

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

**Yolüstü- Caferi Köyleri (ELAZIĞ) Çevresindeki Volkanitlerin Petrografisi
ve Petrolojisi**

Gül VURAL

**Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**ELAZIĞ
2006**

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yolüstü- Caferi Köyleri (ELAZIĞ) Çevresindeki Volkanitlerin Petrografisi ve Petrolojisi

Gül VURAL

Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez,/...../...../ tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği / oy çokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Emin ERDEM

Üye :

Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Özet

Yüksek Lisans Tezi

Yolüstü- Caferi Köyleri (ELAZIĞ) Çevresindeki Volkanitlerin Petrografisi ve Petrolojisi

Gül VURAL

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2006, Sayfa:

İnceleme alanı, Türkiye'nin en önemli tektonik birliklerinden biri olan Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında dört farklı birim yüzeylemektedir. Bu birimler, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Pleistosen yaşlı alüvyonlardır.

Guleman Ofiyoliti, yastık lavlar, diyabaz dayk kompleksi, bazalt ve tekil diyabaz dayklarından oluşmuştur. Hazar Grubu, kireçtaşı, kumtaşı ve konglomeralardan oluşmaktadır. Maden Karmaşığı ise; aglomera, volkanik kumtaşı, lav akıntıları, yastık lavlar ve yer yer bunlarla ardalanmalı kırmızımsı kahverengi çamur taşlar ile temsil edilmektedir. Pleistosen oluşumlar ise; konglomera, çakıl ve kum'dan oluşmuştur.

Guleman Ofiyoliti'nin jeokimyasal verileri bu ofiyolitin toleyitik ve E tipi MORB'dan oluştuğuna işaret etmektedir.

Guleman Ofiyoliti'ne ait kayaçların petrografik ve jeokimyasal özellikleri, bu ofiyolitin supra-supduction zonunda oluşan ofiyolitlerin özelliklerine benzerlik gösterdiğini, tipik okyanus ortası ofiyolitlerden ayrıldığını vermektedir.

Guleman Ofiyoliti, bölgede Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan, Neotetis'in güney kolunun, Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalmasına bağlı olarak üstteki okyanusal levhada oluşan açılma zonu ürünleridir. Üst Kretase sonunda kuzey-güney doğrultulu sıkışma sonucu bu açılma durmakta ve oluşan bu havzayı okyanusal kabuk ürünleri doldurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Doğu Toros, Subra Subduction Ofiyoliti, Petrografi, Petroloji, Türkiye.

ABSTRACT

Master Thesis

PETROGRAPHY AND PETROLOGIY OF VOLCANICIES IN THE VICINITY YOLÜSTÜ- CAFERİ VILLAGES (ELAZIĞ)

Gül VURAL

Fırat University

Graduate School of the Naturel and Appled Sciences

Department of the Geological Engineering

2006, Page:

The investigated area is situated in the Eastern Taurus orogenic belt which is the an important tectonic the Tukey. Four different units crop out the study area. These units are Upper Jurassic- Lower Cretaceous Guleman Ophiolites, Upper Meastrichtian – Middle Eocene Hazar Group, Middle Eocene Maden Complex, Pleistocene alluviums.

Guleman Ophiolites, composed of basaltic pillow lavas, diabase dikes complex, basalt and isolated diabase dikes. The Hazar Group consists of limestone, sandstone and conglomerates. The Maden Complex composed of agglomerate, volcanic sandstone, basaltic lavas, basaltic pillow lavas and reddish mudsone. Pleistosen alluviums are represented by conglomerates, gravels and sand.

The chemical data indicate that the Guleman Ophiolites are derived from the tholeiitic magma, E type MORB.

The Guleman Ophiolites were formed by spreading above a northward-dipping intra oceanic, supduction (supra-subduction) of Neotethyan ocean during Upper Cretaceous.

The petrographical and geochemical features of Guleman Ophiolite unit comport with the features of supra-subduction zone ophiolites and differ from the typical oceanic ridge ophiolites. Therefore the Guleman Ophiolite accepted on a supra-subduction ophiolite.

Key Words: Elazığ, Eastern Taurus, Suprasubduction ophiolites, Petrography, Petrology, Turkey.

TEŞEKKÜR

“Yolüstü ve Caferi köyleri (Elazığ) çevresindeki magmatitlerin petrografisi ve petrolojisi” adlı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde 2003 -2006 yılları arasında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Gerek çalışma alanının seçimi ve gerekse çalışmaların yürütülmesinin her aşamasında değerli katkı ve yönlendirici önerilerinden yararlandığım tez danışmanı hocam Yrd. Doç. Dr. Emin ERDEM’e içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışmanın değişik aşamalarında çeşitli konularda görüşlerinden faydalandığım Prof. Dr. A. Feyzi BİNGÖL’e, Yrd. Doç. Dr. Melahat BEYARSLAN’a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı babam Mehmet Vural’a, kardeşlerim Erkan ve Abdullah Vural’a ayrıca nişanlım Mahmut Karaoğlu’na teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında projemi destekleyen Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu yetkililerine teşekkür ederim.

İnce kesitlerin yapımı sırasındaki yardımlarından dolayı bölümümüz ince kesit teknisyeni Fuat İSTEK’e teşekkür ederim.

Gül VURAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	II
ABSTRACT.....	IV
TEŞEKKÜR.....	VI
İÇİNDEKİLER.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
1.GİRİŞ.....	1
2.COĞRAFİK KONUM.....	3
3.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
4.ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ.....	7
4.1 Guleman Ofiyoliti.....	7
4.2 Hazar Grubu.....	13
4.3 Maden Karmaşığı.....	16
4.4 Alüvyonlar.....	20
5.YAPISAL JEOLojİ.....	21
6.GULEMAN OFİYOLİTİ'NİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ.....	22
6.1 Yüzey Kayaçlar.....	22
6.1.1 Bazaltlar.....	22
6.1.2 Bazaltik Yastık lavlar.....	31
6.2 Yarı Derinlik Kayaçları.....	32
6.2.1 Diyabazlar.....	32
7. JEOKİMYA.....	39
7.1 İnceleme Alanındaki Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri.....	44
8. SONUÇLAR.....	51
9. KAYNAKLAR.....	52

Şekil 2.1 İnceleme Alanına Ait Yer Bulduru Haritası.....	4
Şekil 4.1 İnceleme Alanının Tektonostratigrafik Kesiti.....	8
Şekil 4.2 Guleman Ofiyoliti (JKg) bazaltik yastık lavların yakından görünüşü.....	10
Şekil 4.3 Guleman Ofiyoliti (JKg) bazaltik yastık lavları.....	10
Şekil 4.4 Guleman Ofiyoliti (JKg) diyabazlarında ayrışmanın bazaltlara oranla az olması nedeniyle arazide çıkıntılar.....	11
Şekil 4.5 Guleman Ofiyoliti (JKg) yüzey (bazalt) ve yarı derinlik (diyabaz) kayaçlarının yakından görünümü.....	14
Şekil 4.6 Guleman Ofiyoliti (JKg), Hazar Grubu (KTh) ve Maden Karmaşığı (Tmk) arasındaki dokanak ilişkisi ve Hazar Grubu kumtaşı kanal dolgusu.....	17
Şekil 4.7 Guleman Ofiyoliti (JKg), Hazar Grubu (KTh) ve Maden Karmaşığı (Tmk) arasındaki sınır ilişkisi.....	18
Şekil 4.8 Maden Karmaşığı (Tmk) yastık lavlar ile ardalanmalı lav akıntıları.....	18
Şekil 4.9 Maden Karmaşığı'na (Tmk) ait aglomeralar.....	22
Şekil 6.1 Bazaltlarda mikporfirik doku. Plajiyoklaz (Plg), Olivin (Ol), Klinopiroksen.....	23
Şekil 6.2 Bazaltlarda mikporfirik doku. Plajiyoklaz.....	24
Şekil 6.3 Bazaltlarda Glomero pofirik doku.....	25
Şekil 6.4 Bazaltlarda intergranüler doku.....	26
Şekil 6. 5 Bazaltlarda Vitroporfirik doku.....	27
Şekil 6.6 Bazaltlarda intergranüler doku. Plajiyoklaz (Plg), Klinopiroksen (Cpx) ve hamur malzemesinin Kloritleşmesi (Kl).....	28
Şekil 6.7 Bazaltlarda intersertal doku.....	30
Şekil 6.8 Spilitik bazalt örneği.....	31
Şekil 6.9 Bazaltlarda Tremolitleşmiş (Trm) Piroksen minerali ve Klorit minerali.....	32
Şekil 6.10 Bazaltlarda Amigdaler doku.....	33
Şekil 6.11 Diyabazlarda intergranüler doku.....	34
Şekil 6.12 Diyabazlarda Klinopiroksenlerin dönüşümü sonucu oluşan hornblendler	35
Şekil 6.13 Diyabazlarda İntergranüler doku. Plajiyoklaz (Plg), Klinopiroksen (Cpx), Klinopiroksenlerin alterasyonla Uralit mineraline dönüşmesi (Url) ve Klorit (Kl).....	36
Şekil 6.14 Diyabazlarda İntergranüler doku.....	37
Şekil 6.15 Diyabazlarda Plajiyoklaz (Plg),Klinopiroksen (Cpx) ve ışınsal görünümlü ikincil Epidotlar.....	38

Şekil 6.16 Diyabazlarda Klinoproksen kristalinin kenarları boyunca klorite dönüşüm....	44
Şekil 7.1 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Irwene ve Baragar (1971)'ın (Na ₂ O+K ₂ O) ve SiO ₂ diyagramındaki dağılımı.....	45
Şekil 7.2 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Wincheser ve Floyd, (1977)'un Zr/TiO ₂ *0.0001 ve SiO ₂ diyagramındaki dağılımı.....	46
Şekil 7.3 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Wincheser ve Floyd (1977)'un Zr/TiO ₂ *0.0001 ve Nb/Y diyagramındaki dağılımı.....	46
Şekil 7.4 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Pearce ve Cann (1973)'ın Zr/Y-Zr diyagramındaki dağılımı.....	47
Şekil 7.5 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Pearce ve Cann (1973)'ın Ti/100-Zr-Y*3 diyagramındaki dağılımı.....	48
Şekil 7.6 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların MORB'a göre spider diyagramındaki dağılımı.....	49
Şekil 7.7 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların kondirite göre dağılım diyagramı.....	49
Şekil 7.8 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Wood (1980)'un Hf/3-Th-Nb/6 diyagramındaki dağılımı.....	50

TABLÖLAR

LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1 Guleman Ofiyolitleri'nin oluşum ortamı ile ilgili verilerin karşılaştırılması.....	12
Tablo 4.2 Maden Karmaşığının oluşum ortamı ile ilgili verilerin karşılaştırılması.....	19
Tablo 7.1 inceleme alanındaki bazalt grubu kayaçların ana oksit analizleri.....	40
Tablo 7.2 inceleme alanındaki bazalt grubu kayaçların iz element analizleri.....	41
Tablo 7.3 İnceleme alanındaki diyabaz grubu kayaçların ana oksit analizleri.....	42
Tablo 7.4 inceleme alanındaki diyabaz grubu kayaçların iz element analizleri.....	43

1-GİRİŞ

"Yolüstü - Caferi Köyleri (Elazığ) çevresindeki volkanitlerin petrografisi ve petrolojisi" konulu bu çalışma, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

1.1.Çalışmanın Amacı

Çalışma alanı, Elazığ ili sınırları içerisinde ve il merkezinin yaklaşık 40 km doğusunda, Doğu Toroslar'ın Torid Tektonik kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu tez kapsamında incelenen kayalar, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında Mesozoik yaşlı levha dayk kompleksi, Üst Kretase yaşlı bazalt ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatlar olarak gösterilmiştir. Ercan ve diğerleri (1970), birimi "Ofiyolitik kayalar" adı altında Guleman Ofiyoliti olarak haritalamışlardır. Perinçek ve Çelikdemir (1979), Birimi Yüksekova Karmaşığı kapsamında göstermişlerdir. Özkan (1983), Birimi Caferi Volkanitleri olarak isimlendirmiş ve birimin Elazığ Magmatitleri ve Maden Karmaşığı'nın volkanitlerinden farklı olarak Guleman Ofiyolitleri'ne ait olduğunu ve diğer birimlerden tektonik dilimlenme ile ayrıldığı görüşünü savunmuştur. Yukarıda görüldüğü gibi bu çalışmaya esas olan volkanitler için farklı görüşler ileri sürülmektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında tez çalışmasının amacı, tez konusuna ait volkanitlerin jeokimyasal ve petrolojik özellikleri araştırılarak hangi jeotektonik ortamda oluştuğunu belirlemek, ne tür bir volkanizma ürünü olabileceğini saptamak ve Doğu Toroslar'ın incelenen bölümünün jeotektoniğine ışık tutmaktır.

1.2 Çalışma Yöntemleri

Bu çalışma; arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmalarında bölgenin daha önceki araştırmacılar tarafından yapılmış 1/25000 ölçekli jeoloji haritası temel olarak alınmış, ancak inceleme konusu magmatik kayaların yayılım gösterdiği yerlerdeki değişiklikler ve ayrıntılar haritaya işlenmiştir. Araziden petrografik inceleme ve jeokimyasal analiz amacı ile 100 adet kayaç örneği alınmıştır.

Laboratuvar çalışmalarında ise; araziden alınan kayaç örneklerinden ince kesitler hazırlanarak mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiş, aynı zamanda jeokimyasal analiz için altere olmamış veya çok az altere olmuş bu örneklerden 30 adet kayaç örneği seçilerek Kanada'da ACME Laboratuvarında, toplam kayaç ana oksit ve iz element analizleri ICP yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Büro çalışmalarında ise; arazi ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen veriler değerlendirilmiş, konu ve çevreyle ilgili literatür çalışmaları yapılarak sonuca varılmıştır.

2. COĞRAFİK KONUM

İnceleme alanı Elazığ ili sınırları içerisinde olup, şehir merkezinin yaklaşık 40 km doğusunda yer almaktadır (Şekil2.1). Yolüstü ile Caferi (Gedikyolu) köyleri arasında yaklaşık 80 km²' lik bir alan kapsamakta ve 1/25000 ölçekli Elazığ K 43, d1, d2, d3 ve d4 topografik harita paftaları içerisinde kalmaktadır.

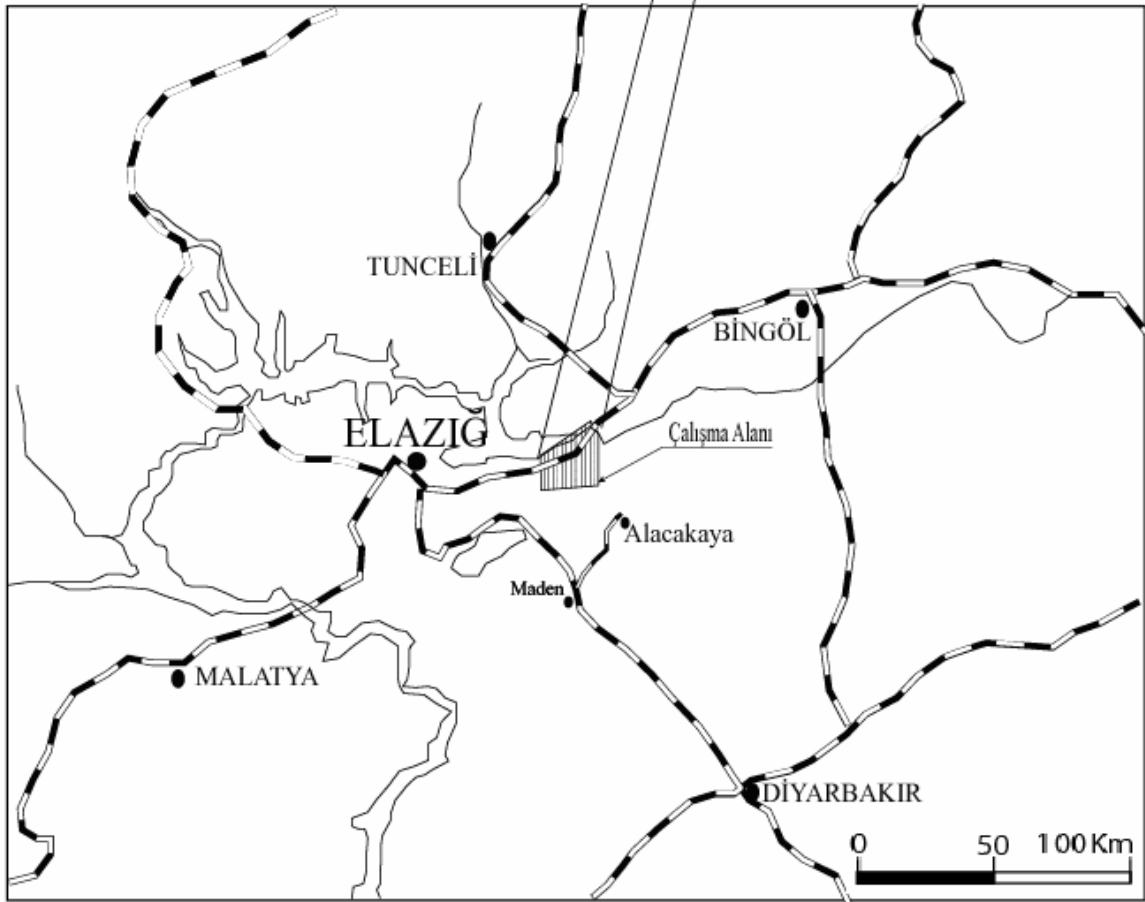
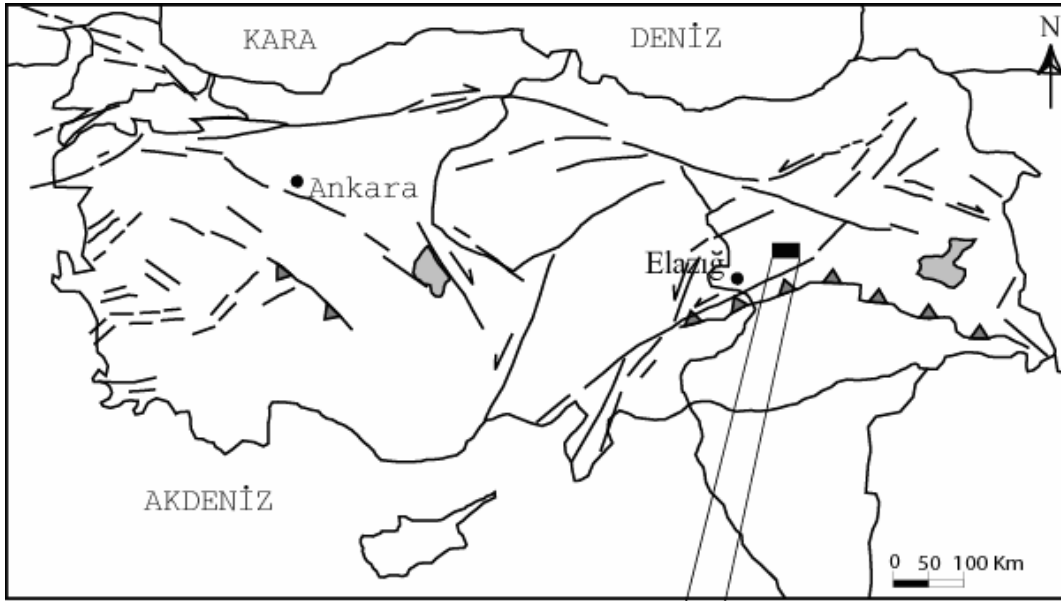
Elazığ- Bingöl karayolu ve demir yolu çalışma alanının kuzeyinden geçmektedir. Bölgenin topografik olarak en yüksek yerini inceleme alanı güney batısında, 2171m ile Mastar Tepe oluşturmaktadır. Mastar Tepe dışında Pilarbaba T. (1806m), Sarıkaya T. (1788m), Katırcımağara T. (1465m), Şakşak T. (1461m), Eskikürdikanbaşı T.(1253m) ise diğer önemli yükseltileri oluşturmaktadır (Ek-1). İnceleme alanının en düşük seviyesini oluşturan (850m) Keban Baraj Gölü ile en yüksek noktası arasındaki kot farkı 1321m' dir.

Akarsular bakımından fakir sayılan inceleme alanının kuzey sınırını oluşturan Keban Baraj Gölü'ne boşalan Fırat nehri yörenin en büyük akarsuyunu oluşturmaktadır. Diğer bir önemli akarsu da harita alanı dışında, inceleme alanının güneyinden geçen yaklaşık doğu-batı doğrultulu bir hat boyunca Doğu Anadolu Fay Zonu'nu takip ederek Fırat Nehrine boşalan Vartınık Çayıdır. Bunun dışında mevsimlik akışlara sahip, yılın büyük bölümünde kuru olan irili ufaklı dereler de bulunmaktadır. Bunların başlıcaları Çeşme Deresi, İskele Deresi, Kavaklı Dere, , Büyük Dere, Şahsuvar Deresi, Geban Deresi, Cin Deresi'dir. Sölek Dere, Caferi deresi ve Bent deresi ise yörenin yıl boyu akan sulu derelerinin başlıcalarıdır.

