

50908

T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÖMÜRHAN OFİYOLİT BİRİMİ'NİN  
PETROGRAFİK VE PETROLOJİK İNCELENMESİ**

**Melahat BEYARSLAN**

**DOKTORA TEZİ**  
**JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez, ...../...../.....Tarihinde Aşağıda Belirtilen Juri  
Taraından Oybirliğı / Oyçokluğu ile Başarılı / Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(imza)

(imza)

(imza)

**Danışman**

**Prof. Dr. A. Feyzi BİNGÖL**

## ÖZ

Doktora Tezi

Kömürhan Ofiyolit Birimi'nin  
Petrografik ve Petrolojik İncelenmesi

Melahat BEYARSLAN

Fırat Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

1996, Sayfa: 103

İnceleme alanı, Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde Elazığ'ın güneybatısında yer almaktadır.

Bölgede, 1- Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı Pütürge Metamorfikleri, 2- Kretase yaşlı Kömürhan Ofiyolitleri, 3- Üst Kretase yaşlı Elazığ Mağmatitleri, 4- Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, 5- Tersiyer yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, 6- Kuvaterner yaşlı alüvyonlar olmak üzere 6 farklı birim yüzeylemektedir.

Ofiyolitler ile tektonik dokanak oluşturan Pütürge Metamorfikleri, çeşitli şistler ve distenli kuvarsitler; Elazığ Mağmatitleri ise bazaltik yastık lavlar ve ofiyolitlerin gabroları içerisinde intrüzif dokanaklar oluşturan granitik bileşimli derinlik kayalar ile temsil edilmektedir. Kırkgeçit Formasyonu tabanda konglomera, kumtaşı ile başlayıp, kireçtaşları ile devam etmekte ve Elazığ Mağmatitleri ve Kömürhan Ofiyoliti üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Maden Karmaşığı bazaltik lavlar, tuf, lapilli taşı, aglomeralar ve kırmızı renkli çamurtaşları ve kireçtaşı blokları ile temsil edilmektedir. Kuvaterner oluşumlar ise çakıl, kum v.s.den oluşmuştur.

Çalışmanın asıl amacını oluşturan; petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özellikleri incelenen Kömürhan Ofiyolitleri, geniş bir alanda yüzeylenmekte ve güneyde Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelirken, kuzeyde ise Elazığ Mağmatitleri, Kömürhan Ofiyolitleri üzerine bindirmektedir.

Kömürhan Ofiyolitleri, piroksenit - verlit, gabrolar, gabroları kesen diyabaz daykları ile diyabaz dayk kompleksinden oluşmuştur.

Kömürhan Ofiyolitleri'nin jeokimyasal analiz sonuçları, ana ve iz element ayrım diyagramlarına taşınmış olup, bu diyagramlar mağma tipinin toleyitik; tektonik ortamın ise dalma ile ilişkili ada yayı toleyitik olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni ise E tipi MORB (zenginleşmiş MORB) olmasındandır.

Kömürhan Ofiyolit biriminin ilişkili olduğu kayaçlar topluluğunun jeokimyasal özellikleri, bu ofiyolitinin supra- subduction zonunda oluşan ofiyolitlerin özelliklerine benzerlik göstermekte, tipik okyanus ortası sırtı ofiyolitlerinden ayrılmaktadır. Bu nedenle, Kömürhan Ofiyolitleri, supra - subduction zonu ofiyolitleri olarak kabul edilmektedir.

Kömürhan Ofiyolitleri, 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 sonlarına doğru kuzey - güney doğrultulu sıkışma sonucu bu açılma durmakta ve oluşan bu ofiyolitler üzerinde Elazığ Mağmatitleri'ni veren ada yayı gelişmekte ve sıkışmaya bağlı olarak, Bitlis - Pütürge masifleri güneye doğru yay üzerine itilmektedir. Yay oluşumu ve Bitlis - Pütürge masiflerinin itilmesi ile oluşan kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak ofiyolitinin metamorfizması ve kısmi ergimesi ile granitik mağma oluşmaktadır.

**ANAHTAR KELİMELELER** : Gabroik kayaçlar, ofiyolit, petrografi, supra - subduction, Kömürhan, Doğu Toros, Türkiye.

**ABSTRACT**

(Ph. D. Thesis)

**PETROGRAPHICAL AND PETROLOGICAL  
INVESTIGATION OF KÖMÜRHAN OPHIOLITE UNIT**

**Melahat BEYARSLAN**

**Fırat University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering**

**1996, Page: 103**

In the investigated area which is situated in the Eastern Taurus Orogenic Belt in the Southeast part of Elazığ, the following six different units crop out.

1- Palaeozoik - Mesozoic Pütürge Metamorphics, 2- Cretaceous Kömürhan Ophiolites, 3- Upper Cretaceous Elazığ Magmatics, 4- Middle Eocene Maden Complex, 5- Middle Eocene - Oligocene Kırkgeçit Formation, 6- Quaternary alluviums.

Pütürge Metamorphics consist of various schists, kyanite quartzites and recrystallized limestones. The contact between these metamorphics and other units are tectonics. The Upper Cretaceous Elazığ Magmatics are composed of basaltic volcanics, in general basaltic pillow lavas and granitic plutonics. The granitic plutonics cut the Kömürhan Ophiolites and basaltic volcanics.

The Eocene Kırkgeçit Formation which starts with conglomerates and sandstones and continues upward with limestones covers Elazığ Magmatics and Kömürhan Ophiolite with an angular unconformity. The Maden Complex consist of



basaltic lavas, tuffs, lapillistones, agglomerate and red mudstones and limestone blocks. Quaternary alluviums are represented by gravels, sands and silts.

Kömürhan Ophiolites of which petrographic - petrological and geochemical properties are subject of this study, cover large area and overthrust on to the Middle Eocene Maden Complex in the southern part and in the northern part the Elazığ Magmatics overthrust on to the Kömürhan Ophiolites.

The Kömürhan Ophiolites are composed of wherlite - pyroxenite, gabbros, diabase dikes complex and dikes cutting the gabbros.

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

The lithological and geochemical features of Kömürhan Ophiolite unit compare to the features of supra - subduction zone ophiolites and differ from the typical oceanic ridge ophiolites.

Therefore the Kömürhan Ophiolite accepted on a supra - subduction ophiolite.

The Kömürhan Ophiolites were formed by spreading above a northward - dipping intra oceanic, subduction (supra - subduction) of Neothethyan Ocean during Upper Cretaceous and thrust on the Maden Complex after Middle Eocene.

**KEY WORDS:** Gabbroic rocks, ophiolite, petrography, supra - subduction, Kömürhan, Eastern Taurus, Türkiye.

### ***KATKI BELİRTME***

“Kömürhan Ofiyolit Birimi’nin Petrografik ve Petrolojik İncelenmesi” konulu bu çalışma, F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’nde 1992 - 1996 yılları arasında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalar; arazi, büro-laboratuvar çalışmaları olarak üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Gerek çalışma alanının seçimi ve gerekse çalışmaların yürütülmesinin her aşamasında değerli katkı ve yönlendirici önerilerinden yararlandığım tez danışmanı hocam Prof. Dr. A. Feyzi BİNGÖL’ e içtenlikle teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında projemi destekleyen Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu yetkililerine teşekkür ederim. İnceleme bölgesinden alınan 32 adet örneğin jeokimyasal analizlerinin yapılmasını sağlayan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi’ne çok teşekkür ederim.

İncekesitlerin yapımı sırasındaki yardımlarından dolayı, bölümümüz incekesit teknisyeni Fuat İstek’e, çizimlerin bir bölümünü yapan bölümümüz teknik ressamı Dursun Yılmaz’a ve bu çalışmada katkıları bulunan bölümümüzün diğer elemanlarına teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER****Sayfa No**

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| ÖZ.....                                                     | II  |
| ABSTRACT.....                                               | IV  |
| KATKI BELİRTME.....                                         | VI  |
| İÇİNDEKİLER.....                                            | VII |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                       | IX  |
| TABLolar VE EKLER LİSTESİ.....                              | XII |
| 1. GİRİŞ.....                                               | 1   |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....                                   | 3   |
| 3. GENEL JEOLojİ.....                                       | 9   |
| 3.1. Pütürge Metamorfitleri.....                            | 9   |
| 3.2. Kömürhan Ofiyoliti.....                                | 13  |
| 3.3. Elazığ Mağmatitleri.....                               | 22  |
| 3.4. Maden Karmaşığı.....                                   | 28  |
| 3.5. Kırkeçit Formasyonu.....                               | 31  |
| 3.6. Kuvaterner Oluşumlar.....                              | 32  |
| 3.7. Tektonik Yapılar .....                                 | 33  |
| 3.7.1. Kırıklı yapılar.....                                 | 33  |
| 3.7.1.1. Doğu Anadolu Fay zone .....                        | 33  |
| 3.7.1.2. Kömürhan Bindirmesi .....                          | 34  |
| 3.7.1.3. İspendere Bindirmesi .....                         | 34  |
| 3.7.1.4. Hazar Baba Fayı .....                              | 35  |
| 3.7.2. Folyasyon ve şistozite .....                         | 35  |
| 4. PETROGRAfİ .....                                         | 37  |
| 4.1. Kömürhan Ofiyoliti'ni Oluşturan Kayaçların Petrografik |     |
| Özellikleri.....                                            | 37  |
| 4.1.1. Piroksenitler.....                                   | 37  |
| 4.1.2. Gabrolar.....                                        | 38  |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.2.1. Olivinli gabrolar.....                                  | 38 |
| 4.1.2.2. Klinopiroksenli gabrolar.....                           | 41 |
| 4.1.2.3. Amfibollü gabrolar.....                                 | 43 |
| 4.1.2.4. Metagabrolar.....                                       | 45 |
| 4.1.3. Verlitik kayaçlar.....                                    | 49 |
| 4.1.4. Diyabazlar.....                                           | 51 |
| 4.2. Elazığ Mağmatitleri'nin Petrografik Özellikleri.....        | 54 |
| 4.2.1. Granitler.....                                            | 54 |
| 4.2.2. Volkanik kayaçlar.....                                    | 56 |
| 4.3. Maden Karmaşığı'nın Petrografik Özellikleri.....            | 58 |
| 5. JEOKİMYA.....                                                 | 60 |
| 5.1. İnceleme Alanındaki Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri..... | 64 |
| 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....                                     | 72 |
| 7. DEĞİNİLEN BELGELER.....                                       | 83 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....                                       | 2  |
| Şekil 3.1. Elazığ bölgesinin basitleştirilmiş jeoloji haritası .....                         | 10 |
| Şekil 3.2. İnceleme alanının tektonostratigrafik kesiti .....                                | 11 |
| Şekil 3.3. Doğu Anadolu Fay zonu içerisindeki birimler .....                                 | 12 |
| Şekil 3.4. Sivrice - Kömürhan arası bölgenin jeoloji haritası.....                           | 15 |
| Şekil 3.5. Gabrolarda görülen kısmi ergime yapıları .....                                    | 16 |
| Şekil 3.6. Gabrolardaki kısmi ergime izleri .....                                            | 17 |
| Şekil 3.7. Piroksenitleri kesen granit daykları .....                                        | 17 |
| Şekil 3.8. Granit kontağındaki amfibolitler .....                                            | 18 |
| Şekil 3.9. Folyasyonlu gabro .....                                                           | 19 |
| Şekil 3.10. Gabroları kesen tekil diyabaz daykı .....                                        | 20 |
| Şekil 3.11. Gabroları kesen tekil diyabaz daykı .....                                        | 20 |
| Şekil 3.12. Levha dayk kompleksi - gabro ilişkisi .....                                      | 21 |
| Şekil 3.13. Levha dayk kompleksi - gabro sınırının yakından görünüşü .....                   | 21 |
| Şekil 3.14. Elazığ Mağmatitleri'nin genelleştirilmiş sütun kesiti .....                      | 24 |
| Şekil 3.15. Elazığ Mağmatitleri ile Maden Karmaşığı arasındaki tektonik dokanak.....         | 25 |
| Şekil 3.16. Elazığ Mağmatitleri'nin yastık lavlarından genel bir görünüş .....               | 25 |
| Şekil 3.17. Elazığ Mağmatitleri yastık lavlarının yakından görünüşü .....                    | 26 |
| Şekil 3.18. Elazığ Mağmatitleri'nin bazaltik lav ve yastık lavlarını kesen dasit daykı ..... | 26 |
| Şekil 3.19. Kontak zonunda görülen iri kristaller .....                                      | 28 |
| Şekil 4.1. Olivinli gabroda olivin kristalleri .....                                         | 39 |
| Şekil 4.2. Olivinli gabroda mezokümülat doku .....                                           | 40 |
| Şekil 4.3. Olivinli gabroda adkümülat doku .....                                             | 40 |
| Şekil 4.4. Klinopiroksenli gabroda klinopiroksenlerin dönüşümü .....                         | 41 |
| Şekil 4.5. Şekil 4.4'ün tek nikoldeki görünüşü .....                                         | 42 |
| Şekil 4.6. Klinopiroksenlerin tremolit - aktinolit dönüşümü .....                            | 43 |
| Şekil 4.7. Birincil amfibollü gabrolarda adkümülat doku .....                                | 44 |

|                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.8. Şekil 4.7'nin tek nikoldeki görünüşü .....                                                                                                                                                 | 45 |
| Şekil 4.9. İkincil amfibollerden oluşmuş metagabro .....                                                                                                                                              | 46 |
| Şekil 4.10. Şekil 4.9'un tek nikoldeki görünüşü .....                                                                                                                                                 | 46 |
| Şekil 4.11. Amfibolitlerde granonematoblastik doku .....                                                                                                                                              | 47 |
| Şekil 4.12. Amfibolit - granit kontağı .....                                                                                                                                                          | 48 |
| Şekil 4.13. Şekil 4.12'nin tek nikoldeki görünüşü .....                                                                                                                                               | 49 |
| Şekil 4.14. Verlit .....                                                                                                                                                                              | 50 |
| Şekil 4.15. Şekil 4.14'ün tek nikoldeki görünüşü .....                                                                                                                                                | 51 |
| Şekil 4.16. Tekil diyabaz dayklarında intersertal doku .....                                                                                                                                          | 53 |
| Şekil 4.17. Levha dayk karmaşığında intersertal dokulu diyabaz .....                                                                                                                                  | 54 |
| Şekil 4.18. Elazığ Mağmatitleri'ne ait granitlerdeki granüler ve grafik doku .....                                                                                                                    | 55 |
| Şekil 4.19. Elazığ Mağmatitleri'ne ait granitlerdeki grafik doku.....                                                                                                                                 | 56 |
| Şekil 4.20. Elazığ Mağmatitleri'ne ait yastık lavın dış kısmı .....                                                                                                                                   | 57 |
| Şekil 4.21. Elazığ Mağmatitleri'ne ait yastık lavın iç kısmı .....                                                                                                                                    | 58 |
| Şekil 4.22. Maden Karmaşığı'na ait andezitik lav akıntısı .....                                                                                                                                       | 59 |
| Şekil 5.1. İnceleme alanındaki mağmatik kayaçların Irvine ve Baragar (1971)'in<br>( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) - $\text{SiO}_2$ diyagramındaki dağılımı .....                       | 65 |
| Şekil 5.2. İnceleme alanındaki kayaçların Debon ve Le Fort (1982)'un Q - P<br>diyagramındaki dağılımı .....                                                                                           | 65 |
| Şekil 5.3. İnceleme alanındaki mağma serilerinin Irvine ve Baragar (1971)'in<br>AFM diyagramındaki konumları .....                                                                                    | 66 |
| Şekil 5.4. İnceleme alanındaki mağmatik kayaçların Le Maitre (1989)'nin<br>$\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ diyagramındaki ayrımı .....                                                            | 66 |
| Şekil 5.5. İnceleme alanına ait mağmatik kayaçların Le Maitre (1989)'nin<br>$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ diyagramındaki konumları .....                                  | 67 |
| Şekil 5.6. İnceleme alanındaki Elazığ Mağmatitleri'ne ait derinlik kayaçlarının<br>Debon ve Le Fort (1982)'un A-B diyagramındaki konumları .....                                                      | 69 |
| Şekil 5.7. İnceleme alanındaki mağmatik kayaçların Mullen (1983)'in $\text{TiO}_2 -$<br>$\text{MnO} \times 10 - \text{P}_2\text{O}_5 \times 10$ diyagramında tektonik ortamlarının belirlenmesi ..... | 69 |
| Şekil 5.8. İnceleme alanındaki mağmatik kayaçların Wood (1980)'un $\text{Zr}/117 -$<br>$\text{Th} - \text{Nb}/16$ diyagramındaki dağılımları .....                                                    | 70 |
| Şekil 5.9. Elazığ Mağmatitleri'ne ait derinlik kayaçlarının Pearce vd. (1984)'nin                                                                                                                     |    |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rb - Y + Nb diyagramındaki dağılımı .....                                                | 71 |
| Şekil 6.1. Türkiye’de ofiyolitik masiflerin dağılımı .....                               | 74 |
| Şekil 6.2. Güney kuşaktaki ofiyolitlerin dağılımı .....                                  | 75 |
| Şekil 6.3. Güney kuşaktaki bazı ofiyolitlerin dikme kesitlerinin karşılaştırılması ..... | 76 |
| Şekil 6.4. Kömürhan Ofiyolitleri’nin oluşumu ve yerleşmesini gösteren modeller .....     | 80 |



***TABLolar VE EKLER LİSTESİ***

***Sayfa No***

Tablo 5.1. İnceleme alanındaki kayaçların ana oksit ve iz element analizleri .....61

Ek 1. Sivrice (Elazığ) batısının jeolojik haritası.





## 1. GİRİŞ

Bu çalışma ile Elazığ İli, Sivrice İlçesi'nin batısında, Kömürhan Köprüsüne kadar olan bölgede yüzeyleyen ofiyolitik kayaçların mineralojik, petrografik, jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın amacı; sözkonusu alanda bugüne kadar detaylı petrolojik incelenmesi yapılmamış olan ofiyolitik kayaçların petrolojik özelliklerini inceleyerek, bu birimin jeotektonik ortamını belirlemek ve Doğu Toroslar'ın jeodinamik evriminin çözümüne katkıda bulunabilmektir.

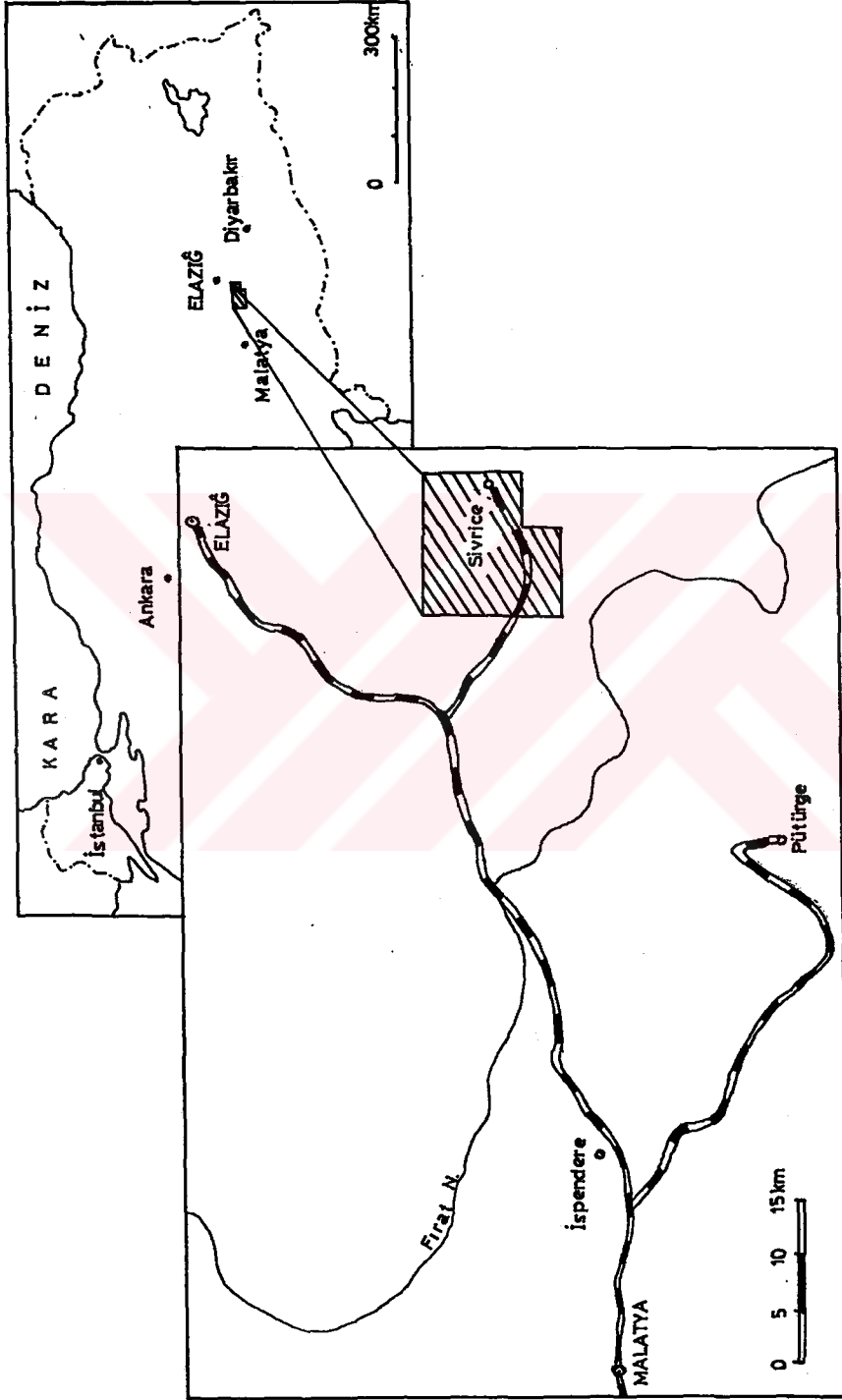
Bu amaç doğrultusunda incelemeler; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmalarında, öncelikle bugüne kadar yapılmamış olan ve ofiyolit'in yüzeyletiği Elazığ L42a2 paftasının tamamı ile Elazığ L42b1 paftasının bir kısmı olmak üzere toplam yaklaşık 200 km<sup>2</sup>'lik bir alanın (Şekil 1.1) jeoloji haritası yapılmış, ofiyolit'in diğer birimlerle olan arazi ilişkileri ve kendi içindeki farklı litolojik birimlerin birbiri ile olan ilişkileri haritalanmaya çalışılmış, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için farklı birimlerden kayaç örnekleri alınmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında alınan kayaç örneklerinden, laboratuvarında petrografik incekesitler hazırlanmıştır. İnce kesitlerin mikroskop tanımlamaları sonucunda, kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Jeokimyasal çalışmaların başlangıcında, petrografik incelemelerin ışığında farklı yerlerden alınan otuz iki adet örneğin ana ve bazı iz element içerikleri C.Ü. jeokimya laboratuvarında XRF ile belirlenmiştir.

Büro çalışmalarında ise, bu incelemelerin konusu ile ilgili Doğu Toroslar ve diğer alanlarda benzer özellikler sunan ofiyolitik kayaçlarla ilgili çalışmalar derlenmiş olup; kendi arazi ve laboratuvar bulgularımız ışığında sonuca gidilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı, Ketin (1966a) tarafından belirlenen Türkiye'nin dört tektonik birliğinden birisi olan, Toros Tektonik Birliği'nin doğu kesiminde yer almaktadır. Paleozoyik'te Türkiye'nin kuzeyinde yer alan Paleotetis Okyanusu, Jura'da bir dalma - batma zonu boyunca kapanmıştır. Paleotetis'in güneyinde ise, Ladiniyen - Noriyen'den Üst Kretase - Paleosen'e kadar devam eden "Neotetis Okyanusu" gelişmiştir. Neotetis, Afrika - Arabistan Levhası'nın Anadolu Levhası'na yaklaşması ile Üst Kretase'de kapanmaya başlamış, bu çarpışma kenar kıvrımlarının ve kuzeye doğru dalan bir yitim zonunun oluşumuna neden olmuştur (Dewey v.d., 1973; Şengör ve Yılmaz, 1983). Üst Kretase'de kapanmaya başlayan Neotetis, Anadolu ile Afrika - Arabistan levhalarının Bitlis Sütur Zonu boyunca, muhtemelen, Orta Miyosen'de çarpışması sonucu tamamen yok olmuştur. Bu iki litosfer parçasının çarpışması, bu bölgede Himalaya tipi bir kabuk kalınlaşmasına sebep olmuştur. Artan kabuk kalınlığı ve yükselen litostatik basınç nedeniyle, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu transform fayları boyunca Anadolu Levhası batıya doğru kaymıştır.

Doğu Toros Orojenik Kuşağı ve bu kuşak boyunca yüzeylemiş kayaç türleri, birçok araştırmacı tarafından çeşitli amaçlarla incelenmiş ve sonuçları gerek bölgesel ve gerekse Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nın jeotektonik evrimi açısından tartışılarak, birçok yayınlarda ve konferanslarda sergilenmiştir.

Bölgede Doğu Anadolu Fayı, Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı gibi önemli tektonik yapıların yer alması, bölgenin Güneydoğu Anadolu petrol yataklarına yakın olması, bölgede başta Guleman kromit yatakları, Maden bakır yatakları, Keban kurşun - çinko yatakları olmak üzere çok sayıda ekonomik önemi olan maden yataklarının varlığı ayrıca, Keban ve Karakaya barajları gibi oldukça önemli mühendislik yapılarının olması nedeniyle, Elazığ - Malatya civarında çok sayıda jeolojik araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmaları, bölgesel çalışmalar ve inceleme alanının yakın çevresinde yapılan çalışmalar olmak üzere iki kısımda toplayabiliriz. Bölgesel çalışmalar, çoğunlukla genel jeoloji ağırlıklıdır. Ancak, son yıllarda bölgedeki değişik birimlerin petrografik, petrolojik incelemeleri ve bölgenin jeotektonik evrimi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Rigo de Righi ve Cortesini (1964)'nin, Doğu Toroslar ve Güney Doğu Anadolu'nun jeodinamik ve jeotektonik evrimini konu alan incelemeleri, bölgede yapılan ilk tektonik araştırma olup, araştırmacılar Arap Levhası'nın kuzeyinde oluşan Jura - Alt Kretase yaşlı bir jeosenklinale ait kayaçların Üst Kampaniyen - Alt Meastrihtiyen aralığında çekim kaymaları ile güneydeki platform üzerine bindirdiğini savunmuşlardır. Araştırmacılara göre, bindirme kuşağı içerisindeki mağmatitler de çekim kaymaları ile yerleşmişlerdir.

Baykal (1966), bölgedeki granitik kayaçların Üst Kretase yaşlı olduğunu ve Eosen flişlerinin bu birimi uyumsuz olarak örttüğünü belirtmektedir.

Özgül (1976), Pütürge Metamorfitle'i, Bitlis Metamorfitle'i'nin batıya bir devamı olarak yorumlamıştır. Bitlis Masifi ve Keban Metamorfitle'i'ni Alanya Birliği'nin kapsamı içerisinde mütalaa etmiştir.

Boray (1976), Bitlis Metamorfitle'i'nin, ilksel yaşları Prekambriyen'den Üst Kretase'ye kadar değişen mağmatik ve metamorfik kayaçlar topluluğu olduğunu ve bu kayaçların yeşil şist, amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradıklarını kabul etmektedir.

Erdoğan (1977), Maden dolayındaki araştırmasında yöredeki birimleri Guleman Grubu ve Maden Grubu olarak ikiye ayırmış, özellikle bu birimler içindeki volkanik kayaçlar ve bakır cevherleşmelerini petrografik ve kimyasal olarak incelemiş, kökenlerini irdelemiştir. Bu arada Guleman Grubu'nun yeşil şist fasiyesinde, Maden Grubu'nun ise prehnit - pumpellyit fasiyesinde metamorfize olduğunu belirtmiştir.

Perinçek (1979a), Palu - Karabegan yöresinde yaptığı çalışmalarında Yüksekova Karmaşığı adını verdiği birimin şeyl, kumtaşı, kireçtaşı, volkanik kumtaşı, tuf, aglomera, bazalt, diyabaz, gabro, serpantinit, granit ve granodiyoritten oluştuğunu ve Guleman Ofiyolitleri ile eşkökenli ve yaşıt olabileceğini belirtmiştir.

Tuna (1979) ve Naz (1979), Elazığ'ın doğu ve kuzeydoğusunda TPAO adına yaptığı çalışmalarda, inceleme alanının stratigrafisi, tektoniği ve kayaçların oluşum ortamlarını aydınlatmaya çalışmışlardır. Araştırmacılar, inceleme bölgesinde Guleman Grubu, Yüksekova Karmaşığı, Hazar Grubu ve Maden Karmaşığı'nın yüzeylediğini belirtmektedirler. Araştırmacılara göre; Guleman Grubu, Jura - Alt Kretase; Yüksekova Karmaşığı, Kampaniyen - Meastrihtiyen; Hazar Grubu, Meastrihtiyen - Paleosen; Maden Karmaşığı, Orta Eosen yaşlıdır. Araştırmacılar, bu çalışmalarında oluşum ortamı ile ilgili

olarak bazı görüşler ileri sürmekte ve Maden Karmaşığı'nın kıta içi ortamda yerel bir havzada oluştuğunu kabul etmektedirler.

Yazgan (1981, 1983, 1984) Malatya - Elazığ dolaylarında mağmatik ve metamorfik kayaçların petrografik ve petrolojik özelliklerini inceleyerek, bölgenin jeotektonik evrimi ile ilgili modeller geliştirmiştir. Bu araştırmacıya göre, biri Üst Kretase, diğeri Eosen'de olmak üzere iki etkin kıta kenarı gelişmiş ve bunlardan Üst Kretase'de gelişen etkin kıta kenarı üzerinde Yüksekova Karmaşığı, Orta Eosen'deki etkin kıta kenarı üzerinde ise Maden Karmaşığı oluşmuştur.

