

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜZELBAHÇE BALIKÇI BARINAĞINDA
KULLANILAN KAYAÇLARIN ANROŞMAN
KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Maazou HOUZZA ABOUBACAR

Mayıs, 2018
İZMİR

GÜZELBAHÇE BALIKÇI BARINAĞINDA KULLANILAN KAYAÇLARIN ANROŞMAN KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

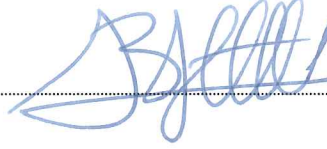
**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Uygulamalı Jeoloji Programı**

Maazou HOUZZA ABOUBACAR

**Mayıs, 2018
İZMİR**

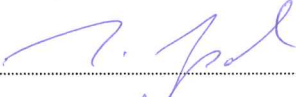
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MAAZOU HOUZZA ABOUBACAR, tarafından PROF. DR. ALİ BAHADIR YAVUZ yönetiminde hazırlanan “GÜZELBAHÇE BALIKÇI BARINAĞINDA KULLANILAN KAYAÇLARIN ANROŞMAN KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Ali Bahadır YAVUZ

Yönetici



Prof. Dr. Tamer TOPAL

Jüri Üyesi



Doc. Dr. Cem KINAL

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Latif Salum

Fen Bilimleri Enstitüsü

Müdür

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca bana kazandırdığı disiplin, teorik ve pratik becerilerin yanı sıra bilgisinden yararlandığım, kesintisiz yardım ve rehberliği için danışmanım Prof. Dr. Ali Bahadır YAVUZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Değerli tavsiyeleri ve teşvikleri için Prof. Dr. Yalçın KOCA'ya, tezimin yazım aşamasında yardımcı olan Doç. Dr. Cem KINCAL'a, XRD analizlerinde katkısından dolayı Prof. Dr. Mümtaz ÇOLAK'a, mineralojik ve petrografik çalışmalarında yardımcı olan Doç. Dr. Cünet AKAL ve Doç. Dr. Bilal SARI'ya, laboratuvar çalışmalarında bilgisinden yararlandığım Araş. Gör. Seher Aloğlu Sarı ve Araş. Gör. Tümay Kadakci Koca'ya, arazi ve laboratuvar çalışmalarında destek olan Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Mert CANİK ve Zeydan YAVUZ'a, ve tezimin yazım aşamasında destek olan Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencisinden Rabia DAĞ'a teşekkür ederim.

Bu muhteşem ülkeyi görmek, onun değerli insanlarıyla tanışmak ve Uygulamalı Jeoloji Yüksek Lisans programını okuma imkanı sağlayan Türkiye Bursları'na teşekkür ederim.

Ayrıca, her zaman beni teşvik eden, sınırsız yardım ve desteğini benden esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Maazou HOUZZA ABOUBACAR

GÜZELBAHÇE BALIKÇI BARINAĞINDA KULLANILAN KAYAÇLARIN ANROŞMAN KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

Doğal taşlar sahip oldukları erişilebilirlik, dayanıklılık, kalite ve sundukları yüksek performansları nedeniyle eski çağlardan beri hidrolik yapıların korunması için kullanılmış ve günümüzde de kullanılmaya devam edilmektedir. Zırh taşları, deniz, kıyı ve nehir gibi sert çevre koşullarına sahip alanlarda inşa edilen mühendislik yapılarında kullanılmaktadır. Güzelbahçe (İzmir -Türkiye) ilçesinde 2012-2015 yılları arasında 250 tekne kapasiteli ve yaklaşık proje maliyeti 25 milyon TL olan bir balıkçı barınağı inşa edilmiştir. Güzelbahçe Balıkçı Barınağı'nın 775 m uzunluğu 200 m tali uzunluğu ve 70 m çekçek yeri bulunmaktadır. Bu balıkçı barınağının dalgakıran inşaatında üç farklı kaynaktan temin edilmiş 30 bin metreküp kaya dolgu kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, Güzelbahçe Balıkçı Barınağı dalgakıran inşaatında zırh taşı olarak kullanılmış olan Haynes Taş Ocağı, Doğanbey Taş Ocağı ve Karabacak Mermer Ocağı'ndan temin edilmiş olan kayaçların kalitelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla ilk aşamada değişik taş ocaklarında temin edilmiş olan kayaçların kaliteleri CIRIA/CUR ve RERS kaya kalite değerlendirme yöntemleri kullanılarak saptanmıştır. Daha sonara kayaçların zırhtaşı olarak kullanılabilirliğini etkileyebileceğini düşündüğümüz Böhme aşınma kaybı, shore sertliği, darbe direnci ve disk aşınma kaybı gibi malzeme özellikleri ile, ıslak-kuru dayanım oranı, slake durabilite indeksi, statik kaya durabilite indeksi ve doygunluk katsayısı gibi değişik durabilite saptama yöntemleri ile durabiliteleri saptanmış, elde edilen sonuçlar ile CIRIA / CUR ve RERS den elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır ve anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma arazide ve laboratuvarda yürütülmüştür. Laboratuvar test sonuçları ile arazi çalışmalarında elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, kayaçların kütle özellikleri ile malzeme özellikleri arasında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür. Zırh taşlarının saha performansı ve dayanıklılığı arazi ve laboratuvar çalışmaları ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan üç kalite sınıflandırma yöntemine dayanarak Haynes Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Doğanbey Kireçtaşı

kaliteli kaya malzemesi, Karabacak Serpantiniti ise mükemmel kalite kaya malzemesi olarak nitelendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zırh taşı, kalite, CIRIA/CUR/CETMEF, RERS, dalgakıran, taş ocakları, indeks özellikleri



THE INVESTIGATION OF THE QUALITY OF ARMOURSTONES USED IN RUBBLE MOUND BREAKWATER (GÜZELBAHÇE)

ABSTRACT

Natural stones have been used for protection of hydraulic structures since ancient times and continue to be used in the modern era due to their accessibility, durability, quality and good performance. Amourstones are used in harsh environmental conditions such as marine, coastal, fluvial. The aim of this study is to investigate the quality and suitability of armourstones provided by 3 different quarries (Karabacak Marble Quarry, Haynes Stone Quarry, and Doğanbey Stone Quarry) and used in rubble mound breakwater which was constructed between 2012 and 2015 in the district of Güzelbahçe (İzmir-Turkey). The rubble mound breakwater of Güzelbahçe has 250 boats capacity and the project cost was 25 million TL. In addition, the rubble mound breakwater structure has 70 meters long berth, 775 meters long for the main breakwater, 200 m long for secondary breakwater and 30 thousand cubic meters of rock fills have been used. Initially the quality of stones obtained from various sources were determined based on the quality classification techniques such as CIRIA/CUR and RERS. Various durability determination methods which may affect the usability of armourstones such as wet-dry strength ratio, slake durability index, static rock durability index and saturation coefficient, and durability properties, such as Böhme abrasion, shore hardness, impact resistance and wide wheel abrasion test results were compared with the results obtained with CIRIA / CUR and RERS, and significant results were obtained. The study was carried out in the field and in the laboratory. When the results of laboratory and field studies are compared, it is seen that there is significant correlation between the rock mass properties and rock material properties. The site performance and durability of the armourstones are compared with the field and laboratory works. Based on the three quality classification methods Haynes Limestone, Karabacak Brecciated Limestone and Doğanbey Limestone are considered as good quality materials and Karabacak Serpentine is qualified as excellent quality rock material.

Keywords: Armourstone, quality, CIRIA/CUR/CETMEF, RERS, breakwater, quarries, index properties



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç.....	1
1.2 Taş Ocaklarının ve Proje Sahasının Coğrafi Konumu	1
1.2.1 Proje Sahasının Konumu.....	1
1.2.2 Taş Ocaklarının Konumu	2
1.3 Terminoloji.....	5
1.3 Genel Jeoloji.....	7
1.4 Önceki Çalışmalar	10

BÖLÜM İKİ – LABORATUVAR ARAŞTIRMALARI	13
2.1 Kayaçların Malzeme Özellikleri	13
2.1.1 Kayaçların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri	14
2.1.2 Kayaçların Kimyasal Bileşimleri	28
2.1.3 Kayaçların Fiziksel Özellikleri	30
2.1.4 Kayaçların Mekanik Özellikleri.....	43

2.1.5 Kayaçların Durabilite Özellikleri.....	74
BÖLÜM ÜÇ – ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	110
3.1 Haynes Taş Ocağı.....	110
3.1.1 Süreksizlik Özellikleri.....	110
3.2 Doğanbey Taş Ocağı	115
3.2.1 Süreksizlik Özellikleri.....	116
3.3 Karabacak Mermer Ocağı	119
3.3.1 Süreksizlik Özellikleri.....	119
BÖLÜM DÖRT – ZİRH TAŞLARININ KALİTE DEĞERLENDİRMESİ	125
4.1 CIRIA/CUR Kalite Değerlendirme Sistemine Göre Yapılan Değerlendirme	125
4.2 Kaya Mühendisliği Değerlendirme Systemine (RERS) Kalite Değerlendirme Sistemine Göre Yapılan Değerlendirme.....	127
4.3 Dayanım ve Durabilite Deney Kriterlerine Dayalı Kalite Değerlendirmesi .	133
4.4 Kayaçların Saha Performanları	136
BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	140
KAYNAKLAR	142
EKLER.....	153

EK 1: Çalışma Sahasındaki Zırh Taşları Görünümleri	153
EK 2: Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Veriler.....	157
EK 3: Çalışma Alanından Elde Edilen Veriler.....	200



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Proje sahası ve taş ocaklarının coğrafi koordinatları	3
Tablo 2.1 Metilen mavisi emme deneyi değerleri.....	27
Tablo 2.2 Yedi farklı kaya örneğinin kimyasal analiz sonuçları.....	30
Tablo 2.3 Kaya türlerinin atmosferik ve vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri.....	33
Tablo 2.4 Özgül ağırlık deney sonuçları.....	34
Tablo 2.5 Görünür ve toplam porozite deney sonuçları.....	37
Tablo 2.6 Kuru ve doymuş yoğunluk deney sonuçları.....	39
Tablo 2.7 Kayaçların kuru ve doymuş birim hacim ağırlıkları.....	40
Tablo 2.8 Kaya numunelerinin kuru ve doymuş P-dalga hızı değerleri.....	41
Tablo 2.9 Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri.....	42
Tablo 2.10 Tek eksenli basınç direnci deney sonuçları.....	48
Tablo 2.11 Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantinit'in nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları...	51
Tablo 2.12 Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantinit'in Brazilian (in-direkt) çekme direnci deney sonuçları.....	53
Tablo 2.13 Brazilian indirekt çekme direnci (kuru) ve Mod I kırılma dayanımı.....	55
Tablo 2.14 Darbe direnci deney sonuçları.....	56
Tablo 2.15 Los Angeles deney sonuçları.....	59
Tablo 2.16 Mikro-Deval deney sonuçları.....	63
Tablo 2.17 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney sonuçları.....	66
Tablo 2.18 Disk aşınma kaybı deney sonuçları.....	69
Tablo 2.19 Shore sertlik indeksi deney sonuçları.....	71
Tablo 2.20 Kayaçların mekanik özellikleri.....	73
Tablo 2.21 Donma-çözülme deneyi sonrası gelişen kütle kaybı.....	77
Tablo 2.22 Kayaçların donma-çözülme deneyi sonrası fiziksel özelliklerdeki değişimler.....	79
Tablo 2.23 Kayaçların donma-çözülmenin sonrası tek eksenli basınç direnci.....	84
Tablo 2.24 Kayaçların ıslanma-kuruma deney sonrası kütle kaybı.....	88

Tablo 2.25 Kayaçların ıslanma-kurunma deney sonrası fiziksel özelliklerdeki değişimler.....	89
Tablo 2.26 Kayaçların ıslanma kurunma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci	94
Tablo 2.27 Kayaçların magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney sonuçları.....	97
Tablo 2.28 Kayaçların mekanik özelliklerdeki negatif değişim derecesi ve durabilitelerinin ıslak-kuru dayanım oranlarına göre sınıflandırılması...	99
Tablo 2.29 Kayaçların kuru-doygun dayanım oranına göre mekanik özelliklerdeki negatif değişim derecesi ve dayanıklılık sınıflaması.....	100
Tablo 2.30 Kayaçların statik durabilite indekslerine göre sınıflandırılmaları.....	101
Tablo 2.31 Kuru ve doymuş ortalama nokta yükü dayanım indeksi, magnezyum sülfat sağlamlığı, ağırlıkça su emme, suya doymuş birim hacim ağırlık ve RDI _s durabilite sınıflandırması.....	102
Tablo 2.32 Kayaçların suda dağılma dayanım indekslerine göre sınıflandırılmaları.....	103
Tablo 2.33 Kayaçların ikinci devirdeki suda dağılmaya karşı dayanım (slake durabilite) indeksi, ve durabilite sınıfları.....	105
Tablo 2.34 Test edilen kaya numunelerinin atmosferik şartlar altında ağırlıkça su emme vakum altında ağırlıkça su emme ve doymuşluk katsayısı değerleri.....	108
Tablo 2.35 Kayaçların durabilitelerine göre sınıflandırılmaları.....	109
Tablo 3.1 Süreksizlik özelliklerinin özeti.....	124
Tablo 4.1 Arazi kriterlerine dayalı CIRIA/CUR kalite sınıflandırması.....	126
Tablo 4.2 Laboratuvar kriterlerine dayalı CIRIA / CUR kalite sınıflandırması	127
Tablo 4.3 Haynes Kireçtaşı'nın RERS kalite değerlendirmesi.....	129
Tablo 4.4 Doğanbey Kireçtaşı'nın RERS kalite değerlendirmesi	130
Tablo 4.5 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın RERS kalite değerlendirmesi	131
Tablo 4.6 Karabacak Serpantin'in RERS kalite değerlendirmesi.....	132
Tablo 4.7 Bu çalışmanın yazarı tarafından önerilen zırh taşlarının kalite değerlendirmesi	134
Tablo 4.8 Yazar tarafından önerilen yeni kalite sınıflandırması.....	135
Tablo 4.9 Sahada kayaçların bozunma türleri.....	139

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Güzelbahçe balıkçı barınağının genel görünümü (Google EarthTM)	2
Şekil 1.2 Güzelbahçe balıkçı barınağı ve taş ocaklarının konumu (Google EarthTM)2	
Şekil 1.3 Haynes Taş Ocağı'nın genel görünümü.....	3
Şekil 1.4 Doğanbey Taş Ocağı'nın genel görünümü	4
Şekil 1.5 Karabacak Mermer Ocağı'nın genel görünümü	4
Şekil 1.6 Çalışma alanına ait genel jeoloji haritası ve taş ocaklarının konumu.....	9
Şekil 2.1 Haynes Kireçtaşı genel görünümü.....	17
Şekil 2.2 Doğanbey Kireçtaşı genel görünümü.....	18
Şekil 2.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı genel görünümü	18
Şekil 2.4 Karabacak Serpantiniti genel görünümü.....	19
Şekil 2.5 Haynes Kireçtaşı'nın floresan mikroskop altındaki görünümü	19
Şekil 2.6 Doğanbey Kireçtaşı'nın floresan mikroskop altındaki görünümü.....	20
Şekil 2.7 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın floresan ve polarizan mikroskop altındaki görünümü	20
Şekil 2.8 Karabacak Serpantiniti'nin polarizan mikroskop altındaki görünümü.....	21
Şekil 2.9 Haynes Kireçtaşı'nın XRD analiz profili.....	22
Şekil 2.10 Doğanbey Kireçtaşı'nın XRD analiz profili	23
Şekil 2.11 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Toplam kaya)	23
Şekil 2.12 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Siyah renkli çakıllar)	24
Şekil 2.13 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Gri renkli çakıllar). 24	
Şekil 2.14 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Kırmızı renkli çakıllar)	25
Şekil 2.15 Karabacak Serpantiniti'nin XRD analiz profili	25
Şekil 2.16 Metilen mavisi emme deneyi örneklerinin görünümü.....	27
Şekil 2.17 Özgül ağırlık deney süreci: örneklerin kurutulması (a), örnekler ve piknometreler (b), hassas terazi ile ölçüm (c), ve hava boşaltma işlemi (d)	35
Şekil 2.18 Ultrasonik hız iletkenliği ölçüm cihazı.....	41

Şekil 2.19 Tek eksenli basınç direnci, nokta yükleme dayanım indeksi ve Brazilian (in-direkt) çekme direnci deneyleri için hazırlanan karot numuneleri.....	43
Şekil 2.20 Karot alma ve taş kesme makineleri	44
Şekil 2.21 Tek eksenli basınç direnci deney makinesi.....	47
Şekil 2.22 Tek eksenli basınç direnci sonrasında örneklerde gelişen kırılma türleri..	47
Şekil 2.23 Nokta yükü dayanım indeksi deney makinesi	50
Şekil 2.24 Nokta yükü dayanım indeksi deney numune yenilme şekilleri	51
Şekil 2.25 Brazilian in-direkt çekme direnci deneyi sonrasında numunelerin yenilme şekilleri.....	54
Şekil 2.26 Darbe direnci deney cihazının görünümü	57
Şekil 2.27 Darbe direnci deneyi ile kırılmış numuneler	57
Şekil 2.28 Los Angeles darbeli aşınma kaybı deney makinesinin genel görünümü..	60
Şekil 2.29 Los Angeles deney öncesi ve sonrası Haynes ve Doğanbey Kireçtaşı numunelerinin görünümü	60
Şekil 2.30 Los Angeles deney öncesi ve sonrası Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Serpantinit numunelerinin görünümü	61
Şekil 2.31 Mikro-Deval deney düzeneği (a) ve çelik tamburlar (b)	63
Şekil 2.32 Mikro-Deval deney öncesi ve sonrası Haynes ve Doğanbey Kireçtaşı numunelerinin görünümü	64
Şekil 2.33 Mikro-Deval deney öncesi ve sonrası Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Serpantinit numunelerinin görünümü	64
Şekil 2.34 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney makinesi görünümü	67
Şekil 2.35 Böhme yüzelsel aşınma deney öncesi ve sonrası kübik numunelerinin görünümü	67
Şekil 2.36 Disk aşınma kaybı deney makinesi görünümü	69
Şekil 2.37 Disk aşınma deney sonrası numunelerin görünümü	70
Şekil 2.38 Shore sertlik indeks deney cihazı görünümü	72
Şekil 2.39 Shore sertlik indeks deneyi için hazırlanan numunelerin genel görünümü	72
Şekil 2.40 Donma-çözülme deneyinin kayaçların su emme ve görünür poroziteleri üzerindeki etkisi	80
Şekil 2.41 Donma-çözülme deneyinin kayaçların P-dalga hızı üzerindeki etkisi.....	80

Şekil 2.42 Donma-çözülme deneyinin kayaçların su emme değerleri üzerindeki etkisi	81
Şekil 2.43 Donma-çözülme deneyinin kayaçların görünür porozite değerleri üzerindeki etkisi	81
Şekil 2.44 Donma-çözülme deney döngüleri sonrası kuru P-dalga hızı değişimi	82
Şekil 2.45 Donma-çözülme deney döngüleri sonrası doygun P-dalga hızı değişimi.	82
Şekil 2.46 Donma-çözünme deneyi uygulanan kaya numunelerinin görünümü	83
Şekil 2.47 Donma-çözünme deney prosedürü	83
Şekil 2.48 Donma-çözülme deneyi sonrası kaya numunelerinin tek eksenli basınç dayanım deneyindeki yenilme şekilleri.....	85
Şekil 2.49 Islanma-kurunma deneyinin kayaçların su emme ve görünür poroziteleri üzerindeki etkisi	90
Şekil 2.50 Islanma-kurunma deneyinin kayaçların P-dalga hızı üzerindeki etkisi	90
Şekil 2.51 Islanma-kurunma deneyi uygulanan kaya numunelerinin görünümü.....	91
Şekil 2.52 Islanma-kuruma deneyinin kayaçların su emme değerleri üzerindeki etkisi.	91
Şekil 2. 53 Islanma-kuruma deneyinin kayaçların görünür porozite değerleri üzerindeki etkisi.	92
Şekil 2.54 Islanma-kuruma deneyinin kayaçların kuru P-dalga hızı üzerindeki etkisi	92
Şekil 2.55 Islanma-kuruma deneyinin kayaçların doygun P-dalga hızı üzerindeki etkisi	93
Şekil 2.56 Islanma kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci deneyi uygulanan kaya numuneleri	94
Şekil 2.57 Magnezyum sülfat deneyine tabi tutulan kırmataş numuneleri	98
Şekil 2.58 Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi deney cihazı görünümü.....	105
Şekil 2.59 Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi Haynes ve Doğanbey Kireçtaşları deneyi numuneleri	106
Şekil 2.60 Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantiniti deneyi numuneleri	106
Şekil 2.61 Doygunluk katsayısı deney cihazı görünümü	109
Şekil 3.1 Bazalt ve fliş içerisindeki kireçtaşı blokları.....	112

