

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞİŞMAN KÖYÜ (MALATYA) ÇEVRESİ ELAZIĞ MAGMATİTLERİ'NİN
PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebru OKTA

(152116105)

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN

OCAK-2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞİŞMAN KÖYÜ (MALATYA) ÇEVRESİ ELAZIĞ MAGMATİTLERİ'NİN
PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebru OKTA

(152116105)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20/12/2017

Tezin Savunulduğu Tarih: 19/01/2018

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet Fevzi BİNGÖL

Yrd. Doç. Dr. Özlem ERDEM

Ocak -2018

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi 2016-2018 yılları arasında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada “**Şişman Köyü (Malatya) Çevresi Elazığ Magmatitleri’ nin 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 Fevzi BİNGÖL’ e teşekkür ederim. Bu tez çalışması FÜBAP tarafından 16.32 no’ lu proje olarak desteklenmiştir. Bu nedenle FÜBAP yetkilileri ile projeye destek veren herkese teşekkür ederim.

Son olarak bana öğrenim imkanı sağlayan, çalışmalarımnda maddi ve manevi yardımlarını hiç esirgemeyen ve beni bugünlere getiren aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ebru OKTA

ELAZIĞ-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE METOD	9
3.1. Arazi Çalışması.....	9
3.2. Laboratuvar Çalışması	10
3.3. Büro Çalışması.....	10
4. GENEL JEOLojİ.....	11
4.1. İspendere Ofiyoliti.....	13
4.2. Elazığ Mağmatitleri.....	15
4.2.1.Volkanik Kayaçlar	17
4.2.2.Derinlik Kayaçları.....	19
4.3. Maden Karmaşığı.....	21
4.4. Kırkgeçit Formasyonu	21
5. PETROGRAfİ	23
5.1. Elazığ Mağmatitleri' ne Ait Kayaçların Petrografik Özellikleri	23
5.1.1. Yüzey Kayaçları	23
5.1.1.1. Bazaltlar	23
5.1.1.2. Andezit.....	25
5.1.1.3. Dasitler	27
5.1.1.4. Riyolitler.....	28
5.1.2. Piroklastik Kayaçlar	30
5.1.3. Derinlik Kayaçları.....	31
5.1.3.1. Gabrolar	31
5.1.3.2. Granitler.....	32
5.1.3.3. Granodiyoritler.....	35
5.1.3.4. Tonalitler	36
5.1.3.5. Monzonit ve Monzodiyoritler	38

5.1.3.6. Diyoritler	40
6. JEOKİMYA.....	43
6.1. Ana Oksit, İz element ve Nadir Toprak Element Jeokimyası	43
7.TARTIŞMA VE SONUÇLAR	64
8. KAYNAKLAR.....	67



ÖZET

Bu çalışma ile Malatya ili doğusunda, Kale ilçesinin batısında, Elazığ-Malatya karayolu kuzeyinde yer alan bölgede yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri' ne ait magmatik kayaçların jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. İnceleme alanında, Elazığ Magmatitleri dışında Üst Kretase yaşlı İspendere Ofiyolitleri ve Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ile Orta Eosen ve daha genç yaşlı sedimanter kayaçlar yüzeylemektedir. Çalışma alanındaki magmatik kayaçlar, Elazığ Magmatitleri'ne ait olan volkanik ve derinlik kayaçlarından oluşmaktadır. Volkanik kayaçlar bazalt, andezit, dasit ve riolit, plütonik kayaçlar ise, gabrodan tonalit ve granite kadar değişen bileşimlere sahiptirler. Arazi verileri, derinlik kayaçlarının yüzey kayaçlarını kestiğini göstermektedir. Elazığ çevresinde geniş yayılımlar sunan Elazığ Magmatitleri' nin derinlik kayaçlarının volkanik kayaçları kestiğini ve hatta derinlik kayaçlarının ise, birbirlerini kestikleri görülmektedir.

Jeokimyasal veriler, bazalt ve gabro- tonalit gibi kayaçların düşük K' lu toleyit, granit-granodiyorit gibi kayaçların kalkalkalin ve monzonitik kayaçların ise şoşonitik bileşimli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, jeokimyasal veriler, plütonik kayaçların I tipi granitoid olduğunu da vermektedir.

İnceleme alanındaki Elazığ Magmatitleri Elazığ civarında yaygın olan Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri' nin bir parçası olup, Üst Kretase de kuzeye doğru gelişen bir yitim zonu üzerinde oluşmuş ada yayı ürünleridir.

Anahtar kelimeler: Elazığ Magmatiti, Ada yayı, Petrografi, Jeokimya, Şişman köyü, Malatya.

ABSTRACT

The Petrographical and Geochemical Characteristics of Elazığ Magmatites around Şişman Village (Malatya)

In this study we investigated the Elazığ magmatic rocks that are outcropping at the North of the Kale Elazığ-Malatya highway between the Kale town and Malatya city. Apart from the Elazığ magmatites, the Late Cretaceous Ispendere Ophiolite, the Middle Eocene Maden Complex and the Middle Eocene and younger sedimentary rocks crop out in the region.

The magmatic rocks in the studied area are composed of volcanic and plutonic rocks belonging to the Elazığ Magmatites. The volcanic rocks consist of basalt, andesite, dacite and rhyolite, the plutonic rocks vary from gabbro to tonalite and granite. The field data display that the plutonic rocks are cut off the volcanic rocks. It is seen that the plutonic rocks in the Elazığ Magmatites, which provide large outcrops around Elazığ, cut the volcanic rocks and even some plutonic rocks cut some other plutonics.

The geochemical data show that rocks such as basalt and gabbro-tonalite display low K tholeiitic features, whereas granite-granodiorite have a calcalkaline and monzonitic rocks shoshonitic characteristics. The geochemical data also indicate that these rocks are I type granitoids.

According to the geochemical analysis results, it is defined that these magmatic rocks in the study area are a part of the Late Cretaceous Elazığ Magmatites and are products of an island arc formed by spreading above a northward-dipping intra oceanic, subduction of Neotethyan Ocean during Upper Cretaceous.

Key Words: Elazığ Magmatic, Island arc, Petrography, Geochemistry, Şişman village, Malatya.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Karayolları Genel Müdürlüğü Türkiye haritası).....	2
Şekil 3. 1. Araziden alınan örneklerin bazılarının Google Earth’ de işaretlenmesi	9
Şekil 4. 1. Türkiye ve yakın çevresinin ana tektonik kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999).	11
Şekil 4. 2. Çalışma alanının jeolojik haritası (Beyarslan 1991; MTA 2002’den sadeleştirilmiştir).....	13
Şekil 4. 3. İspendere ofiyoliti (İS) ile Elazığ Magmatitleri (Ke) arasındaki tektonik ilişki (Elazığ-Malatya karayolu kuzeyi).	14
Şekil 4. 4. İnceleme alanında birimler arasındaki ilişkileri gösteren genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Bingöl ve Beyarslan, 2017’den).	16
Şekil 4. 5. Elazığ Magmatitleri’nin genel görünüşü (Kapıkaya-İspendere karayolunun batısı).	17
Şekil 4. 6. Araziden alınan bazaltlara ait bir örnek (37S0468969D / 4251029K).....	18
Şekil 4. 7. Araziden alınan dasitlere ait bir örnek (37S0470565D / 4251256K).....	18
Şekil 4. 8. Araziden alınan andezitlere ait bir örnek (37S0470775D / 4251039K).....	19
Şekil 4. 9. Araziden alınan gabrolara ait bir örnek (37S0470261D / 4250656K).	19
Şekil 4. 10. Diyoritik kayaçlarda görülen mafik mikrogranüler anklavlar (Sevildağ).	20
Şekil 5. 1. Elazığ Magmatitleri’nin yüzey kayaçlarına ait bazaltların içerisinde bulunan mineraller (Cpx: klinopiroksen, Cc: kalsit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif Ç.N.).	23
Şekil 5. 2. Elazığ Magmatitleri’nin yüzey kayaçlarına ait bazaltlarda görülen porfirik doku. (Cpx: klinopiroksen, Cc: kalsit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	25
Şekil 5. 3. Elazığ Magmatitleri’nin yüzey kayaçlarına ait andezitlerde görülen mineraller (Hrn: hornblend, Bi: biyotit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	26
Şekil 5. 4. Elazığ Magmatitleri’nin yüzey kayaçlarına ait dasitlerde görülen mineraller (Q: kuvars, Bi: biyotit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	27
Şekil 5. 5. Elazığ Magmatitleri’nin yüzey kayaçlarına ait dasitlerde görülen kuvars ve hornblend mineralleri (Q: kuvars, Hrn: Hornblend, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	28
Şekil 5. 6. Elazığ Magmatitleri’nin yüzey kayaçlarına ait riolitlerde görülen porfirik doku (Q: kuvars, A.F:Alkali feldspat, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	29
Şekil 5. 7. Elazığ Magmatitleri’nin piroklastik kayaçlarına ait dasitik tüflerde görülen kayaç parçası (kp: kayaç parçası, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	30
Şekil 5. 8. Elazığ Magmatitleri’nin derinlik kayaçlarına ait gabrolarda görülen mezokümülat doku (Cpx:klinopiroksen, Plj: Plajiyoklas, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	32
Şekil 5. 9. Elazığ Magmatitleri’nin derinlik kayaçlarına ait granitlerdeki plajiyoklaslarda görülen karbonatlaşmalar(Q: Kuvars, A.F: Alkali Feldspat, Plj: Plajiyoklas, Bi: Biyotit. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	33
Şekil 5. 10. Elazığ Magmatitleri’nin derinlik kayaçlarına ait granitlerdeki subhedralgranüler doku ve alkali feldspat minerallerinde pertitleşme(Q: Kuvars, A.F: Alkali Feldspat, Plj: Plajiyoklas, Bi: Biyotit. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	34
Şekil 5. 11. Elazığ Magmatitleri’nin derinlik kayaçlara ait granodiyoritlerin gösterdiği subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	35
Şekil 5. 12. Elazığ Magmatitleri’nin derinlik kayaçlara ait mikrotonalitlerdeki mineraller (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	37
Şekil 5. 13. Elazığ Magmatitleri’nin derinlik kayaçlara ait tonalitlerin gösterdiği subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	38

Şekil 5. 14. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait monzonitlerin gösterdiği monzonitik doku (Plj: Plajiyoklas, A.F: Alkali feldspat. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	39
Şekil 5. 15. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait monzodiyoritlerin içerisindeki mineraller(Plj: Plajiyoklas, A.F: Alkali feldspat, Hrn: hornblend, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	40
Şekil 5. 16. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait diyoritlerin içerisindeki mineraller(Plj: Plajiyoklas, Hrn: hornblend, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	41
Şekil 5. 17. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait diyoritlerin gösterdiği subhedral granüler ve poikilitik dokular (Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).	42
Şekil 6. 1. İnceleme alanındaki örneklerin $K_2O + Na_2O - SiO_2$ ayırım diyagramındaki dağılımları (Le Maitre,1989). (+: derinlik Kayaları).	47
Şekil 6. 2. Ana oksit ve iz elementlerin SiO_2 'e göre değişimini gösteren diyagramları (Harker, 1909).	50
Şekil 6. 3. Ana oksitlerin MgO 'e göre değişim diyagramları (Harker, 1909).	51
Şekil 6. 4. İz elementlerin MgO 'e göre değişim diyagramları (Harker, 1909).	52
Şekil 6. 5. İnceleme alanındaki örneklerin $K_2O - SiO_2$ ayırım diyagramındaki dağılımları (Peccerillo ve Taylor, 1976), (+: derinlik Kayaları).	53
Şekil 6. 6. Çalışma alanındaki örneklerin Th-Co ayırım diyagramındaki dağılımları (Hastie vd.,2007).	54
Şekil 6. 7. Çalışma alanındaki örneklerin Sr/Y-Y diyagramındaki dağılımları (Martin 1999).	55
Şekil 6. 8. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaların Pearce ve diğ., (1984)'nin Rb (Y+Nb); Rb-(Yb+Ta) ve Ta-Yb diyagramlarındaki dağılımları (ORG:Okyanus Ortası Sırtı Granitoidleri, VAG: Volkanik Yay Granitoidleri, WPG: Levha İçi Granitoidleri, COLG: Çarpışma Ürünü Granitoidleri)	56
Şekil 6. 9. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin a) Zr-Ga/Al, b) Nb-Ga/Al ve c) Ce-Ga/Al diyagramlarındaki dağılımı (Whalen ve diğ., 1987) (+: derinlik ve yüzey kayaları).	59
Şekil 6. 10. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (REE) diyagramları (Sun ve Mc Donough, 1989) a) Plütonik kayalar, b) volkanik kayalar	60
Şekil 6. 11. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaların Kayaç/İlksel Manto Spider Diyagramı'ndaki dağılımları (Sun ve McDonough, 1989) a) Plütonik kayalar, b) volkanik kayalar	62
Şekil 6. 12. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaların Kayaç/MORB Spider Diyagramı'ndaki dağılımları (Sun ve McDonough, 1989) a) Plütonik kayalar, b) volkanik kayalar	63

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

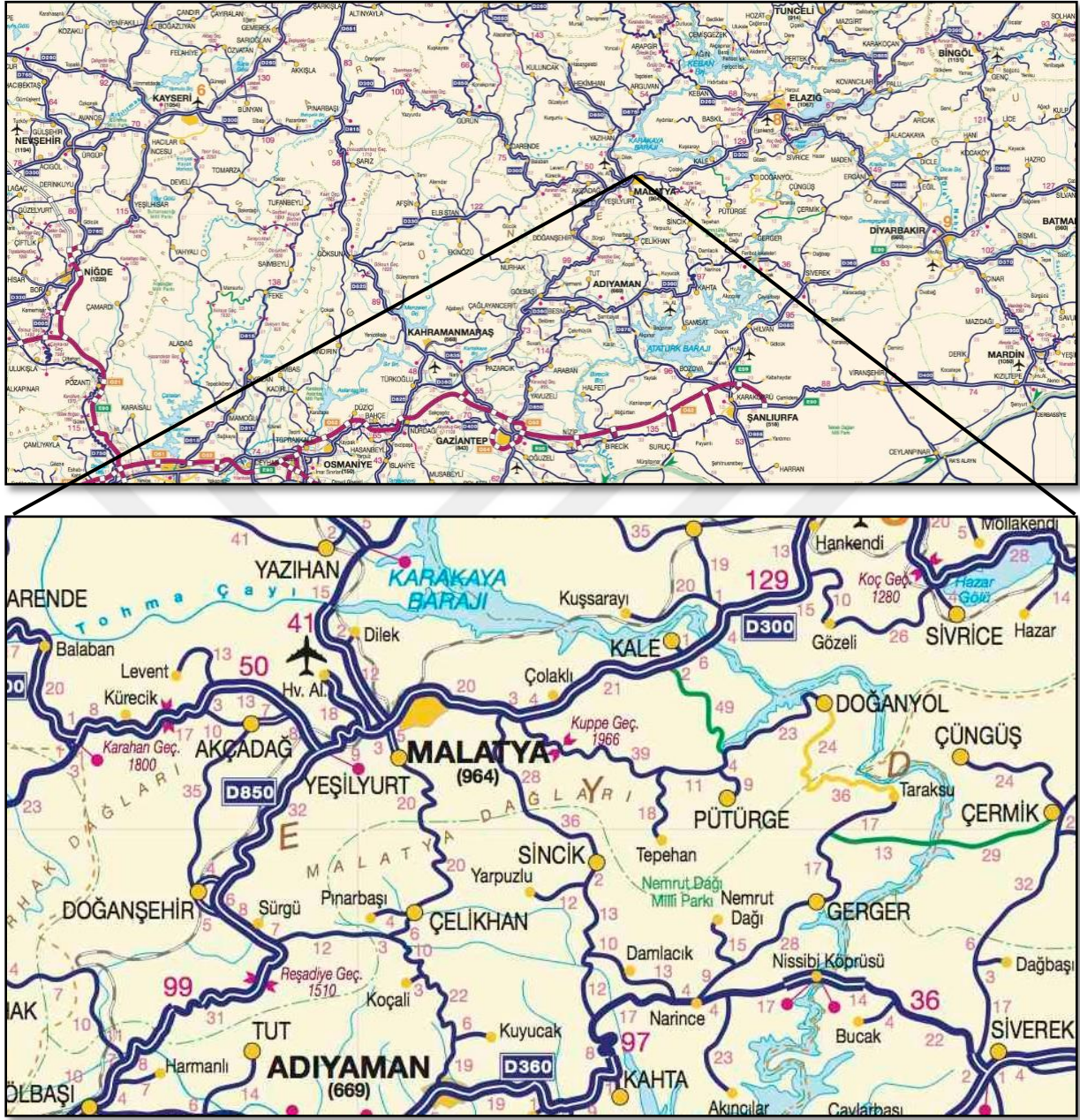
Tablo 6. 1. Derinlik Kayaçlarının Ana Oksit ve İz element Analizleri.	44
Tablo 6. 2. Volkanik Kayaçları Ana Oksit ve İz element Analizleri.	46



1. GİRİŞ

Elazığ-Malatya karayolunun Malatya il merkezi ile Kale ilçesi arasındaki bölgede Üst Kretase yaşlı İspendere Ofiyolitleri, Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri ve Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ile Orta Eosen ve daha genç yaşlı sedimanter kayaçlar yüzeylemektedir (Beyarslan, 1991). Ofiyolit ve onlar üzerinde gelişen fosil okyanus içi yay magmatitleri bir bölgenin jeolojik evrimini açıklamada oldukça önemlidir. Bu nedenle ofiyolitlerin ve fosil okyanus içi yay magmatitlerinin orojenik bölgelerde tespitleri oldukça önemlidir. Yay magmatitlerinin jeokimyasal jeokronolojik olarak incelenmesi bu kayaçların oluşum ortam ve zamanı hakkında önemli bilgiler vermektedir. Çalışma alanında yüzeyleyen ofiyolitlerin dışındaki Üst Kretase yaşlı magmatik kayaçlar ve bunlarla ilişkili sedimanter kayaçlar Turan ve Bingöl (1991 ve 1995) tarafından tanımlanan Elazığ Magmatitlerinin batı uzantısı olarak kabul edilmiştir (Beyarslan, 1991). Yüzey kayaçları ve derinlik kayaçlarından oluşan bu birimin içerisinde bulunan derinlik kayaçları Elazığ çevresinde farklı çalışmalarda farklı adlarla isimlendirilmiştir (Aktaş ve Robertson, 1984; Yazgan, 1984; Akgül, 1990; Beyarslan ve Bingöl, 2000). Çalışma alanında Elazığ Magmatitleri' ne ait derinlik kayaçları gabro, tonalit, diyorit, yarı derinlik kayaçları mikrodiyorit, aplit, yüzey kayaçları ise bazalt, riolit, andezit ve dasitlerden oluşmaktadır. Jeolojik ve petrografik olarak incelenmiş olan bu kayaçlar (Akarsu, 1998)' in jeokimyasal özellikleri incelenmemiştir. İncelemeler daha çok İspendere Ofiyolitini oluşturan birimlerin diğer birimlerle ve kendi içlerindeki arazi ve petrografik özellikleri (Beyarslan, 1991, Beyarslan ve Bingöl, 2010) ve jeokimyasal özelliklerini (Parlak vd., 2008; 2012) kapsamaktadır. Beyarslan, 1991' e göre İspendere Ofiyolitini tabandan tavana doğru dünitler, gabrolar ve bunların içerisinde verilitik dayk ve intrüzyonlar, diyabazlardan oluşan levha dayk kompleksi, plajiyogranitler ve bazik volkanik karmaşığa ait bazaltlardan oluşmaktadır. Parlak vd. (2008; 2012) ise ofiyolitlerin tabanında manto peridotitlerinin oluştuğunu ve ofiyolit granitoid ile kesildiğini belirtmektedirler.

İnceleme alanı Malatya ilinin yaklaşık 20-25 km doğusunda Şişman köyü çevresinde bulunmaktadır. Çalışma alanının batısında Battalgazi ilçesi, doğusunda Kale ilçesi bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisindeki yerleşim yerleri doğudan itibaren Kapıkaya, Çolaklı, ve Şişman köyleri ile sınırlanmakta olup 1/ 25.000 ölçekli Malatya L40_{a1-a4}, L40_{b2-b4} topoğrafik paftaları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Karayolları Genel Müdürlüğü Türkiye haritası)

Bu çalışmanın asıl amacı; inceleme alanında yüzeyleyen Elazığ Magmatitleri'ne ait farklı birimlerin birbiriyle olan ilişkilerini araştırmak ve bu litolojik birimleri oluşturan kayaçların mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemek ve bu kayaçların petrolojik yorumlamasını yapmaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı, Doğu Toros Orojenik kuşağı üzerinde yer almakta ve Torosların jeodinamik evriminin açıklanmasında önemli veriler sunan magmatik kayaçların bulunduğu bir bölgedir. Bölgenin ekonomik değere sahip cevherleşmeler açısından zengin oluşu, bölgesel ölçekli yapısal unsurların (Doğu Anadolu Fayı) varlığı, büyük mühendislik yapılarının (Keban, Karakaya barajları gibi) varlığı ve bölgenin jeoteknik evrimini açıklamaya katkısı olabilecek magmatik kayaçların geniş yüzeylemeler sunması, jeolojik açıdan bölgenin önemini artırmıştır. Tüm bu unsurları bir arada taşıyan bölge birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve bölgede değişik amaçlı birçok çalışmanın yapılmasına temel oluşturmuştur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Rigo de Righi ve Cortesini (1964), tarafından Doğu Torosları ve Güneydoğu Anadolu'nun jeodinamik ve jeoteknik gelişimini konu alan ilk araştırma yapılmıştır. Araştırmacılar Arap Platformunun kuzeyinde, Jura-Alt Kretase yaşlı bir jeosenklinal düşünmüşler ve bu jeosenklinalde oluşan kayaçların, Üst Kampaniyen Alt Maestrishtiyen aralığında, çekim kaymaları ile güneydeki platform üzerine yürüdüğünü savunmuşlardır.

Ketin (1966), bir yapısal model öne sürerek, Pontidler (Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu kuşağı), Anatolidler (İç Anadolu kuşağı), Toridler (Genel olarak tüm Toroslar), Kenar Kıvrımları (Güneydoğu Anadolu) olmak üzere Türkiye'yi dört ana tektonik üniteye ayırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre çalışma alanı, Doğu Toros orojenik kuşağı içerisinde yer almaktadır.

Pişkin (1972), Malatya bölgesinde yapmış olduğu çalışmada Paleozoyik yaşlı metamorfitleri Doğu Toros kuşağının çekirdeği olarak kabul etmektedir. Bu kayaçları kesen monzodiyoritler (Pre-Lütesiyen yaşlı) ile bölgede Üst Kretase ile Alt Eosen aralıklarında spilitik bir volkanizmanın etkili olduğuna değinmektedir.

Perinçek (1979 a), yaptığı bölgesel ölçekli çalışmalarda, Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nda yüzeylenen 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 incelemiştir.

Yazgan (1981), Malatya-Elazığ arasında Toros kuşağında Kuzeyden Güneye doğru biri Üst Kretase'de (Yüksekova) diğeri Orta Eosen'de (Maden) iki ayrı dizge içerisinde volkanik ve derinlik kayaçlarının yer aldığını, bu iki ardı ardına gelen dizgenin majör ve minör elementleri ve stronsiyumun ilksel izotopsal oranlarını inceleyerek tanımlamış ve Orta Maestrihtiyen ile Orta Eosen arasında volkanik etkinliği olmayan bir arayı kapsayan Üst Kretase' den Üst Eosen'e kadar etkin bir kıta kenarının varlığının kesinlik kazandığını belirtmiştir.

Bingöl (1982), Elazığ-Pertek-Kovancılar çevresinde yaptığı çalışmalarda, Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri)' nın petrografi ve petrolojisini inceleyerek, karmaşığın oluşum ortamını açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı, Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri)' nı kalkalkali bir magmadan türemiş ada yayı ürünü olarak değerlendirmiş ve karmaşığın Üst Kretase sonu tektonik hareketler ile Keban Metamorfikleri tarafından üzerlendiğini belirtmiştir.

Bingöl (1984), bu çalışmasında Elazığ bölgesinde yüzeyleyen kayaç gruplarını ve bunların evrimini araştırmıştır. Çalışmada, bölgede yüzeyleyen kayaçlar Paleozoyik yaşlı Keban Metamorfikleri, Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri, Maestrihtiyen yaşlı Harami Formasyonu, Orta Eosen-Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu olarak ayırtlanmıştır. Yazara göre Keban Metamorfikleri Permo - Karbonifer'de çökelmiş Jura ile Üst Kretase zaman aralığında metamorfizmaya uğramıştır. Keban metamorfikleri bir ada yayı ürünü olan Yüksekova kalk-alkalen magmatik karmaşığını üzerlemiş konumludur. Buna göre, bu iki birim arasındaki skarn zonunun varlığı yayın kıta platformundan uzak olmamasını gerektirmektedir. Bu iki birim, Orta Miyosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

Yazgan (1984a), Doğu Toros bölgesinin jeodinamik evrimi başlıklı çalışmasında bölgede petrolojik ve tektonik özelliklerine göre ve levha tektoniği kavramı içerisinde 7 adet tektonik birlik ayırt etmiştir. Arap platformu ve Munzur napları arasında yer alan birimlerden oluşan bu tektonik birlikleri kıvrımlı Arap platformu, Pütürge metamorfikleri ve volkano sedimanter örtü kayaçları (Maden Kompleksi), İspendere ve Kömürhan metaofiyolitleri, Baskil magmatik kayaçları ve onların sedimanter örtü birimleri, Keban ve Malatya napları ile Munzur napları şeklinde gruplandırmıştır.

Kömürhan ve İspendere Ofiyolitleri' nin kuzeyde Baskil yay magmatitleri ve güneyde Maden kompleksinin yer aldığı Hazar Gölü' ne doğru D-KD uzanımlı, kuzeye dalımlı tektonik bir dilim olarak yer aldığını belirten yazar, Kömürhan Ofiyoliti' nin tüm benzerlikleriyle Guleman Ofiyoliti' nin batı uzantısı olmasına rağmen İspendere ve Kömürhan Ofiyolitleri' nin tektonik ortamlarının farklı olduğunu ve bu birimlerin Baskil magmatik yayına ait kayalarla kesilmesi ve kısmi ergime göstermeleriyle farklılıklar arz ettiğini ifade etmiştir.

Hempton (1985), Ofiyolit in Kampaniyen - Maestrihtiyen' de Arap Kıtası' nın kuzey kenarına yerleştiğini ve bu yerleşimle ilgili olarak ta Pütürge masifinin metamorfizmaya uğradığını, bu olayların sonrasında da Maestrihtiyen – Paleosen' de güneye dalma batmanın geliştiğini, onun sonucu olarak orijinal basen karakterindeki Elazığ magmatik kompleksinin ve Maden grubu volkanitlerin oluştuğunu ifade etmiştir.

Asutay (1986), Doğu Anadolu Bölgesi' nin batısında yer alan Baskil (Elazığ) ve çevresinin jeolojisini incelemiş ve Baskil çevresinde yer alan magmatik kayaların petrolojik özelliklerine açıklık getirmiştir.

Akgül, B. (1987), Keban Metamorfizmaları' ni oluşturan birimlerin Permiyen-Alt Triyas yaşında kıta şelfi ve kıta yamacında çökelmiş karbonatlar ve kırıntılılar olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı Keban biriminin güneyinde bulunan okyanus kabuğunun Üst Kretase esnasında kuzeye doğru dalması ile başlayan iki levhanın (Arap-Keban Levhası) birbirine yaklaşması sonucu, Permiyen-Alt Triyas yaşlı birimlerin Yeşil fasiyesinin düşük derecelerde bölgesel metamorfizma geçirmiş olduğunu açıklamaktadır.

Yazgan vd. (1987), Malatya Güneydoğusunun Jeolojisi ve Doğu Toroslar' ın Jeodinamik Evrimi adlı çalışmalarında İspendere-Kömürhan Ofiyolitik kayalarını İspendere birimi ve Kömürhan birimi alt başlıkları altında incelemişlerdir. İspendere birimi temelde ultramafik-mafikkümülatlar ve izotrop gabrolardan oluşmaktadır. Daha sonra bu birim diyabaz levha daykları spilitik bazaltlarla devam etmekte ve Baskil Magmatiklerine ait andezitik ve dasitik dayklar tarafından kesilmektedir. İspendere biriminin üst bölümünde yastık lavlar, hiyaloklastikler, radyolarit, mikritik kireçtaşları ve tüfit türü kayalar yer almaktadır.

Bingöl (1988), Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri)' ni oluşturan derinlik kayalarının gabrodan granite kadar geniş bir bileşim farklılığı sunduğunu ve bu kayaların 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.

