

**Çolaklı (ELAZIĞ) Çevresindeki Plütonik Kayaçların
Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri**

Gizem ARSLAN

Yüksek Lisans Tezi

Anabilim Dalı: Mineraloji-Petrografi

Danışman: Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN

ARALIK-2014

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

**ÇOLAKLI (ELAZIĞ) ÇEVRESİNDEKİ PLÜTONİK KAYAÇLARIN
MİNERALOJİK, PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem ARSLAN

(111116111)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 Aralık 2014

Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Aralık 2014

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd.Doç.Dr.Esra YILDIRIM (F.Ü)

Doç. Dr. Ayşe ÇAĞLIYAN (F.Ü)

ARALIK-2014

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması 2014-2015 yılları arasında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada “Çolaklı (Elazığ) Çevresindeki Plütonik Kayaçların Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri” ele alınmıştır.

Öncelikle çalışmalarım boyunca bilimsel katkı ve eleştirileriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN’a teşekkürlerimi borç bilirim. Tezin son şeklini almasında emeği geçen ve her aşamasında bilgi, tecrübe, görüş ve önerilerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Ahmet Feyzi BİNGÖL’e teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında katkılarından dolayı Arş. Gör. Mustafa KANIK’a ve Arş. Gör. Mustafa Eren RİZELİ’ye içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmalarımı yürütebilmem için verdiği destekten ve ödenekten ötürü Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP)’na teşekkür ederim.

Son olarak bana öğrenim imkanı sağlayan, çalışmalarım maddi ve manevi yardımlarını hiç esirgemeyen ve beni bugünlere getiren aileme ve çalışmalarım boyunca her an yanımda olan ve desteğini esirgemeyen sevgili eşime teşekkür ederim.

Gizem ARSLAN
ELAZIĞ-2014

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu.....	2
1.3. Önceki Çalışmalar	3
2. GENEL JEOLojİ.....	7
2.1. Elazığ Magmatitleri	9
2.1.1. Granitik Kayaçlar	11
2.1.2. Diyorit Grubu Kayaçlar	14
2.2. Kırkgeçit Formasyonu	17
2.3. Karabakır Formasyonu	19
2.4. Palu Formasyonu	19
3. PETROGRAfİ	20
3.1. Elazığ Magmatitleri' ne ait kayaçların petrografik özellikleri	20
3.1.1. Granitik Kayaçlar	20
3.1.1.1. Granitler.....	20
3.1.1.2. Granodiyoritler	22
3.1.1.3. Tonalitler	25
3.1.2. Diyorit Grubu Kayaçlar	27
4. JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER.....	32
4.1. Ana Oksit, İz Element ve Nadir Toprak Element Jeokimyası.....	32
4.2. İzotop Jeokimyası	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	47
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	56

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇOLAKLI (ELAZIĞ) ÇEVRESİNDEKİ PLÜTONİK KAYAÇLARIN MİNERALojİK, PETROGRAfİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Gizem ARSLAN

Fırat Üniversitesi

Fen bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2014; Sayfa: X+56

İnceleme alanı, Çolaklı (ELAZIĞ) çevresinde yaklaşık 130 km²'lik bir alanı kapsamaktadır.

Çalışma alanında yaşlıdan gence doğru Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri, Orta Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Karabakır Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu yüzeylemektedir.

Elazığ Magmatitleri inceleme alanında granit, granodiyorit, tonalit, diyorit ve kuvars diyorit gibi derinlik; mikrodiorit ve aplit gibi yarı derinlik kayaçlarıyla temsil olunmaktadır.

Elazığ Magmatitleri'ni uyumsuz olarak örten Kırkgeçit Formasyonu; kumtaşı ve marnlardan meydana gelmiştir.

Kendisinden yaşlı birimleri uyumsuz olarak örten Karabakır Formasyonu, inceleme alanında bazaltlardan oluşmaktadır.

Karasal konglomeralardan meydana gelen Palu Formasyonu ise çalışma alanının en genç birimidir.

Çalışma alanındaki asidik bileşimli kayalarda yapılan analiz sonuçlarına göre; bu kayalar magmatik seri olarak subalkalen karakterli ve I-tipi granitoid özelliğinde olup, tektonik olarak ise volkanik yay granitoidleri (VAG) ve çarpışmayla eş yaşlı granitoidleri (Syn-COLG) alanında yer almaktadır. Elazığ Magmatitleri'ne ait olan Çolaklı (Elazığ) çevresi plütonik kayaları ada yaylarında oluşmuş yay magmatizması ürünüdürler.

Anahtar Kelimeler: Plütonik Kayaç, Petrografi, Volkanik Yay, Elazığ Magmatitleri, Çolaklı, Elazığ.

ABSTRACT

Master Thesis

MİNERALOGİCAL, PETROGRAPHİCAL AND GEOCHEMİCAL CHARACTERISTICS OF PLUTONIC ROCKS IN THE ÇOLAKLI (ELAZIĞ) ENVIRONMENT

Gizem ARSLAN

Fırat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

2014; Page: X+56

The studied area covers an area about 130 sg.km.s in the Çolaklı (ELAZIĞ) environment.

The units of studied area from the oldest to the youngest; Upper Cretaceous Elazığ Magmatics, Middle Eosen-Upper Oligocene Kırkgeçit Formation, Upper Miocene-Lower Pliocene Karabakır Formation and Plio-Quaternary Palu Formation are exposed.

In the studied area, the Elazığ Magmatics is represented by plütonic rocks such as granite, granodiorite, tonalite, diorite, quartz diorite; subvolcanic rocks such as microdiorite and aplite.

Kırkgeçit Formation covers an angular unconformity Elazığ Magmatic sand this formation consists of sandstone and marls.

Karabakır Formation comprising basalts overlap on older units with an unconformity.

Palu Formation composed of terrestrial conglomerate is the youngest unit in the studied area.

According to the geochemical analysis results, it defined that this magmatic rocks have subalkaline characteries and I-type granitoid plotted volcanic arc granitoids (VAG) and syn-collision granitoids (Syn-COLG). The intrusive rocks in studied area belong to Elazığ Magmatics are products of island arc magmatism.

Key Words: Plutonic Rock, Petrography, Volcanic Arc, Elazığ Magmatics, Çolaklı, Elazığ.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2.1. İnceleme alanının jeoloji haritası (İnceöz, (1994)'den değiştirilmiştir.)	8
Şekil 2.2. İnceleme alanındaki birimler arasındaki ilişkileri gösteren genelleştirilmiş stratigrafik kesit	9
Şekil 2.3. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlardan bir görünüş.....	12
Şekil 2.4. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlardan bir görünüş	12
Şekil 2.5. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlardaki aplitik damarlar ve arenalaşma.....	13
Şekil 2.6. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlar içerisindeki anklavlar.....	13
Şekil 2.7. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçları kesen diyorit daykları	14
Şekil 2.8. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlar ile diyorit grubu kayaçlar arasındaki intrüzif dokanak	15
Şekil 2.9. Elazığ Magmatitleri'ne ait diyorit grubu kayaçları kesen felsikdayklar.....	15
Şekil 2.10. Elazığ Magmatitleri'ne ait diyorit grubu kayaçlar içerisindeki kalınlıkları yarım metreye kadar değişen tonalitdayklar.....	16
Şekil 2.11. Elazığ Magmatitleri'ne ait diyorit grubu kayaçları kesen mikro ölçekli diyorit daykları	16
Şekil 2.12. Elazığ Magmatitleri'ne ait iri taneli diyorit içerisindeki porfirik doku gösteren ince taneli diyorit (mikrodiorit) daykları.....	17
Şekil 2.13. Kırkgeçit Formasyonu'na ait tabakalı kumtaşları.....	18
Şekil 3.1. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait granitlerdeki dalgalı sönme gösteren kuvarslar ve albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaslar	21
Şekil 3.2. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait granitlerdeki subhedral granüler doku ve alkali feldispat minerallerinde pertitleşme.....	22
Şekil 3.3. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait granodiyoritlerdeki plajiyoklaslarda normal zonlanma	23
Şekil 3.4. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait granodiyoritlerdeki karlsbad ikizlenmesi gösteren alkali feldispat mineralleri	24
Şekil 3.5. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait granodiyoritlerdeki biyotit mineralleri.....	24
Şekil 3.6. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait granodiyoritlerin gösterdiği subhedral granüler doku	25
Şekil 3.7. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait tonalitlerdeki plajiyoklas mineralleri.....	26

Şekil 3.8. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait tonalitlerdeki kuvars mineralleri.....	26
Şekil 3.9. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait tonalitlerdeki subhedral granüler doku	27
Şekil 3.10. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarına ait kuvars diyoritlerdeki albit+karlsbad ikizi gösteren plajiyoklas mineralleri	29
Şekil 3.11. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarına ait kuvars diyoritlerdeki hornblend mineralleri.....	29
Şekil 3.12. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarına ait diyoritlerde subhedral granüler doku	30
Şekil 3.13. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarının gösterdiği poikilitik doku.....	31
Şekil 4.1. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin normatif bileşenlerine göre QAP diyagramında gösterimi.....	37
Şekil 4.2. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaç örneklerinin Debon ve Le Fort (1982, 1988)'in Q-P adlandırma diyagramındaki konumları	38
Şekil 4.3. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin Alkali-Silis diyagramındaki dağılımı.....	39
Şekil 4.4. SiO ₂ -K ₂ O diyagramı.	39
Şekil 4.5. Ana oksitlerin SiO ₂ 'e göre değişimlerini gösteren Harker diyagramları.....	40
Şekil 4.6. İz element-SiO ₂ değişim diyagramları.....	41
Şekil 4.7. Elazığ Magmatitleri'ne ait derinlik kayaçlarının Pearce ve diğ., (1984)'nin Nb-Y; Rb-(Y+Nb); Rb-(Yb+Ta) ve Ta-Yb diyagramlarındaki dağılımı.....	43
Şekil 4.8. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin Zr-10 ⁴ Ga/Al diyagramındaki dağılımı.	44
Şekil 4.9. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) diyagramı	45
Şekil 4.10. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaç örneklerinin Kayaç/İlksel Manto Spider diyagramındaki dağılımı.....	45
Şekil 4.11. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin Pb izotop bileşimleri	46
Şekil 5.1. Elazığ Magmatitleri'nin oluşumunu gösteren tektono-magmatik model.....	48

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların ana oksit, iz element ve nadir toprak element içerikleri.....	33
Tablo 4.2. Elazığ Magmatitleri'ne ait 2 adet kayaç örneğinin Pb izotop değerleri.....	46

KISALTMALAR

A.F	: Alkali Feldispat
ACME	: Analytical Laboratories LTD.
ad	: Adamellit
B	: Batı
Bi	: Biyotit
COLG	: Çarpışma Ürünü Granitoyidler
Ç.N.	: Çift Nikol
D	: Doğu
dq	: Kuvars diyorit
Fm	: Formasyon
gd	: Granodiyorit
go	: Gabro/Diyorit
gr	: Granit
HFS	: Yüksek Değerlikli Elementler
HREE	: Ağır Nadir Toprak Element
Hrn	: Hornblend
ICP	: Inductively Coupled Plasma
K	: Kuzey
LILE	: Büyük İyon Litofil Elementler
LREE	: Hafif Nadir Toprak Element
MTA	: Maden Tetkik Arama
mz	: Monzonit
mzdq	: Kuvars monzo diyorit
mzgo	: Monzo Gabro/Diyorit
mzq	: Kuvars monzonit
ORG	: Okyanus Ortası Sırtı Granitoyidleri
Plj	: Plajiyoklas
Q	: Kuvars
REE	: Nadir Toprak Element
s	: Siyenit
sq	: Kuvars siyenit
SSZ	: Supra Subdaction Zonu
Syn-COLG	: Çarpışmayla Eş Yaşlı Granitoyidler
T.N.	: Tek Nikol
to	: Tonalit
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
VAG	: Volkanik Yay Granitoyidleri
WPG	: Levha İçi Granitoyidleri

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma ile Elazığ ili kuzeyinde yüzeyleyen Çolaklı çevresi plütonik kayaların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın konusu Elazığ Magmatitleri'ne ait olan Çolaklı (Elazığ) çevresi plütonik kayalarını sınıflandırmak ve jeokimyasal özelliklerinden yararlanarak magmanın kökenini ve jeotektonik ortamını belirlemektir.

Bu amaç doğrultusunda çalışmalar; literatür araştırması, arazi incelemeleri ve gözlemleri, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

Literatür araştırması; arazi çalışmalarından önce başlamış ve çalışmanın her aşamasında daha önceki veriler de dikkate alınarak birtakım değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında inceleme alanı ve yakın çevresinin genel jeolojisi, petrografisi ve petrolojisini konu edinen kitaplar, dergiler, ulusal ve uluslararası makaleler taranmıştır.

İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli haritası İnceöz (1994) tarafından yapıldığından, ayrıca haritalama çalışması yapılmamış ve bu haritadan çalışmalarımızda yararlanılmıştır.

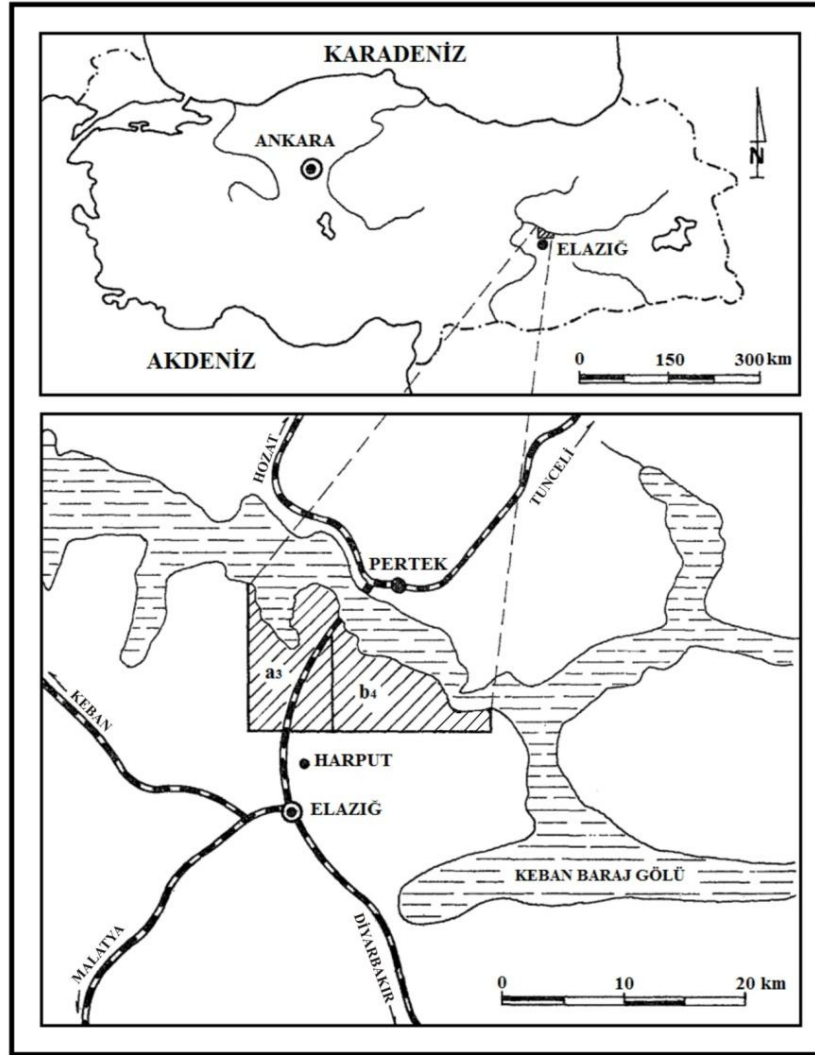
Arazi çalışmaları sırasında birimlerin birbiriyle olan ilişkileri araştırılıp, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için çok sayıda örnek alınmıştır. Arazide elde edilen örneklerin incelenmesi, arazi mevsimin sona ermesiyle birlikte büro ve laboratuvar ortamında değerlendirilmiştir. Alınan kayaç örneklerinden; laboratuvar ortamında petrografik ince kesitler hazırlanmış, yapılan bu kesitler polarizan mikroskopta incelenerek mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Petrografik olarak incelenmiş örneklerden jeokimyasal analizler yapılması için daha az altere olan örnekler seçilmiş ve bunlardan analiz yaptırılmıştır. Analizler Canada ACME analitik laboratuvarında ICP-MS yöntemi ve Canada ACTLAB'da Triton-MC (Mass Spectrometer) yöntemi kullanılarak yaptırılmıştır.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından sonra elde edilen veriler değerlendirilerek inceleme alanındaki plütonik kayaların kökeni, oluşum ortamları ve oluşum şartları belirlenmiştir.

1.2. İnceleme Alanının Coğrafi Konumu

İnceleme alanı Elazığ ili kuzeyinde, Elazığ iline bağlı Harput bucağı çevresinde yaklaşık 130 km²’lik bir alan kaplamakta olup Elazığ K42_{a3-b4} paftası içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası

Kuzey ve kuzey doğusunda Keban Baraj Gölü ile sınırlanan inceleme alanının batısından Elazığ-Perçek karayolu geçmektedir. Tunceli iline bağlı Perçek ve Hozat ilçelerini Elazığ’a bağlayan bu karayolundan başka, asfalt olan bir diğer yol ise Karataş köyü ile Harput bucağını Elazığ’a bağlayan karayoludur. Bölgedeki yerleşim birimleri her mevsim ulaşım olanağı sağlayan stabilize yollarla bu ana yollara bağlanır.

İnceleme alanında irili-ufaklı birçok yerleşim birimi bulunmaktadır. Bunlar; Kurtdere, Salkaya, Serince, Meşeliköy, Yıllangeçiren, Karataş, Obuz, Çakıl, Beydalı ve Kaplıkaya köyleridir. İnceleme alanındaki irili-ufaklı dereler sularını Keban Baraj Gölü'ne boşaltmaktadır. Bunlardan en önemlileri; Kurtdere, Billurik dere ve Hersenk dere'sidir.

Bitki örtüsü yönünden oldukça fakir olan yörede, çok sınırlı alanlarda meşeliklere rastlanmaktadır. Karasal iklime sahip olan bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Nisan ayı ortalarından ekim ayı sonlarına kadar arazide çalışma olanağı vardır.

Yöre halkının büyük bir bölümü tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. Ekilebilir alanlarda buğday, arpa vb. tahıl ürünleri yetiştirilirken, sulanabilir alanlarda da meyve ve sebze yetiştirilmektedir.

1.3. Önceki Çalışmalar

Alpin Orojenik Kuşağı içinde yer alan Türkiye arazisi, Ketin (1966) tarafından kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olmak üzere dört tektonik birliğe ayrılmıştır. İnceleme alanı bu tektonik birliklerden Toridler'in doğu kesiminde yer almaktadır. Bölgenin ekonomik değere sahip cevherleşmeler açısından zengin oluşu, bölgesel ölçekli yapısal unsurların (Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı) varlığı, büyük mühendislik yapılarının (Keban, Karakaya Barajları gibi) varlığı ve bölgenin jeotektonik evrimini açıklamaya katkısı olabilecek magmatik kayaların geniş yüzeylemeler sunması, jeolojik açıdan bölgenin önemini artırmıştır. Tüm bu unsurları bir arada taşıyan bölge gerek Türk, gerekse yabancı birçok yer bilimcinin dikkatini çekmiş ve bölgede değişik amaçlı birçok çalışmanın yapılmasına temel oluşturmuştur. Çalışma alanı yakın çevresinde ve genel olarak Elazığ civarında yapılmış bazı çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Tuna (1979) ve Naz (1979), Elazığ'ın doğu ve kuzeydoğu kesimlerinde yaptıkları çalışmalarında bölgede yüzeyleyen birimlerin stratigrafisi, tektoniği ve kayaların ortamlarını açıklamaya çalışmışlardır.

Perinçek (1979a, 1979b, 1980a, 1980b), Bölgesel ölçekte yaptığı çalışmalarda Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nda yüzeyleyen birimlerin dağılımını, konumunu, petrografi, petroloji ve stratigrafisini değişik zaman aralıklarında değişik bölgelerde incelemiştir.

Araştırmacı, elde ettiği bulgulara dayanarak, bu kuşağın tektonik evrimini levha tektoniği kuramıyla irdelemiştir.