Şekil 3.2 Haynes Taş Ocağında gözlenen süreksizlik düzlemlerinin stereografik alt yarım küre projeksiyonu üzerindeki kutup yoğunluğu görünümü.....	113
Şekil 3.3 Haynes Kireçtaşı süreksizlik ara uzaklığı - sıklık dağılım grafiği.....	114
Şekil 3.4 Haynes Kireçtaşı tabakalarında oksitlenme ve kil dolgu malzemelerinin görünümü	114
Şekil 3.5 Haynes Kireçtaşı bloklarındaki oksidasyon süreci görünümü.....	115
Şekil 3.6 Doğanbey Kireçtaşı'nın görünümü.....	116
Şekil 3.7 Doğanbey Taş Ocağında gözlenen süreksizlik düzlemlerinin stereografik alt yarım küre projeksiyonu üzerindeki kutup yoğunluğu görünümü.....	117
Şekil 3.8 Doğanbey Kireçtaşı süreksizlik ara uzaklığı - sıklık dağılım grafiği	118
Şekil 3.9 Doğanbey Kireçtaşı bloklarında gözlenen bozunmalar	119
Şekil 3.10 Karabacak Breşik Kireçtaşı bloğu	120
Şekil 3.11 Karabacak Serpantinitinde gözlenen dolgu malzemeleri.....	120
Şekil 3.12 Karabacak Mermer Ocağında gözlenen süreksizlik düzlemlerinin stereografik alt yarım küre projeksiyonu üzerindeki kutup yoğunluğu görünümü	121
Şekil 3.13 Serpantinit ve Kireçtaşı süreksizlik ara uzaklığı - sıklık dağılım grafiği	122
Şekil 3.14 Karabacak Serpantinitinde gözlenen dolgu malzemeleri.....	123
Şekil 3.15 Karabacak Breşik Kireçtaşında ve Serpantinitinde gözlenen bozunmalar	124
Şekil 4.1 Karabacak Breşik Kireçtaşının saha görüntüsü	136
Şekil 4.2 Haynes Kireçtaşının saha görüntüleri	137
Şekil 4.3 Doğanbey Kireçtaşının saha görüntüleri.....	137
Şekil 4.4 Karabacak Serpantinitinin saha görüntüsü.....	138
Şekil 4.5 Çatlaklı ve katmanlı bazalt bloğu (a), kırılmış ince katmanlı kireçtaşı bloğu (b), kırıklı kireçtaşı bloğu (c), ve ince katmanlı kireçtaşı bloğu (d)	139
Şekil 4.6 Beyaz renkli kırıklı kireçtaşı bloğu (a), ve parçalanmış bazalt bloğu (b).	140
Şekil 4.7 Beyaz renkli kırıklı kireçtaşı bloğu (a), ve parçalanmış bazalt bloğu (b).	140

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Amaç

Bu çalışmanın amacı, 2012-2015 yılları arasında İzmir İli Güzelbahçe ilçesinde inşa edilen balıkçı barınağında kullanılan ve üç farklı taş ocaktan temin edilen dört farklı kaya türünün anroşman olarak kalitesinin belirlenmesidir. Zırh taşlarının kalitesi arazi ve laboratuvar deneylerine dayalı olarak değerlendirilmiştir. Kalite değerlendirmesi CIRIA/CUR (2007), RERS ve diğer durabilite belirleme yöntemlerine göre yapılmıştır. Zırh taşlarının saha performansı ve dayanıklılığı arazi ve laboratuvar çalışmaları ile karşılaştırılmıştır

1.2 Taş Ocaklarının ve Proje Sahasının Coğrafi Konumu

1.2.1 Proje Sahasının Konumu

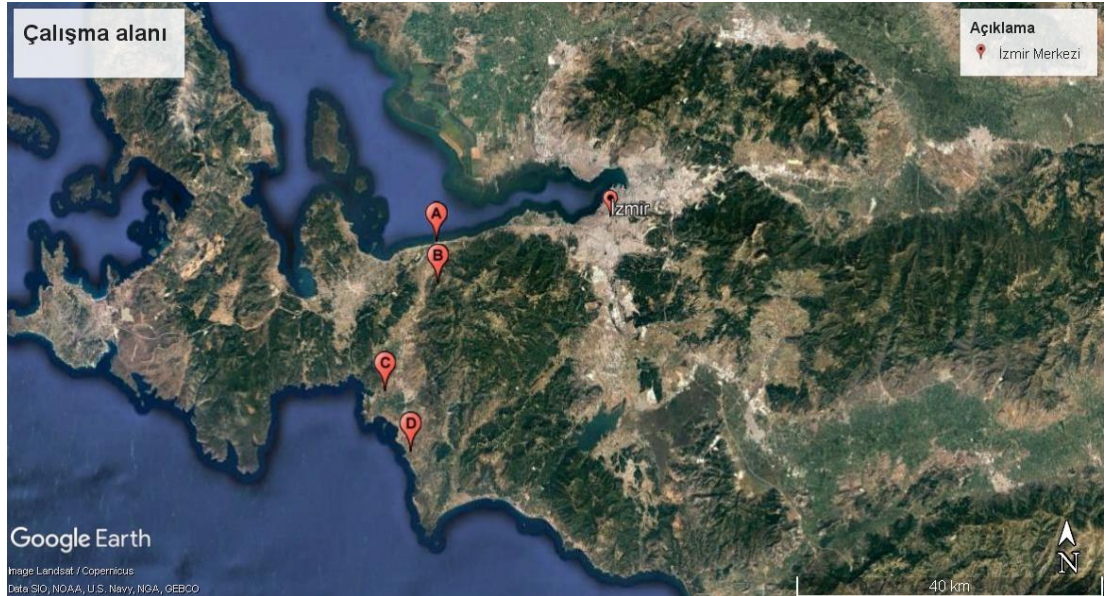
Taş dolgu dalgakıran, İzmir Körfezi'nin güney sınırında, Güzelbahçe semti içerisinde yer alır (Şekil 1.1). İnceleme alanı, kuzeyde İzmir Körfezi'yle, doğuda Narlıdere ve Konak İlçeleri'yle, güneyde Menderes ve Urla İlçeleri'yle, batıda Urla İlçesi'yle çevrelenmiştir. Güzelbahçe, İzmir şehir merkezine 24 km mesafede olan Güzelbahçe'nin nüfusu 2016 yılı itibarıyla 29.835'dir. Nüfus: %49,27 erkek, %50,73 kadın olarak dağılmıştır (www.nufus.com). Akdeniz iklimi sahada baskındır. Akdeniz İklimi, 30°kuzey enlemi ile 40° güney enlemi arasındaki kıtaların en batı bölümlerinde görülür. Spano ve diğ. (2013)'e göre Akadeniz iklimi yazları sıcak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Değişken uzunluklarda kuraklıklar gözlenen yaz aylarında yüksek nemlilik gözlenmektedir. Ortalama sıcaklık 26,1 °C olan Temmuz ayı en sıcak aydır. Ortalama 8,4 °C sıcaklığında Ocak ayı en soğuk aydır. En kuru ay ortalama 2 mm yağmurla Temmuz ayıdır. Aralıkta, yağış Aralık ayında ortalama 138 mm ile en üst seviyeye ulaşır. Yıllık ortalama yağış 661 mm'dir (kaynak: İzmirfx ve climate-data.org). İzmir Körfezi'nin yaz günlerindeki tuzluluğu sıg sular için 39 ile 39,7 PSU derin sular için ise 39,2 ile 39,3 PSU arasında değişir (Eronat, 2017).



Şekil 1.1 Güzelbahçe balıkçı barınağının genel görünümü (Google EarthTM)

1.2.2 Taş Ocaklarının Konumu

Proje sahasının ve taş ocaklarının konumu Tablo 1’ de verilmiştir. Güzelbahçe balıkçı barınağının güneyinde yer alan Karabacak mermer ocağı (Şekil 1.5), Haynes taş ocağı (Şekil 1.3) ve Doğanbey taş ocaklarının (Şekil 1.4) balıkçı barınağına olan mesafeleri sırasıyla 5,4; 20,6; ve 27.6 km dir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Güzelbahçe balıkçı barınağı ve taş ocaklarının konumu; balıkçı barınağı (A), Karabacak Mermer Ocağı (B), Haynes Taş Ocağı (C), ve Doğanbey Taş Ocağı (D) (Google EarthTM)

Tablo 1.1 Proje sahası ve taş ocaklarının coğrafi koordinatları

Proje Sahası ve Taş Ocakları	Boylam (° ' ")	Enlem (° ' ")	Yükseklik (m)	Proje Sahası- Taş Ocağı Mesafe (km)
Proje Sahası	26°52'54,10" E	38°22'39,26" N	0	-
Haynes Taş Ocağı	26°48'14,73" E	38°12'06,75" N	62,18	20,68
Doğanbey Taş Ocağı	26°50'31" E	38°07'51,09" N	25,91	27,65
Karabacak Mermer Ocağı	26°52'58,95" E	38°19'44,13" N	278,28	5,43



Şekil 1.3 Haynes Taş Ocağı'nın genel görünümü (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 1.4 Doğanbey Taş Ocağı'nın genel görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 1.5 Karabacak Mermer Ocağı'nın genel görünümü (Kişisel arşiv, 2016)

1.3 Terminoloji

“Riprap” kelimesi literatürde rip-rap, rip rap veya riprap olarak yer alır. Zırh taşı ile riprap terimleri sıklıkla karıştırılır. Zırh taşı rip-rap yerine ya da tam tersi olarak kullanılır. Bazen zırh taşı ile rip-rap aynı olarak kabul edilir. Zırh taşı ile rip-rap arasındaki başlıca farklar boyut ve derecelenmedir. Zırh taşının santimetreden metreye kadar değişen geniş bir dane çapı aralığı ve 1 tondan 20 tona kadar değişen kütle aralığı vardır. Fakat rip-rapın ise 1 metreye kadar uzanan dar bir çap aralığı ve 2 tondan az olacak şekilde bir kütle aralığı vardır. Zırh taşı ve rip-rap boyutları standartlar, şartnameler, dizayn, projenin doğası ve çevresel koşullara bağlıdır.

Zırh taşları (CIRIA/CUR, 2007): Hidrolik yapılar ve diğer inşaat mühendisliği çalışmalarında kullanılan kaba daneli agregalar, zırh taşı olarak tanımlanmıştır. Erozyon kontrolünde kullanılan zırh taşları (ASTM D653-14) (genellikle 1-3 ton ağırlığındadırlar) patlatma, yol açımı veya diğer yöntemlerle elde edilmiş, yeterince ağır kayalardır.

Zırh taşı (CEN, 1996): Zırh taşı hidrolik koruma ve düzenleme yapılarında kullanılan farklı boyutlarda ve düzensiz şekillere sahip taşları içerir. Tipik olarak 0,25 tondan daha büyük kütlesi olan eş boyutlu kaya bloklarıdır.

Zırh taşları (Bell, 2007): Zırh taşı inşaat mühendisliği yapılarını korumak için kullanılan iri kaya blokları için kullanılan bir terimdir (dalgakıran, memba batardosu, nehir yamacı, köprü ayakları vb.). İri kaya blokları tek bir boyutta ya da daha sık olarak derecelenmiş malzeme şeklinde olabilir (rip-rap).

Genellikle, ağırlıklarına göre sınıflandıran zırh taşı ortalama ağırlıkları 1 - 10 ton arasındadır (Latham ve diğ., 2006). Buna rağmen geniş dalgakıranlarda dalga etkisinin önlenmesi için 20 ton ağırlığı ulaşan zırh taşlarına ihtiyaç duyulabilir.

Zırh taşları taş ocaklarından temin edilen, 10 ton veya daha az ağırlıktaki iri kaya bloklarıdır. Daha küçük parçalar, bazen, peyzaj kayaçları olarak anılır. Yoğun olarak

kıyı bölgelerinde koruma ve teraslama amaçlı bariyer olarak yoğun bir şekilde kullanılmışlardır (www.nelsonaggregate.com).

Zırh taşları (Latham, 1991): Taş ocaklarından alınmış ve kıyı yapılarında zırh taşı olarak kullanılan 1-20 ton ağırlığındaki kaya bloklardır.

Yukarıda verilen tanımlardan da anlaşıldığı üzere zırh taşı boyut, şekil, ağırlık, fonksiyon, orijin, ve içsel özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Gerçekte zırh taşı; taş ocaklarından temin edilen, boyutları santimetreden metreye kadar değişen, kütleleri 20 tona ulaşabilen, düzensiz şekilli veya eş boyutlu olabilen, kıyı mühendisliği yapılarını güçlendirmek ve korumak için kullanılan, sert çevre koşullarına dayanabilen, yüksek durabilite ve dayanıma sahip kaliteli kaya bloklardır.

Rip-rap taşı (ASTM D653-2014): Genel olarak, 2 tondan düşük ağırlığa sahip materyaldir. Özel olarak seçilmiş ve derecelenmiştir. Düzgün olarak döşendiğinde küçük dalga etkisini veya güçlü su akıntılarını önler ve böylelikle yüzeyin şeklini, eğimi ve altındaki yapının şeklini korur.

Rip-rap (CIRIA/CUR, 2007): Yığın şeklinde yerleştirerek deniz ve vadi tabanlarının, nehir yamaçlarının ya da diğer yamaç/şevlerin erozyonunun önlemesinde koruyucu bir tabaka görevi gören ve geniş bir derecelenme aralığı sunan taş ocağı kayalarıdır.

Zırh tabakası: CIRIA/CUR, (2007)'ye göre zırh taşları dalgakıranların dış tabakasını oluşturan ve dalga ve buz yükü etkisini önlemek için kullanılan yüksek durabiliteli, iri-orta boyutlu kaya bloklardır.

Durabilite (CIRIA/CUR, 2007): Kayacın hizmet süresince çevresel ayrıştırıcı etkilere karşı, fiziksel ve mekanik özelliklerini koruyabilme özelliği olarak tanımlanabilir.

Kaya durabilitesi (Bell, 2007): kullanım süresi içerisinde onun kimyasal bozunmaya olan direnci ile boyutu ve şeklindeki değişimleri içeren fiziksel ayrışmasıyla ilgilidir.

Zırh taşı kalite göstergesi veya AQD (CIRIA/CUR, 2007): Zırh taşı kaynağını kalitesi açısından sınıflandırmada kullanılan ve kalite sınıfı 1-4 arasında değişen sayısal değerdir.

Taş dolgu dalgakıran (CIRIA/CUR, 2007): Şekilsiz kaya bloklarının düzensiz bir şekilde yerleştirildiği kaya yığını ile bunları dalga etkisinde korumak için kullanılan düzgün şekilli beton blokları ve zırh taşlarından oluşan kıyı mühendislik yapısıdır.

1.3 Genel Jeoloji

Çalışma alanı Bornova Fliş Zonu içerisinde yer alır (Bornova Karmaşığı, Bornova Fliş Zonu veya BFZ). Bornova Fliş Formasyonu 50-90 km genişliğinde ve 230 km uzunluğunda, Menderes Masifi ile İzmir-Ankara Süturu arasındaki tektonik zonudur (Okay, 2008). Bornova Fliş Zonu, Maastrichtian-Erken Paleosen arasında hızlı batma ve Anatolid-Torid karbonat platformunun parçalanması/yıkımı sonucu oluşmuştur (Okay, 2008).

BFZ, İzmir-Ankara suture kuşağının bir kısmıdır ve Kutahya-Bolkardağ kuşağının batı açılımını temsil eder (Ozcan ve diğ., 1989; Göncüoğlu ve diğ., 1992). Bu kuşak içerisinde üst üste binmiş, çeşitli metamorfik ofiyolitler ve İzmir-Ankara zonunun eklenmesiyle büyüyen karmaşık tektonik birimleri içerir. Tauride-Anatolian Platform (TAP) sınırı da benzer niteliktedir. TAP sınırı üzerine yerleşen ofiyolitik naplar önünde oluşan olistostromlar, bu zonlar içine sıkıştırılmışlardır (Göncüoğlu ve diğ., 1996; 2003). Bu zon, kaotik olarak deforme olmuş Üst Maastrichtiyen-Alt Paleosen grovak ve Mesozoyik kireçtaşı, mafik volkanik kayalar, radyolaritli çörtler ve serpantinit bloklarını içerir (Erdogan, 1990; Okay ve diğ., 1996).

Stratigrafi ve Litoloji: Bornova Fliş Zonunun jeolojik birimleri, sedimenter, metamorfik ve magmatic kayaçları içerir. Sedimenter kayaçlar, rekristalize kireçtaşları, pelajik kireçtaşları, mikritik kireçtaşları, şelf karbonatları, breşik algal kireçtaşlarını, dolomit, şeyl, kumtaşı ve fliş ile radyolaritli çörtleri içerir. Magmatik kayaçlar gabro, ofiyolit ve bazaltlar gibi mafik/ultramafic kayaçları içerir. Metamorfik kayaçlar serpantin ve mavi şistleri içerir. Bornova Fliş Zonu'nun kalınlığı 2000 metreden fazladır (Akar, 2012). Bağlı olarak sağlam karbonat platformlarının geniş kesitleri Chios adasında ve Karaburun Yarımadasında gözlenir (Besenecker ve diğ., 1969; Brinkmann ve diğ., 1972; Erdogan ve diğ., 1990).

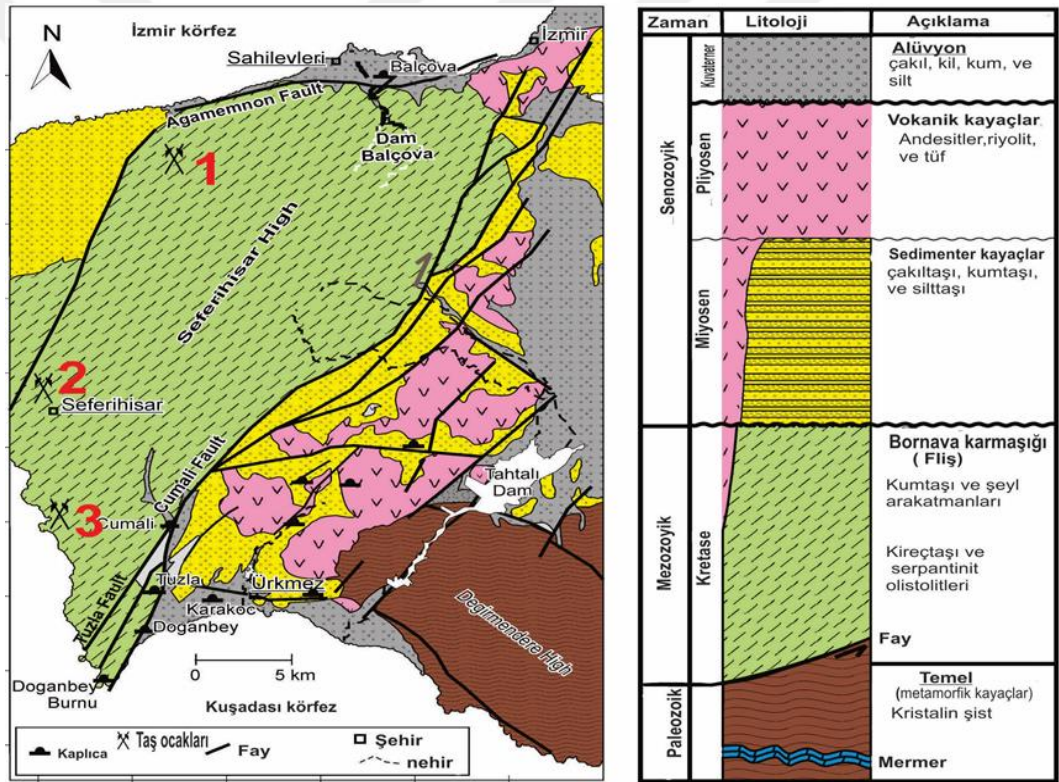
BFZ'nun iç platform birimleri içerisinde alttan üste doğru ardalanmalı olarak koyu gri, orta tabakalı breşik algal kireçtaşları ve kalın bir sekansa derecelenen siyah-koyu gri inceden orta tabakalı kireçtaşları ve gri renkli dolomitler yer alır. Bu tekrarlanmanın fosil içeriği depolanma yaşı olan Noriyen-Orta Liyas'tır (Tekin ve Goncuoglu, 2007). Bu yenilenmiş şelf karbonat çökelimi, Geç Kretase ile sonlanan iç platformdaki koşullarının "restorasyonuna" atfedilmiştir. BFZ'nun kuzeyine doğru, olistostromal makriksin miktarı azalır ve fliş sedimentleri üzerinde ofiyolitlerin ve karmaşığa ait blokların baskınlığı artar.

