2</sub>	0.13	0.15	0.17	0.24	0.15	0.44	0.50	0.60	0.62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.04	0.03	0.05	0.01	0.11	0.10	0.15	0.15
MnO	0.06	0.06	0.03	0.04	0.07	0.14	0.10	0.08	0.11
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
A.K.	1.10	1.20	1.20	1.40	1.80	2.20	1.30	5.10	2.40
Toplam	99.86	99.85	99.91	99.89	99.78	99.75	99.83	99.83	99.81
Ba	2902	1118	941	1327	1934	887	883	1048	1168
Sc	8.00	4.00	4.00	8.00	7.00	8.00	9.00	13.00	12.00
Be	1.00	<1	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	4.00	2.00
Co	1.40	3.10	1.40	2.20	1.90	6.40	7.10	6.70	9.40
Ni	10.00	13.80	9.30	10.70	13.10	9.00	9.50	10.70	19.30
Cs	1.30	1.50	1.20	1.10	6.60	3.30	3.70	2.30	3.40
Ga	21.10	14.30	15.10	18.20	19.30	17.30	19.10	20.50	18.80
Hf	7.80	3.80	4.00	6.20	7.40	4.40	4.00	8.10	7.20
Nb	11.70	7.00	6.90	11.80	11.30	10.30	11.50	13.50	13.50
Rb	99.30	85.50	77.20	107.20	121.20	110.70	110.10	115.70	123.20
Sn	6.00	6.00	3.00	4.00	6.00	4.00	5.00	3.00	3.00
Sr	90.20	121.70	114.00	159.70	101.90	300.90	331.60	217.30	241.50
Ta	0.60	0.40	0.40	0.80	0.60	0.80	1.10	0.70	0.80
Th	16.50	8.80	8.10	15.50	15.60	17.60	14.90	10.10	14.20
U	2.70	2.60	1.70	2.70	3.30	2.50	2.40	2.30	2.90
V	<8	9.00	15.00	11.00	<8	38.00	39.00	41.00	53.00
W	1.30	1.20	1.30	1.20	1.10	0.70	1.40	1.00	1.90
Zr	282.40	122.70	136.90	210.80	268.50	157.00	135.90	343.30	273.40
Y	30.40	19.70	20.20	26.80	30.90	26.10	24.70	27.20	28.10
La	99.30	28.00	30.30	44.40	83.00	48.40	44.30	39.50	53.40
Ce	177.40	51.50	54.80	88.10	149.40	93.90	82.60	77.00	102.10
Pr	19.16	5.80	5.84	9.47	16.69	10.99	9.60	9.27	11.91
Nd	64.70	21.40	20.60	35.40	58.80	39.30	35.10	34.20	43.30
Sm	9.89	3.90	3.74	6.34	9.77	7.30	6.48	6.87	7.85
Eu	1.33	0.71	0.71	0.97	1.43	1.10	1.02	1.38	1.27
Gd	7.66	3.64	3.50	5.57	7.58	6.00	5.63	6.05	7.00
Tb	1.04	0.54	0.53	0.80	1.05	0.87	0.84	0.90	0.97
Dy	5.95	3.42	3.24	4.63	6.12	4.90	4.61	5.06	5.51
Ho	1.18	0.70	0.74	0.97	1.15	0.91	1.02	1.03	1.08
Er	3.50	2.12	2.33	2.78	3.32	2.66	2.81	3.00	3.06
Tm	0.52	0.34	0.34	0.45	0.50	0.38	0.38	0.43	0.42
Yb	3.48	2.25	2.51	2.99	3.28	2.61	2.63	2.82	2.73
Lu	0.54	0.37	0.40	0.49	0.50	0.39	0.40	0.44	0.43
Mg#	4.61	8.00	9.08	4.65	12.11	42.47	36.55	21.45	36.11
A/CNK	1.08	1.24	1.25	1.18	1.17	0.96	1.07	1.10	1.20
Eu/Eu*	0.47	0.58	0.60	0.50	0.51	0.51	0.52	0.65	0.52

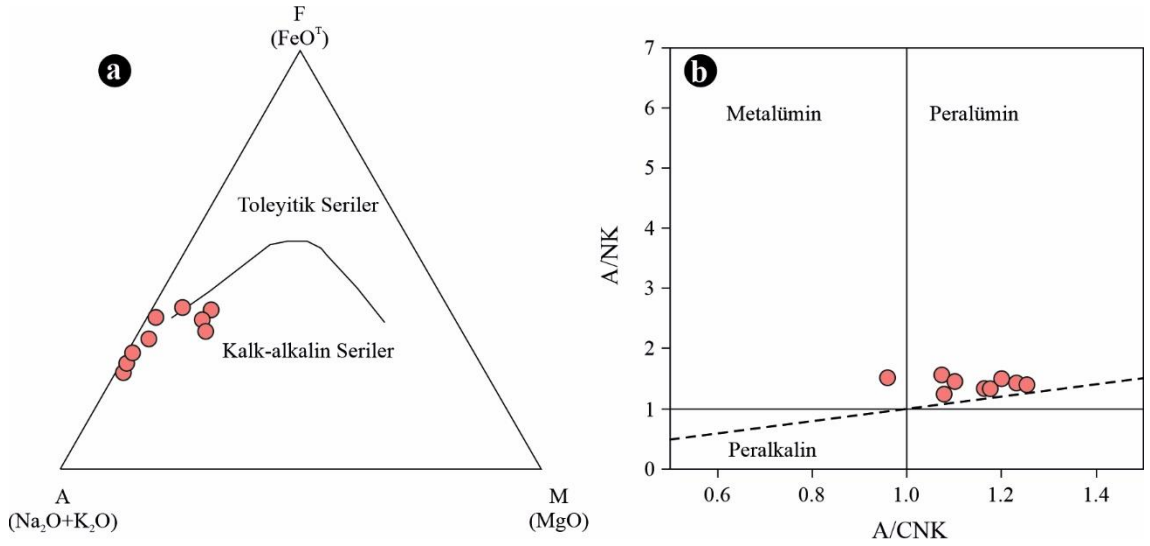
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup>: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg# = molar MgO / molar (MgO+FeO<sup>T</sup>)x100. Eu/Eu\* = Eu<sub>N</sub> / √(Sm<sub>N</sub>xGd<sub>N</sub>), N= Kondrit değerleri (Boynton, 1984).



Şekil 14. Güneydere Plütunu'na ait örneklerin (a) Toplam Alkali Silis (TAS) sınıflama (Middlemost, 1994). (b) Normatif An-Ab-Or sınıflama (Barker, 1979). (c)  $K_2O$  (%ağ.) -  $SiO_2$  (%ağ.) diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976). (d) Th (ppm) - Co (ppm) diyagramı (Hastie vd., 2007).

Düşük  $MgO$  ve  $Fe_2O_3^T$  ile düşük  $Mg\#$  (molar  $MgO/(MgO+FeO_{tot})$  değerleri (5-42) granitik kayaların kalk-alkalin bir afiniteye sahip olduğunu işaret etmektedir. Irvine ve Baragar (1971)'in alkali-subalkali sınıflamasına göre tüm örnekler kalk-alkalin bölgede yer almıştır (Şekil 15a).

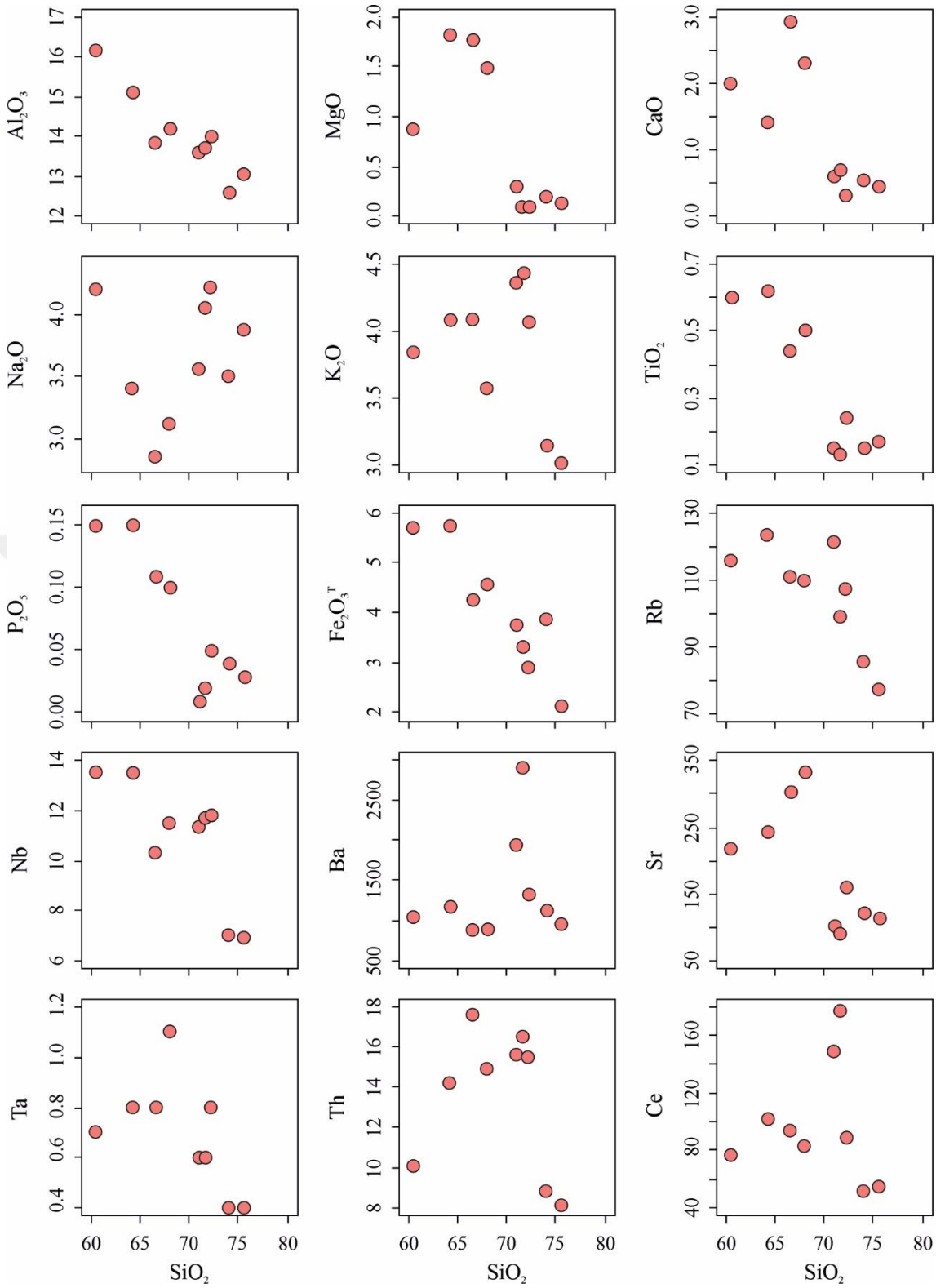
Örneklerin  $Al_2O_3$ , Zr, Nb, Ce, Y, Ga değerleri Akşar Granitoyidi kayalarının A-tipi bir magmadan ziyade I-tipi bir magmadan itibaren türediğini göstermektedir. İncelenen örneklerin ana magmaları, A/NK karşı A/CNK diyagramına göre her ne kadar peralümin karakteri işaret ediyor olsalar da (Şekil 15b), mineral parajenezleri metalümin baskın ya da matalümin-peralümin bir özelliği yansıtmaktadır. Özellikle plajiyoklas ve K-feldispat minerallerinde yoğun alterasyon (serizitleşme, killeşme vb.) gözlenmekte, bu nedenle kayaların peralümin ağırlıklı olması, kısmen de olsa kayalardaki yoğun alterasyondan kaynaklanmaktadır.



