

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



**YOLCULAR METAMORFİTİ (BİTLİS-HIZAN) VE APLİT  
DAYKLARININ PETROJENEZİ**

**Mustafa GÜLER**

Yüksek Lisans Tezi

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mineraloji ve Petrografi

HAZİRAN 2023

T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Mineraloji ve Petrografi

# YOLCULAR METAMORFİTİ (BİTLİS-HIZAN) VE APLİT DAYKLARININ PETROJENEZİ

Tez Yazarı

**Mustafa GÜLER**

Danışman

Doç. Dr. Ayşe Didem KILIÇ

HAZİRAN 2023

ELAZIĞ

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

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Yolcular Metamorfiti (Bitlis-Hizan) ve Aplit Dayklarının Petrojenezi

Yazarı: Mustafa GÜLER

İlk Teslim Tarihi: 11.6.2023

Savunma Tarihi: 16.6.2023

**TEZ ONAYI**

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

*İmza*

Danışman: Doç. Dr. Ayşe Didem KILIÇ

Onayladım

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Başkan: Doç. Dr. Güllü KIRAT

Onayladım

Bozok Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye: Doç. Dr. Esra YILDIRIM

Onayladım

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun ...../...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

*İmza*

Prof. Dr. Burhan ERGEN  
Enstitü Müdürü

## BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Yolcular Metamorfiti (Bitlis-Hizan) Ve Aplit Dayklarının Petrojenezi” başlıklı Yüksek Lisans Tezimin kapsadığı tüm bilgilerin doğru olduğunu ve bilgilerin üretilmesi veya sunulmasında bilimsel etik kurallarına riayet edilerek hazırlamaya çalıştığımı, yararlandığım kaynaklara atıf verdiğimi ifade etmek isterim. Başta Fırat Üniversitesi olmak üzere maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri sunduğumu, tez kapsamında yer alan bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

16.06.2023

**Mustafa GÜLER**



## ÖNSÖZ

---

“Yolcular Metamorfiti (Bitlis-Hizan) ve Aplit Dayklarının Petrojenezi” başlıklı tez çalışması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalı ve Mineraloji ve Petrografi bilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından MF. 22.07 no’lu proje ile desteklenmiştir. Araştırmayı destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) birimine ve laboratuvarı kullanımı gibi arazi çalışmalarında katkılarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı’na teşekkür ederim.

Bu çalışmanın arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarını kapsayan her aşamasında yapıcı katkı ve yönlendirici bilgilendirmelerinden dolayı Danışman Hocam sayın Doç. Dr. Ayşe Didem KILIÇ’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, sevgili aileme gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

**Mustafa GÜLER**

ELAZIĞ, 2023

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Materyal ve Metod .....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Arazi Çalışmaları .....	3
1.2.2. Laboratuvar Çalışmaları .....	4
<b>1.3. Önceki Çalışmalar.....</b>	<b>5</b>
<b>2. GENEL JEOLojİ.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Bölgesel Jeoloji.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. İnceleme Alanın Konumu ve Jeolojisi.....</b>	<b>7</b>
2.2.1. Yolcular Grubu .....	10
2.2.2. Aplit daykları .....	14
2.2.3. Alüvyonlar .....	17
<b>3. BULGULAR.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Stratigrafi.....</b>	<b>18</b>
3.1.1. Meta-granitik İnrüzyonlar.....	20
3.1.2. Kuvarsit .....	21
<b>3.2. Petrografi .....</b>	<b>23</b>
3.2.1. Metagranitler.....	23
3.2.2. Granitik kayaçlar .....	24
<b>4. JEOKİMYA .....</b>	<b>26</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....</b>	<b>30</b>
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ .....	

# ÖZET

## Yolcular Metamorfiti (Bitlis-Hizan) ve Aplit Dayklarının Petrojenezi

**Mustafa GÜLER**

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2023, Sayfa: xii + 32

Çalışma alanında Bitlis masifinin Yastıktaş gözlü gınsı, Karakuş amfiboliti ve Doğruyol gınsıyla temsil edilir. Yastıktaş gözlü gınsı gözlü gınsıyla, Karakuş amfiboliti amfibolitlerle ve Doğruyol gınsı ise kuvarso-feldispatik gıns kayaçlarından oluşmaktadır. Bitlis ili Hizan ilçesinin güneyi ve Van Gölü güneydoğusunda aplit damar/silleri ile kesilen Yolcular Grubu kayaçları mikrogranit, granodiyorit ve tonalit bileşimlidir. Lökogranitik bu kayaçlar amfibolit ve granitik gınslarla uyumlu ve çoğunlukla uyumsuz kütleler halinde konulanmışlardır. Yolcular metamorfite ait kayaçlarının stratigrafisi incelendiğinde amfibolit, mikagnays/şist ile bu birimleri kesen granitik kökenli gözlü gıns, kuvarso-feldispatik gıns, biyotit metagranit, melapegmatit gibi kayaçlardan oluştuğu görülür.

Asitik magmatik aktiviteyi işaret eden damar kayaçları, Üst Triyas'ta riftleşmeyle Arabistan levhasının Anadolu levhasından ayrılması sonucu oluşmuşlardır. Magmatik aktivitenin başladığı bu süreçte, Pan-Afrikan yaşlı magmatizma ile ortognayslar, daha sonra Triyas'ta lökokratik paragnayslar oluşmuştur. Metamorfik Masif'teki ikinci ana magmatik aktive aplitlerin oluşmasına sebep olmuştur. Bitlis Metamorfiti Yolcular grubu yer yer aplit daykları ile kesilmiş, magmatik faaliyetlere ve tektonik hareketlere bağlı olarak gelişen ayrışma birime ait kayaçlarda retrograd kataklastik metamorfizma izlerinin oluşmasına sebep olmuştur.

Bitlis metamorfite ait aplit örneklerinin mineral bileşimleri Alkali feldispat, plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve hornblend'dir. Petrografik ve jeokimyasal analiz sonuçları aplitlerin ikinci aktif magmatizma etkisiyle granitten magmatik diferansiyasyonla geliştiğini işaret etmektedir. Toleyitik ve Kalkalkalen bileşime sahip granitik magma fraksiyonel kristallenmeye uğramış ve aplitler sil şeklinde yerleşmiştir. Alümino-kafemik özellikteki örneklerin kökeni olasılıkla hibrid bir magma olup magmanın oluşumunda sialik köken katkısı fazladır.

**Anahtar Kelimeler:** Masif, Hibrid magma, Toleyitik, Kalkalkalen, Bitlis

# ABSTRACT

---

## Petrogenesis of Yolcular Metamorphite (Bitlis-Hizan) and Aplit Dykes

**Mustafa GÜLER**

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

June 2023, Pages: xii +32

---

In the study area, the Yastıktaş gneiss of the Bitlis massif is represented by the Karakuş amphibolite and the Doğruyol gneiss. Yastıktaş eyed-gneiss with gneiss, Karakuş amphibolite with amphibolite and Doğruyol gneiss are composed of quartzo-feldspathic gneiss. . These leucogranitic rocks were deposited as masses compatible with amphibolite and granitic gneisses and mostly unconformable. When the stratigraphy of the rocks belonging to the Yolcular metamorphite is examined, it is seen that they are composed of amphibolite, micagneiss/schist and rocks such as granitic augen gneiss, quartzo-feldspathic gneiss, biotite metagranite and melapegmatite cutting these units.

The vein rocks indicating acidic magmatic activity were formed as a result of the separation of the Arabian plate from the Anatolian plate by rifting in the Upper Triassic. During this period when magmatic activity started, orthogneisses with Pan-African magmatism and then leucocratic paragneisses in Triassic were formed. The second main magmatic activity in the Metamorphic Massif caused the formation of aplites. Bitlis Metamorphite Yolcular group has been cut by aplit dykes in places and weathering due to magmatic activities and tectonic movements has caused the formation of retrograde cataclastic metamorphism traces in the rocks of the unit.

The mineral compositions of the aplit samples belonging to the Bitlis metamorphite are alkaline feldspar, plagioclase, quartz, biotite and hornblende. Petrographic and geochemical analysis results indicate that aplites developed by magmatic differentiation from granite with the effect of second active magmatism. Granitic magma with tholeiitic and calc-alkaline composition underwent fractional crystallization and aplites were emplaced in the form of sills. The origin of the alumino-calcic specimens is probably a hybrid magma, and the contribution of sialic origin to the formation of magma is high.

**Key Words:** Massive, Hybrid magma, Tholeiitic, Kalkalkaline, Bitlis

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Çalışma alanının konumu .....	8
Şekil 2.2. A-Türkiye' nin masif ve kenet zonlarını gösteren harita .....	9
Şekil 2.3. İnceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritası .....	10
Şekil 2.4. Masif amfibolitlerin arazi görünümü .....	11
Şekil 2.5. Yolcular grubuna ait Biyotit-gnays örneği.....	11
Şekil 2.6. Bantlı ve gözlü gnayslardan bir görünüm .....	12
Şekil 2.7. Paragnaysları kesen aplit damarlarının arazi görünümleri .....	13
Şekil 2.8. Granitik gnays ve biyotit gnayslarla geçişli amfibolitler .....	13
Şekil 2.9. Migmatitlerden bir görünüm (Pancarlı mahallesi 80 metre güneyi) .....	14
Şekil 2.10. Çalışma alanı Yelcik tepe yamacından alınan aplit damarlarına ait sil ve merceksel geometri	15
Şekil 2.11. Gnays birimi içerisinde izlenen aplit daykırdan görünüm. ....	16
Şekil 2.12. Biyotitşist ve foliasyonlu amfibolitleri kesen aplit damarı .....	16
Şekil 3.1. Masif amfibolitler ve amfibolitleri kesen aplit sillerinden bir görünüm .....	19
Şekil 3.2. Amfibol-klorit şistlerin mikroskop görünümü .....	19
Şekil 3.3. Amfibolitlerin mikroskop görüntüleri. Hornblend (Hbl), plajiyoklaz (pl) .....	20
Şekil 3.4. Aplitlerin sil şeklinde paragnayslar içine sokulum konumu .....	21
Şekil 3.5. Paragnays metaaplit geçişi ve deformasyon etkisiyle mineral farklılaşmaları .....	22
Şekil 3.6. Kuvarsit merceklerinden bir görünüm .....	22
Şekil 3.7. Aplitin mikroskop görünümü.....	24
Şekil 3.8. Aplit daykırdan alınmış el örneği (A) ve ince kesit görüntüsü (B). ....	25
Şekil 4.1. İnceleme alanındaki magmatik kayaların diyagramındaki konumu .....	27
Şekil 4.2. Kayaların AFM diyagramı üzerindeki dağılımı .....	28
Şekil 4.3. K <sub>2</sub> O-SiO <sub>2</sub> diyagramı üzerinde örneklerin dağılımı .....	28
Şekil 4.4. Kondrit ve N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları.....	29

## TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

---

<b>Tablo 4.1.</b> Aplit örneklerinin ana oksit analizi ve iz element miktarları (ppm), $A/CNK=Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$ .....	26
---	----

## SİMGELER

<b>Ag</b>	: Gümüş
<b>Al</b>	: Alüminyum
<b>As</b>	: Arsenik
<b>Au</b>	: Altın
<b>Ba</b>	: Baryum
<b>Be</b>	: Berilyum
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>Ce</b>	: Seryum
<b>Co</b>	: Kobalt
<b>Cr</b>	: Krom
<b>Cs</b>	: Sezyum
<b>Dy</b>	: Disprozyum
<b>Er</b>	: Erbiyum
<b>P</b>	: Fosfor
<b>Pr</b>	: Praseodim
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>Rb</b>	: Rubidyum
<b>Sb</b>	: Antimon
<b>Sc</b>	: Skandiyum
<b>Eu</b>	: Evropiyum
<b>Fe</b>	: Demir
<b>Gd</b>	: Gadolinyum
<b>Hf</b>	: Hafniyum
<b>Hg</b>	: Cıva
<b>Ho</b>	: Holmiyum
<b>Ir</b>	: İridyum
<b>K</b>	: Potasyum
<b>La</b>	: Lantanyum
<b>Lu</b>	: Lutesyum
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>Mn</b>	: Manganez
<b>Mo</b>	: Molibden
<b>Nb</b>	: Niyobyum
<b>Nd</b>	: Niyodyum
<b>Ni</b>	: Nikel
<b>Se</b>	: Selenyum
<b>Si</b>	: Silisyum
<b>Sm</b>	: Samaryum
<b>Sn</b>	: Kalay
<b>Sr</b>	: Stronsiyum
<b>Ti</b>	: Titanyum
<b>Tn</b>	: Tulyum
<b>U</b>	: Uranyum
<b>V</b>	: Vanadyum

