

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ercüment YALIM

**TURUNÇLU (DELİHALİL-OSMANİYE) BÖLGESİNDEKİ
BAZALTİK OLUŞUMLARIN DERİNLİĞE BAĞLI
DEĞİŞİMLERİNİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TURUNÇLU (DELİHALİL-OSMANİYE) BÖLGESİNDEKİ BAZALTİK
OLUŞUMLARIN DERİNLİĞE BAĞLI DEĞİŞİMLERİNİN
JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ**

Ercüment YALIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez 13/07/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle
Kabul Edilmiştir.**

İmza.....

Yrd. Doç. Dr. İ. Altay ACAR
DANIŞMAN

İmza.....

Doç. Dr. Suphi URAL
ÜYE

İmza.....

Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü**

İmza ve Mühür

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TURUNÇLU (DELİHALİL-OSMANİYE) BÖLGESİNDEKİ BAZALTİK OLUŞUMLARIN DERİNLİĞE BAĞLI DEĞİŞİMLERİNİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Ercüment YALIM

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. İ. Altay ACAR

Yıl : 2009, Sayfa : 131

Jüri : Yrd. Doç. Dr. İ. Altay ACAR
: Doç. Dr. Suphi URAL
: Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ

Bazaltlar, doğada yaygın olarak bulunan bir volkanik kayaç grubunu teşkil ederler. Yer yüzeyinde yüksek yayılıma sahip bu bazaltik oluşumlar derinliğe bağlı olarak boşluklu ve masif olmak üzere farklı yapılar sunmaktadır.

Çalışmadaki ana amaç, bu tür birimlerde derinlikle beraber gözlenen değişimlerin yarattığı bu farklılıkların belirlenmesidir. Amaca yönelik, Turunçlu bölgesinde gözlenen Delihalil Bazaltları (Qd) seçilmiştir ve bu birim üzerinde yapılan sondajlardan elde edilen boşluklu ve masif bazaltların jeomekanik değerlendirmeleri yapılmıştır. Aynı zamanda petrografik ve jeokimyasal yönleri de ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Turunçlu, Delihalil, Bazalt, Jeomekanik, Derinlik

ABSTRACT

MSc THESIS

GEOMECHANICAL FEATURES OF CHANGINGS ACCORDING AS TO DEPTH OF BASALTIC FORMATIONS IN THE TURUNÇLU (DELİHALİL-OSMANİYE) REGION

Ercüment YALIM

DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assis. Prof. Dr. İ. Altay ACAR

Year : 2009, Pages : 131

Jury : Assis. Prof. Dr. İ. Altay ACAR
: Assoc. Prof. Dr. Suphi URAL
: Assis. Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ

The basalts constitute extensively situated a volcanic rock group in the nature. This basaltic formations have high spread in the earth and present different structures like porosity and massive according to depth.

The main purpose of study is determination of differences occur with depth at this kind of units. Purposive, it was picked Delihalil Basalts (Qd) in the Turunçlu region and belongs to this unit of porosity and massive basalts were made geomechanical evaluations. At the same time petrographic and geochemical ways were manifested.

Key Words: Turunçlu, Delihalil, Basalt, Geomechanical, Depth

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırladığım yüksek lisans tezimde, değerli paylaşımlarıyla yol gösterici olan danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. İ. Altay ACAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde akademik kariyerime pozitif yönde katkıda bulunmuş tüm öğretim üyelerine teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında yabancı dildeki akademik literatürlerde desteğine başvurduğum Sayın Sosyolog Cihat YALIM'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Yine desteklerinden dolayı Sayın Dr. Ali ÖZVAN'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatım başta olmak üzere; hayatımın her döneminde manevi ve maddi değerler yönünden bana hiçbir şekilde eksiklik hissettirmeyen annem Sayın Naimet YALIM'a, babam Sayın Atilla Mehmet YALIM'a, ağabeyim Sayın Cihat YALIM'a ve büyükbabam Sayın Cihat YALIM'a sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. İnceleme Bölgesinin Coğrafi Konumu.....	2
1.3. Bazaltlar Hakkında Genel Bilgiler.....	4
1.3.1. Tanımlanması.....	4
1.3.2. Renk.....	4
1.3.3. Dokusal Özellikleri.....	4
1.3.4. Mineralojik Bileşim.....	6
1.3.5. Türleri.....	7
1.3.6. Bulunuşları.....	9
1.3.7. Kullanım Alanları.....	9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
3. MATERYAL VE METOT.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot.....	15
3.2.1. Literatür Taraması.....	16
3.2.2. Arazi Çalışmaları.....	16
3.2.2.1. Jeofiziksel Çalışmalar.....	16
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	18
3.2.3.1. Petrografik İncelemeler.....	18
3.2.3.2. Kimyasal İncelemeler.....	18
3.2.3.3. Jeomekanik İncelemeler.....	19
3.2.3.3.(1). Birim Hacim Ağırlık (Kompas Yöntemi).....	19

3.2.3.3.(2). Ağırlıkça Ve Hacimce Su Emme Oranı.....	19
3.2.3.3.(3). Porozite (Gözeneklilik) Ve Boşluk Oranı.....	21
3.2.3.3.(4). Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı.....	21
3.2.3.3.(5). Sonik Hız (P Dalga Hızı).....	22
3.2.3.3.(6). MgSO4 Don Kaybı.....	23
3.2.3.3.(7). Los Angeles Aşınma Dayanıklılığı.....	24
3.2.3.3.(8). Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi.....	25
3.2.4. Büro Çalışmaları.....	26
3.2.5. Tez Yazımı.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	27
4.1. Çalışma Alanı Ve Yakın Civarının Jeolojisi-Stratigrafisi.....	27
4.1.1. Andırın Formasyonu (Tma).....	27
4.1.1.1. Dokuztekne Üyesi (Tmad).....	29
4.1.1.2. Bulgurkaya Olistostromu (Tbul).....	29
4.1.2. Karataş Formasyonu (Tka).....	30
4.1.3. Kızıldere Formasyonu (Tk).....	30
4.1.4. Delihalil Bazaltı (Qd).....	31
4.1.5. Alüvyon (Qa).....	31
4.2. Yapısal Jeoloji.....	32
4.3. Çalışma Bölgesinin Mühendislik Jeolojisi.....	35
4.3.1. Jeofiziksel Çalışmalara Ait Bulgular.....	39
4.3.1.1. Özdirenç Eğrilerinin Değerlendirmeleri.....	41
4.3.2. Karotlu Sondajlar.....	45
4.3.3. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Petrografik Ve Jeokimyasal Özellikleri.....	51
4.3.3.1. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Petrografik Özellikleri.....	51
4.3.3.2. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Jeokimyasal Özellikleri.....	56
4.3.4. Ayrışma, Tipleri Ve Ayrışmayı Denetleyen Başlıca Faktörler İle Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Ayrışma Durumlarının Belirlenmesi..	59
4.3.4.1. Ayrışmanın Tanımı Ve Tipleri.....	59
4.3.4.1.(1). Fiziksel Ayrışma.....	60

4.3.4.1.(2). Kimyasal Ayrışma.....	60
4.3.4.2. Ayrışmayı Denetleyen Başlıca Faktörler.....	61
4.3.4.2.(1). İklim.....	61
4.3.4.2.(2). Topoğrafya.....	62
4.3.4.2.(3). Zaman.....	62
4.3.4.3. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Ayrışma Durumlarının Arazideki Özelliklerine Göre Belirlenmesi.....	62
4.3.4.4. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Ayrışma Durumlarının Jeokimyasal Özelliklerine Göre Belirlenmesi.....	66
4.4. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Jeomekanik Özellikleri.....	76
4.4.1. Birim Hacim Ağırlık Deneyi.....	76
4.4.2. Ağırlıkça Ve Hacimce Su Emme Deneyi.....	78
4.4.3. Porozite (Gözeneklilik) Ve Boşluk Oranı Deneyi.....	80
4.4.4. Sonik Hız (P Dalga Hızı) Deneyi.....	81
4.4.5. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyi.....	83
4.4.6. MgSO ₄ Don Kaybı Deneyi.....	88
4.4.7. Los Angeles Deneyi.....	91
4.4.8. Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi Deneyi.....	92
4.4.9. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	95
4.5. Derinlik Ve Jeomekanik Değerler Arasındaki İlişki.....	98
5. SONUÇLAR.....	105
KAYNAKLAR.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	114
EKLER.....	115

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1.	Boşluklu ve masif seviyeleri incelenen sondajların genel nitelikleri.....	45
Çizelge 4.2.	Kimyasal analizi yapılan numunelerin alındığı derinlikler ve makroskopik olarak tanımlamaları.....	56
Çizelge 4.3.	Bazalt numuneleri üzerinde yapılan jeokimyasal analizlerde ortaya çıkan majör oksitlere ait sonuçlar.....	57
Çizelge 4.4.	Hall (1996)'un alkali bazaltlara ait kimyasal analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.5.	Açıklıkların tanımlanması (ISRM, 1978).....	64
Çizelge 4.6.	Boşluklu ve masif bazaltlar için hesaplanan indeks değerler.....	68
Çizelge 4.7.	Boşluklu bazaltlardan elde edilen birim hacim ağırlık değerleri....	77
Çizelge 4.8.	Masif bazaltlardan elde edilen birim hacim ağırlık değerleri.....	78
Çizelge 4.9.	Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen ağırlıkça su emme değerleri.....	79
Çizelge 4.10.	Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen hacimce su emme değerleri.....	79
Çizelge 4.11.	Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen porozite ve boşluk oranı değerleri.....	80
Çizelge 4.12.	Anon (1979)'a göre dalga hızı tanımlaması.....	81
Çizelge 4.13.	Elde edilen Vp (sıkışma dalgası) değerleri.....	82
Çizelge 4.14.	Tek eksenli sıkışma dayanımına göre direnç özellikleri (ISRM, 1981).....	83
Çizelge 4.15.	Elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri.....	84
Çizelge 4.16.	Bazaltlardaki MgSO ₄ don kaybı deney sonuçları.....	91

Çizelge 4.17. Los Angeles deneyi ile belirlenen % aşınma kaybı değerleri.....	92
Çizelge 4.18. Her bir döngü sonrası elde edilen yıpranma dayanıklılığı indeksleri.....	94
Çizelge 4.19. Gamble (1971) tarafından geliştirilen ıslak kararlılık (suda dağılmaya karşı duraylılık) sınıflaması.....	95
Çizelge 4.20. Kalite değerlendirilmesinde kullanılan değer aralıkları (CIRIA/CUR, 1991).....	96
Çizelge 4.21. Boşluklu bazaltlar için yapılan kalite değerlendirme sonuçları (CIRIA/CUR, 1991).....	97
Çizelge 4.22. Masif bazaltlar için yapılan kalite değerlendirme sonuçları (CIRIA/CUR, 1991).....	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. İnceleme bölgesine ait yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.2. Turunçlu'ya ait genel görünüm.....	3
Şekil 3.1. Rezistivite elektrot dizilim düzeneği (AB: Akım elektrotları, MN: Potansiyel elektrotları, V: Potansiyometre, I: Miliampermetre).....	17
Şekil 3.2. Karot düzeltme makinesi ve bu makineyle silindirik karot numunelerinin düzeltilmesine ait görüntüler.....	20
Şekil 3.3. Numunelerin boy ve çaplarının ölçülmesine ait görüntüler.....	20
Şekil 3.4. Tek eksenli sıkışma dayanımında kullanılan ekipman ve deneye ait görüntüler.....	21
Şekil 3.5. Sonik hız deneyinin yapılışı, kullanılan pundit aleti ve ekipmanları...	22
Şekil 3.6. MgSO ₄ çözeltisi dolu kaplar ile kullanılan numunelere ait görüntü....	23
Şekil 3.7. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyinde kullanılan alet ve kullanılan numunelere ait görüntüler.....	26
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Bilgin vd, 1981; Kozlu, 1997'den düzenlenerek).....	28
Şekil 4.2. Miyosen-Holosen'de genel hatlarıyla mevcut tektonizma (Şengör ve Yılmaz, 1981).....	32
Şekil 4.3. Tektonik açıdan bölgeyi etkisi altına alan levhalar.....	33
Şekil 4.4. KOFZ boyunca oluşan bazaltik ürün dağılımları (Yurtmen vd, 2000).....	34
Şekil 4.5. Pahöhö lav akıntılarına ait genel görünüm.....	35
Şekil 4.6. Turunçlu'daki Qd birimine ait görünüm	36
Şekil 4.7. Bölgedeki bazaltların dağılım haritası (Pelen, 1995).....	37
Şekil 4.8. İnceleme alanına ait GB-KD yönlü jeolojik enine kesit	38
Şekil 4.9. Güney yönde giderek belirginleşen alüvyonlara ait görünüm.....	38
Şekil 4.10. Yapılan jeofiziksel çalışmalara ait görüntü.....	39
Şekil 4.11. Jeofizik ölçümlerin yapıldığı lokasyonları gösteren harita.....	40
Şekil 4.12. JF-01 noktası için görünür öz direnç-derinlik eğrisi, tabaka kalınlık ve öz direnç değerleri.....	42

Şekil 4.13. JF-02 noktası için görünür öz direnç-derinlik eğrisi, tabaka kalınlık ve öz direnç değerleri.....	43
Şekil 4.14. Yer elektrik kesiti.....	44
Şekil 4.15. Sondajların lokasyon haritası ve jeolojik enine kesitler.....	46
Şekil 4.16. Sondaj logları (SK-01 ve SK-02).....	47
Şekil 4.17. Sondaj logları (SK-03 ve SK-04).....	48
Şekil 4.18. Sondaj kuyularının yanal olarak korelasyonları.....	49
Şekil 4.19. Sondaj kuyularının arazideki pozisyonlarına göre korelasyonları.....	50
Şekil 4.20. Boşluklu bazalt örneği (A) ve masif yapıdaki bazalt örneği (B).....	51
Şekil 4.21. İddingsit adı verilen oluşumlar (Boşluklu bazalt'a ait ince kesit görüntüsüdür).....	52
Şekil 4.22. Gaz boşlukları içerisinde meydana gelen kalsitleşmeler.....	53
Şekil 4.23. Boşluklu bazaltlara ait ince kesit görüntüleri ve mevcut genel yapı (Alındıkları derinlikler sırasıyla; 1, 2.5 ve 5'inci metreler).....	54
Şekil 4.24. Masif bazaltlara ait ince kesit görüntüleri ve mevcut genel yapı (Alındıkları derinlikler sırasıyla; 5.5, 8.5 ve 11.5'inci metreler).....	55
Şekil 4.25. Çalışma alanının farklı derinliklerinden alınan numunelerin Le Bas Ve Streckeisen (1991)'in TAS sınıflaması diyagramındaki konumları.....	58
Şekil 4.26. (I) %SiO ₂ - %K ₂ O, (II) %SiO ₂ - %Na ₂ O içeriklerine göre alkali ve sub-alkali bazalt diyagramında numunelerin konumları.....	59
Şekil 4.27. BS 5930 (1981)'e göre kaya kütlesi ayrışma dereceleri skalası.....	63
Şekil 4.28. Karotlu sondajdan elde edilen masif bazalt örneği.....	65
Şekil 4.29. Karotlu sondajdan elde edilen gaz boşluklu bazalt örneği.....	66
Şekil 4.30. Grafik üzerinde Ruxton oranı (RO) ve derinlik ilişkisi.....	69
Şekil 4.31. Grafik üzerinde Parker indeksi (PI) ve derinlik ilişkisi.....	70
Şekil 4.32. Grafik üzerinde değiştirilmiş ayrışma potansiyeli indeksi (MWPI) ve derinlik ilişkisi.....	71
Şekil 4.33. Grafik üzerinde kimyasal alterasyon indeksi (CIA) ve derinlik ilişkisi.....	72
Şekil 4.34. Grafik üzerinde kimyasal ayrışma indeksi (CIW) ve derinlik	

İlişkisi.....	73
Şekil 4.35. Boşluklu ve masif bazaltlardaki %SiO ₂ , %Fe ₂ O ₃ , %Al ₂ O ₃ , %CaO değerlerinin derinlikle değişimi.....	74
Şekil 4.36. Boşluklu ve masif bazaltlardaki %MgO, %K ₂ O, %Na ₂ O, %TiO ₂ değerlerinin derinlikle değişimi.....	75
Şekil 4.37. Boşluklu ve masif bazaltlardaki %P ₂ O ₅ , %Cr ₂ O ₃ , %MnO değerlerinin derinlikle değişimi.....	76
Şekil 4.38. Doygun haldeki bazalt numunesinin kırılma biçimi.....	85
Şekil 4.39. Kuru haldeki bazalt numunesinin kırılma biçimi.....	86
Şekil 4.40. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (kuru haldeki boşluklu bazalt için).....	87
Şekil 4.41. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (kuru haldeki masif bazalt için).....	87
Şekil 4.42. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (doygun haldeki boşluklu bazalt için).....	88
Şekil 4.43. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (doygun haldeki masif bazalt için).....	88
Şekil 4.44. (I) Numunelerin çözölmüş ve (II) MgSO ₄ çözeltisindeki donmuş halleri.....	89
Şekil 4.45. Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözölme döngü sayısı kontur haritası (Binal vd., 1997).....	90
Şekil 4.46. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyinde kullanılan numuneler	93
Şekil 4.47. Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen numunelerin arasındaki fark durumu.....	99
Şekil 4.48. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-01 için).....	100
Şekil 4.49. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-02 için).....	101
Şekil 4.50. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-03 için).....	102

Şekil 4.51. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-04 için).....	103
Şekil 4.52. Boşluklu bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-01, 02, 03 ve 04’ten alınarak).....	104

1. GİRİŞ

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Giriş ana başlığı altında, çalışmanın amacı ile çalışılan yerin coğrafi konumu, morfolojisi, iklimi ve ulaşımı gibi genel özelliklerinin ortaya konmasının yanı sıra tez içerisinde devamlı bahsi geçecek olan bazaltlar hakkında da genel bilgiler verilmektedir.

1.1. Amaç

Çalışma kapsamında, Turunçlu (Delihalil-Osmaniye) bölgesindeki bazaltik oluşumların derinliğe bağlı değişimlerinin jeomekanik özellikleri temel konuyu oluşturmaktadır.

Yüzeyde gözlenen yanal değişimlerin haritalanması ve tanımlanması uzman bir genel jeolog tarafından kolaylıkla yapılmaktayken düşeyde gözlenen değişimin ve özelliklerin tanımlanabilmesi spesifik bazı araştırma ve donanım gerektirmektedir. Özellikle tünel, bina, köprü, kazıklı temeller gibi düşey hattaki değişimlerle ilişkili yapılarda emniyet, maliyet ve zamansal kayıpların önlenmesi açısından düşey değişimler doğru bir şekilde ortaya konmalıdır. Ayrıca; agrega, balast malzemesi, kayaç dolgu (riprap) gibi yapı malzemelerinin standartlarda belirtilen şartlara uygun bir şekilde seçilmesi için mühendislik jeologları bir jeolojik birimi bütün yönleri ile tanımlamalı ve avantajlılığı açısından uygun kesimleri ortaya koymalıdır.

Yanal ve düşey yönde değişim gösterebilen birçok kayaç mevcuttur. Bazaltlar, doğada yanal ve düşey yönde farklılıklar gösterebilen en yaygın kayaç grubunu teşkil ederler. Yüzlerce kilometrekarelik alanları kaplayacak şekilde lav akıntıları veya piroklastik seviyeler halinde bulunabilirler. Yanal olarak farklılıklar gösterebilen bazik oluşumlar düşeyde de başta ayrışma olmak üzere farklı yapılarda bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, bazaltların özellikle düşeyde farklılıklar gösterebilmesinden dolayı bu değişimlerin belirlenmesi ve yorumlanması açısından örnek kayaç olarak seçilmesi ön görülmüştür. Burada asıl amaç, böylesi birimlerde

gözlenen düşey hattaki değişimlerin yarattığı farklılıkların ortaya konulmasında izlenecek yöntemler ile araştırmaların ve bunların yorumlarının ortaya konarak faydalarının belirlenmesidir. Bu amaçla, bölgedeki en yakın bazik birimlerin bulunduğu Turunçlu (Delihalil-Osmaniye) bölgesindeki bazaltların oluşturduğu alan çalışma alanı olarak seçilmiştir. Burada ilk olarak düşeyde birimin değişiminin belirlenmesi amaçlanmaktadır. İkinci aşamada, alınan numuneler üzerinde birtakım deneyler yapılarak mevcut değişimlerin ifade edilmesi ve malzeme katmanları ile ayrışma değişiminin ortaya konması amaçlanmaktadır.

Çalışma alanı olarak seçilen bölge gerek liman ve tersane gibi denizel yapıların gerekse önemli sanayi alanlarının ve otoyol, demiryolu gibi yapıların uygulandığı bir alana düşmektedir. Bu nedenle, malzeme seçiminde ve yapı tasarımı burada belirlenen sonuçların ülke ekonomisine ve bundan sonra yapılacak bu gibi çalışmalara katkısı olacağı düşünülmektedir.

1.2. İnceleme Bölgesinin Coğrafi Konumu

İnceleme bölgesi, Doğu Akdeniz sahilinin yaklaşık 5 km kuzeyinde Adana'nın Ceyhan ve Hatay'ın Erzin ilçeleri arasında yer almaktadır. Bu inceleme bölgesine, E90-E91 karayolları ve O52-O53 otoyolları ile ulaşılabilir. Bölge, E90-E91 karayolları ve O52-O53 otoyolları ile ulaşılabilir.

Yapılan çalışmada bölgedeki en önemli yerleşim alanı, örneklerin de temin edildiği yer olan Turunçlu köyüdür (Şekil 1.1). Çalışma bölgesi 1/25.000 ölçekli, Antakya O-36-a1 paftası içerisinde yer almaktadır.

Çalışma alanı genelde az eğimli ve düz bir morfolojiye sahiptir; fakat yakın civarda yer yer yüksek kısımlar da göze çarpmaktadır, bu kısımlarolistolit ve volkanik bacalardan oluşmaktadır. Örneklerin alındığı Turunçlu da alüvyonal düzlükler ve Kuvaterner yaşlı bazaltlardan oluşan düşük eğimli bir alandır (Şekil 1.2). Çalışmaya konu olan bazaltik oluşumlar; İskenderun Körfezinin GB'sinden KD'sine doğru Hama Tepe, Delihalil Tepe, Üç Tepeler ve Gertepe olmak üzere dört farklı bölgede yoğunlaşmaktadır. Bazik bileşimli kayaçların çıkış noktaları, bu dört bölgedeki volkanik bacalar olarak gösterilmektedir (Yurtmen vd, 2000).



Şekil 1.1. İnceleme bölgesine ait yer bulduru haritası



Şekil 1.2. Turunçlu'ya ait genel görünüm

Akdeniz ikliminin egemen olduğu çalışma sahasında yaz ayları sıcak ve kurak, bahar ve kış ayları ise ılık ve yağışlıdır. Yağışlar genellikle yağmur şeklindedir ve genellikle Aralık-Nisan ayları arasında yoğun olup yaz ayları kuraktır.

1.3. Bazaltlar Hakkında Genel Bilgiler

Bu başlık adı altında bazaltların tanımlanmasıyla birlikte renk, dokusal özellikler, mineralojik bileşim, varolan türleri, bulunuşları ve kullanım alanları hakkında genel bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır. Amaca yönelik olarak; Temur (2001), Çelik (2003), Kıbıcı (2003) ve Erkan (2006)'nın çalışmalarından faydalanılmıştır.

1.3.1. Tanımlanması

Bazaltlar, kimyasal ve mineralojik bileşimleri bakımından gabronun volkanik kardeşlarıdır. Açık renkli mineral olarak başlıca plajiyoklas içeren, koyu renkli mineral miktarı genellikle % 40-70 arasında olan kayalardır.

1.3.2. Renk

Koyu gri-siyah arasında değışen renklere sahiptir. Volkan camı içeriğı fazla olan bazaltlar kristalli dokulu bazaltlara kıyasla daha siyah veya koyu kahverengi bir renge ve taze kırılmış yüzeylerinde mat bir görünüme sahiptir. Diğerleri ise biraz daha açık renkler gösterirler. Kloritleşme ve epidotlaşmaya bağılı olarak yeşilimsi renklere ortaya çıkabilir. Demir içeren minerallerin oksidasyonu ile kahverengi, kırmızımsı kahverengi bir renk de gösterebilirler.

1.3.3. Dokusal Özellikleri

Bazaltların büyük çoğunluğu porfirik dokuludur. Plajiyoklas, ojit ve/veya olivin fenokristalleri bazen gözle tanınabilecek kadar büyüktür. Fenokristaller öz

şekilli veya yarı öz şekilli durumdadır. Kayaç genellikle kristalli-çok küçük taneli bir hamura sahiptir. Feldispat mikrolitleri hamurun büyük bir kısmını oluşturduğunda pilotaksitik doku ortaya çıkar ve akma dokusu belirginleşir. Ayrıca küçük feldispat çubuklarının arasına yine küçük ojit tanelerinin doldurması sonucu gelişen ofitik doku veya volkan camının bulunması ile intersertal doku da görülür. Kısmen veya tamamen volkan camı içeren, yani yarı kristalli ve camsı dokulu bazaltlara da rastlanılır. Bu tür camsı hamur içeren bazaltlar doğada nispeten az bulunurlar.

Bazaltlar içinde değişik anklavlara da rastlanılabilir. Bunlardan ksenokristaller, bazaltın mineralojik bileşimine yabancı, çoğunlukla bir reaksiyon kuşağı ile çevrilmiş, erime ve korozyon etkileri taşıyan minerallerdir. Bunlar çevre kayaca ait mineraller olabilirler veya kalkalkali bazaltlarda yüksek basınç ve sıcaklık altında ilk aşamada kristalleşen kuvars fenokristalleri, peridotitlere ait olivin, kromdiyopsit, kromspinel, v.b. gibi mineraller de olabilirler. Ksenolitler, değişik kayaçlara ait parçalar, olivin yumruları ise üst mantoya ait olduğu ifade edilen peridotit ksenolitleridir. Bunlar cm-dm büyüklüğünde ve yuvarlaklaşmış olarak alkali olivin-bazalt grubu kayaçlar içinde görülürler. Toleyitik bazaltlarda ise; çok ender bulunabilirler.

Bazaltlarda mikroskopik ölçekten desimetreye kadar değişebilen boyutlarda gaz boşluklarına (vesiküler doku) sıkça rastlanır. Bu boşluklar küresel, oval, lavın akma yönüne paralel uzamış veya düzensiz şekillere sahip olabilirler. Boşlukların silis mineralleri ve karbonat mineralleri ile doldurulmuş olduğu veya boş bir durumda bulundukları gözlenebilir. Denizaltı volkanizması ile oluşmuş bazaltlarda tipik olarak varyolitik doku da gözlenebilir.

Akma ve soğuma yüzeyine dik olarak gelişen ve kayacın sütun şeklinde bölünmesine yol açan soğuma çatlakları diğer volkanik kayaçlarda da görülmekle beraber bazaltlar için tipik dokusal bir özelliktir. Yaklaşık 10 ile 100 cm kalınlığına sahip bu sütunlar çoğunlukla altı köşelidir ve ayrıca enine çatlaklar da içerirler.

1.3.4. Mineralojik Bileşim

Bazaltların ana bileşenini plajiyoklaslar oluşturur; ancak bazı bazalt türlerinde bunların daha bazik bir karaktere sahip olduğu gözlenebilir. Bu fenokristaller çoğunlukla basit periklin-karlsbad ikizleri, bazen polisentetik ikizler gösterirler. Zonlu doku da olağandır.

Koyu renkli minerallerden ana bileşen olarak piroksen mineralleri içerir. Birçok bazaltta piroksenlerin iki değişik türde olduğu, birinin Ca bakımından zengin piroksen (ojit), diğerinin Ca bakımından nispeten fakir piroksen (ortopiroksen) olduğu gözlenir. Ojit çoğunlukla zonlu dokulu, bazen kum saati dokusu gösteren fenokristaller halinde ve ayrıca küçük kristaller halinde hamurda bulunur. Ortopiroksen belirli ve sınırlı kimyasal bileşime sahip bazaltlarda daha çok fenokristaller şeklinde görülür. Bazı olivin-bazaltlarda klinopiroksen fenokristallerinin titan içerdikleri ve titanojit'e geçiş gösterdikleri, kenar zonlarının ise yeşilimsi egirinojit ile kuşatıldıkları görülebilir. Bu durum kristalleşme esnasında magmanın alkalilerce giderek zenginleştiğini ifade etmektedir.

Bazı bazaltlar belirtildiği gibi bol miktarda olivin içerirler. Bunlar kayada bazen öz şekilli kristaller ve bazen de yuvarlak taneler halinde bulunurlar. Bazen mevcut çatlak yüzeyleri boyunca bir serpantinleşmenin gelişmeye başladığı veya mineralin büyük ölçüde serpentine dönüşmüş olduğu da gözlenebilir.

Bazaltlarda hornblend minerallerine ender olarak rastlanılır. Az miktarda kahverengi biyotit de içerebilirler. Ayrıca opak mineral olarak manyetit ve ilmenit'e küçük taneler halinde hemen hemen daima rastlanılır.

Bazen bazaltların kemirilmiş kuvars fenokristalleri içerdiği gözlenebilir. Bazaltlarda ikincil minerallere de rastlanılır. Olivin'in serpantin, talk, iddingsit, limonit, karbonat minerallerine; Piroksenlerin kalsit, epidot ve klorit'e dönüştüğü, plajiyoklasların serisitleştiği veya sosuritleştiği gözlenebilir. Gaz boşluklarının kalsedon, klorit, kalsit gibi mineraller ile doldurulduğu saptanabilir.

Özellikle toleyitik bazaltlarda mineraller arasındaki boşluklarda veya gaz boşluklarında oldukça duraysız amorf bir malzeme olan klorofaeyit bulunabilir. Taze durumda koyu yeşil; ancak hava ile temas halinde hemen kahverengi-siyah bir renk

alan bu malzeme uzun süreli alterasyon sonucu kil minerallerine ve demir hidroksit minerallerine dönüşür.

1.3.5. Türleri

Bazaltlar basit olarak mineralojik bileşimlerine dayanılarak olivin içeren ve olivin içermeyen bazaltlar şeklinde iki gruba ayrılırlar. Bu özelliğin mağmanın mağmatik farklılaşmadan etkilenen silis ve Fe-Mg içeriğine bağlı olarak ortaya çıktığı ifade edilebilir. Bu iki grubu, kimyasal bileşimlerini aksettirecek şekilde silisçe doymun olan bazaltlar ve silisçe doymun olmayan bazaltlar olarak adlandırmak da mümkündür.

Silisçe doymun olan bazaltlara toleyit veya toleyitik bazalt adı da verilmektedir. Bunlar olivin içermeyen, bileşiminde genellikle normatif kuvars ve hipersten bulunan kayalardır. Çoğunlukla ofitik doku gösterirler. Bileşimlerinin plajiyoklas, iki veya üç piroksen türü (ojit, pijeyonit ve/veya ortopiroksen) içerdikleri gözlenir. Piroksen mineralleri fenokristaller veya hamurda çok küçük tanecikler şeklinde bulunurlar. Mağmanın silis miktarı, katılma esnasında ilk olarak oluşan olivin kristallerinin ortopiroksen'e dönüşümünü sağlayacak düzeydedir. Ancak çok hızlı bir soğuma, olivin'in magma ile reaksiyona girmesini ve piroksene dönüşümünü engelleyebilir. Böyle bir durumda bu bazaltlarda fenokristal şeklinde ve bir piroksen reaksiyon kuşağı ile çevrili olivinlere de rastlanılabilir. Hamur çoğunlukla kahverengimsi bir volkan camından oluşur ve ayrıca kriptokristalin kuvars ve alkali feldispat da içerebilir. Bu bazaltların daha çok kıtasal volkanizma ile oluştuğu ve örtü bazaltları adını da alarak çok geniş alanları kapladığı görülmektedir. Olivince zengin toleyitik bazaltlara oseanit adı da verilmektedir.

Silisçe doymun olmayan bazaltlar ise; olivin içerirler. Bu tür kayalara alkali bazalt adı verilmektedir. Bu kayalar fenokristal olarak çoğunlukla titanojit ve/veya barkevikitik amfibol içerirler. Olivin, kayapta hem fenokristal olarak hem hamurda küçük taneler halinde bulunur. Hamurda plajiyoklas ve ojit minerallerinin yanı sıra bazen çok az alkali feldispat da bulunabilir.

Bazaltların kimyasal bileşimlerine dayalı olarak yapılan sınıflamalarda tanımlanan yüksek alüminyumlu bazalt normatif mineralojik bileşiminde albit ve anortit içeriği fazla olan, buna bağlı olarak modal mineralojik bileşimlerinde de fenokristal olarak veya hamurda bol miktarda plajiyoklas mineralleri içeren kayaçlardır. Bu kayaçlar klinopiroksen ve ortopiroksen mineralleri de içerirler. Aynı şekilde tanımlanan şošonitik bazalt kimyasal bileşiminde $K_2O:Na_2O$ oranı yüksek olan; ancak normatif mineralojik bileşiminde lōsit veya nefelin bulunmayan kayaçlardır.

Diyabaz adı altında İngiltere ve Orta Avrupa'da bozunma geçirmiş dolerit ve bazaltlar ifade edilmektedir. Bunlar; özellikle Alp orojenezi kuşağının jeosenkinal zonlarında oluşan, yastık yapısı gösteren, denizaltı akıntıları, örtü, dayk ve sil şeklinde bulunan, bozunma geçirmiş bazaltik kayaçlar şeklinde tanımlanabilirler. Amerika'da ise; diyabaz kelimesi ile bozunma durumu dikkate alınmadan, küçük ve orta taneli bazaltik bileşimdeki damar kayaçları (bizim tanımladığımız anlamda doleritler) ifade edilmektedir.

Melafir, özellikle Permo-Karboniferdeki volkanik faaliyetler sonucu oluşan ve bozunma nedeni ile kırmızımsı bir renk almış bazaltik kayaçlar için kullanılmış ve karışıklığa yol açmamak için bugün kullanılması istenmeyen bir sözcüktür.

Diyabaz ve melafirlerin mineralleri hidrotermal, metamorfik olabilen koşullar altında geniş ölçüde bozunmaya uğramışlardır.

Spilit, bazaltlara benzer bir kimyasal bileşime sahip, ancak H_2O içeriği yüksek olan, geniş ölçüde bozunma geçirmiş bir kayaçtır. Doğada en olağan spilitlerin ana bileşen olarak albit ve klorit mineralleri içerdiği gözlenir. Kayaç porfirik doku gösterebilir. Spilitler genellikle denizaltı volkanizması ile ilişkili olarak bulunurlar. Çoğunlukla yastık lavlarının kısmen veya tamamen spilitik bileşime sahip olduğu gözlenmektedir.

Denizel ortamlarda gelişen bazaltik erüpsiyonlarda tipik görünümüne sahip yastık lavları oluşur. Bu petrografik bir tanımlama değildir. Bileşimleri spilit, diyabaz veya bazalt olabilir. Bunlar içi dolu yastık, çuval görünümünde, genelde yuvarlakça, oval şekilli, boyutları desimetre ile birkaç metre arasında değişen oluşuklardır.

Toleyitik bazalt ile peridotit-piroksenit arasında özel bir kimyasal bileşime sahip olan ve genç jeolojik tarihte oluşmayan, volkanik-subvolkanik kayalara komatiyit adı verilmektedir. Bunlar yüksek Mg içeriğine (>%10) sahiptir.

1.3.6. Bulunuşları

Bazaltlar doğada en yaygın olarak bulunan bir volkanik kayaç grubunu teşkil ederler. Kilometrelerce yayılıma sahip lav akıntıları şeklinde, bazen yüzlerce kilometrekarelik alanları kaplayacak şekilde (örtü lavları, plato bazaltları) bulunabilirler. Bu tür lav akıntılarının kalınlığı, üzerinde aktıkları topoğrafyaya, üst üste gelen akıntıların sayısına bağlı olarak metre veya kilometre mertebesinde olabilir. Bazaltlar ayrıca subvolkanik koşullar altında gelişmiş dayk, sil veya baca dolguları şeklinde de bulunabilirler.

1.3.7. Kullanım Alanları

Ticari olarak siyah volkanik kayaçlar denilen bazaltların üretim yerlerinin, tüketim alanlarına yakınlığı büyük önem taşımaktadır. Bu kayaçlar, ocaklardan kırma taş olarak çıkartılırlar. Kırma taş şeklinde yol yarmalarında veya duvar yapımında kullanılırlar. Mıcır boyutunda kırılarak karayolu yapımında ve barajlarda dolgu maddesi, demiryolu balastı, çimento harcı gibi alanlarda tüketilirler. Ayrıca nükleer reaktörlerin duvarlarında kullanılan çimentoya yüksek yoğunluklu harç olarak katılırlar. Aynı zamanda kıyı koruma yapılarında da bloklar halinde kullanılmaları söz konusudur. İzolasyon amaçlı kullanımları da mevcuttur.

Bazaltların yoğunluğu yapıtaşı olarak kullanılması için uygundur. Ayrıca patlayıcı vasıtası ile kolay parçalanmaları, kimyasal ve mekanik etkilere karşı dayanıklı olmaları aranan özelliklerdir. Buna karşı radyoaktivite ölçümlerinin yapılması, asbest gibi lifli mineraller bulundurmamaları istenir. Bu gibi kayaçların kullanım alanları ile ilgili birçok esas ve standartlar mevcuttur (DLH, Kıyı Yapıları Ve Limanlar 2007; DLH, Demiryolları 2007; TS EN 1467, 2005; TS EN 1469, 2006).

Türkiye’de bazaltların yayılımı oldukça fazladır. Yapı/inşa sektörünün hızlanmasına paralel olarak bu kayaçların işletilme ve pazarlanma hacmi de artmaktadır. Diyarbakır, Elazığ, Eskişehir, Gaziantep, Kastamonu, Kahramanmaraş, Sivas/Divriği, Muratlar/Çorlu-Tekirdağ, İzmir, Şanlıurfa, Uşak, Van, Manisa, Muş, Toprakkale/Adana ve Kızılcahamam/Ankara yörelerinde işletilen bazaltlar bulunmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılan çalışmayla ilgili olarak birçok araştırma bulunmaktadır. Bu bölümde, yapılmış olan bu araştırma çalışmalarının neleri konu alıp ne gibi sonuçlara varıldığı yıl sırasına göre verilmektedir:

Doğuran (1980), Dörtöl ve Erzinc ovalarının hidrojeolojisi ve işletme çalışmaları adlı doçentlik tezinde bu bölgedeki akiferin serbest akifer olduğunu ve Haydar (Erzinc) Formasyonu ile Delihalil Formasyonunun başlıca akiferleri meydana getirdiğini belirtmiştir.

Bilgin ve Ercan (1981), Misis Karmaşığı ile ilgili olduğu düşünülen, Kuvaterner yaşlı bazaltlar üzerinde araştırma yaparak levha tektoniği açısından bunların kökenlerini yorumlamışlardır. İlgili çalışmada yapılan petrografik incelemeye göre, bölgede gözlenen bazaltların hafif alkalin özellik gösteren toleyitik bazaltlara karşılık geldiği, sıkışma tektoniğinin halen etkin olduğu, KD-GB yönlü ikincil kırık hatlarının olduğu zayıflık zonlarından, manto malzemesinin toleyitik bazaltlar şeklinde yeryüzüne çıktığını ve bölgenin kıta kenarı olduğu fikrini savunmuşlardır.

Kozlu (1987), Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi üzerine çalışmıştır. Bölgedeki yapısal ve jeolojik unsurları ortaya koymuştur.

Tarhan (1989), mühendislik jeolojisi kapsamında yapı taşlarına yönelik olarak genel bilgiler verdikten sonra, Türkiye'deki taş üretiminin hızla gelişme gösterdiğini ifade etmiştir.

Pelen (1995), Dörtöl-Erzinc ovasının kuzeybatısında var olan bazaltların jeoloji, petrografi ve hidrojeolojik özelliklerini incelemiştir. İnceleme alanında üç ayrı aşamada yüzeyleme gösteren bazaltlarda, koyu renkli mineralleri olivinin oluşturduğu ve az oranda da piroksenlerin var olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca hidrojeolojik yönden gözenekli ve çatlaklı bazaltların masif bazaltlara nazaran daha iyi akifer özelliğinde olduğuna ve iyi kalitede su içerdiğine değinmiştir.