Şekil 15. (a) Granitlerin AFM ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3^T$ ,  $\text{MgO}$ ) diyagramı. Toleyitik-kalk-alkalin ayırım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'e göre. (b) Molar A/CNK [ $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ ]’ya karşı A/NK [ $(\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ ] (Shand, 1943).

İncelenen granitlerin  $\text{SiO}_2$ 'e karşı ana (%) ve iz (ppm) element değişim diyagramları Şekil 16’da verilmiştir. Nispeten geniş bir aralıkta değişen  $\text{SiO}_2$  içerikleri nedeniyle belirgin trendler gözlenmekte olup negatif veya pozitif dağılımlar magmadaki kristal fraksiyonlaşmasına işaret etmektedir.  $\text{SiO}_2$  içeriklerine karşılık  $\text{Na}_2\text{O}$  dışındaki  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3^T$  ana oksitlerde belirgin negatif ilişkiler gözlenmektedir.  $\text{Na}_2\text{O}$  ise düzensiz pozitif bir dağılım sergilemektedir. İz elementlerde ise Rb, Nb ve Ta belirgin negatif, Ba, Sr, Th ve Ce ise düzensiz dağılım göstermektedir.

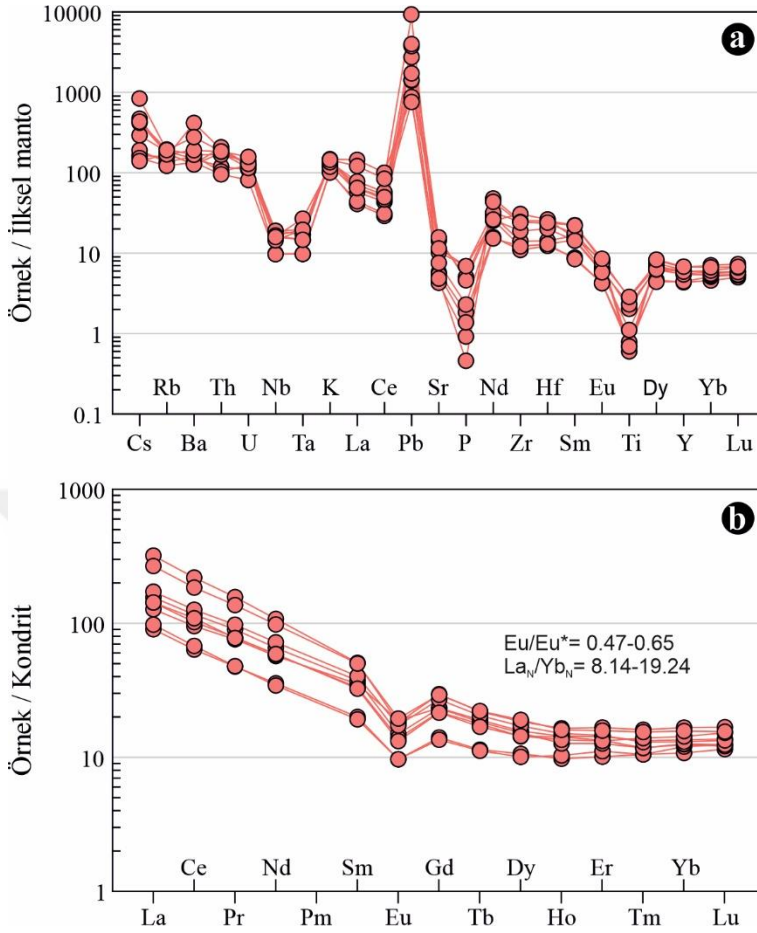
Granitik kayaların üst ve alt kabuk ile olan benzerlik ve/veya farklılıklarını ortaya koymak amacıyla çoklu iz element dağılım diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 17). Bu diyagramlarda örnekler, ilksel manto (Sun ve McDonough, 1989) ve kondrite (Boynton, 1984) göre normalize edilmiştir. İlksel manto değerlerine oranla tüm örneklerin Nb, Ta, Ce, P ve Ti değerlerinde belirgin negatif, K, Pb ve Nd değerlerinde ise belirgin pozitif anomaliler gözlenmektedir (Şekil 17a). Büyük İyon Yarıçaplı Elementler (BİYE; Cs, Rb, Ba, K) ve Ce, Th açısından zenginleşmeler, bazı Yüksek Çekim Alanlı Elementler (YÇAE; Ti), Nb, Ta, P açısından ise tüketilmeler gözlenmektedir. Dy, Y, Yb ve Lu elementleri paralel bir yönseme izlenirken, Cs elementinde ilksel manto ve kıtasal kabuk bileşimine göre zenginleşme daha yüksek oranda gözlenir. Benzer şekilde, Th elementi de pozitif anomali göstermektedir. Kondrite (Boynton, 1984) normalize Nadir Toprak Element (NTE) dağılım diyagramında örnekler genel olarak yukarıya doğru içbükey bir dağılım sunmaktadır (Şekil 17b).



Şekil 16. Güneydere Plütonu granitlerinin  $\text{SiO}_2$  (%)’e karşı ana oksit (%) ve iz element (ppm) değişim diyagramları

Tüm örneklerde NTE bakımından zenginleşme ( $\text{La}_N/\text{Yb}_N=8.14-19.24$ ) gözlenmekte iken, ağır nadir toprak elementler, hafif nadir toprak elementlere oranla kendi içlerinde daha az oranda zenginleşmiştir ( $\text{Gd}_N/\text{Lu}_N=1.09-2.02$ ;  $\text{La}_N/\text{Sm}_N=3.62-$

6.32). Plajiyoklas ve biyotit gibi minerallerin ayrılaşmasına işaret eden (McLennan, 1989) negatif Eu anomalisi ( $Eu_N/Eu^*=0.47-0.65$ ) ise belirgindir (Şekil 17b).



Şekil 17. Örneklerin (a) ilksel mantoya ve (b) Kondrite göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları (Sun ve McDonough, 1989; Boynton, 1984).

### 3.4. Tüm-kayaç Jeotermometre Hesaplamaları

#### 3.4.1. Zirkon ve Apatit Jeotermometresi

Granitik kayaçların kristallenme sıcaklıklarını ortaya koyabilmek için tüm kayaç zirkon ve apatit jeotermometresinden yararlanılmaktadır. Örneklerin zirkon ve apatit doygunluk sıcaklıkları Watson ve Harrison (1983), Boehnke vd. (2013), Harrison ve Watson (1984) ve Pichavant vd. (1992) yöntemlerine göre tüm kayaç jeokimyasal analiz sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır. İntrüzif magmanın maksimum veya minimum sıcaklığına ve ergiyiğin bu bileşenlerce doymuş veya doymamış olmasına bağlı olarak sıcaklık değerleri değişim gösterebilmektedir. Güneydere Plütönu kayaçlarının zirkon doygunluk sıcaklıkları 768-846°C (Watson ve Harrison, 1983) ve 712-814°C (Boehnke vd., 2013) arasında; apatit doygunluk sıcaklıkları ise 719-884°C (Harrison ve Watson, 1984) ve 610-828°C (Bea vd., 1992) arasında hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Güneydere Plütönu örneklerinin tüm kayaç zirkon ve apatit jeotermometresi

Örnek No	M	Zr.sat <sup>1</sup>	T °C (zirkon) <sup>2</sup>	Zr.sat <sup>3</sup>	T °C (zirkon) <sup>4</sup>	A/CNK	T °C (apatit) <sup>5</sup>	T °C (apatit) <sup>6</sup>
A1	1.359	101	841	170	806	1.1	777	724
A3	1.522	116	846	205	806	1.1	839	750
A4	1.136	84	782	131	743	1.2	857	694
A5	1.109	82	794	127	758	1.3	847	679
A6	1.623	126	768	231	712	1.0	877	
A6B	1.431	107	770	185	719	1.1	883	828
A7	1.343	100	839	167	804	1.2	884	715
A8	1.236	91	823	147	789	1.2	860	735
AK3	1.256	93	845	151	814	1.2	719	610

M: kanyonik oran  $[100x(\text{Na}+\text{K}+2\text{Ca})/(\text{Al}.\text{Si})]$ . 1: zirkon saturasyonu ve 2: zirkon jeotermometresi Watson ve Harrison (1983), 3: zirkon saturasyonu ve 4: zirkon jeotermometresi Boehnke vd. (2013), 5: apatit jeotermometresi Harrison ve Watson (1984) ve 6: apatit jeotermometresi Bea vd. (1992)'e göre hesaplanmıştır.

#### 4. TARTIŞMA

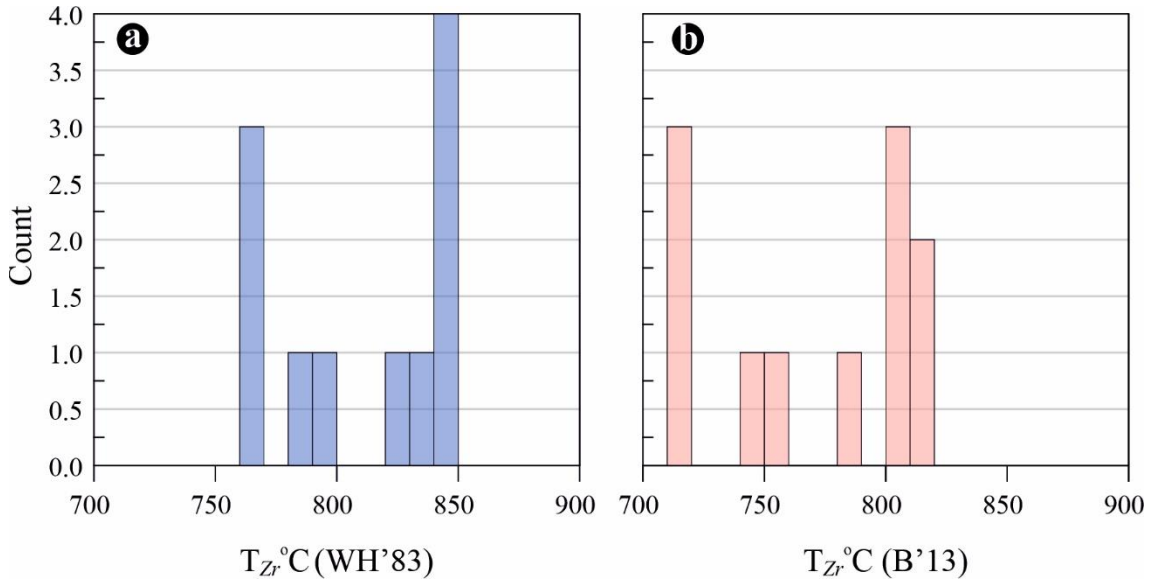
Yapılan çalışmalar granitik kayaçların farklı tektonik ortamlardan ve farklı kaynaklardan itibaren oluşabileceğini göstermektedir. Bu özellikleri ortaya çıkarmak ise granitik kayaçların petrokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Dolayısıyla, Güneydere Plütunu'nu oluşturan granitik kayaçları petrokimyasal açıdan irdeleyerek, magma tipini ve kökenini saptamak amacıyla, seçilen örneklerden elde edilen veriler kullanılarak, kayaçların oluşumunda etkili olan petrolojik süreçler ve tektonik ortamları ortaya konmuştur.