İnceleme alanında irili ufaklı birçok yerleşim birimi yer almaktadır. Bunlar; Yolüstü Köyü (Havik), Şeyhsuvar Köyü, Konakalmaz Köyü, Geban, İçme, Gedikyolu (Caferi), Aşağıbağ (Aşağı Şeyhhacı), Sarıkamış, Kumla (Yığıki) ve Yukarıbağ (Yukarı Şeyhhacı) köyleridir.

Karasal iklimle sahip olan bölgede, yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bitki örtüsü bakımından fakir olan bölgede özellikle yerleşim alanları çevresinde meyve bahçelerinin yanı sıra yer yer küçük meşe topluluklarına rastlanmaktadır.

Yöre halkının büyük bir kısmı tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. Ulaşım kolaylıkları nedeniyle köylü ürününü kolayca Elazığ şehir merkezi, Karakoçan, Kovancılar, Palu gibi yakın ilçe merkezleri ile Tunceli, Bingöl gibi şehirlere nakil ve değerlendirme olanağına sahiptir.



Şekil 2.1 İnceleme alanına ait yer bulduru haritası.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı, Torid Tektonik Kuşağı içerisinde yer almakta olup; gerek Türkiye'nin önemli metalik maden yataklarının, gerekse Doğu Anadolu Fayı'nın inceleme alanı içerisinde olması bu bölgede pek çok araştırmacının inceleme yapmasına sebep olmuştur.

Erdoğan (1977, 1982); inceleme alanı güneyinde bulunan Maden Karmaşığı içerisindeki masif sülfür yataklarının oluşumu ve kökeni ile ilgili çalışmada Maden Karmaşığını "Alt Volkanik Sedimanter Birimi" ve "Üst Volkanik Birimi" olarak ikiye ayrılmaktadır. Araştırmacı Maden karmaşığının, Kenar havza/Ada yayı karmaşık ortamı kayalar olduğunu kabul etmektedir.

Özkaya (1978) ve Özkaya(1981); Kılıç (2005)'ten ; Ergani-Maden-Guleman yöresindeki çalışmalarında; filiz formasyonu özelliğinde tanımlamış olduğu Simaki Formasyonu'nun Hazar Grubu'na dahil olduğunu belirtmiştir.

Perinçek (1979); Ergani-Maden-Hazar-Elazığ-Malatya bölgesinde yapmış olduğu çalışmalarda; Guleman Grubu'nun Jura, (?) — Kretase; Yüksekova Karmaşığı, Kampaniyen-Measitriyen; Hazar Karmaşığı, Measitriyen-Paleosen; Maden Karmaşığı'nın, Orta Eosen yaşlı olduğunu ve bu birimin "Kıta içi havza ortamındaki yerel bir havzada oluştuğunu" kabul etmektedir. Ayrıca bölgedeki tüm birimlerin K-G doğrultulu sıkışma ile kuzeyden güneye doğru bindirdiklerini belirtmektedir.

Hempton ve Savcı (1982); Elazığ-Malatya arasında yapmış olduğu çalışmada, Kampaniyen-Alt Measitriyen yaşını verdiği Elazığ Volkanik Karmaşığı'nın, Bitlis Sürüklenme Kuşağı'nın kuzey kenarı boyunca yüzelediğini ve bölgedeki kuzeye dalımlı büyük tektonik dilimlerden birini temsil ettiğini ve Sivrice -Elazığ arasında kendi içinde de ekaylanmış olan bu tektonik dilimin alttan üste doğru üç birlikten meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu birliklerin;

a- Düşük yeşil şist fasiyesinde metamorfize olmuş asidik intrüzyonlu gabro, diyabaz ve bazaltlar,

b- Prehnit-Pumpellit fasiyesinde metamorfize olmuş asidik daykalarla kesilmiş ojit-andezitik volkanikler ve volkanoklastikler,

c- Metamorfize olmuş asidik daykalarca kesilmiş yastık lavlar ve masif daykalarca kesilmiş andezitler, hornblent-andezitik volkanitler, andezitik volkanoklastikler olarak ayırmışlardır.

Araştırmacılar bu litolojinin genel karakterinin, dağılım ve göreceli olanlarının Elazığ Volkanik Karmaşığının ilksel ensimatik bir ada yayı karakterinde olduğunu savunmuşlardır.

Bingöl (1982,1984,1986,1987,1988); bölgede değişik birimler üzerinde yaptığı çalışmalarda; Yüksekova Karmaşığı kayaçlarının jeokimyasal ve petrografik özelliklerine dayanarak, Guleman Grubu'nun kıtasal kabuktan fazla uzak olmayan ince bir okyanus kabuğu üzerinde geliştiğini kabul etmektedir. Guleman Grubu'nun kümülatları ile ilgili çalışmasında araştırmacı, kümülatların petrografik özellikleri, oluşum ortamı ve oluşum şartlarını incelemiştir. Araştırmacı, kümülatlarda adkümülat ve mesokümülat dokunun görülmesini, kristalleşme hızının başlangıçta yavaş ve giderek hızlandığına bağlamaktadır. İnterkümülius ve kümülüus minerallerde zonlanmanın olmayışını ise, kristalleşmenin sabit basınç ve yüksek sıcaklıkta oluşmasına ve oluştukları magma odasının ise açılma hızının nispeten hızlı olduğu açılma zonlarında gelişebileceğini kabul etmektedir.

Engin ve diğerleri (1983) inceleme alanı güneyinde bulunan "Guleman Krom Yatakları ve Peridotit Biriminin Genel Jeolojik Konumu ve Yapısal Özellikleri" isimli çalışmalarında Guleman Ofiyoliti'ni kümülatlar ve tektonitler olarak ikiye ayırmışlardır. Araştırmacılar, bu kayaçların içermiş oldukları kromit açısından önemi ile kromit-yan kayaç ilişkisini incelemişlerdir.

Özkan (1983); "Caferi Volkanitleri'nin kökeni sorununa jeokimyasal bir yaklaşım " adlı çalışmasında; Caferi Volkanitleri'nin, Guleman Ofiyoliti'nin öteki birimlerden tektonik dilimlenmeyle yalıtılmış volkanik üyesi olabileceğini savunmuştur.

Erdem (1987); "Elazığ – Kartaldere - Gölardı köyleri arasındaki magmatitlerin petrografik incelemesi" isimli çalışmasında, Guleman Ofiyoliti'nin dünit-verlit-proksenit-gabro ile bunları kesen diyabaz dayklarından oluştuğunu ve bunların adkümülat ve mesokümülat dokusunda olduğunu belirtmiştir. Bu kayaçların, açılma hızı nispen yüksek olan bir magmatik odada oluştuğu görüşünü savunmuştur.

Kılıç (2005), "Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri" isimli çalışmasında, Guleman Ofiyoliti'nde, manto kayacı olarak harzburgitin olması, kalın ve değişik litolojide bir gabro seviyesinin bulunması Guleman Ofiyoliti'nin harburgit tipi bir ofiyolit (HOT) olduğunu ve Guleman Ofiyoliti'nin Subra Subduction Zonu ofiyolit istifi olabileceğini belirtmiştir.

4. ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

İnceleme alanında yaşlıdan gence doğru Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Gurubu, Pliyo-Kuvaterner ve güncel alüvyon yelpazeleri yüzeyleme vermektedir (Şekil 4.1).

4.1 Guleman Ofiyoliti (Üst Jura-Alt Kretase)

4.1.1 Tanım

Birim, Açıkbaz ve Baştuğ (1976) tarafından Şimşin Karmaşığı olarak adlandırılmıştır.

Sungurlu (1975), aynı birimi Çüngüş-Maden-Hazar yöresinde Guleman Ultramafitleri; Özkaya (1975), Maden-Ergani-Guleman yöresinde Guleman Ultrabazikleri ve Serpantinitleri olarak adlandırmıştır. Sungurlu ve diğerleri (1985), Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojik özelliklerini incelerken, bu bölgedeki Ofiyolitler için Guleman Grubu adını kullanmışlardır.

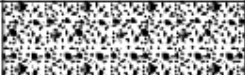
Erdoğan (1977), Özkaya (1978), Perinçek (1979 b), Yazgan (1981), Bingöl (1986,1987) ise birimi Guleman Grubu adıyla incelemiştir.

Bölgede yapılan daha sonraki birçok çalışmada birim için Guleman Ofiyolitleri adı benimsenip kullanılmıştır.(Özkan,1982, 1983, 1984; Özkan ve Öztunalı, 1984).

4.1.2 Dağılım ve Konumu

En iyi yüzeylemeyi Elazığ ilinin 50 km doğusunda, Guleman (Alacakaya) ilçesi civarında vermektedir.

İnceleme alanında ise; Elazığ-Bingöl karayolunun kuzeyinden Keban Baraj Gölü sınırı boyunca, güneyinde ise; Şeyhsuvar ve Yukarıbağ köyleri civarında yaygın olarak yüzeylemektedir (Ek-1). İnceleme alanında birimin güney sınırı, düşük açıyla kuzeye eğimli faylı bir dokanakla Maden Karmaşığı üzerine sürüklenimlidir (Özkan; 1983).

Y A Ş			GRUP	FORM	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER			PLEİSTOSEN			Alüvyon yelpazeleri, güncel dere yatağı çökelleri, alüvyon
MESOZOYİK	JURA - KRETASE	Ü. JURA - A. KRETASE	GULEMAN OFİYOLİTİ			Yastık lavlar
						Diyabaz dayk kompleksi
						bazaltlar tekil diyabaz dayklar
S E N E Z O Y İ K	P A L E O J E N	ORTA EOSEN	MADEN KARMAŞIĞI			Yastık lavlar, lav akıntıları
						Aglomerat, tuf ve bunlarla ardalanmalı kırmızımsı kahve rengi çamurtaşı-kireçtaşı.
		Ü. MEASTRİTİYEN - A. EOSEN	HAZAR GRUBU	GEHROZ FORM.		Gri - pembe kireçtaşı ve volkanik sedimanterler
				SİMAKİ FORM.		Kumtaşı kanal dolguları, şeyl ve kumtaşı ardalanması
				CLİFTAN FORM.		Bol miktarda <i>Lofusia</i> sp. fosili içeren çamurtaşı-kumtaşı
						Kumtaşı-silttaşı, kırmızı kumtaşı, kırmızı renkli taban konglomeraları

Şekil 4.1 İnceleme alanının tektonostratigrafik kesiti

4.1.3 Litoloji

Çalışma alanında Guleman Ofiyolitleri, bazalt, bazaltik yastık lavlar, ve bunlar arasında ince taneli koyu gri, yeşil ve siyah renkli diyabazlardan oluşan levha dayk kompleksi ve bazik volkanik karmaşık birimleri temsil edilmektedir. (Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.5). Diyabazlar, bazaltlara oranla az ayrılmış olduklarından röliyefer oluşturmaktadır. Diyabaz dayklarının kalınlığı 0.3 ila 1m arasında değişmektedir (Şekil 4.4).

Özkan ve Öztunalı (1984), yapmış oldukları detaylı harita çalışmaları sonucu, Guleman Grubu'nun tabanında 0.5-10 m. kalınlığında dünit ve podiform kromit içeren harzburjitlerden oluşmuş tektonitler ve dünit-verlit - klinoproksenit aralanması ve bantlı gabrolardan oluşmuş kümülatlarla, ofiyolitle arazi ilişkisi gözlenmeyen, ancak jenetik olarak ilişkili olduğunu düşündükleri volkanitlerden oluştuğunu kabul etmektedirler.

Maden yöresinde incelemeler yapan Erdoğan (1977), "Guleman Grubu" olarak adlandırdığı birimi tabanda dünit, harzburjit, lerzolit ve kromit oluşumlarının hakim olduğu peridotit birimi ve en üstte yeşil bazalt, bazaltik yastık lavlar ve ince taneli diyabaz dayklarından oluşan bazalt birimi olmak üzere üç birime ayırmıştır.

Bingöl (1986), yaptığı petrografik çalışmada Guleman Ofiyotik kayaçlarını, tabanda podiform kromit ile dünit bant ve mercekleri içeren folyasyonlu harzburjitlerden oluşmuş, yüksek sıcaklık (yaklaşık 1000C) ve 2-3 kb basınçlarda plastik deformasyon geçirmiş tektonitler ve dünit-verlit-klinoproksenit, bantlı troktolit, bantlı gabro ve kuvars diyoritlerden oluşmuş kümülatlar olmak üzere iki bölüme ayırmışlardır.



Şekil 4.2 Piri Mezar Tepe'nin yaklaşık 500m kuzeydoğusunda Guleman Ofiyoliti (JKg) bazaltik yastık lavların yakından görünüşü. Bakış güneye.



Şekil 4.3 Piri Mezar Tepe'nin yaklaşık 500m kuzeydoğusunda Guleman Ofiyoliti (JKg) bazaltik yastık lavları. Bakış G'ye



Şekil 4.4 Karman bağı Tepe'nin kuzeydoğu yamacında, Guleman Ofiyoliti (JKg) diyabazlarında ayrışmanın bazaltlara oranla az olması nedeniyle arazide çıkıntılar. Bakış Kuzeybatı'ya.



Şekil 4.5 Bağlar başı Tepe'nin kuzey yamacı Guleman Ofiyoliti (JKg) yüzey (bazalt) ve yarı derinlik (diyabaz) kayalarının yakından görünümü. Bakış güneye.

4.1.4 Ortamsal Yorum ve Yaş

Sungurlu ve diğerleri (1985), Elazığ-Hazar-Palu çevresinde yaptıkları çalışmalarda Guleman Grubu'nda ilk kez rastladıklarını belirttikleri volkanitler ile girift olarak gözlenen kırmızı renkli kireçtaşlarından almış oldukları kayaç örneklerinde; *Globotruncana* sp., *Globotruncana stuarti*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana runcana* ve *Heteroheliks* sp. fosilleri tespit ederek Kampaniyen-Alt Meastrihtiyen yaşını birim için önermişlerdir.

Aynı araştırmacılar birimin Yüksekova Karmaşığı ile aralarında köken ve yaş ilişkisi bulunduğunu Guleman Grubu ve Yüksekova Karmaşığı'nın aynı okyanus ürünleri olduğunu ve her iki birimin yaşının da Kampaniyen-Alt Meastrihtiyen olması gerektiğini ileri sürmüştür.

Bölgenin jeotektoniği ile ilgili araştırmalar yapan Yazgan (1981), Özkaya (1978, 1981; Kılıç, 2005'den) ve Bingöl (1984), Guleman Ofiyolitleri'nin Geç Triyas'tan itibaren Arabistan levhasının kuzeyinde açılan okyanusa ait ürünler olduğunu belirtmişlerdir. Bu okyanusun Geç Kretase'de kapanması sonucu ofiyolitlerin güneye doğru Arabistan levhası üzerine itildiğini kabul etmişlerdir. Guleman Ofiyolitleri'nin oluşum ortamı ile ilgili verilerin karşılaştırılması Talo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Guleman Ofiyolitleri'nin oluşum ortamı ile ilgili verilerin karşılaştırılması

Referans	Oluşum Ortamı
Özkaya (1982,1981); Kılıç (2005)'ten Yazgan (1981) Bingöl (1984)	Açılmaya başlayan okyanusa ait ürünler olduğunu ve bu okyanusun Üst Kretase'de kapanması ile de Ofiyolit'in güneye doğru Arap Levhası üzerine bindirdiğini kabul etmektedirler.
Erdoğan (1982)	Guleman Ofiyoliti bazalt biriminin gözenek boyutlarının en çok 1mm. hyaloklastik ara katkılarının bulunmayışı,yastık lav yapılarının yaygınlığı ve bazaltlarda afanitik-ofitik dokuların baskın olmasının akıcılığı yüksek magmanın pasif ve patlamasız akmasıyla; hidrostatik basıncın yüksek olduğu derin deniz ortamı olduğunu ve yapılar kimyasal incelemeler neticesinde okyanus tabanı düşük potasyumlu toleyit olabileceğini belirtmiştir
Çataklı (1983);Çelik (2003)'ten	Guleman Ofiyolitik masifinde tektonit ve kümülatları keser diyabazdayklarının, kalk-alkali özellikte olduklarını ve bunların açılmanın durup, kapanmanın başladığı esnada oluştuğunu savunmuştur.
Özkan ve Öztunalı (1984) Bingöl (1986); Kılıç (2005)'ten	Guleman Grubu'na ait tektonitlerin Üst Manto kalıntıları olduğunu belirtmişlerdir
Bingöl (1987 a)	Guleman Grubu'na ait tektonitler içerisindeki podiform kromit yataklarının, magma odasının eksenel kısmında türbülanslı şartlarda yaklaşık düşey kanallarda oluştuktan sonra kalıntı manto içerisinde sokulduğunu savunmuştur.
Kılıç (2005)	Guleman Ofiyoliti'nde, Manto kayacı olarak Harzburgitin olması, kalın ve değişik litolojide gabro seviyesinin bulunması Guleman Ofiyoliti'nin harzburgit tipi Ofiyolit (HOT) olduğunu ve gerek harzburgitlerin varlığı gerekse jeokimyasal verilere dayanarak Guleman Ofiyoliti'nin bir Subrasubduction Zonu Ofiyoliti olduğunu belirtmiştir.

4.2 Hazar Grubu (Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen)

4.2.1 Tanım

Rigo de Righi ve Cortesini (1964), tarafından "Hazar Birimi " olarak adlandırılan birim en iyi yüzeylemeyi Hazar Gölü'nün kuzey-kuzeydoğusu ve Elazığ 'ın Maden ilçesinin kuzey bölgesinde sunmaktadır. Özkaya (1975), Simaki Formasyonu'nuda gruba dahil ederek,"Hazar Formasyonu" olarak tanımlamıştır. Perinçek (1979 a), "Hazar Karmaşığı"Aktaş ve Robertson (1984), "Hazar Grubu" olarak isimlendirmiş ve çalışmada grubu, Ceffan Formasyonu, Simaki Formasyonu ve en üstte Gehroz Formasyonu olarak üç birime ayırmışlardır (Erdem,1987).

4.2.2 Dağılım ve Konumu

Hazar Gurubu'nun en iyi görüldüğü yer, inceleme alanı dışında Elazığ ilinin yaklaşık 25 km güney doğusundaki Hazar Gölü'nün kuzey-kuzeydoğusudur.

Çalışma sahasında ise Hazar Grubu, başta Sarıkamış Köyü Kuzeyi ve kuzey batısı olmak üzere inceleme alanının güney kısmında çalışma alanı boyunca doğu-batı doğrultusunda geniş bir yayılım sunmakta ve Maden Karmaşığı'na ait kayaçlar tarafından uyumlu olarak örtülmektedir (Ek-1).



Şekil 4.6 Sarıkamış Köyü yaklaşık 500m Kuzeybatısında Guleman Ofiyoliti (JKg), Hazar Grubu (KTh) ve Maden Karmaşığı (Tmk) arasındaki dokanak ilişkisi ve Hazar Grubu kumtaşı kanal dolgusu.

4.2.3 Litoloji

Gri, açık kahve, kırmızı kahve renkli kumtaşı, silttaşı, şeyl, marn ve kireçtaşları ile en altta kırmızı kahve renkli konglomeralardan oluşan Hazar Gurubu'nun üç formasyonuna ait litolojik özellikler şöyledir.

4.2.3.1 Ceffan Formasyonu (Üst Meastrihtiyen)

Birime ait konglomera ve yama resifi karbonatları Sarıkamış ve Kumla köyleri kuzeyindeki sınırlı alanlarda yüzeyleme vermektedir. (Ek.1) Hazar Grubunun tabanında yer alan birim, bölgede etkili olan tektonizma ile oluşan normal faylar nedeniyle yükselerek yüzeyleme vermiştir (Çelik 2003).

İnceleme alanında birim kalın bir Konglomera seviyesi ile başlamaktadır. bu Konglomeraların %80' den fazlası Guleman Ofiyoliti' ne ait ultrabazik kayalarından oluşmuştur (Çelik 2003). Boyutları 2 mm ile 60cm arasında değişen çakıllar arasında Hippurit fosiller içeren kireçtaşı parçalarına da rastlanmaktadır.

Bu Konglomera seviyesi üzerinde kumtaşı ara tabakaları sunan Ceffan Formasyonu üste doğru kil taşları, yama resifi kireçtaşlarından oluşmaktadır.

4.2.3.2 Simaki Formasyonu (Üst Meastrihtiyen)

Ceffan Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Simaki Formasyonu, grimsi yeşil renkli killi kumtaşları ve şeyllerden oluşmuştur. Simaki Formasyonu'nun tüm seviyelerinde bol miktarda *Loftusia* sp. Fosili ve daha az oranda ise *Omphalacyclus* sp. Fosili görülmektedir (Erdem, 1987). Fosilli seviyeler, genellikle killi kumtaşı ve şeyllerden meydana gelmektedir.

4.2.3.3 Gehroz Formasyonu (Üst Meastrihtiyen - Orta Eosen)

İnceleme alanının güneyinde Mastar Tepe civarında geniş yüzeyleme sunan birim, batıda Değirmenönü, İçme, Geban yerleşim birimlerinin güneyinde yüzeylemelere sahiptir.

Hazar Grubu'nun en üst birimini oluşturan Gehroz Formasyonu, Simaki Formasyonu üzerine uyumlu olarak, gelir (Erdem, 1987). En iyi yüzeyleme sunduğu yer bölgenin en yüksek yerini oluşturan Mastar Tepe'dir (2171m).