Kozlu (1997), çalışma alanındaki en geniş ölçekli çalışmayı yapmıştır. Çalışma alanı, Doğu Toroslar ile Amanos Dağları arasında, Anadolu levhacığı ile

Afrika-Arap plakalarının birleştiği kenet kuşağında yer almaktadır. Kozlu çalışmasında, belirtilen alanın tektono-stratigrafi birimlerini ve bunların tektonik gelişimini incelemiştir. Misis-Andırın ve İskenderun havzalarının tektonik gelişim modellerini şekillerle açıklamış ve temel birimleri ayrıntılı tanımlayarak, bunların kenet kuşağı ve Arap-Afrika kıtalarına ait olduğunu belirtmiştir. Çalışmasının sonunda Antalya'dan Kahramanmaraş bölgesine kadar tüm Neojen havzaların stratigrafisine dayalı bölgesel korelasyon yapmıştır.

Parlak vd (1997), Türkiye'nin güneyinde yer alan Afrika-Anadolu levha sınırı boyunca çıkan Pliyo-Kuvaterner volkanizmasını detaylı olarak incelemiştir. Kahramanmaraş'taki üçlü kesişim noktasında çarpışan Afrika, Anadolu ve Arap levhalarının sürekli sıkışma tektonik rejimi sonucunda bu volkanizmanın oluştuğunu belirtmişlerdir. Volkanizma sonucu oluşan bazaltik lavlar, kolonsal şekilde soğuma çatlaklı olup, genelde aglomeralar ve tüflerle iç içedir. Burada oluşan volkanik kayaçların olivin bazaltlar olduğunu açıklamışlardır.

Yurtmen vd (2000), İskenderun Körfezinin kuzeyinde yüzeyleyen Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltların kökenini inceledikleri çalışmalarında bölgedeki bazaltların alkali karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Bazalt çıkışlarının Karataş-Osmaniye fay zonu boyunca geliştiğini ve bölgede, alkali olivin bazalt ve bazanit olmak üzere iki tip bazaltik grubun olduğunu belirtmişlerdir.

Yüce (2001), Hatay-Erzin ovası ve Burnaz kaynağının hidrojeolojik özelliklerini incelediği araştırmasında, çalışma alanındaki akifer birimleri, İskenderun basenine ait Üst Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Erzin formasyonunun çakıl seviyeleri, Pliyo-Kuvaterner yaşlı gözenekli bazalt ve Kuvaterner yaşlı alüvyonun kumlu çakıllı seviyeleri olarak tanımlamıştır. Çalışma alanında gerçekleştirdiği hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal değerlendirmeler sonucunda, Burnaz kaynağının kendi beslenme alanında yer alan bazaltlardan beslendiği ve günümüzde örtülü olan faylarla ilişkili kırıklar boyunca boşalan dokanak kaynağı özelliğinde olduğunu belirtmiştir.

Boyraz (2002), Misis-Andırın yapısal yükseliminin olduğu alanın doğu kısmında yer alan genç birimlerin stratigrafik ve yapısal niteliklerini belirlemiştir. Çalışma alanındaki en yaşlı birimin Andırın formasyonuna ait Dokuztekne üyesi ve

en genç birimin bölgenin son tektonizma ürünü olan Delihalil bazaltı olduğunu belirtmiştir.

Keskin ve Kılıç (2003), Osmaniye-Toprakkale ve Hatay-Erzin ilçeleri sınırları içerisinde yer alan bazaltların kırma taş (agrega) olarak kullanılabilme olanaklarını araştırmışlardır. Yapmış oldukları fiziksel ve sertlik deneylerinde Toprakkale bazaltlarının oldukça sert, Erzin bazaltının ise çok sert olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yapılan mekanik deneyler sonucunda, her iki bölgedeki kayaların yüksek dirençli kaya sınıfında yer aldığı ve darbe dayanımlarının oldukça iyi olduğu belirlenmiştir. Yapılan tüm deneyler sonucunda bölgedeki bazaltların kırma taş olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Acar vd (2004), Bakü-Tiflis-Ceyhan Petrol Boru hattının Yumurtalık (Ceyhan-Adana) liman yapımında dolgu ve rip-rap malzemesi olarak kullanılacak olan Pliyo-Kuvaterner yaşlı olivinli-alkali bazaltların fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Olivinli bazaltlarda ayrışmanın artmasıyla dayanım özelliklerinin düştüğünü ve bu tipte olan bazaltların liman yapımında kullanılamayacağını belirtmişlerdir.

Sevdinli (2005), Ceyhan (Adana) bölgesindeki yapıtaşı-blok potansiyeline yönelik olarak yaptığı çalışmada, bu bölgede bulunan bazalt ve kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmıştır. Bölgedeki bazaltları kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından ayrışmış ve ayrışmamış olarak ikiye ayırmıştır. BTC deniz limanı için incelemiş olduğu dört farklı kayaç grubundan anroşman kayacı olabilme yeteneğinin en yüksek Pliyo-Kuvaterner yaşlı masif özellikteki ayrışmamış bazaltların olduğunu belirtmiştir. Oligosen-Üst Eosen yaşlı kireçtaşlarının ise anroşman kayacı olarak kullanılmasının uygun olmadığını, buna karşılık rekrystalize kısımların kullanılabileceğini belirtmiştir.

Teymen (2005), bazı kayaçların petrografik, fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri incelediği çalışmada 21 farklı bölgeden toplamış olduğu farklı kayaçlar üzerinde deneyler yapmıştır. Osmaniye bölgesinde tek bir noktadan seçmiş olduğu olivinli bazalt üzerinde de deneysel çalışmalarda bulunmuş ve bölgedeki bazaltın; özgül ağırlığını 2.739, kuru birim hacim ağırlığını 2.673 gr/cm³, doymun birim hacim ağırlığını 2.716 gr/cm³, doymun örnekte tek eksenli basma dayanımı

değerini 1241.1 kg/cm^2 , P-dalga hızını 5707 m/sn olarak tespit etmiştir. Bulmuş olduğu bu değerleri diğer kayaçlarda bulunduğu değerlerle ilişkilendirerek korelasyon katsayıları bulmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

Bu başlık adı altında, çalışma süresince yararlanılan materyallerin neler oldukları, nitelikleri ve yine araştırma kapsamında kullanılan metotların içerikleri hakkında bilgiler verilmektedir.

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Turunçlu (Delihalil-Osmaniye) bölgesindeki bazaltik oluşumların derinliğe bağlı değişimlerinin (boşluklu ve masif yapıdakiler olmak üzere) jeomekanik özellikleri incelenmiştir; temel olarak çalışılan alanı ve civarını içerisine alan topografik haritalardan yararlanılmıştır. Jeomekanik özellikleri araştırılan malzemeler (Kuvaterner yaşlı bazaltlar) ise Turunçlu'da yapılan karotlu sondajlardan elde edilmiştir.

Arazi çalışmalarında; jeolog çekici, lup, pusula, GPS cihazı, balyoz, dijital fotoğraf makinesi, şerit metre, numune torbaları ile çalışılan yerin bazı kesimlerinde yeraltı hakkında bilgiler edinilebilmesi için yapılan jeofiziksel çalışmalarda; sismik alet, rezistivite aleti, akü ve karotlu sondaj araç-gereçleri kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmaları için ise; kompas, ince kesit ekipmanları, öğütme sürecinde çeneli kırıcı ve kaya mekaniği laboratuvarında varolan tek eksenli sıkışma dayanımı, pundit, Los Angeles aşındırma makinesi ile çelik bilyeleri, elek seti, hassas elektronik terazi ve etüv kullanılmıştır. Aynı zamanda deneyler içerisindeki şart ve durumlara bağlı olarak da musluk suyu ile magnezyum sülfat'tan yararlanılmıştır. Büro çalışmalarında ise bilgisayar ve yazılım programlarından faydalanılmıştır.

3.2. Metot

Bu çalışma genel olarak; literatür taraması, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, büro çalışmaları ve tez yazımı olmak üzere beş aşamada tamamlanmıştır.

3.2.1. Literatür Taraması

Araştırmanın her aşamasında önceki çalışmalar incelenmiştir. Çalışma konusu ile bağlantılı olarak yapılan diğer çalışmalar ile ilgili literatür taraması, ilgili kurumların kütüphaneleri ve elektronik kütüphane arşivleri incelenerek yapılmıştır. Ayrıca araştırma ile ilgili tezler, bilimsel makaleler, rapor ve basılı dokümanlardan yararlanılmıştır.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları araştırmanın ilk noktasını oluşturmaktadır. Çalışma bölgesinden karotlu sondajlar ile alınan örnekler incelenmiştir. Bu numuneler üzerinden arazide tanımlamalar yapılmıştır. İlgili alanın litolojisi, yapısal unsurları, topografik koşulları, ulaşım koşulları ve çevresel faktörleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, jeofiziksel çalışma yapılmış ve değerlendirilmiştir. Bu jeofiziksel çalışmaların metot detayları aşağıdaki başlık altında verilmiştir.

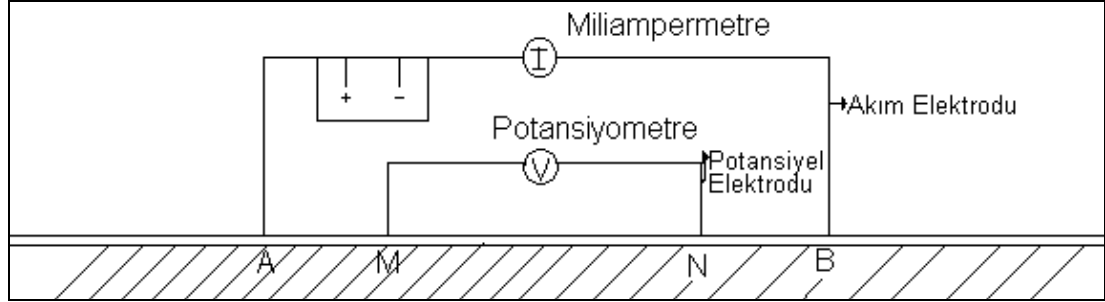
3.2.2.1. Jeofiziksel Çalışmalar

Belirli noktalarda yapılan jeofizik etütlerle bazaltların öz direnç değerleri saptanarak, jeofizik model oluşturulmuştur. Öz direnç çalışması maksimum $AB/2=100$ m. açılımlı “Tam Schlumberger Düşey Elektrik Sondaj (DES)” dizilim türüyle yapılmıştır. Çalışmada, ASTM D6431-99 (2005) şartları dikkate alınmıştır.

Uygulanan Elektrik Rezistivite etüdü, yeraltı tabakalarının rezistivite değerlerinin yüzeyden ölçülme operasyonudur. Jeolojik birimlerin birbirinden farklı rezistivite değerlerine sahip olması özelliğinden yararlanılarak “Jeofizik Rezistivite Etüdü” genellikle bir sahadaki yapıyı ortaya çıkarmak ve örtü kalınlığını saptamak amacıyla yapılmaktadır.

Rezistivite ölçümleri yere kontaklanmış dört elektrotla gerçekleşir. Elektrotlardan ikisi zemine akım vermede, diğer ikisi de bu elektrik akımının yarattığı potansiyeli ölçmeye yarar. Zemine akım vermede akım elektrotları,

yeraltında yaratılan alanın potansiyelini ölçmek için potansiyel elektrotları kullanılır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Rezistivite elektrot dizilim düzeneği (AB: Akım elektrotları, MN: Potansiyel elektrotları, V: Potansiyometre, I: Miliampermetre)

Çalışma alanında MN/2 aralığı maksimum JF-01 için 10 m ve JF-02 için 20 m, AB/2 aralığı inceleme alanının elverdiği ölçüde JF-01 için 60 m ve JF-02 için 100 m seçilmiştir. JF-01 için 60 m ve JF-02 için 100 m. derinliğine kadar jeolojik birimlerin niteliğine yönelik çalışma yapılmıştır.

Rezistivite ölçümleri bir elektrik akım kaynağı ile bir potansiyometre ve ampermetreden oluşan donanım ile gerçekleştirilmiştir. Bu arazideki ölçümler, Dijital Rezistivite cihazı ile yapılmıştır. Cihaz, doğal yer potansiyelini sıfırlama devresine sahiptir. Güç kaynağı olarak 12 volt akü kaynağını 800 volta kadar yükselten bir kondansatör kullanılmıştır. Görünür özdirenç değeri, aletten okunan potansiyel farkı, akım miktarı ve elektrot geometrisine bağlıdır ve hesap edilirken aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$q_a = K \frac{D_v}{I} \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte;

q_a = Görünür Özdirenç (Ohm.m),

D_v = Potansiyel elektrotları arasındaki fark (MV),

I = Yere uygulanan akım şiddeti (MA),

K = Elektrot dizilimine bağlı geometrik faktör'dür.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Bu çalışmalar genel olarak; petrografik incelemeler, kimyasal incelemeler, jeomekanik incelemeler olmak üzere belirlenen başlıklar altında hazırlanmış ve gerekli bilimsel değerlendirmeler yapılmıştır. Numuneler üzerindeki deneyler belirli standartlar çerçevesinde yapılmış ve değerlendirmelere tabii tutulmuştur. Yapılan laboratuvar çalışmaları Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü kaya mekaniği ile jeokimya laboratuvarlarında, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarında ve ACME (Kanada) laboratuvarında yürütülmüştür.

3.2.3.1. Petrografik İncelemeler

Petrografik analizler amacıyla; bazalt numuneleri üzerinde öncelikle makroskopik olarak incelemeler yapılmıştır. Ardından bu numuneler üzerinden ince kesitler hazırlanmış ve değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. İncelenen bazalt numuneleri boşluklu ve masif olmak üzere iki yapıda ele alınmıştır. Bu bazalt yapılarında mineralojik bileşim açısından birincil ve ikincil minerallerin varlıkları, mineralojik doku ve mineraller üzerindeki ayrışma durumları tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.2.3.2. Kimyasal İncelemeler

Boşluklu ve masif yapıdaki bazalt seviyelerinin farklı bölümlerinden alınan numuneler üzerinde ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemiyle kimyasal değerlendirmeye gidilmiştir.

Bu kimyasal analizler Kanada ACME laboratuvarında yaptırılmıştır. Kimyasal olarak edinilen veriler de akademik literatürdeki diyagramlar yardımıyla incelenmiştir.

3.2.3.3. Jeomekanik İncelemeler

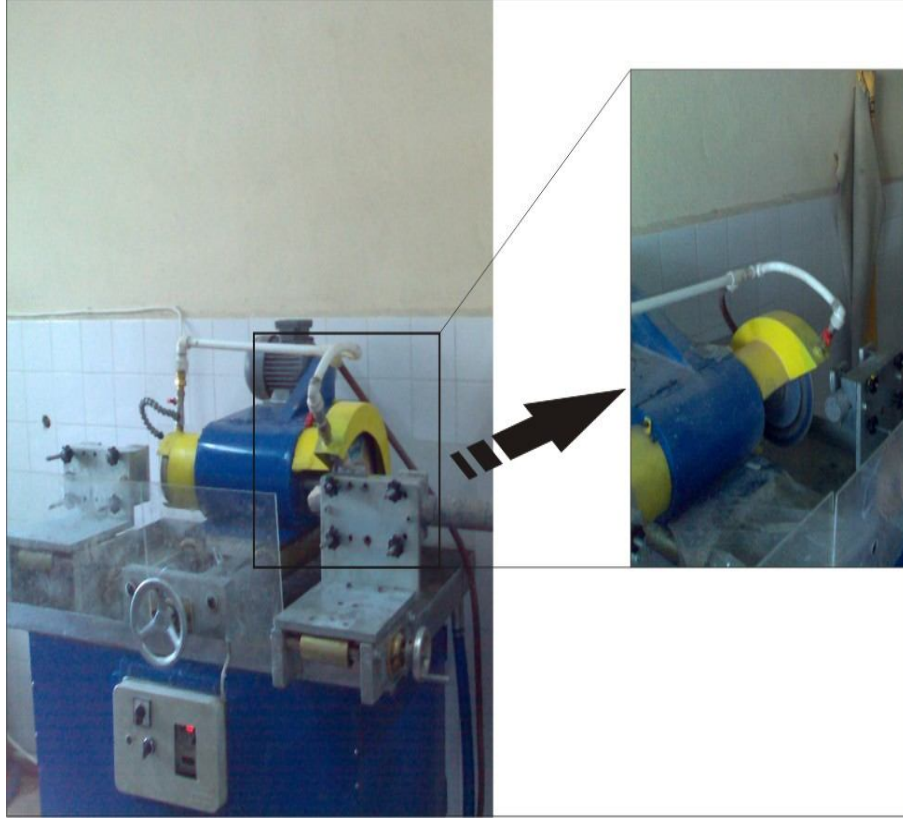
Jeomekanik nitelikler belirlenmek üzere; araziden alınan karotlu sondaj numuneleri üzerinde bazı deneyler yapılmıştır. Bu deneyler: Birim hacim ağırlık, ağırlıkça ve hacimce su emme oranı, porozite (gözeneklilik) ve boşluk oranı, sonik hız (P dalga hızı), tek eksenli sıkışma dayanımı, don kaybı ($MgSO_4$), Los Angeles aşınma dayanıklılığı ve suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyleridir. Deneylerdeki numuneler, suya doymun ve kuru olarak iki farklı halde hazırlanmıştır.

3.2.3.3.(1). Birim Hacim Ağırlık (Kompas Yöntemi)

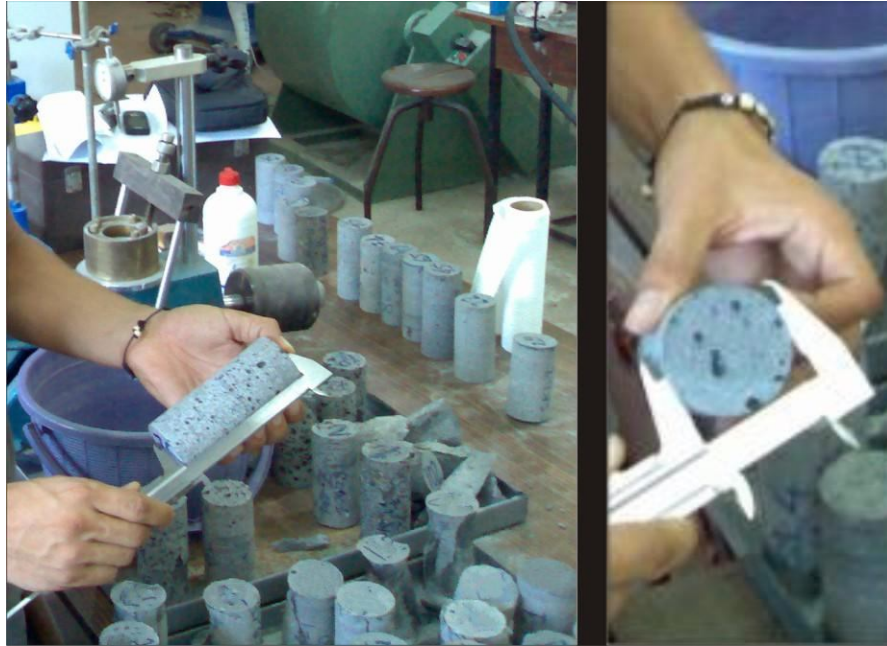
ISRM (1981) baz alınarak, çalışılan araştırma bölgesi içerisinde sondajlarla silindirik karotlar alınmış ve yine standartların öngördüğü şekillerde bu silindirik karotların alt ve üst kısımları mevcut makine yardımıyla birbirine paralel olacak şekilde düzeltilmiştir (Şekil 3.2). Düzeltilmiş silindirik karot numunelerinin kompas yardımıyla çap ve boyları 0,1 mm hassasiyetle ölçülmüş ve numunelerin hacimleri belirlenmiştir (Şekil 3.3). Daha sonra numuneler 0.01 gr duyarlılıktaki elektronik terazi yardımıyla tartılıp, belirlenen ağırlığın hacme oranı esas alınarak doğal birim hacim, doymun birim hacim ve kuru birim hacim ağırlıklar tespit edilmiştir.

3.2.3.3.(2). Ağırlıkça Ve Hacimce Su Emme Oranı

Silindirik geometriye sahip numunelerin ağırlıklarına ve hacimlerine kıyasla, boşluklarının alabileceği su miktarının belirlenmesi maksadıyla yapılan bu deney için öncelikle numuneler, su dolu kaplar içerisinde 12 saat bekletilmiş ve hassas elektronik terazi ile tartımı alınmıştır. Ardından da bu numuneler 105 °C'deki etüvde kurutulmuş ve kuru ağırlıkları tartılmıştır. Elde edilen veriler yardımıyla ağırlıkça ve hacimce su emme oranları, RILEM (1980) ve TSE (1978)'de önerilen metotlarla hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Karot düzeltme makinesi ve bu makineyle silindirik karot numunelerinin düzeltilmesine ait görüntüler



Şekil 3.3. Numunelerin boy ve çaplarının ölçülmesine ait görüntüler

3.2.3.3.(3). Porozite (Gözeneklilik) Ve Boşluk Oranı

Hacimleri hesaplanmış olan silindirik karot numuneleri 105 °C'deki etüvde 12 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları hassas terazi ile tespit edilmiştir. Bu işlemlerden sonra da karot numuneleri 48 saat su dolu kaplar içerisinde bekletilmiştir ve yine hassas terazi yardımıyla doygun ağırlıkları belirlenmiştir. Bu verilerden, ISRM (1981) esas alınarak, numunelerin porozite (gözeneklilik) ve boşluk oranı değerleri hesap edilmiştir.

3.2.3.3.(4). Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı

Bu deney için, ISRM (1981)'de belirtildiği üzere, uzunluk-çap oranı 2.5-3.0 arasında olan silindirik karot numuneleri hazırlanmıştır. Söz konusu uzunluk-çap oranı elde edilemeyen numuneler için Brook (1990) tarafından öne sürülen düzeltme faktörü kullanılmıştır. Kapasitesi 2000 kN olan ekipman ile deneyler yapılmıştır (Şekil 3.4). Yüklemedeki hız, 5 ile 10 dakika arasındaki bir süre içerisinde numunelerin yenilmeye maruz kalabilmesinin mümkün olacağı şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3.4. Tek eksenli sıkışma dayanımında kullanılan ekipman ve deneye ait görüntüler

3.2.3.3.(5). Sonik Hız (P Dalga Hızı)

P dalga hızlarının belirlenmesi amacıyla, ASTM (1994) ve ISRM (1981) tarafından öneriler şartlar dikkate alınarak, P dalgası oluşturan 54 kHz'lik E 48 marka pundit (portable ultrasonic nondestructive digital indicating tester) aleti kullanılarak numuneler üzerinde P dalgasının yayılma hızı tespit edilmiştir. Deney gerçekleştirilirken silindirik karot numunelerinin alt ve üst yüzeylerine hafif bir jel sürüldükten sonra, numuneler alıcı ve verici başlıklar arasına yerleştirilerek P dalga hızlarının geçiş süreleri tespit edilmiştir (Şekil 3.5) ve her bir numunenin uzunluğu (boyu) bu elde edilen geçiş süresine bölünmüştür.

Deneyde kullanılan formül;

V: Hız,

d: Dalganın ilerlediği boy,

t: Zaman olmak üzere;

$V = (d / t)$ 'dir.

(3.2)



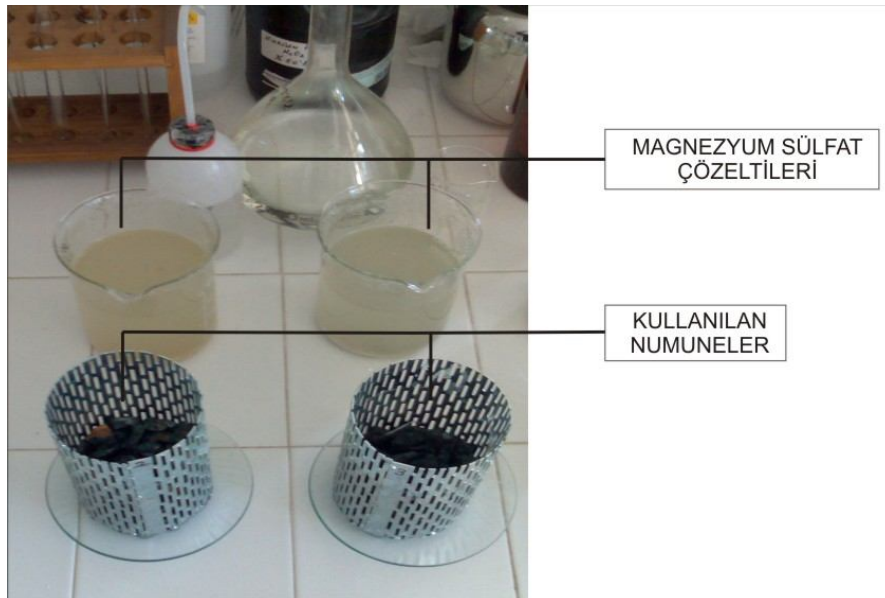
Şekil 3.5. Sonik hız deneyinin yapılışı, kullanılan pundit aleti ve ekipmanları

3.2.3.3.(6). MgSO₄ Don Kaybı

Donma-çözülme çevrimi şartlarında, aşınmaya (bozulmaya) yönelik kayaç malzemelerinin dayanıklılığının belirlenmesi amacıyla yapılan deney bu çalışma kapsamında TS EN 1367-2 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kayaç malzemesi 10 ile 14 mm arası boyutlarda olacak şekilde aşağı yukarı 500 gr (M₁) alınarak elek yöntemi ve damıtık su ile yıkanmıştır. Sonra deney numuneleri 105 °C’de 24 saat kurutulup, numuneler kafes yapılı hazneler içerisine yerleştirilerek 17 saat kadar magnezyum sülfat çözeltisiyle dolu olan cam kaplar içerisine konulup üzerleri, dış etkilere maruz kalmamaları için, kapatılmıştır (Şekil 3.6). Ardından hazneler, çözelti içerisinden alınıp 2 saat kadar süzülmeleri beklenerek etüv’e 24 saat süreyle bırakılmıştır. Bu işlemler beş kez tekrar edilmiştir ve beşinci tekrarlama sonunda numuneler yıkanıp magnezyum sülfat çözeltisinden arındırılmıştır. Bundan sonra da numuneler 24 saat süreyle etüv’de kurutulmuşlardır ve 10 mm genişlikteki elekten elenerek kalan miktarın (M₂) ağırlığı aşağıdaki formülde yerine konarak magnezyum sülfat değeri kütlece yüzde şeklinde hesap edilmiştir.

Formül;

$$MS = [(M_1 - M_2) / M_1] \times 100 \text{’dür.} \quad (3.3)$$



Şekil 3.6. MgSO₄ çözeltisi dolu kaplar ile kullanılan numunelere ait görüntü

3.2.3.3.(7). Los Angeles Aşınma Dayanıklılığı

Los Angeles deneyi; kayaç malzemesinin darbe, aşınma gibi etkilere karşı dayanıklılığının belirlenmesinde kullanılan deney yöntemlerinden birisidir.

Los Angeles deney aleti iç çapı 71.1 ± 0.5 cm'lik çift tarafı kapalı çelik saçtan yapılmış boş bir silindirden meydana gelmektedir. Bu silindir, yatay konumda eksenini etrafında dönmektedir. Alet üzerinde, deneyi yapılacak malzemeyi yerleştirmek için kapaklı bir açıklık bulunmaktadır. Silindir dakikada 30 ile 33 devir yapacak biçimde ayarlanmış olup 100'üncü ve 500'üncü devirlerde durdurulmaktadır. Silindir hazne içerisine kayaç malzemesiyle beraber çapı yaklaşık 4.7 cm, ağırlığı 390 gr – 445 gr arasında değişen çelik bilyeler koyulmaktadır (ASTM, 1989). Deney esnasında 5000 gr (G_0) olarak alınan numune 100. devirden sonra çıkarılarak 1.6mm açıklıklı elekten elenmiş ve kalan numune tartıldıktan sonra (G_{100}) tekrar aşındırma aletinin içerisine konarak 400 devir daha çevrilmiştir. En son, tekrardan 1.6 mm açıklığa sahip elekten elenmiş ve elek üzerinde kalan ağırlık (G_{500}) kaydedilmiştir. 100'üncü (K_{100}) ve 500'üncü (K_{500}) devir sonundaki aşınma kaybı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$K_{100} = \frac{G_0 - G_{100}}{G_0} \times 100 \quad (3.4)$$

$$K_{500} = \frac{G_0 - G_{500}}{G_0} \times 100 \quad (3.5)$$

Ayrıca; deney sonunda, kullanılan numunelerin üniform sertlikte olup olmadıkları, aşınma kayıplarının doğruluğunu irdelemek amacıyla hesap edilmiştir.

Bu hesap; çalışma kapsamında, 100 devir sonrası kaybın 500 devir sonrası kayba oranından yapılmıştır. Aynı zamanda söz konusu hesap 1000 devirlik durumda; 200 devir sonrası kaybın 1000 devir sonrası kayba oranıyla tespit edilmektedir. Esasta, her iki durumda da bu oran 0.20'yi geçmeyecek şekilde olmalıdır.

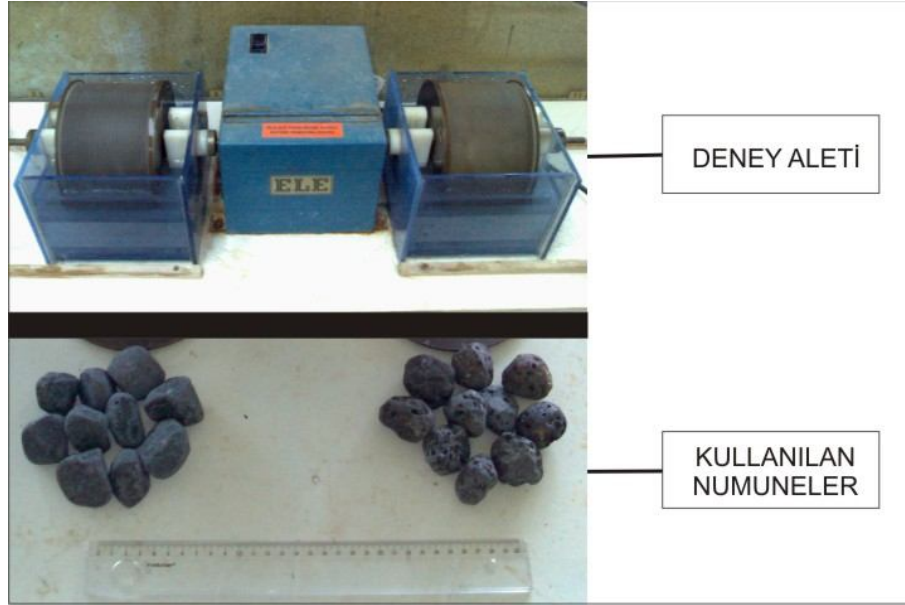
Bu deney için her numuneden 20 mm ile 12.5 mm arası elekte kalan 2500gr örnek ile 12.5 mm ile 10.0mm arasında kalan 2500gr kuru örnek alınarak deney yapılmıştır. Deney esnasında toplam ağırlığı 4575 gr olan 11 tane çelik bilye kullanılmıştır.

3.2.3.3.(8). Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi

Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi gerçekleştirilirken ISRM (1981)'de belirtilen yöntemler temel alınmıştır.

Deneyde bazaltlardan (boşluklu ve masif olmak üzere) her bir adedinin ağırlığı yaklaşık 40 ile 60 gr kadar gelen 10'ar adet numune, boşluklu ve masif yapıdaki bazaltlar için ayrı ayrı olarak toplamda 450-550 gr gelecek şekilde hazırlanmış ve temiz tamburlarda 12 saat boyunca kurutulduktan sonra net ağırlıkları kaydedilmiştir. Ayrıca bu numuneler hazırlanırken de küresele yakın (benzer boyutlu) bir şekilde ve köşeleri yuvarlatılmış olmasına özen gösterilmiştir. Daha sonra numuneler su içerisinde 20 devir/dk yaptırılarak 10 dakika tamburlar içinde döndürülmüştür. Bu döndürme işleminden sonra tamburlar, içindeki numunelerle birlikte 105 °C'deki etüvde 12 saat kurutulmuş ve tartımları alınmıştır. Bu döngüler toplamda beş kez yapılmıştır ve her 10 dakikalık döngünün (döndürmenin) ardından da, bahsedildiği üzere, numuneler 12 saat süreyle 105 °C'lik etüv'de kurutularak kayıp oranları belirlenmiştir. Deneyde 21 °C'deki musluk suyu kullanılmıştır. Bu çalışmadaki değerlendirmeler ise ikinci döngü sonucu elde edilen veriler doğrultusunda yapılmıştır.

Aşağıda bu deney için hem kullanılan alete hemde kullanılan boşluklu ve masif yapıdaki bazaltlardan hazırlanan numunelere ilişkin görüntüler verilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyinde kullanılan alet ve kullanılan numunelere ait görüntüler

3.2.4. Büro Çalışmaları

Literatür, arazi ve laboratuvar verileri büro ortamında ilişkisel yönden ele alınıp değerlendirilerek incelenip yorumlanmıştır.

3.2.5. Tez Yazımı

Elde edilen tüm verilerin kapsamında tez hazırlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Turunçlu (Delihalil-Osmaniye) bölgesindeki bazaltik oluşumların derinliğe bağlı değişimlerinin jeomekanik özellikleri ana başlığı adı altında hazırlanan ve bu çalışmayla elde edilen arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarının sonuçları araştırma bulguları bölümünde başlıklar halinde verilmektedir.

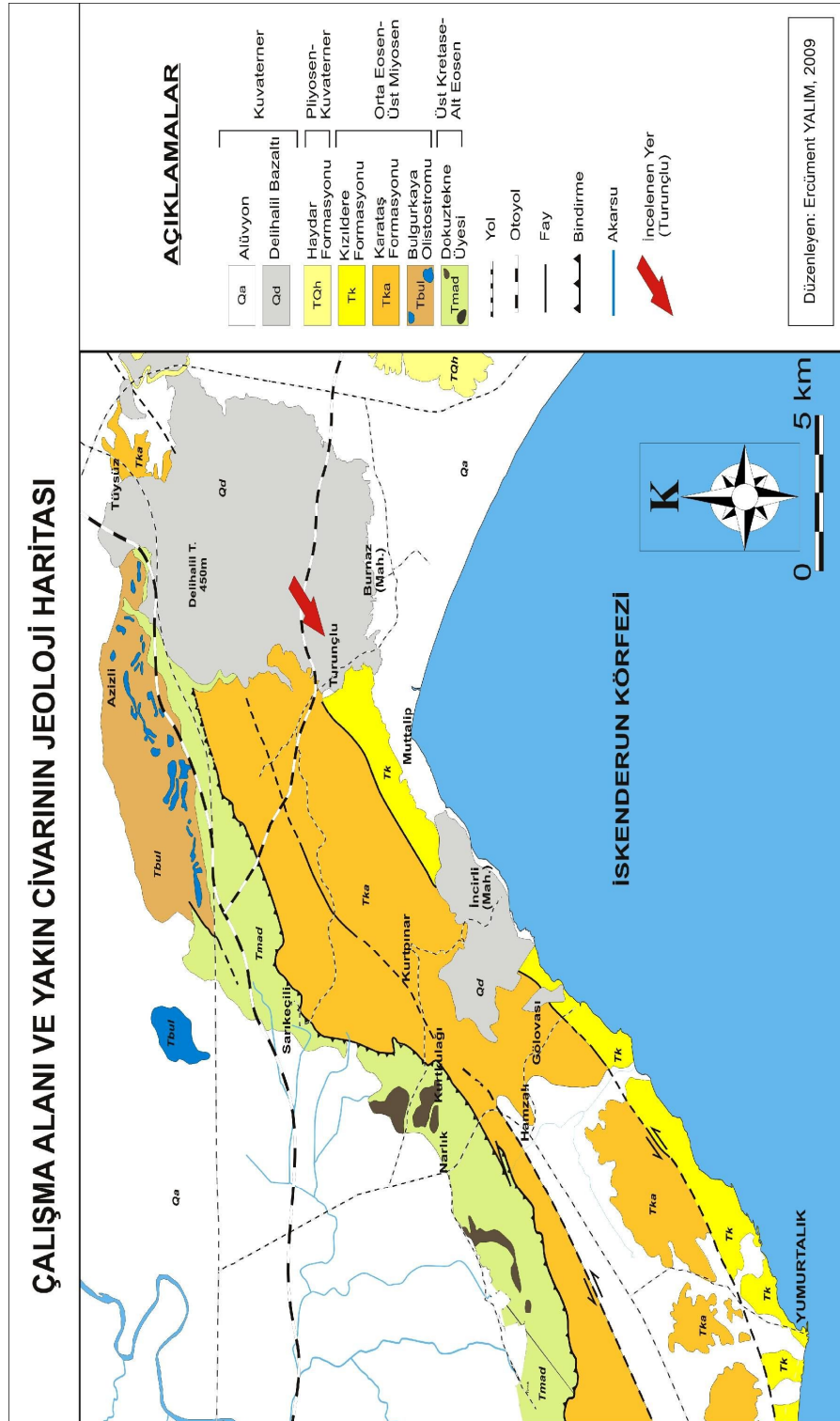
4.1. Çalışma Alanı Ve Yakın Civarının Jeolojisi-Stratigrafisi

Bu çalışma kapsamında sadece Turunçlu bölgesindeki delihalil bazaltları üzerinde araştırmalar yapılmış olmasına karşın jeolojik ve stratigrafik açıdan değerlendirmeler, yalnızca söz konusu çalışma alanını değil aynı zamanda bu çalışma alanının yakın civarı hakkında edinilen bilgileri de kapsamaktadır.

Çalışılan alan ve yakın civarı, jeolojik ve stratigrafik olarak önceki yıllarda araştırmacılar tarafından incelenip yorumlamalarda bulunulmuştur (Schmidt, 1961; Schittecatte, 1971; Doyuran, 1980; Bilgin ve Ercan, 1981; Kozlu, 1982; Kozlu, 1987; Kelling vd, 1987; Kozlu, 1997; Parlak vd, 1997; Parlak vd, 2000; Yurtmen vd, 2000; Yüce, 2001; Boyraz, 2002; Uysal, 2005). Araştırılan alan ve yakın civarında stratigrafik olarak tabandan tavana doğru Üst Kretase-Alt Miyosen yaşlı Andırın Formasyonu, Alt Miyosen-Orta Miyosen yaşlı Karataş Formasyonu, Üst Miyosen yaşlı Kızıldere Formasyonu, Kuvaterner yaşlı Delihalil Bazaltı ve Alüvyon bulunmaktadır (Şekil 4.1).

4.1.1. Andırın Formasyonu (Tma)

Çalışmanın gerçekleştirildiği bölgenin batısında yüzeyleyen bu formasyon önceki yapılan çalışmalarda değişik adlarda tanımlanmıştır. Birimi ilk olarak tanımlayan Schmidt (1961), bu birimi İsalı Katastrofik Fasiyesi olarak isimlendirmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Bilgin vd, 1981; Kozlu, 1997'den düzenlenerek)

Bilgin vd (1981) tarafından yapılmış olan çalışmada, Dokuztekne Üyesini aynı formasyon içerisinde göstererek birimin tamamı için Andırın Formasyonu tanımlamasını kullanmışlardır.

Kozlu (1987;1997) yapmış olduğu çalışmada ise Andırın Formasyonu'nu, Çamlıbel grubu içinde Dokuztekne Formasyonu ve bunu üzerleyen Bodrumkale Formasyonu, Bulgurkaya Olistostromu ve Gebenköy Formasyonu olarak ayırtlamıştır.

Bu tezde gerçekleştirilen arazi ve önceki çalışmalardan hareketle Andırın Formasyonu; Dokuztekne Üyesi ve Bulgurkaya Olistostromu diye iki alt başlık adı altında ele alınmıştır.

4.1.1.1. Dokuztekne Üyesi (Tmad)

Birim tabanda spilitik yapıda volkanitlerle başlamakta olup bunun ardından ortaç volkanitlere ve üste doğru tüfit ve aglomeralara geçiş yapmaktadır (Kozlu, 1997). Bu kayaç türleri istif içerisinde ardalanmalı olarak tekrarlanmaktadır. İstifin içinde yer yer marn, killi-kumlu kireçtaşı ve çakıлтаşı-kumtaşı seviyeleri yer almaktadır. Birim genel olarak değerlendirildiğinde, bazik volkanitlerin egemenliğinde, kırmızı-koyu kırmızı-kahverengi renkli, yer yer manganlı, çörtlü ve fosilli mikrit ara seviyeleri içeren, volkanit-tüfit-aglomera ardalanmasından oluştuğu görülmektedir.