Poyraz (1988), İspendere - Kömürhan (Malatya) Ofiyolitleri ile ilgili çalışmasında Kömürhan Üyesi' nin metamorfik ve metamorfik olmayan kayaçlardan oluştuğunu belirtmektedir. Araştırmacı, Yüksekova formasyonunun çalışma alanında derinlik kayaçları, diyabaz ve mikroiyoritler ile volkano sedimentlerden oluştuğunu belirtmiştir. Malatya doğusunda, Doğu Toroslar' ın önemli tektonik birimlerden birisi olan Kömürhan Ofiyolit ve Metaofiyolitlerinde yaptığı jeokimyasal incelemeler sonucunda, bu kayaçların okyanus toleyitleri özelliğinde olduğunu açıklamıştır ve Kömürhan Ofiyolitlerinde piroklastik malzemenin bulunmaması nedeniyle, bu ofiyolitlerin Üst Kretase öncesinde bölgede mevcut olan bir okyanusun ürünü olduğunu ileri sürmüştür.

Beyarslan ve Bingöl (1991), inceleme alanında yaptıkları petrografik ve petrolojik çalışmalarda İspendere Ofiyoliti' nin altta ultramafik kümülatlar, üzerinde mafik kümülatlar, diyabaz daykları ve bunların üzerinde volkanitlerden oluşan kaya grubundan meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Yazgan ve Chessex (1991), Malatya bölgesinde Güneydoğu Toridlerin jeolojisi ve tektonik evrimi ile ilgili çalışmalarında Doğu Toros tektoniğinin Keban ve Arap mikro levhaları arasında Geç Kampaniyen – Erken Maestrihtiyen arasında meydana gelen yay-kıta çarpışması ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, yapmış oldukları geniş arazi gözlemlerine dayanarak Toros kuşağını Arap platformu, Pütürge ve Bitlis metamorfik masifleri, Kömürhan suture zonu, Baskil batoliti ve Keban platformu olmak üzere beş birliğe ayırmışlardır.

Akgül (1993), Piran Köyü (Keban) çevresinde Yüksekova Karmaşığı (Elazığ Magmatitleri) üzerine yaptığı petrografik ve petrolojik çalışmalarda, karmaşığı oluşturan kayaçların bölgeye üç farklı evrede yerleştiğini; birinci evrede bazik plütonik ve volkanik kayaçların, ikinci evrede ise asit plütonik ve volkanik kayaçların, üçüncü evrede ise artık magmadan türeyen aplit ve lamprofirlerin oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı, birimi oluşturan magmatik kayaçların, ada yayı magmatizması ürünü olduğunu, gerek derinlik gerekse yüzey kayaçların düşük K' lutoleyitik özellikte ve kalk alkali seriye ait olduğunu 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.

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 (KömürhanOfiyoliti) üzerinde gelişen kalkalkalen seriye ait ve ada yayı magmatizması ürünleri olduğunu belirtmişlerdir.

Akarsu (1998), Şişman köyü (Malatya) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik özelliklerini incelemiştir. Yaptığı araştırmalarda magmatik kayaçların dokanak ilişkilerine bakılarak; bazik bileşimli kayaçların (gabro, bazalt) en önce yerleşen kayaçlar olduğunu, daha sonraki dönemde ise asit bileşimli kayaçların (tonalit ve dasit) ve diyoritlerin yerleşmiş olduklarını belirlemiştir. Petrografik olarak, tonalitler ile gabrolar arasındaki dokanakta tonalitlerin gabrolar tarafından kapanımlanmış olması ve tonalitlerde hızlı soğumayı işaret eden intersertal dokunun görülmesi tonalitlerin daha sonra yerleşmiş olduğunu işaret etmiştir. Diyoritlerin ise, çalışma alanındaki magmatizmanın son ürünü olduğu, tonalitler içerisinde aynı bileşimdeki mikrogranüler anklavların varlığından anlaşıldığını vurgulamıştır. Arazi gözlemleri ve petrografik veriler ışığında çalışma alanındaki magmatik kayaçların mafik bir magmanın kristalizasyonu ve diferansiyasyonu ile oluştuğunu belirtmektedir.

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 volkanoklastitler içerisinde dayk ve siller halinde görülmektedir. İnceleme alanının 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.

Parlak ve Kozlu (2000), Yüksekova ofiyolitlerinin genel özelliklerini ve onu kesen granitik intrüzyonunu konu ettikleri çalışmalarında, Yüksekova ofiyolitinin eksiksiz bir ofiyolit istifine sahip olup, tabanda ultramafik ve mafik kümülatların yer aldığını, onların üzerine izotropik gabroların ve onlarla ilksel ilişkili olan levha dayklarının geldiğini ve en üstede volkanikler, piroklastikler ve volkanojenik kumtaşlarının geldiğini belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca bölgede hem temel kayaçlarını hem de Yüksekova Ofiyolitini kesen 75-51 my yaşlı granitik bir intrüzyonun gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.

Rızaoğlu vd. (2005), Baskil çevresinde yaptıkları çalışmada, inceleme alanında metamorfik masifler (Keban-Malatya platformu), ofiyolitik kayaçlar (Göksun, İspendere, Kömürhan) ofiyolitlerle ilişkili metamorfikler (Berit Metaofiyoliti) ve granitoidler (Göksun, Baskil, Doğanşehir) arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Baskil magmatik kayaçlarının peralümino özelliğinde, I-tipi kalkalkalen karakterde volkanik yay ürünü olduğunu belirtmişlerdir. İnceleme alanındaki ofiyolitlerin suprasubduction zonda oluştuğunu; ofiyolitlerle ilişkili metamorfik kayaçların ya okyanus içi dalma-batma boyunca ya da bindirme sonrasında oluştuklarını; bu birimlerin dalma-batmanın neticesinde Malatya-Keban platformu tarafından üzerlendiğini ve bu bindirmeyi Neotetis' in güney kenarındaki Toros aktif kıta kenarında oluşan ve yukarıdaki diğer birimleri kesen granitoid oluşumu izlediğini belirtmişlerdir.

Parlak vd. (2009), Güneydoğu Anadolu' da gözlenen ofiyolitlerin petrolojisi ve jeokimyası üzerinde yaptıkları çalışmalarında, bölgede bulunan Berit, Göksun, İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerinin Torid platformunun temeline eklendiğini ve Üst Kretase' de I- tipi kalk-alkalen granitoidler tarafından kesildiğini, ancak güneyde bulunan Kızıldağ (Hatay) Ofiyolitinin Arap platformunun pasif kenarına bindirdiğini belirtmişlerdir. Kümülatlardan aldıkları mineral fazlarında kristallenme sırası, tüm kaya ve mineral kimyası verileri ışığında ilksel magma bileşiminin ada yayı toleyitlerine benzer özellik sunduğunu ortaya koymuşlardır.

Rızaoğlu (2009), Baskil (Elazığ) granitoidinin jeokronolojik ve jeokimyasal evrimini konu ettikleri çalışmalarında, Baskil granitoidinin mafik ve felsik derinlik-yarı derinlik kayaçlarından oluşmuş jeokimyasal olarak I-tip, metalümina - peralümina kalk-alkalen kayaçlardan meydana geldiğini, nadir toprak element ve okyanus ortası sırtı granit normalize multi-element diyagramı ve tektonomagmatik ayrım diyagramları ile biyotit jeokimyası verilerine göre volkanik yay ortamında oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL VE METOD

İnceleme alanı Malatya iline bağlı Kale ilçesinin batısında Şişman köyü civarlarında olup L40_{a1-a4}, L40_{b2-b4} topografik paftaları içerisinde yaklaşık 200-210 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanının 1\ 25.000 ölçekli haritası daha önce (Akarsu, 1998) yapıldığından, ayrıca haritalama çalışması yapılmamış ve bu haritadan çalışmalarımızda yararlanılmıştır.

3.1. Arazi Çalışması

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın arazi çalışması 2016 yaz döneminde yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında birimlerin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılıp, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için çok sayıda örnek alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1. Araziden alınan örneklerin bazılarının Google Earth’ de işaretlenmesi

3.2. Laboratuvar Çalışması

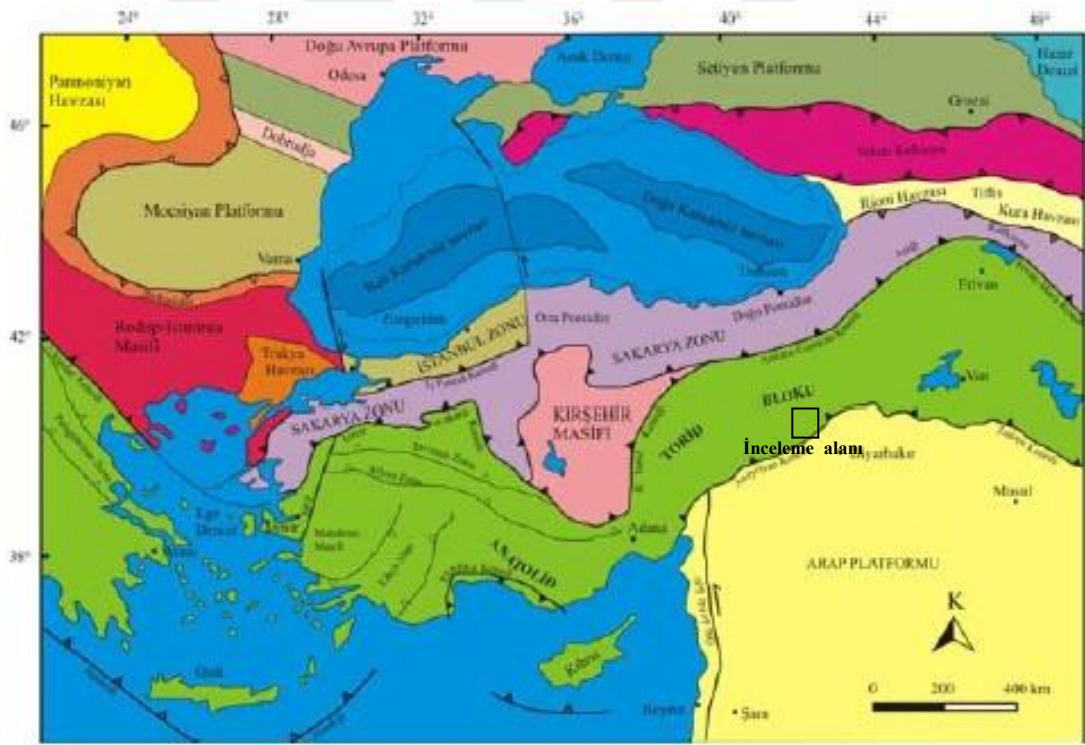
Bu aşamada petrografik ve jeokimyasal çalışmaları yürütmek üzere, araziden alınan kayaç örnekleri Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Hazırlama Laboratuvarlarında jeokimya ve petrografik ince kesit hazırlamak üzere, kayaç kesim işlemleri yaptırılmıştır. Kesilen bu parçalar, ince kesit için Pamukkale Üniversitesi Laboratuvarlarına gönderilmiştir. Petrografik amaçlı yaptırılan ince kesitler polarizan mikroskoplarla incelenip kayaçların doku ve mineral tayini yapıp kayaçlar isimlendirilmiştir. Ayrıca, kesilen parçalardan çok az veya hiç alterasyon göstermeyen örneklerden ana oksit, iz ve Nadir Toprak Element analizleri yaptırılmak üzere, ACME Laboratuvarlarına (Kanada) gönderilmiştir. Ana oksit ve iz elementler ICP-ES ile Nadir Toprak Elementi ise, ICP-MS yöntemi ile analiz ettirilmiştir.

3.3. Büro Çalışması

Bu tez kapsamında büro çalışması, arazi öncesi literatür derleme, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Petrografik kesitlerde kayaçların mineral ve dokuları ile isimlendirilmesi yapılmış, Kanada' dan gelen sonuçlar ise, jeokimyasal olarak yorumlandıktan sonra kayaçların kökeni hakkında yeni yorumlar yapılmıştır.

4. GENEL JEOLojİ

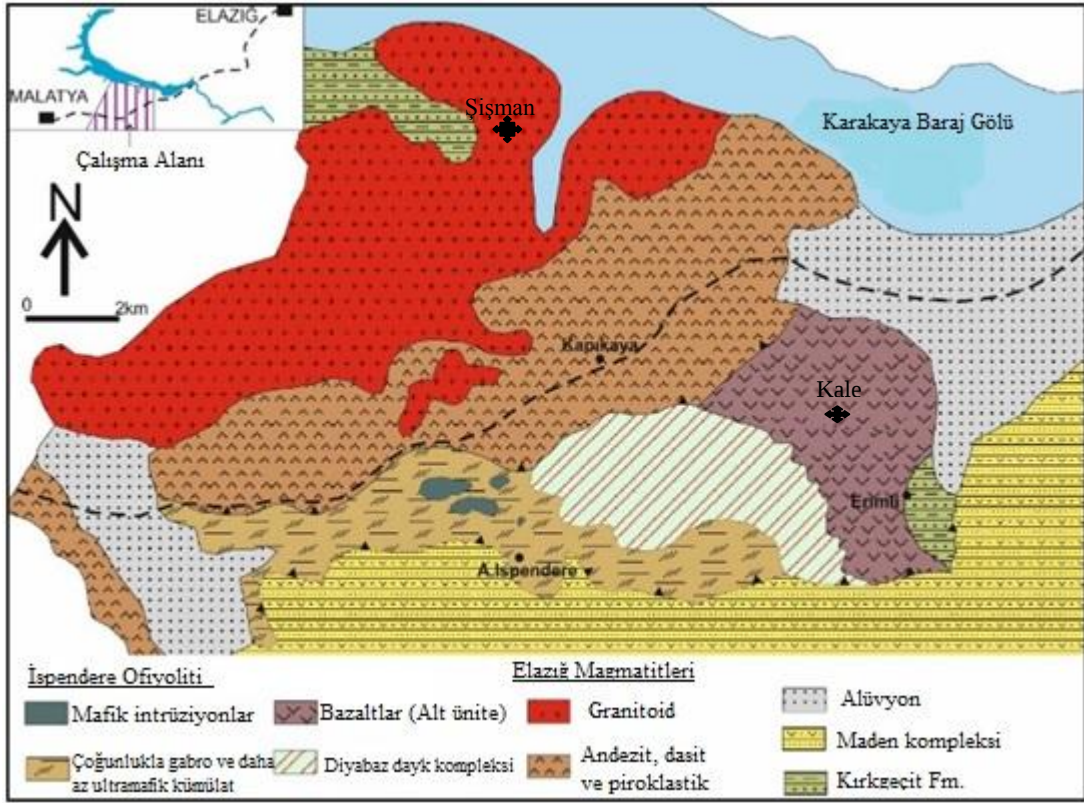
Türkiye Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrım Kuşağı olmak üzere dört ana tektonik kuşaktan oluşmaktadır (Ketin, 1966). Kuzeydeki Pontid Kuşağı Neotetis Ofiyolitlerinin kalıntılarını içeren Kırşehir masifi kuzeyindeki İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunu içermektedir. Anatolid Kuşağı, Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı kristalin temel kayalarından oluşan bir kuşaktır. Kenar Kıvrım Kuşağı ise, kıvrımlı bindirme fayları ile Bitlis-Zagros çarpışma zonu alt plakası Arap platformunun Mezozoyik-Senozoyik sedimanter kayalarından oluşmaktadır. Okay ve Tüysüz (1999)'ün Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birliklerini irdeleyen çalışmasına göre çalışma alanı, Torid-Arap platformu içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Türkiye ve yakın çevresinin ana tektonik kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999).

Doğu Toros orojenik kuşağının Malatya-Elazığ bölümünde yer alan inceleme alanı bugünkü jeolojik yapısını şu safhalardan sonra kazanmıştır. Bölgede, Üst Triyas'ta, Avrasya ile Arap plakası arasında açılmaya başlayan okyanus, Alt Kretase sonuna kadar gelişimini sürdürmüştür (Yazgan vd., 1987). Üst Kretase başlarından itibaren (Senomaniyen-Türoniyen) etkin olmaya başlayan kuzeye eğimli bir dalma batma zonu ile ilişkili olarak bölgedeki yay magmatizma ürünleri oluşmuştur (Elazığ Magmatitleri/Yüksekova karmaşığı). Yay magmatizması ilk safhada ensimatik karakterde iken (Hempton ve Savcı, 1982), daha ileriki aşamalarda ise ensialik (Keban kıtasının altında geliştiği yerlerde) karakterde olduğu görülmektedir (Yazgan vd., 1987). Bu dönemde pasif olan güney kenara ise ofiyolitik kütleler yerleşmiştir (İspendere ve Guleman Ofiyolitleri). Bu fazı Üst Maestrihtiyen transgresyonu izlemiş olup, Harami kireçtaşları çökelmiştir. Denizin Üst Maestrihtiyen'den sonra tamamen çekilmesi sonucunda, Alt Paleosen de bölgesel karasal rejim hâkim olmuş, kıvrımlanma ve yükselmeler meydana gelmiştir (Poyraz, 1988). Tersiyer başlarında bölgede yaklaşık kuzey-güney doğrultulu bir sıkışma gerilmesi egemen olmuş ve derin havzada volkanitli maden karmaşığı gelişmiştir (Yazgan vd., 1987; Turhan vd., 1995). Orta Miyosen' de bölgede gerçekleşen kıta-kıta çarpışması sonrasında devam eden sıkıma gerilmesi sonucunda Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı ve Doğu Anadolu fay kuşağı gibi tektonik yapıların oluşumu, bölgeye bugünkü yapısal konumunu kazandırmıştır (Turan vd., 1995).

İnceleme alanında İspendere Ofiyolitleri, Elazığ Magmatitleri, Maden Karmaşığı ve genç sedimanter kayalar olmak üzere 4 farklı birimler yüzeylemektedir. Bunlar arasında ilksel ilişkiler gözlenebildiği gibi tektonik ilişkilerde görülmektedir (Şekil 4.2).

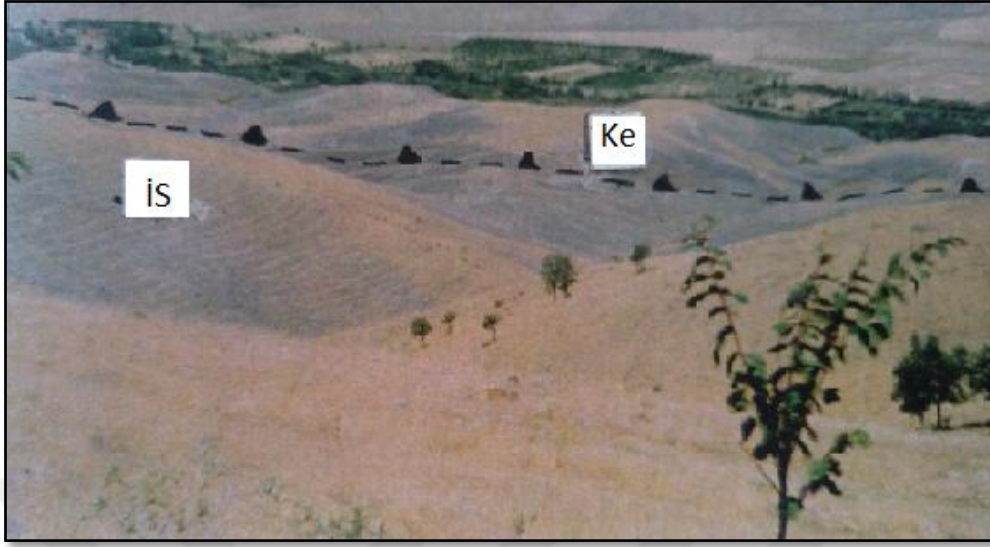


Şekil 4. 2. Çalışma alanının jeolojik haritası (Beyarslan 1991; MTA 2002'den sadeleştirilmiştir).

4.1. İspendere Ofiyoliti

İlk kez MTA jeologları (1986) tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritada, İspendere Ofiyoliti ile Kömürhan Metaofiyoliti birlikte ele alınmış ve Kömürhan Metaofiyoliti olarak gösterilmiştir. İspendere Ofiyoliti' nin arazideki ilişkileri ve petrografik özelliklerini inceleyen Beyarslan (1991) İspendere Ofiyoliti' nin tabandan tavana doğru dünitler, gabrolar ve bunların içerisinde verlitik dayk ve intrüzyonlar, diyabazlardan oluşan levha dayk kompleksi, plajiyogranitler ve bazik volkanik karmaşığa ait bazaltlardan oluştuğunu belirtmektedir (Şekil 4.3). İspendere Ofiyoliti güneyde Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelirken, kuzeyde Elazığ Magmatitleri ile yer yer tektonik ilişkili (faylı) yer yer ise birincil ilişkidir. Ayrıca, doğu kesiminde ofiyolit üzerine Orta Eosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir (Beyarslan, 1991). Ofiyolit tabanında yer alan dünitler ince bir seviye olup, aşırı derecede serpantinleşmişlerdir. Bu seviyenin üzerine gabrolar gelmektedir. Gabrolarla dünit arasındaki geçiş aşırı ayrışma nedeniyle izlenememektedir.

Gabrolar farklı yapısal özellikler (dereceli tabakalanma, mineralojik bantlanma vs.) ve iri taneliden ince taneliye kadar değişen farklı boy tanelerden oluşmaktadır.



Şekil 4. 3. İspendere ofiyoliti (İS) ile Elazığ Magmatitleri (Ke) arasındaki tektonik ilişki (Elazığ-Malatya karayolu kuzeyi).

Gabrolar üst seviyelere doğru ince taneli izotrop gabrolara ve daha üst seviyelere doğru dayk komplekse geçmektedirler. Beyarslan (1991) bu geçişin dereceli olduğunu ve önce daykların tekil dayklar halinde ortaya çıktığını yukarıya doğru daykların oranının artarak yaklaşık 50 m içerisinde tamamen levha dayk kompleksine geçtiğini belirtmektedir. Ayrıca, izotrop gabroların üst seviyelerinde, levha dayk kompleksi ile sınır bölgesine yakın kesimde plajiyogranitler bulunmaktadır. Levha dayk kompleksi farklı kalınlıklarda içi çe girmiş dayklardan oluşmaktadır. Bunlarda üst seviyelere doğru dereceli olarak volkanik kayalar geçmektedirler. Ofiyolitinin doğu kısmında yer alan volkanik kayalar esas olarak yastık lav yapılı bazalt ve bazaltik lav akıntılarından oluşmaktadır. İspendere Ofiyoliti' nin en önemli özelliklerinden biriside gabrolar içerisinde bulunan ultramafik ve mafik dayk ve stoklardır. Bunlarla gabrolar arasındaki dokanıklarda herhangi bir metamorfizma gözlenmemektedir. Bu durum, Beyarslan (1991), Beyarslan ve Bingöl (2010) tarafından sıcak gabro içerisine magma sokulumu ile açıklanmaktadır. Gerek gabro, gerekse ultramafik mafik stokları kesen tekil diyabaz dayklarında gözlenmektedir.

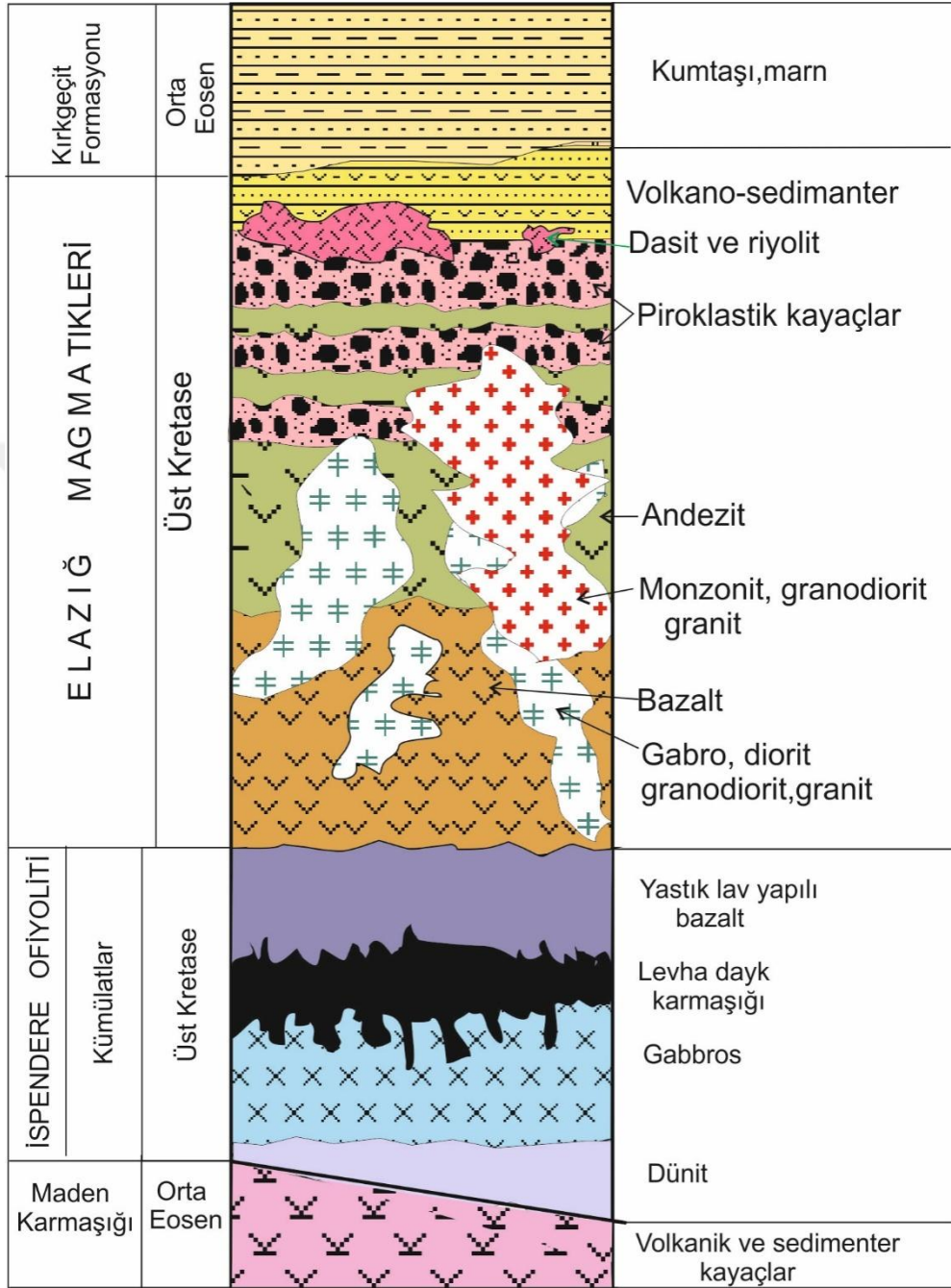
İspendere Ofiyoliti'nin Üst Kretase yaşlı bir yitim zonu üzerinde oluştuğu kabul edilmektedir (Beyarslan, 1991; Beyarslan ve Bingöl, 2010; 2014).

4.2. Elazığ Magmatitleri

Bu tezin esas konusunu oluşturan Elazığ Magmatitleri, ilk defa Turan vd.(1993 ve 1995) tarafından Elazığ Magmatitleri olarak adlandırılmıştır. Bu magmatik kayaçların doğudaki eşlenikleri olduğu kabul edilen birim, Perinçek (1979a ve 1979b) tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak adlandırılmıştır. Turan vd. (1993 ve 1995) Elazığ çevresinde yaygın olarak yüzeyleyen bu birimin, Yüksekovada ki karmaşık özelliği gösteren birimden farklılık gösterdiğini belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, Elazığ çevresindeki birimin bir karmaşık olmayıp, volkanik kayaçlarının düzenli bir istif oluşturdıklarını ve bunların derinlik kayaçları ile kesildiğini belirtmektedirler. Bu nedenle de Yüksekova karmaşığı yerine Elazığ Magmatitleri ismini kullanmışlardır. Ancak, Elazığ civarında çalışma yapan bazı araştırmacılar (Yazgan,1981; 1983, 1984; Asutay, 1985; Akgül, 1987; Kürüm vd., 2011, Savcı,1982; Hempton, 1984; 1985) birimi Baskil Granitoyidi, Pertek Granitoyidi, Elazığ Volkanik Karmaşığı gibi farklı isimlerle adlandırmışlardır. Akarsu (1998) tarafından yapılmış olan çalışmada da, Elazığ Magmatitleri' ni oluşturan kayaçların petrografik özellikleri incelenmiştir.

Elazığ Magmatitleri'nin volkanik birimleri üzerine çalışan Ural (2012) ve Ural vd., (2015) Yüksekova karmaşığı adını kullanmışlardır.

Bölgede uzun zamandan beri çalışma yapan Bingöl (1982; 1984; 1988), Bingöl ve Beyarslan (1996) ve Akgül 1993), Elazığ Magmatitleri'nin ofiyolitler üzerine uyumsuz olarak gelen bazaltlarla başlayıp, andezit, andezitik piroklastitler ve dasit-riyolitlerden oluşan volkanik kayaçlar ve özellikle bazaltlarla andezitlerin alt kısımlarını kesen gabro, diyorit, monzodiyorit, tonalit, granodiyorit ve granitlerden oluşan derinlik kayaçlarından meydana geldiklerini kabul etmektedirler (Şekil 4.4).