Pembe gri kireçtaşları kumlu kireçtaşları ve bunların arasındaki kumtaşı tabaka ve bantlarından oluşmaktadır (Şekil 4.6). Bunların içerisinde de yer yer fosil kavkılarına ve fosillere rastlanmaktadır. Bu fosiller *Pecten* sp. ve *Osrea* sp. olarak saptanmıştır (Erdem 1987).

4.2.4 Ortamsal Yorum ve Yaş

Hazar Grubu'nun tabanını oluşturan Ceffan Formasyonu'nun özellikleri, bu formasyonun başlangıçta karasal ortamda çökeldiğini ve giderek denizel ortama dönüştüğünü belirtmektedir. Simaki Formasyonu ile aynı yanal geçiş göstermesi havzanın faylarla yer yer çöktüğünü; en üstteki Gehroz Formasyonu'nun Pelajik kireçtaşları ile şelf deniz ortamında çökeldiğini belirtmektedir (Erdem 1987).

Ayrıca bu birim içerisinde görülen *Loftusia* sp. *Omphalaeyelus* sp. *Pecten* sp. *Ostrea* sp. *Lepidoorbitoides* sp. *Orbitoides* cf. *apiculatus* ve *Orbitoides* sp gibi fosiller ile rudis kavkı parçalarından ötürü birime Üst Meastrihtiyen - Orta Eosen yaşı verilmiştir.

4.3.Maden Karmaşığı (Orta Eosen)

4.3.1 Tanım

Birim ilk kez Ketin (1983) tarafından Çermik (Diyarbakır) çevresinde Maden Serisi olarak adlandırılmış ve Koçali Karmaşığı da bu seriye dahil edilmiştir. Rigo De Righi ve Cortesini (1964), birimi, “Maden Birimi” olarak adlandırmışlardır. Özkaya (1974), aynı birimi " Sason-Baykan Grubu " olarak tanımlarken; Açıkbaş ve Baştuğ ve (1974), yaptıkları çalışmalarda birime "Baykan Karmaşığı "ismini vermişlerdir. Çermik-Çüngüş-Ergani bölgesindeki çalışmalarında Sungurlu (1975), birimi grup seviyesinde "Baykan Karmaşığı" olarak tanımlamış ve Maden Birimi, Hazar Birimi ve Guleman Ultramafitleri olarak üçe ayırmıştır. Maden yöresinde incelemeler yapan Erdoğan (1977) ise birimi "Maden Grubu" olarak tanımlamıştır.

Birim, Maden Karmaşığı olarak ilk defa Perinçek (1979), tarafından adlandırılmıştır.

4.3.2 Dağılım ve Konumu:

Birimin en iyi yüzeylemeler verdiği yer, Elazığ'ın Maden ilçesi civarıyla Diyarbakır'ın Ergani ile Elazığ'ın Maden ilçeleri arasındır. (Perinçek,1979 b)

İnceleme alanında birim harita alanının güneyinde D-B doğrultusunda yaklaşık 1 Km. genişliğinde bir şerit şeklinde uzanmaktadır. Doğuda, bindirme hattını takip ederek Keban Barajı Gölü kıyısı boyunca devam etmektedir.

Bu birim, Sarıkamış Köyü'nün kuzeydoğusundan itibaren batıya doğru Pilarbaba Tepe'ye kadar Hazar Grubu'na ait Simaki Formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunurken Pilarbaba Tepe civarından batıya doğru Mastar Tepe'nin kuzey yamacında İçme çevresinde ise yine Hazar Grubu'na ait Gehroz Formasyonu'nun kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Ek.1).

Birimin üst sınırını, Guleman Ofiyolitleri bir bindirme fayı ile sınırlamaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Sarıkamış Köyü yaklaşık 500m Kuzeybatısında Guleman Ofiyoliti (JKg), Hazar Grubu (KTh) ve Maden Karmaşığı (Tmk) arasındaki sınır ilişkisi.

4.3.3. Litoloji

Maden Karmaşığı, çalışma sahasının doğu-güney doğusunda, Keban Barajı Gölü kıyısından batıya doğru devam eden bindirme hattı boyunca yaklaşık 1 km. genişliğindeki bir alan halinde uzanmaktadır.

İnceleme alanında birim; aglomera, tuf, volkanik kumtaşı, lav akıntıları, yastık lavlar ve yer yer bunlarla ardalanmalı kırmızımsı kahverengi çamur taşlar-kireçtaşları ile temsil edilmektedir.

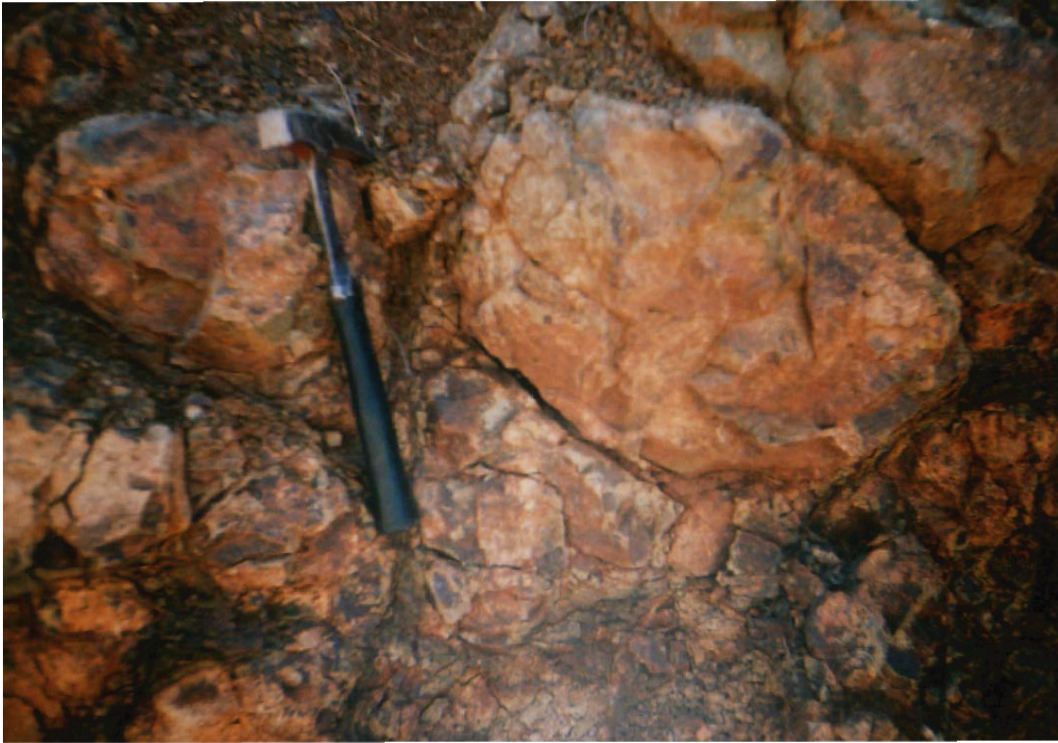
Yastık lavlar kahverengimsi ve morumsu renklere sahiptirler ve istifin üst kesimlerine yakın yoğunlukları artmaktadır (Şekil 4.8.)

Aglomeralar, arazide mor, kahverengi, yeşil gri, yeşilimsi renklere sahiptir ve çakıl boyları 64 mm.den 50-55 cm ye kadar değişmektedir. (Şekil 4.9).

Sungurlu ve diğ.(1985), Karadere Formasyonu adı ile inceledikleri bu birimin yaşını, içerisindeki kırmızı kireçtaşı merceklerinden aldıkları örneklerin fosil içeriğine göre Orta Eosen olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu çalışmada birime ait çamur taşlarından ve volkanosedimanterlerden alınan örnekler üzerinde yapılan çalışmalarda fosil bulgusuna rastlanılmamıştır.



Şekil 4.8 Şeyhhacı Sırtı'nda Maden Karmaşığı (Tmk) yastık lavlar ile ardalanmalı lav akıntıları. Bakış Güneydoğu'ya.



Şekil 4.9 Maden Karmaşığı'na (Tmk) ait aglomeralar. Katırcımağara Tepe'nin 250 mt kuzeydoğu yamacı. Bakış Güneydoğuya

4.3.4. Ortamsal Yorum ve Yaş

Maden Karmaşığının en iyi görüldüğü Maden ve Pütürge ilçelerinde petrokimyasal ve arazi çalışmaları yapan araştırmacılar bu birimin oluşum ortamı için farklı yorumlar yapmışlardır. Bunlar Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 Maden Karmaşığının oluşum ortamı ile ilgili verilerin karşılaştırılması (Çelik, 2003’ten).

Referans	Oluşum Ortamı
Rigo de Righi& Cortesini (1964)	Ard çukur tipihavza (Orojenin üstünde ya da arkasındaki çökmüş kısım) Hazar birimi ile uyumlu ve aynı havzayı paylaşıyor.
Sungurlu (1975)	Lice iç çukuru (Orojenik kuşak içerisinde kenarları normal faylı çukur alan)
Özkaya (1974)	Kenarları faylı ve hızla derinleşen Öjeosenklinal Havza
Perinçek (1979)	Kenarları normal faylı, kıta içi havza
Perinçek ve Özkaya (1981)	Bitli-Keban kuşakları arasındaki dar ve derin havza
Yazgan (1981)	Yerleşmiş ensimatik Guleman Ofiyolitleri ve en sialik Pütürge Metamorfiteği üzerinde gelişen etkin bir kıta kenarı ürtinli
Erdeoğlu (1982)	Adayayı ortamında oluşan toleyitik ve kalk-alkalen volkanizma (Volkanitlerin jeokimyasından)
Şengör ve Yılmaz (1983)	Bitlis-Pütürge Masifi’nin kuzeyindeki güneye dalımlı dalma-batma zonu üzerinde gelişen kıtasal rifileşme havzası.
Yazgan (1984)	İnce bir kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş toleyitik ve kalk-alkalen volkanizma (Jeokimyasal veriler)
Perinçek ve Kozlu (1984)	Bitlis-Pütürge Masifi’nin kuzeyinde güneye dalımlı bir dalma-batma zonu üzerinde gelişen kenar deniz ortamı.
Aktaş ve Roberson (1990)	Kuzeye doğru olan dalma-batmazonu üzerindeki yay önü havzadaki yığılma kaması.
Hempton (1984-1985)	Ada yayının bir bölümü üzerinde, volkanizmanın hüküm sürdüğü bir kenar havza.
Sungurlu v.d.(1985)	Tabanını Guleman, Yüksekova, Hazar Birimleri ve metamorfiteğin oluşturduğu Orta Eosen çanağı.
Özçelik (1985)	Maden Havzası’nın tabanındaki okyanusal kabuk üzerinde erginleşmemiş en simatik ada yayı volkanizması (Volkanitlerin Jeokimyası).
Yazgan ve Chessex (1991)	Bitlis-Pütürge Masifi üzerinde ve ona paralel dar ve kısa ömürlü bir havza.
Yığılbaş v.d.(1993)	Yay ardı ortamda embriyonik okyanus havzası (Ofiyolitik dizi geliştirmeyecek kadar yeni).
Turan v.d.(1993)	Neotetis’in güney kolunun kapanması ile ilişkili gerilmeli yayın yay ardı havzası.

Çalışma alanında Maden Karmaşığı, Guleman Ofiyolitleri tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir. Birim, Hazar Gurubu üzerine ise uyumsuz olarak gelmektedir(Ek-1).

4.3.5. Metamorfizma

Erdoğan (1982), Mineral parajenezlerinin, Maden Gurubu'nun 250–300 santigrat derece ve 2-3 kb. basınç altında Prehnit-Pumpellyit fasiyes şartları altında metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir.

Araştırmacı; klinopiroksen kristallerinin çok az oranda klorite dönüştüğünü, plajiyoklazların albite dönüşmüş ve yoğun olarak inklüzyonlar içerdiğini belirtmiştir. İkincil mineral olarak çokluk sırasına göre; albit, kalsit, pumpellyit, kuvars, epidot, klorit ve olası prehnit bulunur. Klinozoisit, zoisit ve aktinolit rastlanmaz. Metamorfizma derecesi istifte, üstten alta doğru düzenli bir artma göstermez ve iki alt birimin sınırı boyunca keskin bir değişim gözlenir. Maden Grubu'nun taban çakıltaşlarını oluşturan Guleman Grubu kayalarından oluşmuş çakıllarda Yeşilist Fasiyes parajenezleri gözlenir. Bu durum, Guleman Grubu'nun metamorfizmasının Maden Grubu'nun çökelişi öncesinde tamamlandığını gösterir.

Araştırmacı; ileri derecede mineral dönüşümüne rağmen kayalarda yapraklanma gelişmediğini ve buradan hareketle metamorfizmanın, ısı derecesindeki yükselim sonucu veya gömülmesiyle geliştiğinin söylenebileceğini ileri sürmüştür.

Bu çalışmada inceleme alanında Maden Karmaşığı'nın bazaltik yastık lav ile bu yastıklar arasında yer yer görülen lav akıntılarından alınan örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelerde alterasyonun oldukça etkili olması nedeni ile fotoğraf alınamamış, ancak örneklerde epidot + klorit + albit $\pm$ kuvars gibi düşük derece metamorfizmayı yansıtan mineral toplulukları görülmektedir. Kayalarda yönlenmenin olmaması, gerek okyanus suyundan, gerekse magmatik faaliyetler ile ilişkili hidrotermal çözeltilerden kaynaklanan akışkan fazın bu bölgedeki kayalardaki dolaşımına bağlı olarak gelişen düşük basınç, nispeten yüksek-orta sıcaklık şartlarında okyanus tabanı metamorfizmasına işaret etmektedir.

4.4. Alüvyonlar

İnceleme alanında Pleistosen'den günümüze kadar geçen süre içerisinde oluşmuş alüvyonlar yüzeyleme vermektedir.

Kürdikan köyünün güneyindeki Orta Tepe ve çevresinde Pleistosen yaşlı olduğu düşünülen ve Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca yüzeyleyen alüvyonların fayın oluşumundan sonra çökmeye başladığı düşünülmektedir(Ek-1).

Malzemesinin büyük çoğunluğunu ofiyolitik kayaç parçalarının oluşturduğu gevşek tutturulmuş konglomera, silttaşı ve kiltası şeklinde görülen alüvyonlar, düşey ve yanal

yönlerde ani litolojik kesilmeler göstermektedir. Buda muhtemelen Doğu Anadolu Fay zonunun birimleri tektonik olarak etkilemiş olmasından kaynaklanmaktadır.

İnceleme alanının K-KD kesiminde Keban Baraj Gölü kıyısında ve Gedikyolu, Konakalmaz, Aşağıbağ köyleri civarından Keban Baraj Gölü kıyısı boyunca bir şerit halinde uzanan alüvyonlar Pliyo-Kuvaterner yaşlı olup, bunların üzerine inceleme alanının güneyinde kuzeyden güneye doğru, kuzeyinde ise, güneyden kuzeye doğru yayılan alüvyon yelpazeleri ve güncel dere yatağı bulunmaktadır (Ek-1).

5. YAPISAL JEOLJİ

Çalışma sahası, Türkiye'deki dört önemli tektonik birlikten biri olan Toros Orojenik Kuşağı'nın doğu kesiminde yer almaktadır. Bu kuşak içerisinde yer alan Doğu Anadolu Fayı; inceleme alanının güneyinden geçmektedir. Ayrıca, kuşakta önemli birkaç bindirmeden biri olan Mastar Dağı Bindirmesi de bulunmaktadır.

Doğu Anadolu Fayı; inceleme alanı dışında yurdumuz sınırları içerisinde Hatay'ın Samandağı ilçesi yakınlarından, Bingöl'ün doğusunda Karlıova ilçesi civarına kadar uzanmaktadır ve bu bölgede Kuzey Anadolu Fayı ile birleşmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972). Bu araştırmacılar, Fayın Miyosen yaşlı kireçtaşlarını kesmesini örnek göstererek fayın yaşının Miyosen'den genç olması gerektiğini belirtmiştir.

Mastar Dağı Bindirmesi; inceleme alanının güneyinde yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan ve kuzeyden güneye doğru itilmenin bir sonucu olarak Guleman Ofiyoliti'nin, Maden Grubu üzerine bindirmesini sağlayan bindirme fayı Çelik (2003), tarafından Mastar Dağı Bindirmesi olarak adlandırılmıştır.

Bu çalışmanın amacı yapısal jeoloji olmadığından ve ayrıca inceleme alanının dar oluşu nedeniyle, bölgesel anlamda bir tektonik yoruma gidilmemiş, sadece inceleme alanındaki tektonik yapıların tanımı yapılmıştır. Buradan hareketle, çalışma sahasında kıvrımlı yapılardan çok kırıklı yapıların geliştiğini söyleyebiliriz.

6. PETROGRAFİ

Bu incelemenin konusunu oluşturan volkanik kayalar Guleman Ofiyoliti'ne aittir. İnceleme alanında ise; Guleman Ofiyoliti'nin bazalt ve bazaltik yastık lavlardan oluşan yüzey kayaları ile diyabaz dayklarından oluşmuştur (Ek-1).

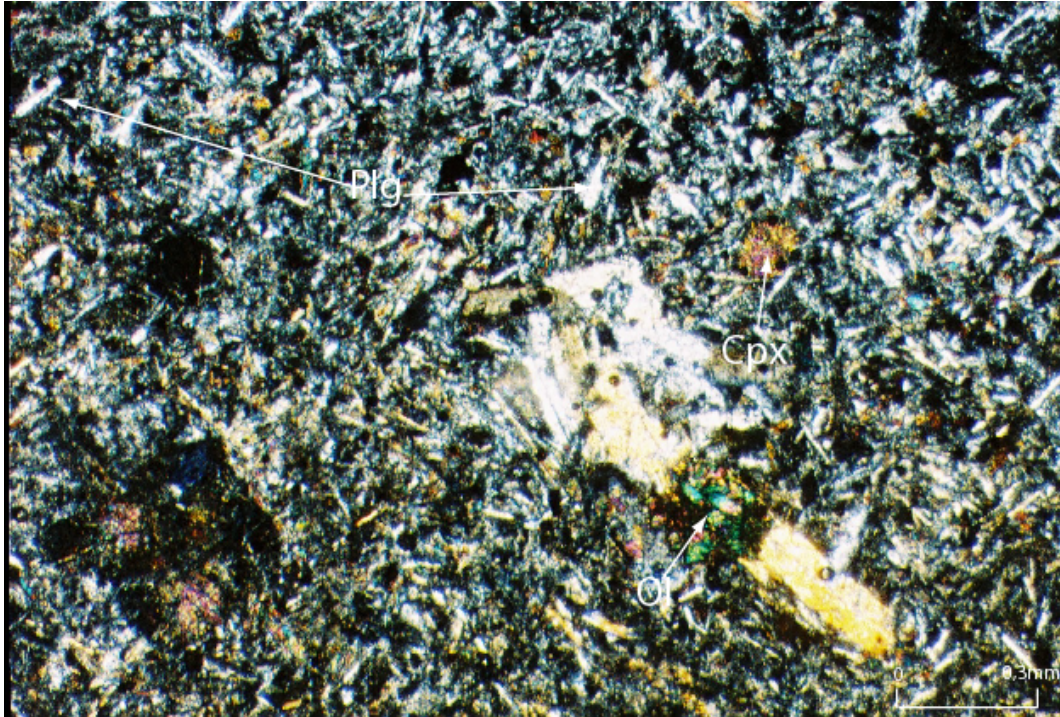
Arazi çalışmalarında birime ait yüzey ve damar kayalarından alınan 65 kadar kayaç örneği üzerinde yapılan petrografik incelemeler sonucunda şu özellikler saptanmıştır.