Pütürge Masifi üzerinde de araştırmalar yapan Yazgan (1984), Perinçek ve Özkaya (1981)'nin Maden Karmaşığı'nın oluşum ortamı hakkındaki görüşünü benimsemektedir. Ancak, Maden Karmaşığı'nın üzerinde geliştiğı kabuğun fazla kalın olmadığını kabul etmektedir.

Erdoğan (1982), Ergani - Maden yöresinde yaptığı çalışmada, Guleman Grubu bazaltlarının, okyanus ortası sırtı bazaltlarına, Maden Karmaşığı bazaltlarının adayayı bazaltlarına benzediğini, ayrıca Guleman Garubu kayaçlarının yeşil şist fasiyesinde, Maden Karmaşığı kayaçlarının prehnit - pumpelliyyit fasiyesinde başkalaşıma uğradığını belirtmektedir. Araştırmacı (1983) tarihli çalışmasında ise; Kastel ve Lice havzalarının evrimini incelemiştir.

Hempton (1984, 1985), Pütürge Metamorfitlei'ni, Pütürge kompleksi olarak ele almakta ve bunların en az 2730 m kalınlıkta % 80 metapelit, % 10 metakuvarsit ve % 5 rekristalize kireçtaşlarından oluşan çok kez deformasyon geçirmiş değişik dereceli metamorfitlei olarak tanımlamaktadır.

Asutay ve Poyraz (1983)'a göre Kömürhan Ofiyoliti, Arap Levhası ile Keban Metamorfitlei arasındaki yapısal istifin, önemli tektonik dilimlerinden birini oluşturmaktadır. Kömürhan metaofiyoliti içerisindeki amfibolitlerin, gabro ve diyabaz kökenli oldukları ve metamorfizmanın arttığı daha derin bölümlerde amfibolitlerin kısmi ergimeye uğradıklarını ileri sürmektedirler.

Bingöl (1982), Elazığ - Pertek - Kovancılar arasında yüzeyleyen volkanik kayaçlar üzerine yaptığı çalışmada, Kampaniyen - Meastrihtiyen yaşını verdiği bu birimin Yüksekova Karmaşığı'nın volkanik kayaçları olduğunu belirtmektedir. Geç Triyas'ta açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun, Üst Kretase'de kuzeye doğru daldığını ve

kısmen okyanusal, kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişen ada yayı ürünlerini meydana getirdiğini belirtmektedir.

Bingöl (1984) yaptığı çalışmada bölgedeki Üst Kretase yaşlı mağmatitleri Yüksekova Karmaşığı olarak tanımlamış ve Pertek birimi, granitoyid birimi, gabro - diyabaz birimi, volkanik birim olmak üzere dört birime ayırmıştır. Yazar, bu mağmatitlerin yitim zonu ürünleri olduğunu belirtmektedir.

Turan (1984), Baskil - Aydınlar yöresinde yaptığı çalışmada, bölgenin stratigrafisini yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralamıştır: Keban Metamorfikleri (Permo - Karbonifer), Yüksekova Karmaşığı (Senoniyen), Harami Formasyonu (Üst Kretase), Seske Formasyonu (Tanesiye - Alt Eosen), Kırkgeçit Formasyonu (Lütesiye - Üst Oligosen), Pliosen konglomeraları, Alüvyonlar (Kuvaterner).

Michard v.d. (1984), Malatya - Elazığ bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarında, bölgenin Üst Kretase'nin başından itibaren gelişen jeotektonik evrimi ile ilgili iki model önermişlerdir. Bunlardan 1. modele göre, Avrupa ile Arap - Afrika platformu arasında tek bir okyanusun varlığı ve bu okyanusun kuzey ve güneye daldığı varsayılmıştır. 2. modele göre ise, Pontidler'le Torid bloklarının arasında Tetis denizinin, Torid blokları (Munzur Dağı, Keban Metamorfikleri, Bitlis - Pütürge Masifi) ile Arap Levhası arasında ise, bir Mesoje denizinin açıldığını, İspendere - Guleman ofiyolitlerinin ise Albiyen'den itibaren Keban - Malatya Metamorfikleri ile Bitlis - Pütürge Masifleri arasındaki bir okyanusal havzada oluştuğunu kabul etmektedirler.

Bu araştırmacılara göre, Mesoje okyanusunun Senoniyen'den itibaren güneye dalması ile oluşan mağmatizma Kampaniye esnasında Baskil Mağmatitleri'ni oluşturmuştur.

Özkan ve Öztunalı (1984) Guleman Ofiyoliti'nin petrografik ve petrolojik özellikleri üzerine yapmış oldukları çalışmalarında bunların yüksek sıcaklıklarda plastik deformasyon geçirmiş tektonitler ve deforme olmamış kümülatlardan oluştuğunu ve inceleme alanının batısında yer alan İspendere Ofiyoliti'nin, Guleman Ofiyoliti'nin batı uzantısı olduğunu kabul etmişlerdir.

Asutay (1985), yaptığı çalışmada Baskil Mağmatik kayaların düzenli bir mağmatik seri olduğunu, bütünüyle bir mağmatik karmaşık olarak yorumlanamayacağını belirterek, bu kayaları dört gruba ayırmıştır. 1. Diyorit - Monzodiyorit grubu, 2. Geçiş grubu, 3. Granodiyorit - Tonalit grubu, 4. Monzonit grubu.



Araştırmacı, Baskil mağmatik kayaçlarını aktif kıta kenarı üzerinde gelişen yitim zonu ürünleri olarak yorumlamaktadır.

Özçelik (1985), Malatya güneydoğusunda, Poluşağı civarında Maden Karmaşığı'nın jeokimyasal özellikleri üzerine incelemeler yapmış ve Maden volkanik kayaçlarının daha önce Erdoğan (1977, 1982) tarafından yorumlandığı gibi, ensimatik bir yay yakını havzada oluştuğunu kabul etmiştir.

Aktaş (1985) ve Aktaş ve Robertson (1990), Maden Karmaşığı'nın volkanizması ve sedimantasyonu üzerine yapmış oldukları çalışmalarda, Maden Karmaşığı'nın bazı bölgelerde 20 km'den daha kalın bir karmaşık tektonik dilim olduğunu ve Geç Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlarla, Geç Kretase - Erken Tersiyer sedimenter kayaçlarından oluştuğunu kabul etmektedirler. Bu araştırmacılara göre, Geç Kretase ofiyolitik kayaçları serpantinleşmiş peridotit, gabro, diyabaz, bazik yastık lavlar ve pelajik sedimanlardan oluşmuştur. Lavlar, 1. tip bazaltlar (Killan ve Göma bazaltları) ve 2. tip bazaltlar (Guleman ve Caferi bazaltları) olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Bingöl (1986a, 1986b), Guleman Ofiyoliti'nin petrografik ve petrolojik özellikleri üzerine yapmış olduğu çalışmalarda, bunların yüksek sıcaklıklarda plastik deformasyon geçirmiş tektonitler ve deforme olmamış kümülatlardan oluştuğunu ve İspendere Ofiyoliti'nin, Guleman Ofiyoliti'nin batı uzantısı olduğunu kabul etmiştir.

Akgül (1987) Baskil civarında Yüksekova derinlik kayaçları üzerine çalışmalar yapmış, buradaki granitlerin çarpışma zonu granitleri olduğunu kabul etmiştir.

Bingöl (1994), Çermik yöresinde Koçali Karmaşığı'na ait magma kayalarının jeokimyası ve petrolojisini inceleyerek, jeokimyasal olarak Koçali Karmaşığı volkanitlerinin, daha kuzeyde yüzeyleyen Guleman, Caferi, Killan ve Göma bazaltlarına benzerlik gösterdiğini ve bu karmaşığın kuzeye doğru dalımlı bir okyanus içi dalma - batma zonu üzerindeki bir açılma zonu ve açılma ekseninin dışında bir denizaltı dağı volkanizması veya yay volkanizması ile oluşmuş ve Kampaniyen - Meastrihtiyen esnasında Arap Levhası kuzey kenarı üzerine üstlenmiş olduğunu belirtmektedir.

Poyraz (1988), İspendere - Kömürhan Ofiyolit ve Metaofiyolitleri'ni petrografik ve petrolojik incelemeler sonucunda, İspendere Üyesi ve Kömürhan Üyesi olarak gruplandırmıştır. İspendere Üyesi'nin, olivin-gabro, hornblend - gabro, troktolit, serpantin, diyabaz ve bazaltlardan oluşurken, Kömürhan Üyesi'nin metamorfit ve metamorfit olmayan kayaç türlerinden oluştuğunu belirtmiştir.

Yiğitbaş vd. (1992), “Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı’nda Eosen Nap Yerleşmesi” adlı çalışmalarında, Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında, Arap Platformu üzerine ofiyolit yerleşmesine bağlı olarak, bugüne kadar bilinen iki ana tektonik deformasyon fazının bulunduğunu, bunların sırasıyla Geç Kretase ve Miyosen döneminde etkin olduğunu belirtmektedirler. -

Yılmaz vd. (1992), Güney Doğu Anadolu Orojenik Kuşağı’nda yer alan metamorfik masiflerin jeotektonik evrimini açıklamaya çalışmışlardır. Araştırmacılar , metamorfik masiflerin köken olarak aynı olduğunu ve bunların Mesozoyik karbonat platformlarından türediklerini, metamorfizma yaşlarının Üst Kretase olduğunu kabul etmektedirler.

Turan vd. (1993) tarafından Doğu Toroslar’ın Elazığ, Diyarbakır, Malatya üçgeni içerisinde kalan kısmında yapılan çalışmada, Geç Kretase başlarında etkili olmaya başlayan kuzeye dalımlı bir yitim ile, Geç Kretase sonlarında Bitlis - Pütürge Masifi üzerine ofiyolit yerleşmesinin gerçekleştiğini ve metamorfizmanın bu ofiyolit yerleşmesi ile ilişkili olduğunu belirtmektedirler.

Yılmaz (1993), Güney Doğu Anadolu’nun evrimi için yeni bir model geliştirmiş ve buna göre, Geç Triyas’ta bölgede, Atlantik tipi kıta kenarı şeklinde bir okyanusun açılmaya başladığını, Geç Kretase’de bu okyanus kabuğunun bir kısmının Arap platformu üzerine itilerek, bir melanj prizması (Koçali Karmaşığı) oluşturduğunu, buna ensimatik ada yayı tipi bir mağmatizmanın eşlik ettiğini kabul etmiştir.



### 3. GENEL JEOLojİ

Giriş kısmında da belirtildiği gibi inceleme alanı, Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde, Elazığ'ın güneybatı kesiminde yer almaktadır. Bilindiği gibi Doğu Toroslar, yoğun tektonizma nedeniyle, bindirmeli ve faylı yapılar göstermektedir. Bu nedenle, birimler arasındaki birincil ilişkiyi her yerde izlemek mümkün değildir. Bu yapısal unsurlardan en önemlilerinden biri olan, Doğu Anadolu Fayı da inceleme alanının güney-güneydoğu kesiminde tektonik bir hat oluşturmaktadır. Elazığ - Malatya arasındaki bölgede Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar değişen birimler yüzeylemektedir (Perinçek, 1979a; Yazgan vd. 1983; Bingöl, 1984; Turan ve Bingöl, 1991) (Şekil 3.1).

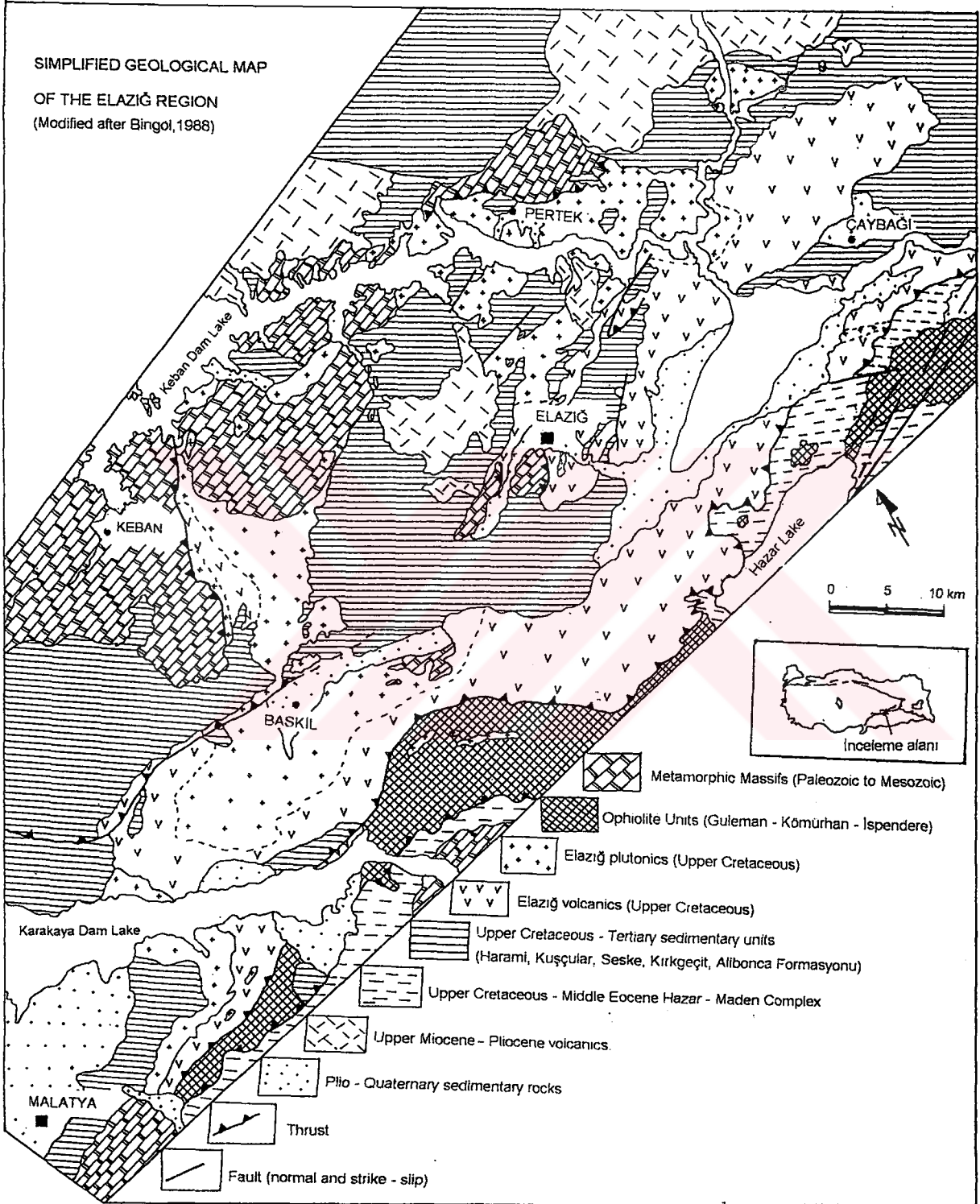
İnceleme alanındaki birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanabilir (Ek -1, Şekil 3.2).

- 1- Paleozoyik - Mesozoyik Pütürge Metamorfikleri
- 2- Üst Kretase Kömürhan Ofiyolitleri
- 3- Üst Kretase Elazığ Mağmatikleri
- 4- Orta Eosen Maden Karmaşığı
- 5- Orta Eosen - Oligosen Kırkgeçit Formasyonu
- 6- Kuvaterner Alüvyonlar

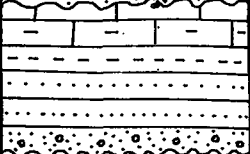
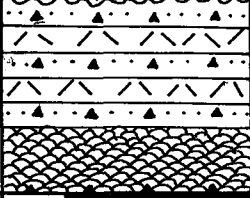
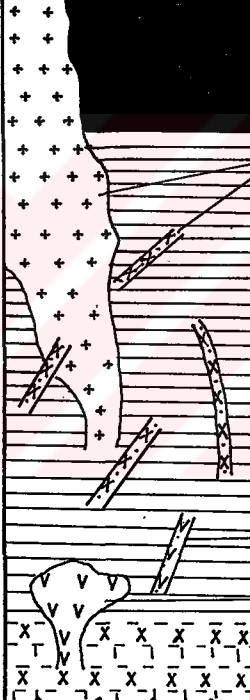
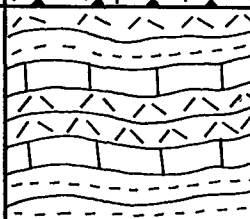
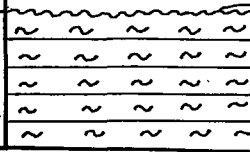
#### 3.1. Pütürge Metamorfikleri

İnceleme alanının güney - güneydoğu kesiminde yüzeyleyen Pütürge Metamorfikleri, incelenen en yaşlı birimi oluşturmaktadır. Ancak, Pütürge Metamorfikleri'nin inceleme alanının çok dar bir bölümünde yüzeyleme sunması nedeniyle, arazide daha çok Kömürhan Ofiyoliti ile olan ilişkileri incelenmiş ve ayrıca önceki çalışmalardan yararlanılarak birimin özellikleri kısaca açıklanmıştır.

Pütürge Metamorfikleri genellikle; gözlü gnays, biyotitsist ve amfibolitist, amfibolit, prasinitler, granitik gnayslar, profillitli makaslanma zonu kayaçlarından oluşan Alt Birlik ile muskovitsist, distenli kuvarsit damarları, stavrolit muskovitsist, granatlı



Şekil 3.1. Elazığ bölgesinin basitleştirilmiş jeoloji haritası (Bingöl, 1988'den değiştirilerek).

|                        |                          |                                                                                     |                                                                                              |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kuvaterner             |                          |    | Yamaç molozu, alüvyon                                                                        |
| Orta Eosen<br>Oligosen | Kırkgeçit                |    | Marn, kireçtaşı<br>Kumtaşı<br>Konglomera                                                     |
| Üst Kretase            | Elazığ Mağma-<br>titleri |    | Bazaltik, andezitik lav akıntıları<br>ve piroklastitler<br>Bazaltik yastık lavlar            |
| Üst Kretase            | Kömürhan Ofiyoliti       |   | Dayk kompleksi<br>Granit<br>Gabrolar<br>Diabaz dayk<br>Verlit intrüzyonu<br>Piroksenit-gabro |
| Orta Eosen             | Maden Karma-<br>şığı     |  | Bazaltik, andezitik lavlar<br>Kireçtaşları<br>Çamurtaşları                                   |
| Paleozoik<br>Mesozoik  | Pütürge                  |  | Mikaşist ve kalkşist                                                                         |

Şekil 3.2. İnceleme alanının tektonostratigrafik kesiti.

mikaşistler, kalkşıst ve mermerlerden ibaret olan Üst Birlik kayaçlarından oluşmuştur (Yazgan, 1972; Erdem, 1994).

Çalışma alanının güneydoğu kesiminde Üst Birliğe ait fillit, sleyt, mikaşist, kuvars - muskovişist, kalkşıst ve bunlarla arıalanma gösteren düşük dereceli metapelitler yüzeylemektedir. Ayrıca, Pütürge Metamorfiteeri ile Kömürhan Ofiyoliti'ni ayıran, ve yaklaşık 1 km genişliğinde K 60° D doğrultulu Doğu Anadolu Fay Zonu içerisinde Pütürge Metamorfiteeri'ne ait şist, kuvarsit ve rekristalize kireçtaşlarının blokları yüzeylemektedir (Şekil 3.3).

Yazgan (1981), Pütürge Metamorfik Masifi ile bunun üzerindeki Maden ve volkanosedimenter karmaşığının petrografik ve jeokimyasal özelliklerini inceleyerek, Pütürge Metamorfik Masifi'nin yeşil şist ve amfibolit fasiyeslerinde metamorfizmaya uğrayan alloktan bir birim olduğunu belirtmiştir.

Hazar Gölü yakınında Pütürge Masifi'nin yapısı ve tarihçesi üzerine incelemeler yapan Hempton (1984, 1985), mikaşistlerde K/Ar yöntemi ile yapmış olduğu yaş tayinine göre, bu kayaçların metamorfizma yaşının  $71.2 \pm 3.6$  my olarak vermektedir. Bu araştırmacıya göre Pütürge Metamorfiteeri kıta kenarı sedimenter istif olup, Kampaniyen - Maastrichtiyen'de yeşilşist fasiyesinde metamorfize olmuştur.



**Şekil 3.3.** Doğu Anadolu Fay Zonu içerisindeki birimler. Pmp; Pütürge Metamorfiteeri, Kka; Kömürhan Ofiyoliti, Tm; Maden Karmaşığı. Bakış yönü, doğu.

Yazgan ve Chessex (1991), Pütürge Metamorfik Masifi'ni Bitlis Metamorfik Masifi ile birlikte düşünerek, "Pütürge - Bitlis Metamorfik Kuşağı" adı altında incelemişlerdir. Araştırmacılar, masiflerin metamorfizmasına (70-75 my) neden olan ısının kaynağının, yitim zonu üzerinde bulunan yay önü okyanusal kabuk malzemesinin sıcak yerleşmesi öncesine kadar yay mağmatizması etkisi ile ısınması, bindirmeye bağlı ısınma etkisi ve ofiyolitik napların yükü altındaki gömülme şartlarına bağlamaktadırlar.

Yılmaz vd. (1992), Pütürge Metamorfikleri'nin Üst Kretase'de metamorfizmaya uğramış bir kıta kenarından türediklerini belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, inceleme alanının güney - güneydoğusunda yüzeyleyen Pütürge Metamorfikleri'nin Üst Birliği'ne ait kayaçlar, muhtemelen, kıta yamacı ve kıta şelfi üzerinde çökelmiş pelitik ve karbonat kayaçların Üst Kretase'de yeşilist - amfibolit fasiyesinde metamorfize olmuş ürünleridir.

### 3.2. Kömürhan Ofiyoliti

Çalışmanın asıl amacı, Kömürhan Ofiyolitleri'nin petroğrafik ve petrolojik incelenmesi olması dolayısıyla, ofiyolitlerin litolojik özellikleri geniş biçimde petroğrafi ve jeokimya bölümünde verilmiştir. Burada, ofiyolitın diğer birimlerle olan ilişkileri, kendi içerisindeki özellikleri ve arazideki genel özellikleri kısaca açıklanmıştır.

İlk defa Yazgan (1984) tarafından Kömürhan Ofiyoliti olarak adlandırılan birim, Hazar Gölü'nün batısından başlayıp, Kömürhan Köprüsü'ne kadar uzanmaktadır. Yaklaşık 40 km uzunluğunda ve 10 km genişliğinde kuzeyde ve güneyde bindirme fayları ve Doğu Anadolu Fay Zonu ile sınırlıdır (Ek 1). Bazı araştırmacılar (Yazgan, 1983; Bingöl, 1986) Kömürhan Ofiyoliti'nin, Guleman Ofiyoliti'nin batı; İspendere Ofiyoliti'nin ise doğu uzantısı olduğunu kabul etmektedirler.

Kömürhan Ofiyoliti, çoğunlukla, farklı özelliklere sahip gabrolardan oluşmuştur. Ancak, gabrolardan başka diyabaz daykları ve dayk kompleksi önemlidir. Çalışma alanının batı kesimlerinde, yer yer piroksenit ve dünit ile gabroları keser konumda verlit ve plajiyoklaslı verlit intrüzyonları görülmektedir.

İnceleme alanında gabrolar Kürk Köyünün batısından başlayarak, batıya doğru oldukça geniş bir alanda yüzeyleme sunmaktadır (Ek 1). Gabrolar güneyde Maden



Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmekte, ayrıca, Doğu Anadolu Fay zonu ile Maden Karmaşığı ve Pütürge Metamorfitleri ile ayrılmakta, kuzeyde ise Elazığ Mağmatitleri ile tektonik sınır oluşturmaktadır. Gabrolar içerisinde, onları keser konumda Elazığ Mağmatitleri'ne ait granitik intrüzyonlar bulunmaktadır.

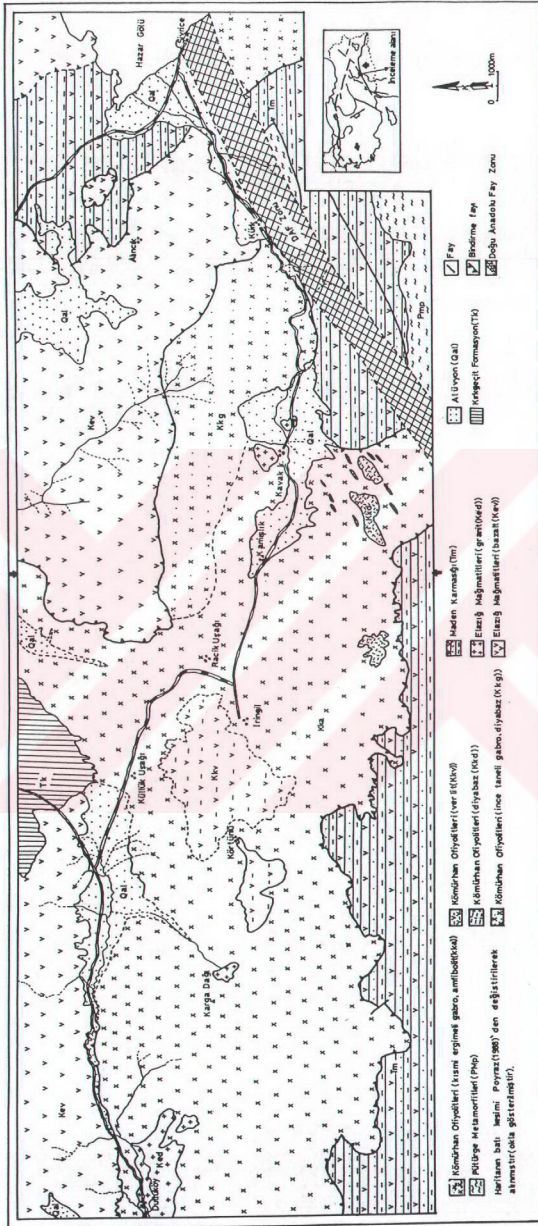
Arazide içermiş oldukları mafik minerallere göre koyu gri, siyahımsı gri, koyu yeşil ve lökokratik bileşenlerin baskın olduğu açık renkli türlerine de rastlanmaktadır. Altere olduklarında açık yeşilimsi gri veya daha açık renklerde görülürler. Sert olduklarında kırılmaları zordur. Keskin köşe ve kenarlı olarak kırılırlar. Ayrıca ince, orta taneli ve pegmatitik gabrolara rastlanmaktadır.

Folyasyonlu, banltı gabrolar, kısmi ergime izlerinin görüldüğü gabrolar ve olivinleri serpantinleşmiş gabroları görmek mümkündür. Farklı bileşimli gabrolar, iç içe yer almakta ve harita ölçeğinde çoğunlukla birbirinden ayırmak mümkün değildir.

Ancak büyüklüklerine ve dokusal özelliklerine göre ince taneli gabro - diyabaz ve iri - orta taneli kısmen amfibolitlere dönüşmüş ve yer yer kısmi ergime izleri gösteren gabrolar şeklinde iki grup altında toplamak mümkündür (Şekil 3.4).

İnce taneli gabro - diyabazlar Yedipınar Köyü civarında başlayıp, kuzeybatıya doğru uzanmaktadır (Ek 1, Şekil 3.4). Arazide, ince taneli gabrolarla diyabazları birbirinden ayırmak oldukça zordur. Diyabazlar daha çok doğu kesimde yüzeylerken, gabrolar batı kesimde yüzeylemektedir. Gerek gabrolar gerekse diyabazlar masif olup, ayrıca gabrolar izotroptur. Diyabazlar, bazı bölgelerde net olarak belirlenemeyen dayk görünümündedir. Yer yer ince taneli gabrolarla bu dayklar arasında tedrici geçiş, yani yukarıya doğru gabroların azaldığı, diyabazların arttığı izlenmektedir. İnce taneli gabro - diyabaz birimi ile üstteki bazaltik yastık lavlar ve lav akıntıları arasında oldukça ezilmiş ve kesin bir tektonik dokanak izlenmektedir. Sınırın tektonik olması nedeniyle bu iki birim arasında birincil ilişki izlenememiş ve arazi gözlemleri sonucu, bu bazaltik yastık lavlar ve lav akıntılarının Kömürhan Ofiyoliti'ne ait olup olmadığı belirlenememiştir.

İri ve orta teneli gabrolar, Kavak Köyünün batı ve güney kesimlerinde yüzeylemektedir (Ek 1). Ayrıca harita alanının batısında, Poyraz (1988)'dan değiştirilerek jeolojik haritalanması yapılan bölgede, bu tür gabrolar geniş yüzeylemeler göstermektedir (Şekil 3.4). Kavak Köyü batısı ile güneyinde Sivrişık Tepe ve Yoncaboğaz Tepe civarında gabrolar kısmi ergime izleri göstermektedir.



Şekil 3.4. Sivrice - Kömürhan arası bölgenin jeoloji haritası

Kısmi ergimeye bağılı olarak oluşan açık renkli diyoritik ve granitik kısımlar yer yer gabro içerisinde dağınık olarak görülmekte, yer yer de ince damarlar halinde yayılıp, daha kalın damarlarla birleşip, dayk ve küçük intrüzyonlar haline dönüşmektedir (Şekil 3.5 ve 3.6). İnceleme alanının batısında Karga Dağı civarı ile Dutlu Köy güneyinde piroksenli gabro ve piroksenitlerde benzer kısmi ergime olayları izlenmektedir. Karga Dağı ve Dutlu Köy civarında (Şekil 3.4) piroksenit ve piroksence zengin gabrolarda tabanda önce kısmi ergime ürünleri kayca içerisinde oldukça dağınık halde bulunurken, üst seviyelere doğru birbiri ile ilişkili damarlar bir ağı oluşturmakta ve daha sonra piroksenitleri kesen dayklar (Şekil 3.7) ve piroksenit parçalarını kapantı olarak bulunduran diyorit - granit intrüzyonuna dönüşmektedir.

Kısmi ergime izleri gösteren bu kayalar ve oluşan intrüzyonların çevresindeki kayalar genellikle amfibolit fasiyesinde metamorfe olmuşlardır (Şekil 3.8). Bu tür amfibolitler en yaygın şekilde Kavak Köyü kuzeybatısındaki küçük intrüzyonun çevresi ile batıda Karga Dağı güneybatısı ve Dutlu Köy granitoyidi çevresinde görülmektedir. İntrüzyonların çevresinde amfibolit olarak görülen birimler intrüzyondan uzaklaştıkça



Şekil 3.5. Gabrolarda görülen kısmi ergime yapıları. Yoncaboğaz Tepe'nin güneyi.