##### 4.1. Ana Magmanın Sıcaklığı

Tüm-kayaç bileşimleriyle hesaplanan zirkon doygunluk sıcaklıkları, granitik kayaçları oluşturan magmanın başlangıçtaki sıcaklıklarının tahmin edilmesinde yardımcı olabilmektedir. Bu termometre genellikle zirkona doymuş orta ila felsik magmalarda doğru sonuçlar verebilmektedir.

Petrografik ve jeokimyasal çalışmalar, Güneydere Plütonu kayaçlarının bol miktarda magmatik zirkon taneleri içerdiğini, örneklerin zirkon içeriklerinin 123-343 ppm arasında değerlere sahip olduğunu ve dolayısıyla bu ergiyiklerin zirkon doygunluk için yeterli Zr içerdiğini işaret etmektedir. Bu durum, zirkon jeotermometresinin Güneydere Plütonu kayaçlarının ilksel magma sıcaklıklarını tahmin etmek için kullanılabilmesini göstermektedir. İntrüzif magmanın maksimum veya minimum sıcaklığına ve ergiyiğin bu bileşenlerce doymuş veya doymamış olmasına bağlı olarak sıcaklık değerleri değişim gösterebilmektedir.

Güneydere örneklerinin zirkon doygunluk sıcaklıkları 768-924°C (ortalama 812°C; Watson ve Harrison, 1983) ve 712-926°C (ortalama 772°C; Boehnke vd., 2013) arasında değişmektedir (Şekil 18). Watson ve Harrison (1983)'a göre 4 örneğin 800°C'nin altında, diğer örneklerin ise 800°C'nin üzerinde yer alması, Boehnke vd. (2013)'ne göre ise örneklerin büyük çoğunluğunun 800°C civarında ve altında bir değer göstermesi, düşük ilksel magma sıcaklıklarını yansıtmaktadır. Özetle, zirkon doygunluk sıcaklıklarının, Güneydere Plütonu'nun eriyik sıcaklığını temsil edebileceğini ve bu da magma kaynağında yaklaşık 800°C bir ergime sıcaklığı olduğunu göstermektedir. Bu durum ise Güneydere Plütonu örneklerinin orta-alt kıtasal kabuktan türemiş ergimenin ürünleri olduğunu işaret etmektedir.



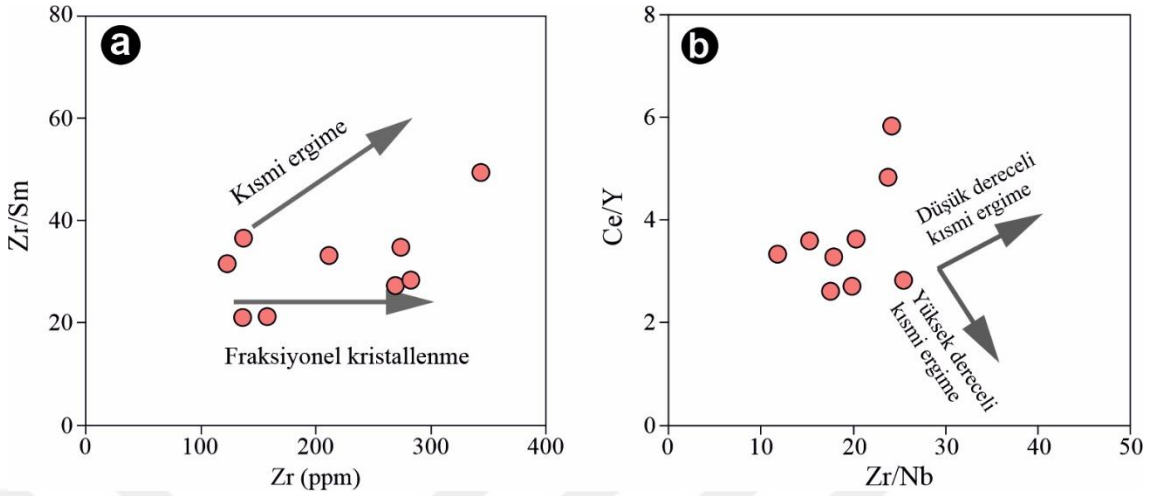
Şekil 18. Örneklerin zirkon doygunluk termometresi ( $T_{Zr}$  °C) histogramları (Watson ve Harrison, 1983; Boehnke vd., 2013)

#### 4.2. Kısmi Ergime

Kıtasal kabuğun petrolojik olarak farklılaşmasında kısmi ergime süreçleri ana mekanizmayı oluşturmaktadır. Kısmi ergime, herhangi bir kayacın sıcaklık yükselmesi, basınç ferahlaması, uçucu bileşen ilavesi vb. gibi çeşitli sebeplerle ergiyerek belli miktarda magma oluşturması olayı olarak ifade edilir. Granitoyidik kayaçların oluşumuna katkıda bulunan kısmi ergime miktarı, ilksel ergimeye uğrayan malzemenin mineralojik bileşimi, sıcaklık-basınç koşulları ve su muhtevası gibi şartlara bağlı olarak değişiklik göstere bilmektedir. Bununla birlikte, kısmi ergimeye karşı oldukça duraylı Rb, Sr, Ba gibi iz elementler (Patino Douce ve Johnston, 1991) ile Zr/Sm, Ce/Y ve Zr/Nb oranları da (Daniel, 1998; Lai vd., 2003) kısmi ergime derecesi hakkında bilgi vermektedir.

Güneydere Plütönu örneklerinin Zr içerikleri yüksek olup 343 – 123 ppm arasında değişmektedir. Kısmi ergimeye işaret eden Zr/Sm oranları ise 20 ile 50 arasında dağılım sergilemektedir. Granitik kayaçlarda artan Zr içeriğine bağlı olarak artan Zr/Sm oranları, kayaçların gelişiminde fraksiyonel kristallenmeden ziyade kısmi ergime süreçlerinin daha etkili olduğunu ifade etmektedir (Lai vd., 2003). Ancak, Güneyde Plütönu örneklerinde bu durumun aksine, artan Zr içeriklerine karşılık Zr/Sm oranları belirgin artış göstermemektedir (Şekil 19a). Bu durum Hüneyde Plütönu kayaçlarının gelişiminde kısmi ergimedenden ziyade fraksiyonel kristallenme süreçlerinin daha baskın olduğunu, kısmi ergimenin daha az oranda geliştiğini işaret etmektedir. Benzer şekilde, kısmi ergimenin derecesini ortaya koymak için örneklerin Ce/Y - Zr/Nb oranları dikkate

alındığında incelenen kayaçların düşük dereceli kısmi ergimeyi işaret eden zayıf pozitif bir yönseme gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 19b).



Şekil 19. Güneydere Plütonu kayaçlarının (a) Zr/Sm – Zr (ppm) ve (b) Ce/Y - Zr/Nb diyagramları

### 4.3. Fraksiyonel Kristallenme ve Asimilasyon (FC-AFC) Süreçleri

Magmanın soğuması ve kristallenmesi esnasında bütün silikatlar aynı anda kristallenmeyip kabaca 1500° ile 400°C arasında kademeli olarak kristallenmektedir. Soğumanın ilerleyen safhalarında yüksek sıcaklık minerallerinin bileşimine giren elemanlar bakımından fakirleşme, düşük sıcaklık minerallerinin bileşimine girecek elemanlar bakımından ise zenginleşme gözlenir. Magmadaki bu kristallenmeye fraksiyonel veya kesirli kristallenme adı verilir. Magmanın kristallenmesi karmaşık bir süreç olup birçok etkenin tesiri altında meydana gelmektedir.

Kayaçların oluşumunda önemli rol oynayan fraksiyonel kristallenme ve asimilasyon süreçleri, bazı ana ve iz elementlerin artan ve/veya azalan yönde değişimleri ile ortaya konabilmektedir. Örneğin, artan SiO<sub>2</sub> içeriğine karşı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve CaO değişimleri (bkz. Şekil 16) plajiyoklas; MgO içeriğindeki azalmalar biyotit ve/veya amfibol; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup>'da gözlenen azalmalar ise amfibol ve/veya Fe-Ti oksit minerallerinin kristallenmesi ile ilişkilendirilebilir (Thirlwall vd., 1994).

K<sub>2</sub>O içeriklerindeki düzensiz negatif dağılım K'lu feldispat; Na<sub>2</sub>O'daki düzensiz pozitif yönseme ise plajiyoklasın ve kısmen de K'lu feldspatın fraksiyonel kristallenmesi ile kontrol edilmektedir. Benzer şekilde, SiO<sub>2</sub>'ye karşı TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerlerinin azalması titanomanyetit ve apatitin kristallenmesi ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Tüm bu değişimler, Güneydere Plütonu kayaçlarının oluşumunda kesirli kristallenmenin baskın bir rol oynadığını göstermektedir. Benzer şekilde, ağır NTE ve Y

içerikleri bakımında tüketilme de zirkon fraksiyonlaşmasının bir sonucu olarak yorumlanabilir.

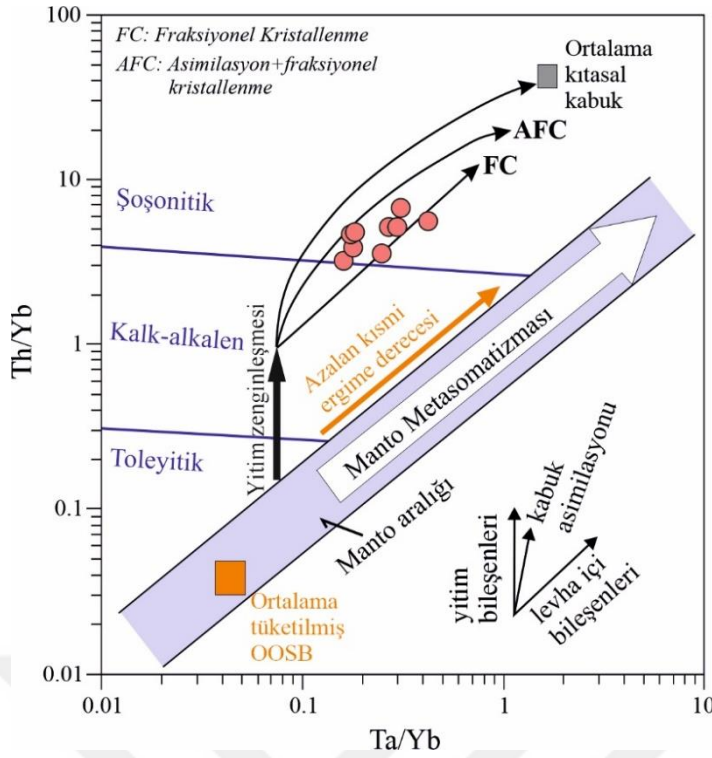
İz elementlerden Ba ve Sr elementlerindeki negatif yönsmeler, alkali feldspat ve plajiyoklas kristallenmesi ile bağlantılıdır (Rollinson, 1993; bkz. Şekil 16). Sr elementinin plajiyoklas minerallerinde Ca'un yerini alması nedeniyle, Ca bakımından zengin plajiyoklasların fraksiyonlaşması sonucu negatif bir ilişki gözlenmektedir.