<b>Y</b>	: İtiryum
<b>Ta</b>	: Tantalum
<b>Tb</b>	: Terbiyum
<b>Th</b>	: Tonyum
<b>Yb</b>	: İterbiyum
<b>Zn</b>	: Çinko
<b>Zr</b>	: Zirkonyum
<b>Kv</b>	: Kuvars
<b>Pl</b>	: Plajiolklas
<b>Gr</b>	: Granat
<b>Kl</b>	: Klorit
<b>Bt</b>	: Biyotit
<b>Af</b>	: Amfibol
<b>Sz</b>	: Serizit
<b>Mu</b>	: Muskovit
<b>Gln</b>	: Glokofan
<b>Sfn</b>	: Sfen
<b>Ep</b>	: Epidot
<b>Kls</b>	: Kalsit

## KISALTMALAR

<b>SiO<sub>2</sub></b>	: Silisyum Dioksit
<b>TiO<sub>2</sub></b>	: Titanyum Dioksit
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Alüminyum Oksit
<b>MgO</b>	: Magnezyum Oksit
<b>MnO</b>	: Mangan Oksit
<b>CaO</b>	: Kalsiyum Oksit
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	: Sodyum Oksit
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Demir Oksit
<b>K<sub>2</sub>O</b>	: Potasyum Oksit
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	: Fosfor Pentoksit
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Krom Oksit
<b>ICP-MS</b>	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
<b>E-MORB</b>	: Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı
<b>N-MORB</b>	: N-tipi okyanus ortası sırtı bazaltı
<b>LILE</b>	: Büyük İyon Yarıçaplı Elementler
<b>NTE</b>	: Nadir toprak Elementler

# 1. GİRİŞ

Türkiye jeolojisi kayaç çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Metamorfik masiflerin yaygın olduğu geniş alanlara sahip ülkemizin farklı bölgelerinde bu zenginliği görmek mümkündür. Magmatik, sedimanter ve metamorfik kayaç türlerini kapsayan metamorfik masiflerden biri Bitlis-Pütürge masifidir. Bitlis masifi üzerine yapılmış çalışmalar [1]. Birimin yapısı, kayaç içerikleri ve özellikleri konularında literatüre önemli katkılar sağlamıştır. Sonraki yıllarda ağırlıklı olarak petrografi ve jeokronoloji üzerine çalışmalar bulunmaktadır [2].

Alt Birlik ve Üst Birlik olarak iki bölüme ayırdığı Bitlis masifinin, üç deformasyon aşaması izleri taşıdığını ve ilerleyen ve gerileyen iki metamorfizma geçirdiğini ifade eder. Bu metamorfizma dışında, Alpin orojenezi öncesi ve orojenezi evresinde de dinamik metamorfizmaya maruz kaldığı mineral parajenezinden görülür [2].

Yakınlaşan kıtasal levhaların sınırında yer alan Bitlis Masifi'ni Paleozoik'te yoğun deformasyon gösteren ve farklı derecelerde metamorfizmaya uğramış *kristalin temel* (Anadolu Levhası'nın) olarak ifade eder. Bir başka çalışmada, Bitlis masifinin güneyindeki Tetis okyanusunun Üst Kretase zamanında en altta kaldığını ve Miyosen zamanında yitimin sonlandığını ifade eder [3].

"Bitlis Metamorfitleri'nde Volkanitli Triyas" başlıklı yayınında, Üst Triyas riftleşmesi ile Arabistan Levhası'ndan ayrılan Anadolu Levhası'nın güney kenarının tamamen metamorfitlerden ibaret olduğunu ifade eder [4].

Masifi *Eski kütle ve Epimetamorfik örtü* olmak üzere ikiye ayırarak; Almandin-amfibolit fasiyesini *Eski kütle*, yeşilist fasiyesinin kuvars-albit-muskovit-klorit seviyesinide *Epimetamorfik örtü* birimleri olarak tanımlar. Epimetamorfitler ve Eski kütle kayaçlarına ait mineral parajenezleri polimetamorfizma izleri taşır [5].

Bitlis Masifi'ni, Arap Levhası'nın kuzeydeki genişleme sonucu oluşan ve Alpin Metamorfizması'ndan itibaren Kampaniyen-Üst Maastrichtiyen'deki ofiyolit yerleşimiyle üzerlenmiş bir masif olarak değerlendirir [6].

Bitlis Metamorfik Kuşağı'nı Orta Devoniyen öncesi Hizan Grubu ve Orta Devoniyen-Üst Triyas yaşlı Mutki birimi olarak ayırır. Masif'i, Arap Levhası'nın kuzeyinde yer alan ve şelf ortamında gelişen Triyas sonrasında riftleşmeyle çökelmiş kıta kenarı çökelleri olarak tanımlar. Hizan ve Mutki Grubu'nun Üst Kretase (75 my) zamanında retrograd metamorfizmaya uğradığını ve mineral parajenezlerinde bunun izlerini görmenin mümkün olduğunu ifade eder [7].

Jeokronolojik yaşlandırmada Helvacı and Griffin [8] muskovit minerallerinde Rb-Sr izotop yaşında alt kütle için 90 my ilk metamorfizma yaşı olarak belirtirken ikinci metamorfizma yaşının ise 40 my olduğunu kanıtlar. Bitlis metamorfiti üzerine yapılan benzer diğer çalışmalar; Yılmaz ve diğerleri [9], Yılmaz [10], Şengör ve Yılmaz [11], Erdoğan ve Dora [12], Yurtsever ve

diğerleri [13], Çağlayan ve diğerleri [14], Göncüoğlu ve Turhan [7]' dir. Masifin yaşı ile ilgili son çalışmalarında, mikaşistlere ait muskovitlerde 74-79 Ma yaşını ve metamorfitlere ait zirkon mineralinde ise U-Pb yaşlandırması ile Doğruyol gnaysı için 572 milyon yıl ve Mutki metagranitleri için 546 milyon yıl yaşını belirlemişlerdir [8].

Literatür bilgileri ve arazi gözlemleri sonucunda, Bitlis Masif'i metamorfitleri stratigrafik olarak iki asıl kayaç grubundan oluşur. Masifin üst ve alt kayaç birimleri arasında açısız uyumsuzluk bulunduğunu ayrıca eski temel ve bu birimi açısız uyumsuzlukla kesen epi-metamorfik örtü [8-9]. Hizan grubu (Alt birlik) ve Mutki grubu (Üst birlik), alt birlik ve üst birlik ile temel Permian yaşlıdır [7, 15, 16, 17, 18]. Bitlis masifi Göncüoğlu ve Turhan [7] tarafından alt metamorfitle ve üst metamorfitle olarak iki bölüme ayrılmıştır. Alt grup kayaçları amfibolit, gözlü gnays, pegmatit, kuvars mikaşist, granat mikaşist, metakuvarsit ve mermerden ibarettir ve granitik sokulumlarla kesilmiştir. Üst grup kayaçları mikaşist, metakuvarsit, kloritist, mermer ve kalkıştından ibarettir. Üst grup kayaçlarını petrografik açıdan detaylı olarak incelenmiş [10-11], Alt Birlik/Çekirdek kayalarının amfibolit, paragnays/şist, eklojit ve bunları kesen granit ve hololökokratik granitik kayaçlardan, Üst Birlik/örtü kayalarının ise metapelitler ve bunları geçişli olarak örten rekristalize kireçtaşı, dolomitik mermer, mermer, kuvars-mermer ve kloritoyidli mermerden oluştuğunu ve mineral parajenezine bakıldığında yaygın olarak horblend, stavrolit, tremolit/aktinolit, granat (almandin), plajiyoklaz, klinozoisit, zirkon, klorit, epidot, biyotit ve opak mineral içerdiğini belirtir. Amfibolit fasiyesi'nden Yeşilşist fasiyesi'ne kadar değişen metamorfik dereceye sahip masif kayaçlarının ilk metamorfizması Kadomiyen Metamorfizması'dır. Bu metamorfizma, yay-kıta çarpışması ve ofiyolitlerin üzerlemesi sonucu Kampaniyen zamanında gelişmiştir [12]. Bitlis Masifi'nde yüzeyleyen bölgesel metamorfitle birçok araştırmacı tarafından [19, 11, 21, 22, 23] (Şekil 2.1) incelenmiş ve Bitlis Masifi'nin örtü biriminde bulunan glokofan, karfolit ve aragonit mineralinin alterasyonu sonucu kalsit mineralinin oluştuğu belirtilir. Mineral parajenezi yüksek basınç ve düşük sıcaklık koşullarını işaret eden metamorfizmayı göstermektedir. Neotetisin kapanması sırasında masifin derin gömülmeye maruz kalması ile nap yığılı yapısı kazandığını ifade etmiştir [13].

İnceleme konusu Bitlis Masifi'nin büyük bir bölümünde yüzeyleyen ve yüksek dereceli metamorfizma koşullarının en önemli göstergeleri ise Yolcular Metamorfiti'dir. Bu metamorfik birim, amfibolit, paragnays, migmatit ve pegmatoidlerden oluşur. Mikrogranit ve tonalit gibi lökogranitler, amfibolit ve granitik gnayslarla uyumlu olmakla birlikte masifin bazı yerlerinde uyumsuz kütleler halinde bulunmaktadır. Çalışma alanı bu birimi kapsamaktadır.

Bu tez çalışması aşağıdaki sorulara yanıt bulmak amacıyla hazırlanmıştır:

- 1) Yolcular metamorfite ait kayaçlarının stratigrafisi nedir?
- 2) Yolcular metamorfite ait kayaçlarının güncel analiz yöntemleri ile petrografisi nedir?

- 3) Asitik magmatik intrüzyonların mineralojik, petrografik özelliği ve jeokimyası nedir?
- 4) Aplit dayklarının tektonik ortamı ve metamorfizma derecesinden etkilenme oranı nedir?

Yolcular metamorfik kayaçlarının stratigrafisi, petrografisi ve özellikle aplit dayklarının mineralojik-jeokimyasal özelliklerini ortaya koymak amacıyla planlanan bu çalışmada çalışma alanı olarak, Bitlis Hizan ilçesi ve yakın çevresi içerisinde yer almaktadır. Yolcular metamorfitlerinin ve bunları kesen aplit dayklarının yüzeyleme sunduğu inceleme alanında örnek alımı amaçlı arazi ve laboratuvar çalışmaları ile elde edilen bilgiler dört bölümde açıklanmıştır. İlk bölümde, inceleme alanı ve yakın çevresinde bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar, ikinci bölümde bölgesel ölçekte jeolojik konumu ve özellikleri, üçüncü bölümde ise bulgular başlığı altında tez çalışması sırasında kullanılan analiz yöntemleri, litoloji, petrografik özellikler, asitik magmatik kökenli aplitlerin jeokimyasal özellikleri verilmiştir. Tartışma ve sonuçların yer aldığı son bölümde, birimlerin oluşum ortamları, mineral parajenezleri ve metamorfizma geçişleri elde edilen sonuçlarla kıyaslanmaktadır.

## **1.1. Materyal ve Metod**

Bu lisansüstü tez çalışması; bölgenin 1/25.000'lik ölçekli jeoloji haritası üzerinde mikro yapısal verilerin incelenmesi amacı ile inceleme amaçlı örneklerin lokasyonlarının belirtilmesi için kullanılmıştır. Kayaç örneklerinin petrografik ince kesitlerinin yapılması ve polarizan mikroskobunda çalışmayı kapsamaktadır. Yolcular metamorfiti ve aplit dayklarından tektonik ortamını ortaya koymak ve mineral içeriklerini belirlemek amacı ile yirmi adet kayaç numunesinin jeokimyasal analizleri yapılmıştır. Tez kapsamında kullanılan yöntemler ve analizler başlıklar altında açıklanmaktadır.