Şekil 3.6. Gabrolardaki kısmi ergime izleri. Dutlu Köy'ün yaklaşık 1 km güneybatısı.



Şekil 3.7. Piroksenitleri kesen granit daykları. Dutlu Köy'ün yaklaşık 1 km güneybatısı.



Şekil 3.8. Granit kontağındaki amfibolitler. Dutlu Köy'ün batısı.

yeşilşist fasiyesi kayalarına ve daha sonra da fazla metamorfize olmamış kayalara geçiş gösterirler. Küçük intrüzyonların yan kayalarla olan dokanaklarında önemli ölçüde epidotlaşma başlamakta, Dutlu Köy granitoidinin çevresinde ise granatlar izlenmektedir.

Kısmi ergime ve metamorfizmanın az olduğu veya görülmediği yerlerde gabrolar, kümülatlarda gözlenen bantlanma ve buna bağlı olarak ta tane boyu değişimi ile belirlenen şekil dokanağı, felsik ve mafik mineral oranlarının değişimi ile belirlenen bileşim dokanağı gibi yapılar gösterirler.

Harita alımı yapılan bölgenin hemen batısında, Racikuşağı Köyü ile Körtünlü Köyü arasındaki bölgede, yaygın olarak ve haritalanabilir ölçekte, diğer bölgelerde ise birkaç metre genişliğinde dayklar halinde, gabrolar içerisinde verilitik intrüzyonlar mevcuttur. Kömürhan Köprüsü'nün batısında, İspendere Ofiyoliti'nde de benzer verilitik intrüzyonlar görülmektedir (Beyarslan, 1991), (Şekil 3.4).

Dayklar halinde tipik verilitler, intrüzyon içerisinde verilit, plajiyoklaslı verilit ve piroksence zengin gabro olarak görülmektedir. Verlit intrüzyonları ile gabrolar arasındaki dokanakta herhangi bir kontak metamorfizma izi gözlenmemektedir. Bu verilit

intrüzyonlarından başka, özellikle batıya doğru piroksenit ve verlit, hatta yer yer dünit yüzeylemektedir. Ancak harita üzerinde ayrılarak gösterilebilecek ölçekte değildir.

Bantlı gabrolar üst seviyelere doğru yer yer folyasyon gösteren gabrolara geçerler (Şekil 3.9). Ancak bu gabrolar çok fazla yaygın olmayıp, sadece Kavak Köyü kuzeybatısında izlenmektedir.

İnceleme alanının yaklaşık orta kesiminde yüzeyleyen ince taneli gabro - diyabazlardan başka, Kamışlık Köyü güneydoğusunda Sivrişik Tepe, Binicetürme Tepe civarında gabroları kesen diyabaz daykları görülmektedir. Gabroların üst seviyelerine doğru önce 2 - 10 m kalınlığında tekil diyabaz daykları ortaya çıkmakta (Şekil 3.10 ve 3.11) ve daha sonra levha dayk kompleksine geçmektedir (Şekil 3.12 ve 3.13). Tekil diyabaz daykları yaklaşık K 60 - 65° D doğrultulu olup, levha dayk kompleksinin uzantısı ile uyum göstermektedirler (Ek 1). Gabrolarla levha dayk karmaşığı arasındaki geçiş ani olmayıp, öncelikle tekil daykların oranı artmakta ve daha sonra gabroların oranı azalarak levha dayk kompleksine geçilmektedir. Diyabaz - gabro kantağında ince epidot damarları görülmektedir.



Şekil 3.9. Folyasyonlu gabro. Kavak Köyü kuzeybatısı.





**Şekil 3.10.** Gabroları kesen tekil diyabaz daykı. Kavak Köyü batısı. Bakış yönü, güney.



**Şekil 3.11.** Gabroları kesen tekil diyabaz daykı. Kavak Köyü batısı. Bakış yönü, güney.



**Şekil 3.12.** Levha dayk kompleksi - gabro ilişkisi. Yoncaboğaz Tepe. Bakış yönü kuzey.



**Şekil 3.13.** Levha dayk kompleksi - gabro sınırının yakından görünüşü. Yoncaboğaz Tepe.

Levha dayk karmaşığı, birbiri içersine girmiş çok sayıda dayktan oluşmuştur ve bu daykların doğrultusu, yaklaşık olarak tekil dayklara paraleldir. Dayk karmaşığını oluşturan diyabazların bir kenarında soğuma nedeniyle, çok ince taneli doku izlenirken, diğer kenarında tane boyları daha büyüktür.

### 3.3. Elazığ Mağmatitleri

Elazığ bölgesinde geniş yüzeylemeler sunan ve diyoritlerden granite kadar değişen bileşimde derinlik kayaçları, bazaltik lav akıntıları, yastık lavlar, andezitik lav ve piroklastitler, volkanoklastitler ile dasit dayk ve domlarından oluşan birim, ilk defa Perinçek (1979a) tarafından Hakkari civarında tanımlanan Yüksekova Karmaşığı'na benzerliği nedeniyle, aynı araştırmacı (1979b) tarafından birim, Elazığ yöresinde de Yüksekova Karmaşığı olarak adlandırılmıştır. Bölgede yapılan çok sayıda araştırmada (Perinçek, 1979b, 1980; Bingöl, 1982, 1984, 1988; Turan, 1984) birim için Yüksekova Karmaşığı terimi kullanılmıştır. Baskil civarında araştırmalar yapan Yazgan (1981, 1983, 1984), Asutay (1985) ve Akgöl (1987) birimi Baskil Mağmatik Kayaçları veya Baskil Granitoyidi olarak adlandırmışlardır.

Turan vd. (1993) ise, birimin Perinçek (1979a) tarafından Yüksekova civarında tanımlanan litolojik ve yapısal özellikleri ile Elazığ çevresindeki özelliklerinin farklı olduğunu, Hakkari civarında birimin çeşitli litolojilerden oluşmuş tam bir karmaşık olduğunu, oysa Elazığ çevresinde birimin tabandan tavana doğru düzenli bir değişim gösterdiğini ve bir karmaşık özelliği göstermediğini vurgulayarak, birime Elazığ Mağmatitleri ismini vermişlerdir. Bu araştırmacılara göre, Elazığ Mağmatitleri tabanda gabbro - diyorit bileşimli derinlik kayaçları, bunların üzerinde bazaltik, andezitik volkanik kayaçlar, volkanoklastitler ve tüm bunları kesen granodiyorit - tonalit bileşimli derinlik kayaçları ve dasit dayklarından oluşmuştur.

Bingöl ve Beyarslan (1995 ve baskıda) ise Elazığ Mağmatitleri'nin birbirini kesen diyorit, tonalit, granodiyorit ile bazaltik yastık lavlar, andezitik lav akıntısı ve piroklastitler, volkanoklastitler ve alttaki Kömürhan Ofiyolitleri'ne ait gabrolar dahil, tüm derinlik ve yüzey kayaçlarını kesen granit dayk ve intrüzyonları ile andezitik lav ve



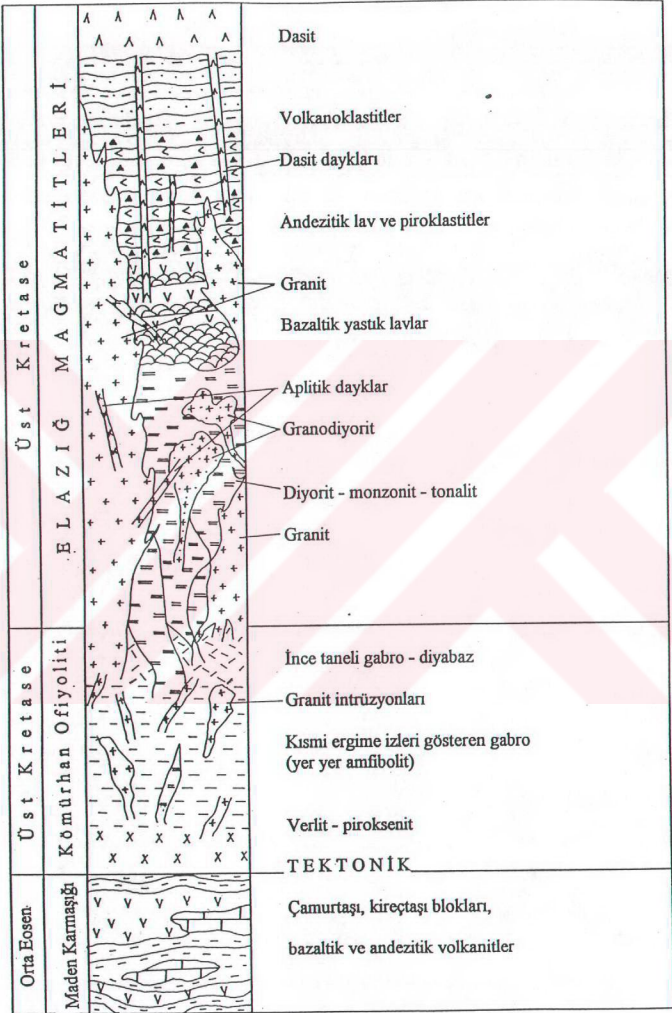
piroklastitler ile volkanoklastitleri kesen dasit daykları ve dasit domlarından oluştuklarını kabul etmektedirler (Şekil 3.14).

Çalışma alanının kuzey kesiminde yer alan birim, çoğunlukla, bazaltik yastık lavlar ve lav akıntıları ile temsil edilmektedir. Ancak birimin granitik bileşimli derinlik kayaçları Kömürhan Ofiyoliti'nin üst kesimini oluşturan gabrolar içerisinde intrüzif olarak bulunmaktadır (Şekil 3.4). Birimin volkanik kayaçları güneyde Kömürhan Ofiyoliti üzerine, doğuda ise Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmektedir (Şekil 3.15).

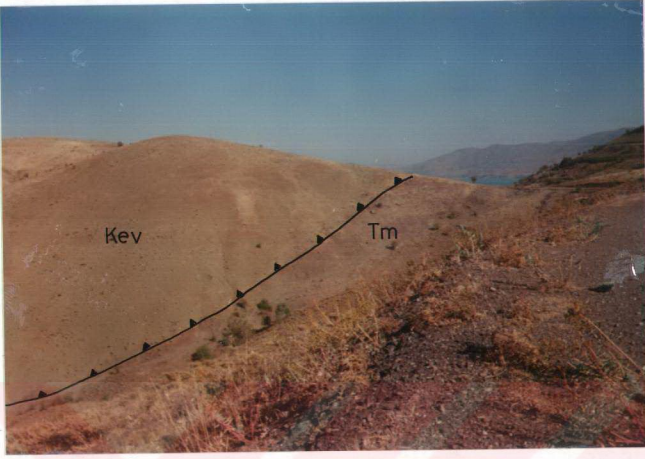
Volkanik kayaçlar, bileşim olarak bazalttan andezite kadar değişmektedir. Bazaltik lavlar, çoğunlukla, yastık lav karakteri göstermektedirler. Bazaltik lavlar, arazide kırmızımsı kahverenkli, mor, morumsu siyah renkte izlenmekte olup, yer yer boşluklar içermekte ve bu boşluklar kalsit, albit, epidot, zeolit gibi ikincil minerallerle doldurulmuştur. Yastık lavlar, tüp ve elipsoidal şekillidir (Şekil 3.16 ve 3.17). Yastık lavların dış yüzeylerine yakın olan kesimlerinden alınan örnekler hiyalopilitik ve gaz boşluklarınca zengin bir doku sunmaktadırlar. Bu gaz boşlukları ikincil olarak kalsit, zeolit ile doldurulmuş amigdaler bir doku sunarlar. Yastık lavların dış kısımları hızlı soğumadan dolayı camsı halde, iç kısımları ise yavaş soğumadan dolayı daha iri tanelidir. Yastık lavlar, genellikle birbirini sarmakta, arakesimlerde ise, hamur ve çimento malzemesi görülmektedir. Bu kısımlarda, yaygın bir kloritleşme ve epidotlaşma izlenmektedir. Elazığ-Sivrice karayolu üzerinde bu bazaltik lav ve yastık lavları kesen yaklaşık birbirine paralel 50 - 100 cm kalınlığında açık renkli dasit daykları görülmektedir (Şekil 3.18).

İnceleme alanında Kavak Köyü kuzeyinde ve inceleme alanının batısında Elazığ Mağmatitleri'nin ofiyolitlerle intrüzif ilişkili olduğu görülmektedir. Bölüm 3.2'de de bahsedildiği gibi ofiyolitlerin kısmi ergimesi ile oluşan mağma, ofiyolitlere ait gabrolar içerisine sokulmakta ve katılarak granitik bileşimli kayaçları vermektedir. Bu kayaçlar arazide beyaz, kirli beyaz, sarımsı beyaz ve pembemsi renklerde olup, yer yer yönlenme göstermektedirler. Bu kayaçların gabrolar içerisine sokulumu sonucu kontak metamorfizmaya bağlı olarak, dokanaklar boyunca epidot, granat gibi mineraller ve amfibolit oluşumlarına rastlanmaktadır.





Şekil 3.14. Elazığ Magmatitleri'nin geliştirilmiş sütun kesiti (Bingöl ve Beyarslan, baskıda).



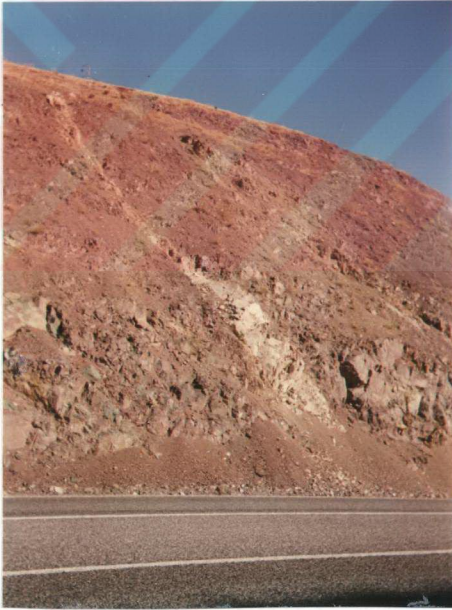
**Şekil 3.15.** Elazığ Mağmatitleri (kev) ile Maden Karmaşığı (Tm) arasındaki tektonik dokanak. Alıncık yolu. Bakış yönü kuzeydoğu.



**Şekil 3.16.** Elazığ Mağmatitleri'nin yastık lavlarından genel bir görünüş. Alıncık - Dedeyolu arası.



**Şekil 3.17.** Elazığ Mağmatitleri yastık lavlarının yakından görünüşü.



**Şekil 3.18.** Elazığ Mağmatitleri'nin bazaltik lav ve yastık lavlarını kesen (açık renkli kısım) dasit daykı. Elazığ - Sivrice karayolu. Bakış yönü doğu.

Kavak Köyü'nün kuzeybatısındaki dere boyunca sokulum yapan çok sayıda küçük granitik intrüzyonlar görülmekte, ayrıca bu granitleri ve gabroların her ikisini birlikte kesen yaklaşık 15 - 20 cm kalınlıkta aplitik dayklar izlenmektedir. Kontak boyunca granitik kayalar içerisinde yer yer amfibolitleşmiş gabro kapantılarına da rastlanmaktadır. Köyün kuzeybatısındaki dere de koyu renkli gabrolar içerisinde çok sayıda açık renkli granit damarlarına rastlanmaktadır. Granitlerle kontak oluşturan bu gabrolar içerisinde oldukça büyük amfibol kristallerine rastlanmaktadır (Şekil 3.19).

Elazığ - Palu - Kovancılar yöresinde yapılan çalışmalarda Elazığ Mağmatitleri'ne ait piroklastik kayalar içerisindeki kırmızı renkli kireçtaşlarında; Globotruncana arca, Heterohelix sp. fosilleri tespit edilerek, birime Kampaniyen - Maestrihtiyen yaşı verilmiştir (Perinçek, 1979). Aynı araştırmacı, daha sonraki bir çalışmada Elazığ Mağmatitleri'nin yaşını Senomaniyen - Alt Maestrihtiyen olarak belirlemiştir (Perinçek, 1980).

Elazığ - Pertek - Palu yöresinde yapılan çalışmada, Elazığ doğusunda, Elazığ Mağmatitleri'nin volkanitlerle arakatlı şeyl ve marnlarında Santoniyen (Alt Senoniyen), Senomaniyen - Turoniyen ve Kampaniyen - Maestrihtiyen yaşlarını veren fosiller belirlenmiştir (Tuna, 1979).

MTA jeologları (1986b, 1988) tarafından K/Ar yöntemi ile yapılan yaş tayininde ise birimin yaşının 75 - 86 milyon yıl arasında olduğu belirlenmiştir.

Yazgan (1981), Elazığ Mağmatitleri'nin alkaliye eğimli, kalkalkalen özellikte olduğunu ve karmaşığı Yeni Zelanda tipi ince bir kıta kenarı mağmatizması ürünü olarak yorumlarken, Bingöl (1982, 1984, 1988), birimin kısmen okyanusal kabuk, kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişen ada yayı ürünleri olabileceğini belirtir. Hempton ve Savcı (1982) ise birimi ilksel okyanus içi ensimatik bir ada yayında oluşan ürünler olarak yorumlarken, Yazgan vd. (1987), Elazığ Mağmatitleri'nin kalkalkalen özellikte, kıta kenarı mağmatizması ürünleri olduğunu belirtirler. Akgül (1987) ise, Baskil Granitiyi içerisinde baskın olan iki kayalık türünden birinin (diyorit) aşırı tüketilmiş kaynağı olduğunun ise (granit) uyumsuz elementlerce zengin bir kaynağı belirtmesi ve bu iki tip





*Şekil. 3.19* Kontak zonunda görülen iri kristaller. Kavak Köyü kuzeybatısı.

mağmanın birbirine karışmadan, aynı zaman sayılabilecek bir süreç içerisinde, yitim mekanizması ile oluşamayacağını belirtmektedir. Araştırmacıya göre, Baskil Granitoidi bir çarpışma zonu ürünüdür. Bingöl ve Beyarslan (1995), Elazığ Mağmatitleri'nin Üst Kretase'de oluşan bir supra - subduction zonu ofiyolit üzerinde gelişen ada yayı ürünleri olduğunu belirtmektedirler.

#### **3.4. Maden Karmaşığı**

Maden Karmaşığı, ilk defa Ergani - Maden yöresinde, Maden Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Özkaya, 1978). Yazgan (1983), Maden Karmaşığı'nın bazaltik tüf, lapilli taşı, aglomera ve kırmızı renkli kilaşları ve kireçtaşı bloklarından oluştuğunu kabul etmektedir. Aktaş (1985), Maden Karmaşığı olarak, Kretase yaşlı ofiyolitik birim ile Orta Eosen yaşlı sedimenter ve volkanik birimlerin tamamını tanımlamaktadır. Malatya



güneydoğusunda, Poluşağı Köyü civarında incelemeler yapan Özçelik (1985), Maden Karmaşığı'nın kireçtaşı, kalkıştı, aglomera, bazaltik yastık lavlar ve lav akıntılarından oluştuğunu belirtmektedir.

Karmaşığın en yaygın olduğu Maden İlçesi çevresi ve Pütürge civarında, Maden Karmaşığı'nın tabanına ait otokton çökeller, malzemesini Pütürge'nin metamorfik birimlerinden alan taban konglomerası, kumtaşı ve kumlu kireçtaşları ile başlamaktadır. Birim, daha sonra gri, yeşil ve kiremit rengi mikritik kireçtaşlarına geçmektedir. Yukarıya doğru, volkanik parçalar içeren yeşilimsi kalkıştıtlara geçen birim, daha sonra kum ve volkanik tuf seviyeleri içeren yeşilimsi, kahverengi veya kiremit rengi kalkıştıtlara geçmektedir.

Maden Karmaşığı'nın otokton çökelleri üzerine, Üst Lütisiyen yaşta iri Nummulit içeren kireçtaşı, andezitik epiklastitler, kumtaşı, volkanik kayaç ve diyabaz parçaları ve bloklarını kapsayan ekaylı silt ve kilaşlarından oluşan bir çimento malzemesiyle izlenen olistostromal Maden oluşumu, tektonik olarak gelip yerleşmektedir (Yazgan vd., 1987).

Olistostromal Maden oluşumunun yaşı, içerisinde bulunan Maden'in volkanik ve diyabaz parçalarından dolayı, Maden volkanizmasıyla aynı yaşta olmalıdır.

Diğer önemli bir gözlem de bu birimin otokton Maden çökellerine yakın, alt tektonik düzeylerinde daha fazla olistolitler bulunurken, volkanik Maden birimine yakın üst tektonik düzeylerinde daha çok bindirme faylarının bulunduğu ve volkanik kayaç, tuf, aglomera seviyelerinin arakatlı izlendiği volkano - sedimenter bir birimin önem kazanarak yaygınlaşmasıdır.

Maden Karmaşığı'nın en üst tektonik dilimini oluşturan volkanik Maden oluşumu içerisinde piroklastitler, andezitik lav akıntıları ve yarı derinlik kayaçları bulunmaktadır.

Açıkbaz ve Baştuğ (1975)'un Karadere, Özkaya (1978)'nin Maden ve Davudan formasyonları eşdeğeri, Baştuğ (1980)'un Baykan Formasyonu'nun volkanik bölümüne karşılık gelen bu birim, Yazgan (1981) tarafından volkanik tuf, lapillitaşı, aglomera, alüminyumca zengin bazaltlar, K'ca fakir toleyitler, islandit, dasit, mikrogranit, albit, siyenit, diyabaz, mikrogabro gibi petrografik gruplara ayrılarak incelenmiştir.

Belirgin bir deformasyona ve metimorfizmaya uğrayan bu birim, prehnit - pumpellyit fasiyesinde metamorfik mineral topluluğu ve spilitik, keratofirik bir kimyasal bileşim göstermektedir (Yazgan, 1972).

Jeokimyasal incelemeler, bu volkanik kayaçların toleyitik - kalkalkalen bir karakterde olduğunu ve ince bir kıtasal kabuk üzerinde geliştiğini göstermektedir (Yazgan, 1981).

Birim, çalışma alanının güneyinde ve kuzey - kuzeydoğu kesiminde yüzeylemekte ve Maden Karmaşığı'nın volkanik birimine karşılık gelmektedir. Alt otokton ve olistostromal Maden oluşumu, inceleme alanında gözlenmemektedir.

İnceleme alanında Maden Karmaşığı, genellikle, bazaltik lavlar, tuf, lapillitaşı, aglomeralar ve kırmızı renkli çamurtaşı ve kireçtaşı bloklarından oluşmuştur. Elazığ yöresinde Maden Karmaşığı'nın otokton çökelleri, yer yer Guleman Ofiyoliti'nin, yer yer de Pütürge Metamorfik kayaçları üzerine transgresif olarak gelmektedir (Erdoğan, 1982; Özçelik, 1985). Bu çökeller ve Maden Karmaşığı'nı olistostromal ve volkanik seviyeleri Kömürhan zonu boyunca izlenen ofiyolitler ve bunları kesen granit ve granodiyoritler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tektonik bindirme hattı boyunca, milonitik türde kayaçların varlığı izlenebilmektedir.

Çalışma bölgesinde güneyde Kömürhan Ofiyoliti, Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelirken, Doğu Anadolu Fay zonu içerisinde, birim diğer birimlerle karışmış halde, fay zonunun güney kısmında ise, Maden Karmaşığı Pütürge Metamorfitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Harita alanının kuzeydoğusunda, Hazar Gölü'nün kuzeybatısında Elazığ Mağmatitleri tektonik olarak Maden Karmaşığı üzerine gelmektedir (Ek 1, Şekil 3.4).

Maden Karmaşığı içerisinde izlenen piroklastitler aglomera, lapillitaşı ve tüflerle temsil edilmektedir. Aglomeralar, arazide morumsu kırmızı ve yeşil renkleriyle, kendine özgü yumrular halindeki görünüşleriyle kolayca tanınabilmektedirler. Aglomeraların çakıl boyutları 6 cm'den 40 cm'ye kadar değişen büyüklüklere sahiptirler. Aglomeralar, tüflere ve yer yer de lav akıntılarına geçiş göstermektedirler.

Maden Karmaşığı'nın piroklastitlerinden olan lapillitaşları, tuf ve aglomeralarla aralanmalı ve onlarla tedrici geçişli olarak izlenmektedirler. Lapillitaşları içerisindeki tanelerin boyları 2 mm'den 64 mm'ye kadar değişebilmektedir. Lapillitaşlarını oluşturan taneler, volkanik cam parçaları ve andezitik kayaç parçaları olabilmektedir. Tüfler ise lav

akıntıları, aglomera ve lapillitaşları ile ardalanmalı ve yer yer de tedrici geçişli olarak izlenirler. Andezitik tüflerin taneleri, andezitik kayalık parçalarından oluşmaktadır. İnceleme alanında izlenen diğer bazı tüflerin taneleri de andezitik kayalık parçaları, bazaltik lav akıntı parçaları ve sedimenter kayalık parçalarından oluşmaktadır.

Maden Karmaşığı içerisinde genellikle yastık lav şeklinde lav akıntıları izlenmektedir. Bu yastık lavlar şarabi renktedirler. Dış kısımlarında bol miktarda gaz boşluğu içerirler.

Doğu Toroslar'da yapılan çeşitli çalışmalarda (Sungurlu, 1974; Perinçek, 1979; Yazgan, 1984) karmaşığın Orta Eosen yaşlı olduğunu kabul etmektedirler.

### **3.5. Kırkgeçit Formasyonu**

Birim ilk defa Perinçek tarafından, Van İline bağlı Kırkgeçit Köyü civarında adlandırılmıştır. Bu adlama, Elazığ - Malatya civarında yapılan çalışmalarda da (Perinçek, 1979b; Naz, 1979; Tuna, 1979; Özkul, 1982, 1988; Avşar, 1983; Turan, 1984; Asutay, 1985) aynen kullanılmıştır.

Harita alanının dışında, çalışma alanının kuzey kesimlerinde, Elazığ Mağmatitleri ve Kömürhan Ofiyoliti üzerine açılı uyumsuzlukla gelen birim, Elazığ Mağmatitleri ile Kömürhan Ofiyoliti arasındaki tektonik dokanağında örtmekte ve tabanda konglomera, kumtaşı ile başlayıp, kireçtaşı ile devam etmektedir (Şekil 3.4).

İnceleme alanında konglomeralar; çoğunlukla masif özellikte olup, çakılları Elazığ Mağmatitleri'ne ait mağmatik kayalardan türemiştir. Konglomeraları oluşturan çakıllar iyi yuvarlaklaşmış ve iyi boylanmışlardır. Yer yer tane, yer yer de matriks destekli olan bu konglomeraların matriksini kum ve ince çakıl boyutundaki malzemeler oluşturmaktadır.

Bazı düzeylerde kumtaşı - çamurtaşı ardalanması izlenmektedir. Çamurtaşları Kırkgeçit Formasyonu içerisinde en baskın ve en geniş yayılıma sahip olan litolojik birimdir. Bunlar, çoğunlukla masif, yer yer de tabakanmalı ve gri renkli olmaları ile karakteristiktir.



Kireçtaşları Kırkgeçit Formasyonu'nun en üst seviyelerini teşkil ederler. Çalışma alanında yer yer aşınmış ince seviyeler halinde izlenen kireçtaşlarının kalınlıkları bazı kesimlerde yaklaşık 15 - 20 m'ye kadar çıkmaktadır.

Elazığ Havzası'nın Tersiyer birimlerini Alt Paleosen yaşlı karasal, Üst Paleosen - Alt Miyosen yaşlı denizel ve Üst Miyosen - Kuvaterner yaşlı karasal çökeller oluşturur. Erken Paleosen'de; Permo - Triyas metamorfitlelerinin güneye, Üst Kretase mağmatitlerinin üzerine itilmesi sonucunda, bindirme cephesi önünde alüvyal yelpaze çökelleri gelişmiştir. Geç Paleosen'de bölgeye yerleşen deniz, buradaki varlığını Erken Miyosen sonuna kadar sürdürmüştür. Geç Paleosen - Erken Eosen sığ denizel kireçtaşlarıyla temsil edilirken; Orta - Geç Eosen ise bölgedeki daha yaşlı birimlerden türemiş olistolitler içeren derin deniz kırıntılı kayaçlarıyla karakterize edilir. Bu deniz, bölgenin jeotektonik evrimiyle ilişkili olarak Oligosen'de sığlaşmaya ve kuzeye doğru çekilmeye başlamıştır. Oligosen ve Erken Miyosen'de havzada sığ denizel karbonat ve kırıntılı çökelişi olmuştur. Orta Miyosen'den itibaren bölgede etkili olan yaklaşık K - G doğrultulu sıkışma gerilmesi sonucu gelişen D - B doğrultulu dağarası havzalar, akarsu ve göl çökelleriyle doldurulmuştur. Bu karasal çökellere, Erken Pliyosen'de volkanitlerin de eşlik ettiği görülür. Neotektonik dönemde gelişmiş DKD - BKB doğrultulu kıvrım bindirmelerin önlerinde, Pliyo - Kuvaterner'de alüvyal yelpaze ve akarsu çökelleri gelişmiştir (Aksoy vd., 1995).

### **3.6. Kuvaterner Oluşumları**

Çalışma alanının doğu, güney ve kuzey kesimlerinde ve ayrıca dereler içerisinde yüzeyleyen birim, çimentolanmamış çakıl, kum v.s. den oluşmuştur. Çalışma alanının güney kısmında en kalın şekilde yüzeylemektedir. Birimi oluşturan gevşek malzeme kötü boyulanmalı, alüvyonlarda yuvarlaklaşmış, yamaç molozlarında ise köşelidir. Kömürhan Ofiyoliti, Maden Karmaşığı, Elazığ Mağmatitleri kayaçlarından türeyen çakıllar ve killi malzemeden oluşmuştur.