Buna ek olarak yastık lavlar, massif volkanik kayaçlar, radyolaritli çörtler, pelajik kireçtaşları, mavi şistler, grabrolar, serpantinitle, re-kristalize kireçtaşları gibi flişe ait bileşenler, diğer ofiyolitlerle tektonik dokanak halindedirler (Tekin ve Goncuoglu, 2007). BFZ'nun en kuzeyindeki birimler, İzmir-Ankara ofiyolitlerini temsil eden, serpantinite dönüşmüş ultramafic kayaçların devasa bloklardır (Tekin ve Goncuoglu, 2007). Flişin yaşı olistostromal sedimenter kayaçlar içerisindeki fosil bulguları kullanılarak Kampaniyen-Daniyen olarak verilmiştir (Kaya, 1972; Konuk, 1977).

Yapısal Jeoloji: Çalışma alanı, Seferihisar yükselimi üzerinde yer alır (Şekil 1.6). Açılma tektoniği rejimi ile karakterize edilen Seferihisar yükselimi üç aktif fay tarafından sınırlandırmaktadır. Bunlar, 23 km uzunluğundaki Seferihisar Fayı, 40-45 km uzunluğundaki Tuzla Fayı ve karadaki uzunluğu 35 km, denizdeki uzunluğu ise 40 km olan İzmir Fayı'dır (Sözbilir ve diğ., 2015). Fliş formasyonu oldukça deforme

olmuş ve kıvrımlı bir yapı kazanmıştır. Karbonatlı kayaçlar fliş formasyonu içerisinde sıkışmış küçük (m) veya mega (km) boyutta bloklar şeklinde gözlenmektedir. Karbonat blokları kırıklı ve bazı sahalarda faylıdır. Kırık sıklığı ve ayrışma derecesi, çevresel etkiler nedeniyle (su, rüzgar, sıcaklık vb.) yüzeye yakın kesimlerde yoğundur.

Serpantin blokleri fliş içerisinde kapanlanmış bloklar ya da mercekler şeklinde yer almaktadır. Bazen serpantin ve karbonatlı kayaçlar aynı kaya bloğu oluşturmaktadır. Bu bloklar içerisindeki karbonatların renginin griden kırmızıya değiştiği ve yeşil renkli serpantinlere oranla daha kırıklı ve çatlaklı oldukları görülmektedir. Fliş formasyonu içerisinde bazalt daykları gözlenmektedir.



Şekil 1.6 Çalışma alanına ait genel jeoloji haritası ve Taş Ocaklarının konumu (1. Karabacak Mermer Ocağı, 2. Haynes Taş Ocağı, ve 3. Doğanbey Taş Ocağı) (Magri vd., 2010; Kaftan vd., 2011; Uzel vd., 2012)

1.4 Önceki Çalışmalar

Zırh taşı kalite değerlendirmesi ulusal, bölgesel, kıtasal ve nadiren uluslararası standartlar göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Maalesef zırh taşı kalitesi ile ilgili şartnamelerde ve uluslararası standartlarda eksiklikler vardır. En güncel uluslararası standart, kalite yönetim sistemi tabanlı olan ve zırh taşlarına özgü olmadığı için, pratik olmayan, uluslararası standart organizasyonu (ISO 9001, 2015)'na aittir. Bir çok ülke kendi standart rehber ve şartnamelerini oluşturmuşlardır. Ancak aynı ülke içerisinde bile coğrafi farklılıklara bağlı olarak standartlarda değişimler gözlenmektedir.

Sonuç olarak, zırh taşları için kalite gereksinimlerini düzenleyen genel bir şartname ve yaygın bir standart oluşturmak zordur. Zırh taşlarının kalite değerlendirmesinde kullanılan yaklaşım ve standartlar aşağıda verilmiştir.

Keller, 2005' e göre nehir kıyısı tasarımında kullanılacak riprapların kalite değerlendirilmesinde kayaçların sertlik, durabilite, kırılma direnci, görsel değerlendirme, ıslanma-kuruma sonrası malzeme özelliklerindeki değişim ve geometrik özellikler (şekil ve derecelenme) gibi parametreler kullanılmalıdır.

(U.S Army Corps of Engineers, 1990, EM 1110-2-2302)'na göre geniş taşlar kullanılarak yapılacak mühendislik tasarımında, kayaçların durabilite, sağlamlık ve dayanıklılığın araştırıldığı bir kalite değerlendirmesinin gerekliliğine vurgu yapmıştır.

Hidrolik mühendisliğinde kullanılan Kayaç Kullanma Kılavuzu (CIRIA/CUR) ilk olarak 1991'de oluşturulmuş ve 2007'de revize edilmiştir. CIRIA/CUR'e göre, zırh taşının kalite değerlendirmesi kalite ve durabilite sınıflamasıyla sonuçlanan arazi ve laboratuvar incelemelerini içermelidir. CIRIA/CUR, mükemmel, iyi, marjinal ve zayıf olarak dört durabilite sınıfı içermektedir.

Smith (1999), zırh taşlarının kalitesinin ani dalgalanma ve farklı hidrolik basınç değişimlerine karşı direnç, aşınma ve yıpranmaya karşı dayanıklılık, ıslanma-kuruma,

ısınma-soğuma, donma-çözünme ve tuz kristallenmesi olaylarına karşı dayanıklılık gibi parametreler ışığında belirlenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Sigurdarson ve diğ., (1995)' e göre anroşman kalitesi su emme, birim hacim ağırlık, derecelenme, ağırlık ve görsel analizleri içermelidir.

Lienhart (1998) zırh taşı kaynaklarının uygunluğunun değerlendirmesi için bir Kayaç Mühendisliği Sınıflama Sistemi (RERS) önermiştir. Aynı yazar, 2003'te zırh taşı ve riprap kaynaklarının değerlendirilmesi için ayrı bir sistem önermiştir.

Latham (2000), CIRIA/CUR, 1991'de öngörülen kalite testlerindeki problemlere dikkat çekmiş ve zırh taşı kalite şartnamesi ve değerlendirmesini hayata geçirmiştir.

Acir ve Kılıç (2010), zırh taşının aşınmasını belirlemek için modifiye edilmiş suda dağılmaya karşı duraylılık (modified slake durability test) adını verdikleri yeni bir yaklaşım önermişlerdir.

Pşikryl, (2017) zırh taşlarının düzensiz iri kaya blokları şeklinde ve tercihen magmatik ve metamorfik olabileceğini, alternatif olarak yoğunluğu fazla tortul kayalar da olabileceğini belirtmiştir.

Birçok araştırmacı zırh taşlarının kalite değerlendirmesi konulu çalışmalarında yukarıda bahsedilen kalite değerlendirme yaklaşımlarını kullanmışlardır. Topal ve Acir (2004), zırh taşlarının kalitesini değerlendirmede CIRIA/ CUR kriterinin yanısıra, kaya durabilite indeksi, doygunluk katsayısı ve ıslak-kuru dayanım oranını kullanmıştır. Ertaş ve Topal (2006), iki farklı limanda kullanılan zırh taşlarının indeks özellikleri ile saha performanslarını karşılaştırmışlardır. Ayrıca CIRIA/CUR kriteri ile doygunluk katsayısı ve ıslak-kuru direnç oranının, zırh taşlarının saha performansı ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Ertaş ve Topal (2007), iki taş dolgu dalgakıran yapısında kullanılan zırh taşlarının durabilitesi ve kalitesini CIRIA/CUR, RERS, dinamik kaya durabilite indeksi (RDI_d), ve ıslak-kuru dayanım oranını kullanarak değerlendirmişler ve CIRIA/CUR, RERS, ve RDI_d 'nın kayaların arazi

performanslarıyla karşılaştırıldığında uyumlu, ortalama gözenek çapı, doygunluk katsayısı ve RDI_s 'nın ise uyumsuz sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Özden ve Topal (2006) kumtaşı ve andezit zırh taşları üzerinde yürüttüğü çalışmada CIRIA/CUR ve RDI_s 'nın kaya durabilitesi ile uyumlu RDI_d 'nin ise uyumsuz sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Özden ve Topal (2009), andezitik zırh taşlarının durabilitesi ve kalitesini RERS, CIRIA/CUR, statik kaya durabilite indeksi (RDI_s) ve ıslak-kuru dayanım oranıyla elde ettikleri durabilite sınıflarının kayaçların saha performansı ile uyumlu, ortalama gözenek çapı, RDI_d ve doygunluk katsayısı sonuçlarıyla ise uyumsuz olduğunu belirtmişlerdir.

Önceki çalışmalarda da anlaşıldığı üzere CIRIA/CUR ve RERS kaya kalite sınıflandırma sistemleri, zırh taşlarının kalite ve durabilitelerinin değerlendirmesinde yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada da Güzelbahçe Balıkçı Barınağı inşaatında kullanılan kayaçların zırh taşı olarak kaliteleri öncelikle CIRIA/CUR ve RERS kaya kalite sınıflandırma sistemleri kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra doygunluk katsayısı, suda dağılmaya karşı duraylılık (slake durability test), ıslak-kuru basınç direnci oranı ve statik durabilite indeksi gibi değişik durabilite saptama yöntemleri kullanılarak bu kayaçların durabiliteleri saptanmıştır. Ayrıca kayaçlar donma-çözülme, ıslanma-kuruma ve tuz kristallenmesi gibi hızlandırılmış ayrıştırma deneylerine tabi tutularak bu kayaçların değişik çevresel ayrıştırıcı etkiler altındaki davranışları belirlenmiştir. Son olarak elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiş ve kayaçların zırh taşı olarak kullanılabilirliklerinin saptanması amacıyla kullanılabilir yeni bir yaklaşım önerilmiştir.

BÖLÜM İKİ

LABORATUVAR ARAŞTIRMALARI

2.1 Kayaçların Malzeme Özellikleri

Güzelbahçe Balıkçı Barınağında Haynes taş ocağından üretilen Haynes Kireçtaşı (HK), Doğanbey taş ocağından üretilen Doğanbey Kireçtaşı (DK), Karabacak Mermer ocağından üretilen Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK) ile Karabacak Serpantiniti (KS) olmak üzere üç farklı ocaktan temin edilen dört farklı kaya türü kullanılmış ve detaylı laboratuvar çalışmaları bu ocaklardan temin edilen kaya numuneleri üzerinde yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları, kayaçların petrografik, kimyasal, fiziksel, mekanik ve durabilite özelliklerinin bir sonucu olan malzeme özelliklerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Laboratuvar deneyleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Taş ocaklarından alınan kaya bloklarının seçiminde, içerisinde yer aldığı kayacı temsil ediyor olmasına azami önem verilmiştir. Bu kaya bloklarından değişik ölçülerde olmak üzere 400 adet karot, 80 adet disk ve 70 adet prizmatik kaya numunesi, 200 kg kırmataş ve 1 kg toz numune üretilmiştir. Kayaçların mineralojik özellikleri ince kesitler üzerinden polarizan ve flüoresan mikroskop ve XRD yardımıyla belirlenmiştir. Bu incelemelere ek olarak kayaçların kil minerali içeriğini belirlemek amacıyla, metilen mavisi doygunluk deneyi yapılmıştır. Kayaçların kimyasal kompozisyonu, atomik absorpsiyon spektrometresi kullanılarak belirlenmiştir.

Kaya numuneleri üzerinde yürütülen deneyler ile kaya türlerinin görünür ve toplam porozite, atmosferik koşullarda su emme, vakum altında su emme, özgül ağırlık, efektif ve toplam porozite, doygunluk katsayısı, kuru ve suya doygun birim hacim ağırlık, kuru ve suya doygun P-dalga iletkenlik hızı gibi fiziksel özellikleri ile tek eksenli basınç direnci, nokta yük dayanım indeksi, Brazilian indirekt çekme direnci, darbe dayanımı ve kırılma tokluğu gibi mekanik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca

kayaçların Los Angeles, micro-Deval, disk ve Böhme yüzeysel aşınma kayıpları ile shore sertliği değerleri de belirlenmiştir.

Kayaçların durabilitelerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle kaya numuneleri donma-çözülme, ıslanma-kuruma ve tuz kristallenmesi gibi hızlandırılmış ayrıştırma deneylerine tabi tutulmuşlar ve deneyler esnasında ve sonrasında kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Daha sonra kayaçlar durabiliteleri açısından ıslak-kuru dayanım oranı, kaya statik durabilite indeksi (RDIs), slake durabilite indeksi (suda dağılmaya karşı direnç) ve doygunluk katsayısı durabilite değerlendirme yöntemleri ile sınıflandırılmışlardır.

2.1.1 Kayaçların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Petrografik analizler, beton agregalarının petrografik değerlendirmesi rehberi, ASTM C 295-3'de petrografik tanımlamalar ise ISRM (1978)'de önerilen şekilde yapılmıştır. Petrografik analizlerin başlıca amacı, zırh taşı olarak kullanılan kayaları tanımlamak, anizotropi özellikleri varsa tespit etmek, zırh taşının zayıflık düzlemleri ile zararlı mineral içeriğini araştırmaktadır. Kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri ince kesitler üzerinden polarizan ve flüoresan mikroskop analizleri ve XRD yardımıyla belirlenmiştir. Bu incelemelere ek olarak kayaçların kil minerali içeriğini belirlemek amacıyla, metilen mavisi doygunluk deneyi yapılmıştır.

2.1.1.1 İnce Kesit Analizleri

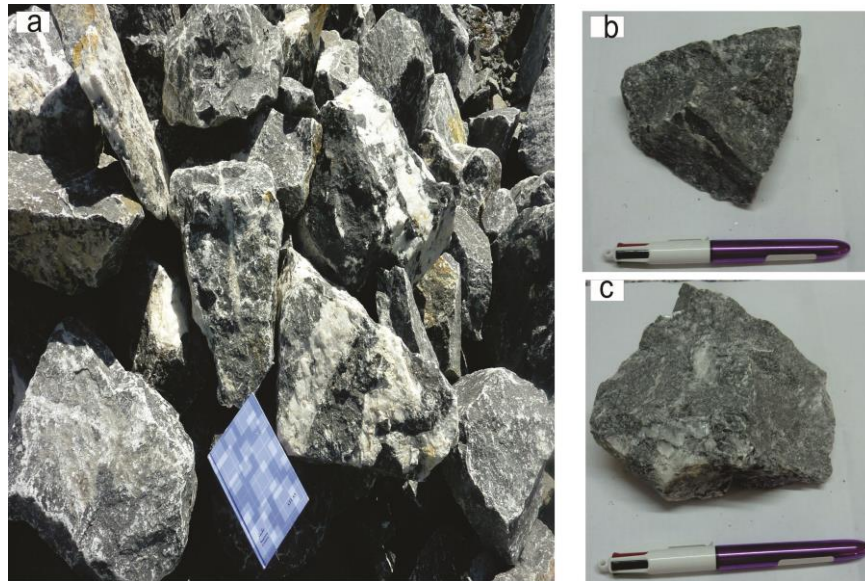
Toplam 13 adet ince kesit, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda hazırlanmıştır. Kayaçların anizotropi özelliklerinin araştırılması amacıyla her bir kaya numunesinde birbirlere dik konumlu en az 3 ince kesit üretilmiştir. Petrografik incelemeler Jeoloji Mühendisliği Bölümü (Dokuz Eylül Üniversitesi) Mikroskop laboratuvarında yapılmıştır. Karbonatlı kayaçlar Dunham (1962)'in depolanma dokusu tabanlı sınıflamasına göre sınıflanmıştır.

- **Haynes Kireçtaşı:** Kayaç kristalin dokulu ve izotropik yapıya sahip, orta-ince taneli kireçtaşıdır. Mineral şekli prizmatikle amorf arasında değişim gösterir ve tane sınırları uzunlamasına ve düzensizdir. İnce kesitin rengi kahverengi ve mikro-kırıklar içerisinde oksitli minerallerin çevresinde kırmızı demir oksit lekeler gözlenmiştir. Kalsit ve aksesuar olarak oksitler, kil ve kuvars gözlenmiştir. Kayacın ayrılmış kısımlarında iri kalsit kristallerinin ince kalsit kristallerine dönüştüğü ve kısmen dolomitleşme geliştiği görülmüştür. Prizmatik şekilli kalsit kristalleri ve iyi gelişmiş klivaj ve ayrışma nedeniyle orjinal şekillerini kaybetmiştir. Kayaç içerisindeki orta ölçekteki düzensiz çatlak ağı kalsit, opak ve az oranda kil mineralleriyle dolguludur. Kalsit kristali içerisindeki mikro-kırıkların, kaya örneklerinin bazı kesimlerinde iyi geliştiği gözlenmiştir. Kayaçtaki poroziteyi başlıca kırıklar, kristal içi ve kristal arası boşluklar oluşturmaktadır. Opak mineraller kırıklar boyunca yerleşmiş ve kaya içerisinde saçınmış haldedir. Kaya örneği içerisinde beyaz renkli çizgisel kalsit damarları dikkati çeker. Dayanım ve durabiliteye etki eden başlıca zayıflık zonları stabil olmayan oksit mineralleri, kalsit damarları, kil mineralleri ve mikro-süreksizliklerdir (Şekil 2.1 ve 2.5).
- **Doğanbey Kireçtaşı:** Kayaç kristalin dokulu ve izotropik yapıya sahip, orta-ince taneli kristalin kireçtaşıdır. Mineral şekli prizmatikle düzensiz arasında değişim gösterir ve tane sınırları uzunlamasına ve düzensizdir. Başlıca kalsit ve aksesuar olarak oksitler ve kil mineralleri gözlenmiştir. İnce kesitte kayanın rengi kahverengidir. Alterasyon türü oksidasyon ve rekristalizasyon şeklinde karakterize edilmiştir. Dolgu mineralleri kalsit, oksit ve kil mineralleridir. Beyaz renkli kalsit damarları kaya numunesi içerisinde mevcuttur. Ana kaya ile değişken özellikler gösteren kalsit damarları ile kil mineralleri gibi stabil olmayan minerallerin varlığı, kayanın durabilitesini ve dayanımını etkileyebilir (Şekil 2.2 ve 2.6).
- **Karabacak Breşik Kireçtaşı:** Kayaç kristalin dokulu ve izotropik yapıya sahip, orta-ince taneli kristalin kireçtaşıdır. İnce kesitte kayanın rengi kahverengiyle

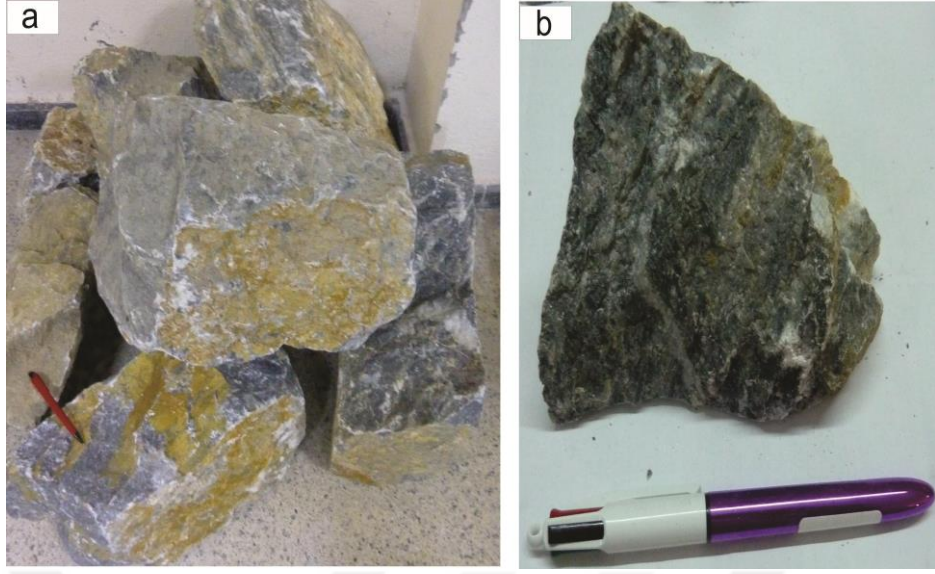
kırmızı arasındır. Baskın olarak kalsit ve az oranda hematit, manyetit, amfibol mineralleri gözlenirken, kaya içerisinde klorit ve kuvars çok azdır. Mineral şekli prizmatikle düzensiz arasında değişim gösterir ve tane sınırları uzunlamasına ve düzensizdir. Kayaçtaki alterasyon, oksidasyon, kloritleşme, az oranda dolomitleşme ve mikrospar kalsit oluşumu ile tipiktir. Ayırışma durumu az-orta derecedir. Kristal içi ve kristaller arası mikro-kırıklar gözlenir ve beyaz renkli kalsit damarları kaya numunesi içerisinde mevcuttur. Poroziteyi başlıca kırıklar, kristal içi ve kristal arası boşluklar oluşturmaktadır. Dolgu maddeleri bazaltik ürünler, kalsit ve manyetittir. Opak mineraller kaya içerisinde saçınmıştır ve dolgu malzemeleri genellikle amorfudur. Kalsit minerallerinin, bazaltik ürünler tarafından absorbe edilmiş olduğu yerlerdeki dolgu malzemeleriyle olan dokanağı boyunca kısmen çözündüğü gözlenmiştir. Kaya durabilite ve dayanımı etkileyen unsurlar, klorit ve oksit mineralleri, kalsit damarları ve dolgu malzemesi şeklinde olan bazaltik ürünlerdir (Şekil 2.3 ve 2.7).