Benzer şekilde Rb, K'nın yerini almakta ve fraksiyonel kristallenme sırasında K-feldspat, hornblend, biyotit gibi minerallerin bünyesine girebilmektedir. Biyotit mineralinin yapısına katılan Nb ve Ba elementlerinde ise yine negatif korelasyon gözlenmektedir (bkz. Şekil 16). Th ve Ce elementlerinde ise biyotit ve zirkon minerallerindeki dağılım katsayılarının yüksek olmasından kaynaklı düzensiz dağılım gözlenmektedir (Mahood ve Hildreth, 1983).

Belirgin negatif Eu anomalisi (bkz. Şekil 17), intrüzif kayaçların gelişiminde K-feldspat  $\pm$  plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, Ta, Th ve Ba gibi bazı element değişimlerinde gözlenen düzensiz dağılımlar granitik kayaçların gelişiminde etkili olan fraksiyonel kristallenmenin yanı sıra asimilasyon ve/veya magma karışımı olaylarının da etkili olduğunu işaret etmektedir. Netice itibariyle, incelenen örneklerin bazı ana ve iz element değişimlerinde gözlenen korelasyonlar, bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas, K-feldspat, hornblend, biyotit, piroksen, apatit, zirkon ve manyetit gibi minerallerin fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir.

Güneydere Plütону kayaçları yitim ve/veya kabuksal kirlenmeye işaret eden belirgin negatif Nb-Ta ve güçlü pozitif Pb anomalisi (Taylor ve McLennan, 1985) göstermektedir (bkz. Şekil 17). Kayaçların gelişiminde kıtasal kabuk asimilasyonu varlığı Pearce (1983)'ın Ta/Yb-Th/Yb diyagramı ile test edilmiştir (Şekil 20).

Örneklerin yüksek Th/Yb ve Ta/Yb oranları göstermesi nedeniyle ortalama kıtasal kabuk değerine doğru bir yönseme gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum örnekleri oluşturan ana magmanın yitim bileşenlerince zenginleşmiş bir kaynaktan itibaren türediğini ve sonrasında ise fraksiyonel kristallenme ve kısmen asimilasyon süreçleri ile geliştiğini göstermektedir. Nitekim, tüm örneklerin manto çizgisinden sapması, örneklerin yitim etkisiyle zenginleşmiş mantodan türemiş veya yükselimi sırasında kabuk tarafından kirlenmiş magmalardan itibaren oluştuğunu işaret etmektedir. Gözlenen bu sapma kaynak bölgesinde yitimle ilgili bir metasomatizma ile açıklanabileceği gibi, manto türevli ergiyiklere önemli ölçüde kabuksal ergiyik katılımına da işaret edebilir.



Şekil 20. Örneklerin Th/Yb-Ta/Yb diyagramı (Pearce, 1983; Pearce vd., 1990).

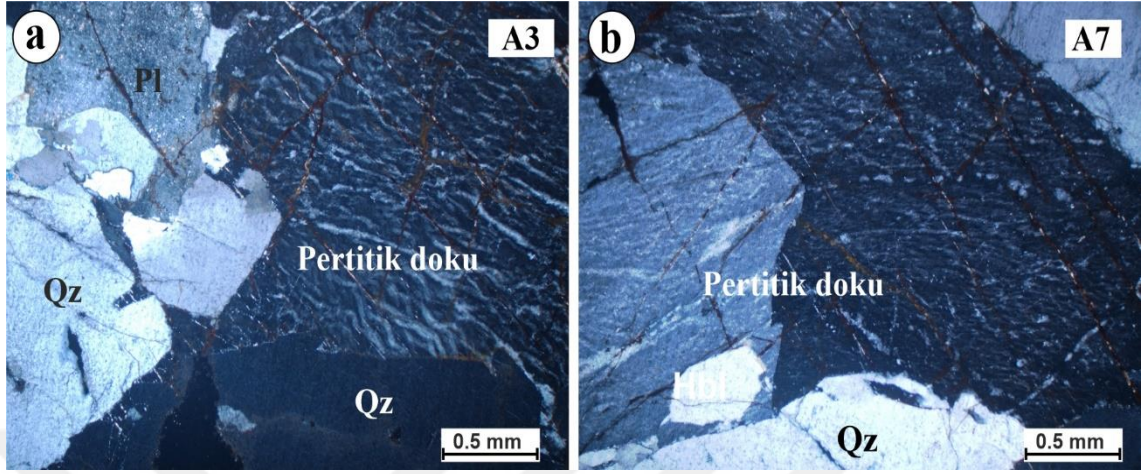
#### 4.3 Magma Karışımı

Magma karışımı olayı, birbirinden farklı mafik ve felsik bileşimdeki magmaların fiziksel ve kimyasal olarak karışımı şeklinde ifade edilmektedir. Eş yaşlı mafik ve felsik magmaların, kendi fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyarak heterojen bir şekilde karışmalarına magma mingling; aksi durumda fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyamayarak homojen bir şekilde karışmalarına ise magma mixing adı verilmektedir. Heterojen magma karışımı ana kayaç içerisindeki anklavların varlığı ile temsil edilirken, homojen karışım olarak bahsedilen magma mixing birbirleriyle dengede olmayan mineral toplulukları, minerallerde gözlenen karmaşık zonlanma gibi özel dokusal özelliklerle ifade edilmektedir. Magmaların viskozitesi, karışımının homojen veya heterojen olarak gelişmesindeki en önemli faktörü oluşturmaktadır (Fernandez ve Barbarin, 1991; Didier ve Barbarin, 1991).

Güneydere Plütönu kayaçları için ana magmada magma karışımını işaret en önemli veriler, ana kayaçlar içerisinde gözlenen dengesizlik dokuları olup bunlar; elek dokulu, zonlu ve salımlı zonlanma gibi dengesizlik dokuları gösteren plajiyoklaslar, iri plajiyoklas mineralleri üzerinde daha küçük plajiyoklas minerallerinin bulunması, bıçağımsı hornblendler, plajiyoklas, ortoklas ve mafik mineraller üzerinde daha küçük minerallerin oluşturmuş oldukları poiklitik dokulardır (Şekil 21).

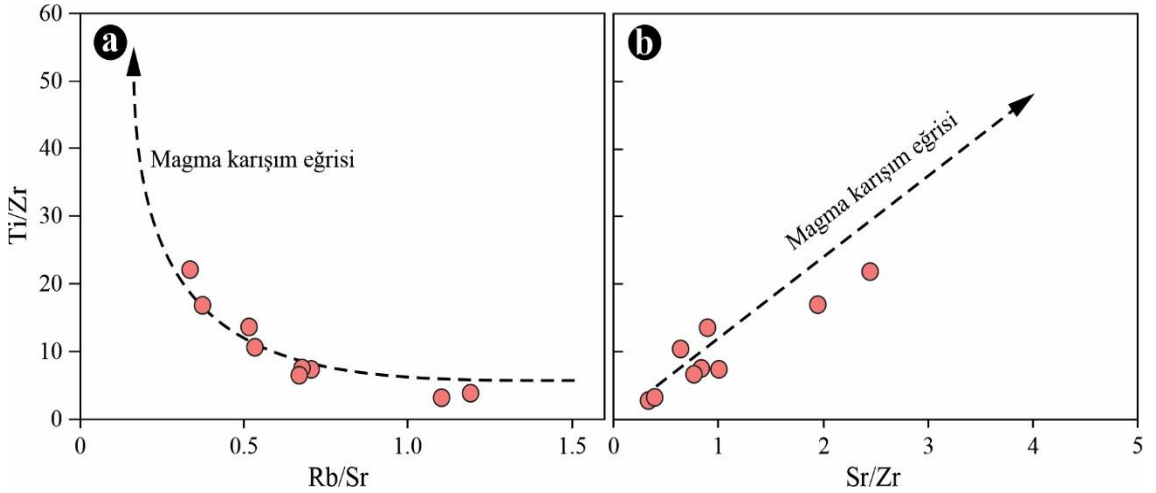
İntrüzif kayaçların oluşumunda magma karışımını daha ayrıntılı açıklayabilmek için, Maia de Hollanda vd. (2003) tarafından önerilen iz element diyagramları

kullanılmıştır. Bir magmatik faaliyetin gelişimi sırasında, magma karışımı süreçleri gerçekleşmiş ise, Ti/Zr oranına karşın Rb/Sr oranı diyagramında hiperbolik bir değişim, Ti/Zr-Sr/Zr diyagramında ise pozitif lineer değişim gözlenmesi gerekmektedir.



Şekil 21. Örneklerde gözlenen ve magma karışımını işaret eden iri kristalli ortoklas minerallerinde gelişmiş peritik doku (eksolüsyon). Pl: Plajiyoklas, Qz: Kuvars, Or: Ortoklas. Tüm görüntüler çapraz nikelde alınmıştır

Bu oranlar kullanılarak oluşturulan diyagramlarda ise örneklerin söz konusu değişimleri gösterdiği (Şekil 22) ve kayaçların oluşumunda magma karışımı süreçlerinin meydana gelmiş olabileceği ortaya konmuştur.