Bingöl (1982, 1984, 1988), Elazığ-Pertek-Kovancılar çevresinde yaptığı çalışmalarda, Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri)’nin petrografi ve petrolojisini inceleyerek karmaşığın oluşum ortamını açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı, Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri)’ni kalkalkali bir magmadan türemiş ada yayı ürünü olarak değerlendirmiş ve karmaşığın Üst Kretase sonu tektonik hareketler ile, Keban Metamorfitleri tarafından üzerlendiğini belirtmiştir. Bingöl (1988), Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri)’ni oluşturan kayaçların gabrodan granite kadar geniş bir bileşim farklılığı sunduğunu ve bu kayaçların dalma-batma olaylarının üç evresinde oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı birinci ve ikinci evrede ada yayı kayaç topluluğunu karakterize eden gabro, diyorit, monzonit, tonalit ve granodiyoritlerin oluştuğunu; üçüncü evrede ise kıta-ada yayı çarpışma zonunu karakterize eden granitlerin oluştuğunu belirtmiştir.

Hempton ve Savcı (1982), Sivrice-Elazığ arasında yaptıkları çalışmada Yüksekova Karmaşığı’nın volkanik birimini “Elazığ Volkanik Karmaşığı” adı altında inceleyerek, karmaşığın ilksel okyanus içi bir ada yayını temsil ettiğini vurgulamışlardır.

Turan (1984), Baskil-Aydınlar yöresinde yaptığı çalışmada Yüksekova Karmaşığı’nın, Neotetis’in güney kolu üzerinde Senoniyen süresince hüküm süren dalma-batma zonunda oluşmuş ada yayı ürünleri olduğunu açıklamıştır.

Asutay (1985, 1987), Baskil çevresinde yaptığı çalışmalarda, Baskil magmatik kayaçlarının düzenli magmatit istif sunduğunu, bu nedenle karmaşık adıyla adlandırılmayacağını belirterek bu kayaçları;

- Diyorit-Monzodiyorit grubu,
- Geçiş grubu,
- Granodiyorit-Tonalit grubu,
- Monzonit grubu şeklinde gruplara ayırmış ve Baskil çevresindeki magmatik kayaçları genel olarak Baskil Magmatitleri, bu magmatitlerin derinlik kayaçlarını ise Baskil Graniti adı altında incelemiştir. Ayrıca araştırmacı, bu magmatik kayaçları aktif kıta kenarı üzerinde gelişen yitim zonu ürünleri olarak değerlendirmiştir.

Akgül, M. (1987, 1991), Baskil çevresinde yaptığı çalışmalarda, Üst Kretase yaşlı magmatik kayaçları Baskil Granitoyidi olarak adlandırmış ve granitlerin çarpışma bölgesindeki farklı cinsteki kayaçların kısmi ergimesiyle oluştuğunu ve kalkalkali seri karakterinde olduğunu belirtmiştir.

Akgül, B. (1993), Piran Köyü (Keban) çevresinde Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri) üzerinde yaptığı petrografik ve petrolojik çalışmada karmaşığı oluşturan kayaçların bölgeye üç farklı evrede yerleştiğini; birinci evrede bazik plütonik ve volkanik kayaçların, ikinci evrede asit plütonik ve volkanik kayaçların, üçüncü evrede ise artık magmadan türeyen aplit ve lamprofirlerin geliştiğini belirtmiştir.

Turan (1993), Elazığ yakın çevresindeki tektonik yapıları ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yerini açıklamıştır. Yazar, bölgenin orojenik kuşaklara özgü kıvrımlı ve özellikle kırıklı türden yapılar bakımından oldukça zengin olduğunu ve bu yapıların Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase-Alt Miyosen arasındaki kapanma ve sonuçta Orta Miyosen'deki nihai kıta-kıta çarpışmasına bağlı sıkışma rejimi altında meydana geldiğini belirtmiştir.

İnceöz (1994), Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunda yaptığı çalışmada; inceleme alanında görülen değişik litolojilerdeki kayaçların birbiriyle olan ilişkilerini belirlemiş, bölgenin 1/25.000 ölçekli harita düzeyinde ayrıntılı tektonik yapıları ortaya çıkarıp, bu yapılardan yararlanarak bölgenin tektonik evrimine yorum getirmiştir.

Kürüm (1994), Elazığ kuzeybatısındaki genç volkanitlerin petrolojik özelliklerini incelemiş ve çalışma bölgesindeki volkanizmanın Üst Miyosen'de kalkalkalen özellikte, daha sonra çok az oranda toleyitik ve en son aşamada da önemli ölçüde alkalen özellikte olduğunu belirtmiştir.

Bingöl ve Beyarslan (1996), Elazığ Magmatitleri'nin petrografisini ve jeokimyasını incelemişlerdir. Araştırmacılar, arazi ve jeokimyasal verilere dayanarak; Elazığ Magmatitleri'ni oluşturan kayaçların Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalımı ve buna bağlı olarak üstteki levhada meydana gelen supra-subduction zonu ofiyolitleri (Kömürhan Ofiyoliti) üzerinde gelişen kalkalkalen seriye ait ve ada yayı magmatizması ürünleri olduğunu belirtmişlerdir.

Beyarslan (2000), Serince-Harput çevresindeki granitik kayaçları ve kökenlerini incelemiştir. İnceleme alanındaki granitik kayaçlar Elazığ Magmatitleri'nin diyorit ve tonalitleri içerisinde intrüzif kütleler halinde bulunurken, volkanit ve volkanoklastitleri içerisinde dayk ve siller halinde görülmektedir. İnceleme alanı doğusunda ise Elazığ Magmatitleri'nin üzerinde geliştiği okyanus kabuğuna ait gabro ve diyabazları kesmektedir. Elazığ Magmatitleri'nin Elazığ civarında yaygın biçimde yüzeyleyen ve yitim zonu üzerindeki levhada açılmaya bağlı (SSZ) olarak gelişen ofiyolitler (Guleman, Kömürhan, İspendere) üzerinde oluşmuş tipik ada yayı malzemesi olduğu kabul edilmiştir.

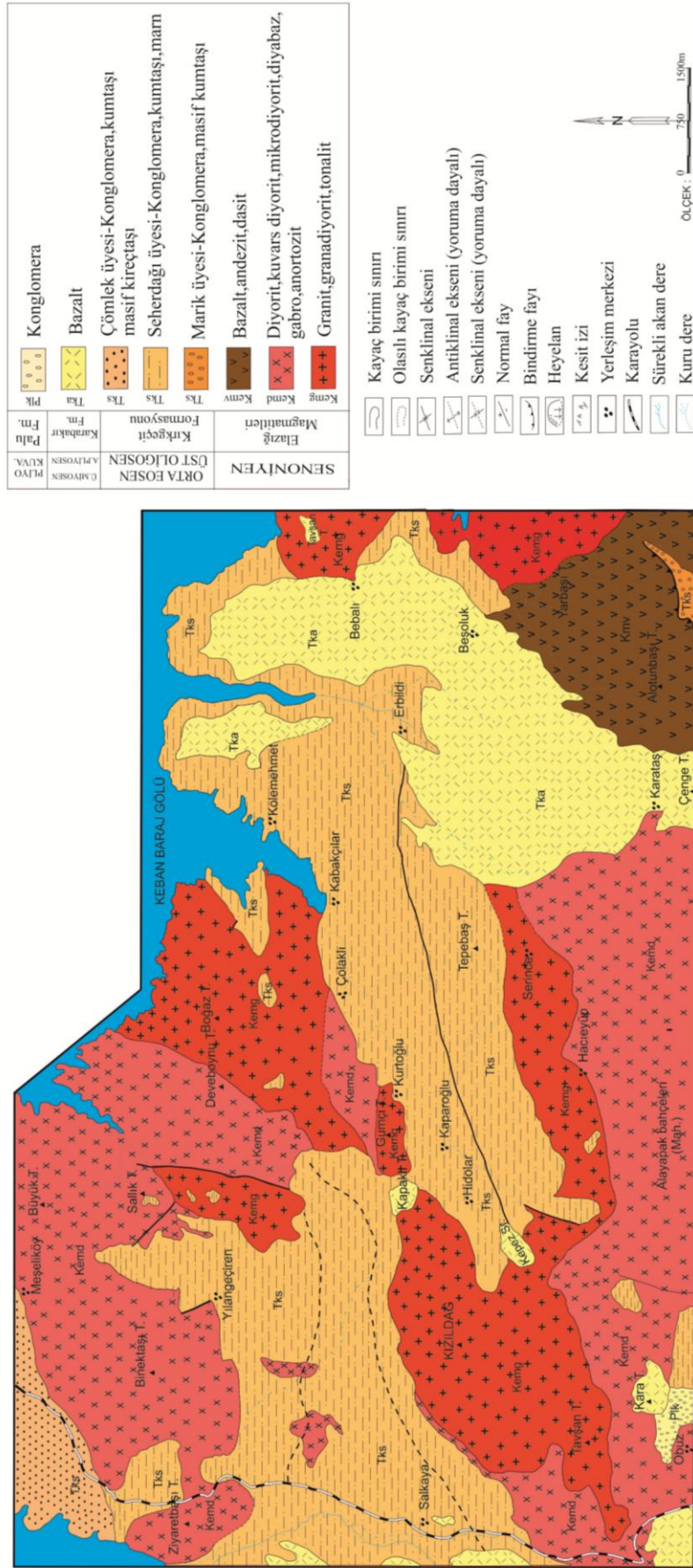
2. GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında yüzeyleyen litolojik birimler, yaşıdan gence doğru; Üst Kretase yaşı Elazığ Magmatitleri, Orta Eosen-Üst Oligosen yaşı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşı Karabakır Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşı Palu Formasyonu şeklinde sıralanır (Şekil 2.1,2).

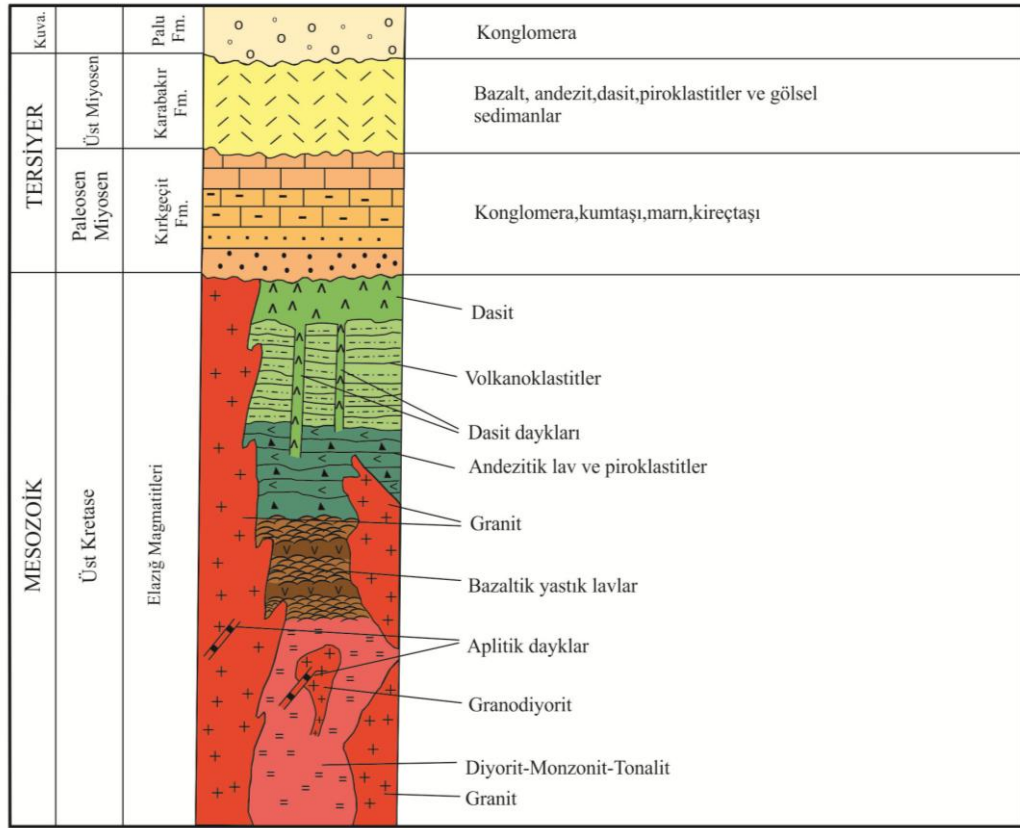
Şekil 2.2’de gösterilen Elazığ Magmatitleri’ne ait volkanik birimler inceleme alanı dışında Harput (Elazığ) çevresinde görülmektedir.

Asıl çalışma konumuzu Elazığ Magmatitleri oluşturduğundan, Elazığ Magmatitleri’nin özellikleri ayrıntılı olarak verilmiştir.

HARPUT (ELAZIĞ) YAKIN KUZEYİNİN JEOLojİK HARİTASI



Şekil 2.1: İnceleme alanının jeoloji haritası (İnceöz (1994)'den sadeleştirilmiştir).



Şekil 2.2. İnceleme alanındaki birimler arasındaki ilişkileri gösteren genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Bingöl ve Beyarslan, 1996'dan değiştirilerek alınmıştır.)

2.1. Elazığ Magmatitleri

Elazığ civarında ve çalışma alanında geniş bir yüzeylemeye sahip olan, ilk defa Perinçek (1979a, 1979b) tarafından Hakkari ili Yüksekova ilçesi yakınlarında Yüksekova Karmaşığı adıyla tanımlanan ve Hakkari'den başlayarak Kahramanmaraş'a kadar yayılım gösteren birimin devamı olan Elazığ Magmatitleri pek çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Böylesine geniş bir alanda yüzeyleyen birim, litolojik özellikleri bakımından bölgesel farklılıklar göstermektedir. İşte bu bölgesel farklılıklardan yola çıkan araştırmacılar Yüksekova Karmaşığı'nın Elazığ çevresinde daha düzenli bir istif sunduğunu belirtip, birimin Elazığ çevresindeki yayılımı için bu adlamanın daha uygun olacağını düşünmüşlerdir. Bölgesel farklılıklar bir yana bırakılacak olursa Elazığ Magmatitleri çoğunlukla gabro, diyabaz, diyorit, monzonit, tonalit, granodiyorit, granit, bazalt, andezit, piroklastit ve pelajik sedimentlerden oluşmaktadır (İnceöz, 1994). Birimin ilk kez tanımlanmasından sonraki yıllarda, Doğu Toroslar'da yapılan pek çok çalışmada (Perinçek, 1980; Turan, 1984; Akgül, B., 1987; Poyraz, 1988; Beyarslan, 1991; Aksoy, 1993; Kürüm, 1994; İnceöz, 1994; Altunbey, 1996) Yüksekova Karmaşığı ismi

benimsenmiş ve kullanılmıştır. Yüksekova Karmaşığı'nın Turan ve diğ., (1993; 1995) tarafından "Elazığ Magmatitleri" adı altında incelenmesinden sonraki çalışmaların tamamında bu adlama kullanılmıştır.

Elazığ ve çevresinde magmatitler üzerinde ayrıntılı petrografik ve petrolojik incelemeler yapan Bingöl (1982, 1984, 1988), karmaşığın genel olarak gabro, diyorit, monzonit, tonalit ve granodiyorit gibi derinlik kayaçları; bazalt, andezit, dasit ve genellikle andezitik piroklastitler ve tüm bunları kesen granitik kayaçlar ve volkanosedimanlardan oluştuğunu belirtmektedir. Yazar, birimin bu şekilde düzenli bir istif göstermesinden dolayı Yüksekova Karmaşığı'ndan farklı olduğunu belirtip "Elazığ Magmatitleri" olarak adlandırmıştır. Bununla birlikte Elazığ ve çevresinde yaygın olarak yüzeyleyen bu magmatitler için farklı araştırmacılar tarafından değişik adlamalar veya yerel adlamalar da kullanılmıştır. Örneğin; Baskil civarında çalışma yapan bazı araştırmacılar (Yazgan, 1981; 1983; 1984; Asutay, 1985; Akgül, M., 1987) birimi "Baskil Magmatik Kayaçları" veya "Baskil Granitoyidi" olarak adlandırırken, Hazar Gölü (Sivrice) civarında çalışma yapan Hempton ve Savcı (1982) ve Hempton (1984, 1985) ise birimi "Elazığ Volkanik Karmaşığı" olarak adlandırmıştır.

Turan ve diğ., (1993; 1995), Elazığ civarında yüzeyleyen ve birçok çalışmada Yüksekova Karmaşığı olarak adlandırılan birimin tam bir karmaşık olmadığını, belli bir iç yapıya sahip olduğunu belirterek birim için "Elazığ Magmatitleri" adını kullanmışlardır. Bu araştırmacılara göre Elazığ Magmatitleri, tabanda gabro-diyorit bileşimli derinlik kayaçları, bunların üzerinde bazaltik-andezitik volkanik kayaçlar, volkanoklastitler ve tüm bunları kesen granodiyorit-tonalit bileşimli derinlik kayaçları ve dasit dayklarından oluşmuştur.

Bingöl ve Beyarslan (1996), Elazığ Magmatitleri'nin birbirini kesen diyorit, tonalit, granodiyorit ile bunlar üzerinde yer alan bazaltik yastık lavlar, bazaltik-andezitik lav akıntıları, andezitik piroklastitler, volkanosedimanlar ve tüm derinlik ve yüzey kayaçlarını kesen granit dayk ve intrüzyonları, andezitik lav ve piroklastitler ile volkanosedimanları kesen dasit daykları ve dasit domlarından oluştuklarını kabul etmektedirler.

Perinçek (1979), magmatitlerin üst kısımlarına ait kırmızı renkli kireçtaşları içinde bulunan fosillere dayanarak birim için Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşını kullanmıştır.

MTA jeologları (1986; 1988) tarafından K/Ar yöntemi ile yaş tayini yapılmış ve birimin yaşının 86-75 my. olduğu tespit edilmiştir. Aksoy ve Tatar (1990), Van civarında yaptıkları çalışmalarında birim için Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen yaşını tespit etmişlerdir. Birçok araştırmacı (Perinçek ve Özkaya, 1981; Turan, 1984; Turan ve Bingöl, 1991; Bingöl, 1982; 1984; 1988; Beyarslan, 1991; Bingöl ve Beyarslan, 1995; Beyarslan, 1996) birimin yaşını Üst Kretase ve/veya Senoniyen olarak değerlendirmişlerdir.

Elazığ Magmatitleri'nin oluşumu hakkında değişik araştırmacılar aynı veya birbirine yakın görüşler ileri sürmüşlerdir. Perinçek ve Özkaya (1981), magmatitlerin kökeni hakkında iki olasılıktan bahsetmekte; ilk olarak birimin tümüyle kıtasal bir kabuk ya da kıta kabuğu eklentisi üzerinde gelişmiş ada yayı türünde bir oluşuk olduğu ve bazik volkanitlerin ada yayı ilksel volkanizması ürünleri olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar, ikinci ihtimal olarak da birimin bir bölümünün kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş ada yayı malzemesinden, diğer bölümünün ise okyanusal kabuk gelişimini temsil eden malzemelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bingöl (1982; 1984; 1988), magmatitlerin kısmen okyanusal kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişen ada yayı ürünleri olduğunu belirtmiştir. Yazgan (1981), birimin alkaliye eğimli kalkalkalen özellikte olduğunu ve bir kıta kenarı magmatizması ya da kısmen okyanusal kabuk üzerinde gelişmiş bir ada yayı ürünü olarak yorumlamıştır.

İnceleme alanında Elazığ Magmatitleri; granitik kayalar ve diyorit grubu kayalar olmak üzere iki birime ayrılmış ve incelenmiştir.

2.1.1. Granitik Kayalar

Çalışmanın konusunu oluşturan ve inceleme alanında en geniş yayılıma sahip olan Elazığ Magmatitleri özellikle Kızıldağ, Karadağ ve Serince köyleri çevresinde, Çolaklı köyünde yüzeylemeler sunmaktadır.

Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayalar; birbirleriyle iç içe bulunan gerek dokusal ve gerekse mineralojik olarak birbirine benzeyen granit, granodiyorit ve tonalit bileşimli kayalardan oluşmaktadır. Granitik kayalar iri kristalli ve açık pembe-turuncu renkli olmaları nedeniyle diğer kayalardan kolaylıkla ayrılırlar (Şekil 2.3). Bu kayalar makroskopik olarak bol çatlaklı ve ileri derecede alterasyona uğramıştır (Şekil 2.4). Ayrıca granitik kütlede arenalaşma gözlenmekte olup (Şekil 2.5) içerisinde diyoritik anklavlar,

kalınlıkları milimetreden santimetreye kadar değişen felsik (aplitik) dayklar ve diyorit daykları bulunmaktadır (şekil 2.5,6,7,).