- **Karabacak Serpantiniti:** Kayaç ince taneli, kristalin dokulu, izotropik yapılı, karbonat içerikli kristalin serpantinitir. Kayacın ince kesit rengi yeşil ile kahverengi arasındadır. Tane şekilleri prizmatik, iğne şekilli, lifsi ve düzensizdir. Tane sınırları uzunlamasına ve düzensizdir. İnce kesitte, başlıca serpantin, kalsit, dolomit (ankerit) ve az oranda amfibol, talk ve opak mineraller gözlenmiştir. Numuneler taze-az ayrılmış aralığındadır. Serpantinit kayacının alterasyonu karbonat minerallerinin oluşumuna neden olur (kalsit ve dolomit). Olivin ve piroksen belirlenmemiştir böylelikle, serpantinitin kökenini izlemek mümkün olmamıştır. Porozite türü başlıca taneler arası tiptir. Dolgu malzemesi talk ve kalsittir. Opak mineraller kaya içerisinde saçınmış halde ve genellikle amorfudur. Kaya içerisindeki kalsit damarları doğrusal ve genellikle paraleldir. Özellikle kalsit ve dolomit mineralleri arasındaki tane kenetlenmeleri çok sıkıdır. Talk ve serpantin gibi yumuşak mineraller ile manyetit ve kalsit damarlarının varlığı gibi stabil olmayan minerallerin oluşturduğu zayıflık zonları, kaya numunelerinin durabilitesini ve dayanımını etkileyebilir (Şekil 2.4 ve 2.8).

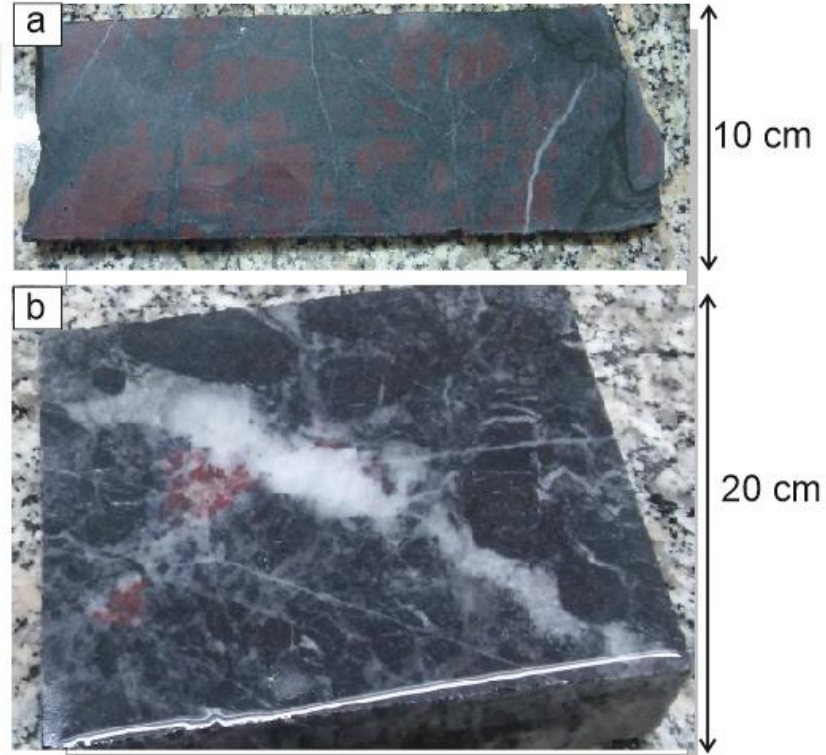
Petrografik analizler göstermiştir ki bazı kayalar durabiliteleri üzerinde olumsuz etki yaratabilecek mineral ve zayıflık düzlemlerine sahiptir. XRD, metilen mavisi doygunluk testi ve ince kesit analizleri, deneye tabi tutulan kayaların çok az miktarda da olsa kil içerdiğini göstermiştir. Kil mineralleri, zırh taşlarının ıslanma-kuruma peryotlarında durabilitelerini olumsuz yönde etkilerler. Su kil minerallerinin şişmesine ve hacimlerinin artmasına neden olur. Zırh taşları için istenmeyen diğer bir unsur da kayacın renginin değişmesine neden olan duyarlı oksitlerdir. Oksidasyon işlevleri zırh taşının aranan özelliklerinden biri olan estetik duruşunun bozulmasına neden olabilir. Haynes Kireçtaşı ve Karabacak Breşik Kireçtaşına ait ince kesitlerde oksidasyon varlığı belirlenmiştir. Ayrıca petrografik analizlerden üç farklı kireçtaşında da zayıflık düzlemlerine neden olabilecek mikro kırıkların bulunduğu görülmüştür. Üç farklı karbonat kayacın pozitif olan ortak özellikleri ise fosil içermemeleri ve genellikle kristalin dokuya sahip olmalarıdır. Serpantinit kayacı, yumuşak ve zayıf mineraller olan serpantin ve talk mineralleri içerir. Talk minerali, yumuşatma etkisi göstererek kaya malzemesinin direncini belirgin bir şekilde etkiler. Ancak, Karabacak Serpantiniti yüksek oranda kalsit ve dolomit minerali içermektedir. Bu iki mineral, Karabacak Serpantiniti'nin dayanım ve durabilitesini pozitif yönde etkilemiştir. Karabacak Serpantiniti içerisinde kanserojen bir mineral olan krizotile rastlanmamıştır.



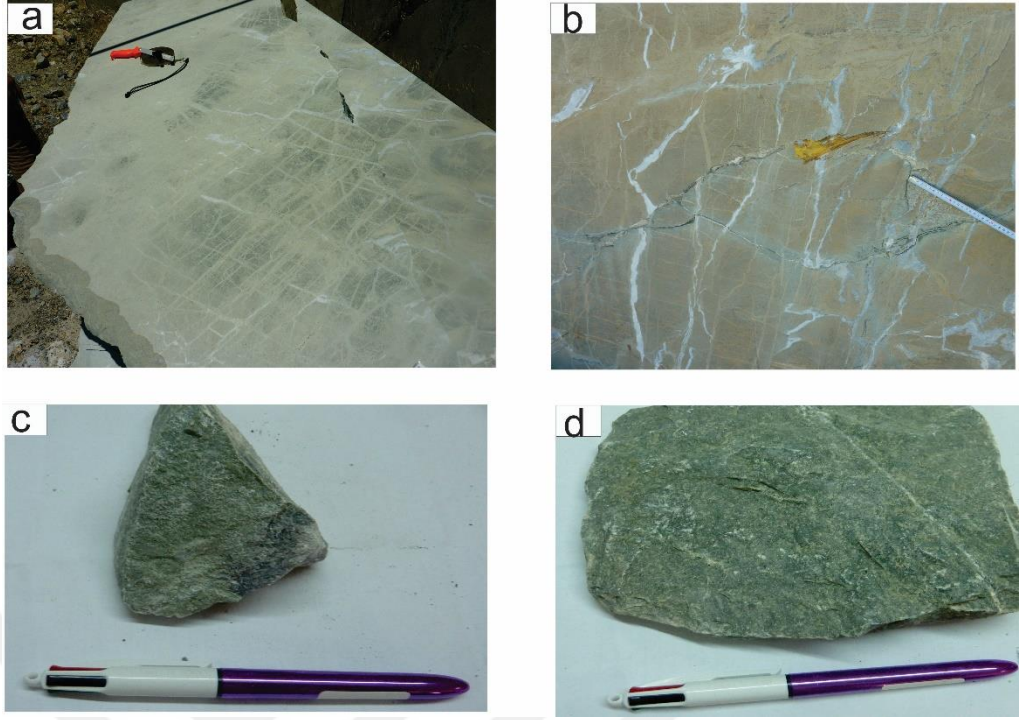
Şekil 2.1 Haynes Kireçtaşının genel görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



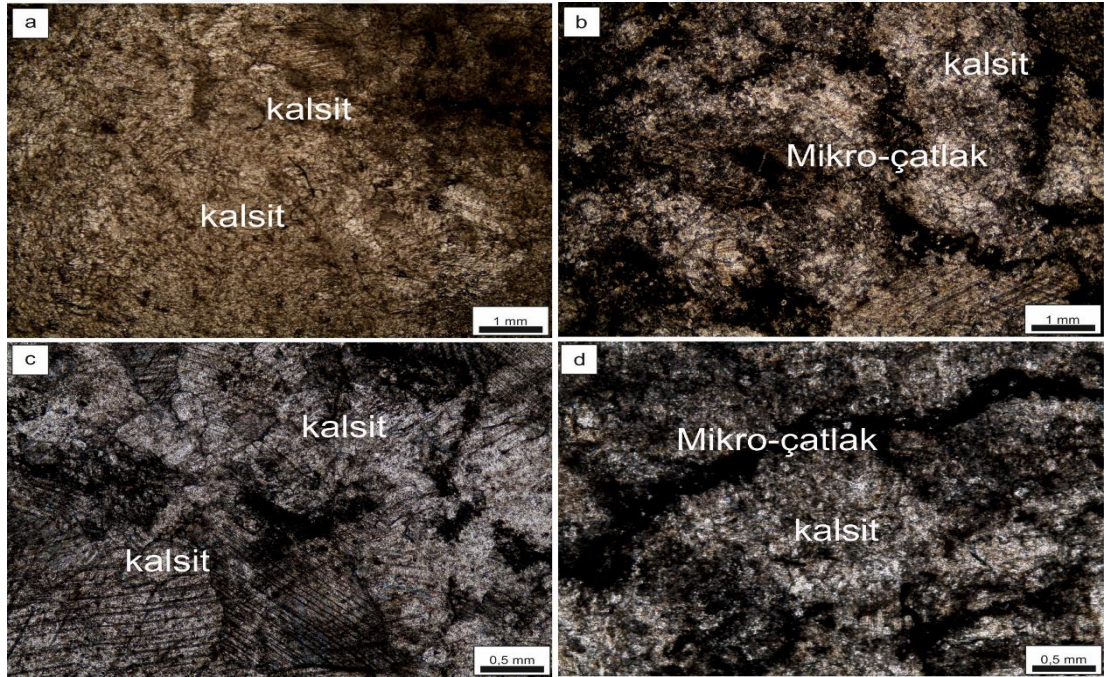
Şekil 2.2 Doğانبey Kireçtaşı'nın genel görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



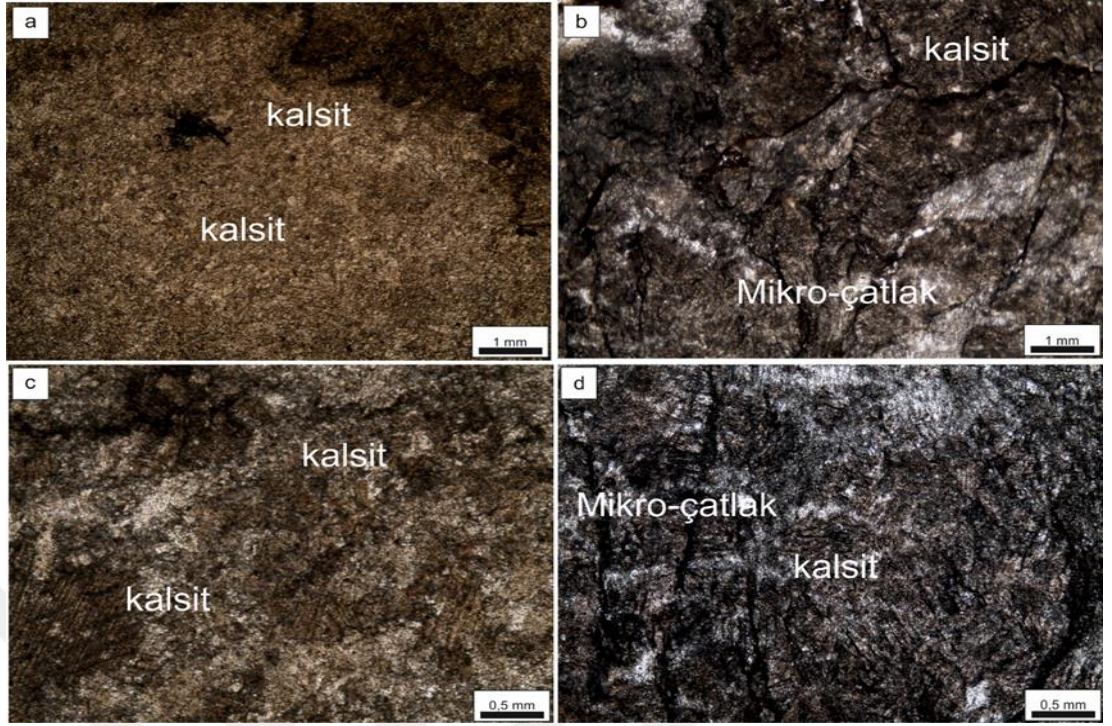
Şekil 2.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın genel görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



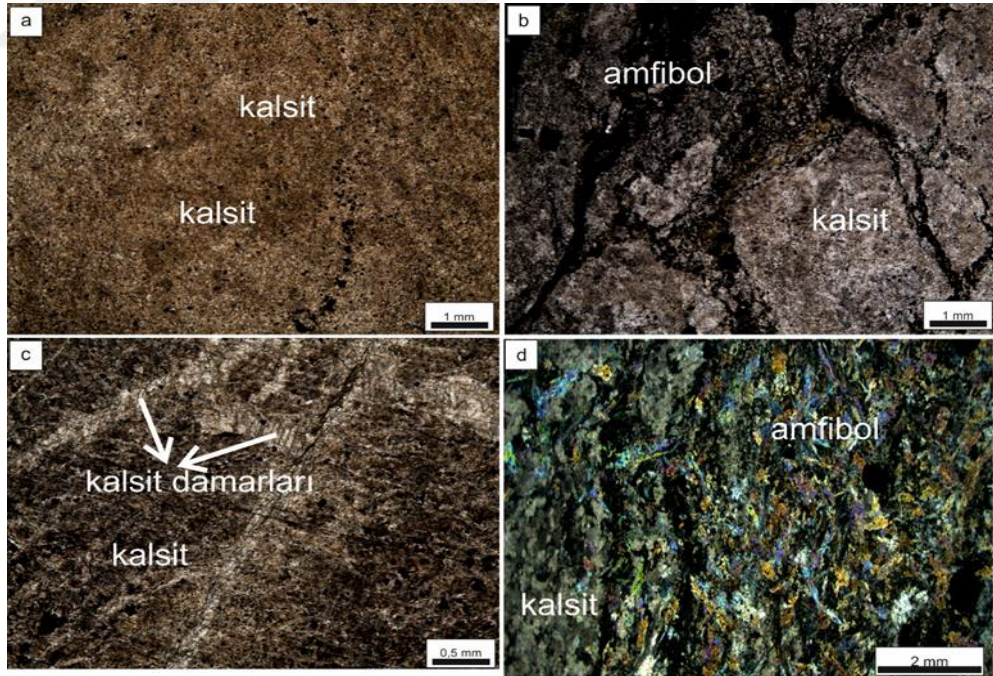
Şekil 2.4 Karabacak Serpantinitinin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



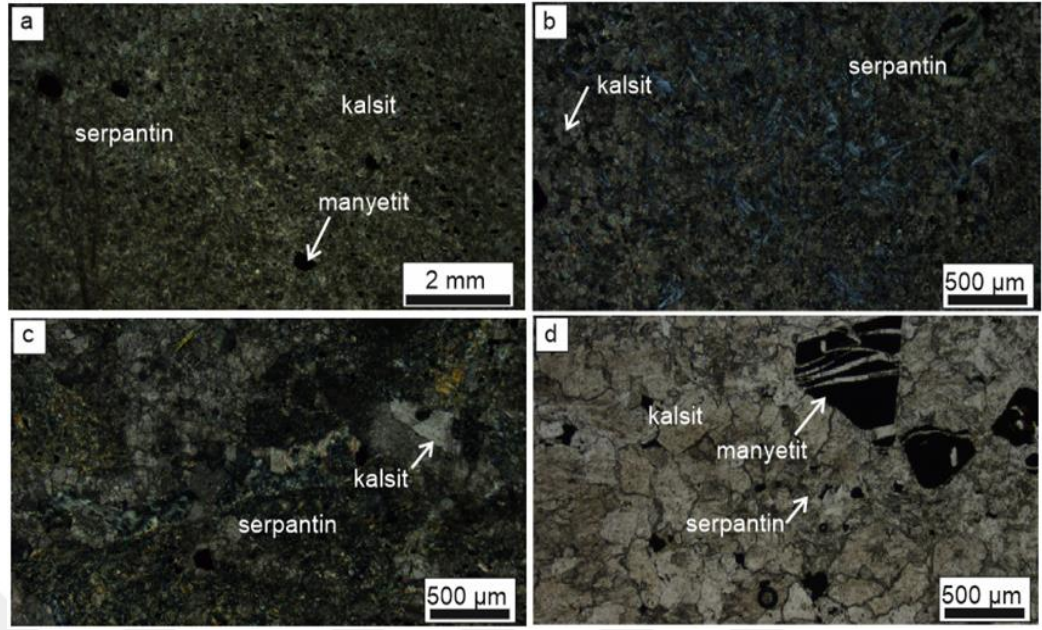
Şekil 2.5 Haynes Kireçtaşı'nın floresan mikroskop altındaki görünümü; masif kristalin kireçtaşı (a), opak mineraller içeren mikro çatlaklar (b), masif kristalin kireçtaşının ayrıntılı görünümü (c), ve opak mineraller içeren mikro çatlakların ayrıntılı görünümü (d)



Şekil 2.6 Doğanbey Kireçtaşı'nın floresan mikroskop altındaki görünümü (a), masif kristalin kireçtaşı (b), masif kristalin kireçtaşının ayrıntılı görünümü (c), ve süreksizlik içeren masif kristalin kireçtaşının ayrıntılı görünümü (d)



Şekil 2.7 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın floresan ve polarizan mikroskop altındaki görünümü; opak mineraller içeren masif kristalin kireçtaşı (a), bazaltik mineral içeren kristalin kireçtaşı (b), hematit içeren kristalin kireçtaşı, opak mineraller ve kalsit damarları (c), ve bazaltik mineral içeren kireçtaşının XPL görüntüsü



Şekil 2.8 Karabacak Serpantinitini'nin polarizan mikroskop altındaki görünümü; mikro kristalin serpantinit (a) düşük karbonatlı serpantinit (b), orta karbonatlı serpantinit (c), ve yüksek karbonatlı serpantinit

2.1.1.2 XRD Analizleri

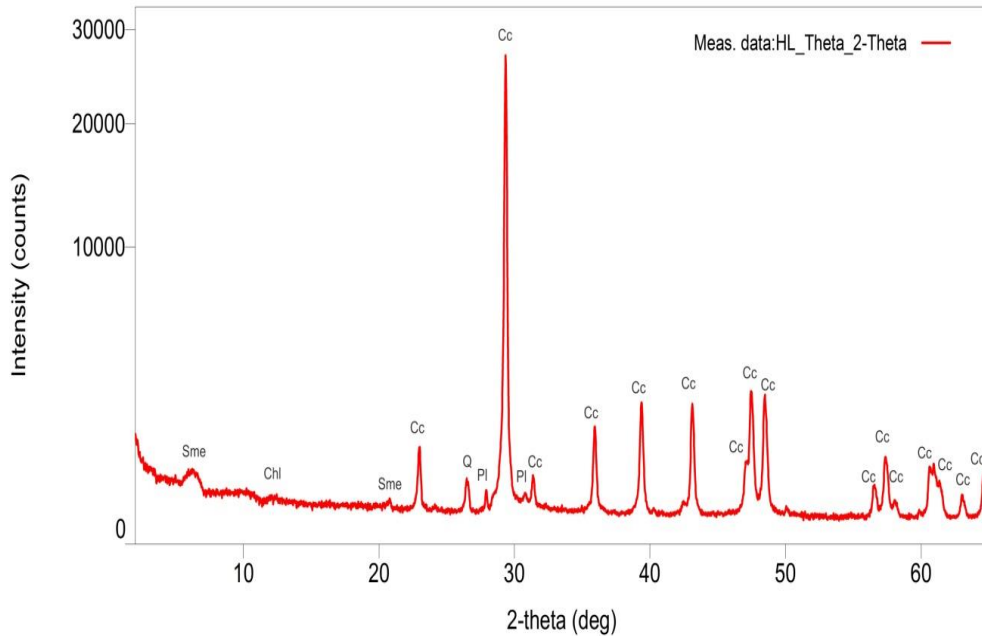
XRD analizleri Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Toz numuneler temsil edici kaya örneklerinden elde edilmiştir.