Şekil 4. 4. İnceleme alanında birimler arasındaki ilişkileri gösteren genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Bingöl ve Beyarslan, 2017'den).

İnceleme alanında volkanik kayalar ve derinlik kayalarının her ikisi de görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5. Elazığ Magmatitleri'nin genel görünüşü (Kapıkaya-İspendere karayolunun batısı).

4.2.1.Volkanik Kayalar

Elazığ-Malatya karayolunun kuzey tarafında yüzeyleyen bu kayalar, şarabi ve gri renkleri ile diğer birimlerden kolaylıkla ayrılmaktadırlar. Oldukça fazla alterasyon gösteren birim, bazalt, andezit, dasit, riolit, andezitik piroklastit ve volkano sedimanlardan oluşmaktadır (Şekil 4.6, 4.7, 4.8). Bazaltlar, birimin en alt kesimini oluşturmakta ve yastık lav ve lav akıntıları şeklinde görülmektedir. Altındaki ofiyolitlerin gabroları ile yer yer tektonik ilişkili olan bu bazaltlar, yer yerde ofiyolitin volkanitleri ile geçişlidir. Andezit ve bunlarla yer yer arılanmalı veya onların üzerine gelen piroklastik kayalar volkanik birimin en kalın kesimini oluşturmaktadır. Dasi ve riolitler ise, küçük yüzlekler halinde bulunurlar. Dasi ve riolitlerle bazalt, andezit ve piroklastik kayalar arasındaki birincil ilişki inceleme alanında net olarak görülmemektedir. Ancak, inceleme alanının doğusunda, Elazığ ilinin kuzey doğusunda dasi ve riolitlerin andezit-piroklastik arılanmasından oluşan tabakaları dik olarak kestiği ve küçük domlar oluşturduğu bilinmektedir (Bingöl ve Beyarslan,1996). Volkanoklastitler ise, volkanik birimin en üst seviyesini oluşturmaktadır.



Şekil 4. 6. Araziden alınan bazaltlara ait bir örnek (37S0468969D / 4251029K).



Şekil 4. 7. Araziden alınan dasitlere ait bir örnek (37S0470565D / 4251256K).



Şekil 4. 8. Araziden alınan andezitlere ait bir örnek (37S0470775D / 4251039K).

4.2.2.Derinlik Kayaçları

İnceleme alanının batı ve kuzeybatısında yüzeyleyen derinlik kayaçları, gabrodan granite kadar geniş yelpazede değişen litolojik bir bileşime sahiptir (Şekil4.9).



Şekil 4. 9. Araziden alınan gabrolara ait bir örnek (37S0470261D / 4250656K).

Gabro ve diyoritler koyu renkleri ile diğer felsik birimlerden ayrılmakla birlikte tüm derinlik kayaçlarının iç içe girmiş olmaları nedeniyle, bunların harita üzerinde ayrı gösterilmesi mümkün değildir. Çoğunlukla gabro-monzonit-monzodiyorit-diyorit-tonalitten oluşan birimler granodiyorit-granit gibi birimlerle kesilmektedir. Volkanik kayaçları kesen derinlik kayaçlarının içerisinde çeşitli büyüklükte aplit ve lamprofir daykları da görülmektedir. Diyoritler içerisinde çeşitli büyüklükte anklavlar görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4. 10. Diyoritik kayaçlarda görülen mafik mikrogranüler anklavlar (Sevildağ).

Bölgede çalışma yapan araştırmacılar (Bingöl, 1982; 1984; Bingöl ve Beyarslan, 1996; Beyarslan,1991; Beyarslan,1996; Lin vd., 2015) Elazığ Magmatitleri'nin Geç Kretase yaşlı olduğunu kabul etmektedirler.

4.3. Maden Karmaşığı

Doğu Toroslar da çok geniş alanlarda yayılım gösteren Maden Karmaşığı inceleme alanının güneyinde ofiyolit ile tektonik ilişkili olarak Doğu Toroslar da çalışma yapan araştırmacılar birimi farklı isimlerle adlandırmışlardır. Ketin (1948) Ergani- Eğir dolayındaki bu birime “Maden serisi”, Rigo De Righi ve Cortesini (1964) “Maden Birimi”, Hempton (1984;1985) “Maden Melanjı”, Yazgan ve Chessex (1991) “Maden Volkanosedimanter Birimi”, Perinçek (1978; 1979) “Maden Karmaşığı” adını kullanmışlardır. Son yıllarda Elazığ-Malatya civarında yapılan çalışmalarda Erdem vd., (2005), Yıldırım (2010), Şaşmaz vd., (2014), Ertürk (2016), Ertürk vd., (2017) Maden Karmaşığı ismini tercih etmişlerdir. İnceleme alanının güneyinde yüzeyleyen Maden Karmaşığı, esas olarak yeşilimsi kahverengimsi ve bordomsu renklerde masif ve yastık yapılı bazaltlar ve andezitlerle sedimanlardan oluşmuştur. Birimin en yaygın litolojisini yeşil renkli metakumtaşı ara katkıları içeren bordo kahverengi sleyt- fillit ve meta çamurtaşları oluşturmaktadır. Perinçek (1977; 1979) ve Yazgan (1987), Yazgan vd., (1987) bölgede yüzeyleyen birimi Melafan ve Karadere Formasyonları olarak ayırmışlardır. Özkaya (1974) birimin 33.2-35.6 my, Pişkin ve Delaloye (1981) 45+5.7-52+10.3 my yaşında olduğunu, Perinçek (1978) birim içerisinde tayin etmiş olduğu fosillere göre Maden Karmaşığının Orta Eosen olduğunu kabul etmektedirler.

4.4. Kırkgeçit Formasyonu

Birim, ilk defa Van ili güneydoğusunda Kırkgeçit Köyü civarında yapılan çalışmalarda TPAO jeologları tarafından tanımlanmıştır (Perinçek, 1979). Daha sonra yapılan 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) birim için aynı adlamayı kullanmışlardır. Çalışma alanının doğu ve kuzeybatısında izlenen Kırkgeçit Formasyonu, doğuda İspendere Ofiyolitleri, kuzeybatıda ise 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 açıklanmıştır (Turan, 1984; Türkmen ve Esen, 1996).

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 sedimantolojik özelliklerini ayrıntılı biçimde inceleyen Özkul (1988), bu çökellerin şelf ortamından derin deniz ortamı çökellerine kadar değişik tipte çökeller sunduğunu vurgulamıştır. Çökelme 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.

5. PETROGRAFİ

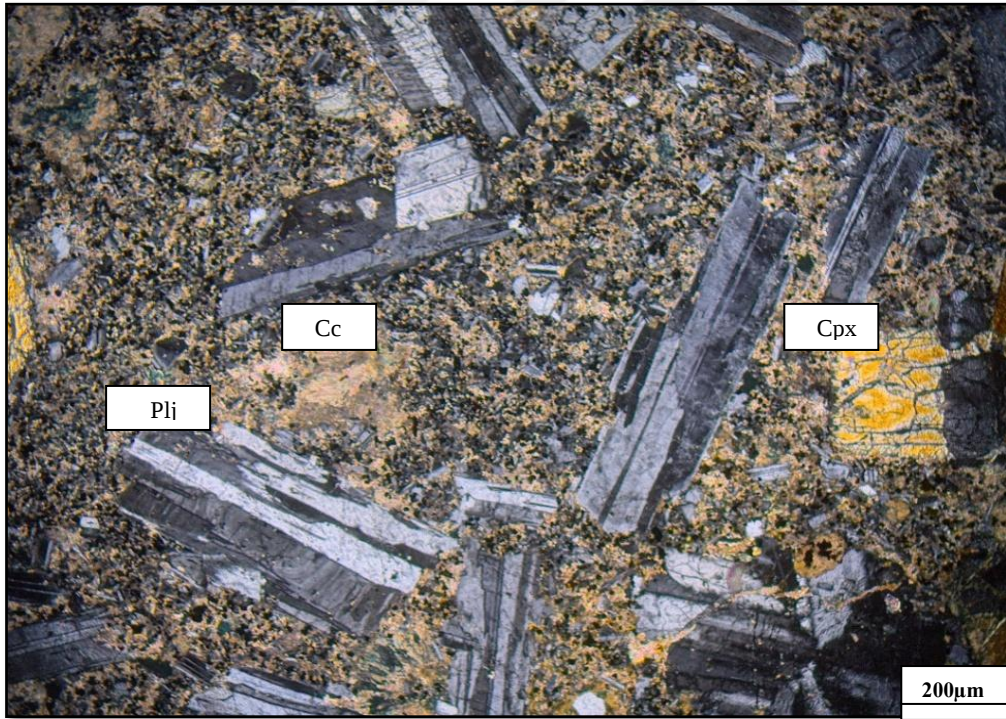
Bölgedeki magmatik kayalar, Elazığ Magmatitleri; granit, tonalit, diyorit, gabro ve bunların yüzey kayalarından oluşmaktadır. Bu bölümde bu kayaların petrografik özellikleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Yapılan bu çalışmaların sonucu aşağıda ayrıntılı olarak verilecektir.

5.1. Elazığ Magmatitleri' ne Ait Kayaların Petrografik Özellikleri

5.1.1. Yüzey Kayaları

5.1.1.1. Bazaltlar

Bazaltlar esas olarak plajiyoklas, piroksen, ikincil olarak kalsit, klorit gibi minerallerden oluşmuşlardır (Şekil 5.1).



Şekil 5. 1. Elazığ Magmatitleri'nin yüzey kayalarına ait bazaltların içerisinde bulunan mineraller (Cpx: klinopiroksen, Cc: kalsit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütmeli objektif Ç.N.).

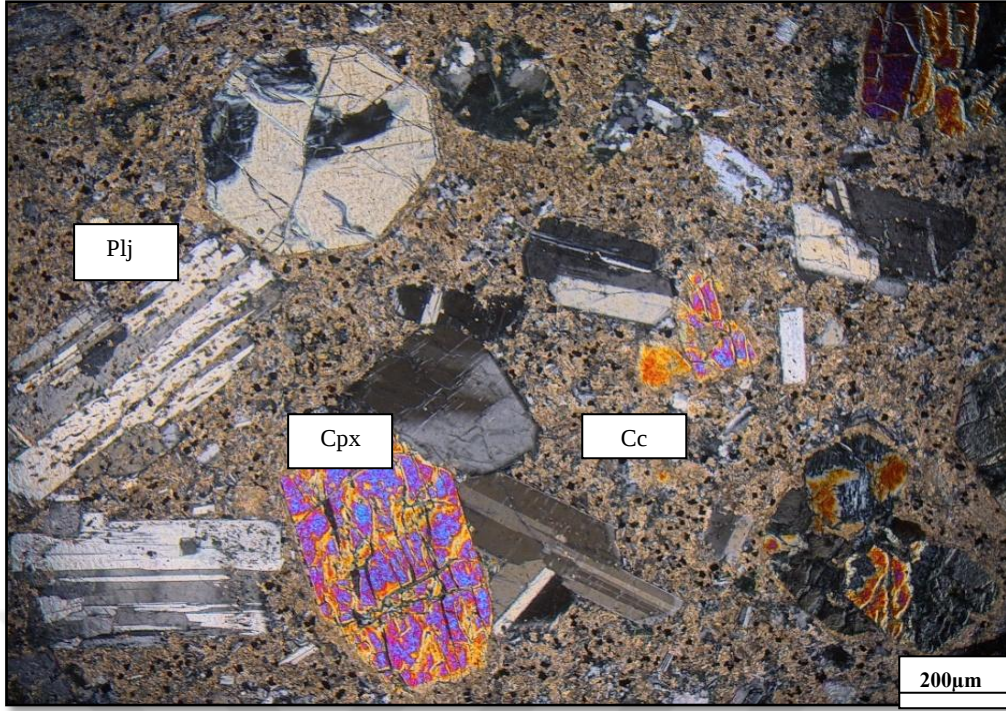
Plajiyoklaslar öz, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, albit-karlsbad ve albit polisentetik ikizlenmeleri karakteristiktir. Plajiyoklaslar, kayaç içerisinde bazen mikrolitler şeklinde, bazen de fenokristaller halinde bulunmaktadır. Kayacın yaklaşık %70-75 ini oluşturmaktadırlar. Plajiyoklaslar, 30-31° lik sönme açıları ile labradordur. Plajiyoklaslar, yer yer altere olarak karbonatlaşmış ve serizitleşmişlerdir.

Klinopiroksenler nadiren öz şekilli veya yarı öz şekilli kristaller halinde olup, canlı veya soluk girişim renkleri gösteren, tek yönde kötü dilinime sahip fenokristaller şeklinde, bazen kloritleşmiş, karbonatlaşmış, opaklaşmış olarak görülmektedirler. Klinopiroksenlerde yapılan sönme açısı tayinlerinde sönme açıları ortalama 44° olarak ölçülmüş ve piroksenlerin türü ojit olarak belirlenmiştir. Klinopriksenler kayacın yaklaşık %20-25ini oluşturmaktadırlar.

Opak oksit mineralleri, yer yer fenokristaller içerisinde, yer yerde yuvarlaklaşmış şekilde hamur malzemesi içerisinde bulunmaktadır.

İncelenen petrografik kesitlerde yoğun olarak alterasyondan bahsetmek mümkündür. Bunlar karbonatlaşma, epidotlaşma, kloritleşme, serisitleşme, zeolitleşme, sosuritleşme şeklinde izlenmektedir.

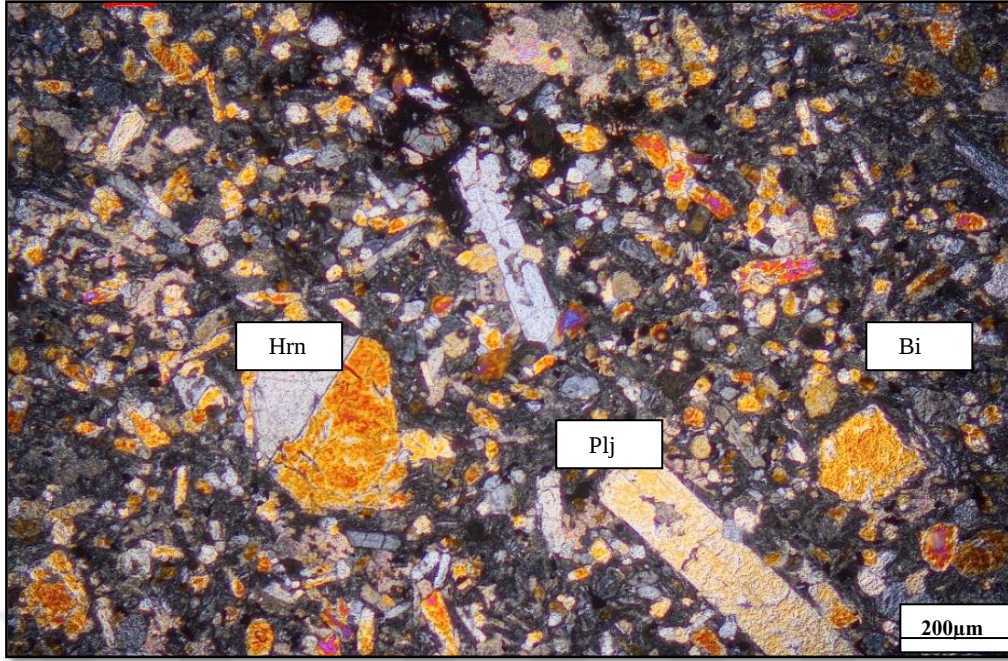
Kayaçlarda genel olarak, ince taneli hamur malzemesinin içerisinde fenokristaller şeklinde plajiyoklas ve klinopiroksenlerin varlığı, porfirik dokuyu oluşturmaktadır. Aradaki camı malzemenin oranına göre, bazen hyalopilitik, bazen de intersertal dokular gözlenmektedir. (Şekil 5.2).



Şekil 5. 2. Elazığ Magmatitleri'nin yüzey kayaçlarına ait bazaltlarda görülen porfirik doku. (Cpx: klinopiroksen, Cc: kalsit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

5.1.1.2. Andezit

Andezitler, esas olarak % 65-70 plajiyoklas (andezin), %20-30 hornblend, ve daha az oranlarda biyotit kristallerinden oluşmaktadır. Hamur malzemesini camı malzeme, plajiyoklas, biyotit ve hornblend mikrolitleri oluşturmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5. 3. Elazığ Magmatitleri'nin yüzey kayaçlarına ait andezitlerde görülen mineraller (Hrn: hornblend, Bi: biyotit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

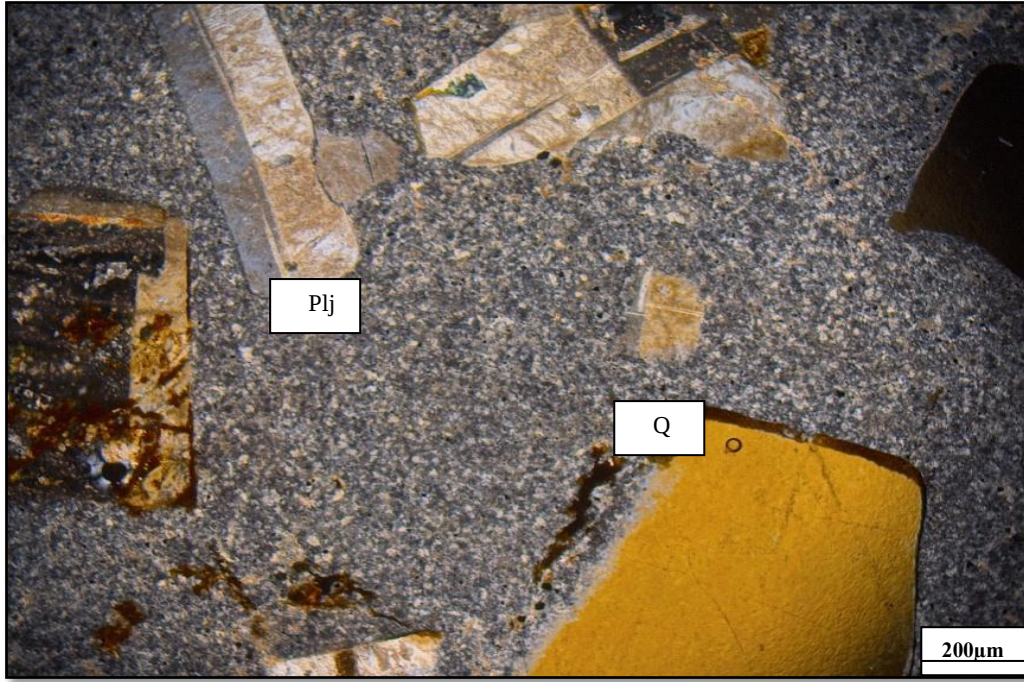
Plajiyoklaslar, az oranda öz şekilli, bazen de yarı öz şekilli kristaller halinde olup, polisentetik ikizlenmeleri karakteristiktir. Bazı plajiyoklas kristallerinde zonlanmaya da rastlanmaktadır. Albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaslarda yapılan sönme açısı tayinlerinde anortit oranları yaklaşık % 35-40 olarak ölçülmüş ve plajiyoklas türü olarak andezin bulunmuştur. Bazı andezit örneklerinin ince kesitlerinde, plajiyoklasların merkezi kısımlarından itibaren kısmen karbonatlaştıkları da izlenmektedir. Plajiyoklas minerallerinde gelişmiş olan bu tip bir bozunma, mineralin merkezinin anortit içeriğinin yüksek olduğunu ve kenarlara doğru gittikçe albitçe zenginleştiğini (normal zonlanma), dolayısıyla fraksiyonel kristalleşmenin göstergesi olarak düşünülebilir.

Hornblend mineralleri, çoğunlukla öz şekilli, yarı öz şekilli kristaller halinde, genelde tek yönde, bazı öz şekilli kristallerinde çift yönde birbiri ile yaklaşık 120°'lik açı oluşturan iki dilinime sahiptirler. Kristallerde yeşil tonlarda değişen bir pleokroizmaya da rastlanmaktadır. Kayaç örneklerinin bazılarında gözlenen hornblend mineralleri kısmen veya tamamen altere olmuşlardır. Bazı örneklerde yer yer kloritleşme veya kenarlarından itibaren hızlı soğumaya bağlı olarak opasitleşmelerde gözlenmektedir.

Biyotitler, öz veya yarı öz şekilli kristaller halinde olup, kayaç içerisinde daha az oranlarda bulunmaktadır. Biyotitlerde kahverengi tonlarda değişen bir pleokroizmada izlenmektedir. Bu kayaçlarda genel olarak porfirik doku gözlenmektedir.

5.1.1.3. Dasitler

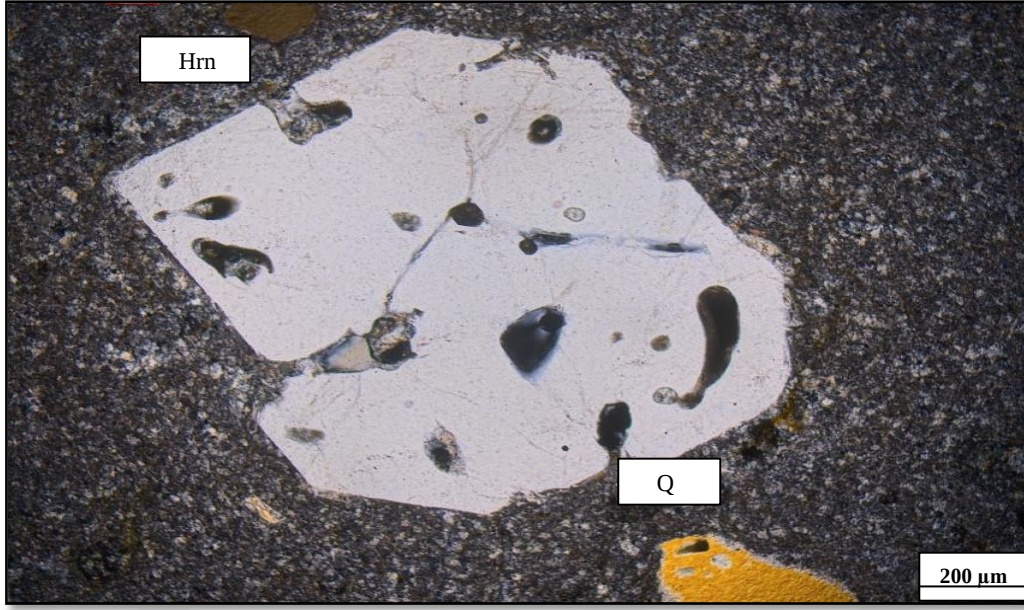
İnceleme alanında dasitler, esas olarak % 62-65 arasında plajiyoklas (oligoklas-andezin), % 25-33 kuvars, % 8-10 alkali feldspat, %10-15 biyotit, hornblend minerallerinden oluşmaktadırlar. Hamur malzemesini kuvars, plajiyoklas, klinopiroksen mikrolitleri ve camsı malzeme oluşturmaktadır (Şekil 5.4).



Şekil 5. 4. Elazığ Magmatitleri'nin yüzey kayaçlarına ait dasitlerde görülen mineraller (Q: kuvars, Bi: biyotit, Plj: Plajiyoklas. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

Plajiyoklaslar, öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde olup, mikrolitler ve fenokristaller şeklinde albit, albit-karlsbad ikizlenmesi göstermektedirler. Plajiyoklas kristallerinin çoğunlukla altere olmaları, plajiyoklas türünü belirlemeyi engellemektedir. Altere olmamış plajiyoklas kristallerinde yapılan sönme açısı tayinlerinde, plajiyoklas türünün oligoklas-andezin bileşimine sahip oldukları görülmektedir.

Kuvarslar, çoğunlukla büyük kristaller halinde ve yer yer daha küçük tanelerden oluşan öz şekilsiz, düşük bir rölyefe sahip olup, deformasyon geçiren kuvarslar dalgalı sönme göstermektedirler (Şekil 5.5).



Şekil 5. 5. Elazığ Magmatitleri'nin yüzey kayaçlarına ait dasitlerde görülen kuvars ve hornblend mineralleri (Q: kuvars, Hrn: Hornblend, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

İncelenen örnekler, çoğunlukla karbonatlaşma, kloritleşme, serisitleşme, silisleşme gibi alterasyon ürünlerine dönüşmüşlerdir. Kayaçlarda genel olarak porfirik ve intersertal dokular gözlenmektedir.

5.1.1.4. Riyolitler

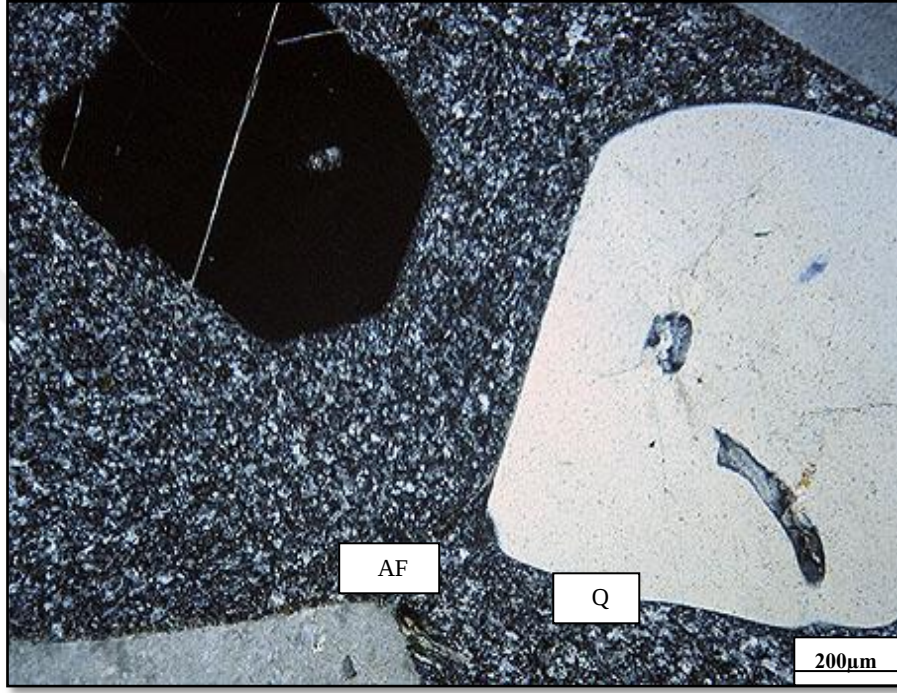
İnceleme alanında riyolitler, makroskobik olarak bej, kirli bej, gri, koyu gri ve bazen de kırmızımsı gri renklerde görülmektedir. Bu kayaçların mikroskopik incelenmelerinde esas olarak kuvars, sanidin, plajiyoklaz ve biyotit fenokristallerinden oluştukları, yer yer hornblend ve aksesuar olarak zirkon, apatit mineralleri de içerdikleri görülmektedir.

Plajiyoklazlar öz yarı öz şekilli kristaller halinde olup, albit ikizlenmeleri karakteristiktir. Altere olduklarında yaygın şekilde serisitleşmeler izlenmektedir. Plajiyoklas nadiren hamur içerisinde bulunmakta, genellikle zonlu fenokristal halinde Na-andezin veya oligoklastır.

Alkali feldispatlar, genellikle öz şekilsiz veya yarı öz şekilli kristaller halinde olup, karlsbad ikizlenmeleri tipik olup, sanidin bileşiminde oldukları söylenebilir. Ayrıca, bazen yoğun altereli olup, alkali feldispatlarda yer yer karbonatlaşmalar görülmektedir. Kayaç içerisinde alkali feldispatların oranı yaklaşık % 30-35 civarındadır.

Kuvarslar, genellikle korrode olmuş yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halindedirler.