### **1.1.1. Arazi Çalışmaları**

2021-22 bahar ve yaz dönemlerinde yapılan arazi çalışmaları ile bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde uygun lokasyonlardan örnekler alınmış ve örnek lokasyonlar işaretlenmiştir.

Jeolojik çalışmalar sırasında yayılım sunan kayaçlardan, dokanak izlenerek deformasyon, doku ve renk değişimleri gözlenmiş ve örnekleme yapılmıştır. Yönlü ve çizgisel yapılardan ölçümler alınmıştır. Özellikle her birime özgü foliasyon, lineasyon veya kıvrımlar gibi mikroyapısal özellikler fotoğraflanmış ve tez içerisinde uygun bölümlerde destekleyici veri olarak kullanılmıştır.

## 1.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları ile seçilen örneklerden ince kesit hazırlama işlemleri Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji- Petrografi Ana Bilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır. Foliasyona dik, lineasyona paralel olarak alınan örneklerden ince kesit yüzeyleri belirlenmiş ve yaklaşık 2 cm kalınlığında kesilmiştir. Alınan parça boyutları 2x3x2 cm olacak şekilde hazırlanmıştır. Örneklerin boyutları kullanılacak lamellerin boyutuna uyumlu (mikroprob için 5-2.3-0.2 cm boyutları ve ince kesitler için 7.5-2-0.1 cm boyutlu olması gerekir). Her numune keçeli kalemle örneğin üzerine numaralandırılmıştır. 2x3x2 cm boyutlu örnek parçaları kesildikten sonra lamel üzerine yapıştırılacağı yüzey zımpara tozu ile düzleştirilir. Düzleştirmede ilk aşamada 120 no'lu kalın zımpara tozu, sonra 600 ve 1000 no'lu zımpara tozları kullanılır. Zımpara tozlarından arındırılmaları için örnekler 10 dakika ve 25 °C sıcaklıkta ultrason banyosunda bekletilir. Daha sonra örneklerin yapıştırılacak yüzeyi yukarı kalacak şekilde ve kesinlikle dokunulmadan bir gece yaklaşık 30 °C'lik bir etüv tepsisinde kurutulur. Etüvden çıkarılan örnekler asetonla yüzeyleri temizlenmiş lameller üzerine yapıştırılır. Yapıştırılan tüm örnekler, tekrar 30 °C'lik etüv fırınında bekletilir ve ince kesit makinesinde inceltme diski yardımı ile lamel üzerinde geriye kalan kesilmiş örnekler 30 µ'a kadar inceltilecek şekilde, tipik kuvars mineralinin mikroskopta bakıldığında gri-beyaz-soluk sarı girişim renklerinin gözlenip gözlenmediği kontrol edilerek inceltilmeye devam edilir.

Kimyasal analizler amaca uygun olarak seçilmiştir. Kayaçların tektonik ortamını belirlemek amacı ile hazırlanması planlanan toplam 6 örnekte anaoksit, iz ve nadir toprak element analizleri ICP-MS yöntemiyle incelenmiştir. Kimyasal analizlerin tümü ACME-Analiz laboratuvarında yapılmıştır.

Yaklaşık 2x3x2 cm boyutlu seçilmiş örnekler tüm kaya için öğütülmeden, diğer analizler için agat havanlarda <62µ' dan küçük tane boyutuna kadar öğütülmüştür. Öğütülen örnekler poşetlere bölünmüş ve numaralanmıştır.

Çalışma konusu, Yolcular metamorfiti ve aplit dayk örnekleri üzerine ulusal/uluslararası literatür taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılarak tezin amacına ulaşılması hedeflenmiştir. Arazi gözlem ve jeolojik haritaları ile birimlerin özellikleri, stratigrafik ilişkileri, kimyasal analiz verileri uygun programlarda değerlendirilmiş ve sonuçlar Adobe Illustrator CS6 programı kullanılarak çizim ve diyagramlar hazırlanmıştır. Petrografik ve kimyasal sonuçlar, çeşitli hazır paket programlarında (Grapher 9, Microsoft Office Excel 2010) değerlendirilmiştir. Bu tez çalışması Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

### 1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanında Bitlis masifine ait Yolcular grubu ve bu kayaçları kesen asitik magmatitler bulunmaktadır. Bitlis Masifi bölgesel metamorfizma ürünü metamorfitler, farklı araştırmacılar [9,11,22,23] tarafından incelenmiştir. Tüm çalışmaların ortak özelliği masifin Alt Birlik ve Üst Birlik olarak farklı iki litolojiye ayrılmasıdır. Alt Birlik veya çekirdek kayaçları; Amfibolit, paragnays/sist, eklojit ve bunları kesen granit ve holo-lökokratik granitik kayaçlardan oluşurken, Üst Birlik veya örtü kayaçları, meta-pelitler ve meta-karbonatlardan oluşur.

Bitlis Masifi, Neotetisin kapanması sırasında derin gömülme sonucu üstteki nap ağırlığının sebep olduğu yüksek basınç izleri taşımaktadır ve Türkiye masifleri içerisindeki en büyük masif olma özelliğine sahiptir [13].

Magmatik ve metamorfik kayaç serisi bulunduran Bitlis masifi metamorfik kayaçlarından Yolcular Grubu; amfibolit, mika gnays, mikaşistler ile bunları kesen granitik kökenli gözlü gnays, biyotit meta-granit, melapegmatit ve kuvarso-feldispatik gnays gibi kayaç türlerini kapsar. Birim, Kaledoniyen metamorfizmasına uğramış ve Gondwana temel kayaçlarından ibarettir (Oyan ve Özdemir, 2012) [14].

Bitlis masifi granit kökenli gözlü gnayslar (Yastıktaş gözlü ganysı), amfibolitler (Karakuş amfiboliti) ve kuvarso-feldispatik gnayslar (Doğruyol gnaysı) en yaygın litolojilerdir. Yolcular Grubu'na ait Yastıktaş gözlü gnaysı ile Karakuş amfiboliti, Van Gölü'nün güneydoğusunda ve Bitlis ili Hizan ilçesinin güneyinde geniş yayılım sunar ve masifin alt birlik kayaçlarıdır.

Çağlayan ve diğerleri (1984), Doğu-batı uzanımlı Yolcular grubunun, Gevaş-Bitlis antiklinali'nin çekirdeğini oluşturduğunu ifade ederler [6].

Göncüoğlu ve Turhan (1985), Yolcular grubundaki migmatitleşmeyi incelemiştir. Bitlis Masifi'nin yerleşimi sırasındaki naplaşmadan dolayı migmatitleşmenin geliştiğini belirtmiştir [15].

Ustaömer ve diğerleri (2012), Yolcular metamorfitlerine ait metagranitler ve paragnaysların zirkonlar üzerine yaptığı jeokronolojik çalışmada, 672 milyon yıl yaşını belirlemiş ve yüksek dereceli metamorfizmayı temsil eden Yolcular Metamorfiti'nin amfibolit, paragnays, migmatit ve pegmatoidlerden oluştuğunu belirlemiştir [8].

Metamorfik masifler içerisinde asitik magmatik aktiviteyi işaret eden damar kayaçlar görülmektedir. Bitlis masifi ve Menderes masifi bunlara örnektir. Menderes Masifi'nde Pan-Afrikan (Geç Prote-rozoyik / Kambriyen), Triyas ve Tersiyer yaşlı üç farklı magmatik aktivite gelişmiştir. Bitlis masifinde pegmatoid damarlarının oluşmasını sağlayan magmatik aktivitenin yaşı, Perinçek [4]'e göre, Arabistan levhasından riftleşme (Üst Triyas) ile ayrılan Anadolu levhasının riftleşmeye bağlı olarak kırılması magmatik aktivitenin başlama zamanıdır. Ortognayslar Pan-Afrikan yaşlı magmatizmayı temsil etmektedir. Triyas yaşlı lökokratik

ortognayslar ve yer yer paragnaysları kesen applitler Metamorfik Masif'teki ikinci ana magmatik aktiveyi göstermektedir [16,17].

Birçok masifde (Menderes masifi gibi) paragnays birimi ile uyumlu olan mikaşistler içerisindeki applit silleri, Pan-Afrikan Orozeneji'nin farklı safhalarında sokulum yapmıştır. Ortognaysların petrografik ve dokusal özelliklerini etkileyen orojenik süreçler, önceki araştırmacılar tarafından kapsadıkları mineral içeriğine göre adlandırılmıştır [17,18,22].



## 2. GENEL JEOLOJİ

### 2.1. Bölgesel Jeoloji

Metamorfik masifler, tektonik birlikler gibi oldukça farklı litoloji, metamorfizma ve deformasyona eşlik eden eşzamanlı veya daha sonra gelişen tektonizma tarihçesi sebebiyle birbirlerinden ayrılırlar.

Türkiye'nin ilk levha tektoniğine dayanan sınıflamasını ortaya koyan Şengör ve Yılmaz [11], Türkiye'nin ofiyolit ve ofiyolitik kayaç topluluklarını içeren kenet zonları ve kenet zonları ile ayrılan kıtasal birlikleri adlandırmıştır. Bu araştırmacılar, Pontidler (Istranca Napı, İstanbul Napı, Bayburt Napı, Küre Napı) ve Sakarya Kıtası, Torid – Anatolid Platformu, Doğu Anadolu Yığılım Karmaşığı ve Arap Platformu adlamasını kullanmışlardır. Türkiye'nin masiflerini ve tektonik birliklerini içeren çalışmasında Oberhanslı ve diğerleri [13]; Rodop – Istranca Zonu, İstanbul Zonu, Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi, Torid – Anatolid platformu, Menderes Masifi, Bitlis-Pütürge masifi ve Arap Platformu adını vermiştir (Şekil 2.2) [10].

İnceleme konusu Yolcular metamorfizmasının içinde bulunduğu masif, hem Türkiye'deki masiflerin en doğusunda bulunur, hemde en büyük masif olma özelliğine sahiptir. Diğer önemli masiflerden bazıları ise; Niğde Masifi, Kırşehir Masifi, Kızılırmak Masifi, Akdağmadeni-Yozgat Masifi Orta Anadolu Masifi veya Orta Anadolu Kristalin Kompleksi gibi Türkiye'nin önemli masifleri arasında yer alan bir masiftir [19-20-21].

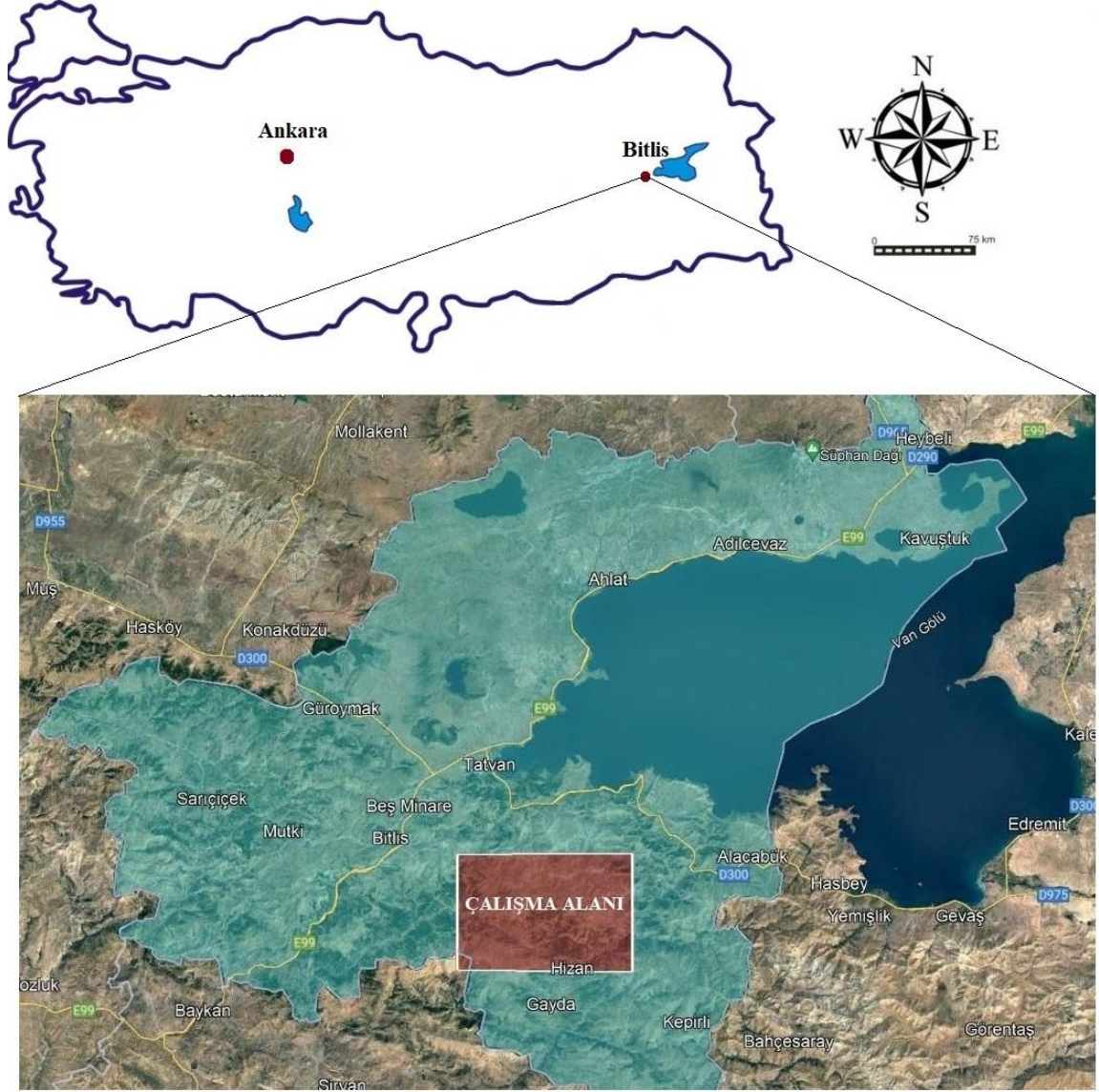
### 2.2. İnceleme Alanın Konumu ve Jeolojisi