Tipik bir XRD analizinde üretilen karakteristik X-ışını difraktometre doku, numune içerisinde bulunan kristallerin kendilerine özgü parmak izlerini verir. Eğer doğru yorumlanırsa, bu parmak izleri referans değerler ile karşılaştırarak kristallerin tanımlanmasını sağlar. Böylelikle, X-ışını difraksiyon analizi, ince kesitlerde ayrımı çok zor olan minerallerin ve özellikle kil minerallerinin tespiti için etkili bir yöntemdir. Deney tabi tutulan kayaçlarına ait XRD profillerinin değerlendirilmesi sonucunda aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

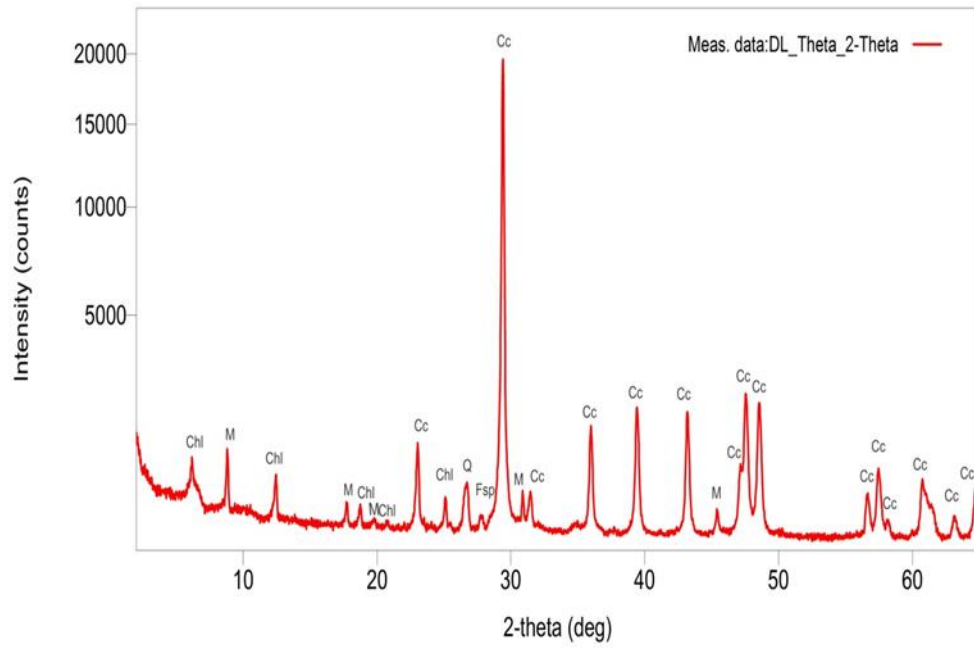
- Haynes Kireçtaşı (HK): Baskın olarak kalsit, ve az oranda plajiolaz+smektit+kuvars+klorit minerallerinden oluşur (Şekil 2.9);

- Doğanbey Kireçtaşı (DK): Baskın olarak kalsit, ve az oranda klorit+mika+kuvars ve eser oranda feldispat minerallerinden oluşur (Şekil 2.10);
- Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK: toplam kaya): Baskın olarak kalsit, ve az oranda mika+klorit ve eser oranda amfibol minerallerinden oluşur (Şekil 2.11);
- Karabacak Breşik Kireçtaşı (Siyah renkli matriks): Baskın olarak amfibol ve az oranda kalsit+klorit+mika minerallerinden oluşur (Şekil 3.12);
- Karabacak Breşik Kireçtaşı (Gri renkli çakıllar): Baskın olarak kalsit ve az oranda klorit ve eser oranda smektit+mika minerallerinden oluşur (Şekil 2.13);
- Karabacak Breşik Kireçtaşı (Kırmızı renkli çakıllar): Baskın olarak kalsit, ve eser oranda smektit minerallerinden oluşur (Şekil 2.14);
- Karabacak Serpantiniti: Baskın olarak serpantin, orta oranda kalsit+ankerit ve az oranda amfibol+talk minerallerinden oluşur (Şekil 2.15).

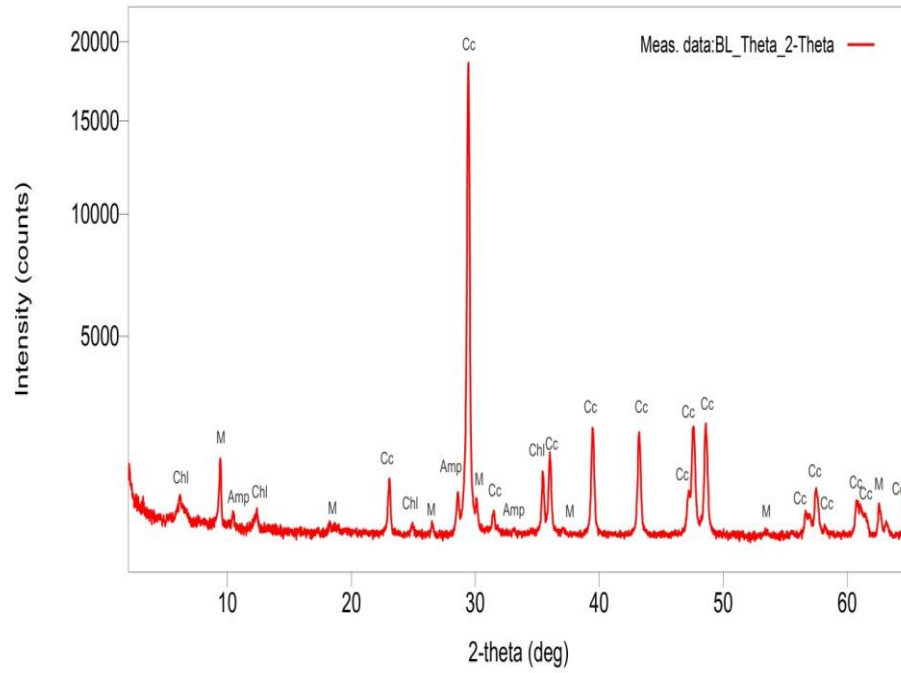
Mineral Kısaltmalarının Açıklaması: (Chl: klorit; Amp: amfibol; Cc: kalsit; M: mika; Q: kuvars; Sme: smektit; Srp: serpantin; Ank: ankerit ; Pl: plajiolaz ve Fsp: feldispat).



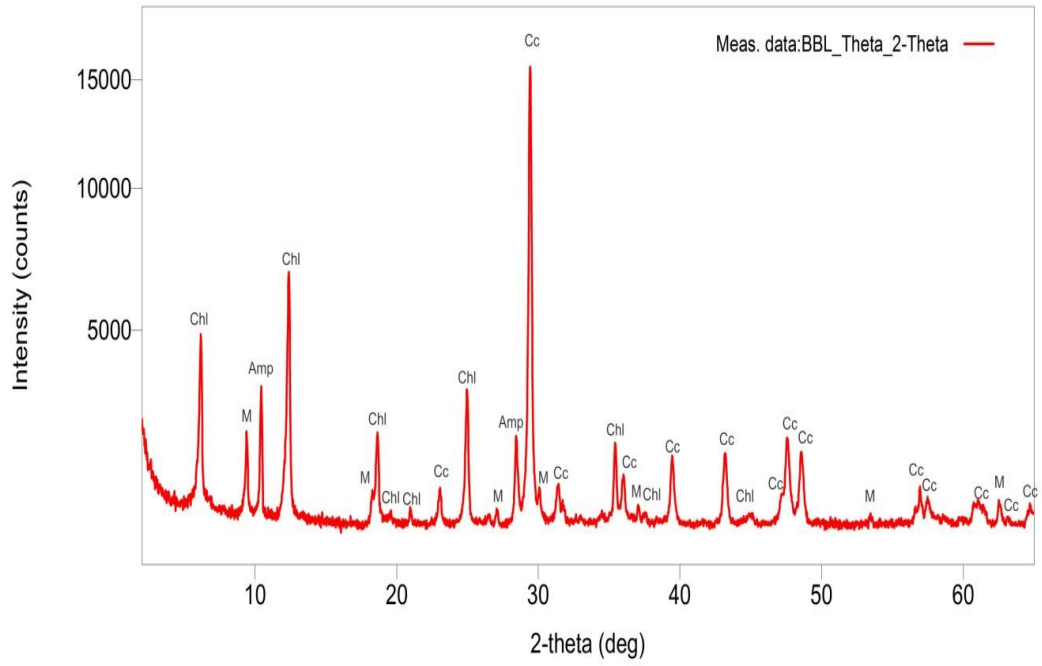
Şekil 2.9 Haynes Kireçtaşı'nın XRD analiz profili



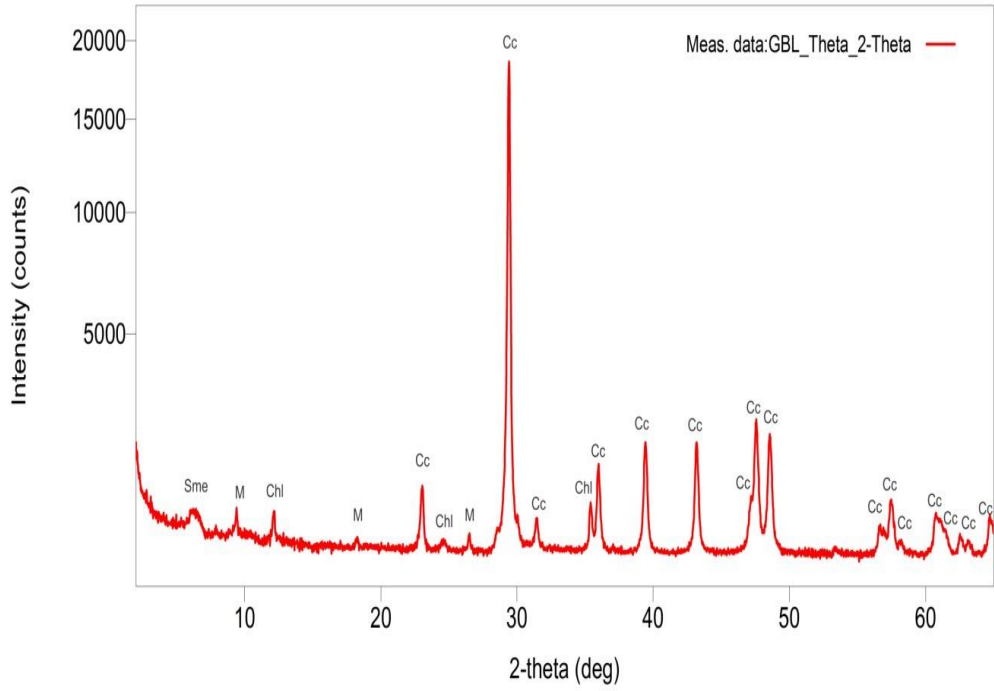
Şekil 2.10 Doğanbey Kireçtaşı'nın XRD analiz profili



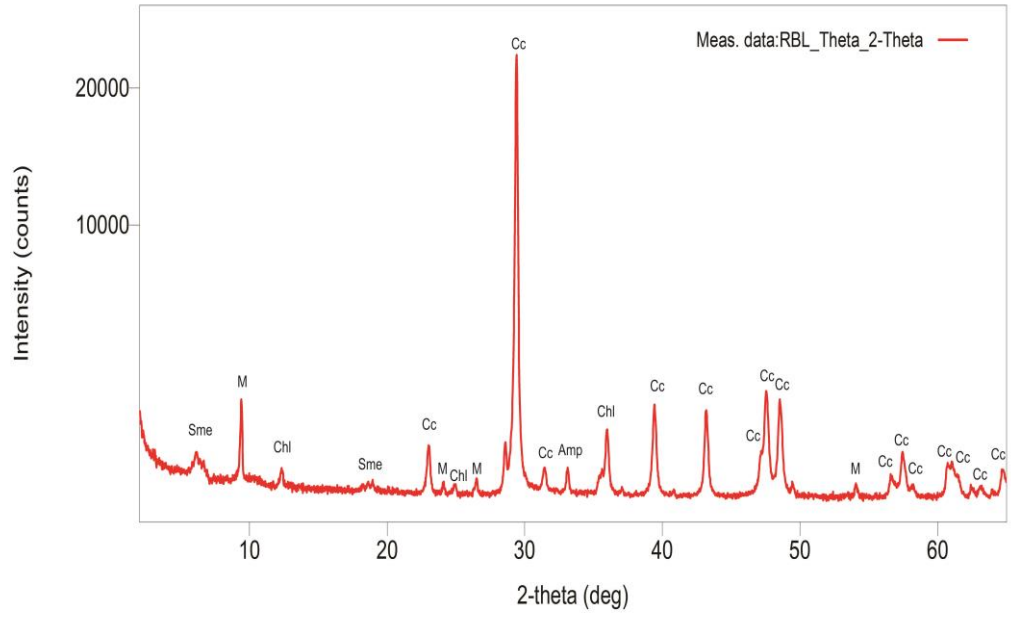
Şekil 2.11 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Toplam kaya)



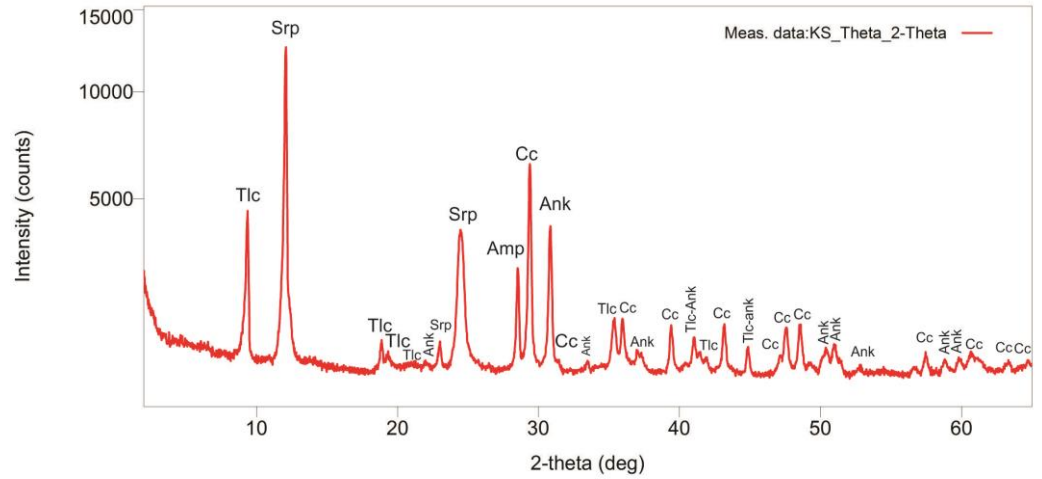
Şekil 2.12 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Siyah renkli çakıllar)



Şekil 2.13 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Gri renkli çakıllar)



Şekil 2.14 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın XRD analiz profili (Kırmızı renkli çakıllar)



Şekil 2.15 Karabacak Serpantiniti'nin XRD analiz profili

2.1.1.3 Metilen Mavisi Absorpsiyonu

Metilen mavisi deneyi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda AFNOR (1993) standartına uygun olarak yapılmıştır. Metilen mavisi absorpsiyon deneyinde kullanılmak üzere her bir kaya türü için 0-2 mm arası tane boyutuna sahip 200 gr agrega numunesi hazırlanmıştır. Metilen mavisi çözeltisi, 1 litre damıtık su içerisinde 10 gram metilen

mavisi tozu çözülerek hazırlanır. Agreganın solüsyonları, 0-2 mm boyutundaki 30 gr agreganın 200 ml damıtılmış su ile karışımının beher içerisinde 5 dk boyunca 700 rpm (dakikadaki devir sayısı)'de karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Metilen mavisi değeri nokta yönteminin ortalamasıyla belirlenmiştir. Nokta yöntemi basitleştirilmiş bir titrasyon tekniğidir. Deney, ince daneli zemin süspansiyonuna belli bir hacimde metilen mavisi konsantrasyonu eklemeye dayanır. Absorbe edilen metilenin toplam miktarı, metilen mavisi değerinin (MBV) hesaplamasında kullanılır. Deney prosedürü, agreganın karışımına 5 ml metilen solüsyonu eklemeye ve karışımın deney sonuna kadar 400 rpm ile karıştırılmasına dayanır. Karıştırılmış çözelti cam pipetle alınır ve filtre kağıdına damlatılır. Operasyon 1 dakika aralıklarla 5 kez tekrarlanır. Değer pozitif ise deney sonlandırılır ve eğer negatifse 2 ml metilen çözeltisi tekrar eklenir. Deney 5 kez tekrarlanır ve deneyin pozitif olduğuna işaret eden açık mavi noktanın koyu mavi noktayı sarmasıyla deney sonlandırılır. Metilen mavisi absorpsiyon deneyi kayaç içerisindeki zararlı maddeleri (kil mineralleri) belirlemek için elverişli bir deneydir. Metilen mavisi değeri aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanır:

$$MBV = \frac{V_{cc}}{f'} \quad (2.1)$$

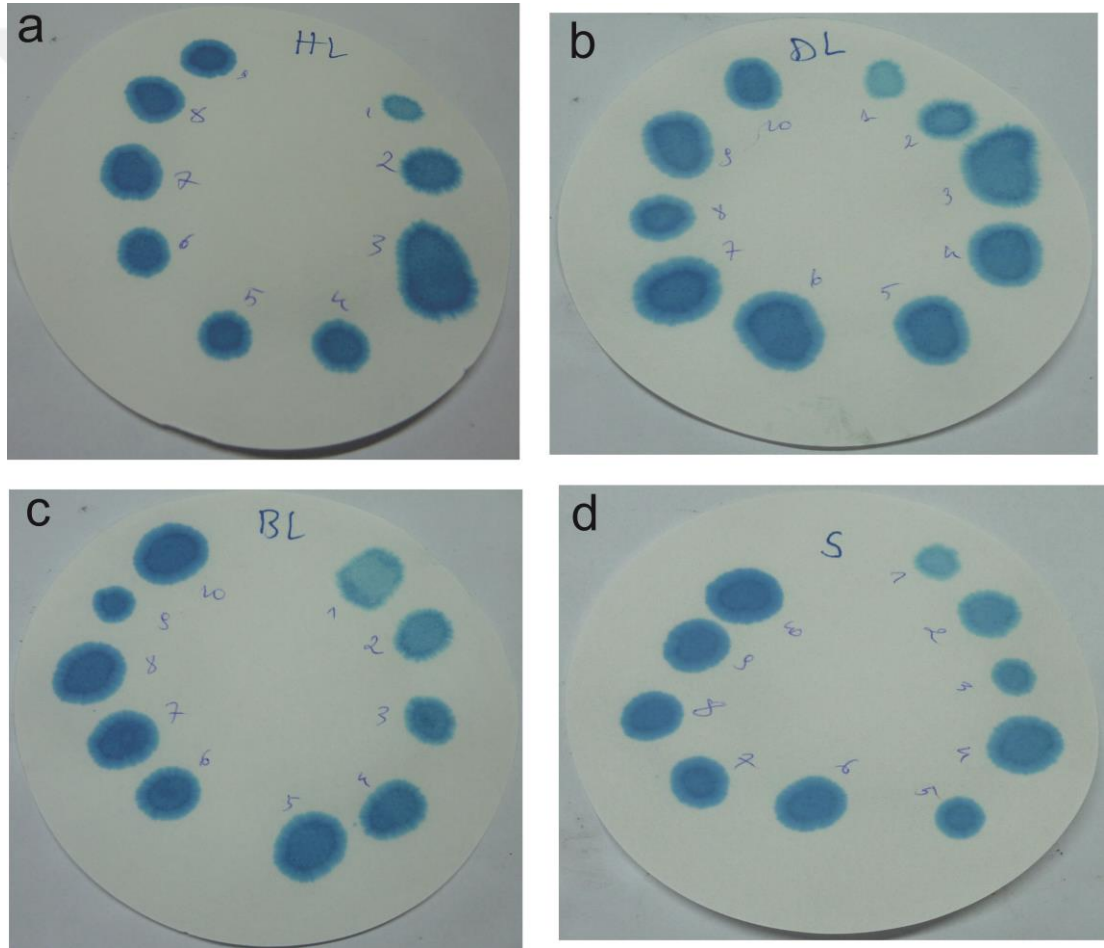
V_c : Agreganın karışımına enjekte edilen metilen mavisi hacmi (ml),

f' : Kullanılan numunenin kuru birim hacim ağırlığı.