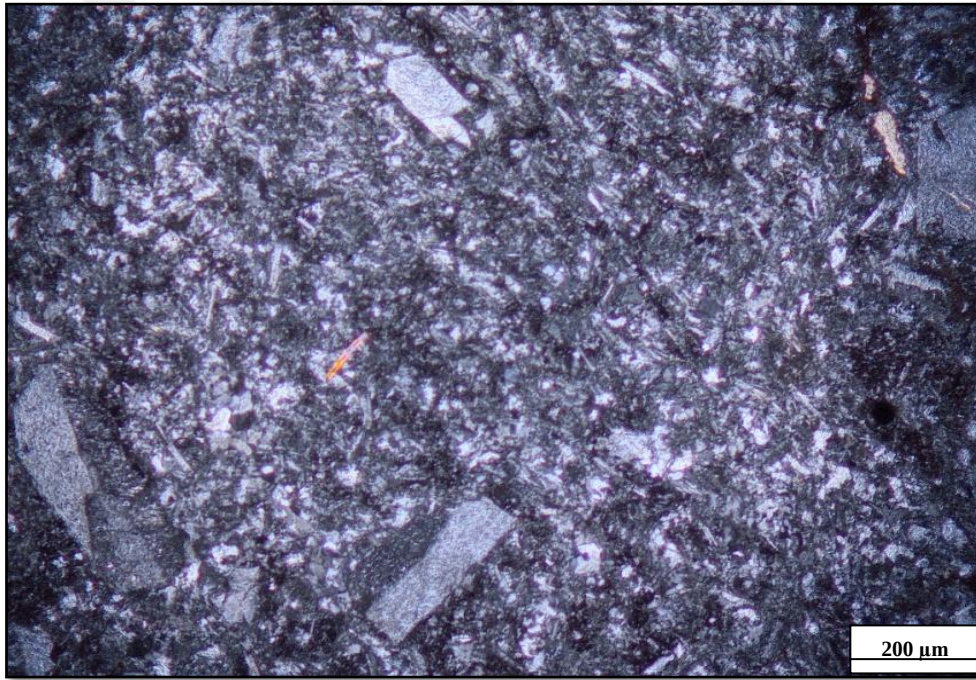
Biyotitler, genellikle yarı öz şekilli kristaller şeklinde izlenmektedir. Biyotitler yaygın olarak opaklaşmış ve opaklaşmanın az olduğu veya olmadığı örneklerde kahverengi tonlarda izlenen bir pleokroizmaya sahiptirler. Kayaçlarda genel olarak porfirik dokular gözlenmektedir (Şekil 5.6).



Şekil 5. 6. Elazığ Magmatitleri'nin yüzey kayaçlarına ait riyolitlerde görülen porfirik doku (Q: kuvars, A.F:Alkali feldspat, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

5.1.2. Piroklastik Kayaçlar

Çalışma alanında bulunan piroklastik kayaçların genel olarak aglomera ve tüflerden oluştukları görülmektedir. Aglomeralar, 64 mm' den büyük bir tane boyuna sahiptirler. İnceleme alanındaki tüfler, genelde andezitik ve dasitik bir bileşime sahiptirler. Tüflerin tane boyları 2 mm' den küçük olup, mikroskop altında incelendiklerinde kristal, litik ve camsı tüflere rastlanmaktadır. Mikroskopik olarak incelenen tüf örnekleri esas olarak, plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend ve biyotit kristallerinden oluşmaktadır. Ayrıca, kayaç içerisinde volkanik kayaç parçaları da gözlenmektedir (Şekil 5.7). Volkanik kayaç parçası içerisinde plajiyoklas mikrolitleri camsı malzeme içerisinde bulunmakta olup, andezitik veya bazik bir bileşime sahiptirler.



Şekil 5. 7. Elazığ Magmatitleri'nin piroklastik kayaçlarına ait dasitik tüflerde görülen kayaç parçası (kp: kayaç parçası, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

Plajiyoklaslar öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde olup, albit, albit-karlsbad gibi polisentetik ikizlenmeler göstermektedirler. Albit ikizlenmesi gösteren kristallerde yapılan sönme açısı tayinlerinde bazik tüfler için anortit oranı yaklaşık % 53 olup, plajiyoklas türü labrador olarak belirlenmiştir. Andezitik tüflerdeki plajiyoklasların anortit oranları ise, yaklaşık % 35 olarak tayin edilmiştir.

Klinopiroksen mineralleri, genelde yarı öz şekilli kristaller halinde olup, bazik tüfler içerisinde % 25-35 civarında izlenmektedirler. Bazı örneklerde izlenen klinopiroksen mineralleri kısmen veya tamamen altere olmuşlardır.

Andezitik tüflerde % 25-30 oranında hornblend ve biyotit kristallerine de rastlanmaktadır.

Dokusal olarak, ikincil minerallerle dolmuş amigdaloidal dokulu tüflere rastlanırken, plajiyoklasların birbiri ile açı yapacak şekilde birleşip, aralarındaki boşlukların klinopiroksen ve demir oksitlerle dolmuş olduğu intergranüler doku ve porfirik dokularda görülmektedir.

5.1.3. Derinlik Kayaçları

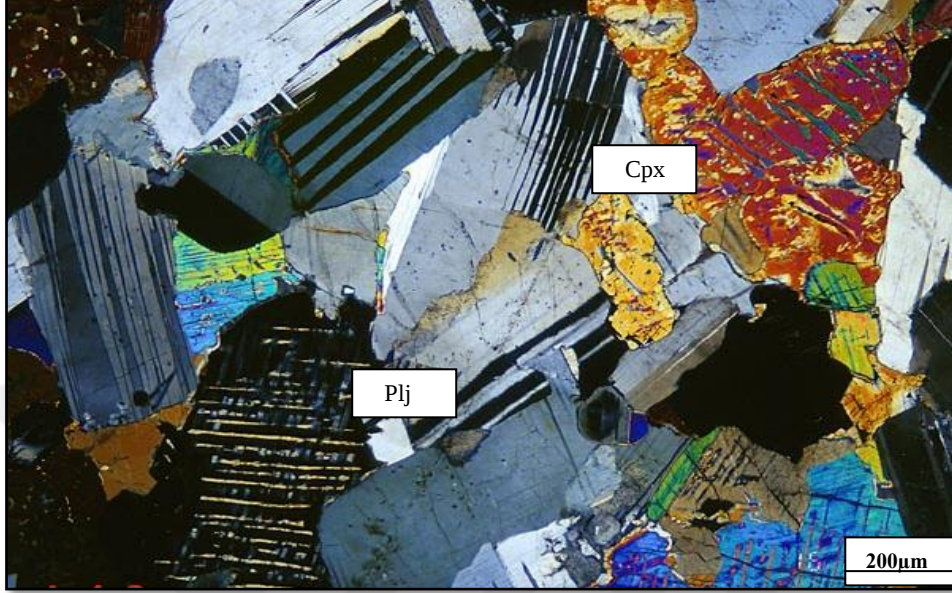
Derinlik kayaçları, inceleme alanında geniş bir yayılım sunan gabro, granit, granodiyorit, tonalit, monzonit, monzodiyorit ve diyorit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır.

5.1.3.1. Gabrolar

Makroskobik olarak gri, siyahımsı gri renklerde olup, orta, iri taneli olan kayaçlardır. Plajiyoklaslar kayacın yaklaşık % 65-70' lik kısmını oluşturmaktadır. Bu mineraller öz, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, albit ikizlenmesi karakteristiktir. Sönme açıları 30⁰ civarında ve plajiyoklas türü labradordur. Plajiyoklaslarda alterasyon türü olarak genellikle karbonatlaşmalar izlenmekte ve bu mineraller kümülüs fazları oluşturmaktadırlar.

Klinopiroksenler, yarı öz şekilli ve şekilsiz kristaller halinde olup, 40-41⁰lık sönme açılarına sahiptirler. Klinopiroksen türü ojittir. Piroksenler yer yer altere olmuş, klorit ve uralitlere dönüşümde izlenebilmektedir. Genelde kümülüs fazı oluşturmakla birlikte interkümülüs faz olarakta görülebilirler. Bu piroksenler yer yer kenarları boyunca az oranda metamorfizmaya uğrayarak, tremolit aktinolit minerallerine dönüşmüşlerdir. Kayacın yaklaşık % 25-30 unu oluşturmaktadırlar.

Klinopiroksenli gabrolarda genellikle adkümülat doku görülmekle birlikte, mezokümülat dokunun rastlandığı kesitlerde bulunmaktadır. Klinopiroksen ve plajiyoklas kümülüs fazları oluşturmaktadır. Mezokümülat dokuda klinopiroksenler terkümüülüs fazları oluşturmaktadırlar (Şekil 5.8).



Şekil 5. 8. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalarına ait gabrolarda görülen mezokümülat doku (Cpx:klinopiroksen, Plj: Plajiyoklas ,4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

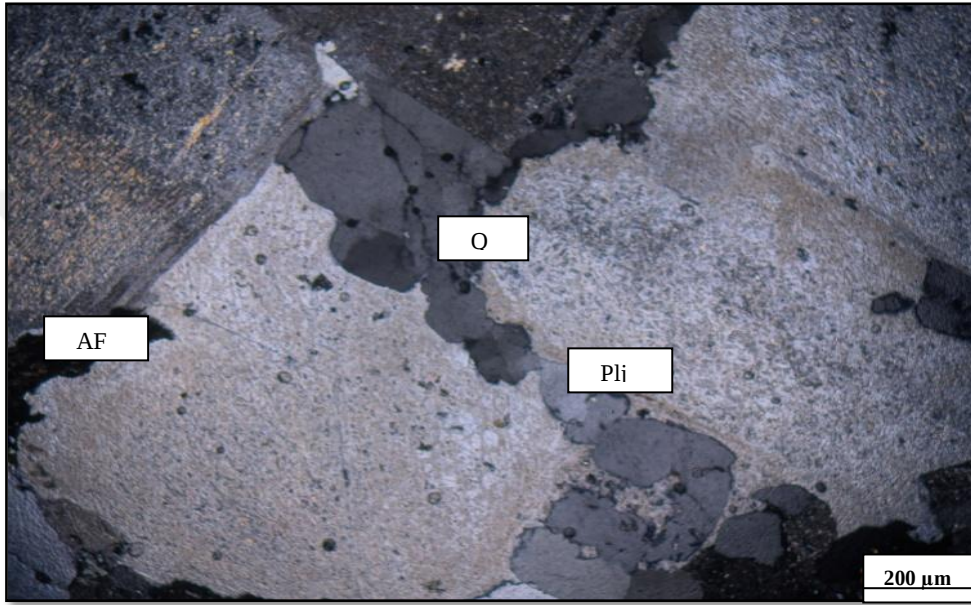
5.1.3.2. Granitler

Granitler, makroskobik olarak yer yer çatlaklı ve ileri derecede alterasyona uğramış olup, iri kristalli ve pembemsi renklere olmaları ile diğer kayalardan kolaylıkla ayrılırlar.

Mikroskobik incelemeler sonucunda, granitlerin esas olarak kuvars, plajiyoklas, K-feldispat, biyotit, amfibol ve opak minerallerden oluştuğu belirlenmiştir. Kayaçta, ikincil olarak oluşmuş klorit minerallerine de rastlanmaktadır.

Granitler içerisindeki kuvarslar, farklı boyutlu olup, çoğunlukla öz şekilsiz kristaller halindedirler ve deformasyondan kaynaklanan dalgalı sönme göstermektedirler. Ayrıca, diğer minerallerin ara boşluklarını dolduran kristaller şeklinde ve kayaç içerisinde yaklaşık %20-25 civarında bir orana sahiptirler.

Plajiyoklaslar, öz şekilli, yarı öz şekilli kristaller halindedirler. Genel 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 bulunmaktadır (Şekil 5.9).

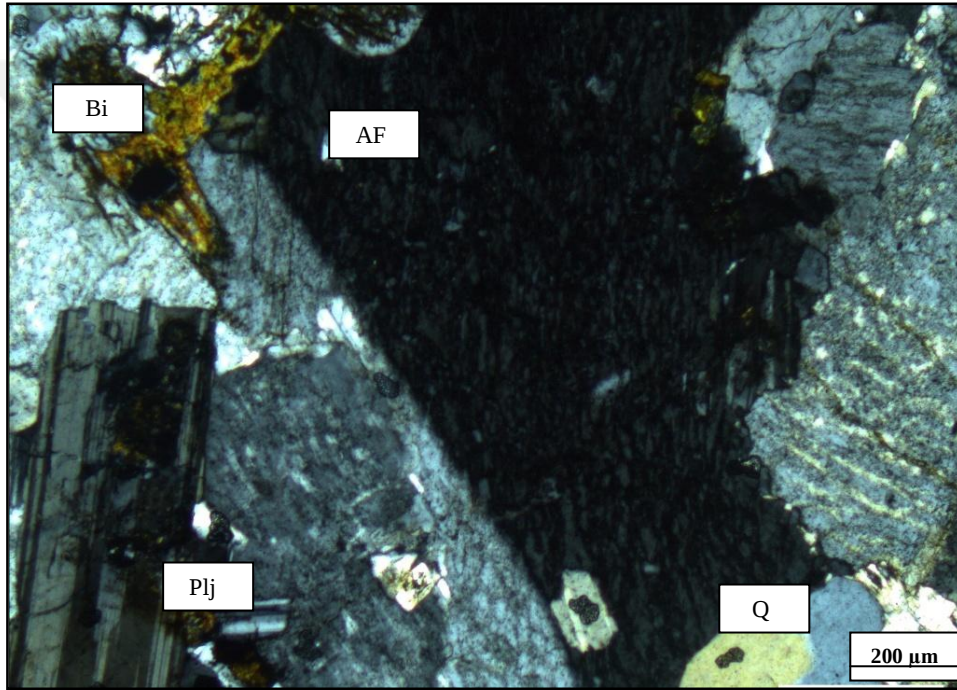


Şekil 5. 9. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayaçlarına ait granitlerdeki plajiyoklaslarda görülen karbonatlaşmalar(Q: Kuvars, A.F: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklas, Bi: Biyotit. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

Granitler içerisinde bulunan K-feldispatlar oldukça iri taneli, genellikle öz şekilsiz veya yarı öz şekilli 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.

Mafik mineral olarak %5-10 oranında biyotit ve amfibol mineralleri 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 öz şekilli veya öz şekilsiz kristaller şeklindedirler. Yer yer kloritleşme izlenmektedir. Tali olarak da opak minerallere rastlanmaktadır.

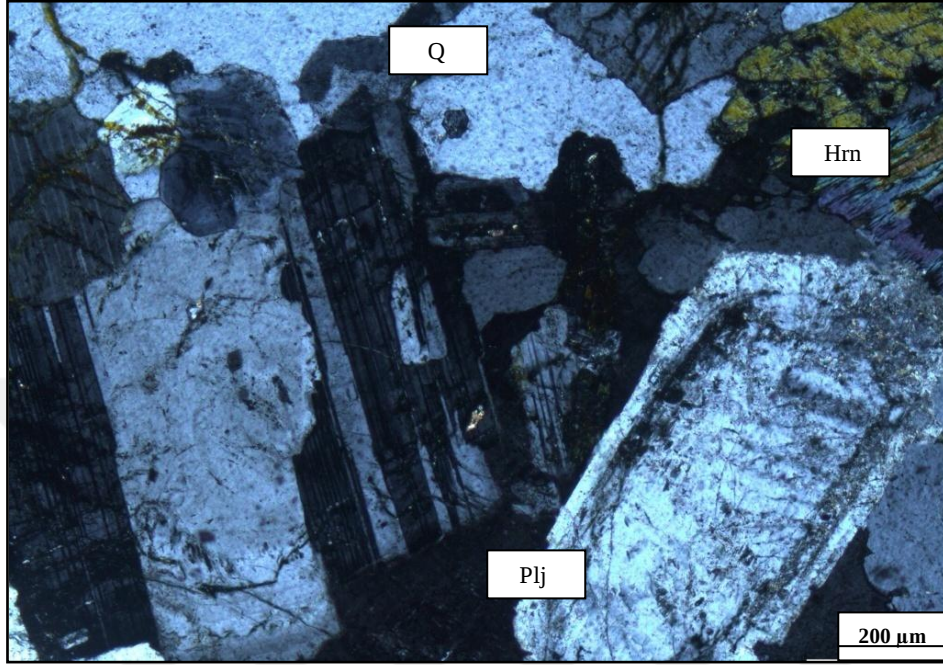
Granitlerde genellikle öz şekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristallerin oluşturduğu subhedral granüler doku (Şekil 5.10) ve az oranda da grafik dokular izlenmektedir.



Şekil 5. 10. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalarına ait granitlerdeki subhedralgranüler doku ve alkali feldispat minerallerinde pertitleşme(Q: Kuvars, A.F: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklas, Bi: Biyotit. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.).

5.1.3.3. Granodiyoritler

Granodiyoritler, esas olarak plajiyoklas, kuvars, K-feldispat, biyotit ve amfibol; ikincil bileşen olarak da klorit, çok az miktarda opak mineralden oluşmaktadır (Şekil 5.11).



Şekil 5. 11. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait granodiyoritlerin gösterdiği subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

Granodiyoritlerde plajiyoklaslar öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kristaller halinde olup, çoğunlukla normal zonlanma göstermektedirler. Ayrıca albit+karlsbad ikizi gösteren plajiyoklas kristallerine de rastlanmaktadır. Plajiyoklaslarda, karbonatlaşma, serizitleşme türü alterasyonlar görülmektedir. Plajiyoklaslar, kayaç içerisinde yaklaşık %50-55 civarında bulunmaktadır (Şekil 5.11).

Granodiyoritler içerisindeki kuvarslar genellikle öz şekilsiz kristaller halinde olup, deformasyon geçirmiş olanlar dalgalı sönme göstermektedirler (Şekil 5.11). Kayaç içerisindeki oranları yaklaşık %20-25 gibi bir orana sahiptirler.

Kayaçta az oranda bulunan K-feldispatlar ise, çoğunlukla iri kristalli olup, pertitik yapı gösteren yarı öz şekilli veya öz şekilsiz kristaller halinde bulunmaktadır. Kayaç içerisinde %15-20 civarında bir orana sahiptirler.

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

Granodiyoritlerde genelde subhedral granüler doku görülmektedir. Az oranda grafik dokuya da rastlanmaktadır (Şekil 5.11).

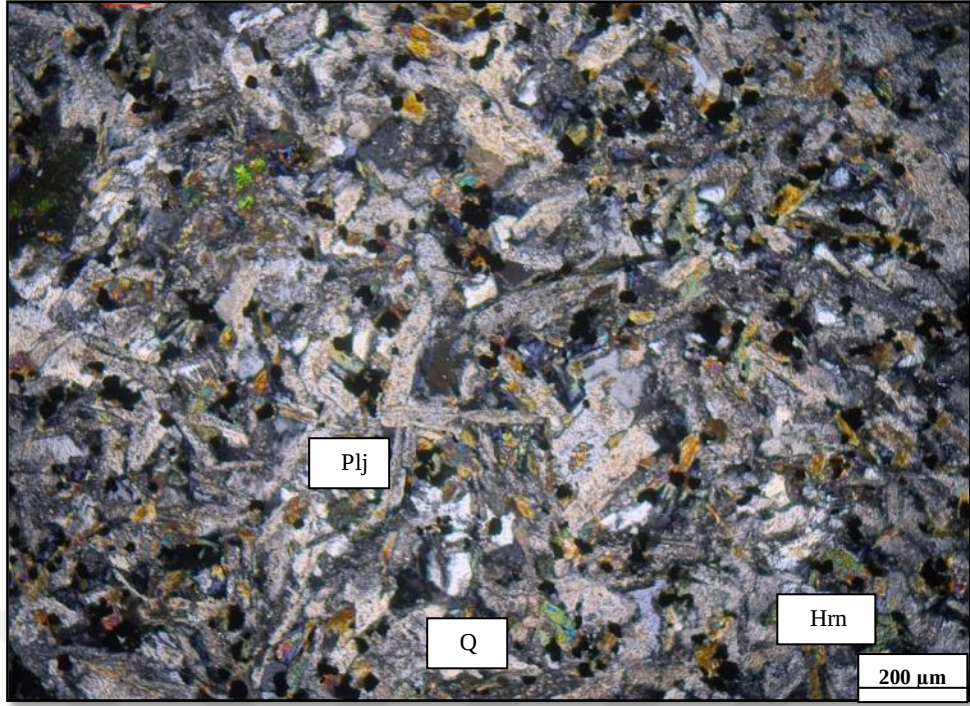
5.1.3.4. Tonalitler

Tonalitler, esas olarak plajiyoklas, kuvars, hornblend ve biyotit, az oranda da opak minerallerden oluşmaktadır.

Tonalitlerde plajiyoklaslar öz şekilli ve yarı öz şekilli kristaller halinde izlenmektedir. Genel olarak albit, albit+karlsbad ikizlenmesi göstermelerine rağmen, normal zonlanma gösteren plajiyoklas kristalleri de bulunmaktadır. Plajiyoklas kristallerinde albit ikizine göre yapılan sönme açısı tayinlerinde 13°-22°'lik sönme açılarına sahip oldukları ve plajiyoklas türünün An 29-42 bileşimine sahip, oligoklas-andezin olduğu belirlenmiştir. Alterasyon türü olarak sosuritleşme ve serizitleşme görülmektedir. Kayaç içerisinde plajiyoklaslar, yaklaşık olarak % 55-65 civarındadır.

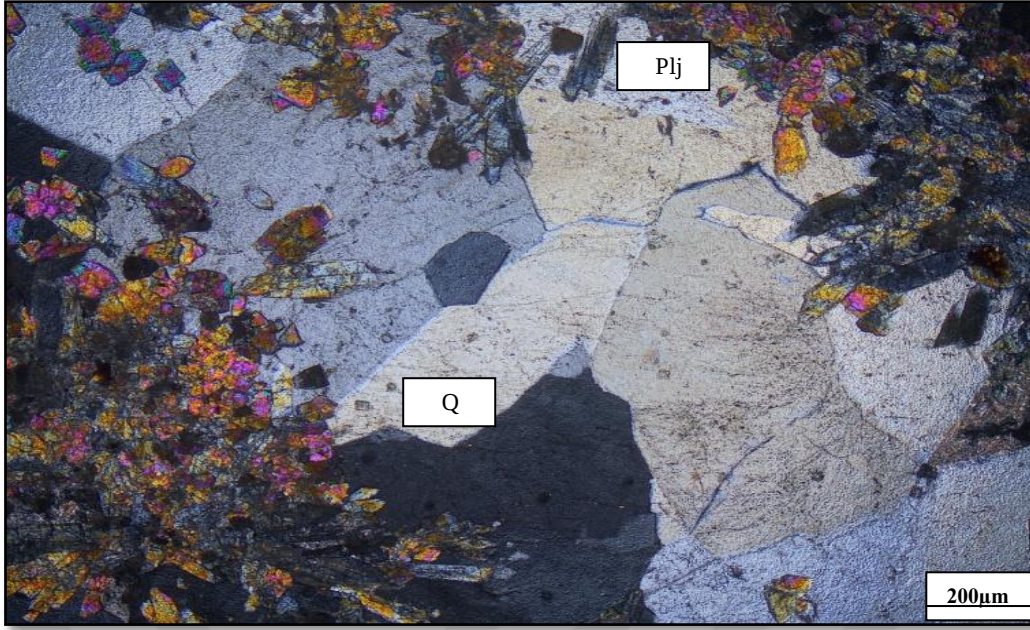
Kuvarslar, kayaç içerisinde yaklaşık %20-25 gibi bir orana sahip olup, genellikle öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kristaller halinde ve ara boşlukları doldurur şekildedirler. Ayrıca, dalgalı sönme gösterenlerine de rastlanmaktadır.

Mafik mineral olarak bulunan hornblendler ise, yeşil renkte pleokroizmasıyla tanınmaktadır ve öz şekilsiz veya yarı öz şekilli kristaller halindedirler. Kayaç içerisinde % 15-20 civarında bir orana sahiptirler (Şekil 5.12).



Şekil 5. 12. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait mikrotonalitlerdeki mineraller (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.).

Tonalitik kayalarda yaygın olarak öz şekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristallerin oluşturduğu subhedral granüler doku gözlenmektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5. 13. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait tonalitlerin gösterdiği subhedral granüler doku (Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N).

5.1.3.5. Monzonit ve Monzodiyoritler

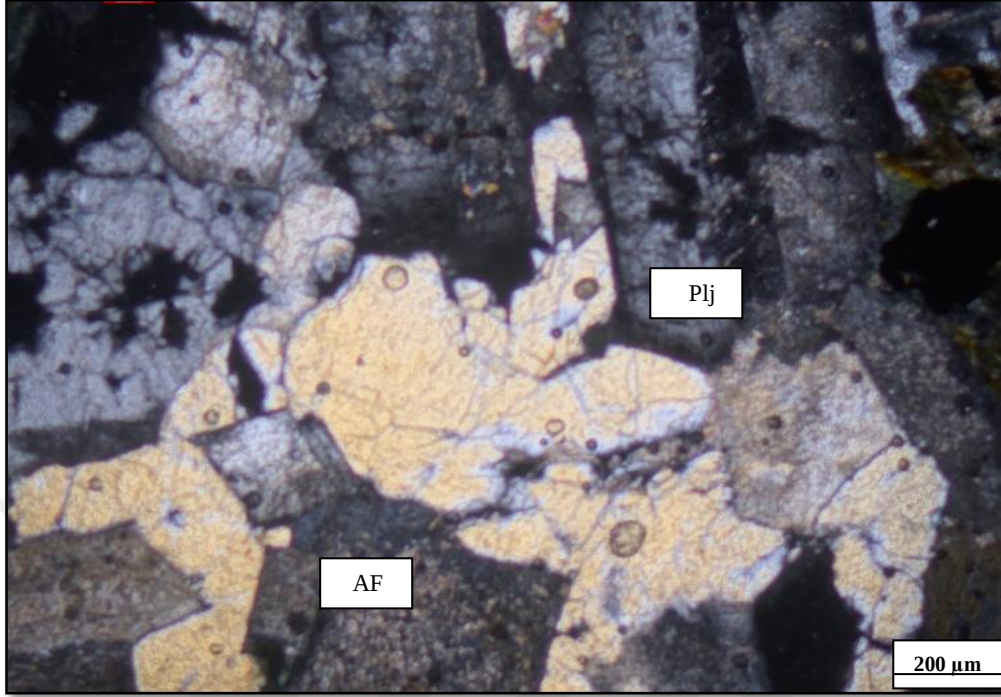
Monzonitler, makro örneklerde orta, iri taneli grimsi pembemsi tonlarda görülmektedirler. Kayaçlar, esas olarak alkali feldspat, plajiyoklas, hornblend minerallerinden oluşmaktadır. Alkali feldspatların toplam feldspatlara oranları % 35-65 arasında değişmektedir. Bu da alkali feldspat plajiyoklas miktarlarının yaklaşık eşit olduğunu vermektedir. Plajiyoklaslar, genellikle yarı öz şekilli prizmatik kristaller halinde izlenmektedir. Plajiyoklasların polisentetik ikizlenmeleri karakteristiktir. Bazı kristallerde serizitleşme ve karbonatlaşmalarda izlenmektedir. Zonlu kristallerde rastlanmaktadır.

Alkali feldspatlar, yarı öz şekilli, öz şekilsiz kristaller şeklinde izlenmektedirler. Karlsbad ikizlenmeleri görülmektedir. Alterasyona uğrayan kristallerde serizitleşme ve karbonatlaşmalar izlenmektedir.

Hornblendler, genellikle özşekilsiz kristaller şeklinde görülmektedir. Tek nikelde yeşil tonlarda değişen bir pleokrozmaya sahiptirler.

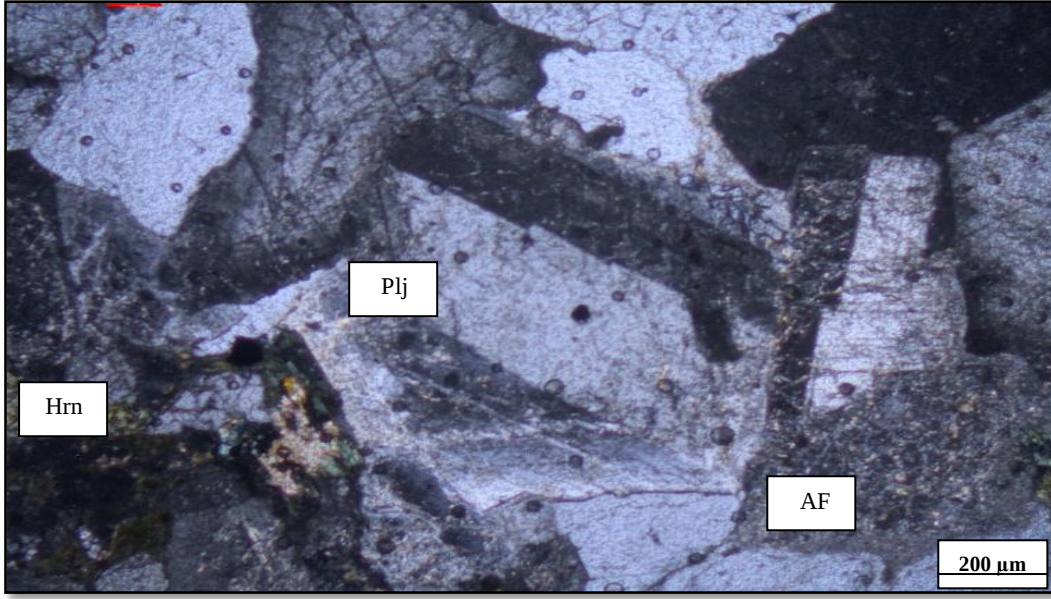
Monzonitlerin en tipik özelliği olan monzonitik doku bu kayaçlarda görülmektedir. Monzonitik dokuda öz şekilli veya yarı öz şekilli plajiyoklas kristalleri ortoklas kristalleri tarafından çevrilmiştir. Monzonitik dokudan başka porfirik doku gösteren monzonitler de vardır. Bunlarda fenokristalleri zonlu plajiyoklaslar oluşturmaktadır.