6.1.Yüzey Kayaçları

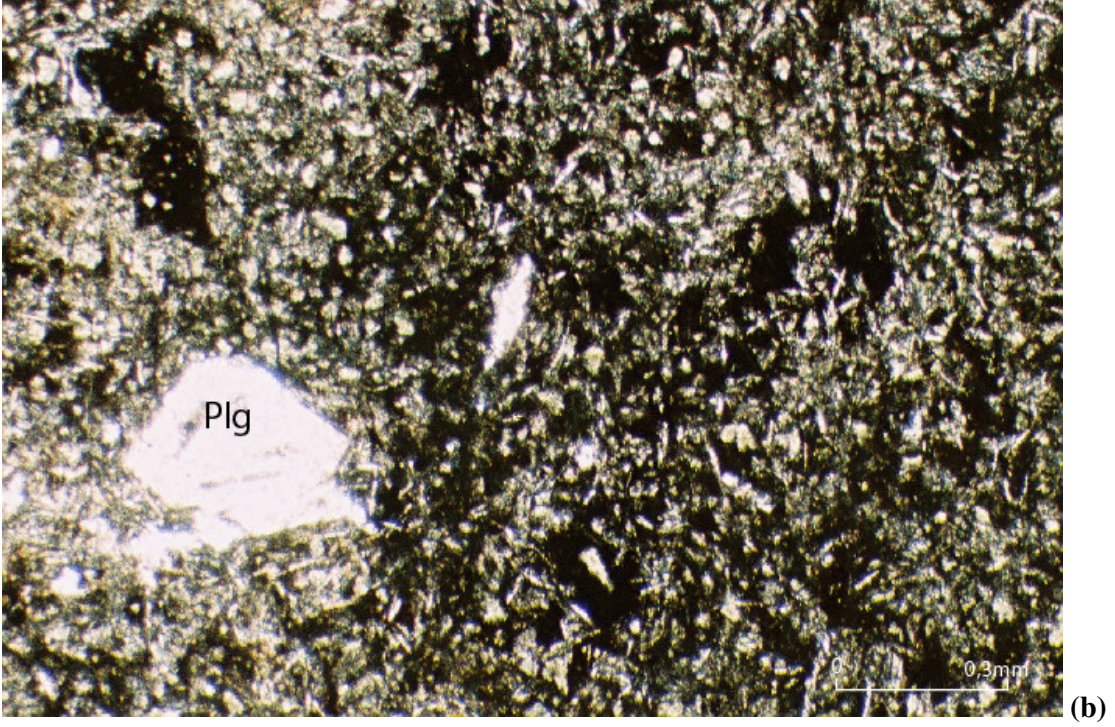
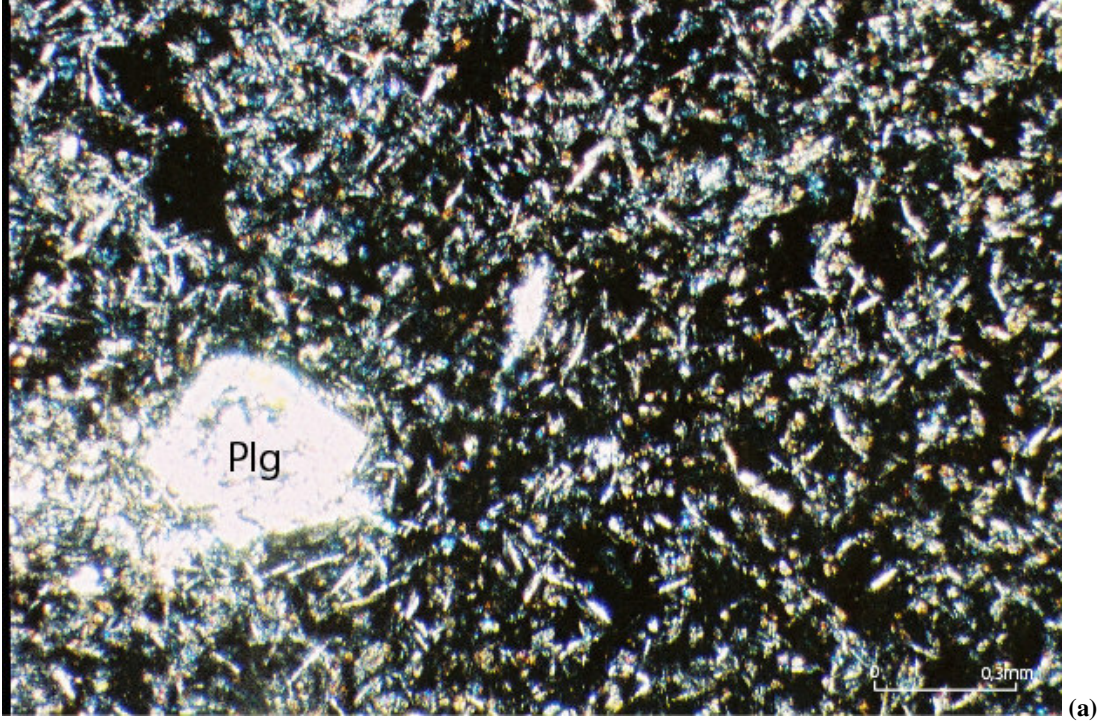
Makroskobik olarak oldukça ince taneli, koyu yeşil, siyah ve gri renklerdeki bu kayalar; esas olarak bazalt bileşimindedir.

6.1.1.Bazaltlar

Esas olarak, plajiyoklaz, piroksen ve olivin minerallerinden, ikincil mineral olarak da, klorit, epidot, amfibol (yeşil hornblent), serizit, zeolit, kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Birimde, genellikle intersertal ve intergranüler, kısmen de porfirik (vitro, mikro, glomero) ve amigdaler dokular görülmektedir (Şekil 6.1, 6.2, 6.3,ve 6.4).



Şekil 6.1 Bazaltlarda mikroporirik doku. Plajiyoklaz (Plg), Olivin (Ol), Klinopiroksen (Cpx) Ç.N.X 3,2



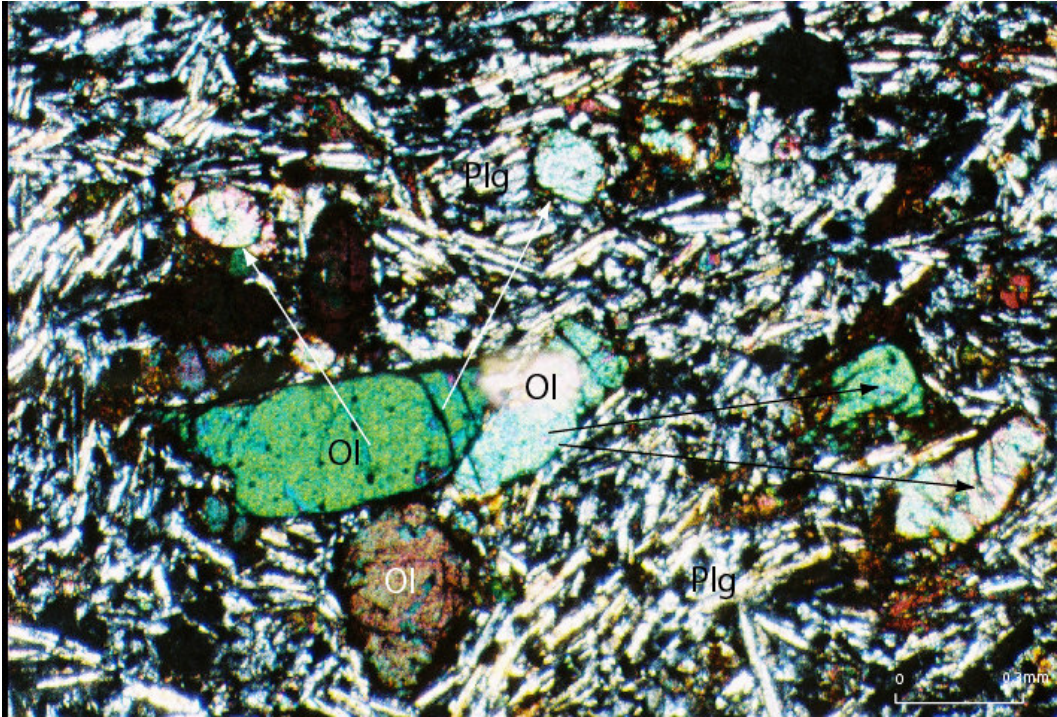
Şekil 6.2 (a) Bazaltlarda mikroporirik doku. Plajiyoklaz (Plg), Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü

Plajiyoklaz mineralleri; kayaç içerisinde hem fenokristaller, hem de fenokristallerin arasını dolduran hamur malzemesini oluşturan mikrolitler şeklinde görülmektedir.

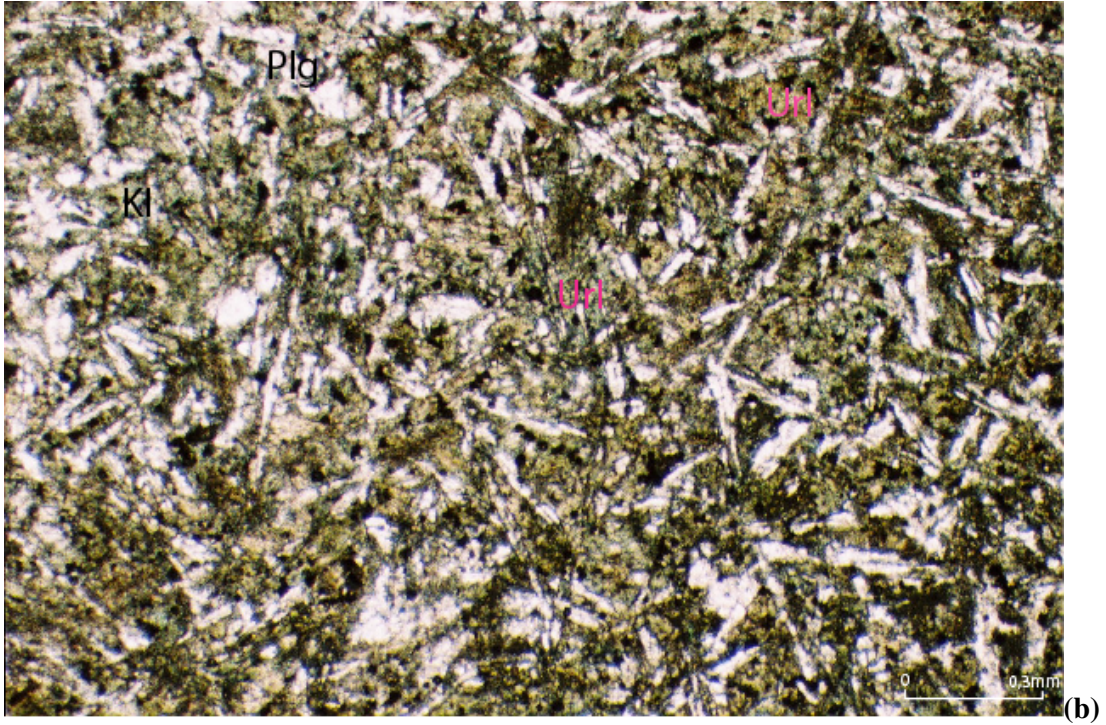
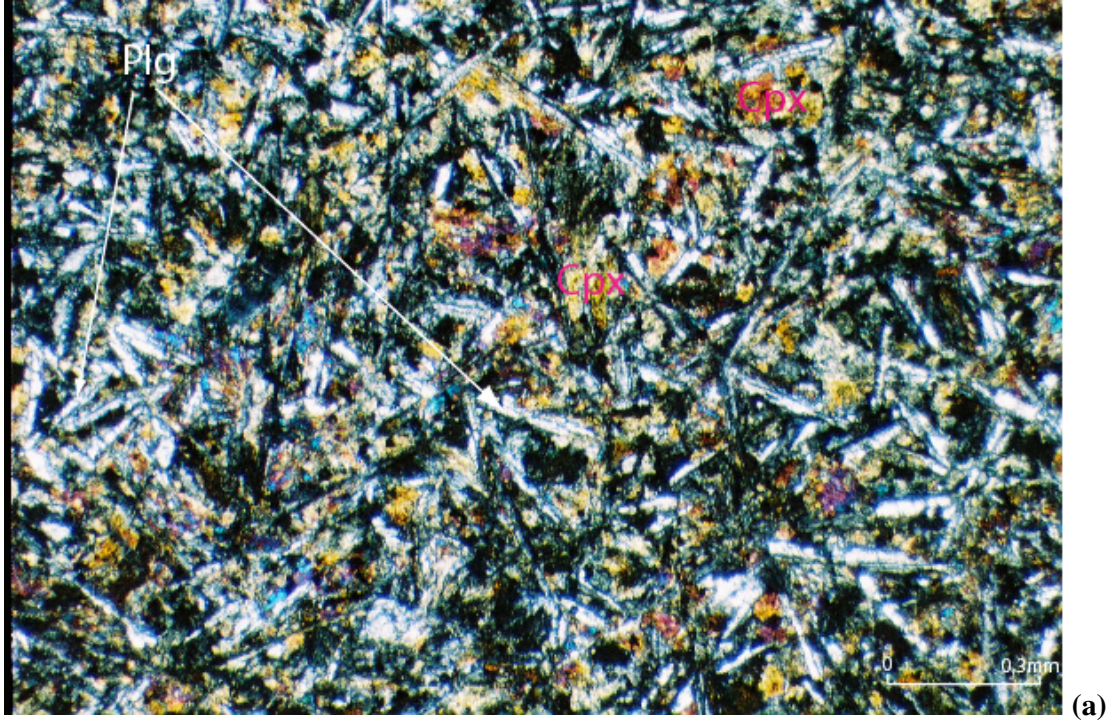
Fenokristaller, öz şekilli veya yarı öz şekilli olup, albit veya albit + karlsbad ikizlerine sahiptir. Plajiyoklazlar yer yer uzun prizmatik kristaller, yer yer de eş boy taneler halindedir.

Albit ikizli plajiyoklaz mikrolitlerinde ölçülen çok sayıda sönme açısı değerlerinin ortalaması 36 derece olarak bulunmuştur. Bu sönme açısı değerlerine göre plajiyoklazlar %An 64 olup labrador bileşiminde oldukları tespit edilmiştir. Bu sönme açısı değerlerine göre olarak saptanmıştır. Ayrıca Plajiyoklaz minerallerinde çatlaklar boyunca kloritleşme ve kaolinleşmeler görülmektedir.

Piroksenlerin türü klinopiroksendir. Bunlar yarı öz şekilli, öz şekilsiz olup, oldukça fazla ayrıışmışlardır. Büyük bir kısmı kloritleşmiş veya uralitleşmişlerdir (Şekil 6.3). Ayrıca Piroksen minerallerinde hidrotermal alterasyona bağlı olarak yeşil hornblende dönüşüm gözlenmektedir. Klinopiroksenlerde ölçülen sönme açısı değerleri 47 derece olarak saptanmış, bu sönme açısı değerine göre klinopiroksen türü ojit olarak belirlenmiştir.



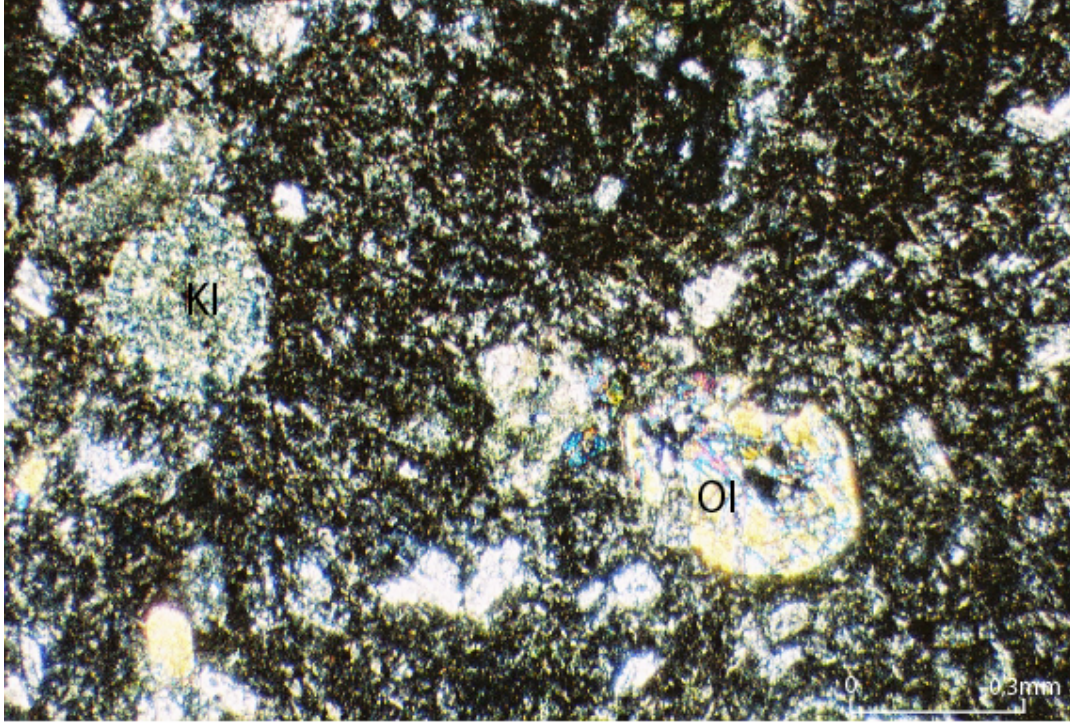
Şekil 6.3 Bazaltlarda Glomero pofirik doku. Plajiyoklaz (Plg),Olivin (Ol). Ç.N.X 3,2.



Şekil 6.4 (a): Bazaltlarda intergranüler doku. Plajiyoklaz (Plg), Klinopiroksenlerin alterasyonu sonucunda oluşan Uralit (Ur) (Cpx) ve hamur malzemesinin Kloritleşmesi (Kl). Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü.

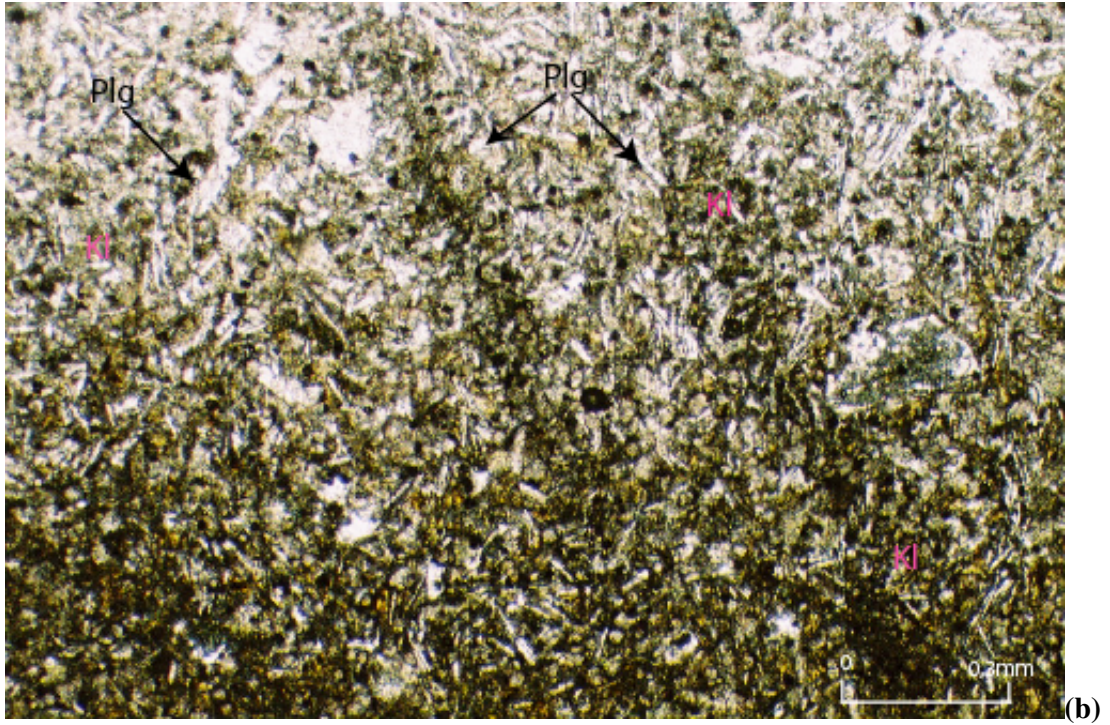
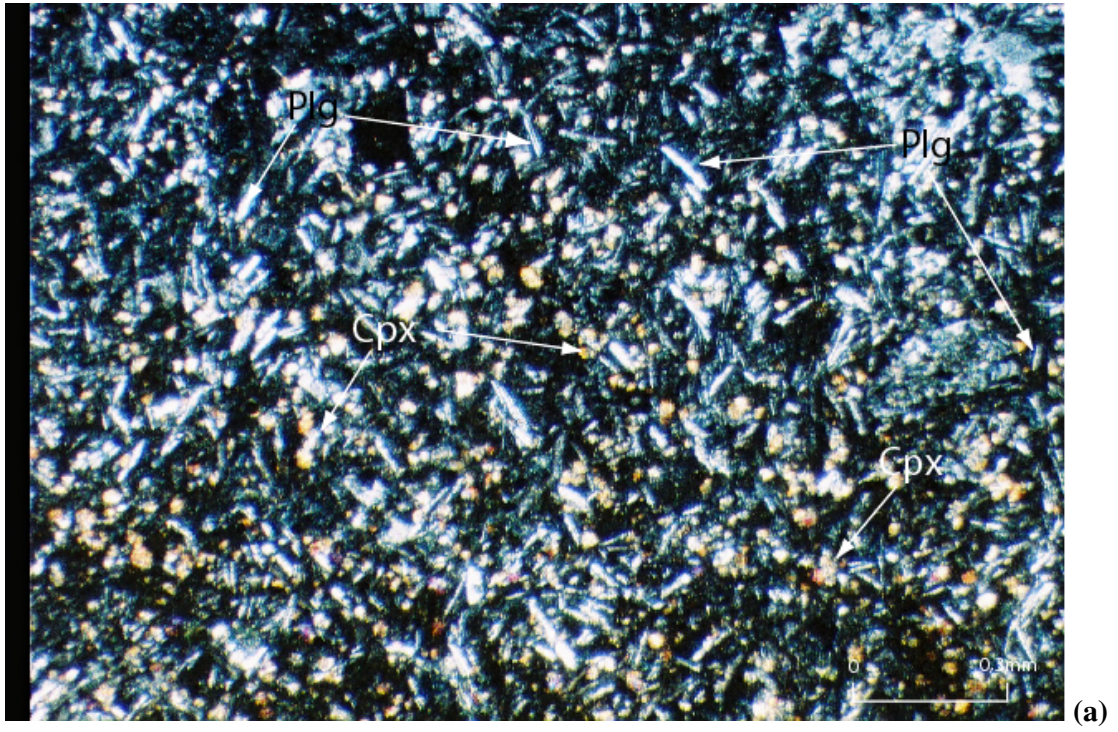
Olivinler öz şekilsiz veya yarı öz şekilli fenokristaller halinde olup canlı çift kırılma renkleri ile ayırt edilebilmektedirler(Şekil 6.3, Şekil 6.4). Olivin kristallerinin kenar zonlarında demir oksit oluşumuna bağlı olarak kahverengi veya kırmızı kahve bir kuşak

görülmektedir. Küçük olivin kristallerinde tamamen iddingsite dönüşüm gözlenirken daha iri olan fenokristallerde kısmen mineralin sınırları boyunca iddingsitleşme görülmektedir.