Tablo 2.1'de görüldüğü üzere metilen mavisi deneyine tabi tutulan kaya örneklerinin tamamında pozitif sonuçlar elde edilmiştir ve kayalar için eşit metilen mavisi absorpsiyon değerleri saptanmıştır (Şekil 2.16). Bu sonuç, XRD analizlerinde elde edilen sonuçları doğrular niteliktedir. Metilen mavisi doygunluk testine göre Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Haynes Kireçtaşı CIRIA/CUR tarafından belirtilmiş olan (0,4 gr/100 gr) altında kil bulunduğu görülmüştür.

Tablo 2.1 Metilen mavisi emme deneyi değerleri

Örnekler	MBV (g/100g)
Haynes Kireçtaşı (HK)	0,33
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	0,33
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	0,33
Karabacak Serpantiniti (KS)	0,33



Şekil 2.16 Metilen mavisi emme deneyi örneklerinin görünümü; Haynes Kireçtaşı (a), Doğanbey Kireçtaşı (b), Karabacak Breşik Kireçtaşı (c), ve Karabacak Serpantiniti (d)

2.1.2 Kayaçların Kimyasal Bileşimleri

Jeokimyasal analizler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Jeokimya Laboratuvarı'nda atomic absorpsiyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 2.2'de verilmiştir.

Major elementler kaya içerisinde baskın olan Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, ve P elementleridir. Major elementlerin konsantrasyonu oksitlerin yüzde ağırlığı (% ağırlık) olarak ifade edilir. Kızdırma kaybı ise kaya numuneleri içerdiği uçucuların yüzdesini temsil eder (H_2O , CO_2 , S vb.). Kızdırma kaybı 1000 °C'deki kaybı anlatır.

Yapılan kimyasal analizler sonucunda Haynes Kireçtaşı (HK) baskın oranda CaO (%53,3) ve düşük oranda SiO_2 (%3,04) içerdiği, Doğanbey Kireçtaşının (DK) ise baskın oranda CaO (%51,9), ve az oranda SiO_2 (%3,96) ve Al_2O_3 (%1,35) içerdiği görülmüştür (Tablo 2.2).

Karabacak Breşik Kireçtaşının gri, siyah, ve kırmızı olmak üzere üç ana bileşenden oluşması nedeniyle toplam kaya kimyasal analizinin yanısıra her bir kaya bileşeninin kimyasal bileşimi ayrıca belirlenmiştir (Tablo 2.2). Karabacak Breşik Kireçtaşının (KBK) toplam kaya bileşimine bakıldığında baskın oranda CaO (%48,88) ve az oranda SiO_2 (%4,96) ve MgO (%2,34) içerdiği saptanmıştır (Tablo 2.2). Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın gri (KBK-G) ve kırmızı (KBK-K) bileşenlerinin kalsitik karakterde oldukları ve sırasıyla %56,93 ve %56,99 CaO içerdikleri saptanmıştır. Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın dolgu (çimento) maddesi şeklinde gözlenen siyah (KBK-S) kısmının ise volkanik karakterde olduğu ve %45,83 SiO_2 , %13,94 CaO , %4,90 Fe_2O_3 , ve %4,94 MgO , ile iz oranda TiO_2 (%1,67) içerdiği saptanmıştır (Tablo 2.2). Bağlı olarak yüksek SiO_2 'nin mafik minerallerden Fe_2O ve MgO 'nun ise amfibol, klorit ve mika minerallerinden geldiği düşünülmektedir. Karabacak Serpantiniti (KS) baskın olarak SiO_2 (%42,08) ve MgO (%24), düşük oranda CaO (%9,06), Al_2O_3 (%2,51), ve Fe_2O_3 (%6,67) içermektedir (Tablo 2.2). Bu veriler XRD ve ince kesit analiz sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

Haynes ve Doğanbey Kireçtaşları ile yüksek oranda (%41,07 ila %42,47) kızdırma kaybı geliştiği saptanmıştır (Tablo 2.2). Bu değerler kayaçların yüksek oranda kalsit (CaCO_3) içeriğiyle açıklanabilir. Karabacak Serpantiniti (KS) ve Karabacak Breşik Kireçtaşının siyah matriksinde ise sırasıyla %15,10 % ve %27,30 olamak üzere düşük kızdırma kaybı değerleri saptanmıştır (Tablo 2.2). Düşük kızdırma kaybı değerleri bu kayaçlar içerisinde kireçtaşlarına oranla daha düşük miktarda kalsit ve dolomit varlığıyla açıklanır.

Harrison (1992) “İngiliz Jeolojik Şeması” olarak bilinen kireçtaşı saflık sınıflandırmasında, kireçtaşlarının saflıklarına göre sınıflandırılması için kızdırma kaybı değerlerinin kullanılabileceğini önermiştir.

Bu sınıflandırmaya göre;

- Haynes Kireçtaşının CaCO_3 içeriği %93,5 ve %97 arasındadır ve orta saflığa karşılık gelmektedir;
- Doğanbey Kireçtaşının CaCO_3 içeriği %85 ve %93,5 arasındadır ve düşük saflığa karşılık gelmektedir.
- Karabacak Breşik Kireçtaşının (Toplam kaya) CaCO_3 içeriği %85 ve %93,5 arasındadır ve düşük saflığa karşılık gelmektedir;
- Karabacak Breşik Kireçtaşının Gri kısmı (KBL-G) %98,5’den fazla CaCO_3 içeriğine sahiptir ve yüksek saflığa karşılık gelmektedir
- Karabacak Breşik Kireçtaşının Kırmızı kısmı (KBL-K) %98,5’den fazla CaCO_3 içeriğine sahiptir ve yüksek saflığa karşılık gelmektedir.

Tablo 2.2 Yedi farklı kaya örneğinin kimyasal analiz sonuçları

Örnekler Elementler	HK (%)	DK (%)	KBK (%)	KBK			KS (%)
				KBK-G (%)	KBK-S (%)	KBK-K (%)	
SiO ₂	3,047	3,958	4,958	0,402	45,832	0,401	42,08
Al ₂ O ₃	0,246	1,352	0,898	0,481	0,989	0,408	2,51
Fe ₂ O ₃	0,273	0,764	0,613	0,364	4,901	0,255	6,67
MgO	0,374	0,676	2,342	0,771	4,954	0,821	24,32
CaO	53,29	51,901	48,878	56,93	13,94	56,98	9,06
Na ₂ O	0,063	0,086	0,034	0,003	0,001	0,002	0,03
K ₂ O	0,064	0,103	0,014	0,001	0,002	0,003	0,01
MnO	0,086	0,037	0,090	0,297	0,171	0,282	0,14
TiO ₂	0,112	0,050	0,042	0,007	1,665	0,006	0,03
LOI	42,47	41,07	42,17	40,37	27,30	40,60	15,1
Total	100,0	99,997	100,04	99,63	99,76	99,76	100,0

2.1.3 Kayaçların Fiziksel Özellikleri

Zırh taşı olarak kullanılması planlanan kayaçların, kalitesini ve durabilitesini belirlemede fiziksel özelliklerinin dikkate alınması çok önemlidir. Kıyı yapılarında kullanılacak doğal taşlar için su emme ve efektif porozite önemli fiziksel özellikler içerisinde. Fiziksel ayrışma (donma ve tuz kristallenmesi) boşluklu doğal taşlarda daha kısa sürelerde meydana gelmektedir. Buna ek olarak, Karandagh ve diğ., (2011), özgül ağırlık ve su emmenin, kayaların suda dağılmaya karşı duraylılığının saptanmasında uygun karakteristikler olduğunu belirlemişlerdir.

Güzelbahçe Balıkçı Barınağı inşaatında zırh taşı olarak kullanılan kayaçların kalite ve durabilitelerini etkileyen fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla aşağıda belirtilen deneyler yapılmıştır. Deneylerin tamamı Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Zemin-Kaya Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılmıştır;

- Atmosferik koşullar altında ağırlıkça su emme,
- Vakum altında ağırlıkça su emme,
- Efektif porozite,
- Toplam porozite,

- Özgöl ağırlık,
- Kuru birim hacim ağırlık,
- Suyu doygun birim hacim ağırlık,
- Suyu doygun yoğunluk,
- Kuru yoğunluk,
- Kuru P-dalga hızı,
- Suyu doygun P-dalga hızı.

2.1.3.1 Su Emme

Taşların bozunmasının başlıca nedenlerinden biri suyla kaya içerisindeki boşluklu yapının etkileşime geçmesidir (ICCROM, 1999). Bu nedenle, doğal taşların özelliklerini belirlemede su emme temel parametredir. ASTM D 6473-15'e göre yapılan deneyde her bir kaya türü için, L/D (uzunluk/çapı oranı) oranı 2 olan toplam 30 adet karot numunesi deneye tabi tutulmuştur. Atmosferik koşullar altında ve vakum basıncı altında su emme olmak üzere iki tip su emme değeri hesaplanmıştır. Deneyde ilk olarak 24 saat suya batırılmış durumunda tutulan ve daha sonra sudan çıkartılarak yüzeyleri kuruyuncaya kadar oda sıcaklığında bekletilen kaya numunelerinin, hassas terazi yardımıyla doygun yüzey kuru ağırlıkları not edilir. Daha sonra kaya numuneleri sabit bir kütleye ulaşuncaya kadar fırında kurutulur ve kuru ağırlıkları tespit edilir. Ağırlıkça su emme değeri yüzde olarak ifade edilir ve aşağıdaki formül yardımıyla belirlenir:

$$\text{Ağırlıkça Su Emme, (\%)} = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (2.2)$$

A: Fırında kurutulmuş olan numunenin ağırlığı, gr;

B: Doygun kuru-yüzey numunelerin ağırlığı, gr.

Atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme deney sonuçları Tablo 2.3 ve 2.9 'da verilmiştir. Deneye tabi tutulan kaya numunelerinin atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerlerinin %0,03 ve %0,27 arasında değiştiği görülmüştür. Karabacak

Serpantiniti en yüksek, Haynes Kireçtaşı ise en düşük ağırlıkça su emme değerine sahiptir (Tablo 2.3). EN 13383-2 standardına göre, %0,5 den daha düşük ağırlıkça su emme değerine sahip olan kayalar, tuz kristallenmesine ve donma-çözülme olaylarına karşı dirençlidir denilmektedir. %0,5-%1 aralığında düşük su emme değerine sahip zırh taşları, tuz kristallenmesi ve donma-çözülme gibi bazı gerilme döngülerine karşı iyi performans gösterirler (Latham vd., 2006). HK, DK, KBK kayaları ağırlıkça su emmeleri açısından ISRM (1978) sınıflamasına göre “aşırı yüksek dirençli kayalar” için belirtilen %0 ile %0,2 aralığında yer almaktadırlar. Diğer taraftan, KS ise ISRM (1978) sınıflandırmasına göre “çok yüksek dirençli kayalar” için belirtilen %0,2 ile %1 ağırlıkça su emme aralığında yer almaktadırlar. Türk Devlet Limanlar ve Havalimanları kurumu (DLH, 2007) zırh taşları için su emme değerinin limitini %2 olarak belirlemişlerdir. İncelenen kayalar, düşük su emme değerleri nedeniyle DLH’nın şartnamesine uygun özelliklere sahiptir.

Kayaçların malzeme özelliklerine bağlı olarak atmosferik ve vakum basıncı altında su emme değerleri farklılıklar sunabilir. Bu farklılık kayaçların durabilitelerinin sınıflandırılması için kullanılan bir yöntem olan “suya doygunluk katsayısının” hesaplanmasında kullanılır (RILEM 1980). Bu amaçla incelenen kayaçların vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri RILEM 1980 standardında belirtilen yöntemle uygun olarak hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2.3 ve 2.9’da verilmiştir. Kayaçların vakum basıncı altında su emme değerlerinin %0,13 ve %0,28 arasında değiştiği ve DK’nın en düşük, KS’nin ise en yüksek ağırlıkça su emme değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Vakum basıncı altındaki su emme değerleri, atmosferik koşullarda elde edilenlere oranla daha yüksektir. Su emme, CIRIA/CUR ve Kaya Mühendisliği Sınıflama Sistemi tarafından zırh taşı kalite sınıflamasında kullanılan bir parametredir. Düşük su emme değerlerine sahip kaya malzemeleri genel olarak yüksek durabiliteli ve dirençli olmaları nedeniyle, hidrolik yapılarda zırh taşı, yapı taşı ve agrega olarak kullanmaya uygundurlar.

Tablo 2.3 Kaya türlerinin atmosferik ve vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Kaya Türü	Atmosferik Şartlar Altında Ağırlıkça Su Emme (%)	Standart Sapma Değeri ($\pm$)	Vakum Altında Ağırlıkça Su Emme (%)	Standart Sapma Değeri ($\pm$)
Haynes Kireçtaşı (HK)	0,03	0,01	0,18	0,01
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	0,07	0,03	0,13	0,01
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	0,05	0,02	0,22	0,02
Karabacak Serpantiniti (KS)	0,27	0,21	0,28	0,02

2.1.3.2 Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık kayaların, dalga etkisine karşı direncinin belirlenmesinde saptanması gereken önemli fiziksel özelliklerden biridir (Lienhart, 2003). U.S Army Corps of Engineers (1990, EM 1110-2-2302)’e göre özgül ağırlık, kayaların riprap ve drenaj agregası olarak kullanılabilirliğinin saptanması için önemli bir parametredir.

Bu çalışmada kayaların özgül ağırlığı TS EN 1936 (2006)’da belirtilen yöntemle belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 2.4’te verilmiştir. Deneyde piknometre (50 ml) , elek, saf su, etüv, tartı, vakum pompası, cam çubuk, ve piset kullanılmıştır (Şekil 2.17). Kaya örnekleri öğütülerek 0,063 mm’lik ince agregalar haline getirilir. Deney numuneleri sabit bir kütleye erişinceye kadar kurutulur ve boş haldeki kütlesi tartılmış olan piknometre (M1) içerisinde 100 gram toz numune konularak piknometre ve numune birlikte tartılır (M2). Sonra, piknometre hacminin 1/3’üne kadar saf su ilave edilir. Su ve numune içeriği karıştırılır ve sonra numune içerisindeki hava, piknometreye bağlanan vakum pompası ile çıkartılır. Piknometre vakum pompasına bağlandığında düzenli olarak sallanır hava kabarcıkları yok olana dek deneye devam edilir. Piknometre daha sonra tamamen saf suyla doldurulur ve piknometrenin, suyun ve numunenin toplam ağırlığı kaydedilir (M3). Son olarak piknometre boşaltılır, yıkanır ve piknometre saf suyla tamamen doldurularak, piknometrenin ve suyun ağırlığı elde edilir (M4). Deney her bir kaya türü için iki kez yapılır ve özgül ağırlığın

ortalama değeri bulunur. Boyutsuz bir büyüklük olan özgül ağırlık aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$G_s = \frac{M_2 - M_1}{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_4)} \quad (2.3)$$

G_s : Özgül ağırlık,

M₁ : Boş piknometrenin ağırlığı,

M₂ : Piknometre ve örneğinin ağırlığı,

M₃ : Piknometre, örnek ve suyun ağırlığı ve

M₄ : Piknometre ve saf suyun ağırlığı.

Deney sonucunda incelenen kayaçların özgül ağırlık değerlerinin 2,73 ve 2,88 arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.4 ve 2.9). HK en düşük, KBK ise en yüksek özgül ağırlık değerine sahiptir. RERS kaya kalite değerlendirme sistemine göre, özgül ağırlık değeri 2,90'dan yüksek olan kayaçlar “çok iyi kalitede malzemeler” 2,60-2,90 arasında olanlar ise “iyi kalitede malzemeler” olarak değerlendirilmiştir. HK, DK, KBK ve KS'nin özgül ağırlık değerleri 2,60 ve 2,90 arasındadır ve RERS'ye göre iyi kaliteli kayalar sınıfında yer almaktadırlar.

Siyah renkli matriksinin hematit ve ferromagnezyumlu mineraller içermesi nedeniyle breşik karakterli KBK en yüksek özgül ağırlık değerine sahiptir. Hematit ve ferromagnezyumlar bağıl olarak saf kireçtaşına oranla daha yüksek özgül ağırlık değerine sahiptir.

Tablo 2.4 Özgül ağırlık deney sonuçları

Kaya Türü	Özgül Ağırlık (-)	Standart Sapma
Haynes Kireçtaşı (HK)	2,73	0,04
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	2,75	0,00
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	2,88	0,04
Karabacak Serpantiniti (KS)	2,77	0,02



Şekil 2.17 Özgül ağırlık deney süreci: örneklerin kurutulması (a), örnekler ve piknometreler (b), hassas terazi ile ölçüm (c), ve hava boşaltma işlemi (d) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.3.3 Etkin (Görünür) Porozite ve Toplam Porozite

Porozite, boşluk hacminin toplam hacme oranı olarak tanımlanır. Porozite bayağı kesir ya da yüzde olarak ifade edilebilir. Kültürel Faaliyetler Restorasyon ve Koruma Çalışmaları Uluslararası Merkezi (ICCROM, 1999) kayaçların boşluk yapısının bilinmesinin, malzemelerin karakterize edilmesinde, farklı ayrışma koşullarında davranışlarının tahmin edilmesinde, bozunma derecesinin belirlenmesinde ve koruma yaklaşımlarının tespitinde oldukça önemli olduğunu belirtmiştir. Kayacın porozite türünün saptanması, boşluk yapısı içerisinde su geçişinin ve kaya ile su arasındaki etkileşimin anlaşılması açısından önemlidir (ICCROM, 1999).

