

133189

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAKAKAYI (ESKİŞEHİR) GÖLET YERİNDEKİ  
OFİYOLİTİK KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK VE  
PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Emre Aytuğ ÖZSOY

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2003

133189

Her hakkı saklıdır

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Doç. Dr. Aydın ÖZSAN danışmanlığında Emre Aytuğ ÖZSOY tarafından hazırlanan bu çalışma 20/10/2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Celal KARPUZ

Doç. Dr. Aydın ÖZSAN

Doç. Dr. Mehmet ÇELİK

M. Çelik

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Metin OLGUN  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YAKAKAYI (ESKİŞEHİR) GÖLET YERİNDEKİ OFİYOLİTİK KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Emre Aytuğ ÖZSOY

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Aydın ÖZSAN

Yakakayı gölet yeri, Eskişehir ilinin 25 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Gölet yerinde Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanaj, Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve altıvyon bulunmaktadır. Tezin konusu, Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçların mühendislik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda ofiyolitik melanaj içinde sondajlardan alınan karot numuneleri petrografi ve XRD analizi çalışması sonucunda adlandırılmış, kuyu bazında korele edilmiş ve kayaçların fiziko-mekanik özellikleri ortaya konmuştur. Buna göre Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçlarda bazaltların ortalama tek eksenli basınç dayanımı 63,02 MPa, kireçtaşlarının ortalama tek eksenli basınç dayanımı 15,69 MPa, serpantinitleerin ortalama tek eksenli basınç dayanımı 13,47 MPa, radyolaritlerin ortalama tek eksenli basınç dayanımı 28,37 MPa'dır. Ofiyolitik kayaçları oluşturan birimlerin suda dağılmaya karşı dayanım özellikleri oldukça yüksek değerlerde bulunduğundan gölet yerinde duraylılık ve geçirimsizlik açısından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

2003, 79 sayfa

**ANAHTAR KELİMELEER:** Yakakayı, Jeoteknik, Ofiyolit, Petrografi

## ABSTRACT

Master Thesis

### ENGINEERING AND PETROGRAPY PROPERTIES OF OPHIOLITIC ROCKS AT YAKAKAYI (ESKİŞEHİR) DAM SITE

Emre Aytuğ ÖZSOY

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aydın ÖZSAN

Yakakayı dam site is located 25 kilometres far from Northern part of Eskişehir province. The rock units at the dam site are ophiolitic rocks of Upper Cretase in age and terrace, tallus and alluvium of Quaternary age. The purpose of this thesis is to determine the engineering, petrography and slakes durability properties of ophiolitic rocks at Yakakayı dam site. For this purpose, after the petrography cores correlated and XRD analyses core samples were named and laboratory tests on core samples were carried out to find out physico-mechanical properties. As a result of laboratory tests, uniaxial compressive strength mean of ophiolitic rocks as basalts 63,02 MPa; limestones 15,69 Mpa, radiolarias 28,37 Mpa and serpentines 13,47 Mpa. Also slake durability index properties of ophiolitic rocks are high class so that there is no problem about durability and porosity at the dam site.

2003, 79 pages

**Key Words:** Yakakayı, Geotechnic, Ophiolitic, Petrography

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans ders aşamasında ve tez çalışması sırasında her türlü desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocam, danışmanım sayın Doç. Dr. Aydın ÖZSAN' a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım esnasında ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekanığı Laboratuvarı'nın tüm araç ve gereçlerinden faydalanmamı sağlayan ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü'nden sayın Prof. Dr. Celal KARPUZ'a, Petrografi incelemeleri sırasında değerli katkı ve görüşleriyle sayın Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na, XRD analizinde değerli katkılarıyla İTÜ Metalurji Mühendisliği'nden Araş. Gör. Ahmet ÇINAR'a, tez konusunun seçiminde DSİ III. Bölge Müdürlüğü'nden sayın Orhan TAŐKIN'a, Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürü sayın Erkut ÇATALYÜREKLİ'ye ve arazi çalışmalarına katkı sağlayan sayın Jeoloji Yüksek Mühendisi Osman ÇAKIR'a, tez çalışmalarım sırasında yardımları dokunan herkese ve maddi-manevi destek sağlayan ÖZSOY ailesine teşekkür ederim.

Emre Aytuğ ÖZSOY  
Ankara, Ekim 2003

## SİMGELER DİZİNİ

|                |   |
|----------------|---|
| ASTM           | American Soc. for Testing & Materials   |
| B              | Batı                                    |
| D              | Doğu                                    |
| da             | Dekar                                   |
| DKD            | Doğu- Kuzeydoğu                         |
| E.Ç.           | Endirekt çekme                          |
| G              | Güney                                   |
| GB             | Güneybatı                               |
| GD             | Güneydoğu                               |
| GGB            | Güney-Güneybatı                         |
| GGD            | Güney-Güneydoğu                         |
| ha             | Hektar                                  |
| ISRM           | International Society of Rock Mechanics |
| K              | Kuzey                                   |
| KB             | Kuzeybatı                               |
| KD             | Kuzeydoğu                               |
| KKB            | Kuzey-Kuzeybatı                         |
| R <sup>2</sup> | Korelasyon katsayısı                    |
| RQD            | Kaya kalite tanımı                      |
| T.E.B.         | Tek eksenli basınç                      |
| TCR            | Toplam karot yüzdesi                    |
| XRD            | X-Ray Diferaksiyonu                     |
| YASS           | Yeraltısuyu seviyesi                    |

## İÇİNDEKİLER

|   |      |
|---|------|
| ÖZET.....   | i    |
| ABSTRACT.....   | ii   |
| TEŞEKKÜR.....   | iii  |
| SİMGELER DİZİNİ.....  | iv   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....  | vii  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....  | viii |
| FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....   | ix   |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....   | 1    |
| 1.1. Araştırmanın Amacı.....  | 2    |
| 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşımı.....   | 2    |
| 1.3. Çalışma Yöntemi ve Süresi.....   | 2    |
| <b>2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ</b> .....   | 4    |
| 2.1. Önceki Çalışmalar.....   | 4    |
| 2.2. Bölgenin Paleocoğrafyası ve Paleotektoniği.....  | 5    |
| 2.3. Bölgesel Jeoloji.....  | 7    |
| 2.4. Çalışma Alanının Jeolojisi.....  | 7    |
| 2.5. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Mineralojisi ve Petrografisi.....          | 14   |
| 2.6. Yapısal Jeoloji.....   | 33   |
| <b>3. YAKAKAYI GÖLET PROJESİ (ESKİŞEHİR-MERKEZ).</b>  | 36   |
| <b>4. YAKAKAYI GÖLET YERİ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ</b>  | 37   |
| 4.1. Yakakayı Gölet Yeri Temel Araştırma Sondajları.....                                    | 39   |
| 4.1.1. Yakakayı Gölet Yeri Temel Araştırma Sondajlarının İncelenmesi.....                   | 40   |
| 4.2. Yakakayı Gölet yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Kaya Kalite Değerlendirmesi.....           | 41   |
| 4.3. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Geçirimsizliği... ..                       | 44   |
| 4.4. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarında Ayrışma.....                               | 46   |
| <b>5. YAKAKAYI GÖLET YERİ OFİYOLİTİK KAYAÇLARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ</b> ..... | 53   |
| 5.1. Yakakayı Gölet yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Fiziksel Özellikleri.....                  | 54   |
| 5.2. Yakakayı Gölet yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Mekanik Özellikleri.....                   | 56   |
| <b>6. SONUÇLAR</b> .....  | 62   |
| KAYNAKLAR.....  | 65   |
| EKLER.....  | 69   |
| ÖZGEÇMİŞ.....   | 79   |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Şekil 1.1. | İnceleme alanı yerbulduru haritası .....  | 3  |
| Şekil 2.1. | Üst Kretase'de Eskişehir ve civarının durumu.....   | 6  |
| Şekil 2.2. | Pliyosen'den günümüze kadar K-G yönlü sıkıştırma sonucu Anadolu Levhası'nın batıya hareketiyle oluşan Eskişehir ovası ve inceleme alanının içinde bulunduğu Alpu ovası..... | 6  |
| Şekil 2.3  | Yakakayı gölet yeri ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.....  | 12 |
| Şekil 2.4. | Yakakayı gölet yeri ve dolayının jeoloji haritası.....  | 13 |
| Şekil 2.5. | Modal mineralojik bileşimleri gösteren Q-A-P-F diyagramı.....   | 17 |
| Şekil 2.6. | Yakakayı gölet yerine ait bazaltın XRD analizi grafiği.....   | 32 |
| Şekil 2.7. | İnceleme alanının depremsellik haritası.....  | 34 |
| Şekil 2.8. | İnceleme alanının deprem şiddeti ile sath ivmesi korelasyonu.....   | 35 |
| Şekil 4.1. | Yakakayı gölet yeri ve dolayının mühendislik jeolojisi haritası.....  | 38 |
| Şekil 4.2. | Yakakayı göleti yerinin jeolojik kesiti.....  | 41 |
| Şekil 4.3. | Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaların geçirimsizlik ve Lugeon kümülatif eğrisi.....  | 46 |
| Şekil 4.4. | Yıllık ortalama yağış ve sıcaklığa bağlı olarak; a) iklimsel bölgeler, b) ayrışma türleri.....  | 49 |
| Şekil 5.1. | Kayaçlar üzerinde yapılan sınıflama ve dayanım deneyleri.....   | 53 |
| Şekil 5.2. | Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaların çeşitli araştırmacılara göre tek eksenli basınç dayanımı sınıflaması.....  | 57 |
| Şekil 5.3. | Suda Dağılmaya Karşı Dayanım deney düzeneği önden ve yandan görüntümü.....  | 60 |
| Şekil 5.4. | Suda Dağılmaya Karşı Dayanım (Slake Durability) deney düzeneğini oluşturan tambur, kapak ve fiber hazne..   | 60 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Çizelge 2.1. | Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaların petrografik incelemeleri sonucunda oluşturulan temel sondajlarının korelasyonu..... | 14 |
| Çizelge 2.2. | Yakakayı gölet yeri kayalarının sondajlardan ve yüzeyden alınan örneklerinin petrografik özellikleri.....                    | 29 |
| Çizelge 3.1. | Yakakayı göleti proje özellikleri (DSİ, 2001).....   | 36 |
| Çizelge 4.1. | Yakakayı gölet yeri temel araştırma sondajları (DSİ, 2001).....  | 39 |
| Çizelge 4.2. | Yakakayı gölet yeri temel araştırma sondajlarında geçilen ofiyolitik kayalardaki ortalama TCR ve RQD değerleri.....          | 42 |

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Foto 2.1.  | Yakakayı gölet yeri sağ – sol sahile güneye doğru genel bir bakış.....  | 8  |
| Foto 2.2.  | Yakakayı gölet yeri sol sahilden sağ sahile batı yöne doğru genel bir bakış.....  | 8  |
| Foto 2.3.  | Sol sahilde kamalanma şeklinde radyolaritlerin (bozunmuş ve ayrılmış) içinden serpantinit geçişine kuzey yönünde bakış.....                   | 9  |
| Foto 2.4.  | Sol sahilde mostrada radyolarit (süreksizlikler sekonder olarak kalsit ve kuvars dolgulu) - serpantinit geçişine kuzeydoğu yönünde bakış..... | 10 |
| Foto 2.5.  | Sağ sahilde mostrada radyolarit kuzeydoğu yönünde bakış.....  | 10 |
| Foto 2.6.  | Sol sahilde altere olmuş radyolaritler - kireçtaşı geçişine doğu yönünde bakış.....   | 11 |
| Foto 2.7.  | Yakakayı gölet yeri bazaltlarına ait intersertal dokunun fotomikrografi (Tek nikol).....  | 20 |
| Foto 2.8.  | Yakakayı gölet yeri bazaltlarına ait intersertal dokunun fotomikrografi (Çift nikol).....   | 20 |
| Foto 2.9.  | Yakakayı gölet yeri bazaltlarında mikro çatlaklardaki epidotlaşmaların fotomikrografi (Tek nikol).....  | 21 |
| Foto 2.10. | Yakakayı gölet yeri bazaltlarında mikro çatlaklardaki epidotlaşmaların fotomikrografi (Çift nikol).....                                       | 21 |
| Foto 2.11. | Yakakayı gölet yeri bazaltlarında ileri derece killeşme fotomikrografi (Tek nikol).....   | 22 |
| Foto 2.12. | Yakakayı gölet yeri bazaltlarında ileri derece killeşme fotomikrografi (Çift nikol).....  | 22 |
| Foto 2.13. | Yakakayı gölet yeri bazaltlarındaki mikroçatlakların içindeki silis dolgularının fotomikrografi (Tek nikol)                                   | 23 |
| Foto 2.14. | Yakakayı gölet yeri bazaltlarındaki mikroçatlakların içindeki silis dolgularının fotomikrografi (Çift nikol)                                  | 23 |
| Foto 2.15. | Hiyalopilitik dokulu bazaltlarda kloritleşme ve epidotlaşmalar fotomikrografi (Tek nikol).....  | 24 |
| Foto 2.16. | Hiyalopilitik dokulu bazaltlarda kloritleşme ve epidotlaşmalar fotomikrografi (Çift nikol).....   | 23 |
| Foto 2.17. | Serpantinitlerin ileri derece karbonatlaşması ve talklaşmasının fotomikrografi (Tek nikol).....   | 25 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Foto 2.18. | Serpantinlerin ileri derece karbonatlaşması ve talklaşmasının fotomikrografi (Çift nikel).....         | 25 |
| Foto 2.19. | Serpantinlerin ileri derece demiroksitleşme ve silisleşmenin fotomikrografi (Tek nikel).....           | 26 |
| Foto 2.20. | Serpantinlerin ileri derece demiroksitleşme ve silisleşmenin fotomikrografi (Çift nikel).....          | 26 |
| Foto 2.21. | Serpantinlerde gözlenen ileri derece karbonatlaşma ve demiroksitleşme fotomikrografi (Tek nikel).....  | 27 |
| Foto 2.22. | Serpantinlerde gözlenen ileri derece karbonatlaşma ve demiroksitleşme fotomikrografi (Çift nikel)..... | 27 |
| Foto 2.23. | Radyolaritlerde gözlenen karbonatlaşmaların fotomikrografi (Tek nikel).....                            | 28 |
| Foto 2.24. | Radyolaritlerde gözlenen karbonatlaşmaların fotomikrografi (Çift nikel).....                           | 28 |
| Foto 4.1.  | Karot örneklerinde bazaltlarda gözlenen bozulmalar..   | 50 |
| Foto 4.2.  | Karot örneklerinde radyolaritlerde gözlenen bozulmalar.....  | 51 |
| Foto 4.3.  | Karot örneklerinde serpantinlerde gözlenen bozulmalar.....   | 51 |
| Foto 4.4.  | Kireçtaşı karot örneği.....  | 52 |

## 1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren endüstrileşmeye paralel olarak bina, baraj, yol, tünel, kanal gibi yapı ve enerji, su gibi gereksinimler artmıştır. Bu ihtiyaçları karşılamak üzere inşa edilecek yapıların oturacağı temel kayaların, zeminin ve yapının inşasında kullanılacak malzemenin özelliklerinin, jeolojik koşullarla yakından ilgili olduğu anlaşılmıştır (Tarhan, 1989).

Mühendislik yapılarının başarılı ve ekonomik bir uygulaması için, detaylı alan araştırması şarttır. Yetersiz bilgilerle belirlenen zemin özellikleri üzerine kurulan mühendislik yapılarında, ciddi tehlikeler ve yapıda önemli hasarlarla karşılaşılabilir (Yılmaz, 2000).

Alan araştırmalarında temel amaç, düşünülen yapı için sahanın uygunluğunu ortaya koymaktır. Sahadaki malzemenin dağılımının jeolojik-yapısal ve jeoteknik özelliklerinin ve değişik yükleme koşulları altındaki (statik, dinamik) gösterecekleri davranışların önceden bilinmesi çok önemlidir (Bell, 1993).

Mühendislik projelerinin planlanmasında jeoteknik incelemelerin yeri önemlidir. Baraj ve tünel gibi önemli mühendislik yapılarının inşa edilmesinin düşünüldüğü bir saha, projelendirmeye başlanılmadan önce iyi ettirilmelidir.

Yapılacak hatalar veya eksik değerlendirmelerle projenin inşaat aşamasında karşılaşılan ve geriye dönülmesi çok zor olan sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bunun örneklerine uygulamalarda oldukça sık rastlanılmaktadır.

Kayaçların sudaki dayanıklılığı bütün uygulamalarda son derece önemlidir. Kaya özelliklerindeki değişimler su alma, yıpranma, çözünme, oksitlenme, aşınma ve diğer işlemler sonucunda gelişir. Doğada kayaç parçalanması çok sayıda ve değişik şekillerde meydana geldiğinden birkaç özel durum dışında hemen hemen hiçbir deneyde arazidekine benzer şartlar sağlanamamaktadır. Bu sebeple, kayaçların sudaki dayanıklılığını göreceli olarak ifade edebilen suda dağılmaya karşı dayanım deneyi bu açıdan yararlı ve önemlidir (Goodman, 1989).

Bu tez çalışmasında Yakakayı gölet yerinde yüzlek veren ve sondajlardan alınan karot numunelerinden ofiyolit içindeki birimlerin jeolojisi,

petrografisi ve mühendislik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçların gölet yapımı aşamasında yararlı olabileceği ortaya konmuştur.

### 1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Yakakayı köyünün kuzeybatısında yer alan Çay deresi üzerinde sulama amaçlı olarak planlanan Yakakayı gölet yerindeki birimlerin mühendislik ve petrografik özelliklerinin ortaya konulmasıdır.

### 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşımı

Yakakayı gölet yeri, Eskişehir ilinin 25 km kuzeydoğusunda yer alır (şekil 1.1). Ulaşım Eskişehir- Alpu karayolu üzerinden sağlanmaktadır. İnceleme alanı 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritada Eskişehir İ 25-a2, b1 nolu paftalar içinde yer alır.

İnceleme alanına ulaşım Yakakayı köyüne kadar asfalt yol ve buradan gölet yerine kadar ise yaklaşık 200 m ham yol ile sağlanmaktadır.

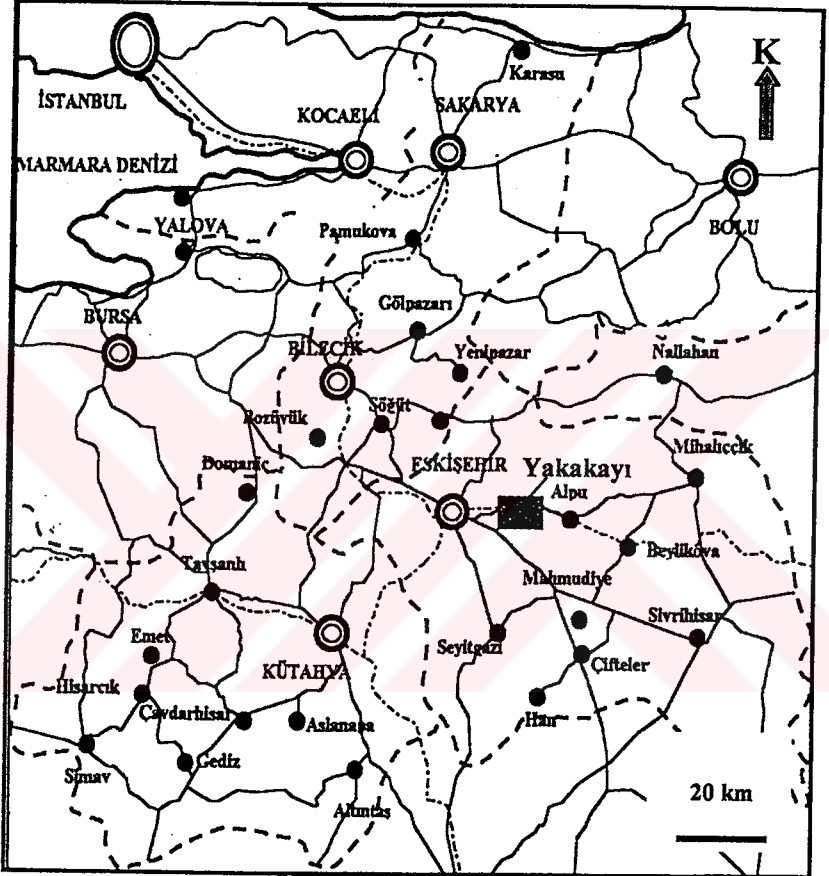
### 1.3. Çalışma Yöntemi ve Süresi

Bu tez kapsamında inceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yeniden düzenlenmiş, gölet yeri ve göl alanının 1/5000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası yapılmıştır.

Gölet yeri ve göl alanındaki birimlerin düşey ve yanal yöndeki dağılımını belirlemek amacıyla DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından açılmış olan temel sondajlarından alınan karot numuneleri incelenerek kayacı temsil eden karot numuneleri alınmış, alınan kayaç örneklerinin mühendislik özellikleri Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümü ve ODTÜ Maden Mühendisliği bölümü Kaya Mekanik Laboratuvarı'nda ilgili standartlara göre tespit edilmiş ve ofiyolitik kayaçların fiziksel özelliklerinin yanında tek eksenli basınç dayanımı, indirekt çekme dayanımı ve suda dağılmaya karşı dayanım parametreleri belirlenmiştir.

Saha çalışmaları sırasında alınan el örnekleri ve karot numunelerinin ince kesitleri Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği İnce Kesit laboratuvarında yapılarak kayaçların mineralojik-petrografik özellikleri saptanmış ve ofiyolitik kayaçlar adlandırılmıştır.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarına 2001 yılında başlanmış ve bu çalışmalar 2003 yılına kadar sürmüştür.



■ Çalışma Alanı

Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası

## 2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

### 2.1. Önceki Çalışmalar

Eskişehir merkez ve civarında bir çok araştırmacı tarafından jeotermal enerji amaçlı kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Ancak inceleme alanında herhangi bir jeoteknik çalışma yapılmamıştır.

Biçer (1983), bölgenin Paleozoyik yaşlı şist ve mermer, Mesozoyik yaşlı ultrabazik seriler ve Neojen yaşlı sedimanların oluşumundan bahsetmektedir.