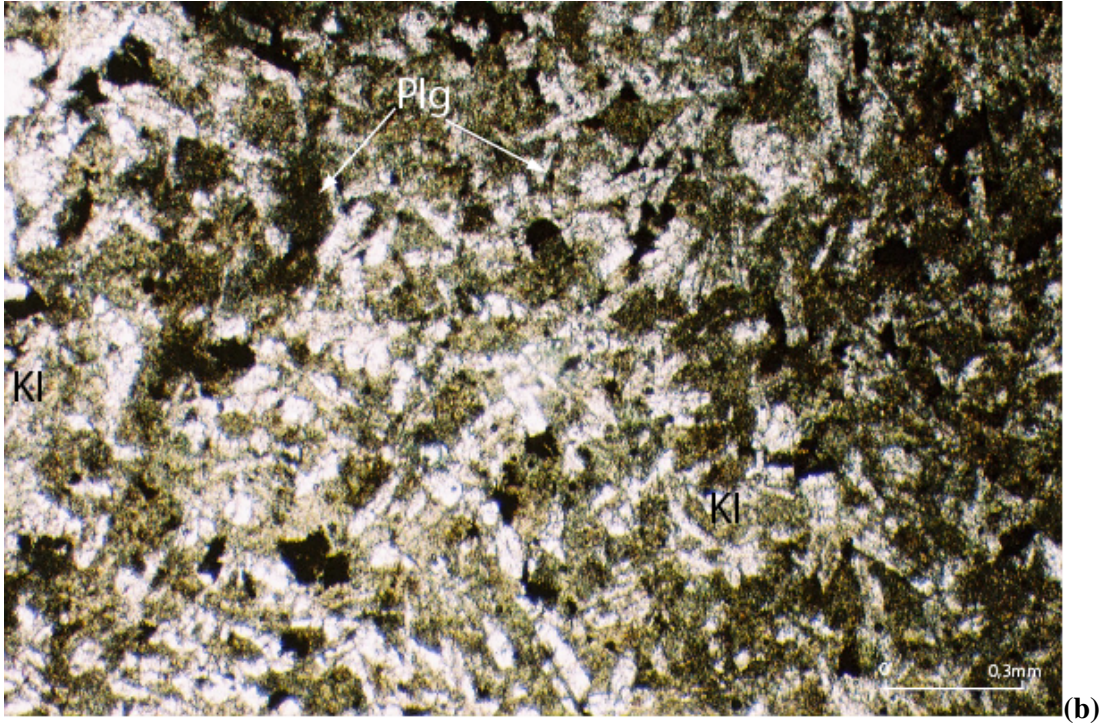
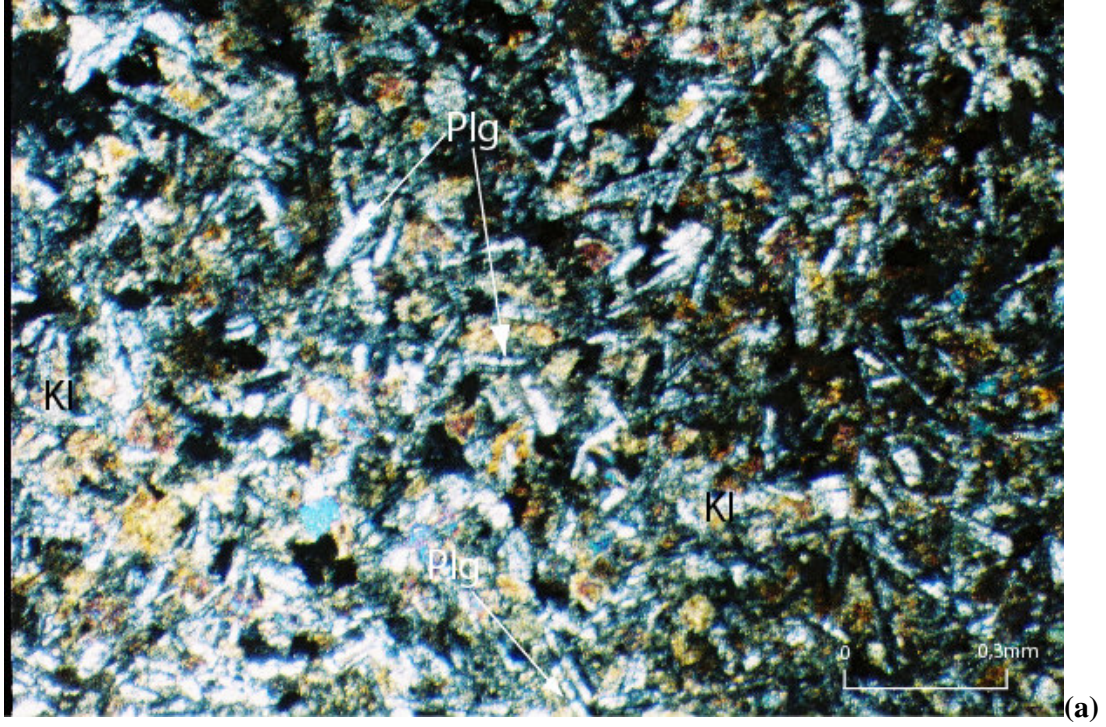


Şekil 6.5 Bazaltlarda Vitroporfirik doku. Olivin (Ol), klorit minerali (KI). Ç.N.X 3,2.

İkincil minerallerden epidotlar, çoğunlukla gelişigüzel dağılmış küçük mineral kristallerinden oluşmuş olmakla beraber bazende ışınal kristaller sunmaktadır. Bir diğer ikincil mineral ise piroksen minerallerinin alterasyonu sonucunda oluşmuş olan kloritler (Şekil 6.6, Şekil 6.7) ve plajiyoklazların alterasyonu sonucunda oluşmuş tremolitlerdir (Şekil 6.9).



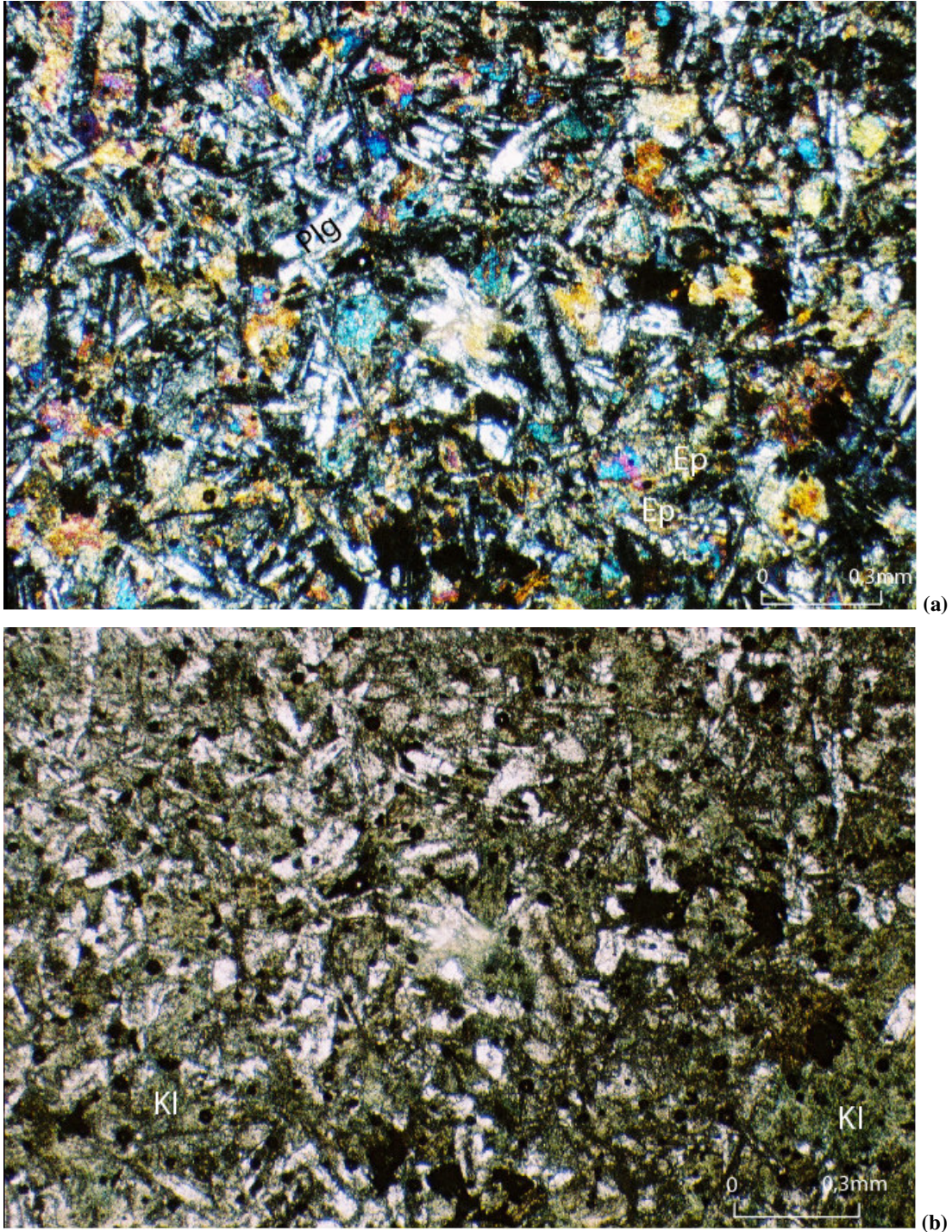
Şekil 6.6 Bazaltlarda intergranüler doku. **(a):** Plajiyoklaz (Plg), Klinopiroksen (Cpx) ve hamur malzemesinin Kloritleşmesi (Kl). Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü.



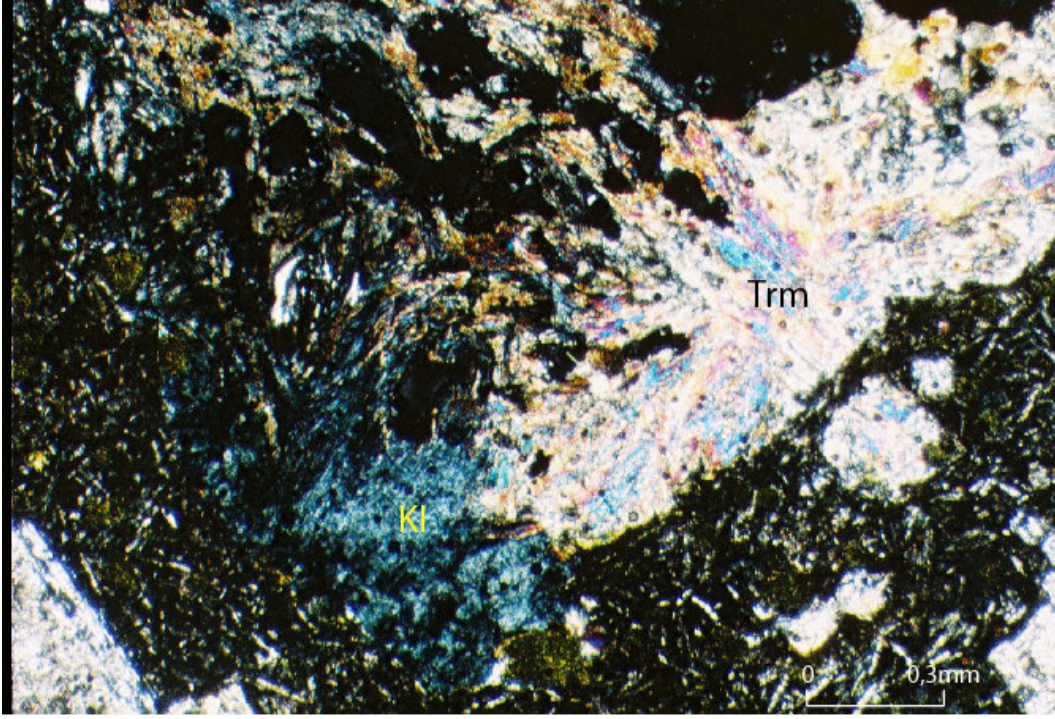
Şekil 6.7 Bazaltlarda intersertal doku. **(a):** Plajiyoklaz (Plg) ve hamur malzemesinin Kloritleşmesi (Kl). Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü.

Bazalt örneklerinde epidot + klorit + albit gibi düşük derece metamorfizmayı yansıtan mineral toplulukları görülmektedir. Bu bazaltlar örnekleri, plajiyoklazları albitleşmiş olan

bazalt örnekleridir. Kayaçlarda yönlenmenin olmaması, bu kayaçların okyanus ortası sırtlarda mantodan kaynaklanan yüksek ısı akısına bağlı yüksek sıcaklığa ve gerek okyanus suyundan, gerekse magmatik faaliyetler ile ilişkili hidrotermal çözeltilerden kaynaklanan akışkan fazın bu bölgedeki kayaçlardaki dolaşımına bağlı olarak gelişen düşük basınç, nispeten yüksek-orta sıcaklık şartlarında; yaklaşık yeşil şist fasiyesinde okyanus tabanı metamorfizmasına işaret etmektedir (Şekil 6.8).



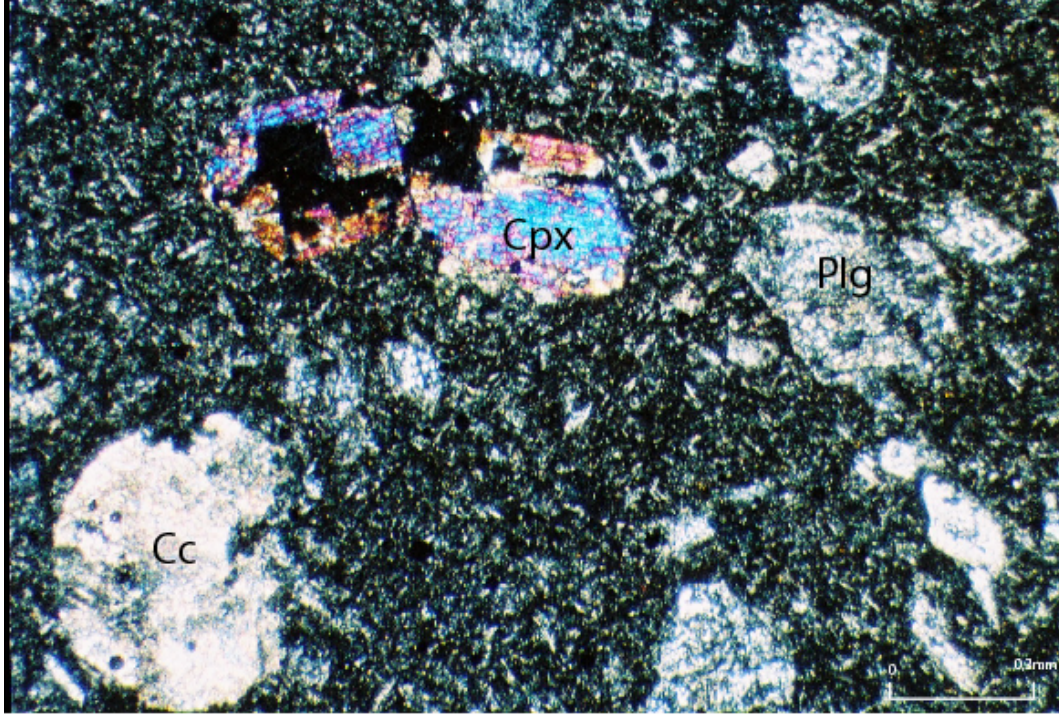
Şekil 6.8 Spilitik bazalt örneği. (a) Epidot (Ep) ve klorit (Kl) mineral topluluğu. Ç.N.X 3,2. (b): Aynı kesitin tek nikolde görünüşü.



Şekil 6.9 Bazaltlarda tremolitleşmiş (Trm) piroksen minerali ve klorit minerali. Ç.N.X 3,2.

6.1.3. Yastık Lavlar

Bazalt bileşiminde olan yastık lavlar inceleme alanının kuzey kesiminde yüzeyleme vermektedirler (Ek-1). Esas olarak; plajiyoklaz, piroksen daha az oranda ise olivin mineralinden oluşmaktadır. İkincil mineral olarak; klorit, epidot, zeolit ve kalsit mineralleri yer almaktadır. Kayaçta amigdaler doku görülmektedir (Şekil 6.10).

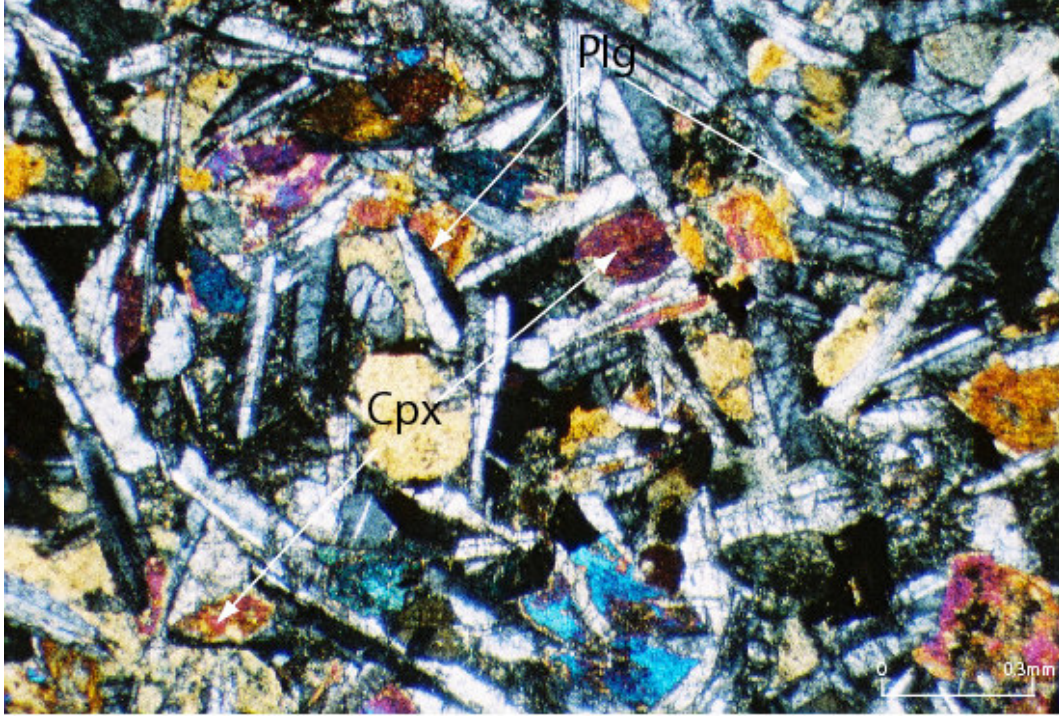


Şekil 6.10 Bazaltlarda Amigdaler doku. Plajiyoklaz (Plg), Klinopiroksen (Cpx) ve amigdaleri dolduran Kalsit minerali (Cc). Ç.N.X 3,2.

Yastık lavlardaki plajiyoklazlarda yoğun alterasyondan ötürü sönme açıları tam olarak ölçülememiş ise de yüksek sönme açısı değerine sahip oldukları görülmüştür. Sönme açısı değerlerinin yüksek olması An içeriğinin % 50'den fazla olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu kayalar, sönme açılarının yüksekliği ve kütle şekilleri dikkate alınarak bazaltik yastık lavlar olarak adlandırılmıştır.

6.2. Yarı Derinlik Kayaçları

İnceleme alanında yer alan yarı derinlik kayaçları tamamen diyabaz olarak saptanmıştır. Esas olarak; plajiyoklaz, klinopiroksen, olivin minerallerinden, tali mineral olarak opak minerallerden, ikincil olarak, amfibol (yeşil hornbled), klorit, epidot, serizit, kalsit ve kuvars minerallerinden oluşmuşlardır. Kayaçta intergranüler doku görülmektedir (Şekil 6.11).