### 3.7. Tektonik Yapılar

İnceleme alanı, Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden biri olan Toridler'in doğu kesiminde yer almaktadır. Bölge, Üst Kretase'den itibaren yaklaşık kuzey - güney doğrultulu sıkışma rejimi etkisi altında kalmış ve bu sıkışma rejimi, günümüze kadar devam etmektedir. Buna bağlı olarak, tüm Doğu Toroslar'da olduğu gibi, inceleme alanında da çok sayıda kırıklı yapılar gelişmiştir. Mağmatik kayalar dışındaki birimlerde, kıvrımlı yapılar da izlenmektedir.

#### 3.7.1. Kırıklı yapılar

İnceleme alanındaki en önemli kırıklı yapılar; Doğu Anadolu Fay Zonu, Kömürhan Bindirmesi, İspendere Bindirmesi ve Hazar Baba Fayı'dır.

##### 3.7.1.1. Doğu Anadolu Fay Zonu

İlk defa Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından tanımlanan ve Türkiye'nin en önemli doğrultu atımlı faylarından birisi olan Doğu Anadolu Fay Zonu, Kahramanmaraş'ın Türkoğlu İlçesi'nden başlayarak, kuzeydoğuya doğru 400 km kadar devam etmekte ve Karlıova yakınında Kuzey Anadolu Fay Zonu ile kesişmektedir. Günümüzde de etkin olan bu fay zonu, çoğu yerlerde dallanarak bir fay zonu oluşturmaktadır.

Harita alanının güneydoğusunda yer alan fay zonu, birbirine yaklaşık paralel iki fay arasında yer alan ve ortalama 1 km genişliğinde bir fay zonu halindedir. Fay zonu içerisinde, uzamış tepeler, sırtlara paralel vadiler ve morfolojik olarak arazide belirgin bir çizgisellik gözlenmektedir. Fay zonu içerisindeki birimlerin aşırı derecede karışmış olması nedeniyle, birimler ayrı ayrı haritalanmamıştır.

Fayın atımı hakkında, çeşitli değerler verilmektedir. Turan (1992) atımın 13 km kadar olduğunu, Arpat ve Şaroğlu (1972) ise 15 km'lik bir atım kabul etmektedir. Seymen ve Aydın (1972) ise, Göynük civarında atımın 25 - 27 km olduğunu



belirtmektedirler. İnceleme alanında Kömürhan Ofiyoliti'nin Maden Karmaşığı ile olan tektonik dokanağı alındığında atımın yaklaşık 6,5 km olduğu görülür.

Doğu Anadolu Fayı'nın oluşum yaşını, inceleme alanında verecek herhangi bir veri bulunamamıştır. Ancak, fay hattının değişik kesimlerinde incelemeler yapan araştırmacılar ( Seymen ve Aydın, 1972; Perinçek vd., 1987) fayın oluşum yaşının Üst Miyosen'den sonra olduğunu kabul etmektedirler.

### **3.7.1.2. Kömürhan Bindirmesi**

İlk defa Tatar (1987) tarafından adlandırılmış olan bu yapı, Elazığ Mağmatitleri ile Kömürhan Ofiyoliti arasındaki bindirme fayıdır. Fay, Malatya doğusunda Çiflik Köyü civarında başlayıp, doğuya doğru Hazar Gölü'ne kadar uzanmaktadır. Ancak bu iki alan arasında fay, yer yer genç çökellerle örtülmektedir. Malatya - Kömürhan Köprüsü arasındaki bölgede, Elazığ Mağmatitleri, İspendere Ofiyoliti üzerine Kömürhan Bindirmesi ile tektonik olarak gelirken (Beyarslan, 1991), Kömürhan Köprüsü ile Sivrice arasındaki kesimde, Elazığ Mağmatitleri, Kömürhan Ofiyoliti üzerine tektonik olarak gelmektedir.

Turan (1992), bu bindirme fayının Orta Eosen yaşlı olduğunu kabul etmektedir. İnceleme alanında fayın yaşını belirleyecek kesin bir veri bulunmamaktadır.

Arazi incelemelerine göre, fayın kuzeye doğru eğimli olduğu görülmekte, ancak, eğim açısı kesin olarak belirlenememektedir. Dere içerisindeki verilerden fayın, yaklaşık 20 -25°'lik bir açıyla kuzeye doğru eğimli olduğu söylenebilir.

### **3.7.1.3. İspendere Bindirmesi**

İlk defa Tatar (1987) tarafından adlandırılan bu bindirme fayı, ofiyolitik birimlerle Maden Karmaşığı arasında izlenmektedir. Malatya civarında, İspendere Ofiyolitleri ve Kırkgeçit Formasyonu Maden Karmaşığı üzerine gelirken, inceleme alanında Kömürhan Ofiyoliti Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmektedir. Ayrıca, Sivrice İlçesi'nin kuzeybatısında Elazığ Mağmatitleri Maden Karmaşığı üzerine

tektonik olarak gelmekte ve bölgede tektonik bir pencere oluşturmaktadır. Bindirme fayının yaşı, yaşlı birimlerin Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı üzerine gelmesi nedeniyle, Orta Eosen sonrasıdır.

Bindirme fayının eğimi yer yer değişmekle birlikte, inceleme alanında en iyi görüldüğü yer olan Sivrice - Alıncık yolu üzerinde yaklaşık  $30^0$  kuzeye olup, benzer eğim açısı İspendere civarında da gözlenmiştir (Beyarslan, 1991).

#### **3.7.1.4. Hazar Baba Fayı**

Doğu Anadolu Fay Zonu'nun izlendiği tüm kesimlerde olduğu gibi, inceleme alanının güneydoğusunda da görülen gravite fayları vardır. Bunlar, özellikle Hazar Gölü'nün güneyinde birbirine paralel yada paralele yakın olarak uzanan faylar şeklindedir (Hempton, 1985). İnceleme alanında, Doğu Anadolu Fayı'na bağlı olarak gelişen bu tür fayların en büyüğü Hazar Baba Fayı'dır.

Maden Karmaşığı içerisinde izlenen Hazar Baba Fayı, yaklaşık Doğu Anadolu Fay Zonu'na paralel olarak uzanmakta, ancak, Kösebayır Köyü güneyinde fay zonu ile birleşmektedir. Fayın, harita alanında görülen kısmının uzunluğu 6,5 km'dir. Fayın göreceli olarak kuzeybatı bloğu düşmüş, güneydoğu bloğu ise yükselmiştir. Faylanmada hakim atım eğim atımı olmakla birlikte, harita alanı dışında (GB kısım) formasyon sınırları incelendiğinde, faya bağlı olarak bu sınırların değiştiği ve fayın doğrultu atım bileşeninin de olduğu görülmektedir.

#### **3.7.2. Folyasyon ve şistozite**

Harita alanının güneyinde yüzeyleyen Pütürge Metamorfileri'ne ait birimlerde, farklı şistozitenin geliştiği izlenmektedir. Pütürge Metamorfileri, en az dört fazı belirleyen yapısal elemanlar göstermektedir.

Bunlardan birincisi, daha çok metapelitler içerisinde görülen, ancak metakuarsit ve rekristalize kireçtaşları içerisinde görülmeyen folyasyon düzlemleridir. Bu folyasyon, çoğunlukla tabakalanmaya paraleldir.

İkinci olarak, kıvrım ve folyasyonla birinci folyasyonu etkileyen yapılarıdır. Bu yapıları bağılı olarak, eksen düzlemine paralel buruşma şistozitesi gelişmiştir.

Üçüncü yapısal elemanlar, kinkbantlarıdır. Daha çok muskovitçe zengin seviyelerde gözlenir.

Dördüncü olarak, diğeri yapısal elemanları etkileyen küçük atımlı (1 - 15 cm) faylarıdır.

Hempton (1985)'in harita alanının güneydoğusunda yapmış olduğı çalışmalarda, ilk deformasyon fazının en etkili faz olduğunu ve bu faz sırasında da muhtemelen, yeşilist fasiyesi metamorfizmasının olduğunu, ikinci fazın daha az etkili olduğunu belirtmektedir. Araştırmacının çalışmaları, bu yapısal elemanların bölgede Kampaniyen - Maastrichtiyen'den günümüze kadar devam eden K - G doğrultulu sıkışmanın sonucu olduğı kabul edilmektedir.

Benzer yorumlar, bölgede özellikle, Pütürge Metamorfikleri üzerine inceleme yapan araştırmacılar tarafından da kabul edilmektedir (Erdem, 1994; Yazgan, 1981, 1983, 1984; Özkaya, 1978).

#### 4. PETROGRAFİ

Çalışmanın asıl amacı, Kömürhan Ofiyoliti'nin petrografik ve petrolojik incelenmesi olduğundan, bu bölümde ofiyoliti oluşturan birimlerin petrografik özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, inceleme alanında geniş biçimde yüzeyleyen Elazığ Mağmatitleri ve Maden Karmaşığı kayaçlarını da ofiyolit ile karşılaştırma açısından petrografik özellikleri incelenmiştir. İnceleme bölgesinde çok sınırlı bir alanda yüzeyleme sunması ve çalışmanın asıl amacını oluşturmaması nedeniyle, Pütürge Metamorfitleri'nin petrografisine girilmemiştir.

##### 4.1. Kömürhan Ofiyolitleri'ni Oluşturan Kayaçların Petrografik Özellikleri

Kömürhan Ofiyoliti litolojik olarak piroksenitler, gabrolar, gabroları kesen verlitik kayaçlar ile diyabaz dayklarından oluşmuştur.

##### 4.1.1. Piroksenitler

Çalışma alanının batısında, harita alanının dışında (Şekil 3.4) yüzeyleme sunan bu kayaçlar koyu yeşil ve yeşilimsi siyah renkte olup, serpantinleşen dış yüzeyleri kaygan bir görünüm sunmaktadır. Bu kayaçlar ortalama % 30 - 35 olivin, % 60 - 65 klinopiroksen, % 1 ortopiroksen ve % 1 diğer minerallerden oluşmaktadır.

Olivinler şekilsiz olup, kısmen, yer yer de tamamen serpantinleşmişlerdir. Olivinlerde serpantinleşmeye bağlı olarak yer yer talk oluşumlarına rastlanmaktadır.

Klinopiroksenler diyallaj ve ojitir. Ojitler, renksiz ve açık yeşil renkte olup, 40<sup>0</sup> lik sönme açısına sahiptirler. Kloritleşmeler ve yer yer de uralitleşmeler izlenmektedir.

Ortopiroksenler kayaç içerisinde oldukça az oranda birkaç küçük kristal halinde izlenmektedir. Kayaç içerisinde % 1 oranında opak minerallerden kromit ve manyetit görülmektedir.

Serpantinleşme nedeniyle, piroksenitlerdeki birincil doku belirlenememiştir.



#### 4.1.2. Gabrolar

Bilindiği gibi gabrolar, esas olarak plajiyoklas, klinopiroksen, ortopiroksen, olivin ve az oranda tali minerallerden oluşmuşlardır. Bu minerallerin iki veya daha fazlası bir arada bulunabilir. İçermiş oldukları minerallere göre gabroik kayalar şu şekilde isimlendirilirler.

-Gabro: Plajiyoklas + klinopiroksen  $\pm$  olivin

-Norit: Plajiyoklas + ortopiroksen + çok az oranda klinopiroksen

-Troktolit: Olivin + plajiyoklas

-Olivinli ve iki piroksenli gabro: Plajiyoklas + olivin + klinopiroksen + ortopiroksen

-Amfibollü gabro: Plajiyoklas ( $An > 50$ ) + bazik hornblend.

Çalışma alanındaki gabroik kayalar olivinli gabrolar, klinopiroksenli gabrolar, amfibollü gabrolar ve metagabrolardan oluşmuştur.

##### 4.1.2.1. Olivinli gabrolar

Olivinli gabrolar, en iyi Kavak Köyü batısı ve kuzeybatısında izlenir (Ek 1). Bu gabrolar, içerisindeki mafik minerallerin alterasyon derecesine göre değişebilen gri ve siyahımsı gri renklerde görülmektedirler. Kayalar, genellikle orta taneli olup, yapılan modal analizlerde içlerinde ortalama olarak % 70 plajiyoklas, % 10 olivin % 15 klinopiroksen, % 5 opak mineraller tespit edilmiştir.

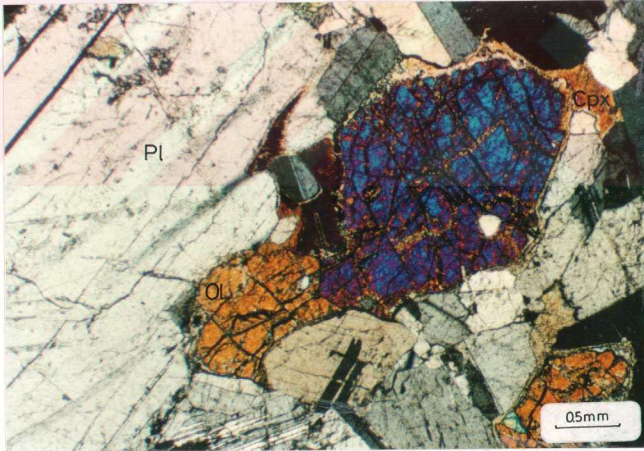
Plajiyoklaslar, öz, yarı öz şekilli kristaller halindedirler. Altere ve taze plajiyoklasların her ikisine de rastlanmaktadır. Albit kanununa göre iyi gelişmiş polisentetik ikizleri karakteristiktir. Bazı kesitlerde, ileri derecede ayrışma nedeniyle plajiyoklasların sönme açısını tespit etmek oldukça zor olmakla birlikte, ayrışmanın çok az olduğu bazı kristallerde sönme açıları  $30 - 33^{\circ}$  dir. Buna göre anortit miktarı % 52 - 57 olup, plajiyoklasların türü labradordur. Bazı plajiyoklasların çevresinde çok az oranda kristal büyümeleri izlenmektedir. Kümüls mineralleri oluşturmaktadırlar. Ayrıca plajiyoklaslarda karbonatlaşma ve serizitleşme görülmektedir.



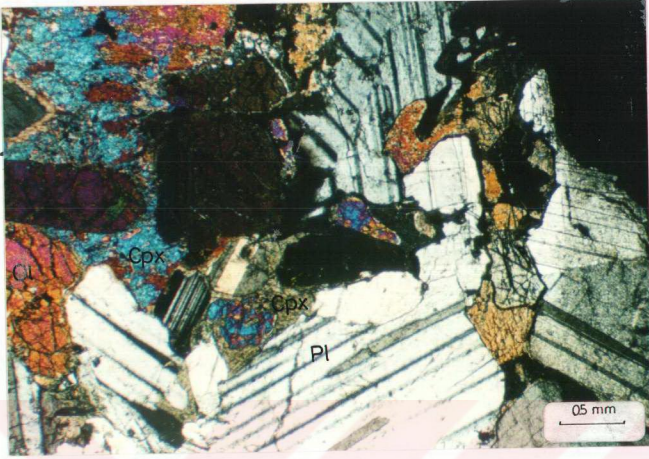
Olivinler genellikle çatlaklı, kırıklı ve şekilsiz kristaller halindedirler (Şekil 4.1). Olivinlerin çevrelerinde oksitlenmeler de izlenmektedir. Bazı kesitlerde olivinler, piroksenlerce çevrilmiştir. Olivinlerde kısmen serpantinleşme de meydana gelmiştir.

Piroksenler, şekilsiz ve yarı özşekilli kristaller halinde bulunmaktadır. Piroksenlerin tamamı eğik sönme göstermektedir.  $40^{\circ}$  -  $41^{\circ}$ lik sönme açıları ile klinopiroksen türü ojtir. Klinopiroksenler, yer yer kloritleşmiş ve uralitleşmiştir. Piroksenler bazen plajiyoklaslar içerisinde, bazende plajiyoklaslar piroksenler içerisinde izlenmektedir. Bu da bize kristalleşmenin eşzamanlı olduğunu vermektedir.

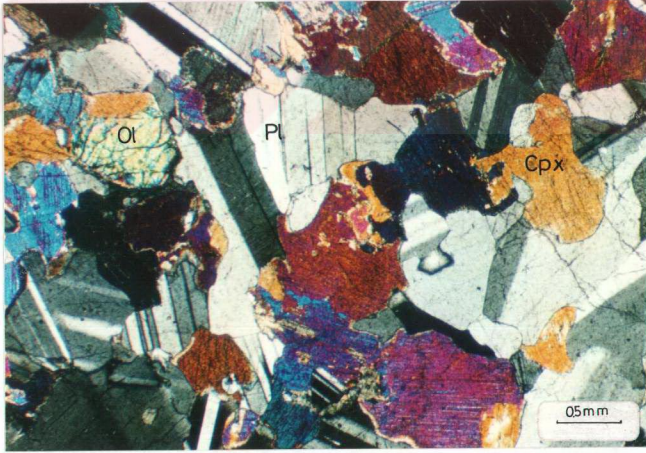
Olivinli gabrolarda görülen dokular genellikle adkümülat ve mezokümülatr. Plajiyoklas, kümülüs fazları oluştururken, klinopiroksen ve olivin bazı kesitlerde kümülüs ve bazen de interkümülüs fazı oluşturmaktadır (Şekil 4.2 ve 4.3). Adkümülat dokuda interkümülüs faz % 7'den az iken, mezokümülat dokuda bu oran % 25'e kadar çıkmakta ve plajiyoklaslarda çok belirsiz zonlanma görülebilmektedir. Adkümülat ve mezokümülat dokular, yüksek sıcaklıklarda ve bileşim değişikliğinin fazla olmadığı mağma odasındaki kristalleşme ile oluşur (Juteau, 1975).



Şekil 4.1. Olivinli gabrolarda olivin kristalleri. Olivin (Ol), Plajiyoklas (Pl), Klinopiroksen (Cpx). Örnek no: MB-19. Kavak Köyü kuzeybatısı. ÇNx32.



**Şekil 4.2.** Olivinli gabrolarda mezokümülat doku. Olivin (Ol), Plajiyoklas (Pl), Klinopiroksen (Cpx). Örnek no: MB-19. Kavak Köyü kuzeybatısı. ÇN<sub>x</sub>32.



**Şekil 4.3.** Olivinli gabroda adkümülat doku. Olivin (Ol), Plajiyoklas (Pl), Klinopiroksen (Cpx). Örnek no: MB-13. Körtünlü yolu. ÇN<sub>x</sub>32.

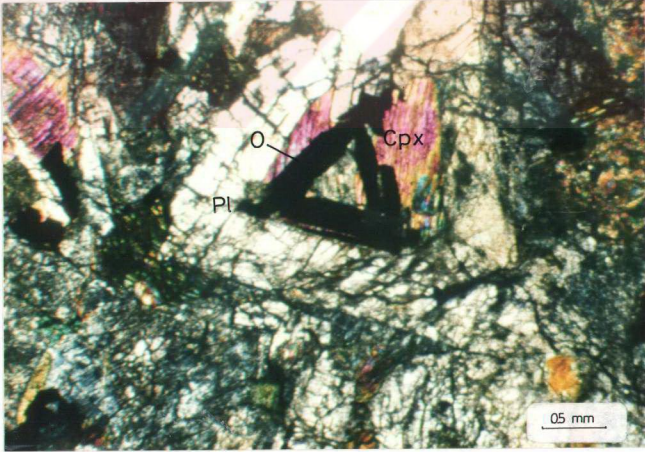
#### 4.1.2.2. Klinopiroksenli gabrolar

Klinopiroksenli gabrolar, Kavak Köyü'nün batısındaki dere içerisinde ve Binicetürme Tepe'nin kuzeyinde yüzeyleme sunmaktadırlar. Arazide olivinli gabrolarla aralarındaki ilişki net olarak izlenememekle birlikte, bunlar daha çok üst seviyelere doğru çıkmaktadır.

Makroskopik olarak, gri ve siyahımsı gri renklerde olup, ince ve orta taneli kayalardır.

Plajiyoklaslar, kayacın yaklaşık % 65 - 70' ini oluşturmaktadır. Bunlar öz, yarı özşekilli kristaller halinde olup, albit ve Karlsbat ikizleri karakteristiktir. Sönme açalarına göre plajiyoklasların türü ise labradordur. Plajiyoklaslarda, alterasyon sonucu karbonatlaşmalar da izlenmektedir. Kümülsüz fazı oluşturmaktadırlar.

Klinopiroksenler, yarı özşekilli ve şekilsiz kristaller halinde olup,  $40^0 - 41^0$  lik sönme açısına sahiptirler. Bu sönme açısına göre, klinopiroksen türü ojitir. Klinopiroksenler de kümülsüz fazı oluşturmaktadır. Piroksenler, kısmen altere olmuş, kısmen de klorit ve uralite dönüşmüşlerdir (Şekil 4.4 ve 4.5). Bazı yerlerde piroksenler, çok az oranda interkümülsüz olarak da görülebilmektedirler.



Şekil 4.4. Klinopiroksenli gabrolarda klinopiroksenlerin dönüşümü. Klinopiroksen (Cpx), Plajiyoklas (Pl), Oksit mineralleri (ilmenit) (O). Örnek no: MB-26. Yedipınar Köyü'nün batısı. ÇN32.



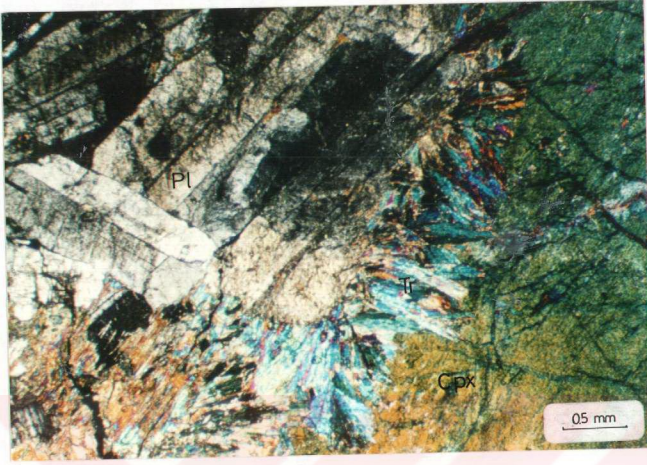


Şekil 4.5. Şekil 4.4'ün tek nikoldeki görünüşü. Klorit (Cl), TNx32.

Bu piroksenler, yer yer kenarları boyunca az oranda metamorfizmaya uğrayarak, tremolit - aktinolitlere dönüşmüşlerdir (Şekil 4.6). Kayacın % 25- 30'unu oluşturmaktadırlar. Kayaç içerisinde, az oranda opak minerallere de rastlanmaktadır. Bu opak minerallerin bazıları, kayacın içerisindeki mafik minerallerin alterasyonu sonucu oluşmuş, özşekilsiz tanecikler halinde gözlenmektedir. Bazıları da birincil opak minerallerdir.

Bazı kesitlerde, epidotlar ve sfen kristallerine de rastlanmaktadır.

Klinopiroksenli gabrolarda görülen dokular, genel olarak adkümülat olmakla birlikte, mezokümülat dokunun rastlandığı kesitler de bulunmaktadır. Klinopiroksen ve plajiyoklas kümülüs fazı oluşturmaktadır. Mezokümülat dokunun görüldüğü örneklerde klinopiroksenler interkümüülüs fazları oluşturmaktadır.



**Şekil 4.6.** Klinopiroksenlerin tremolit - aktinolitte dönüşümü. Klinopiroksen (Cpx), Plajiyoklas (Pl), Tremolit - aktinolit (Tr). Örnek no: MB-11. Racikuşağı güneyi. ÇNx32.

#### 4.1.2.3. Amfibollü gabrolar

Amfibollü gabrolar, başta Kavak Köyü'nün kuzeyi olmak üzere, arazinin farklı yerlerinde görülmektedir. Makroskobik olarak, içerisindeki mafik minerallerin miktarı ile orantılı şekilde değişen, açık gri, gri ve siyah renkte izlenebilen amfibollü gabrolarda, yer yer açık renkli minerallerin zengin olduğu, lökokratik gabrolar da tesbit edilmiştir. İnce ve iri taneli olan gabroların her ikisini de görmek mümkündür.

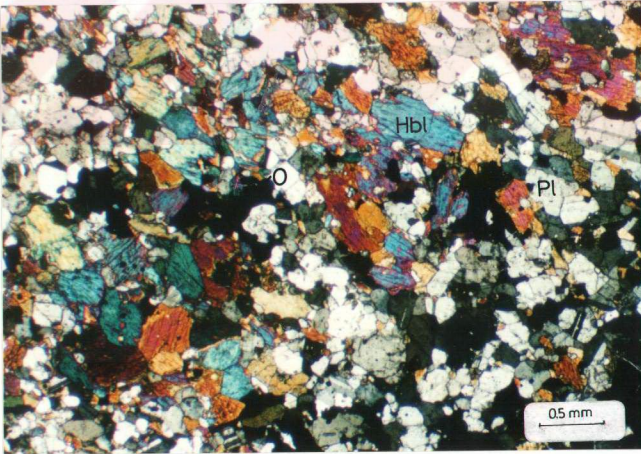
Kayaç içerisinde amfiboller % 25 - 30, plajiyoklaslar % 60 - 65 ve % 5 - 10 oranında ise opak oksitler bulunmaktadır.

Plajiyoklaslar öz, yarı öz şekilli, bazen oldukça iri kristaller halinde olup, bazen de daha küçük kristaller şeklinde izlenmektedir. Bazı kesitlerde, çok fazla bozuşmuş olmalarından dolayı, sönme açıları saptanamamaktadır. Ancak, bazı kesitlerinde ikizlerine

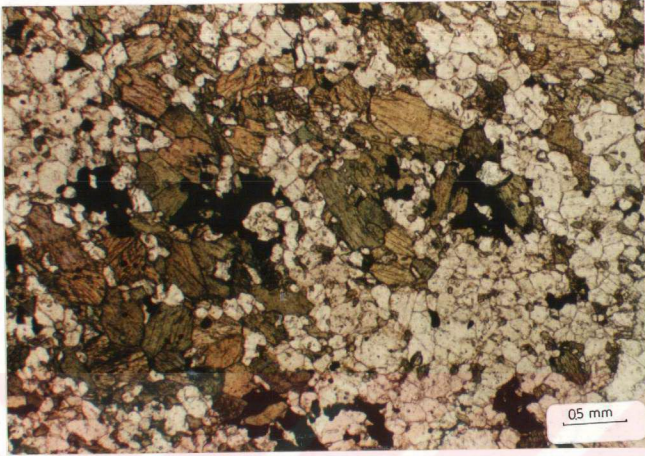


dayanılarak yapılan sönme açısı ölçümlerine göre, plajiyoklas türünün labrador olduğu görülmektedir. Plajiyoklaslarda yoğun karbonatlaşma izlerine rastlanmaktadır.

Amfiboller, gabrolar içerisinde, birincil amfiboller ve ikincil amfiboller olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Birincil amfiboller, hornblend olup, bunlar hornblendli gabroları oluştururlar. İkincil amfiboller ise, piroksenlerin dönüşümü ile oluşmuş amfiboller olup, bunlar, metagabrolar olarak adlandırılmış ve 4.1.2.4'te incelenmiştir. Birincil amfiboller (hornblend) öz, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, yeşil, yeşilimsi kahverengi pleokroizmaya sahip ve yer yer prizmatik kristaller oluşturmaktadırlar (Şekil 4.7 ve 4.8). Amfibollü gabrolar içerisinde, genellikle, küçük, yarı özşekilli, şekilsiz epidot ve sfen kristallerine de rastlanmaktadır. Opak oksitler ve oksitlenmeler, yoğun şekilde izlenmektedir. Bazı örneklerde alterasyon fazla değilken, bazı örneklerde oldukça fazla bir alterasyon görülmektedir. Amfibollü gabrolarda, adkümülat ve mezokümülat dokular izlenmektedir. Plajiyoklas ve amfiboller, kümülüs ve bazen de amfibol interkümülüs fazı oluşturmaktadır.



Şekil 4.7. Birincil amfibollü gabrolarda adkümülat doku. Hornblend (Hbl), Plajiyoklas (Pl), Oksit mineralleri (O). Örnek no: MB-35. Yoncaboğaz Tepe'nin kuzeyi. ÇNx32

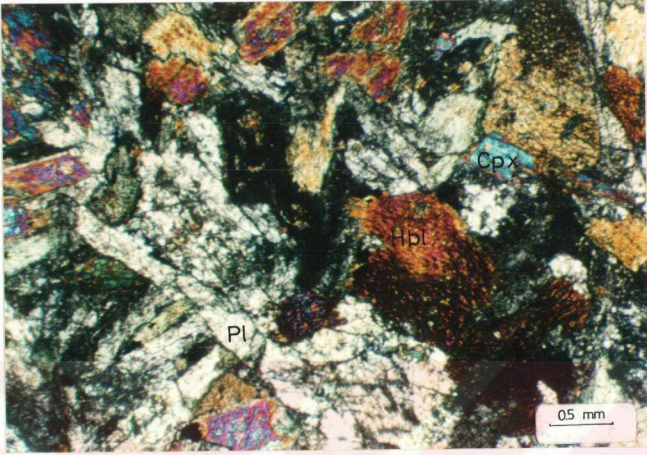


*Şekil 4.8. Şekil 4.7'nin tek nikoldeki görünüşü. TNx32.*

#### *4.1.2.4. Metagabrolar*

Çalışma alanının oldukça büyük bir kesiminde hemen her yerde izlemek mümkündür. Arazide koyu gri, yeşil, yeşilimsi siyah renklerde görülen bu kayalar belirgin bir yönlenme göstermektedirler. Ayrıca, arazinin farklı yerlerinde, özellikle Yoncaboğaz Tepe'nin güneyi ve Kavak Köyü batısındaki dere içerisinde (Ek 1) ve Karga Dağı civarında (Şekil 3.4) kısmi ergime izleri gösteren gabro türlerine de rastlanmaktadır. Bu kayalarda açık renkli kısım granitik - diyoritik bir bileşime sahip, koyu renkli kısım ise ince taneli amfibolit bileşimindedir.

Metagabrolar, piroksenlerin dönüşümü sonucu, ikincil amfibollerden oluşmuş gabrolar, amfibolitler ve kısmi ergime izi gösteren gabrolar şeklinde üç grupta toplanabilir. İkincil amfibollerden oluşmuş metagabrolar içerisinde, bol miktarda amfibol, plajiyoklas, klorit, epidot ve opak mineraller izlenmektedir (Şekil 4.9 ve 4.10).