Ölmez ve Yücel (1985), tarafından bölgenin sıcak su kaynakları ettü edilmiş, jeotermal enerji oluşumunu sağlayan ısıtıcı, hazne kaya, beslenme gibi faktörler ortaya konarak jeotermal enerji olanakları değerlendirilmiştir. Bu rapora göre inceleme alanının en yaşlı birimleri; Triyas yaşlı metamorfik şist-mermer ile ofiyolitik melanjdır. Eskişehir ovasının kuzey ve güneyinde geniş alanlarda yüzeyleyen bu birimler tektonik dokanaklıdır. Ofiyolitik melanj; Gabro, peridotit ve serpantinitler yeşil renkli, radiolarit ve kireçtaşı bloklarından oluşan birim genelde kırmızı, kahve ve yeşil renklidir. Bu birimler üzerine açısız uyumsuzlukla Eosen yaşlı çakıltası, marn, kıltaşı, kireçtaşı, kil, marn, tuf ve Miyosen yaşlı tuf ve bazalt serisi, en üstte ise eski-yeni altıvyonlar yer almaktadır. İnceleme alanında Eosen- Miyosen ve Tersiyer-Kuvaterner arasında açısız uyumsuzluk bulunduğunu vurgulamışlardır.

Asutay, Küçütkayman ve Gözler (1989), Eskişehir'in kuzeyinde Yakakayı-Gündüzler köyleri dolaylarında yer alan ofiyolitik karmaşığı, konum itibarıyla güneye devrik yapısal özellik gösterdiğini; Mesozoyik yaşlı ofiyolitik kayaların alttan üstte doğru ofiyolitik melanj, mafik ve ultramafik kümülatlar ve tektonitler şeklinde bir dizilim sunduğunu, kümülat istifin ise altta gabrolar ile başlayıp üstte doğru dunit arakatlı piroksenitlere geçtiğini belirtmişlerdir.

Ural (1992), Yakakayı göleti ön inceleme aşaması jeoteknik raporunda inceleme alanının Üst Kretase yaşlı ofiyolitiklerden oluştuğunu bahsetmektedir.

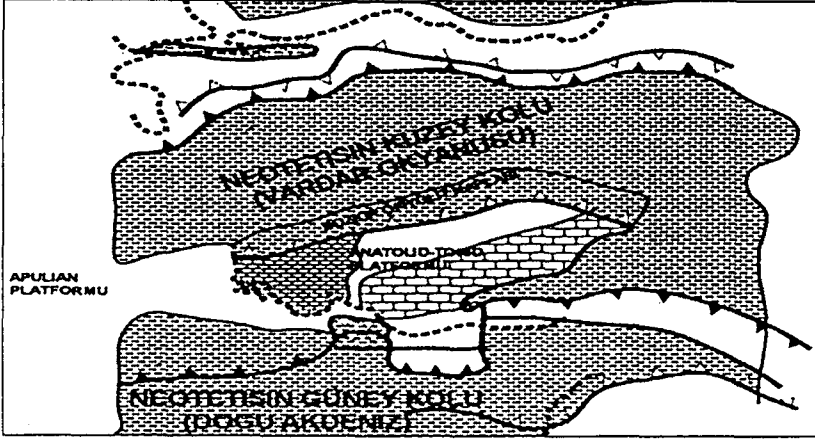
## 2.2. Bölgenin Paleocoğrafyası ve Paleotektoniği

Paleocoğrafya, bir bölgenin jeolojik geçmişine ait coğrafyasını tanımlar. Belli bir jeolojik dönemde bulunan karaların ve denizlerin durumunu gösterir. O döneme ait kayaçların birbirleri ile olan ilişkilerini yorumlar ve sonuçta o dönemin haritasının oluşturulmasını sağlar. Paleotektonik ise, belli bir dönemde o yerin tektonik ve jeolojik durumunu gösterir. Eskişehir ve civarının paleocoğrafyası ve paleotektoniği Yılmaz (1979); Şentürk ve Karaköse (1981); Şengör ve Yılmaz (1983); Gözler vd. (1996) araştırmacılar tarafından çalışılmıştır.

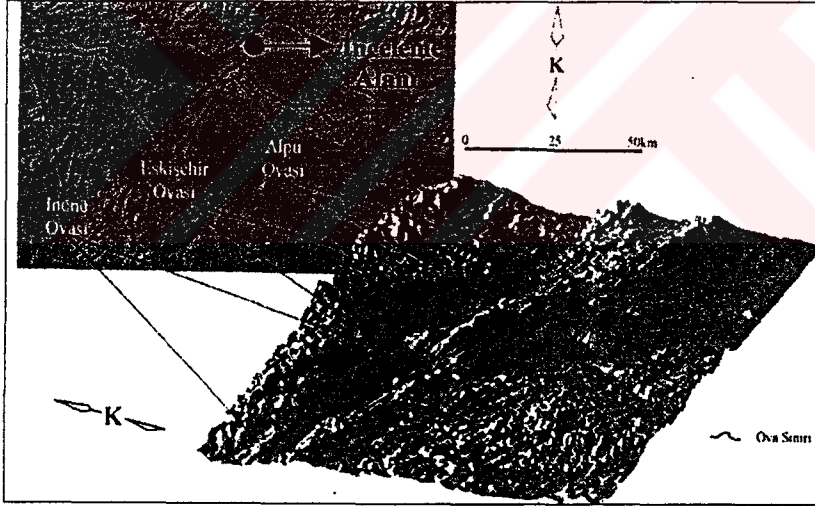
İnceleme alanında bulunan kayaçların yaşları dikkate alındığında, bu bölge için derlenen paleocoğrafya Üst Kretase'den başlamıştır. Buna göre bu dönemde Sakarya kıtası güneye doğru hareket etmektedir. Sakarya kıtasının üzerinde volkanik faaliyetler artmıştır. Volkanizma kalkalkalen özelliği taşımaktadır. Kıtanın güneyinde ise, derin ortamın belirtisi olan kırmızı pelajik kireçtaşları ile bunlarla ardalanmış tüflerin varlığı gözlenmiştir. Bu bölgenin kuzeyinde Karadeniz açılmaya başlamıştır. Sakarya kıtasının altında ise bir dalma-batma zonu oluşmuştur. Dalmanın yönü güneye doğrudur. Emirdağ-Kütahya-Eskişehir-Balıkesir kuşağı boyunca ofiyolit yerleşimi söz konusudur. Bu alanlarda gözlenen mavişist metamorfizması, yerleşme sırasında oluşan metamorfizma ile ilişkilidir. Üst Kretase'nin en önemli özelliği, tüm levhalarda bir yaklaşma başlamasıdır. Bu yaklaşma nedeniyle okyanus tabanının özelliğini taşıyan levhalar, kıta kenarında bulunan kireçtaşlarının üzerine gelmiştir (Şekil 2.1). Bu üzerleme sırasında Sakarya kıtasında gözlenen ofiyolitik melanj oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1983).

Şekil 2.2 'de Pliyosen'den günümüze kadar K-G yönlü sıkıştırma sonucu Anadolu Levhası'nın batıya hareketiyle oluşmuş Eskişehir, İnönü ve Alpu ovaları (inceleme alanı) oluşmuştur (Ayday, 2001).





Şekil 2.1. Üst Kretase'de Eskişehir ve civarının durumu (Şengör ve Yılmaz,1983).



Şekil 2.2. Pliyosen'den günümüze kadar K-G yönlü sıkıştırma sonucu Anadolu Levhası'nın batıya hareketiyle oluşan Eskişehir ovası ve inceleme alanının içinde bulunduğu Alpu ovası (Ayday,2001).

### 2.3. Bölgesel Jeoloji

Bölge Paleozoyik esnasında büyük bir jeosenkinal dahilinde bulunuyordu. Hersiniyen orojenezinde kara haline geçmiş olan bu saha Mesozoyik'te tekrar Tetis jeosenkinali dahiline girmiş, Laramiyen orojenez safhasıyla tekrar kara haline gelmiş ve bir daha derin deniz altında kalmayıp kara halini muhafaza etmiştir. Mesozoyik'te meydana gelen denizaltı püskürmeleri sonucunda ofiyolitik kayalar oluşmuş, havza Laramiyen orojenezi ile yükseldikten sonra Senozoyik'te baştan kara halinde daha sonraları uzun zaman iç deniz ve göllerle kaplı kalmış ve bu sebepten Neojen göl fasiyesinde kalker-marn ve kil formasyonları yüzlek vermektedir Biçer (1983).

Çalışma alanının konusunu oluşturan Yakakayı bölgesinin en yaşlı birimlerini Triyas yaşlı metamorfik şist-mermer ile ofiyolitik melanj oluşturmaktadır. Bu iki birim arasındaki dokanak tektoniktir. Bölgede bu birimler üzerine aşıl uyumsuzlukla Eosen yaşlı çakıtaşı, marn, kilitaşı, kireçtaşı, Miyosen yaşlı andezit, çakıtaşı, kil, marn, tül ve kireçtaşı ve Pliyosen yaşlı kil, tül ve bazalt serisi gelmekte, en üstte ise eski-yeni altüvyonlar yer almaktadır (Ölmez ve Yücel, 1985).

### 2.4. Çalışma Alanının Jeolojisi

Altüvyon: Çalışma alanında altüvyon Kuvaterner yaşlıdır. Çay deresinin oluşturduğu depozitlerdir. Sondajlarda altüvyonun kalınlığı 5-6 m.dir. Kil ağırlıklı kum ve çakılların kökenini ofiyolit grubu kayalar oluşturmaktadır.

Yamaç molozu: Yamaç molozu yeşil ve kırmızı renkli, köşeli ofiyolit, radyolarit ve radyolaritli çakıllar ve bunların killerinden oluşmaktadır. Yamaç molozunun kalınlığı sondaj verilerine göre 0-2,5 m arasındadır.

Ofiyolitik melanj: Çalışma alanının temelini Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj oluşturmaktadır. Eskişehir'in kuzeyinden başlayarak uzanan ofiyolitik melanj, çalışma alanında da devamlı ve geniş alanlarda yüzlek vererek Yakakayı (inceleme alanı) ve Gündüzlü köyleri arasında GB ve B-D yönünde kesintisiz olarak uzanır (Şekil 2.4). İnceleme alanında (Foto 2.1) ofiyolitik melanjın kalınlığı bilinmemektedir. Ofiyolitik melanj; bazalt, serpantin, radyolarit, diyabaz ve kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır (Foto 2.2). Bazalt ve serpantin yeşilin değişik tonlarında şekindedir.



Foto 2.1. Yakakayı gölet yeri sağ – sol sahile güneye doğru genel bir bakış (YK: Yakakayı köyü, ÇD: Çay deresi, SAGS: Sağ sahil, SOLS: Sol sahil, →Akış yönü)



Foto 2.2. Yakakayı gölet yeri sol sahilden sağ sahile batı yöne doğru genel bir bakış (ÇD: Çay deresi, Al: alüvyon, SK: sondaj kuyusu, Srp: serpantinit, Rdy: radyolarit, Kçt: kireçtaşı)

Mağmatik faaliyetler sonucu yan kayalarda meydana gelen değişiklikler kontak metamorfizması olarak gelişmiş ve etkili olan ısı ve basınçla kontak kısımları yanmış, kırılmış ve ikincil bir yapı olan şistiyeti kazanmıştır.



Foto 2.3. Sol sahilde kamalanma şeklinde radyolaritlerin (bozunmuş ve ayrılmış) içinden serpantinit geçişine kuzey yönünde bakış (Srp: serpantinit, Rdy: radyolarit, DSK-1: DSK- 1 nolu sondaj kuyusu)

Yakakayı köyü ve Çay deresinin çevresinde Foto 2.3 de bu şistleşme izleri görülmektedir (Şekil 2.4). Temel sondaj kuyularında görülen ezilme kuşakları (killeşmeler) ofiyolit karmaşığının güneye devrilmesi esnasında birim içinde ekaylanmalardan kaynaklanmaktadır (DSİ, 2001).

Radyolarit; ofiyolitlerin içerisinde yer alan birim bordo-kırmızı yer yerde yeşil renklidir. Süreksizlikler gelişi güzel dağılmaktadır. Süreksizliklerin içerisine ikincil olarak yerleşmiş dolgu maddesi kalsit ve kuvarştır. Yeşil renkli olan radyolaritlerde gözlenen süreksizlikler genelde Çay deresinin doğrultusunu dik kesen doğrultuda ve eğimlerde dike yakın olup kırıklı ve kıvrımlı yapılar gösterir (Foto 2.4-5).

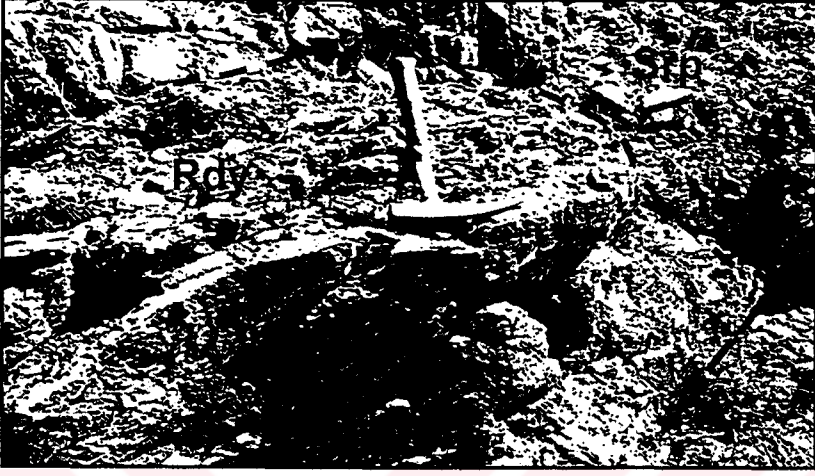


Foto 2.4. Sol sahilde mostrada radiyolarit (sẗreksizlikler ikincil olarak kalsit ve kuvars dolgulu) -serpantinit geçişine kuzeydoğu yntnde bakış (Srp: serpantinit, Rdy: radiyolarit)



Foto 2.5. Sağ sahilde mostrada radiyolarit (sẗreksizlikler ikincil olarak kalsit ve kuvars dolgulu) kuzeydoğu yntnde bakış

Radiyolaritli kireçtaşı ve kireçtaşı; göl alanının kuyruk suyunun olduğu yerde dereyi doğu-batı yönünde kesmektedir. Özellikle sol yamaçta talvegden itibaren yükselerek devam eder ve Dibek tepede kapanır. Ofiyolitlerin içerisinde radiyolaritli kireçtaşı ve kireçtaşı blokları olarak yer alan birim kıvrımlı, sağlam, masif yapılu pembemsi, bej ve gri renklidir (Foto 2.6).

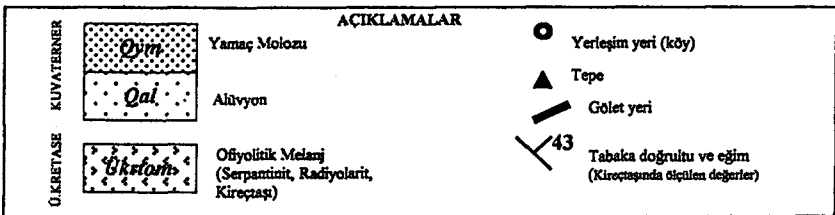
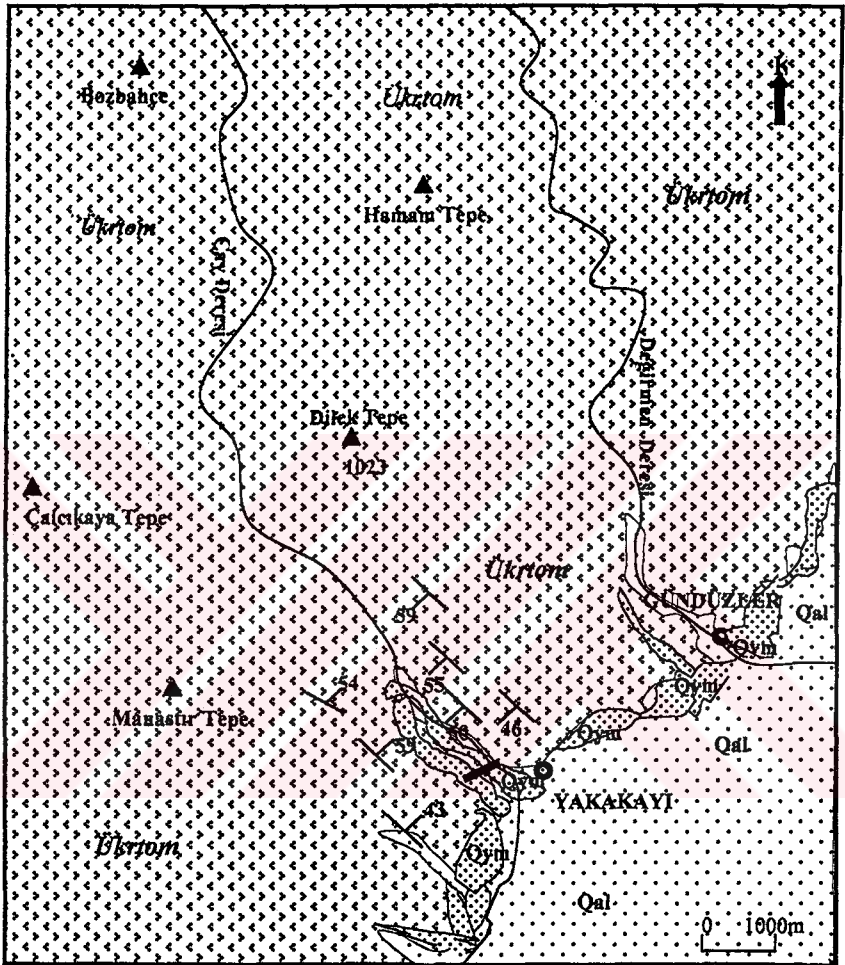


Foto 2.6. Sol sahilde altere olmuş radiyolaritler - kireçtaşı geçişine doğu yönünde bakış (Kçt: kireçtaşı, Rdy: radiyolarit,)

Tezin konusunu oluşturan Yakakayı gölet yeri ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şekil 2.3), bölgede yer alan jeolojik birimlerin dağılımını gösteren jeoloji haritası ise Şekil 2.4 de gösterilmektedir.

| ZAMAN     | SİSTEM      | A. SİSTEM | SERİ | BİRİM                  | KALINLIK        | LİTOLOJİ   |
|-----------|-------------|-----------|------|------------------------|-----------------|--|
| Mesozoyik | Üst Kretece |           |      | Ofiyolitik Melanj      |                 | <p><b>Ofiyolitik Melanj (OM):</b> Şistlerle tektonik dokanıklı olan iki birim arasında yer yer limonitli, karbonatlı ve silisli zonlar oluşmuştur. Ofiyolit karmaşığının güneye devrilmesi esnasında ekzaylanmalar gelişmiştir. Ofiyolitik melanj; serpantin, radyolarit, bazalt ve kireçtaşından oluşmaktadır.</p>  |
| Senozoyik | Kuvaterner  |           |      | Alüvyon + Yamaç Molozu | 5,6 m. + 2,5 m. | <p><b>Yamaç Molozu (YM):</b> Formasyonların alterasyonu ile oluşmuş malzemelerin yamaçlarda birikmesi sonucunda oluşmuştur. Yeşil ve kırmızı renkli, köşeli ofiyolit, radyolarit ve radyolaritli çakıllardan oluşmaktadır.</p> <p><b>Alüvyon (Qal):</b> Blok, çakıl, kum, silt ve kil karışımlarından oluşmaktadır. Ağırıklı olarak çakıl ve kumdan oluşan alüvyon, az killi kum-çakıl-kumlu kil, siltli az kumlu kilden oluşan klastiklerin kökenini ofiyolit, şist, kçt ve radyolarit oluşturmaktadır.</p> |

Şekil 2.3. Yakakayı gölet yeri ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (DSİ, 2001).