İnceleme alanı Bitlis-Pütürge masifinin doğusunda yer alır. Van Gölü'nün güneyinde 145 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır. Bitlis masifinin alt birliğini temsil eden Yolcular Metamorfizmaları amfibolit, migmatit, paragnays ve lökokratik damar kayaçlarını içerir (Şekil 2.3) Yoğun tektonizma ve deformasyon geçirmiş olan Prekambriyen yaşlı bu granitler, Bitlis ilinin Hizan ilçesinden yaklaşık KB-GD ve D-B doğrultusu boyunca Bingöl ili Avnik ilçesine kadar Bitlis Masifi'nin Alt Metamorfizmaları içinde yaygın olarak izlenir (Şekil 2.2). Genel olarak granitoid kütlelerinin anateksi süreçlerinin etkisiyle geliştiği ifade edilirken, pegmatoid kütlelerinin Bitlis'in Bölük yazı ve Hizan ilçeleri arasında kalan bölgede yayılımı yüksektir.

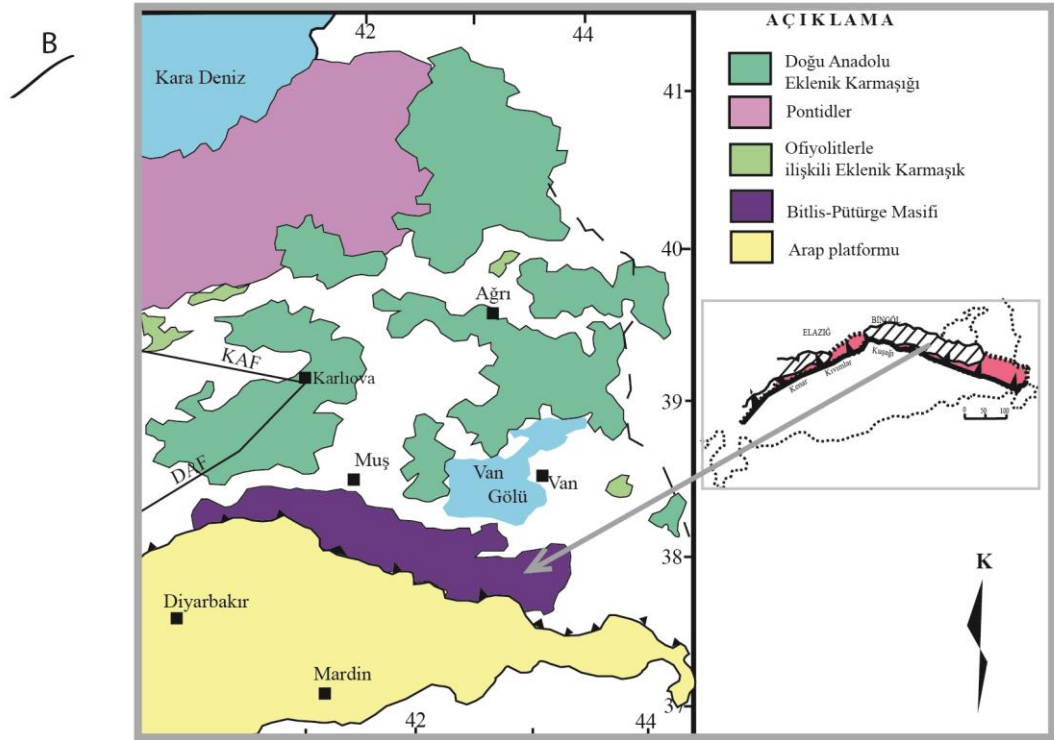
Yolcular gubu, Bitlis metamorfik masifi içerisinde yer almakta ve en iyi yüzeylenmesini Bitlis ili Yolcular ilçesi çevresinde gösterdiği için "Yolcular Metamorfizmaları/Yolcular grubu" adı altında ifade edilmektedir (Şengün, 1984). Yüksek dereceli metamorfizma koşullarını gösteren bu birim, amfibolit ve paragnayslara ek olarak migmatit seviyeleri ve pegmatoid türü kayaçlar ile

temsil edilmektedir. Gnayslarda biyotit içeriği yüksek olup lökogranitik kayalar granit-granodiyorit bileşimlidir.

İnceleme alanı, İnceleme alanı Bitlis L48-B3 ve L48-B4 paftaları içerisinde yer almakta olup, Bitlis İli Merkez İlçesine bağlı Bölük yazı köyü, Bitlis Hizan İlçesinin kuzeybatısı ve Siirt İli Şirvan İlçesi Cevizlik köyünün kuzeyini kapsamaktadır. Alan içerisinde çalışma yapılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışma alanının konumu [31]



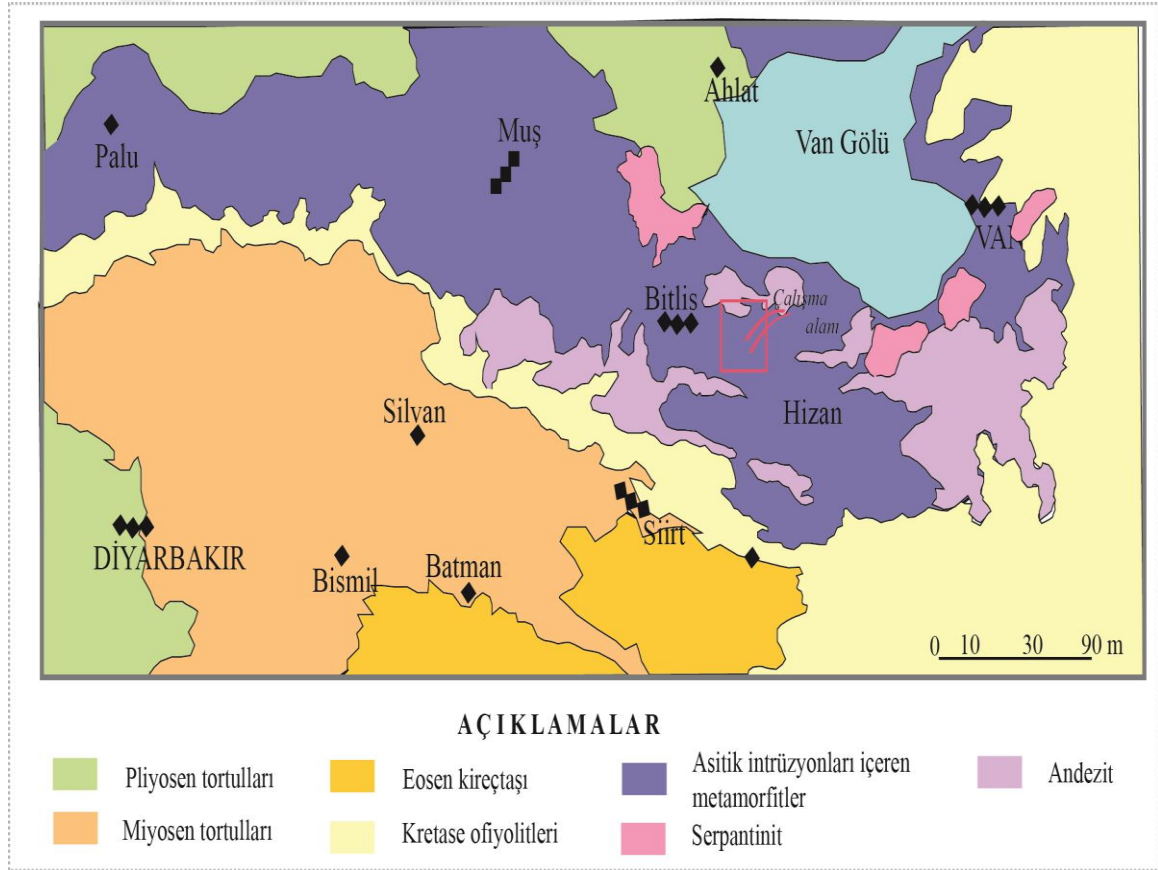
Şekil 2.2. A-Türkiye' nin masif ve kenet zonlarını gösteren haritası [14] B- Bitlis masifinin konumu

### 2.2.1. Yolcular Grubu

Bu birimin en iyi gözleendiği yer olan Bitlis ili Yolcular ilçesi metamorfitleme adını vermiştir. Amfibolit, paragnays, yer yer migmatit ve granitoid kayaç gruplarını kapsayan birim, Bitlis masifinin alt birliğine denk gelir. İnceleme alanında amfibolitler en yaygın kayaç türüdür (Şekil 2.4).

Amfibolitler, paragnayslar ve asitik magmatiklerle uyumsuz bir litoloji halindedir. Hazo Tepe civarında yaklaşık 1-1.2 km<sup>2</sup>'lik bir alanda amfibolit kütleleri izlenir (Şekil 2.4). Yeşil ve yeşilimsi mavi rengi, masif ve metamorfizmadan etkilenmiş şistozite yapısı kazanmış amfibolışistler şeklinde iki özellikte görülür (Şekil 2.5, Şekil 2.6A).

Amfibolitlerin önemli özelliklerinden biri biyotit mineralleridir (Şekil 2.6D). Granatlar almandin-amfibolit fasiyesinin karakteristiğidir.



Şekil 2.3. Çalışma alanının jeoloji haritası ve yer bulduru



Şekil 2. 4. Masif amfibolitlerin arazi görünümü



Şekil 2.5. Yolcular grubuna ait Biyotit-gnays örneği



**Şekil 2.6.** Bantlı ve gözlü gnaylardan bir görünüm

Paragnayslar, mika minerallerinin oranına bağlı olarak iki farklı mineralojide izlenir (Şekil 2.6 ve Şekil 2.7). Mineralojik bileşimlerine bağlı olarak kayaç rengide değişiklik gösterebilir. Örneğin, Biotitçe zengin gnayslar daha koyu renklidir. Biotit oranı yüksek paragnayslar amfibolitler aplitlerle dokanak halindedir (Şekil 2.8). Muskovitçe zengin paragnayslar daha açık renklidir. Fakat yayılımı biyotitli gnayslara göre fazla değildir.

İnceleme alanı içerisinde ve Pancarlı Mahallesi çevresinde yaygın litoloji migmatitlerdir. Migmatitler, lökosom ve melanosom seviyeleri şeklinde, santimetreden metreye kadar değişen kalınlıklarda izlenmektedir. Açık renkli kuvars ve feldispast minerallerince zengin ve granitik lökosomlar ve koyu renkli genellikle hornblend, biyotit, az miktarda kuvars minerallerinden

oluşan melanosomlar tipik migmatit yapısı göstermektedir (Şekil 2.9). Amfibolitler ve granitoidler aplitik damarlarla kesilmektedir. (Şekil 2.8).