4.1.1.2. Bulgurkaya Olistostromu (Tbul)

Bulgurkaya ismi ilk olarak Kozlu (1987) tarafından Andırın ilçesinin batısında bulunan ve olistostrom fasiyeslerinin tipik yüzeylenmelerinin görüldüğü yer olan Bulgurkaya köyünden alınarak verilmiştir. Kozlu (1987), yapmış olduğu çalışmada birimi Misis – Andırın havzasında Üst Eosen – Oligosen yaşlı denizel bir matriks içerisinde Misis – Andırın melanjına ait blokları kapsayan istif olarak tanımlamıştır. Bulgurkaya olistostromu, KKB – GGD boyunca uzanan Çiçeklidere-

Savrun-Göksun fayları ile Sarıkeçili-Karatepe ve Bostanlı-Çuhadarlı bindirmeleri ile sınırlıdır (Kozlu, 1997).

Birimde küçük parçalarından iri bloklu boyutlara doğru değişen olistolitler bulunmaktadır. İçinde bol olistolit bulunduran mega-breş, killi-kumlu çakıltası seviyeleri ile ardalanmalı çökelen, türbidit özellikli kumtaşı-kalkarenit ve kumlu marn kayaç türleri bulunmaktadır. Birim içersinde olistolit blok parçalarını Andırın kireçtaşı, Üst Kretase yaşlı filiş ve Metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Bu kireçtaşlarını Bilgin vd (1981) Paleozoik yaşlı metamorfik kireçtaşları, Mesozoik yaşlı kireçtaşları ve Eosen yaşlı kireçtaşları olarak üç farklı parçadan oluştuğunu belirtmişlerdir. Kireçtaşı olistolitlerinin etrafını sarmış halde bulunan ofiyolitik birimler içersine değişik kayaçları da alarak bölgeye Aktaniyen’de yerleşmiştir (Uysal, 2005).

4.1.2. Karataş Formasyonu (Tka)

Birimin yaşı ilk kez Schittecatte (1971) tarafından Alt-Orta Miyosen olarak verilmiştir. Bilgi vd (1981), Karataş Formasyonu’nu kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn, kireçtaşı ile konglomera ardalanımından meydana gelen filiş olarak tanımlamıştır. Kozlu (1987)’de Miyosen yaşlı birim için Karataş Formasyonu tanımlamasını kullanmıştır.

Birim içerik olarak gri renkli ince-orta ve yer yer kalın tabakalı kumtaşları ile orta-kalın tabakalı, lamine şeyillerin düzenli ve eşit ardalanımından oluşmaktadır. Birim bölgede KD-GB boyunca geniş yüzlekler vererek uzanmaktadır ve Bulgurkaya-Gebenköy birimleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Kelling vd (1987)’nin Karataş ilçesi etrafındaki çalışmasında bu birimin kalınlığının 1,5-3,0 km’lik değişkenlik aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.3. Kızıldere Formasyonu (Tk)

Alt-Orta Miyosen yaşlı Kızıldere formasyonu ilk defa Schmidt (1961) tarafından adlandırılmıştır. Birim, Karataş Formasyonu üzerine uyumsuz olarak

gelmektedir. Bilgin vd (1981), konglomera ve resifal kireçtaşları, kalın katmanlı kumtaşı ve marndan oluşan bir içerikten bahsetmişlerdir. Kozlu (1997)'nin çalışmasında, kumtaşı katmanları ve kumlu marnlar ayrılmış ve Menzelet Formasyonu altında verilmiştir.

KD-GB doğrultusunda olan formasyon genel olarak gri renkli orta-kalın tabakalı kumtaşı ve marn seviyelerinin ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyon'un yaşı Kozlu (1987) tarafından Serravaliyen-Messiniyen olarak verilmiştir.

4.1.4. Delihalil Bazaltı (Qd)

KD – GB uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı Karataş – Osmaniye Fay zone boyunca Neojen seriyi kesen bazik bileşimli kayalar gözlenmektedir; bunlar Hama Tepe, Delihalil Tepe, Üç Tepeler ve Gertepe olmak üzere dört farklı bölgede yoğunlaşmıştır. Bazik bileşimli kayaların çıkış noktaları, bu dört bölgedeki volkanik bacalar olarak gösterilmektedir (Yurtmen vd, 2000). Toprakkale'nin batısındaki Delihalil Tepe'de bu bazik volkanitlerin çıkış merkezlerine ait volkan konileri gözlemlenebilmektedir. Kozlu (1982), birimin isimlendirmesini Osmaniye ili sınırları içerisinde kalan Delihalil Tepe'den alarak vermiştir. Birim, geniş bir bölgede yüzlenmektedir. Genelde genç tektonik hatlar boyunca yarık erüpsiyonu olarak çıkan bu bazik bileşimli kayalar gözenekli, siyah renkli bazaltlar ve kırmızımsı-gri ve siyah renkli tüflerin ardalanması şeklindedir. Yer yer Kuvaterner alüvyonları tarafından örtülü olan birimin erüpsiyon yaşı olarak Kozlu (1997) tarafından Üst Pliyosen'in hemen sonrası olacağı belirtilmiştir. Bu tezin ana içeriği de bahsi geçen Qd birimini kapsamaktadır.

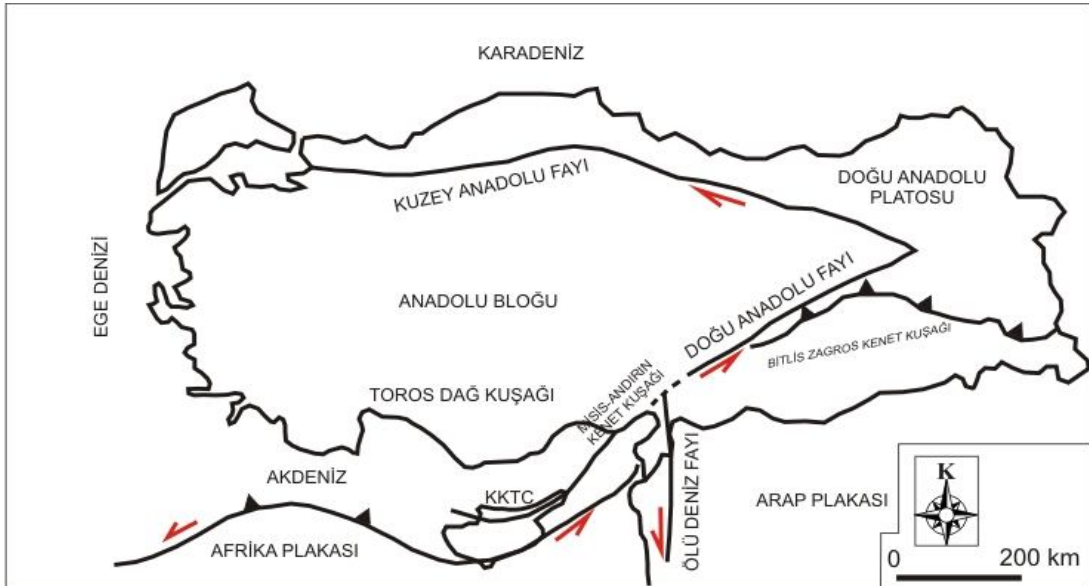
4.1.5. Alüvyon (Qa)

Çalışma bölgesi civarında, Adana ovasını da meydana getiren eski alüvyonları ile dere boylarında gelişmiş genç alüvyonlar yer almaktadır. Eski alüvyonlar genellikle bitkisel toprak ile örtülü bulunmaktadır. Yeni alüvyonlar ise

dere boylarında gelişmiş olup genelde kötü boylanmış, tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil malzemesinden oluşmaktadır. Seyhan ile Ceyhan Nehirleri'nin menderesli yapıları, çok iri taneli malzemeden ziyade iri-ince taneli (kum-silt-kil) malzemelerin çökelmelerine imkan vermektedir. Birimin kalınlığı topografyaya bağlı olarak değişim göstermektedir.

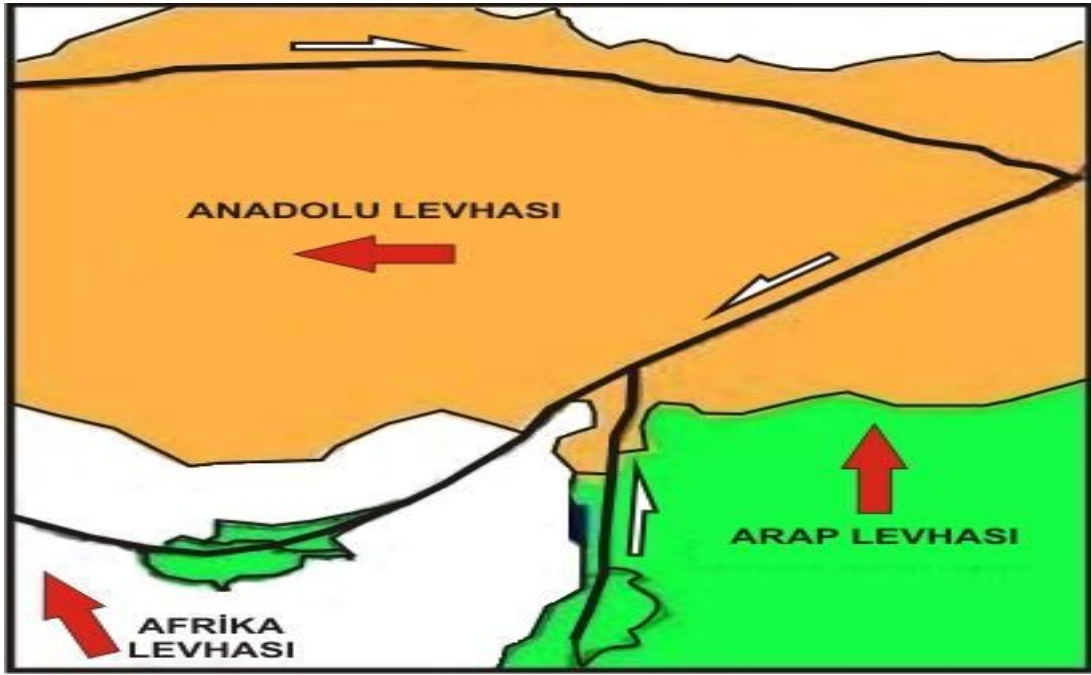
4.2. Yapısal Jeoloji

Araştırmacılar tarafından, incelenen bölge ve yakın civarının tektonizması hakkında oldukça fazla çalışma mevcuttur (Şengör ve Yılmaz 1981; Kelling vd 1987; Kozlu 1987; Yılmaz vd 1988; Karig ve Kozlu 1990; Westaway 1994; Parlak vd 1997). İnceleme alanına ait bölge ve Kuvaterner yaşlı bazaltlar, Afrika-Asya kıtalarının karşılaştıkları, Doğu Akdeniz'de yer almaktadır. Söz konusu Doğu Akdeniz bölgesi, tektonik açıdan önemli ilişkilerin bulunduğu bir yerdir, bu bölgede Ölüdeniz fay zone, Kuzey ile Doğu Anadolu fay zonları üç ana fay zonunu oluşturmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Miyosen-Holosen'de genel hatlarıyla mevcut tektonizma (Şengör ve Yılmaz, 1981)

Kuzey doğu-güney batı uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı fay sisteminde gelişen volkanik aktivite, Maraş üçlü eklem sistemi olarak adlandırılan Afrika, Arabistan ve Anadolu levhalarının çarpışması sonucu oluşmuştur (Şekil 4.3). Aglomera ve tuf ara katkılı karasal bazaltlar ana fayların doğrultusu boyunca meydana gelen volkanik aktivitelerle oluşmuşlardır (Parlak vd 1997).

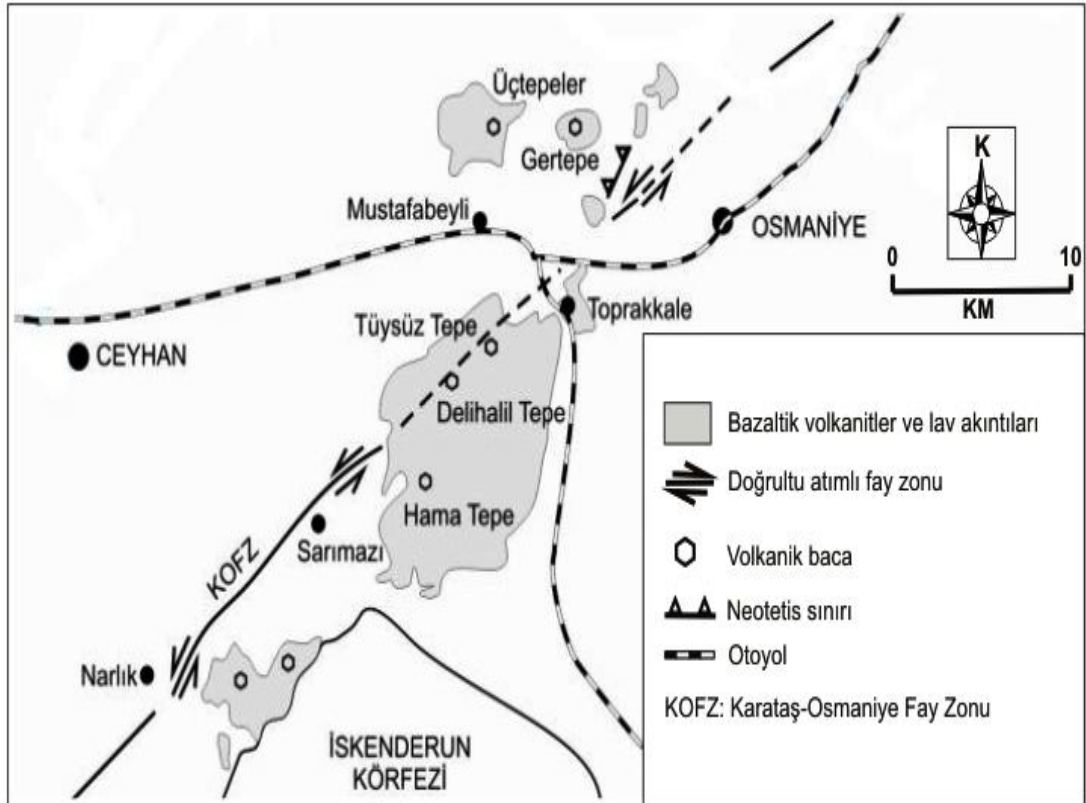


Şekil 4.3. Tektonik açıdan bölgeyi etkisi altına alan levhalar

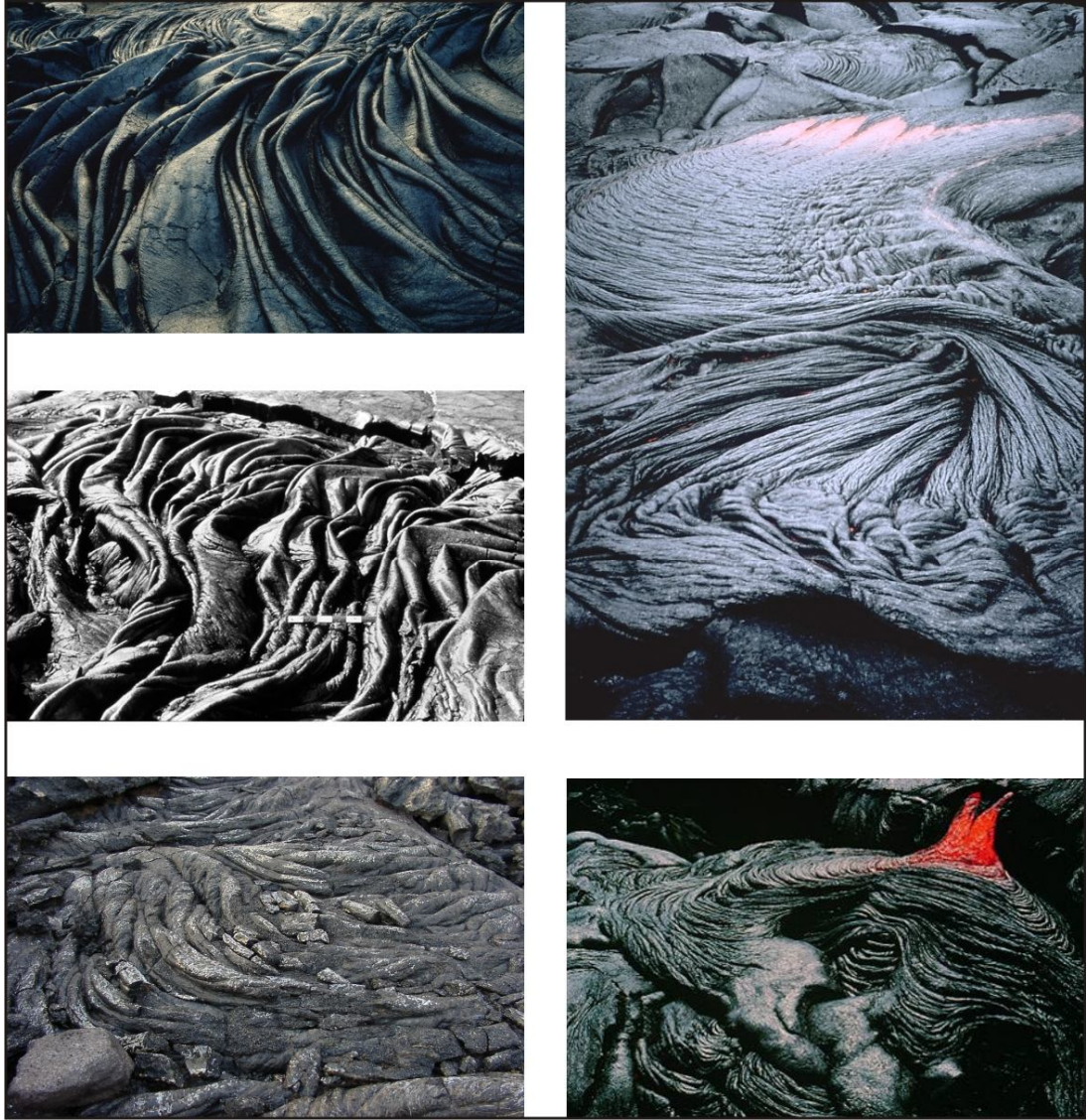
Misis yüklenimi ile birbirinden ayrılan Adana ve İskenderun basenlerinden oluşan Çukurova basen kompleksi; Toros Kuşağından, Göksu sol yönlü doğrultu atımlı fayı ve Yumurtalık bindirme fayı ile ayrılmaktadır (Kelling vd 1987; Kozlu 1987). Basenin gelişimi, Afrika-Arabistan ve Anadolu plakalarının çarpışması ile oluşan Maraş üçlü eklem sistemindeki kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı doğrultu atımlı faylarla kontrol edilmektedir (Kelling vd 1987; Kozlu 1987; Yılmaz vd 1988; Karig ve Kozlu 1990). Bu bölgede sıkışma tektonik rejimi Geç Pliyosen döneminden sonra uzanım rejimine dönüşmüştür. KD-GB uzanımlı Yumurtalık fayı ve birleşik fay sistemleri kabuk incelmesine neden olmuşlardır. Bu tektonik rejimin sonucu olarak kıta içi Kuvaterner yaşlı bazalt içerikli volkanizmalar ana fay zonu boyunca oluşmuşlardır. Oluşan Kuvaterner yaşlı bazaltlar karasal sedimanları örtmüştür

(Kozlu, 1987; Karig ve Kozlu, 1990). Yüzeyde oldukça ayrıışmış ve bol gözenekli olan bu volkanik kayaçlar genel olarak aglomera ve tuf ara katkılarından oluşan bazaltik lav akıntılarıdır. Derinlere inildikçe ayrıışma azalmakta ve masif bir yapı kazanmaktadırlar. Yurtmen vd (2000) de yaptığı çalışmada İskenderun Körfezi'nin kuzeyinde, Karataş-Osmaniye fay zone boyunca oluşan bazaltik ürünlerin dağılımlarını haritalamıştır (Şekil 4.4). Burada adı geçen Karataş-Osmaniye fay zone ayrıca birçok çalışmada Karataş-Yumurtalık fay zone olarak da geçmektedir.

Üzerinde çalışılan Turunçlu bölgesi, volkanitlerin pahöhö tipi soğumuş lavlarından oluşmaktadır. Pahöhö lav akıntıları halatsı, dalgalı, lifli, pürüzsüz bir yüzeye sahiptirler ve düşük püskürme hızı ile oluşmuşlardır (Şekil 4.5). Bunların soğuyarak katılaşması uzun zaman almaktadır. Bu nedenle çok kalın olup bir nehir akıntısı gibi akmamaktadırlar.



Şekil 4.4. KOFZ boyunca oluşan bazaltik ürün dağılımları (Yurtmen vd, 2000)



Şekil 4.5. Pahöhö lav akıntılarına ait genel görünüm (Kaynak: İnternet Siteleri)

4.3. Çalışma Bölgesinin Mühendislik Jeolojisi

Akdeniz'in doğu sahilinin yaklaşık 5 km kadar kuzeyinde, Ceyhan (Adana) ve Erzin (Hatay) ilçeleri arasında bulunan inceleme bölgesi Turunçlu ve yakın civarında bazaltlar (Qd) lav düzlükleri olarak görülmektedir (Şekil 4.6). Lav tabakalarının kalınlığı 5-20 m arasında değişmektedirler. Fakat kuzeydeki yol yarmalarında bu kalınlığın 100 m civarında olduğu görülmüştür.

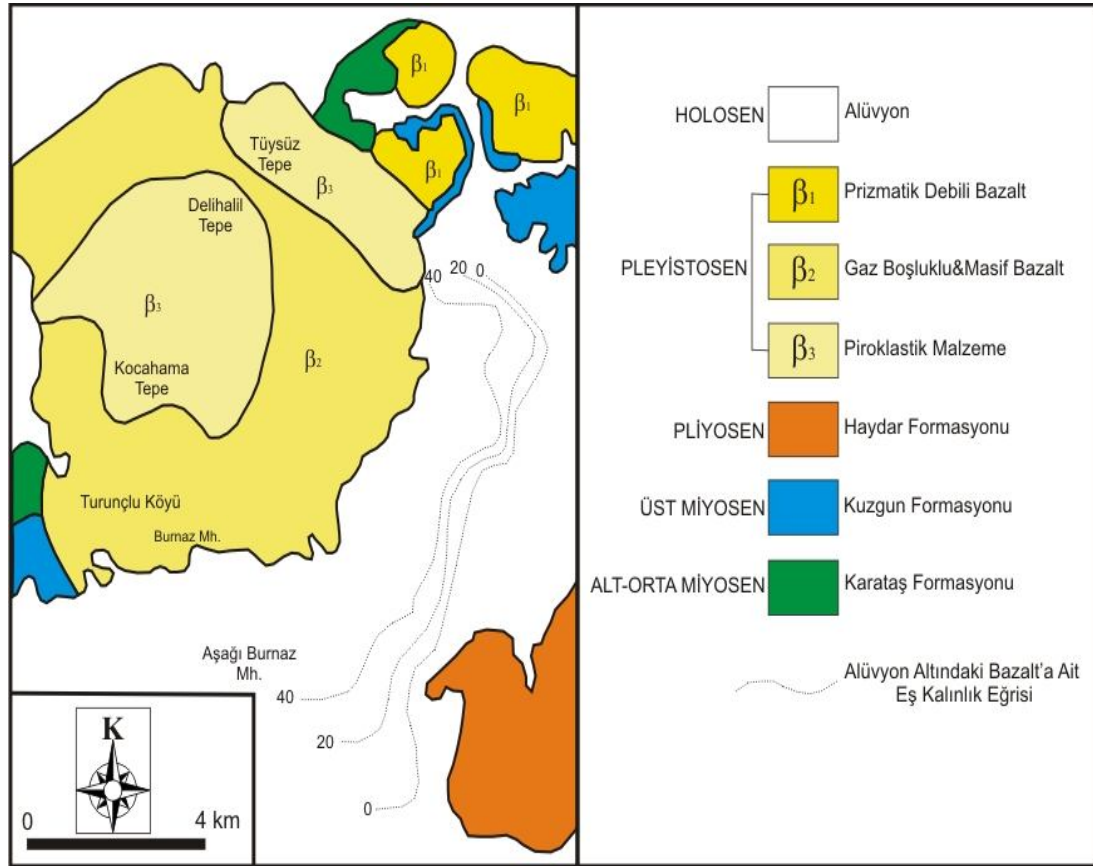
Bazaltlar koyu gri ve siyah renklidirler ve genelde gaz boşlukları içermektedirler. Bu boşluklar yer yer kalsit dolguludur. Masif görünümlü bazaltlar yer yer volkan konilerinin yakınında piroklastlarla ara tabakalıdır. Ceylan Tepe, Kara Tepe ve Turunçlu civarlarında bu bazaltik birim açıkça mostra vermektedir. Pelen (1995)'in yapmış olduğu çalışmada mevcut bazik volkanizma ürünlerinin bölgedeki dağılımları haritalanmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Turunçlu'daki Qd birimine ait görünüm

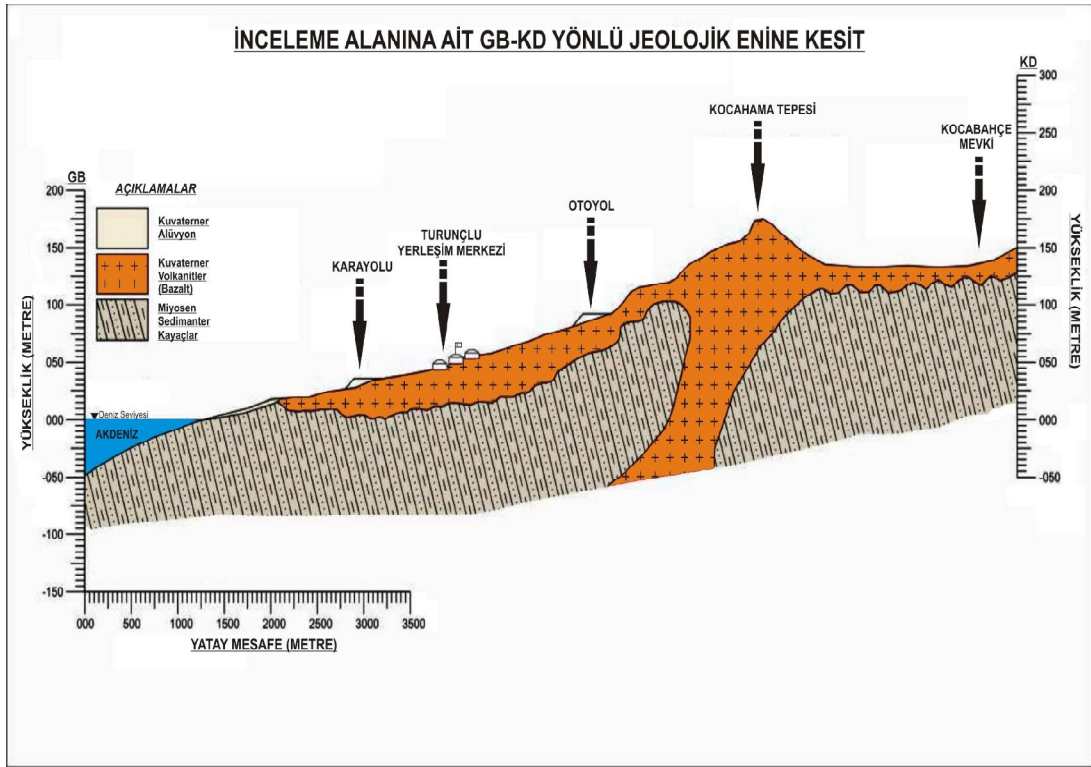
Bu tez çalışması kapsamında, Turunçlu'da yapılan sondajlı çalışmalarda genelde yüzeyden yaklaşık 4 m kalınlığa kadar gaz boşluklu seviye bulunurken bu seviyenin altında masif özellikteki bazaltlara rastlanılmıştır. Bu seviye devam ettirildiğinde, altında tekrar gaz boşluklu seviyelerin yer aldığı belirlenmiştir. Ortaya

çıkan bu mevcut durum jeolojik açıdan değerlendirildiğinde bölge içindeki volkanik faaliyetin birden fazla olarak gerçekleştiği açıkça görülmektedir.



Şekil 4.7. Bölgedeki bazaltların dağılım haritası (Pelen, 1995'ten düzenlenerek)

Şekil 4.8'de de inceleme alanına ait GB-KD yönlü genel bir jeolojik enine kesit verilmiştir. Bu kesitte de görüleceği üzere Kuvaterner yaşlı Delihalil Bazaltı (Qd), Miyosen yaşlı Kızıldere Formasyonu'na (Tk) ait sedimanter kayalar üzerlemişlerdir. Ayrıca çalışma sahasındaki bazaltik birim (Qd) yer yer Kuvaterner yaşlı alüvyonlarca örtülüdür. Bu alüvyonal birimler güney yönde giderek daha da belirginleşmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. İnceleme alanına ait GB-KD yönlü jeolojik enine kesit



Şekil 4.9. Güney yönde giderek belirginleşen alüvyonlara ait görünüm

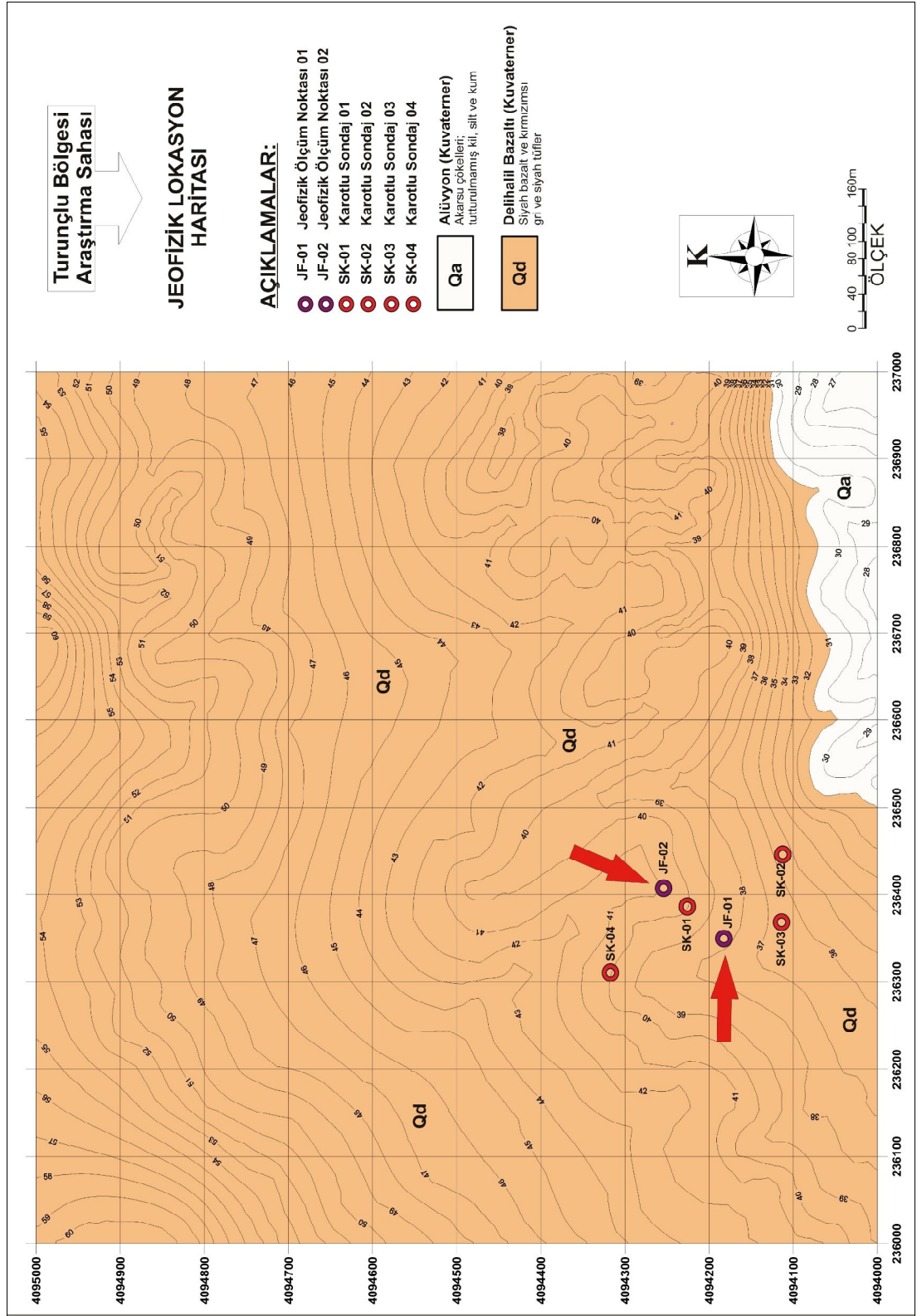
4.3.1. Jeofiziksel Çalışmalara Ait Bulgular

İnceleme yerindeki genel jeoloji çalışmasına yönelik olarak jeofiziksel çalışmalar yapılmıştır (Şekil 4.10).

Bu çalışmalar doğrultusunda uygun görülen noktalarda gerçekleştirilen jeofizik etütlerle bazaltların öz direnç değerleri saptanarak, jeofiziksel açıdan jeoloji ortaya konmuştur. Çalışmada arazinin elverdiği ölçüde maksimum açılım olarak $AB/2=60$ ve $AB/2=100$ metre uygulanmıştır. Bu noktalar sırasıyla JF-01 (X: 236.349,00 & Y: 4.094.174,00) ve JF-02 (X: 236.403,00 & Y: 4.094.266,00) olarak isimlendirilmiştir. Lokasyonları da şekil 4.11’de sondaj noktaları ile birlikte jeofizik lokasyon haritası üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 4.10. Yapılan jeofiziksel çalışmalara ait görüntü



Şekil 4.11. Jeofizik ölçümlerin yapıldığı lokasyonları gösteren harita

4.3.1.1. Özdirenç Eğrilerinin Değerlendirmeleri

Bu çalışmada her bir noktadaki birimlerin kalınlık ve özdirenç değerleri elde edilmiş ve bunlardan yararlanarak çalışma alanındaki bazaltların görünür özdirenç yapay kesitleri şekillerle sunulmuştur (Şekil 4.12 ve 4.13). Aşağıda JF-01 ve JF-02 noktalarında belirlenen nitelikler verilmiştir:

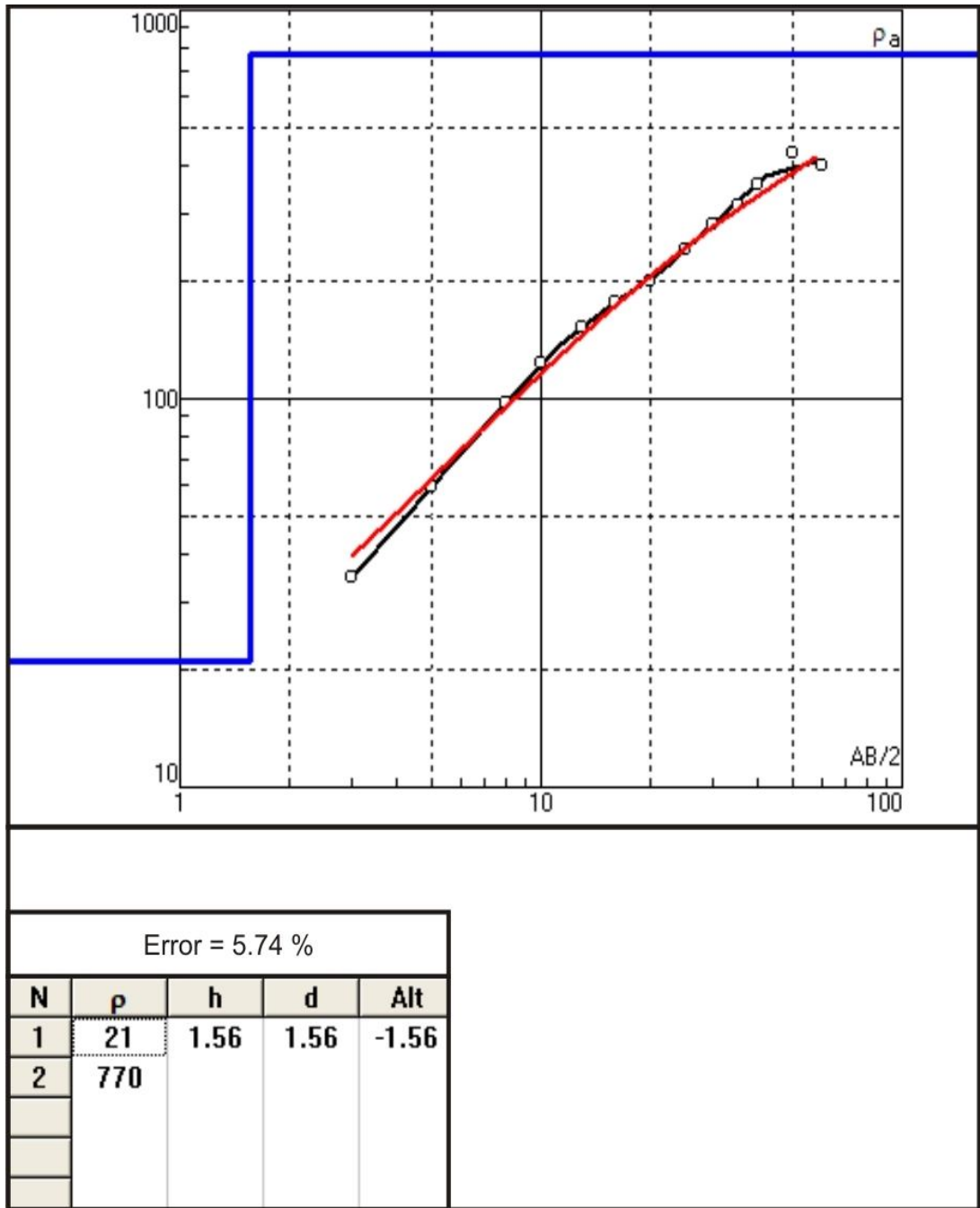
JF-01 Noktası;

- ◆ Üstte yaklaşık 1.56 m ye kadar 21 ohm.m özdirençli nebati toprak,
- ◆ 1.56 m'den sonra derinleşen seviyelerde 770 ohm.m özdirençli bazalt biriminden meydana gelmiştir.