Çalışma alanındaki kayaçların porozite değeri ISRM (1981)'e göre yürütülen deneyler yardımıyla belirlenmiştir. Kayaçların hem toplam porozite ve hemde birbirleri ile bağlantılı boşlukların neden olduğu görünür (efektif) porozite değerleri belirlenmiştir. Görünür porozite hesaplamaları için boy/çap oranı 2 olan silindirik kaya numuneleri kullanılmıştır. Deney prosedürü kaya örneğinin 24 saat su içerisine tamamen batırılmış halde tutulmasına dayanır. Daha sonra numunelerin suya doymuş yüzey kuru, su içerisinde doymuş ve değişmez kütleye kadar kurutulmuş haldeki kuru

ağırlıkları kaydedilir. Numunelerin toplam hacmi Arşimet terazisi kullanılarak bulunur.

$$\text{Suya doygun ağırlık, } Msat = B - A \quad (2.4)$$

$$\text{Kuru ağırlık, } Ms = C - A \quad (2.5)$$

$$\text{Boşluk hacmi, } Vv = (Msat - Ms)/\rho_w \quad (2.6)$$

$$\text{Effektif porozite, } n = \frac{Vv}{V} \times 100 \quad (2.7)$$

A : Kuru ağırlık (gr),

B : Suya doygun yüzey kuru ağırlık (gr),

C : Su içinde ağırlık (gr),

V : Toplam hacim, cm³,

ρ_w : Suyun yoğunluğu, g/cm³.

Kayaçların görünür porozite değerleri HK %0,08, DK %0,19, KBK %0,15, ve KS %0,72 olarak bulunmuştur (Tablo 2.5 ve 2.9). Görünür porozite değerleri üç farklı kireçtaşı türünde çok az fark göstermektedir. Karabacak Serpantiniti muhtemelen dokusu, yapısı ve kökensel grubu nedeniyle en yüksek porozite değerini vermiştir. Anon (1979) sınıflamasına göre, porozitesi 1%'den düşük olanlar “çok düşük poroziteli” kayalar olarak sınıflandırılır. Porozite kaya kalitesi ve durabilitesinin bir belirteçidir. Düşük poroziteli kayalar, yüksek poroziteli ve yüksek ortalama boşluk çapına sahip kayalara oranla bozunmaya karşı daha az duyarlıdır (Buj et al., 2010). Düşük porozite değerleri nedeniyle daha dirençli olan doğal taşlar, tuz kristallenmesine, donma-çözülme ve ıslanma-kuruma döngü etkilerine nedeniyle oluşan ayrışmaya daha dayanıklıdır. DLH (2007), zırh taşları için limit porozite değerlerini 0% ile 5% arasında sınırlandırmıştır. Böylelikle, deneye tabi tutulan kayalar, görünür porozite değerleri açısından istenen kaliteyi sağlamaktadırlar.

Kayaçların toplam porozite değerleri TS EN 1936 (2006)'da belirtilen prosedüre uygun olarak belirlenmiştir. Toplam porozite, birbiriyle bağlantılı olan ve olmayan boşlukların bir ölçüsüdür. Görünür porozite, karot numunelerinin suya doygun ağırlık, sudaki ağırlık ve kuru ağırlık değerlerinden belirlenir. Toplam porozite ise

numunelerin toz haline getirilmesiyle saptanan özgül ağırlık yardımı ile saptanır. Toplam porozite yüzde olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$P = \frac{\rho_b}{\rho_r} \times 100 \quad (2.8)$$

P : Toplam porozite %,

ρ_b : Görünür yoğunluk g/cm³,

ρ_r : Gerçek yoğunluk g/cm³.

Kaya numunelerinin toplam porozite değerleri %2,78 ile %5,10 arasındadır (Tablo 2.5 ve 2.9). HK en düşük toplam porozite değerine sahipken, KBK en yüksek toplam porozite değerine sahiptir. Etkin porozite kayaçların durabiliteleri açısından toplam poroziteye oranla daha önemli bir parametredir. Çünkü etkin porozite kayaçların su alma davranışlarını aktif olarak etkilenmektedir (Molina vd., 2011) . DLH (2007)'ye göre zırh taşlarının toplam porozite değerlerinin 0 ve 5% arasında olması gerektiği belirtilmiştir. HK, DK, ve KS toplam poroziteleri açısından belirtilen sınır değerler içerisinde yer alırken %5,10 toplam poroziteye sahip olan KBK, DLH (2007)'de belirtilen sınır değer olan 5%'i çok az aşmaktadır.

Tablo 2.5 Görünür ve toplam porozite deney sonuçları

Kaya Türü	Görünür Porozite (%)	Standart Sapma (%)	Toplam Porozite (%)
Haynes Kireçtaşı (HK)	0,08	0,03	2,78
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	0,19	0,09	2,95
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	0,15	0,06	5,10
Karabacak Serpantiniti (KS)	0,72	0,55	3,07

2.1.3.4 Kuru ve Doygun Yoğunluk

Yoğunluk, numune kütlelerinin toplam hacmine oranıdır ve t/m³ olarak ifade edilir. Kuru ve suya doymuş yoğunluk değerleri su emme ve efektif porozitenin

saptanmasında kullanılan ağırlık değerlerinden elde edilir. Bu değerler, suya doymun yüzey kuru ağırlık (B), kuru ağırlık (A) ve su içinde doymun ağırlıktır (C). Kuru ve suya doymun yoğunluk hesaplamalarında kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$\rho(kuru) = \frac{M_s}{V} \quad (2.9)$$

$$\rho(suya\ doymun) = \frac{M_{sat}}{V} \quad (2.10)$$

ρ : yoğunluk,

M_s : kayacın kuru kütlesi (gr),

M_{sat} : kayacın suya doymun kütlesi (gr),

V : toplam hacim (cm³).

Kaya numunelerinin kuru yoğunluk değerlerinin 2,707 - 2,791 t/m³, suya doymun yoğunluk değerlerinin ise 2,708 -2,793 t/m³ arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 2.6 ve 2.9) Suya doymun ve kuru olarak HK en düşük, KBK ise en yüksek yoğunluk değerlerine sahiptir (Tablo 2.6 ve 2.9). Anon (1979)’a göre 2,55 t/m³ ve 2,75 t/m³ arasında kuru yoğunluk değerlerine sahip olan HK, DK ve KS “yüksek yoğunluklu kaya”, 2,75 t/m³ ‘den daha yüksek yoğunluğa sahip olan KBK ise “çok yüksek yoğunluklu kaya” olarak sınıflandırılmıştır.

CIRIA/CUR (2007) yoğunluğun zırh taşları için bir kalite control ölçütü olduğunu belirtilmiştir. CIRIA/CUR sınıflamasına göre, yoğunluğu 2.7 t/m³ den büyük kayalar “mükemmel kaliteli malzemeler” olarak sınıflandırılır. Yoğunluk ve ağırlıkça su emme zırh taşı olarak kullanılan kayaçların stabilitesinde rol oynayan hacim ve ağırlık ilişkisi açısından önemli fiziksel parametrelerdir (Smith, 1999). Avrupa standartlarında (EN 13383-1:2002), zırh taşı olarak kullanılması planlanan kayaçların yoğunluk değerlerinin 2,30 t/m³ ten yüksek olması gerektiği belirtilmiştir. DLH (2007)’ya göre zırh taşları için yoğunluk alt sınır değeri 2,6 t/m³ olarak belirtilmiştir. İncelenen kaya türlerin tümünün yoğunluğu belirtilen sınır değerlerin üzerindedir (Tablo 2.6 ve 2.9).

Tablo 2.6 Kuru ve doymun yoğunluk deney sonuçları

Örnekler	Kuru Yoğunluk (t/m ³) ±STD	Doymun Yoğunluk (t/m ³) ±STD
Haynes Kireçtaşı (HK)	2,707±0,016	2,708±0,016
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	2,721±0,003	2,722±0,002
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	2,791±0,062	2,793±0,062
Karabacak Serpantiniti (KS)	2,736±0,042	2,743±0,039

2.1.3.5 Kuru ve Doymun Birim Hacim Ağırlık

Kaya numunelerinin kuru ve suya doymun birim hacim ağırlıkları yoğunluk değerleri kullanılarak ISRM 1974-2006’da önerilen ve aşıaıda verilen eşıtlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Kuru birim ağırlık = \rho_d \times 9.8 \quad (2.11)$$

$$Suya doymun birim ağırlık = \rho_{sat} \times 9.8 \quad (2.12)$$

ρ_d : Numunenin kuru yoğunluğu (KN/m³),

ρ_{sat} : Numunenin suya doymun yoğunluğu (gr/cm³)

İncelenen kaya numunelerinin kuru ve suya doymun birim hacim ağırlık değerleri Tablo 2.7 ve 2.9’da verilmiştir. Kaya numunelerinin kuru birim hacim ağırlığı değerleri 26,55 - 27,33 KN/m³ arasında değişmektedir. HK en düşük değere ve KBK en yüksek birim hacim ağırlığı değere sahiptir (Tablo 2.7 ve 2.9). Suya doymun birim hacim ağırlığı değerleri ise 26,56 - 27,34 KN/m³ arasında değişmektedir. Kayaçların suya doymun birim hacim ağırlıkları boşluklarındaki suyun etkisi ile kuru birim hacim ağırlıklarından az da olsa yüksektir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım (USDA) ve Ulusal Kaynaklar Koruma Servisi (NRCS) (2012)’ye göre 2,24 g/cm³ den daha yüksek birim hacim ağırlığına sahip kayalar, yüksek gerilmeye maruz kalacak agrega, filtre,

drenaj malzemesi, riprap ve diğer yüksek durabiliteye gereksinim duyulan inşaat uygulamaları için uygun kaya malzemesi anlamına gelen “sınıf I yüksek seviye” olarak tanımlanmışlardır. Çalışılan kayaların 2.24 g/cm^3 değerinden daha yüksek birim hacim ağırlığı değerine sahiptir.

Tablo 2.7 Kayaçların kuru ve doymuş birim hacim ağırlıkları

Kaya Türü	Kuru Birim Ağırlık (KN/m^3)	Standart Sapma ($\pm$)	Doymuş Birim Ağırlık (KN/m^3)	Standart Sapma ($\pm$)
Haynes Kireçtaşı (HK)	26,55	0,19	26,56	0,20
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	26,66	0,02	26,68	0,02
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	27,33	0,57	27,34	0,57
Karabacak Serpantiniti (KS)	26,76	0,42	26,84	0,38

2.1.3.6 Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği

Ultrasonik hız iletkenlik deneyi boy/çap oranı 2 olan silindirik karot numuneleri üzerinde ISRM 2014 tarafından önerilen yöntemle göre yapılmıştır. P-dalga hızı ölçümleri için, 54 KHz’lik transducera sahip Proceq Pundit Lab Plus deney düzeneği kullanılmış ve kayaçların kuru ve suya doymuş P-dalga hızı değerleri ölçülmüştür (Şekil 2.18). P-dalga hızı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$V_p = \frac{L}{T} \quad (2.13)$$

V_p : P-dalga hızı (m/sn);

L : Geçiş mesafesi (m)

T : Geçiş zamanı (sn).

Deney sonuçları Tablo 2.8 ve 2.9’da sunulmuştur. P-dalga hızı değeri her bir kaya türü için 20 örneğin ortalama değerleri alınarak elde edilmiştir. P-dalga hızı değerleri kuru numuneler için 5764 m/sn ile 6198 m/sn, suya doymuş numuneler için 6219 m/sn

ile 6561 m/sn arasında değiştiği görülmüştür. IAEG (1979)' e göre 5 km/s üzerinde P-dalga sahip olan kayalar “  ok yüksek P-dalga hızı” olarak sınıflandırılmıştır. Bütün incelenen kayalar 5 km/s üzerinde P-dalga hızı göstermiştir ve “ ok yüksek P-dalga hızı” sınıfında yer almaktadırlar. Kaya gözeneklerindeki suyun etkisiyle numunelerin suya doygun P-dalga hızı değerleri, kuru durumdakilere oranla daha yüksektir. P-dalga hızı kaya kalitesi ve durabilitesi için iyi bir göstergedir. Örneğin, porozite ve ayrışma derecesi arttı a P-dalga hızı azalır. P-dalga hızı ayrıca malzeme içerisindeki mikro-çatlakların va kaya heterojenitesinin saptanması için uygun bir yöntemdir.



şekil 2.18 Ultrasonik hız iletkenliği ölçüm cihazı (Kişisel arşiv, 2017)

Tablo 2.8 Kaya numunelerinin kuru ve doygun P-dalga hızı değerleri

Kaya Türü	Kuru P-Dalga Hızı (m/sn)	Standart Sapma (�)	Doygun P-Dalga Hızı (m/sn)	Standart Sapma (�)
Haynes Kireçtaşı (HK)	6198	135	6561	324
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	5989	192	6219	152
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	6025	185	6471	159
Karabacak Serpantiniti (KS)	5764	415	6258	468

Tablo 2.9 Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri

Deney	Standartlar ve Yöntemler	Deney Sayısı	Deney Sonuçları (Ortalama±Standart Sapma)			
			HK	DK	KBK	KS
Görünür Porozite (%)	ASTM C 97-83	30	0,08±0,03	0,19±0,09	0,15±0,06	0,72±0,55
Toplam Porozite (%)	TS EN 1936 (2006)	2	2,78	2,95	5,10	3,07
Atmosferik Koşullar Altında Ağırlıkça Su Emme (%)	ASTM D6473-15	30	0,03±0,01	0,07±0,03	0,05±0,02	0,27±0,21
Vakum Altında Ağırlıkça Su Emme (%)	RILEM (1980)	5	0,18±0,01	0,13±0,01	0,22±0,02	0,28±0,02
Kuru Yoğunluk (t/m ³)	ISRM 1974-2006	30	2,707±0,016	2,721±0,003	2,791±0,062	2,736±0,042
Suya doymuş Yoğunluk (t/m ³)	ISRM 1974-2006	30	2,708±0,016	2,722±0,002	2,793±0,062	2,743±0,039
Özgül Ağırlık (-)	TS EN 1936 (2006)	2	2,73	2,75	2,88	2,77
Kuru Birim Hacim Ağırlık (KN/m ³)	ASTM D6473-15	30	26,53±0,15	26,66±0,03	27,33±0,61	26,81±0,41
Doygun Birim Hacim Ağırlık (KN/m ³)	ASTM D6473-15	30	26,56±0,20	26,68±0,02	27,34±0,57	26,84±0,38
Kuru P-dalga Hızı (m/sn)	ISRM (2014)	20	6198±135	5989±192	6025±185	5764±415
Doygun P-dalga Hızı (m/sn)	ISRM (2014)	20	6561±324	6219±152	6471±159	6258±468

2.1.4 Kayaçların Mekanik Özellikleri

Kayaçların mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Zemin-Kaya Mekanik Laboratuvarı'nda ASTM D 5331-08, TS 699 (2009), ISRM 1981 ve ISRM 2007-2014 standartlarında öngörülen yöntemlere uygun olarak bir seri deney yapılmıştır. Deneyler için değişik boylarda 54 mm çapında silindirik karot numuneleri ile prizmatik şekilli kaya numuneleri kullanılmıştır (Şekil 2.19). Örnekler ocaklardan getirilmiş olan kaya bloklarından, karot alma ve taş kesme makinaları yardımıyla hazırlanmıştır (Şekil 2.20).

Kayaçların mekanik özelliklerinin saptanmasına yönelik analizler kayaçların indeks özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerine göre sınıflandırılması amacı ile yapılır. Bu çalışmada incelenen kaya numuneleri üzerinde yürütülen deneylerle, kayaçların tek eksenli basınç direnci, nokta yükleme dayanım indeksi, Brazilian (in-direkt) çekme direnci ve çatlak tokluğu değerleri saptanmıştır.



Şekil 2.19 Tek eksenli basınç direnci, nokta yükleme dayanım indeksi ve Brazilian (in-direkt) çekme direnci deneyleri için hazırlanan karot numuneleri (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.20 Karot alma ve taş kesme makineleri (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.1 Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi

ISRM 1981 standardına uygun olarak yapılan tek eksenli basınç direnci deneyinde her bir kaya türü için 8 adet kuru ve 8 adet suya doymuk olmak üzere toplam 16 karot numunesi kırılmıştır ve sonuçlar Tablo 2.10'da sunulmuştur. Deneylerde kullanılan silindirik karot örneklerinin boy/çap oranı 2 olarak belirlenmiştir. Birçok araştırmada gerçekçi sonuçların elde edebilmesi için boy/çap oranının 2,0 ile 2,5 arasında olması ve numune çapının 50 mm'den daha az olmaması gerektiği belirtilmiştir (ASTM, 2014). Deneyde tüm kaya türleri için 2 kN/s yükleme hızı uygulanmıştır. Deney için 200 ton kapasiteli tam otomatik hidrolik pres kullanılmıştır (Şekil 2.21). Numuneler hazırlanırken büyük hassasiyet gösterilmiş, blok örneklerden silindirik karot numuneleri çıkartılmış ve elmas testereli kesme ve düzeltme makinalarıyla silindirik karot numunelerinin alt ve üst yüzeyleri 0,02 mm hata payıyla düzleştirilmiştir.

Tek eksenli basınç direnci deneyinde iki çelik platen arasına yerleştirilen silindirik karot numunesine sabit hızda yükleme yapılmış ve kaya kırılıncaya kadar yükleme devam ettirilmiştir. Tam otomatik hidrolik presten kırılma anındaki maksimum yük bilgisi alınmış ve kayaların tek eksenli basınç direnci değerleri aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$UCS = \frac{P}{A} \quad (2.14)$$

UCS: Tek eksenli basınç direnci

P: Kırılma anındaki maksimum yük (KN),

A: Yükleme alanı (cm²).

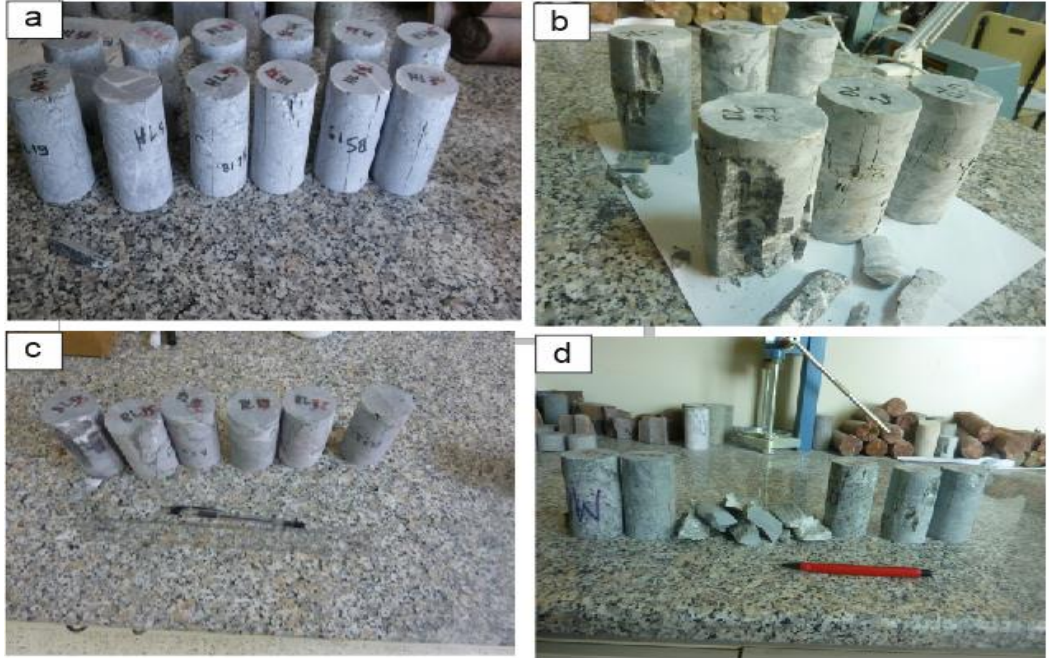
Yapılan petrografik analiz sonucunda Kayaçların homojen ve izotrop oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, deney tek eksen üzerinde yapılmıştır. Tablo 2.10 ve 2.20’ de görüldüğü üzere Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantinitinin kuru tek eksenli basınç dirençleri sırasıyla 78,5 MPa, 80,09 MPa, 86,58 MPa ve 134,84 MPa olarak belirlenmiştir. Aynı sıralamayla, suya doymuş tek eksenli basınç dirençlerinin ise 64,99 MPa, 69,26 MPa, 65,01 MPa ve 118,14 MPa olduğu saptanmıştır. Deney sonuçlarına göre kuru numunelerin tek eksenli basınç dirençleri suya doymuş numunelere oranla daha yüksektir. Su içeriği etkisine bağlı olarak kaya numunelerinde gelişen direnç kaybı yukarıda belirtilen sıraya uygun olarak %17,21, %13,52, %24,91 ve %12,38 mertebesinde gelişmiştir. Karabacak Serpantiniti en yüksek tek eksenli basınç direnci değerine sahipken Haynes Kireçtaşı en düşük direnç değerine sahiptir (Tablo 2.10 ve 2.20). Su içeriğinin neden olduğu dayanım kaybı Karabacak Serpantinitinde en düşük oranda iken bu değer Karabacak Breşik Kireçtaşında en yüksek orana ulaşmıştır.