Şekil 2.7. Paragneissleri kesen aplit damarlarının arazi görünümüleri



Şekil 2.8. Granitik gnays ve biyotit gnayslarla geçişli amfibolitler



Şekil 2.9. Migmatitlerden bir görünüm (Pancarlı mahallesi 80 metre güneyi)

### 2.2.2. Aplit daykları

Aplit damarları K-feldispat, plajiyoklaz, kuvars ve biyotit minerallerinden oluşur. Kayaç açık renkli minerallerce zengin olup koyu renkli mineral olarak az oranda biyotit içerir. Kendi magmasının geç ürünleri olan aplit damar kayaçları inceleme alanındaki metamorfik birimler içerisinde farklı doğrultularda ve plütonik kütle şeklindedir (Şekil 2.7). Paragnays ve amfibolit birimleri içerisine sokulmuş aplitik damar kayaçları Yolcular grubunun alt seviyelerinin iyi gözleendiği Yelcik Tepe ve civarında belirgin bir şekilde yoğunudur (Şekil 2.11). Kısmen tektonizma ve metamorfizma etkisiyle sokulum sınırlarında yapraklanma izlenmektedir. Özellikle metamorfizma etkisiyle göz yapısı ve budinler içerisinde rekristalizasyon ürünü feldispatlar gelişmiştir (Şekil 2.12).

Aplit damarları metamorfizma etkisiyle gnays birimi içerisinde merceksel bir konumda izlenmektedir. Aplit sil ve mercekleri alterasyon etkisiyle kırmızımsı bir görünüm sergilemektedir (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10.** Çalışma alanı Yelcik tepe yamacından alınan aplit damarlarına ait sil ve merceksel geometri



**Şekil 2.11.** Gnays birimi içerisinde izlenen aplit daykından görünüm.



**Şekil 2.12.** Biyotitli ve foliasyonlu amfibolitleri kesen aplit damarı

### 2.2.3. Alüvyonlar

Alüvyonlar Pütürge metamorfiti'ni uyumsuz olarak örtmektedir. Alüvyonlar Babik çayı, şeyh deresi ve çevresinde görülmektedir. Alüvyonlar gevşek malzemeli ve Pliyo-kuvaterner yaşlı oluşumlardır. Çalışma alanının güneydoğusunda geniş alalarda gözlenmiştir. Alüvyonların malzemesini irili ufaklı kum, çakıl ve silt oluşturur. Malzemesini metamorfitlelerden ve sedimanterlerden alan birim, çakıl boyutundan kil boyutuna kadar değişen gevşek malzemedir ibarettir.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. Stratigrafi

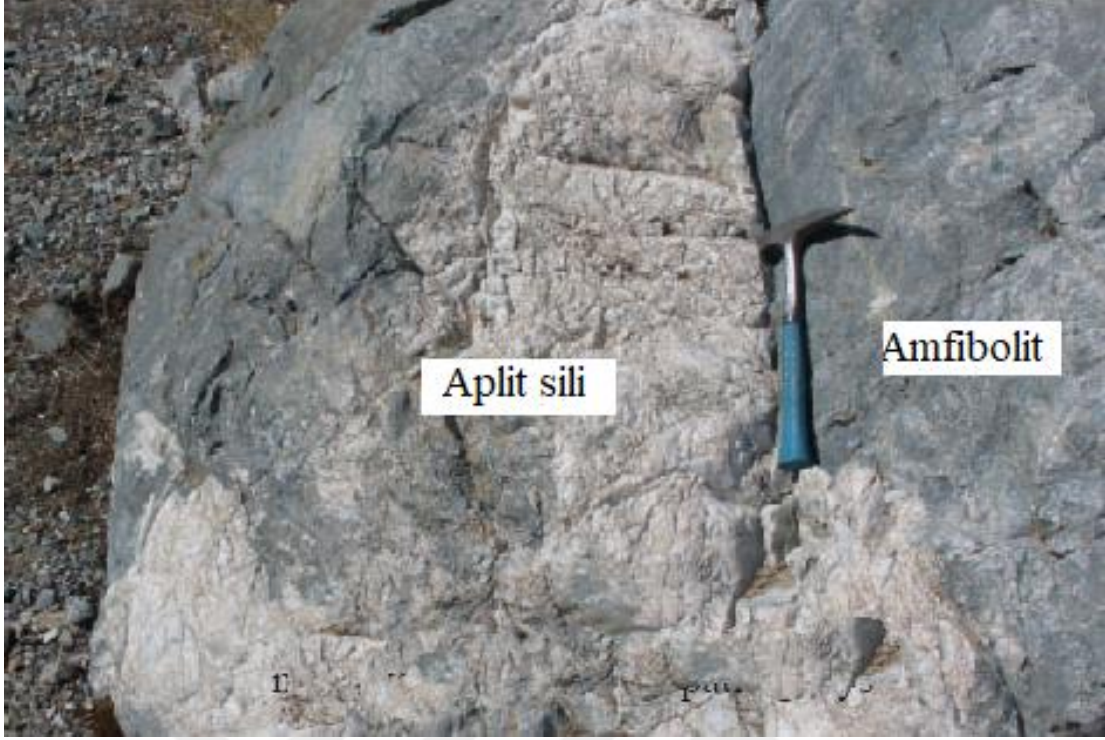
İnceleme alanında paragnaystan kuvarsite, ortognaystan yoğun granatlı mikaşistlere ve bu birimleri farklı mesafelerde kesen aplit dayklarına kadar birçok kayaç türü izlenmektedir. Siyahımsı bej renkli metaultramafitler (talkşist – piroksenit) ve amfibolitleri kapsayan paragnays birimi tüm bu birimlerin en altında yer alır. Metagranitik intrüzyonlar farklı kesimlerde paragnays birimini kesmektedir. Meta-granitik intrüzyonlar iki farklı litolojide izlenir (ortognays ve aplitik damarlar gibi). İri feldspat minerallerinin net gözlenmediği gözlü dokuları nedeniyle gnays tanımlaması yapılan metagranitler ve paraganayslar içerisinde bulunan foliasyona kısmen uyumlu ancak genellikle uyumsuz metaaplitik damar kayaçlarıdır. Bu birimleri kuvarsitler ve ara seviyelerde metaçakıltaşı içeren şistleri uyumsuz olarak keser.

Metaaplitik kayaçlarda dâhil olmak üzere tüm birimler granitik intrüzyonla kesilmiştir. Granitik intrüzyonlarda metamorfizmayı karakterize eden foliyasyon veya yönlendirme görülmemektedir. Amfibolitlerin mineral parajenezi bu kayaçların amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini metaaplit ve paragnaysların ise yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını işaret etmektedir. Birimlerin hem farklı metamorfizma derecelerine maruz kalmaları hemde uyumsuzluklar, metamorik kayaçlardaki etkili ayrışmanın nedeni olarak düşünülmektedir [22-23].

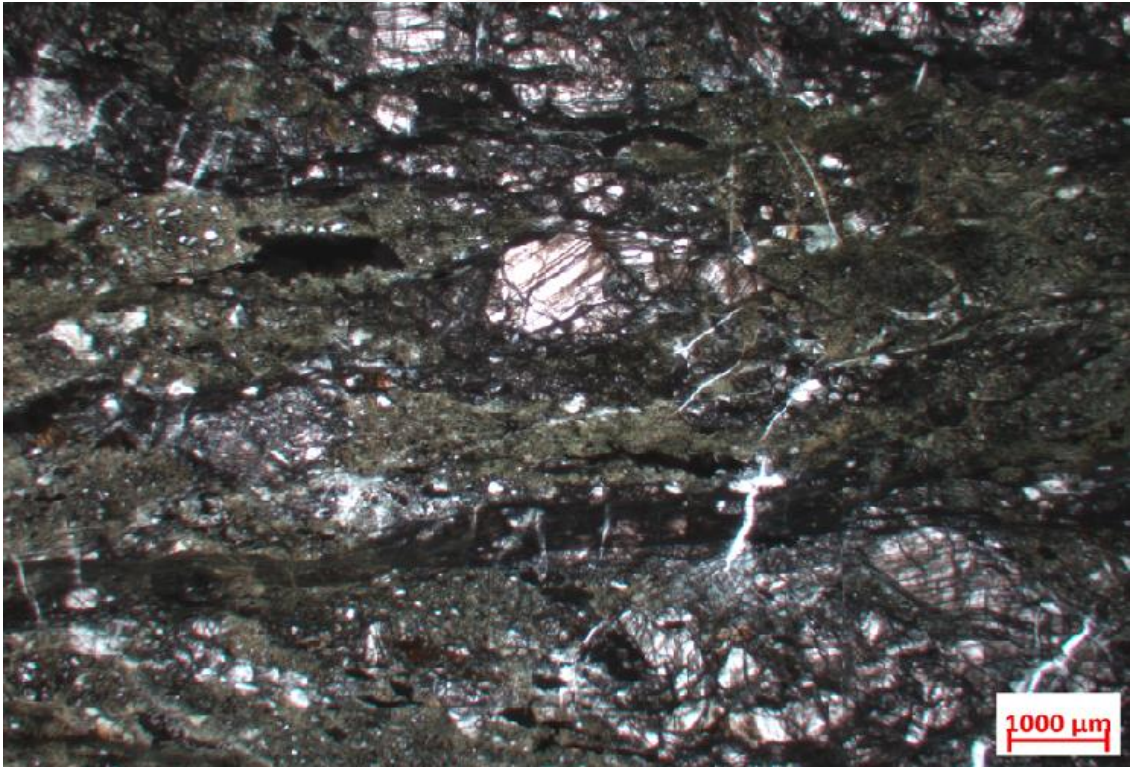
#### Paragnays

Amfibolitler ve kloritşistleri kapsayan paragnays birimi, Yolcular metamorfizmasının tabanında bulunur. Orta taneli ve kısmen orta derecede foliasyona sahip kloritşistler üzerinde yer alan amfibolitlerin mineral bileşimleri; Hornblend, oligoklaz, kuvars ve epidot, kloritşistlerin ise klorit, kuvars ve magnetitdir (Şekil 3. 1, Şekil 3.2, Şekil 3.3).

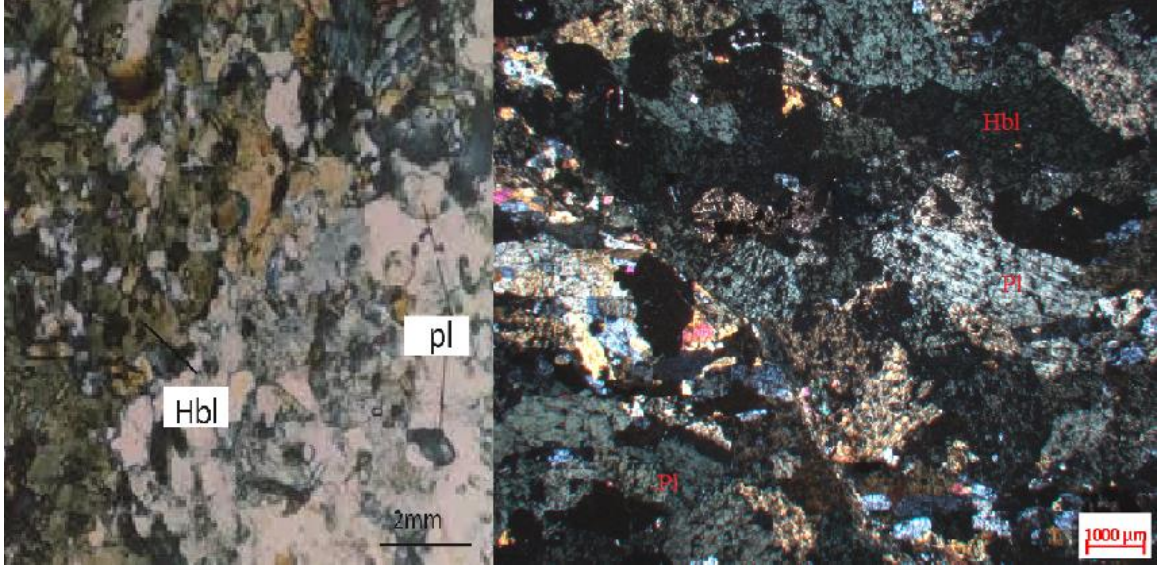
Amfibolitler, metamorfizmaya uğramış mafik kayaçlardan veya tamamen protolitin kimyasına bağlı olan minerallerden oluşabilirler. Örneğin; Kirli marnlar, dolomit, sideritte ve volkanoklastikler de amfibolite dönüşebilir. Bazik ve nötr bileşimli magmatik kayaçların metamorfizması sonucu orto-amfibolit, pelitik tortullar (kil, marn gibi) ve kireçtaşından metamorfizması sonucu paraamfibolitleri oluşur. Paraamfibolitler biyotit oranı fazla olan ortoamfibolit ile benzer mineral topluluğuna sahiptir. Ancak, daha fazla oranda kuvars, plajiyoklaz ve protolite bağlı olarak vollastonit ve kalsit veya aragonitte içerebilir.