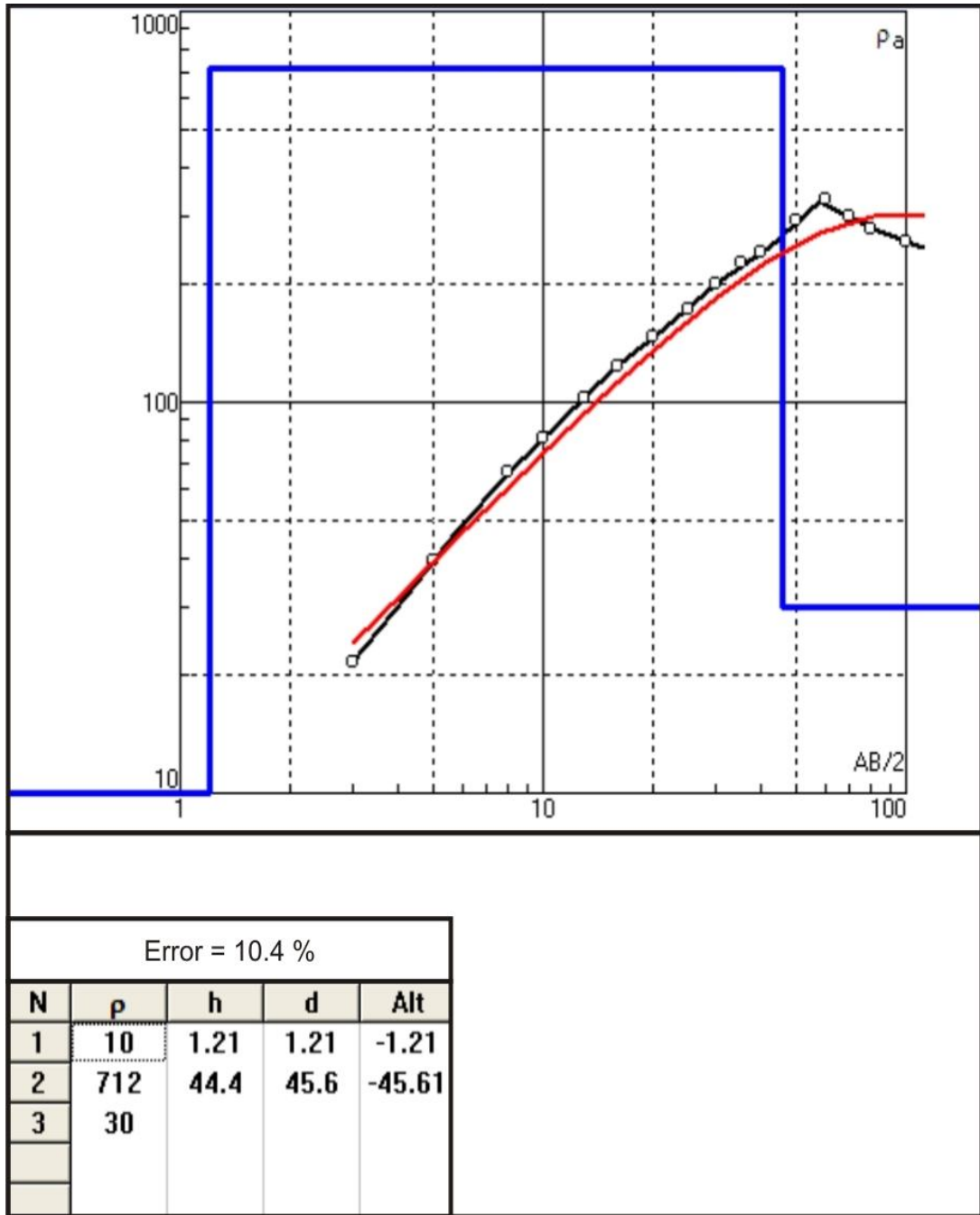
JF-02 Noktası;

- ◆ Üstte yaklaşık 1.21 m ye kadar 10 ohm.m özdirençli nebati toprak,
- ◆ 1.21 m'den yaklaşık 70.0 m. derinliğe kadar 65-70m kalınlık sunan 712 ohm.m özdirençli bazalt birimi,
- ◆ 70.00 m'den sonra derinleşen seviyelerde 30 ohm.m özdirençli tabakadan meydana gelmiştir. Bu tabaka muhtemelen rezistivite değerleri 3-50 ohm-m arasında değişen kil veya kumlu kilden oluşmaktadır.

Şekil 4.12'de JF-01 noktası için ve Şekil 4.13'de JF-02 noktası için görünür özdirenç-derinlik eğrisi, tabaka kalınlık ve özdirenç değerleri verilmiştir.



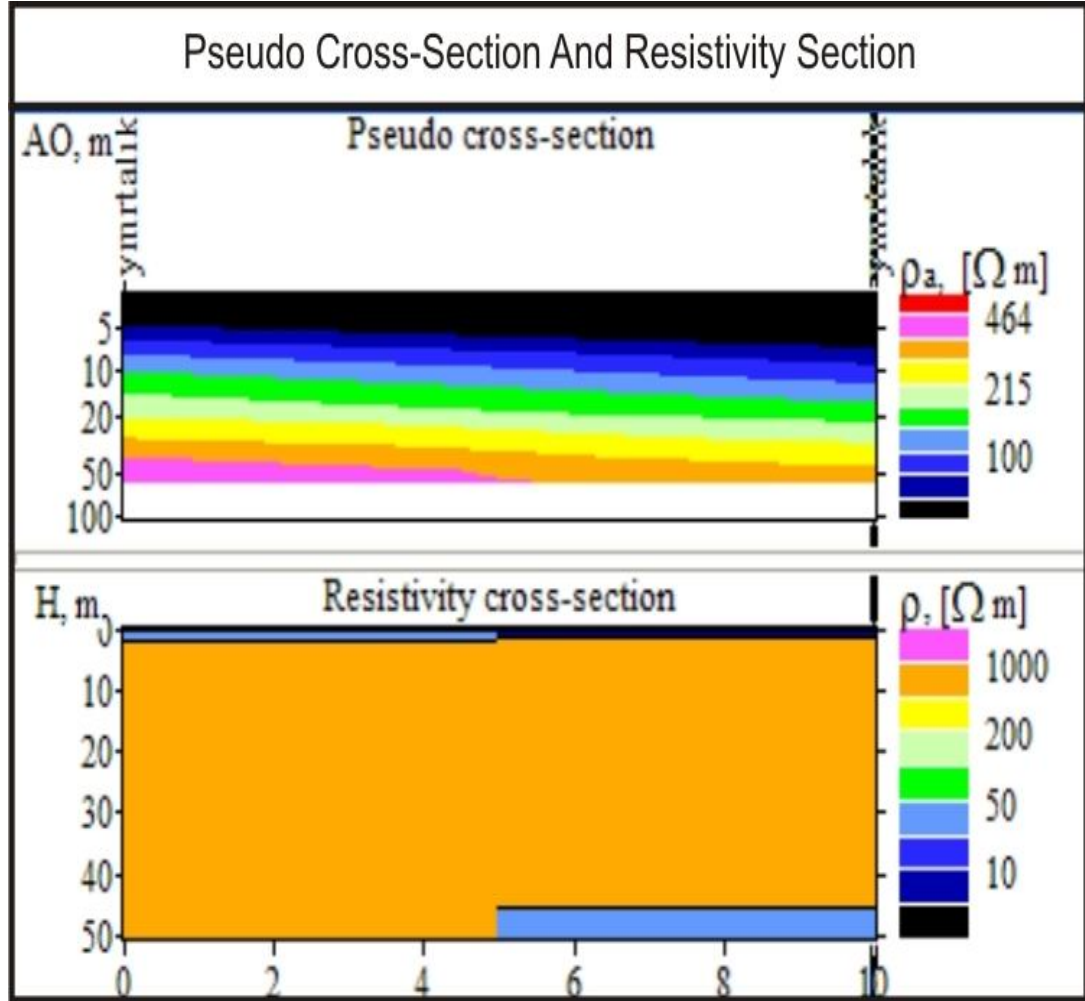
Şekil 4.12. JF-01 noktası için görünür öz direnç-derinlik eğrisi, tabaka kalınlık ve öz direnç değerleri



Şekil 4.13. JF-02 noktası için görünür öz direnç-derinlik eğrisi, tabaka kalınlık ve öz direnç değerleri

Bu şekillerde y-ekseni “öz direnç-ohm.m”, x-ekseni derinlik (m), kırmızı eğri “gerçek öz direnç eğrisi” ve siyah çizgi de “görünür öz direnç eğrisi”ni

göstermektedir. Şekil 4.14’de bu çalışmadan elde edilen yer elektrik kesiti verilmiştir.



Şekil 4.14. Yer elektrik kesiti

JF-01 ve JF-02 ölçüm noktaları için belirlenen nitelikler ve bölgenin genel jeolojisi bir bütün olarak değerlendirilmeye alındığında yaklaşık 70 metre derinliğe kadar aynı malzemenin; yani Kuvaterner yaşlı bazalt’ın devam ettiği, yaklaşık 70’inci metreden sonra gelen derinliklerde ise söz konusu birimin değişim gösterdiği belirlenmiştir.

4.3.2. Karotlu Sondajlar

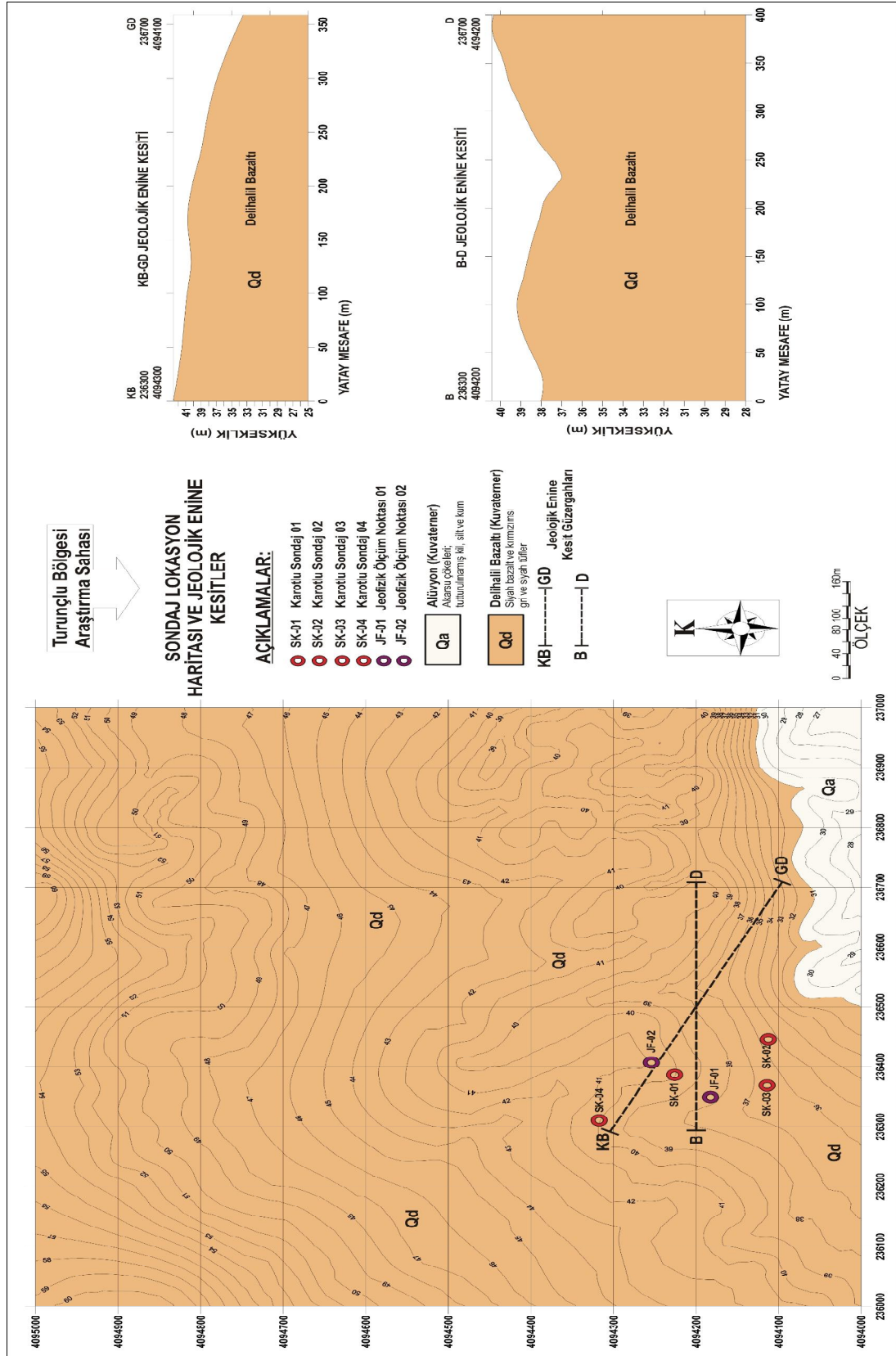
Bu çalışma kapsamında Turunçlu bölgesindeki bazaltik oluşumları incelemeye yönelik dört adet sondaj kuyusunun verileri incelenmiştir. Sondajların genel nitelikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Boşluklu ve masif seviyeleri incelenen sondajların genel nitelikleri

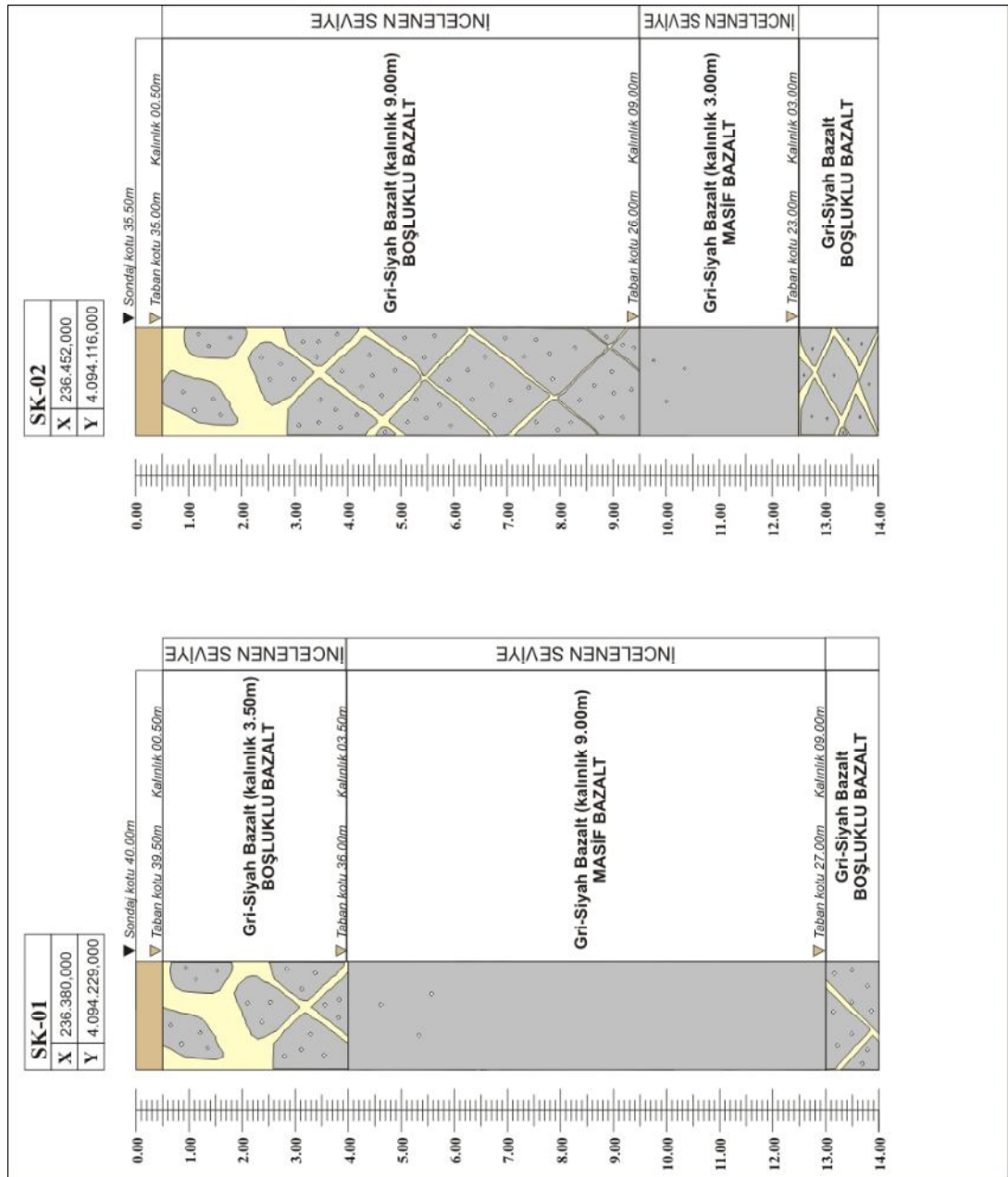
Sondaj No	X Koordinat	Y Koordinat	Z kot (m)	Derinlik (m)	Taban Kotu (m)
SK-01	236.380,00	4.094.229,00	40.00	13.00	27.00
SK-02	236.452,00	4.094.116,00	35.50	12.50	23.00
SK-03	236.364,00	4.094.114,00	36.50	9.50	27.00
SK-04	236.308,00	4.094.318,00	40.00	10.00	30.00

Aşağıdaki şekillerde, yapılan karotlu sondajların lokasyonları ile birlikte KB-GD ve B-D yönlü jeolojik enine kesitler ve sondaj logları verilmiştir (Şekil 4.15, 4.16, 4.17). Sondajlarda değişik zaman aralıklarında akan lav akıntılarının olduğu açıkça görülmektedir. Bu araştırma kapsamında ise sadece en üst seviyeden başlayarak gelen boşluklu bazaltlar ile onları takip eden masif özellikteki bazalt seviyeleri incelenmiştir (Şekil 4.16, 4.17).

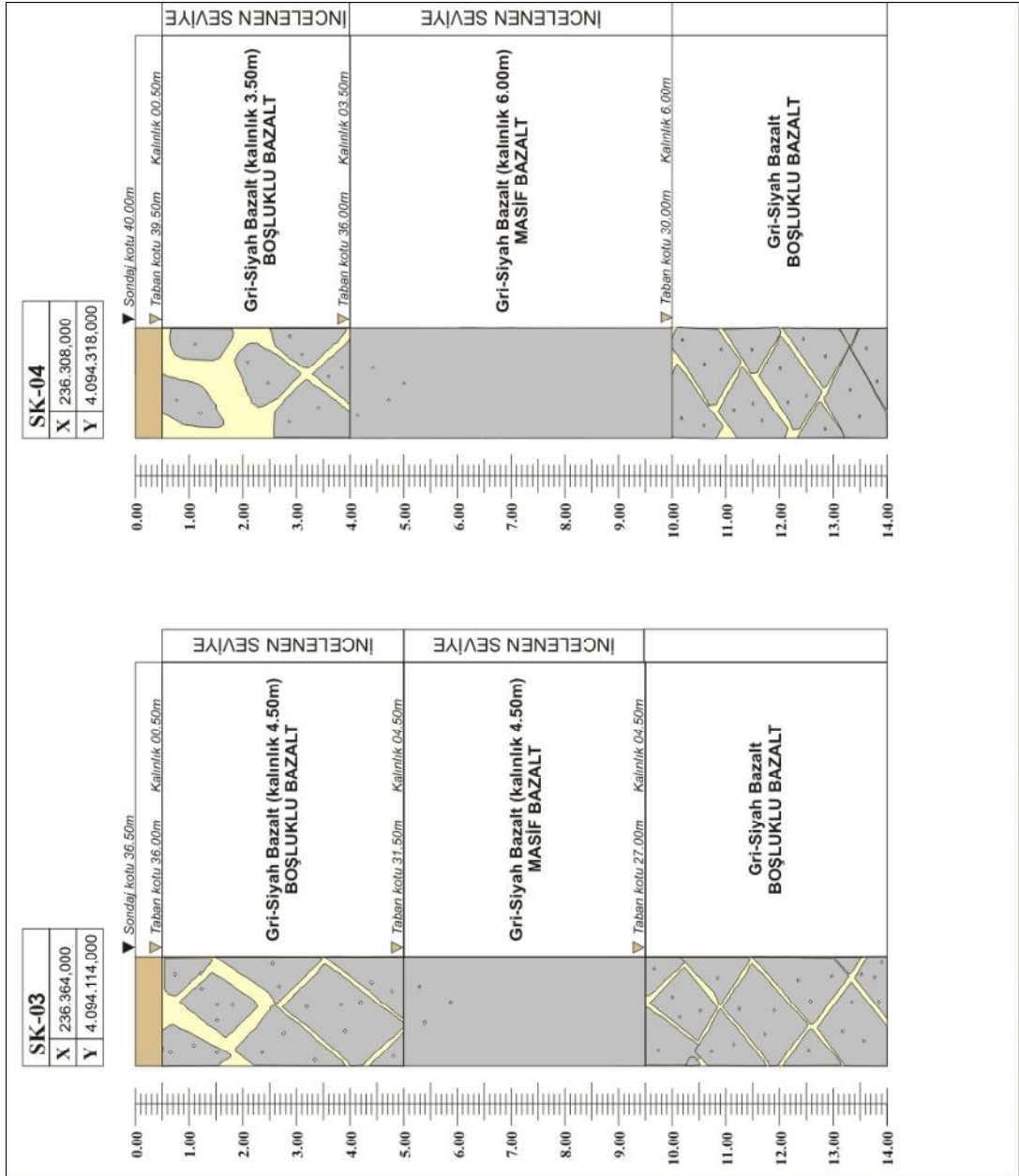
Ayrıca şekil 18’de sondaj kuyularının yanal olarak ve şekil 19’da ise sondaj kuyularının arazideki pozisyonlarına göre korelasyonları da oluşturulmuştur.



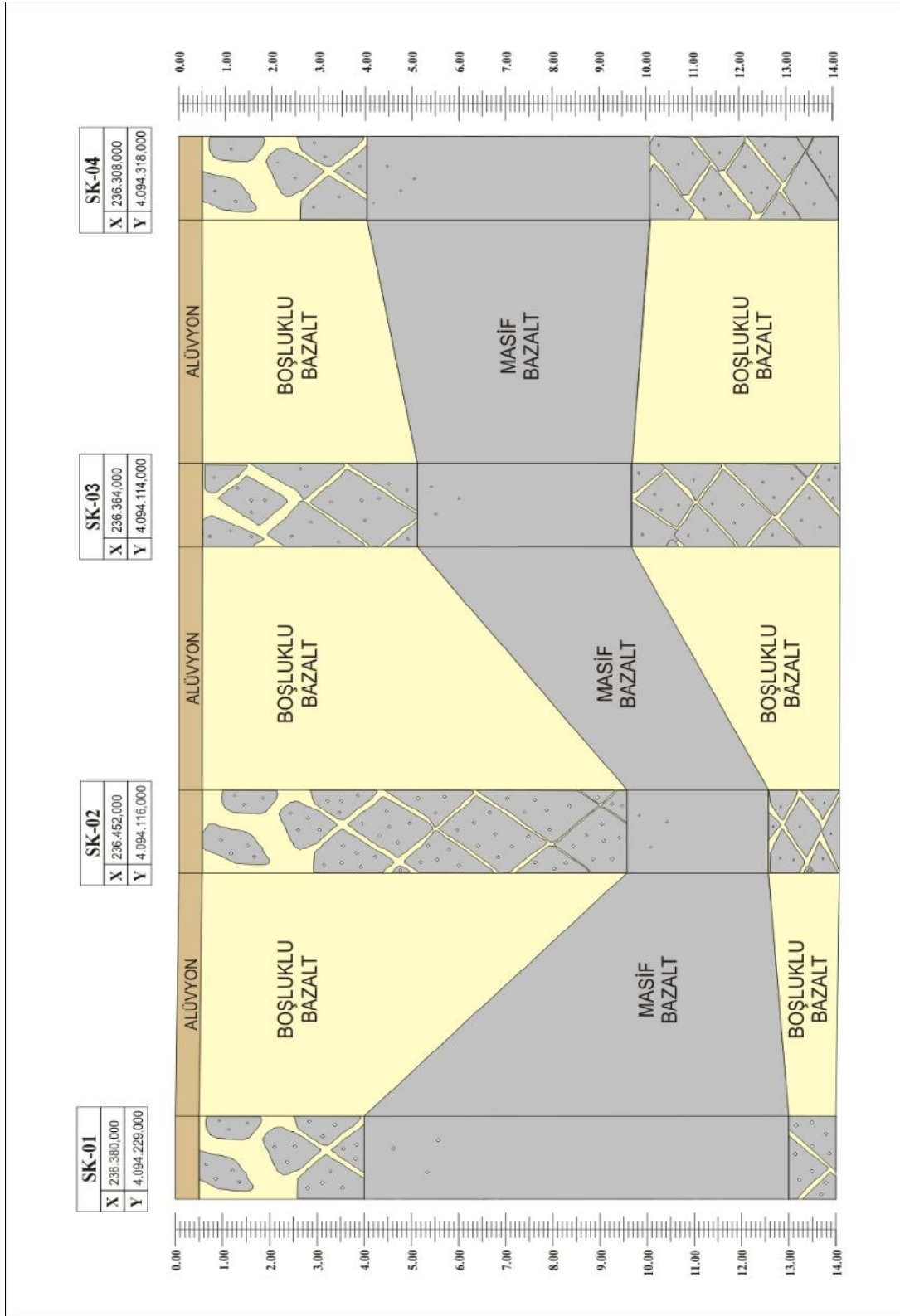
Şekil 4.15. Sondajların lokasyon haritası ve jeolojik enine kesitler



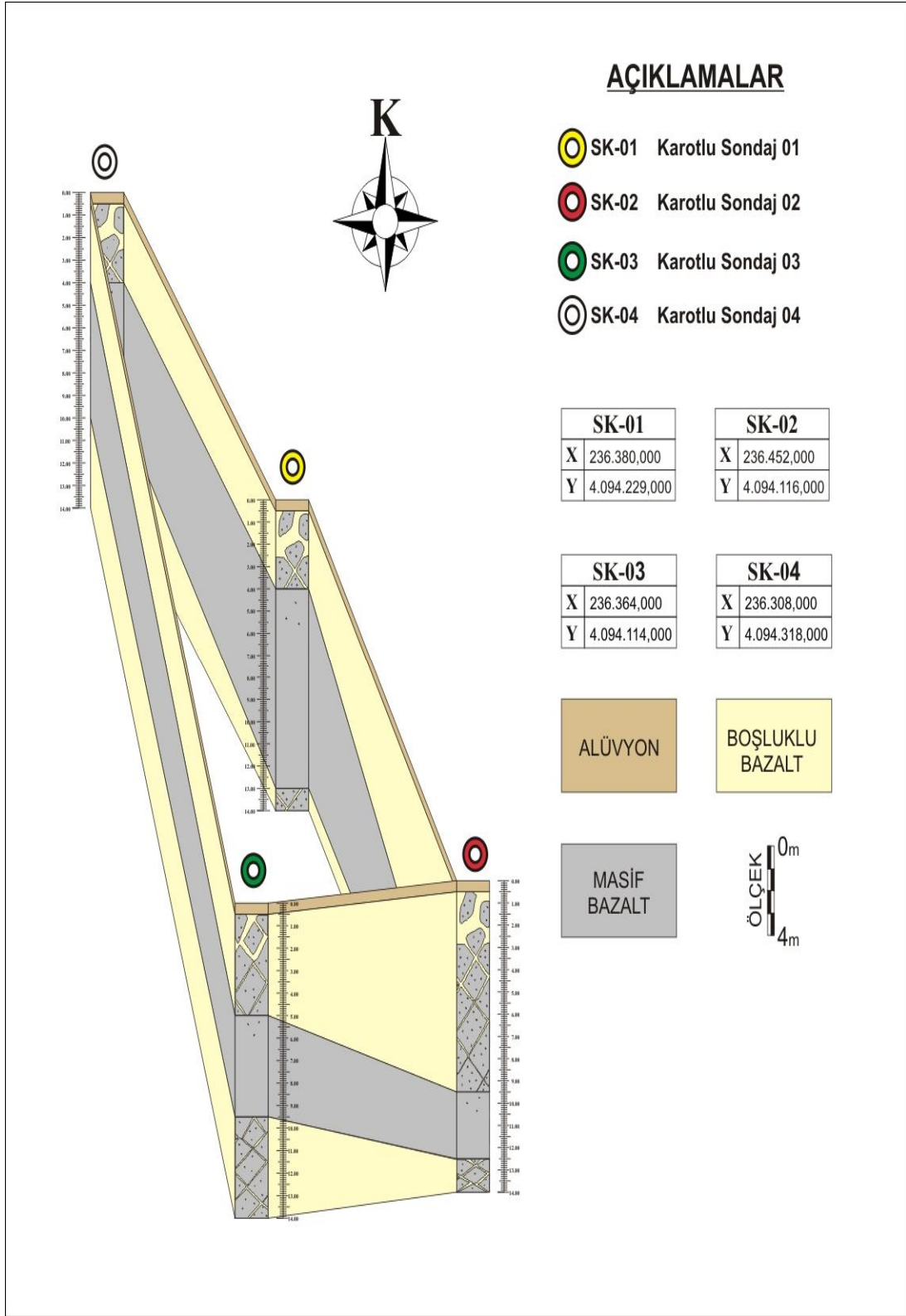
Şekil 4.16. Sondaj logları (SK-01 ve SK-02)



Şekil 4.17. Sondaj logları (SK-03 ve SK-04)



Şekil 4.18. Sondaj kuyularının yanıl olarak korelasyonları

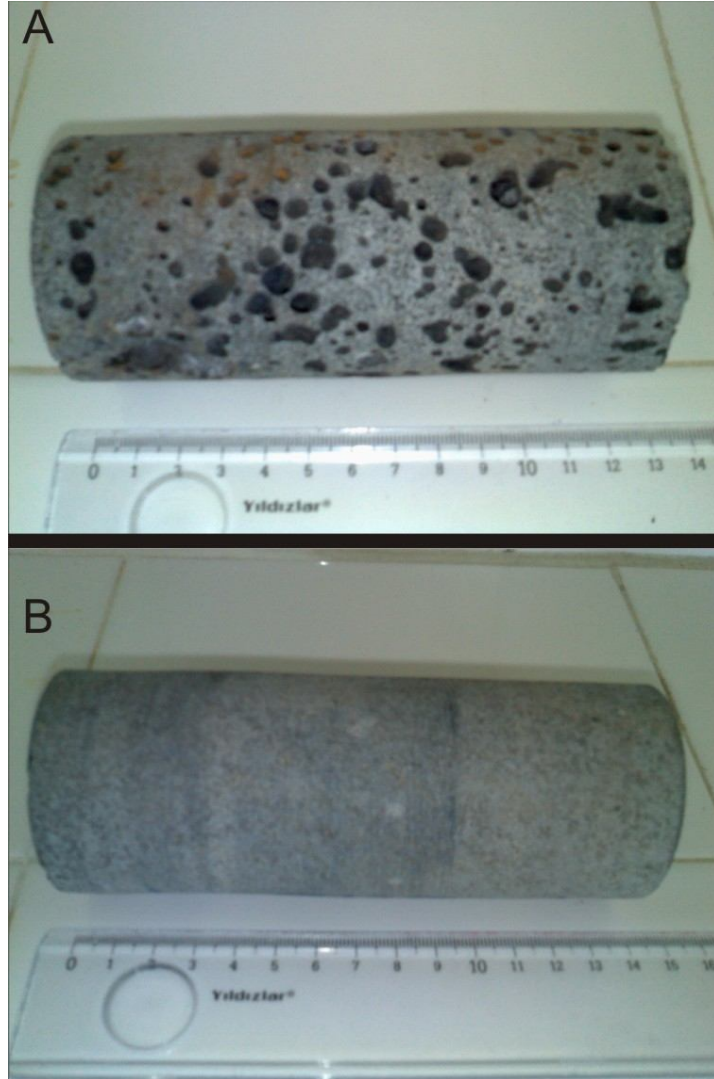


Şekil 4.19. Sondaj kuyularının arazideki pozisyonlarına göre korelasyonları

4.3.3. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Petrografik Ve Jeokimyasal Özellikleri

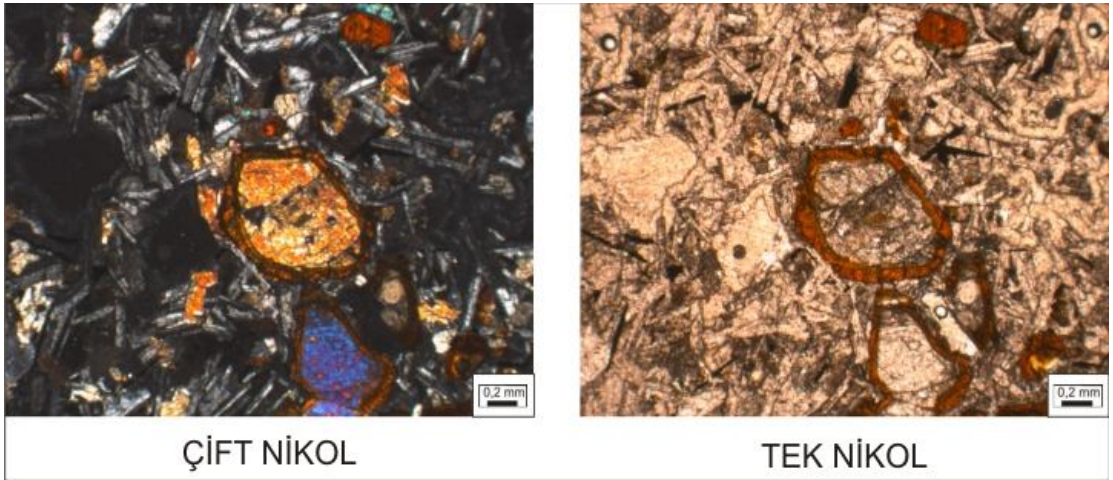
4.3.3.1. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Petrografik Özellikleri

İnceleme sahasında yapılmış karotlu sondajlardan elde edilen verilerinin doğrultusunda bazaltların petrografisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaca yönelik, üst seviyedeki boşluklu (Şekil 4.20) ve ardından gelen masif yapıdakiler (Şekil 4.20) olmak üzere bazaltlardan ince kesitler hazırlanmış ve aynı zamanda da makroskopik olarak el örnekleri incelenmiştir.



Şekil 4.20. Boşluklu bazalt örneği (A) ve masif yapıdaki bazalt örneği (B)

İnce kesitlerde yapılan gözlemlerde, kayacın ana bileşenini plajiyoklasların oluşturduğu ve yine kesitlerde fenokristaller halinde olivinler ile opak minerallerin de varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca koyu renkli mineraller olan piroksenlerde mevcuttur. Plajiyoklaslar, prizmatik latalar (çıtalar) şeklinde olup geneli polisentetik-lamelli (albit) ikizlenme göstermektedir. Olivinler de fenokristaller halinde, öz şekilli-yarı öz şekilli olarak gözlenmektedir. Aynı zamanda; boşluklu ve masif yapıdaki bazaltların olivinlerinde iddingsitleşmeler söz konusudur (Şekil 4.21); fakat bu oluşumlar masif seviyelerde, boşluklu seviyelere nazaran daha az miktarda mevcuttur. Masif seviyelerde, diğer fenokristaller ve hamur yapısı genel anlamda korunmuştur. Aynı durum boşluklu seviyelerde genel itibariyle geçerliliğini yitirmiştir. İncelenen kesitlerde yer alan opak mineraller ise; genel itibariyle düzgün köşeli küçük taneler halindedir. Opak olan bu mineraller manyetit ve ilmenit'tir. Yapılan araştırmada bu bazaltların porfirik dokuya sahip olduğu da belirlenmiştir. Ayrıca yapılan önceki çalışmalarda bazaltlarda mevcut olan olivin minerallerinin ayrışma nedeniyle nontronit mineraline (demirli kil mineraline) kısmen dönüşüm gösterdiği, bu durumun ise kayacın dayanımına olumsuz etki edeceği belirtilmiştir; nitekim Atatürk Barajında, rip-rap malzemesi olarak kullanılan bazaltlarda bu olay meydana gelmiştir (Çetin vd, 2000). Bu olgu kullanılacak olan bazaltların petrografik açıdan detaylı olarak araştırılmasındaki önemi ortaya çıkartmıştır.



Şekil 4.21. İddingsit adı verilen oluşumlar (Boşluklu bazalt'a ait ince kesit görüntüsüdür)

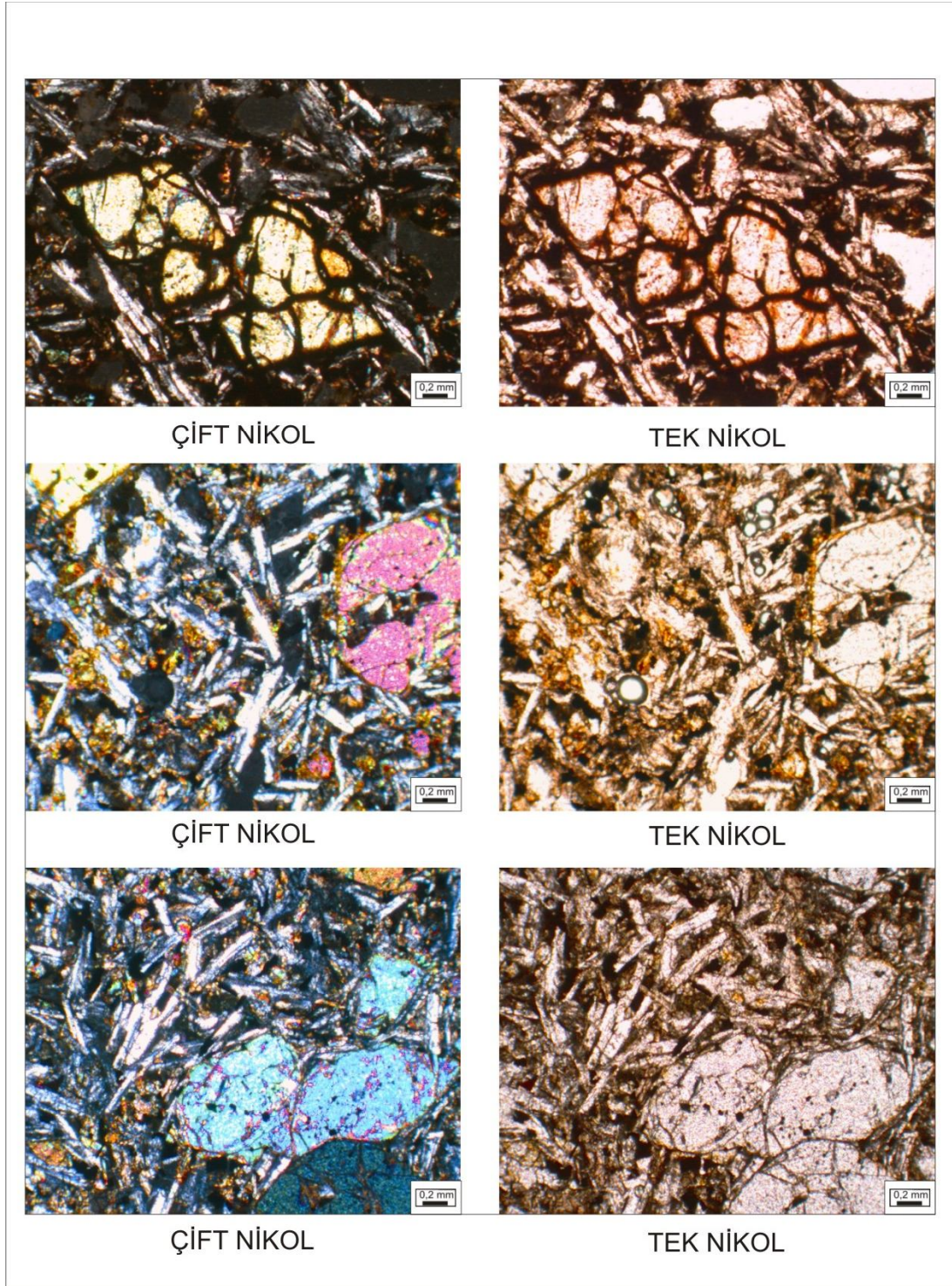
El örneklerinde yapılan incelemeler sonucunda ise bazaltların renk olarak gri-siyah renklerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca; bazaltların boşluklu bölümlerinde kalsitleşmelerin varlığı yüzeye yakın yerlerde gözle görülecek düzeydedir (Şekil 4.22), bu kalsit oluşumları masif kısımlarda çok sık olan boşluklar arasında da eser miktarda yine ikincil mineral olarak göze çarpmaktadır. Bu kalsitleşme nedeninin, olivin'in karbonat minerallerine; piroksen'in kalsit'e dönüşmesi ile açıklanabileceği düşünülmektedir.