şekil 2.3. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlardan bir görünüş (37S 0520940D/4291480K)



şekil 2.4. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlardan bir görünüş (37S 0521098D/4291780K)



şekil 2.5. Elazıř Magmatitleri'ne ait granitik kayalardeki aplitik damarlar ve arenalaşma (37S 0525271D/4290362K)



şekil 2.6. Elazıř Magmatitleri'ne ait granitik kayalar içerisindeki anklavlar (37S 0525271D/4290362K)



Şekil 2.7. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçları kesen diyorit daykları (37S 517472D/4289193K)

İnceleme alanında granitik kayaçların tabanı görülmediği için herhangi bir kalınlık verilmemiştir. Bu kayaç grubu tavanında Kırkgeçit Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

2.1.2. Diyorit Grubu Kayaçlar

İnceleme alanında diyorit grubu kayaçlar tavanında Kızıldağ'ın batı ve kuzeybatısında, Meşeliköy çevresinde, Yılangeçiren Köyü'nün doğu ve batısında, Obuz Köyü'nün güney ve doğusunda Orta Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Diyorit grubu kayaçlar Obuz Köyü'nün batısında Kara Tepe ve Karataş Köyü çevresinde Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Karabakır Formasyonu tarafından ve ayrıca, Obuz Köyü çevresinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. İnceleme alanında diyorit grubu kayaçların tabanı görülmediği için, herhangi bir kalınlık verilmemiştir.

İnceleme alanında diyorit grubu kayaçlar makroskopik olarak oldukça sert-sağlam yapılı olup koyu yeşil, gri veya yeşilimsi gri renklidirler. Elazığ Magmatitleri'ne ait diyorit grubu kayaçların granitik kayaçlarla olan dokanakları intrüzif bir karakter taşımaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçlar ile diyorit grubu kayaçlar arasındaki intrüzif dokanak (37S 0525822D/4289834K)

Çalışma alanında diyoritleri kesen boyutları milimetreden metreye kadar değişen felsik dayklar bulunmaktadır (Şekil 2.9,10). Ayrıca iri taneli diyoritleri kesen ve porfirik doku gösteren ince taneli diyorit daykları da görülmektedir (Şekil 2.11,12).



Şekil 2.9. Elazığ Magmatitleri'ne ait diyorit grubu kayaçları kesen felsik dayklar (37S 0526066D/4290026K)



Şekil 2.10. Elazığ Magmatitleri'ne ait diyorit grubu kayalar içerisindeki kalınlıkları yarım metreye kadar değişen tonalitik dayklar (37S 517836D/4295867K)



Şekil 2.11. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayalarına ait diyoritleri kesen mikro ölçekli diyorit daykları(37S 0525822D/4289834K)



Şekil 2.12. Elazığ Magmatitleri'ne ait iri taneli diyorit içerisindeki porfirik doku gösteren ince taneli diyorit (mikrodiyorit) daykları (37S 523349D/4297996K)

2.2. Kırkgeçit Formasyonu

Formasyon ilk defa Van ili güneydoğusunda Kırkgeçit Köyü yakın çevresinde yapılan çalışmalarda TPAO jeologları tarafından tanımlanmıştır (Perinçek, 1979). Daha sonraları gerek bölgesel ölçekli gerekse Elazığ civarında yapılan birçok yerel çalışmada araştırmacılar (Avşar, 1983; Turan, 1984; Özkul, 1988; Türkmen, 1988; Aksoy ve Tatar, 1990; Turan ve Bingöl, 1991; Türkmen, 1991; Altunbey, 1996; Türkmen ve Esen, 1996) birimi, aynı adla incelemişlerdir.

İnceleme alanının güneyi ve doğusunda gözlenen Kırkgeçit Formasyonu, Elazığ Magmatitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birimle ilgili daha önce yapılan çalışmalarda birimin farklı bölgelerde konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, masif kireçtaşları ve marnlardan oluşan bir litoloji gösterdiği belirtilmiştir (Şekil 2.13) (Turan, 1984; Türkmen ve Esen, 1996).



Şekil 2.13. Kırkgeçit Formasyonu'na ait tabakalı kumtaşları (37S 0522418D/4290127K)

Kırkgeçit Formasyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda birimin yaşı, çalışma yapılan bölgelere göre dar alanda değişiklikler göstermektedir. Turan (1984); Özkul (1988); Kürüm (1994); Turan ve Türkmen (1996); Türkmen ve Esen (1996) birim için Orta Eosen-Üst Oligosen yaşını kullanmışlardır. Avşar (1988); Özkul ve Üşenmez (1986); İnceöz (1994) ise birim için Orta-Üst Eosen yaşını kullanmışlardır. Aksoy ve Tatar (1990), Van civarında, Aksoy (1996), Arapgir civarında yaptıkları çalışmalarında birimin yaşını Orta Eosen-Alt Miyosen olarak belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi farklı çalışmalarda verilen yaşlar da birbirinden farklı olabilmektedir. Ancak, araştırmacılar Kırkgeçit Formasyonu'nun Orta Eosen'de çökelmeye başladığı fikrinde birleşmektedir. Bu çalışmada birimin yaşı için Orta Eosen-Oligosen yaşı esas alınmıştır.

Kırkgeçit Formasyonu'nun sedimentolojik özelliklerini ayrıntılı biçimde inceleyen Özkul (1988), bu çökellerin şelf ortamından derin deniz ortamı çökellerine kadar değişik tipte çökeller sunduğunu vurgulamıştır. Çökeltme havzası tabanının düzensizliği ve buna bağlı olarak deniz dibi sırtları nedeniyle havza değişik fasiyes sunan bölümlere ayrılmıştır. Bu nedenle de formasyon içinde çok sayıda farklı litofasiyesler ve litofasiyes toplulukları oluşmuştur.

2.3. Karabakır Formasyonu

Karabakır Formasyonu ilk defa Tunceli ili Pertek ilçesi Karabakır Köyü yakınında Naz (1979) tarafından tanımlanmıştır. Daha sonraki yıllarda Tunceli-Elazığ çevresinde yapılan pek çok çalışmada (Bingöl, 1984; Turan ve Bingöl, 1991; Aksoy, 1993; Kürüm, 1994; İnceöz, 1994) formasyon aynı adla incelenmiştir.

Karabakır Formasyonu tümüyle karasal (göl ve nehir) ortam çökelleri ve karasal volkanizma ürünleri ile temsil olunur. Formasyonun değişik seviyelerinde hem tortul hem de volkanik ve volkanosedimanter malzemelere rastlanmaktadır. Bu farklı malzemeler birbirleriyle yanal ve düşey yönde girift haldedir. Volkanik malzemenin hakim olduğu sahalarda tabanda koyu renkli lav akıntısı ve aglomeralarla başlayan formasyon, açık gri renkli aglomera, lapillistone, tuf, tüfit ve volkanik kumtaşları ile devam eder ve bazalt akıntıları ile son bulur. Göl ve nehir tortullarının egemen oldukları sahalarda ise çakıltası ve kumtaşı-çamurtaşı tabakaları arasına tüfit tabakaları ve yer yer organik malzemeli seviyeler (linyit) katılır.

İnceleme alanında Karabakır Formasyonu, Kırkgeçit Formasyonu'nu uyumsuz olarak örtmektedir. Birim çalışma alanında koyu gri, siyahımsı gri renklerde ve genelde veziküler dokulu bazaltlardan oluşmaktadır.

2.4. Palu Formasyonu

Formasyon ilk defa Çetindağ (1985) tarafından Kovancılar ve Palu ilçeleri çevresinde haritalanmış ve adlandırılmıştır. Daha sonraki yıllarda Elazığ çevresinde yapılan pek çok çalışmada aynı isim kullanılmıştır.

Palu Formasyonu'nun litolojisi genel olarak organize olmuş kırmızı renkli, kötü boyplanmalı, zayıf çimentolu çakıltası ile çapraz tabakalı karasal ortam çökelleri olup alüvyon yelpazesi ve örgülü nehir litofasiyes topluluğu çökelleri ile temsil olunur.

İnceleme alanında Elazığ Magmatitleri, Kırkgeçit Formasyonu ve Karabakır Formasyonu'nu uyumsuz olarak örten birim çalışma alanının en genç birimi olup, karasal konglomeralardan meydana gelmiştir.

3. PETROGRAFİ

3.1. Elazığ Magmatitleri'ne Ait Kayaçların Petrografik Özellikleri

3.1.1. Granitik Kayaçlar

Granitik kayaçlar, çalışma alanında geniş bir yayılım sunan granit, granodiyorit ve tonalit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Literatürde son yıllarda taneseli yapıya sahip olan asidik ve ortaç bileşimleri ile mineralojik, petrografik ve jeokimyasal bir topluluk oluşturan ve aynı jeolojik bulunuş şekillerine sahip olan derinlik kayaçları için “*granitoid*” tanımı kullanılmaktadır (Boztuğ, 1989).

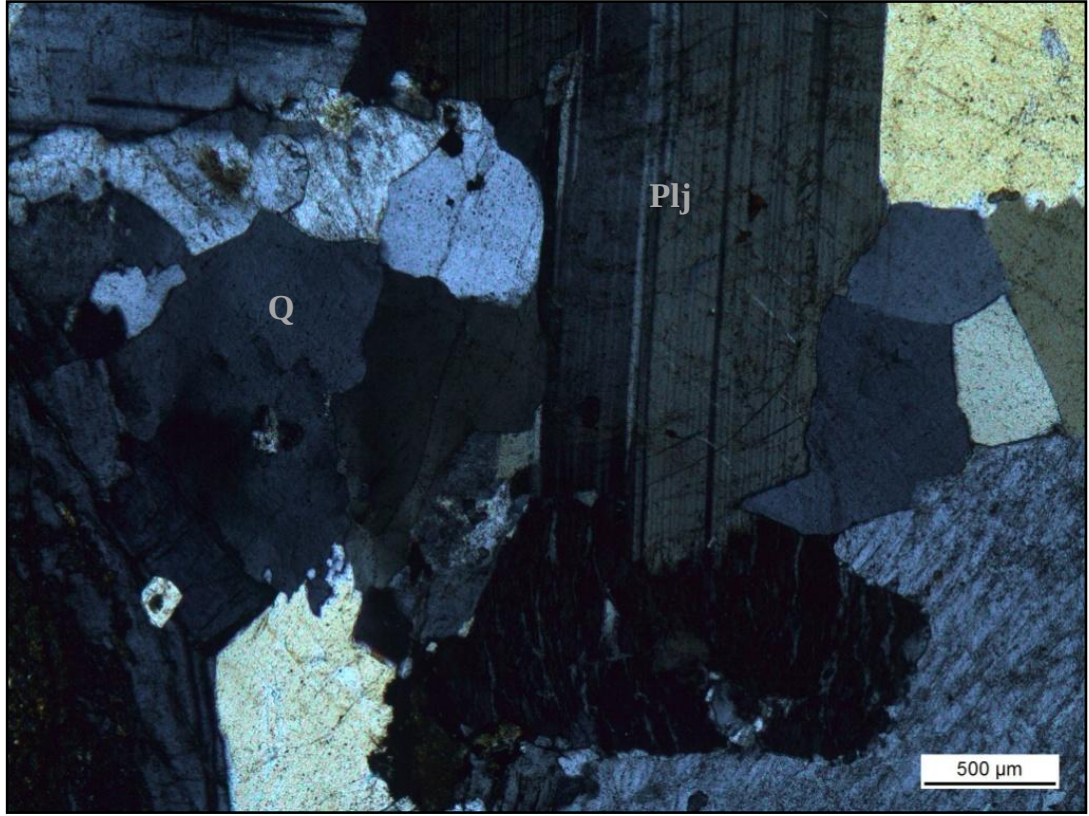
3.1.1.1. Granitler

Granitler, makroskobik olarak yer yer çatlaklı ve ileri derecede alterasyona uğramış olup, iri kristalli ve pembe renkli olmaları ile diğer kayaçlardan kolaylıkla ayrılırlar.

Yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda, granitlerin esas olarak kuvars, plajiyoklas, K-feldispat, biyotit, amfibol ve opak minerallerden oluştuğu belirlenmiştir. Kayaçta ayrıca klorit gibi ikincil mineraller de saptanmıştır.

Granitler içerisindeki kuvarslar değişik boyutlu olup, özşekilsiz kristaller halindedir ve deformasyondan kaynaklanan dalgalı sönme gösterirler (Şekil 3.1). Ayrıca diğer minerallerin ara boşluklarını doldurmaktadırlar ve kayaç içerisinde yaklaşık % 20-25 civarında bir orana sahiptirler.

Kayaç içerisindeki plajiyoklaslar, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Yoğun olarak albit, albit+karlsbad ikizi gösteren plajiyoklaslardaki alterasyon etkileri sonucunda serizitleşme, sosuritleşme ve karbonatlaşma görülmektedir. Serizit mineralleri ince pulcuklar halinde gelişmiş olup, yer yer mineral içerisinde dağılmış bir şekilde bulunmaktadır. Albit ikizi gösteren kristallerde 8°-15°'lik sönme açılarına göre plajiyoklasların albit-oligoklaz türünde olduğu saptanmıştır. Plajiyoklaslar, kayaç içerisinde yaklaşık olarak % 30-35 oranında bulunmaktadırlar (Şekil 3.1,2).



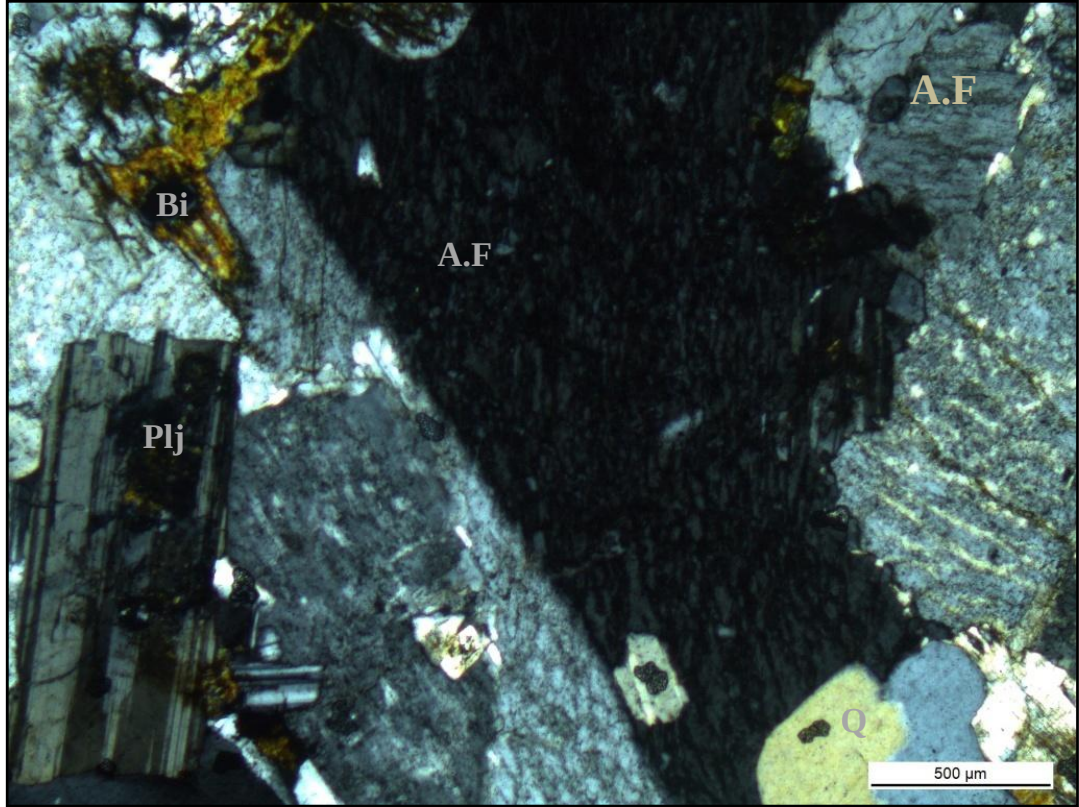
Şekil 3.1. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalarına ait granitlerdeki dalgalı sönme gösteren kuvarslar ve albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaslar (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.)

Granitler içerisinde bulunan K-feldispatlar oldukça iri taneli, genellikle özşekilsiz veya yarı özşekilli kristaller halinde olup, ikizlenmelerine dayanarak bunların ortoklas bileşiminde olduğu söylenebilir. Bazı kristallerde çok belirgin olmasa da ince dilinim izlerine rastlanmaktadır. Ayrıca yoğun altereli olup, büyük bir kısmı pertitik özellik gösteren alkali feldispatlarda yer yer karbonatlaşma görülmektedir. Kayaç içerisinde alkali feldispatların oranı yaklaşık % 25-30 civarındadır (Şekil 3.2).

Mafik mineral olarak biyotit ve amfibol mineralleri bulunmaktadır. Kayaç içerisinde % 5-10 oranında bulunmaktadır. Biyotitler, levhamsı-prizmatik ve çubuksu kristaller halindedir; ancak tamamen oksitlenmişlerdir. Tek yönde dilinimi, kahverengi pleokroizması ve D-B yönünde en karanlık durumunu alması ile diğer minerallerden ayrılırlar. Biyotitlere oranla daha az bulunan amfiboller, yeşilimsi pleokroizmaya sahip olup yarı özşekilli veya özşekilsiz kristaller halindedir. Yer yer kloritleşme izlenmektedir (Şekil 3.2).

Bunlardan başka tali olarak yer yer boşlukları dolduracak şekilde opak mineraller görülmektedir.

Granitlerde genellikle özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz kristallerin oluşturduğu subhedral granüler doku (Şekil 3.2) ve K-feldispatlar ile kuvarsların iç içe büyüme gösterdiği grafik doku izlenmektedir.

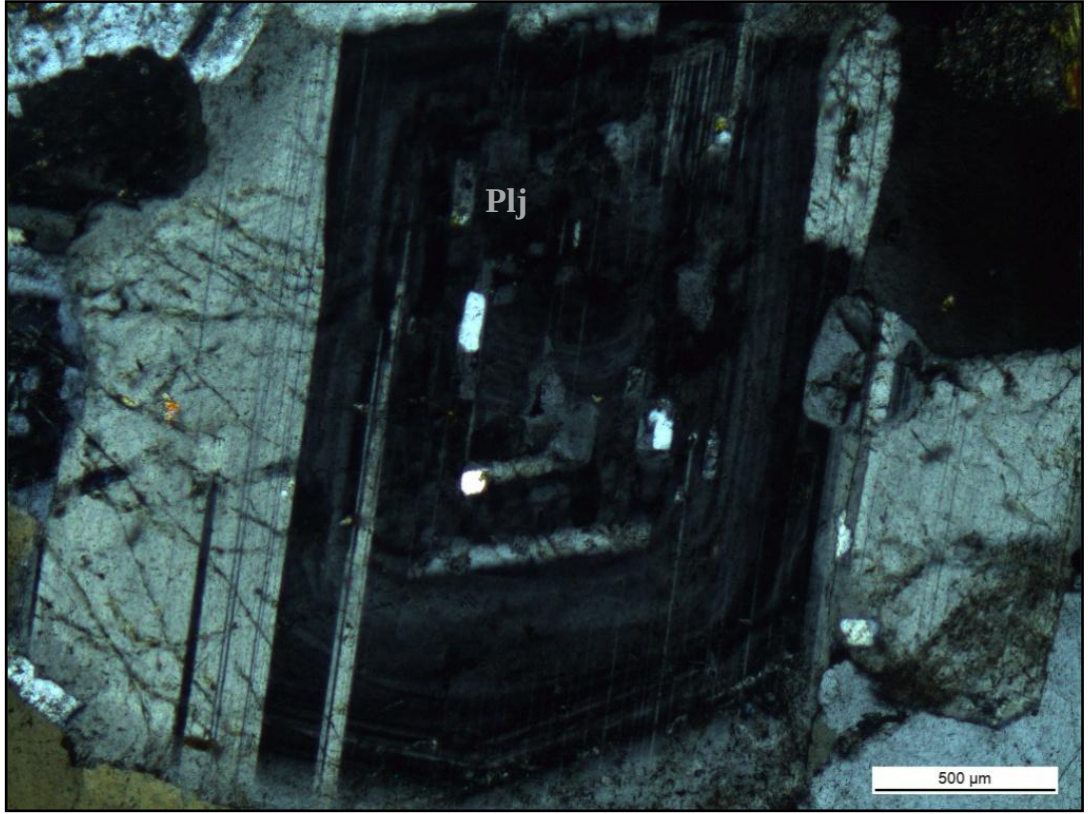


Şekil 3.2. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalarına ait granitlerdeki subhedral granüler doku ve alkali feldispat minerallerinde pertitleşme (Q: Kuvars, A.F: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklas, Bi: Biyotit. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.)

3.1.1.2. Granodiyoritler

Granodiyoritler, esas olarak plajiyoklas, kuvars, K-feldispat, biyotit ve amfibol; ikincil bileşen olarak da klorit, çok az miktarda opak minerallerden oluşmaktadır.