**Şekil 4.9.** İkincil amfibollerden oluşmuş metagabro. Hornblend (Hbl), Plajiyoklas (Pl), Klinopirosen kalıntısı (Cpx), Örnek no: MB-6. Küllükuşağı Köyü doğusu. ÇNx32.



**Şekil 4.10.** Şekil 4.9'un tek nikoldeki görüntüsü. Yeşil renk, amfibollerin kloritleştiğini göstermektedir. TNx32.

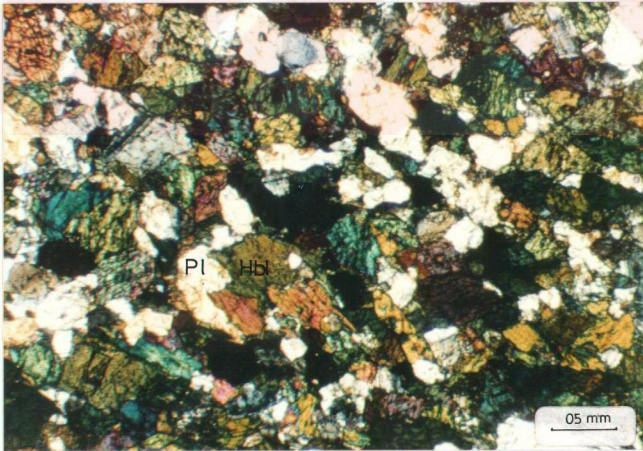


Amfiboller, yeşil ve yeşilimsi kahverengi renklerde, belirgin bir pleokroizmaya sahiptirler. Amfiboller, hornblend, tremolit ve aktinolitler şeklindedirler. Ayrıca kloritleşme ve epidotlaşmalarda izlenmektedir. Amfiboller kayacın ortalama % 25 - 30' unu oluşturur.

Piroksenler, kenarlardan itibaren uralitleşmiş ve yer- yer kloritlere dönüşmüşlerdir. Piroksen kalıntılarına, amfibollerin merkezi kısımlarında rastlanmaktadır. % 4 - 5 oranında piroksen kristalleri izlenmektedir.

Plajiyoklaslar, albit kanununa göre gelişmiş polisentetik ikizlenmeler göstermektedirler. Öz, yarı öz şekilli kristaller halinde ve yer yer yoğun alterasyon görülmektedir. İnceleme alanındaki tüm gabrolarda olduğu gibi bu gabrolarda da plajiyoklas oranı % 60 - 65 arasında değişmektedir.

Amfibolitler, granonematoblastik doku göstermektedir. Esas olarak, hornblend ve plajiyoklas, opak mineraller ve sfen içermektedirler (Şekil 4.11). Hornblendler yeşil, yeşilimsi kahverengi renklerde olup, prizmatik kristaller şeklindedir. Plajiyoklaslar ise, çoğunlukla özşekilsiz olup, bazıları ikizlenme gösterirken, bir kısmı da ikizlenme göstermez. Sfenler, yarı özşekilli ve şekilsiz kristaller halinde olup, kahverenginin tonlarında izlenmektedir.



Şekil 4.11. Amfibolitte granonematoblastik doku. Plajiyoklas (Pl), Hornblend (Hbl). Örnek no: MB-67. Kavak Köyü kuzeybatısı. ÇN32.

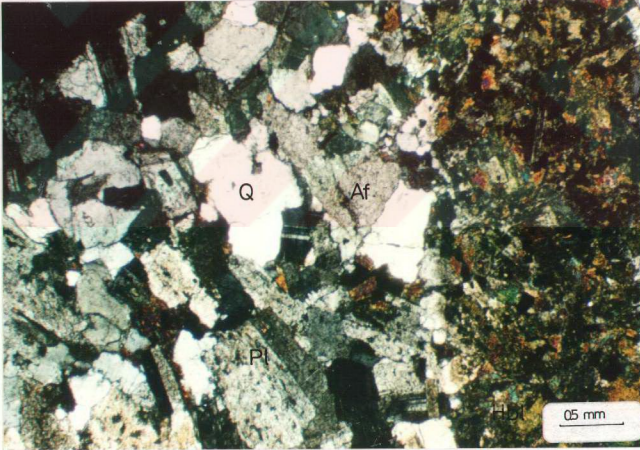
Kısmi ergime izi gösteren gabrolarda, diyoritik - granitik bileşimli açık renkli kısımla amfibolit bileşimli koyu renkli kısım, tane boyu, mineral içerikleri bakımından rahatlıkla ayrılmaktadır. Diyoritik - granitik kısım iri taneli ve granitik dokulu iken, amfibolitler, ince taneli granonematoblastik doku göstermektedir (Şekil 4.12 ve 4.13).

Açık renkli diyoritik - granitik - bileşimli kayalar içerisinde Plajiyoklas, hornblend, kuvars, alkali feldspat, klorit, epidot, opak mineraller görülmektedir.

Plajiyoklaslar oligoklas - andezin olup, öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde, polisentetik ikizlenmeler göstermekte ve serizit, kil minerallerine dönüşmüştür.

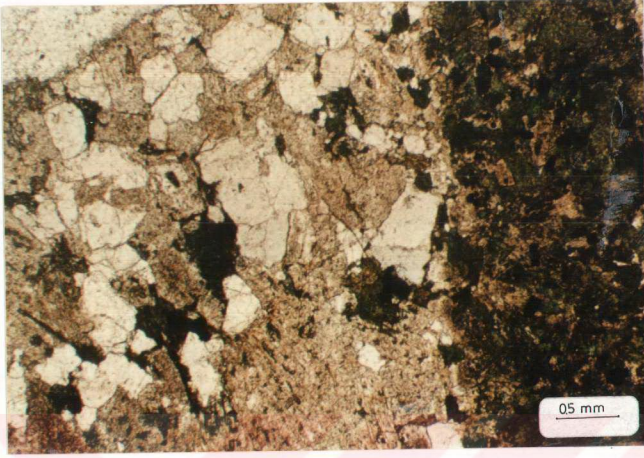
Amfiboller, kayacın % 15 - 20'sini oluşturmaktadır. Açık yeşil ve yeşilimsi kahve bir pleokroizma görülmektedir. Kısmen kloritleşmiş ve epidotlaşmışlardır.

Alkali feldspatlar, şekilsiz, yarı özşekilli kristaller halinde ve oldukça az orandadır.



**Şekil 4.12.** Amfibolit (koyu kısım) - granit (açık renkli kısım) kontağı. Plajiyoklas (Pl), Alkali feldspat (Af), Kuvars (Q), Hornblend (Hbl). Örnek no: MB-38. Yoncaboğaz Tepe'nin güney yamacı. ÇN<sub>x</sub>32.





*Şekil 4.13.* Şekil 4.12'nin tek nikoldeki görünüşü. TNx32.

Kuvarlar, şekilsiz ve dalgalı sönmelidirler. Az oranda epidotlara da rastlanır.

Koyu renkli kısım, ince taneli amfibolit bileşimine sahip olup, plajiyoklas, hornblend, epidot, oksit mineralleri ile kloritlerden meydana gelmiştir. Alterasyon oldukça yoğundur. Plajiyoklaslar öz, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, karbonatlaşma yaygındır.

Amfiboller şekilsiz, yarı öz şekilli olup, yer yer kloritleşme ve oksitlenmeler izlenmektedir.

Kısmi ergime izi gösteren gabrolarda, ısı artışı sonucu kayaç önce amfibolite dönüşür, daha sonra yavaş yavaş ergimeye başlar ve su basıncının yüksek olduğu 700 °C sıcaklıklarda, anateksi olayları sonucu amfibolitlerin ergimesi ile oluşan granitik bileşimli eriyik, yeniden kristalleşerek açık renkli kayaçları oluşturmuştur.

#### **4.1.3. Verlitik kayaçlar**

Çalışma bölgesinde, harita alanının dışında, Racikuşağı Köyü güneyinde, gabroları kesen dayklar halinde görülmektedir. Ayrıca, harita alanının batı kesiminde

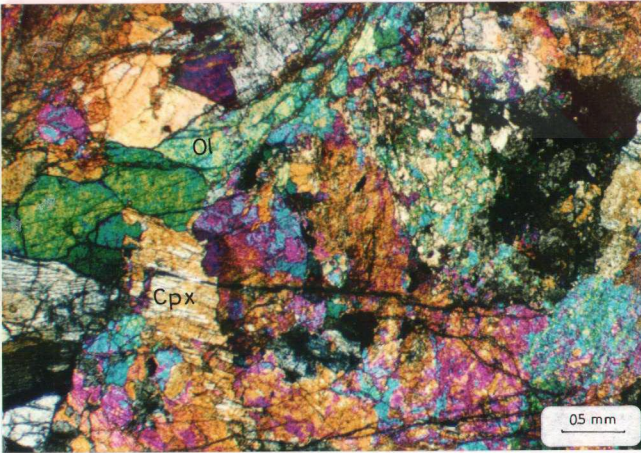
geniş biçimde plajiyoklaslı verlit intrüzyonları izlenmektedir (Şekil 3.4). Oldukça melanokratik olup, koyu kahverenkli dirler. Esas olarak olivin ve klinopiroksenden oluşmalarına rağmen plajiyoklas içeren türleri de vardır.

Olivinler, genellikle şekilsiz kristaller halinde olup, kırık ve çatlaklıdır lar. Ayrışmanın fazla olmadığı örneklerde olivinler genellikle kenarları ve çatlaklar boyunca serpantinleşmişlerdir. Kayacın ortalama % 70' ini oluşturmaktadır (Şekil 4.14 ve 4.15).

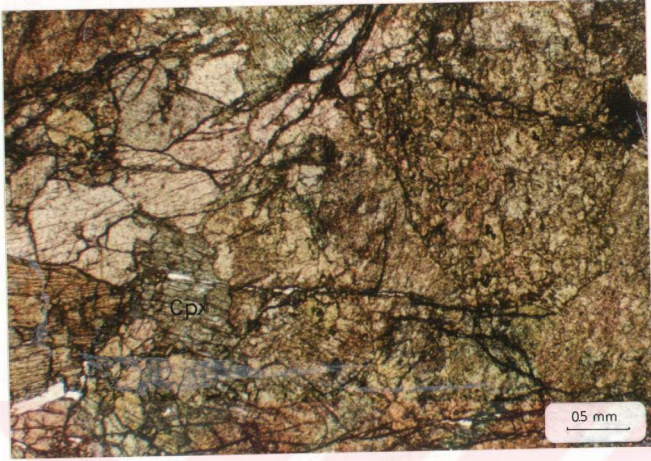
Klinopiroksenler şekilsiz, yarı öz şekilli kristaller halinde ve kısmen kloritlere dönüşmüşlerdir. Klinopiroksenlerde yapılan ölçümlerde sönme açıları  $50^0 - 52^0$  olarak bulunmuştur. Bu ölçümlere göre klinopiroksen türü diallajdır. Kayacın ortalama % 20 - 25'ini oluşturur.

Plajiyoklaslı verlitlerde plajiyoklaslar, kayaçlarda % 3 - 5 oranında bulunmakta ve olivin ile diallaj kristallerinin ara boşluklarını doldurmaktadır. Albit ve karlsbat ikizleri görülmektedir. Serizitleşme ve karbonatlaşma nedeniyle, anortit oranları saptanamamıştır.

Gabrolar içerisinde bulunan verlit intrüzyonları, tabanda plajiyoklas içermezken, üst seviyelere doğru plajiyoklas oranı artmakta ve olivinli gabrolara geçmektedir.



**Şekil 4.14.** Verlit. Olivin (Ol), Klinopiroksen (Cpx). Örnek no: MB-9. Racikuşağı Köyü güneyi. ÇN32.



**Şekil 4.15.** Şekil 4.14'ün tek nikoldeki görüntüsü. Kloritleşmiş klinopiroksen (Cpx). TNx32.

Tabanda görülen verlitlerde, olivin ve klinopiroksen kristalleri orta - iri taneli olup, genellikle adkümülat doku göstermektedir, ancak, üst seviyelere doğru plajiyoklasların interkümülius faz olarak meydana çıkması ile mezokümülat doku gösterirler.

Verlitik intrüzyonlarda, üst seviyelere doğru plajiyoklasların çıkması, intrüzyonda bir fraksiyonel kristalleşme olduğunu göstermektedir (Şekil 3.4).

#### **4.1.4. Diyabazlar**

Tekil dayklar ve levha dayk karmaşığı halinde bulunurlar. Tekil dayklar, çalışma alanının farklı yerlerinde görülmekle birlikte, Kavak Köyü güneyinde Yoncaboğaz ve Sivrişık Tepe civarında, yoğun bir şekilde izlenmektedir. Levha dayk kompleksi ise, Binicetürme ve Kamerziyaret Tepe civarında yaygın biçimde görülür (Ek 1)..



Tekil dayklar, gri ve boz renklerde olup, ince taneliden iri tanelilere doğru bir geçiş her zaman izlenebilmekte ve kalınlıkları birkaç cm'den birkaç m'ye kadar değişebilmektedir. Bileşim ve dokusal özellikleri bakımından dayk kompleksi ile aynı olup onlara oranla kristal tane boyları daha küçük diyabazlardır. İçlerinde esas olarak plajiyoklas, amfibol, piroksen mineralleri bulunmaktadır. Dönüşüm mineralleri olarak klorit, epidot, opak mineraller tesbit edilmiştir.

Plajiyoklaslar, öz, yarı öz şekilli ayrıca serizit, kil mineralleri ve epidotlara dönüşümleri izlenmektedir. Daykların iç kısımlarındaki plajiyoklaslar iyi korunmuş, ancak kenar kısımlardan alınan örneklerde plajiyoklaslar killeşmiş, serizitleşmiştir.

Amfiboller, yarı öz şekilli ve şekilsiz kristaller halinde olup, yeşil, yeşilimsi kahve, bazen de kahverengi bir pleokroizmaya sahiptirler.

Piroksenler, şekilsiz olup, hemen hemen kloritleşmişlerdir.

Bu daykların yan kayaca yakın kısımlarında, çok ince taneli doku izlenirken, merkezi kısımlarda intersertal ve intergranüler dokular izlenmektedir (Şekil 4.16).

Levha dayk karmaşığı ise, arazide, genellikle koyu gri ve boz renklerde görülmektedirler. Esas olarak plajiyoklas, amfibol, piroksen, epidot, olivin minerallerinden meydana gelmişlerdir.

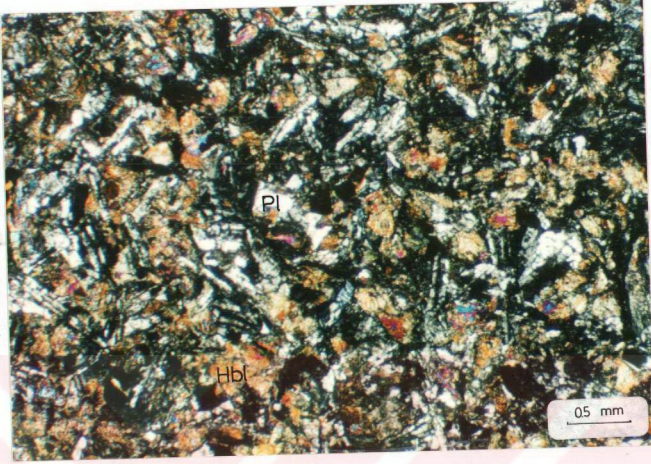
Amfiboller, şekilsiz, yarı özşekilli ve kayacın genel olarak % 20 sini oluşturmaktadır. Yeşil, yeşilimsi kahve ve kısmen de kuvvetli pleokroizmaya sahiptir. Gabrolardakine benzer şekilde, piroksenlerin bir dönüşümü sonucu oluşmuş amfiboller bulunmaktadır.

Bazen tamamen amfibollere dönüştükleri halde, bazen de kalıntı piroksenler bulunabilmektedir. Amfibollerin kloritlere dönüştüğü de izlenmektedir. Amfibollerde karbonatlaşmalar da görülmektedir.

Plajiyoklaslar öz ve yarı öz şekilli latalar halinde olup, albit ve Karlsbat ikizleri göstermektedir. Kayacın yaklaşık % 60 - 65' ini oluşturmaktadır. Plajiyoklaslarda albit ikizine göre yapılan sönme açısı tayinlerinde, plajiyoklas türü olarak, labrador bulunmuştur. Yer yer alterasyon izlerine de rastlanmaktadır.

Klinopiroksenler, ojit olup, büyük oranda dönüşüme uğramışlardır. Ojitler, genellikle tamamen uralite ve klorite dönüşmüşlerdir. Kalıntı piroksen kristallerine de yer yer rastlanmaktadır. Kayaç içerisinde % 5-10 oranında bulunmaktadır.





**Şekil 4.16.** Tekil diyabaz dayklarında intersertal doku. Plajiyoklas (Pl), Hornblend (Hbl). Örnek no: MB-36. Yoncaboğaz Tepe'nin kuzeyi. ÇN<sub>x</sub>32.

Kayaç içerisinde bazen az oranda olivine de rastlanmaktadır. Ayrıca kayacı yer yer kesen çatlaklar ikincil karbonat ve epidot tarafından doldurulmuştur. Bazen de küçük kristaller halinde epidot ve opak oksitlere rastlanmaktadır.

Bu kayaçlarda hakim olan dokular, intersertal ve intergranüler dokulardır (Şekil 4.17). İntergranüler dokuda, labrador latalarının arasındaki boşluklar, piroksen ve çok az oranda olivin kristalleri tarafından doldurulurken, intersertal doku gösteren diyabazlarda ise, labrador latalarının arasındaki boşluklar ikincil minerallerle doldurulmuştur. Kalın daykların merkezi kısımlarında ise, mikrogranüler doku izlenir. Kenar kısımlarda soğumanın hızlı olması nedeniyle, çok ince taneli doku izlenmektedir. Kenar kısımla merkezi kısmın mineral parajenezinde herhangi bir değişiklik yoktur.



*Şekil 4.17.* Levha dayk karmaşığında intersertal dokulu diyabaz. Plajiyoklas (Pl), Hornblend (Hbl), Oksit mineralleri (O). Örnek no: MB-57. Kamerziyareti Tepe'nin kuzeydoğusu. ÇN32.

#### **4.2. Elazığ Mağmatitleri'nin Petrografik Özellikleri**

İnceleme alanının kuzey kesiminde, ofiyolitler üzerine tektonik olarak gelen volkanik birim, ayrıca ofiyolitler içerisinde onları kesen derinlik kayaçlarından oluşmuştur. Derinlik kayaçları, granitler ve volkanik kayaçlar ise bazalt, andezit, bazaltik yastık lavlar ile dasitlerden oluşmuştur.

##### **4.2.1. Granitler**

Arazide kirli beyaz, gri ve pembemsi renkleri ile karakterize olan granitler, Kamışlık Köyü doğusunda, Kavak Köyü'nün kuzey ve doğusunda, Karga Dağı ve Dutlu Köy civarında, Kömürhan Ofiyoliti'ni kesen intrüzyonlar ve dayklar şeklindedirler.

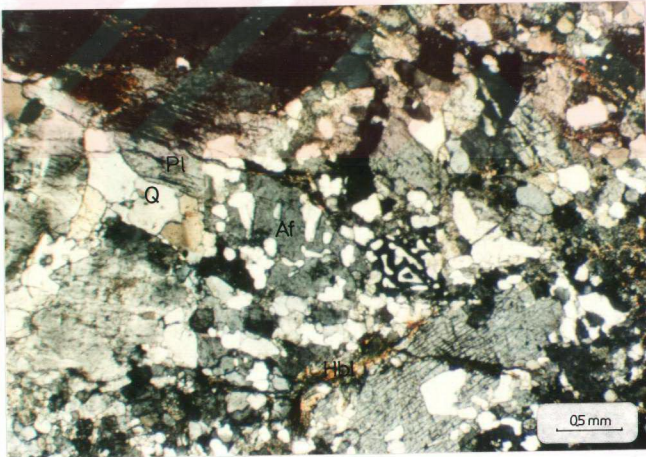
Mikroskobik olarak, plajiyoklas, kuvars, alkali feldspat, yeşil hornblend ve opak minerallerden oluşmuşlardır.

Kuvarslar, bütün örneklerde şekilsiz olup, diğer minerallerin ara boşluklarını doldurmuştur. Granitlerin % 20 - 25' ini oluşturan kuvars mineralleri, dalgalı sönme göstermektedir. Konağa yakın kısımlardan alınan kuvars mineralleri yönlenmeye paralel şekilde dizilmişlerdir.

Alkali feldspatlar, genellikle, şekilsiz kristaller halinde olup, kuvarsla birlikte büyüme göstermektedirler. Kayaç içerisinde % 40 - 50 oranında bulunmaktadır. Çok az oranda pertitleşme gösterirler.

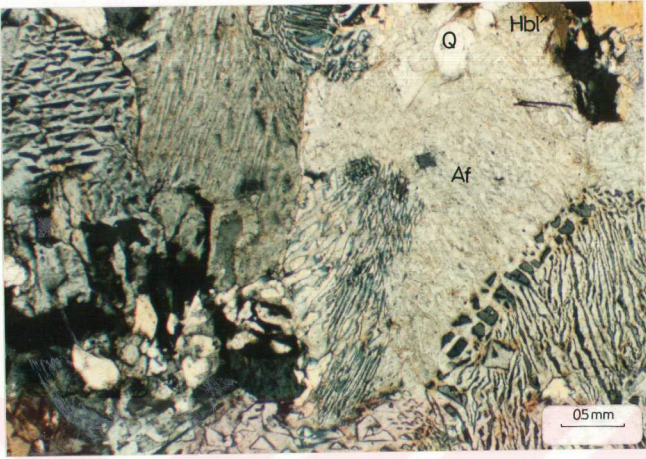
Plajiyoklaslar öz, yarı öz şekilli ve albit ikizlenmesi yaygındır. Az oranda albit - karlsbat ikizlenmesi görülmektedir. Albit ikizine göre yapılan sönme açısı tayinlerinde, plajiyoklas bileşiminin oligoklas olduğu görülmektedir. Plajiyoklaslar, genellikle tazeliklerini korumuş olup, yer yer de iç kesimlerinden itibaren serizitleşmeler izlenmektedir.

Hornblendler, yeşil renkli olup belirgin bir pleokroizma göstermektedirler. Öz ve yarı öz şekilli olan kristaller yer yer kloritlere dönüşmüştür (Şekil 4.18 ve 4.19).



**Şekil 4.18.** Elazığ Mağmatitleri'ne ait granitlerdeki granüler ve grafik doku. Plajiyoklas (Pl), Alkali feldspat (Af), Kuvars (Q), Ayrışmış amfibol (Hbl). Örnek no: MB-7. Kavak Köyü kuzeyi. ÇN<sub>x</sub>32.





**Şekil 4.19.** Elazığ Mağmatitleri'ne ait granitlerdeki grafik doku. Plajiyoklas (Pl), Alkali feldspat (Af), Kuvars (Q), Hornblend (Hbl). Örnek no: MB-18. Kavak Köyü kuzeybatısı. ÇN<sub>x</sub>32.

Bu kayalarda, genel olarak, taneli doku türlerinden subhedral granüler doku (granitik doku) ile grafik ve mirmekitik dokular görülmektedir. Granitik dokuda, plajiyoklaslar, çoğunlukla, yarı öz şekillidir. Alkali feldspatlar yer yer plajiyoklasların çevresinde, yer yer de büyük kristaller halinde bulunurlar. Kuvars ise ara boşlukları doldurmaktadır (Şekil 4.18 ve 4.19).

Grafik dokuda ise kuvars, alkali feldspat ile birlikte iç içe büyüme göstermektedir. Bu da kristalleşmenin ötektik sıcaklığında oluştuğunu vermektedir.

Mirmekitik dokuda kuvars, oligoklas ile iç içe büyümüştür.

#### **4.2.2. Volkanik Kayalar**

İnceleme alanındaki Elazığ Mağmatitleri'nin volkanitlerini oluşturan bazaltik ve andezitik lavlar, bazaltik yastık lavlar ile dasitlerden oluşan birim, kuzeyde Kömürhan Ofiyolitleri üzerine tektonik olarak gelmektedir.



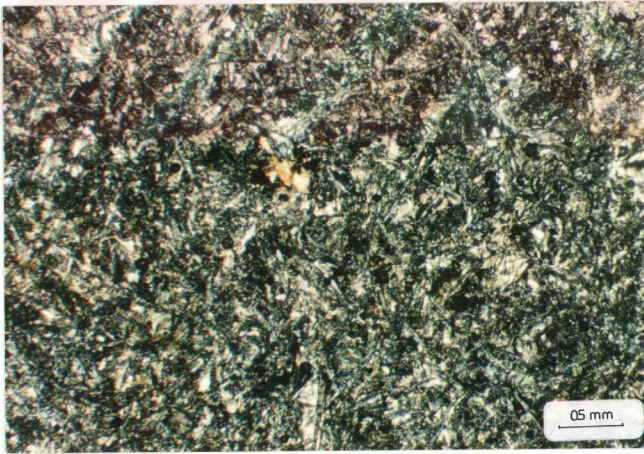
Bazaltik lav akıntıları ile yastık lavlar, arazide, mor ve morumsu siyah renklerde olup, bol miktarda gaz boşlukları ihtiva etmektedirler. Yastık lavların dış kısımlarından alınan örneklerde, camsı malzeme hakim durumda, bunun yanında plajiyoklas, kalsit, epidot ve zeolitler izlenmektedir. İleri derecede ayrılmış olduklarından plajiyoklasların dışındaki mineralleri tanımak oldukça güçtür (Şekil 4.20). Bu nedenle, sönme açıları da tayin edilememektedir.

Yastık lavların merkezi kısımlarından alınan örnekler, daha iri taneli ve volkanik cam çok az bulunmaktadır. Bunlar içerisinde plajiyoklas, epidot, klorit, kalsit ve opak mineraller bulunmaktadır. Bazı örneklerde epidotlaşma oldukça yaygındır (Şekil 4.21).

Plajiyoklaslar ince çubuklar halindedirler.

Yastık lavın dış kısmında, genellikle, camsı doku ve boşlukların kalsit ve epidotla dolmuş olduğu amigdaler doku görülmektedir. Merkezi kısmında ise, intersertal ve intergranüler doku izlenmektedir.

Andezitik lavların incekesitlerinde plajiyoklas, klinopiroksen , hornblend, olivin ve opak mineraller izlenmektedir.



Şekil 4.20. Elazığ Mağmatitleri'ne ait yastık lavın dış kısmı. Örnek no: MB-61. Alıncık'ın kuzeyi. ÇN32.



**Şekil 4.21.** Elazığ Mağmatitleri'ne ait yastık lavın iç kısmı. Genellikle epidotlaşmış. Örnek no: MB-62. Alıncık'ın kuzeybatısı. ÇN<sub>x</sub>32.

Plajiyoklaslar, öz, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, yer yer serizitleşmeler görülmektedir.

Klinopiroksenler, büyük kristaller halinde olup şekilsizdirler. Yer yer amfibole dönüşüm izlenmektedir.

Olivinler, şekilsiz, çatlaklı kristaller oluşturmaktadırlar.

Az oranda kalsit ve epidotlara da rastlanmaktadır.

Fenokristaller, andezin mikrolitleri ve camsı malzemeden oluşan hamur maddesi içerisinde bulunmaktadır. Hakim olan doku, hyaloporfirik dokudur.

#### **4.3. Maden Karmaşığı'nın Petrografik Özellikleri**

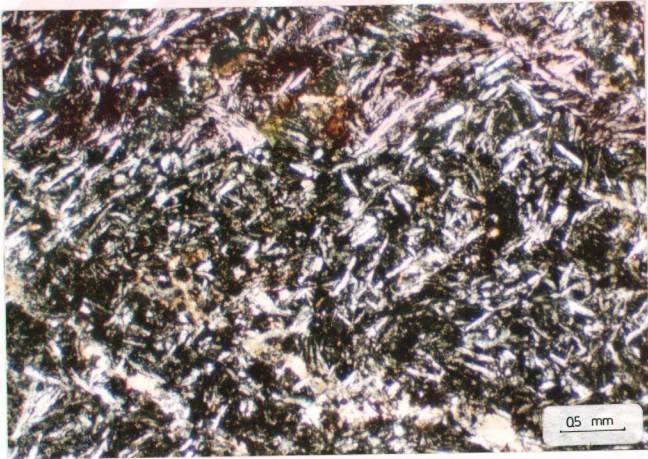
Çalışma alanının güneybatı kesimlerinde, Kömürhan Ofiyoliti Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmektedir. İnceleme alanının kuzeydoğu kesiminde ise, Elazığ Mağmatitleri Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelmektedir. İnceleme alanında

Maden Karmaşığı, bazaltik - andezitik lav akıntıları, andezitik piroklastitler, kireçtaşı blokları ve çamurtaşlarından oluşmuştur. Arazide makroskobik olarak, şarabi renkte veya tonlarında izlenmektedir.

İnceleme alanında, Maden Karmaşığı'nın esasını volkanitler oluşturmaktadır. Lav akıntıları bazaltik, andezitiktir.

Laboratuvar incelemelerinde, gerek bazalt, gerekse andezitlerde kayacın tamamı çok ince taneli kristaller ve camsı malzemeden oluşmuştur. Mineraller ve camsı malzeme, alterasyondan oldukça fazla etkilenmiş ve bu nedenle, mineraller tanınmayacak bir haldedir. Bazen çok küçük plajiyoklas mikrolitleri tesbit edilmektedir. Ayrıca, amigdaler doku gösteren örneklerde, gaz boşlukları kalsit, kuvars, zeolit gibi ikincil minerallerle doldurulmuştur.

Genel olarak, hyalopilitik ve pilotaksitik doku görülmektedir. Hyalopilitik dokuda, gelişigüzel yönde dizilmiş feldspat mikrolitlerinin ara boşlukları camsı malzeme ile dolmuştur. Pilotaksitik dokuda ise, feldspat mikrolitleri akmaya bağlı olarak birbirine paralel yakın biçimde bir dağılım göstermekte ve ara boşlukları mikro ve kriptokristalin malzeme ile doldurulmuştur (Şekil 4.22).