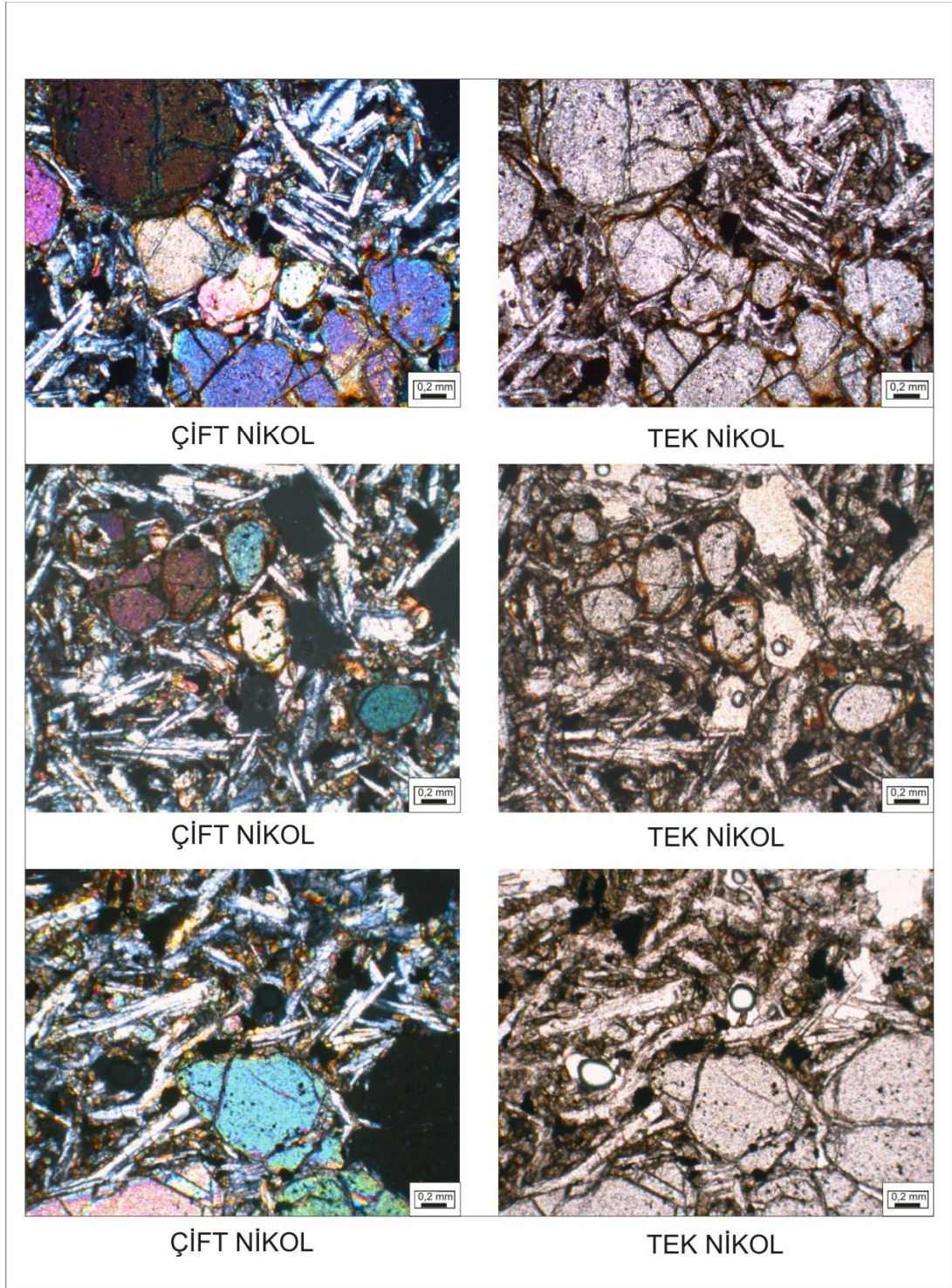
Şekil 4.22. Gaz boşlukları içerisinde meydana gelen kalsitleşmeler

Düşey yönde incelemesi yapılan Kuvaterner yaşlı bazaltların alkali-sub alkali karakterlerde olduğu eldeki ince kesit ve kimyasal veriler ışığında belirlenmiştir.

Karotlu sondajların üst seviyedeki boşluklu ve sonrasında devam eden masif yapıdaki bazaltlardan alınan numunelerin ince kesitteki görüntüleri (çift ve tek nikol olmak üzere) şekil 4.23 ile 4.24'de verilmiştir. Bu görüntülerden; masif bazaltlardaki fenokristallerin ve genel hamur yapısının, boşluklu bazaltlara nazaran korunmuş olduğu da açıkça görülmektedir.



Şekil 4.23. Boşluklu bazaltlara ait ince kesit görüntüleri ve mevcut genel yapı (Alındıkları derinlikler sırasıyla; 1, 2.5 ve 5'inci metreler)



Şekil 4.24. Masif bazaltlara ait ince kesit görüntüleri ve mevcut genel yapı (Alındıkları derinlikler sırasıyla; 5.5, 8.5 ve 11.5’inci metreler)

4.3.3.2. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Jeokimyasal Özellikleri

Düşey hatta incelemesi yapılan alanda, bazaltların jeokimyasal niteliklerini tespit etmek amacıyla sondaj kuyularının değişik derinliklerinden 8 adet numune alınarak kimyasal analizi yapılmıştır (Çizelge 4.2). Analizler, Kanada Acme Analitik Laboratuvarında ICP-MS yöntemi ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kimyasal analizi yapılan numunelerin alındığı derinlikler ve makroskopik olarak tanımlamaları

No	Derinlik	Makroskopik Tanımlamalar
1	2 m	Boşluklu ve boşlukları genelde kalsit dolgulu
2	9 m	Masif görünümlü
3	9.5 m	Boşluklu görünümlü
4	5 m	Masif görünümlü
5	12 m	Masif görünümlü
6	13 m	Gözenekli ve gözenekleri çok az kalsit dolgulu
7	3.5 m	Boşluklu ve boşlukları kısmen kalsit dolgulu
8	7.2 m	Masif görünümlü

Kimyasal analiz sonuçlarına göre bazaltta; SiO₂ %45.81-51.54, Al₂O₃ %13.56-15.83, Fe₂O₃ %11.02-12.76, MgO %7.33-9.08, CaO %7.78-10.13, Na₂O %2.93-3.55, K₂O %0.81-1.08, TiO₂ %1.67-2.32, P₂O₅ %0.241-0.419, MnO %0.14-0.17, Cr₂O₃ %0.029-0.045 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Bazalt numuneleri üzerinde yapılan jeokimyasal analizlerde ortaya çıkan majör oksitlere ait sonuçlar

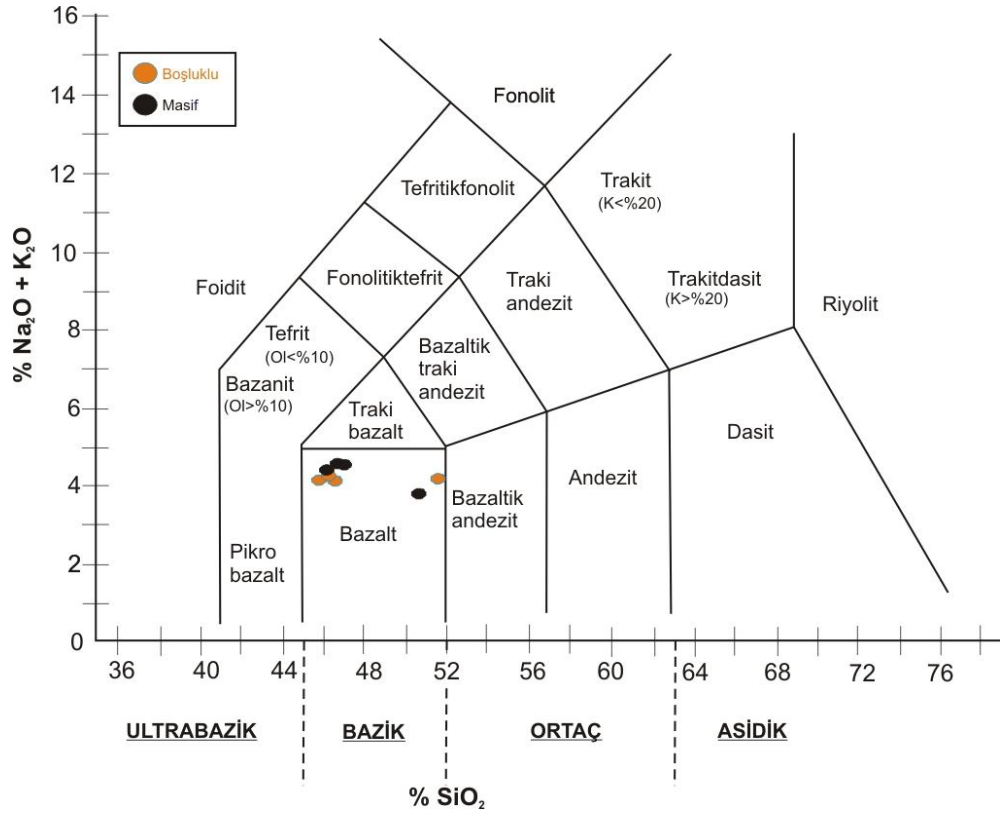
Örnek No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	46.66	15.83	12.68	7.33	10.13	3.03	0.99	2.32	0.414	0.17	0.031
2	46.2	15.57	12.76	7.79	9.9	3.42	1.02	2.28	0.419	0.17	0.032
3	46.46	15.61	12.64	7.71	9.86	3.16	1.04	2.29	0.41	0.17	0.034
4	46.63	15.76	12.58	7.99	9.75	3.55	1.03	2.3	0.395	0.16	0.036
5	50.75	13.56	11.02	9.08	7.85	2.93	0.81	1.67	0.241	0.14	0.045
6	51.54	13.96	11.11	8.37	7.78	3.05	1.08	1.77	0.262	0.14	0.044
7	45.81	15.45	12.2	7.39	9.79	3.09	0.99	2.25	0.402	0.16	0.029
8	46.87	15.39	12.54	8.08	9.77	3.55	1.01	2.24	0.406	0.17	0.035

Elde edilen bu değerlerin, Hall (1996)'un alkali bazaltlara ait kimyasal analiz sonuçları ile büyük oranda benzeştiği açıkça görülmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Hall (1996)'un alkali bazaltlara ait kimyasal analiz sonuçları

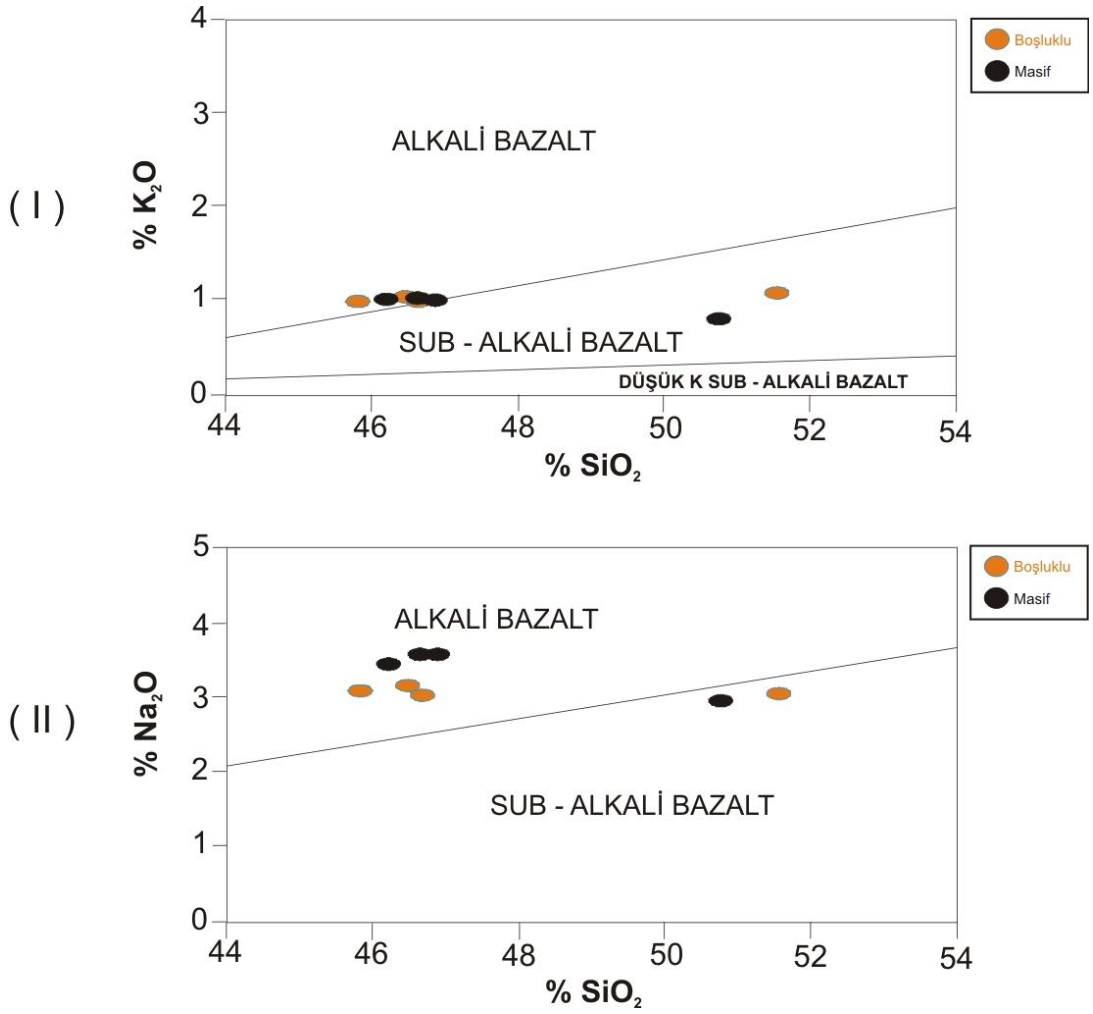
-Majör Oksitler-	-Analiz Sonuçları (%) -
SiO ₂	46.59
Al ₂ O ₃	15.19
Fe ₂ O ₃	2.96
MgO	8.74
CaO	10.02
Na ₂ O	3.01
K ₂ O	0.96
TiO ₂	2.26
P ₂ O ₅	0.29
MnO	0.18

Çalışma alanındaki kimyasal analizi yapılan numuneler, volkanik kayaçların toplam alkali ve silis içeriklerine göre adlandırıldıkları, Le Bas ve Streckeisen (1991)'in "TAS" sınıflamasında, bazalt sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 4.25). Bu sınıflama, %SiO₂ ve %Na₂O+K₂O değerleri kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 4.25. Çalışma alanının farklı derinliklerinden alınan numunelerin Le Bas ve Streckeisen (1991)'in TAS sınıflaması diyagramındaki konumları

Yine çalışma alanının değişik derinliklerinden alınan numunelerin kimyasal analiz verileri Middlemost (1975)'in “%SiO₂ – %K₂O” ve “%SiO₂ – %Na₂O” diyagramlarına yerleştirildiğinde; 12 m'ye kadar olan bazaltların alkali karaktere sahip olduğu, yaklaşık bu derinliğin ardından gelen bazaltların ise sub-alkali karaktere sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. (I) %SiO₂ - %K₂O, (II) %SiO₂ - %Na₂O içeriklerine göre alkali ve sub-alkali bazalt diyagramında numunelerin konumları

4.3.4. Ayrışma, Tipleri Ve Ayrışmayı Denetleyen Başlıca Faktörler İle Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Ayrışma Durumlarının Belirlenmesi

4.3.4.1. Ayrışmanın Tanımı Ve Tipleri

Ayrışma için değişik tanımlamalar, birçok araştırmacı tarafından öne sürülmektedir. Genel açıdan, mekanik parçalanmayı ve kimyasal değişimi kapsayan ayrışma olayı, tabii ve suni faktörlerin etkisiyle oluşur. Kayaçlar, etkisi altında kaldıkları değişik sıcaklık ve basınç şartlarında, yüzey yada yüzeye yakın

kesimlerde, farklılaşmaya uğrarlar. Bu farklılaşma esnasında bazı mineraller stabil kalırken, bazıları farklı minerallere dönüşmektedirler (Fookes, 1970; Ollier, 1984).

Ayrışma ve alterasyon genellikle benzer anlamda kullanılmaktadır. Carroll (1970), Valetton (1970) ve Gary vd (1972) alterasyonun, bir kayacın mineralojik bileşiminde fiziksel veya kimyasal etkilerle meydana gelen her tür değişimi, hidrotermal alterasyonla birlikte günlenme ve diyajenezi de kapsadığını belirtmişlerdir. İrfan (1981) ise; yeraltında kayalarda oluşan değişimi hidrotermal alterasyon, yüzeyden derinlere doğru etki eden ve bu etkisi gittikçe azalan değişimi ise ayrışma şeklinde tanımlamaya gitmiştir. Bu çalışmada ise; ayrışma genel anlamda yüzey ve yeraltı etkenlerini kapsayacak şekilde kullanılmaktadır.

Ayrışma, fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki ana grup adı altında toplanabilir. Ayrıca; aynı yerde iki tür ayrışma da etkili olabilmektedir.

4.3.4.1.(1). Fiziksel Ayrışma

Fiziksel ayrışma, kayaların herhangi bir kimyasal ayrışmaya maruz kalmadan küçük parçacıklara ayrılmasıdır. Fiziksel ayrışmada ana unsur basınç değişmesi olup bunun sebepleri ise; kayalar üzerindeki yükün kalkması (heyelan, erozyon, buzul erimesi vb.), süreksizlikler içerisinde (fissür, kırık, çatlak vb.) suyun donma-çözülmesi, yeni kristallerin oluşması, sıcaklığa bağlı olarak hacim farklılaşması ve bitkilerin etkisidir (Tarhan, 1989).

4.3.4.1.(2). Kimyasal Ayrışma

Kimyasal ayrışma, kayaları meydana getiren minerallerin kimyasal olaylar sonucunda ikincil minerallere dönüşmesi olup yüzeye yakın kesimlerde yada derinlerde meydana gelebilmektedir. Yüzeye yakın ayrışma dış etkenlere, yüzey sularına ve kayacın dayanıklılığına bağlı olarak ortaya çıkar. Derinde gelişen kimyasal ayrışma ise yüzey altında, farklı derinliklerdeki olaylarla ilgilidir. Kimyasal ayrışmanın yanı sıra, kayacın kütleleri hidrotermal ayrışmaya uğrarlar. Hidrotermal ayrışma, magmatik kökenli sıcak suların, buhar ve gazların, kayacın boşluk ve

çatlaklarından geçmeleri sırasında oluşur. Bu sebeple de büyük ayrılmış hacimler oluşur (Tarhan, 1989).

Yüzeysel kimyasal ayrışmada en önemli etkenler; oksijen, karbondioksit, yağış suları ve organik asitlerdir. Aynı zamanda su ile eriyen farklı tuz ve asitlerle birlikte hümik asitler de kimyasal ayrışmayı hızlandırırlar. Yüzeysel ayrışmanın derinliği; kayaçların geçirgenliği, yeraltı suyu, iklimsel şartlar ve kayaçların petrografisi (doku, yapı) ile bağıntılıdır. Kimyasal ayrışmada etkili olan bir diğer faktörde suyun pH derecesidir. Bütün bu etkenlere dayanarak gelişen kimyasal reaksiyonlar; oksidasyon (örneğin; pirit'ten (FeS_2) limonit'e ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dönüşüm), hidratasyon (örneğin; anhidrit'ten (CaSO_4) Jips'e ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dönüşüm), karbonatlaşma (örneğin; ikincil mineral olarak kalsit oluşumu), kayaçların erimesi (örneğin; kaya tuzu, jips gibi minerallerden oluşan evaporitlerin suda erimesi) ve hidrolizdir (örneğin; feldispatların kimyasal ayrışması sonucu değişik kil minerallerine dönüşmesi) (Tarhan, 1989).

4.3.4.2. Ayrışmayı Denetleyen Başlıca Faktörler

Ayrışmayı denetleyen bu faktörlerin başlıcaları; iklim, topoğrafya ve zaman'dır. Aşağıda genel hatlarıyla bu faktörler açıklanmıştır.

4.3.4.2.(1). İklim

Yağış, sıcaklık ve buharlaşma ayrışmayı denetleyen önemli faktörlerdir. Yağışla birlikte esasta fiziksel ve nispeten de kimyasal ayrışma için gerekli olan su sağlanmış olur. Sıcaklık ise; oluşacak reaksiyonların hızını artırır. Sıcaklığın etkisi özellikle renk indisi yüksek (bazalt vb) kayaçlarda, koyu renkli minerallerin güneş ışınlarını absorbe etme yeteneğinin yüksek olması sebebiyle daha fazladır.

Ayrışma süreçlerine ve ayrışma ürünlerinin mühendislik davranışına göre buzul ötesi, ılıman, kurak ve nemli tropikal olmak üzere dört farklı iklim kuşağı tanımlamak mümkündür (Sounders vd, 1970). Buzul ötesi ve kurak zonlarda fiziksel parçalanma etkili olurken, tropikal alanlarda kimyasal ayrışma daha etkilidir. Ilıman

iklimlerde ise; fiziksel ve kimyasal ayrışma birlikte gelişir. Çalışılan bölgede de yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı olan karakteristik Akdeniz iklimi hakimdir.

4.3.4.2.(2). Topoğrafya

Topoğrafya'nın eğimi yüzey sularının temas süresi ve akış hızını doğrudan etkiler. Buna bağlı olarak yeraltı suyu seviyesi ile drenaj koşullarında değişim meydana gelir. Çünkü yüzey sularının akış hızının yüksek olduğu dik yamaçlar ile az eğimli 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 da etkisiyle daha fazla olmaktadır. Düz alanlarda ise; yüzey sularının yavaş hareket etmesi ve yeraltına daha fazla süzülmesi sonucu kimyasal ayrışma daha etkili olmaktadır.

4.3.4.2.(3). Zaman

Ayrışmaya bağlı olarak kayalarda meydana gelen farklılaşma, oldukça yavaş gelişen bir olaydır. Zaman, ayrışmanın derinliği ve derecesi üzerinde etkili bir faktördür. Fakat aynı zaman diliminde aynı etkilere maruz kalan kayalarda farklı ayrışma dereceleri gelişebilir. Bu durum; kayacın doku, bileşim, yapısal özellikleri ile topoğrafya ve iklim gibi şartlara bağlıdır. Genel olarak zaman arttıkça kayacın ayrışma derecesi artar.

4.3.4.3. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Ayrışma Durumlarının Arazideki Özelliklerine Göre Belirlenmesi

BS 5930 (1981;1999)'da önerilmiş olan ve altı gruptan oluşan kaya kütleli ayrışma dereceleri skalası, incelemesi yapılan bazaltlara uygulanmıştır. Bu ayrışma skalası, bazaltların mühendislik özelliklerini yansıtırken soğuma çatlakları ve gaz

boşluklarından oluşan geçirgenlik özellikleri bakımından da yorumlanabilmektedir (Şekil 4.27).

DERECE	TANIMLAMA: Zon Özellikleri	TERİM
6	Yerinde ayrışma ile oluşan toprak; Bütün kaya malzemesi orjinalliğini kaybederek zemine dönüşmüştür. Kaya kütle yapısı ve malzeme fabrigi değişmiştir. Hacimde büyük değişiklikler oluşurken, zemin fazla taşınmamıştır.	KALINTI ZEMİN % 0 kaya
5	Bloklı toprak; Bütün kaya malzemesi bozularak ve/veya parçalanarak toprağa dönüşmüştür. Orjinal kaya kütlesi hala genel olarak sağlam bir şekilde korunmuştur.	TAMAMEN AYRIŞMIŞ % 30'dan daha az kaya
4	Kötü kalite kaya kütlesi; Kaya malzemesinin yarısından fazlası bozularak veya parçalanarak toprağa dönüşmüştür. Taze veya rengi değişmiş kaya yer yer veya bloklar halinde gözlenir.	YÜKSEK ORANDA AYRIŞMIŞ % 30-% 50 kaya
3	Orta kalite kaya Kütlesi; Kaya malzemesinin yarısından azı bozularak veya parçalanarak zemine dönüşmüştür. Taze veya rengi değişmiş kaya yer yer veya bloklar halinde gözlenebilir.	ORTA ORANDA AYRIŞMIŞ % 50-% 90 kaya
2	İyi kalite kaya kütlesi; Renk değişimi, kaya malzemesinin veya süreksizlik yüzeylerinin ayrıştığını gösterir. Bütün kaya malzemesinin ayrışma sonucu rengi değişmiş olabilir.	AZ AYRIŞMIŞ % 90'dan fazla kaya
1	Mükemmel kalitede kaya kütlesi; Kaya malzemesinde ayrışmaya ilişkin bir belirti gözlenmez. Esas süreksizlik yüzeylerinde hafif renk değişimi olabilir. Yüzey mostralarında rastlanması zordur.	TAZE KAYA % 100 kaya

Şekil 4.27. BS 5930 (1981;1999)'a göre kaya kütlesi ayrışma dereceleri skalası

Genel olarak bazaltlar boşluklu ve masif olmak üzere iki ana grupta toplanmıştır. Üst seviyelerde mevcut olan gaz boşlukları ve yakın aralıklı soğuma çatlakları kayacın ayrışmasını ve bozunmasını hızlandırmıştır. Bazaltik lav akıntıları sırasında tabanda kalan kısımda gaz boşlukları gözlenmez iken soğuma çatlakları ise daha geniş aralıklı olarak meydana gelmiştir. Bu olay kayaca bloklı bir yapı kazandırarak ticari/ekonomik değerini arttırmıştır.

Araştırma alanındaki sondajlardan yola çıkılarak incelenen, üstte bulunan boşluklu bazalt seviyelerinde ayrışma derecelerinin BS 5930 (1981;1999)'a göre genel olarak 3, 4 ve 5 olduğu; bu boşluklu seviyeleri takip eden masif bazalt seviyelerinde ise derecelerin 1 ve 2 olduğu belirlenmiştir.

Ayrışma burada bazaltların geçirgenliği ile doğrudan ilişki içerisindedir. Özellikle masif seviyelerde çatlaklar arasındaki açıklık, boşluklu bazaltlara nazaran kapalı olduğundan çok düşük geçirgenlik özelliğine sahiptirler. ISRM (1978)'e göre masif seviyedeki bazaltlarda soğuma çatlakları çok sıkı ve sıkı düzeydedir (Çizelge

4.5 ve Şekil 4.28). Boşluklu bazalt seviyelerinde ise açıklıklar çok geniş olabilmektedir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.29).

Çizelge 4.5. Açıklıkların tanımlanması (ISRM, 1978)

Süreksizlik Açıklığı	Tanım
< 0.1 mm.	Çok sıkı
0.1–0.25 mm.	Sıkı
0.25–0.5 mm.	Kısmen açık
0.5–2.5 mm.	Açık
2.5–10 mm.	Orta derecede açık
>10 mm.	Geniş
1–10 cm.	Çok geniş
10–100 cm.	Aşırı geniş
>1 m.	Boşluk



şekil 4.28. Karotlu sondajdan elde edilen masif bazalt örneği



Şekil 4.29. Karotlu sondajdan elde edilen gaz boşluklu bazalt örneği

4.3.4.4. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Ayrışma Durumlarının Jeokimyasal Özelliklerine Göre Belirlenmesi

Boşluklu ve masif bazalt numuneleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarından faydalanılarak ayrışma dereceleri ile ilgili indeks değerleri hesaplamak imkan dahilindedir. Çalışma kapsamında, bu indeks değerlerin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

- Ruxton Oranı, “RO”, (Ruxton, 1968)

$$RO = \frac{SiO_2}{Al_2O_3} \quad (4.1)$$

- Parker İndeksi, “PI”, (Parker, 1970)

$$PI = \left[\frac{2Na_2O}{0.35} + \frac{MgO}{0.90} + \frac{2K_2O}{0.25} + \frac{CaO}{0.70} \right] \quad (4.2)$$

- Değiştirilmiş Ayırışma Potansiyeli İndeksi, “MWPI”, (Vogel, 1973)

$$MWPI = \frac{[K_2O + Na_2O + CaO + MgO] \times 100}{[SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O]} \quad (4.3)$$

- Kimyasal Alterasyon İndeksi, “CIA”, (Nesbitt ve Young, 1982)

$$CIA = \frac{Al_2O_3 \times 100}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O} \quad (4.4)$$

- Kimyasal Ayırışma İndeksi, “CIW”, (Harnois, 1988)

$$CIW = \frac{Al_2O_3 \times 100}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O} \quad (4.5)$$

Eldeki jeokimyasal verilerin sağladığı imkan doğrultusunda bu beş yöntem faydalanılmak üzere seçilmiş olup kimyasal analizleri yapılan boşluklu ve masif bazalt numunelerinin no’ları, derinlikleri ve yukarıda verilen eşitliklere göre hesaplanan indeks değerleri çizelge 4.6’da verilmiştir. Ruxton oranı (RO), Parker indeksi (PI) ve değiştirilmiş ayırışma potansiyeli indeksinde (MWPI) ayırışma arttıkça elde edilen sayısal değer azalmakta; kimyasal alterasyon indeksi (CIA) ve kimyasal ayırışma indeksinde (CIW) ise ayırışma arttıkça elde edilen sayısal değer artmaktadır. Fakat bu yalnızca bir genelleme olup, her zaman benzer sonuçlar söz konusu olamamaktadır. Ayrıca; atmosferik şartlara bağlı olarak meydana gelen ayırışmalarda etkilerin yüzeyden derinlere doğru gittikçe azalması sebebiyle ayırışmada da azalma olduğu bilinmektedir (Barnes, 1979). Çalışmada, boşluklu ve masif seviyelerden

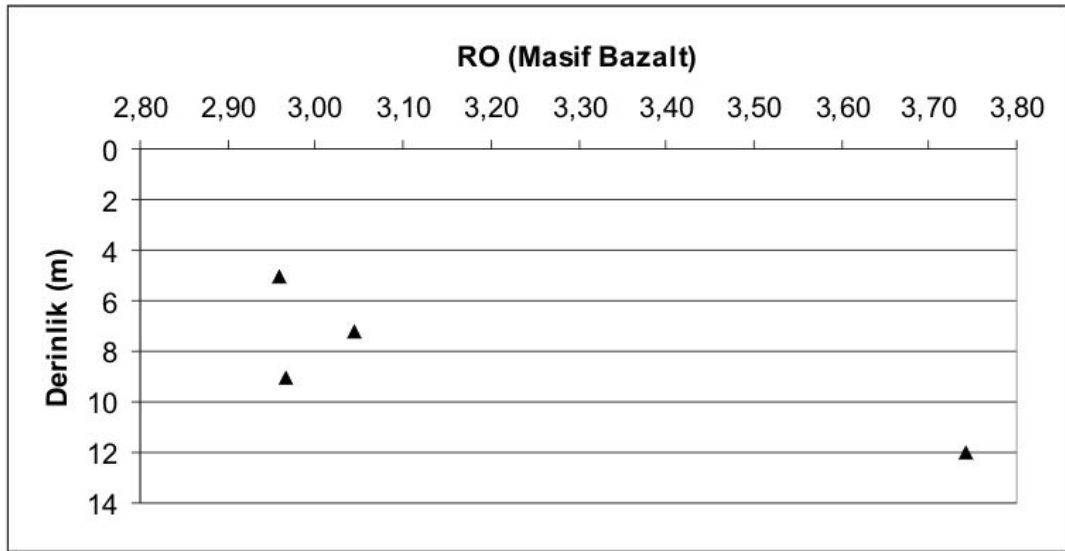
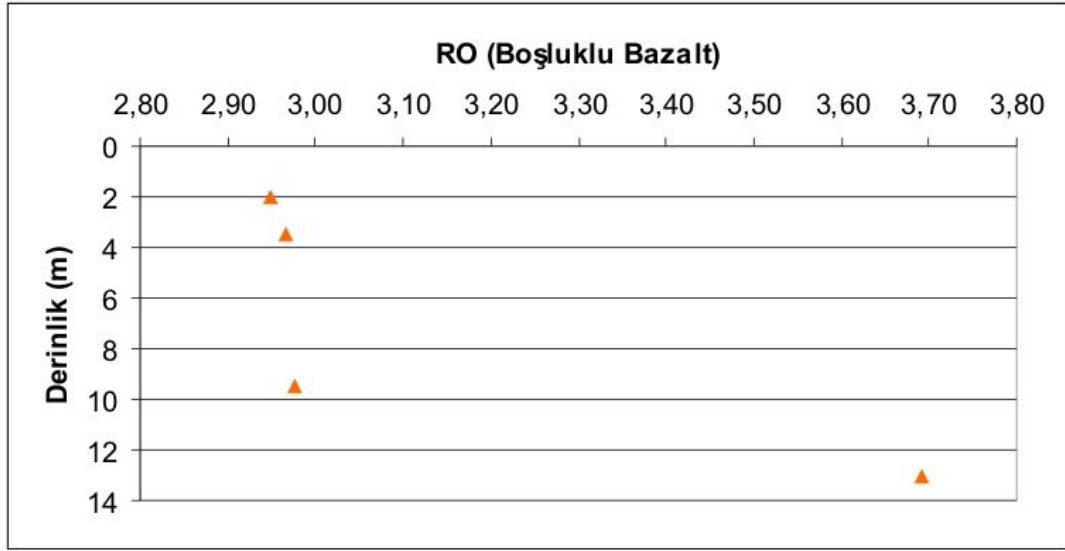
edinilen indeks değerler incelendiğinde yer yer derine doğru taze kayaca inildikçe ayrışmanın azaldığı gözlenmektedir. Fakat değişik derinliklerden alınan numunelere ait bu indeks değerler üzerinde genelde derinlikle ilişkili olarak doğrusallık açısından bir gidişat bulgusu tespit edilememiştir (Şekil 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34).

Aynı zamanda, yapılan çalışmada boşluklu ve masif bazaltların kimyasal bileşimindeki majör (ana) oksitlerin derinlikle birlikte gösterdiği değişim de incelenmiştir; fakat bu inceleme sonucunda da indeks değerler ve derinlik ilişkisinde olduğu gibi yine derinliğe bağlı düzenli bir değişim genel olarak bulunamamıştır (Şekil 4.35, 4.36, 4.37).

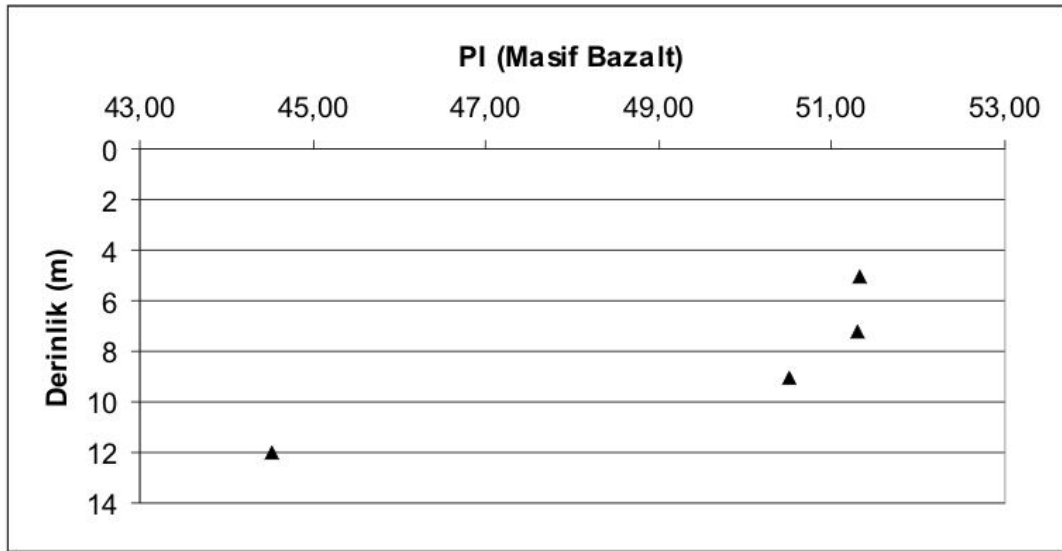
Genel anlamda derinlikle ilişkili belirli bir doğrusallık göstermeyip değişkenlik gösteren değerlerin ortaya çıkma sebebinin yeraltı suyu etkisiyle bağıntılı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Boşluklu ve masif bazaltlar için hesaplanan indeks değerler

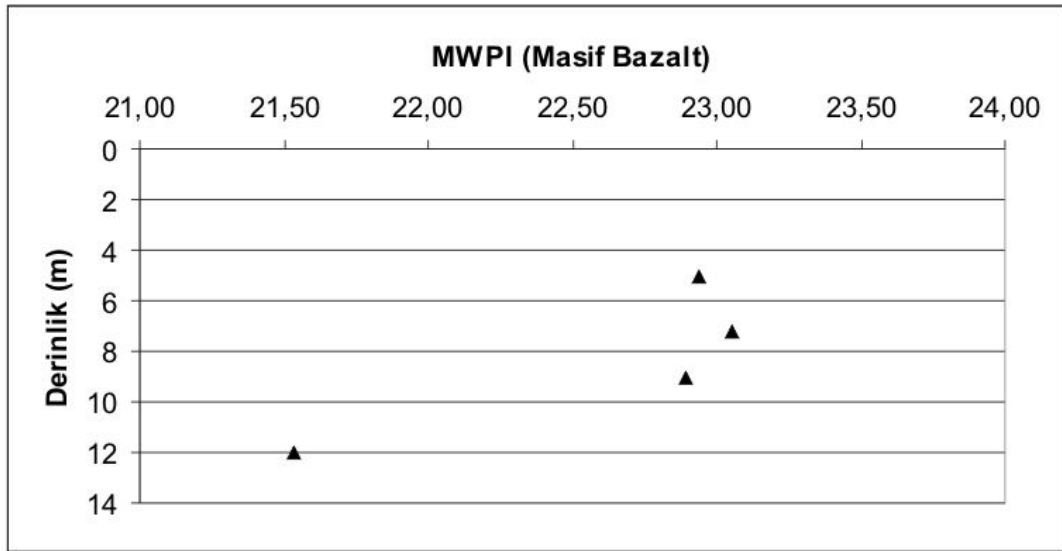
	Örnek No	Derinlik (m)	RO	PI	MWPI	CIA	CIW
Boşluklu Bazalt	1	2	2.95	47.85	22.22	52.80	54.61
	3	9.5	2.98	49.03	22.56	52.61	54.52
	6	13	3.69	46.48	20.93	53.96	56.31
	7	3.5	2.97	47.77	22.45	52.69	54.54
Masif Bazalt	2	9	2.97	50.50	22.89	52.06	53.89
	4	5	2.96	51.33	22.94	52.38	54.23
	5	12	3.74	44.53	21.53	53.92	55.71
	8	7.2	3.05	51.30	23.05	51.78	53.61



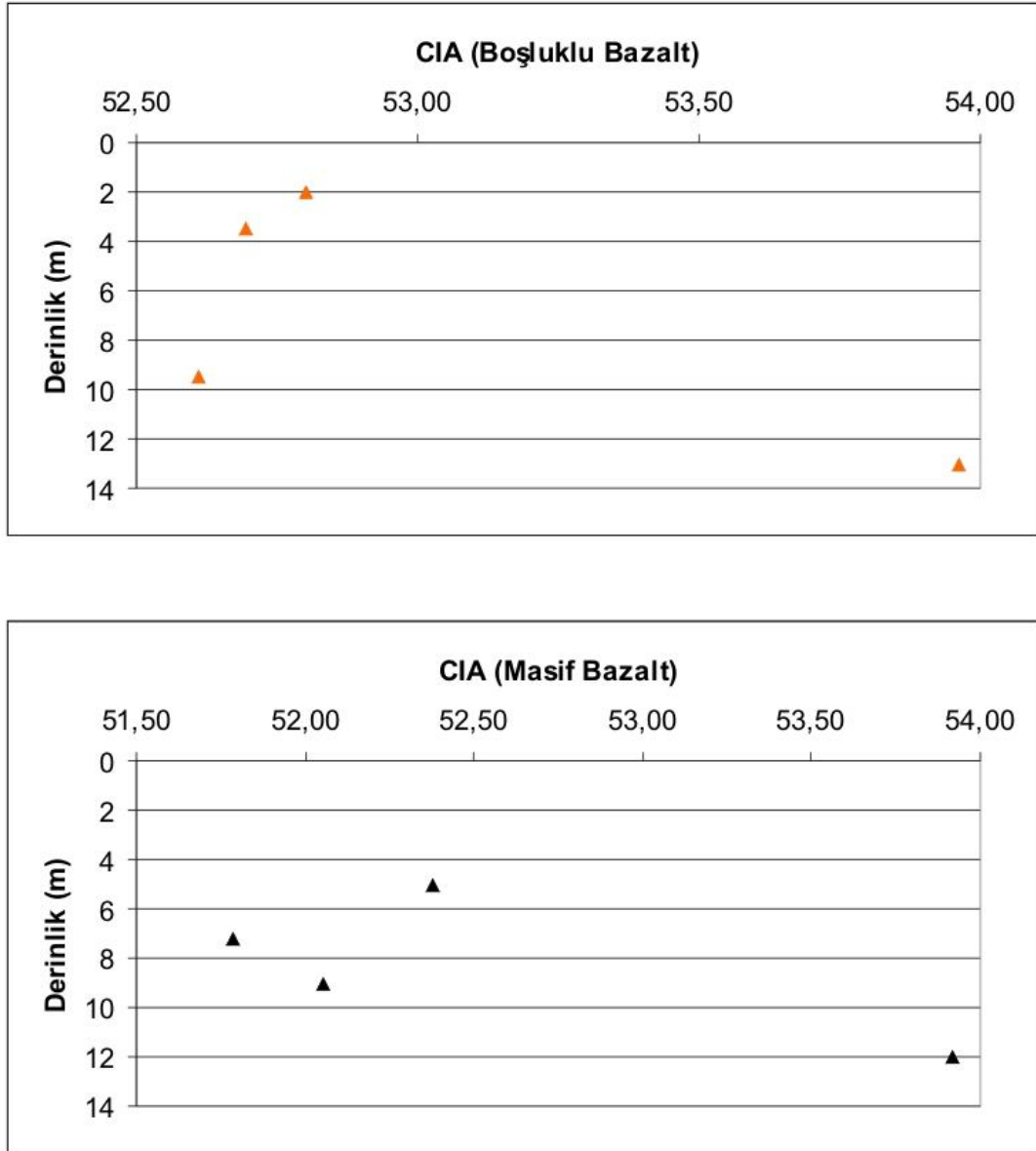
Şekil 4.30. Grafik üzerinde Ruxton oranı (RO) ve derinlik ilişkisi