Şekil 2.4. Yakakayı gölet yeri ve dolayının jeoloji haritası



## 2.5. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Mineralojisi ve Petrografisi

Yakakayı gölet yeri ile çevresinde yüzlek veren ve temel sondajlarında kesilen ofiyolitik kayaçların mineralojisi ve petrografisinin belirlenmesi amacıyla araziden toplanan el örneklerinin ve sondajlardan alınan karot numunelerinin ince kesitleri Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuar'ında yapılmıştır. 66 adet karot numunelerinden ve el örneklerinden 8 adet olmak üzere toplam 74 adet ince kesit yapılmıştır. Yapılan ince kesitlerin tanımları ve kuyu bazında korelasyonları Çizelge 2.1. de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarının petrografik incelemeleri sonucunda oluşturulan temel sondajlarının korelasyonu.

| <i>Kuyu No</i><br><i>Derinlik</i> | SK -1   | SK-2        | SK-3   | SK-4   | DSK-1       |
|-----------------------------------|---------|-------------|--------|--------|-------------|
| 0-0,5 m.                          | Bazalt  | Radiyolarit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 0,5-1 m.                          | Bazalt  | Radiyolarit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 1-1,5 m.                          | Bazalt  | Radiyolarit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 1,5-2 m.                          | Bazalt  | Radiyolarit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 2-2,5 m.                          | Bazalt  | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 2,5-3 m.                          | Bazalt  | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 3-3,5 m.                          | Bazalt  | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 3,5-4 m.                          | Bazalt  | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 4-4,5 m.                          | Bazalt  | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Serpantinit |
| 4,5-5 m.                          | Bazalt  | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Serpantinit |
| 5-5,5 m.                          | Diyabaz | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 5,5-6 m.                          | Diyabaz | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 6-6,5 m.                          | Diyabaz | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 6,5-7,m.                          | Diyabaz | Serpantinit | Bazalt | Bazalt | Bazalt      |
| 7,-7,5 m.                         | Bazalt  | Bazalt      | Bazalt | Bazalt | Radiyolarit |
| 7,5-8m.                           | Bazalt  | Bazalt      | Bazalt | Bazalt | Radiyolarit |

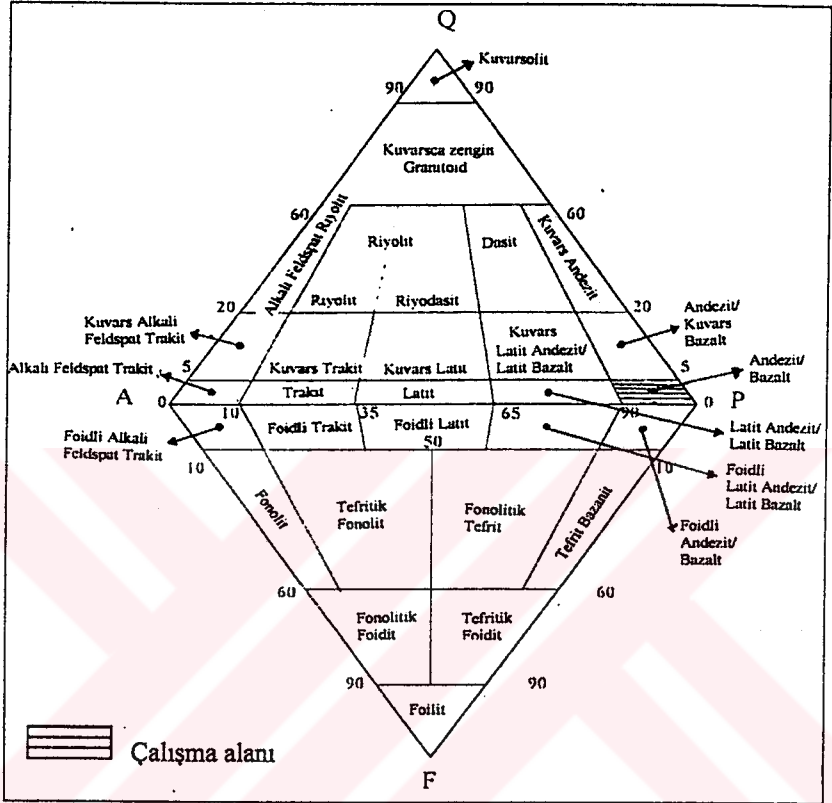
Çizelge 2.1. (devam)

| <i>Kuyu<br/>No<br/>Derinlik</i> | SK -1       | SK-2       | SK-3       | SK-4    | DSK-1      |
|---------------------------------|-------------|------------|------------|---------|------------|
| 8,-8,5 m.                       | Bazalt      | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 8,5-9,0 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Radyolarit |
| 9,5-10 m.                       | Bazalt      | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Radyolarit |
| 10-10,5 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 10,5-11 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 11-11,5 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Kireçtaşı  | Diyabaz | Kireçtaşı  |
| 11,5-12m.                       | Kireçtaşı   | Bazalt     | Kireçtaşı  | Diyabaz | Kireçtaşı  |
| 12-12,5 m.                      | Kireçtaşı   | Bazalt     | Kireçtaşı  | Diyabaz | Kireçtaşı  |
| 12,5-13 m.                      | Kireçtaşı   | Bazalt     | Bazalt     | Diyabaz | Bazalt     |
| 13-13,5 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Lisvenit   |
| 13,5-14 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Diyabaz    | Bazalt  | Lisvenit   |
| 14-14,5 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 14,5-15 m.                      | Bazalt      | Bazalt     | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 15-15,5 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 15,5-16 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 16-16,5 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 16,5-17 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 17-17,5 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 17,5-18 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Radyolarit | Bazalt  | Radyolarit |
| 18-18,5 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Bazalt     | Bazalt  | Radyolarit |
| 18,5-19 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Bazalt     | Bazalt  | Radyolarit |
| 19,5-20 m.                      | Bazalt      | Radyolarit | Bazalt     | Bazalt  | Radyolarit |
| 20-20,5 m.                      | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 20,5-21 m.                      | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 21-21,5 m.                      | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 21,5-22m.                       | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 22-22,5 m.                      | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 22,5-23 m.                      | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |
| 23-23,5 m.                      | Serpantinit | Bazalt     | Bazalt     | Bazalt  | Bazalt     |

Çizelge 2.1. (devam)

| <i>Kuyu<br/>No</i><br><i>Derinlik</i> | SK -1       | SK-2   | SK-3       | SK-4   | DSK-1  |
|---------------------------------------|-------------|--------|------------|--------|--------|
| 23,5-24m.                             | Serpantinit | Bazalt | Bazalt     | Bazalt | Bazalt |
| 24-24,5 m.                            | Serpantinit | Bazalt | Bazalt     | Bazalt | Bazalt |
| 24,5-25 m.                            | Serpantinit | Bazalt | Bazalt     | Bazalt | Bazalt |
| 25-25,5 m.                            | -----       | -----  | Bazalt     | -----  | -----  |
| 25,5-26 m.                            | KUYU        | SONU   | Bazalt     | KUYU   | SONU   |
| 26-26,5 m.                            |             |        | Radyolarit |        |        |
| 26,5-27 m.                            |             |        | Radyolarit |        |        |
| 27-27,5 m.                            |             |        | Radyolarit |        |        |
| 27,5-28 m.                            |             |        | Radyolarit |        |        |
| 28-28,5 m.                            |             |        | Radyolarit |        |        |
| 28,5-29 m.                            |             |        | Bazalt     |        |        |
| 29-29,5 m.                            |             |        | Bazalt     |        |        |
| 29,5-30 m.                            |             |        | Bazalt     |        |        |

Çizelge 2.1'e göre Yakakayı gölet yeri karotlarını %59 bazalt, %18 radyolarit, %8 serpantinit, %7 diyabaz ve %8 kireçtaşı oluşturmaktadır. Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarının petrografik incelemeleri sonucunda ince kesitlerin tanımlamaları, mineralojik bileşimleri Streckeisen (1976) 'ın modal mineralojik bileşimine göre yapılmıştır (Şekil 2.5). Buna göre Yakakayı gölet yeri ve civarında yüzlek veren ofiyolitik kayaçların volkanik kökenli olanları bazalt olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazalt, bilindiği üzere kimyasal ve mineralojik bileşimleri itibarıyla gabronun volkanik karşıtıdır. Açık renkli mineral olarak başlıca plajiyoklaz içeren, koyu renkli mineral miktarı genellikle % 40-70 arasında olan kayaçlardır. Koyu gri-siyah arasında değişen renklere sahiptirler. Kloritlemeye bağlı olarak yeşilimsi renkler ortaya çıkar. Demir içeren minerallerin oksidasyonu ile kahverengi, kırmızımsı kahverengi bir renk de gösterirler. İnceleme alanındaki bazaltlarda yaygın olarak yeşilimsi renk ve tonları, az miktarda da kahverengimsi tonlar hakimdir.



Şekil 2.5. Modal mineralojik bileşimleri gösteren Q-A-P-F diyagramı (Streckeisen, 1976).

Bazaltlar, koyu renkli minerallerden ana bileşen olarak piroksen mineralleri içerir. Bir çok bazaltta piroksenlerin iki değişik türde olduğu, birinin Ca-bakımından zengin piroksen (ojit), diğerinin Ca-bakımından nispeten fakir piroksen (pijenoyit veya ortopiroksen) olduğu gözlenir. Ojit çoğunlukla zonlu dokulu, bazen kum saati dokusu gösteren fenokristaller halinde ve ayrıca küçük kristaller halinde hamurda bulunur. Bu minerallerin kayaçta bulunmalarının olivin ile ilişkili oldukları ifade edilebilir. İnceleme alanına ait bazaltlarda bu şekilde oluşmuş ojit bazaltlar mevcuttur.

Hızlı soğuma nedeniyle olivinin piroksene dönüşmediği durumlarda, magnezyum olivine bağlandığından pijenoyit oluşumu mümkün olmayacak,

piroksen olarak ojite rastlanacaktır. Bazı bazaltlar bol miktarda olivin içerirler. Bunlar kayaçta bazen idiomorf kristaller ve bazen de yuvarlak taneler halinde bulunurlar. Bazen çatlak yüzeyleri boyunca bir serpantinleşmenin gelişmeye başladığı veya mineralin büyük ölçüde serpantine dönüşmüş olduğu da gözlenebilir. İnceleme alanında bu tür serpantin oluşumu yaygındır. Bazaltlarda ikincil minerallere de rastlanılır. Olivinin serpantin, talk, limonit, karbonat minerallerine; piroksenlerin kalsit, epidot ve klorite dönüştüğü, plajiyoklazların serisitleştiği görülür. Gaz boşluklarının klorit, kalsedon, kalsit ve zeolit mineralleri ile dolduğu gözlenebilir. Özellikle toleyitik bazaltlarda mineraller arasındaki boşluklarda duraysız amorf bir malzeme olan klorofaeyit bulunabilir. Taze durumda yeşil, ancak hava ile temas halinde hemen kahverengi-siyah bir renk alan bu malzeme uzun süreli alterasyon sonucu kil minerallerine (montmorillonit, seladonit, nontronit, saponit gibi) ve demiroksit minerallerine dönüşür (Erkan, 1997).

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaların petrografik incelemeleri sonucunda bazaltlar mikroskop altında intersertal doku (Foto 2.7, 2.8) göstermektedir. Başlıca ojit, plajiyoklaz ve opak mineraller içermektedirler. Bazaltların mikroçatlaklarında epidotlaşmalar (Foto 2.9, 2.10); ileri derece killeşmeler (Foto 2.11., 2.12); silis dolgular (Foto 2.13, 2.14); kloritleşmeler (Foto 2.15, 2.16) görülmektedir.

Serpantinler, mikroskop altında ileri derecede karbonatlaşma ve talklaşma (Foto 2.17, 2.18); ileri derecede demiroksitleşme ve silisleşme (Foto 2.19, 2.20); ileri derecede karbonatlaşma ve demiroksitleşme (Foto 2.21, 2.22) göstermektedir.

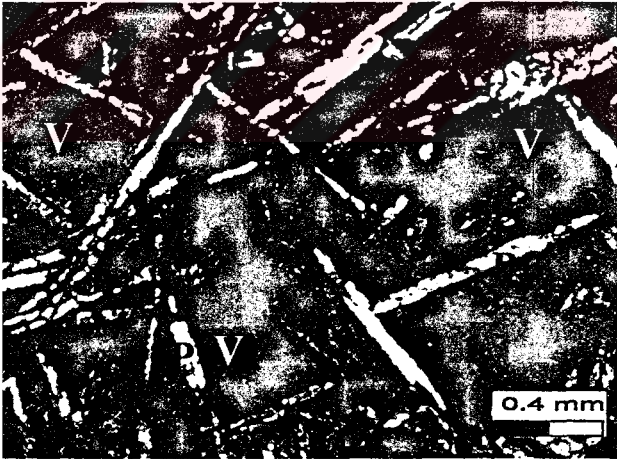
(Erkan, 1997)'e göre diyabaz adı İngiltere'de ve Orta Avrupa'da bozunma geçirmiş dolerit ve bazaltlar olarak ifade edilmektedir. Bunlar özellikle Alp orojenezi kuşağının jeosenkinal zonlarında oluşan, yastık yapısı gösteren, denizaltı akıntıları, bozunma geçirmiş bazaltik kayalar şeklinde tanımlanabilirler. Diyabaz, büyük dağ oluşumlarının başlangıcında meydana gelen ve inisiyal bazik magmatizma evresi denilen evrede, denizaltı püskürtmeleri ve sokulumlar şeklinde, gevşek durumda bulunan derin deniz sedimanları arasında oluşmuşlardır. Ofiyolitik magmatizma adı da verilen bu faaliyet esnasında diyabaz yanında ayrıca peridotit ve serpantinler de oluşurlar. Bu kayaların mineralleri hidrotermal, epizonal-metamorfik olabilen koşullar altında geniş ölçüde bozunmaya uğramışlardır. Koyu renkli mineraller klorit, serpantin ve karbonatlara dönüşmüş; plajiyoklazlar

tamamen serisit, karbonat ve albite dönüşmüştür (Erkan, 1997). İnceleme alanındaki diyabazlar, mikroskop altında ofitik ve intersertal doku ve yer yer ağsal özellik göstermektedirler. Kırık ve çatlaklarında demiroksit bulunmaktadır.

Radiyolaritler silisli organik tortul kayaç grubundadır. Bu tür kayaçlar, radyolar adı verilen organizmaların silisli evciklerinin birikiminden oluşurlar. Genellikle kalın olmayan tabakalar halinde istiflenirler. Renkleri kırmızı, yeşil ve siyah olabilir. Radiyolaritler genellikle az derin deniz çukurlarında birikmiş silisli çamurlardır. İnce kesitlerde bol miktarda radyolar kesitleri ile kriptokristalin kuvars, bazı örneklerde karbonlu maddeler gözlenir. Ayrıca killi, fosfatlı, demirli elementler ile çok küçük kırıntılarda içerebilirler. Yeşil renkli radyolarite ftanit, siyah renkli radyolarite lidit denmektedir. Güncel radyolaryalı çamurlarda %55-60  $\text{SiO}_2$ , %10-13  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ve %15-17  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ile  $\text{MnO}_2$  bulunur (Abdüselamoğlu, 1982). İnceleme alanında gözlenen radyolaritler kırmızı ve yeşil renktedir. Radiyolaritlerde mikroskop altında karbonatlaşmalar gözlenmektedir (Foto 2.23, 2.24).



2.7. Yakakayı gölet yeri bazaltlarına ait intersertal dokunun fotomikrografı (Tek nikol), (P: Plajiyoklaz mikrolitleri, V: Volkan camı)



2.8. Yakakayı gölet yeri bazaltlarına ait intersertal dokunun fotomikrografı (Çift nikol), (P: Plajiyoklaz mikrolitleri, V: Volkan camı)

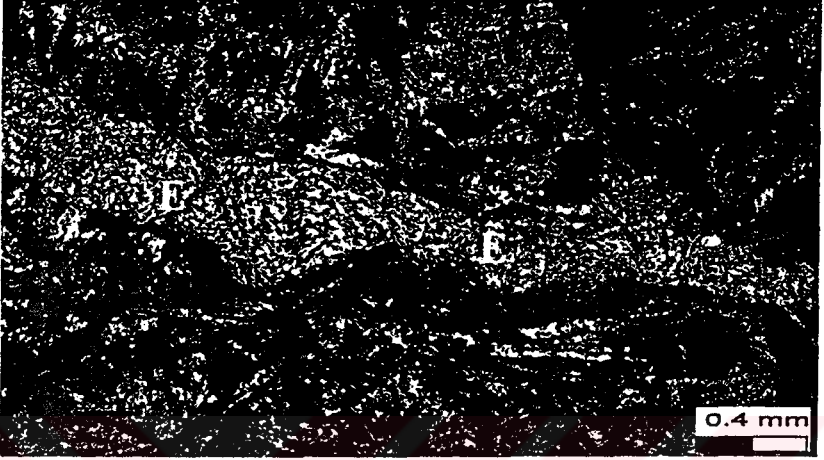


Foto 2.9. Yakakayı gölet yeri bazaltlarında mikro çatlaklardaki epidotlaşmaların fotomikrografi (Tek nikol), (E:Epidotlaşma)

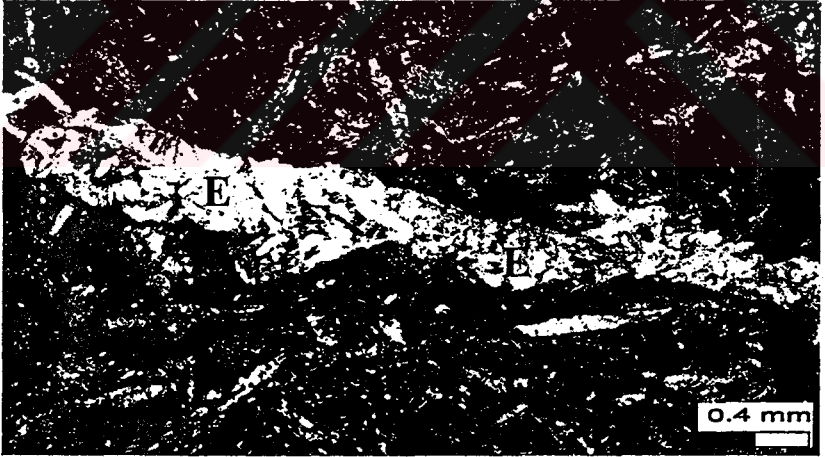


Foto 2.10. Yakakayı gölet yeri bazaltlarında mikro çatlaklardaki epidotlaşmaların fotomikrografi (Çift nikol), (E:Epidotlaşma)





Foto 2.11. Yakakayı gölet yeri bazaltlarında ileri derece killeşme fotomikrografi (Tek nikel), (P: Plajioklaz mikrolitleri, K: Killeşme)



Foto 2.12. Yakakayı gölet yeri bazaltlarında ileri derece killeşme fotomikrografi (Çift nikel), (P: Plajioklaz mikrolitleri, K: Killeşme)

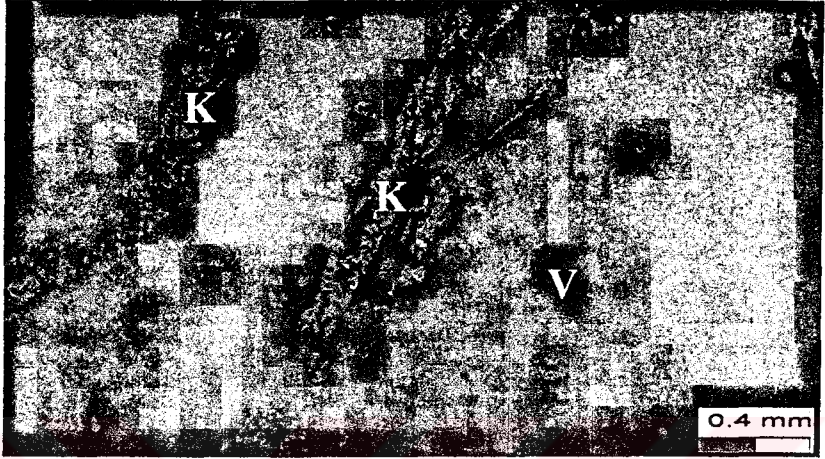


Foto 2.13. Yakakayı gölet yeri bazaltlarındaki mikroçatlakların içindeki silis dolgularının fotomikrografi (Tek nikol), (K: kuvars, V: volkan camı)

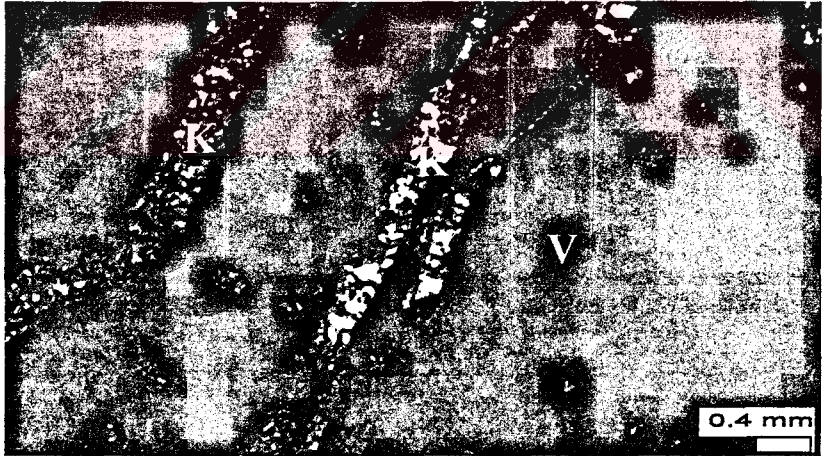


Foto 2.14. Yakakayı gölet yeri bazaltlarındaki mikroçatlakların içindeki silis dolgularının fotomikrografi (Çift nikol), (K: kuvars, V: volkan camı)

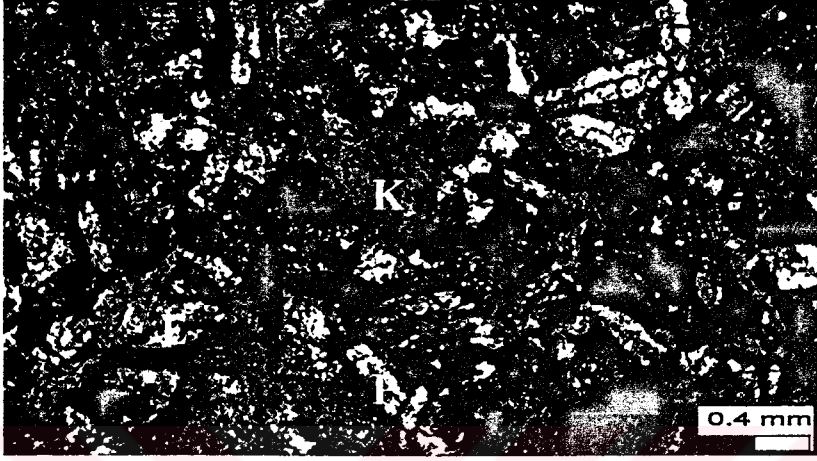


Foto 2.15. Hiyalopilitik dokulu bazaltlarda kloritleşme ve epidotlaşmalar fotomikrografi (Tek nikol), (K: Kloritleşme, E: Epidotlaşma, P: Plajiolaz)



Foto 2.16. Hiyalopilitik dokulu bazaltlarda kloritleşme ve epidotlaşmalar fotomikrografi (Çift nikol), (K: Kloritleşme, E: Epidotlaşma, P: Plajiolaz)

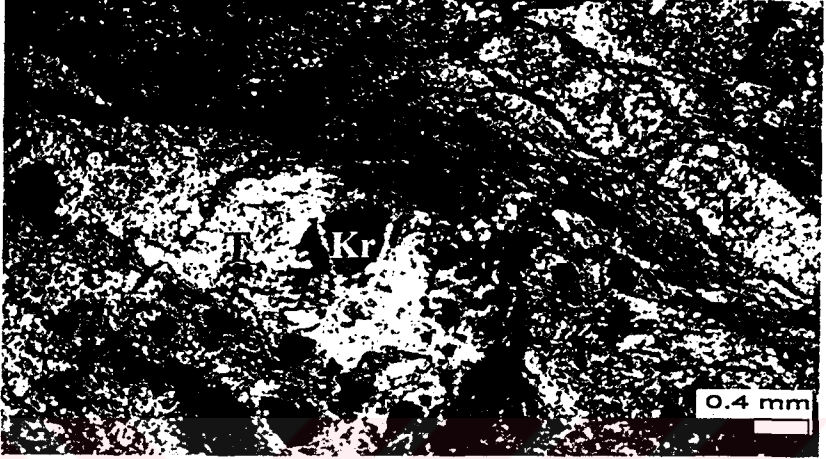


Foto 2.17. Serpantinitlerin ileri derece karbonatlaşması ve talklaşmasının fotomikrografı (Tek nikol), (Ka: Karbonatlaşma, T: Talklaşma, Kr: Kromit kalıntısı)

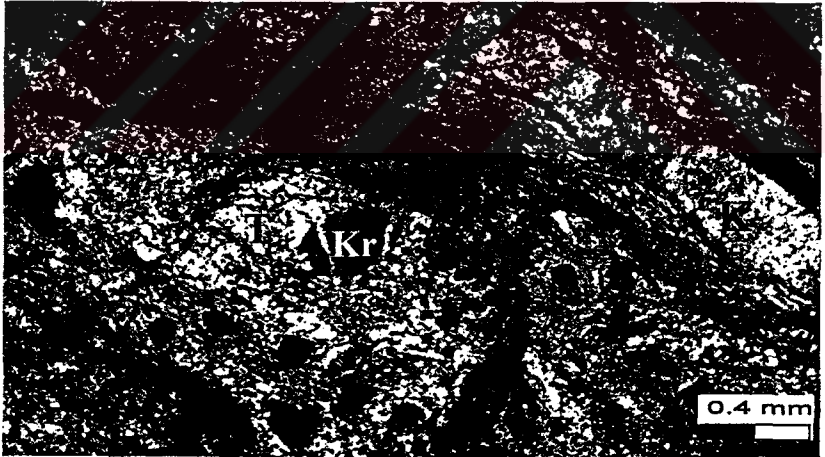


Foto 2.18. Serpantinitlerin ileri derece karbonatlaşması ve talklaşmasının fotomikrografı (Çift nikol), (Ka: Karbonatlaşma, T: Talklaşma, Kr: Kromit kalıntısı)