Granodiyoritlerde plajiyoklaslar özşekilsiz ve yarı özşekilli kristaller halinde olup çoğunlukla normal zonlanma göstermektedirler (Şekil 3.3). Ayrıca albit+karlsbad ikizi gösteren plajiyoklas kristallerine de rastlanmaktadır (Şekil 3.6). Plajiyoklaslarda, karbonatlaşma, serizitleşme türü alterasyonlar görülmektedir. Plajiyoklaslar, kayaların içerisinde yaklaşık % 50-55 civarında bulunmaktadır.



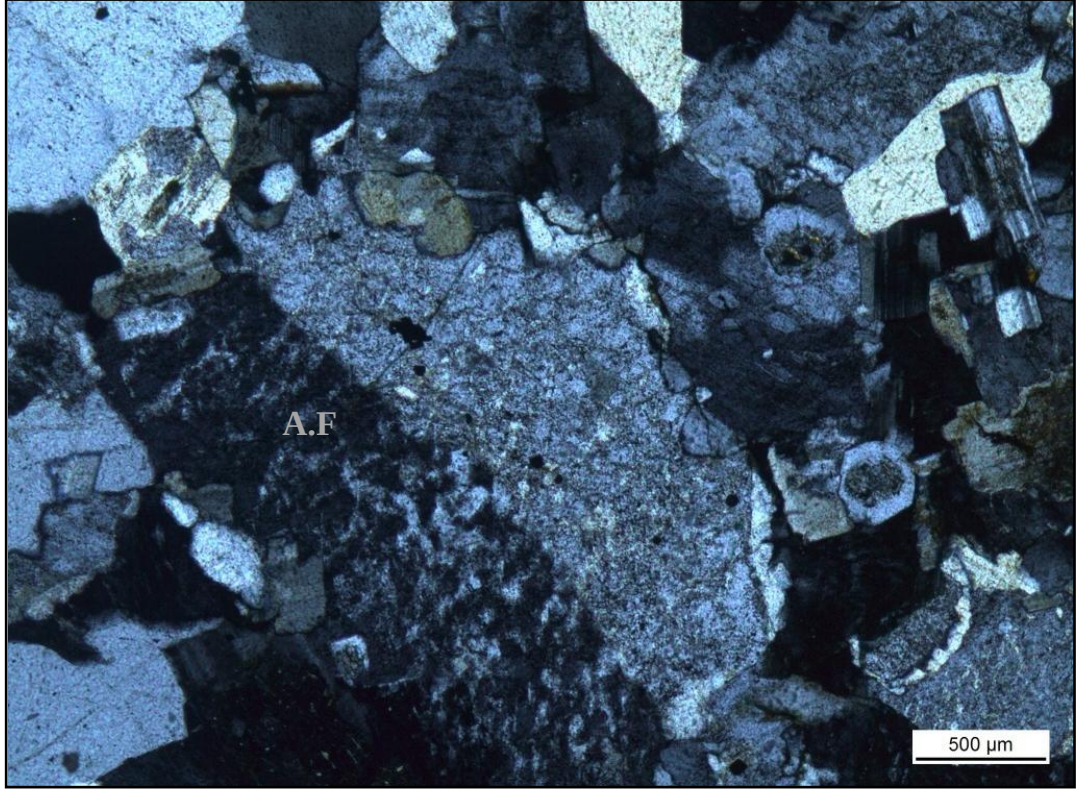
Şekil 3.3. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalarına ait granodiyoritlerdeki plajiyoklaslarda normal zonlanma (Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.)

Granodiyoritler içerisindeki kuvarslar genellikle özşekilsiz kristaller halinde olup, deformasyon geçirmiş olanlar dalgalı sönme göstermektedirler (Şekil 3.6). Kayaç içerisindeki oranları yaklaşık % 20-25 civarındadır.

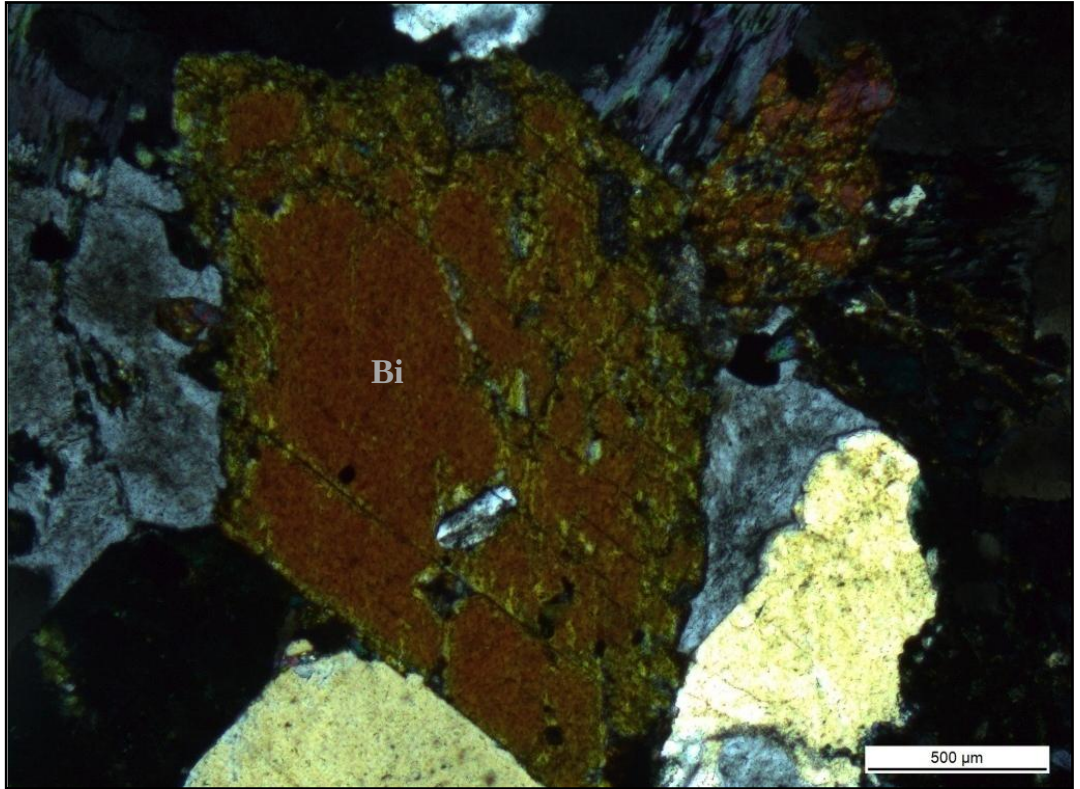
Kayaç içerisinde az oranda bulunan K-feldispatlar çoğunlukla iri kristalli olup, pertitik yapı gösteren yarı özşekilli veya özşekilsiz kristaller halinde bulunmaktadır. Kayaç içerisinde % 15-20 civarında bulunmaktadır (Şekil 3.4).

Mafik mineral olarak bulunan biyotit ve hornblendler ise değişik boyut ve şekillerde olup, yer yer kenarları boyunca kloritleşmişlerdir (Şekil 3.5,6). Granitlere oranla hornblend oranlarında artış gözlenmektedir. Opak mineraller ise daha az oranda bulunmaktadır.

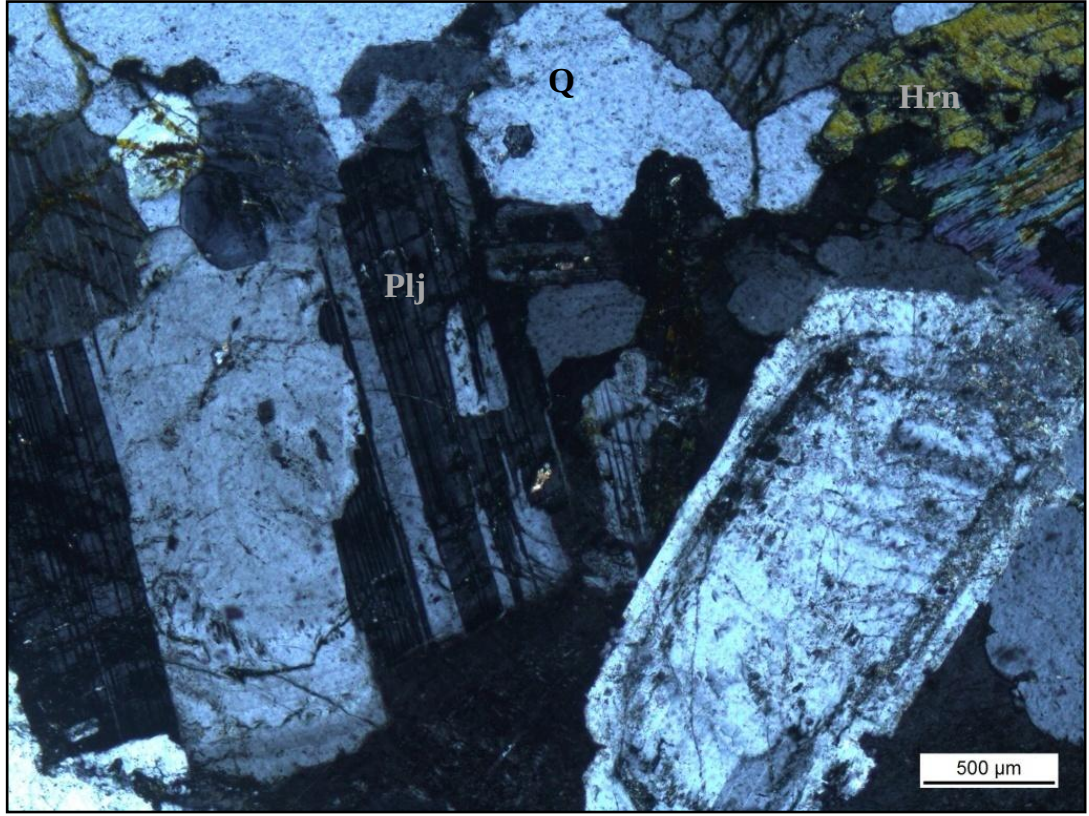
Granodiyoritlerde genelde subhedral granüler doku görülmektedir (Şekil 3.6). Az oranda grafik dokuya da rastlanmaktadır.



Şekil 3.4. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalarına ait granodiyoritlerdeki karlsbad ikizlenmesi gösteren alkali feldispat mineralleri (A.F: Alkali Feldispat. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.)



Şekil 3.5. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalarına ait granodiyoritlerdeki biyotit mineralleri (Bi: Biyotit. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.)



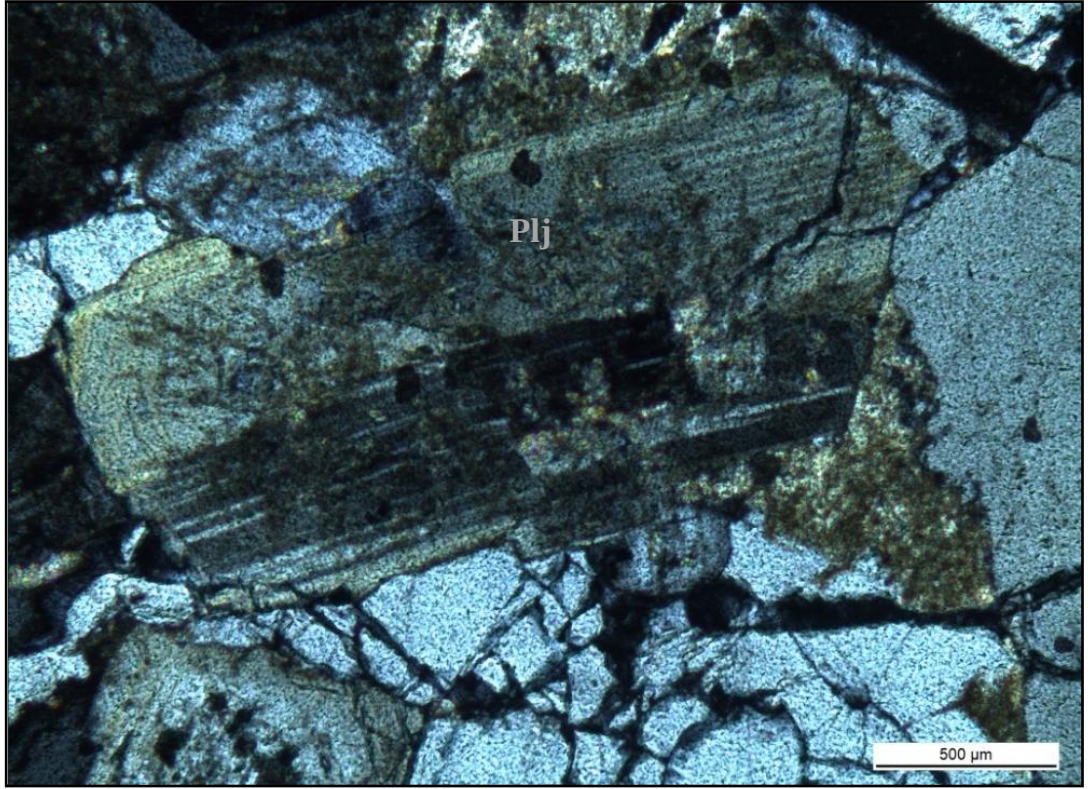
Şekil 3.6. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalara ait granodiyoritlerin gösterdiği subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.)

3.1.1.3. Tonalitler

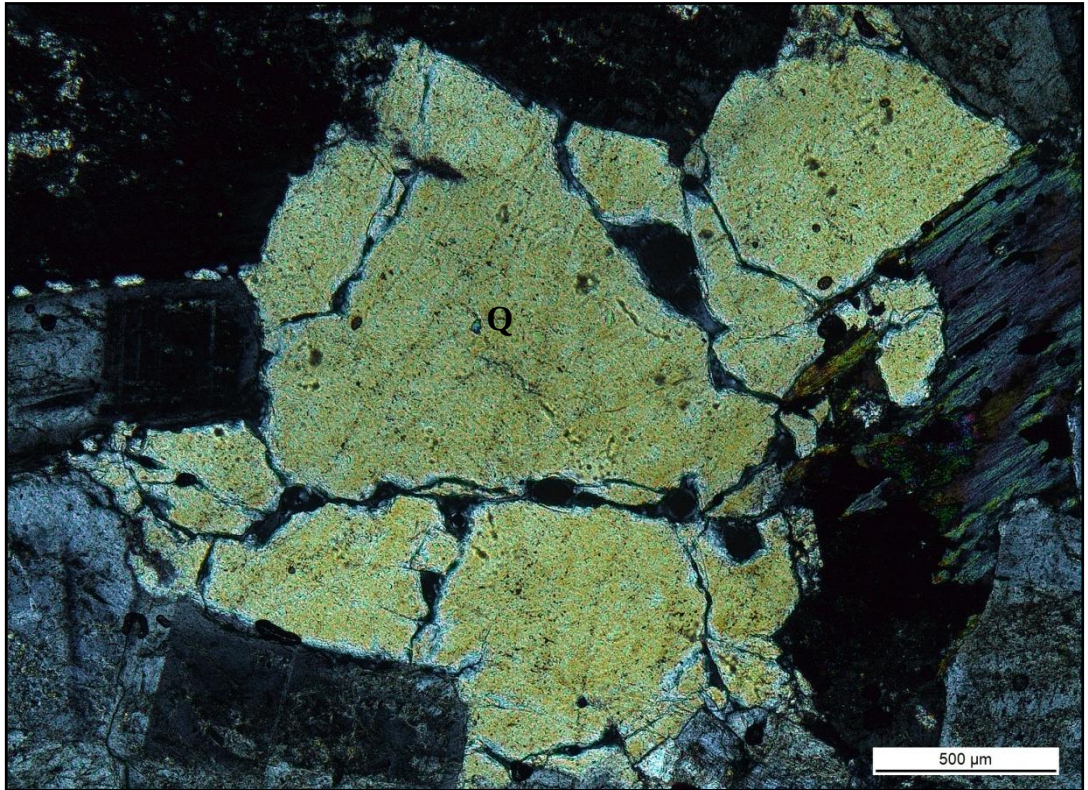
Granitik kayalar içerisinde yer alan tonalitler, esas olarak plajiyoklas, kuvars, hornblend ve biyotit; az oranda da opak minerallerden oluşmaktadır.

Tonalitlerde plajiyoklaslar özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Yaygın olarak albit, albit+karlsbad ikizlenmesi göstermelerine rağmen, normal zonlu yapıya sahip kristaller de bulunmaktadır. Plajiyoklas kristallerinde albit ikizine göre yapılan sönme açısı tayinlerinde 13°-22°'lik sönme açlarına sahip oldukları ve plajiyoklas türü An 29-42 bileşimine sahip olup, oligoklas-andezin türünde olduğu saptanmıştır. Alterasyon türü olarak sosuritleşme ve serizitleşme görülmektedir. Kayaç içerisinde plajiyoklaslar yaklaşık % 55-65 civarındadır (Şekil 3.7).

Kayaç içerisinde % 20-25 gibi bir orana sahip olan kuvarslar genellikle özşekilsiz ve yarı özşekilli olup ara boşlukları dolduran kristaller halinde bulunmaktadır ve dalgalı sönme gösterenlerine de rastlanmaktadır (Şekil 3.8).



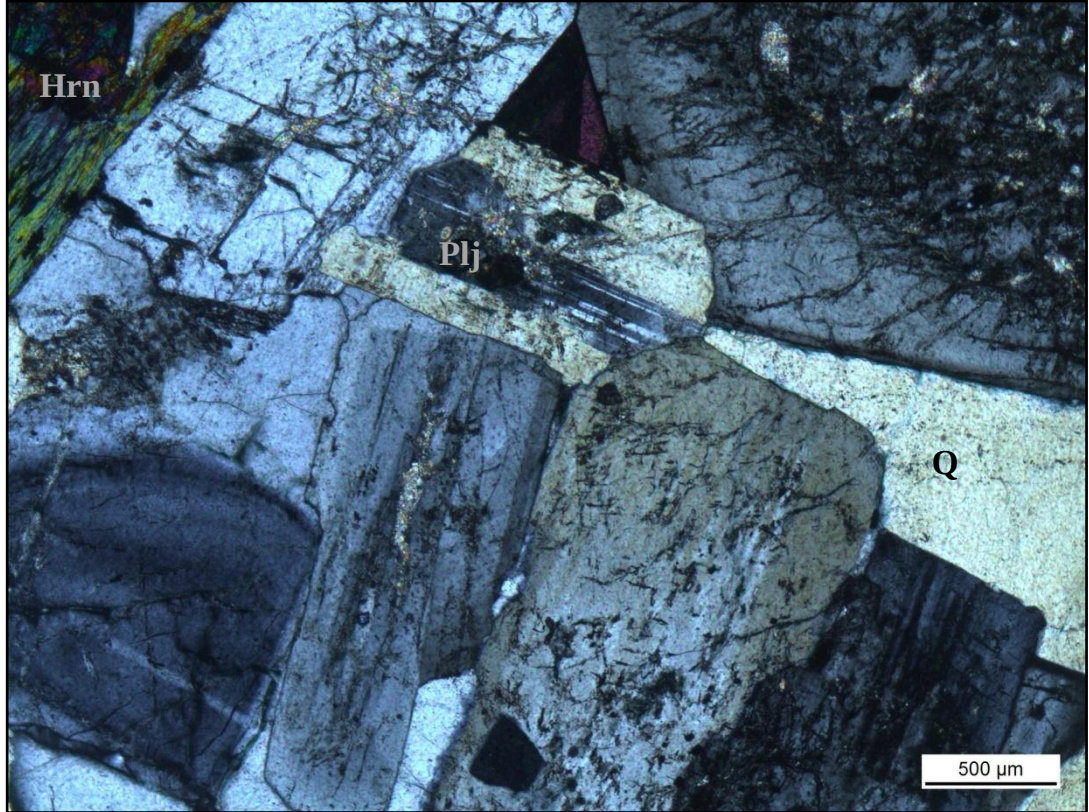
Şekil 3.7. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait tonalitlerdeki plajiyoklas mineralleri (Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.)



Şekil 3.8. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayaçlarına ait tonalitlerdeki kuvars mineralleri (Q: Kuvars. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.)

Mafik bileşen olarak bulunan hornblendler ise yeşil renkte pleokroizmasıyla tanınmaktadır ve özşekilsiz veya yarı özşekilli kristaller halindedirler (Şekil 3.9). Kayaç içerisinde % 15-20 civarında bir orana sahiptirler.

Tonalitlerde yaygın olarak özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz kristallerin oluşturduğu subhedral granüler doku gözlenmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Elazığ Magmatitleri'nin granitik kayalara ait tonalitlerdeki subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.)