Şekil 3.1. Masif amfibolitler ve amfibolitleri kesen aplit sillerinden bir görünüm ( Erdem, 1993)



Şekil 3.2. Amfibol-klorit şistlerin mikroskop görünümü



Şekil 3.3. Amfibolitlerin mikroskop görüntüleri. Hornblend (Hbl), plajiyoklaz (pl)

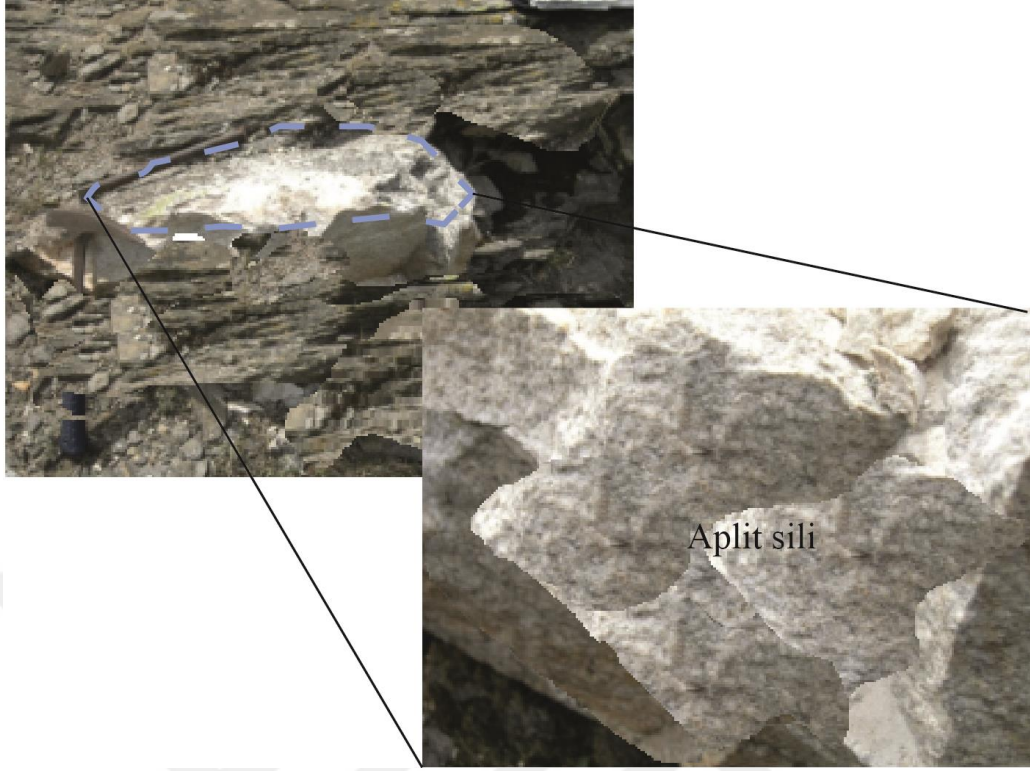
### 3.1.1. Meta-granitik İnrüzyonlar

İnceleme alanında dokularına, renklerine ve mineralojik özelliklere göre iki farklı litolojide metagranitik kayaç tanımlanmıştır. Bunlardan biri ortognays, diğeri ise metaaplitik damar kayaçlarıdır. Taze beyaz ve krem renge sahip aplitik damarlar feldspat ve kuvars minerallerinden oluşmakta ve birim içerisinde genelde kalınlığı birkaç santimetreden metreye kadar değişmektedir. Alterasyon nedeniyle bazı aplit damarlarının dış yüzeyi kırmızımsı kahve bir renge sahiptir.

Kısmen foliasyona uyumlu olarak yerleşen daha çok sil şeklindeki aplitik kayaçlar ile foliasyonu kesen aplitik daykların sarımsı kahve veya bej renkli alterasyon yüzeyi, beyaz ve açık gri renkli taze yüzeye sahip olduğu görülür (Şekil 3. 4).

İnceleme alanında yer alan aplitik damar kayaçları birkaç santimetre uzunluğa ve santimetreden 60 metreye kadar varan kalınlıkta dırlar. Boyutları bakımından aplitik dayklar sillerden daha büyüktür. Aplitlerin mineral bileşimleri feldspat, kuvars, az oranda mika minerallerinden oluşur.

Kuvars ve mika mineralleri daha iri kristalli feldispatların arasında gözlenir. Ancak, kuvars ve feldspat mineralleri alterasyon ve metamorfizma koşullarının etkisiyle aplit dayklarının kenar kısımlarında yığılanmışlardır. Daykların orta bölümlerinde genellikle mika mineralleri gözlenmektedir.



Şekil 3.4. Aplitlerin sil şeklinde paragnayslar içine sokulum konumu

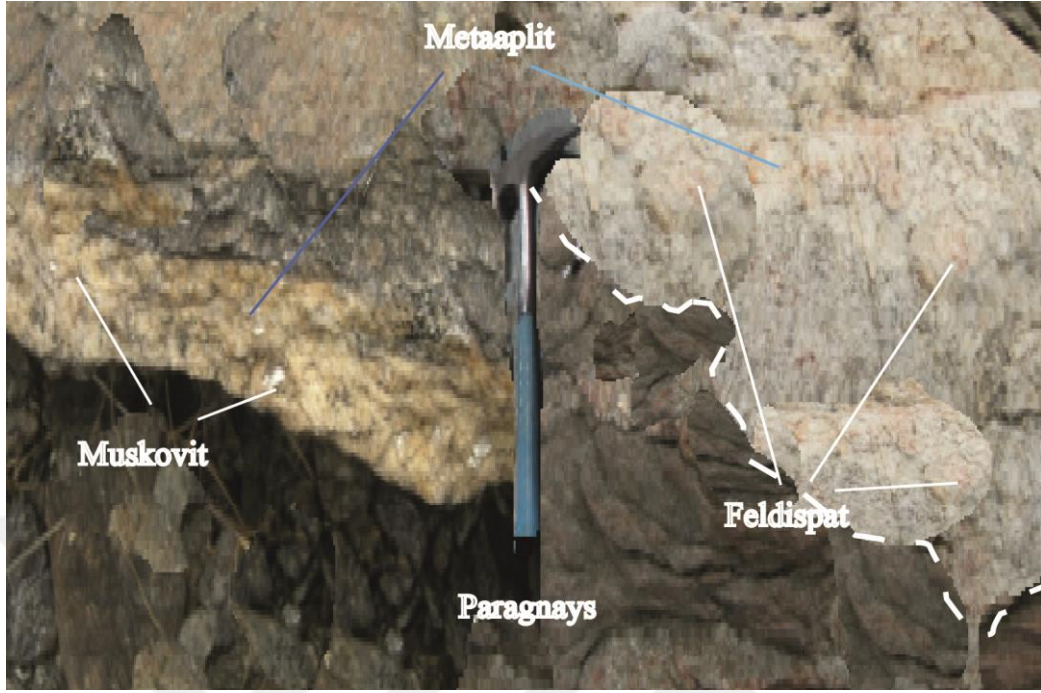
Aplitik damar kayaçları paragnayslarla kontakt zonları oluşturmaktadır. Paragnays ve aplitler arasında çok belirgin olmayan mm ile cm arasında değişen genişliklerde koyu renkli minerallerin yoğunlaştığı zonlar gözlenmektedir (Şekil 3.5). Aplitlerin yaşı kesme-kesilme ilişkisine dayanılarak daha önceki araştırmacılar tarafından genellikle Silüriyen–Karbonifer yaşlı paragnayslardan daha genç bir yaşa sahip olduğu ifade edilir.

### 3.1.2. Kuvarsit

El örnekleri incelendiğinde kuvarsitlerin gri, grimsi beyaz ve beyaz-krem arası kapsadığı mineral türüne göre renk geçişleri izlenir (Şekil 3.6). Mikroskobik incelemelerinde ise kuvarsitleri granoblastik ve poligonal dokuya sahiptir. Kuvars, plajiyoklaz (albit), sfen, apatit minerallerinden oluşur.

Kuvars kristalleri poligonal bir şekilde birbirine bağlanmış olup, uzamış ve yassı muskovit minerallerinin varlığı durumunda şisti dokuya paralel, ince ve daha iri tanelerin araldanmasından oluşan bantlı yapı izlenir.

Az miktarda bulunan feldispatlarda serizitleşme ve kaolinleşme yaygın alterasyonlar olup, diğer mika mineralleri (biyotit ve klorit) oldukça azdır.



Şekil 3.5. Paragnays metaaplit geçişi ve deformasyon etkisiyle mineral farklılaşmaları



Şekil 3.6. Kuvarsit mercceklerinden bir görünümü

## 3.2. Petrografi

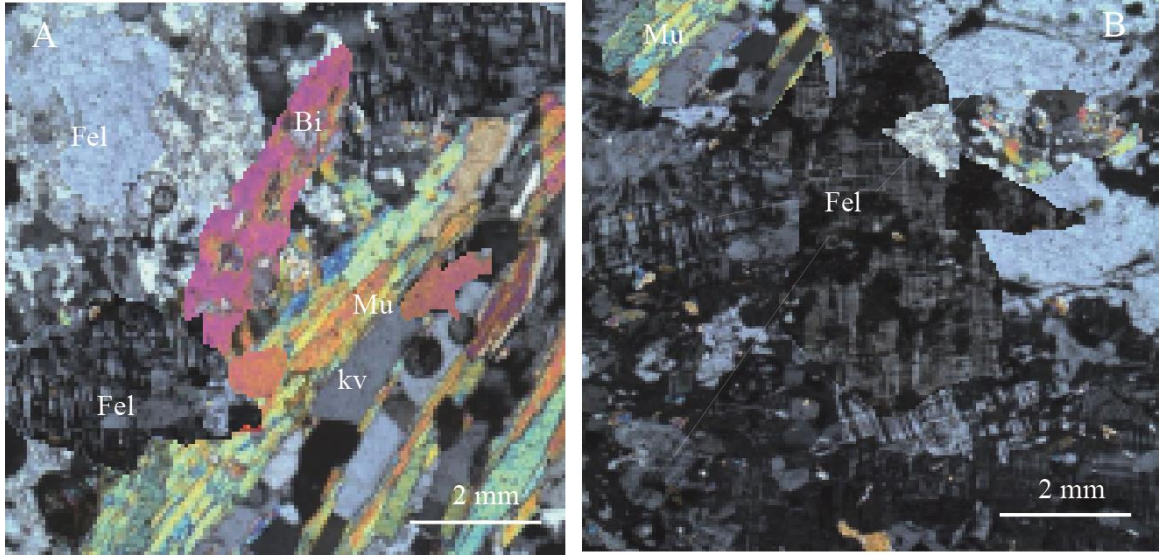
### 3.2.1. Metagranitler

Metagranit kayaçlar aplitik-pegmatitik damar kayaçları ile birlikte bulunduğu ortognaysları kapsamaktadır. Granitik kökenli kayaçlar genel olarak alkali feldspat, plajyoklas, kuvars, biyotit ve muskovit minerallerini içerirler (Şekil 3.7).