**Şekil 4.22.** Maden Karmaşığı'na ait andezitik lav akıntısı. Plajiyoklas mikrolitleri arasında ikincil mineraller. Örnek no: MB-60. Sivrice - Alıncık yolu. ÇN32.



## 5. JEOKİMYA

İncelemenin konusunu oluşturan, Kömürhan Ofiyolitleri'nin jeokimyasal olarak adlandırılması, mağma serilerinin ayrılması ile kayaçların oluşum ortamlarını açıklamak ve bölgenin tektonik gelişimi içindeki yerini belirleyebilmek amacıyla, inceleme alanındaki farklı birimlerden alınan 32 adet örneğin, ana ve bazı iz element içerikleri belirlenmiştir. Analiz imkanlarının sınırlı olması nedeniyle, ancak, 32 örnek XRF ile analiz edilmiştir. Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Bölümü laboratuvarında X Işınlı Flouresans Spektrometresi (Rigaku 3270 E tipi) ile, örneğe ait tüm kayaç ana ve eser element analizleri yapılmıştır. Analiz için seçilen tüm kayaç örnekleri, tungsten - karbit havanlı değirmende, 200 mesh eleğin altına geçinceye kadar öğütülerek pudra haline getirilmiş ve sıkıştırılmış pelletler halinde analiz edilmiştir. Analiz sırasında aletsel koşulların kalibrasyonu için CRPG kayaç standartları kullanılmıştır.

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

Analizi yapılan örneklerin 13 adedi gabro grubuna, 3 adedi granit - diyorit, 8 adedi volkanitlere, 3 adedi amfibolitlere, 5 adedi de diyabaz grubuna aittir. Analiz sonuçları Tablo 5.1'de verilmiştir. XRF ile yapılan bu analizlerimizde  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{FeO}$  değerleri birlikte toplam demir ( $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ ) olarak verilmiştir. Kayaçların kimyasal adlandırılması ve jeotektonik ortamın belirlenmesi için gerekli diyagramların hazırlanmasında paket program (Newpet, 1991) kullanılmıştır.



Tablo 5.1. İnceleme alanındaki kayaların ana oksit ve iz element analizleri.

|                                | Kömürhan Ofiyoliti |       |        |       |        |       |       |       |         |       |       |       |       |
|--------------------------------|--------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|
|                                | Gabro Grubu        |       |        |       |        |       |       |       |         |       |       |       |       |
| Örnek N                        | MB 3               | MB13  | MB 14  | MB19  | MB 24  | MB 26 | MB 32 | MB 37 | MB 38 A | MB 39 | MB 40 | MB 70 | MB 75 |
| SiO <sub>2</sub>               | 49.65              | 49.36 | 52.11  | 42.23 | 62.51  | 50.15 | 48.60 | 51.33 | 56.72   | 51.05 | 49.42 | 46.74 | 42.50 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.14              | 17.21 | 13.19  | 23.91 | 18.05  | 15.10 | 14.34 | 14.42 | 13.91   | 14.03 | 15.04 | 15.77 | 12.26 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.81               | 0.25  | 1.85   | 0.11  | 0.41   | 1.33  | 1.03  | 0.37  | 1.82    | 0.26  | 0.26  | 1.13  | 1.81  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 9.98               | 7.38  | 12.88  | 7.21  | 4.41   | 11.33 | 10.79 | 6.22  | 12.21   | 7.13  | 5.97  | 14.32 | 15.87 |
| MnO                            | 0.15               | 0.12  | 0.05   | 0.11  | 0.06   | 0.19  | 0.19  | 0.10  | 0.24    | 0.12  | 0.13  | 0.23  | 0.14  |
| MgO                            | 8.67               | 8.60  | 6.26   | 8.92  | 2.38   | 6.69  | 8.66  | 11.18 | 4.25    | 11.95 | 10.80 | 7.17  | 10.09 |
| CaO                            | 11.42              | 13.00 | 7.60   | 14.12 | 4.58   | 10.46 | 11.24 | 10.14 | 6.65    | 9.57  | 11.38 | 7.46  | 13.20 |
| Na <sub>2</sub> O              | 1.98               | 2.31  | 4.77   | 0.59  | 7.42   | 3.07  | 2.67  | 1.91  | 4.47    | 1.74  | 1.83  | 2.42  | 0.67  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.01               | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.01  | -     | 0.20    | 0.12  | 0.05  | 0.18  | 0.12  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.06               | 0.01  | 0.15   | 0.02  | 0.06   | 0.10  | 0.09  | 0.03  | 0.12    | 0.01  | 0.01  | 0.27  | 0.01  |
| LOI                            | 1.22               | 0.59  | 1.35   | 1.07  | 1.84   | 0.86  | 0.87  | 2.63  | 0.93    | 2.67  | 3.55  | 3.17  | 2.08  |
| Toplam                         | 98.09              | 98.84 | 100.22 | 98.30 | 101.73 | 99.29 | 98.49 | 98.33 | 101.52  | 98.65 | 98.44 | 98.86 | 98.75 |
| İz element                     |                    |       |        |       |        |       |       |       |         |       |       |       |       |
| Rb                             | 32                 | 18    | 28     | 22    | 30     | 28    | 30    | 39    | 48      | 40    | 34    | 31    | 35    |
| Sr                             | 18                 | 27    | 39     | 280   | 201    | 28    | 40    | 104   | 80      | 96    | 111   | 254   | 129   |
| Ba                             | 154                | 157   | 166    | 178   | 180    | 170   | 201   | 6     | 31      | 15    | 28    | 59    | 18    |
| Y                              | 13                 | 5     | 25     | 2     | 6      | 19    | 16    | 1     | 20      | -     | -     | 6     | -     |
| Nb                             | 3                  | 3     | 3      | 3     | 4      | 3     | 3     | 2     | 3       | 2     | 3     | 3     | 3     |
| Zr                             | 34                 | 5     | 84     | 23    | 245    | 57    | 46    | 24    | 77      | 16    | 19    | 45    | 19    |
| Th                             | 4                  | -     | -      | 1     | 16     | 10    | 5     | -     | -       | -     | -     | -     | -     |
| Pb                             | 24                 | 22    | 23     | 21    | 27     | 22    | 22    | 3     | 2       | 5     | 4     | 6     | 1     |
| Zn                             | 71                 | 69    | 58     | 72    | 76     | 70    | 74    | 48    | 102     | 49    | 50    | 91    | 55    |
| Co                             | 49                 | 70    | 37     | 60    | 105    | 65    | 59    | 28    | 29      | 28    | 28    | 22    | 33    |
| Cr                             | 285                | 191   | -      | 6     | -      | 31    | 232   | 185   | 18      | 267   | 267   | 17    | 16    |
| Cu                             | 46                 | 57    | 22     | 26    | 26     | 25    | 28    | 68    | 28      | 71    | 76    | 71    | 135   |
| Ni                             | 23                 | 38    | -      | 18    | -      | -     | 28    | 66    | -       | 83    | 78    | -     | -     |

Tablo 5.1' in devamı

| Kömürhan Ofiyoliti             |           |       |       |         |       |        |       |        |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|
| Örnek N                        | Amfibolit |       |       | Diyabaz |       |        |       |        |
|                                | MB 21     | MB 23 | MB 69 | MB 36   | MB 41 | MB 42  | MB 56 | MB 57  |
| SiO <sub>2</sub>               | 40.09     | 42.26 | 58.13 | 54.09   | 52.05 | 54.91  | 55.87 | 60.84  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.02     | 16.16 | 16.67 | 14.58   | 12.91 | 13.36  | 14.10 | 13.21  |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.13      | 0.47  | 0.59  | 1.19    | 2.16  | 1.31   | 1.66  | 1.26   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.88     | 11.19 | 6.80  | 9.57    | 14.09 | 10.62  | 11.80 | 10.18  |
| MnO                            | 0.13      | 0.18  | 0.14  | 0.33    | 0.15  | 0.23   | 0.29  | 0.15   |
| MgO                            | 10.58     | 13.21 | 3.92  | 6.92    | 4.76  | 6.29   | 5.10  | 4.26   |
| CaO                            | 11.55     | 14.24 | 6.88  | 8.86    | 4.97  | 7.44   | 3.32  | 2.97   |
| Na <sub>2</sub> O              | 1.44      | 0.54  | 2.85  | 3.01    | 5.03  | 3.85   | 5.08  | 6.08   |
| K <sub>2</sub> O               | 0.42      | 0.01  | 1.22  | 0       | 0.02  | 0.02   | 0.24  | 0.03   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.02      | 0.02  | 0.12  | 0.09    | 0.17  | 0.11   | 0.17  | 0.24   |
| LOI                            | 2.06      | 0.93  | 1.59  | 2.26    | 1.80  | 2.05   | 2.29  | 1.33   |
| Toplam                         | 98.32     | 99.21 | 98.94 | 100.91  | 98.11 | 100.19 | 99.92 | 100.55 |

İz element

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Rb | 32  | 38  | 29  | 34  | 47  | 26  | 35  | 37  |
| Sr | 119 | 163 | 427 | 114 | 67  | 119 | 97  | 83  |
| Ba | 213 | 151 | 538 | 8   | 11  | -   | 38  | 14  |
| Y  | 11  | 4   | 12  | 12  | 23  | 16  | 33  | 44  |
| Nb | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 4   |
| Zr | 23  | 14  | 97  | 65  | 104 | 77  | 119 | 194 |
| Th | 2   | 3   | 8   | 2   | -   | -   | 2   | -   |
| Pb | 23  | 21  | 11  | 2   | -   | 15  | 6   | 2   |
| Zn | 74  | 78  | 59  | 62  | 44  | 56  | 71  | 69  |
| Co | 65  | 80  | 24  | 21  | 25  | 29  | 26  | 19  |
| Cr | -   | 278 | 19  | 109 | 21  | 73  | 80  | 20  |
| Cu | 151 | 48  | 19  | 41  | 8   | 22  | 11  | 35  |
| Ni | -   | 100 | 2   | 42  | 3   | 23  | 23  | -   |

Tablo 5.1'in devamı.

| Örnek No                       | Elazığ Mağmatitleri |        |       |       |       |        |                  |         |       | Maden Karmaşığı  |        |
|--------------------------------|---------------------|--------|-------|-------|-------|--------|------------------|---------|-------|------------------|--------|
|                                | Bazalt - Andezit    |        |       |       |       |        | Granit - Diyorit |         |       | Bazalt - Andezit |        |
|                                | MB 27               | MB 29  | MB 43 | MB 61 | MB 62 | MB 63  | MB 7             | MB 38 B | MB 68 | MB 58            | MB 59  |
| SiO <sub>2</sub>               | 50.18               | 50.07  | 49.42 | 53.12 | 56.38 | 54.35  | 75.46            | 66.23   | 49.12 | 52.39            | 63.44  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.47               | 14.59  | 18.37 | 15.93 | 14.84 | 16.81  | 14.63            | 13.97   | 15.55 | 14.88            | 15.16  |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.30                | 1.62   | 0.65  | 0.83  | 0.81  | 0.72   | 0.11             | 0.76    | 0.86  | 1.16             | 0.51   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.91               | 13.42  | 8.18  | 8.44  | 7.36  | 8.14   | 0.59             | 6.09    | 10.94 | 9.48             | 5.98   |
| MnO                            | 0.22                | 0.13   | 0.13  | 0.13  | 0.15  | 0.21   | 0.02             | 0.10    | 0.30  | 0.46             | 0.42   |
| MgO                            | 7.64                | 8.02   | 6.89  | 6.99  | 7.48  | 4.56   | 0.01             | 2.53    | 7.29  | 6.07             | 4.54   |
| CaO                            | 10.67               | 5.02   | 8.24  | 8.08  | 4.49  | 7.09   | 0.98             | 3.74    | 9.85  | 8.49             | 5.66   |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.47                | 5.09   | 2.53  | 3.38  | 5.29  | 3.25   | 3.80             | 5.99    | 2.66  | 3.89             | 2.25   |
| K <sub>2</sub> O               | 0.01                | 0.01   | 0.98  | 0.71  | 0.02  | 1.65   | 4.77             | 0.09    | 0.42  | 0.45             | 1.06   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.09                | 0.13   | 0.09  | 0.08  | 0.06  | 0.28   | 0.02             | 0.08    | 0.18  | 0.08             | 0.27   |
| LOI                            | 0.62                | 2.97   | 4.35  | 1.63  | 2.18  | 3.07   | 0.30             | 0.92    | 1.71  | 3.64             | 2.00   |
| Toplam                         | 98.57               | 101.07 | 99.83 | 99.32 | 99.06 | 100.73 | 100.69           | 100.50  | 98.92 | 100.99           | 101.29 |

İz element

|    |     |     |     |     |     |     |      |     |     |    |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|----|-----|
| Rb | -   | 10  | 38  | 39  | 35  | 29  | 105  | 34  | 29  | 34 | 19  |
| Sr | -   | 28  | 203 | 162 | 100 | 306 | -    | 90  | 241 | 94 | 286 |
| Ba | 151 | 153 | 116 | 74  | 23  | 366 | 1061 | 55  | 206 | 15 | 128 |
| Y  | 19  | 22  | 6   | 10  | 7   | 12  | 19   | 58  | 13  | 12 | 13  |
| Nb | 3   | 3   | 4   | 3   | 3   | 4   | 4    | 3   | 4   | 3  | 5   |
| Zr | 53  | 79  | 48  | 63  | 50  | 87  | 83   | 234 | 42  | 56 | 92  |
| Th | 4   | 2   | 2   | 2   | -   | 5   | 24   | -   | 1   | -  | 2   |
| Pb | 22  | 24  | 6   | 2   | 2   | 7   | 26   | 1   | 5   | 4  | 8   |
| Zn | 83  | 87  | 62  | 57  | 61  | 78  | 58   | 62  | 79  | 71 | 96  |
| Co | 82  | 41  | 29  | 23  | 23  | 16  | 209  | 40  | 20  | 26 | 19  |
| Cr | 26  | -   | 49  | 167 | 163 | 13  | 3    | 22  | 104 | 92 | 17  |
| Cu | 34  | 34  | 65  | 14  | 31  | 41  | 26   | 12  | 8   | 84 | 70  |
| Ni | -   | -   | 19  | 81  | 105 | -   | -    | 4   | 27  | 32 | -   |

### 5.1. İnceleme Alanındaki Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri

Mağmatik kayaçlar, seri karakteri açısından genel olarak subalkalen, alkalen ve peralkalen kayaç serileri adı altında incelenirler. Bunlardan subalkalen kayaç serileri de kalkalen ve toleyitik serilere ayrılırlar. İnceleme alanındaki kayaçların, seri karakterlerinin tayininde toplam alkaliler ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) ve  $\text{SiO}_2$  diyagramı esas alınmıştır (Şekil 5.1). Diyagramda da görüldüğü gibi, inceleme alanına ait örneklerden MB - 21 ve MB - 29 örneği dışında kalan tüm örnekler, subalkalen alanda yer almaktadır. Artan  $\text{SiO}_2$  miktarıyla orantılı olarak toplam alkali oranında da bir zenginleşme görülmektedir. Alkali bölgeye düşen örneklerden MB- 21 amfibolit, diğeri MB - 29 ise yüzey kayacı olup, alterasyondan etkilenmişlerdir.

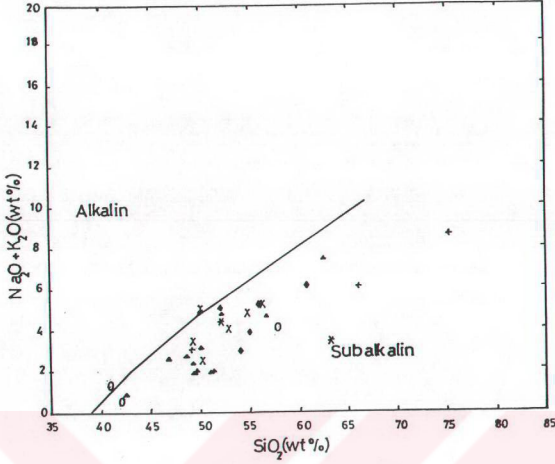
Petrografik incelemeler sonucunda mineralojik sınıflandırma ile gabro, diyorit, diyabaz, amfibolit, granit ve yüzey kayaçları olarak ayrımlanan mağmatik kayaçlar, Debon ve Le Fort (1982) tarafından önerilen Q - P diyagramında da benzer alanlara düşmektedir (Şekil 5.2).

Debon ve Le Fort (1982, 1988) tarafından önerilen ve kayaç oluşturu ana felsik minerallerin (kuvars, alkali feldspat, plajiyoklas) ana element içeriklerine dayalı Q-P diyagramında örneklerin çoğunluğu gabro (diyorit), kuvars gabro (kuvars diyorit), az bir kısmı ise tonalit alanına düşmektedir.

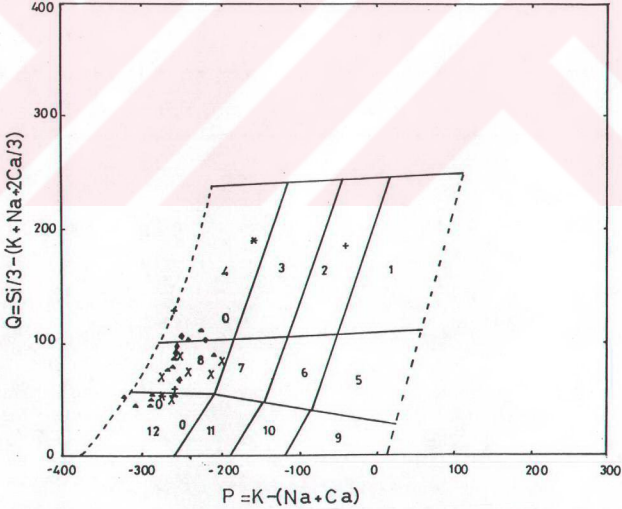
Kayaçların toplam alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ), toplam demir ( $\text{FeO}^* = \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ve magnezyum (MgO) oranları kullanılarak, geliştirilen üçgen diyagramda (Irvine ve Baragar, 1971) toleyitik ve kalkalkalen bölge sınırları ayrılmıştır. Örneklerimizin analiz sonuçlarının bu diyagram üzerindeki dağılımı (Şekil 5.3) gabro, bir kısım diyabaz ve amfibolitlerin Fe'ce bir zenginleşme, MgO miktarında ise, azalma gösterdikleri ve toleyitik alana düştüklerini, buna karşılık Maden Volkanitleri, Elazığ Mağmatitleri ve bazı diyabaz örneklerinin ise kalkalkalen bölgeye düştüklerini vermektedir.

Le Maitre (1989) tarafından geliştirilen  $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  diyagramında, yüksek potasyumlu - orta potasyumlu ve düşük potasyumlu magma serileri ayrılmıştır. Bu diyagram üzerinde, örneklerin çoğu ada yayı toleyitik alanda yer alırken, Elazığ Mağmatitleri'nin granit ve volkanitlerinin çoğunluğu ile Maden Karmaşığı'nın volkanitleri ada yayı kalkalkalen bölgeye düşmektedir (Şekil 5.4). Analizlerde MB -70 gabro örneği ise olivince zengin oluşu nedeniyle, bazalt/gabro alanının dışına düşmüştür.

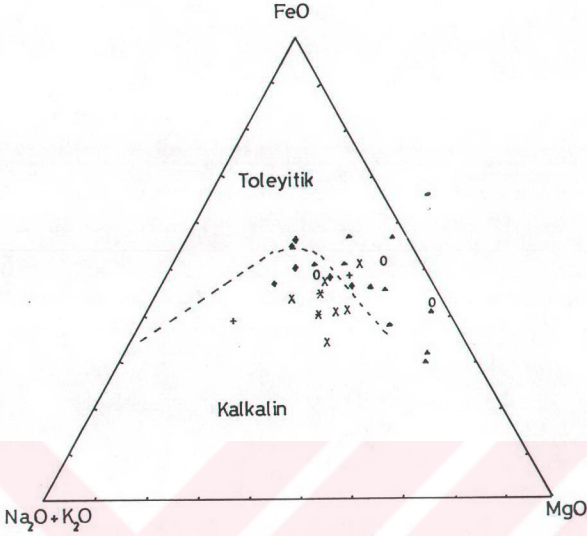




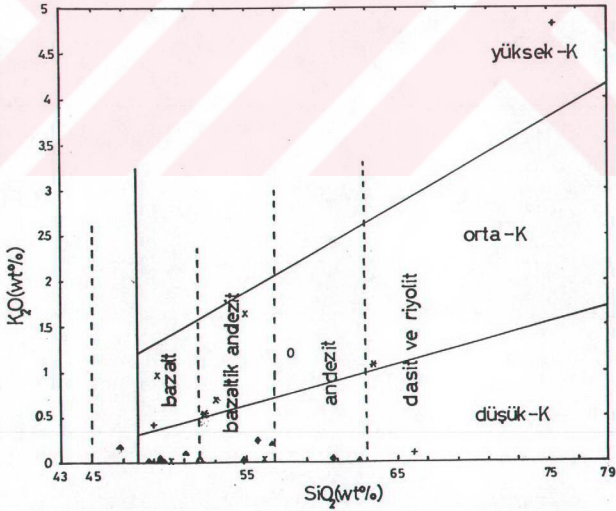
Şekil 5.1. İnceleme alanındaki magmatik kayaların Irvine ve Baragar (1971)'in  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$  diyagramındaki dağılımı. Kömürhan Ofiyoliti (▲: gabro, ◆: diyabaz, ○: amfibolit), Elazığ Mağmatitleri (x: bazalt - andezit, +: granit - diyorit); \* Maden Karmaşığı volkanitleri.



Şekil 5.2. İnceleme alanındaki kayaların Debon ve Le Fort (1982)'un Q - P diyagramındaki dağılımı. 1: granit, 2: adamellit, 3: granodiyorit, 4: tonalit, 5: kuvars siyenit, 6: kuvars monzonit, 7: kuvars monzodiyorit, 8: kuvars diyorit/kuvars gabro, 9: siyenit, 10: monzonit, 11: monzogabro/monzodiyorit, 12: gabro/diyorit. Simgeler şekil 5.1'deki ile aynıdır.

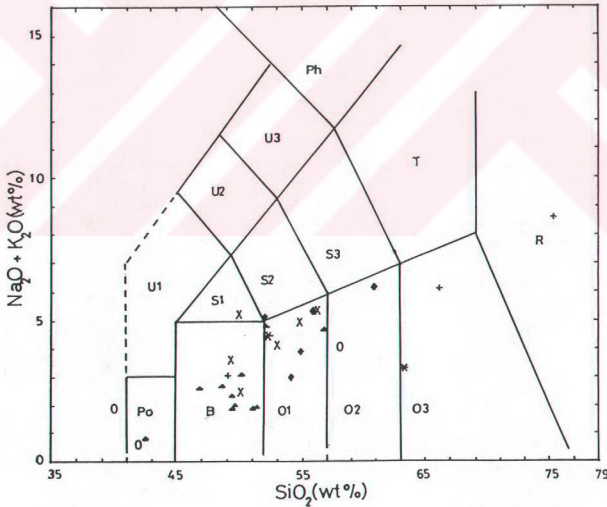


Şekil 5.3. İnceleme alanındaki magma serilerinin Irvine ve Baragar (1971)'in AFM diyagramındaki konumları. Simgeler Şekil 5.1'deki ile aynıdır.



Şekil 5.4. İnceleme alanındaki magmatik kayaların Le Maitre (1989)'in  $K_2O$  -  $SiO_2$  diyagramındaki ayrımı. Simgeler Şekil 5.1 ile aynıdır.

Le Bas vd. (1986) volkanik kayaların sınıflaması üzerine, IUGS alt komisyonu tarafından önerilen sınıflama sistemini günümüze uygun olarak özetlemişlerdir. Toplam alkali ( $K_2O + Na_2O$ ) ve  $SiO_2$  içeriğine göre yapılan bu sınıflamada  $H_2O$  içeriği % 2'den  $CO_2$  içeriği de % 0,5'den az olan kayalar taze kayalar olarak nitelendirilmiştir. Söz konusu bu iki bileşen analiz sonuçlarından çıkartılıp, diğer bileşenler 100'e tamamlanarak diyagramlarda kullanılır. Buna göre bazaltları % 52'den az, bazaltik andezitler % 52 - 57 arasında, andezitler % 57 - 63 arasında ve dasitler % 63'den fazla  $SiO_2$  içerirler (Şekil 5.5) (Le Maitre, 1989). Diyagramda, örneklerin dağılımı incelendiğinde, gabroların genellikle bazalt/gabro, bir kısmının bazaltik andezit bölgesine düştükleri, diyabazların bazaltik andezit ve andezit alanına düştükleri, Maden Volkanitleri'nin ise dasit ve bazaltik andezit alanlarına düştükleri, Elazığ Magmatitleri volkanitleri bazalt, trakibazalt ve bazaltik - andezit, diyorit ve granitlerin de dasit, riolit alanına düştükleri izlenmektedir. MB - 21 amfibolit örneği ise alterasyondan etkilenmiş ve bölge dışına düşmektedir.



Şekil 5.5. İnceleme alanına ait magmatik kayaların Le Maitre (1989)'ın  $K_2O + Na_2O - SiO_2$  diyagramındaki konumları. Po: pikrobazalt, B: bazalt, O<sub>1</sub>: bazaltik andezit, O<sub>2</sub>: andezit, O<sub>3</sub>: dasit, R: riolit, T: trakit, S<sub>1</sub>: trakibazalt, S<sub>2</sub>: bazaltik trakiandezit, S<sub>3</sub>: trakiandezit, U<sub>1</sub>: tefrit bazanit, U<sub>2</sub>: fonotefrit, U<sub>3</sub>: tefrifonolit, Ph: fonolit. Simgeler Şekil 5.1 ile aynıdır.

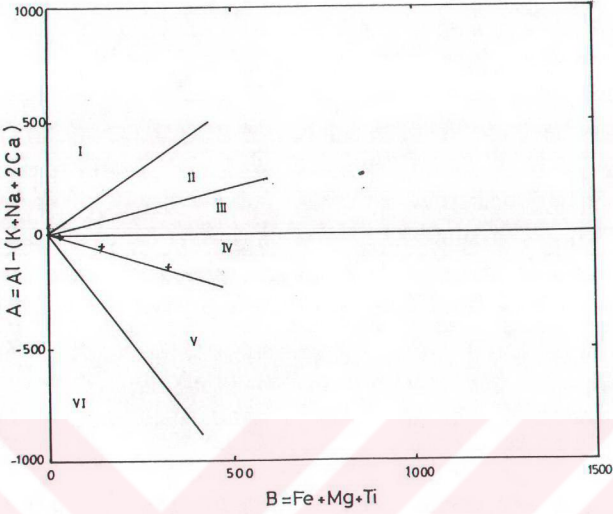
Debon ve Le Fort tarafından Q - P diyagramında adlandırılan mağmatik kayalar, yine Debon ve Le Fort (1982) tarafından A - B diyagramında ( $A = Al-K+Na+2Ca$ ,  $B = Fe+Mg+Ti$ ) bunları oluşturacak magma serilerine ayrılmışlardır. Elazığ Mağmatitleri'ne ait örneklerin analiz sonuçları değerlendirildiğinde IV nolu alanda yer alan kafemik (CAF) magma topluluğunun ana gidiş doğrultusu ile uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 5.6). Kafemik topluluk genelde metaalümino bölgenin hemen altından başlayıp felsik üyelerinin peralümino bölgeye kadar girdiği ve ana gidiş doğrultusu negatif bir eğime sahip hornblendli ve/veya piroksenli mineral parajenezleri ile başlayıp sadece biyotitli veya iki mikalı parajenezle son bulması ile karakteristiktir.

Mullen (1983) tarafından geliştirilen  $TiO_2$  -  $MnO$  -  $P_2O_5$  diyagramında, farklı tektonik ortamlardaki toleyitler ve kalkalkali bazaltlar için farklı alanlar belirlenmiştir (Şekil 5.7). İnceleme alanındaki bazaltik bileşimli derinlik ve yüzey kayalarının, bu diyagramdaki dağılımlarına bakıldığında, örneklerin büyük çoğunluğunun IAT (ada yayı toleyitleri) alanına, çok az sayıdaki örneğin CAB (kalkalkali bazalt) alanına düştüğü görülmektedir. MB - 29 yüzey kayacı örneği ve MB - 41 diyabaz örneği MORB alanına düşmektedir.

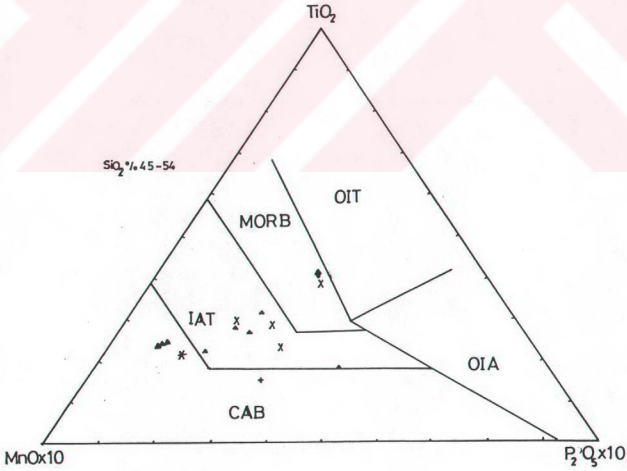
Gerek toleyitik ve gerekse kalkalkalen plütonik bölgeler bazı element içerikleri ( $MgO$ ,  $CaO$ ,  $FeO$ ,  $Na_2O$  ve  $Al_2O_3$ ) bakımında eşdeğer volkanik bölgeler ile aynıdır. Ancak, volkanik kayalar ile plütonik kayalar arasında bazı ana element içeriği bakımından farklılıklar vardır.  $K_2O$  içeriği, hem toleyitik hem de kalkalkalen plütonik kayalarda bunların eşdeğeri olan volkanitlerin çoğundan daha yüksektir. Bu ana element farklılığı, ilksel magma bileşimindeki ilksel farklılaşmadan ziyade, volkanlar ile plütonlardaki kristalleşme şartları arasındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Kay vd., 1982).