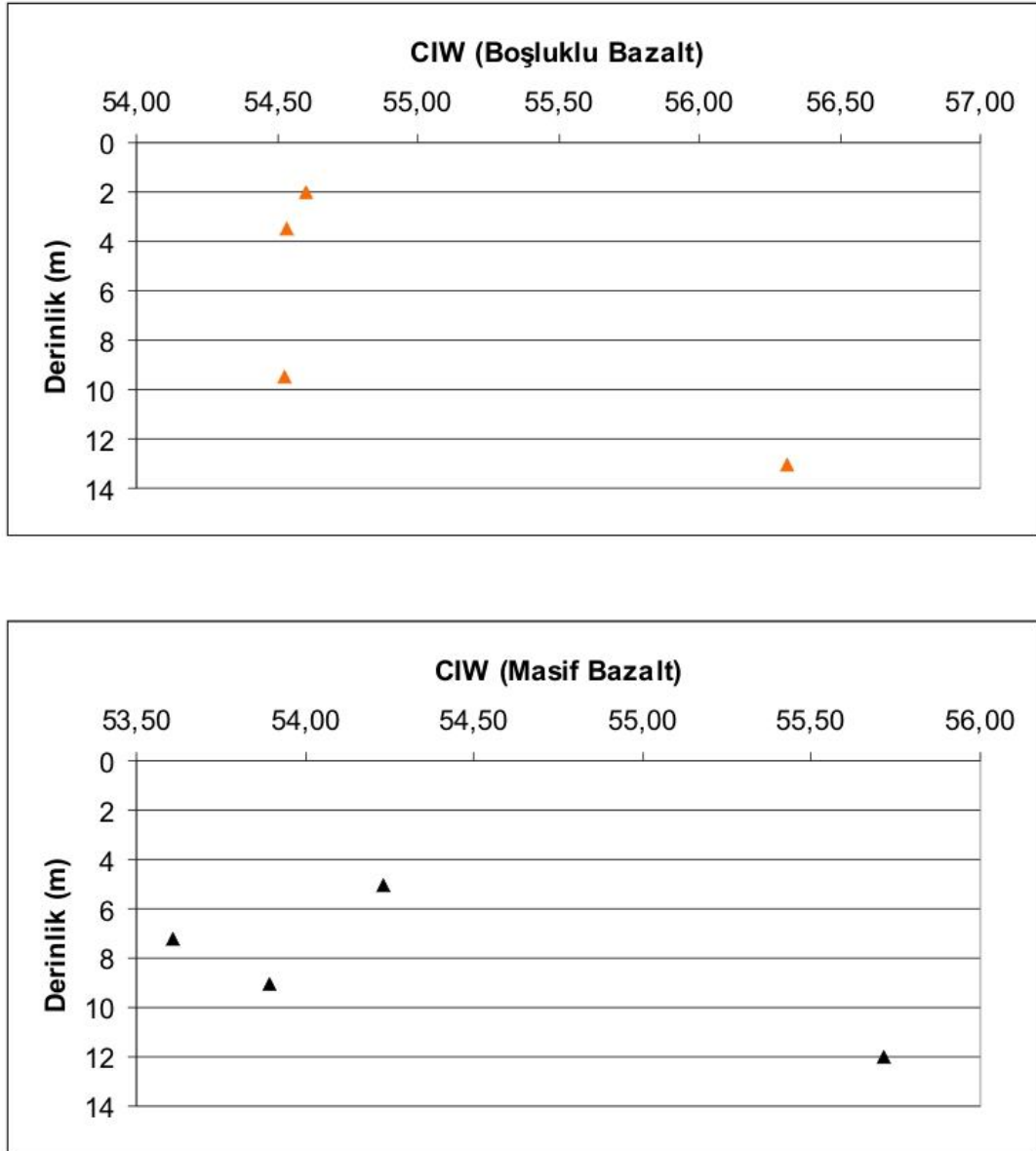
Şekil 4.31. Grafik üzerinde Parker indeksi (PI) ve derinlik ilişkisi



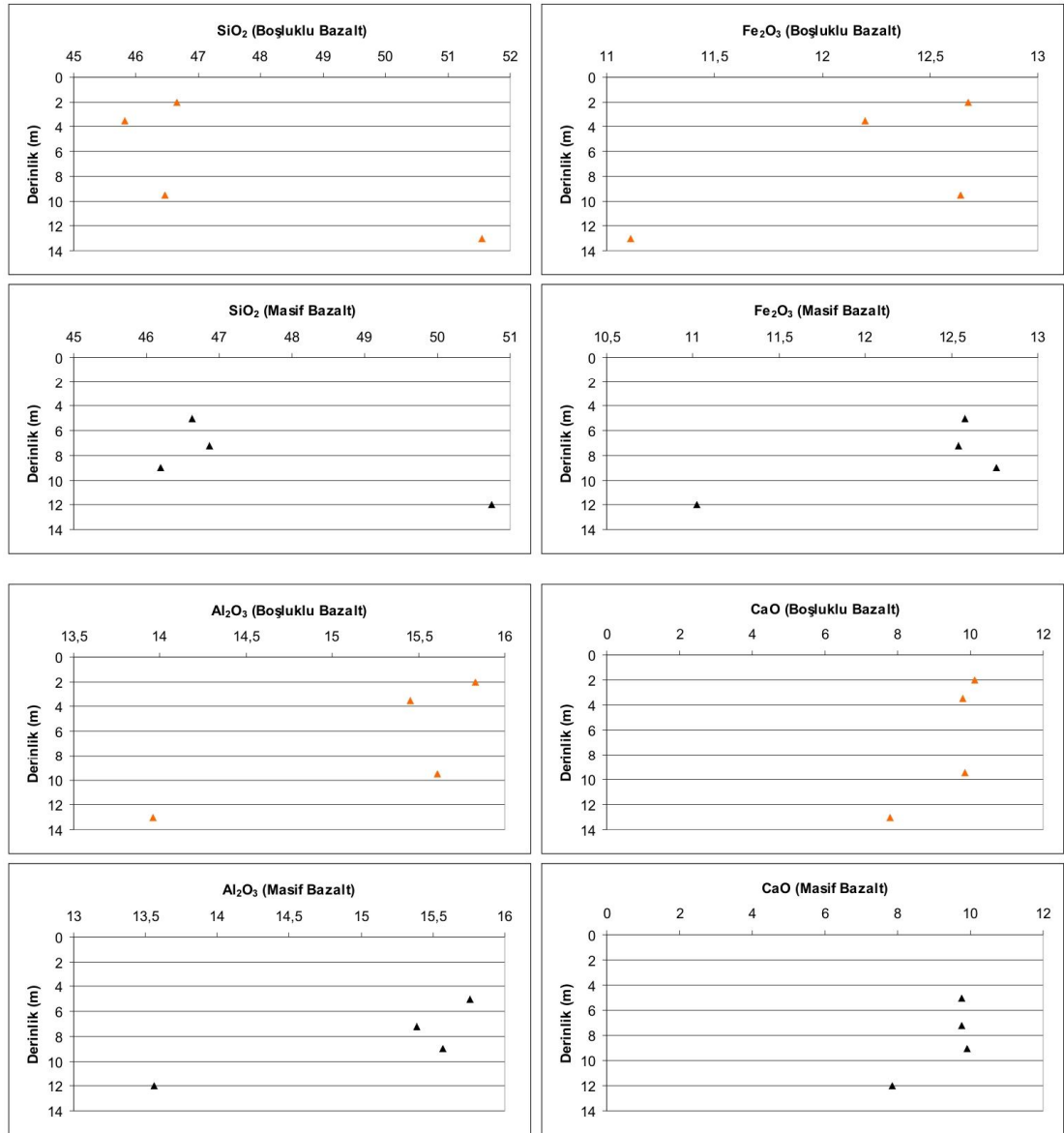
Şekil 4.32. Grafik üzerinde değiştirilmiş ayrışma potansiyeli indeksi (MWPI) ve derinlik ilişkisi



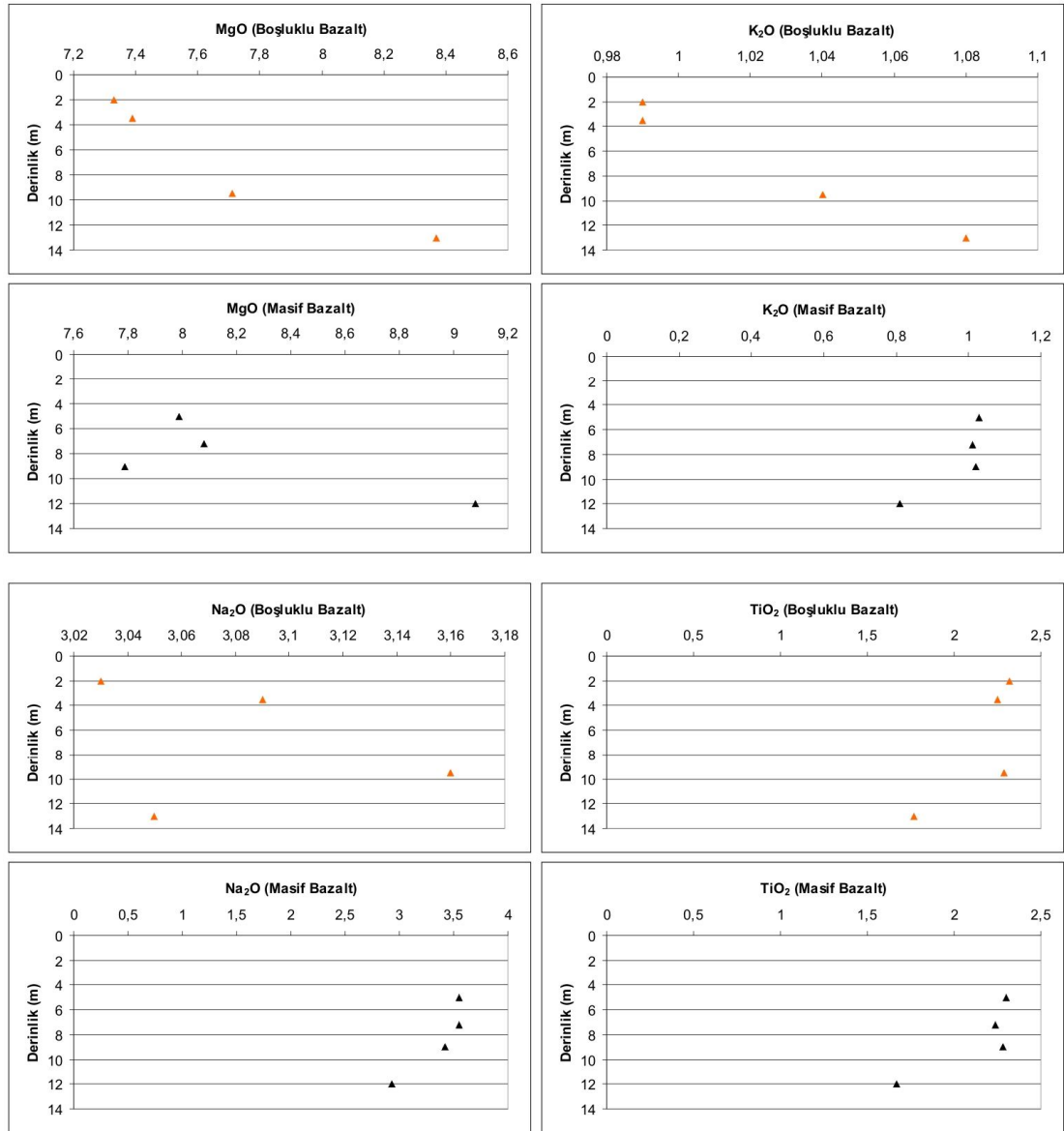
Şekil 4.33. Grafik üzerinde kimyasal alterasyon indeksi (CIA) ve derinlik ilişkisi



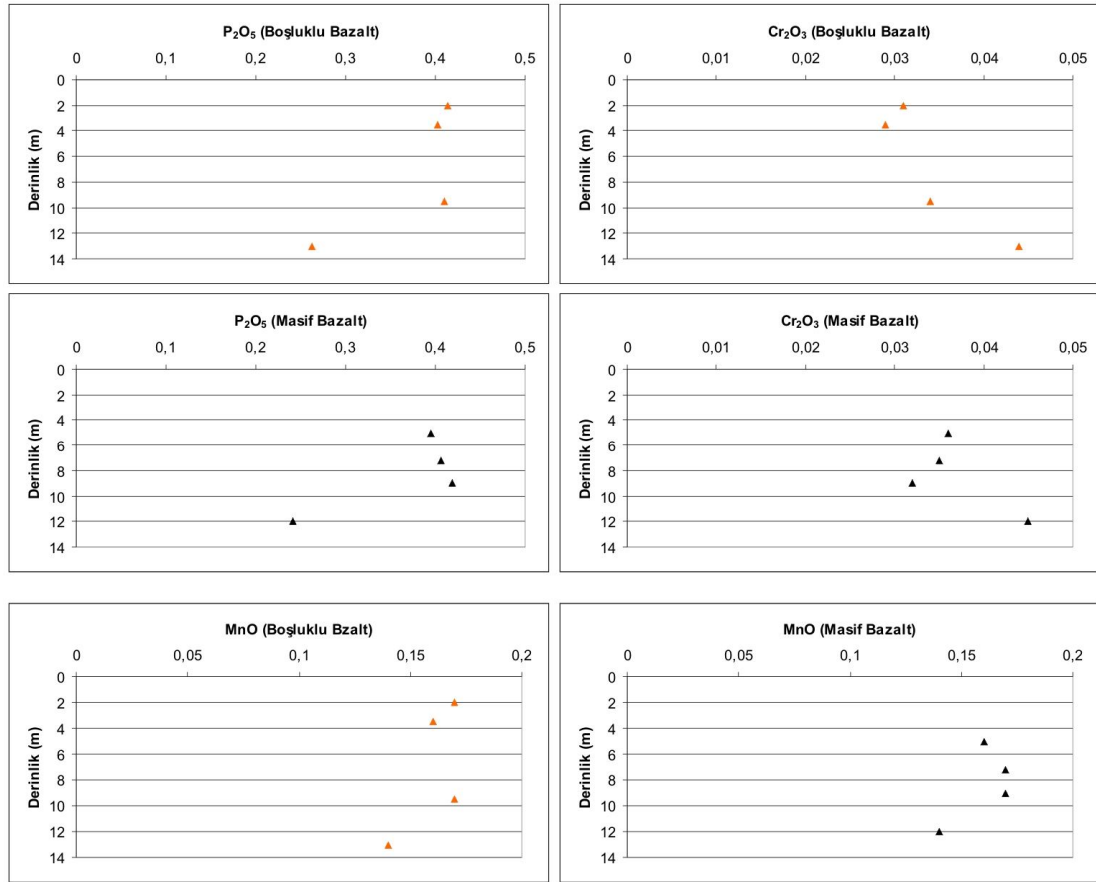
Şekil 4.34. Grafik üzerinde kimyasal ayrışma indeksi (CIW) ve derinlik ilişkisi



Şekil 4.35. Boşluklu ve masif bazaltlardaki %SiO₂, %Fe₂O₃, %Al₂O₃, %CaO değerlerinin derinlikle değişimi



Şekil 4.36. Boşluklu ve masif bazaltlardaki %MgO, %K₂O, %Na₂O, %TiO₂ değerlerinin derinlikle değişimi



Şekil 4.37. Boşluklu ve masif bazaltlardaki %P₂O₅, %Cr₂O₃, %MnO değerlerinin derinlikle değişimi

Bazaltlar üzerinde gerçekleştirilen inceleme kriterleri doğrultusunda ayrışmanın yüzeyde-yüzeye yakın kısımlarda (boşluklu bazaltlarda) ve yaklaşık 12 m'den sonra gelen kısımlarda (boşluklu bazaltlarda) mevcut olduğu; arada kalan bölümde (masif bazaltlarda) ise bu ayrışmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Burada yüzey suları ile yeraltı suyunun ayrışmada büyük rol aldığı düşünülmektedir.

4.4. Çalışma Bölgesindeki Bazaltların Jeomekanik Özellikleri

4.4.1. Birim Hacim Ağırlık Deneyi

Söz konusu deney, düzenli bir geometriye sahip kayaç örneklerinin birim hacim ağırlığının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Kompas yöntemiyle birim

hacim ağırlığı belirlenecek kayaç örnekleri, şişebilen ve ıslanma-kuruma sonucu rahatlıkla dağılabilecek nitelikte olmamalıdır. Bu çalışma kapsamında, toplamda 85 adet bazalt silindirik örneği üzerinde doğal birim hacim ağırlık, doygun birim hacim ağırlık ve kuru birim hacim ağırlık değerleri ISRM (1981)'e uygun olarak yapıp, hesap edilmiştir.

Boşluklu bazalt numuneleri için tespit edilen doğal, doygun ve kuru birim hacim ağırlık değerleri çizelge 4.7'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.7. Boşluklu bazaltlardan elde edilen birim hacim ağırlık değerleri

	Minimum Değer - (kN/m ³)	Maksimum Değer - (kN/m ³)	Ortalama Değer - (kN/m ³)
Boşluklu Bazaltlara Ait Doğal Birim Hacim Ağırlık	21.50	25.72	23.36
Boşluklu Bazaltlara Ait Doygun Birim Hacim Ağırlık	21.84	25.94	23.69
Boşluklu Bazaltlara Ait Kuru Birim Hacim Ağırlık	21.38	25.67	23.28

Masif bazalt numuneleri için belirlenen doğal, doygun ve kuru birim hacim ağırlık değerleri ise çizelge 4.8'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.8. Masif bazaltlardan elde edilen birim hacim ağırlık değerleri

	Minimum Değer - (kN/m ³)	Maksimum Değer - (kN/m ³)	Ortalama Değer - (kN/m ³)
Masif Bazaltlara Ait Doğal Birim Hacim Ağırlık	23.73	27.45	26.31
Masif Bazaltlara Ait Doygun Birim Hacim Ağırlık	24.11	27.62	26.59
Masif Bazaltlara Ait Kuru Birim Hacim Ağırlık	23.71	27.40	26.28

Bu sonuçlara göre; masif bazaltlardan elde edilen birim hacim ağırlık değerlerinin, boşluklu bazaltlara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Kaya kalitesi ise Lienhart (1998)'e göre; boşluklu bazaltlar için zayıf, masif bazaltlar için iyi olarak belirlenmiştir. Ayrıntılı deney sonuçları ekler bölümündedir.

4.4.2. Ağırlıkça Ve Hacimce Su Emme Deneyi

Ağırlıkça ve hacimce su emme deneyi, belli bir geometrik şekle sahip kayaç numunelerinin, ağırlıklarına ve hacimlerine oranla, boşluklarının alabileceği su miktarının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. 85 adet numune üzerinde gerçekleştirilen, boşluklu ve masif bazaltlara ait, ağırlıkça ve hacimce su emme oranları bu çalışmada belirlenmiştir.

Boşluklu ve masif bazalt numuneleri için bulunan ağırlıkça su emme değerleri çizelge 4.9'da verilmiştir. Lienhart (1998)'e göre kaya kalitesi; bazaltlar için iyi olarak bulunmuştur. Ayrıntılı deney sonuçları ekler bölümündedir.

Çizelge 4.9. Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen ağırlıkça su emme değerleri

	Minimum Değer - (%)	Maksimum Değer - (%)	Ortalama Değer - (%)
Boşluklu Bazaltlara Ait Ağırlıkça Su Emme Değerleri	1.02	3.13	1.78
Masif Bazaltlara Ait Ağırlıkça Su Emme Değerleri	0.66	1.77	1.18

Boşluklu ve masif bazalt numuneleri için bulunan hacimce su emme değerleri ise çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen hacimce su emme değerleri

	Minimum Değer - (%)	Maksimum Değer - (%)	Ortalama Değer - (%)
Boşluklu Bazaltlara Ait Hacimce Su Emme Değerleri	2.66	6.98	4.18
Masif Bazaltlara Ait Hacimce Su Emme Değerleri	1.75	4.61	3.14

4.4.3. Porozite (Gözeneklilik) Ve Boşluk Oranı Deneyi

Deney, belirli geometrik şekle sahip kayaç numunelerinin gözenekliliğinin (porozitesinin) belirlenip, buradan da boşluk oranının tespiti amacıyla yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında boşluklu ve masif bazaltlardan oluşan 85 adet numune üzerinden porozite ve boşluk oranı değerleri hesaplanmıştır.

Boşluklu ve masif bazaltlar için elde edilen porozite ve boşluk oranı değerleri çizelge 4.11’de verilmiştir. Sonuçlar, Lienhart (1998)’e göre değerlendirildiğinde boşluklu ve masif bazaltlar iyi kaya kalitesindedir. Ayrıntılı deney sonuçları ekler bölümündedir.

Çizelge 4.11. Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen porozite ve boşluk oranı değerleri

	Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama Değer
Boşluklu Bazaltlara Ait Porozite Değerleri (%)	2.66	6.98	4.18
Boşluklu Bazaltlara Ait Boşluk Oranı Değerleri	0.027	0.075	0.044
Masif Bazaltlara Ait Porozite Değerleri (%)	1.75	4.61	3.14
Masif Bazaltlara Ait Boşluk Oranı Değerleri	0.018	0.048	0.032

4.4.4. Sonik Hız (P Dalga Hızı) Deneyi

P dalga hızının, kayaç numuneleri üzerindeki uygulanabilirliği ve ekonomikliliği gibi nedenlerden dolayı uygulamalarda kullanımı hızla artmaktadır. Bu yöntemin özelliği genellikle laboratuvar koşullarında, araziden alınmış numuneler üzerinde uygulanarak kaya kütlelerinin yapısı, süreksizlikleri ve genel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmasıdır (Birch, 1960; Birch, 1961). Kayaçlardaki mineralojik yapı, doku, gözeneklilik, mikro ve makro yapıdaki çatlaklar ve diğer süreksizlikler gibi fiziksel özellikler P dalga hızlarının geçişine etki etmektedir.

Bu çalışmadaki deney, sadece sıkışma dalgasının (P dalgası hızı/ V_p) yayılma hızından faydalanarak; ISRM (1981)'de belirtilen standartlara göre numunelerin kuru ve suya doymun hallerinde olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler de Anon (1979)'a göre tanımlanıp, sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Anon (1979)'a göre dalga hızı tanımlaması

Dalga Hızı (km/sn)	Tanımlama
<2.5	Çok Düşük
2.5-3.5	Düşük
3.5-4.0	Orta
4.0-5.0	Yüksek
>5	Çok Yüksek

Bazaltlar üzerinde, kuru ve suya doymun hallerde yapılan sıkışma dalgası deneyinden edinilen sonuç değerleri çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Elde edilen Vp (sıkışma dalgası) değerleri

		Minimum Vp Değeri (km/sn)	Maksimum Vp Değeri (km/sn)	Ortalama Vp Değeri (km/sn)
Kuru Durum	Boşluklu Bazalt	4.14	5.69	4.92
	Masif Bazalt	3.96	5.96	4.80
Suya Doygun Durum	Boşluklu Bazalt	4.46	5.46	4.97
	Masif Bazalt	4.01	5.98	4.88

Bu sonuçlar üzerinden; boşluklu ve masif bazalt numunelerinin her iki hallerinde de (kuru ve suya doymun) Anon (1979)'a göre “yüksek sıkışma dalga hızlarına” sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıntılı deney sonuçları ekler bölümündedir.

Ayrıca; suya doymun haldeki masif bazaltların sıkışma dalga hızı değerleri, kuru haldeki masif bazaltların sıkışma dalga hızı değerlerinden çoğunlukla yüksek çıktıkları tespit edilmiştir. Genelde de suya doymun kayaçların sıkışma dalga hızı değerleri, kuru haldekilere nazaran daha yüksek olmaktadır (Teymen, 2005). Ancak bu tespit, boşluklu bazalt numuneleri için yapılamamıştır ve değerler arasında yüksek veya düşük gibi ilişkiler kurulamamıştır. Bunun nedeninde ise; bu yapıdaki bazaltlarda boyut farklılıkları gösteren boşlukların olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden homojen yapıya sahip olmayan boşluklu bazalt numunelerinde bu deneyin kullanımının pek fayda getiremeyeceği kanısına varılmıştır.

4.4.5. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyi

Tek eksenli sıkışma dayanımı, belli boyutlardaki kayaçların belirli bir doğrultuda kırılmaya karşı gösterdikleri dayanıklılıktır. Bu deney belirli geometrik şekillerdeki numuneler üzerinde uygulanmaktadır. Yapılan deneylerde ISRM (1981)'de ortaya konulan standartlardan yararlanılmıştır. Çalışmada dört adet sondaj kuyusundan alınan, farklı derinliklerdeki silindirik numuneler kullanılmış ve boyu çapının yaklaşık 2-3 katı olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde tek eksenli sıkışma dayanımı deneyi, kuru ve suya doymun olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu her iki durum için toplamda 53 adet silindirik karot numunesi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar da yine ISRM (1981)'e göre direnç özellikleri bakımından değerlendirilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Tek eksenli sıkışma dayanımına göre direnç özellikleri (ISRM, 1981)

Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa)	Direnç Özellikleri
>225	Çok Yüksek Dirençli
100-225	Yüksek Dirençli
50-100	Orta Dirençli
25-50	Orta-Düşük Dirençli
5-25	Düşük Dirençli
1-5	Çok Düşük Dirençli

Boşluklu bazaltlar için kuru halde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar: Minimum 59.20 MPa, maksimum 124.47 MPa, ortalama 76.77 MPa'dır. Masif seviyedeki bazaltlar için kuru olarak yapılan deneylerden ise minimum 96.62 MPa, maksimum 142 MPa ve ortalama 115.82 MPa değerlerine ulaşılmıştır (Çizelge 4.15).

Kuru halde yapılarak elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ISRM (1981)'e göre değerlendirildiğinde boşluklu bazaltların “orta dirençli”, masif bazaltların “yüksek dirençli” olduğu tespit edilmiştir.

Doygun halde ise boşluklu ve masif bazaltlara uygulanan deneylerden; boşluklu bazalt örnekleri için minimum 48.56 MPa, maksimum 99.70 MPa, ortalama 63.69 MPa değerleri; masif bazalt örnekleri için yapılan deneylerde de minimum 77.25 MPa, maksimum 126.44 MPa, ortalama 103.65 MPa değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Doygun halde yapılarak elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri yine ISRM (1981)'e göre değerlendirildiğinde boşluklu bazaltların “orta dirençli”, masif bazaltların “yüksek dirençli” olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri

		Minimum Değer (MPa)	Maksimum Değer (MPa)	Ortalama Değer (MPa)
Kuru Durum	Boşluklu Bazalt	59.20	124.47	76.77
	Masif Bazalt	96.62	142	115.82
Suya Doygun Durum	Boşluklu Bazalt	48.56	99.70	63.69
	Masif Bazalt	77.25	126.44	103.65

Yapılan bu deney sonucunda boşluklu bazaltların kuru ve suya doygun hallerde “orta dayanıma”, masif bazaltların ise söz konusu olan hallerde “yüksek dayanıma” sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda boşluklu ve masif bazaltların kendi içerisinde kuru ve suya doygun şartlardaki ilişkilerine bakıldığında

kuru haldeki tek eksenli sıkışma değerlerinin, doymun olan değere karşı daha yüksek çıktıkları görölmüştür. Ayrıntılı deney sonuçları ekler bölümündedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, aynı bölge ve yakın civarında yapılmış çalışmalardaki sonuçlarla da benzerlik göstermektedir (Keskin vd, 2003; Sevdinli, 2005). Ayrıca; kuru ve suya doymun hallerin, numunelerin kırılma şekilleri üzerinde de etkili rol aldığı gözlemlenmiştir. Çoğunlukla kuru hallerde deneye tabi tutulan numunelerde kırılmaların parçalanma şeklinde dağılmayla meydana geldiği, doymun numunelerde ise bu kırılmaların kırık hatları oluşturacak şekillerde herhangi bir dağılma olmadan gerçekleştiği görölmüştür (Şekil 4.38, 4.39).

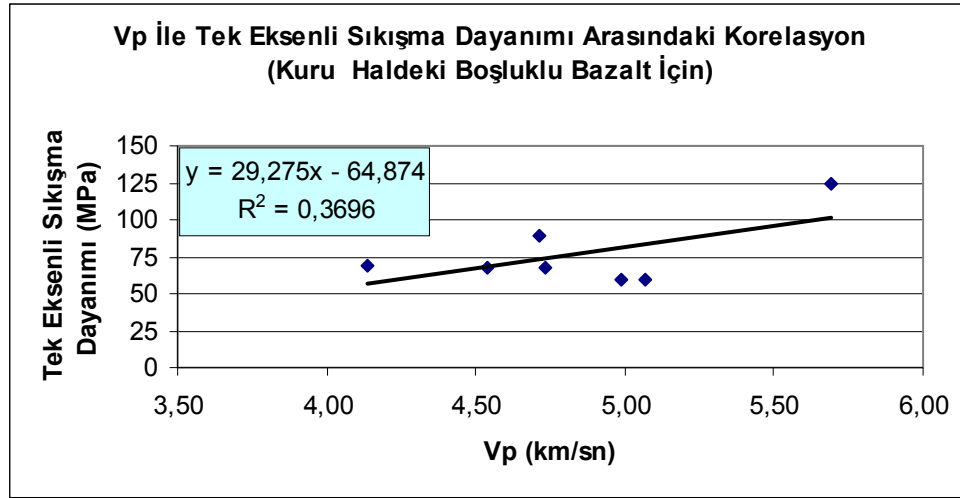


Şekil 4.38. Doymun haldeki bazalt numunesinin kırılma biçimi

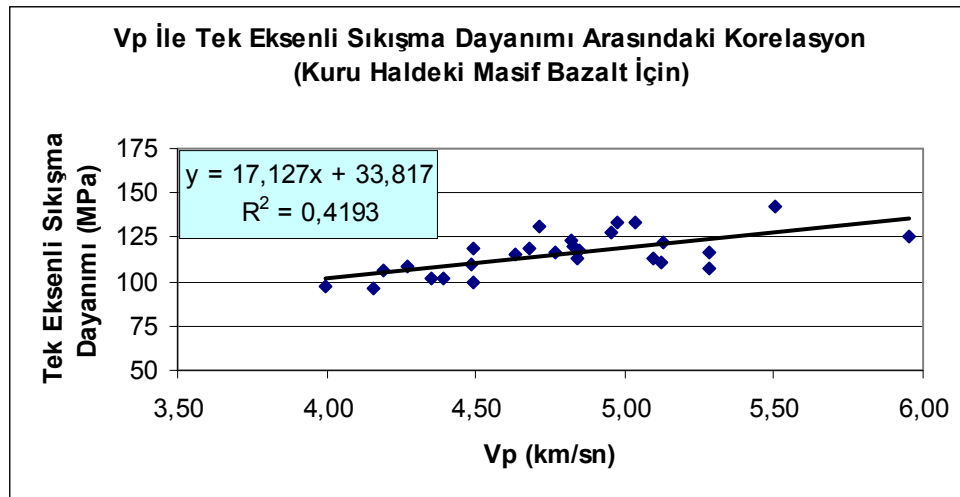


Şekil 4.39. Kuru haldeki bazalt numunesinin kırılma biçimi

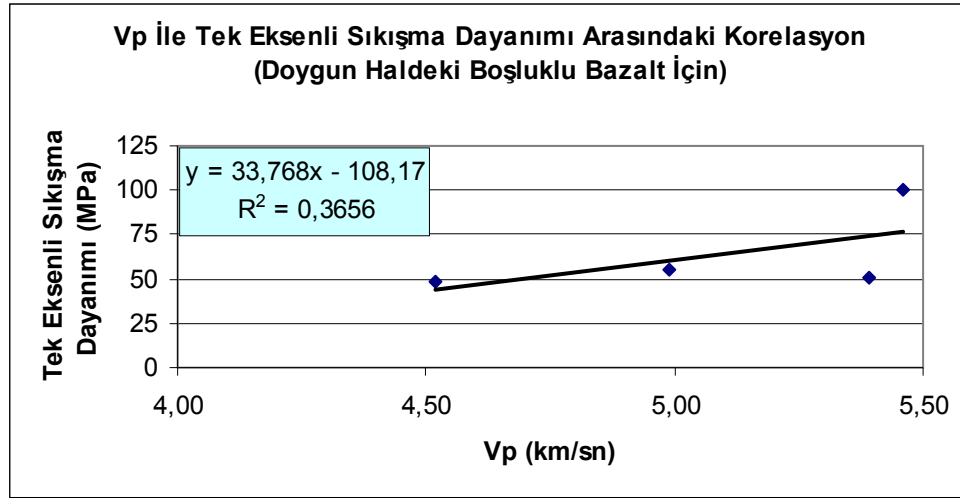
Öte yandan, elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ile yine numuneler üzerinde belirlenmiş olan sonik hız değerleri (P dalgasına ait) arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çoğunlukla tek eksenli sıkışma dayanımı değerleriyle sonik hız değerleri birbirleriyle benzer şekillerde artış veya azalışlar göstermektedirler; fakat bu değerlerin korelasyon sonuçları düşük çıkmıştır (Şekil 4.40, 4.41, 4.42, 4.43). Bu durumun ise mevcut boşluklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



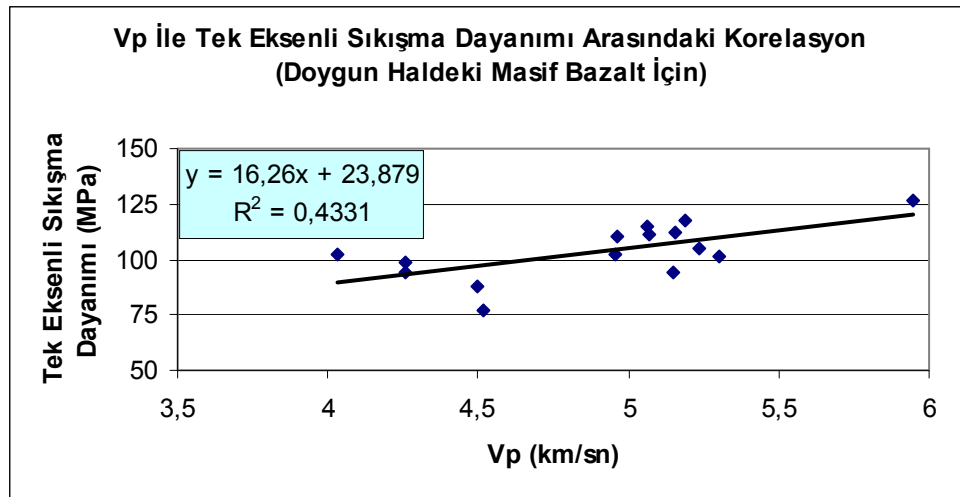
Şekil 4.40. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (kuru haldeki boşluklu bazalt için)



Şekil 4.41. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (kuru haldeki masif bazalt için)



Şekil 4.42. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (doygun haldeki boşluklu bazalt için)



Şekil 4.43. Vp ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki korelasyon (doygun haldeki masif bazalt için)

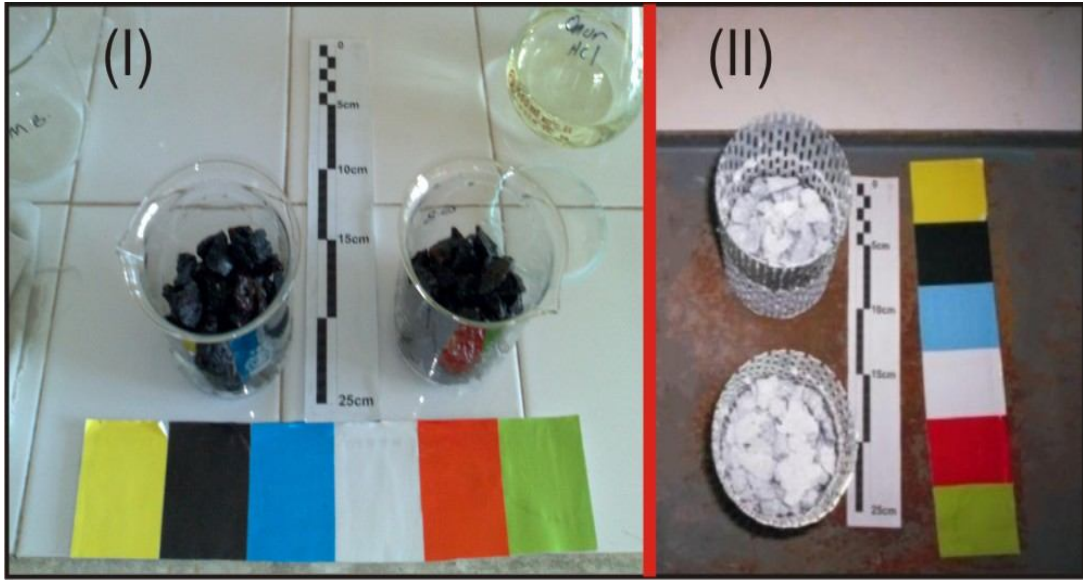
4.4.6. MgSO₄ Don Kaybı Deneyi

Bu deney, donma-çözülme çevrimi koşullarında, aşınmaya karşı kayaçların duraylılığının belirlenmesi amacıyla yapılan bir deneydir.