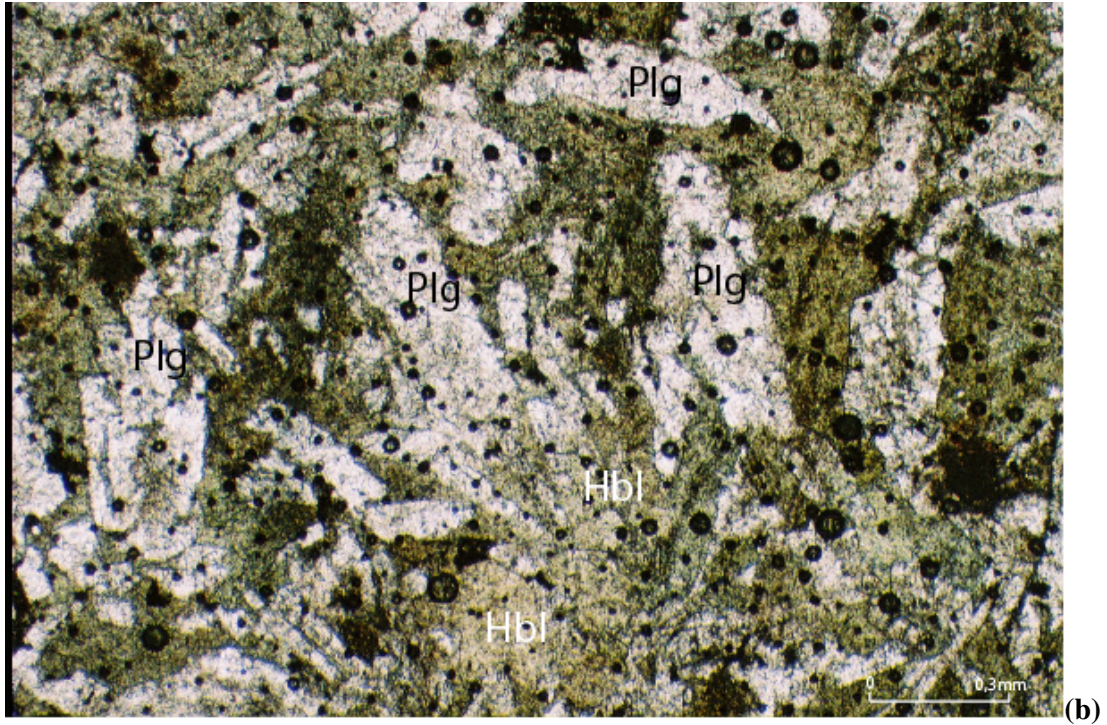
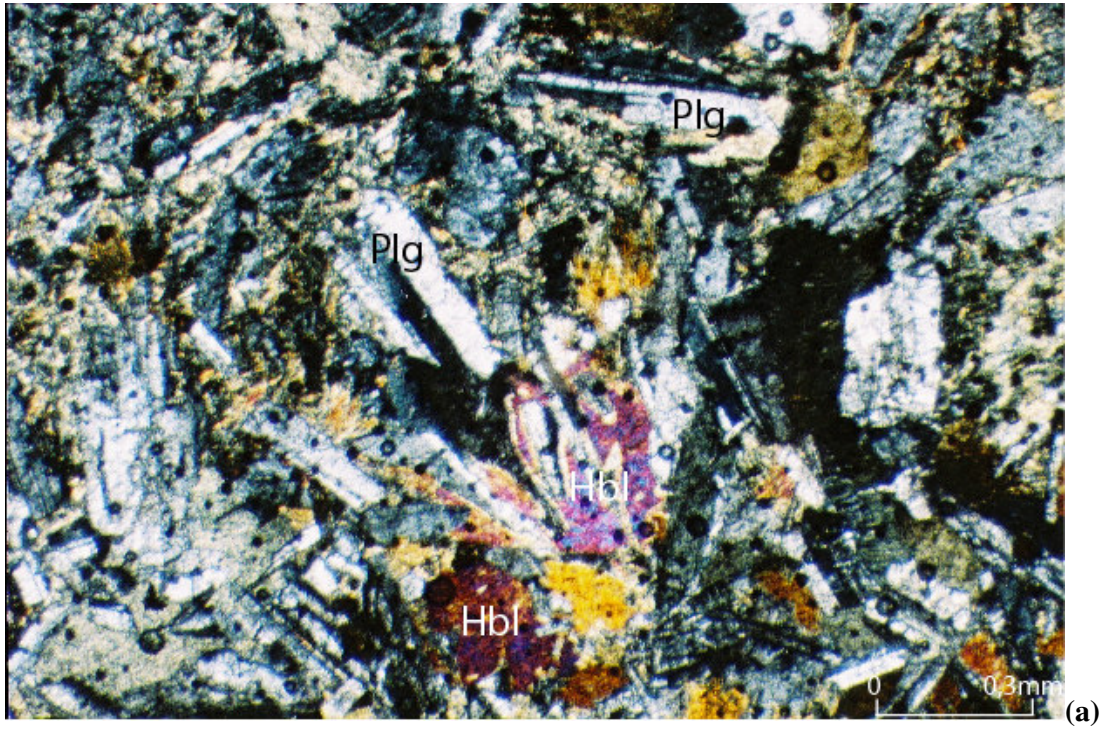


Şekil 6.11 Diyabazlarda intergranüler doku. Plajiyoklaz (Plg), klinopiroksen (Cpx) minerali. Ç.N.X 3,2.

Plajiyoklazlarda genellikle albit daha az oranda albit + karlsbad ikizleri görülmektedir. Yaygın olarak alterasyon izleri taşıyan plajiyoklazlarda sassüritleşme türü alterasyon görülmektedir.

Albit kanununa göre ikizlenmiş plajiyoklaz kristallerinde ölçülen sönme açısı değerleri 13–26 derece arasında saptanmıştır. Bu sönme açısı değerlerine göre % An 31–48 olarak bulunmuştur. Bu da plajiyoklazların Andezin türünde olduğunu göstermektedir. Kayaçların aslında diyabaz olmasına rağmen kısmen veya tamamen hornblende dönüşmüş klinopiroksen içermesi, ayrıca plajiyoklazlardaki düşük sönme açısı ve anortit içeriği değerlerinin gözlenmesi bu kayaçların muhtemelen okyanus tabanı metamorfizması şartlarında metamorfizma geçirdiğine işaret etmektedir.

Klinopiroksenler metamorfizma ve/veya metazomatizmaya (hidrotermal alterasyona) bağlı olarak ya tüm kristal veya kristalin çatlak ve kristal kenarları boyunca dıştan içe doğru yeşil hornblende dönüşmüşlerdir (Şekil 6.12). Yukarıda da bahsedildiği gibi bu dönüşüm bazı piroksen kristallerinde tüm kristal boyunca tamamlanmış olmasına rağmen bazen kristalin merkezi kısmında klinopiroksen kalıntılarına rastlanmaktadır.

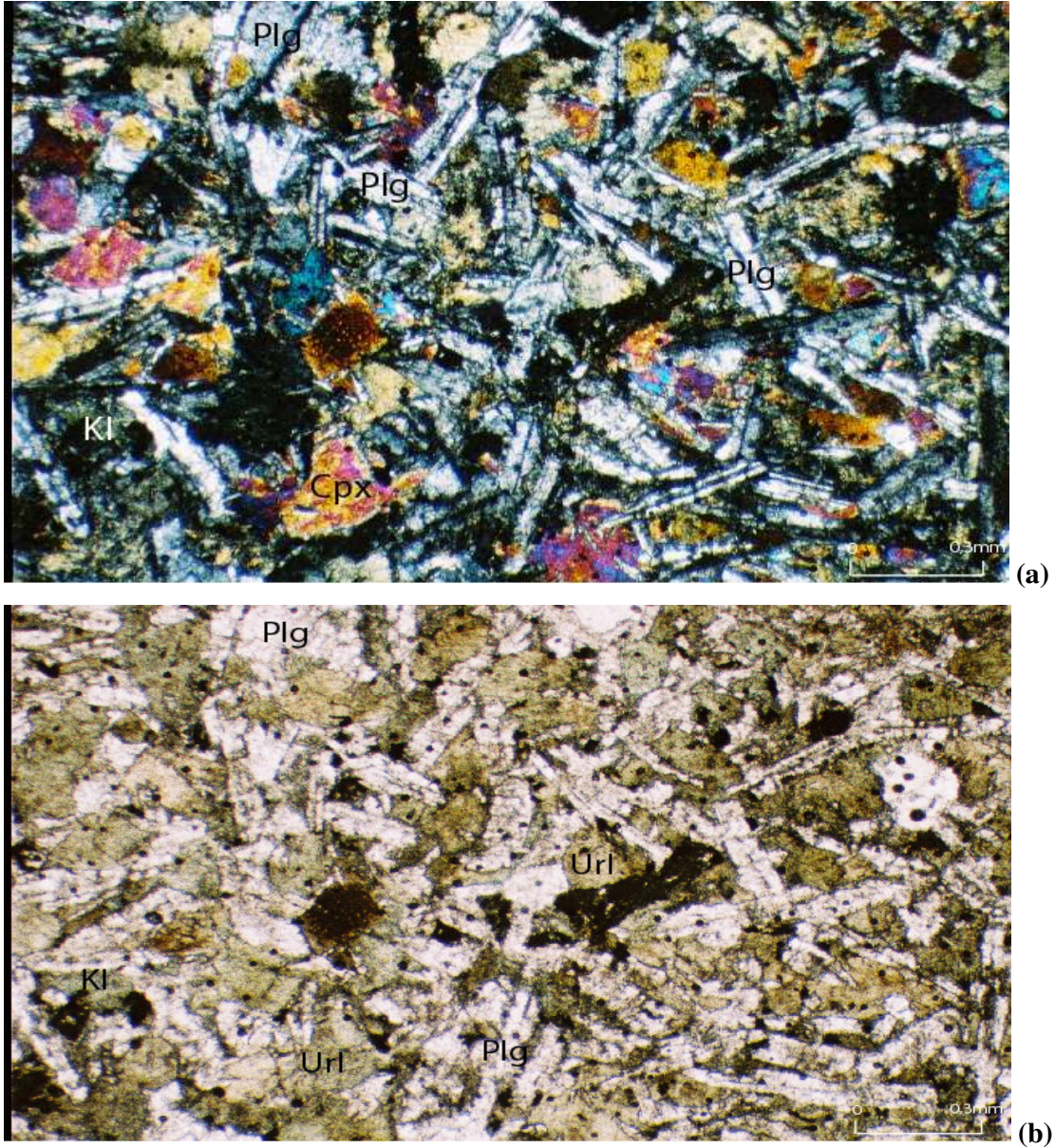


Şekil 6.12 (a): Diyabazlarda Klinopiroksenlerin dönüşümü sonucu oluşan hornblendler (Hbl). Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü.

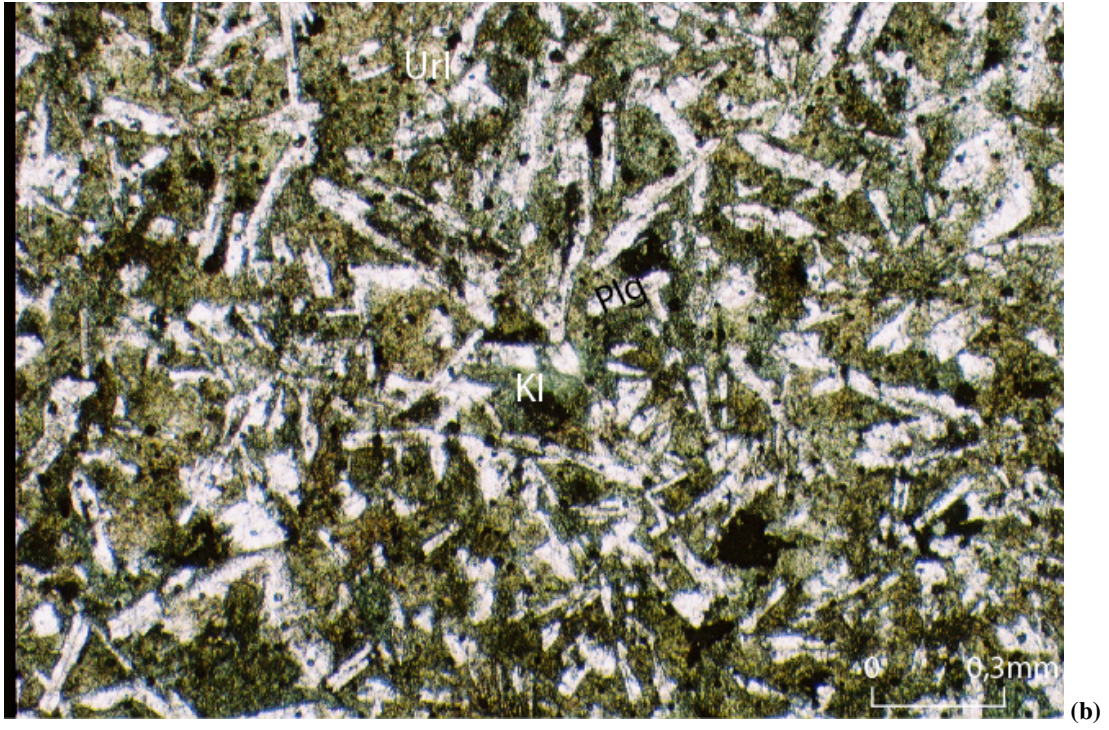
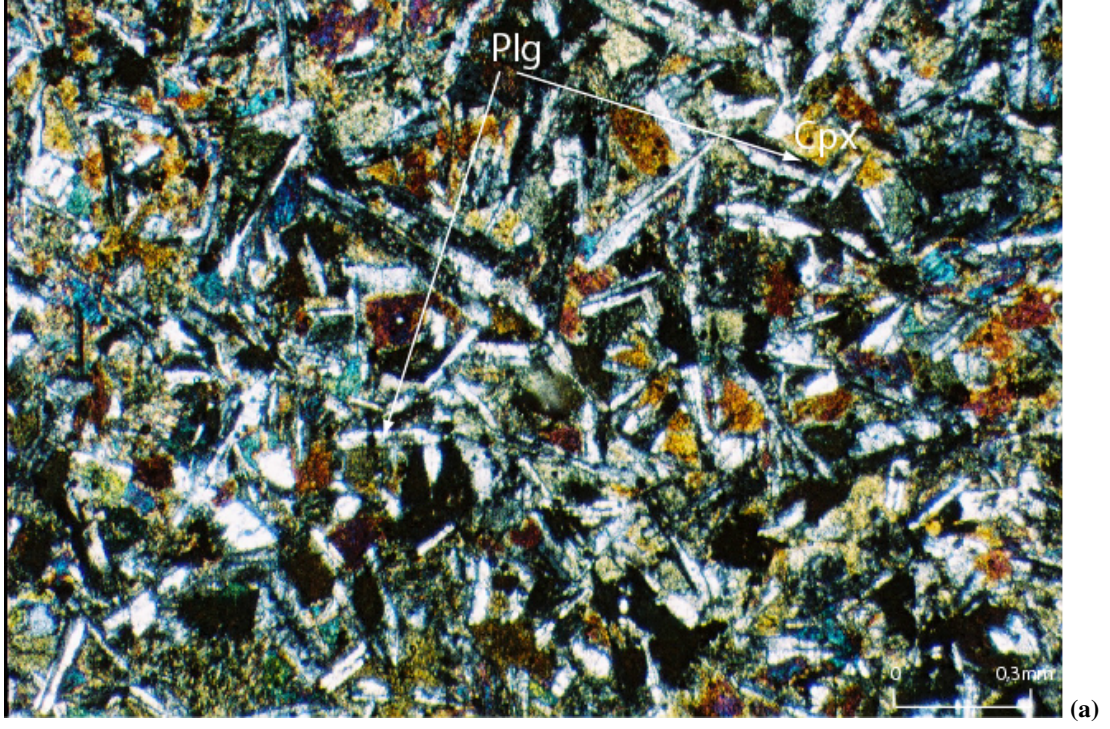
Tek yönde dilinim gösteren klinopiroksenler de, dilinim izlerine göre sönme açıları ölçülerek 47 derece bulunmuş bu sönme açısı değerine göre klinopiroksen türü ojit olarak belirlenmiştir. Ancak bazı kristallerdeki ayrışma nedeniyle klinopiroksen türü saptanamamıştır.

Olivinler; tamamen öz şekilsiz eş boyutlu mor, mavi ve turuncu çift kırılma renklerine sahip birbirine dik yönde gelişmiş kötü dilinimlere sahiptirler.

İkincil minerallerden en yaygın olanı yeşil hornblentler olup bunlar klinopiroksenlerin alterasyonu sonucunda oluşmuşlardır. Ayrıca plajiyoklazların alterasyon ürünü olarak ışınal görünümlü epidot, kalsit ve uralit (Şekil 6.13, Şekil 6.14) mineralleri gözlenmektedir. Daha az oranda ise ışınal görünümlü klorit mineralleri görülmektedir.



Şekil 6.13 Diyabazlarda İntergranüler doku. **(a):** Plajiyoklaz (Plg), klinopiroksen (Cpx), klinopiroksenlerin alterasyonu sonucunda oluşmuş epidot (Epi), kalsit (Kl) ve uralit (Url) mineralleri gözlenmektedir. Daha az oranda ise ışınal görünümlü klorit (Kl) mineralleri görülmektedir. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü

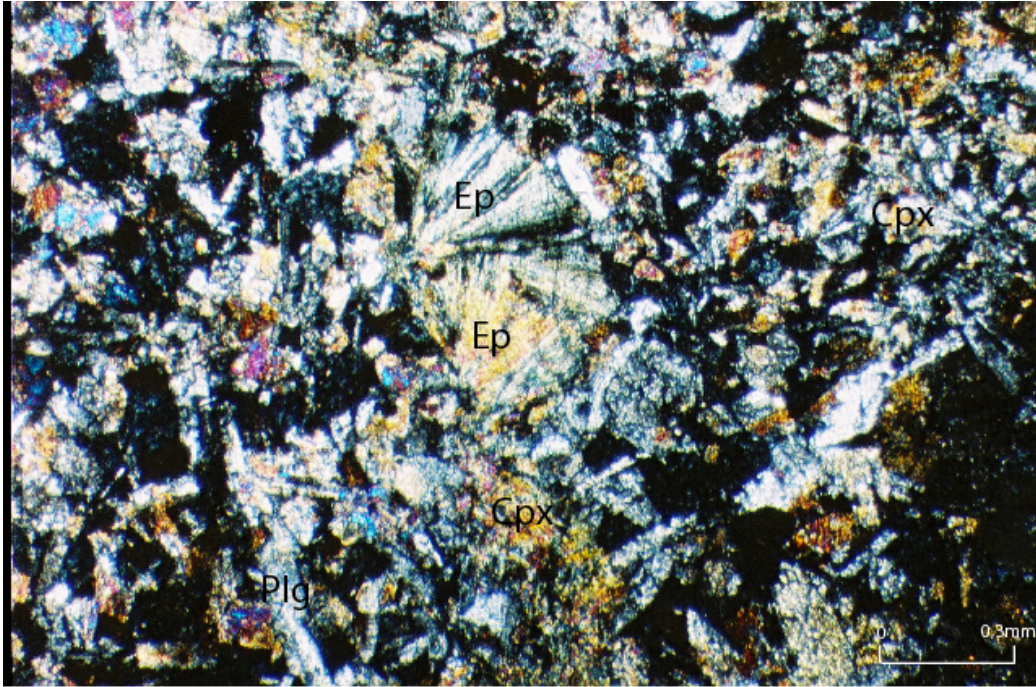


Şekil 6.14 Diyabazlarda İntergranüler doku. **(a):** Plajiyoklaz (Plg), klinopiroksen (Cpx), klinopiroksenlerin alterasyonla uralit mineraline dönüşmesi (Urt) ve klorit (Kl) Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü

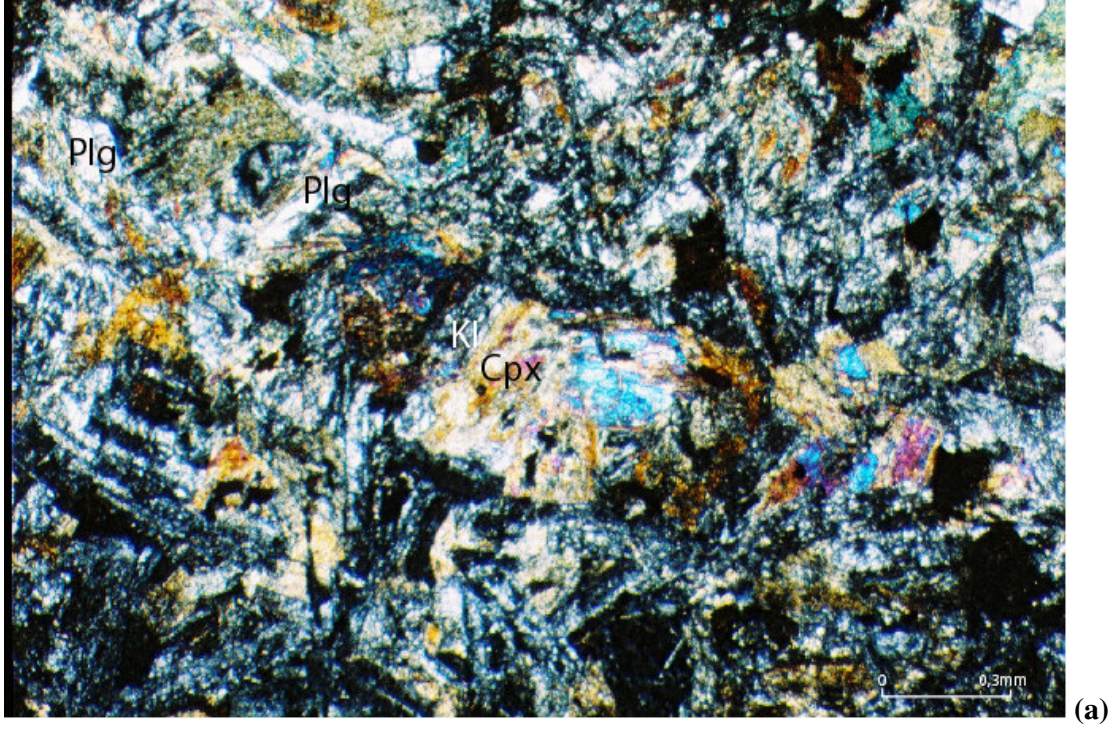
İkincil kuvars oluşumları da izlenebilmektedir.