Foto 2.19. Serpantinitlerin ileri derece demiroksitleşme ve silisleşmenin fotomikrografi (Tek nikol), (D: Demiroksitleşme, S:Silisleşme)



Foto 2.20. Serpantinitlerin ileri derece demiroksitleşme ve silisleşmenin fotomikrografi (Çift nikol), (D: Demiroksitleşme, S:Silisleşme)

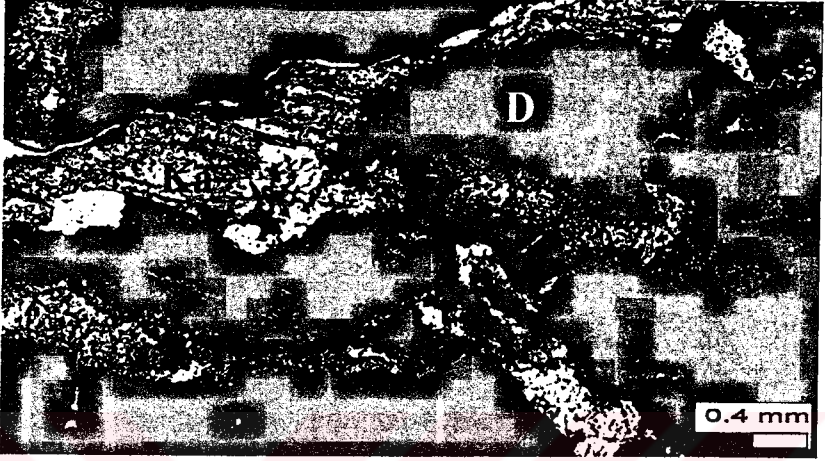


Foto 2.21. Serpantinitlerde gözlenen ileri derece karbonatlaşma ve demiroksitleşme fotomikrografı (Tek nikol)  
(Ka: Karbonatlaşma, D: Demiroksitleşme)

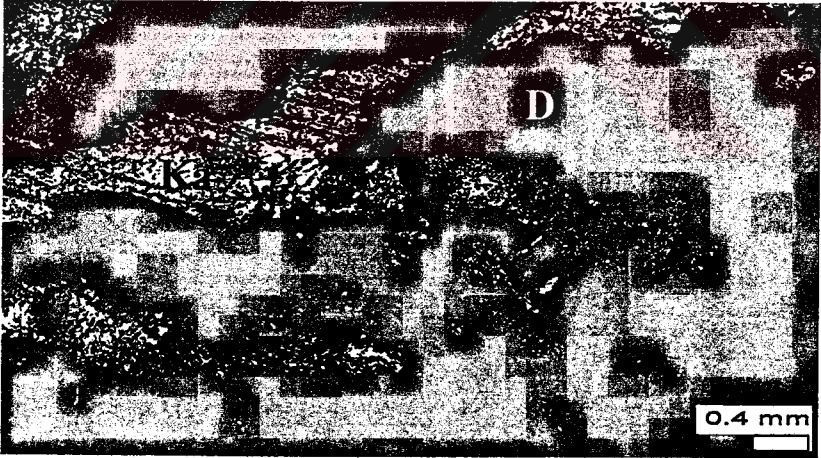


Foto 2.22. Serpantinitlerde gözlenen ileri derece karbonatlaşma ve demiroksitleşme fotomikrografı (Çift nikol)  
(Ka: Karbonatlaşma, D: Demiroksitleşme)



Foto 2.23. Radyolaritlerde gözlenen karbonatlaşmaların fotomikrografi  
(Tek nikol), (Ka: Karbonatlaşma, R: Radyolarya)

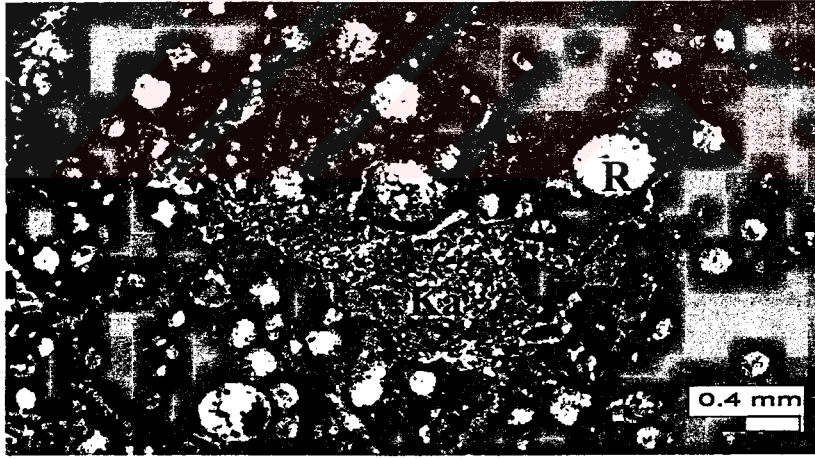


Foto 2.24. Radyolaritlerde gözlenen karbonatlaşmaların fotomikrografi  
(Çift nikol), (Ka: Karbonatlaşma, R: Radyolarya)

Yakakayı gölet yerindeki kayaçların sondajlardan ve yüzeyden alınan örneklerinin petrografik özellikleri Çizelge 2.2 deki gibidir.

Çizelge 2.2. Yakakayı gölet yeri kayaçların sondajlardan ve yüzeyden alınan örneklerinin petrografik özellikleri

| Sondaj No | Derinlik (m) | Petrografik Özellikler                           | Kayaç Adı   |
|-----------|--------------|--|-------------|
| SK-1      | 0-5          | Bol miktarda opak mineraller                     | Bazalt      |
| SK-1      | 5-6          | Ofitik doku, Demiroksitleşme                     | Diyabaz     |
| SK-1      | 6-7          | Ofitik doku, Demiroksitleşme                     | Diyabaz     |
| SK-1      | 7-8          | Intersertal doku                                 | Bazalt      |
| SK-1      | 8-9          | Intersertal doku                                 | Bazalt      |
| SK-1      | 9-10         | Silisleşmiş, boşluklar silika dolgulu            | Bazalt      |
| SK-1      | 10-11        | Düzensiz çatlaklarda kalsit dolgulu              | Bazalt      |
| SK-1      | 11-11,5      | İleri derece silisleşme, iri kuvars kristalleri  | Bazalt      |
| SK-1      | 11,5-12      | İleri derece demiroksitleşme                     | Kireçtaşı   |
| SK-1      | 12-13        | İleri derece opaklaşma, epidotlaşma              | Bazalt      |
| SK-1      | 13-14        | İleri derece karbonatlaşma, epidotlaşma          | Bazalt      |
| SK-1      | 14-15        | Düzensiz çatlaklarda kloritleşme                 | Bazalt      |
| SK-1      | 16-20        | Amorf silika dolgu                               | Bazalt      |
| SK-1      | 20-25        | İleri derece demiroksitleşme, talklaşma          | Serpantinit |
| SK-2      | 1,5-2        | Çatlaklarda ince kristalize kuvars               | Radiyolarit |
| SK-2      | 6-7,5        | Olivin, piroksen; demiroksitleşme, karbonatlaşma | Serpantinit |
| SK-2      | 7,5-12       | Yer yer iri kristalize kuvars minerali           | Bazalt      |
| SK-2      | 13-15        | Kırık ve çatlaklar silika dolgulu                | Bazalt      |
| SK-2      | 15-15,5      | Opaklaşma, demiroksitleşme                       | Radiyolarit |
| SK-2      | 24-25        | Intersertal doku                                 | Bazalt      |
| SK-3      | 4-4,5        | Intersertal doku, yaygın opaklaşma               | Bazalt      |
| SK-3      | 11-12        | Kırık ve çatlaklar boyunca opak mineraller       | Kireçtaşı   |
| SK-3      | 12,5-13      | Intersertal doku, yer yer ağsıl damarlı          | Bazalt      |
| SK-3      | 13,5-14      | Ofitik doku, karbonatlaşma, kloritleşme          | Diyabaz     |



Çizelge 2.2. (devam)

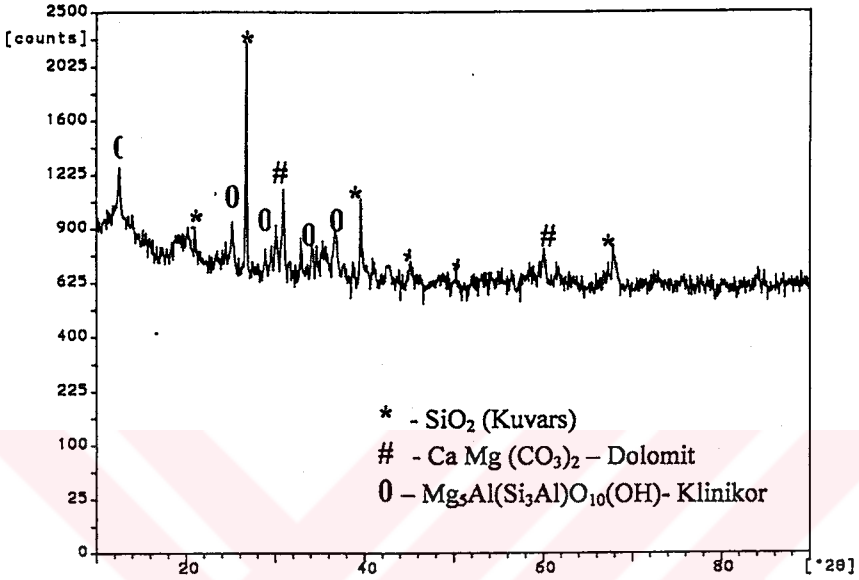
|      |         |  |             |
|------|---------|--|-------------|
| SK-3 | 14-15   | Çatlaklarda amorf silika, iri kuvars dolgulu       | Radiyolarit |
| SK-3 | 16-17   | İleri derecede karbonatlaşma, silisleşme           | Radiyolarit |
| SK-3 | 18-19   | Kırık ve çatlaklarda kalsit dolgu                  | Bazalt      |
| SK-3 | 20-21   | Ofitik doku, Demiroksitleşme                       | Diyabaz     |
| SK-3 | 24-25   | Hidrotermal breş dokanağında demiroksitleşme       | Bazalt      |
| SK-3 | 25-26   | Düzensiz çatlaklarda kalsit dolgulu                | Bazalt      |
| SK-3 | 26-26,5 | Düzensiz çatlaklarda silisleşme                    | Radiyolarit |
| SK-3 | 28,5-29 | İntersertal doku, yer yer iri kalsit               | Bazalt      |
| SK-3 | 29-29,5 | Çatlaklarda kloritleşme, yer yer limonitleşme      | Bazalt      |
| SK-4 | 1-1,5   | Hidrotermal alterasyon zonu, demiroksitleşme       | Bazalt      |
| SK-4 | 11-13   | Ofitik doku, demiroksitleşme                       | Diyabaz     |
| SK-4 | 13-14   | Hidrotermal demiroksit zonu, silikalar radyal doku | Bazalt      |
| SK-4 | 14-15   | İntersertal doku, kloritleşme, karbonatlaşma       | Bazalt      |
| SK-4 | 15-16   | İntersertal doku, opak min.saçmalı,ojitleşme       | Bazalt      |
| SK-4 | 16-17   | Karbonatlaşma, çatlaklarda kristalli kalsit dolgu  | Bazalt      |
| SK-4 | 17-18   | Çatlaklarda hidrotermal ürün, demiroksitleşme      | Bazalt      |
| SK-4 | 18-20   | İntersertal doku, kalın opak min.damarları         | Bazalt      |
| SK-4 | 20-21   | İntersertal doku, rekristalize kalsitler           | Bazalt      |
| SK-4 | 21-25   | İntersertal doku, çatlaklarda opak mineraller      | Bazalt      |
| DSK1 | 0-0,5   | İntersertal doku, killeşme, demiroksitleşme        | Bazalt      |
| DSK1 | 0,5-1   | İntersertal doku                                   | Bazalt      |
| DSK1 | 1,5-2   | Çatlaklarda kristalli kalsit dolgu, karbonatlaşma  | Bazalt      |
| DSK1 | 2-3     | Talklaşma, demiroksitleşme                         | Bazalt      |
| DSK1 | 3-4     | Karbonatlaşma, demiroksitleşme                     | Bazalt      |
| DSK1 | 4-5     | İleri derecede karbonatlaşma ve talklaşma          | Serpantinit |
| DSK1 | 5-6     | İleri derecede killeşmiş, yer yer karbonatlaşma    | Bazalt      |
| DSK1 | 6-7     | Karbonatlaşma, killeşme                            | Bazalt      |
| DSK1 | 7-8     | İleri derece killeşme,silisleşme, karbonatlaşma    | Radiyolarit |
| DSK1 | 8-8,5   | İleri derece killeşme, demiroksitleşme             | Bazalt      |
| DSK1 | 8,5-9   | İleri derece killeşme                              | Radiyolarit |

Çizelge 2.2. (devam)

|                                |         |  |             |
|--------------------------------|---------|--|-------------|
| DSK1                           | 9-10    | İleri derecede killeşmiş, demiroksitleşme            | Bazalt      |
| DSK1                           | 10-10,5 | İleri derecede karbonatlaşma, demiroksitleşme        | Bazalt      |
| DSK1                           | 10,5-11 | İleri derecede karbonatlaşma                         | Bazalt      |
| DSK1                           | 11-11,5 | Silisleşme, demiroksitleşme                          | Kireçtaşı   |
| DSK1                           | 11,5-12 | İleri derecede demiroksitleşme, karbonatlaşma        | Kireçtaşı   |
| DSK1                           | 12-13   | Kırık ve çatlaklarda karbonatlaşma                   | Radyolarit  |
| DSK1                           | 13-14   | İleri derecede hidrotermal alterasyon, lisvenitleşme | Serpantinit |
| DSK1                           | 14-15   | Radyolarya fosilli, çatlaklar kuvars dolgulu         | Radyolarit  |
| DSK1                           | 15-16   | Radyolarya fosilli, çatlaklar kuvars dolgulu         | Radyolarit  |
| DSK1                           | 16-20   | İleri derecede hidrotermal alterasyon                | Radyolarit  |
| DSK1                           | 20-25   | Hidrotermal alterasyon, demiroksitleşme              | Bazalt      |
| Y-1                            | Y       | İntersertal doku                                     | Bazalt      |
| Y-2                            | Y       | Hidrotermal alterasyon, demiroksitleşme              | Bazalt      |
| Y-3                            | Y       | İleri derecede demiroksitleşme                       | Kireçtaşı   |
| Y-4                            | Y       | İleri derecede hidrotermal alterasyon                | Serpantinit |
| Y-5                            | Y       | İleri derecede killeşme                              | Radyolarit  |
| Y-6                            | Y       | Radyolaria fosilli, çatlaklar kuvars dolgulu         | Radyolarit  |
| Y-7                            | Y       | Ofitik doku, karbonatlaşma, kloritleşme              | Diyabaz     |
| Y-8                            | Y       | Olivin, piroksen; demiroksitleşme, karbonatlaşma     | Serpantinit |
| SK-DSK: Sondaj Kuyusu, Y:Yüzey |         |  |             |

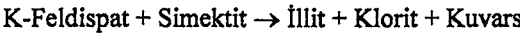
Çizelge 2.2. de, Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayalarına ait karot ve el örneklerinin petrografi çalışmaları sonucunda gölet yerinde bazalt, serpantinit ve radyolarit birimlerinin egemen olduğu ve bu birimlerin büyük çoğunluğunun hidrotermal alterasyona uğradığı, killeşme, demiroksitleşme ve karbonatlaşma gösterdiği gözlenmiştir.

Eğer kayaç bozunmuş ise, özellikle killeşme göstermiş ise mikroskop altında bu ikincil minerallerin oranını tam anlamı ile tespit etmek, hatta kil türünü belirlemek olası değildir. Bu nedenle bozunmaya uğramış mikroskopta görülmeyen kil türlerini belirlemek için Yakakayı gölet yerinde egemen olan ve alterasyona uğrayan, killeşen bazaltın XRD analizi yapılmıştır. Alınan XRD ölçümü Şekil 2.6 da verilmiştir.



Şekil 2.6. Yakakayı Gölet yerine ait bazaltın XRD analizi grafiği.

Çekilen XRD sonucunda bazaltın bileşimleri  $\text{SiO}_2$ -Kuvars,  $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$  – Dolomit, ve kil türü olarak  $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})$ - Klinikor yaygın olarak tespit edilmiştir. Klinikor türü killeşme klorit grubundadır. Klinikor açık yeşil renkli, trioktahedral klorittir. Klorit grubu illite benzerler, fakat üç tabaka arasındaki bağlar magnezyum atomlarının levhaları ve hidroksilleri  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  tarafından desteklenir. Klorit grubu killerin genel formülü  $[(\text{R}^{2+}, \text{R}^{3+})_3(\text{Si}_{4-x}\text{R}^{3+}_x)\text{O}_{10}\text{OH}]^-$  dir. Kloritin oluşum reaksiyonu şu şekildedir:



Bu oluşum okyanus kıyılarında yaygındır (Moore ve Reynolds, 1997).

## 2.6. Yapısal Jeoloji

Neojen sonlarında gelişen tansiyon kuvvetleri etkisi altında Eskişehir'in kuzey ve güneyinden geçen, Doğu-Batı yönlü fay sistemleri bölgede graben havzasını oluşturur (Şekil 2.2).

### a) Tabakalar

Radiyolaritli kireçtaşı ve kireçtaşında tabakalanma görülmektedir. Kırmızı renkli radiyolaritli kireçtaşı ince tabakalıdır. Göl alanının dışında 0,5 – 3 cm kalınlığında tabakalanma göstermektedir. Kireçtaşlarında tabakalanma bariz olarak belirgin olmamakla birlikte masif bir yapıya sahiptir. Ofiyolitler ise yer yer ikincil olarak şistik yapı kazanmışlardır.

### b) Kıvrımlar

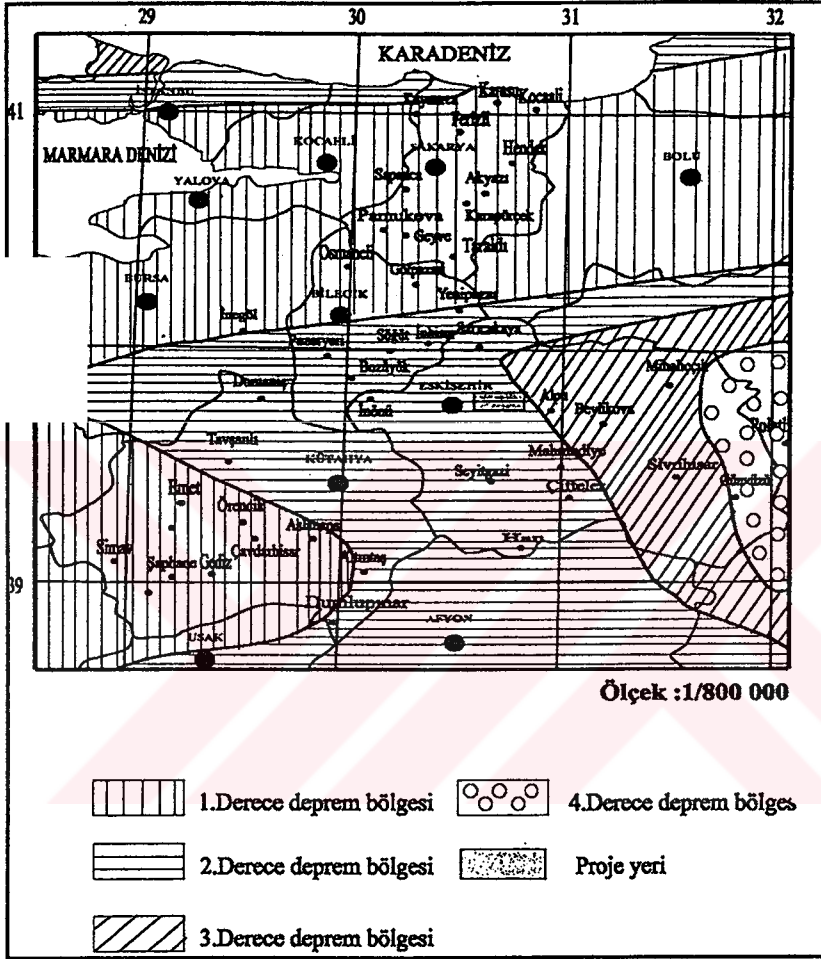
Ofiyolit karmaşığının güneye devrilmesinden dolayı radiyolaritlerde mikro kıvrımlanmalar gelişmiştir. Düzensiz ve çok karışık mikro kıvrımlanma gösteren birimin kıvrımlanma sistematığı çıkarılamamıştır.

### c) Eklemler

Yamaç molozunun bir çok alanda süreksizlik içeren birimleri örtmesi nedeniyle sağlıklı süreksizlik ölçümleri yapılamamıştır. Yeşil renkli radiyolaritler D-B doğrultulu ve eğimleri dike yakındır. Süreksizlik açıklıkları genelde milimetre boyutunda olup içerisinde ikincil dolgu olarak kalsit yer almakla beraber az miktarda da kuvars ve birimin kendi kili vardır (Foto 2.4).