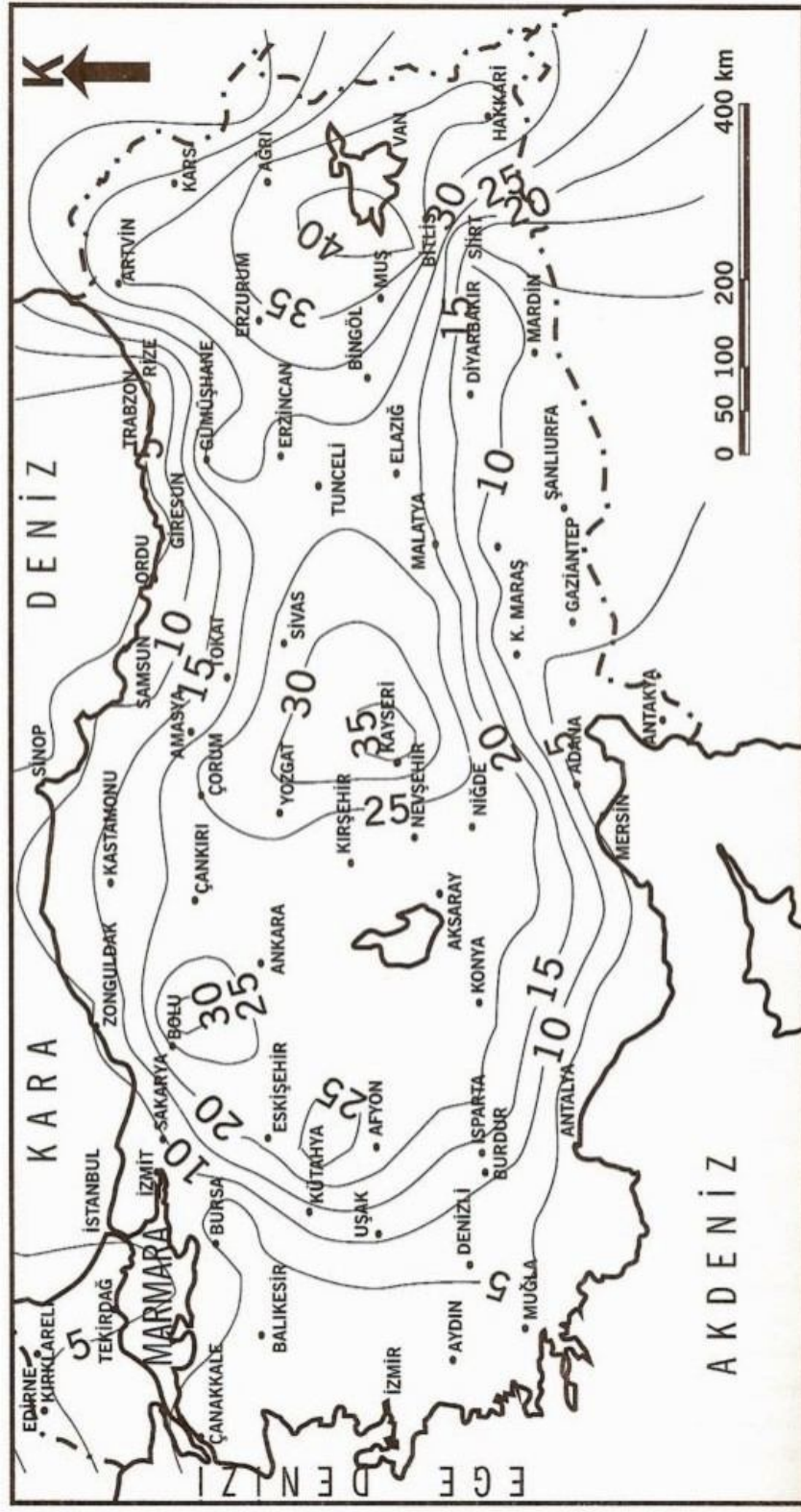
Kayaçların boşlukları suya doygün durumda iken sık sık donma-çözülme olayı etkisine maruz kaldığında, kayaçların bünyesinde çatlamlar ve kılcal çatlaklar meydana gelebilmektedir. Kırık ve çatlaklara giren sular donar ve bunların derinleşme ve genişlemesine yol açar. Bu etki suyun donma sonrasında hacminin

artması nedeniyledir. Buna yönelik olarak, farklı kimyasal çözeltiler yardımı ile kayaç malzemesinin dayanıklılığı test edilebilmektedir (Özer, 1982). Genelde uygulanan kimyasal çözeltiler, sodyum sülfat veya magnezyum sülfat çözeltisi olmaktadır. Bu çalışmada kimyasal çözelti olarak magnezyum sülfat çözeltisi kullanılmıştır.

Bu deneyin yapılışı esnasında standartlara uygun halde hazırlanan numuneler belirli bir döngü (çevrim) sayısında donma-çözülme işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 4.44). Döngü sayısı belirlenirken, Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözülme döngü sayısı kontur haritasından yararlanılmıştır (Şekil 4.45). Buradan da numuneler için döngü sayısı beş olacak şekilde belirlenip deney yapılmıştır.



Şekil 4.44. (I) Numunelerin çözülmüş ve (II) $MgSO_4$ çözeltisindeki donmuş halleri



Şekil 4.45. Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözülme döngü sayısı kontur haritası (Binal vd., 1997)

Deneyler sonucunda boşluklu bazaltlar için % 0.442, masif bazaltlar için % 0.265 değerleri elde edilmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere aşırı bir malzeme kaybının olduğundan söz etmek mümkün değildir; fakat boşluklu bazaltlardaki malzeme kaybı, masif bazaltlara oranla daha fazla olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Bazaltlardaki $MgSO_4$ don kaybı deney sonuçları

	Ölçüm Değerleri		Sonuçlar (%)
	M_1 (gr)	M_2 (gr)	
Boşluklu Bazaltlar	429.6	427.7	0.442
Masif Bazaltlar	490.0	488.7	0.265

4.4.7. Los Angeles Deneyi

Bilindiği üzere kayaçların kullanım alanlarına yönelik olarak darbe ve aşınma gibi etkilere karşı gösterecekleri dirençler oldukça önemli rol oynamaktadır. Los Angeles aşınma makinesiyle yapılan bu deney kayacın aşınmaya karşı gösterdiği dayanımı belirleme yönünden faydalı bir deneydir. Deney, darbe ve aşınmaya karşı dayanımı açısından kayaç malzemesinin kalitesini araştırmaya yöneliktir ve diğer yöntemlere nazaran tercih edilip, fazlaca uygulanması bakımından bu çalışmada da kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında boşluklu ve masif bazalt numuneleri üzerinde Los Angeles aşınma deneyi uygulanmıştır. Her bir numune malzemeleri için 500 devirlik aşınma kayıpları (100+400 devir olmak üzere) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Bu deney sonuçları değerlendirildiğinde aşınma kaybının; boşluklu bazaltta, masif bazalta göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca; deney bitiminden sonra boşluklu ve masif bazalt numunelerinin 100 devir sonrası kayıplarının 500 devir sonrası kayıplarına oranı alınarak tespit edilen üniform sertlik değerleri,

belirlenen aşınma kayıplarının doğruluğunu irdelemek amacıyla, hesap edilmiştir. Bulunan değerler; boşluklu bazalt numuneleri için 0.21, masif bazalt numuneleri içinse 0.20'dir. Bu değerler kullanılan malzemenin üniform sertlikte olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.17. Los Angeles deneyi ile belirlenen % aşınma kaybı değerleri

	<u>100</u> Devirdeki Aşınma Kaybı Değerleri (%)	<u>500</u> Devirdeki Aşınma Kaybı Değerleri (%)	CIRIA/CUR (1991;2007) Göre Değerlendirme
Boşluklu Bazalt Numunesi İçin	8.51	41.2	Zayıf
Masif Bazalt Numunesi İçin	3.17	15.41	İyi

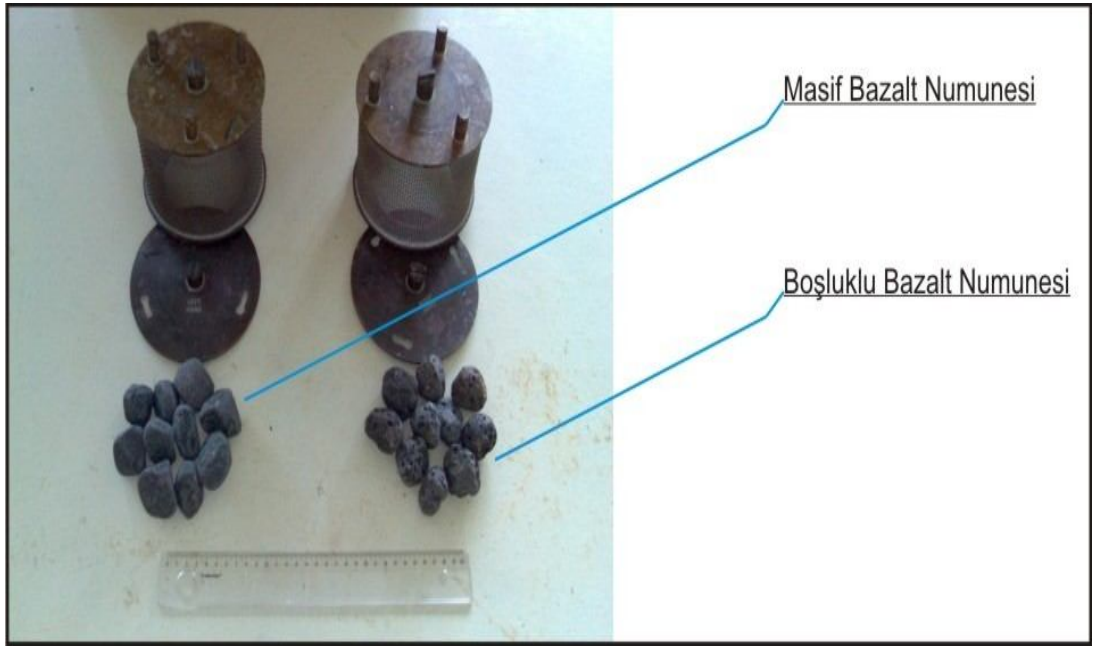
4.4.8. Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi Deneyi

Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi ilk olarak Chandra (1970) ve Franklin ve Chandra (1972) tarafından ortaya atılmıştır.

Bu deneydeki amaç, numunenin iki çevrim süresince kurumaya ve ıslanmaya tabi tutulması durumunda, dağılmaya ve zayıflamaya karşı gösterdiği duraylılığın belirlenmesidir. Kayaların ıslak kararlılığı (suya dayanıklılık, suda dağılmaya karşı duraylılık), jeoteknik uygulamalarda kaya kütleleri ve kaya materyalleri için önemli bir özelliktir (Franklin ve Chandra, 1972; Rodrigues, 1991; Dick ve Shakoar, 1995; Gökçeoğlu vd, 2000).

ISRM 1981'e göre deneye tabi tutulacak kaya numunelerinin 40-60 gr ağırlığında, küresele yakın (benzer boyutlu) bir şekilde ve köşeleri yuvarlatılmış olarak hazırlanması gerekmektedir. Aksi durumda, deney sırasında oluşan aşındırmanın, numuneleri daha fazla etkilemesine ve daha fazla parçalamasına neden olacağı düşünülmektedir. Numuneler küresellikten uzaklaştıkça ve yüzeyleri pürüzlü hale geldikçe, deney sırasında suyla temas eden yüzey alanları artmakta, böylece

deneyde kullanılan suyun numuneyle etkileşimi de artmaktadır. Bu durum da suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi sonuçlarının yanlış yorumlanmasına sebep olabilecektir. Bu yüzden çalışmada kullanılan boşluklu ve masif bazalt numunelerinin köşeleri yuvarlatılarak, 10'ar adet numune (boşluklu ve masif olmak üzere), deneye tabi tutulmuştur (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyinde kullanılan numuneler

Bu deneyin iki döngüden çok daha yüksek sayıda döngüyle yapıldığında kullanımının daha faydalı olacağı belirtilmektedir (Franklin, 1970; Gökçeoğlu vd., 2000). Bu yüzden söz konusu çalışmada hazırlanan numuneler üzerindeki suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi beş döngüde gerçekleştirilmiştir.

Beş döngü olarak yapılan deneylerin sonucunda her bir döngü için elde edilen suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri, boşluklu ve masif bazaltlar için, çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Her bir döngü sonrası elde edilen yıpranma dayanıklılığı indeksleri

Döngüler/Çevrimler (I_d)	Masif Bazaltlar İçin Döngü Sonrası Yıpranma Dayanıklılığı İndeksleri (%)	Boşluklu Bazaltlar İçin Döngü Sonrası Yıpranma Dayanıklılığı İndeksleri (%)
I_{d1}	99.846	99.799
I_{d2}	99.691	99.637
I_{d3}	99.594	99.517
I_{d4}	99.479	99.396
I_{d5}	99.401	99.335

Mühendislik olarak sınıflandırma ise; Gamble (1971)'den yararlanılarak iki döngülü deneyden sonra yüzde (%) olarak geriye kalan sonuçlar üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Gamble (1971) tarafından geliştirilen ıslak kararlılık (suda dağılmaya karşı duraylılık) sınıflaması

On Dakikalık Bir Döngülü Deneyden % Sonra Kalan (I_{d1})	On Dakikalık İki Döngülü Deneyden % Sonra Kalan (I_{d2})	Sınıflamalar
>99	>98	Çok Yüksek Kararlılık
98-99	95-98	Yüksek Kararlılık
95-98	85-95	Orta Yüksek Kararlılık
85-95	60-85	Orta Kararlılık
60-85	30-60	Düşük Kararlılık
<60	<30	Çok Düşük Kararlılık

Bu iki döngü ardından elde edilen sonuçların Gamble (1971)'e göre mühendislik sınıflandırması yapıldığında; boşluklu ve masif bazaltların her ikisinde “çok yüksek” aşınma dayanımına (kararlılığa) sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar arasında büyük farklar olmamasına rağmen yine de masif bazaltlardaki değerlerin, boşluklu bazaltlara göre yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıntılı deney sonuçları ekler bölümündedir.

4.4.9. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Uluslararası literatürde değişik ülkelerdeki farklı deneyim ve standartların derlenmesiyle, doğal yapı malzemelerinin mühendislik özelliklerinin, birtakım deneyler sonucu alt ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi yaklaşımı benimsenmiştir. Söz konusu olan yaklaşım (CIRIA/CUR), uluslararası çapta kabul gören en yaygın yöntemdir (Latham, 1998).

Bu doğrultuda, yapılan deneyler sonucu elde edilen değerler, CIRIA/CUR 1991;2007 (İngiltere Yapı Sektörü Araştırma Ve Enformasyon Kurumu/Hollanda İnşaat Mühendisliği Araştırma Ve Standartlar Merkezi) kıstaslarına göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.20). Çalışma kapsamında, birim hacim ağırlık, su emme, toplam porozite, tek eksenli sıkışma dayanımı, sonik hız, Los Angeles aşınma kaybı, MgSO₄ don kaybı deneyleri üzerinden yapılan sınıflandırmada kalite değerlendirmesi; mükemmel, iyi, orta ve zayıf olmak üzere dört çeşit ayırtlamaya göre yapılmıştır.

Çizelge 4.20. Kalite değerlendirilmesinde kullanılan değer aralıkları (CIRIA/CUR, 1991;2007)

Yapılan Deneyler	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf
Birim Hacim Ağırlık (t/m ³)	>2.9	2.6-2.9	2.5-2.6	<2.5
Su Emme (%)	<0.5	0.5-2.0	2.0-6.0	>6.0
Toplam Porozite (%)	<2	2-6	6-20	>20
Sıkışma Dayanımı (MPa)	>120	60-120	20-60	<20
Sonik Hız (km/sn)	>6	4.5-6.0	3.0-4.5	<3
Los Angeles Aşınma (%)	<15	15-25	25-35	>35
MgSO ₄ Don Kaybı (%)	<2	2-10	10-30	>30

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar, CIRIA/CUR (1991;2007)'ye göre değerlendirildiğinde; masif bazaltların genellikle iyi kalite değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Boşluklu bazaltlarda ise böyle bir genelleme yapılamamıştır; burada değerlendirilen deney sonuçlarının kalite bakımından farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.21, 4.22). Bunun nedeni ise; kayacın sahip olduğu boşluklar ve

bunların düzensizliği ile ayrışmanın etkisidir. Birçok çalışmada da mineralojik durum ve ayrışma faktörünün kayacın niteliklerini olumlu veya olumsuz yönlerden etkilediğine değinilmektedir (Tuğrul, 1995; Çetin vd, 2000; Acar vd, 2004). Bu yüzden böyle niteliklere sahip kayaçların kullanıldıkları ve kullanılacakları alanlarda ne gibi sorunlara yol açacağı çok iyi araştırılmalı ve gereken tedbirlere yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Çizelge 4.21. Boşluklu bazaltlar için yapılan kalite değerlendirme sonuçları (CIRIA/CUR, 1991;2007)

Yapılan Deneyler	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf	Değerlendirme
					Boşluklu Bazalt
Birim Hacim Ağırlık (t/m^3)	>2.9	2.6-2.9	2.5-2.6	<2.5	Zayıf
Su Emme (%)	<0.5	0.5-2.0	2.0-6.0	>6.0	İyi*-Orta**
Toplam Porozite (%)	<2	2-6	6-20	>20	İyi
Sıkışma Dayanımı (MPa)	>120	60-120	20-60	<20	İyi
Sonik Hız (km/sn)	>6	4.5-6.0	3.0-4.5	<3	İyi
Los Angeles Aşınma (%)	<15	15-25	25-35	>35	Zayıf
MgSO ₄ Don Kaybı (%)	<2	2-10	10-30	>30	Mükemmel

(* Ağırlıkça su emme değeri, ** Hacimce su emme değeri)

Çizelge 4.22. Masif bazaltlar için yapılan kalite değerlendirme sonuçları (CIRIA/CUR, 1991;2007)

Yapılan Deneyler	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf	Değerlendirme
					Masif Bazalt
Birim Hacim Ağırlık (t/m^3)	>2.9	2.6-2.9	2.5-2.6	<2.5	İyi
Su Emme (%)	<0.5	0.5-2.0	2.0-6.0	>6.0	İyi*-Orta**
Toplam Porozite (%)	<2	2-6	6-20	>20	İyi
Sıkışma Dayanımı (MPa)	>120	60-120	20-60	<20	İyi
Sonik Hız (km/sn)	>6	4.5-6.0	3.0-4.5	<3	İyi
Los Angeles Aşınma (%)	<15	15-25	25-35	>35	İyi
MgSO ₄ Don Kaybı (%)	<2	2-10	10-30	>30	Mükemmel

(* Ağırlıkça su emme değeri, ** Hacimce su emme değeri)

4.5. Derinlik Ve Jeomekanik Değerler Arasındaki İlişki

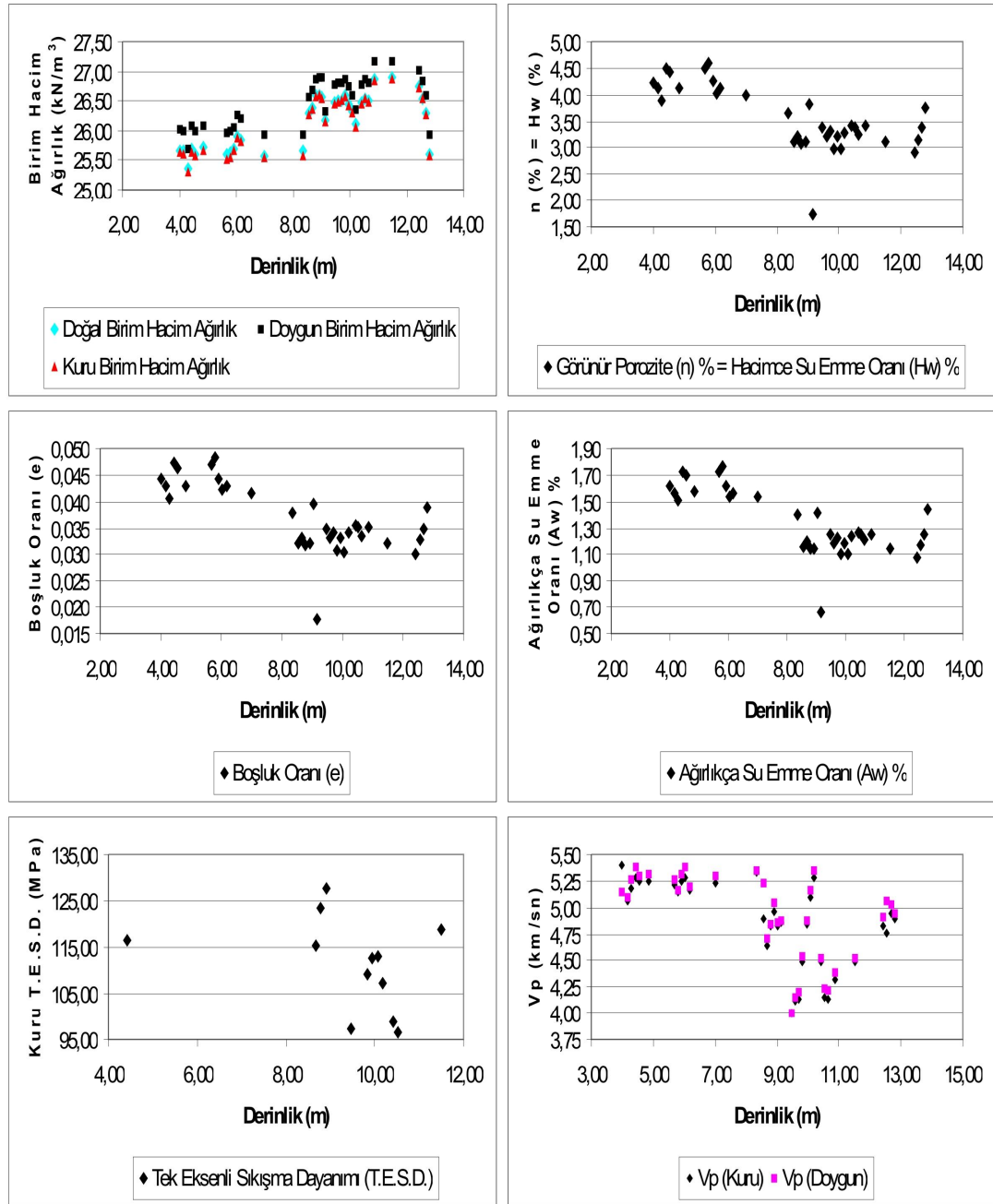
Bu çalışma kapsamında, incelenen bölgede düzenli bir şekilde boşluklu ve masif seviyelerden karotlu sondajlarla alınan bazalt numunelerinden bazı jeomekanik değerler elde edilmiştir. Buradan da elde edilen değerlerin derinlikle olan ilişkileri hakkında araştırmaya gidilmiştir. Buradaki derinlikle ilişkileri araştırılmış olan jeomekanik veriler; birim hacim ağırlık (doğal, doygün ve kuru), porozite, boşluk oranı, su emme (ağırlıkça ve hacimce), kuru haldeki tek eksenli sıkışma dayanımı ve sonik hız (Vp) verileridir. Söz konusu incelemede boşluklu ve masif bazalt numuneleri dört farklı sondaj kuyusundan edinilmiştir. Masif seviyelerdeki bazaltlar için dört adet sondaj kuyusu verileri ile derinlik ilişkileri ayrı ayrı incelenebilmiştir; fakat boşluklu seviyeler için aynı durum ortaya çıkamamıştır. Bunun nedeni boşluklu seviyelerde uygun ve yeterli numunelerin, masif bazaltlara nazaran daha az elde

edilmesinden dolayıdır (Şekil 4.47). Bu yüzden bütün sondaj kuyularındaki boşluklu bazalt seviyelerine ait numunelerin jeomekanik değerleri, alındıkları derinlik sıralamasına göre birlikte değerlendirilmiştir.

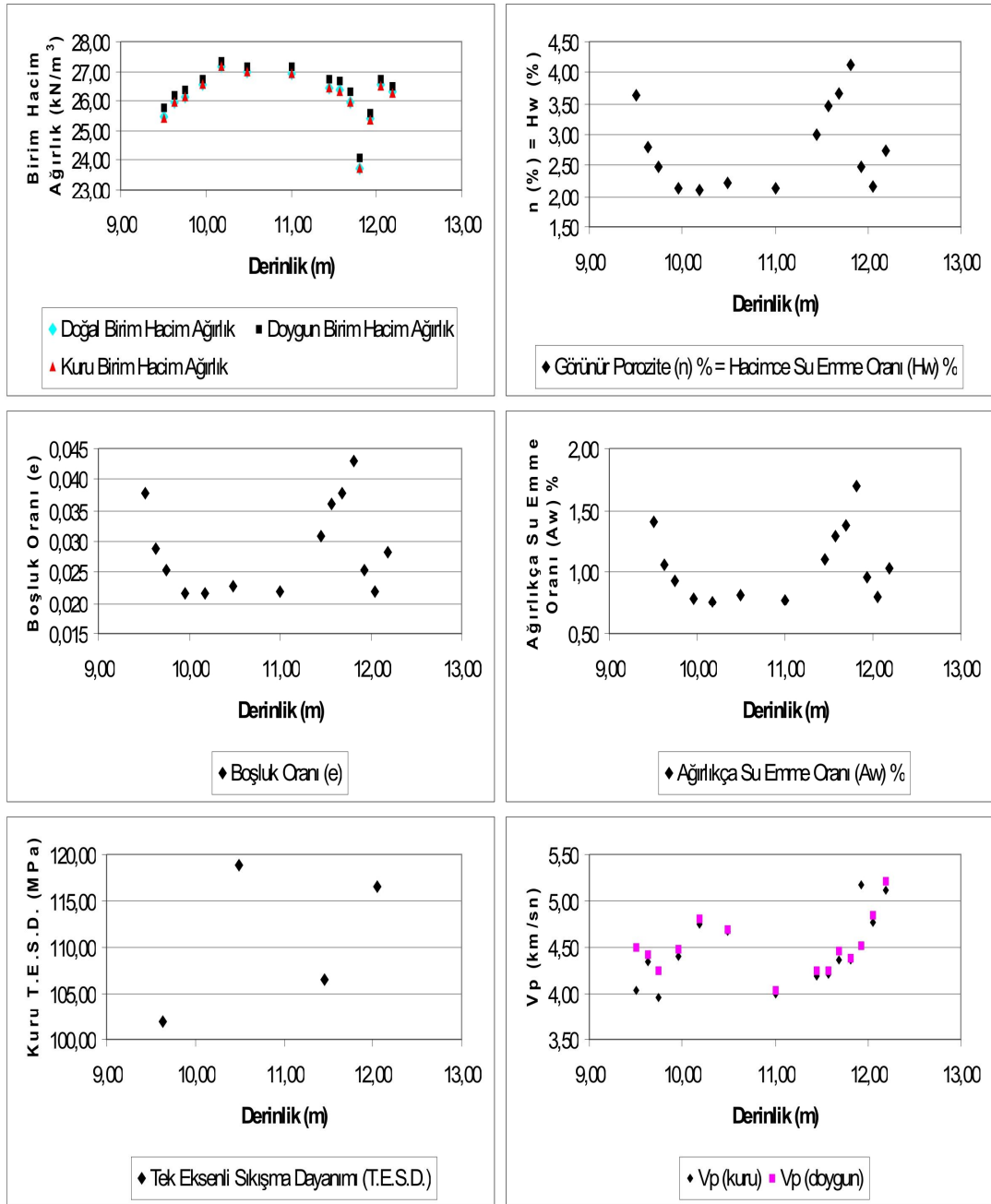
Boşluklu ve masif olmak üzere değişim gösteren seviyelerin jeomekanik özellikleri incelendiğinde her iki seviyede de derinlik artışıyla beraber herhangi belirli bir doğrusal ilişki tespit edilememiştir (Şekil 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52). Jeomekanik değerlerin farklılık göstermesi ve derinlikle ilgili belirgin bir ilişkinin görülememesinde; farklı konumlardaki ve boyutlardaki mevcut boşluklar ile ayrışma faktörünün etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda jeokimyasal verilerin derinlikle olan ilişkisinde de belirgin bir durum görülmemektedir. Bu her iki durumun (jeomekanik ve jeokimyasal) derinlikle ilişkisi birbirini destekler niteliktedir.



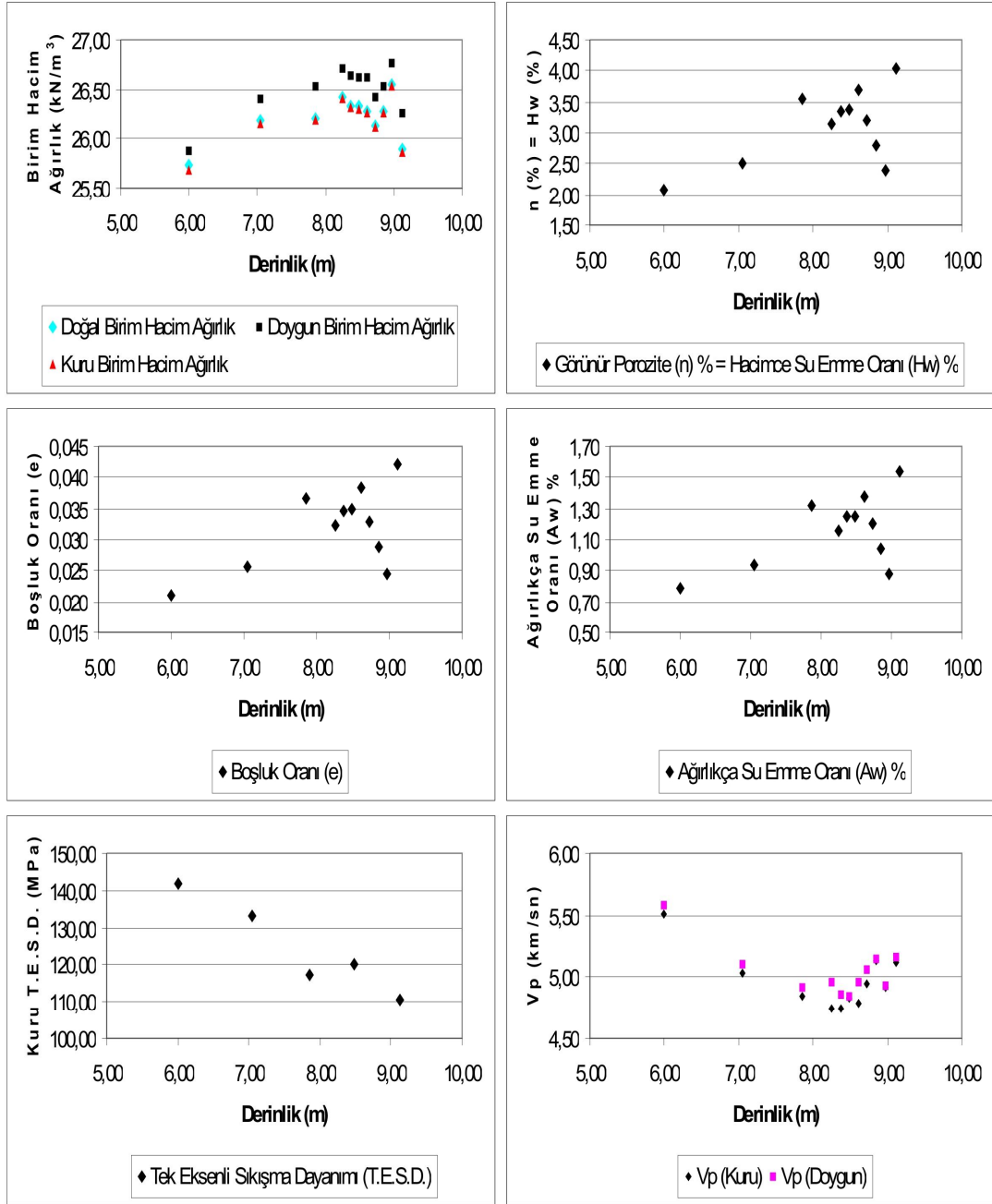
Şekil 4.47. Boşluklu ve masif bazaltlardan elde edilen numunelerin arasındaki fark durumu



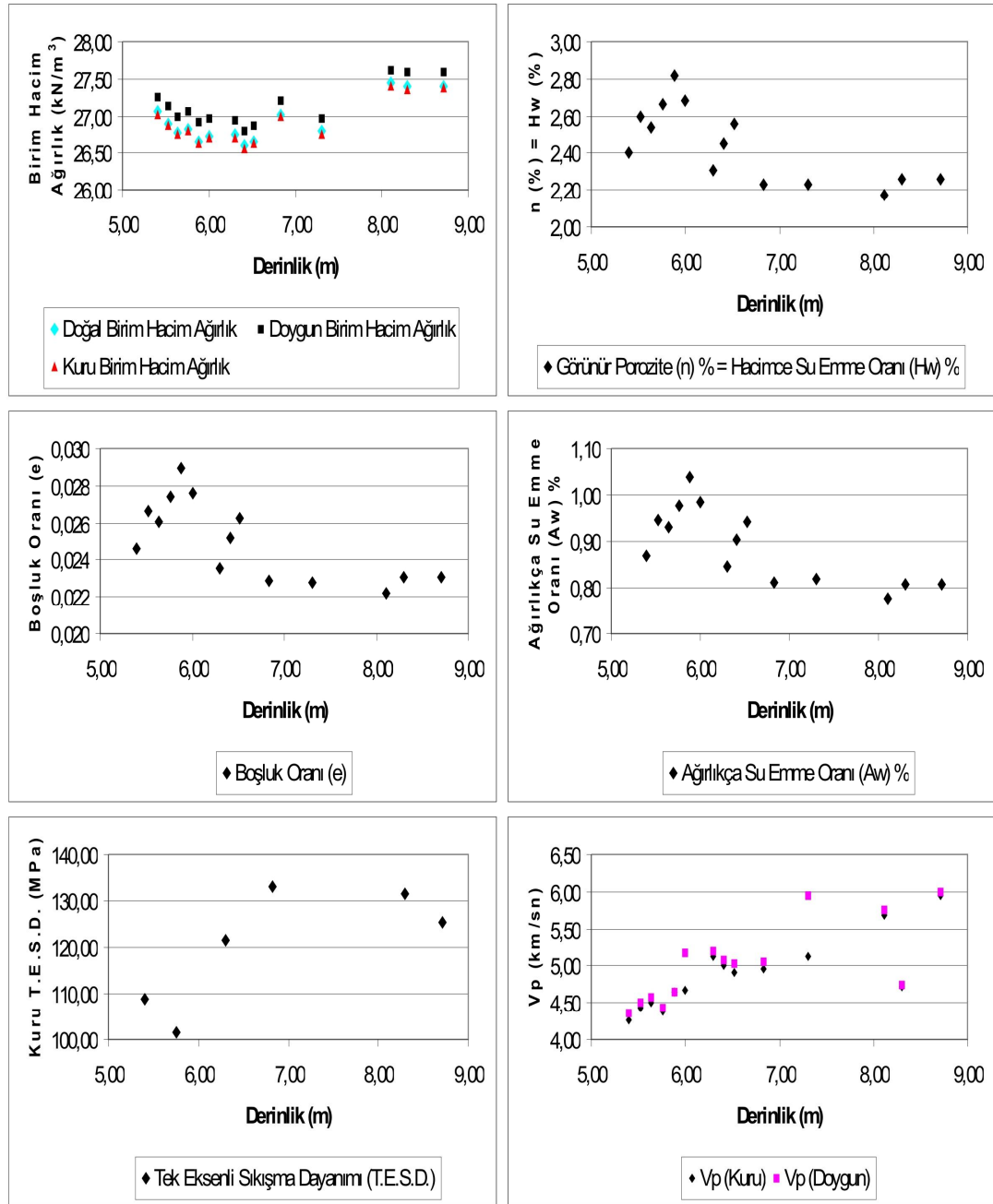
Şekil 4.48. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-01 için)



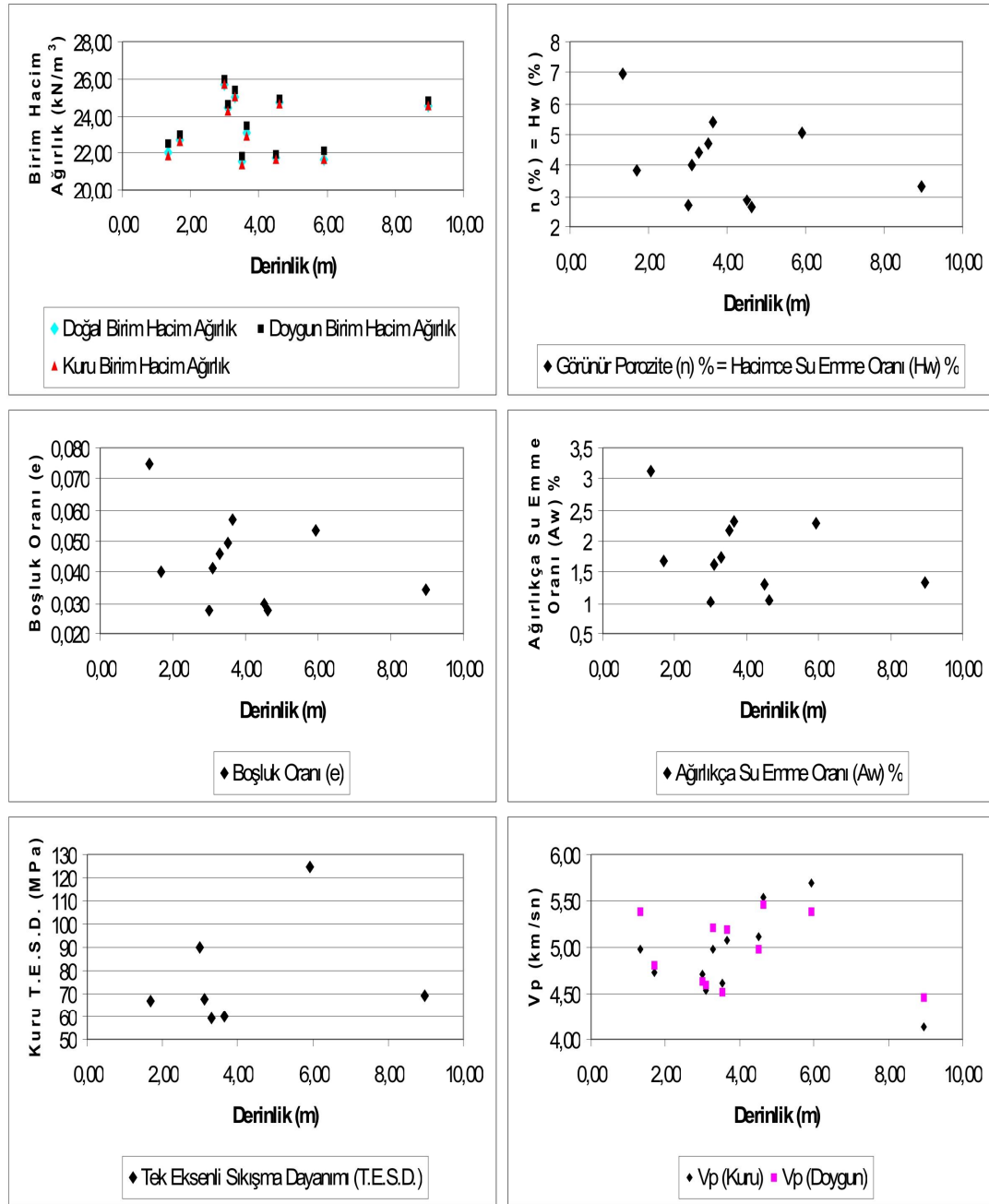
Şekil 4.49. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-02 için)



Şekil 4.50. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-03 için)



Şekil 4.51. Masif bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-04 için)



Şekil 4.52. Boşluklu bazalt numunelerine ait jeomekanik bulguların derinlikle olan ilişkisi (SK-01, 02, 03 ve 04'ten alınarak)

5. SONUÇLAR

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmadaki sonuçlar şöyledir:

- ◆ İncelemelerin ve örneklemelerin yapıldığı Turunçlu bölgesinde yaygın şekilde görünen ve bu tez çalışmasının konusunu oluşturan hakim litoloji Kuvaterner yaşlı bazaltlardır (Qd). Bu bazaltlar, boşluklu ve masif bazaltlar olmak üzere iki ana grup olarak sınıflandırılmıştır.
- ◆ Çalışma kapsamında bölgedeki boşluklu ve masif bazaltların petrografik, jeokimyasal ve jeomekanik özellikleri bakımından incelemeleri yapılmıştır. Ayrıca bu bazaltik oluşumların derinliğe bağlı olarak nasıl değişimler gösterdiği ortaya konmuştur.
- ◆ Yapılan sondaj çalışmalarında; yüzeyden derine doğru öncelikle boşluklu bazalt seviyeleri yer almaktadır. Bunun ardından ise masif bazalt seviyeleri gelmektedir. Bu her iki seviyeden sonra tekrar boşluklu seviyelere girilmektedir. Bu da değişik zaman aralıklarında akmış lav akıntılarının olduğunu göstermektedir.
- ◆ Ayrıca saha gözlemleri ve jeofiziksel etütlerle bazalt kalınlığının en az 70 m olacağı düşünülmektedir. Elbette kalınlığın kesin tespiti için daha detaylı çalışmalar yapılmalı ve birlikte değerlendirilmelidir.
- ◆ Petrografik açıdan; boşluklu ve masif bazaltların ana bileşenini plajiyoklaslar oluşturmaktadır. Olivinler fenokristaller halinde öz veya yarı öz şekillidir ve iddingsitleşmeler söz konusudur, koyu renkli mineraller olan piroksenler mevcuttur. Ayrıca opak mineraller de bulunmaktadır.
- ◆ Boşluklu ve masif seviyelerin farklı derinliklerinden alınan numuneleri üzerinde yapılan kimyasal analizlerle 12 m'ye kadar olan bazaltların alkali karaktere sahip olduğu, yaklaşık bu derinliğin ardından gelen bazaltların ise sub-alkali karaktere sahip olduğu tespit edilmiştir.