Ana element içeriklerine göre yapılan sınıflandırmalar, taze kayaç örneklerinde birbirine yakın veya benzer sonuçlar verirlerse de volkanik kayaların oluşumundan sonraki ayrışma ve metamorfizma sırasında duraysız (mobile) oldukları bilinen ana elementlerin kullanılması, kayaç ayırımı diyagramlarının sonuçlarını tartışmalı hale getirmektedir. Halbuki spilitleşme, denizaltı ayrışması ve metamorfizmayı içine alan ikincil ayrışma olayları sırasında çoğunlukla hareketsiz kaldıkları ve duraylı (immobil) oldukları bilinen iz elementlerin (Ti, Zr, Y, Nb, Ce, Ga, Sc) kullanılması, kayaç tipi





Şekil 5.6. İnceleme alanındaki Elazığ Mağmatitleri'ne ait derinlik kayalarının Debon ve Le Fort (1983)'ün A - B diyagramındaki konumları. X ekseninin üstü peralümino, altı ise metaalümino bölgesidir. Simgeler Şekil 5.1 ile aynıdır.



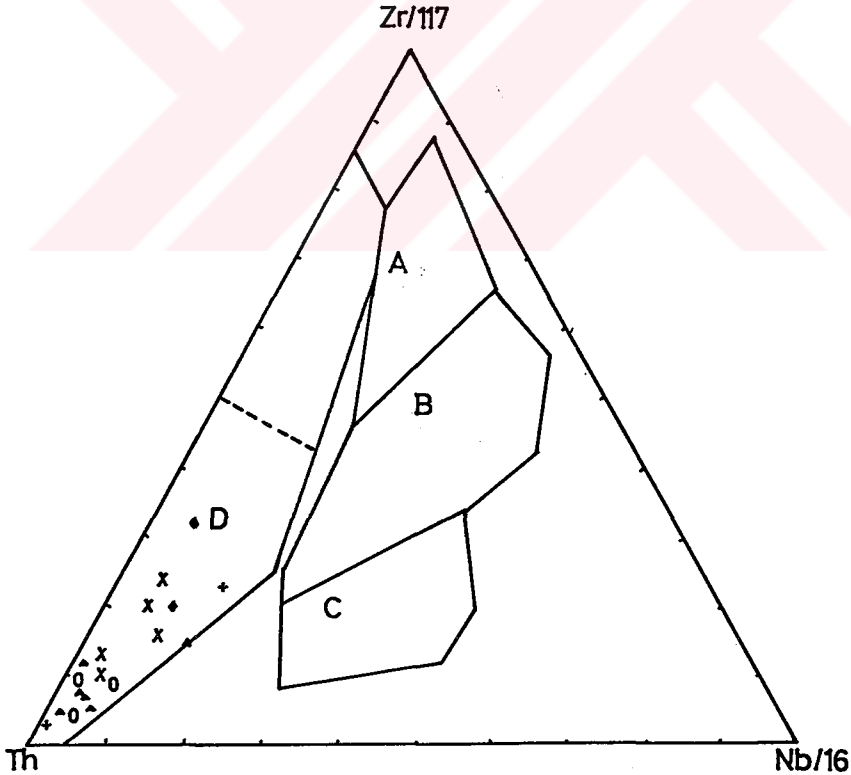
Şekil 5.7. İnceleme alanındaki mağmatik kayaların Mullen (1983)'in  $TiO_2$  -  $MnO \times 10$  -  $P_2O_5 \times 10$  diyagramında tektonik ortamlarının belirlenmesi. OIT: Okyanus adası toleyitleri, MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltı, IAT: Adayayı toleyitleri, OIA: Okyanus adası alkalileri, CAB: Kalkalkali bazaltlar. Simgeler Şekil 5.1 ile aynıdır.

ayırım diyagramlarından daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar alınmasını sağlamaktadır (Frey vd., 1968; Cann, 1970; Kay vd., 1970; Elliott, 1973; Pearce ve Cann, 1973; Field ve Elliott, 1974; Hermann vd., 1974; Pearce, 1975; Ferrara vd., 1976; Winchester ve Floyd'dan, 1977).

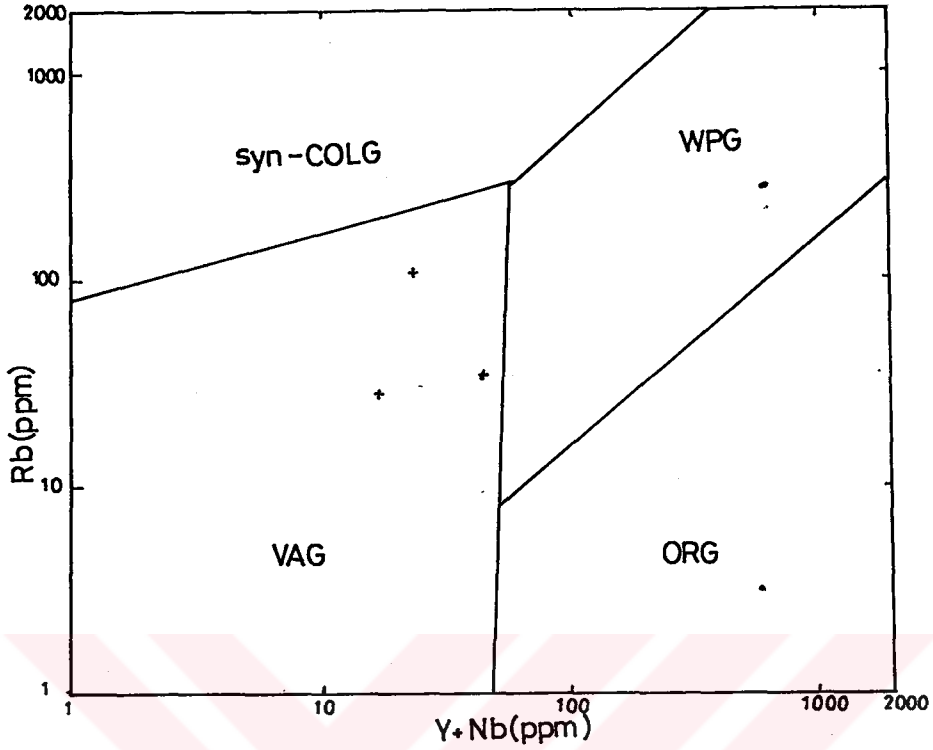
Wood (1980) tarafından geliştirilen Zr/117 - Th - Nb/16 diyagramında örneklerimizin dağılımı incelendiğinde, tamamının Th bakımından zenginleşme gösterip, yaklaşan levha sınırları alanına düştüğü izlenmektedir (Şekil 5.8).

Pearce vd. (1984) tarafından geliştirilen Rb - Nb + Y değişim diyagramında Elazığ Mağmatitleri'ne ait derinlik kayaçlarının dağılımları incelendiğinde, VAG (volkanik yay granitoyidi) alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.9).

Sonuç olarak, jeokimyasal verilerin ışığı altında, Kömürhan Ofiyoliti kayaçlarının toleyitik seriye ait olduğunu, ancak, bazı iz elementlerce zenginleşme gösteren E tipi MORB'a benzerliği nedeniyle, abisal toleyitlerden ayrıldığı görülmektedir. E tipi MORB olmasının nedeni ise, yitim zonu ile ilişkisinden kaynaklanmaktadır.



**Şekil 5.8.** İnceleme alanındaki mağmatik kayaçların Wood (1980)'un Zr/117 - Th - Nb/16 diyagramındaki dağılımları. A: N tipi MORB, B: E tipi MORB ve toleyitik levha içi bazalt, C: Alkalin levha içi bazalt, D: Yaklaşan levha sınırı bazaltları. Simgeler Şekil 5.1 ile aynıdır.



**Şekil 5.9.** Elazığ Mağmatitleri'ne ait derinlik kayaçlarının Pearce vd. (1984)'nin Rb - Y + Nb diyagramındaki dağılımı. Syn. COLG: Çarpışma ile eş yaşlı granitoidler, WPG: Levha içi granitoidler, ORG: Okyanus sırtı granitoidleri, VAG: Volkanik yay granitoidleri. Elazığ Mağmatitleri (+: Granit, diyorit).

Elazığ Mağmatitleri ve Maden Karmaşığı kayaçları ise, jeokimyasal olarak değerlendirildiğinde, bunların da yaklaşan levha sınırlarında oluşmuş kalkalkalen mağmatitler olduğu görülmektedir.

## 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Türkiye’de geniş yayılım sunan ofiyolitler, ilk defa 1926 yılında Steinmann tarafından ofiyolitik topluluk olarak ortaya atılmış ve Steinmann üçlüsü olarak kabul edilmiştir. Steinmann (1926)’a göre ofiyolit, esas olarak ultrabazik kayalar topluluğudur. Peridotit, az oranda gabro, diyabaz ve spilitlerden meydana gelmiştir. Bu araştırmacının ofiyolit üçlüsüne göre bir ofiyolit topluluğu; en altta serpantinitle, bunları kesen gabrolar ve her ikisini kesen diyabazdan (spilit) oluşmuştur. Ancak, bugünkü anlamda ofiyolit kavramı ve ofiyolitlerin oluşum modelleri 1960’larda levha tektoniği kavramının ortaya atılması ve 1972 yılında Penrose konferansından sonra tanımlanmıştır. Bu tanıma göre ofiyolitler okyanus tabanında oluşmuş, tabanda tektonitler, bunların üzerinde kümülatlar, levha dayk kompleksi, bazaltik yastık lavlar ve derin deniz sedimanlarından oluşmuş ve tektonik olarak kıtasal kabuk içerisine yerleşmiş, ultrabazik - bazik kayalar topluluğudur. Özellikle levha tektoniği teorisinin ortaya atılmasından sonra, farklı bölgelerin jeotektonik evrimini açıklamak için çok sayıda araştırmacı (Dewey ve Bird, 1970; Juteau, 1975; Greenbaum, 1972; Nicolas ve Le Pichan, 1979; Nicholas vd., 1988) ofiyolitler üzerinde çalışmışlardır. Başlangıçta ofiyolitlerin okyanus ortası sırtları ve yay gerisi havzalarda oluştuğu, tektonitlerin kısmi ergimeye uğrayan üst manto kalıntısı, kümülatlar ve diğer birimlerin ise kısmi ergime ile oluşan mağmanın, okyanus sırtlarındaki magma odalarında okyanus tabanı ve kristalleşmesi ürünleri olduğu, ve daha sonra tektonik hareketlerle kıtasal kabuk üzerine yerleştiği kabul edilmekteydi. Konu ile ilgili saha ve deneysel verilerin artması sonucu ofiyolitlerin açılma hızına bağlı olarak iki farklı tipte (Harzburjiti Tipi ve Lertzoliti Tipi Ofiyolitler) toplandığı, bunlardan Harzburjiti Tipi’nin yayılma hızının ve buna bağlı olarak kısmi ergime derecesinin fazla olduğu, Lertzoliti Tipi’nin ise daha yavaş olduğu açılma zonlarında oluştukları kabul edilmiştir (Nicolas, 1989). 1980’lerden sonra yapılan çalışmalarda (Pearce vd., 1984; Robertson, 1994) ofiyolitlerin sadece okyanus ortası sırtları ve kenar havzalarda oluşmadıkları, bunların aynı zamanda supra - subduction (dalma - batma zonlarında üstte kalan levhadaki açılma zonu) zonlarda da oluştuğu kabul edilmektedir.

Supra - subduction zonu ofiyolitleri tam bir ofiyolit istifi olup, harzburjitik manto kalıntısı, gabrolar, levha daykları, ada yayı toleyitik volkanitlerden oluşmuş ve



bunlar yerel olarak asit bileşimli kalk - alkali mağmatitler ve volkanoklastitlerle kesilmiştir (Pearce vd., 1984).

Türkiye’de geniş bir yayılım sunan ofiyolitler, başlıca üç büyük kuşakta toplanmaktadır (Gansser, 1959; Juteau’dan, 1979). Bu kuşaklar, kuzeyden güneye doğru şunlardır (Şekil 6.1).

1- Kuzey kuşak: İzmir’den başlayıp, Orhaneli ve Mihalıcık Masifleri’nden Ankara ve Erzincan’a kadar uzanmaktadır. Bu kuşaktaki ofiyolitler genellikle mavi şist ve yeşil şist fasiyeslerinde metamorfize olmuş ve granodiyoritik plütonlarla kesilmiştir (Reuber, 1982).

2- Orta veya Toros kuşağı: Batıdan doğuya doğru Marmaris, Fethiye, Antalya, Mersin ve Pozantı - Karsantı ofiyolitlerini kapsamaktadır.

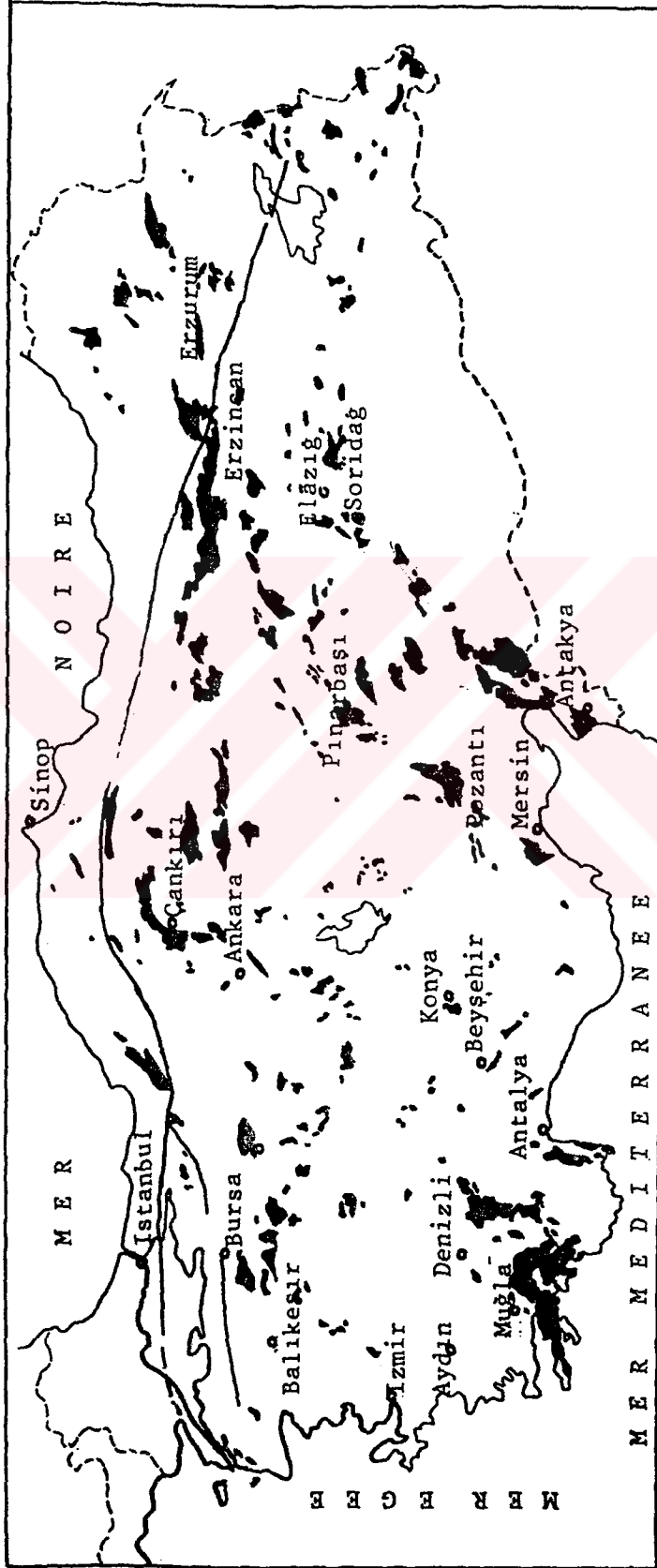
3- Güney kuşak: Kızılbaş, Bahçe - Kahramanmaraş, Göksun - Elbistan, Karanlıkdere, İspendere, Kömürhan, Guleman, Koçali, Gevaş, Cilo veya Oramar ve Karadağ Ofiyolitleri’ni kapsamaktadır (Şekil 6.2).

İnceleme konusunu oluşturan Kömürhan Ofiyolitleri, bu kuşakta yer almaktadır. Bu kuşaktaki ofiyolitler, Ricou’nun (1971) Arap çevresi ofiyolitik kuşağına karşılık gelmektedir.

Kömürhan Ofiyolit biriminin de içerisinde yer aldığı Güney Kuşak Ofiyolitleri, litolojik olarak iki farklı grupta toplanabilir. Bunlardan birinci grubu Kızılbaş, İspendere, Guleman ofiyolitleri oluşturmaktadır (Şekil 6.3).

Kızılbaş Ofiyoliti; tektonitler, tabakalı gabrolarla tektonitler arasında yer alan poiklitik zon, tabakalı gabro, izotrop gabro, dayk karmaşığı ve volkanik karmaşıktan oluşmuştur (Tekeli ve Erendil, 1986).

Guleman Ofiyolitleri de Kızılbaş Ofiyolitleri gibi tektonitler ve kümülatlardan oluşmuştur. Ancak bu istifte dayk karmaşığı görülmemekte, volkanik kayalar ise tartışmalıdır (Bingöl, 1986a, 1986b). Bazı araştırmacılara (Özkan, 1983; Özkan ve Öztunalı, 1984; Erdoğan, 1982) göre bölgede yayılım gösteren ve Caferi Volkanitleri olarak adlandırılan volkanitler Guleman Ofiyoliti’nin yüzey kayacı olarak kabul edilmiştir. Ancak diğer bazı araştırmacılara göre (Bingöl, 1986; Perinçek, 1979; Yazgan, 1981) bu volkanitler ofiyolitlere değil, Yüksekova veya Elazığ Mağmatitleri’ne aittir.



Şekil 6.1. Türkiye'de ofiyolitik masiflerin dağılımı (Juteau, 1979).







İspendere Ofiyolitleri ise tektonitler dışında Kızıldağ Ofiyolitleri ile benzerlik göstermektedir (Beyarslan, 1991; Bingöl ve Beyarslan, 1991). Ancak İspendere Ofiyolitleri'nde Kızıldağ Ofiyolitleri'nden farklı olarak tabakalı gabrolar içerisinde verlit intrüzyonları yer almaktadır. Bu verlitik intrüzyonlar gabrolarla kontak metamorfizma oluşturmamaktadır. Bu ofiyolitler dışında, Güney kuşakta bindirme kuşağı içerisinde veya Bitlis - Pütürge masifleri kuzeyinde yüzeyleyen küçük ölçekli diğer ofiyolitler de bulunmaktadır.

İkinci grup ofiyolitler, Kömürhan, Koçali, Karanlıkdere ve Cilo ofiyolitlerini kapsamaktadır.

Bu ofiyolitlerden, Çermik Antiklinali'nde yer alan Koçali ofiyolitik kayaçları büyük bir ofiyolitik blok olup, yay malzemeleri olan ve granitik bloklar içeren yüzey kayaçları ile birlikte bulunur. Koçali Ofiyoliti, supra - subduction zon ofiyoliti olup, volkanik kayaçlar ve granitik bloklar, bu zon üzerinde gelişmiş ada yayı malzemeleridir (Bingöl, 1994), (Şekil 6.3).

Cilo Ofiyolitleri ise, alt ve üst bindirme naplarından oluşmaktadır. Alt nap, bazik volkanik kayaçlar, piroklastik kayaçlar ve çeşitli sedimenter kayaçlardan meydana gelmiştir. Üst nap ise mafik kümülatlar, bazik dayklar ve lavlardan oluşur. Mafik topluluk, granitik kayaçlarla kesilmiştir (Yılmaz, 1985).

Karanlıkdere Ofiyolitleri, Kömürhan Ofiyolitleri'ndekine benzer gabrolar ve diyabaz dayklarından oluşmuş olup, granitik intrüzyonlarla kesilmiştir. Granitik intrüzyonları, gabroların kısmi ergimesiyle oluşan eriyikler vermektedir.

Kömürhan Ofiyolitleri, esas olarak az miktarda verlit - piroksenit, çoğunlukla gabrolar, levha dayk karmaşığından oluşmuştur. Bunlar, Elazığ Mağmatitleri adı verilen ve ada yayı malzemesi olan granit intrüzyonları ile kesilmekte ve bazaltik yastık lavlar, lav akıntıları, andezitik piroklastitler ile birlikte bulunmaktadır. Gabroları kesen granit intrüzyonları, gabroların tabanındaki kısmi ergime ile oluşan eriyiklerin ürünleridir. Kömürhan Ofiyolitleri ile Karanlıkdere Ofiyolitleri ve Berit Grubu (Önal, 1995) arasında önemli benzerlik izlenmektedir.

Doğu Toroslar'ın batı kesiminde yer alan, Elbistan - Göksun ofiyolitleri de bu gruba benzer litolojik özellikler sunmaktadır (Tarhan, 1986).

Bu grup ofiyolitlerden Kömürhan Ofiyolitleri , Üst Kretase Elazığ Mağmatitleri ile tektonik olarak, Kırkgeçit Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmekte,

Kırkgeçit Formasyonu aynı zamanda Elazığ Mağmatitleri ile Keban Metamorfikleri arasındaki tektonik dokanağı da örtmektedir (Bingöl, 1984). Benzer şekilde, Berit Grubu ve Karanlıkdere Ofiyolitleri, Malatya Metamorfikleri tarafından tektonik olarak üstlenilmektedir. Doğudan batıya doğru çoğu bölgelerde, Eosen - Oligosen birimleri bu tektonik dokanıkları örtmektedir. Bu da bindirmenin, Üst Kretase sonrası Eosen öncesi olduğunu göstermektedir.

Güney kuşak ofiyolitlerinden, Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu'nun içerisinde yer alan ofiyolitlerden bir kısmı, Üst Kretase yaşlı Arap otoktonu üzerinde yer alırken, diğerleri farklı yaşlardaki birimler üzerinde tektonik olarak bulunmaktadır. Ancak, bu ofiyolitlerin büyük bir kısmı, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı üzerinde veya Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonu üzerinde tektonik olarak yer almaktadırlar.

Tüm bu veriler, güney kuşaktaki ofiyolitlerin iki farklı zamanda yerleştiğini vermektedir. Birinci yerleşme yaşı Üst Kretase sonu Orta Eosen öncesi, ikinci yerleşme yaşı ise Alt Miyosen sonrasıdır.

Güney kuşaktaki ofiyolitlerin petrolojisi ve Doğu Toroslar'ın jeotektonik evrimi üzerine incelemeler yapan tüm araştırmacılar (Ricou vd., 1975; Şengör ve Yılmaz, 1983; Michard vd., 1985; Bingöl, 1988; Yılmaz, 1993) bölgede Üst Triyas'tan itibaren bir açılmanın başladığını kabul etmektedirler. Ancak, açılmanın yeri konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Bir grup araştırmacıya göre, Bitlis - Pütürge masifi Gondwana kıtasının kuzey kenarı olup, açılma, bu masiflerin kuzeyinde yer almaktadır (Yazgan, 1981; Yazgan ve Chessex, 1991). Bu araştırmacılara göre, Güney kuşak ofiyolitleri, Bitlis- Pütürge kuzeyinde yer alan Neotetis'in tabanına ait kayalar olup, Üst Kretase'de önce Bitlis - Pütürge masifleri üzerine tektonik olarak yerleşmiş ve daha sonra bunlardan bir kısmı (bindirme zonu içerisindekiler) gravite kaymaları yolu ile bugünkü yerlerini almışlardır.

Diğer bir grup araştırmacı ise (Şengör ve Yılmaz, 1983; Bingöl, 1982, 1984, 1988; Yılmaz, 1993; Yılmaz vd., 1987; Yılmaz vd., 1993), Neotetis'in güney kolunun Bitlis - Pütürge Masifi ile Arap Otoktonu arasında olduğunu kabul etmektedirler. Bu araştırmacılardan bazıları (Şengör ve Yılmaz, 1983; Bingöl, 1984, 1988; Michard vd., 1985) Bitlis - Pütürge Masifleri ile Keban - Malatya Metamorfikleri arasında bir İç Torid Okyanusu'nun varlığını kabul etmektedirler. Ancak, Yılmaz (1993), İç Torid Okyanusu'nun olmadığını ve tüm Güney kuşak ofiyolitlerinin Bitlis - Pütürge

güneyindeki okyanus içerisinde oluştuğunu, Üst Kretase ve Alt Miyosen sonrası bugünkü konumlarını aldıklarını belirtmektedir. Neotetis'in güney kolundan başka İç Torid Okyanusu'nun varlığını kabul eden araştırmacılar ise bindirme kuşağındaki ofiyolitlerin Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'deki kuzeye doğru yitimine bağlı olarak ekaylanma sonucu Arap Platformu üzerine yerleştiğini, Bitlis - Pütürge Masifleri'nin kuzeyindeki ofiyolitler ve bunlarla ilişkili ada yayı ürünlerinin İç Torid Okyanusu'nun Üst Kretase'deki kuzeye doğru dalımı ve Üst Kretase sonunda güneye bindirmeleri ile oluştuklarını kabul etmektedirler.

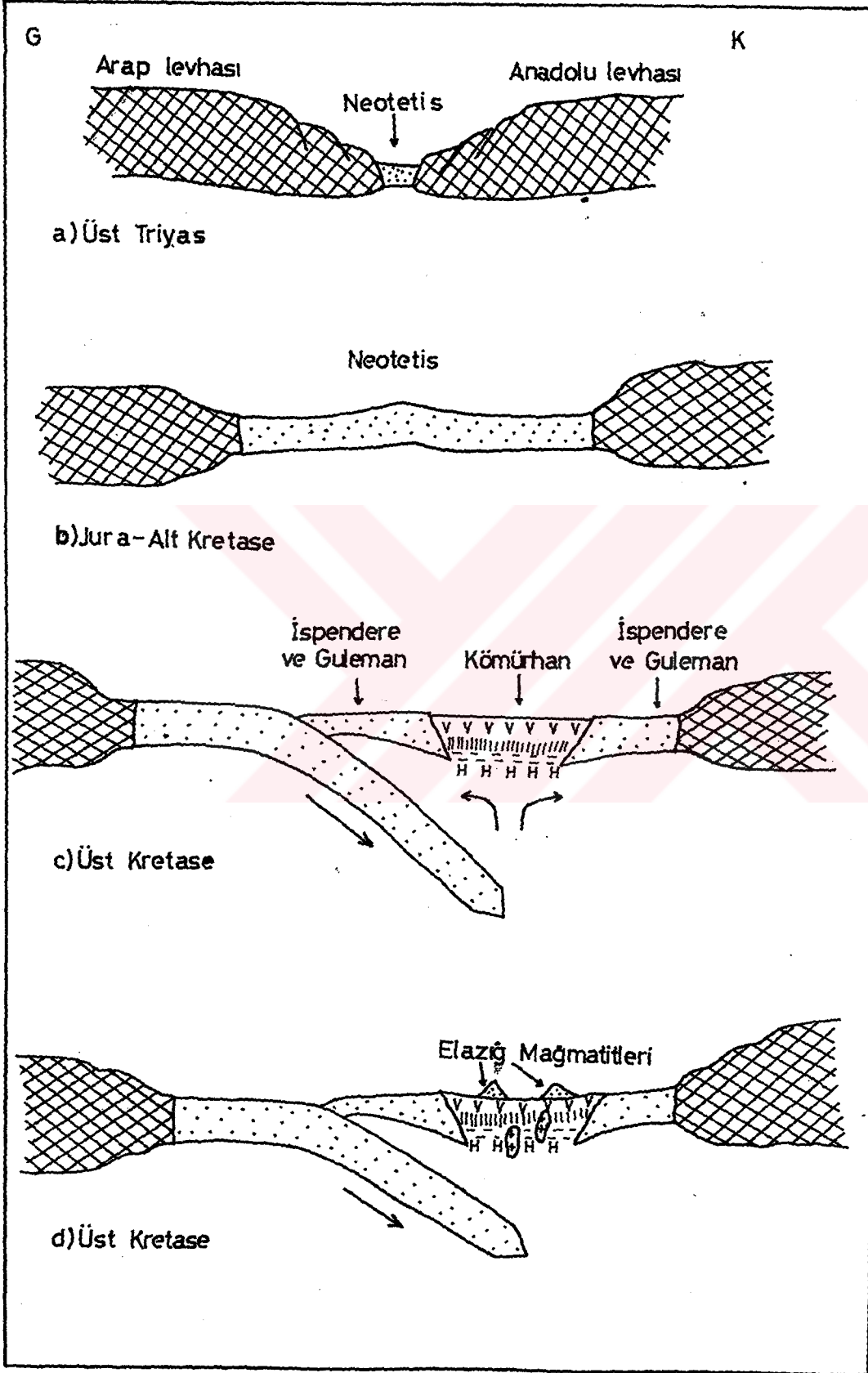
Robertson (1994) güney kuşaktaki ofiyolitleri ve Troodos Ofiyoliti'nin (Kıbrıs) supra - subduction zon (yitim zonu üzerindeki levhanın açılması) ofiyolitleri olduğunu, bu kuşakta tipik okyanus ortası sırtı ofiyolitlerin olmadığını belirtmektedir. Bingöl (1994), Bingöl ve Beyarslan (1995) ise bu ofiyolitlerden Guleman ve İspendere Ofiyoliti'nin sırt ekseninde oluşmuş okyanus tabanı kalıntıları olduğunu, Koçali, Cilo ve Kömürhan Ofiyolitleri'nin ise, Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalımlı okyanus içi yitim zonu üzerinde gelişen supra - subduction zonu ofiyolitleri olduğunu kabul etmişlerdir.

Pearce vd. (1984)'e göre supra - subduction zon ofiyolitler, az oranda peridotit, önemli ölçüde gabro, levha dayk kompleksi ve bazaltik yastık lavlardan oluşmaktadır. Jeokimyasal olarak yitim zonunun etkileri nedeniyle, E - tipi MORB'a (zenginleşmiş MORB) benzemektedir. Gerek litolojik, gerekse jeokimyasal özellikleri, Kömürhan Ofiyoliti'nin supra - subduction zonu ofiyoliti olduğunu ortaya koymaktadır.