Ortoklas ve pertitler fenokristal oluşturabilirse de bunlar esas olarak hamur maddesi içerisinde yer alırlar (Şekil 5.14).



Şekil 5. 14. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait monzonitlerin gösterdiği monzonitik doku (Plj: Plajiyoklas, A.F: Alkali feldspat. 4x/0.10 büyütmeli objektif. Ç.N.).

Plajiyoklas miktarında artış oluncada monzonitler monzodiyoritlere geçiş göstermektedirler. Monzodiyoritler de monzonitlerle aynı petrografik özelliklere sahiptirler (Şekil 5.15).



Şekil 5. 15. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait monzodiyoritlerin içerisindeki mineraller (Plj: Plajiyoklas, A.F.: Alkali feldspat, Hrn: hornblend, 4x/0.10 büyütme objektif. Ç.N.).

5.1.3.6. Diyoritler

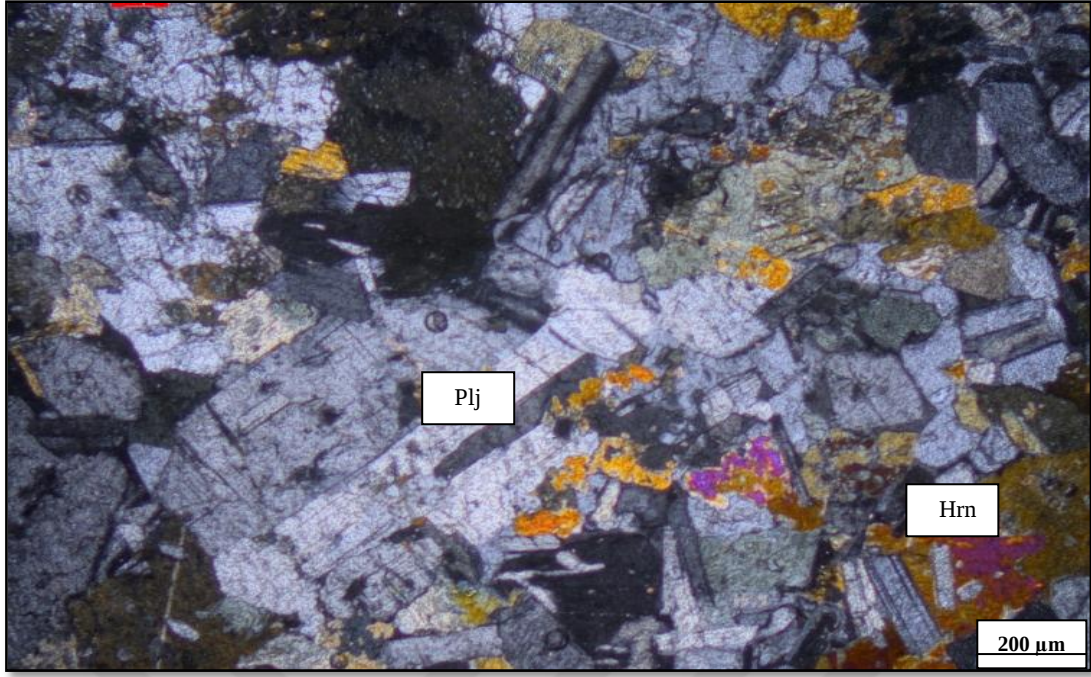
Çalışma alanında geniş bir yayılım gösteren diyoritler, makroskobik olarak koyu yeşil, gri ve yeşilimsi gri renkleri ve yer yer çatlaklı olmalarıyla granitik kayalardan kolaylıkla ayrılırlar.

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

Diyoritlerde plajiyoklaslar, öz şekilli ve yarı öz şekilli kristaller halindedirler. Genel olarak plajiyoklaslarda albit, albit+karlsbad türü ikizlenmeler görülmekle birlikte, plajiyoklaslarda karbonatlaşma, sosuritleşme türü alterasyonlar izlenmektedir.

Plajiyoklaslar, kayaç içerisinde yaklaşık olarak % 60-65 oranında bulunmakta olup, albit ikizine göre yapılan sönme açısı tayinlerinde plajiyoklas türü andezin olarak belirlenmiştir.

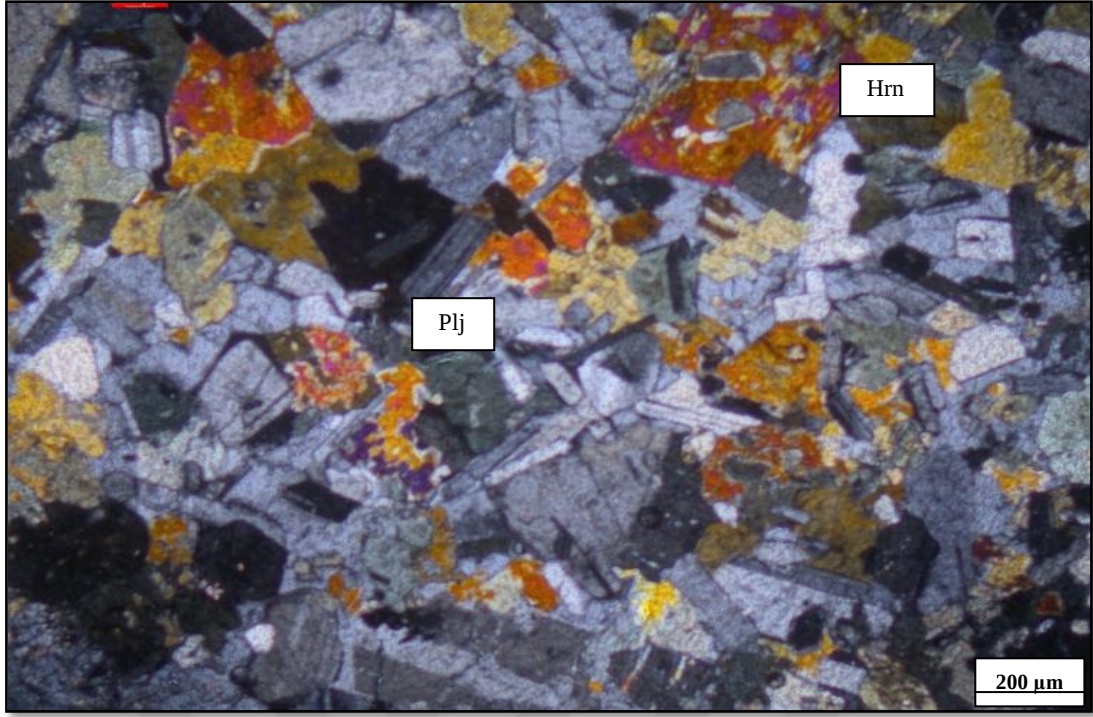
Diyoritler içerisindeki hornblend mineralleri yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde olup, yeşilimsi tonlarda bir pleokroizmaya sahiptirler (Şekil 5.16).



Şekil 5. 16. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait diyoritlerin içerisindeki mineraller (Plj: Plajiyoklas, Hrn: hornblend, 4x/0.10 büyötmeli objektif. Ç.N.).

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

Diyoritlerde genel olarak subhedral granüler doku görölmekle birlikte, ayrıca poikilitik dokuya da rastlanmaktadır (Şekil 5.17). Poikilitik dokuda büyük boy amfibol kristalleri bulunmaktadır ve bu amfibol kristalleri içerisinde farklı mineraller olarak opak mineraller ve plajiyoklaslar küçük boy kristaller şeklinde görölmektedir (Şekil 5.17).



Şekil 5. 17. Elazığ Magmatitleri'nin derinlik kayalara ait diyoritlerin gösterdiği subhedral granüler ve poikilitik dokular (Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend. 4x/0.10 büyötmeli objektif. Ç.N.).

6. JEOKİMYA

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

İnceleme konusunu oluşturan “Şişman Köyü (Malatya) Çevresi Elazığ Magmatitleri' nin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri” başlıklı bu çalışma kapsamında, farklı bileşimli 40 adet örneğin kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Analizler, Canada ACME analitik laboratuvarlarında ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer) yöntemi kullanılarak yaptırılmıştır.

Magmatik kayaçların majör ve iz element içeriklerini belirleyen ana 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.

Kimyasal analizler için kullanılan örnekler, arazi çalışmaları sırasında alınan 95 adet kayaç örneğinden hazırlanmış ince kesitlerin petrografik incelemeleri yapıldıktan sonra, ait olduğu kayacı en iyi temsil edecek altere olmamış veya çok az altere olmuş örneklerden seçilmiştir.

Analizi yaptırılan örneklerin Ana Element Oksit Bileşenleri, İz Element ve Nadir Toprak Element içerikleri Tablo 6.1 ve Tablo 6.2’ de verilmiştir.

Tablo 6. 1. Derinlik Kayaçlarının Ana Oksit ve İz element Analizleri.

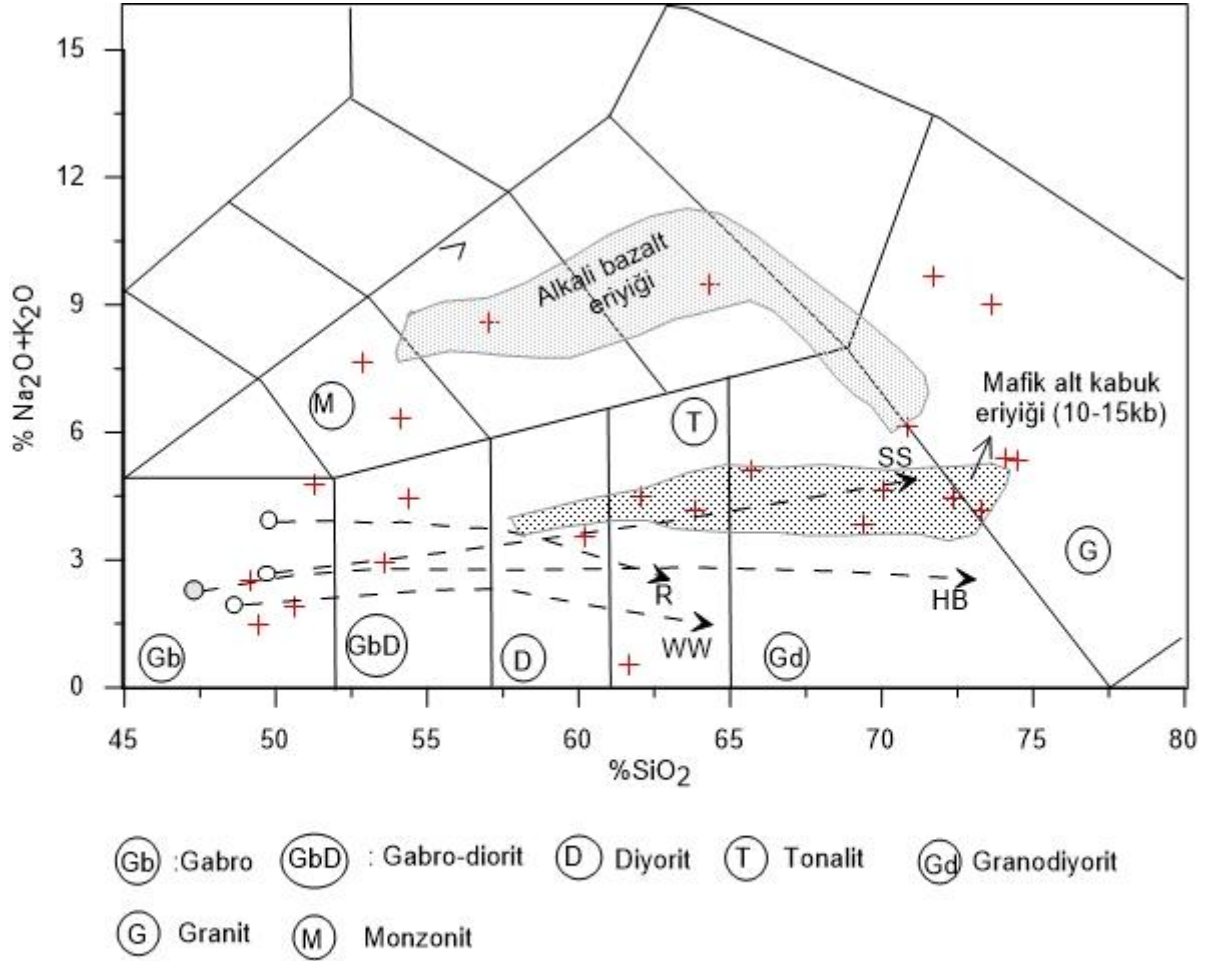
Numune	EO-71	EO-92	EO103	EO114	EO-19	EO111	EO-72	EO-88	EO-56	EO-57
Tip	Granit	Granit	Granit	Granit	G.diyorit	G.diyorit	Tonalit	Tonalit	Tonalit	Tonalit
AnaOksitler										
SiO ₂	74,5	69,38	73,32	74,1	60,24	70,09	54,39	53,58	65,67	70,88
Al ₂ O ₃	13,65	14,58	13,89	13,51	15,59	15,21	15,41	16,7	13,3	13,96
Fe ₂ O ₃	2,04	3,98	2,7	0,78	6,55	3,2	12,13	10,58	4,93	3,16
MgO	0,78	1,34	0,76	0,13	1,68	0,96	3,68	4,87	1,17	0,84
CaO	1,94	4,58	3,7	2,34	7,62	3,47	5,57	9,03	3,66	1,61
N ₂ O	4,57	3,43	3,95	3,28	3,17	4,28	3,95	2,47	4,66	5,37
K ₂ O	0,77	0,42	0,2	2,09	0,36	0,36	0,49	0,47	0,46	0,76
TiO ₂	0,29	0,47	0,28	0,11	0,64	0,33	1,01	0,63	0,44	0,45
P ₂ O ₅	0,04	0,07	0,07	0,04	0,12	0,1	0,08	0,04	0,09	0,09
MnO	0,03	0,06	0,06	0,05	0,14	0,04	0,17	0,17	0,08	0,02
Ba	102	64	81	141	75	148	83	54	39	78
Ni	<20	<20	30,19	7,492	<20	5,51	<20	<20	<20	<20
Sc	8	10	7,4	2,3	24	680	37	36	16	11
LOI	1,3	1,6			3,8		2,9	1,3	5,5	2,8
Sum	99,96	99,93	98,93	96,43	99,9	98,04	99,8	99,83	99,94	99,94
İzElementler										
K	6391,77	3494,82	1664,2	17390,89	2995,56	2995,56	4077,29	3910,87	3827,66	6323,96
P	174,56	305,48	275	115	523,68	354	349,12	174,56	392,76	392,76
Ti	1738,26	2817,18	1629	661,5	3836,16	1852	6053,94	3776,22	2637,36	2697,3
Co	3,9	8,8	4,1	1	12,5	5,8	27,5	25	8,9	2,7
Cs	0,5	0,6	0,52	3,93	0,07	0,84	0,7	0,7	0,07	0,3
Ga	13,6	11,9	12,7	15,4	13,8	14	15,8	13,8	10	11,7
Hf	3,9	2,5	2,47	3,21	2,2	3,25	2	1,1	2,6	3,8
Nb	2	0,7	3	18,4	0,7	5	0,6	0,6	0,9	2
Rb	19,1	12,2	5,66	133,3	4,7	10,33	12,4	11,5	10,9	11,5
Sr	128,6	202	268	87	235,1	290	226,9	157,7	137,9	167,6
Ta	0,1	0,01	0,25	2,41	0,04	1,21	0,03	0,03	0,02	0,02
Th	1,4	0,2	2,86	26,69	0,6	5,39	0,6	0,15	0,8	1,7
U	0,7	0,1	0,78	5,18	0,3	1,49	0,2	0,07	0,4	0,6
V	37	80	33,18	5,62	177	40,65	446	303	56	34
Zr	122,6	110,7	109	122	65,3	146	59,9	34,7	84,1	122,1
Y	29,3	14,6	12,7	17	27,9	11,2	25,9	19,1	32,1	23,5
La	3,3	2,6	8	34,7	4	11,4	3,6	2,2	7,2	5,6
Ce	7,3	5	15,3	55,8	9,8	20,9	8,9	5,4	16,6	12,6
Pr	1,2	0,8	1,71	5,08	1,58	2,19	1,4	0,93	2,64	1,87
Nd	6,5	3,8	6,94	16,05	8,5	8,34	8,3	5	13,7	8,9
Sm	2,29	1,19	1,49	2,47	2,73	1,6	2,81	1,78	3,67	2,69
Eu	0,62	0,62	0,54	0,36	0,95	0,59	0,95	0,59	1,25	0,91
Gd	3,31	1,63	1,6	2,44	3,75	1,68	3,66	2,62	4,84	3,68
Tb	0,64	0,3	0,28	0,35	0,64	0,27	0,69	0,47	0,81	0,65
Dy	4,46	2,23	1,81	2,13	4,35	1,74	4,38	3,33	5,47	4,24
Ho	1,06	0,53	0,42	0,48	0,98	0,4	0,97	0,74	1,23	0,95
Er	3,51	1,81	1,27	1,5	3,05	1,17	3,22	2,39	3,73	2,91
Tm	0,53	0,28	0,22	0,27	0,45	0,2	0,46	0,33	0,54	0,41
Yb	3,69	2,01	1,56	1,94	3,02	1,47	3,12	2,23	3,63	3,03
Lu	0,58	0,32	0,25	0,31	0,47	0,23	0,46	0,36	0,58	0,48

Numune	EO-95	EO-68	EO-89	EO-90	EO-91	EO-65	EO-60	13TK61	EO-93	EO-94
Tip	Tonalit	Tonalit	Diyorit	Diyorit	Diyorit	Gabro	M.diyorit	M.diyorit	M.diyorit	Monzonit
AnaOksitler										
SiO ₂	61,68	72,37	50,6	49,41	49,16	51,29	52,89	54,11	63,85	62,09
Al ₂ O ₃	15,48	11,99	15,75	16,5	14,77	14,26	16,53	15,53	14,19	15,08
Fe ₂ O ₃	5,82	4,64	8,26	7,91	10,49	9,16	6,83	7,28	7,43	7,96
MgO	0,22	0,75	8,57	8,75	7,78	7,61	5,35	5,95	2,41	2,67
CaO	13,31	2,9	12,65	13,84	12,75	7,82	6,78	6,46	4,92	4,98
N ₂ O	0,16	4,1	1,68	1,32	2,07	3,36	3,81	3,86	3,58	3,92
K ₂ O	0,35	0,33	0,22	0,17	0,44	1,389	3,829	2,444	0,57	0,55
TiO ₂	0,63	0,48	0,39	0,34	0,73	1,236	1,204	1,044	0,68	0,64
P ₂ O ₅	0,07	0,09	0,03	0,02	0,09	0,62	0,66	0,645	0,07	0,07
MnO	0,08	0,06	0,16	0,16	0,2	0,168	0,123	0,129	0,12	0,13
Ba	24	32	24	72	85	334	1263	622	93	106
Ni	<20	<20	59	66	58	112,6	60,55	112	<20	<20
Sc	21	13	44	43	32	22,7	19,7	16,8	21	26
LOI	2,1	2,2	1,4	1,3	1,2				2	1,8
Sum	99,91	99,95	99,79	99,78	99,77	96,913	98,006	97,482	99,88	99,88
İzElementler										
K	2912,35	2745,93	1830,62	1414,57	3661,24	11557,87	3186,11	20336,52	4742,97	4576,35
P	305,48	392,76	130,92	87,28	392,76	2768	3122	3008	305,48	305,48
Ti	3776,22	2877,12	2337,66	2037,96	4375,62	6944	7045	6064	4075,92	3836,16
Co	0,8	3	34,1	33,8	38,1	28,4	22,8	23,8	16,1	18,7
Cs	0,3	0,3	0,7	0,1	0,4	1,49	4,39	5,381	0,08	0,1
Ga	15,6	10,6	11,6	10,3	13,9	21,8	20,5	22,1	12,9	13,3
Hf	2,5	3	0,7	0,5	2	6,18	6,38	5,32	2,7	3,8
Nb	0,8	1	0,2	0,05	7	22	24,7	21,7	1	1,1
Rb	10,2	5,6	4,8	2,8	11,8	78,08	190,3	168,2	9,3	7,9
Sr	418,7	153	139	133,5	251,8	571	839	789	232	2003
Ta	0,06	0,06	0,02	0,05	0,5	1,086	1,663	0,7867	0,03	0,1
Th	0,7	0,8	0,16	0,17	2,4	20,44	24,49	26,35	0,8	0,9
U	0,3	0,4	0,2	0,08	0,9	5,44	7,53	7,12	0,3	0,4
V	192	19	210	200	233	193,9	178,5	152	175	178
Zr	82,4	90,1	22,6	16	71,8	254	290	240	83,9	112,9
Y	25,2	34,9	9,7	7,7	17,7	20,6	27,1	25,5	26,3	32,5
La	4,6	5,2	1,6	1,2	9,6	58,6	63	48,7	4,3	4,3
Ce	9,8	13,2	3,2	2,5	19,8	97,4	122	95,6	10	11,2
Pr	1,53	2	0,52	0,37	2,52	10,73	13,09	10,59	1,53	1,78
Nd	7,7	10,6	2,9	2,2	11,1	38,73	51,7	42,77	8,5	9,3
Sm	2,45	3,34	0,92	0,69	2,67	7,05	8,72	7,6	2,5	2,97
Eu	0,65	1,08	0,36	0,32	0,86	1,398	2,276	1,647	0,73	0,81
Gd	3,34	4,8	1,43	1,11	3,01	5,1	7,34	6,45	3,46	4,53
Tb	0,62	0,9	0,27	0,2	0,51	0,695	0,939	0,876	0,64	0,82
Dy	4,08	5,91	1,85	1,5	3,23	3,75	4,87	4,66	4,1	5,42
Ho	0,92	1,35	0,4	0,34	0,67	0,716	0,949	9,905	0,97	1,21
Er	2,93	4,21	1,17	0,93	2,01	1,88	2,49	2,32	3,14	3,94
Tm	0,42	0,6	0,18	0,14	0,3	0,2699	0,3592	0,3288	0,44	0,56
Yb	2,84	4,21	1,16	0,86	2	1,75	2,31	2,09	3,04	3,62
Lu	0,44	0,63	0,18	0,14	0,3	0,267	0,34	0,312	0,48	0,6

Tablo 6. 2. Volkanik Kayaçları Ana Oksit ve İz element Analizleri.

Numune	EO-14	EO-30	EO-82	EO-85	EO-36	EO-3	EO-78	EO-23	EO-84	EO-87
Tip	Dasit	Dasit	Dasit	Dasit	Andezit	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Dasit	Lamprofir
AnaOksitler										
SiO ₂	72,99	71,39	76,37	81,8	42	49	51,26	49,72	74,91	48,05
Al ₂ O ₃	13,44	12,16	12,43	10,85	12,83	13,66	15,39	16,12	12,92	15,09
Fe ₂ O ₃	2,6	3,59	1,71	0,57	9,05	7,98	11,49	9,01	2,12	11,91
MgO	0,4	0,74	0,31	0,38	6,41	5,52	3,78	3,91	0,97	7,78
CaO	1,21	2,42	1,07	0,55	17,7	13,45	5,13	12,69	0,58	11,71
N ₂ O	6	4,77	4,67	0,21	2,47	1,65	4,91	2,53	4,74	1,7
K ₂ O	0,71	0,77	1,17	2,31	0,9	0,24	0,38	0,27	0,13	0,75
TiO ₂	0,44	0,4	0,14	0,26	0,48	0,54	0,92	0,62	0,25	0,74
P ₂ O ₅	0,1	0,11	0,03	0,01	0,06	0,07	0,07	0,09	0,04	0,07
MnO	0,03	0,04	0,08	0,02	0,22	0,16	0,17	0,17	0,12	0,28
Ba	49	25	192	156	0,041	0,058	46	69	36	0,037
Ni	<20	<20	<20	<20	73	68	<20	28	<20	103
Sc	6	4	5	5	29	32	34	21	5	31
LOI	2	3,6	2	3	7,6	7,5	6,3	4,7	2,6	1,6
Sum	99,96	99,96	99,98	99,97	99,81	99,83	99,82	99,83	99,41	99,78
İzElementler										
K	5893,71	6391,77	9712,17	19175,31	7470,9	1992,24	3154,38	2241,27	1079,13	6225,75
P	436,4	480,04	130,92	43,64	261,84	305,48	305,48	392,76	174,56	305,48
Ti	2637,36	2397,6	839,16	1558,44	2877,12	3236,76	5514,48	3716,28	1498,5	4435,56
Co	2	4,1	1,4	0,5	37	30,7	30,9	32,5	2,5	32,9
Cs	0,1	0,2	0,08	0,1	3,5	0,07	0,08	0,08	0,08	3,4
Ga	10,4	9,2	10,7	10,3	10,6	12,4	14,8	15,3	9,3	13,5
Hf	3,1	2,9	3,8	4,2	0,7	1,8	1,7	2,2	3,5	1,6
Nb	2	1,4	1,5	0,9	0,8	2,9	0,8	4,3	0,8	4,2
Rb	14,4	17,1	14,7	20	38,5	4,3	6,4	3,5	1,5	21,3
Sr	118,7	64,7	64,3	14,5	206,1	220,5	165,3	328,2	76,6	218,6
Ta	0,1	0,05	0,2	0,05	0,05	0,2	0,02	0,3	0,03	0,3
Th	1,7	1,5	1,2	1,2	0,3	1,9	0,4	2,81	0,9	2,2
U	0,7	0,7	0,5	0,8	0,3	0,6	0,2	1,1	0,5	0,7
V	33	29	11	27	253	194	368	209	32	253
Zr	99,7	98,9	96,1	13,04	24,1	60,1	53,9	78,9	109,7	59,2
Y	26,6	28,8	42	16,4	12,5	18,4	22,7	22,4	14,5	16,5
La	5,8	5,9	8,7	5,7	1,9	7,2	3,4	9,9	5,8	8,2
Ce	12,8	14,2	21	12,5	4,8	14,6	8	19,8	12,7	15,9
Pr	1,99	2,11	3,19	1,47	0,71	1,88	1,43	2,61	1,74	2,09
Nd	10,2	9,9	15,2	6,1	3,8	8,7	6,9	10,9	7,3	8,8
Sm	2,74	2,91	4,22	1,34	1,16	2,18	2,42	2,6	1,66	2,28
Eu	0,75	0,71	0,84	0,14	0,48	0,67	0,86	0,91	0,58	0,69
Gd	3,71	3,86	5,25	1,71	1,77	2,75	3,35	3,23	1,93	2,69
Tb	0,66	0,71	0,97	0,33	0,33	0,5	0,63	0,57	0,34	0,45
Dy	4,33	4,59	6,29	2,48	2,33	3,2	4,07	3,71	2,25	2,98
Ho	0,98	1,04	1,46	0,59	0,52	0,71	0,97	0,84	0,51	0,64
Er	2,92	3,29	4,72	2,09	1,57	2,19	2,87	2,46	1,75	1,89
Tm	0,42	0,46	0,69	0,33	0,23	0,33	0,42	0,37	0,27	0,27
Yb	2,72	3,02	5,03	2,34	1,43	2,26	2,72	2,53	2,13	1,78
Lu	0,44	0,5	0,82	0,4	0,24	0,34	0,42	0,39	0,35	0,28

Elazığ Magmatitlerine ait olan inceleme alanındaki derinlik kayaçları Le Maitre (1989) tarafından önerilen $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ diyagramında değerlendirildiğinde örneklerin gabro, gabro-diorit, diyorit, tonalit, granodiorit, granit, monzonit alanlarına düştükleri görülmektedir. Bu kayaçlar % 49.16 dan % 74.10 a kadar değişen SiO_2 içerikleri ile geniş bileşimsel değişimler göstermektedir. Toplam alkali içerikleri % 0,51 ile 7, 63 arasında değişmektedir (Şekil 6.1).



Kesik çizgili oklar kabuk şartlarında başlangıç malzeme olarak bazaltın deneysel ergime gidişlerini göstermektedir (SS: Springer and Seck, 1997; HB: Holloway and Burnham, 1992; R: Rushmer, 1991; WW: Wolf and Wyllie, 1994)

Şekil 6. 1. İnceleme alanındaki örneklerin $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ ayrım diyagramındaki dağılımları (Le Maitre, 1989). (+: derinlik Kayaçları).