3.1.2. Diyorit Grubu Kayaçlar

İnceleme alanında geniş bir yayılım gösteren diyorit grubu kayaçlar diyorit, kuvars diyorit ve damar kayaçlarından oluşmaktadır. Arazide bu grup kayaçlar koyu yeşil, gri ve yeşilimsi gri renkleri ve yer yer çatlaklı olmalarıyla granitik kayaçlardan kolaylıkla ayrılırlar.

Esas olarak plajiyoklas ve hornblendlerden oluşan kayaç az oranda da kuvars ve opak mineral içermektedir.

Diyoritlerde plajiyoklaslar, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Genel olarak plajiyoklaslarda albit, albit+karlsbad türü ikizlenmeler (Şekil 3.12) görülmekle

birlikte ezilme zonu yakınından alınan örneklerdeki ikizlenmelerinde deformasyondan dolayı bükülmeler ve silinmeler gösteren kristaller de vardır. Bu durum düşük dereceli metamorfizma koşullarına işaret etmektedir. Ayrıca plajiyoklaslarda karbonatlaşma, sosuritleşme türü alterasyonlar görülmektedir. Plajiyoklaslar kayaç içerisinde yaklaşık olarak % 60-65 oranında bulunmakta olup albit ikizine göre yapılan sönme açısı tayinlerinde plajiyoklas türü andezin olarak belirlenmiştir.

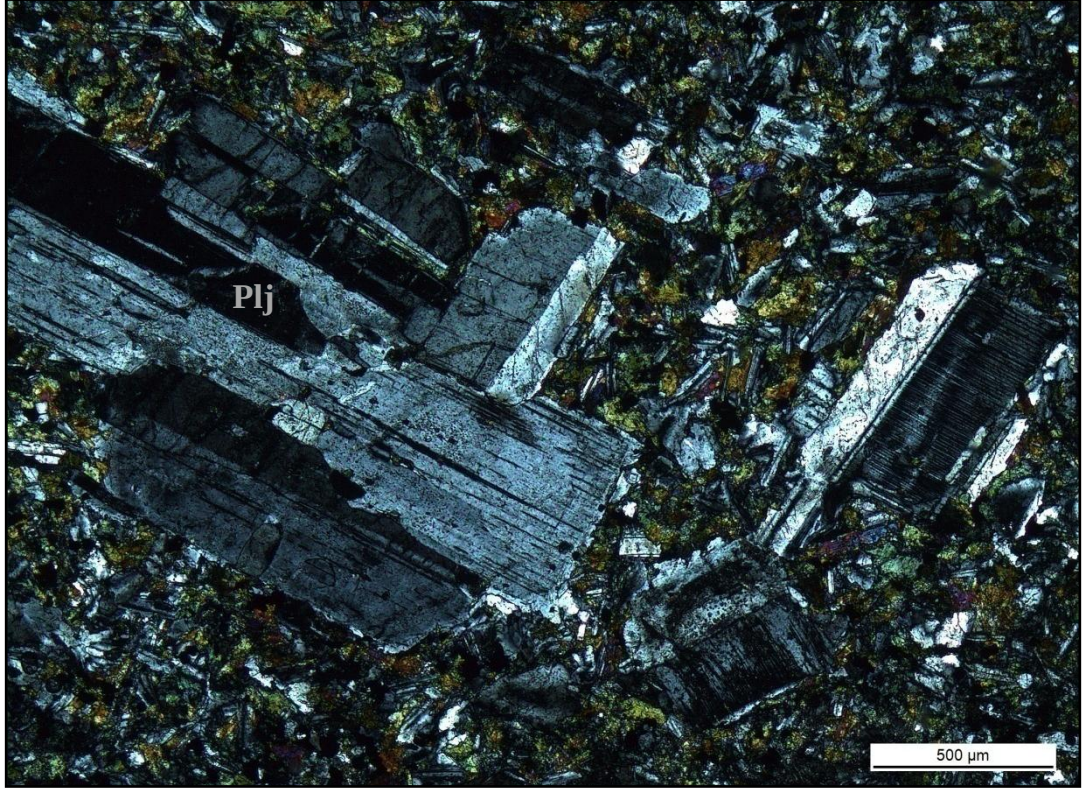
Diyoritler içerisindeki hornblend mineralleri yarı özşekilli ve özşekilsiz kristaller halinde olup, yeşilimsi tonlarda bir pleokroizmaya sahiptirler (Şekil 3.13).

Diyorit grubu kayaçlar içerisinde bulunan kuvars diyoritler, mineralojik ve optik özellikleri bakımından diyoritlere benzemektedirler. Ancak arazide dağılımları tam olarak belirlenememekle birlikte kuvars oranındaki artış dikkate alınarak kuvars diyorit olarak tanımlanmışlardır.

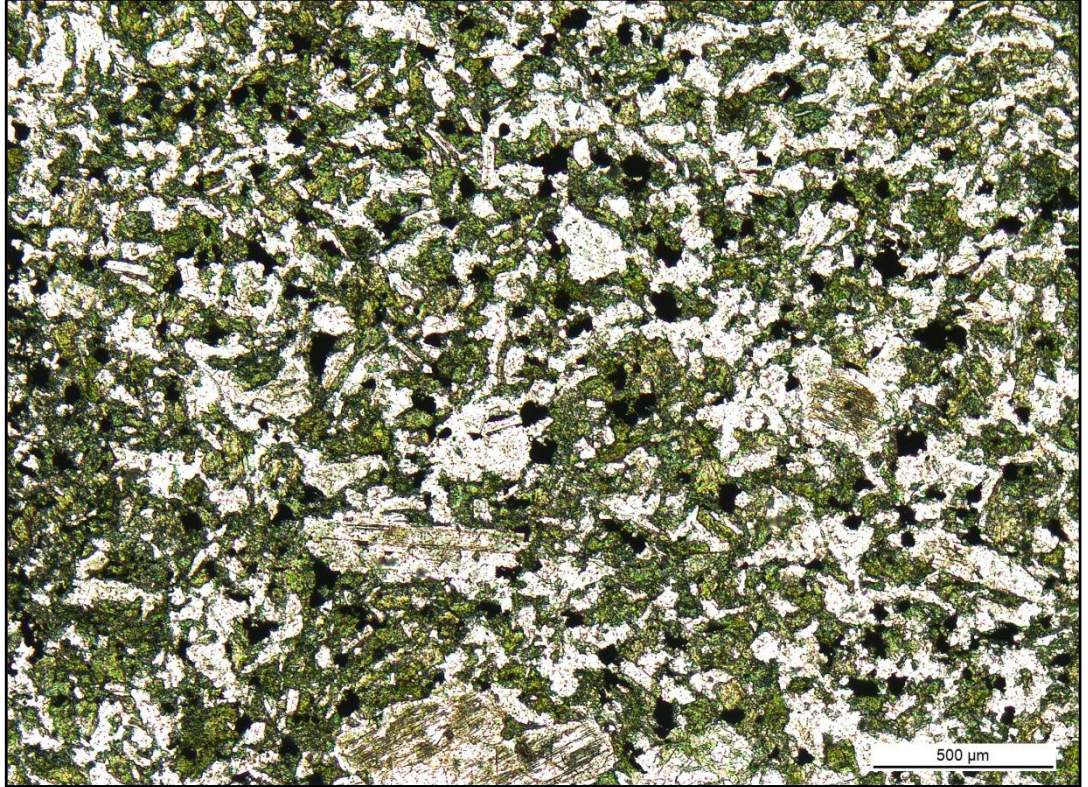
Diyoritlerden farklı olarak daha fazla oranda opak mineral içeren bu kayaçlardaki kuvarslar genellikle özşekilsiz kristaller halinde, dalgalı sönmelidirler ve % 5'ten fazla orana sahip oldukları için bu kayaçlar kuvars diyorit olarak isimlendirilir.

Kuvars diyoritlerde plajiyoklaslar, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Genel olarak plajiyoklaslarda albit, albit+karlsbad türü ikizlenmeler gözlenmektedir (Şekil 3.10)

Kuvars diyoritlerde görülen hornblendler genellikle yarı özşekilli ve özşekilsiz kristaller halindedir. Az oranda da iri taneli özşekilli kristallere de rastlanmaktadır. Bunlar yeşilimsi tonlarda pleokroizmaya sahiptirler (Şekil 3.11). Tektonizmaya bağlı olarak düşük dereceli metamorfizmanın izlerini taşımaktadırlar. Bu sebeple iri hornblend kristalleri içerisinde lifsi tremolit-aktinolit kapantıları görülmektedir. Ayrıca bu kristallerin çevresi yoğun bir şekilde opak mineraller ile sarılmıştır.



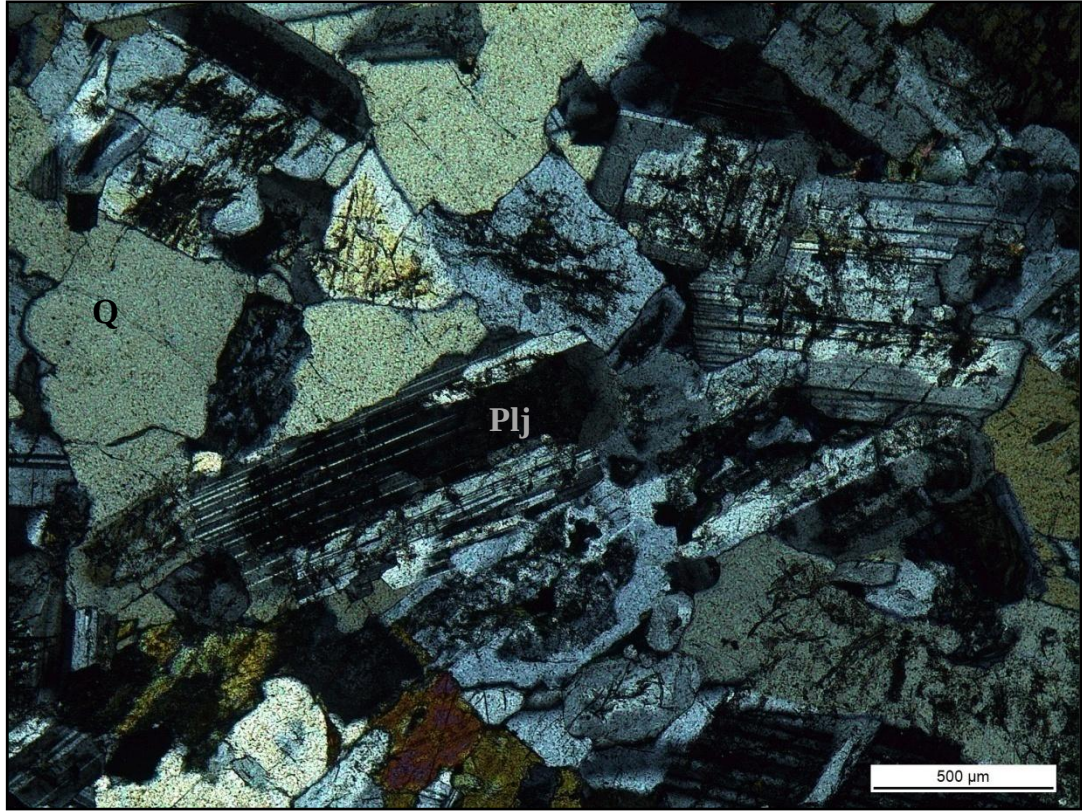
Şekil 3.10. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarına ait kuvars diyoritlerdeki albit+karlsbad ikizi gösteren plajiyoklas mineralleri (Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.)



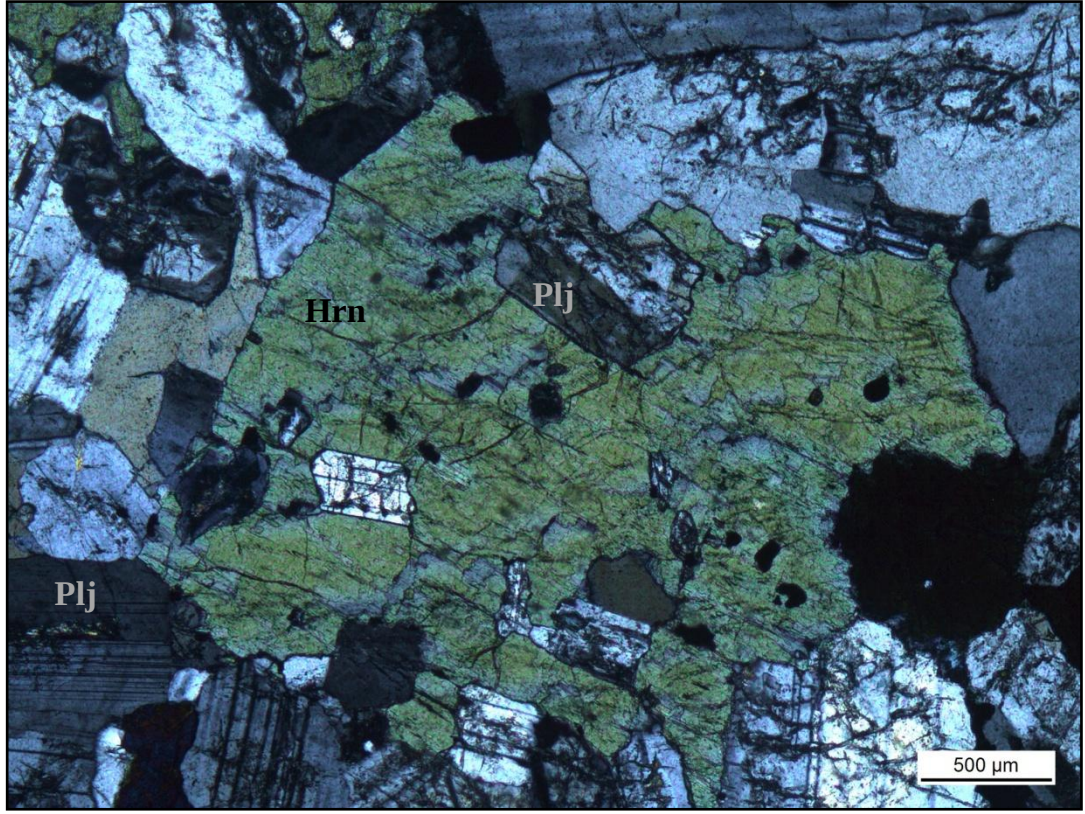
Şekil 3.11. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarına ait kuvars diyoritlerdeki hornblend mineralleri

Diyorit grubu kayalar içerisinde, diyoritlerden farklı renklere sahip ve diğer diyoritik kayaları kesen daha ince taneli mikrodioritlere de rastlanmaktadır. Bunlarda diyoritlerle aynı mineralojik petrografik özelliklere sahip olup, daha ince tanelidirler.

Diyorit grubu kayalarda genel olarak subhedral granüler doku görülmekle birlikte, ayrıca poikilitik dokuya da rastlanmaktadır (Şekil 3.12). Poikilitik dokuda büyük boy amfibol kristalleri bulunmaktadır ve bu amfibol kristalleri içerisinde farklı mineraller olarak opak mineraller ve plajiyoklaslar küçük boy kristaller şeklinde görülmektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.12. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayalarına ait diyoritlerde subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.)



Şekil 3.13. Elazığ Magmatitleri'nin diyorit grubu kayaçlarının gösterdiği poikilitik doku (Bi: Biyotit, 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.)

4. JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER

4.1. Ana Oksit, İz element ve Nadir Toprak Element Jeokimyası

Çalışma konusunu oluşturan Çolaklı (Elazığ) çevresindeki Elazığ Magmatitleri'ni kimyasal olarak sınıflandırmak ve jeokimyasal özelliklerinden yola çıkarak, magmanın kökenini ve tektonik oluşumunu belirlemek amacıyla asidik bileşimli 16 adet örneğin kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Analizler, Canada ACME analitik laboratuvarlarında ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer) yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Magmatik kayaçların majör ve iz element içeriklerini belirleyen temel etken magmanın türediği kaynağın bileşimi ve oluşumu sırasında geçirdiği süreçlerdir. Bu amaçla jeokimyasal verilerden yararlanarak çalışma konusu kayaçların türleri, magmanın türü, kimyasal özellikleri ve oluşum ortamı ile bölgenin jeotektoniğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Analizlerde kullanılan örnekler, arazi çalışmalarında alınan kayaç örneklerinden hazırlanmış ince kesitlerin petrografik incelemeleri yapıldıktan sonra, ait olduğu kayacı en iyi temsil edecek altere olmamış örneklerden seçilmiştir.

Analizi yaptırılan örneklerin ana element oksit bileşenleri, iz element ve nadir toprak element içerikleri Tablo 4.1'de verilmiştir:

Tablo 4.1. Elazığ Magmatitleri’ne ait kayaçların ana oksit, iz element ve nadir toprak element içerikleri

ÖRNEK ADI	GA-3	GA-9	GA-12	GA-13	GA-14	GA-15	BA-1	BA-2	BA-6	BA-7	BA-8	BA-14	GB-3	GB-4	GB-13	GB-15
Ana Oksit																
SiO ₂	73,7	65,16	73,26	53,39	55,15	58,57	74,3	73,35	74,91	52,18	48,43	71,08	50,68	72,88	73,93	71,46
TiO ₂	0,09	0,34	0,09	0,4	0,4	0,4	0,07	0,10	0,04	0,64	0,59	0,30	0,69	0,31	0,21	0,36
Al ₂ O ₃	13,75	16,27	13,79	15,36	15,43	13,37	13,59	13,97	13,71	17,71	14,46	14,89	19,65	14,05	12,14	14,52
Fe ₂ O ₃	1,60	4,65	1,79	7,20	7,23	6,99	1,47	1,50	0,80	9,62	10,70	3,09	9,38	2,99	3,15	3,10
MnO	0,03	0,09	0,01	0,14	0,15	0,17	0,01	0,03	0,29	0,18	0,2	0,03	0,18	0,03	0,03	0,07
MgO	0,04	1,47	0,07	9,22	7,41	7,53	0,08	0,07	0,03	5,45	10,25	0,90	4,30	0,82	0,08	0,70
CaO	0,49	4,51	0,8	9,38	9,70	8,60	0,65	0,87	0,36	9,77	12,38	3,60	11,09	3,46	5,60	3,89
Na ₂ O	4,02	3,66	4,15	2,43	2,24	2,47	4,14	4,23	4,23	2,43	1,04	4,33	2,18	4,17	3,48	4,20
K ₂ O	5,26	2,58	5,06	0,21	0,36	0,31	4,84	5,01	5,14	0,22	0,14	0,28	0,19	0,14	0,09	0,16
P ₂ O ₅	<0,01	0,06	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01	0,05	0,04	0,06	<0,01	0,07
TOPLAM	99,90	99,86	99,90	99,79	99,81	99,81	99,91	99,89	99,89	99,82	99,71	99,86	99,81	99,95	99,93	99,94
İz Element																
Ba	393	580	313	57	103	98	330	443	18	64	30	141	34	66	9	80
Ga	14,4	13,6	15,0	10,9	11,9	11,5	14,6	14,1	11,8	14,9	12,7	11,9	15,3	11,9	17,7	12,4
Hf	5,0	3,1	5,8	1,3	1,4	1,7	4,1	4,5	2,5	1,1	0,7	3,7	1,2	3,5	6,8	3,5
Nb	16,2	6,3	18,4	0,7	0,7	0,7	14,4	16,7	12,3	0,6	0,3	4,8	0,6	1,3	3,7	1,0
Rb	324,2	74,3	32,6	3,9	4,8	4,3	308,7	300,9	688,9	3,9	2,4	3,5	4,3	1,9	1,2	1,2
Sr	141,0	270,6	141,6	121,6	131,4	111,5	137,6	183,8	7,2	173,1	139,1	277,5	207,5	170,2	188,0	187,2
Ta	0,9	0,4	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	0,9	1,4	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Th	32,6	6,2	35,0	0,7	0,6	0,6	27,7	22,2	25,4	0,3	<0,2	6,1	0,3	0,6	0,7	0,6
U	3,7	1,2	5,2	0,2	0,2	0,2	9,8	7,8	2,7	<0,1	<0,1	1,4	<0,1	0,3	0,2	0,2
V	10,0	74	11,0	180,0	200	186,0	11,0	10,0	<8,0	235,0	350,0	37,0	298,0	32,0	<8,0	40,0
Zr	217,5	124,0	223,3	41,5	37,8	50,0	173,8	192,3	41,0	35,8	20,0	151,4	39,5	136,1	259,2	121,5
Y	7,9	15,2	9,7	12,3	13,1	16,3	7,9	8,4	60,1	19,8	11,3	11,2	17,9	23,8	70,8	18,9
Cu	2,9	4,6	2,5	12,0	23,4	10,7	2,3	1,7	1,9	85,2	46,1	2,4	13,9	4,5	5,2	2,3
Pb	4,6	1,3	6,5	1,0	0,3	0,4	3,2	3,9	2,3	0,5	2,1	1,2	0,3	0,1	0,4	0,2
Zn	25,0	16,0	74,0	12,0	14	14,0	82,0	16,0	6,0	18,0	7,0	31,0	11,0	20,0	6,0	16,0
Nadir Toprak Element																
La	46,5	14,1	41,2	2,9	3,6	3,9	35,4	38,3	33,8	2,2	1,3	14,5	2,7	4,6	10,2	6,7
Ce	63,1	23,8	48,5	6,2	7,6	9,0	46,2	50,6	70,7	5,9	3,1	24,8	6,1	11,1	28,7	15,0
Pr	4,55	2,46	3,96	0,81	1,02	1,36	3,05	4,41	7,95	1,02	0,48	2,55	1,0	1,57	4,59	2,09
Nd	11,4	9,1	10,3	3,9	4,5	6,5	8,0	11,8	27,1	5,7	3,1	9,2	5,5	7,5	22,4	8,9
Sm	1,35	1,94	1,21	1,13	1,22	1,68	0,91	1,37	5,10	1,85	1,22	1,66	1,91	2,27	7,01	2,29
Eu	0,26	0,67	0,27	0,46	0,49	0,53	0,21	0,3	0,04	0,72	0,46	0,63	0,66	0,89	1,80	0,83
Gd	1,08	2,13	1,12	1,64	1,76	2,10	0,89	1,2	5,30	2,92	1,57	1,87	2,52	3,11	9,77	2,75
Tb	0,18	0,36	0,17	0,29	0,32	0,38	0,16	0,18	1,07	0,52	0,29	0,28	0,46	0,56	1,82	0,49
Dy	1,04	2,21	1,19	1,95	2,13	2,61	0,89	1,04	7,82	3,37	1,89	1,95	2,97	3,74	11,84	2,96
Ho	0,24	0,50	0,29	0,44	0,46	0,56	0,23	0,22	1,94	0,75	0,44	0,40	0,66	0,83	2,60	0,64
Er	0,79	1,50	0,89	1,21	1,44	1,62	0,79	0,86	5,96	2,22	1,38	1,26	1,92	2,56	7,80	2,11
Tm	0,15	0,25	0,17	0,20	0,23	0,27	0,15	0,14	1,01	0,34	0,18	0,20	0,28	0,41	1,20	0,32
Yb	1,12	1,66	1,49	1,33	1,52	2,02	1,08	1,14	7,51	2,08	1,27	1,47	1,91	2,93	8,02	2,31
Lu	0,21	0,28	0,25	0,22	0,25	0,32	0,21	0,21	1,16	0,32	0,18	0,25	0,31	0,47	1,29	0,40