Yukarıda da açıklandığı gibi, Doğu Toroslar'da inceleme yapan tüm araştırmacılar, Neotetis'in Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başladığını ve Üst Kretase'den itibaren de kuzeye doğru dalması sonucu, okyanus kabuğunun yok olduğunu kabul etmektedirler.

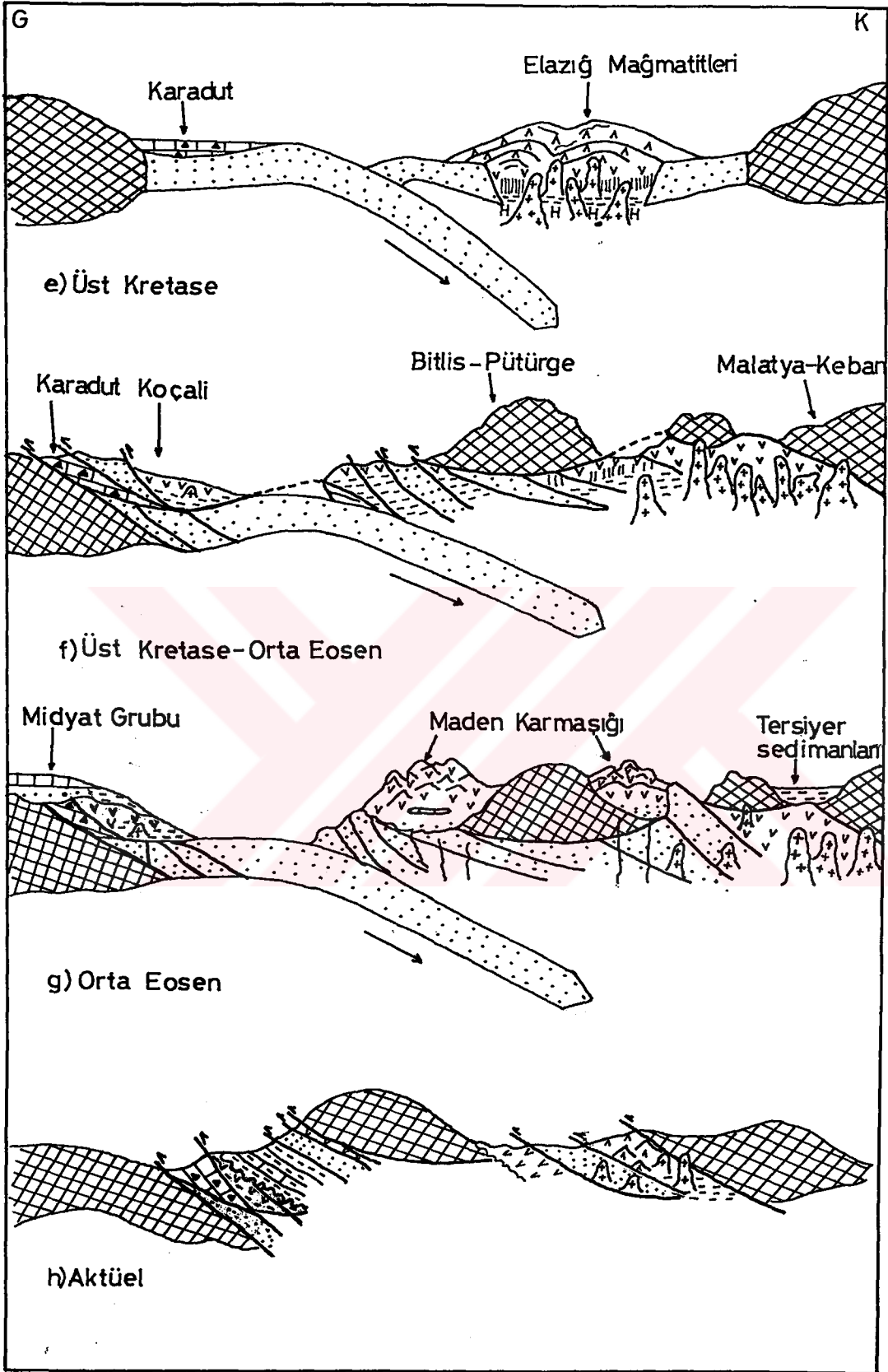
Kömürhan Ofiyolit Birimi, Üst Triyas'tan itibaren Arap Levhası ile Anadolu Levhası (Keban - Malatya - Bitlis - Pütürge masifleri) arasında açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalmaya başlaması ile bu okyanus kabuğu üzerindeki okyanusal kabukta gelişen açılmaya bağlı olarak oluşan yeni okyanus kabuğu ürünleridir (Şekil 6.4).

Üst Kretase sonuna doğru, bu yeni okyanus kabuğu üzerinde gelişmeye başlayan bir ada yayı izlenmektedir. Yayın başlangıç safhasında, bazik volkanik kayalar oluşmakta, yay kabuğunun kalınlaşması ile kabuk içerisinde diyorit - tonalit bileşimli



Şekil 6.4. Kömürhan Ofiyolitleri'nin oluşumu ve yerleşmesini gösteren modeller.





Şekil 6.4' ün devamı

derinlik kayaçları ve bazaltlar üzerinde andezitik lav akıntıları ile piroklastik kayaçlar gelişmektedir. Oluşan bu kayaçlar, K - G doğrultulu sıkışma sonucu, kuzeydeki Anadolu Levhası'nın güneye doğru ada yayı üzerine itilmesi ve parçalanarak Bitlis - Pütürge ve Keban - Malatya Masifleri olarak ayrılması ve buna bağlı olarak kabuk kalınlaşmasının sonucu, yüksek  $H_2O$  basıncı ve sıcaklıklarda piroksenit, verlit ve gabroların önce metamorfize olması ve daha sonra kısmi ergimeye uğraması ile oluşan eriyik kısmen kabuğun üst kesimlerindeki gabrolar ve üstteki ada yayı malzemesi ve Keban - Malatya Metamorfikleri içerisinde sokulup, bir taraftan granitleri oluştururken bir taraftan da içerisinde sokulduğu gabroların metamorfizmasına ve amfibolitlerin oluşumuna ve Keban Malatya Metamorfikleri ile skarn zonu oluşumuna neden olmaktadır.

Supra - Subduction zonu kayaçları, bugün İspendere - Guleman Ofiyolitleri olarak adlandırılan ofiyolitleri veren okyanus kabuğu içerisinde gelişmektedir. Bu kabuğun kalıntıları, Doğu Toroslar'daki birinci grup ofiyolitleri vermektedir. Üst Kretase sonuna doğru üst levhadaki ofiyolitler, ada yayı malzemeleri (Elazığ Mağmatikleri) ve Keban - Malatya Metamorfikleri birlikte güneye doğru itilmektedir. Ancak tüm bu birimler bugünkü konumlarını Alt Miyosen sonrası Doğu Toroslar'daki bindirmelere bağlı olarak almışlardır ( Şekil 6.4).

## 7. DEĞİNİLEN BELGELER

- AÇIKBAŞ, D ve BAŞTUĞ, C., 1975. Geological report and petroleum Possibilites of northern areas of Cacas - Hani region. TPAO. report 971.
- AKGÜL, M., 1987 Baskil (Elazığ) granötiodinin petrografik ve petrolojik incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enst. (yayımlanmamış), 60 s.
- AKSOY, E., TURAN, M., TÜRKMEN, İ., ÖZKUL, M., 1995. Elazığ Havzası'nın Tersiyer'deki Evrimi. KTÜ 30. yıl sempozyumu bildiri özleri, s. 45.
- AKTAŞ, G., 1985. The Maden Complex S. E. Turkey: Sedimentation and volcanism along a Neotethyan active continental margine. Thesis Doct. Phil. Edinburgh Üniversitesi, 350 s.
- AKTAŞ, G. ve ROBERTSON, 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.
- ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili gözlemler ve düşünceler: MTA Enst. Dergisi, 78, 44 - 50, Ankara.
- ASUTAY, H.J. ve POYRAZ, N., 1983. "The Internal structure of the Kömürhan Ophiolites and its amportance in the evolution of Eastern Taurus Belt" Inti Symp. Geol. Taurus Ankara abstracts, 59.
- ASUTAY, H. J., 1985. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi: A.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora tezi, (yayımlanmamış), 156 s.
- AVŞAR, N., 1983. Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar: Doktora tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., Elazığ.
- BAŞTUĞ, C., 1980. Sedimentation, deformation and melange emplacement in the Lice basin, Dicle - Karabegan area, southeast Turkey Dissertation Dept. Geol. Eng. Middle East Tech. Univ., Ankara.
- BAYKAL, F., 1966. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Sivas paftası izahnamesi: MTA yayını.
- BEYARSLAN, M., 1991. İspendere (Kale - Malatya) Ofiyolitleri'nin petroğrafik özellikleri: F.Ü.Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, (yayımlanmamış), 57 s.

- BİNGÖL, A.F., 1982. Elazığ - Pertek - Kovancılar arası volkanik kayaçların petroğrafik ve petrolojik incelenmesi: F.Ü. Fen Fak. Derg. 1, 9 - 21.
- BİNGÖL, A.F., 1984. Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region: Int. symp. on the geology of the Taurus Belt, Bildiriler, 209 - 216, Ankara.
- BİNGÖL A.F., 1986a. New findings on the structural setting on the chromites in the Guleman ophiolitic massive (Eastern Taurus). Jour. F.University, Sci. and Tech. 1, 37 - 46.
- BİNGÖL, A.F., 1986b. Petrographic and petrologique characteristic of intrusive rocks of Guleman Ophiolite (Eastern Taurus - Turkey). Geosound, 13/14, 41 - 57.
- BİNGÖL, A.F., 1988. Petrographical and petrological features of the intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus - Turkey). Jour. Fırat Univ. 3/2, 1 - 17.
- BİNGÖL, A.F., 1994. Çermik yöresinde (Diyarbakır, Güneydoğu Türkiye) Koçali Karmaşığı'na ait mağma kayalarının jepkimyası ve petrolojisi. TÜBİTAK Yerbilimleri Dergisi, 3, 55 - 61.
- BİNGÖL, A.F. ve BEYARSLAN, M., 1991. Petrographical features of the Ispendere Ophiolite, Kale - Malatya, Türkiye Geosound, no: 19, 59 - 68.
- BİNGÖL, A.F. ve BEYARSLAN, M., 1995. Elazığ Mağmatitileri'nin jeokimyası ve petrolojisi. KTÜ 30. yıl sempozyumu bildiri özleri s. 15.
- BİNGÖL, A.F. ve BEYARSLAN, M., (baskıda). Elazığ Mağmatitileri'nin jeokimyası ve petrolojisi. KTÜ 30. yıl sempozyumu bildiri metinleri.
- BORAY, A., 1976. Bitlis Metamorfikleri üzerine. Yeryuvarı ve İnsan, 1, 1, 74 - 76.
- DEBON, F. ve LE FORT, P., 1982. A chemical - mineralogical classification of common plütonic rocks and associations. Trans. R. Soc. Ed. Earth Sci., 73, 135 - 149.
- DEBON, F. ve Le FORT, P., 1988. A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: Principles, method, applications. Bull. Mineral., 5, 111, 493 - 510.
- DEWEY, J.F. ve BIRD, J.M., 1970. Mountain belts ans the new global tectonics. J. geophys. Res., 75, 2625 - 2647.
- DEWEY, J.F., PITMAN, W.C. III, Ryan, W.B.F. ve BONNIN, J., 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine System. Bull. Geol. Soc. Amer., 84, 3137 - 3180.



- ERDEM, E., 1994. Pütürge (Malatya) Metamorfitleri'nin petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi, (yayımlanmamış), F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 119 s.
- ERDOĞAN, B., 1977. Geology geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani - Maden region SE Turkey., Ph.D. Thesis, Univ. New Brunswick.
- ERDOĞAN, B., 1982. Ergani - Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı'nın jeolojisi ve volkanik kayaları, TJK Bült., v. 25, pp. 49 - 60.
- ERDOĞAN, B., 1983. Characteristic of the Miocene tectonics of SE Anatolia and formation of the Lice basin: 37 th Sc. Tech. Congr. Geol. Soc. Turkey Abstracts, p. 66 - 68.
- GREENBAUM, D., 1972. Magmatic processes at ocean ridges: Evidence from the Troodos Massif, Cyprus. Nature, 238, 18 - 21.
- HEMPTON, M.R. ve SAVCI, 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 (Eastern Taurus Mauntains), in Tekeli O., and Göncüoğlu, M.C., eds., Geology of the Taurus Belt: International Symposium Proceedings, Ankara, Turkey, MTA Enst., p. 223 - 228.
- HEMPTON, M.R., 1985. Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar, southeastern Turkey. Geol. Soc. American Bull., V. 96, 233 - 243.
- IRVINE, T.N. ve BARAGER, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. Jour. Earth Scien., 8, 523 - 548.
- JUTEAU, T., 1975. Les ophiolites des neppes d'Antalya. Sci Terre 15/3, 265 - 288.
- JUTEAU, T., 1979. Ophiolites des Taurides: Essai sur levr historie oceanique. Revuve de Geol. Dynamique et de Geographie Phsique. 21, 191 - 214.
- KAY, S.M., KAY, R.W. ve CITRON, G.P., 1982. Tectonic controls on tholeiitic and calc - alkaline magmatism in the Aleution arc. Journal of Geophysical Research, 87, 5, 4051 - 4072.
- KETİN, İ., 1966a. Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA Enst. Derg., 71, 129 - 134, Ankara.
- Le BAS, M.J., Le MAITRE, R.W., STRECKEISEN, A. ve ZANNETTIN, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks baed on the total Alkali - Silica diagram. Journ. of Petrol. 27, 745 - 750.

- Le MAITRE, R.W., 1989. A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, Blackweel, Oxford, 193 pp.
- MICHARD, A., WHITECHURCH, H., RICOU, I.E., MONTIGNY, R. ve YAZGAN, E., 1984. Tauric subduction (Malatya - Elazığ provinces) and its bearing on tectonics of the Tethyan realms in Turkey: In Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F. eds. The geological evolution of the eastern Mediterranean: Geological Society of London Special Publication, 17, p. 361 - 373.
- MICHARD, A., JUTEAU, T., ve WHITECHURCH, H., 1985. L'obduction: revue des modeles et confrantation av cas de L'Oman. Bull. Soc. Geol. France, 2, 189 - 198.
- MTA, 1986. Türkiye jeoloji haritası serisi: Malatya İ-27 paftası. MTA matbaası, Ankara.
- MTA, 1988. Türkiye jeoloji haritası serisi: Malatya H-27 paftası. MTA matbaası, Ankara.
- MULLEN, E.D., 1983.  $MnO/TiO_2/P_2O_5$ : A minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environment and its implications for petrogenesis. Earth Planet Sci. Lett., 62, 53 - 62.
- NAZ, H., 1979. Elazığ - Palu dolayının jeolojisi. TPAO Rap No. 1360, (yayımlanmamış).
- NICOLAS, A., 1989. Structures of ophiolites and dynamics of oceanic litosphere Kluwer Academic Pub., 358 s.
- NICOLAS, A. ve LE PICHON, K., 1979. Thrusting of young litosphere in subduction zones with special reference to structure in ophiolitic peridotites. Earth and planet. Sci. Lett., 46, 397 - 406.
- NICOLAS, A., BOUDIER, F., CENLENEER, G., 1988. Mantle flow patterns and magma chambers at ocean ridges: evidence from the Oman Ophiolite. Marine Geophysical Res. 9, 293 - 310.
- ÖNAL, A., 1995. Polat - Beğre (Doğansh ir)  evresindeki mağmatik kayaçların petroğrafik ve petrolojik  zellikleri. Doktora Tezi, F. . Fen Bil. Enst., 159 s. (yayımlanmamış).
- ÖZÇELİK, M., 1985. Malatya güneydoğusundaki Maden mağmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. TJK B l. 28, 19 - 36.
- ÖZGÜL, N., 1976. Toroslar'ın bazı temel jeoloji  zellikleri. TJK Bült., 19, 1, 65 - 78, Ankara.

- ÖZKAN, Y.Z., 1983. Caferi volkanitinin kökeni sorununa jeokimyasal bir yaklaşım. JMO Bildirileri.
- ÖZKAN, Y.Z. ve ÖZTUNALI, Ö., 1984. Petrology of the magmatic rocks of Guleman Ophiolite. Int. Symp. on the geology of the Taurus Belt, Bildiriler, 285 - 294, Ankara.
- ÖZKAYA, İ., 1978. Ergani - Maden yöresinin stratigrafisi. TJK Bült., 17, 1, 51 - 71.
- ÖZKUL, M., 1982. Güneyçayırı (Elazığ) bölgesinin sedimentolojisi. Yüksek Lisans Tezi, (yayımlanmamış), Ankara Üniv., Ankara.
- ÖZKUL, M., 1988. Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimentolojik incelemeler. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 186 s. (yayımlanmamış).
- PEARCE, J.A., LIPPARD, S.J. ve ROBERTS, S., 1984. Characteristics and tectonics significance of supra - subduction zone ophiolites. Geol. Soc. London, Special Publication, 16, 77 - 94.
- PENROSE CONFERENCE, 1972. Ophiolites. Geotimes, 17, 24 - 25.
- PERİNÇEK, D., 1979a. Palu - Karabegan - Elazığ - Sivrice - Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Arşivi Rap. No. 1361, (yayımlanmamış), Ankara.
- PERİNÇEK, D., 1979b. The geology of Hazro - Korudağ - Çüngüş - Maden - Ergani - Hazar - Elazığ - Malatya area: Guid Book, TJK yayını, 17 s.
- PERİNÇEK, D., 1979c. Interrelations of the Arabe and Anatolian plates. First Geol. Congr. on Middle East "Guide Book for excursion B" 34 s., Ankara.
- PERİNÇEK, D., 1980. Bitlis Metamorfizmi'nde volkanitli Triyas. TJK Bül., 23, 201 - 211.
- PERİNÇEK, D. ve ÖZKAYA, İ., 1981. Tectonic evolution of the northern margin of Arabian plate. Yerbilimleri, 8, 91 - 101.
- PERİNÇEK, D., GÜNAY, Y. ve KOZLU, H., 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler: Türkiye 7. Petrol Kongresi, TPJD, tebliğler.
- POYRAZ, N., 1988. İspendere - Kömürhan (Malatya) ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., (yayımlanmamış), 151 s.
- REUBER, I., 1982. Generations successives de filon grenus dans le complex ophiolitique d'Antalya (Turquie): Origine, Evolution et mecanisme d'injection des liquides. Dokt. Tezi. 264 s., Strasburg Üniversitesi, Fransa.

- RICOU, L.E., 1971. Le croissant ophiolitique peri - arabe, une ceinture de nappes mises en place au Cretace Superieur. *Rev. Geogr. Phyys. Geodl. dyn.*, 13, 327 - 350.
- RICOU, L.E., ARGYRIADIS, I. ve MARCOUX, J., 1975. L'axe calcaire du Taurus, un alignement de fenetres Arabo - Africaines sous des nappes radio laritiques, ophiolitiques et metamorphiques. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 7, XVII, 1024 - 1044.
- RIGO DE RIGHI, M. ve CORTESINI, A., 1964. Gravity tectonics in foothills structure belt of southeast Turkey. *Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol.*, v. 48, pp. 1911 - 1937.
- ROBERTSON, A.H.F., 1994. Role of the tectonics facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the Eastern Mediterranean region. *Earth Science Reviews*, 37, 139 - 213.
- SEYMEN, İ. ve AYDIN, A., 1972. Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi: *MTA Derg.*, 79, 1 - 9.
- STEINMANN, G., 1926. Die Ophiolitischen Zonen in dem Mediterranen Kettengebirge. 14 th Intern. Congr. Madrid, 2, p. 638 - 667.
- SUNGURLU, O., 1974. VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi: TPAO Rap. No. 817, (yayımlanmamış).
- ŞENGÖR, A.M.C. ve YILMAZ, Y., 1983. Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. *TJK Yerbilimleri özel dizisi*. No. 1, Ankara.
- ŞENGÜN, M., 1993. Geological Evolution of the Anatolian Segment of the Tethyan Belt., *Türkiye Jeol. Bült.*, 36/2, 81 - 98.
- TARHAN, N., 1986. Afşin dolayında (Doğu Toroslar) granitik kayaların kökeni ve oluşum yeri: *TJK bildiri özetleri*, 55, Ankara.
- TATAR, Y., 1987. Elazığ bölgesinin genel tektonik yapıları ve Landsat fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler: *H.Ü. Yerbilimleri*, 14, 295 - 308.
- TEKELİ, O. ve ERENDİL, M., 1986. Kızıldağ Ofiyoliti'nin (Hatay) jeoloji ve petrolojisi. *MTA Dergisi.*, 107, 33 - 48.
- TUNA, E., 1979. Elazığ - Palu - Pertek bölgesinin jeolojisi, TPAO Rap.
- TURAN, M., 1984. Baskil - Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği: *Doktora Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enst. (yayımlanmamış), 180 s.
- TURAN, M., 1992. Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri: *Suat Erk Sempozyumu*, A.Ü. Fen Fak.



- TURAN, M. ve BİNGÖL, A.F, 1991. Kovancılar - Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono - stratigrafik özellikleri. Ahmet Acar Jeoloji Semp. Bild., 211 - 227.
- TURAN, M., AKSOY, E., BİNGÖL, 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. ve FLOYD, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differantation products using immobile elements. Shem. Geol., 20, 325 - 343.
- WOOD, D.A., 1980. The application of a Th - Hf - Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province, Earth and Planetary Science Letters, vol. 50, pp. 11 - 30.
- YAZGAN, E., 1972. Etude Geologique et Petrographique du complexe Ophiolitique de La Region Situee du Sud - East de Malatya (Taurus Oriental Turquie) et de sa Couverture Volcano - Sedimentaire. Dr. Th., Univ. Geneve.
- YAZGAN, E., 1981. Doğu Toroslar'da Etkin bir Paleokıta kenarı etüdü (Üst Kretase - Orta Eosen), Malatya - Elazığ, Doğu Anadolu, Yerbilimleri, 7, 83 - 104, Hacettepe Üniv.
- YAZGAN, E., 1983. A geotraverse between the Arabian platforme and the Munzur nappes. Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt., Field Guide Book, Excursiony, Ankara.
- YAZGAN, E., 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region (Malatya - Elazığ area, Turkey). In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M. C., Geology of the Taurus Belt. Int. Symp. proceedings, 199 - 208.
- YAZGAN, E., MICHARD, D., WHITE, A., WHITECHRUCH, H. ve MONTIGNY, R., 1983. Le Taurus de Malatya (Turquie Orientase), element de la suture sud - Tethysienne, Bull. Soc. Geol. France, 1, 59 - 69.
- YAZGAN, E., ASUTAY, J., GÜLTEKİN, M.C., POYRAZ, N., SİREL, E. ve YILDIRIM, H., 1987. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Toroslar'ın jeodinamik evrimi: MTA arşiv raporu.

- YAZGAN, E. ve CHESSEX, R., 1991. Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. T.P.J.D. Bulletin. C. 3/1, 1 - 42 and T.A.P.G. Bulletin, v. 3/1, 1 - 42.
- YAZGAN, E., PİŞKİN, Ö. ve DELALOYE, M., 1994. Kızıldağ Ophiolites and Karasu Quaternary basalts. International Volcanological Congress., 28 s.
- YILMAZ, Y., 1985. Geology of the Cilo Ophiolite: An ancient ensimatic island arc fragment on the Arabian Platform, SE Turkey: Ofiyoliti, v, 10 (2/3), p. 457 - 484.
- YILMAZ, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian Orogen. Geological Society of America Bulletin, v. 105, 251 - 271.
- YILMAZ, Y., YİĞİTBAŞ, E. ve YILDIRIM, H., 1987. Güneydoğu Anadolu'da Triyas sonu tektonizması ve bunun jeolojik anlamı: 7 th Biannual Petroleum Congrees of Turkey proceedings. Ankara, Turkey, Turkish Assicotion of Petroleum Geologists., p. 65 - 78.
- YILMAZ, Y., YİĞİTBAŞ, E. YILDIRIM, M. ve GENÇ, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinin kökeni: Türkiye 9. Petrol Kong. Bil., 296 - 307.
- YILMAZ, Y., YİĞİTBAŞ, E. ve GENÇ, Ş.C., 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt. Tectonics, v. 12/5, 1280 - 1297.
- YİĞİTBAŞ, E., YILMAZ, Y. ve GENÇ, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nda Eosen nap yerleşmesi, Türkiye 9. Petrol Kongresi ve Sergisi, Bildiriler kitabı, pp. 307 - 318, Türkiye Petrol Jeologları Derneği, Ankara.

TÜRKÇE ABSTRAKT (en fazla 250 sözcük) :

(TÜBİTAK/TÜRDOK'un Abstrakt Hazırlama Kılavuzunu kullanınız.)

## ***KÖMÜRHAN OFİYOLİT BİRİMİNİN PETROGRAFİK VE PETROLOJİK İNCELENMESİ***

İnceleme alanı, Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde Elazığ'ın güneybatısında yer almaktadır.

Bölgede, 1- Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı Pütürge Metamorfitleri, 2- Kretase yaşlı Kömürhan Ofiyolitleri, 3- Üst Kretase yaşlı Elazığ Mağmatitleri, 4- Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, 5- Tersiyer yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, 6- Kuvaterner yaşlı alüvyonlar olmak üzere 6 farklı birim yüzelemektedir.

Ofiyolitler ile tektonik dokanak oluşturan Pütürge Metamorfitleri, çeşitli şistler ve distenli kuvarsitler; Elazığ Mağmatitleri ise bazaltik yastık lavlar ve ofiyolitlerin gabroları içerisinde intrüzif dokanaklar oluşturan granitik bileşimli derinlik kayaçları ile temsil edilmektedir. Kırkgeçit Formasyonu tabanda konglomera, kumtaşı ile başlayıp, kireçtaşları ile devam etmekte ve Elazığ Mağmatitleri ve Kömürhan Ofiyoliti üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Maden Karmaşığı bazaltik lavlar, tüf, lapilli taşı, aglomeralar ve kırmızı renkli çamurtaşları ve kireçtaşı blokları ile temsil edilmektedir. Kuvaterner oluşumlar ise çakıl, kum v.s.den oluşmuştur.

Çalışmanın asıl amacını oluşturan; petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özellikleri incelenen Kömürhan Ofiyolitleri geniş bir alanda yüzeylemekte ve güneyde Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelirken, kuzeyde ise Elazığ Mağmatitleri, Kömürhan Ofiyolitleri üzerine bindirmektedir.

Kömürhan Ofiyolitleri piroksenit - verlit, gabrolar, gabroları kesen diyabaz daykları ile diyabaz dayk kompleksinden oluşmuştur.

Kömürhan Ofiyolitleri'nin jeokimyasal analiz sonuçları ana ve iz element ayırım diyagramlarına taşınmış olup, bu diyagramlar mağma tipinin toleyitik; tektonik ortamın ise dalma ile ilişkili ada yayı toleyitik olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni ise E tipi MORB (zenginleşmiş MORB) olmasındandır.

Kömürhan Ofiyolit biriminin ilişkili olduğu kayaçlar topluluğunun jeokimyasal özellikleri, bu ofiyolitinin supra- subduction zonunda oluşan ofiyolitlerin özelliklerine benzerlik göstermekte, tipik okyanus ortası sırtı ofiyolitlerinden ayrılmaktadır. Bu nedenle Kömürhan Ofiyolitleri, supra - subduction zonu ofiyolitleri olarak kabul edilmektedir.

Kömürhan Ofiyolitleri, 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 sonlarına doğru kuzey - güney doğrultulu sıkışma sonucu bu açılma durmakta ve oluşan bu ofiyolitler üzerinde Elazığ Mağmatitleri'ni veren ada yayı gelişmekte ve sıkışmaya bağlı olarak, Bitlis - Pütürge masifleri güneye doğru yay üzerine itilmektedir. Yay oluşumu ve Bitlis - Pütürge masiflerinin itilmesi ile oluşan kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak ofiyolitinin metamorfizması ve kısmi ergimesi ile granitik mağma oluşmaktadır.

***PETROGRAPHICAL AND PETROLOGICAL INVESTIGATION OF KÖMÜRHAN  
OPHIOLITE UNIT***

In the investigated area which is situated in the Eastern Taurus Orogenic Belt in the Southeast part of Elazığ, the following six different units crop out.

1- Palaeozoik - Mesozoic Pütürge Metamorphics, 2- Cretaceous Kömürhan Ophiolites, 3- Upper Cretaceous Elazığ Magmatics, 4- Middle Eocene Maden Complex, 5- Middle Eocene - Oligocene Kirkgeçit Formation, 6- Quaternary alluviums.

Pütürge Metamorphics consist of various schists, kyanite quartzites and recrystallized limestones. The contact between these metamorphics and other units are tectonics. The Upper Cretaceous Elazığ Magmatics are composed of basaltic volcanics, in general basaltic pillow lavas and granitic plutonics. The granitic plutonics cut the Kömürhan Ophiolites and basaltic volcanics.

The Eocene Kirkgeçit Formation which starts with conglomerates and sandstones and continues upward with limestones covers Elazığ Magmatics and Kömürhan Ophiolite with an angular unconformity. The Maden Complex consist of basaltic lavas, tuffs, lapillistones, agglomerate and red mudstones and limestone blocks. Quaternary alluviums are represented by gravels, sands and silts.

Kömürhan Ophiolites of which petrographic - petrological and geochemical properties are subject of this study, cover large area and overthrust on to the Middle Eocene Maden Complex in the southern part and in the northern part the Elazığ Magmatics overthrust on to the Kömürhan Ophiolites.

The Kömürhan Ophiolites are composed of wherlite - pyroxenite, gabbros, diabase dikes complex and dikes cutting the gabbros.

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

The lithological and geochemical features of Kömürhan Ophiolite unit compare to the features of supra - subduction zone ophiolites and differ from the typical oceanic ridge ophiolites.

Therefore the Kömürhan Ophiolite accepted on a supra - subduction ophiolite.

The Kömürhan Ophiolites were formed by spreading above a northward - dipping intra oceanic, subduction (supra - subduction) of Neothethyan Ocean during Upper Cretaceous and thrust on the Maden Complex after Middle Eocene.