Şekil 22. Güneydere Plütönu örneklerinin (a) Ti/Zr - Rb/Sr ve (b) Ti/Zr - Sr/Zr değişim diyagramları

#### 4.4. Ana Magmanın Kökeni

İntrüzif kayaçların sahip olduğu bileşimler farklı birçok petrojenetik mekanizmanın ürünü olarak meydana gelebilmektedir. Kayaçların jeokimyasal karakteristikleri, oluşumunda hangi mekanizmanın etkin olduğu hakkında bilgi

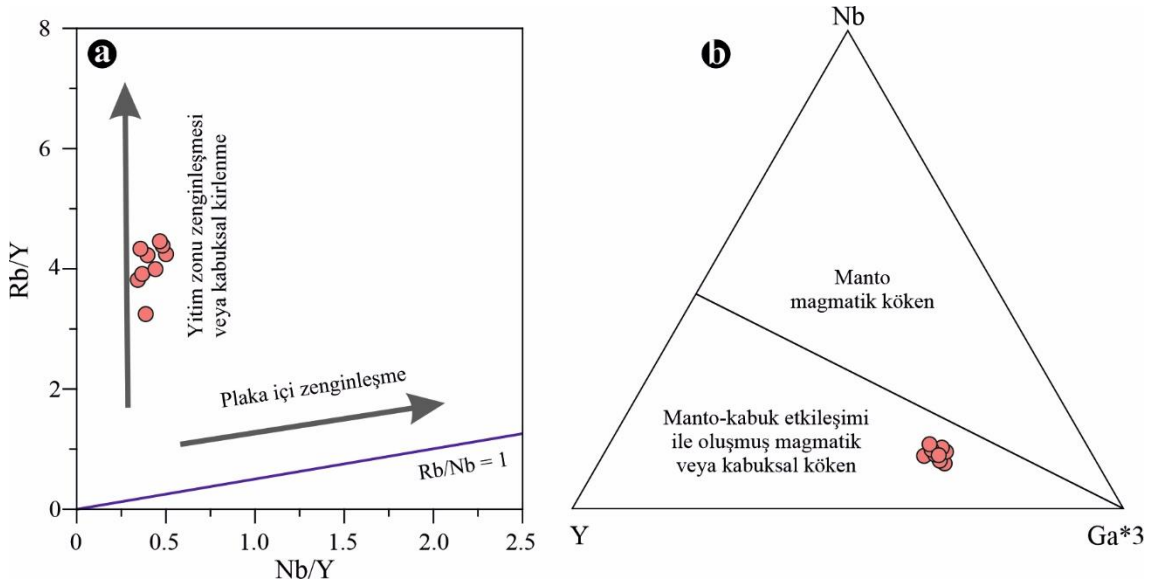
verebilmektedir. Granitik magmaların kökenine ilişkin farklı petrojenetik oluşum mekanizmaları önerilmiş olup bunlar genel olarak; (i) manto kökenli bazik magmalardan itibaren fraksiyonel kristallenme ile (Li vd., 2009), (ii) mafik-ortaç kabuk kayaçlarının kısmi ergimesiyle (Roberts ve Clemens, 1993), (iii) manto ve kabuk kökenli mafik ve felsik magmaların karışımıyla (Ackerman vd., 2010) oluşabilmektedir.

Güneydere Plütону örneklerinin silika içerikleri nispeten geniş aralıkla ( $\text{SiO}_2$ : %60-76) değişmektedir. Ancak Mg# değerleri 5 ile 42 arasında, yani oldukça düşük ve geniş bir aralıkta dağılım sergilemektedir. Bu değerler ilksel bir manto ergiyiği ile uyumsuz olup kayaçların bir manto kaynağının veya mafik-ortaç alt kabuğun kısmi ergimesinden (Grove ve Donnelly-Nolan, 1986; Bacon and Druitt, 1988; Roberts and Clemens, 1993; Şen ve Dunn, 1994) ya da alt kabuk ve manto türevli felsik ve mafik magmaların karışımı sonucu, kontaminasyona uğrayarak veya uğramadan, fraksiyonel kristallenme ile (Barbarin, 1999; Chen vd., 2003; Karlı vd., 2007; Yang vd., 2007) oluşmuş olabileceğini düşündürmektedir.

Y/Nb oranları ile kabuk ( $Y/Nb > 1.2$ ) ve manto ( $Y/Nb < 1.2$ ) kökenli granitoidler birbirinden ayrılabilir (Eby, 1992). Güneydere Plütону örneklerinin Y/Nb oranları 2.01 ile 2.93 arasında değişmekte olup kabuk kökenini işaret etmektedir. Benzer şekilde, ortalama Nb/Ta oranları mantodan türeyen magma için 17.5 ve kabuktan türeyen magma için de 11-12 arasındadır (Green, 1995).

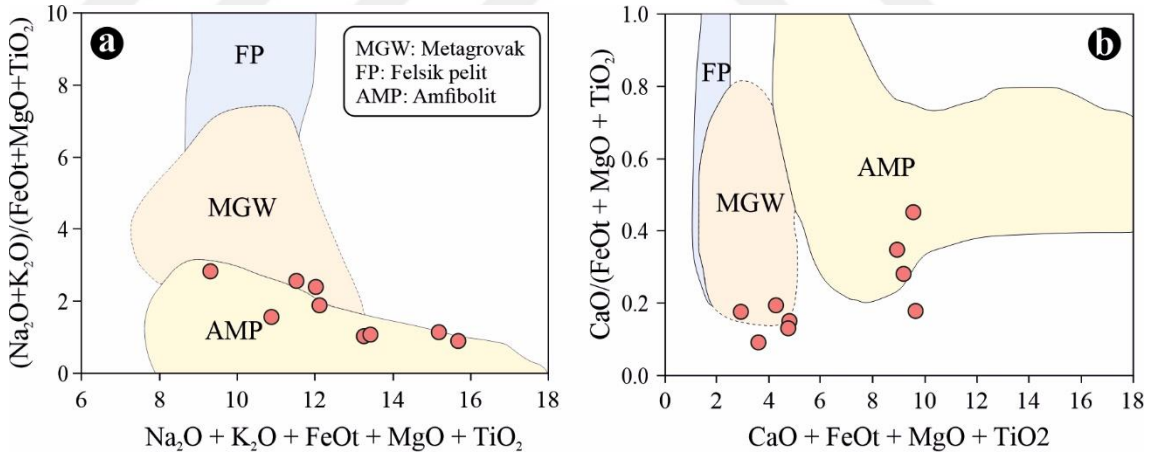
Güneydere Plütону'na ait örneklerin Nb/Ta oranları 10.45-19.50 arasında olup kabuk-manto kökeni göstermektedir. Örnekler çoğunlukla dar bir aralıkta değişen Nb/Y oranlarıyla (0.34-0.50) nispeten yitim zenginleşmesi yönsemesi göstermektedir (Şekil 23a). Ayrıca, Eby (1992)'nin Nb-Y-Ga\*3 üçgen diyagramına göre manto-kabuk etkileşimi ile oluşmuş magmatik veya kabuksal kökenli alanda yer aldıkları belirlenmiştir (Şekil 23b).

Yüksek-K'lu kalk-alkalen granitoid kayaçlar üzerine yapılan deneysel çalışmalar, bu kayaçların farklı kabuksal kayaçların kısmi ergimesinden türeyebileceğini göstermiştir (Roberts ve Clemens, 1993). Farklı tür ve bileşimde kıtasal kabuk kayaçlarının, değişik ergime koşulları altında, kısmi ergimeler ile meydana gelmiş olan magmaların bileşimsel farklılıkları, ana oksit veya molar oranları esas alınarak açıklanabilmektedir (Patiño Douce, 1999). İncelenen örneklerin genel olarak amfibolit-metagrovaklardan türeyen ergime alanında yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 24).



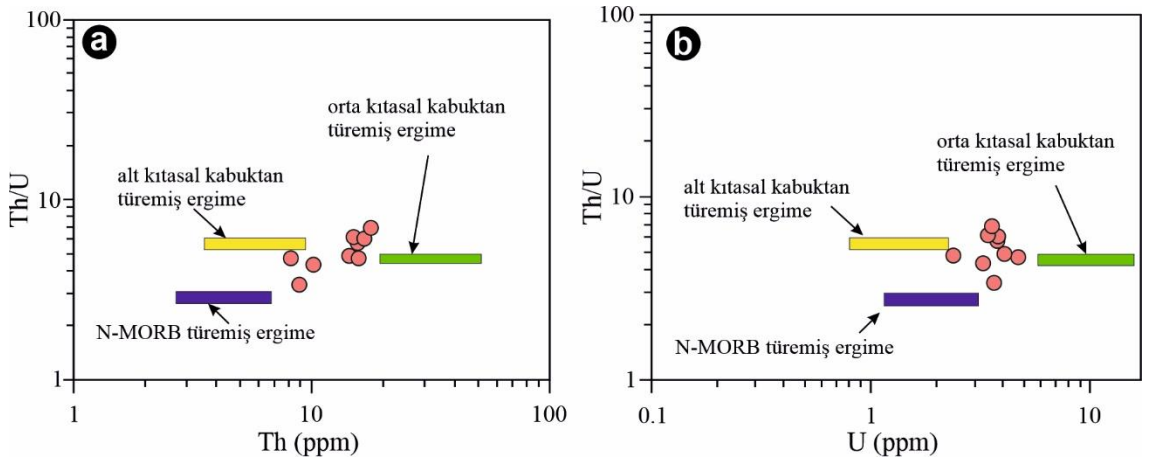
Şekil 23. Güneydere Plütönu örneklerinin (a) Rb/Y-Nb/Y ve (b) Nb-Y-Ga\*3 diyagramları (Eby, 1992).

Örneklerin Th içeriklerinin 8.10-17.6 ppm, U içeriklerinin ise 1.70-3.30 ppm arasında değiştiği, Th/U'ya karşı Th ve U değişimlerine bakıldığında ise orta-alt kıtasal kabuk alanları arasında dağılım sergilediği, ancak çoğunlukla orta kıtasal kabuktan türemiş ergimenin ürünleri ile benzerlik gösterdiği olduğu ortaya konmuştur (Şekil 25).



Şekil 24. Güneydere Plütönu örneklerinin kökensel diyagramları (Patiño Douce, 1999).

Tüm-kayaç bileşimleriyle hesaplanan zirkon doygunluk sıcaklıkları, granitik kayalar oluşturulan magmanın başlangıçtaki sıcaklıklarının tahmin edilmesinde yardımcı olabilmektedir. Bu termometre genellikle zirkona doymuş orta ila felsik magmalarda doğru sonuçlar verebilmektedir. Mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar, Güneydere Plütönu kayalarının bol miktarda magmatik zirkon taneleri içerdiğini, örneklerin zirkon değerlerinin 123-343 ppm arasında değiştiğini ve dolayısıyla bu ergiyiklerin zirkon doygunluk için yeterli Zr içerdiğini işaret etmektedir.