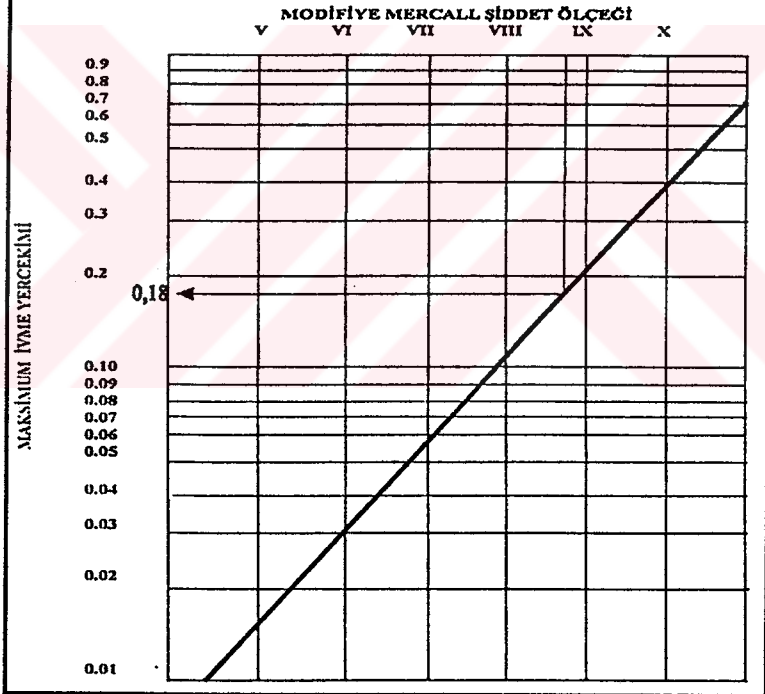
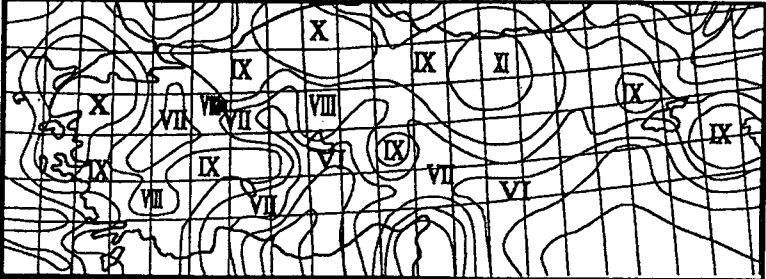
### d) Deprem Durumu

Bakanlar kurulunun 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Afet İşleri Genel Müdürlüğü deprem bölgeleri haritasına göre inceleme alanı II. Derece deprem bölgesine girmektedir (Şekil 2.7). Mercalli çizelgesinde VIII şiddetine karşılık gelmektedir. Deprem şiddeti ile yüzey ivmesi korelasyonundan VIII şiddetindeki depremin maksimum ivmesinin 0,18 olduğu görülür (Şekil 2.8). Ancak Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki yönetmeliğe göre kabul edilen ve beklenen ivme değeri II. derece deprem bölgesi için 0,3 g den büyük alınmalıdır (DSİ, 2001).



Şekil 2.7. İnceleme alanının depremsellik haritası (DSİ, 2001 den alınmıştır)

## Deprem Faktörü



Şekil 2.8. İnceleme alanının deprem şiddeti ile sath ivmesi korelasyonu (DSİ, 2001 den alınmıştır)

### 3.YAKAKAYI GÖLET YERİ PROJESİ (ESKİŞEHİR-MERKEZ)

Eskişehir ili merkez sınırları içinde DSİ III. Bölge Müdürlüğü'nce yapımı planlanan Yakakayı göleti sulama amaçlıdır. Gölet gövde yüksekliği temelden itibaren 36,8 m yükseklikte, homojen toprak dolgu şeklinde planlanmıştır. Gölet proje özellikleri Çizelge 3.1 de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Yakakayı Göleti proje özellikleri (DSİ, 2001)

| Amacı                      | Sulama                 |
|----------------------------|------------------------|
| Tipi                       | Homojen Toprak Dolgu   |
| Talveg kotu                | 850 m                  |
| Kret kotu                  | 879.1 m                |
| Kret genişliği ve uzunluğu | 9,0 m ve 190,12 m      |
| Talvegden gövde yüksekliği | 29,2 m                 |
| Temelden gövde yüksekliği  | 36,8 m                 |
| Minimum su kotu            | 863 m                  |
| Maksimum su kotu           | 878.1 m                |
| Su alma kotu               | 860.2 m                |
| Drenaj alanı               | 21 110 km <sup>2</sup> |
| Gövde dolgu hacmi          | 242 708 m <sup>3</sup> |
| Geçirimsiz malzeme miktarı | 219 813 m <sup>3</sup> |
| Rırap malzeme miktarı      | 5 587 m <sup>3</sup>   |
| Filtre malzeme miktarı     | 17 308 m <sup>3</sup>  |
| Memba ve mansap şevler     | 3/1 ve 2,5/1           |
| Aktif hacim                | 607 000 m <sup>3</sup> |
| Maksimum depolama hacmi    | 760 000 m <sup>3</sup> |
| Maksimum göl alanı         | 77 da                  |
| Minimum göl alanı          | 20 da                  |
| Normal göl alanı           | 72 da                  |
| Dolusavak tipi             | Karşıdan alışı         |
| Dolusavak yeri             | Sol sahil              |
| Dolusavak eşik kotu        | 877,10 m               |
| Dipsavak yeri              | Sağ sahil              |
| Dipsavak kotu              | 856 m                  |

#### 4. YAKAKAYI GÖLET YERİ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Baraj, gölet gibi mühendislik yapılarının inşaatından önce planlama aşamasında gerekli olan kriterleri belirlemek ve baraj sahasının jeoteknik koşullarını incelemek amacıyla yapılan ön jeoteknik etütler, projelerde en önemli safhalardan birini oluşturmaktadır (Özsan ve Karpuz, 1996), (Özsan ve Başarır, 2003). Bu ön jeoteknik etütler çerçevesinde temel sondajları, yerinde saha deneyleri ve laboratuvar deneyleri yer almaktadır.

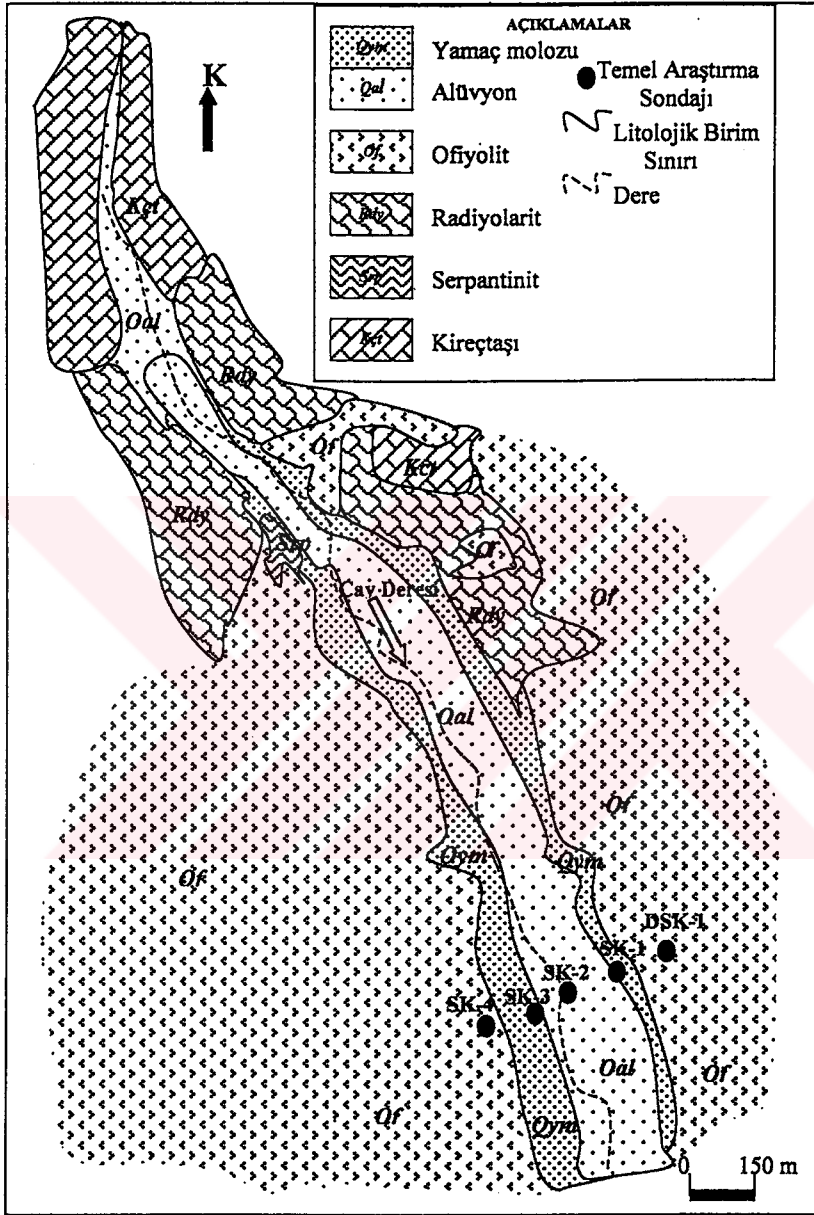
Yakakayı göleti DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından planlanan bir gölettir. Gölet yerinde temel araştırma sondaj çalışmaları 1994 yılında DSİ tarafından yapılmıştır. Bu amaçla bent yerinde ofiyolitik melanjin temel özelliklerini araştırmak amacıyla değişik derinliklerde 5 adet temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularının toplam derinliği 130 m dir.

Birimlerin yatay ve düşey yöndeki dağılımını belirleyen bu sondajlarda kayaçların geçirimsizliklerini saptamak için gölet yeri ve altıvyonda basınçlı su deneyleri (Lugeon) yapılmıştır. Yapılan bu deneylerden elde edilen sonuçlara göre gölet yerindeki kayaçların ve altıvyonun geçirimsizlik durumları bu tez kapsamında değerlendirilmiştir. Ofiyolitik kayaçlar çoğunlukla az geçirimsizdir. Altıvyon ise geçirimsiz olarak belirlenmiştir.

Mühendislik yapıları, üzerinde oturdukları birim üzerine belirli bir yük uygulamaktadır. Temel birimi, bu uygulanan yükü karşılayacak kapasitede olmalıdır. Aksi takdirde oluşacak bir yenilme istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir. Baraj gibi önemli bir mühendislik yapısının inşaatından önce de temel birimin taşıma gücünü belirleyecek yönde araştırmalar yapılmalıdır (Özsan ve Akın, 2002).

Yakakayı gölet yeri için DSİ tarafından açılan temel araştırma sondajlarından alınan karot numuneleri üzerinde bu tez çalışmasından önce herhangi bir laboratuvar deneyi gerçekleştirilmemiştir. Bu nedenle bu tez çalışmasında DSİ III. Bölge Müdürlüğü'nden Yakakayı gölet yeri araştırma sondajlarına ait karotlardan alınan örnekler üzerinde Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ve ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılan deneyler sonucunda ofiyolitik kayaçların mühendislik özellikleri belirlenerek elde edilen sonuçlar yardımıyla taşıma gücü saptanmıştır.





Şekil 4.1. Yakakayı gölet yeri ve dolayının mühendislik jeolojisi haritası

#### 4.1. Yakakayı Gölet Yeri Temel Araştırma Sondajları

Yakakayı gölet yerindeki birimlerin düşey ve yanal yönde dağılımını belirlemek, karot numuneleri almak ve birimlerin geçirimsizliğini ortaya koymak amacıyla yapılan temel araştırma sondaj çalışmaları DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bent yeri ve dolusavak güzergahında 5 adet lokasyonda toplam 130 m temel araştırma sondajı açılmış ve bu sondajlarda NW çapında karot numuneleri alınmıştır. Söz konusu sondajlara ait bilgiler Çizelge 4.1. de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yakakayı gölet yeri temel araştırma sondajları (DSİ, 2001)

| Sondaj No | Lokasyon                       | Derinlik (m) | Kot (m) | YASS(m) (Ortalama) | Litoloji  |
|-----------|--------------------------------|--------------|---------|--------------------|---|
| SK-1      | Sol sahil                      | 25           | 857.60  | 4,90               | 0-0,5 m: Yamaç molozu<br>0,5-25 m: Ofiyolitik melanj      |
| SK-2      | Talveg                         | 25           | 850.35  | 0,63               | 0-5,6 m: Altüvyon<br>5,6-25 m: Ofiyolitik melanj          |
| SK-3      | Sağ sahil                      | 30           | 857.63  | 6,10               | 0-3 m: Yamaç m.-<br>Altüvyon<br>3-30 m: Ofiyolitik melanj |
| SK-4      | Sağ sahil                      | 25           | 870.93  | 12,85              | 0-1 m: Altüvyon<br>1-25 m: Ofiyolitik melanj              |
| DSK-1     | Sol sahil<br>(Dolu savak yeri) | 25           | 874.33  | 11,00              | 0-25 m: Ofiyolitik melanj                                 |

#### 4.1.1. Yakakayı Gölet Yeri Temel Araştırma Sondajlarının İncelenmesi

Bent yerinde açılan temel araştırma sondajları incelendiğinde en üstte altüvyon malzeme bulunduğu, altüvyonun altında ise anakaya olarak ofiyolitik kayaların yer aldığı görülmektedir. Altüvyonun kalınlığı en fazla 2-3 m dir ve SK-3 nolu sondajda geçilmiştir. Altüvyon kil ağırlıklı kum, çakıl ve bloklardan oluşmaktadır.

DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanan gölet planlama aşaması jeoteknik raporunda söz konusu altüvyonun gölet yapımından önce kaldırılacağı ve göletin ofiyolitik kayaların üzerine oturtulacağı ifade edilmektedir. Bu durumda altüvyon, geçirimsizlik veya taşıma gücü açısından herhangi bir problem oluşturmayacaktır.

Altüvyonun altındaki ofiyolitik kayalar, bent ekseninin temel kayasını oluşturmaktadır. Bu ofiyolitik kayalar Üst Kretase yaşlı serpantin, bazalt, diyabaz, radyolarit, radyolaritli kireçtaşı ve kireçtaşından oluşmaktadır.

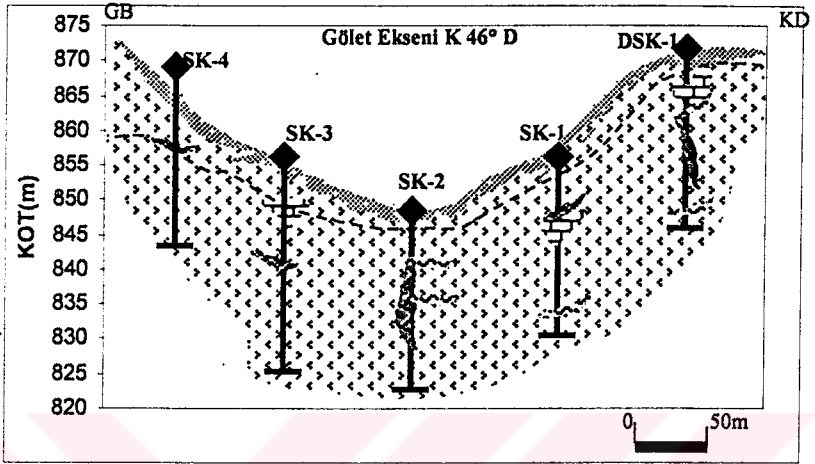
Tüm bu kayaç birimleri birbirleriyle kısa mesafelerde yanal geçişlidir ve karmaşık bir görüntü sergilemektedirler.

Sol sahilde birbirleriyle geçişli olmak üzere altere ofiyolit, yeşil renkli ofiyolit kili (ezilme zonu), yeşil renkli bloklu ofiyolit, radyolarit ve yine yeşil renkli ofiyolit kili (ezilme zonu) birimleri mevcuttur.

Sağ sahilde ise kırmızı-bordo renkli ofiyolit ve radyolarit parçası içeren kil ve çok parçalı kırık ofiyolit yine birbirleriyle geçişlidir.

Bent yeri ve göl alanında bulunan ofiyolitik kayalar, çoğu yerde altere olmaları sonucu yeraltı suyu içermektedirler. Temel araştırma sondajlarında gölet yerinde altüvyonda ortalama 0,6 m de., sol ve sağ sahilde ise ortalama 7,1 m. de yeraltı suyuna rastlanmıştır (Çizelge 4.1).

Yapılan petrografi çalışması (Çizelge 2.1) ve bent yerinin açılan temel araştırma sondajlarına göre hazırlanmış jeolojik kesiti Şekil 4.2 de sunulmuştur.



Şekil 4.2. Yakakayı göleti yerinin jeoloji kesiti

#### 4.2. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Kaya Kalite Değerlendirmesi

Mühendislik yapısının üzerinde inşa edileceği birim üzerine uygulayacağı yük karşısında kayacın nasıl bir davranış sergileyeceğinin bilinmesi, kaya kalitesiyle ilgili değerlendirmelerde ve ortaya çıkan problemlere cevap bulmada önemlidir.

Yapısal özellikler, ayrışma durumu veya dayanım parametrelerine göre yapılan sınıflandırmalar kayaçların temel olma durumları için zaman zaman yeterli olmamaktadır. (Şekercioğlu, 1998).

Baraj aks yerinde enjeksiyon, keson temelini derinleştirilmesi veya tünelin yüzeyine yapılacak püskürtme beton kalınlığının belirlenmesi gibi kayaya ait kantitatif değerlerin sıkça kullanıldığı işlemlerde indeks testlerinin

bazıları rutin bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun içindir ki, mühendislik yargısını kullanmaya yardımcı olmak amacıyla, standartlaştırılmış bir takım işlemleri ve tanımlamaları içeren pek çok yöntem geliştirilmiştir (Goodman, 1989).

Tezin konusunu oluşturan ofiyolitik kayaçlar Yakakayı gölet yerinin temelini oluşturur. Bent yerinde temel araştırmaları amacıyla DSİ tarafından açılmış tüm sondajlar karotlu olarak gerçekleştirilmiştir. Alınan bu karotlarda, ofiyolitik kayaçlardaki kaya kalitesini belirlemek amacıyla hesaplanan toplam karot verimi (TCR) ve kaya kalitesi (RQD) değerleri incelenerek gölet yerindeki birimlerin kaya kalite tanımlamaları yapılmıştır. Bu amaç dahilinde her sondaj kuyusu için ortalama tek bir TCR ve RQD değeri ortaya konmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yakakayı gölet yeri temel araştırma sondajlarında geçilen ofiyolitik kayaçlardaki ortalama TCR ve RQD değerleri

| Sondaj No | Lokasyon                      | Derinlik (m) | Sondajdaki ortalama TCR ve RQD |     |
|-----------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-----|
|           |                               |              | TCR                            | RQD |
| SK-1      | Sol sahil                     | 25           | 72                             | 61  |
| SK-2      | Talveg                        | 25           | 88                             | 30  |
| SK-3      | Sağ sahil                     | 30           | 86,7                           | 77  |
| SK-4      | Sağ sahil                     | 25           | 80                             | 49  |
| DSK-1     | Sol sahil<br>(Dolusavak yeri) | 25           | 67                             | 41  |

Çizelge 4.2 incelendiğinde, gölet sahasında açılmış olan tüm sondajlarda geçilen ofiyolitik kayaçların ortalama TCR ve RQD değerleri görülmektedir. Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında kaya kalitesi değişkenlik göstermektedir. RQD değerlerinin en yüksek olduğu değer SK-3 nolu sondajda geçilen birimdir. Bu kuyudaki ofiyolitik birimin RQD değeri “iyi kaya” grubunda olduğu görülmektedir. Genel karakter itibariyle ise ofiyolitik kayaçlar, altere olmalarından dolayı “zayıf kaliteli kaya” grubundadırlar. Bununla birlikte temel araştırma sondajlarında sadece talvegde açılan SK-2 nolu sondajda geçilen birim ortalama değerde “zayıf kaliteli kaya” grubuna girmesine rağmen “çok zayıf kaya” grubuna yakın değerdedir.

Kayaçların jeomekanik özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir yaklaşım olan RQD, çeşitli faktörlerin etkisiyle azalıp artabilmektedir. Kayaçalarda, kalitenin azalmasında en önemli etken alterasyon ve kayaçlar üzerinde egemen olan bölgesel gerilmelerdir (Akın, 2000). Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçlar üzerinde bu iki faktör oldukça etkili olmuş ve kaya kalitesini genellikle düşürmüştür.

Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçalarda genel olarak kayaç kalitesinin, sahada açılan araştırma sondajlarından alınan karotlardaki RQD değerleri “zayıf - orta kaya” grubundadır. Ancak Çizelge 4.2 de ortaya konan değerler ortalama olup birimlerdeki kaya kalitesi, farklı lokasyonlarda değişkenlik gösterebilmektedir. Kaya kalitesinin azalmasında ayrışma ve sahada egemen olan gerilemeler etkili olmuştur. Özellikle ofiyolitlerin (kahve- bordo ve yeşilin değişik tonların çatlaklı, bloklu ve ezilmiş radyolaritler) içindeki bağlayıcı malzemenin zayıf olması kayaçların ayrışmasına neden olmuştur.

TCR ve RQD, kayaçların dayanımı hakkında nicel bilgiler vermektedir. Dayanım ve taşıma gücü hakkında sayısal sonuçlara varabilmek için Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçları üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmıştır.

### 4.3. Yakakayı Gölet Yerindeki Ofiyolitik Kayaçların Geçirirliiği

Bir kaya örneğinin geçirirliiğinin ölçülmesi, gözenekli bir formasyondan su, petrol veya gaz çekilmesi veya formasyona enjekte edilmesi; çok tuzlu atıkların gözenekli bir formasyon içinde depolanması; enerji dönüşümü için sıvıların yer altı boşluklarında depolanması; bir rezervuarın ne ölçüde sızdırmaz olduğunun değerlendirilmesi; derindeki bir açıklığın suyunun boşaltılması veya bir tünel içerisine su boşalımının hesaplanması gibi pratikte karşılaşılan problemlerle doğrudan ilişkili olabilir. Kaya kütlesi içinde bulunan süreksizlik sistemleri kayacın geçirirliiğini önemli ölçüde etkilediklerinden laboratuvarında bir karot üzerinde yapılan geçirirlilik deneyi çoğu zaman arazideki geçirirlilikten farklı olacaktır. Bunun için, jeolojik formasyonların geçirirliliklerinin tayininde çoğu zaman pompaj testleri gereklidir. Geçirirlilik kayanın indeks özelliklerinden biri olarak değerlendirilirken amaç kaya iskeletinin önemli bir bileşeni olan fistür ve gözeneklerin birbiri ile ne ölçüde bağlantılı olduğu hakkında bilgi edinmektir (Goodman, 1989).

Baraj rezervuar incelemelerinde ilk araştırılacak ve düşünülecek konu, baraj gölünün su tutması, su kaçırmaması, su sızdırmamasıdır. Baraj gölünden suyun kaçması, ya burada bulunan kayaçların litolojik özelliklerinde ya da buradaki kayaçların jeolojik yapılarından ileri gelir (Erguvanlı, 1995).