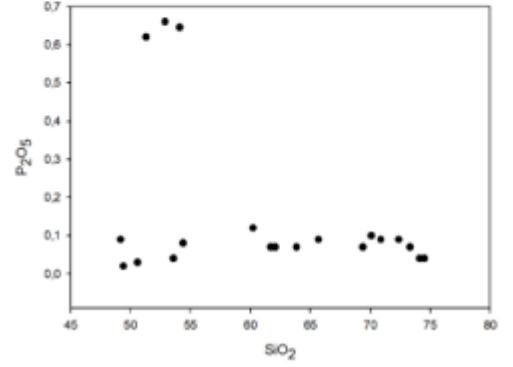
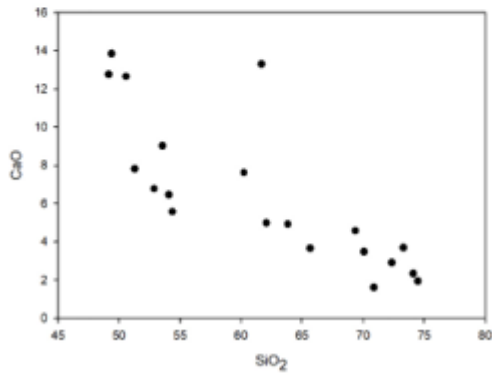
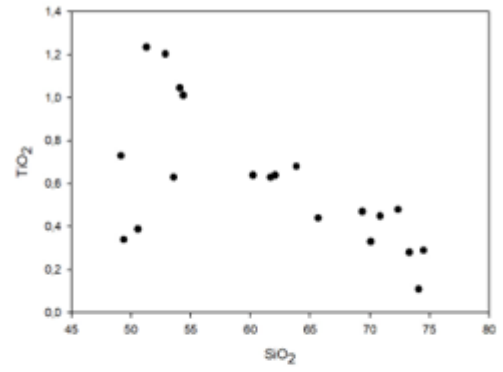
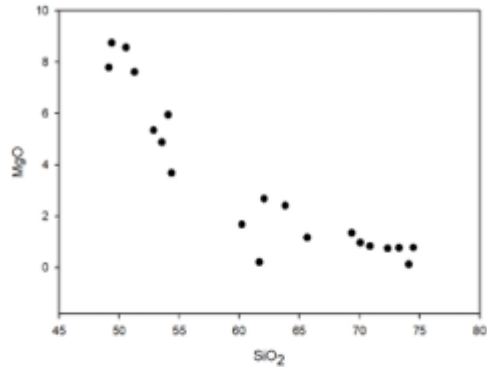
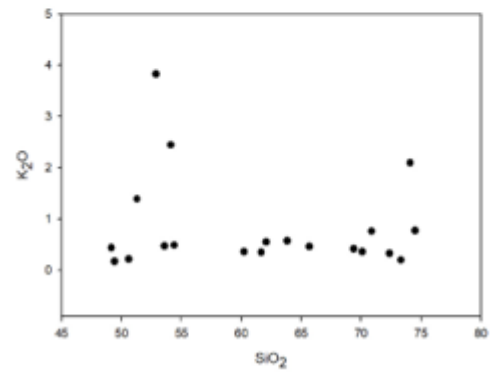
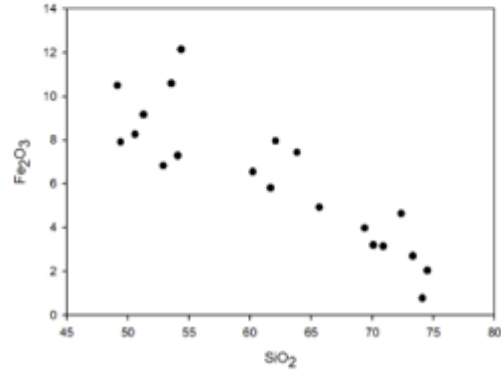
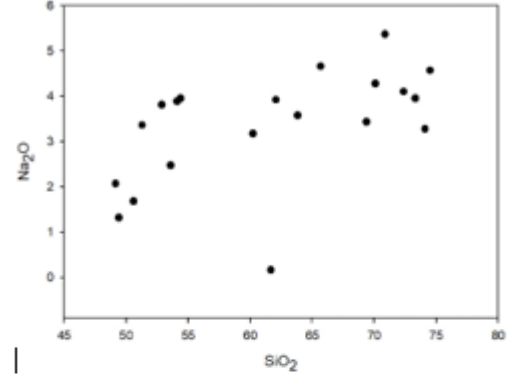
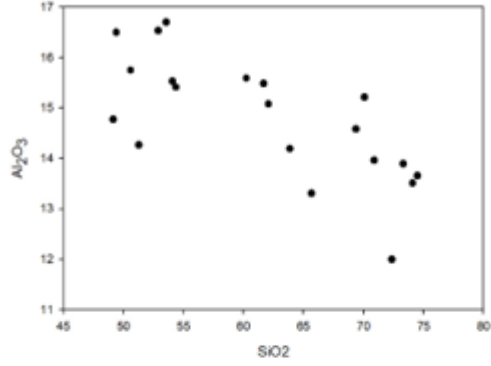
Çalışmanın esasını oluşturan Elazığ Magmatitlerine ait kayaç örnekleri, Harker (1909)'ın oksit diyagramlarında değerlendirildiğinde, artan SiO_2 içeriği ile birlikte Al_2O_3 , TiO_2 , MgO , Fe_2O_3 , CaO karşı lineer bir trend çizerek mafik kayaçlardan felsik kayaçlara doğru azaldıkları, buna karşın Na_2O 'ın ise, artış gösterdiği ve K_2O , 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 6.2). Ana oksitlerin SiO_2 ile sistematik korelasyonu, incelenen farklı bileşimdeki plütonik kayaçların kökensel olarak ilişkili olduğunu ve olasılıkla aynı magmadan fraksiyonel kristalleşme ile oluştuklarını işaret etmektedir.

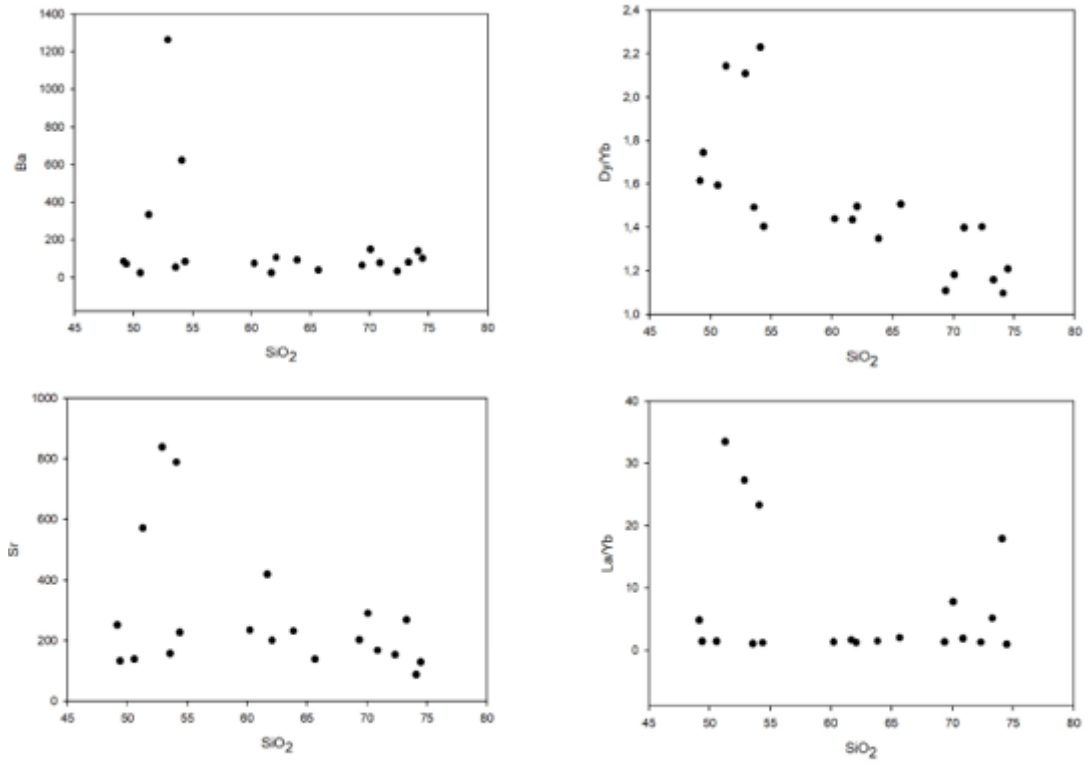
Kayaçların tümünde gözlenen, SiO_2 artışına karşın MgO , CaO , Al_2O_3 azalması önemli ölçüde klinopiroksen ve plajiyoklas ayrılaşmasını yansıtmaktadır. Klinopiroksen ve plajiyoklas, magmanın soğuması esnasında kabuk içerisindeki magma odasında meydana gelen önemli kristallenmelerdir. Kristallenme basıncı ile klinopiroksen / plajiyoklas oranı azalmakta (Gust ve Perfit, 1987), magmadaki su içeriği artmaktadır. Bunların yanı sıra plajiyoklas oranı da azalmaktadır (Eggler, 1972; Presnall vd., 1978; Baker ve Eggler, 1983). SiO_2 artışına karşın Al_2O_3 azalması (çoğunlukla andezitik kayaçlarda), volkanik kayaçların gelişiminde hornblend ayrılaşmasının da etkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, hornblendlerin kalk-alkalin karakterli volkanik kayaçların gelişiminde önemli bir ayrılaşma fazı olduğu da bilinmektedir (Chawthorn ve O'Hara, 1976). Kayaçların tümünde gözlenen SiO_2 artışına karşın Fe_2O_3 ve TiO_2 azalması magnetit ayrılaşmasına işaret etmektedir.

Kayaç örnekleri, Harker (1909)'ın oksit diyagramlarında artan MgO içeriği ile diğer oksitler değerlendirildiğinde, SiO_2 ve Na_2O 'ın, felsik kayaçlardan mafik kayaçlara doğru azaldıkları, buna karşın Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO ise, artış gösterdiği ve K_2O , P_2O_5 içeriklerinin ise alterasyondan dolayı, MgO ile belirgin bir korelasyon sunmadığı ve düzensiz bir dağılım sergiledikleri izlenmektedir (Şekil 6.3).

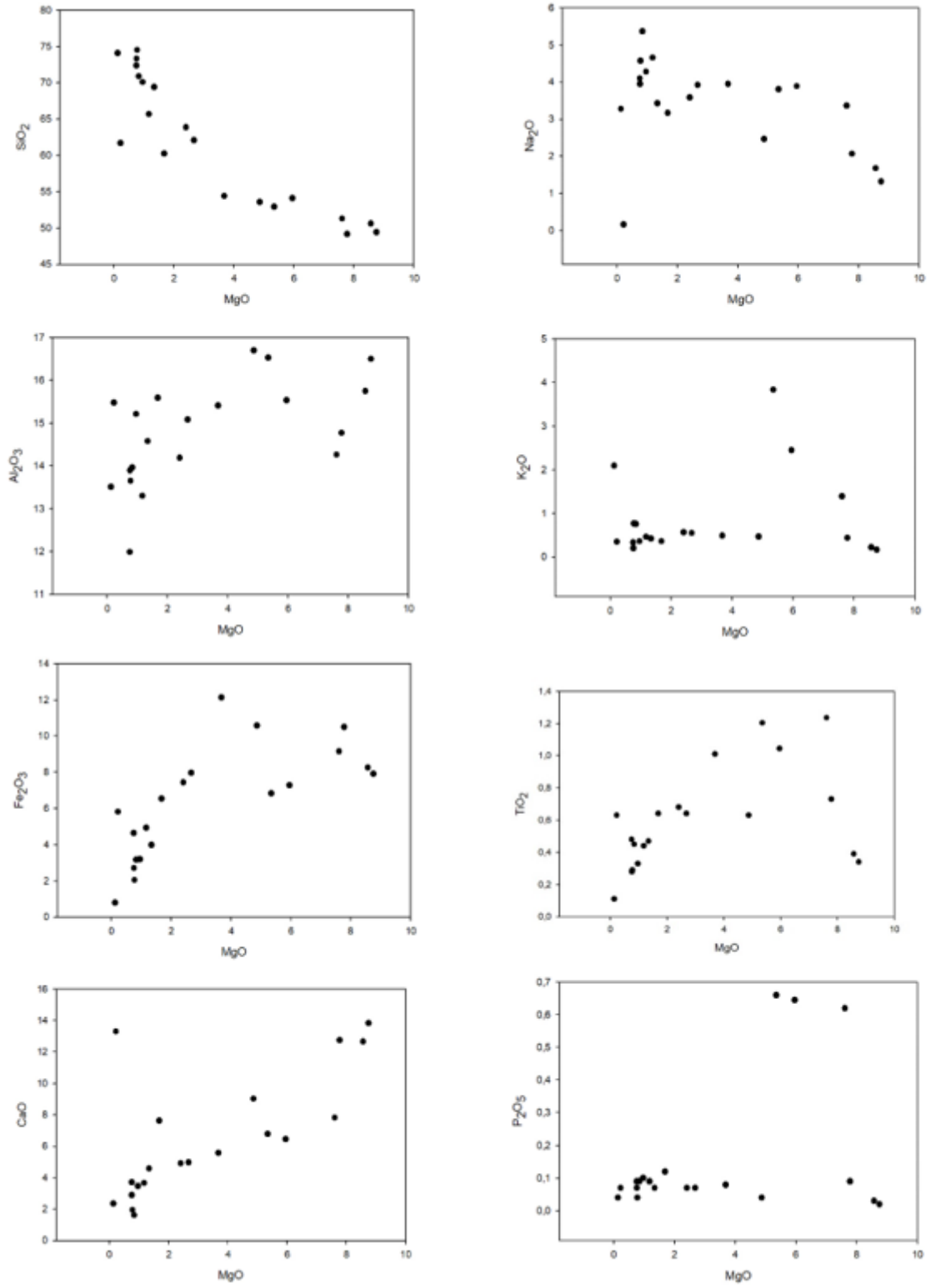
Kıtasal kabuktaki oranları % 0.1 den az olan elementler, iz element olarak adlandırılırlar. İz elementler uygun şartlarda ana elementler ile yer değiştirebilmektedirler. İz element değişim diyagramlarında artan SiO_2 'e karşı Dy - Yb değerinde negatif bir gidiş izlenmektedir. Ba, La - Yb, Sr elementlerinde ise belirgin bir değişim izlenmemektedir. Dy-Yb oranının negatif bir gidiş göstermesinin sebebi, klinopiroksenlerin fraksiyonel kristallenmesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 6.4).

İz element değişim diyagramlarında artan MgO'ye karşı Rb, Ce, Y, La, Zr, Sr, Ba elementlerinde ise belirgin bir değişim izlenmemektedir.

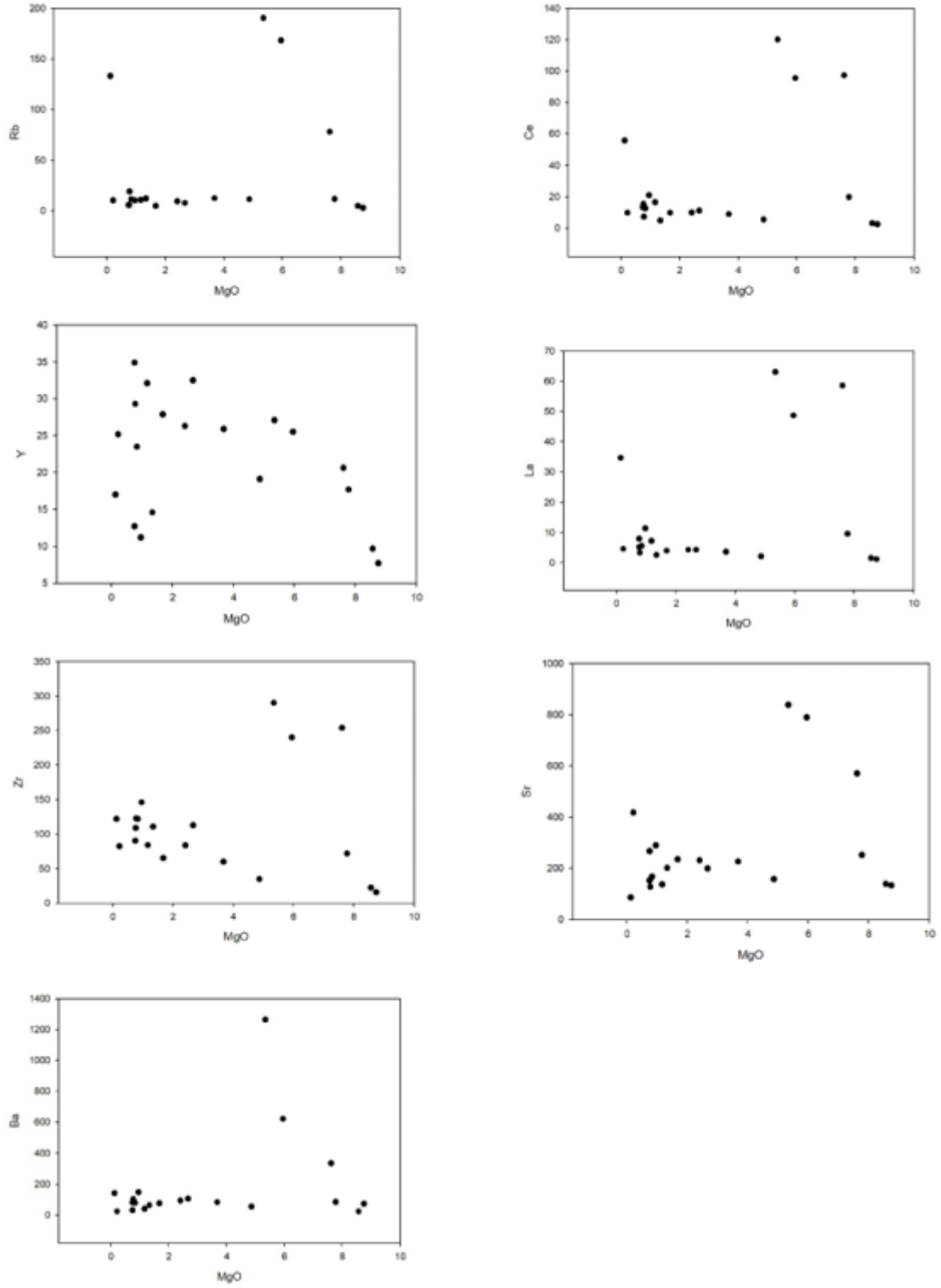




Şekil 6. 2. Ana oksit ve iz elementlerin SiO_2 'e göre değişimini gösteren diyagramları (Harker, 1909).

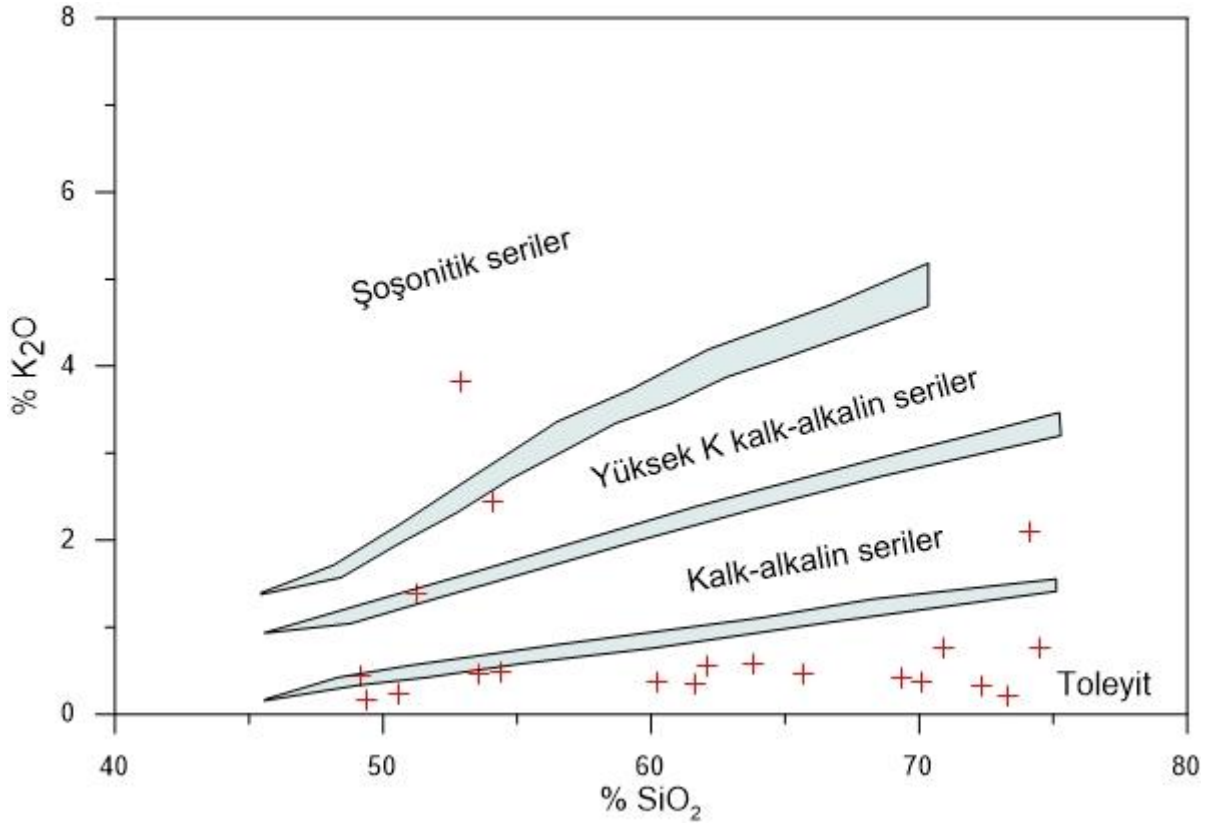


Şekil 6. 3. Ana oksitlerin MgO'e göre değişim diyagramları (Harker, 1909).



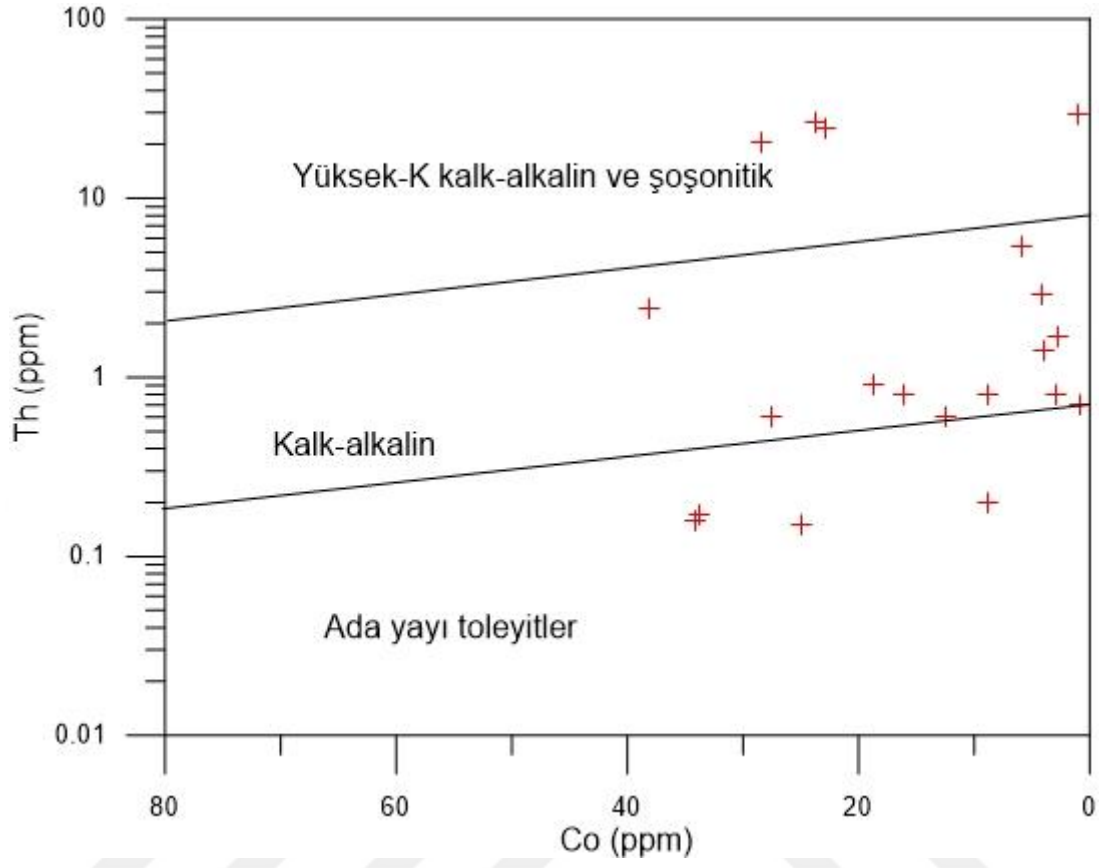
Şekil 6. 4. İz elementlerin MgO'e göre değişim diyagramları (Harker, 1909).

K_2O - SiO_2 değişim diyagramlarında (Peccerillo ve Taylor, 1976), Elazığ Magmatitleri'ne ait bir granit ve bir monzodiyorit örneğinin, yüksek K'lu kalkalkalen seri, bir monzodiyoritin şoşonitik karakterde olduğu görölmektedir. Ayrıca, bir gabro örneğide kalkalkalen alana düşmektedir. Granit, granodiyorit, diyorit ve tonalitlerin ise, genellikle toleyitik karakterde oldukları görölmektedir (Şekil 6.5).



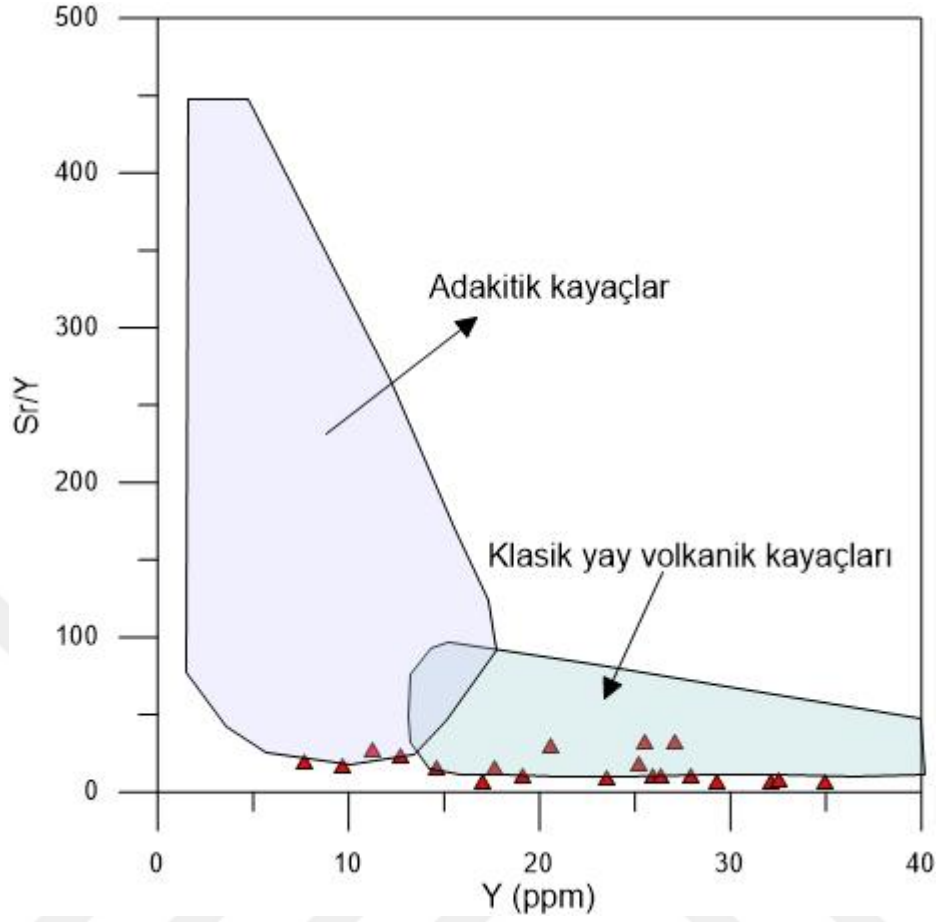
Şekil 6. 5. İnceleme alanındaki örneklerin K_2O – SiO_2 ayrım diyagramındaki dağılımları (Peccerillo ve Taylor, 1976), (+: derinlik Kayaçları).

Kayaç örnekleri, Hastie vd. (2007)'ın Th - Co diyagramındaki dağılımları incelendiğinde, örneklerin çoğunluğunun kalkalkalen bölgeye düştükleri, az sayıda örneğin ise ada yayı toleyitleri ve yüksek K- kalkalkalen seri ve şoşonitik seriye düştükleri izlenmektedir (Şekil 6.6). Buda orijinal magmanın daha çok kalkalkalin karakterde olduğunu göstermektedir (Şekil 6.6).



Şekil 6. 6. Çalışma alanındaki örneklerin Th-Co ayrım diyagramındaki dağılımları (Hastie vd.,2007).

Kayaç örneklerinin Martin (1999)'ın Sr/Y –Y değişim diyagramındaki dağılımları incelendiğinde, düşük Sr/Y ve yüksek Y değerlerine sahip olup, klasik yay volkanik kayaçları alanına düştükleri ve yüksek Sr/Y değerlerine sahip olan adakitik kayaçlardan ayrıldıkları görülmektedir. Çalışma alanındaki kayaçların adakit kökenli bir magmadan türemediği belirlenmiştir (Şekil 6.7).