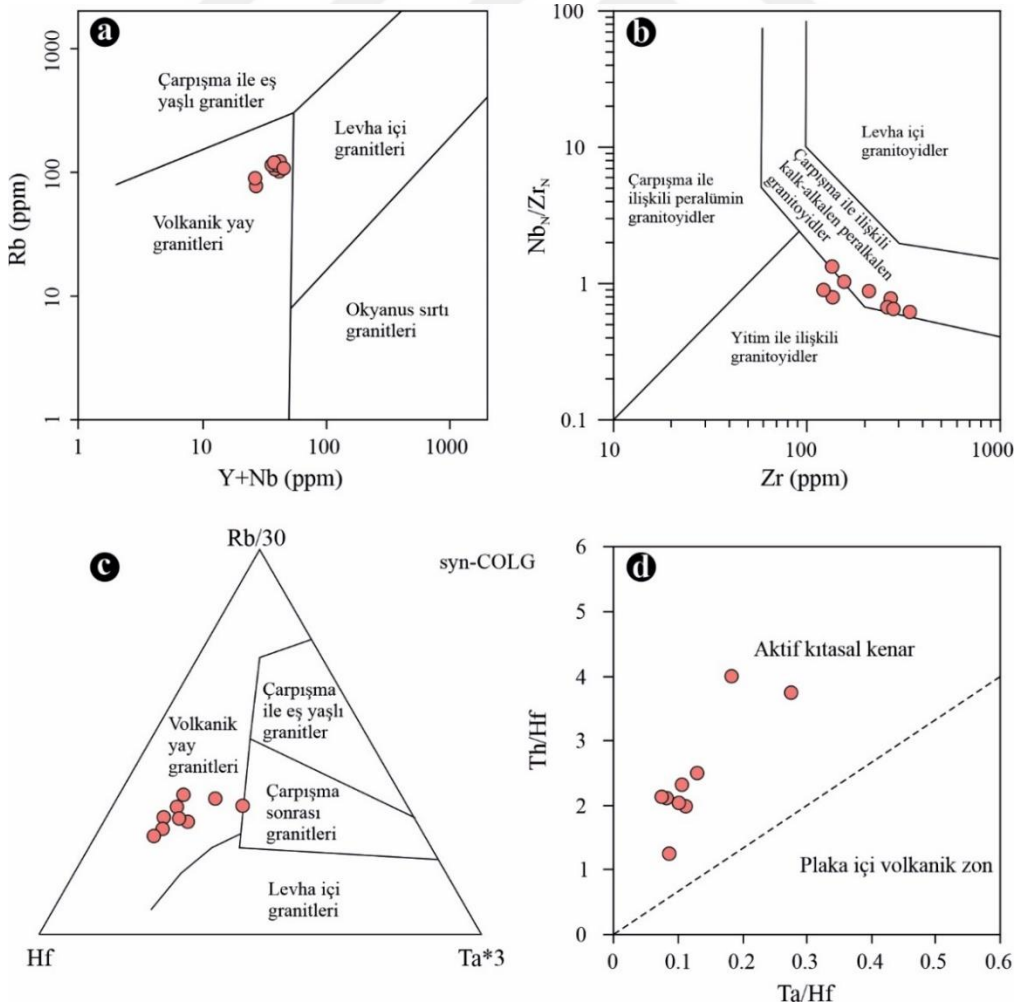
Şekil 25. Güneydere Plütonu örneklerinin (a) Th/U'ya karşı Th (ppm) ve (b) Th/U'ya karşı U (ppm) diyagramları

Bu durum, zirkon jeotermometresinin Güneydere Plütonu'nun ilksel magma sıcaklıklarını tahmin etmek için kullanılabileceğini göstermektedir. İntrüzif magmanın maksimum veya minimum sıcaklığına ve ergiyiğin bu bileşenlerce doymuş veya doymamış olmasına bağlı olarak sıcaklık değerleri değişim gösterebilmektedir. Güneydere Plütonu kayaçlarının zirkon doygunluk sıcaklıkları 768-846°C (Watson ve Harrison, 1983) ve 712-814°C (Boehnke vd., 2013) arasında hesaplanmıştır (bkz. Tablo 4). Watson ve Harrison (1983)'a göre 4 örneğin 800°C'nin altında, diğer örneklerin ise 800°C'nin üzerinde yer alması, Boehnke vd. (2013)'ne göre ise örneklerin büyük çoğunluğunun 800°C civarında ve altında bir değer göstermesi, düşük ilksel magma sıcaklıklarını yansıtmaktadır. Bu durum ise Güneydere Plütonu örneklerinin orta-alt kıtasal kabuktan türemiş ergimenin ürünleri olduğunu desteklemektedir.

İncelenen örneklerin ilksel mantoya normalize edilmiş çoklu iz element değişim diyagramındaki negatif Nb, Ta ve TiO<sub>2</sub> anomalileri ve Rb, Th, K<sub>2</sub>O, Sr, Ce ve La zenginleşmeleri ile yüksek BİYE/YÇAE oranları, Güneydere Plütonu kayaçlarını oluşturan ana magmanın yitimle ilişkili farklı derecedeki akışkan ve ergiyik zenginleşmesi veya kabuk magma odalarındaki farklı ayrımlaşma ve asimilasyon yolları ile açıklanabilir. Bununla birlikte, örneklerin kondrite normalize edilmiş NTE diyagramında gözlenen zenginleşmeler (La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>=8.14-19.24; Gd<sub>N</sub>/Lu<sub>N</sub>=1.09-2.02; La<sub>N</sub>/Sm<sub>N</sub>=3.62-6.32), yüksek SiO<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub>O içerikleri ile düşük Mg# (<42) ve yüksek Na<sub>2</sub>O içerikleri (2.86-4.21) çalışılan kayaçların ana magmasının muhtemelen mantodan türeyemeyeceğini, bunun yerine kabuksal kayaçların kısmi ergimesinden türeyebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, elde edilen veriler Güneydere Plütonu'nun ana magmasının alt/orta kıtasal kabuk kayaçlarının kısmi ergime sonucu türediğini ve kıtasal magma odasında farklılaşarak yerleştiğini işaret etmektedir.

#### 4.5 Tektonik Konum

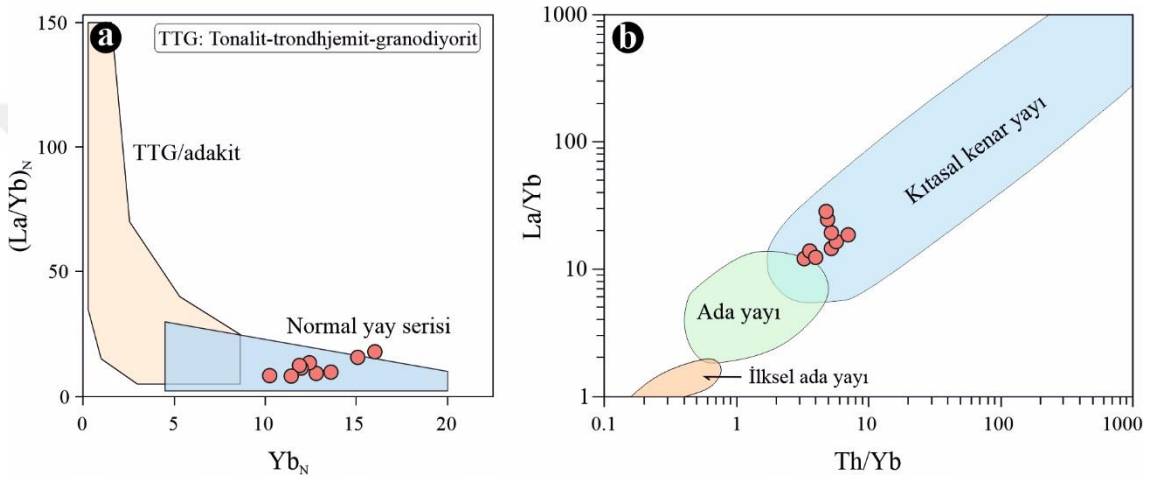
Güneydere Plütönu kayaçlarının oluşum ortamlarını ve tektono-magmatik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla bazı ayırtman diyagramları kullanılmıştır. Pearce vd. (1984) tarafından önerilen ve Rb (ppm)'a karşı Y+Nb (ppm) değerlerinin kullanıldığı tektonik diyagramda tüm örneklerin volkanik yay granitleri (VAG) alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 26a). Benzer durum Harris vd. (1986) tarafından önerilen Rb/30-Hf-Ta\*3 üçgen diyagramında da gözlenmektedir (Şekil 26c). Ayrıca, plütöna ait granitik kayaçların Thiéblemont ve Téguyey (1994)'in Zr (ppm)'a karşı Nb<sub>N</sub>/Zr<sub>N</sub> diyagramında büyük bir çoğunlukla "çarpışma ile ilişkili kalk-alkalen-peralkalen granitoidler" alanında yer aldığı, iki örneğin ise yitimle ilişkili granitoidler alanında dağılım gösterdiği ortaya konmuştur (Şekil 26b). Schandl ve Gorton (2002) tarafından önerilen Th/Hf-Ta/Hf diyagramında örnekler aktif kıtasal kenar ortamını yansıtmaktadır (Şekil 26d). Magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçlarda elementlerin konsantrasyonları geniş aralıklarda değişmesine rağmen, Th/Hf oranlarının çok az değişiklik gösterdiği bilinmektedir (McLennan ve Taylor, 1984).



Şekil 26. Güneydere Plütönu'nun tektonik ayırtman diyagramları

Güneydere Plütönu kayaların adakitik özellik sergileyip sergilemedikleri Martin (1986)'nın adakit ve normal yay serisi kayaları ayırtman diyagramı ile test edilmiştir. Tüm örneklerin normal volkanik yay serisi alanında yer aldığı ve adakitik özellik göstermediği belirlenmiştir (Şekil 27a).

Batchelor ve Bowden (1985) tarafından önerilen La/Yb-Th/Yb tektonik ayırtman diyagramında ise tüm örneklerin kıtasal kenar yayı alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 27b). Tüm bu veriler ışığında değerlendirildiğinde, Güneydere Plütönu granitik kayalarının tektonik olarak çarpışma sonrası oluştuğu ve volkanik yay ile ilişkili olduğu söylenebilir.



Şekil 27. Güneydere Plütönu kayalarının TTG/adakit ve volkanik yay serisi ayırtman diyagramları (Martin, 1986; Batchelor ve Bowden, 1985).

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında Güneydere (Bayburt, KD Türkiye) ve civarında yüzeyleme veren granitik kayaçların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal veriler ışığında petrokimyasal karakteristikleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar ana hatları ile aşağıda özetlenmiştir.

- Karbonifer yaşlı Güneydere Plütönu çalışma alanında Jura öncesi temel birimleri temsil etmekte ve Erken-Orta Jura yaşlı volkanoklastik ve volkanik kayaçlar ile Geç Jura-Erken Kretase kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Granitik kayaçlar yaklaşık 5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeyleme vermektedir. İnceleme alanında yaşlıdan gence doğru Güneydere Plütönu (Orta-Geç Karbonifer), Şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura), Hozbirikyayla Formasyonu (Geç Jura-Erken Kretase), Çatıksı Formasyonu (Geç Kretase), Sırataşlar Formasyonu (Erken-Orta Eosen), Yazıyurdu Formasyonu (Erken-Orta Eosen), Alüvyon (Kuvaterner) birimleri ayırt edilmiştir.
- Orta-Geç Karbonifer yaşlı Güneydere Plütönu tek bir bileşimden oluşmayıp başlıca granit, aplit, granodiyorit ve kuvarslı monzonit türü kayaçlardan meydana gelmektedir.
- Kayaçların ana minerallerini kuvars, plajiyoklas ve ortoklas, ferromagnezyen minerallerden ise biyotit ve hornblend meydana getirmektedir. Bazı örneklerde opak mineraller, ikincil muskovit ve klorit mineralleri ile alterasyon ürünü olan serizitleşme, killeşme, karbonatlaşma ve silisleşmeler de izlenebilmektedir.
- Granitik kayaçlar matalümin-peralümün karakterli, yüksek K'lu kalk-alkali ve şoşonitik bir afiniteye sahip olup I-tipi bir kaynaktan itibaren türemiştir. Kayaçların oluşumunda fraksiyonel (kesirli) kristallenme ve asimilasyon süreçleri etkili olmuş olup plajiyoklas, hornblend, biyotit, piroksen, apatit, zirkon ve manyetit gibi minerallerin fraksiyonlaşmasını işaret etmekte ve granitlerin gelişiminde plajiyoklas+K-feldispat+hornblend±biyotit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir.
- Kayaçlarda tespit edilen gerek dokusal gerekse bazı iz element değişimleri kayaçların oluşumunda magma karışımı süreçlerinin meydana gelmiş olabileceği göstermiştir.