Baraj, büyük su kütlelerini arkada biriktiren önemli mühendislik yapılarıdır ve bu nedenle baraj sahasının üzerinde olduğu kayaç birimlerinde geçirimsizlik, aranan ilk şartlardan birisidir. Bu nedenle aks yerinde ve göl sahasındaki jeolojik birimlerin izin verilebilir düzeyde geçirirli veya tamamen geçirimsiz olması istenir. Bir barajın temelini ve baraj göl sahasının geçirimsizliği tamamıyla jeolojik bir olgudur. Bununla ilgili veriler, yüzey gözlemleri ve genellikle sondajlarda gerçekleştirilen derin yer altı araştırmaları ile sağlanmaktadır.

Geçirgenliğin belirlenmesi için kayaçlarda en uygun yöntem açılan sondaj kuyularında yapılan "Lugeon basınçlı su deneyi" dir. Bu deneyde, artan basınçla su akımı gerçekleştirilir ve baraj, gölet yapıldıktan sonraki şartlar oluşturulmaya çalışılır. Böylece ana kayada herhangi bir geçirimsizlik problemi olduğunda ekonomik ölçülerde giderilme yoluna gidilir.

Yakakayı gölet yerinde yapılan sondajlarda altta Üst Kretase yaşlı Dağküpü ofiyolitik melanjı yer almaktadır. Onun üzerine siltli, killi, kumlu, çakıllı ve bloklu özellikte altıvyon ve yamaç molozu gelmektedir. Temel

kayasının ve altıvyonun geçirimliliğini belirlemek amacıyla temel araştırma sondajlarının açımı esnasında altıvyonda “geçirimlilik”, ofiyolitik kayaçlarda ise “Lugeon basınçlı su deneyleri” gerçekleştirilmiştir. Basınçlı su deneylerinde geçirimlilik “Lugeon birimi”, geçirimlilik deneylerinde ise “geçirimlilik katsayısı (K)” cinsinden ifade edilmiştir. Lugeon deneyinde basınç kademeleri artan ve azalan basınçlar (2,4,6,8,10,8,6,4,2) Lugeon şeklindedir.

Yakakayı gölet sahasının geçirimliliğini tespit etmek için tüm kuyularda basınçlı su deneyleri yapılmıştır. Bununla beraber aks yeri altıvyon üzerinde açılan SK-2 nolu sondajda geçirimlilik, geçirimlilik deneyi ile belirlenmiştir.

Sol sahilde açılan SK-1 nolu sondaj kuyusunda 4-10 metreler arasındaki geçirimlilik 7,2 ile 9,5 Lugeon arasında değişmektedir. 10. metreden sonra su kaçakları 1 Lugeon ve altında devam etmektedir. Talvegde açılan SK-2 nolu sondaj kuyusunda altıvyonda yapılan geçirimlilik deneyinde 0-2 m arasında zemin “geçirimsiz” özelliktedir (su kaçağı sıfırdır). 2-10 metreler arasında su kaçakları 6-6,9 Lugeon arasında değişmektedir. 10. metreden sonra su kaçakları 2-3,4 Lugeon arasındadır.

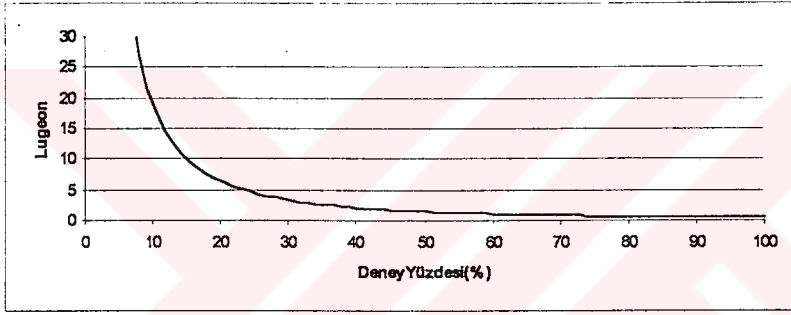
Sağ sahilde açılan SK-3 nolu sondaj kuyusunda 8-14, 18-20 ve 22-26 metreler arasında su kaçakları 5,3-45,8 Lugeon arasında değişmektedir. 26. metreden sonra su kaçakları 1,6-2,2 Lugeon arasındadır. SK-3 nolu sondaj kuyusunda 2-8 metreler arasında deney yapılamamıştır. SK-4 nolu sondaj kuyusunda 6-10 metreler arasında su kaçakları 5-6 Lugeon arasında değişmektedir. 10. metreden sonra su kaçakları 2,2-4,6 Lugeon arasındadır. DSK-1 nolu sondaj kuyusunda 4-6 m arasında su kaçakları 6 Lugeondur. 6-10 metreler arasında su kaçakları 46 Lugeon dur. 10-25 m ler arasında su kaçakları 1,7-4,1 Lugeon arasındadır.

Bu sonuçlara göre Yakakayı bent yerinin geçirimliliği kil çekirdek kazısından sonra ortalama, sol sahilde 20-25 m, talvegde 17-20 m, sağ sahilde ise 15-27 m derinliğinde enjeksiyon perdesi oluşturularak sağlanabilecektir.

Yakakayı gölet sahasında açılan tüm temel araştırma sondajlarında yapılan Lugeon basınçlı su deneyleri neticesinde gölet sahasına ait geçirimlilik dağılımı ve buna bağlı olarak çizilen Lugeon kümülatif eğrisi Şekil 4.3.1’de görülmektedir.



| Lugeon Birimi | Deney Sayısı | Deney Yüzdesi (%) | Tanım         |
|---------------|--------------|-------------------|---------------|
| > 25          | 4            | 8,5               | Çok Geçirimli |
| 25-5          | 12           | 25,5              | Geçirimli     |
| 5-1           | 29           | 61,7              | Az Geçirimli  |
| < 1           | 2            | 4,25              | Geçirimsiz    |
| <i>Toplam</i> | 47           | 100               |               |



Şekil 4.3. Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaların geçirimsizlik ve Lugeon kümülatif eğrisi

#### 4.4. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayalarında Ayrışma

Ayrışma için bir çok araştırmacı değişik tanımlamalar yapmıştır. Genel anlamda, mekanik parçalanmayı ve kimyasal değişimi içeren ayrışma olayı, doğal ve yapay faktörlerin etkisiyle oluşur. Kayalar maruz kaldıkları farklı sıcaklık ve basınç koşullarında, yüzeyde veya yüzeye yakın yerlerde değişime uğrarlar. Bu değişim esnasında bazı mineraller duraylı kalırken, bazıları farklı minerallere dönüşürler (Fookes, 1970; Ollier, 1984).

Alterasyon ve ayrışma çoğu kez eş anlamlı olarak kullanılmıştır. Caroll (1970), Valetton (1970) ve Gary (1972) alterasyonun, bir kayacın mineralojik bileşiminde fiziksel veya kimyasal etkilerle oluşan her tür

değişimi, hidrotermal alterasyonla birlikte günlenme ve diyajenezi de kapsadığını belirtmişlerdir. İrfan (1981) ise, yeraltında kabuk içindeki kayalarda meydana gelen değişimi hidrotermal alterasyon, yüzeyden derine doğru etki eden ve etkisi giderek azalan değişimi ise ayrışma olarak tanımlamıştır.

Hidrotermal alterasyon yüzeyden derine doğru ilerler ve bir ayrışma zonu oluşur. Ayrışma zonunun derinliği ve ayrışmanın hızı ve derecesi, kaya türüne, topoğrafik koşullara, iklime, sıcaklığa, donma ve çözölmeye, yer altı ve yerüstü sularına, süreksizliklere, zamana ve ayrışmış kısmın erozyona uğramasına bağlıdır.

Ayrışmada ana etkenler iklim bölgelerine göre farklılık gösterir. Kurak bölgelerde sıcaklık, soğuk bölgelerde donma-çözünme, sıcak (tropik) bölgelerde ise sıcaklık, nem ve bunların sonucu oluşan kimyasal olaylardır. İklim koşullarının uzun süre değişmediği yerlerde yüzey ve yüzeye yakın derinliklerde ayrışma zonları oluşur. Bazı hallerde ayrışmış olan bu zonun üzerine yeni tortullar gelir ve ayrışma zonu muhafaza edilir. Muhafaza edilen ayrışma zonları ise jeolojik dönemlerdeki iklim koşulları hakkında bilgi edinilmesini sağlar (Tarhan, 1989).

Kayaçların ayrışmasını denetleyen başlıca faktörler; iklim, topoğrafya ve zamandır. Yağış, sıcaklık ve buharlaşma bozunmayı denetleyen en önemli faktörlerdendir. Yağış sayesinde özellikle fiziksel ve kısmen de kimyasal ayrışma için gerekli olan su sağlanmış olur. Sıcaklık ise, bu olayların ve kimyasal reaksiyonların hızını artırır. Sıcaklığın etkisi özellikle bazalt, serpantin, radyolarit gibi renk indisi yüksek olan kayalarda, koyu renkli minerallerin güneş ışınlarını emme yeteneğinin yüksek olması nedeni ile daha fazladır.

Yıllık ortalama yağış ve sıcaklık arasındaki ilişkileri ortaya koyabilmek için, iklim koşullarının morfojenik bölgeler halinde sınıflandırıldığı ve farklı ayrışma türlerinin belirlendiği Şekil 4.4 de verilen Peltier (1950) diyagramları kullanılır. Bu iki diyagram karşılaştırıldığında, ayrışma türlerinin değişik sıcaklık ve yağış koşullarıyla olan ilişkileri ortaya çıkmaktadır. Yüksek yağış ile kimyasal ayrışmanın arttığı ve sıcaklığın genellikle reaksiyonların hızını arttırdığı görölmektedir. Dolayısıyla, ayrışmanın şiddeti sıcak ve yağışlı iklimlerde yüksek olup, sıcaklık ve yağışın azalmasıyla birlikte azalmaktadır. Bununla birlikte, bir bölgedeki kayaçlar üzerinde yapılan çalışmada günümüz iklim verilerinin yanı sıra, kayacın

yaşına bağlı olarak geçmişte etkisi altında kaldıkları değişik iklim koşullarını da dikkate almak gerekir.

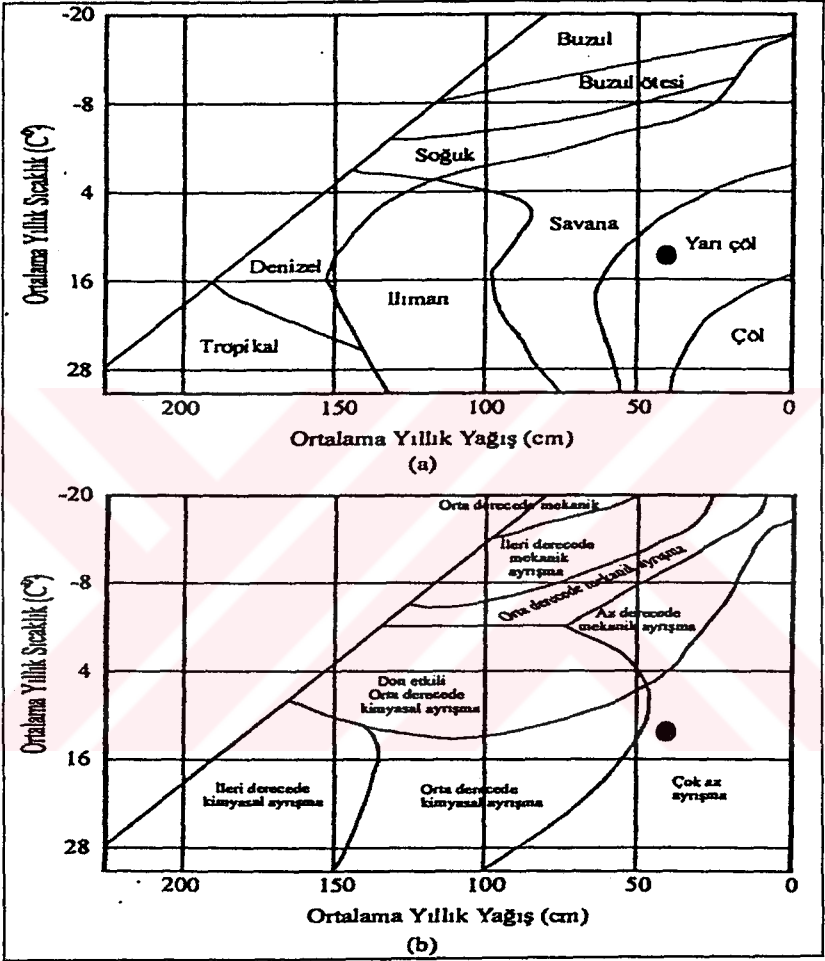
Yakakayı gölet yeri ve civarı Şekil 4.4 de görüldüğü gibi yarı çöl ile çok az ayrışma bölgelerinde yer almaktadır. İklim bilgileri, Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden sağlanan veriler değerlendirilerek elde edilmiştir.

Ancak inceleme alanı ve çevresinde yıllık ortalama yağış miktarı ve kayalarındaki bozunma (petrografi çalışmasında görüldüğü üzere) oldukça fazladır. Bu diyagramın sıcaklık ve yağışa bağlı olması nedeniyle tüm ofiyolitik birimlerin ayrışma derecesini ifade etmesi mümkün değildir.

Bozunma süreçlerine ve bozunma ürünlerinin mühendislik davranışına göre buzul ötesi, ılıman, kurak ve nemli, tropikal olmak üzere dört değişik iklim kuşağı tanımlamak mümkündür (Sounders ve Fookes, 1970). Buzul ötesi ve kurak zonlarda fiziksel parçalanma etkili olurken, tropikal alanlarda kimyasal bozunma daha etkilidir. İliman iklimlerde ise, fiziksel ve kimyasal bozunma birlikte gelişir.

Topoğrafyanın eğimi yüzey sularının temas süresi ve akış hızını doğrudan etkiler. Buna bağlı olarak, yeraltı suyu seviyesi ve drenaj koşullarında değişim meydana gelir. Çünkü yüzey sularının akış hızının yüksek olduğu dik yamaçlar ile az eğimli olduğu bölgelerde yeraltına süzülen su miktarları farklıdır. Yağışın meydana getirdiği erozyon yine düz alanlarda daha az olurken dik bölgelerde biraz daha fazladır. Topoğrafyanın dik olduğu alanlarda fiziksel ayrışma yağışın etkisiyle daha fazla olmaktadır. Düz alanlarda ise, yüzey sularının yavaş hareket etmesi ve yeraltına daha fazla süzülmesi sonucu kimyasal bozunma daha etkili olmaktadır (Koçbay, 2003).

Bir diğer faktör ise zamandır. Ayrışmaya bağlı olarak kayalarda meydana gelen değişim, oldukça yavaş gelişen bir olaydır. Zaman, ayrışmanın derinliği ve derecesi üzerinde etkili olan bir faktördür. Ancak, aynı zaman diliminde aynı etkilere maruz kalan kayalarda farklı bozunma dereceleri gelişebilir. Bu durum kayacın doku, bileşim, yapısal özellikleri ile topoğrafya ve iklim gibi şartlara bağlıdır (Shimada, 2000).



● Yakakayı gölet yerinin iklim ve ayrışma diyagramlarındaki yeri

Şekil 4.4. Yıllık ortalama yağış ve sıcaklığa bağlı olarak; a) iklimsel bölgeler, b) ayrışma türleri (Peltier, 1950)

Kaya kütleleri yüzeye yakın kesimlerde genellikle bozunmuş veya biraz daha derinde hidrotermal süreçlere bağlı olarak alterasyona uğramış olabilirler. Bu nedenle süreksizlik yüzeylerinin dayanımı, bu yüzeylerin ve yakın civarındaki kayaç malzemesinin bozunma derecesiyle yakından ilişkilidir. Süreksizlik yüzeylerinin dayanımı bu denli yakından ilgilendiren bozunmanın, mekanik parçalanma ve kimyasal ayrışma gibi iki önemli sonucu vardır. Fiziksel bozunma, süreksizliklerin açıklıkları boyunca meydana gelir ve kayacın parçalanması sonucu komşu mineral tanelerinde dilinim ve kırıkların gelişerek yeni mikro süreksizliklerin oluşumuna neden olur. Kimyasal bozunma ise, kayaçlarda renk değişimi ve özellikle silikat minerallerinin kil minerallerine dönüşmesiyle sonuçlanmaktadır (Ulusay ve Sönmez, 2002).

Yakakayı gölet yerindeki temel kayasını oluşturan ofiyolitik kayaçlar üzerinde de ayrışma (bozunma) oldukça etkili olmuştur. Bu nedenle tez çalışması sırasında yapılan incelemelerde ofiyolitik kayaçlardaki kaya kalitesinin düşük olduğu belirlenmiştir. Bu düşük kaya kalitesi şüphesiz ki dayanım üzerinde etkili olmuş ve kayaçların dayanım değerlerini azaltmıştır. İncelemeler sonucu sağ ve sol sahilde yüzlek veren ofiyolitik melanjın birimlerinde (radiolarit, serpantin, bazalt) ayrışmanın geniş alanda hakim olduğu gözlenmiştir (Foto 4.1-2-3-4).

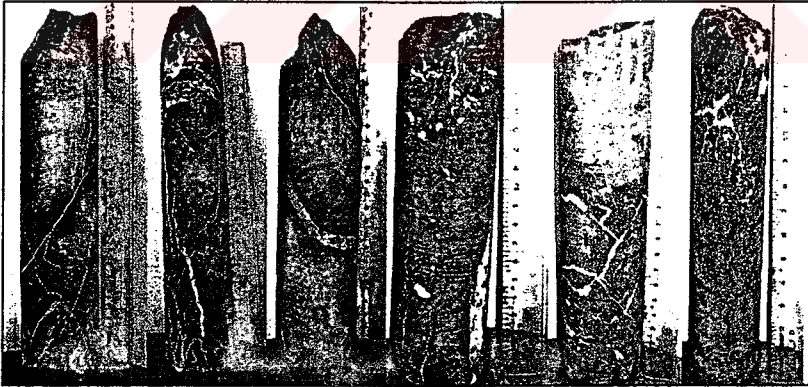


Foto 4.1. Karot örneklerinde bazaltlarda gözlenen bozunmalar ve ikincil dolgular

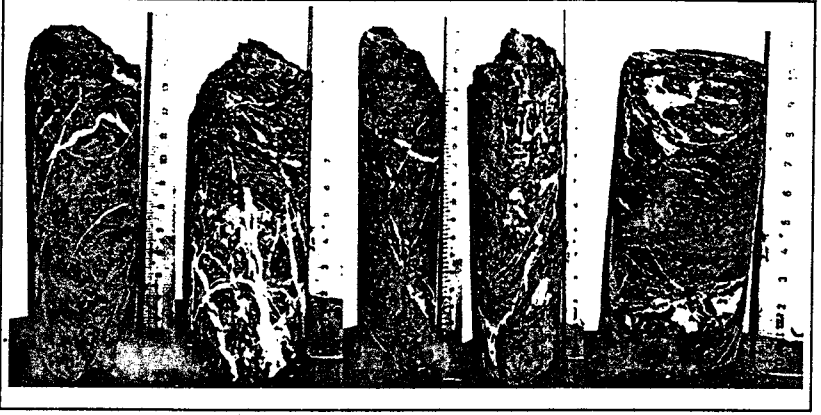


Foto 4.2. Karot örneklerinde radyolaritlerde gözlenen bozunmalar ve ikincil dolgular

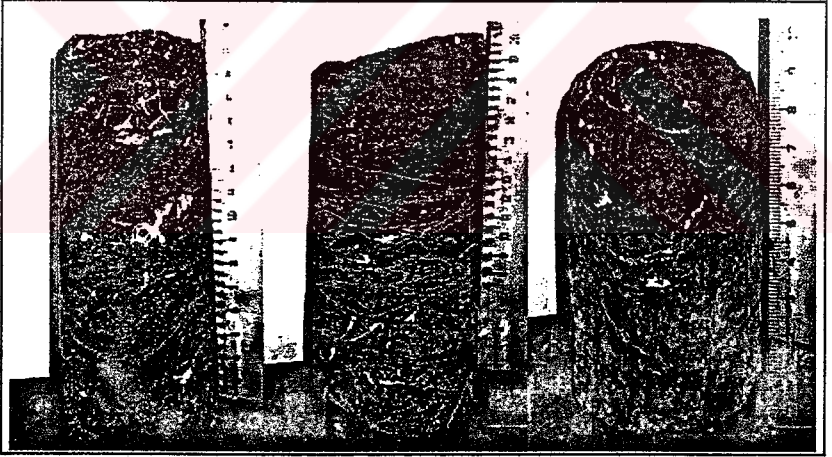


Foto 4.3. Karot örneklerinde serpantinlerde gözlenen bozunmalar

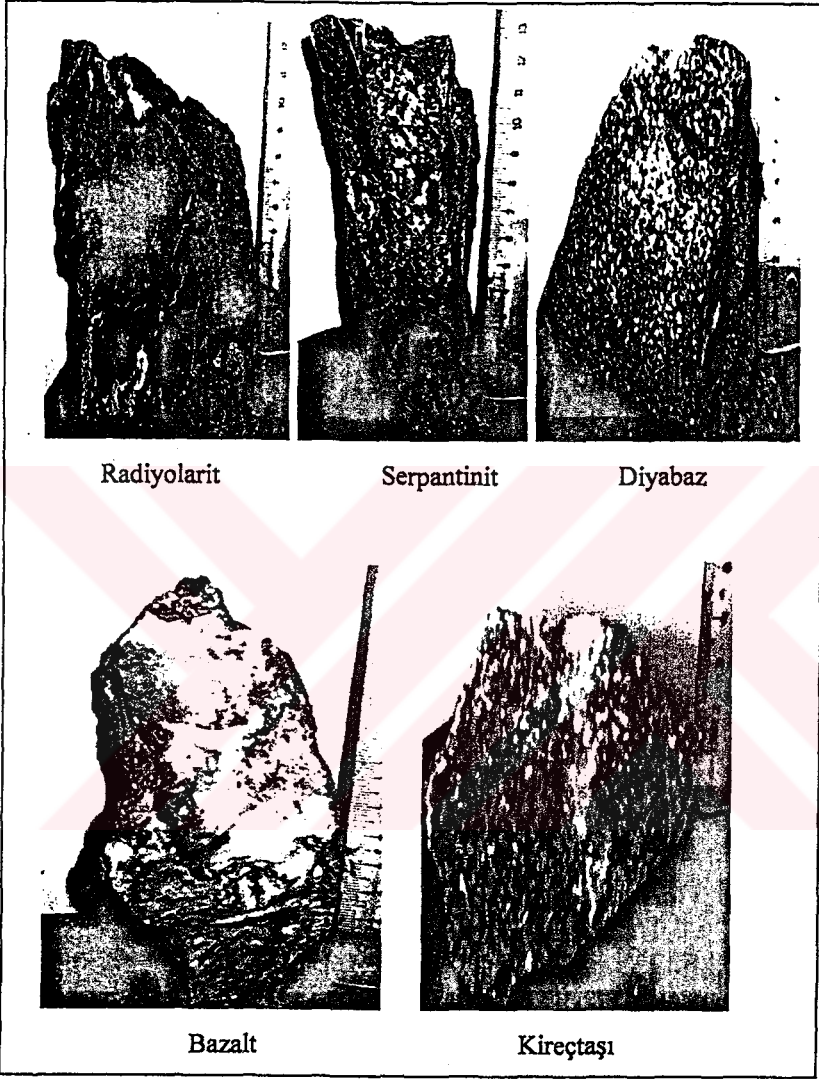
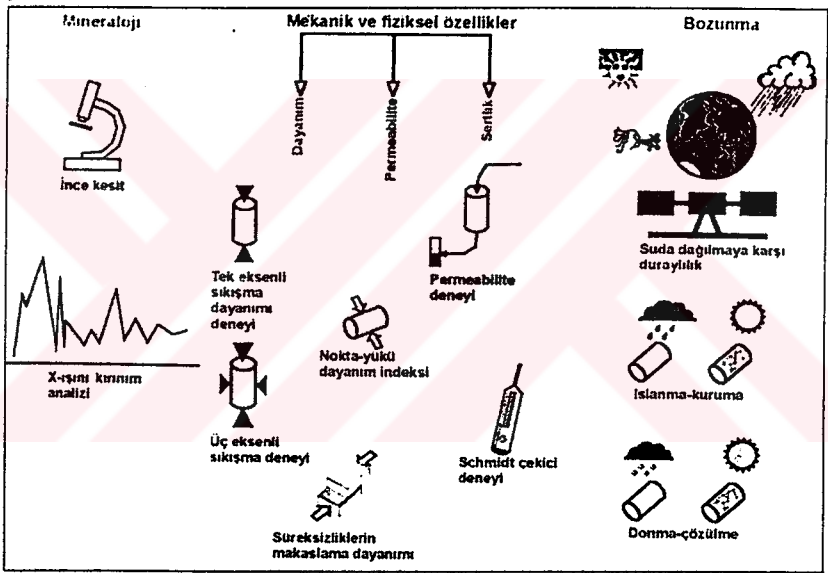