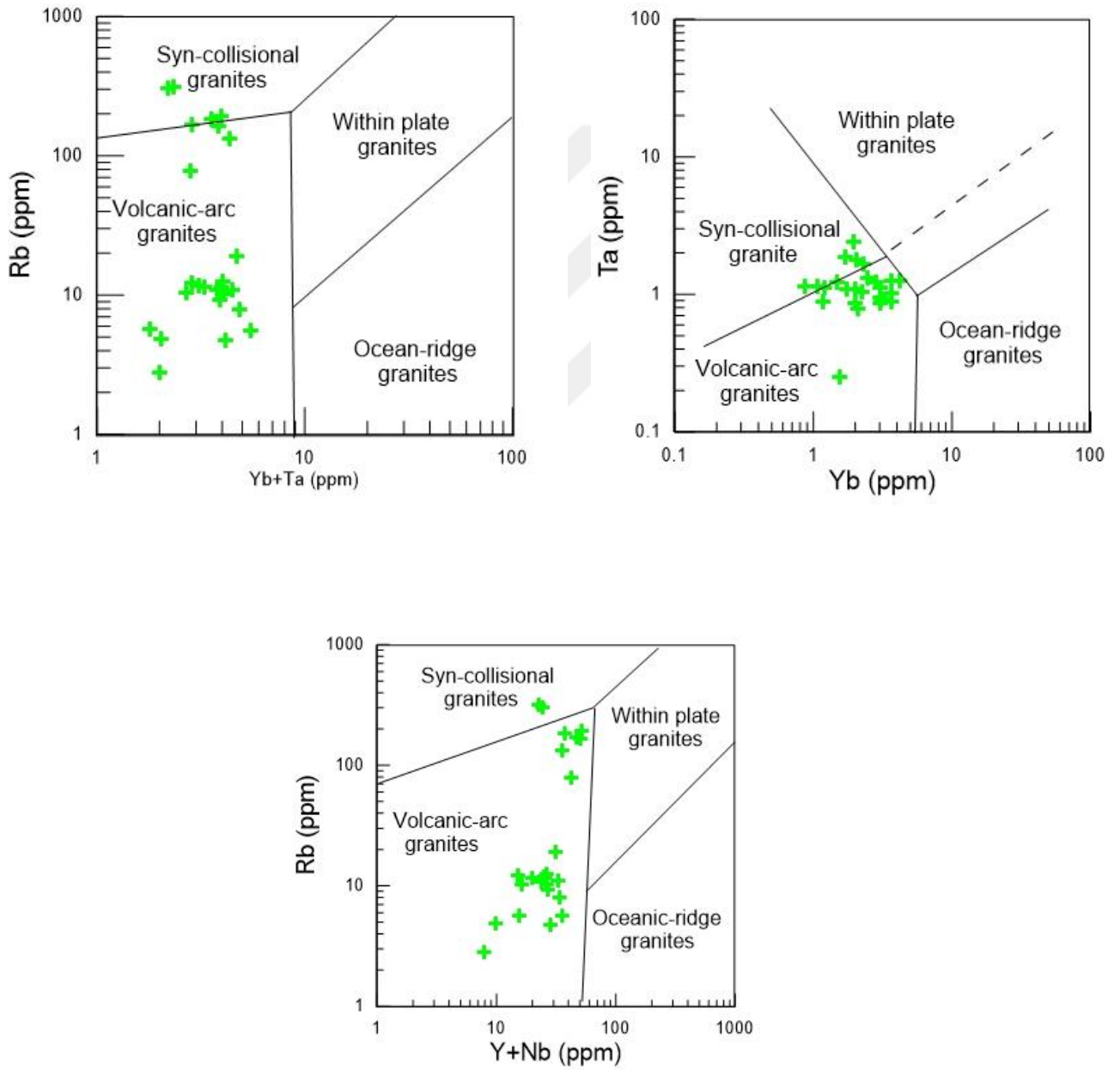
Şekil 6. 7. Çalışma alanındaki örneklerin Sr/Y-Y diyagramındaki dağılımları (Martin 1999).

Araştırmacılar (De La Roche vd., 1980; Harris vd., 1986; Maniar ve Piccolli, 1989; Barbarin, 1990), granitoidlerle ilgili yaptıkları çalışmalarda farklı parametreler kullanarak, bu kayaçları sınıflamışlardır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı Pearce vd., (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 dört esas gruba ayırmışlardır.

Daha sonraki çalışmalarda bu temel grupları kendi içlerinde alt sınıflara ayırmışlardır.

Pearce vd., (1984) tarafından önerilen ve Rb elementi ile Y+Nb elementinin korelasyonuna dayalı tektono-magmatik ayırım diyagramı, volkanik yay granitoidleri (VAG), çarpışmayla eş yaşlı granitoidleri (Syn-COLG), levha içi granitoidleri (WPG) ve okyanus sırtı granitoidleri (COLG)'ni ayırmakta kullanılmaktadır. Çalışma bölgesindeki örneklerle ait veriler Pearce vd., (1984)'nin Rb-Y+Nb diyagramına göre değerlendirildiğinde, örneklerin çoğunluğunun VAG alanında yoğunlaştıkları ve az sayıda örneğin Syn-COLG alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 6.8).

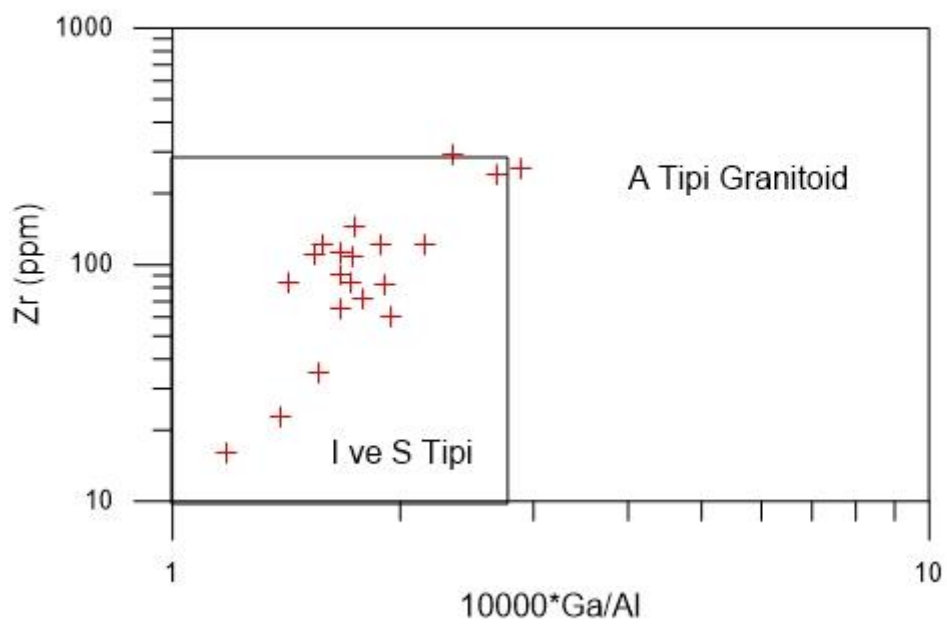
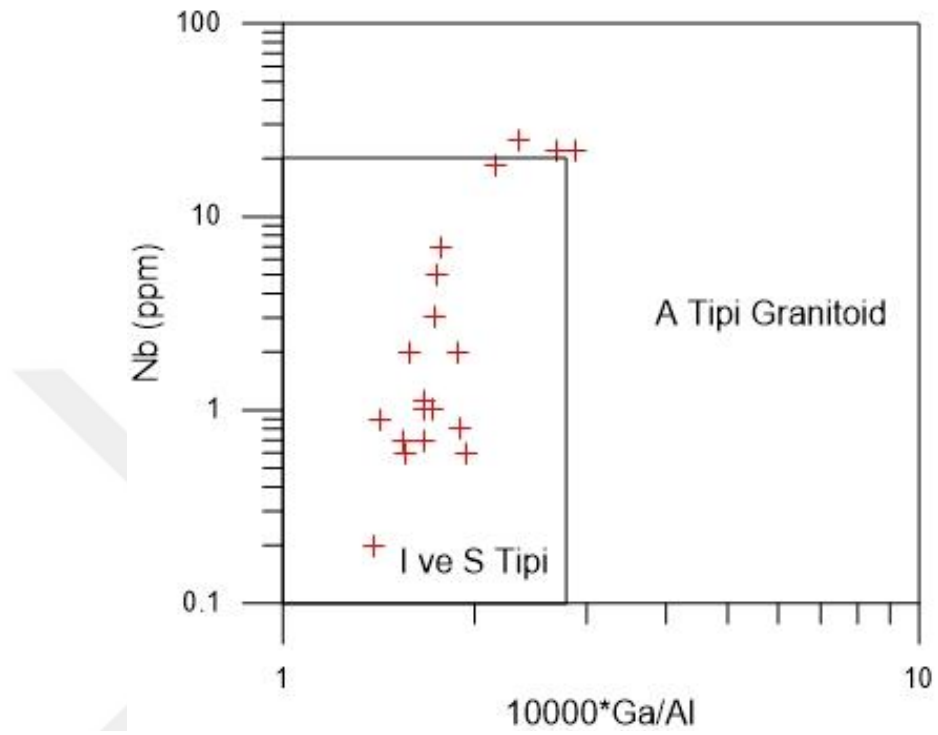


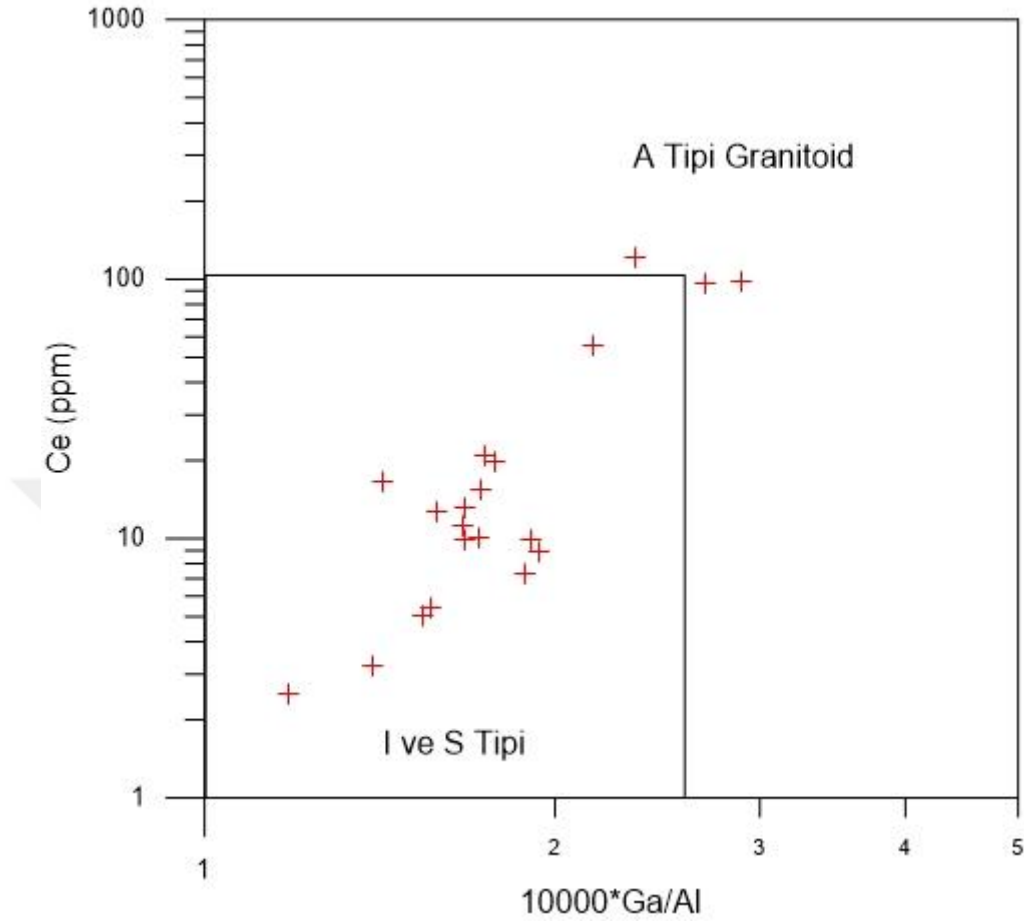
Şekil 6. 8. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Pearce ve diğ., (1984)'nin Rb (Y+Nb); Rb-(Yb+Ta) ve Ta-Yb diyagramlarındaki dağılımları (ORG:Okyanus Ortası Sırtı Granitoidleri, VAG: Volkanik Yay Granitoidleri, WPG: Levha İçi Granitoidleri, COLG: Çarpışma Ürünü Granitoidleri)

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 6.8). Aynı şekilde Ta-Yb diyagramında örnekler değerlendirildiğinde çoğunluğunun Volkanik Yay Granitoidleri (VAG) alanına az sayıda örneğinde Syn-COLG alanına düştükleri görülmektedir. Elazığ magmatitlerine ait olan kayaçlar tektonik yerleşim olarak değerlendirildiğinde bunların hem Volkanik Yay Granitoidleri (VAG) alanına, hem de Çarpışma Ürünü Granitoidler (Syn-COLG) alanlarına düştükleri görülmektedir.

Elazığ Magmatitleri' ne ait olan kayaçlar a) Zr-Ga/Al, b) Nb-Ga/Al ve c) Ce-Ga/Al diyagramlarındaki dağılımları (Whalen vd., 1987) incelendiğinde örneklerin çoğunluğunun I ve S tipi bölgesine düştükleri, sadece iki örneğin Ga oranının yüksek olduğu için A tipi bölgeye düştükleri ve yine birinin Nb oranı yüksek, diğeri de Ce bakımından yüksek olduğu için alan dışına düşmektedirler (Şekil 6.9).

Elazığ magmatitlerine ait olan kayaçlar, gerek petrografik ve gerekse jeokimyasal açıdan I tipi granitoidlerin genel özelliklerini göstermektedirler.

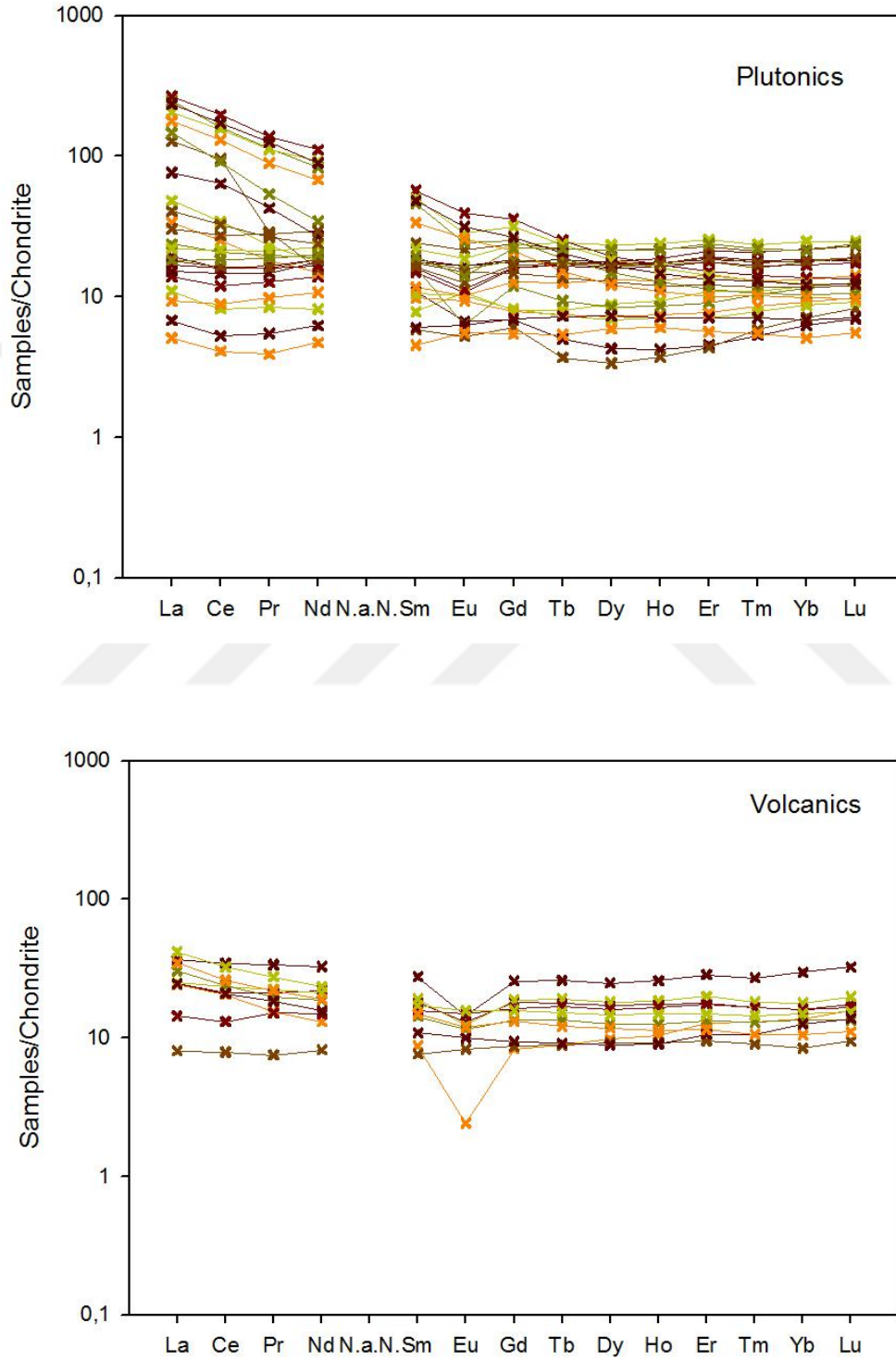




Şekil 6. 9. Elazığ Magmatitleri'ne ait örneklerin a) Zr-Ga/Al, b) Nb-Ga/Al ve c) Ce-Ga/Al diyagramlarındaki dağılımı (Whalen ve diğ., 1987) (+: derinlik ve yüzey kayaçları).

Elazığ Magmatitleri'ne ait olan plütonik ve volkanik kayaçlar üzerinde yapılan Nadir Toprak Element (REE) analiz sonuçları Tablo 6.1 ve 6.2' de verilmiştir. Bu veriler ışığında hazırlanan plütonik kayaçların nadir toprak element içeriklerine (REE) bakıldığında, hafif nadir toprak elementlerden (LREE) ağır nadir toprak elementlerine (HREE) doğru gidildikçe, bir fraksiyonlanma olduğu ve bu fraksiyonlanmada ağır nadir toprak elementlerin, hafif nadir toprak elementlere göre daha fazla tüketildiği ve hafif nadir toprak elementlerde daha fazla zenginleşme olduğu görülmektedir. Bu kısmi zenginleşme kabuksal etkileşimin ya da yitim sürecinden etkilenen mantonun etkin bir rol oynadığını göstermektedir. Aynı diyagramda, volkanik kayaçlar değerlendirildiğinde ise, yatay veya yataya yakın bir trend gözlenmektedir.

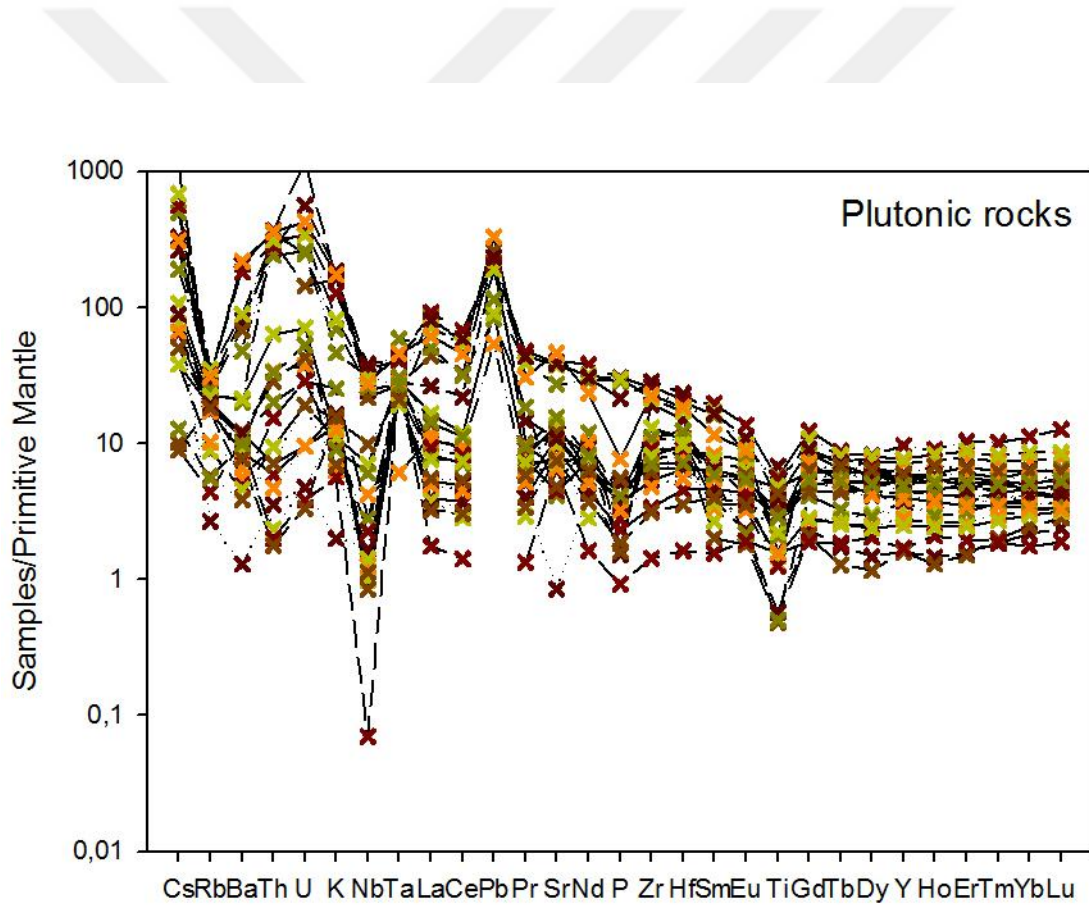
Ayrıca, bu genel özelliklerin dışında Eu açısından negatif bir anomali izlenmekte olup, bu durum da feldispat fraksiyonlanması ile açıklanabilir (Şekil 6.10).

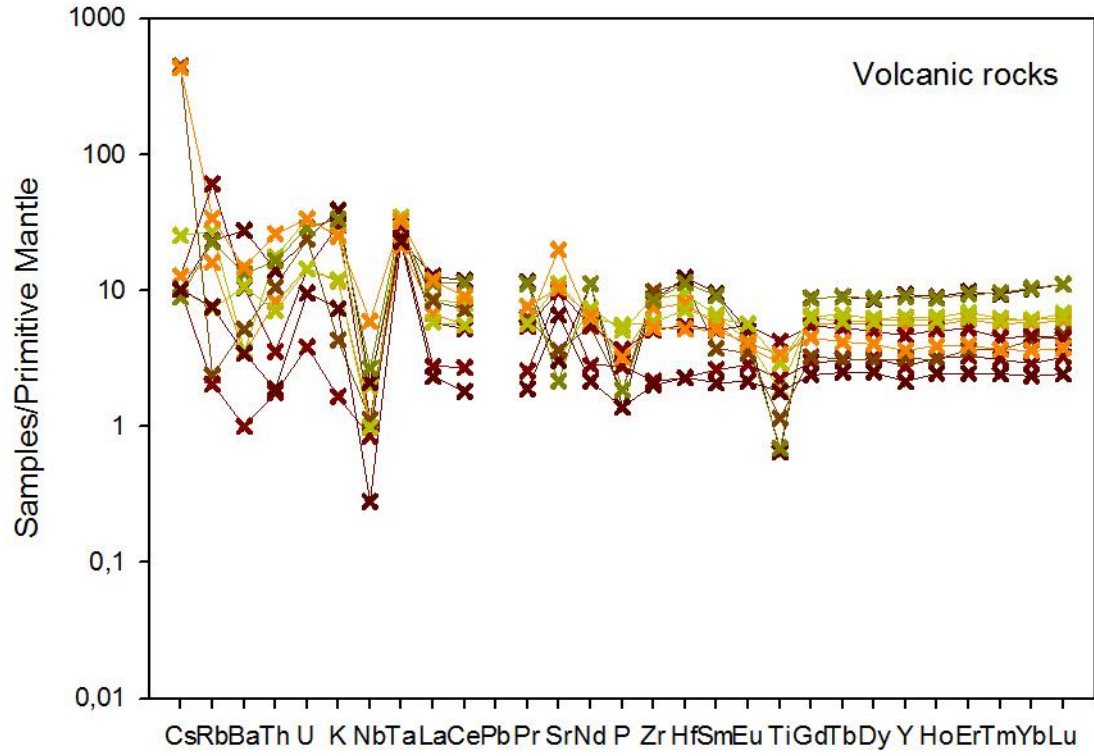


Şekil 6. 10. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (REE) diyagramları (Sun ve Mc Donough, 1989) a) Plütonik kayaçlar, b) volkanik kayaçlar

Elazığ Magmatitleri'ne ait olan plütonik ve volkanik kayalar için hazırlanan Kayaç/İlksel Manto Spider Diyagramı'nda Rb, Ba, La, Ce, Nb, Ti, P elementlerinde negatif anomali izlenirken, 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 kayaların volkanik yay özelliği taşıdıklarını ve ergime kamasında mantonun dalan kabuktan türeyen akışkanlarca zenginleştiğini (Pearce, 1983) veya kaynak mantonun hafifçe zenginleştiğini göstermektedir (Şekil 6.11).

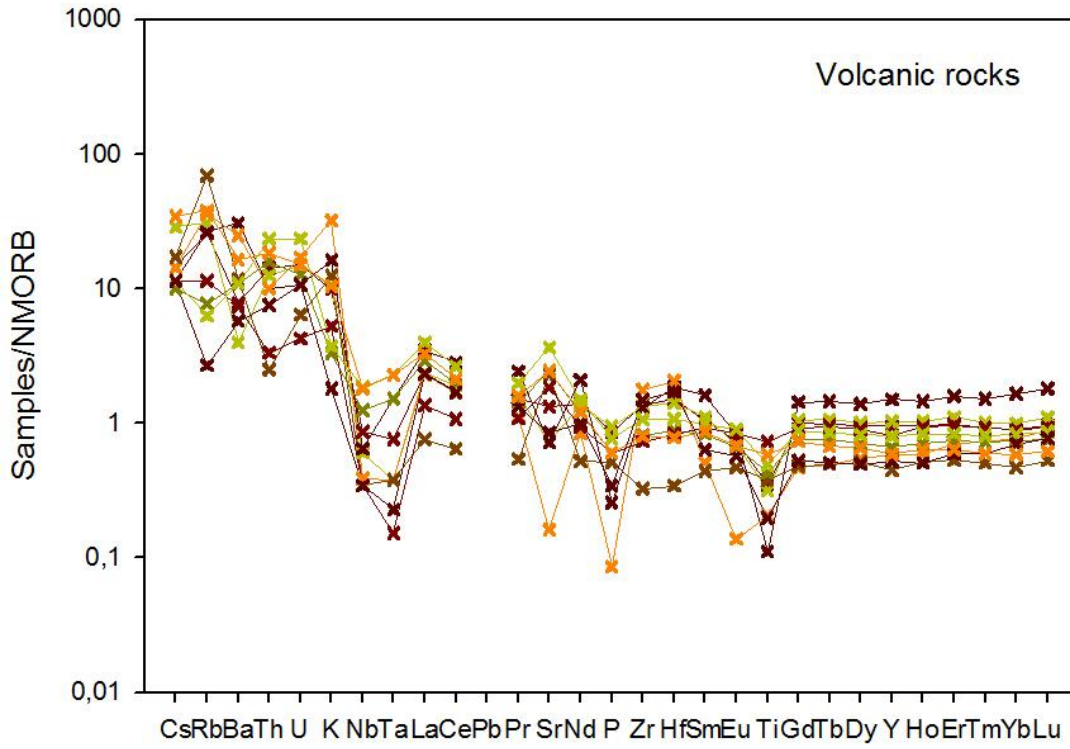
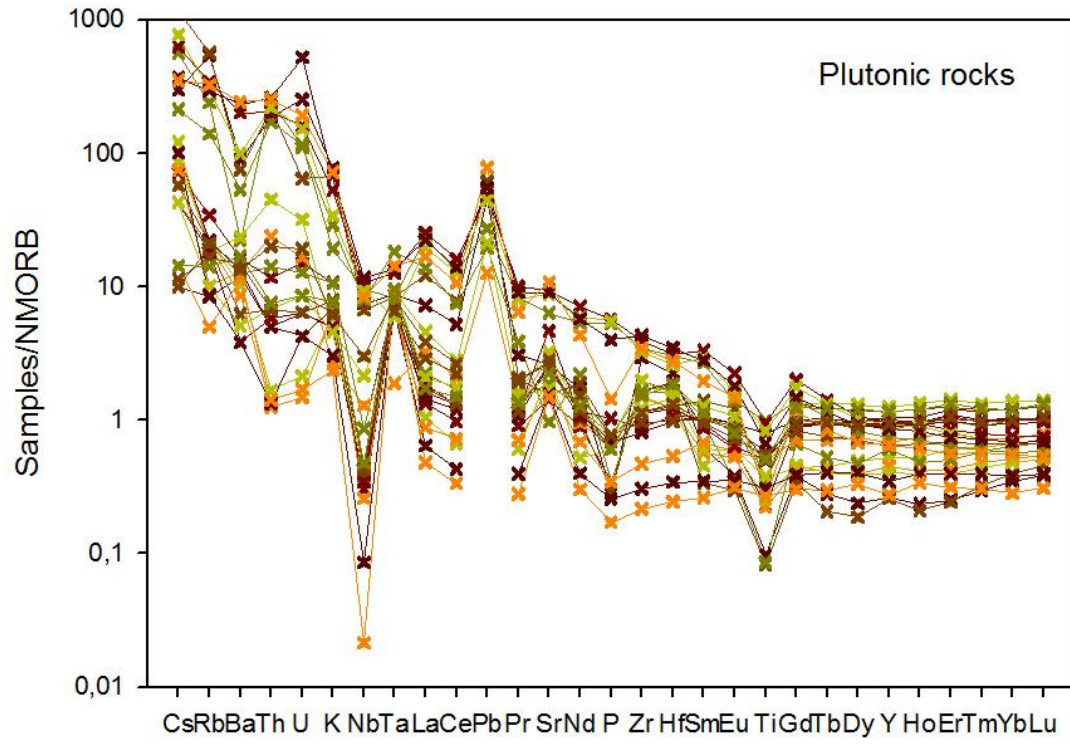
Jeokimyasal veriler, derinlik kayalarını oluşturan farklı litolojik birimler arasında çok sayıda benzerliklerin olduğunu göstermektedir.