- İz elementlerde gözlenen değişimler, kondrite normalize edilmiş NTE diyagramında gözlenen zenginleşmeler, yüksek SiO<sub>2</sub> (60.43-75.52) ve K<sub>2</sub>O (3.02-4.43) içerikleri ile düşük Mg# (<42) ve yüksek Na<sub>2</sub>O içerikleri (2.86-4.21) çalışılan kayaçların ana magmasının muhtemelen mantodan türeyemeyeceğini, bunun yerine kabuksal kayaçların kısmı ergimesinden türeyebileceğini işaret etmektedir.
- Kayaçların genel olarak amfibolit-metagrovaklardan türeyen bir ana magmadan itibaren oluştuğu ve orta-alt kıtasal kabuktan türemiş ergimenin ürünleri olduğu ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular Güneydere Plütönu'nun ana magmasının alt/orta kıtasal kabuk kayaçlarının kısmi ergime sonucu türediğini ve kıtasal magma odasında farklılaşarak yerleştiğini göstermektedir.
- Hesaplanan zirkon doygunluk sıcaklıkları (768-846°C ve 712-814°C), düşük ilksel magma sıcaklıklarını yansıtmakta olup, alt/orta kıtasal kabuktan türemiş ergimenin ürünleri olduğunu desteklemektedir.
- Güneydere Plütönu tektono-magmatik özellikleri bakımından volkanik yay granitlerine (VAG) benzerlik gösterdiği ve çoğunlukla “çarpışma ile ilişkili kalk-alkalen-peralkalen granitoidler” karakteri sergilediği belirlenmiştir. Bu kayaçlar adakitik özellik göstermeyip normal volkanik yay serisi özelliğini yansıtmaktadır. Bu veriler ışığında, granitik kayaçların tektonik olarak çarpışma sonrası oluştuğu ve volkanik yay ile ilişkili olduğu söylenebilir.
- Güneydere Plütönu kayaçlarında daha önce herhangi bir yaş tayini yapılmamıştır. Bununla birlikte, zirkon U-Pb jeokronolojisi ve Sr-Nd-Pb-Hf kökensel izotop çalışmalarının yapılması, bölgenin tektonomagmatik gelişiminin anlaşılmasında çok önemli katkılar koyacaktır. Dolayısıyla, bu çalışmanın bir sonraki ayağının radyojenik izotop çalışmaların oluşturması ve birimin kristallenme/yerleşim yaşı ortaya çıkarılması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ackerman, L., Krňanská, M., Siebel, W. ve Strnad, L. (2010). Geochemistry of the Drahotín and Mutěnin intrusions, West Bohemian shear zone, Bohemian massif: contrasting evolution of mantle-derived melts. *Mineralogy and Petrology*, 99, 185-199.
- Ağar, Ü. (1977). *Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Amelin, Y., Lee, D.C., Halliday, A.N., (2000). Early-middle archaean crustal evolution deduced from Lu-Hf and U-Pb isotopic studies of single zircon grains. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 64 (24), 4205-4225.
- Arslan, M., Arslan, Z. ve Dokuz, A. (2005). Bayburt tüflerinin petrografik, petrokimyasal ve petrolojik özellikleri: Doğu Pontid Güney Zonu'nda Eosen kalkalkalen felsik volkanizması. *SÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(1), 49-67.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H. (1997). Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey. *Chemie der Erde-Geochemistry*, 57, 157-187.
- Aydın, F. (2014). Geochronology, Geochemistry and Petrogenesis of the Maçka Subvolcanic Intrusions: Implications for the late Cretaceous Magmatic and Geodynamic Evolution of the Eastern Part of the Sakarya Zone, Northeastern Turkey. *International Geology Review*, 56(10), 1246-1275.
- Aydınçakır, E. ve Kaygusuz, A. (2012). Geç Kretase Yaşlı Dağbaşı (Araklı, Trabzon) Volkanitlerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 123-142.
- Aydınçakır, E. (2016). Subduction-related Late Cretaceous high-K volcanism in the Central Pontides orogenic belt: Constraints on geodynamic implications. *Geodinamica Acta*, 28(4), 379-411.
- Bacon, C.R. ve Druitt, T.H. (1988). Compositional Evolution of the Zoned Calc-Alkaline Magma Chamber of Mount Mazama, Crater Lake, Oregon. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 98, 224-256.
- Barbarin, B. (1999). A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*, 46, 605-626.

- Barker, F. (1979). Trondhjemite: Definition, Environment and Hypotheses of Origin. In: Barker, F. (Ed.), Trondhjemites. Dacites and Related Rocks. Amsterdam, Elsevier, 1-12.
- Batchelor, R. A. ve Bowden, P. (1985). Petrogenetic interpretation of granitoid rocks series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48, 43-55.
- Baykal, F. (1952). Kelkit-Şiran Bölgesinde Jeolojik Araştırmalar. MTA raporu 2205, Ankara.
- Bektaş, O. ve Gedik, İ. (1988). A new formation with leucitebearing shoshonitic volcanism in the Kop area (Everekhanları Formation) and its relationship with the evolution of the eastern Pontide arc, NE, Turkey. *Geological Society of Turkey Bulletin*, 31, 11-19.
- Bergougnan, H. (1987). *Etudes géologiques dans Test-Anatolien*. Yayımlanmamış doktora tezi, Université de Pierre et Marie Curie, Paris.
- Boehnke, P., Watson, E.B., Trail, D., Harrison, T.M. ve Schmitt, A.K. (2013). Zircon saturation re-revisited. *Chemical Geology*, 351, 324-334.
- Boynton, W.V. (1984). *Cosmochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite Studies*. P. Henderson (Der.), Rare Earth Element Geochemistry içinde (ss. 63-114). Amsterdam: Elsevier.
- Boztuğ, D., Erçin, A.İ., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A. (2006). Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 286-302.
- Chen, B., Jahn, B. M. ve Zhai, M. G. (2003). Sr-Nd Isotopic Characteristics of the Mesozoic Magmatism in the Taihang-Yanshan Orogen, North China Craton, and Implications for Archean Lithosphere Thinning. *Journal of the Geological Society London*, 160, 963-970.
- Çakmak, G. (2013). *Pelitli (Bayburt) granitoidinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Çiftçi, M. (2017). *Çakırbağ (Bayburt) Granitoidi'nin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Çoğulu, E. (1975). *Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrolojik ve Jeokronometrik Etüdü*. Yayımlanmamış doçentlik tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- Didier, J. ve Barbarin, B. (1991). Enclaves and granite petrology. Developments in petrology, vol 13. *Elsevier*, Amsterdam.
- Dokuz, A. (2011). A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides: The Köse composite Pluton. *Gondwana Research*, 19, 926-944.
- 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 (Arvin), NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 181-209.
- Dokuz, A., Tanyolu, E. ve Genç, S. (2006). A mantle- and a lower crust-derived bimodal suite in the Yusufeli (Artvin) area, NE Turkey: trace element and REE evidence for subduction-related rift origin of Early Jurassic Demirkent intrusive complex. *International Journal of Earth Sciences*, 95, 370-394.
- Eby, G. N. (1992). Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, 20, 641-644.
- 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.
- Fernandez, A. N. ve Barbarin, B. (1991). *Relative rheology of coeval mafic and felsic magmas: nature of resulting interaction processes and shape and mineral fabric of mafic microgranular enclaves*. J. Didier ve B. Barbarin (Der.), Enclaves and granite petrology, development in petrology içinde (ss. 263-275). Amsterdam: Elsevier.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S. (1992). Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında (Doğu Karadeniz) yer alan magmatik kayaların petrolojisi ve Doğu Pontidlerdeki bölgesel yayılımları. *Geological Bulletin of Turkey*, 35, 15-38.
- Göncüoğlu, M. C. (2010). Türkiye Jeolojisine Giriş: Alpin ve Alpin Öncesi Tektonik Birliklerin Jeodinamik Evrimi. MTA Genel Müdürlüğü Monografi Serisi No: 5, Ankara.
- Green, T. H. (1995). Significance of Nb/Ta as an indicator of geochemical processes in the crust-mantle system. *Chemical Geology*, 120, 347-359.
- Grove, T. L. ve Donnelly-Nolan, J. M. (1986). The Evolution of Young Silicic Lavas at Medicine Lake Volcano, California: Implications for the Origin of Compositional Gaps in Calc-Alkaline Series Lavas. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92, 281-302.

- Gücer, M. A. ve Sarı, E. (2021). Karbonifer Pamuktaş Plütunu'nun Petroğrafisi, Jeokimyası ve Petrolojik Özellikleri, Bayburt (KD Türkiye). *Yerbilimleri*, 42(1), 85-120.
- Gülmez, F. ve Genc, S. C. (2015). Amasya Civarı Geç Kretase Yaşlı Ultrapotasik Volkaniklerinde Farklılaşma Süreçleri. *Maden Teknik Arama Dergisi*, 151, 153–172.
- Güloğlu, Z. S. (2017). *Arslandede (Bayburt) Granitoyidi ve içindeki mafik magmatik anklavların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Güven, İ. H. (1993). Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 1/25.000 ölçekli jeolojisi ve komplikasyonu. *MTA*, Ankara.
- Hastie, A. R., Kerr, A. C., Pearce, J. A. ve Mitchell, S. F. (2007). Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th Co discrimination diagram. *Journal of Petrology* 48, 2341-2357.
- Irvine, T. N. ve Baragar, W. R. A. (1971). A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523-548.
- Janoušek, V., Farrow, C. M. ve Erban, V. (2006). Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, 47(6), 1255-1259.
- Kandemir, R. ve Yılmaz, C. (2009). Lithostratigraphy, Facies and Deposition Environment of the Lower Jurassic Ammonitico Rosso Type Sediments (ARTS) in the Gumushane Area, NE Turkey: Implications for the Opening of the Northern Branch of the Neo-Tethys Ocean. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34, 586-598.
- Kandemir, R. (2004). *Gümüşhane ve yakın yörelerindeki Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun çökel özellikleri ve birikim koşulları*. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C. (2007). Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sariçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting. *Lithos*, 98, 67-96.
- Karlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R. (2016). Subduction-related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlik and Casurluk plutons: Insights from geochemistry, whole-rock Sr-Nd and in situ zircon Lu-Hf isotopes, and U-Pb geochronology. *Lithos*, 266, 98-114.