Tablodaki kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak normatif bileşenler hesaplanmıştır. Bu sonuçların mikroskopta yapılan petrografik incelemelerle uyum sağladığı görülmektedir. Yapılan norm hesaplamalarına göre;

GA-3: Granit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
73,7	0,09	13,75	1,60	0,03	0,04	0,49	4,02	5,26	<0,01	99,90

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	29,35	29,28
Plajiyoklas	36,70	36,90
Ortoklas	31,38	32,40

GA-9: Granodiyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
65,16	0,34	16,27	4,65	0,09	1,47	4,51	3,66	2,58	0,06	99,86

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	22,83	23,64
Plajiyoklas	51,70	53,07
Ortoklas	15,37	16,47

GA-12: Granit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
73,26	0,09	13,79	1,79	0,01	0,07	0,80	4,15	5,06	<0,01	99,90

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	28,18	28,11
Plajiyoklas	39,39	39,54
Ortoklas	30,14	31,13

GA-13: Kuvars Diyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
53,39	0,40	15,36	7,20	0,14	9,22	9,38	2,43	0,21	0,01	99,79

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	8,24	9,21
Plajiyoklas	51,76	56,69
Ortoklas	1,24	1,43

GA-14: Kuvars Diyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
55,15	0,40	15,43	7,23	0,15	7,41	9,70	2,24	0,36	0,02	99,81

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	12,78	14,16
Plajiyoklas	50,58	54,88
Ortoklas	2,13	2,44

GA-15: Kuvars Diyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
58,57	0,40	13,37	6,99	0,17	7,53	8,60	2,47	0,31	0,02	99,81

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	17,47	19,29
Plajiyoklas	45,79	49,73
Ortoklas	1,83	2,09

BA-1: Granit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
74,30	0,07	13,59	1,47	0,01	0,08	0,65	4,14	4,84	<0,01	99,91

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	30,41	30,33
Plajiyoklas	38,51	38,68
Ortoklas	28,78	29,71

BA-2: Granit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
73,35	0,10	13,97	1,50	0,03	0,07	0,87	4,23	5,01	<0,01	99,89

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	27,79	27,68
Plajiyoklas	40,40	40,48
Ortoklas	29,84	30,78

BA-6: Granit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
74,91	0,04	13,71	0,80	0,29	0,03	0,36	4,23	5,14	<0,01	99,89

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	29,94	29,75
Plajiyoklas	37,75	37,85
Ortoklas	30,49	31,37

BA-7: Kuvars Diyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
52,18	0,64	17,71	9,62	0,18	5,45	9,77	2,43	0,22	0,03	99,82

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	10,82	12,03
Plajiyoklas	57,79	62,89
Ortoklas	1,30	1,50

BA-8: Kuvars Diyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
48,43	0,59	14,46	10,70	0,20	10,25	12,38	1,04	0,14	0,01	99,71

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	5,92	6,88
Plajiyoklas	43,51	49,09
Ortoklas	0,83	1,00

BA-14: Tonalit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
71,08	0,30	14,89	3,09	0,03	0,90	3,60	4,33	0,28	0,05	99,86

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	36,34	37,40
Plajiyoklas	54,79	56,10
Ortoklas	1,65	1,76

GB-3: Kuvars Diyorit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
50,68	0,69	19,65	9,38	0,18	4,30	11,09	2,18	0,19	0,04	99,81

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	9,79	10,84
Plajiyoklas	62,11	67,14
Ortoklas	1,12	1,29

GB-4: Tonalit

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
72,88	0,31	14,05	2,99	0,03	0,82	3,46	4,17	0,14	0,06	99,95

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	39,95	41,06
Plajiyoklas	52,46	53,65
Ortoklas	0,83	0,88

GB-13: Tonalit

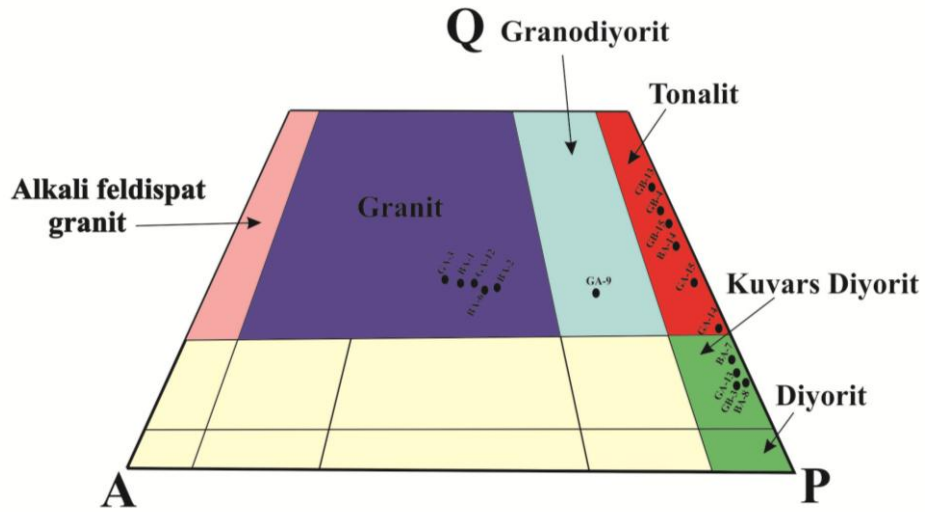
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
73,93	0,21	12,14	3,15	0,03	0,08	5,60	3,48	0,09	<0,01	99,93

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	43,94	45,07
Plajiyoklas	47,20	48,06
Ortoklas	0,53	0,56

GB-15: Tonalit

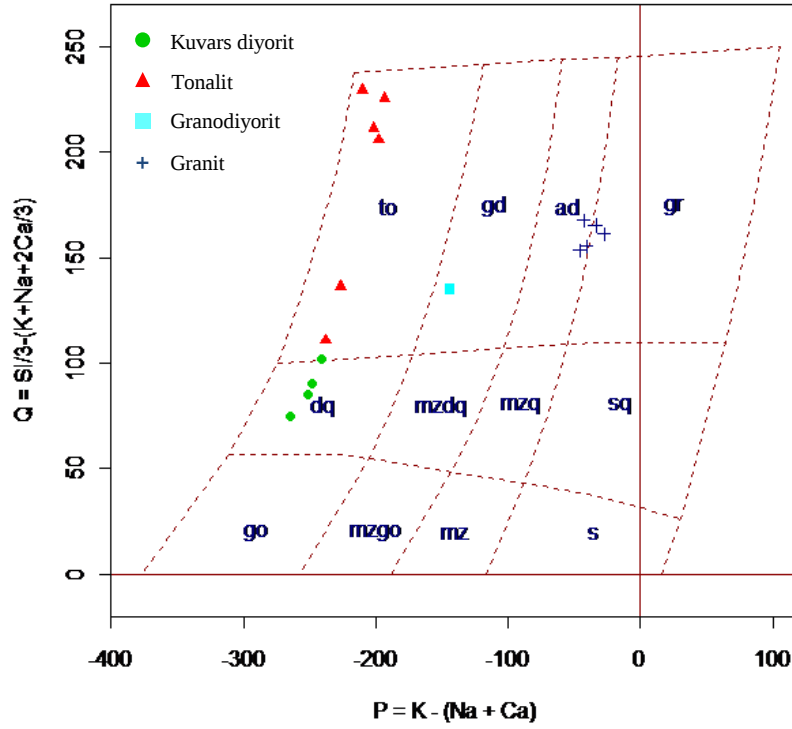
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum
71,46	0,36	14,52	3,10	0,07	0,70	3,89	4,20	0,16	0,07	99,94

Normatif Analiz	Normatif Ağırlık (%)	Normatif Hacim (%)
Kuvars	37,66	38,71
Plajiyoklas	55,05	56,23
Ortoklas	0,95	1,01



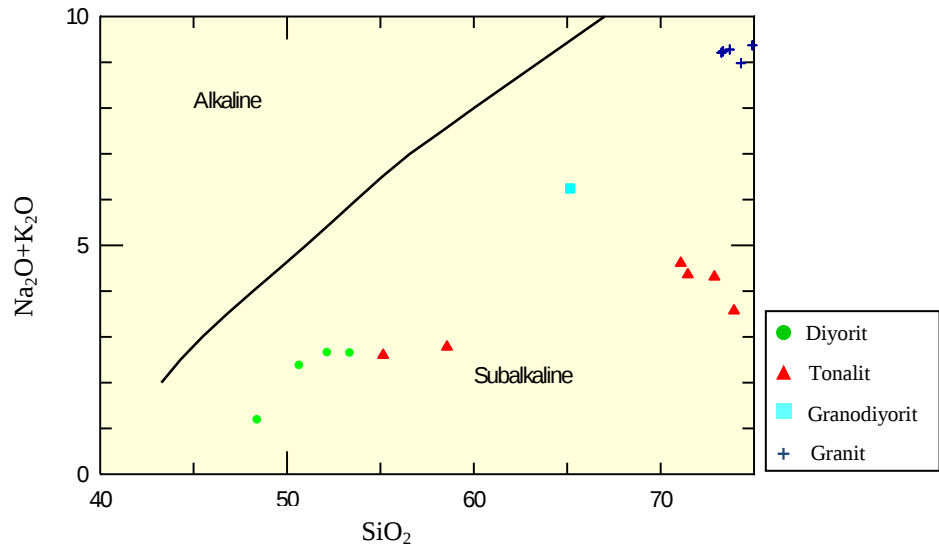
Şekil 4.1. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin normatif bileşenlerine göre QAP diyagramında gösterimi

Debon ve Le Fort (1982, 1988) tarafından önerilen ve kayaç oluşturu ana felsik minerallerin (kuvars, plajiyoklas, K-feldispat) ana element içeriklerine dayalı Q-P diyagramına göre 6 örnek tonalit alanına, 5 örnek granit alanına, 4 örnek kuvars diyorit alanına ve 1 örnek de granodiyorit alanına düşmektedir (Şekil 4.2). Örneklerin dağılımları incelendiğinde ince kesitlerle ve normatif bileşenlerle uyum sağladıkları görülmektedir.



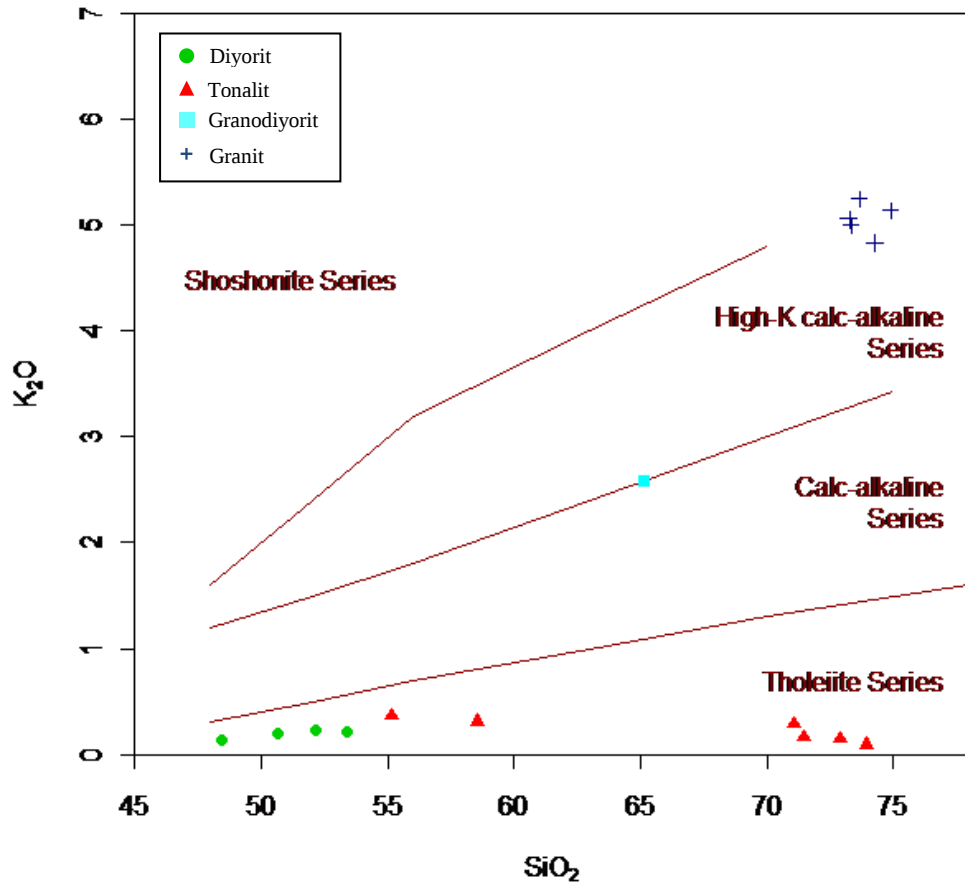
Şekil 4.2. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaç örneklerinin Debon ve Le Fort (1982, 1988)'ın Q-P adlandırma diyagramındaki konumları (to: tonalit, gd: granodiyorit, ad: adamellit, gr: granit, dq: kuvars diyorit, mzdq: kuvars monzo diyorit, mzq: kuvars monzonit, sq: kuvars siyenit, go: gabro/diyorit, mzgo: monzo gabro, mz: monzonit, s: siyenit)

Magmatik kayaçlar, seri karakteri açısından genel olarak subalkalen, alkalen ve peralkalen kayaç serileri adı altında incelenirler. Bunlardan subalkalen kayaç serileri de kalkalkalen ve toleyitik serilere ayrılırlar. İnceleme alanındaki kayaçların seri karakterlerinin tayininde toplam alkaliler ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) ve silis (SiO_2) diyagramı kullanılmıştır (Şekil 4.3). Diyagramda da görüldüğü gibi, inceleme alanına ait örneklerin tamamı subalkalen alanında yer almaktadır.



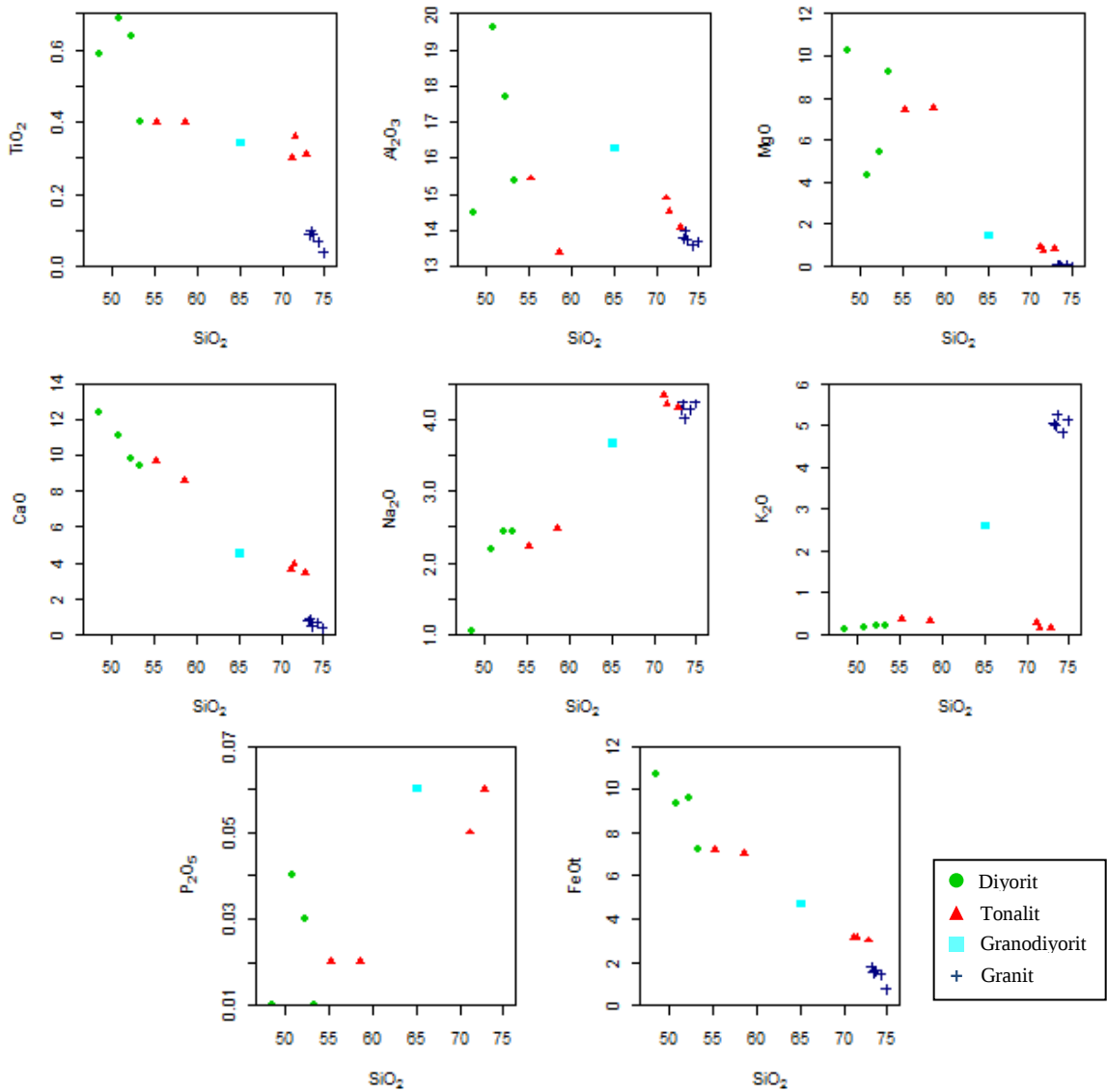
Şekil 4.3. Elazığ Magmatitleri' ne ait örneklerin Alkali-Silis diyagramında dağılımı (Irvine ve Baragar, 1971)

Çalışma alanındaki örnekler, Peccerillo ve Taylor (1976)'nın K_2O - SiO_2 diyagramındaki dağılımları incelendiğinde, örneklerin yüksek kalkalkalin ve toleyitik seri alanlarına yerleştiği görülmektedir (Şekil 4.4).