Şekil 6. 11. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Kayaç/İlksel Manto Spider Diyagramı'ndaki dağılımları (Sun ve McDonough, 1989) a) Plütonik kayaçlar, b) volkanik kayaçlar

Elazığ Magmatitleri'ne ait olan plütonik ve volkanik kayaçlar için hazırlanan Kayaç / MORB Spider Diyagramı'nda, Rb, Ba, Nb, Ti, P elementlerinde negatif anomali izlenirken, hafif nadir toprak element (LREE) ve büyük iyon litofil elementler (LILE)'ce zenginleşme görülmektedir (Şekil 6.12).



Şekil 6. 12. Elazığ Magmatitleri'ne ait kayaçların Kayaç/MORB Spider Diyagramı'ndaki dağılımları (Sun ve McDonough, 1989) a) Plütonik kayaçlar, b) volkanik kayaçlar

7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Arazi ve jeokimyasal veriler, inceleme alanındaki magmatik kayaçların volkanik ve derinlik kayaçlarından oluştuğunu, volkanik kayaçların bazalt, andezit, dasit ve riyolit, plütonik kayaçların ise gabrodan tonalite, granite kadar değişen bileşimlere sahip olduğunu göstermektedir. Arazi verileri, derinlik kayaçlarının yüzey kayaçlarını kestiğini göstermektedir. Elazığ çevresinde geniş yayılımlar sunan Elazığ Magmatitleri' nin derinlik kayaçlarının volkanik kayaçları kestiğini ve hatta derinlik kayaçlarının ise birbirlerini kestikleri görülmektedir (Bingöl ve Beyarslan, 1996; Bingöl ve Beyarslan, 2014; Bingöl ve Beyarslan, 2017). Gabro-diyorit-monzonit-monzodiyorit-tonalit-granodiyorit ve granitten oluşan derinlik kayaçları Whalen vd., (1987)'in I tipi granitoid serisine karşılık gelmektedir (Şekil 6.9).

Elazığ Magmatitleri'ne ait olan plütonik ve volkanik kayaçlar için hazırlanan Kayaç/İlksel Manto Spider Diyagramı'nda Rb, Ba, La, Ce, Nb, Ti, P elementlerinde negatif anomali izlenirken, 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 6.11). Düşük TiO_2 (<%1) değerleri ve değişik Al_2O_3 değerleri bu kayaçların yitimle ilişkili olduğunu gösteren özelliklerindendir (Peterson vd., 2002). Kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element diyagramlarında ağır nadir toprak elementlere oranla hafif nadir toprak elementlerce zenginleşme olduğu, ağır nadir toprak elementlerce yatay bir gidiş gösterdikleri görülmektedir (Şekil 6.10). LREE lerce zenginleşme, plütonik kayaçlarda volkanik kayaçlara göre çok daha fazladır. Bu özellikler, magmanın oluşumunda kabuksal etkileşimin ya da yitim sürecinden etkilenen mantonun etkin bir rol oynadığını göstermektedir. Aynı diyagramda, volkanik kayaçlar değerlendirildiğinde ise, yatay veya yataya yakın bir gidiş gözlenmektedir. Ayrıca, bu genel özelliklerin dışında Eu açısından negatif bir anomali izlenmekte olup, bu durum da feldispat fraksiyonlanması ile açıklanabilir (Şekil 6.11).

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ diyagramında derinlik kayaçlarının büyük bir kısmının, mafik alt kabuk ergiyiğinden türediğini, alkalilerce zengin olan bazı örneklerin ise, alkali bazalt eriyiğinden türediğini göstermektedir. İnceleme alanındaki kayaçlardan bazaltlar ve gabroların ada yayı toleyitleri özelliklerini, monzonit ve monzodiyoritlerin yüksek K-kalkalkali özelliklerini gösterirken, diğer derinlik kayaçları kalkalkalin seriye aittirler (Şekil 6.6).

Ayrıca, adakitik kayaçlarla klasik yay volkanik kayaçlarının ayrılmasında kullanılan Y-Sr/Y diyagramında inceleme alanındaki kayaçların klasik yay volkanik kayaçları bölgesinde yer aldıkları görülmektedir. Tüm jeokimyasal veriler, inceleme alanındaki plütonik ve yüzey kayaçlarının ada yayı ortamında oluştuklarını göstermektedir. Ancak, bazı örneklerin Pearce'ın diyagramlarında çarpışma zonu granitleri alanına düştüğü görülmektedir. Lin vd. (2015), plütonik ve volkanik kayaçları jeokimyasal ve jeokronolojik olarak 3 gruba ayırmaktadırlar. 1. Grup, bazalt ve gabro-diyorit-granodiyorit-granit bileşimli olup, düşük K lu toleyit ve kalkalkali seriye ait olup, 84-81 my yaşındadırlar. 2. Grup, monzonit-granodiyorit-granit bileşiminde olup, kalkalkalen seriye aittirler, 80-79 my. yaşındadırlar. Bunlar, 1. Grup kayaçları kesmektedirler (Bingöl ve Beyarslan, 1996; Bingöl ve Beyarslan, 2014; Bingöl ve Beyarslan, 2017). 3. Grup kayaçlar ise, daha az yaygın olan ve monzonit-siyenit bileşimli şoşonitik seriye ait 74-72 my yaşındaki grubu oluşturmaktadır.

Lin vd., (2016) Elazığ çevresinde yayılım gösteren Elazığ Magmatitleri'nden alınan örneklerden yapmış oldukları zirkon U-Pb yaş ve Hf izotopları ile toplam kayaç kimyası ve Sr-Nd-Hf izotop tayinleri sonucu bu kayaçların 83-73 My aralığında 10 My gibi kısa bir zaman periyodu içerisinde ofiyolitler üzerinde gelişen yay magmatitleri olduğunu belirtmektedirler. Aynı çalışmada bu kayaçların, bizim inceleme alanında olduğu gibi, düşük K-toleyit-kalkalkalin ve nihayet şoşonitik seriye ait oldukları, zirkon ve toplam kayaç $\epsilon\text{Hf}(t)$ değerlerinin +20 den -3'e kadar değiştikleri ve bu zamansal değişimin magma oluşumunda iki esas bileşenin etkili olduğu belirtilmektedir.

Doğu Toroslar, ve özellikle Elazığ civarında ofiyolitler ve Elazığ Magmatitleri üzerine çalışma yapan araştırmacıların (Yazgan, 1991; Beyarslan, 1991; Beyarslan 1996; Beyarslan ve Bingöl, 2000; 2010; 2014; Beyarslan vd., 2009; Bingöl, 1994; Rizeli vd., 2016 Rızaoğlu vd.,2005) ortak görüşleri Üst Triyas'tan itibaren Arap levhası ile Anadolu lavhası arasında Neotetis'in güney kolunun açılmaya başladığı ve bu açılmanın Üst Kretase'ye kadar devam ettiği ve Üst Kretase den itibaren kuzeye doğru bir okyanus içi yitimin meydana geldiği kabul edilmektedir. Bazı araştırmacılar (Yazgan, 1991; Beyarslan, 1996; 2017; Beyarslan ve Bingöl, 2000; 2010; 2014; Beyarslan vd., 2009; Bingöl, 1994; Rizeli vd., 2016) tek bir yitimin olduğunu ve yitim zonu üzerinde önce ofiyolitlerin daha sonra Elazığ Magmatitleri olarak adlandırılan yay magmatitlerinin oluştuğunu kabul ederken, bazı araştırmacılar (Robertson vd., 2012) ise, biri Bitlis-Pütürge masifinin güneyinde, diğeri ise bu masiflerin kuzeyinde olmak üzere kuzeye doğu iki yitim olduğunu ve Elazığ Magmatitleri' nin kuzeydeki yitime bağlı olarak geliştiğini kabul etmektedirler. Her iki görüşte de Elazığ Magmatitleri' nin ada yayı ürünü olduğu kabul edilmekte ve bizim jeokimyasal verilerimizde bu görüşlerle uygun sonuçlar vermektedir.

Sonuç olarak:

- 1) İnceleme alanındaki Elazığ Magmatitleri bazalt ve andezitik volkanik kayalar ile gabrodan granite kadar geniş litolojik özellikler gösteren derinlik kayalarından oluşmaktadır. Derinlik kayaları yüzey kayalarını ve kendi içlerinde birbirlerini kesmektedirler.
- 2) Jeokimyasal veriler bazalt ve gabro- tonalit gibi kayaların düşük K' lu toleyit granit-granodiyorit gibi kayaların kalkalkalin ve monzonitik kayaların ise şoşonitik bileşimli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, jeokimyasal veriler plütonik kayaların I tipi granitoid olduğunu göstermektedir.
- 3) İnceleme alanındaki Elazığ Magmatitleri Elazığ civarında yaygın olan Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri' nin bir parçası olup, Üst Kretase de kuzeye doğru gelişen bir yitim zonu üzerinde oluşmuş ada yayı ürünleridir.

8. KAYNAKLAR

- Akarsu E.E.**, 1998. Şişman Köyü (Malatya) Çevresindeki Magmatik Kayaçların Petrografik Özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış). 40s. Elazığ.
- Akgül B.**, 1987. Keban yöresi metamorfik kayaçlarının petrografik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü., Elazığ.
- Akgül B.**, 1993. Piran Köyü çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri. F.Ü.Fen Bil. Ens., Doktora Tezi (yayımlanmamış), 128s. Elazığ.
- Akgül M.**, 1987. Baskil Elazığ granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Yerbilimleri Geosound, sayı 18, 67-78.
- Aksoy E., ve Tatar Y.**, 1990. Van ili dogu-kuzeydogu yöresinin stratigrafisi ve tektonigi. Doga, Müh ve Çevre Bil. Derg., 14, 628-644.
- Aksoy E., Turan M., Türkmen İ., ve Özkul M.**, 1996. Elazığ havzasının Tersiyer'deki evrimi, KTÜ. Jeoloji Müh. Bölümü, 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, Trabzon, 293-310.
- Aktaş G., Robertson, A.H.F.**, 1984. The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neo-Tethyan active margin, in: Dixon, J.E.,Robertson, A.H.F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 375-402.
- Asutay H.J.**, 1985. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi: A.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, (yayımlanmamış), 156, Ankara.
- Asutay, H. J.**, 1986. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi. MTA Derg., 107, 49-72.
- Avşar N.**, 1983. Elazığ Yakın Kuzeybatısında Stratigrafik ve Mikropaleontolojik Araştırmalar, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 84s.
- Barbarin B.**, 1990. Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. Geological Journal 25, 227-238.
- Baker D. R., Eggler D. H.**, 1983. Fractionation paths of Atka (Aleutians) high-alumina basalts: Constraints from phase relations. J. Earth Sci: 18, 387-404.
- Beyarslan M.**, 1991. İspendere (Kale-Malatya) Ofiyolitlerinin Petrografik Özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış). 51s. Elazığ.
- Beyarslan M.**, 1996. Kömürhan ofiyolit biriminin petrografik ve petrolojik incelenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 90s.
- Beyarslan M.**, 2000. Serince-Harput (Elazığ) Çevresindeki Granitik Kayaçlar ve Kökeni. Geosound, 37, 105-116.
- Beyarslan M.**, 2017. Supra-subduction zone magmatism of the Koçali ophiolite, SE Turkey. J. Earth. Sci., 129. 390-402.

Beyarslan M. ve Bingöl A. F., 1991. Petrographical Features of the Ispendere Ophiolite Kale-Malatya, Türkiye, *Yerbilimleri*, 59-68.

Beyarslan M. and Bingöl A.F., 2000. Petrology of a Supra-Subduction Zone ophiolite (Kömürhan-Elazığ-Turkey), *Canadian Journal of Earth Sciences*. 37: 1411-1424.

Beyarslan M., Bingöl A.F., 2010. Ultramafic and Mafic Bodies in Cumulates of Ispendere and Kömürhan Ophiolites (SE Anatolian Belt, Turkey). *Turkish Journal of Science and Tecnology*, 511, 19-36.

Beyarslan M., Bingöl A.F., 2014. Petrology of the Ispendere Kömürhan and Guleman Ophiolites Southeast Turkey Subduction Initiation Rule SIR Ophiolites and Arc Related Magmatics GEOS 2014. 3rd Annual International Conference on Geological and Earth Sciences, (),50-60.

Beyarslan M., Bingöl A.F., Rizeli M.E., 2014. Koçali (Adıyaman) Ofiyolitindeki Manto Peridotitlerinin Jeokimyası (Ana Oksitler, İz Elementler, Platin Grubu Elementler) ve Petrolojisi, Proje No: MF.12.35.

Bingöl A. F., 1982. Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrografik ve petrolojik incelemesi, *Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 1, 9-21.

Bingöl A.F., 1984. Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region, in: Tekeli, O., Güncüoğlu, C.(Eds.), *Geology of the Taurus Belt. Proceedings of International Tauride Symposium. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey Publications*, pp. 209-216 (in Turkish with English abstract).

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.

Bingöl A.F., 1994. Geochemistry and petrology of the magmatic rocks of the Kocali Complex in the Cermik area. *Jan. 1994*, 1 Reads.

Bingöl A. F., ve Beyarslan M., 1996. Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi, 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, Ed. Korkmaz, S. ve Akçay, M., *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon*, 208-227.

Bingöl A. F., Beyarslan M., 2014. Petrology of the Ispendere, Kömürhan and Guleman Ophiolites (Southeast Turkey): Subduction Initiation Rule (SIR) Ophiolites and Arc Related Magmatics. Doi: 10.5176/2251-3353_GEOS14.31.

Bingöl A. F., Beyarslan M., Yu-chin L., Sun-Lin C., 2017. GD Türkiye' de kadomiyen (ediakaran-erken kambriyen) magmatizmasının kökeni ve tektonik gelişimi üzerine zirkon u-pb yaş ve jeokimyasal sınırlamalar. 11508-9820.

Chawthorn R.G., O'Hara M.J., 1976. Amphibole fractionation in calcalkaline magma genesis, *American Journal of Science*, 276, 309-329.

Chung S. L., Lin Y. C., Bingöl A. F., Yang J., 2015. Petrogenesis of late Cretaceous Elazig magmatic rocks from SE Turkey: New age and geochemical and Sr-Nd- Hf isotopic constraints. 132.

Chung S. L., Lin Y. C., Bingöl A. F., Beyarslan M., 2016. Zircon U-Pb Age and Geochemical Constraints on the Origin and Tectonic Implication of Cadomian (Ediacaran-Early Cambrian) Magmatism in SE Turkey. Doi: 10.1016. 351.

- De La Roche H.**, 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses – its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29, 183- 210.
- Eggler D. H.**, 1972. Amphibole stability in H₂O-undersaturated calc-alkaline melts. *Earth Sci*: 15, 28-34.
- Erdem E., Beyarslan M., Kılıç A. D.**, 2005. Maden Karmaşığı'na ait volkanitlerin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. *GeoS*.
- Ertürk M. A., Beyarslan M.**, 2015. Geochemical And Geotectonical Features Of Maden Complex (Eastern Taurus-Turkey). *Doi: 10.5176/2251-3353.GeoS15.42*
- Ertürk M. A., Beyarslan M., Chung S., Lin T.**, 2017. Eocene magmatism (Maden Complex) in the south east Anatolian Orogenic Belt: Magma genesis and tectonic implication. *Geo. Sci*: 10.1016.
- Gust D. A., Perfit M. R.**, 1987. Phase relations of a high-Mg basalt from the Aleutian Island Arc: Implications for primary island arc basalts and high-Al basalts. 97, Issue 1, pp 7-18.
- Harker A.**, 1909. The natural history of igneous rocks. McMillan, New York.
- Harris N.B.W., Pearce J.A. and Tindle A.G.**, 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. in Coward, M.P. ve Ries, A.C., *Collision tectonics*, Geological Society of London Spec. Publ., no: 19,67-81.
- Hastie A. R.**, 2007. Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram. *Journal of Petrology*, 48, 2341-2357.
- Hempton M. R.**, 1984. Results of detailed mapping near Lake Hazar (Eastern Taurus Mount). Güncüoğlu, M.C.(edt.), *Intern. Symp. On the Geol. Of the Taurus Belt.*, 223-228.
- Hempton M. R.**, 1985. Structural and deformation history of the Bitlis Suture near Lake Hazar, Southeastern Turkey. *Geol. Soc. Amer. Bult.*, 96, 233-243.
- Hempton M., ve Savcı G.**, 1982, Elazığ Karmaşığının petrolojik ve yapısal özellikleri: *TJK Bült.*, 25, 2,143-150.
- Holloway J. R., Burnham, C.W.**, 1992. High-pressure fluid-absent melting experiments in the presence of graphite; oxygen fugacity, ferric/ferrous ratio and dissolved CO₂. *Eur. J. Mineral*, 4, 105-114.
- İnceöz M.**, 1994. Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunun jeolojik özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 112s.
- Ketin İ.**, 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. *MTA Enst. Derg.*, 66, 20-34, Ankara.
- Kürüm S.**, 1994. Elazığ Kuzeybatısındaki Genç Volkanitlerin Petrolojik Özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 107s. (yayınlanmamış).
- Kürüm S., B.A.A.Ö., D.B., Y.H.M.U.**, 2011. An Example for Arc Type Granitoids along Collisional Zones The Pertek Granitoid Taurus Orogenic Belt Turkey. *International Journal of Geosciences*, 2(3),214-226.

Le Maitre R.W., Bateman P., Dudek A., Keller J., Lameyre J., Le Bas M.J., Sabine P.A., Schmid R., Sorensen H., Streckeisen A., Woolley A.R., Zanettin B., 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 193 pp.

Maniar P.D., ve Piccoli P.M., 1989, Tectonic Discrimination of Granitoids: Geol. Soc. Of America Bulletin, v. 101, p. 635-643.

Martinsson O., Vaasjoki M. & Persson P. O., 1999. U-Pb ages of Archaean to Palaeoproterozoic granitoids in the Torneträsk–Råstojaure area, northern Sweden. In S. Bergman (ed.): Radiometric dating results 4. Sveriges Geologiska Undersökning C 831, 70–90.

Okay A. I. ve Tüysüz O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen (In B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne eds), Geological Society of London, Special Publication no. 156. 475–515.

Özkul M., 1988. Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 187s.

Özkul M. ve Üşenmez S., 1986. Elazığ kuzeydoğusunda derin deniz konglomeralarının sedimantolojik incelenmesi. G.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 1, 2, 53-57.

Parlak O., Kozlu H., 2000. Göksun-Afşin (Kahramanmaraş) Arasında Yüzeyleyen Yüksekova Ofiyolitinin Genel Özellikleri GD Türkiye . 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 278-279.

Parlak O., Rızaoğlu T., Bağcı U., Karaoğlu F., Höck V. 2008. Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2008.08.002.

Parlak O., Rızaoğlu T., Bağcı U., Karaoğlu F., Höck V., 2009. Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, 473, 173–187.

Parlak O., Karaoğlu F., Rızaoğlu T., Nurlu N., Bağcı U., Höck V., Öztüfekçi Önal A., Kürüm S. ve Toprak Y. 2012. Petrology of the İspendere (Malatya) ophiolite from the Southeast Anatolia: implications for the Mesozoic evolution of the southern neotethyan Ocean. Geological Society, doi:10.1144/SP372.11.

Pearce J.A., 1983. Role of subcontinental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C.J., Norry, M.J. (Eds.), Continental Basalts and Mantle Xenoliths. Shiva Publishing, Nantwich, UK, 230–249.

Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G., 1984. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. J. Petrol. 25, 954-983.

Peccerillo A. & 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.

Perinçek D., 1978, Researching petroleum possibilities and geological study of Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman city) region: Ph. D. thesis, TPAO. report 1250. (unpublished)

Perinçek D., 1978. Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman ili) alanının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Perinçek D., 1979a, Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları, T.P.A.O., Ankara, Rap. No. 1361.

Perinçek D., 1979b, The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Area, Guide Book, The Geological Society of Turkey, 33s.

Peterson A. T., Stockwell R. B., 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. Vol. 148, Issue 1, Journal Sci:1-13.

Pişkin M., 1972. Dogu Toroslardaki Metamorfiklerin Encelenmesi, Ankara.

Poyraz N., 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., 151 s. (yayımlanmamış), Ankara.

Presnall D.C., Selen A. D., James R. D., O'Donnell T. H., Brenner N. L., Schrock R. N., Dycus D. W., 1978. Liquidus phase relations on the join diopside-forsterite-anorthite from 1 atm to 20 kbar: Their bearing on the generation and crystallization of basaltic magma. 66, Issue, pp 203-220.

Rızaoglu T., Parlak O., Koller F., Höck V., İslar F., 2005. Geochemistry and Tectonic significance of the Baskil Granitoid rocks From the Southeast Anatolian Orogen (Elazığ, Turkey). Int. Sym. On the Geodyn. of E. Mediterranean: Active Tectonics of the Aegen Region, İstanbul, Turkey, s:228.

Rızaoglu T., 2009. Andean-type active margin formation in the eastern Taurides: Geochemical and geochronological evidence from the Baskil granitoid (Elazığ, SE Turkey). 473, Issue 1, pp 188-207.

Rigo De Righi M.R., and Cortesini A., 1964. Gravity tectonics in Foot Hills Structure belt of Southeast Turkey. Bull. American Assoc. Petroleum Geol. V. 48. P. 1911-1937.

Rizeli M. E., Beyarslan M., Wang K., Bingöl A. F., 2016. Mineral chemistry and petrology of mantle peridotites from the Guleman ophiolite (SE Anatolia, Turkey): Evidence of a forearc setting. Can. J. Earth Sci., 123, 392-402.

Robertson H. F., Collins A. S., Ustaömer T., Ustaömer P. A., Gerdes A., 2012. Evidence of Precambrian sedimentation/magmatism and Cambrian metamorphism in the Bitlis Massif, SE Turkey utilising whole-rock geochemistry and U-Pb LA-ICP-MS zircon dating. Vol. 21, Issue 4, Journal Sci: 1001-1018.

Rushmer T., 1991. Partial melting of two amphibolites: contrasting experimental results under fluid-absent conditions. 107, Issue, pp 41-59.

Springer W., Seck H. A., 1997. Partial fusion of basic granulites at 5 to 15 kbar: implications for the origin of TTG magmas. 127, Issue, pp 30-45.

Sun S. S., Mc Donough F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geo. Soci:* pp, 42, 313-345.

Şaşmaz, A., Bayram, T., Öztürk, N., Yavuz, F., Kumral, M., 2014. Geology and geochemistry of Middle Eocene Maden complex ferromanganese deposits from the Elazığ Malatya region eastern Turkey. *Ore Geology Reviews*, 56(),352-372.

Turan, M., 1984, Baskil-Aydınlar yöresinin stratigrafisi ve tektoniği : Doktora tezi (yayımlanmamış), Fırat Üniv. Fen.-Ed. Fak.

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., Aksoy E., Bingöl A.F., 1995. Characteristics of the geodynamic evolution of Eastern Taurus in the Elazığ region. *Journal of Fırat University, Science and Technology* 7(2), 177-199(in Turkish with English abstract).

Turan M., Aksoy, E. ve Bingöl A.F., 1995. Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin Elazığ civarındaki Özellikleri., F.Ü.Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7 / 2, 177-200.

Turan M. ve Bingöl A.F., 1991. Tectono-stratigraphic characteristics of the region between Kovancılar-Baskil (east of Elazığ, E. Turkey), in: Yetis., C. (Ed.), *Proceedings of Ahmet Acar Symposium*, Çukurova University, Adana-Turkey, pp. 193-204 (in Turkish with English abstract).

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. ve Türkmen İ., 1996. Kuşçular Formasyonu'nun (Erken Paleosen) Stratigrafisi ve Sedimentolojik Özellikleri, *Turkish Journal of Earth Science*, 5, 109-121.

Türkmen İ., 1988, Palu-Çaybağı (Elazığ doğusu) yöresinin sedimentolojik incelenmesi: Yüksek Lisans tezi, F.Ü. Fen Bil.Enst., 79s.(yayımlanmamış).

Türkmen İ., 1991. Elazığ doğusunda Çaybağı formasyonu (Üst Miyosen- Pliyosen) stratigrafisi ve sedimentolojisi. *TJK Bült.*, 34 1, 45-53.

Türkmen I., Esen N., 1996. Şelf, kanyon ve havza düzlüğü kompleksinin fasiyes özellikleri: Kirkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Oligosen), Elazığ Çevresi, Türkiye. Fırat Üniversitesi. Fen ve Müh. Der.45-52.

Ural M., Göncüoğlu U. K., Arslan M., 2012. Elazığ ve Yakın Çevresinde yer alan Yüksekova Karmaşığındaki Volkanik kayaların Yaşı ve Jeodinamik Yorumu. *JW Marriott Hotel*, (),317-318.

Ural, M., Arslan, M., Göncüoğlu, M.C., Tekin, U.K., Kürüm, S., 2015. Late cretaceous arc and back arc formation within the southern neotethys Whole rock trace element and Sr Nd Pb isotopic data from basaltic rocks of the yüksekova complex Malatya Elazığ Se Turkey. *Ofioliti*, 40(1),57-72.

Yazgan E., 1981. Doğu Toroslarda etkin bir Paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen): H.Ü Yerbilimleri, 7,83-104.

Yazgan E., 1984. Geodynamic evolution of the eastern Taurus region, in: Tekeli, O., Göncüoğlu, C. (Eds.), Geology of the Taurus Belt. Proceedings of International Tauride Symposium Mineral Research and Exploration Institute of Turkey Publications, pp. 199-208 (in Turkish with English abstract).

Yazgan E., Asutay H J., Gültekin M.C., Poyraz N., Sirel E. ve Yıldırım H., 1987. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Torosların jeodinamik evrimi. MTA Raporu, No:2268.

Yazgan E. ve Chessex R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. Türkiye Petrol Jeol. Der. Bült., 3, 11 -42.

Yıldırım E., Bingöl A. F., 2010. Şifrin Grubu Derinlik Kayaçlarının Petrografisi ve Petrolojisi Çelikhan-Sincik (Adıyaman). Fırat University Journal of Engineering . Jun 2012, Vol. 24 Issue 1, p87-98.

Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W., 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contributions to Mineralogy and Petrology, 95, 407–419.

Wolf M. B., Wyllie P. J., 1994. Dehydration-melting of amphibolite at 10 kbar: the effects of temperature and time. 115, Issue 4, pp 369-383.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Malatya’ da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Malatya ilinde tamamladım. 2009-2011 öğrenim yılları arasında İnönü Üniversitesi Hekimhan Meslek Yüksekokulu’nda Geoteknik bölümünü birincilikle bitirdim. 2011-2015 öğrenim yılları arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği’ni üçüncülükle bitirdim. 2016- 2017 öğrenim yılı bahar döneminde Elazığ Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Mineraloji-Petrografi Ana Bilim Dalında yüksek lisansına başladım. Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN danışmanlığında “ Şişman Köyü (Malatya) Çevresi Elazığ Magmatitleri ‘nin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri ” adlı yüksek lisans tezimi hazırladım.