İkincil minerallerden epidotlar; çift nikolde birinci sıranın tüm canlı kırılma renklerini göstermektedirler. Tek nikolde ise; çok açık sarımsı yeşil renkte olup, çok zayıf bir pleokroizma göstermektedir (Şekil 6.15). Bunlar kayaç genel dokusu içerisinde gelişi güzel dağılmış küçük kristal yığılımları şeklindedirler.

İkincil kloritler ise; amfibollerin ve klinopiroksenlerin alterasyonu ile oluşmuş hamur malzemesi içerisinde çift nikolde koyu gri, tek nikolde ise açık yeşil renktedirler (Şekil 6.16).



Şekil 6.15 Diyabazlarda plajiyoklaz (Plg), klinopiroksen (Cpx) ve ışınal görünümlü ikincil epidotlar (Ep). Ç.N.X 3,2.



Şekil 6.16 Diyabazlarda klinoproksen kristalinin kenarları boyunca klorite dönüşüm. **(a):** Plajiyoklaz (Plg), klinoproksen (Cpx) ve klinoproksen kristalinin kenarları boyunca klorite dönüşüm (Kl). Ç.N.X 3,2. **(b):** Aynı kesitin tek nikolde görünüşü.

7. JEOKİMYA

Çalışmanın konusunu, Yolüstü ve Caferi (Elazığ) köyleri çevresindeki magmatik kayaçların jeokimyasal olarak adlandırılması ve petrolojisi oluşturmaktadır. Oluşum ortamının açıklanması, ait oldukları serileri ve bölgenin jeotektonik evrimi içindeki konumunun belirlenmesi amacıyla inceleme alanındaki kayaçlardan 100 kadar kayaç örneği alınmıştır. Alınan bu 100 örnek içerisinde, kayaçların özelliklerini en iyi şekilde yansıtan 30 adet taze kayaç örneği seçilerek ACME Analitik Laboratuvarlarında (Kanada) ICP-ES ve ICP-MS ana oksit ve iz element analizleri yaptırılmıştır.

Analiz için petrografik çalışmalarla genel sınıflaması yapılan örneklerden, birimin bütün özelliklerini yansıtacak şekilde farklı kayaç birimlerini temsil eden taze örneklerin seçilmesi titizlikle yapılmıştır.

Analizi yapılan örneklerin 18 adedi diyabaz, 12 adedi de bazaltlara aittir. Analiz sonuçları Tabla 7.1’de verilmiştir. Kayaçların kimyasal adlandırılması ve jeotektonik ortamın belirlenmesi için gerekli diyagramların hazırlanmasında paket program (Minpet 2002) kullanılmıştır.

Tablo 7.1 inceleme alanındaki bazalt grubu kayaçların ana oksit analizleri

Guleman Ofiyoliti												
Bazalt Grubu												
ÖrnekNo oksitler	GV 1	GV 3	GV 11	GV14	GV 39	GV 40	GV 41	GV 42	GR 42	GV 43	GV 47	GV 50
SiO ₂	50.81	50.57	49.84	51.05	50.14	50.05	50.03	50.65	50.62	50.62	54.45	50.21
Al ₂ O ₃	18.33	17.54	14.79	15.14	15.02	14.88	15.72	15.15	15.28	15.18	14.00	15.99
Fe ₂ O ₃	9.04	6.67	9.87	7.93	10.52	10.70	9.88	11.00	10.84	10.46	6.81	7.35
MgO	3.81	5.94	7.98	8.06	7.06	7.00	7.03	5.91	5.93	6.96	9.72	4.39
CaO	6.98	7.20	12.48	7.66	10.85	10.87	10.79	8.06	8.12	10.69	5.13	16.33
Na ₂ O	5.77	4.54	2.03	4.99	2.61	2.66	2.90	4.83	4.69	3.05	5.76	0.11
K ₂ O	0.39	1.99	0.04	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.04	0.04
TiO ₂	1.08	0.86	0.99	0.88	1.35	1.38	1.35	1.62	1.63	1.45	0.85	0.78
P ₂ O ₅	0.77	0.19	0.08	0.09	0.12	0.12	0.13	0.16	0.16	0.15	0.07	0.08
MnO	0.08	0.10	0.17	0.15	0.17	0.17	0.18	0.14	0.14	0.18	0.22	0.11
Cr ₂ O ₃	0.001	0.023	0.007	0.034	0.015	0.015	0.007	0.014	0.014	0.004	0.036	0.028
LOI	3.50	4.30	1.60	4.00	2.10	2.10	1.80	2.40	2.50	1.20	2.90	4.60
Toplam	99.96	99.94	99.88	100.03	100.02	100.01	99.90	100.00	100.00	100.00	100.00	100.01

Tablo 7.2 inceleme alanındaki bazalt grubu kayaların iz element analizleri (ppm)

ÖrnekNo element	GV	GV	GV	GV	GV	GV	GV	GV	GR	GV	GV	GV
			11		39	40	41	42	42	43	47	50
Ta	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ni	10.9	77.7	8.4	72.5	32.9	31.6	13.7	25.3	25.3	7.4	49.0	38.3
Sc	27	29	29	32	37	37	37	35	35	36	30	30
Ba	70.1	320.8	22.1	8.3	17.6	23.5	22.1	20.3	20.1	15.5	8.3	12.8
Be	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Co	21.2	25.1	40.7	30.9	38.7	36.6	33.1	31.5	30.4	35.1	27.4	25.5
Cs	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ga	17.9	15.3	15.9	13.3	17.2	16.3	17.8	17.7	17.6	16.8	12.1	16.5
Hf	2.5	1.9	1.5	1.4	2.5	2.5	2.6	3.1	3.1	2.8	1.3	1.5
Nb	2.2	3.2	0.6	0.8	1.7	1.7	1.5	1.7	1.6	1.5	0.7	0.8
Rb	3.9	15.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	0.8	0.5	1.1
Sn	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sr	446.1	498.0	113.4	67.0	143.9	139.3	175.5	179.7	178.8	175.1	49.0	297.9
Th	0.7	1.0	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2
U	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V	334	272	259	239	288	284	268	306	307	256	201	248
W	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1
Zr	78.2	60.2	49.6	54.8	84.2	83.5	90.4	104.8	101.2	98.1	51.7	48.3
Y	28.5	20.3	25.0	19.8	31.8	32.5	31.8	37.6	37.1	33.8	20.6	18.6
Mo	0.4	0.3	0.4	0.2	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Cu	62.0	45.7	8.9	4.7	11.8	11.6	833.3	8.9	9.0	60.4	5.5	13.0
Pb	8.2	6.3	33.8	4.7	6.7	18.0	15.1	7.7	7.5	13.2	4.8	3.2
Zn	85.0	66.0	83.0	56.0	29.0	56.0	44.0	34.0	36.0	33.0	138.0	43.0

Tablo7.3 İnceleme alanındaki diyabaz grubu kayaların ana oksit analizleri (%)

oksit örnek no	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Toplam
GV 4	49.50	15.95	9.12	7.60	10.99	2.73	0.04	1.16	0.11	0.16	0.0226	100.00
GV 7	50.72	15.64	8.61	7.90	11.98	2.33	0.05	0.84	0.09	0.14	0.018	100.03
GV 8	50.84	15.64	8.44	7.81	11.99	2.41	0.05	0.90	0.09	0.14	0.014	100.03
GV 9	50.93	15.59	10.39	6.93	11.50	2.00	0.04	1.07	0.11	0.17	0.005	100.02
GV 16	50.54	14.68	10.83	7.79	11.43	1.97	0.04	1.15	0.10	0.17	0.009	100.01
GV 27	48.64	15.40	8.54	7.87	10.93	3.58	0.04	1.05	0.09	0.17	0.039	100.03
GV 32	47.78	15.69	8.53	10.32	7.39	4.17	0.04	0.96	0.09	0.21	0.049	100.02
GV 33	49.18	15.54	8.01	7.34	11.95	3.33	0.04	0.89	0.09	0.13	0.036	100.02
GV 36	50.10	15.76	9.72	7.40	11.28	2.72	0.04	1.19	0.12	0.15	0.009	100.01
GV 37	50.28	13.94	15.45	5.13	8.94	0.05	0.04	1.77	0.20	0.12	0.005	99.99
GV 45	51.79	15.06	10.42	5.13	9.10	3.42	0.04	1.57	0.21	0.15	0.006	99.98
GV 46	50.49	15.03	11.09	5.95	8.27	4.68	0.07	1.60	0.15	0.14	0.014	100.00
GV 57	49.56	15.93	8.55	8.53	12.48	2.11	0.04	0.93	0.07	0.14	0.047	100.01
GV 59	49.53	16.36	8.44	8.46	12.29	2.10	0.11	0.87	0.07	0.13	0.037	100.01
GV 60	49.35	16.79	8.14	8.15	12.48	2.31	0.04	0.92	0.09	0.11	0.040	100.03
GV 61	48.72	16.30	8.88	8.61	12.19	2.21	0.04	0.90	0.09	0.13	0.043	100.02
GV 63	49.93	14.92	11.03	7.82	11.59	2.03	0.04	1.18	0.10	0.17	0.010	100.02
GV 66	48.67	15.70	10.07	6.88	13.27	1.89	0.07	1.00	0.09	0.15	0.012	100.02

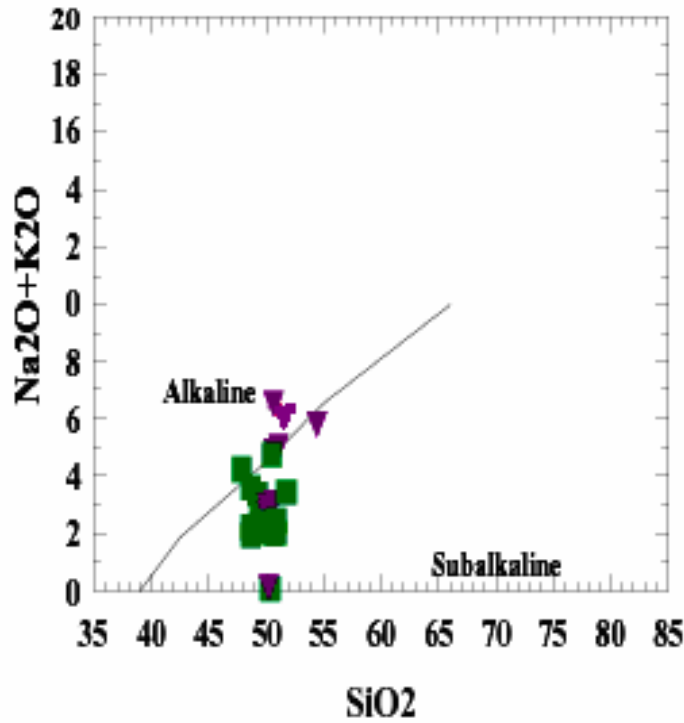
Tablo 7.4 İnceleme alanındaki diyabaz grubu kayaların iz element analizleri (ppm)

Örnek no/eleman	GV 4	GV7	GV 8	GV 9	GV16	GV27	GV32	GV33	GV36	GV37	GV45	GV46	GV57	GV59	GV60	GV61	GV63	GV66
Ta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ni	41.0	5.8	5.9	13.7	12.3	61.7	138.1	62.0	11.05	28.0	18.5	49.0	39.4	8.4	26.0	40.6	12.4	22.4
Sc	37	36	26	37	38	36	34	34	38	35	32	35	37	37	36	37	38	36
Ba	35.2	32.2	16.7	23.0	14.5	7.7	9.2	5.8	23.5	8.8	6.0	11.6	35.4	18.4	17.5	16.1	11.1	25.9
Be	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Co	36.6	36.3	34.3	35.2	39.6	33.1	40.5	31.2	40.9	37.2	33.0	31.3	39.1	36.5	35.9	39.2	45.1	34.1
Cs	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ga	15.4	14.2	13.6	16.8	17.3	14.8	12.2	15.3	15.8	16.7	16.9	18.3	15.0	13.9	15.4	14.5	17.6	18.5
Hf	1.9	1.4	1.5	1.8	2.1	2.0	2.1	1.7	2.2	3.6	3.7	3.1	1.9	1.4	1.7	1.5	2.2	1.8
Nb	0.9	0.6	0.6	1.1	1.2	0.9	1.2	1.0	1.5	1.9	2.3	1.6	0.8	0.8	1.0	0.7	1.1	0.7
Rb	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.9	0.5	0.5	0.5	0.6
Sn	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Th	0.1	0.1	0.8	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	,0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
U	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	,0.1	0.1	1	0.1	0.1	0.1	0.1
V	264	244	225	301	266	237	218	221	286	335	236	,306	250	231	238	257	334	351
W	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Zr	65.2	45.3	48.0	58.9	66.4	62.3	62.0	51.2	78.9	122.8	136.0	102.6	52.0	48.9	55.0	50.6	69.0	51.8
Y	26.7	18.7	19.5	25.7	27.8	23.4	22.0	20.4	28.6	43.4	45.9	36.2	22.4	19.8	22.1	22.3	29.1	23.1
Mo	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2
Cu	88.9	4.3	6.1	46.3	55.2	23.9	77.9	59.1	18.7	58.7	81.6	9.7	121.6	20.6	4.8	5.4	57.8	39.4
Pb	13.6	10.9	10.7	5.4	29.6	7.9	3.3	2.5	4.1	2.9	5.1	5.7	6.9	2.9	10.6	17.4	6.0	6.1
Zn	57	23	24	26	78	76	145	60	18	27	72	32	20	10	26	54	30	24
Sr	132,1	151.8	163,5	143,0	112,1	49,4	62,9	103,2	149,4	148,3	183,3	180,4	136,2	128,1	153,6	117,7	108,2	173,1

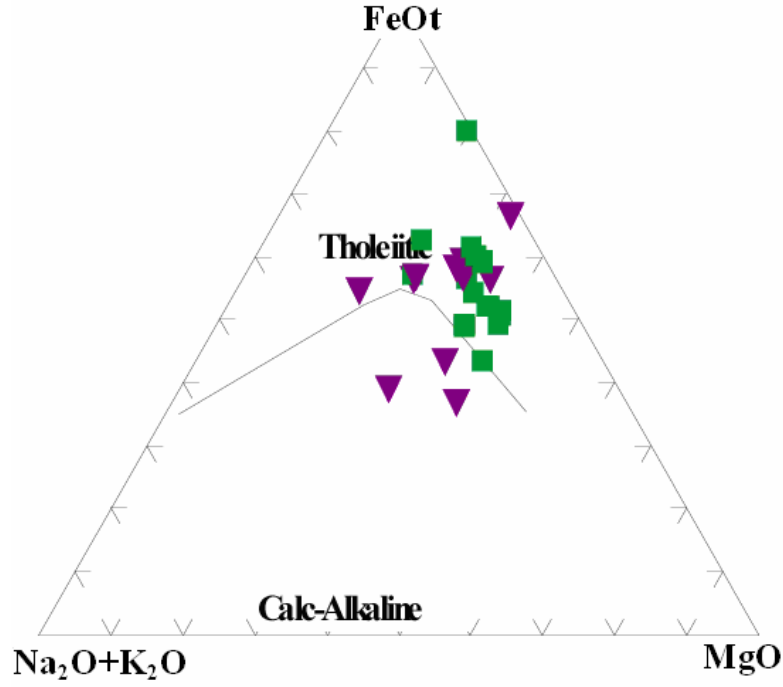
7.1. İnceleme Alanındaki Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri

Magmatik kayaçlar seri karakteri, açısında genel olarak subalkalin, alkalin ve peralkalin kayaç serileri adı altında incelenirler. Bunlardan subalkalin kayaç serileri de kalkalkalin ve toleyitik serilere ayrılırlar. İnceleme alanındaki kayaçların, seri karakterlerinin tayininde toplam alkaliler ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)- SiO_2 diyagramı esas alınmıştır (Şekil 7.1). Diyagramda görüldüğü gibi, inceleme alanına ait örneklerden GV-1 ve GV-47 örneği dışında kalan tüm örnekler, subalkalin alanda yer almaktadır. Alkali bölgeye düşen örneklerden GV-1 ve GV-47 andezitik bazalt olup, alterasyondan etkilenmiş ve alkalilerce zenginleşme meydana gelmiştir.

Magmatik serilerin belirlenmesinde kullanılan bir diğer diyagram ise İrvine ve Baragar (1971) tarafından geliştirilen $\text{FeO}t\text{-Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O-MgO}$ diyagramıdır (Şekil 7.2). Örneklerin büyük bir kısmı toleyitik alana düşerken, bazalt olan üç örnek ise (3,47,14); kalkalkalin alana düşmektedir.

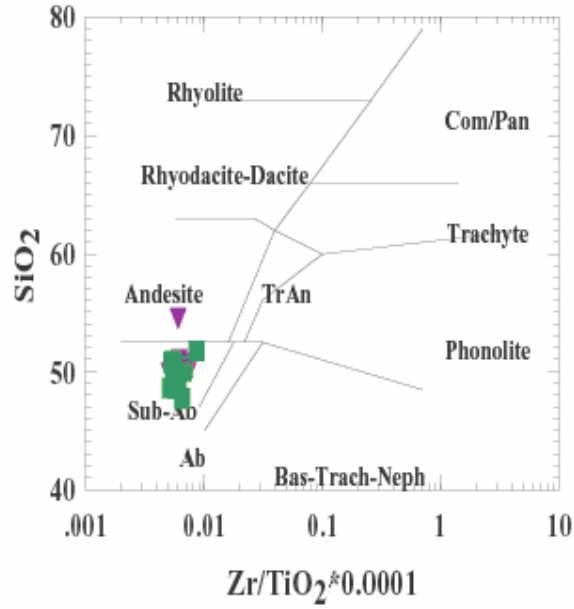


Şekil 7.1 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların İrvine ve Baragar (1971)'in ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) ve SiO_2 diyagramındaki dağılımı. (■ diyabaz, ▼ bazalt)

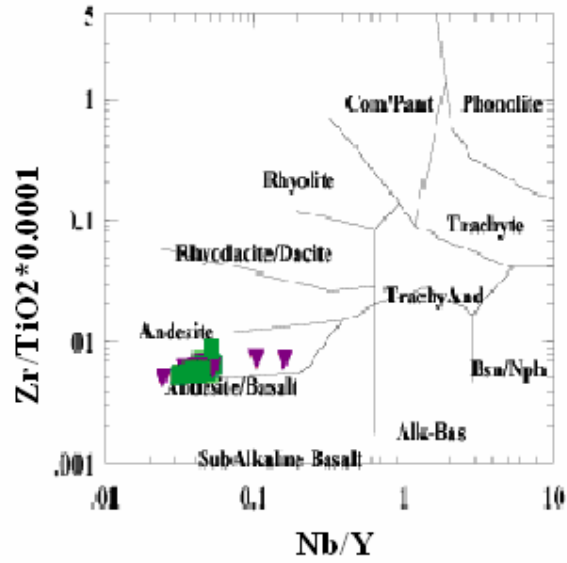


Şekil 7.2 İnceleme alanındaki magmatik kayaların Irvine ve Baragar (1971)'ın (Na₂O+K₂O)-FeO-MgO diyagramındaki dağılımı. (■ diyabaz, ▼ bazalt)

İz elementlerin kullanıldığı Winchester Floyd, 1977; Zr/TiO₂*0,0001-SiO₂ ve Nb/Y-Zr/TiO₂*0,0001 kimyasal sınıflama diyagramlarında; ayrışma, çözeltilerde taşınmaya göreli olarak dirençli yüksek alan enerjili elementler kullanılmıştır. SiO₂-Zr/TiO₂*0,0001 diyagramında (Şekil 7.3) görüldüğü gibi kayaç örneklerinden yalnızca biri andezit diğerleri ise subalkalin bazalt alanında yer almaktadır. Zr/TiO₂*0,0001-Nb/Y (Şekil 7.4) diyagramında ise, örneklerin tamamının andezit/bazalt alanına düştüğü görülmektedir. Her iki diyagram göz önüne alındığında kayaç örneklerinin tamamını subalkalin alana düştüğü görülmektedir.