Alkali feldispatlar ve alkali feldispatlara nazaran daha küçük kristal boyutuna sahip biyotitler feldspat ve kuvars kristallerinden oluşan bir matriksle çevrelenmiş ve gözlü dokuyu andıran milonitik bir yapı oluşturmuştur (Şekil 3.7). Feldspat kristalleri hem porfiroklastlar halinde hem de matriks malzemesi olarak yaygındır. Alkali feldispatlar, serizit minerallerine dönüşmüştür. Tek nikelde düşük optik engeleri ile kolayca tanınan bu minerallerin makaslama tektoniğinden dolayı asimetric göz yapısı izlenmektedir. Kuvars mineralleri ksenoblastik özelliktedir. Kuvarlarda dalgalı sönme deformasyon etkisini göstermektedir. Plajiyoklaz mineralleri varolmasına rağmen Alkali feldispata göre oranı azdır. Deformasyondan dolayı plajiyoklaz kristallerinin yapısı bozulmuş ve yuvarlak tane şeklini almış oldukları görülür. Albit ikizlenmesi karlsbad ikizlenmesine göre daha yaygındır. Muskovitler ve biyotitler lepidoblastik dokuyu oluşturur. Mika mineralleri porfiroblastik minerallerin etrafını çevreler. Muskovitler, biyotitler gibi foliasyona paralel şekilde dizilim göstermektedirler. Biyotit minerallerinin alterasyon ürünü kloritler tek nikelde net şekilde izlenebilmektedir. Kayacın genel dokusu granoblastik dokudur. İkincil mineral olarak, manyetit ve nadiren sfen mineralleri görülür

Aplit ortognayslarla dokanak halinde izlenirken paraganaysların içerisinde ince bantlı sokulumlar halinde izlenmektedir. Başlıca; Kuvars, mikroklin, muskovit ve az oranda biyotit kristallerinden ikincil olarak sfen kristalleri bulundurulur. Hem sil hem dayk şeklinde izlenebilen aplitik damar kayaçlarında benzer mineraller bulunmakla birlikte oranları birbirinden farklı olabilmektedir. Örneğin alkali feldspat, sillerde mikroklin şeklinde iken dayklarda bu mikroklin kristallerinin boyutları farklı ve daha büyüktür. Mikroklinlerin en önemli özelliği tek nikelde bulanık bir görünüme sahip olmalarıdır. Bu durum kısmen alterasyona bağlanmıştır. Aplitlerde plajiyoklaz oranı feldspata oranla daha az ve yarı öz şekillidir. Deformasyondan fazlaca etkilenmiş ve kristal yapıları parçalanmıştır.

Kuvars minerallerinin tane sınırları özşekilsiz ve mineraller arası boşlukları doldurur haldedir. Sil ve dayk şeklindeki yerleşmiş aplitlerin birbirinden ayıran diğer önemli bir ayırım muskovitlerdir. Dayklarda daha küçük kristal boyutundadır. Biyotitler ise her iki kütle şeklindedir muskovitlere nazaran az sayıdadır. Biyotitler ve muskovitler foliasyona paralel şekilde yönelme gösterirler.



**Şekil 3.7.** Aplitin mikroskop görünümü. (A) Folyasyon yönünde uzama gösteren kuvars ve muskovit mineraller, (B) serizitleşmiş ve kafes ikizi tipik alkali feldispatlar. (Fel) feldispat, (kv) kuvars, (Mu) muskovit, (Bi) Biyotit.

Aplitik dayk ve sillerde rastlanan diğer mineraller ise apatit ve zirkondur. Yüksek optik engebeye sahip bu mineraller genelde küçük kristaller halinde ve kısmen öz şekillidir. İncelenen örneklerde bu minerallerin miktarı fazla değildir.

### 3.2.2. Granitik kayaçlar

Metamorfizmadan etkilenmeyen ve çalışma alanında küçük dayklar şeklinde izlenen aplitler, koyu renkli mineral içeriği az ve açık renkli mineral içeriği yüksek olan kayaçlardır. Yanal ve düşey devamlılığı olmayan damar kayaçları olarak görülür. Yer yer killeşmelerden dolayı sarımsı-bej renk tonu alan aplit daykları genelde beyazımsı gri ve pembemsi beyaz renk tonlarındadır. Yolcular metamorfizmadaki anateksi sürecinde gelişmiş olabileceği düşünülen aplit dayklarının metakarbonatlarda dahil tüm metamorfik birimleri farklı boyutlarda kestiği görülür (Yurtsever ve diğ., 1983). Devamlık göstermemeleri ve açık renkli mineral içeriğinin bolluğu, bu kayaçları uzak mesafelerden dahi görünür kılmaktadır.

İnceleme alanındaki aplitlerin ana mineral parajenezi; Kuvars (%50-55), plajiyoklaz (%5-10), ortoklaz (%30-35), biyotit (%0-5) ve sfen'dir. Aplitik (mozaik) dokuya sahiptirler. Holokristalin bir hamur içinde plajiyoklaz ve kuvars fenokristalleri izlenir. Alkali feldispat türlerinden ortoklazlar plajiyoklazlara oranla daha baskındır. Küçük taneli ve özşekilsiz olan kuvars kristalleri çoğunlukla hamurda daha az fenokristal olarak kristal şeklinde mevcuttur. Dinamik metamorfizma etkisi ile dalgalı sönme gösteren kuvarslar, ikincil olarak epidot ve klorit kristalleriyle birlikte görülür. (Şekil 3.8).



ŞEKİL 3.8. Aplit Daykından Alınmış El Örneği (A) Ve İnce Kesit Görüntüsü (B).

## 4. JEOKİMYA

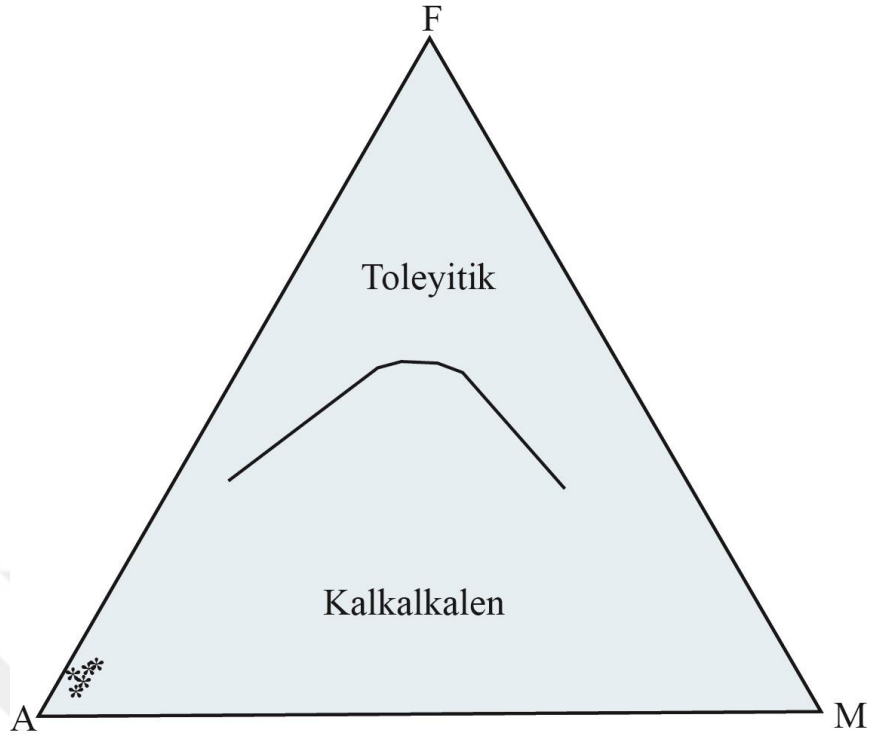
Bitlis metamorfizminin Yolcular grubu aplitlerinin petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik olarak, arazide sil ve damarlar şeklinde konumlanmış aplitleri temsilen seçilen 6 aplit örneğinin XRF yöntemiyle tüm kaya anaoksit analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.1’ de verilmiştir. Maden Tetkik Arama Enstitüsü’nde yaptırılan analizlerde aplit örneklerinin kızdırma kaybı değerleri %2.0’ yi geçmemektedir. Anaoksit değerleri incelendiğinde SiO<sub>2</sub> miktarı %69.55-%73.72, TiO<sub>2</sub> %0.33-0.53, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %14.07-16.30, FeO%0.29-0.73, MnO %0.01-0.11, MgO%0.38-0.80 ve CaO%0.15-0.82 arasında değişkenlik göstermektedir. SiO<sub>2</sub> değeri tüm granitik kayalarda olduğu gibi yüksektir.

Jeokimyasal analiz verilerinin değerlendirilmesinde bazı elementlerin hareketliliği sebebiyle, alterasyon ve metamorfizma süreçlerinde hareketsiz olan kalıcılığı yüksek elementler kullanılmasına çalışılmıştır [24,30].

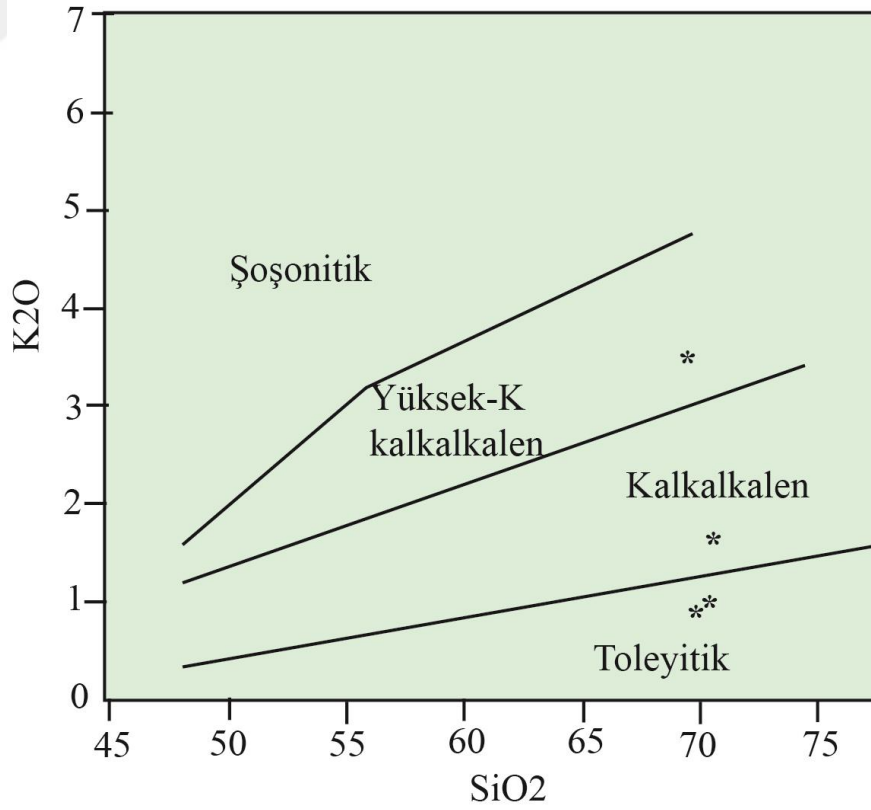
**Tablo 4.1.** Aplit örneklerinin ana oksit analizi ve iz element miktarları, A/CNK=Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O

Ana oksit (%)	Gm-a1	Gm-a2	Gm-a3	Gm-a4	Gm-a5	Gm-a6
SiO <sub>2</sub>	69.17	73.72	72.68	72.52	70.57	69.55
TiO <sub>2</sub>	0.35	0.52	0.52	0.53	0.36	0.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.07	16.17	16.30	16.04	15.70	16.02
FeO	0.73	0.29	0.39	0.44	0.35	0.63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.87	0.20	1.14	0.41	1.10	1.07
MnO	0.02	0.04	0.02	0.01	0.11	0.06
MgO	1.06	0.38	0.80	0.43	0.74	0.51
CaO	0.82	0.17	0.15	0.16	0.31	0.22
Na <sub>2</sub> O	3.92	6.73	7.80	7.31	7.73	7.20
K <sub>2</sub> O	3.08	0.92	0.16	1.22	0.19	0.57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.20	0.08	0.03	0.03	0.13	0.11
Toplam	99.29	99.22	99.99	99.10	99.99	96.27
İz elementler (ppm)						
Rb	128	184	122	180	186	199
Sr	103	162	101	26	13	21
Ba	195	403	345	83	24	102
Zr	110	103	58	66	128	70
Y	22	27	31	24	26	22
La	11	6	8	10	4	7
Nb	10	8	11	7	6	12
U	3	2	5	6	4	2
Th	8	8	14	16	23	19
Cs	5	4	7	6	8	7
Zn	43	31	19	22	28	16
Cu	4	9	11	5	9	8
A/CNK	0.92	1.05	1.02	1.03	1.00	1.02
Rb/Sr	1.24	1.13	1.20	6.92	14.30	9.47
Sr/Ba	0.52	0.40	0.29	0.31	0.54	0.50