Foto 4.4. Arazi örneklerinde kayalarda gözlenen bozunmalar

## 5. YAKAKAYI GÖLET YERİ OFİYOLİTİK KAYAÇLARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Kayaçların mühendislik amaçlarıyla sınıflandırılması ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, kaya mekaniği biliminin ve bununla ilgili tasarım uygulamalarının ayrılmaz ve önemli bir parçasıdır. Mühendislik yapılarının üzerinde veya içinde inşa edileceği kayaçların öncelikle litolojik ve mineralojik-petrografik anlamda tanımlanması ve bunu izleyen aşamada bunların indeks ve dayanım parametrelerinin Şekil 5.1 de gösterildiği gibi tayin edilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.1. Kayaçlar üzerinde yapılan sınıflama-indeks ve dayanım deneyleri (Şekil, Ulusay, Gökçeoğlu ve Binal (2001)'den alınmıştır)

Baraj ve temel yapılarında, litoloji yani taş türü kazılabilirliğe etkir. Su ve basınç altında oluşturacağı gerilmelerin bilinmesi en başta gelen araştırmalardan biridir. Aynı şekilde dokusal, yapısal ve hidrojeolojik özellikler temel olma, sızma ve sağlamlaştırma işlerinde saptanacak ilk niteliklerdendir (Erguvanlı, 1995).



Yakakayı gölet yeri ve civarının temel kayasını oluşturan ofiyolitik kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bu tez çalışması kapsamında karot numuneleri üzerinde çeşitli deneyler gerçekleştirilmiştir. DSİ tarafından baraj eksen yerinde açılan temel araştırma sondajlarından temin edilen karotlar üzerinde gerekli fiziko-mekanik deneyler yapılarak Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarının genel anlamda mekanik davranışları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Mekanik deneyler, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümü ve ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Karot numunelerinin fiziksel özelliklerinin saptanması amacıyla; birim ağırlık, ağırlıkça su emme, hacimce su emme, doluluk, nem içeriği ve gözeneklilik gibi parametreler belirlenmiştir. Aynı zamanda yine aynı karot numunelerinin jeomekanik özellikleri; tek eksenli basınç dayanımı, indirekt (Brazilian) çekme dayanımı, nokta yükü dayanımı ve suda dağılmaya karşı dayanımlılık gibi deneyler ile saptanmıştır.

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçları radyolarit, serpantin, bazalt, diyabaz ve pelajik kireçtaşı gibi birimlerden oluşmaktadır. Temel araştırma sondajlarının farklı derinliklerinden alınan karot numuneleri yukarıda adı geçen birimlerden oluşmaktadır. Üzerinde bazı mekanik deneyler gerçekleştirilen numunelerden bir kısmı sondaj verilerine göre serpantin olmasına rağmen petrografik analiz sonucu bazalt olarak tanımlanmışlardır.

## 5.1. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçların Fiziksel Özellikleri

### a) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Birim Ağırlık Değerleri

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında birim ağırlık değerlerinin belirlenmesi için 8 adet karot numunesi üzerinde deneyler (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır. Ofiyolitik kayaçlarda bazaltların ortalama birim ağırlık değeri  $2,96 \text{ gr/cm}^3$ , kireçtaşlarının ortalama birim ağırlık değeri  $2,56 \text{ gr/cm}^3$ , serpantinlerin ortalama birim ağırlık değeri  $2,88 \text{ gr/cm}^3$ , radyolaritlerin ortalama birim ağırlık değeri  $2,88 \text{ gr/cm}^3$  olarak bulunmaktadır (Ek 1).

#### **b) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Ağırlıkça Su Emme Değerleri**

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında ağırlıkça su emme değerlerinin belirlenmesi için 8 adet karot numunesi üzerinde deneyler (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır. Ofiyolitik kayaçlarda bazaltlarda ortalama ağırlıkça su emme değeri % 0.05 , kireçtaşlarında ortalama ağırlıkça su emme değeri % 0.08 , serpantinlerde ortalama ağırlıkça su emme değeri % 0.06 , radyolaritlerde ortalama ağırlıkça su emme değeri % 0.07 olarak bulunmaktadır (Ek 2).

#### **c) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Hacimce Su Emme Değerleri**

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında hacimce su emme değerleri belirlenmesi için 8 adet karot numunesi üzerinde deneyler (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır. Ofiyolitik kayaçlarda bazaltlarda ortalama hacimce su emme değeri % 0.22, kireçtaşlarında ortalama hacimce su emme değeri % 0.13, serpantinlerde ortalama hacimce su emme değeri % 0.12, radyolaritlerde ortalama hacimce su emme değeri % 0.09 olarak bulunmaktadır (Ek 3).

#### **d) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Doluluk Oranı Değerleri**

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında doluluk oranı değerleri belirlenmesi için 8 adet karot numunesi üzerinde deneyler (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır. Ofiyolitik kayaçlarda bazaltlarda ortalama doluluk oranı değeri % 99.3, kireçtaşlarında ortalama doluluk oranı değeri % 99.8, serpantinlerde ortalama doluluk oranı değeri % 99.1, radyolaritlerde ortalama doluluk oranı değeri % 99.0 olarak bulunmaktadır (Ek 4).

#### **e) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Nem İçeriği Değerleri**

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında nem içeriği değerleri belirlenmesi için 8 adet karot numunesi üzerinde deneyler (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır. Ofiyolitik kayaçlarda bazaltlarda ortalama nem içeriği değeri % 0.13, kireçtaşlarında ortalama nem içeriği değeri % 0.02, serpantinlerde ortalama nem içeriği değeri % 0.06, radyolaritlerde ortalama nem içeriği değeri % 0.07 olarak bulunmaktadır (Ek 5).

## **f) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Gözeneklilik Değerleri**

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarında gözeneklilik değerleri belirlenmesi için 8 adet karot numunesi üzerinde deneyler (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır. Ofiyolitik kayaçlarda bazaltlarda ortalama gözeneklilik değeri % 0.64, kireçtaşlarında ortalama gözeneklilik değeri % 0.20, serpantinlerde ortalama gözeneklilik değeri % 0.61, radyolaritlerde ortalama gözeneklilik değeri % 0.43 olarak bulunmaktadır (Ek 6).

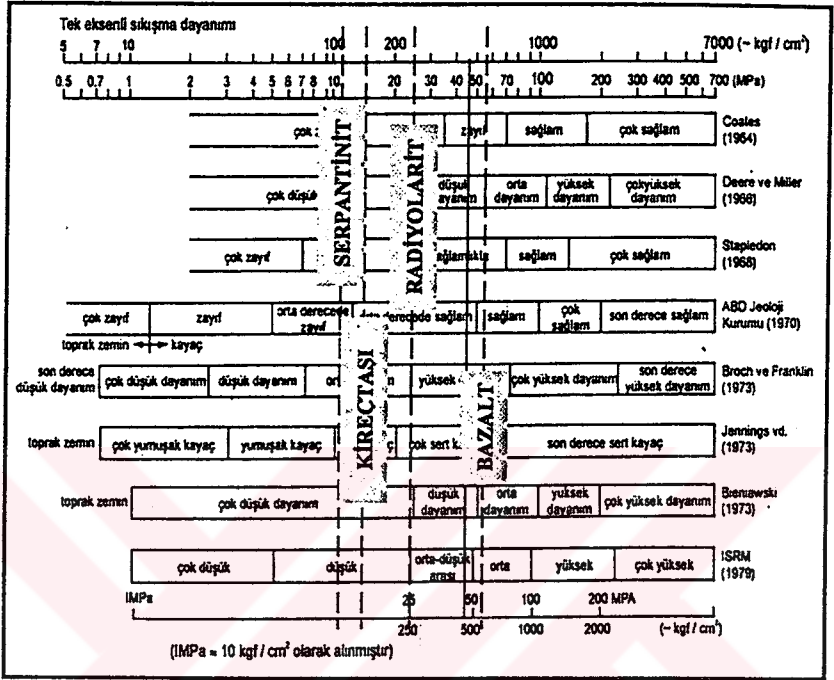
## **5.2. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Mekanik Özellikleri**

### **a) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Tek Eksenli Basınç Dayanım Değerleri**

Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarının dayanım parametrelerinin belirlenmesine yönelik olarak bent yerinde açılmış olan temel araştırma sondajlarından temin edilen karot numuneleri üzerinde tek eksenli basınç dayanımı deneyleri (ISRM, 1981) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Söz konusu deneylerde toplam 13 adet karot numunesi kullanılmıştır.

Yapılan deney sonuçlarına göre ofiyolitik kayaçlarda bazaltların ortalama tek eksenli basınç dayanımı 63,02 MPa, kireçtaşlarının ortalama tek eksenli basınç dayanımı 15,69 MPa, serpantinlerin ortalama tek eksenli basınç dayanımı 13,47 MPa, radyolaritlerin ortalama tek eksenli basınç dayanımı 28,37 MPa, olarak tespit edilmiştir (Ek 7).

Tek eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen dayanım değerleri çeşitli araştırmacılara göre değerlendirilerek tek eksenli basınç dayanımı sınıflaması yapıldığında ofiyolitik kayaçlarda bazaltlar “orta dayanımlı” kayaç sınıfına, kireçtaşları “düşük dayanımlı” kayaç sınıfına, serpantinler “düşük dayanımlı” kayaç sınıfına ve radyolaritler “düşük-orta dayanımlı” kayaç sınıfına girmektedirler (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarının çeşitli araştırmacılara göre\* tek eksenli basınç dayanımı sınıflaması  
\*(Tablo, Ulusay (2001) den alınmıştır)

## b) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Endirekt (Brazilian) Çekme Dayanımı Değerleri

Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçlarda çekme dayanımlarının belirlenmesi amacıyla 8 adet karot numunesi üzerinde endirekt (Brazilian) çekme dayanımı deneyleri (ISRM, 1981) yöntemine göre yapılmıştır.

Yapılan deney sonuçlarına göre ofiyolitik kayaçlarda bazaltların ortalama endirekt (Brazilian) çekme dayanımı 8,80 MPa, kireçtaşlarının ortalama endirekt (Brazilian) çekme dayanımı 6,98 MPa, radyolaritlerin ortalama endirekt (Brazilian) çekme dayanımı 5,93 MPa, olarak tespit edilmiştir (Ek 8).

### **c) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Nokta Yükü Dayanımı Değerleri**

Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçlarda nokta yükü dayanımlarının belirlenmesi amacıyla 6 adet karot numunesi ve 4 adet el örneği olmak üzere toplam 10 adet numune üzerinde nokta yükü dayanımı deneyleri (ISRM, 1985) yöntemine göre yapılmıştır.

Yapılan deney sonuçlarına göre ofiyolitik kayaçlarda bazaltların ortalama nokta yükü dayanımı 2,25 MPa, kireçtaşlarının ortalama nokta yükü dayanımı 2,76 MPa, serpantinlerin ortalama nokta yükü dayanımı 0,30 MPa, radyolaritlerin ortalama nokta yükü dayanımı 1,50 MPa olarak tespit edilmiştir (Ek 9).

### **d) Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Suda Dağılmaya Karşı Dayanım Özellikleri**

Kaya kararlılığı bütün uygulamalarda son derece önemlidir. Kaya özelliklerindeki değişimler su alma, yıpranma, çözünme, oksitlenme, aşınma ve diğer işlemler sonucunda gelişir. Bazı şeyl ve volkanik kayalarda, yeni yüzeyin ortaya çıkmasıyla kaya kalitesinde kısa sürede önemli düşüşler meydana gelmektedir. Bu tür değişimler sadece kaya yüzeyinden onlarca yıl zarfında gelişmekte ve iç kısımlarında çok etkili olamamaktadır. Doğada kaya parçalanması çok sayıda ve değişik şekillerde meydana geldiğinden birkaç özel durum dışında hemen hemen hiçbir deneyde arazidekine benzer şartlar sağlanamamaktadır. Bu nedenle suda dağılmaya karşı dayanım indeksi deneyi önemlidir (Goodman, 1989).

Kayaçların sudaki dayanıklılık özelliği onların mühendislik ve petrografik bileşimi ile yakından ilgilidir. Kayaçların sudaki dayanıklılığı kaya mekaniği ve mühendislik jeolojisi uygulamalarında ve kaya kütle özelliklerinin belirlenmesinde önemli parametredir (Franklin ve Chandra, 1972).

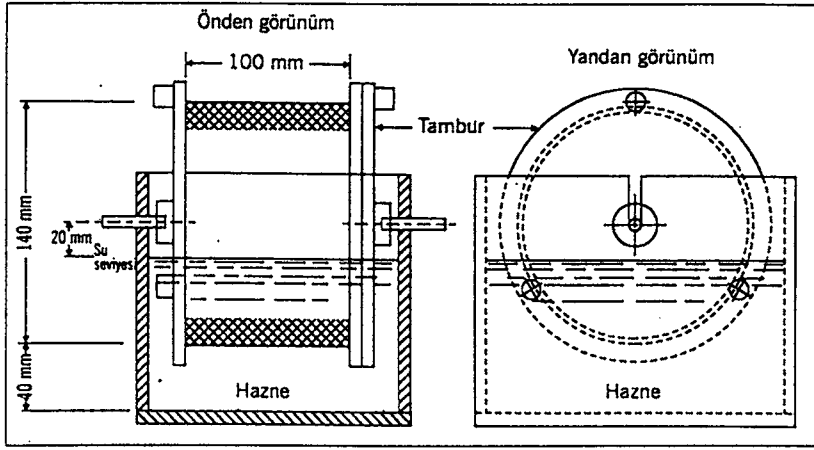
Morgenstern ve Eigenbord (1974) şeyl ve kilttaşlarının suda dağılmaya karşı dayanımının suda bekledikten sonra dayanımdaki azalmanın miktarı ve oranı olarak tanımlanmıştır. Bu araştırmacılar çimentolanmamış kilt taşı ve şeylin suya batırıldıklarında likid limitlerine ulaşana kadar suyu bünyesine alıp yumuşadıklarını göstermişlerdir.

Kayaçların sudaki dayanıklılıkları ile ilgili araştırmalarda., Gökçeoğlu, Ulusay ve Sönmez (2000) zayıf ve killi kayaçların suya dayanıklılığına etki eden faktörleri saptamışlardır. Atatürk barajındaki suya dayanıklılık özelliği ile ilgili sorunlar Çetin, Laman ve Ertunç (2000) tarafından araştırılmıştır. Dick ve Shaakor (1992 ve 1995) çamur taşlarının suya dayanıklılarının yamaç duraylılığı üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Bell, Entwisle ve Culshaw (1997), Koncagül ve Santi (1999) ve Gemici (2001) ise şeyllerin kayaç yapısının suya dayanıklılık özelliklerini araştırmıştır. Ultrasonik ölçüm ile kayaçların sudaki dayanım özellikleri Crosta (1998) tarafından incelenmiştir. Dhakal, Yoneda, Kato ve Kaneko (2001) bazı piroklastik ve sedimanter kayaçların suya dayanıklılık ile mineralojik özellikleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

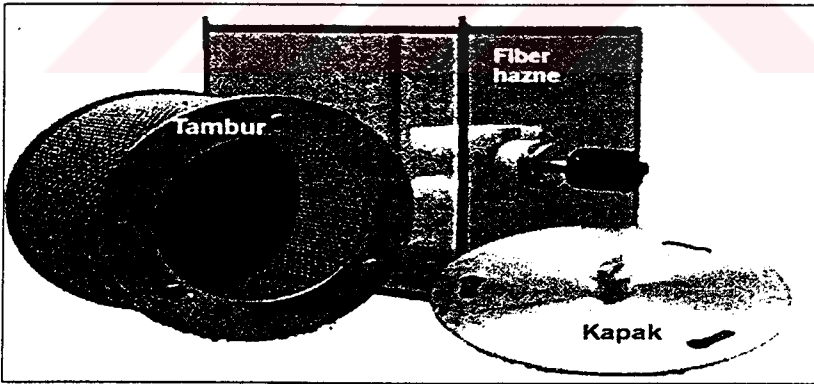
Suda dağılmaya karşı dayanım (Slake Durability) indeksi deneyinin amacı kayaç örneğinin standart iki çevrim süresince kurumaya ve ıslanmaya bırakılması durumunda parçalanmaya ve zayıflamaya karşı gösterdiği dayanımın belirlenmesidir (Ulusay, Gökçeoğlu ve Binal, 2001).

Suda dağılmaya karşı dayanım (Slake Durability) indeksi deneyi bu amaç için Franklin ve Chandra (1972) tarafından geliştirilmiştir. Deney düzeneği başlıca 14 cm çapında ve 10 cm boyunda silindirik yüzeyi 2 mm açıklığında elek telinden oluşan bir tamburdan ibarettir (şekil 5.3).

Toplam ağırlığı yaklaşık 500 gr olan 10 parça kayaç örneği tambur içinde ve bir küvet içinde tambur dakikada 20 devir yapacak şekilde döndürülür (şekil 5.4). 10 dakika süren deney sonunda tambur içinde kalan kayacın kuru ağırlığı suda dağılmaya karşı dayanım kararlılığı indeksi ( $I_d$ ) olarak tarif edilmiştir. Gamble (1971), kurutma işleminden sonra ikinci bir 10 dakikalık deneyin yapılmasını önermiştir.



Şekil 5.3. Suda Dağılmaya Karşı Dayanım (Slake Durability) deney düzeneği önden ve yandan görünümü.



Şekil 5.4. Suda Dağılmaya Karşı Dayanım (Slake Durability) deney düzeneğini oluşturan tambur, kapak ve fiber hazne.

Gamble (1971) tarafından test edilen şeyl ve kıltaşlarında suda dağılmaya karşı dayanım indeksi %0 ile 100 arasında değişen sonuçlar vermiştir. Jeolojik yaş ile dayanım indeksi arasında belirli bir ilişki yoktur. Ancak, suda dağılmaya karşı dayanım yoğunlukla doğru orantılı olarak artmakta ve doğal su içeriği ile tersi bir tutum sergilemektedir (Goodman, 1989).

Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçlarının suda dağılmaya karşı dayanımlarının belirlenmesi amacıyla bazalt, kireçtaşı, serpantin ve radyolarit karot numuneleri üzerinde suda dağılmaya karşı dayanım deneyleri (ASTM-D4644, 1992) standardına göre yapılmıştır.

Yapılan deney sonuçlarına göre radyolarit karot numuneleri üzerinde suda dağılmaya karşı dayanım indeksi sınıflaması yüksek, Serpantin karot numuneleri üzerinde suda dağılmaya karşı dayanım indeksi sınıflaması yüksek-çok yüksek, Bazalt karot numuneleri üzerinde suda dağılmaya karşı dayanım indeksi sınıflaması yüksek ve Kireçtaşı karot numuneleri üzerinde suda dağılmaya karşı dayanım indeksi sınıflaması yüksek olarak tespit edilmiştir (Ek 10).



## 6. SONUÇLAR

Tez çalışması; Yakakayı gölet yerindeki ofiyolitik kayaçların mühendislik, ve petrografik özellikleri üzerine olup, arazi ve laboratuvar çalışmaları olarak iki ayrı bölümde gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmaları kapsamında öncelikle gölet yeri ve dolayının 1/25000 ölçekli jeolojik haritası ve gölet yerinin 1/5000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası yapılmıştır. Araziden ve sondajlardan alınan el numunelerinden petrografi çalışmasında yapılan 74 adet ince kesitle kayaç tanımlamaları yapılmış, XRD analiziyle killeşme türü belirlenmiş ve buna göre birimler adlandırılmıştır. Buna göre Yakakayı gölet yeri ve çevresinde Üst Kretase yaşlı ofiyolit melanj ile Kuvaterner yaşlı altıvyon ve yamaç molozu yer almaktadır. İnceleme alanında hakim litoloji ofiyolitik melanjdır. Sondaj logunda serpantinit olarak adlandırılan birimlerin çoğunun petrografi çalışması sonrasında bazalt olduğu ortaya çıkmıştır.

Ofiyolit melanjı bazalt, radyolarit, kireçtaşı, serpantinit ve diyabaz birimleri oluşturmaktadır. Yakakayı gölet yeri ofiyolitik kayaçlarına ait karot ve el örneklerinin petrografi çalışmaları sonucunda gölet yerinde bazalt, serpantinit ve radyolarit birimlerinin egemen olduğu belirlenmiştir. Bazalt intersertal ve hiyalopilitik dokuludur ve piroksenler genelde ojit bileşimindedir. Diyabaz ofitik dokuludur. Serpantinitlerin bir kısmı ileri derece hidrotermal alterasyon sonucu lisvenitleşmiştir. Radyolaritlerin bir kısmı karbonatlaşmış ve silisleşmiştir. Kireçtaşlarının ise pelajik kökenli olduğu belirlenmiştir. Bu birimlerin büyük çoğunluğunun hidrotermal alterasyona uğradığı, demiroksitleşme, silisleşme, kloritleşme, talklaşma, epidotlaşma, karbonatlaşma ve killeşme gösterdiği gözlenmiştir.