Şekil 7.3 İnceleme alanındaki magmatik kayaların Winchester ve Floyd, (1977)'un $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$ ve SiO_2 diyagramındaki dağılımı. (■ diyabaz, ▼ bazalt)

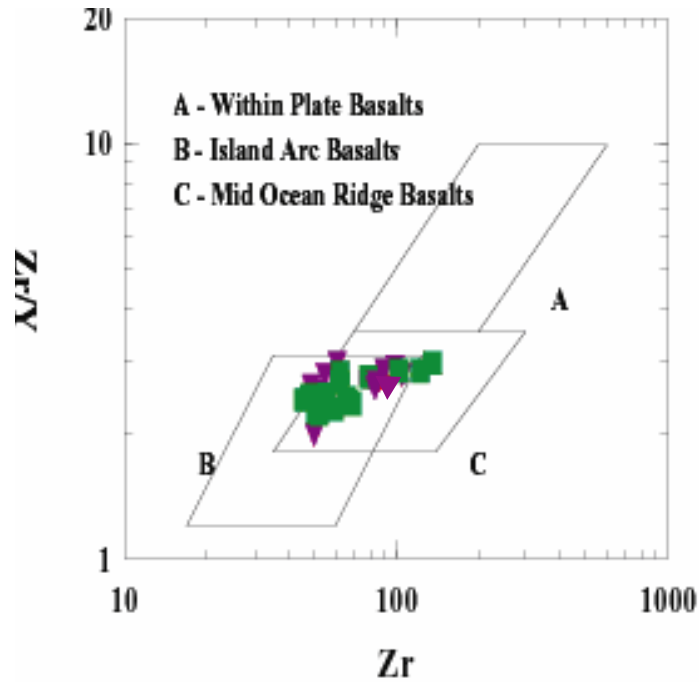


Şekil 7.4 İnceleme alanındaki magmatik kayaların Winchester ve Floyd (1977)'un $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$ ve Nb/Y diyagramındaki dağılımı. (■ diyabaz, ▼ bazalt)

Plaka tektoniği kuramının gelişmesiyle beraber, kayaların kimyasal bileşimi ve oluşum ortamları arasında ilişkiler bulunduğu, kimyasal özellikleri iyi bilinen genç ve ayrışmamış kayaların benzer tektonik ortamlardaki kayalarla karşılaştırılması sonucu ortaya

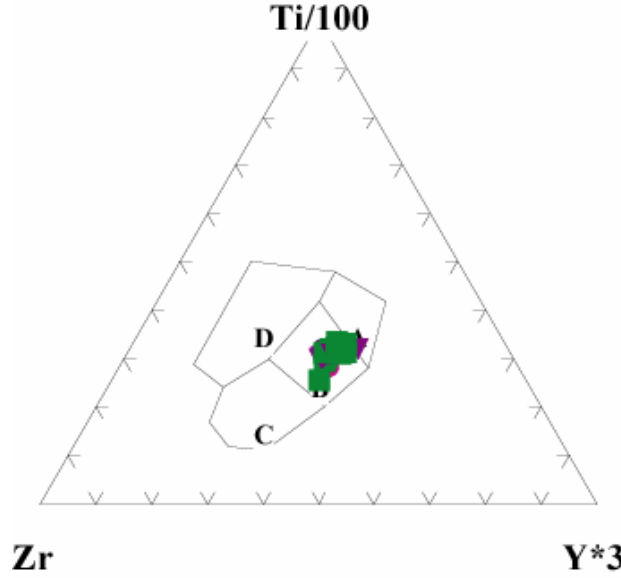
konulmuştur. Daha sonraları bu kayaç örnekleri bir nevi referans olarak tektonik ortamları bilinmeyen kayaçlarla karşılaştırmak için kullanılmaya başlanmıştır. Bu diyagramlarda görece olarak hareketsiz varsayılan elementler (örneğin; Ti, P, Y, Zr, Nb, Hf, Ta, Th, REE,... gibi) sıkça kullanılmıştır.

Analizi yapılan kayaç örnekleri yukarıda bahsedilen hareketsiz elementlerden Zr/Y-Zr diyagramına yerleştirilmeleri sonucu bu kayaçların okyanus ortası sırtı bazaltları ve ada yaylarının kesişim yerine düştükleri görülmüştür. (Şekil 7.5).



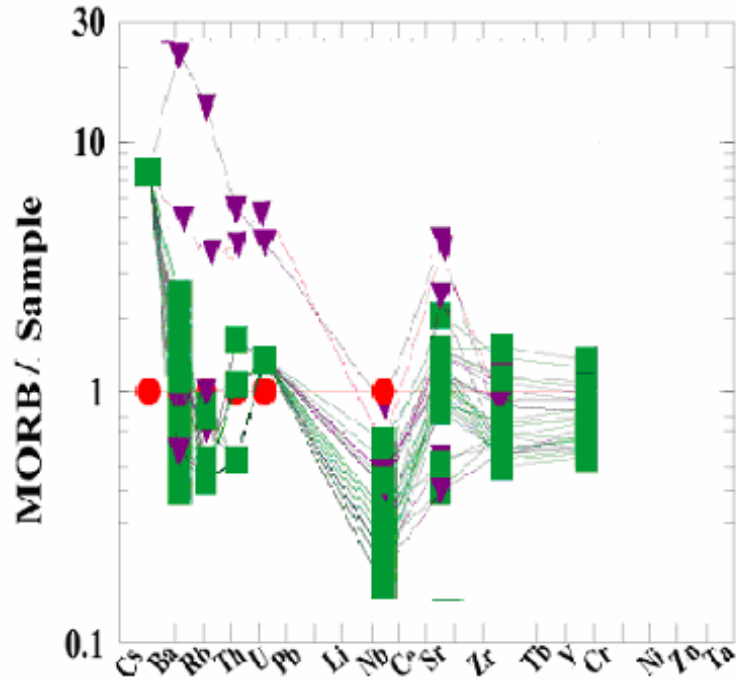
Şekil 7.5 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Pearce ve Cann (1973)'in Zr/Y-Zr diyagramındaki dağılımı. (■ diorite, ▼ bazalt)

Analiz sonuçlarının Pearce ve Cann'ın Ti/100-Zr-Y*3 diyagramına (Şekil 7.6) yerleştirilmesiyle incelenen örneklerin B bölgesine “N-MORB + Ada yayı toleyitleri + kalk alkali bazalt” alanına düştükleri görülmektedir.

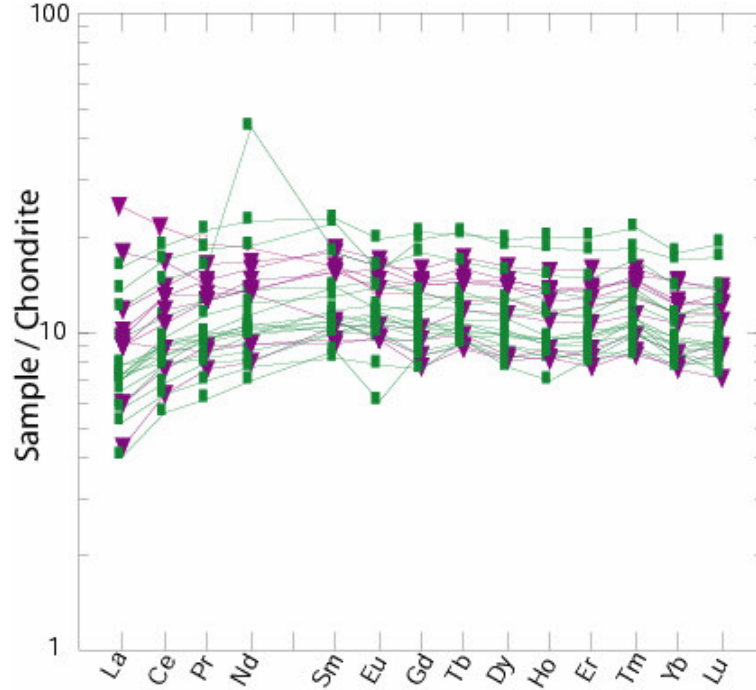


Şekil 7.6 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların Pearce ve Cann (1973)'ın Ti/100-Zr-Y*3 diyagramındaki dağılımı. A: Ada yayı toleyitleri, B: N-MORB + Ada yayı toleyitleri + kalk alkali bazalt, C: Kalk alkali bazalt, D: Levha içi bazaltı (■ diyabaz, ▼ bazalt)

Şekil.7.7'deki diyagramda dikkati çeken en önemli unsur, Nb'de görülen negatif anomalidir. Nb veya Ta dalan okyanusal kabuğun kısmi ergimesi esnasında "Ti" içeren minerallerce (ilmenit, sfen gibi) tutulmakta ve subra-subduction zonu (SSZ) tipi bazaltlarda çok fakirleşme görülmektedir (McCalloc ve Gabler, 1991; Yalnız, M. K., 2001'den). N-MORB' göre "dalan levha etkisi olan" Th elementinin zenginleşmesi ve Nb ve Ta elementinin ise fakirleşmesi, SSZ tipi bazaltlarının en tipik göstergelerinden biridir. Ayrıca inceleme alanındaki magmatik kayaçların kondirite göre dağılım diyagramında (Şekil 7.8), desenin yaklaşık yatay konumda oluşu ve kondirite göre 6 ila 20 kat daha fazla değerlere sahip olması bunun SSZ tipi ofiyolit olabileceğinin başka bir göstergesidir.

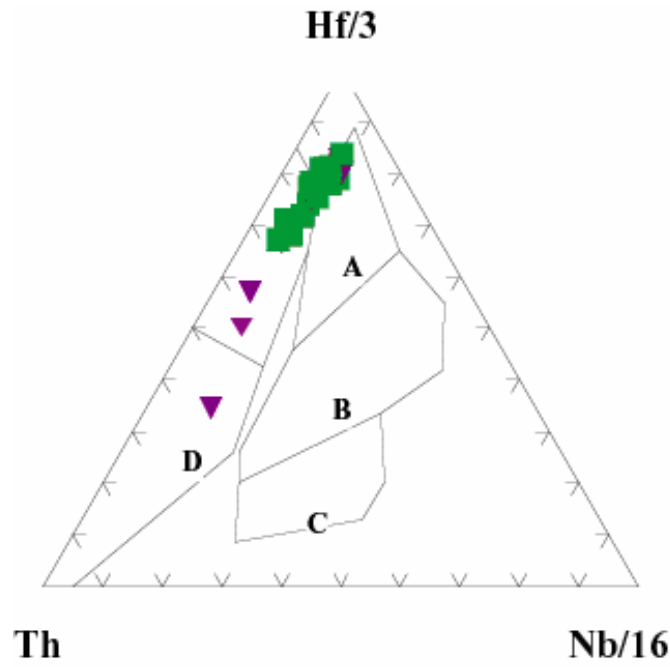


Şekil 7.7 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların MORB'a göre spider diyagramındaki dağılımı. (■ diorite, ▼ bazalt, ● MORB)



Şekil 7.8 İnceleme alanındaki magmatik kayaçların kondirite göre dağılım diyagramı (■ diorite, ▼ bazalt)

Th-Nb/16-Hf/3 (Şekil 7.9) ayırtman diyagramında yay ardı bazaltlarının açıkça N-MORB alanına düştüğü görülmektedir. Dalan levha etkisini gösteren Th miktarı açısından da yine N-MORB'ye yaklaşmakta ve bazı gelişmiş yay ardı havza bazaltları tamamen N-MORB alanına düşmektedir. Bu veriler ada yayı bazaltlarının tüketildiği kaynağın yay önu bazaltlarındakinden farklı, ancak N-MORB kaynağına benzediğini göstermektedir.



Şekil 7.9 İnceleme alanındaki magmatik kayaların (Wood 1980; Yalnız M. K., 2001'den) Hf/3-Th-Nb/6 diyagramındaki dağılımı. (■ diyabaz, ▼ bazalt,) A: N tipi MORB, B: E tipi MORB ve toleyitik levha içi bazaltı, C: Alkalın levha içi bazalt, D: Yaklaşan levha sınırı bazaltları.

8.SONUÇLAR

Yolüstü - Caferi Köyleri (Elazığ) çevresindeki volkanitlerin petrografisi ve petrolojisi" konulu bu çalışmada varılan sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

a-Türkiye'nin en önemli tektonik birliklerinden biri olan Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan inceleme alanında dört farklı birim yüzeylemektedir. Bu birimler; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Pleistosen yaşlı alüvyonlardır.

b-Bölgenin en önemli fay zone olan Doğu Anadolu Fay Zone çalışma alanının güneyinden geçmektedir.

c- Mastar Tepe kuzey yamacından yaklaşık doğu-batı doğrultusunda geçen bindirme fayı Guleman Ofiyoliti'nin kuzeyden güneye doğru Maden Karmaşığı üzerine bindirmesine sebep olmuştur.

d-. İnceleme alanındaki kayalar; bazalt ve bazaltik yastık lavlardan oluşan volkanitler ile bu volkanitler arasında görülen diyabaz dayk kompleksi ve tekil diyabaz dayklarından oluşmuştur.

e- İnceleme alanındaki bazalt ve diyabaz örnekleri üzerinde yapılan petrografik ve jeokimyasal incelemeler neticesinde bunların subalkalin seriye ait okyanus tabanı bazaltları olduğu ve Guleman Ofiyoliti'ne ait oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, N-MORB' göre "dalan levha etkisi olan" Th elementinin zenginleşmesi ve Nb+Ta elementinin ise fakirleşmesi, SSZ tipi bazalt olduğunu göstermiştir. Ayrıca inceleme alanındaki magmatik kayaların kondirite göre dağılım diyagramında, desenin yaklaşık yatay konumda oluşu ve kondirite göre 6 ila 20 kat daha fazla değerlere sahip olması bunun SSZ tipi ofiyolit olabileceğinin başka bir göstergesidir.

f- Guleman Ofiyoliti Üst Triyas'tan itibaren Arap Levhası ile Anadolu Levhası (Malatya-Keban Platformu, Bitlis-Pütürge Masifi) arasında açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalmaya başlaması ile bu okyanusun kabuğu üzerindeki, okyanusal kabukta gelişen açılmaya bağlı olarak oluşan yeni okyanus kabuğu ürünleridir

g-İnceleme alanındaki kayaların metamorfizma dereceleri belirlenmiştir. Buna göre Maden Karmaşığı kayalarının, prehnit – pumpellyit fasiyesinde, Guleman Ofiyoliti'ne ait kayaların ise yaklaşık yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirdikleri görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Arpat, E., Şaroğlu, F., 1972, Doğu Anadolu Fayı ile ilgili gözlemler ve düşünceler: MTA Ent. Dergisi, 78, 44-50, Ankara.
- Aktaş E. ve Roberson , A.H.F., 1990, Tectonic evolution of the Tethys suture zone in S. E. Turkey: Evidence from the petrology and geochemistry of late Cretaceous and Middle Eocene extrusives. In . Symp. On ophiolite genesis and evolution of oceanic lithosphere, Geol. Soc., London, Special Publ., 311-328.
- Baştuğ, C. ve Açıkbaz, D., 1974, Sason-Kozlu şaryaj yöresi jeolojik raporu; TPAO arşivi. Rapor No: 795 (yayınlanmamış)
- Bingöl, A. F.,1982, Elazığ- Pertek- Kovancılar arası volkanik kayaçların petrografik ve petrolojik incelemesi: F.Ü. Fen Fak. Derg. 1.9-21.
- Bingöl, A. F.,1984, Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region: Proceedings İnt.symp. on the geology of the Taurus Belt, s.209-216.
- Bingöl, A. F., 1987a, New findings on the structural setting on the chromites in the Guleman ophiolites massive (Eastern Taurus). Jour. F. University, Sci. And Tech 1, 37-46.
- Bingöl, A. F., 1987b, Petrographic and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ Region (Eastern Taurus - Turkey). Journal of F.Ü. Sci. And Technology, 3(2), 1-17.
- Bingöl, A. F., 1987, Petrographic and petrological characteristic of the Guleman Ophiolites Massive: F. Ü. Fen Bilimleri Enst. Dergisi., s.1.
- Bingöl, A. F.,1988, Magmatic activity in the Eastern Taurus and its geotectonic evolution, İn Melih Tokay Geology Sympst.
- Çelik, H., 2003, Mastar Dağı (Elazığ güney doğusu) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri. F. Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, doktora tezi (Yayınlanmamış).
- Engin, T., Bağcı M., Sümer, Y. Ve Özkaya, Y.Z., 1983, Guleman (Elazığ) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri: M.T.A. Dergisi, 95/96. 77 100.
- Ercan, T., Soykal, T. ve Pehlivanoğlu, H., 1970, Elazığ-Diyarbakır (Maden-Ergani-Guleman) bölgesi jeolojisi: MTA Raporu, No: 5038, Ankara.
- Erdem, E., 1987, Elazığ- Kartaldere- Gölardı köyleri arasındaki magmatitlerin petrografik incelemesi: YLS Tezi, F.Ü Fen Bilimleri Enst., 67s, (Yayınlanmamış).
- Erdoğan, B., 1977, Geology geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region SE Turkey., Ph. D. Thesis, Univ. New Brunswick.

- Erdogan, B., 1982, Ergani- Maden yöresindeki Güney Doğu Ofiyolit Kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaları, TJK Bült., v. 25, pp.49-60.
- Hempton, M. R. Ve Savcı, G., 1982, Petrological and structural features of the Elazığ Complex, Bull. Geol. Soc. Turkey, 2512,143-150.
- Hempton, M. R., 1984, Results of detailed mapping near lake Hazar: Proceeding of the int. Symp. On the Geol. Of the Taurus Belt., 26-29.
- Hempton, M. R., 1985, Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar, SE Turkey, Geol. Soc. American Bull., V.96, 233-243.
- Irvine, T. N. And Baragar, W. R. A., 1971, A guide to chemical classification of common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences 8, pp. 523-547.
- Ketin, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine genel bir bakış. İTÜ Matbaası, 583 s., İstanbul.
- Kılıç, A.D., 2005, Hazar Gölü (Sivrice Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri. F. Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, doktora tezi (Yayınlanmamış).
- Özçelik, M., 1985, Malatya güney doğusundaki Maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. TJK Bült. 28, 19-36.
- Özkan, Y. Z., 1982, Guleman (Elazığ) Ofiyolitinin jeoloji ve petrolojisi:İ.Ü. Yerbilimleri Dergisi.,3 (1-2), 295-312.
- Özkan, Y. Z., 1983a, Caferi Volkanitleri'nin kökeni konusuna jeokimyasal bir yaklaşım:TJK. Bült., 4.
- Özkan, Y. Z., 1984, Guleman Ofiyoliti'nde metamorfizma etkileri. M.T.A Dergisi, 101/102, 47-52, Ankara.
- Özkan, Y. Z. Ve Öztunalı, Ö., 1984, Petrology of the magmatic rocks of Guleman Ophiolite. İnt. Symp. On the Taurus Belt., MTA, 285-293.
- Özkaya, İ., 1974, Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresi stratigrafisi. TJK. Bült., 17 (1), 51-72.
- Özkaya, İ., 1975, Sason yöresinin yapısal jeolojisi: Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler, 21-30, Ankara.
- Özkaya, İ., 1978, Ergani- Maden yöresinin stratigrafisi: TJK Bült., 2, 120-139.
- Pearce, J. A. And Cann, J. R., 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determine using trace element analyses. Earth Planetary Sciences Letters 19, pp. 290-300.
- Perinçek, D., ve Çelikdemir, M. E., 1979, Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve perol imkanları: TPOA arşiv no: 1361 (yayınlanmamış).

- Perinçek, D., 1979b, The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Malatya area. Guide book, TJK yayını, 33s.
- Perinçek ve Özkaya, 1981, Arabistan kıtası kuzey kenarının tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, 8,91-101.
- Perinçek ve Kozlu, 1984, Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (E. Taurus). In Tekeli, O. And Göncüoğlu, M. C., eds., "Geology of the Taurus Belt", p. 181-198.
- Rigo De Righi, M., and Cortesini, A., 1964, Gravity tectonics in Foothill structure of southeast Turkey: *Amer. Assoc.Petrol. Geologist Bull.*, 48,1911-1937.
- Sungurlu, O., 1975, VI. Bölge kuzey sahaların jeolojisi: TPOA Raporu. No: 817,(yayımlanmamış).
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., Naz, H., 1985, Elazığ-Palu-Hazar alanının Jeolojisi:Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi., 29, 83-191.
- Şengör, A. M. C., Ve Yılmaz, Y., 1983, Türkiye’de Tetis’in evrimi: levha tektoniği açısından bir yaklaşım. *TJK yerbilimleri özel dizisi*, no: 1, Ankara.
- Turan, M., Aksoy, E., Bingöl, A.F., 1993, Doğu Toroslar’ın jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. *H.Ü. Yerbilimleri’nin 25. yılı sempozyumu*, 15-18 Kasım, Ankara.
- Winchester, J. A. And Floyd, P. A., 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20, pp. 325-342.
- Yalnız, M. K., 2001, Dalma Batma Zonu (Supra-Subduction Zone, SSZ) Ofiyolitlerinin Petrojenezi. *Magmatik Petrojenez*, Lisansüstü Yaz Okulu, S. 377-400, Akçakoca-Düzce.
- 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: Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C., eds., *İnt. Sympm. On the geology of the Taurus Bel*. Proceeding, 199-208.
- Yazgan, E., and Chessex, R., 1991, Geology and tectonic evolution of the SE-Taurides in the region of Malatya : *TPJD Bült.*, 1-42s. Yazgan ve diğerleri, 1987.
- Yiğitbaş vd., 1993, Güney Doğu Anadolu Orojenik kuşağında Maden Grubu’nun tektonik konumu ve jeolojik önemi. *A.Ü. Suat Erk Jeoloji Semp.*, Tebliğler, 251-264.