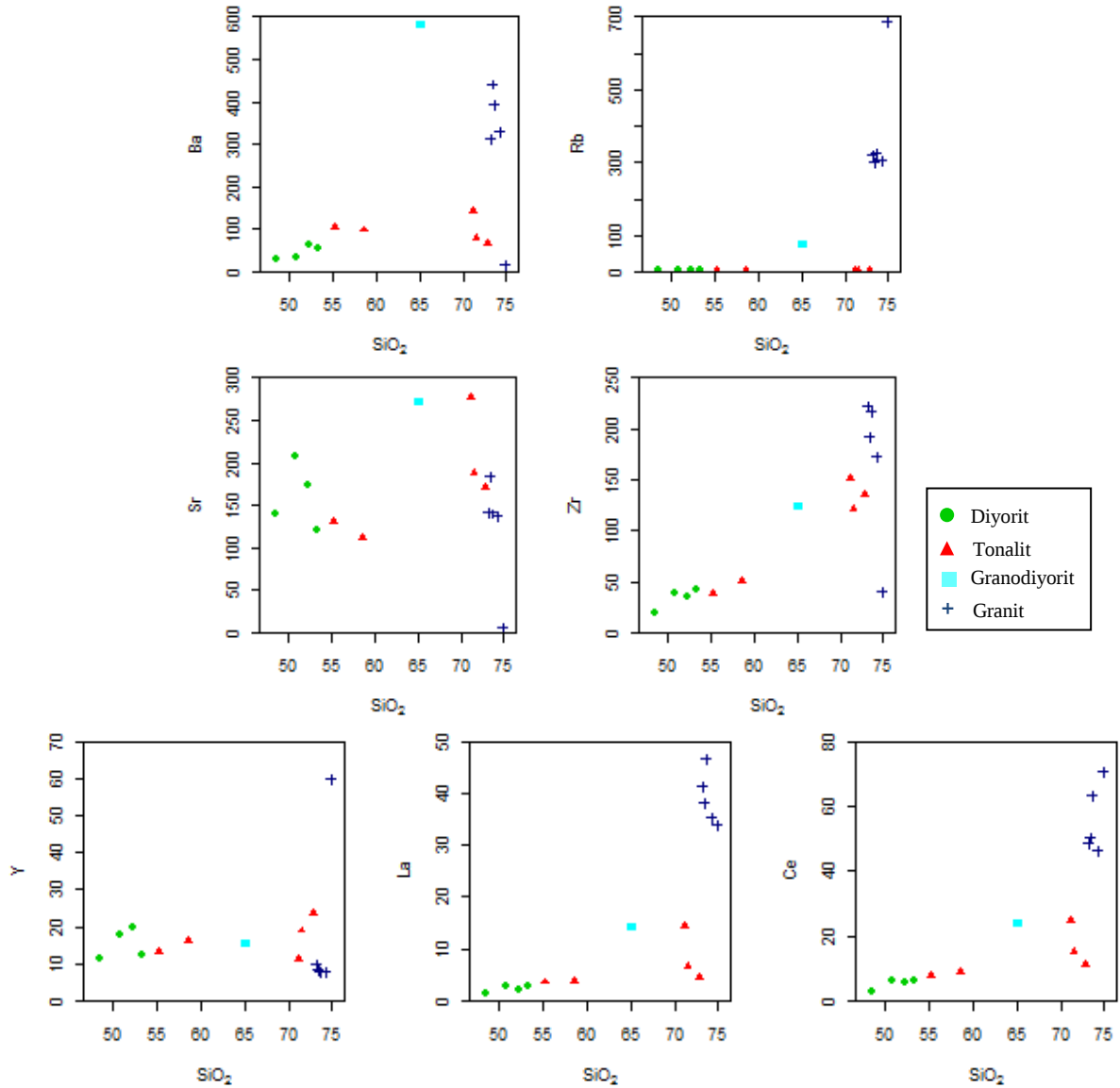
Şekil 4.4. SiO_2 - K_2O diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976)

Ana element jeokimyası verilerine göre, Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların ana element oksit içeriklerinin SiO_2 içeriğine göre değişimlerinin incelendiği Harker (1909) diyagramlarına bakıldığı zaman Al_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO ve FeO_t element oksit içeriklerinin artan SiO_2 içeriğine karşı lineer bir trend çizerek mafik kayaçlardan felsik kayalara doğru azaldıkları, Na_2O içeriğinin artış sunduğu, K_2O ve P_2O_5 içeriklerinin ise alterasyona bağlı olarak mobilize olması nedeniyle SiO_2 ile belirgin bir korelasyon sunmadığı ve düzensiz bir dağılım sergilediği izlenmektedir (Şekil 4.5). Ana elementlerin SiO_2 ile sistematik korelasyonu, incelenen farklı bileşimdeki plütonik kayaçların kökensel olarak ilişkili olduğunu ve olasılıkla aynı magmadan fraksiyonel kristalleşme ile oluştuklarını işaret etmektedir.



Şekil 4.5. Ana oksitlerin SiO_2 'e göre değişimini gösteren Harker diyagramları (Harker, 1909)

Kayaç içerisindeki miktarları ağırlıkça % 0.1'den az olan elementler, iz elementler olarak tanımlanırlar. İz elementler, kayaç içerisinde konsantrasyonlarına bağlı olarak aksesuar mineraller oluşturabildikleri gibi, esas olarak, kayaç oluşturan minerallerdeki major elementlerin yerlerini de alabilirler. Major elementlerde olduğu gibi iz element-SiO₂ değişim diyagramlarına bakıldığında mafik kayaçlardan felsik kayaçlara doğru Ba, Rb, Sr, Zr, La ve Ce artan SiO₂ ile pozitif korelasyon gösterirken buna karşın Y iz elementinde belirgin bir değişiklik gözlenmemektedir (Şekil 4.6). Ada yaylarında toleyitikten kalkalkaline doğru gidildikçe Ba, Rb, Cs ve Hafif Nadir Toprak Elementler (LREE) artar; Y, Ni, Cr, V, Co ve ağır Nadir Toprak Elementler (HREE) azalır. Bu da yine bir fraksiyonel kristalleşmenin olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.6. İz element-SiO₂ değişim diyagramları (Ross, 1979)

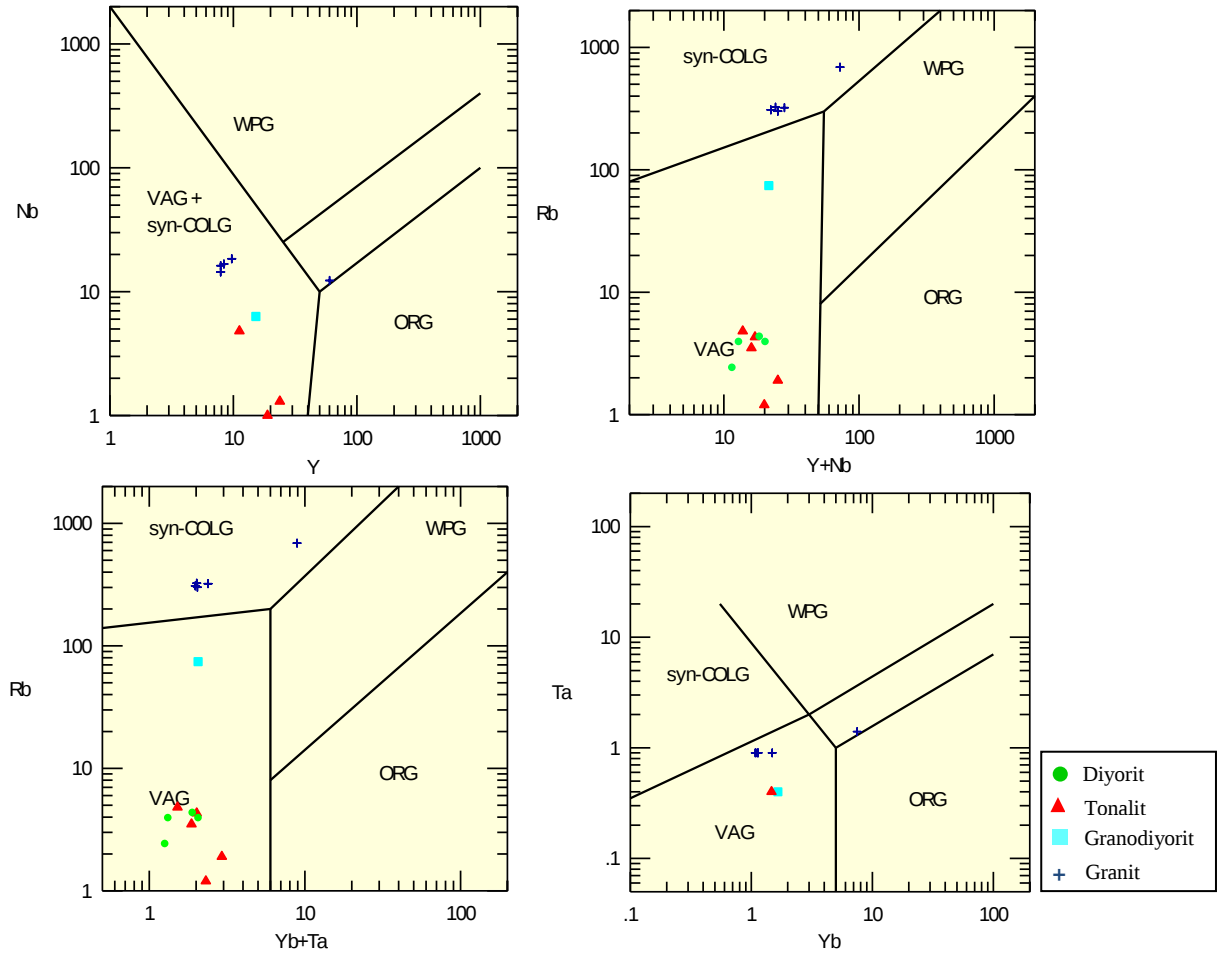
Pek çok araştırmacı (De La Roche ve diğ., 1980; Harris ve diğ., 1986; Maniar ve Piccolli, 1989; Barbarin, 1990), granitoidlerle ilgili olarak yaptıkları çalışmalarda değişik parametreler kullanarak granitoidleri sınıflamışlardır. Bunlardan en önemlisi veya yaygın olarak kullanılan sınıflamalardan birisi Pearce ve diğ., (1984) tarafından geliştirilen diyagramlardır. Araştırmacılar, % 5 ve daha fazla modal kuvars içeren bütün plütonlar için uygulanabilecek olan granitoidleri tektonik bakımdan;

- Okyanus Ortası Sırtı Granitoidleri (ORG)
- Volkanik Yay Granitoidleri (VAG)
- Levha İçi Granitoidleri (WPG)
- Çarpışma Ürünü Granitoidleri (COLG) olmak üzere 4 ana gruba ayırmışlardır.

Daha sonra bu genel grupları kendi içlerinde alt gruplara ayırmışlardır.

Pearce ve diğ., (1984) tarafından önerilen ve Nb elementi ile Y elementinin korelasyonuna dayalı tektono-magmatik diskriminasyon diyagramı volkanik yay granitoidleri (VAG) ile çarpışmayla eş yaşlı granitoidleri (Syn-COLG), levha içi granitoidleri (WPG) ve okyanus sırtı granitoidleri (COLG)'nden ayırmakta kullanılmaktadır. Çalışma bölgesindeki örneklerle ait veriler Pearce ve diğ., (1984)'nin Nb-Y diyagramına göre değerlendirildiğinde VAG ve Syn-COLG alanlarında yoğunlaştıkları görülmektedir. (Şekil 4.7).

Rb-(Y+Nb) diyagramında Çarpışma Ürünü Granitoidler (COLG) daha yüksek Rb içeriğine sahip olmaları nedeniyle Volkanik Yay Granitoidleri (VAG)'nden ayırt edilebilirler. Benzer durum Rb-(Yb+Ta) diyagramında da görülmektedir (Şekil 4.7). Ancak Ta-Yb diyagramında Ta değerleri deteksiyon limiti altında kaldığından Syn-COLG alanına düşmediği ve VAG alanında yer aldığı görülmektedir.

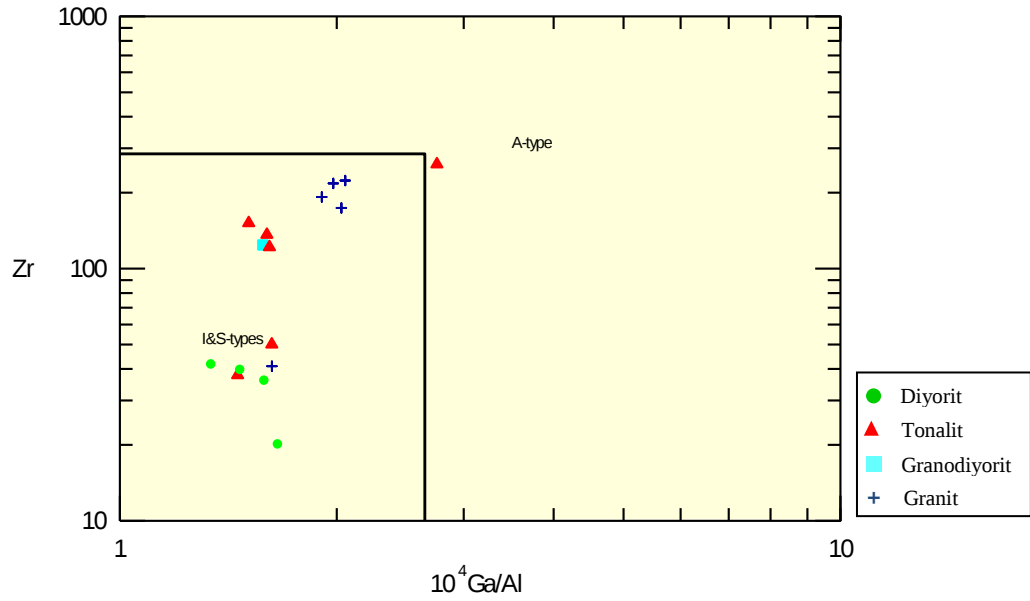


Şekil 4.7. Elazığ Magmatitleri'ne ait derinlik kayalarının Pearce ve diğ., (1984)'nin Nb-Y; Rb-(Y+Nb); Rb-(Yb+Ta) ve Ta-Yb diyagramlarındaki dağılımı (ORG: Okyanus Ortası Sırtı Granitoidleri, VAG: Volkanik Yay Granitoidleri, WPG: Levha İçi Granitoidleri, COLG: Çarpışma Ürünü Granitoidleri)

Chappell ve White (1974) ve White ve Chappell (1977), kıtasal çarpışma kuşaklarında gelişen granitoidleri; arazi gözlemleri, bazı element ve mineralojik özelliklerine göre I tipi ve S tipi granitoidler olarak iki gruba ayırmışlardır. Ayrıca bunlara ilave olarak A-tipi (Colins ve diğ., 1982) ve M-tipi (White ve Chappell, 1977) granitoidler de kıta içi ve okyanusal fay ortamlarını karakterize etmek için kullanılmıştır.

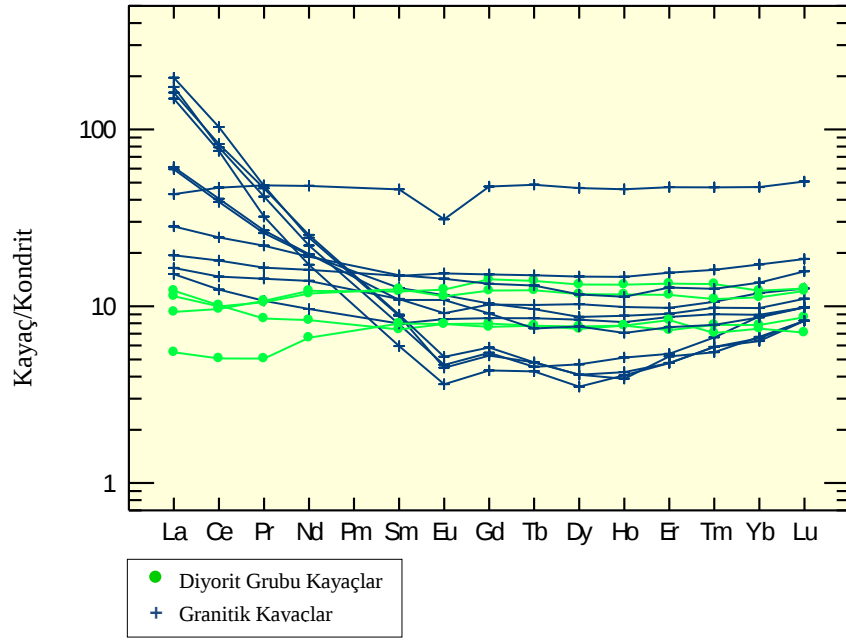
Çalışma bölgesinden alınan Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin Whalen ve diğ., (1987)'nin $Zr-10^4Ga/Al$ diyagramı (Şekil 4.8)'ndeki dağılımına bakıldığında GB-13 (tonalit) örneği Ga oranı yüksek olması sebebiyle I ve S tipi granitoid alanı dışında A tipi granitoid alanı içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu örnek dışındaki diğer tüm örnekler I ve S tipi granitoid alanına düşmektedir. Çalışma alanında gözlenen Elazığ

Magmatitleri'ne ait kayaçlar petrografik ve jeokimyasal açıdan I tipi granitlerin genel özelliklerini göstermektedir.

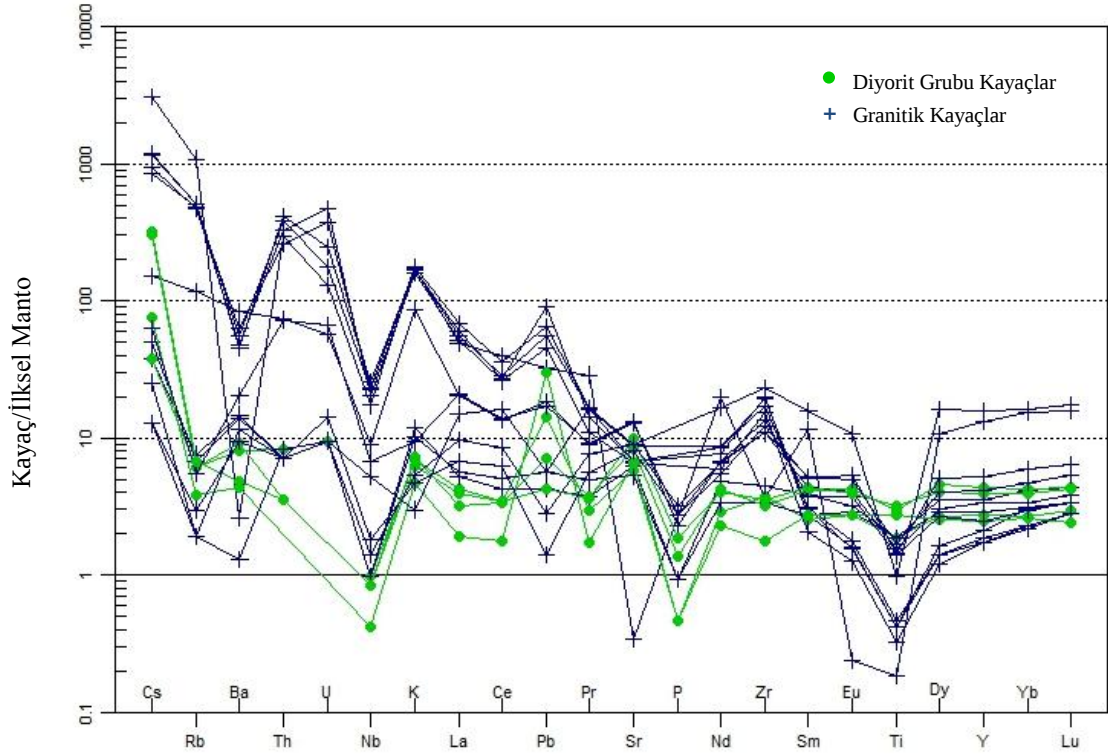


Şekil 4.8. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin Zr- 10^4 Ga/Al diyagramındaki dağılımı (Whalen ve diğ., 1987)

Elazığ Magmatitleri'ne ait 16 adet kayaç üzerinde yapılan nadir toprak element (REE) analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir. Bu veriler ışığında hazırlanan Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) diyagramına bakıldığında hafif nadir toprak elementleri (LREE) bakımından zenginleşme ve ağır nadir toprak elementleri (HREE) bakımından ise yatay veya yataya yakın bir trend gözlenmektedir. Ayrıca bu genel özelliklerin dışında Eu açısından negatif bir anomali izlenmekte olup bu durum da feldispat fraksiyonlanması ile açıklanabilir (Şekil 4.9). Ayrıca buna ek olarak hazırlanan Kayaç/İlksel Manto Spider Diyagramı'nda (Şekil 4.10) Rb, Nb, Ti elementlerinde negatif anomali izlenmektedir. Hafif nadir toprak element (LREE) ve büyük iyon litofil elementler (LILE)'ce zenginleşmesi, U/Nb, Th/Yb değerlerinin yüksek, Nb/La, Ti/Eu oranlarının düşük olması bu kayaçların volkanik yay özelliği taşıdıklarını ve ergime kamasında mantonun dalan kabuktan türeyen akışkanlarca zenginleştiğini (Pearce, 1983) veya kaynak mantonun hafifçe zenginleştiğini göstermektedir.