- 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 and chemical equilibration. *Chemie der Erde-Geochemistry*, 69, 247-277.
- 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 - Abhandlungen*, 188 (3), 211-233.
- 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 Geochemistry*, 71, 59-75.
- Kaygusuz, A. (2020). Geochronological age relationships of Carboniferous Plutons in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 9(1), 1299-1307.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Sipahi, F. ve İlbeyli, N. (2012). Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, eastern Pontides, Turkey. *International Geology Review*, 54 (15), 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F. ve Temizel, İ. (2016). U–Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution. *Gondwana Research*, 39, 327–346.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Temizel, İ., Yücel, C., Aydınçakır, E. (2021). U–Pb zircon ages and petrogenesis of the Late Cretaceous I-type granitoids in arc setting, Eastern Pontides, NE Turkey. *Journal of African Earth Sciences* 174, 104040.
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., İlbeyli, N., Arslan, M., Chen, B. ve 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., Yucel, C., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, I., Çakmak, G. ve Güloğlu, Z. S. (2018). Bayburt kuzeyindeki (Doğu Karadeniz, Türkiye) Senozoyik yaşlı plütonik kayaların petrografisi, mineral kimyası ve kristallenme koşulları. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 157, 1-11.
- Kaygusuz, A., Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ., Yi, K., Jeong, Y-J., Siebel, W., Sipahi, F. (2020). Eocene I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey:

- insights into magma genesis and magma-tectonic evolution from whole-rock geochemistry, geochronology and isotope systematics. *International Geology Review*, 62 (11), 1406-1432.
- Keskin, İ., Korkmaz, S., Gedik, İ., Ateş, M., Gök, L., Küçümen, Ö. ve Erkal, T. (1989). Bayburt Dolayının Jeolojisi. MTA Rap. No: 8995,129s, Ankara.
- Ketin, İ. (1951). Bayburt Bölgesinin Jeolojisi. İ.Ü., Fen Fakültesi Mecmuası, Cilt no:16, İstanbul.
- Kırmacı, Z. (1992). *Alucra-Gümüşhane-Bayburt Yörelerindeki (Doğu Pontid Güney Zonu) Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Berdiga Kireçtaşı'nın Sedimentolojik İncelemesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Lai, S. C., Liu, C. Y. ve Yi, H. S. (2003). Geochemistry and Petrogenesis of Cenozoic Andesite-Dacite Associations from the Hoh Xil Region, Tibetan Plateau. *International Geology Review*, 45, 998-1019.
- Li, X. H., Li, W. X., Li, Z. X., Lo, C. H., Wang, J., Ye, M. F. ve Yang, Y. H. (2009). Amalgamation between the Yangtze and Cathaysia Blocks in South China: constraints from SHRIMP U–Pb zircon ages, geochemistry and Nd-Hf isotopes of the Shuangxiwu volcanic rocks. *Precambrian Research*, 174, 117-128.
- Loiselle, M. C. ve Wones, D. R. (1979). Characteristics of Anorogenic Granites. Geological Society of America Abstracts, 5-8 Kasım 1979, San Diego, s. 468.
- Mahood, G. ve Hildreth, W. (1983). Lagre Partition Coefficients for Trace Elements in Highsilica Rhyolites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47, 11-30.
- Maia de Hollanda, M. H. B., Pimentel, M. M., Jardim de Sá, E. F. (2003). Paleoproterozoic subduction-related metasomatic signatures in the lithospheric mantle beneath NE Brazil: inferences from trace element and Sr–Nd–Pb isotopic compositions of Neoproterozoic high-K igneous rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, 15, 885-900.
- Martin, H. (1986). Effect of steeper Archean geothermal gradient on geochemistry of subduction-zone magmas. *Geology*, 14, 753-756.
- McLennan, S. M. ve Taylor, S. R. (1984). *Archean sedimentary rocks and their relation to the composition of the Archean continental crust*. A. Kröner, G. N. Hanson ve A. M. Goodwin (Der.), Archean geochemistry içinde (ss. 42-72). Berlin: Springer-Verlag.
- McLennan, S. M. (1989). *Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes*. B.R. Lipin ve G. A. MacKay (Der.),

- Geochemistry and mineralogy of rare earth elements içinde (ss. 169-200).  
Chantilly, VA: Mineralogical Society of America.
- Mercan, M. (2009). *Dağçatı-Gökler (Gümüşhane-Bayburt) civarının jeoloji özellikleri*.  
Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Middlemost, E. A. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-  
Science Reviews*, 37, 215-224.
- Okay, A. İ. ve Şahintürk, Ö. (1997). *Geology of the Eastern Pontides*. A. G. Robinson  
(Der.), Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region  
içinde (ss. 291-311). Boulder, Tulsa: AAPG Bulletin.
- Okay, A. İ. ve Tüysüz, O. (1999). Tethyan Sutures of Northern Turkey. The  
Mediterranean Basin: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. *Geological  
Society*, London, Special Publications, 156, 475-515.
- Okay, A. İ. (2008). Geology of Turkey: A Synopsis. *Anschnitt*, 21, 19-42.
- Patiño Douce, A. E. ve Johnston, A. D. (1991). Phase equilibria and melt productivity in  
the pelitic system: implications for the origin of peraluminous granitoids and  
aluminous granulites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 107, 202-218.
- Patiño Douce, A. E. (1999). *What do experiments tell us about the relative contributions  
of crust and mantle to the origin of granitic magmas*. A. Castro, C. Fernandez ve  
J. L. Vigneresse (Der.), Understanding granites: Intergrating new and classical  
techniques içinde (ss. 55-75). London: Geological Society of London Special  
Publication.
- Pearce, J. A. (1983). *The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at  
destructive plate margins*. C. J. Hawkesworth ve M. J. Norry (Der.), Continental  
basalts and mantle xenoliths içinde (ss. 230-249). Cheshire: Shiva Publishing.
- Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner, Y.,  
Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. ve Mitchell, J. J. (1990). Genesis of  
collision volcanism in eastern Anatolia Turkey. *Journal of Volcanology and  
Geothermal Research*, 44, 189-229.
- Pearce, J. A., Haris, N. B. W. ve Tindle, A. G. (1984). Trace element discrimination  
diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25,  
956-983.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S. R. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic  
rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy  
and Petrology* 58, 63-81.

- Pelin, S. (1977). Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi. KTÜ yayını, 87, 103.
- Roberts, M. P. ve Clemens, J. D. (1993). Origin of High-Potassium, Calcalkaline, I-Type Granitoids. *Geology*, 21, 825-828.
- Rollinson, H. R. (1993). *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. New York, USA: John Wiley & Sons Press.
- Sarı, E. (2020). *Pamuktaş (Bayburt) Plütonunun Petrografik ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Saydam Eker, Ç., Akpınar, İ. ve Sipahi, F. (2016). Organic geochemistry and element distribution in coals formed in Eocene lagoon facies from the Eastern Black Sea Region, NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 25, 467-489.
- Schandl, E. S. ve Gorton, M. P. (2002). Application of High field Strength Elements to Discriminate Tectonic Settings in VMS Environments. *Economic Geology*, 97, 629-642.
- Selvi, D. (2019). *Gümüştamla-Erikdibi (Bayburt) ve civarındaki Eosen yaşlı volkanik kayaların, petrografisi, jeokimyası ve petrolojisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Shand, S. J. (1943). *Eruptive Rocks. Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite*. New York: John Wiley & Sons.
- Sipahi, F., Gücer, M. A. ve Sadıklar, M. B. (2019). Zigana Dağı (Gümüşhane, KD Türkiye) Dayklarının Jeokimyası ve Jeolojik Anlamı. *Yerbilimleri*, 40 (3), 293-325.
- Sipahi, F., Kaygusuz, A., Saydam Eker, Ç., Vural, A. ve Akpınar, İ. (2018). Late Cretaceous arc igneous activity: the Eğrikar Monzogranite example. *International Geology Review*, 60 (3), 382-400.
- Sun, S. ve McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society, London, Special Publications*, 42, 313-345.
- Şen, C. ve Dunn, T. (1994). Dehydration melting of a basaltic composition amphibolites at 1.5 and 2.0 GPa: implications for the origin of adakites. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 117, 394-409.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.

- Taşlı, K. (1990). *Gümüşhane-Bayburt Yörelerindeki Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Karbonat İstiflerinin Stratigrafisi ve Mikropaleontolojik İncelemesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Taylor, S. R. ve McLennan, S. M. (1985). *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Oxford, U.K.: Blackwell Scientific Publications.
- Thiéblemont, D. ve Téguy, M. (1994). Une discrimination géochimique des roches différenciées témoin de la diversité d'origine et de situation tectonique des magmas calcio-alcalins. *Comptes Rendus del'Académie des Sciences*, 319, 87-94.
- Thirlwall, M. F., Smith, T. E., Graham, A. M., Theodorou, N., Hollings, P. ve Davidson, J.P. (1994). High Field Strength Element Anomalies in Arc Lavas: Source or Processes. *Journal of Petrology*, 35, 819-838.
- Topuz, G. ve Altherr, R. (2004). Pervasive rehydration of granulites during exhumation-an example from the Pulur complex, Eastern Pontides, Turkey. *Mineralogy and Petrology*, 81, 165-185.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Wemer, O. ve Schwarz, W. H. (2004). Aluminous granulites from the Pulur complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallization. *Lithos*, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., 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., Altherr, R., Wolfgang, S., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasanözbek, A., Mathias, B., Satır, M. ve Şen, C. (2010). Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane pluton (NE Turkey). *Lithos*, 116, 92-110.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H. F. A (2010). Late Paleozoic-Early Cenozoic development of the Eastern Pontides (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia. *Geological Society, London, Special Publications*, 340, 281-327.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., Ustaömer, P. A., Gerdes, A. ve Peytcheva, I. (2013). *Constraints on Variscan and Cimmerian magmatism and metamorphism in the Pontides (Yusufeli-Artvin area), NE Turkey from U-Pb dating and granite geochemistry*. A. H. F. Robertson, O. Parlak ve U. C. Ünlügenç (Der.), Geological development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean region içinde (ss. 49-74). London: Geological Society London Special Publications.

- Watson, E. B. ve Harrison, M. (1983). Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters*, 64, 295-304.
- White, A. J. R. (1979). Sources of granite magmas. Geological Society of America Abstracts, 5-8 Kasım 1979, San Diego, s. 539.
- Yang, J. H., Fu, Y., Wu, F. Y., Wilde, S. A., Xie, L. W., Yang, Y. H. ve Liu, X. M. (2007). Tracing Magma Mixing in Granite Genesis: in Situ U-Pb Dating and Hf-Isotope Analysis of Zircons. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 153, 177-190.
- Yılmaz, C. (2002). Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. (1996). Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey. *International Geology Review*, 38, 935-956.
- Yılmaz, Y. (1972). *Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks, North-eastern Anatolia*. Yayınlanmamış doktora tezi, University of London, London.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genc, Ş. C. ve Şengör, A. M. C. (1997). *Geology and tectonics of the Pontides*. A. G. Robinson (Der.), Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region içinde (ss. 183-226), Boulder, Tulsa: AAPG Memoirs.
- Yücel, C. (2007). *Doğu Karadeniz Orojenik Kuşağı Güney Zonunda Akşar (Bayburt) Yöresindeki Kıvrımların Orijini ve Sınıflandırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ. ve Abdioğlu Yazar, E. (2014). Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides northeast Turkey implications for pre eruptive crystallization conditions and magma chamber processes. *Mineralogy and Petrology*, 108 (3), 439-467.

## ÖZGEÇMİŞ

Zeynep DELİMEHMET, liseyi Trabzon Fatih Sultan Mehmet Anadolu Lisesi'nde okudu. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü'nde Lisans eğitimine başladı ve 2017 yılında mezun oldu.

İş hayatına, Mayıs 2017 de Gümüştaş Madencilik ve Tic. A.Ş de Ar-Ge Mühendisi olarak başladı ve devam etmektedir.

2017 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı ve devam etmektedir.