XRD sonuçlarına göre, genellikle killeşmenin hakim olduğu ve killeşme sonucu feldispatların ayrışmasıyla kaolin grubu minerallerin, plajiyoklazların ayrışmasıyla ise simektit grubu minerallerin oluştuğu belirlenmiştir. XRD analiziyle kayaçlarda yaygın killeşme türü klinikor olarak belirlenmiştir. Ayrıca hidrotermal alterasyon sonucu silislerin etkisiyle oluşan opal gibi amorf yapılar tespit edilmiştir.

Ofiyolitik kayaçlarda bazalt, kireçtaşı, radyolarit ve serpantinit birimlerinin RQD (Kaya Kalite) değerleri genellikle kötü-orta kaya grubunda olduğu saptanmıştır. Gölet yerinde açılmış olan temel araştırma sondajlarında yapılmış olan basınçlı su deneylerine göre yerindeki ofiyolitik kayaçların az geçirimli olduğu saptanmıştır. Sondajlara göre az geçirimli yerlere sol

sahilde 20-25 m, sağ sahilde 15-27 m derinliğinde ve talvegde 17-20 m derinliğinde enjeksiyon perdesi önerilmektedir.

Tez çalışmasının laboratuvar bölümünde ise temel araştırma sondajlarından alınan toplam 13 karot numunesi üzerinde ofiyolitik kayaların fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir.

ISRM(1981) standartına göre ofiyolitik kayalarda bazaltların ortalama tek eksenli basınç dayanımı 63,02 MPa, kireçtaşlarının ortalama tek eksenli basınç dayanımı 15,69 MPa, serpantinitlein ortalama tek eksenli basınç dayanımı 13,47 MPa, radyolaritlerin ortalama tek eksenli basınç dayanımı 28,37 MPa, olarak tespit edilmiştir.

Tek eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen dayanım değerleri çeşitli araştırmacılara göre değerlendirilerek tek eksenli basınç dayanımı sınıflaması yapıldığında ofiyolitik kayalarda bazaltlar “orta dayanımlı” kayaç sınıfına, kireçtaşları “düşük dayanımlı” kayaç sınıfına, serpantinitlein “düşük dayanımlı” kayaç sınıfına ve radyolaritler “düşük-orta dayanımlı” kayaç sınıfına girmektedirler.

Endirekt (Brazilian) çekme deneyi sonucunda ISRM(1981) standartına göre bazaltların ortalama endirekt (Brazilian) çekme dayanımı 8,80 MPa, kireçtaşlarının ortalama endirekt (Brazilian) çekme dayanımı 6,98 MPa, radyolaritlerin ortalama endirekt (Brazilian) çekme dayanımı 5,93 MPa, olarak tespit edilmiştir.

Nokta yükü deneyi sonucunda ISRM(1985) standartına göre Bazaltların ortalama nokta yükü dayanımı 2,25 MPa, kireçtaşlarının ortalama nokta yükü dayanımı 2,76 MPa, serpantinitlein ortalama nokta yükü dayanımı 0,30 MPa, radyolaritlerin ortalama nokta yükü dayanımı 1,50 MPa olarak tespit edilmiştir.

Suya dayanıklılık özellikleri ise laboratuvarıda suda dağılmaya karşı dayanıklılık deneyi ASTM(1992) standardı ile belirlenmiştir. Deney sonuçları sonucunda ofiyolitik kayaların suda dağılmaya karşı dayanım sınıflaması yüksek olarak bulunmuştur.

Elde edilen tüm bu verilerin ışığında Yakakayı (Eskişehir) gölet yerinde yapılan jeoteknik incelemelerde ofiyolitik kayaları oluşturan birimlerin fiziksel özelliklerinden gözeneklilik değerleri oldukça düşük olduğundan gölet yerinde her hangi bir su sızması sorunu beklenmemektedir.

Özellikle bazaltların çatırlıklı olması su kaçma olasılığını göz önünde bulundurduğundan gölet yapımı esnasında kaya iyileştirme yöntemleri uygulanmalıdır. Ofiyolitik kayaları oluşturan birimlerin suda dağılmaya karşı dayanım özellikleri oldukça yüksek değerlerde bulunduğundan gölet yerinde duraylılık ve geçirimsizlik açısından herhangi bir sorun oluşturması beklenmemektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, M.,Ş., 1982. Tortul Kayaç Petroğrafisi, İTÜ yayınları no:1222, İstanbul.
- Akın, M., 2000. Uruş Baraj yeri volkanik kayaçlarının jeoteknik değerlendirmesi (Beypazarı-Ankara), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış).
- ASTM., 1992. American Society for Testing and Materials, D 4644, Standard test method for slake durability of shales and similar weak rocks, ASTM Publication, 87, 747-749.
- Asutay, Ü., Küçükkayman, A. ve Gözler, Z., 1989. Dağkılıcı (Eskişehir kuzeyi) ofiyolit karmaşığının stratigrafisi, yapısal konumu ve kümlatların petroğrafisi, MTA dergisi 109, 1-8.
- Ayday, C., 2001. Eskişehir Yerleşim Yeri Mühendislik Jeolojisi Haritasının Hazırlanması. Anadolu Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, No:000401.
- Banfield, J.F, 1991. An AEM-Tem study of weathering and diagenesis, Abert Lake, Oregon. I. Weathering reactions in the volcanics: Geochim. Cosmochim, Acta 55, 2781-93.
- Bell, F., 1993. Engineering Geology, Blackwell Scientific Publications, U.S.A., 358pp.
- Bell, F., Entwisle. ve D.C, Culshaw 1997. A geotechnical survey of some British coal measures mudstones, with particular emphasis on durability. Engineering Geology. 46; 115-129.
- Bıçer, A., 1983. DSİ III.Bölge Müdürlüğü Eskişehir Alpu ovası hidrojeolojik etüt raporu, DSİ yayınları, Ankara.
- Carrol, D., 1970. Rock Weathering, plenum press, New York-London.
- Crosta, G., 1998. Slake durability Vs ultrasonic treatment for rock durability determinations. Int.J. Rock Mech. Min. Sci., 35;6, 815-824.
- Çetin, H., Laman, M ve Ertunç, A., 2000. Settlement and Slaking Problems in the World's Fourth Largest Rock-Fill Dam, Atatürk Dam in Turkey. Engineering Geology. 56; 3-4, 225-242.
- Dhakal, G., Yoneda., T, Kato., M Ve Kaneko., K., 2001. Slake Durability and Mineralogical properties of some pyroclastic and sedimentary rocks, Engineering Geology. 65; 31-45.
- Dick., C ve Shakoor, A., 1992. Lithological controls of mud rock durability. Q.J.Engineering Geology, 25; 31-46.
- Dick., C ve Shakoor, A., 1995. Characterizing durability of mud rocks for slope stability purposes. Geol.Soc.Am. Rev. Eng. Geo.1995, 121-130.

- DSİ, 2001. Eskişehir Merkez Yakakayı Göleti jeoteknik planlama raporu, no :70, DSİ III. Bölge Müdürlüğü yayınları, Eskişehir.
- Erden, F., 1975. Eskişehir-Mihallıçık bölgesi gravite etüdü, MTA raporu, Derleme no: 6290, Ankara.
- Erguvanlı, K., 1995. Mühendislik Jeolojisi, 4. Baskı, Seç yayın dağıtım, İstanbul, 590s
- Erkan, Y., 1997. Mağmatik Petrografi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi yayınları no: 40, Ankara.
- Franklin, A. ve Chandra, A., 1972. The slake durability test. Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr.(9), 325-341.
- Fookes, P.G., 1970. Discussion on Eng. Grade Zones, Proc. Conf. on Insitu Inv. In soils and rocks, British Geotech. Soc. London, pp.53-57.
- Gamble, J.C., 1971. Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks. Ph.D. thesis, University of Illinois.
- Gary, M., 1972. Glossary of geology, Washington, D.C.
- Gemici, Ü., 2001. Durability of shales in Narlıdere, İzmir, Turkey with emphasis on the impact of water on slaking behaviour. Environmental Geo., 41; 430-439.
- Goodman, R. E., 1989. Introduction to Rock Mechanics, 2nd ed., Wiley, New York. 562 pp.
- Gökçeoğlu, C., Ulusay, R. ve Sönmez H., 2000. Factors Affecting Durability of Selected Weak and Clay Bearing Rocks from Turkey. Engineering Geology. 57; 3-4, 215-237.
- Gözler, M.Z., 1996. Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No:9973 (Yayınlanmamış), Ankara.
- ISRM, 1979. International Society for Rock Mechanics, Suggested method for Quantitative description of discontinuities in rock masses Int.J.Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abst., 15, 319-368.
- ISRM, 1981. International Society for Rock Mechanics, Rock Characterization, Testing and Monitoring : E.T. Brown (ed.), Pergamon Press, 211 pp.
- ISRM, 1985. International Society for Rock Mechanics, Suggested method for determining point load strength. Int.J.Rock Geomech. Abst., 22(2), 51-60
- İrfan, T.Y., 1981. Ayrışma ve ayrışma sınıfları, TJK konferans dizisi, no:19.
- Koncagül, E.C. ve Santi, P.M., 1999. Predicting the unconfined compressive strength of the Breathit shale using slake durability, Shore hardness and rock structural properties. Int. Journal of Rock Mech and Min.Sci.,36; 139-153.

- Koçbay, A., 2003. Osmancık-Çorum yöresindeki Bazaltların Ayrışma Karakteristiklerinin ve Derecesinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayımlanmamış).
- Moore, D.M ve Reynolds, JR,C., 1997. X-Ray Diffraction and Identification and Analysis of Clay Minerals. 2. Edition, Oxford University Press, Oxford.
- Ollier, C., 1984. Weathering (Geomorpholgy texts) 2nd ed. British library Cat., Pub. Data, longman London and New York.
- Ölmez, E. ve Yücel, A., 1985. Eskişehir ve yöresinin jeotermal enerji olanakları raporu, MTA derleme, Ankara, (Yayımlanmamış).
- Özsan, A. ve Karpuz, C., 1996. Geotechnical rock-mass evaluation of the Anamur dam site, Turkey. Engineering Geology. 42; 65-70.
- Özsan, A. ve Akın, M., 2002. Engineering geological assessment of the proposed Uruş dam, Turkey. Engineering Geology. 66; 271-281.
- Özsan, A. ve Başarır, H., 2003. Support capacity estimation of a diversion tunnel in weak rocks. Engineering Geology. 68; 319-331.
- Peltier, L., 1950. The geographic cycle in periglacial regions as its related to cilitic geomorphology. Ass. of American Georaphy, 40 p.
- Shimada, M., 2000. Mechanical Behaviour of Rocks under High Pressure Conditions. Geomechanics research series 2, Balkema, Rotterdam.
- Sounders, M.K. ve Fookes, P.G., 1970. Areview of the relationship of rock weathering and climate and its significance to foundation engineering. Engineerin Geology,4,298-325.
- Strecksein, A., 1976. To each plutonic rocks its proper name. Earth Sci. Rev.,12;1-33.
- Şekercioğlu, E., 1998. Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, JMO yayını no: 28, Ankara, 229 s.
- Şentürk, K ve Karaköse,C., 1981. Orta Sakarya Bölgesinde Liyas Öncesi Ofiyolitlerin ve Mavişistlerin Oluşumu ve Yerleşmesi, TJK Bülteni, cilt 24, sayfa 1-10.
- Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., 1983. Türkiye’de Tetis’in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım, TJK Yerbilimleri özel dizisi, No:1, 75s.
- Tarhan, F., 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Tekeli, O., 1981. Subduction Complex of Pre-Jurassic Age, Northen Anatolia, Turkey, Geology, no:9, pp 68-72.
- Ulusay, R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, Genişletilmiş 4. Baskı, JMO yayını no: 38, Ankara, 385 s.

- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C. ve Binal, A., 2001. Kaya Mekaniki Laboratuar Deneyleri, JMO yayını no: 58, Ankara, 161 s.
- Ural, N., 1992. DSİ III.Bölge Müdürlüğü Yakakayı göleti ön inceleme aşaması jeoteknik raporu, DSİ yayınları, (Yayımlanmamış).
- Valeton, I., 1970. Paleo. Of Lateritic bauxites with vertical and lateral dif. Geological Society London, Special pub. 11, pp.213-222.
- Yılmaz, I., 2000. Mühendislik Jeolojisinde Alan Araştırması, Teknik yayınevi, Ankara, 216 s.
- Yılmaz, Y., 1979. Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı, TJK Bülteni, cilt 22, sayfa 85-99, Ankara.

## E K L E R

- EK 1. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Birim Ağırlık Değerleri
- EK 2. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerleri
- EK 3. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Hacimce Su Emme Oranı Değerleri
- EK 4. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Doluluk Oranı Değerleri
- EK 5. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Nem İçeriği Değerleri
- EK 6. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Gözeneklilik Değerleri
- EK 7. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Tek Eksenli Basınç Değerleri
- EK 8. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Endirekt (Brazilian) Çekme Dayanımı Değerleri
- EK 9. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Nokta Yüklü Dayanımı Değerleri
- EK 10. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Suda Dağılmaya Karşı Dayanım(Slake Durability) Değerleri ..



EK 1. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Birim Ağırlık Değerleri

| Numune No          | Kayaç Cinsi | Birim Ağırlık<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | Ortalama<br>Değer (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|--------------------|-------------|--|---|
| SK3 (12.30-12.45)  | Bazalt      | 2,97                                   | 2,96                                    |
| SK1 (11.00-11.15)  | Bazalt      | 2,99                                   |   |
| SK3 (20.20-20.50)  | Bazalt      | 2,95                                   |   |
| SK4 (20.80.-21.06) | Bazalt      | 2,93                                   |   |
| SK1 (11.50-11.80)  | Kireçtaşı   | 2,56                                   | 2,56                                    |
| DSK1 (4.50-4.70)   | Serpantinit | 2,88                                   | 2,88                                    |
| SK3 (26.50-26.70)  | Radyolarit  | 2,88                                   | 2,88                                    |

EK 2. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Ağırlıkça Su Emme Oranı (%) | Ortalama Değer (%) |
|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|
| SK1 (11.50-11.80) | Kireçtaşı   | 0,04                        | 0,05               |
| SK1 (11.50-11.60) | Kireçtaşı   | 0,05                        |                    |
| SK1 (11.60-11.70) | Kireçtaşı   | 0,05                        |                    |
| SK1 (11.70-11.80) | Kireçtaşı   | 0,04                        |                    |
| SK4 (20.80-21.06) | Bazalt      | 0,07                        | 0,08               |
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 0,08                        |                    |
| SK3 (26.50-26.70) | Radiolarit  | 0,06                        | 0,06               |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantinit | 0,07                        | 0,07               |

EK 3. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Hacimce Su Emme Oranı Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Hacimce Su Emme Oranı (%) | Ortalama Değer (%) |
|-------------------|-------------|---------------------------|--------------------|
| SK1 (11.50-11.80) | Kireçtaşı   | 0,16                      | 0,13               |
| SK1 (11.5-11.6)   | Kireçtaşı   | 0,13                      |                    |
| SK1 (11.6-11.7)   | Kireçtaşı   | 0,14                      |                    |
| SK1 (11.70-11.80) | Kireçtaşı   | 0,10                      |                    |
| SK4 (20.8-21.06)  | Bazalt      | 0,20                      | 0,22               |
| SK3 (20.2-20.5)   | Bazalt      | 0,24                      |                    |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantinit | 0,12                      | 0,12               |
| SK3 (26.5-26.7)   | Radyolarit  | 0,09                      | 0,09               |

EK 4. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Doluluk Oranı Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Doluluk Oranı (%) | Ortalama Değer (%) |
|-------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| SK1 (11.50-11.80) | Kireçtaşı   | 99,83             | 99,8               |
| SK1 (11.50-11.60) | Kireçtaşı   | 99,80             |                    |
| SK1 (11.60-11.70) | Kireçtaşı   | 99,79             |                    |
| SK1 (11.70-11.80) | Kireçtaşı   | 99,84             |                    |
| SK4 (20.80-21.06) | Bazalt      | 99,28             | 99,3               |
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 99,32             |                    |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantinit | 99,13             | 99,1               |
| SK3 (26.50-26.70) | Radyolarit  | 99,06             | 99,0               |

EK 5. Yakakayı Göllet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Nem İçeriği Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Nem İçeriği (%) | Ortalama Değer (%) |
|-------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| SK1 (11.70-11.80) | Kireçtaşı   | 0,02            | 0,02               |
| SK1 (11.50-11.60) | Kireçtaşı   | 0,02            |                    |
| SK1 (11.60-11.70) | Kireçtaşı   | 0,02            |                    |
| SK1 (11.50-11.80) | Kireçtaşı   | 0,02            |                    |
| SK4 (20.8.-21.06) | Bazalt      | 0,10            | 0,13               |
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 0,15            |                    |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantin   | 0,06            | 0,06               |
| SK3 (26.50-26.70) | Radyolarit  | 0,07            | 0,07               |

EK 6: Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Gözeneklilik Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Gözeneklilik (%) | Ortalama Değer (%) |
|-------------------|-------------|------------------|--------------------|
| SK1 (11.70-11.80) | Kireçtaşı   | 0,16             | 0,20               |
| SK1 (11.50-11.60) | Kireçtaşı   | 0,20             |                    |
| SK1 (11.60-11.70) | Kireçtaşı   | 0,21             |                    |
| SK1 (11.50-11.80) | Kireçtaşı   | 0,23             |                    |
| SK4 (20.8.-21.06) | Bazalt      | 0,59             | 0,64               |
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 0,68             |                    |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantinit | 0,61             | 0,61               |
| SK3 (26.50-26.70) | Radyolarit  | 0,43             | 0,43               |

EK 7. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Tek Eksenli Basınç Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | T.E.B Dayanımı (MPa) | Ortalama Dayanım (MPa) |
|-------------------|-------------|----------------------|------------------------|
| SK3 (12.30-12.45) | Bazalt      | 94,73                | 63,02                  |
| SK1 (11.00-11.15) | Bazalt      | 36,40                |                        |
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 103,12               |                        |
| SK4 (20.80-21.06) | Bazalt      | 46,72                |                        |
| SK2 (24.00-25.00) | Bazalt      | 58,33                |                        |
| SK4 (18.00-20.00) | Bazalt      | 38,82                |                        |
| SK1 (11.50-11.80) | Kireçtaşı   | 12,62                | 15,69                  |
| DSK1 (11.0-11.50) | Kireçtaşı   | 18,76                | 13,47                  |
| SK3 (26.50-26.70) | Serpantinit | 14,82                |                        |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantinit | 12,12                |                        |
| SK3 (14.50-15.0)  | Radiyolarit | 24,01                | 28,37                  |
| DSK1 (12.50-13.0) | Radiyolarit | 31,86                |                        |
| SK2 (15.00-15.50) | Radiyolarit | 29,25                |                        |

EK 8. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Endirekt (Brazilian)  
Çekme Dayanımı Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Endirekt Çekme Dayanımı (MPa) | Ortalama Dayanım (MPa) |
|-------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 9,32                          | 8,80                   |
| SK3 (20.20-20.50) | Bazalt      | 7,95                          |                        |
| SK4 (20.80-21.06) | Bazalt      | 8,84                          |                        |
| SK3 (12.30-12.45) | Bazalt      | 9,11                          |                        |
| SK1 (11.50-11.70) | Kireçtaşı   | 7,39                          | 6,98                   |
| SK1 (11.60-11.70) | Kireçtaşı   | 6,29                          |                        |
| SK1 (11.70-11.80) | Kireçtaşı   | 7,26                          |                        |
| SK3 (26.50-26.70) | Radyolarit  | 5,93                          |                        |



EK 9: Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Nokta Yüklü Dayanımı Değerleri

| Numune No         | Kayaç Cinsi | Nokta Yüklü Dayanımı (MPa) | Ortalama Dayanım (MPa) |
|-------------------|-------------|----------------------------|------------------------|
| El numunesi -1    | Bazalt      | 2,07                       | 2,25                   |
| SK3 (25.50-25.70) | Bazalt      | 3,34                       |                        |
| SK4 (13.70-14.00) | Bazalt      | 2,04                       |                        |
| El numunesi -2    | Bazalt      | 1,53                       | 2,76                   |
| SK1 (11.50-11.70) | Kireçtaşı   | 2,38                       |                        |
| El numunesi -3    | Kireçtaşı   | 3,14                       |                        |
| DSK1 (14.2-14.35) | Radyolarit  | 1,53                       | 1,50                   |
| El numunesi -4    | Radyolarit  | 1,48                       |                        |
| SK3 (26,5-26,70)  | Serpantinit | 0,36                       | 0,30                   |
| DSK1 (4.50-4.70)  | Serpantinit | 0,24                       |                        |

EK 10. Yakakayı Gölet Yeri Ofiyolitik Kayaçlarının Suda Dağılmaya Karşı Dayanım (Slake Durability) Değerleri

| Numune No               | Grup No | Kayaç Cinsi            | Suda Ayırışma              |                            |                    |
|-------------------------|---------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
|                         |         |                        | İndeksi, $I_d$<br>1<br>(%) | İndeksi, $I_d$<br>2<br>(%) | Sınıfı             |
| DSK 1<br>( 4,50-4,70)   | 1       | Talklaşmış Serpantinit | 90                         | 82                         | Orta Yüksek-Yüksek |
| DSK 1<br>( 9,50-9,60)   | 2       | Killeşmiş Bazalt       | 88                         | 81                         | Yüksek             |
| DSK 1<br>( 11,50-11,70) | 3       | Pelajik Kireçtaşı      | 89                         | 84                         | Yüksek             |
| SK 1<br>( 20,80-21,00)  | 1       | Talklaşmış Serpantinit | 96                         | 93                         | Çok Yüksek         |
| DSK 1<br>( 14,20-14,35) | 4       | Radiyolarit            | 92                         | 90                         | Yüksek             |

## ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Ankara'da doğdu. İlkokulu 1987 yılında Eskişehir Mustafa Kemal İlköğretim Okulu'nda, orta ve lise öğrenimini 1994 yılında Eskişehir Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1995 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Ocak 2000 'de Jeoloji Mühendisi unvanıyla mezun oldu.

Ekim 2000-Ekim 2003 yılları arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji bilim dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.