Şekil 4.9. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989)



Şekil 4.10. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Kayaç/İlksel Manto Spider Diyagramı'ndaki dağılımı (Sun ve McDonough, 1989)

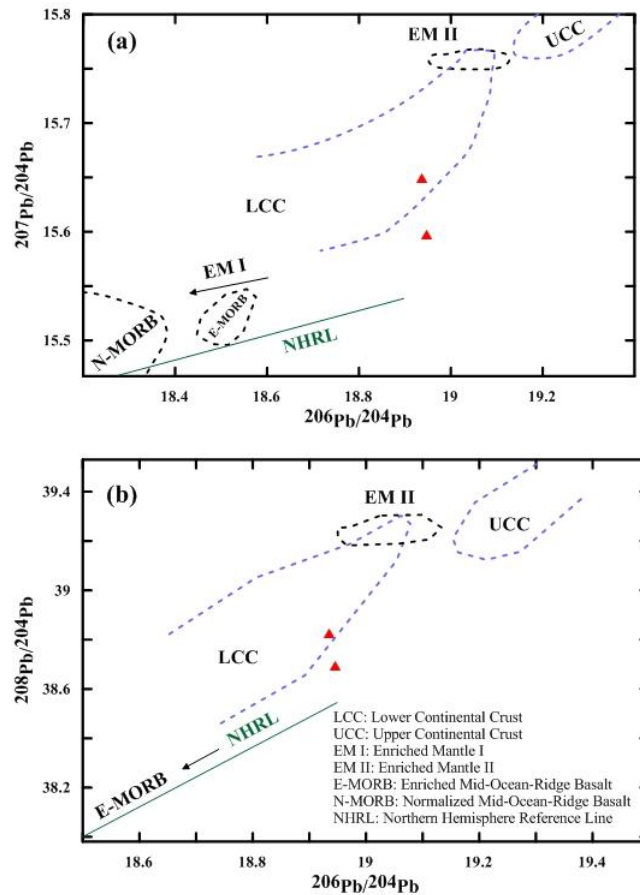
4.2. İzotop Jeokimyası

Elazığ Magmatitleri'ne ait 2 adet plütonik kayaç örneğinin Pb izotop analizleri Canada ACTLAB'da Triton-MC (Mass Spectrometer) yöntemi ile yaptırılmıştır. Kayaç örneklerinin Pb izotop bileşimleri Tablo 4.2'de verilmiştir:

Tablo 4.2. Elazığ Magmatitleri'ne ait 2 adet kayaç örneğinin Pb izotop değerleri

ÖRNEK ADI	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
GB-4	18.946	15.596	38.687
GB-13	18.936	15.647	38.816

İncelenen kayaç örneklerinin Pb izotop bileşimleri ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) sırasıyla tabloda verildiği gibidir. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diyagramında örnekler, Kuzey Yarım Küre Referans Çizgisi (NHRL) (Hart, 1984) üzerinde pozitif bir dağılım sunmakta olup Alt Kıtasal Kabuk (LCC) alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 4.11). Pb izotopları toplam kayaktan yapılmış olup sadece 2 örneği kapsadığından genel bir bilgi vermesi amacı ile kullanılmıştır.



Şekil 4.11. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin Pb izotop bileşimleri (Hart, 1984)

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çalışma alanında Elazığ Magmatitleri'ne ait olan Çolaklı (Elazığ) çevresindeki plütonik kayaçlar, esas olarak granitik ve diyoritik kayaçlardan oluşmaktadır. İnceleme alanının en yaşlı birimini oluşturan Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri'ndeki granitik kayaçlar; granit, granodiyorit ve tonalitler olup, diyoritik kayaçlar ise, diyorit ve kuvars diyoritlerdir. Bölgede granit, tonalit ve diyoritler daha baskın olup I-tipi granitoidlerin litolojik ve jeokimyasal özelliklerine sahiptirler.

Elazığ Magmatitleri ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda granitoidlerin I-tipi granitoid bileşiminde olduğu konusunda birleşen araştırmacılar (Yazgan, 1981; Akgül, 1991; Akgül, 1993) kayaçların kökeni hakkında farklı görüşler belirtmişlerdir.

Yazgan (1981), Malatya-Elazığ çevresindeki magmatik kayaçlarda yaptığı çalışmalarda, kalkalkalen bileşimli bu kayaçların genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşen etkin bir kıta kenarı ürünü olduğunu belirtmiştir.

Baskil (Elazığ) çevresindeki magmatik kayaçlarda çalışma yapan Akgül (1991) ise, bu magmatitlerin granitik ve diyoritik bileşimli olduklarını belirtip, granitlerin çarpışma kökenli, diyoritlerin ise volkanik yay kökenli olduklarını ileri sürmektedir. Araştırmacı, farklı iki kökenli bu magmatitlerin oluşumunun, yitim mekanizmasıyla değil de çarpışma ile açıklanabileceğini belirtmiştir.

Bingöl (1984) ve Akgül (1993) ise, Elazığ Magmatitleri'nin kısmen okyanusal, kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişen ada yayı ürünleri olduğunu ileri sürmektedirler.

Turan ve diğ., (1993)'de "Doğu Toroslar'ın Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri" konulu çalışmalarında, Elazığ Magmatitleri'nin Bitlis-Pütürge masifi ile Keban Metamorfikleri arasında gelişen ve Neotetis'in bir kolu durumunda olan okyanus tabanı ve yay malzemesi ürünü olduğunu belirtmişlerdir.

Doğu Toroslar'da inceleme yapan tüm araştırmacılar (Ricou vd., 1975; Yazgan, 1981; Bingöl, 1982, 1984; Şengör ve Yılmaz, 1983; Michard vd., 1985; Bingöl, 1988; Yılmaz vd., 1993) Arap Levhası ile Anadolu Levhası (Keban-Malatya ve Bitlis-Pütürge Masifleri) arasında Neotetis'in açılmaya başladığını ve Üst Kretase'den itibaren de kuzeye doğru dalması sonucu, okyanus kabuğunun yok olduğunu kabul etmektedirler (Şekil 5.1).

Kretase sonuna doğru, bu yeni okyanus kabuğu üzerinde gelişmeye başlayan bir ada yayı izlenmektedir. Bu yay ürünleri de Elazığ Magmatitleri'ni vermiştir. Oluşan kayaçlar, K-G yönlü sıkışma sonucunda, kuzeydeki Anadolu Levhası'nın güneye doğru ada yayı üzerine itilmesi ve parçalanarak Bitlis-Pütürge ve Keban-Malatya Masifleri olarak ayrılması ve buna bağlı olarak kabuk kalınlaşması sonucu, yüksek H₂O basıncı ve sıcaklıklarda gabroların metamorfize olması ve daha sonra kısmi ergimeye uğraması ile oluşan eriyik kısmen kabuğun üst kesimlerindeki gabrolar ve üstteki ada yayı malzemesi içerisine sokulduğu gabroların metamorfizmasına ve amfibolitlerin oluşumuna neden olmaktadır (Beyarslan ve Bingöl, 2000).

Üst Kretase sonuna doğru üst levhadaki ofiyolitler, ada yayı malzemeleri (Elazığ Magmatitleri) ve Keban-Malatya Metamorfitleri güneye doğru itilmişlerdir. Ancak, tüm birimler, bugünkü konumlarını Alt Miyosen sonrası Doğu Toroslar'daki bindirmelere bağlı olarak almışlardır (Beyarslan ve Bingöl, 2000).

Sonuç olarak, elde edilen veriler ışığı altında, Çolaklı (Elazığ) çevresindeki plütonik kayaçlardaki iz elementler ve nadir toprak element (REE) konsantrasyonları, bu kayaçların dalan levhadan türeyen akışkanlarca zenginleşmiş bir kaynaktan oluştuğunu, ağır nadir toprak elementler (HREE) ve HFS elementlerin düşük değerlerde olması ise bu kaynağın tüketilmiş bir manto kaynağı olduğunu vermektedir.

Litolojik ve jeokimyasal veriler ile daha önce yapılmış çalışmalara göre; Çolaklı (Elazığ) çevresi plütonik kayaçlarının Üst Kretase sonlarına doğru gelişmeye başlayan bir ada yayını veren subalkalen karakterli yitim ile ilişkili bir magmanın ürünü olduğunu ve Alt Miyosen sonrası tektonik hareketlerle bugünkü konumlarını aldıkları söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Akgül, B.,** 1987. Keban yöresi metamorfik kayaçlarının petrografik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 60s. (yayınlanmamış).
- Akgül, B.,** 1993. Piran Köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 125s. (yayınlanmamış).
- Akgül, M.,** 1987. Baskil (Elazığ) granitoidinin petrografik ve petrolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., 60s. (yayınlanmamış).
- Akgül, M.,** 1991. Baskil (Elazığ) granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Yerbilimleri Geosound, 18, 67-78.
- Aksoy, E.,** 1993. Elazığ batı ve güneyinin genel jeolojik özellikleri. Doğa Türk Yerbilimleri Dergisi, 2, 113–123.
- Aksoy, E.,** 1996. Ovacık Fay Zonu’nun Arapgir-Keban Baraj Gölü arasındaki kesiminde tektonik incelemeler. F.Ü. Fen ve Müh. Mim. Fak. Derg. c.10., s.1., 11-19.
- Aksoy, E. ve Tatar, Y.,** 1990. Van ili doğu-kuzeydoğu yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doğa-Tr. J. of Engineering and Environmental Sciences, 14, 628-644.
- Aktaş, G., and Robertson, A. H. F.,** 1984. The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan continental margin. In: Dixon JE, Robertson AHF (eds.) The Geological evolution of the eastern Mediterranean. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., 17, 375-402.
- Altunbey, M.,** 1996. Tuzbaşı-Kanatburun-Ayazpınar (Pertek-Tunceli) yöresindeki demir cevherleşmelerinin jeolojisi ve kökeni. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 176s.
- Asutay, H.J.,** 1985. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve petrografik incelenmesi. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enst., 156s. (yayınlanmamış).
- Asutay, H.J.,** 1987. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil Magmatitleri’ nin petrolojisi. M.T.A. Enst. Derg., 106, 55-61.
- Avşar, N.,** 1983. Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 84s.
- Barbarin, B.,** 1990. Granitoids. Main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. Geological Journal, 25, 227-238.
- Beyarslan, M.,** 1991. İspendere (Kale-Malatya) ofiyolitlerinin petrografik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 57s. (yayınlanmamış).
- Beyarslan, M.,** 1996. Kömürhan ofiyolit biriminin petrografik ve petrolojik incelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Elazığ Doktora Tezi, 103s.

- Beyarslan, M.,** 2000. Serince-Harput (Elazığ) Çevresindeki Granitik Kayaçlar ve Kökeni. *Geosound*, 37, 105-116.
- Beyarslan M., Bingöl A.F., Rizeli M.E.,** 2014. Koçali (Adıyaman) Ofiyolitindeki Manto Peridotitlerinin Jeokimyası (ana oksitler, iz elementler, Platin Grubu Elementler) ve petrolojisi, Proje No: MF.12.35.
- Beyarslan, M. ve Bingöl, A. F.,** 2000. Petrology of a Supra-Subduction Zone Ophiolite (Elazığ, Turkey). *Can. J. Earth Sci.*, 37, 1411-1424.
- Bingöl, A.F. ve Beyarslan, M.,** 1995. Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. *K.T.Ü. 30. Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri*. s.15.
- Bingöl, A.F. ve Beyarslan, M.,** 1996. Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. *K.T.Ü. 30. Yıl Sempozyumu Bildiri Metinleri*. s.208-224.
- Bingöl, A.F.,** 1982. Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrografik incelenmesi. *F.Ü. Fen Fak. Derg.*, 1, 9-21.
- Bingöl, A.F.,** 1984. Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region. In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C., eds., "Geology of the Taurus Belt", p.209-217.
- Bingöl, A.F.,** 1988. Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey). *Journ. F.Ü.*, 312, 1-17.
- Boztuğ, D.,** 1989. Granitoidler: M.T.A. Yayını, 30. 138s.
- Chappell, B.W. and White, A.J.R.,** 1974. Two contrasting granite types, *Pacific Geology*, 8, 173-174.
- Collins, W.J., Bams, S.D., White, A.J.R. ve Chappell, B.W.,** 1982. Nature and origin of A-type granites with particular reference to South Eastern Avustralia. *Con trib. Mineral. Petrol.*, 80, 189-200.
- Çetindağ, B.,** 1985. Palu-Kovancılar (Elazığ) dolayının hidrojeoloji incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 117s. (yayınlanmamış).
- Debon, F. ve Le Fort, P.,** 1982. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations, *Transactions of the Royal Soc. Edingburgh. Earth Sci.* 73, 135-149.
- Debon, F., Le Fort, P.,** 1988. A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: principles, method, applications. *Bull. Miner.* 111, 493-510.
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grand Claude, P. ve Marchal, M.,** 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses-its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29, 183-210.

- Harker, A.,** 1909. The natural history of igneous rocks. New York. Macmillan.
- Harris, N.B.W., Pearce, J.A ve Tindle, A.G.,** 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In: M.P. Coward & A.C. Ries (eds) Collision Tectonics, Geological Society of London Special publication No.19, 67-81.
- Hart, S.R.,** 1984. The Dupal anomaly: A large scale isotopic mantle anomaly in the southern hemisphere. Submitted, Nature.
- Hempton, M.R.,** 1984. Results of detailed mapping near Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains), in Tekeli, O. and Gönçüoğlu, M.C., eds., Geology of Taurus Belt. International Symposium Proceedings, Ankara, Turkey, M.T.A. Enst., p.223-228.
- Hempton, M.R.,** 1985. Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar, southeastern Turkey. Geol. Soc. American Bull., V.96, 233-243.
- Hempton, M.R. ve Savcı, G.,** 1982. Elazığ Volkanik Karmaşığı' nın petrolojik ve yapısal özellikleri. T.J.K. Bült., 25, 143-150.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A.,** 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 523-548.
- İnceöz, M.,** 1994. Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunun jeolojik özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst. 112s.
- Ketin, İ.,** 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. M.T.A. Enst. Derg., 71, 129-134, Ankara.
- Kürüm, S.,** 1994. Elazığ kuzeybatısındaki genç volkanitlerin petrolojik özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 107s. (yayınlanmamış).
- Maniar, P.D. ve Piccoli, P.M.,** 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, 101, 635-643.
- Michard, A., Whitechurch, H., Ricou, L.E., Montigny, R., Yazgan, E.,** 1985. Tauric subduction (Malatya–Elazığ province) and its bearing on the tectonics of the Tethyan realm in Turkey. In: Dixon JE, Robertson AHF (eds) The geological evolution of the eastern Mediterranean. Geol Soc Spec Publ Lond 361-373.
- Middlemost, E.A.K.,** 1975. The basalt clan. Earth Science Review, 11, 337-364.
- M.T.A.,** 1986. Türkiye Jeoloji Haritası Serisi. Malatya İ-27 paftası. M.T.A. Matbaası, Ankara.
- M.T.A.,** 1988. Türkiye Jeoloji Haritası Serisi. Malatya H-27 paftası. M.T.A. Matbaası, Ankara.
- Naz, H.,** 1979. Elazığ-Palu dolayının jeolojisi. T.P.A.O. Rapor No: 1360. (yayınlanmamış).

- Özkul, M.,** 1988. Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 186s.
- Özkul, M., ve Üşenmez, Ş.,** 1986. Elazığ Kuzeydoğusu'nda Eosen derin deniz konglomeralarının sedimantolojik incelemesi. Gazi Üniv. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Derg., 1, 2, 53-73.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. ve Tindle, A.G.,** 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrol. 25, 954-983.
- Peccherillo, A. and Taylor, S.R.,** 1976. Geochemistry of Eocene Calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey, Contrib. Mineral. Petrol., 58, 63-81.
- Perinçek, D.,** 1979a. Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları. T.P.A.O. Rapor No: 1361.
- Perinçek, D.,** 1979b. The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya area. Guide Book, T.J.K. yayını, 33s.
- Perinçek, D.,** 1980a. Arabistan Kıtası kuzeyindeki tektonik evrimin, kıta üzerinde çökelen istifteki etkileri. Tür. 5. Petrol Kong., Tebligler, 77-93.
- Perinçek, D.,** 1980b. Bitlis Metamorfizmaları'nda volkanitli Triyas. T.J.K. Bült., 23, 201-211.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ.,** 1981. Arabistan Kıtası kuzey kenarının tektonik evrimi. H.Ü. Yerbilimleri Derg., 8, 91-101.
- Poyraz, N.,** 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) Ofiyolitleri' nin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., 151s.
- Ricou, L. E., Argyriadis, I., Marcoux, J.,** 1975, UAXe calcaire du Taurus un alignement de fenetres arabo-africains sous des nappes radiolaritiques, ophiolitiques et metamorphiques. Bull. Soc. Geol. Fr., Ser. 7, 17, 1024-1044.
- Sun, S. ve Mc Donough, W.F.,** 1989. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts. İmplications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (eds.), Magmatism in the ocean basins, Special Publication 42. Geological Society of London, 312 pp.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y.,** 1983. Türkiye'de Tetis'in evrimi; Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. TJK yerbilimleri özel dizisi, no. 1, 75 s.
- Tuna, E.,** 1979. Elazığ-Palu-Pertek bölgesinin jeolojisi. T.P.A.O. Rapor No: 1363.
- Turan, M.,** 1984. Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst. 185s. (yayınlanmamış).

- Turan, M.**, 1993. Elazığ ve yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri. A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, Ankara Üniv. Fen Fak., 193-204, Ankara.
- Turan, M. ve Bingöl, A.F.**, 1991. Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektonostratigrafik özellikleri. Ç.Ü. Ahmet ACAR Jeoloji Sempozyumu, Tebligler, 213-227.
- Turan, M., Bingöl, A.F. ve Aksoy, E.**, 1993. Doğu Toroslar'ın jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. H.Ü. Yerbilimleri 25. yılı Sempozyumu, Ankara.
- Turan, M., Aksoy, E., Bingöl, A.F. ve Beyarslan, M.**, 1995. Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. K.T.Ü. 30. Yıl Sempozyumu, Bildiri Metinleri, Trabzon.
- Turan, M. ve Türkmen, İ.**, 1996. Kuşçular Formasyonu (Erken Paleosen)'nun stratigrafisi ve sedimantolojik özellikleri. Tr. J. of Earth Sciences, 5, 109-121.
- Türkmen, İ.**, 1988. Palu-Çaybağı (Elazığ doğusu) yöresinin sedimantolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 79s.
- Türkmen, İ.**, 1991. Elazığ doğusunda Çaybağı Formasyonu'nun (Üst Miyosen-Pliosen) stratigrafisi ve sedimantolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 34/1, 45-53.
- Türkmen, İ. ve Esen, N.**, 1996. Şelf, kanyon ve havza düzlüğü kompleksinin fasiyes özellikleri. F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 9/2, 110-126.
- Whalen, J.A., Currie, K.L. ve Chappell, B.W.**, 1987. A-type granites: geochemical characteristics discrimination and petrogenesis. Cont. To Min. Petr. 95, 407-419.
- White, A. J. R. and Chappell, B. W.**, 1977. Ultrametamorphism and granitoid genesis. Tectonophysics, 43, 7-22.
- Yazgan, E.**, 1981. Doğu Toroslar'da etkin bir paleokıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen) Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu: H.Ü. Yerbilimleri Derg., 7, 83-104.
- Yazgan, E.**, 1983. A Geotraverse between the Arabian Platform and Munzur nappes. International Symposium on the Geology of Taurus Belt, Guide Book for Excursion.
- Yazgan, E.**, 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region. In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C., eds., "Geology of the Taurus Belt" p.199-205.
- Yılmaz, Y.**, 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Bull. Geol. Soc. Am., 105.

Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., and Genç, Ş. C, 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of Southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic Belt. *Tectonics*, 12(5), 1280-1297.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamladı. 2007 yılında girdiği Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden, 2011 yılında mezun oldu ve aynı yıl yüksek lisansına başladı. 2012 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP)'na bağlı Araştırma Görevlisi olma hakkını kazanarak akademik kariyerine başladı ve hala aynı görevi sürdürmektedir.