- ◆ BS 5930 (1981;1999)'da önerilmiş olan ve altı gruptan oluşan kaya kütlesi ayrışma dereceleri skalası, incelemesi yapılan bazaltlara uygulanmıştır. Boşluklu bazalt seviyelerinde ayrışma dereceleri 3, 4 ve 5; bu boşluklu seviyeleri takip eden masif bazalt seviyelerinde ise ayrışma dereceleri 1 ve 2 olarak tanımlanmıştır.
- ◆ Boşluklu bazaltlarda, masif bazaltlara oranla daha yüksek şekilde gözlenen ayrışmanın ve mevcut boşlukların dayanım üzerinde negatif bir etkisi olmaktadır.
- ◆ Masif bazaltlar, boşluklu bazaltlara nazaran daha yüksek mühendislik özelliklere sahiptir.
- ◆ Boşluklu ve masif bazalt numunelerine ait kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak hesaplanan indeks değerleri üzerinde genelde derinliğe bağlı olarak düzenli bir değişim gözlenememiştir. Ayrıca bu bazalt numunelerine ait majör (ana) oksitlerin derinlikle olan ilişkisi de değerlendirildiğinde yine düzenli bir değişim genel olarak bulunamamıştır.
- ◆ Aynı zamanda yapılan bu çalışmada boşluklu ve masif bazalt numuneleri üzerinden elde edilen jeomekanik değerler ile derinliğin ilişkisi incelenmiştir ve genel anlamda belirgin yönde bir değişimin varlığına rastlanamamıştır.
- ◆ Jeokimyasal ve jeomekanik verilerin derinlikle olan ilişkileri birbirlerini destekler niteliktedir.
- ◆ Çalışma alanı olarak seçilen bölge gerek liman ve tersane gibi denizel yapıların gerekse önemli sanayi alanlarının ve otoyol, demiryolu gibi yapıların uygulandığı/uygulanabileceği bir alandadır. Bu yüzden buradaki bazalt kayacı değerlendirmelerinin mikro ve makro ekonomiye büyük katkısı olacaktır.

KAYNAKLAR

- ACAR, A., TAGA, H., DİNÇER, İ., 2004. Liman Dolgusunda Kullanılacak Pliyo-Kuvaterner Bazaltların (Yumurtalık-Adana) Fiziko-mekanik Özelliklerin İncelenmesi. KAYAMEK 2004-VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, 77-84.
- ANON, 1979, Classification of rocks and soils for engineering Geological mapping, Part I: Rock and soil materials, Bulletin of International Association of Geology, No:19, 364-371.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1989. Standard test method for resistance to degradation of large-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles Machine. C535, Annual Book of of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA., 285-287.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1994, Annual Book of ASTM Standards Construction: Soil and Rock: ASTM Publication, V.04.08, 978p.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), D, 6431-99, 2005. Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation, West Conshohocken, PA., 14 pp.
- BARNES, H. L., 1979. Geochemistry of hydrothermal ore deposits, John Wiley and Sons, new York. p 798.
- BIRCH, F., (1960). The velocity of compressional waves in rocks to 10 kbars, Part 1. J. Geophys. Res., 65, 1083-1102.
- BIRCH, F., (1961). The velocity of compressional waves in rocks to 10 kbars, Part 2. J. Geophys. Res., 66, 2199-2224.
- BİLGİN, Z. VE ERCAN, T., 1981. Ceyhan – Osmaniye Yöresindeki Kuvaterner Bazaltların Petrolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, cilt:24, s: 22-30.
- BİNAL, A., KASAPOĞLU, K.E., and GÖKÇEOĞLU, C., 1997. The surficial physical deterioration behaviour of Neogene volcano-sedimentary rocks of Eskişehir-Yazılıkaya, NW Turkey. Proc. Int. Symp. on Engineering Geology

- and the Environment, Athens, Greece, A.A. Balkema, Rotherdam, V3, 3065-3069.
- BOYRAZ, O., 2002. Demirtaş – Sarımazı (Adana – Yumurtalık) arasının tektono-stratigrafisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 46, (yayınlanmamış).
- BROOK, N., 1990. Testing Methods for Rock Mechanics. Mining Engineering Department, Leeds University, UK, (basılmamış ders notları).
- BS 5930 (1981) Code of Practice for Site Investigations. British Standards Institution, London.
- BS 5930 (1999) Code of Practice for Site Investigations. British Standards Institution, London.
- CARROLL, D., 1970. Rock Weathering, Plenum press, New York-London.
- CHANDRA, R., 1970. Slake durability test for rocks. Unpublished M.S. thesis, Department of Mining, Imperial Collage, England.
- CIRIA/CUR, 1991. Manual on the Use of Rock in Coastal and Shoreline Engineering. CIRIA Special Publication 83, Report:154, London, 607 p.
- CIRIA/CUR, CETMEF 2007. The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering. 2nd edition. C683, CIRIA, London, 1234 p.
- ÇELİK, M. Y., 2003. Dekoratif Doğal Yapı Taşlarının Kullanım Alanları Ve Çeşitleri. Madencilik, Cilt 42, Sayı 1, 3-15.
- ÇETİN, H., LAMAN, M., ERTUNÇ, A., 2000. Settlement and slaking problems in the world's fourth largest rock-fill dam, the Atatürk Dam in Turkey. Engineering Geology, 56, p.225–242.
- DICK, J.A., SHAKOOR, A., 1995. Characterizing durability of mud rocks for slope stability purposes. Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology 10, 121–130.
- DLH, 2007. Demiryolları; Malzeme, Yapım, Kontrol Ve Bakım Onarım Teknik Esasları, Ankara, 64 s.
- DLH, 2007. Kıyı Yapıları ve Limanlar; Malzeme, Yapım, Kontrol Ve Bakım Onarım

- Teknik Esasları, Ankara, 101 s.
- DOYURAN, V., 1980. Dörtüol ve Erzin Ovalarının Hidrojeolojisi ve İşletme Çalışmaları. ODTÜ Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü Doçentlik tezi, 88s (yayınlanmamış).
- ERKAN, Y., 2006, Magmatik Petrografi.- TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 93, 176 s.
- FOOKES, P. G., 1970. Discussion on Engineering Grade Zones, Proc. Conf. On In-situ Investigation in Soils and Rocks, British geotech. Soc., London, pp. 53-57.
- FRANKLIN, J.A., 1970, Observations and tests for engineering description and mapping of rocks. Proceedings of the Second Congress of the International Society for Rock Mechanics. Belgrade, Vol.1, 1-3
- FRANKLIN, J.A., CHANDRA, A., 1972. The slake durability test. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 9, 325–341.
- GAMBLE, J.C., 1971. Durability- plasticity Classification of Shales and Other Argillaceous Rocks. PhD Thesis, University of Illinois (unpublished).
- GARY, M., MCAFEE, R., WOLF, C. L., 1972. Glossary of Geology, Washington, D.C (American Geological Institute).
- GÖKÇEOĞLU, C., ULUSAY, R., SÖNMEZ, H., 2000. Factor affecting the durability of selected weak and clay bearing rocks from Turkey, with particular emphasis on the influence of the number of drying and wetting cycles. Engineering Geology 57, 215–237.
- HALL, A., 1996, Igneous Petrology.- Longman, New York, 551 s.
- HARNOİS, L., 1988. The CIW Index, Sedi. Geol., 55, p 319-322.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1978. Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses. Int. J. R. Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., V. 15, pp. 319-368.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1981. Rock characterization, testing and monitoring: ISRM Sugested Methods. E.T. Brown (ed), Pergamon Pres, Oxford, 211pp.

- İRFAN, T. Y., 1981. Ayrışma ve Ayrışma Sınıflamaları, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Dizisi, No: 19.
- KARİĞ, D.E., KOZLU, H., 1990. Late Paleogene – Neogene evolution of the triple junction region near Maraş, South-central Turkey. *Journal of the Geological Society, London*, 147, 1023-1034.
- KELLİNG, G., GÖKÇEN, S., FLOYD, P., GÖKÇEN, N., 1987. Neogene Tectonic and plate convergence in the Eastern Mediterranean. New Data from Southern Turkey: *Geology*, V:15, pp: 425-429.
- KESKİN, Ö. M. VE KILIÇ, M. A., 2003. Doğu Akdeniz Yöresi Bazaltlarının Kırmataş Olarak Değerlendirme Olanakları. 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu 2003 Bildirileri Kitabı, İstanbul-Türkiye, 151-157.
- KIBICI, Y., 2003. Bazik Ve Ultrabazik Kayaçların Mineralojisi-Petrografisi Ve Doğal Taş Sektöründe İsimlendirmedeki Önemi. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (MERSEM 2003) Bildiriler Kitabı, 538-539.
- KOZLU, H., 1982. İskenderun baseni jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rapor no: 1921, Ankara.
- KOZLU, H., 1987. Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi. Türkiye 7. Petrol Kongresi Dergisi. s104 - 116. Ankara.
- KOZLU, H., 1997. Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Neojen basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) Tektono-Stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s 189, (yayınlanmamış).
- LATHAM, J.P. ,1998, Assessment and specification of armourstone quality from CIRIA/CUR (1991) to CEN (2000). In: *Advances in Aggregates and Armourstone Evaluation*. The Geological Society, Engineering Geology Special Publication No.13, 65-85.
- LE BAS, M.J., STRECKEISEN, A.L., 1991, The IUGS systematics of igneous rocks.- *Journal of the Geological Society, London*, 148, 825-833.
- LIENHART, D.A., 1998. Rock engineering rating system for assessing the suitability

- of armourstone sources, *Advances in Aggregates and Armourstone Evaluation*. The Geological Society, Engineering Geology Special Publication, No: 13, pp 91–106.
- MIDDLEMOST, E. A. K., 1975. The basalt clan. *Earth Science Review*, 11, 337 - 364.
- NESBITT, H. W., YOUNG, G. M., 1982. Early Proterozoic Climates and Plate Motions Inferred from Major Element Chemistry of Lutites, *Nature*, 299, p 715-171.
- OLLIER, C.D., 1984. *Weathering, Geomorphology Texts*, 2nd edition. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- ÖZER, M., 1982. Yapılarda ısı-su yalıtımları 2, İstanbul, Özer Yayınları: 4, s230.
- PARKER, A., 1970. An Index of Weathering for Silicate Rocks, *Geology Mag.*, p 501-504.
- PARLAK, O., DELALOYE, M., KOZLU, H., and FONTIGNIE, D., 2000. Trace element and Sr-Nd isotope geochemistry of the alkali basalt observed along the Yumurtalık Fault (Adana) in Turkey. *Yerbilimleri*, 22, p. 137-148.
- PARLAK, O., KOZLU, H., DEMİRKOL, C. VE DELALOYE, M., 1997. Intracontinental Plio-Quaternary Volcanism Along The African-Anatolian Plate Boundary, southern Turkey. *Ofioliti*, 22(4), p. 111-117.
- PELEN, N., 1995. Osmaniye-Dört Yol-Erzin yöresi Kuvaterner bazaltlarının jeolojisi, petrografisi ve hidrojeolojik özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 144, (yayınlanmamış).
- RILEY, 1980. Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods. *Commission 25-PEM Material and Structures*, Vol. 13, 175-253.
- RODRIGUES, J.G., 1991. Physical characterization and assessment of rock durability through index properties. *NATO ASI Ser. Ed. Applied Sciences* 200, 7–34.
- RUXTON, B. P., 1968. *Measures of the Degree of Chemical Weathering of Rocks*.

- Jour. Of Geology, 76, p 518-527.
- SCHIMDT, G. C., 1961. Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District. 7th Petroleum Admins. Bull. 6. Ankara 47 63 s.
- SCHITTECATTE, J.P., 1971. Geology of the Misis Mountain. The Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli-Libya, 305-312.
- SEVDİNLİ, G., 2005. Ceyhan (Adana) dolayı yapıtaşı potansiyelinin değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 134, (yayınlanmamış).
- SOUNDERS, M. K. AND FOOKES, P. G., 1970. A review of the relationship of rock weathering and climate and its significance to foundation engineering. Engineering Geology, 4, 298-325.
- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., 1981. Tethyan evolution in Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- TARHAN, F., 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri. KTÜ Yayınları, Trabzon.
- TEMUR, S., 2001. Endüstriyel Hammaddeler. Çizgi Kitabevi, Konya, 386 s.
- TEYMEN, A., 2005. Bazı Kayaçların Petrografik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 108, (yayınlanmamış).
- TS EN 1367-2, 1999. Agregaların Termal Ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Magnezyum Sülfat Deneyi. TSE Matbaası, 11 s.
- TS EN 1467, 2005. Doğal taşlar - Ham bloklar - Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TS EN 1469, 2006. Doğal taş mamulleri - Kaplamada kullanılan plakalar - Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE, 1978. Doğal yapı taşlarının muayene ve deney metotları. TSE Matbaası, 16 s.
- TUĞRUL, A., 1995. Niksar Yöresindeki Bazaltların Mühendislik Özelliklerine Ayrışmanın Etkisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s 171, (yayınlanmamış).
- UYSAL, G., 2005. İsalı - Doruk – Yumurtalık civarının (Adana) tektono-stratigrafisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 78,

(yayınlanmamış).

- VALETON, I., 1970. Paleo.Of latertic bauxites with vertical and lateral dif. Geological Society London, Special pub. 11, pp. 213-222.
- VOGEL, D.E., 1973. Precambrian weathering in acid metavolcanic rocks from the superior province, Villebond Township, Southcentral Quebec. Can. J. Earth Sci., 2080-2085.
- WESTAWAY, R., 1994. Present-day kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean. Journal of the Geophysical Research, 99, 12071-12090.
- YILMAZ Y., GÜRPINAR O. & YİĞİTBAŞ, E., 1988. Amanos Dağları ve Maraş Dolaylarında Miyosen Havzalarının Tektonik Evrimi. Petrol Jeologları Dergisi Bülteni, 1: 52-72.
- YURTMEN, S., ROWBOTHAM, G., İŞLER, F. AND FLOYD, P.A., 2000. Petrogenesis of basalts from Southern Turkey: The Plio-Quaternary volcanism to the North of İskenderun Gulf. Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society, London, special Publications, 173, 489-512.
- YÜCE, G., 2001. Hatay-Erzin (Yeşilkent) Ovası ve Burnaz Kaynağının Hidrojeolojik Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 25 (2), s.21-46.

İnternet Siteleri:

<http://science.nationalgeographic.com>

<http://stevekluge.com/geoscience/>

<http://volcano.oregonstate.edu>

<http://volcanoes.usgs.gov>

<http://www.geog.ucsb.edu>

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Adana’da doğdu. Lise eğitimini Adana Özel Gündoğdu Kolejinde tamamladı. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden 08.06.2007 tarihinde mezun oldu. 02.06.2008 tarihinde de Eskişehir Anadolu Üniversitesi İktisadi Ve İdari Programlar Bölümünün Sosyal Bilimler Programından mezun oldu.

2007 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nın Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen eğitime devam etmektedir.

EKLER

EK 1. BOŞLUKLU BAZALTA AİT DENEY SONUÇLARI

EK 2. MASİF BAZALTA AİT DENEY SONUÇLARI

BİRİM HACİM AĞIRLIK, POROZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Doğal Birim		Doygun Birim		Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Görünür Poroziye (n, %)	Boşluk Oranı (e)	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)
				Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Hacim Ağırlık (kN/m^3)					
1	1,34	54,50	120,80	22,00	22,52	21,83	21,83	21,83	6,98	0,075	3,13	6,98
2	3,29	54,50	115,80	25,04	25,42	24,99	24,99	24,99	4,41	0,046	1,73	4,41
3	1,69	54,50	112,60	22,67	22,99	22,61	22,61	22,61	3,87	0,040	1,68	3,87
4	3,52	54,50	109,80	21,50	21,84	21,38	21,38	21,38	4,74	0,050	2,17	4,74
5	3,65	54,50	124,70	23,04	23,44	22,91	22,91	22,91	5,40	0,057	2,31	5,40
6	4,50	54,50	121,70	21,71	21,90	21,62	21,62	21,62	2,88	0,030	1,31	2,88
7	4,62	54,50	124,60	24,73	24,92	24,66	24,66	24,66	2,66	0,027	1,06	2,66
8	5,92	54,50	117,90	21,67	22,11	21,62	21,62	21,62	5,05	0,053	2,29	5,05
9	8,96	54,50	120,40	24,52	24,83	24,50	24,50	24,50	3,32	0,034	1,33	3,32
10	3,10	54,50	108,60	24,39	24,65	24,26	24,26	24,26	3,99	0,042	1,61	3,99
11	3,00	54,50	124,30	25,72	25,94	25,67	25,67	25,67	2,67	0,027	1,02	2,67

EK-1.1. BOŞLUKLU BAZALTA AİT BİRİM HACİM AĞIRLIK, POROZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME SONUÇLARI

TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Tek Eksenli		Tek Eksenli	
				Sıkışma Dayanımı (MPa)	Kuru Haldeki Numuneler	Sıkışma Dayanımı (MPa)	Doygun Haldeki Numuneler
1	1,34	54,50	120,80	x	x	51,02	
2	3,29	54,50	115,80	59,20		x	
3	1,69	54,50	112,60	67,05		x	
4	3,52	54,50	109,80	x		48,56	
5	3,65	54,50	124,70	59,78		x	
6	4,50	54,50	121,70	x		55,48	
7	4,62	54,50	124,60	x		99,70	
8	5,92	54,50	117,90	124,47		x	
9	8,96	54,50	120,40	69,4		x	
10	3,10	54,50	108,60	67,78		x	
11	3,00	54,50	124,30	89,68		x	

EK-1.2. BOŞLUKLU BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI SONUÇLARI

SONİK HIZ (Vp)

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Kuru		Doygun	
				Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler	Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler
1	1,34	54,50	120,80	4,97		5,39	
2	3,29	54,50	115,80	4,99		5,22	
3	1,69	54,50	112,60	4,73		4,81	
4	3,52	54,50	109,80	4,61		4,52	
5	3,65	54,50	124,70	5,07		5,20	
6	4,50	54,50	121,70	5,11		4,99	
7	4,62	54,50	124,60	5,54		5,46	
8	5,92	54,50	117,90	5,69		5,39	
9	8,96	54,50	120,40	4,14		4,46	
10	3,10	54,50	108,60	4,54		4,60	
11	3,00	54,50	124,30	4,71		4,64	

EK-1.3. BOŞLUKLU BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN SONİK HIZ (Vp) SONUÇLARI

SUDA DAĞILMAYA KARŞI DAYANIKLILIK / YIPRANMA DAYANIKLILIĞI

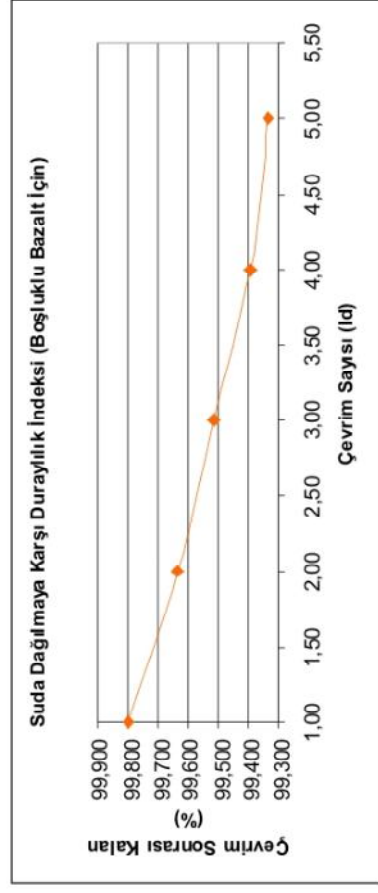
		TAMBUR NO 1
Tamburun kuru ağırlığı	T	1777,80
Çevrim öncesi (tambur+numune) kuru ağırlığı	A	2274,20
1. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	B	2273,20
2. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	C	2272,40
3. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	D	2271,80
4. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	E	2271,20
5. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	F	2270,90

TAMBUR NO 1	Numune Ağırlığı (gr)
	496,40

TAMBUR NO 1	I _{d2} (%)
	99,637

TANIMLAMA	I _{d1} (%)	I _{d2} (%)
Aşırı yüksek dayanıklı	99-100	98-100
Çok yüksek dayanıklı	98-99	95-98
Yüksek dayanıklı	95-98	85-95
Orta dayanıklı	85-95	60-85
Düşük dayanıklı	60-85	30-60
Çok düşük dayanıklı	0-60	0-30

1. Çevrim sonrası yıpranma dayanıklılığı indeksi	I _{d1}	99,799
2. Çevrim sonrası yıpranma dayanıklılığı indeksi	I _{d2}	99,637
3. Çevrim sonrası yıpranma dayanıklılığı indeksi	I _{d3}	99,517
4. Çevrim sonrası yıpranma dayanıklılığı indeksi	I _{d4}	99,396
5. Çevrim sonrası yıpranma dayanıklılığı indeksi	I _{d5}	99,335



NUMUNENİN TANIMLAMASI:
Her biri 40-60 gr olan 10 kaya çakılı seçilmiştir.
Tambur 1'deki 1 nolu boşluklu bazaltın kütlesi 496.4 gr'dır. Yıpratma sıvısı olarak 21°C'deki musluk suyu kullanılmıştır.

EK-1.4. BOŞLUKLU BAZALTA AİT SUDA DAĞILMAYA KARŞI DAYANIKLILIK SONUÇLARI

BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Görünür Porözite (n, %)	Boşluk Oranı (e)	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)
1	4,00	54,50	109,60	25,68	26,04	25,62	4,24	0,044	1,62	4,24
2	4,16	54,50	112,75	25,65	26,00	25,60	4,11	0,043	1,57	4,11
3	4,29	54,50	114,65	25,37	25,70	25,31	3,9	0,041	1,51	3,9
4	4,42	54,50	121,55	25,70	26,09	25,64	4,51	0,047	1,73	4,51
5	4,55	54,50	118,75	25,62	26,00	25,56	4,44	0,046	1,7	4,44
6	4,84	54,50	120,30	25,72	26,08	25,68	4,13	0,043	1,58	4,13
7	5,68	54,50	117,40	25,59	25,97	25,53	4,49	0,047	1,73	4,49
8	5,80	54,50	124,50	25,62	26,01	25,56	4,61	0,048	1,77	4,61
9	5,92	54,50	119,70	25,70	26,07	25,65	4,25	0,044	1,62	4,25
10	6,04	54,50	120,55	25,92	26,26	25,87	4,04	0,042	1,53	4,04
11	6,16	54,50	114,50	25,85	26,21	25,81	4,13	0,043	1,57	4,13
12	7,00	54,50	122,80	25,59	25,92	25,53	4	0,042	1,54	4
13	8,35	54,50	130,10	25,65	25,93	25,57	3,65	0,038	1,4	3,65
14	8,55	54,50	112,55	26,30	26,58	26,27	3,12	0,032	1,16	3,12
15	8,67	54,50	112,65	26,38	26,67	26,36	3,22	0,033	1,2	3,22
16	8,79	54,50	113,25	26,60	26,88	26,58	3,08	0,032	1,14	3,08
17	8,91	54,50	113,45	26,61	26,89	26,58	3,12	0,032	1,15	3,12
18	9,03	54,50	112,80	26,56	26,91	26,54	3,81	0,040	1,41	3,81

EK-2.1. MASİF BAZALTA AİT BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME SONUÇLARI

BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Doğal Birim		Doygun Birim		Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Görünür Porözite (n, %)	Boşluk Oranı (e)	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)
				Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Hacim Ağırlık (kN/m^3)					
19	9,15	54,50	116,70	26,18	26,33	26,16	26,16	1,75	0,018	0,66	1,75	1,75
20	9,47	54,50	116,30	26,47	26,79	26,46	26,46	3,37	0,035	1,25	3,37	3,37
21	9,59	54,50	120,70	26,50	26,80	26,49	26,49	3,21	0,033	1,19	3,21	3,21
22	9,71	54,50	119,10	26,51	26,82	26,50	26,50	3,31	0,034	1,23	3,31	3,31
23	9,83	54,50	123,35	26,59	26,86	26,57	26,57	2,97	0,031	1,1	2,97	2,97
24	9,95	54,50	112,75	26,45	26,74	26,42	26,42	3,22	0,033	1,19	3,22	3,22
25	10,07	54,50	110,50	26,34	26,60	26,31	26,31	2,97	0,031	1,11	2,97	2,97
26	10,19	54,50	121,50	26,10	26,36	26,04	26,04	3,3	0,034	1,24	3,3	3,3
27	10,42	54,50	106,00	26,47	26,78	26,44	26,44	3,43	0,036	1,27	3,43	3,43
28	10,53	54,50	105,10	26,54	26,85	26,52	26,52	3,4	0,035	1,26	3,4	3,4
29	10,64	54,50	113,90	26,49	26,79	26,48	26,48	3,26	0,034	1,21	3,26	3,26
30	10,86	54,50	111,90	26,85	27,17	26,83	26,83	3,41	0,035	1,25	3,41	3,41
31	11,50	54,50	113,60	26,90	27,18	26,88	26,88	3,12	0,032	1,14	3,12	3,12
32	12,43	54,50	122,15	26,75	27,01	26,73	26,73	2,93	0,030	1,08	2,93	2,93
33	12,55	54,50	120,00	26,55	26,84	26,53	26,53	3,16	0,033	1,17	3,16	3,16
34	12,67	54,50	114,75	26,30	26,60	26,27	26,27	3,38	0,035	1,26	3,38	3,38
35	12,79	54,50	121,00	25,60	25,94	25,58	25,58	3,76	0,039	1,44	3,76	3,76
36	9,51	54,50	114,30	25,45	25,80	25,44	25,44	3,64	0,038	1,40	3,64	3,64

(EK-2.1. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME SONUÇLARI

BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Görünür Porözite (n, %)	Boşluk Oranı (e)	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)
37	9,63	54,50	117,00	25,94	26,20	25,92	2,80	0,029	1,06	2,80
38	9,75	54,50	119,60	26,16	26,39	26,15	2,48	0,025	0,93	2,48
39	9,96	54,50	122,00	26,55	26,74	26,53	2,13	0,022	0,79	2,13
40	10,18	54,50	117,80	27,16	27,36	27,15	2,12	0,022	0,76	2,12
41	10,49	54,50	101,50	26,98	27,17	26,95	2,23	0,023	0,81	2,23
42	11,00	54,50	116,10	26,93	27,13	26,92	2,14	0,022	0,78	2,14
43	11,45	54,50	122,30	26,46	26,74	26,44	2,99	0,031	1,11	2,99
44	11,57	54,50	112,80	26,35	26,68	26,34	3,47	0,036	1,29	3,47
45	11,69	54,50	119,00	25,96	26,30	25,94	3,65	0,038	1,38	3,65
46	11,81	54,50	122,40	23,73	24,11	23,71	4,12	0,043	1,70	4,12
47	11,93	54,50	119,00	25,40	25,60	25,36	2,47	0,025	0,96	2,47
48	12,05	54,50	120,20	26,54	26,73	26,52	2,16	0,022	0,80	2,16
49	12,19	54,50	116,70	26,29	26,52	26,25	2,75	0,028	1,03	2,75
50	6,00	54,50	114,00	25,73	25,88	25,68	2,07	0,021	0,79	2,07
51	7,05	54,50	107,70	26,19	26,40	26,15	2,50	0,026	0,94	2,50
52	7,86	54,50	104,20	26,21	26,53	26,18	3,54	0,037	1,32	3,54
53	8,25	54,50	118,15	26,43	26,71	26,41	3,13	0,032	1,16	3,13
54	8,37	54,50	118,15	26,34	26,65	26,32	3,36	0,035	1,25	3,36

(EK-2.1. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME SONUÇLARI

BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Görünür Porözite (n, %)	Boşluk Oranı (e)	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)
55	8,49	54,50	111,55	26,32	26,63	26,30	3,36	0,035	1,25	3,36
56	8,61	54,50	117,45	26,29	26,62	26,26	3,69	0,038	1,38	3,69
57	8,73	54,50	115,90	26,14	26,42	26,11	3,19	0,033	1,20	3,19
58	8,85	54,50	115,95	26,28	26,53	26,26	2,81	0,029	1,05	2,81
59	8,97	54,50	123,45	26,56	26,76	26,53	2,40	0,025	0,89	2,40
60	9,12	54,50	125,45	25,90	26,25	25,85	4,05	0,042	1,54	4,05
61	5,40	54,50	125,95	27,06	27,26	27,02	2,40	0,025	0,87	2,40
62	5,53	54,50	114,60	26,90	27,13	26,88	2,60	0,027	0,95	2,60
63	5,64	54,50	117,65	26,76	26,99	26,75	2,54	0,026	0,93	2,54
64	5,76	54,50	113,25	26,81	27,05	26,79	2,66	0,027	0,98	2,66
65	5,88	54,50	116,75	26,66	26,91	26,63	2,82	0,029	1,04	2,82
66	6,00	54,50	117,25	26,73	26,95	26,69	2,68	0,028	0,99	2,68
67	6,30	54,50	97,90	26,75	26,93	26,71	2,30	0,024	0,85	2,30
68	6,41	54,50	102,40	26,60	26,80	26,56	2,45	0,025	0,91	2,45
69	6,52	54,50	106,70	26,66	26,87	26,62	2,56	0,026	0,94	2,56
70	6,83	54,50	106,90	27,02	27,20	26,98	2,23	0,023	0,81	2,23
71	7,30	54,50	102,95	26,79	26,97	26,75	2,23	0,023	0,82	2,23
72	8,11	54,50	118,70	27,45	27,62	27,40	2,17	0,022	0,78	2,17
73	8,30	54,50	110,35	27,39	27,58	27,36	2,26	0,023	0,81	2,26
74	8,71	54,50	126,25	27,40	27,60	27,38	2,26	0,023	0,81	2,26

(EK-2.1. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT BİRİM HACİM AĞIRLIK, PORÖZİTE, BOŞLUK ORANI VE SU EMME SONUÇLARI

TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Tek Eksenli		Tek Eksenli	
				Sıkışma Dayanımı (MPa)	Kuru Haldeki Numuneler	Sıkışma Dayanımı (MPa)	Doğgun Haldeki Numuneler
1	4,00	54,50	109,60		x	94,46	
4	4,42	54,50	121,55		116,69	x	
5	4,55	54,50	118,75		x	101,78	
14	8,55	54,50	112,55		x	104,58	
15	8,67	54,50	112,65		115,55	x	
16	8,79	54,50	113,25		123,65	x	
17	8,91	54,50	113,45		127,76	x	
20	9,47	54,50	116,30		97,27	x	
23	9,83	54,50	123,35		109,28	x	
24	9,95	54,50	112,75		112,65	x	
25	10,07	54,50	110,50		113,26	x	
26	10,19	54,50	121,50		107,26	x	
27	10,42	54,50	106,00		99,00	x	
28	10,53	54,50	105,10		96,62	x	
31	11,50	54,50	113,60		118,87	x	
33	12,55	54,50	120,00		x	114,93	
36	9,51	54,50	114,30		x	87,6	
37	9,63	54,50	117,00		101,83	x	

EK-2.2. MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOĞGUN TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI SONUÇLARI

TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Tek Eksenli		Tek Eksenli	
				Sıkışma Dayanımı (MPa)	Kuru Haldeki Numuneler	Sıkışma Dayanımı (MPa)	Doygun Haldeki Numuneler
38	9,75	54,50	119,60		x	94,19	
41	10,49	54,50	101,50		118,83	x	
42	11,00	54,50	116,10		x	102,14	
43	11,45	54,50	122,30		106,56	x	
44	11,57	54,50	112,80		x	99,03	
47	11,93	54,50	119,00		x	77,25	
48	12,05	54,50	120,20		116,63	x	
50	6,00	54,50	114,00		142,00	x	
51	7,05	54,50	107,70		133,25	x	
52	7,86	54,50	104,20		117,31	x	
53	8,25	54,50	118,15		x	110,07	
55	8,49	54,50	111,55		120,24	x	
56	8,61	54,50	117,45		x	102,04	
58	8,85	54,50	115,95		x	111,83	
60	9,12	54,50	125,45		110,49	x	
61	5,40	54,50	125,95		109,00	x	
64	5,76	54,50	113,25		101,50	x	
66	6,00	54,50	117,25		x	117,41	

(EK-2.2. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI SONUÇLARI

TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa)		Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa)	
				Kuru Haldeki Numuneler	Doygun Haldeki Numuneler	Kuru Haldeki Numuneler	Doygun Haldeki Numuneler
67	6,30	54,50	97,90	121,70	x	111,06	x
68	6,41	54,50	102,40	x	x	x	x
70	6,83	54,50	106,90	133,03	x	126,44	x
71	7,30	54,50	102,95	x	x	x	x
73	8,30	54,50	110,35	131,42	x	x	x
74	8,71	54,50	126,25	125,51	x	x	x

(EK-2.2. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI SONUÇLARI

SONİK HIZ (Vp)

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Kuru		Doygun	
				Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler	Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler
1	4,00	54,50	109,60	5,40		5,15	
2	4,16	54,50	112,75	5,06		5,10	
3	4,29	54,50	114,65	5,19		5,26	
4	4,42	54,50	121,55	5,28		5,38	
5	4,55	54,50	118,75	5,25		5,30	
6	4,84	54,50	120,30	5,25		5,32	
7	5,68	54,50	117,40	5,22		5,26	
8	5,80	54,50	124,50	5,14		5,17	
9	5,92	54,50	119,70	5,25		5,32	
10	6,04	54,50	120,55	5,29		5,38	
11	6,16	54,50	114,50	5,16		5,20	
12	7,00	54,50	122,80	5,23		5,29	
13	8,35	54,50	130,10	5,33		5,35	
14	8,55	54,50	112,55	4,89		5,23	
15	8,67	54,50	112,65	4,64		4,71	
16	8,79	54,50	113,25	4,82		4,84	
17	8,91	54,50	113,45	4,95		5,04	
18	9,03	54,50	112,80	4,82		4,86	

EK-2.3. MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN SONİK HIZ (Vp) SONUÇLARI

SONİK HIZ (Vp)

NO	Derinlik	Çap	Uzunluk	Kuru		Doygun	
	m	D mm	L mm	Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler	Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler
19	9,15	54,50	116,70	4,86		4,88	
20	9,47	54,50	116,30	4,00		4,01	
21	9,59	54,50	120,70	4,12		4,15	
22	9,71	54,50	119,10	4,14		4,21	
23	9,83	54,50	123,35	4,49		4,53	
24	9,95	54,50	112,75	4,84		4,88	
25	10,07	54,50	110,50	5,09		5,16	
26	10,19	54,50	121,50	5,28		5,35	
27	10,42	54,50	106,00	4,49		4,53	
28	10,53	54,50	105,10	4,15		4,24	
29	10,64	54,50	113,90	4,14		4,22	
30	10,86	54,50	111,90	4,32		4,39	
31	11,50	54,50	113,60	4,49		4,53	
32	12,43	54,50	122,15	4,83		4,91	
33	12,55	54,50	120,00	4,76		5,06	
34	12,67	54,50	114,75	4,95		5,03	
35	12,79	54,50	121,00	4,90		4,94	
36	9,51	54,50	114,30	4,04		4,50	

(EK-2.3. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN SONİK HIZ (Vp) SONUÇLARI

SONİK HIZ (Vp)

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Kuru		Doygun	
				Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler	Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler
37	9,63	54,50	117,00	4,35		4,42	
38	9,75	54,50	119,60	3,96		4,26	
39	9,96	54,50	122,00	4,40		4,49	
40	10,18	54,50	117,80	4,75		4,81	
41	10,49	54,50	101,50	4,68		4,70	
42	11,00	54,50	116,10	4,00		4,03	
43	11,45	54,50	122,30	4,19		4,25	
44	11,57	54,50	112,80	4,21		4,26	
45	11,69	54,50	119,00	4,38		4,46	
46	11,81	54,50	122,40	4,36		4,39	
47	11,93	54,50	119,00	5,17		4,52	
48	12,05	54,50	120,20	4,77		4,85	
49	12,19	54,50	116,70	5,12		5,21	
50	6,00	54,50	114,00	5,51		5,59	
51	7,05	54,50	107,70	5,03		5,10	
52	7,86	54,50	104,20	4,85		4,92	
53	8,25	54,50	118,15	4,74		4,96	
54	8,37	54,50	118,15	4,74		4,86	

(EK-2.3. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOYGUN SONİK HIZ (Vp) SONUÇLARI

SONİK HIZ (Vp)

NO	Derinlik m	Çap D mm	Uzunluk L mm	Kuru		Doğgun	
				Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler	Sonik Hız (Vp) (km/sn)	Haldeki Numuneler
55	8,49	54,50	111,55	4,83		4,85	
56	8,61	54,50	117,45	4,79		4,96	
57	8,73	54,50	115,90	4,95		5,06	
58	8,85	54,50	115,95	5,13		5,15	
59	8,97	54,50	123,45	4,92		4,94	
60	9,12	54,50	125,45	5,12		5,16	
61	5,40	54,50	125,95	4,27		4,36	
62	5,53	54,50	114,60	4,44		4,49	
63	5,64	54,50	117,65	4,51		4,58	
64	5,76	54,50	113,25	4,39		4,42	
65	5,88	54,50	116,75	4,65		4,65	
66	6,00	54,50	117,25	4,67		5,19	
67	6,30	54,50	97,90	5,13		5,21	
68	6,41	54,50	102,40	5,02		5,07	
69	6,52	54,50	106,70	4,92		5,03	
70	6,83	54,50	106,90	4,97		5,07	
71	7,30	54,50	102,95	5,12		5,95	
72	8,11	54,50	118,70	5,68		5,76	
73	8,30	54,50	110,35	4,72		4,76	
74	8,71	54,50	126,25	5,96		5,98	

(EK-2.3. DEVAMI) MASİF BAZALTA AİT KURU VE DOĞGUN SONİK HIZ (Vp) SONUÇLARI

SUDA DAĞILMAYA KARŞI DAYANIKLILIK / YIPRANMA DAYANIKLILIĞI

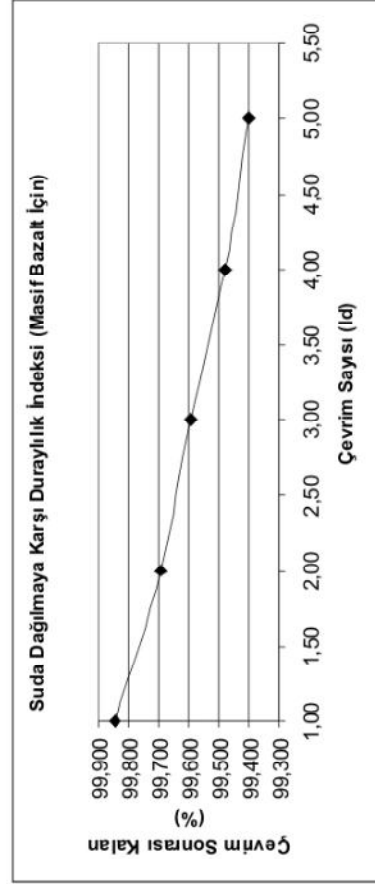
	TAMBUR NO 2
Tamburun kuru ağırlığı	T 1809,70
Çevrim öncesi (tambur+numune) kuru ağırlığı	A 2327,50
1. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	B 2326,70
2. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	C 2325,90
3. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	D 2325,40
4. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	E 2324,80
5. Çevrim sonrası (tambur+numune) ağırlığı	F 2324,40

TAMBUR NO 2	Numune Ağırlığı (gr)
	517,80

TAMBUR NO 2	I _{d2} (%)	99,691
-------------	---------------------	--------

1. Çevrim sonrası yipranma dayanıklılığı indeksi	I _{d1}	99,846
2. Çevrim sonrası yipranma dayanıklılığı indeksi	I _{d2}	99,691
3. Çevrim sonrası yipranma dayanıklılığı indeksi	I _{d3}	99,594
4. Çevrim sonrası yipranma dayanıklılığı indeksi	I _{d4}	99,479
5. Çevrim sonrası yipranma dayanıklılığı indeksi	I _{d5}	99,401

TANIMLAMA	I _{d1} (%)	I _{d2} (%)
Aşırı yüksek dayanıklı	99-100	98-100
Çok yüksek dayanıklı	98-99	95-98
Yüksek dayanıklı	95-98	85-95
Orta dayanıklı	85-95	60-85
Düşük dayanıklı	60-85	30-60
Çok düşük dayanıklı	0-60	0-30



NUMUNENİN TANIMLAMASI:
Her biri 40-60 gr olan 10 kaya çakılı seçilmiştir. 2 nolu masif bazaltın toplam kütlesi 517,8 gr'dır (Tambur 2). Yıpratma sıvısı olarak 21 °C'deki musluk suyu kullanılmıştır.

EK-2.4. MASİF BAZALTA AIT SUDA DAĞILMAYA KARŞI DAYANIKLILIK SONUÇ LARI