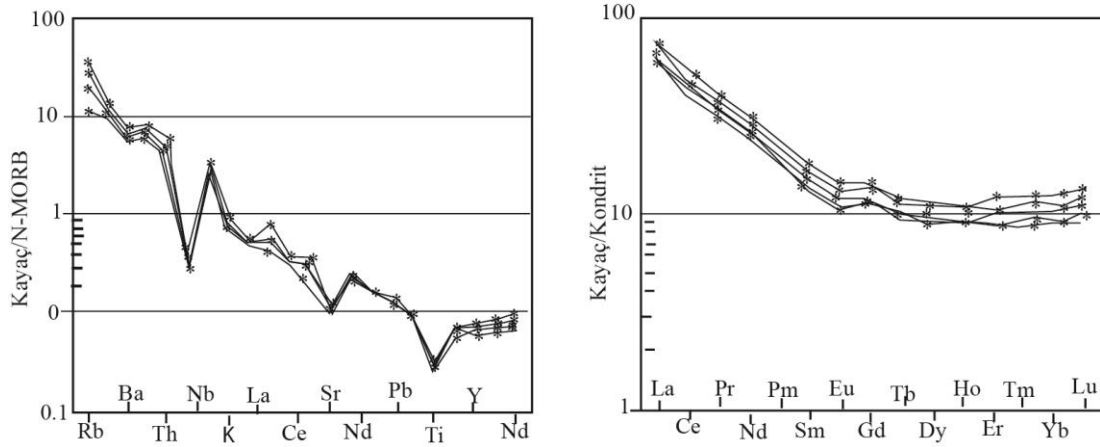


Şekil 4.2. Kayaçların AFM diyagramı üzerindeki dağılımı (Irvine ve Baragar, 1971)



Şekil 4.3.  $K_2O-SiO_2$  diyagramı üzerinde örneklerin dağılımı (Peccerillo ve Taylor, 1976)

Aplitlerin nadir toprak element ve iz element analiz sonuçları kondrit ve N-MORB göre normalize edilmiş örümcek diyagramları üzerinde değerlendirildiğinde (Şekil 4.4), N-MORB'a normalize edilen örümcek diyagramlarında aplit örneklerinin büyük iyon yarıçaplı litofil elementleri (LILE) bakımından zenginleştiği ve Ta, Nb, Ti elementleri bakımından ise negatif anomali sergilediği görülmektedir [28]. Aynı örneklerin Kondrite göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında ise hafif nadir toprak elementler (LREE) bakımından belirgin bir zenginleşme görülür. LREE'lerde MREE'lere göre bir tükenme mevcuttur. Aplit örneklerinde kaşık şekilli yukarı doğru konveks bir grafik görünümü belirgindir. Kondrite göre örümcek diyagramlarında aplit örneklerinin belirgin bir negatif Eu, Gd ise pozitif değer verdiği izlenir.



Şekil 4.4. Kondrit ve N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları

N-MORB'a normalize edilmiş diyagramlarda negatif Sr, Nb ve Ti anomalileri apatit, amfibol gibi mineraller ile Ti'ca zengin fazların fraksiyonlaşmasını gösterir. Negatif Eu anomalisi ise plajiyoklaz ayrışmasından kaynaklanabilir.

Örümcek diyagramları aplit magmasının gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin önemli rol oynadığını işaret ederken, yüksek Rb/Sr ile düşük Sm/Nd, K/Rb, Sr/Ba oranları bölümsel ergimeye ve sonrasında gelişen fraksiyonel kristallenmeye uğrayan üst kıtasal kabuk malzemesine işaret eder.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bitlis Metamorfiti Yolcular grubu yer yer aplit daykları ile kesilmiş, magmatik faaliyetlere ve tektonik hareketlere bağılı olarak gelişen ayrışma birime ait kayaçlarda retrograd kataklastik metamorfizma izlerinin oluşmasına sebep olmuştur. Bitlis metamorfite ait aplit örneklerinin mineral bileşimleri Alkali feldispat, plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve hornblend'dir. Genellikle granodiyorit bileşiminde olan aplitler, petrografik ve jeokimyasal bakımdan değerlendirildiğinde granit-granodiyoritden magmatik diferansiyasyonla oluştuğı görülür. Petrografik veriler ve ana oksitlerdeki değışim kısmen toleyitik, genelde kalkalkalen özellikli granitik magmadaki fraksiyonel kristallenmeyi işaret etmektedir. Alümino-kafemik topluluğı özelliğı gösteren örneklerin kökeni olasılıkla hibrid bir magma olup magmanın oluşumunda sialik köken katkısı fazladır [29].

Petrografi çalışmaları sonucu, içerdiği mineral parajenezleri göz önüne alındığında bölgedeki metamorfik birimlerin tümünün amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığı saptanmıştır.

Jeokimyasal verilere göre, kıtasal kabuk kısmi ergimeye uğrayan ana kaynaktır. Aplit kayacını oluşturan magmanın evriminde fraksiyonel kristallenmenin önemli rol oynadığı yüksek  $La_N/Yb_N$ ,  $Rb/Sr$  ile daha düşük  $Sm/Nd$ ,  $K/Rb$ ,  $Sr/Ba$  oranlarından anlaşılmaktadır. Bu element oranları, bölümsel ergime sonrasında gelişen fraksiyonel kristallenmeye uğramış üst kıtasal kabuğı göstermektedir.

Elde edilen bulgular ışığında metamorfitlerin içindeki magmatik kütlelerin birbirleri ile farklılıkları ortaya çıkarılmıştır. Önceki çalışmalara göre aynı kökenli granitik kayaçların aslında birbirleri ile çok benzer olmadığı granitik dayklar, diğer granitik kültlerden farklı kimyasal özelliklerdedir. Metamorfik kayaçlardan alınan yönlü örneklerin hazırlanan ince kesitlerinde asimetric yapıdaki porfiloblastlardan, metamorfizma sırasında milonitik zonun Bitlis Masifi'nin temelini oluşturan paragnayları oldukça etkilediğı ve feldispat alterasyonunun fazla olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Dewey, J. F. Pitman, W. C. Ryan, W.B.F. ve Bonnin,J., 1973, Plate tectonics and the evolution of the alpine system. Geol. Soc. Amer. Bull. 84: 3137-3180.
- [2] Boray, A. 1975. Bitlis dolayımın yapısı ve metamorfizması: Türkiye Jeol. Kur. Bült.,18/1
- [3] Hall, R. and Mason, R. 1972. A Tectonic Melange From the Eastern Taurus Mountains, Turkey. Geological Society London, 128; 395-397.
- [4] Perinçek, D., 1980. Bitlis metamorfitlelerinde volkanitli Triyas. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23, 201-211.
- [5] Yılmaz, Y., Dilek, Y. ve Işık, H., 1981. Gevaş (Van) Ofiyolitinin jeolojisi ve sinkinematik bir makaslama zonu: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 24, 1,37-44.
- [6] Çağlayan, M.A. İnal, R.N. Şengün, M. ve Yurtsever, A., 1984. Structural setting of the Bitlis massive. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 245-254.
- [7] Göncüoğlu, M.C. and Turhan, N. 1984. Geology of the Bitlis metamorfik belt. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 237-244.
- [8] Helvacı, C., 1983. Avnik (Bingöl) bölgesi Bitlis Masifi Metamorfik kayalarının Rb/Sr jeokronolojisi: Türkiye Jeoloji Kurumu 37. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri, 111.
- [9] Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Geol. Soc. Of Amer. Bull., 105, 251-27
- [10] Oyan, V, Tolluoğlu, A.Ü., 2005. Bitlis Masifi'nde (Yolcular Metamorfiti) Na-feldispat bakımından zengin lökograditik kayalar: Feldispat kaynağı olarak bir potansiyel, Yerbilimleri, 26 (3), 1-11.
- [11] Tolluoğlu, A. Ü. & Erkan, Y. (1982). Mutki (Bitlis) yöresindeki bölgesel metamorfik kayaların petrografik incelenmesi Yerbilimleri, 8 (9) , 73- 90 .
- [12] Yazgan, E., Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the southeastern Taurides in the region of Malatya. Turkiye Petr. Jeo. Der., 3, 1, 1-41, Ankara
- [13] Oberhansli, R, Bousquet, R, Candan, O., Okay,A., 2012. Dating Subduction Events in East Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences. 21: 1-17.
- [14] Özdemir, Y. , Oyan, V. & Güleç, N. (2012). Süphan Volkanik Çığı'nın Jeolojik Özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,17(1),1-5.Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyufbed/issue/21966/235847>
- [15] Göncüoğlu, C. ve Turhan, N., 1985. Bitlis Metamorfik Kuşağı Orta Bölümünün Temel Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Derleme No: 7707.
- [16] Boray, A. 1975. Bitlis dolayımın yapısı ve metamorfizması: Türkiye Jeol. Kur. Bült.,18/1
- [17] Dannat C (1997) Geochemie, Geochronologie und Nd-Sr-Isotopie der granitoiden Kerngneise des Menderes Massivs. Dissertation, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, SW-Türkei
- [18] Bozkurt E (2004) Granitoid rocks of the southern Menderes Massif: field evidence for Tertiary magmatism in an extensional shear zone. Int J Earth Sci 93:52–71.
- [19] Dora OÖ, Candan O, Kaya O, Koray OE, Akal C (2005) The contact relationship between gneiss and schist extending along Koçanlı, Bafa, Yatağan, Karacasu in Çine Submassif, Menderes Massif: a geological, structural, petrological and geochronological approach. The Scientific and Research Council of Turkey (TUBITAK) Project Report, No: YDABÇAG—101 Y 132, p 197 (in Turkish with English abstract)
- [20] Göncüoğlu, M. C., 1977. Geologie des westlichen Niğde Massives. Ph. D. Thesis, in Geology, Bonn University, Bonn (unpublished).
- [21] Erkan Y and Ataman G., 1981. A study on the age of metamorphism of Central Anatolian Massif (Kırşehir region) by K-Ar method. Yerbilimleri 8: 27-30

- [22] Türeli, T.K., Göncüoğlu, M.C., Akıman, O., 1993, Ekecikdağ granitodinin petrolojisi ve kökeni (Orta Anadolu Kristalen Kütlesinin batısı), M.T.A. Dergisi, 115, 15-28.
- [23] Yılmaz, O-, 1971, Etude petrographique de la region de Cacas (partie meridionale de Massif de Bitlis, Turquie) Univ. Scien. et Medical Granoble, France, 230 s- Doktora tezi (yayınlanmamış).
- [24] Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Gerdes, A.,Robertson, A.H.F., Collins, A.S., 2012. evidence of Precambrian Sedimentation / Magmatism and Cambrian Metamorphism in the Bitlis Masif SE Turkey Utilising Whole Rock Geochemistry and U-Pb LA-ICP-MS Zircon Dating. Gondwana Research.21 :1001-1018.
- [25] Pearce, J.A. (1996) A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In: Wyman, D.A., Ed., Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration, Geological Association of Canada, Short Course Notes, Vol. 12, 79-113.
- [26] Middlemost, E.A.K. (1994) Naming Materials in the Magma/Igneous Rock System. Earth-Science Reviews, 37, 215-244.
- [27] Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. (1971) A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. Canadian Journal of Earth Science, 8, 523-548.
- [28] Peccerillo, A. and 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.
- [29] Zindler, A. and Hart, S. (1986) Chemical Geodynamics. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 14, 493-571.
- [30] Debon, F. and Lefort, P. (1988) A Cationic Classification of Common Plutonic Rocks and Their Magmatic Associations: Principles, Method, Applications. Bulletin de Mineralogie, 111, 493-510.

# ÖZGEÇMİŞ

Mustafa GÜLER

[Redacted]

---

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

---

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

---

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]