Tek eksenli basınç direnci deneyleri sonrasında kırılan karot numunelerin kırılma şekilleri incelenmiş ve bunların kayaç litolojisine bağlı olarak farklılık sunduğu görülmüştür (Şeki 2.22). Yenilme sonrası HK ve DK’da eksenel ayrılma gözlenirken KBK’da eksenel ayrılma ve Y-şekilli yenilme, KS’de ise eksenel ayrılmanın yanı sıra,

tek bir düzlem boyunca makaslama ve çoklu kırıklanma gözlenmiştir (Şekil 2.22). Çoklu kırılma gözlenen örnekler, eksenel ayrılma gösterenlere oranla daha yüksek yükler altında kırılmıştır. Karabacak Serpantiniti örnekleri tek eksenli basınç direnci deneyi esnasında değişken yükler altında kırılmışlardır. Bu nedenle numuneler içerisinde en yüksek standart sapma değeri bu kayada görülmektedir (Tablo 2.10 ve 2.20). Kırılan numuneler üzerinde yapılan görsel incelemelerde, yüksek dolomit ve kalsit içeren numunelerin, serpantin oranı yüksek olanlara oranla daha yüksek yükler altında kırıldığı belirlenmiştir. Ayrıca yüksek kalsit ve dolomit içeren serpantinit numuneleri, çoklu kırılma-parçalanma şeklinde yenilirken yüksek serpantin oranına sahip numunelerde eksenel ayrılma şeklinde yenilmelerin geliştiği saptanmıştır. ISRM (1978)'e göre 50-100 MPa arasındaki dayanıma sahip kayalar “Yüksek Dayanımlı Kayalar” 100 ile 250 MPa aralığındaki dayanıma sahip olan kayalar ise, “çok yüksek dayanımlı kayalar” olarak sınıflanmışlardır. Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı ve Karabacak Breşik Kireçtaşı ISRM, 1978'e göre “yüksek dayanımlı kayalar”, Karabacak serpantiniti ise “çok yüksek dayanımlı kayalar” sınıfında yer almaktadır. Deneye tabi tutulan kayaların tek eksenli basınç dayanımlarının yüksek-çok yüksek aralığında yer alması, yüksek durabilite için iyi bir belirteçtir.



Şekil 2.21 Tek eksenli basınç direnci deney makinesi (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.22 Tek eksenli basınç direnci sonrasında örneklerde gelişen kırılma türleri; Haynes Kireçtaşı eksenel yarılmayı göstermektedir (a), Doğanbey Kireçtaşı eksenel yarılmayı göstermektedir (b), Karabacak Breşik Kireçtaşı eksenel yarıлма ve Y-biçimli kırılma göstermektedir (c) ve Karabacak Serpantiniti eksenel yarıлма ve parçalanma göstermektedir (d) (Kişisel arşiv, 2017)

Tablo 2.10 Tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Kaya Türü	Deney Şartları	Tek Eksenli Basınç Direnci (Minimum) (MPa)	Tek Eksenli Basınç Direnci (Ortalama) (MPa)	Tek Eksenli Basınç Direnci (Maksimum) (MPa)	Standart Sapama ($\pm$)
Haynes Kireçtaşı (HK)	Kuru	66,8	78,57	97,28	12,14
	Doygun	49,62	64,99	85,17	12,42
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	Kuru	65,83	80,09	97,75	11,45
	Doygun	58,11	69,26	82,88	9,19
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	Kuru	71,19	86,58	101,75	11,19
	Doygun	30,2	65,26	89,4	20,53
Karabacak Serpantiniti (KS)	Kuru	115,43	134,84	160,2	16,53
	Doygun	81,43	118,14	150,51	23,17

2.1.4.2 Nokta Yükleme Dayanım İndeksi Deneyi

Nokta yükleme dayanım indeksi deneyi, özellikle arazi koşullarında bir kayanın tek eksenli basınç direncinin tahmin edilmesi için hızlı ve ekonomik bir yöntemdir. Bu deneyin amacı sağlam kaya numunelerini karakterize etmek ve sınıflamaktır. Bu çalışmada nokta yükleme deneyinde her bir kaya türü için 8 kuru ve 8 suya doygun olmak üzere toplam 16 adet kaya numunesi kırılmıştır. Kullanılan 54 mm çapındaki karot numunelerinin boy/çap oranı 1'e eşittir. Numunelerin seçiminde ve deneye hazır hale getirilmesinde oldukça özen gösterilmiştir.

ASTM D 5731-08 standardına göre gerçekleştirilen deneyde, silindirik karot numunelerine eksenel konumda yükleme uygulanmıştır (Şekil 2.23). Deney esnasında yük 10-60 saniye içerisinde yenilme meydana gelinceye kadar düzenli olarak artırılmıştır. Tamamen bir yüzey boyunca ayrılan (kırılan) numunelere ait deneyler geçerli sayılmış, bir kesit boyunca kırılma gösteren numunenin deneyi iptal edilmiştir.

Deney esnasında elde edilen kırılma yükleri aşağıda belirtilen eşitlikler yardımı ile saptanmış ve her bir kaya türüne ait düzeltilmiş I_{s50} değeri belirlenmiştir:

$$I_s = \frac{P}{De^2} \quad (2.15)$$

I_s : Nokta yükleme dayanım indeksi (kg/cm^2)

P : Yenilme yükü, kg,

De : Eş karot çapı, cm,

A : Uç temas noktası boyunca belirlenen kesit alanı, cm^2 .

$$De^2 = \frac{4A}{\pi}; \quad (2.16)$$

50-53 mm çap arasındaki değişimde düzeltme formülü uygulanır. Düzeltilmiş nokta yükleme indeksi aşağıdaki formül kullanılarak yapılır.

$$I_{s(50)} = F \times I_s \quad (2.17)$$

$$F = \left(\frac{De}{50}\right)^{0.45} \quad (2.18)$$

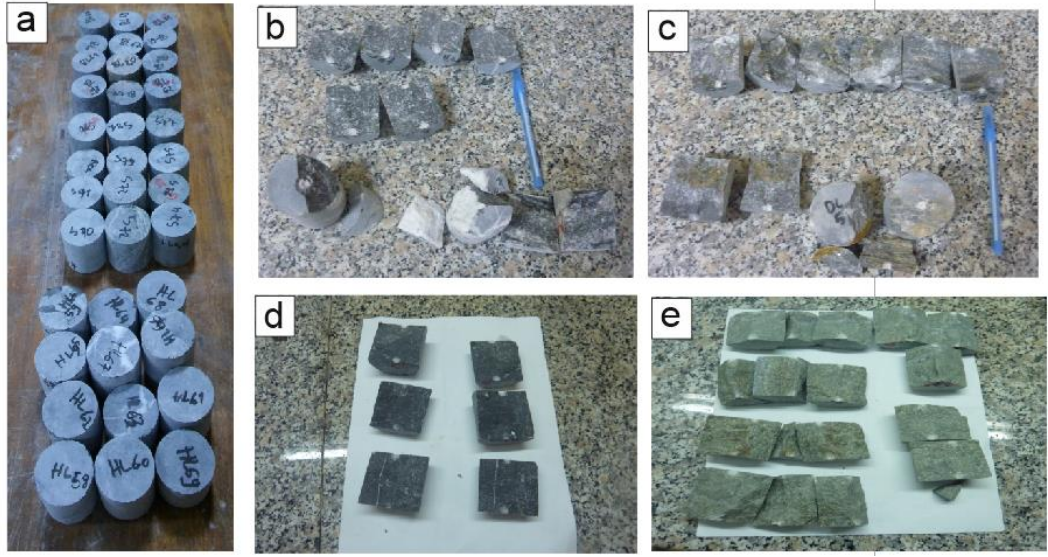
F : Düzeltme faktörüdür.

Tablo 2.11 ve 2.20’de kaya numunelerine ait olan minimum, ortalama ve maksimum nokta yükleme dayanım indeksi değerlerini içerir. Su etkisi nedeniyle kuru değerler, suya doygun değerlerden daha yüksektir. Kuru ortalama değerler kayaların sınıflaması amaçlı kullanılmıştır. Kayaların kuru nokta yük dayanım indeksi değerlerinin 3,73 ve 10,87 MPa, suya doygun nokta yük dayanım indeksi değerlerinin ise 2,84-8,39 MPa arasında olduğu belirlenmiştir. Bieniawski (1984)’ ye göre 2-4 MPa arasında nokta yükleme dayanım indeksine sahip olan kayalar “orta dayanımlı kayalar” 4-8 MPa arasında nokta yükleme direncine sahip kayalar “yüksek dayanımlı kayalar” 8 MPa’dan daha yüksek dayanıma sahip kayalar ise “çok yüksek dayanımlı

kayalar” olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre Haynes ve Doğanbey Kireçtaşları orta dayanımlı kayalar, Karabacak Breşik Kireçtaşı yüksek dayanımlı kaya, Karabacak Serpantiniti ise çok yüksek dayanımlı kaya grubunda yer almaktadır. Nokta yükleme deneyinde numuneler aksel ayrılma ve makaslama şeklinde yenilmişlerdir (Şekil 2.24). Nokta yükleme dayanım indeksi sonuçlarına göre incelenen kaya türlerinin “orta-çok yüksek dayanımlı” kayalar grubunda yer alması, onların zırh taşları amaçlı kullanımı açısından pozitif bir sonuçtur.



Şekil 2.23 Nokta yükü dayanım indeksi deney makinesi (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.24 Nokta yükü dayanım indeksi deney numune yenilme şekilleri; deney öncesi numunelerinin genel görünümü (a), eksenel yarılmayı ve kesmeyi gösteren Haynes Kireçtaşı (b), eksenel ve kesme kırılmaları gösteren Doğanbey Kireçtaşı (c), eksenel yarılmayı gösteren Karabacak Breşik Kireçtaşı (d), ve eksenel yarılmayı gösteren Karabacak Serpantiniti (e) (Kişisel arşiv, 2017)

Tablo 2.11 Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantinit'in nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Kaya Türü	Deney Şartları	Nokta Yükü Dayanım İndeksi Minimum (MPa)	Nokta Yükü Dayanım İndeksi Ortalama (MPa)	Nokta Yükü Dayanım İndeksi Maksimum (MPa)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	Kuru	2,03	3,73	7,1	1,77
	Doygun	2,2	2,84	3,77	0,53
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	Kuru	1,55	3,89	6,01	1,54
	Doygun	2,34	3,73	5,79	1,20
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	Kuru	4,8	5,48	7,29	0,87
	Doygun	3,03	5,09	7,54	1,59
Karabacak Serpantiniti (KS)	Kuru	7,74	10,87	13,68	2,43
	Doygun	3,33	8,39	12,83	2,83

2.1.4.3 Brazilian (İn-direkt) Çekme Deneyi

Çekme dayanımı, çekme gerilmesi altında kaya malzemesinin kırılmaya karşı gösterdiği dirençtir. Direkt çekme dayanımı deneyi, numune hazırlamadaki güçlükler ve zaman kaybı nedeniyle oldukça komplike bir deneydir. Direkt çekme yerine çok hızlı ve ekonomik açıdan uygun bir yöntem olduğu için dolaylı (in-direkt) çekme deneyi gerçekleştirilmiştir. In-direkt çekme deneyi boy/çap oranı 0,25'e eşit olan disk şekilli kaya numuneleri üzerinde yapılmıştır. Toplam 80 örnek deneye tabi tutulmuştur. Her bir kaya türü için 10'ar numune kuru ve suya doymun koşullarda test edilmiştir. Deney, ASTM D 3967-08'e göre gerçekleştirilmiştir ve deneyde nokta yükleme dayanım indeksi deney aleti kullanılmıştır. Konik uçlar yerine düz platenlerin kullanılması dışında deney düzeneğinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Numune, tek eksenli olarak sıkıştırılarak deney gerçekleştirilmiştir. Kayaçların Brazilian in-direkt çekme dirençleri aşağıdaki formül yardımıyla "MPa" cinsinden hesaplanmıştır:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2.29)$$

σ_t : Çekme gerilmesi (MPa),

P: Kırılma anında uygulanan maksimum yük, KN,

L: Numunenin kalınlığı (mm), ve

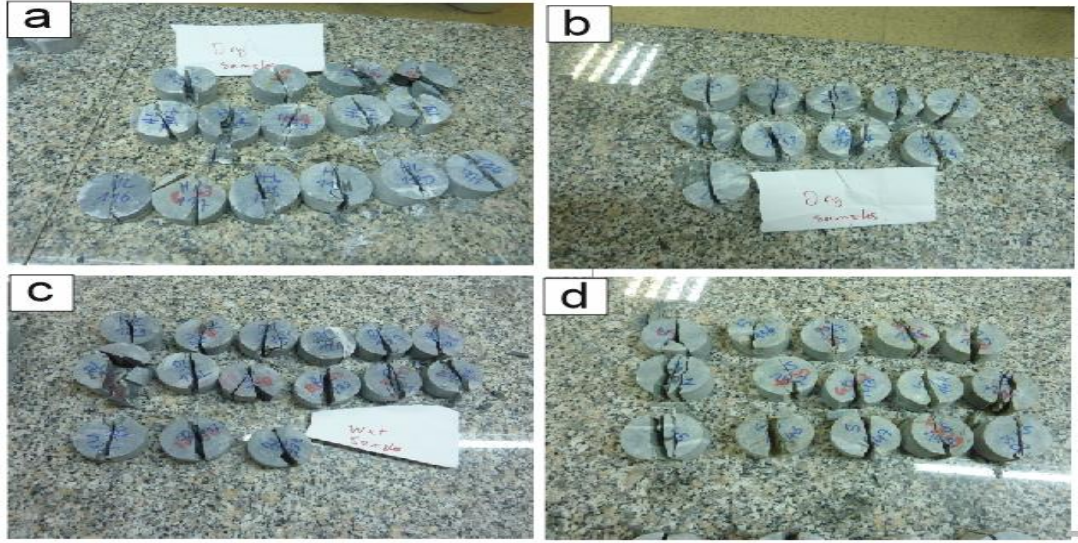
D: Numunenin çapı (mm).

Deney sonuçları Tablo 2.12 ve 2.20'de sunulmuştur. Kaya numunelerinde merkezi yenilme, çoklu yenilme ve Y-şekilli yenilme olmak üzere üç farklı yenilme türü gözlenmiştir; Baskın yenilme türü merkezi ve çok merkezli yenilme şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 2.25). Basınca maruz bırakılan numunede çekme çatlakları, örneği birbirine paralel iki veya üç düzlem boyunca bölecek şekilde gelişmiştir. Su etkisi nedeniyle, suya doymun numuneler kuru numunelere oranla daha düşük yükler

altında kırılmıştır. Brazilian çekme gerilmesi değerleri kuru örneklerde 8,48-13,84 MPa arasında, suya doygun numunelerde ise 7,24-11,53 MPa arasında elde edilmiştir. Backstrom vd. (2009) tarafından, kayaçların Brazilian indirekt çekme gerilmesi değerlerine göre önerilen sınıflandırmaya göre, incelenen kireçtaşları “yüksek dirençli kaya malzemesi”, Karabacak Serpantiniti ise “çok yüksek dirençli kaya malzemesi” olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2.12). CIRIA/CUR kalite sınıflamasına göre ise, 10 MPa’dan daha yüksek Brazilian indirekt çekme direncine sahip kayaçlar “mükemmel kalitede malzeme” ve 5-10 MPa arasındaki kayaçlar ise “iyi kalitede malzeme” olarak sınıflanmıştır. HK, DK ve KBK’nın Brazilian indirekt çekme dirençlerinin 5-10 MPa arasında, KS ise 10 MPa’dan daha yüksek Brazilian indirekt çekme gerilmesi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak, incelenen kayaların zırh taşı malzemesi olarak kullanıma uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 2.12 Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Karabacak Serpantiniti’nin Brazilian (in-direkt) çekme direnci deney sonuçları

Kaya Türü	Deney Şartları	Brazilian Çekme Direnci Minimum (MPa)	Brazilian Çekme Direnci Ortalama (MPa)	Brazilian Çekme Direnci Maksimum (MPa)	Standart Sapma ($\pm$)	Çekme Direnci Sınıflandırması (Bakstrom vd., 2009)	
						Çekme Direnci (MPa)	Sınıf
Haynes Kireçtaşı (HK)	Kuru	6,42	8,48	10,07	1,41	5-10	Yüksek
	Doygun	3,95	7,65	12,21	2,63	5-10	Yüksek
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	Kuru	7,16	8,84	11,66	1,41	5-10	Yüksek
	Doygun	4,09	7,24	9,32	1,45	5-10	Yüksek
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	Kuru	7	9,07	11,3	1,36	5-10	Yüksek
	Doygun	5,13	7,67	9,62	1,35	5-10	Yüksek
Karabacak Serpantiniti (KS)	Kuru	9,7	13,84	19,83	3,16	10-25	Çok Yüksek
	Doygun	4,96	11,53	16,39	3,47	10-25	Çok Yüksek



Şekil 2.25 Brazilian in-direkt çekme direnci deneyi sonrasında numunelerin yenilme şekilleri: Haynes Kireçtaşı (a), Doğanbey Kireçtaşı (b), Karabacak Breşik Kireçtaşı (c), ve Karabacak Serpantiniti (d) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.4 Mod I Kırılma Tokluğu

Çatlak tokluğu, yükleme altında kaya malzemesinin çatlak oluşumuna karşı gösterdiği dirençtir. Deney, ISRM (2007-2014)'e göre çentikli/dişli yarı-dairesel karot numuneleri üzerinde yapılan deneyde, kaya parçalanması, delinmesi, kesilmesi ve tünel açılması gibi mühendislik projelerinde kullanılmak üzere, kaya malzemesinin sınıflama ve karakterizasyonu amacıyla yapılır. Numune hazırlamasındaki zorluk nedeniyle, kayaçların çatlak tokluğunu temsil eden Mod I değeri, ampirik yöntemler kullanılarak saptanabilmektedir. Zhang ve diğ. (2002) tarafından değişik kaya türleri üzerinde yürütülen çalışmada, çatlak tokluğu (Mod I) ile çekme gerilmesi arasında aşağıda belirtilen bir ilişkinin olduğunu belirtilmiştir.

$$\sigma_t = 6,88K_{ic} \quad (2.20)$$

İncelenen kayaçların çatlak tokluğu hesaplamalarında, kaya numunelerin kuru haldeyken saptanan Brazilian indirekt çekme direnci değerleri kullanılmıştır. Kayaçların çatlak tokluğu değerlerinin 1,23 ile 2,01 MPa.m^{1/2} arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2.13 ve 2.20). CIRIA/CUR (2007) kalite sınıflanmasına göre

çatlak tokluğu değerlerin 1 ile 1,7 MPa.m^{1/2} sahip olan kayaçlar “iyi kalitede kaya malzemeleri”, 1,7 MPa.m^{1/2}’den büyük olan kayaçlar ise “mükemmel kalitede kaya malzemeleri” olarak sınıflandırılmıştır. CIRIA/CUR (2007)’ye göre Haynes, Doğanbey ve Karabacak Breşik Kireçtaşları “iyi kalitede kaya malzemeleri” Karabacak Serpantiniti ise “mükemmel kalitede kaya malzemesi” olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.13 Brazilian indirekt çekme direnci (kuru) ve Mod I kırılma dayanımı

Kaya Türü	Brazilian Çekme Dayanımı (Kuru) (MPa)	Mod I Kırılma Dayanımı (MPa.m^{1/2})
Haynes Kireçtaşı (HK)	8,48	1,23
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	8,74	1,27
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	9,07	1,32
Karabacak Serpantiniti (KS)	13,84	2,01

2.1.4.5 Darbe Direnci Deneyi

İncelenen kaya numuneleri üzerinde yürütülen darbe dayanımı deneyi TS 699 (2009)’a göre yapılmış ve sonuçlar Tablo 2.14’te verilmiştir. Yöntem, 40±1 mm boyutlarındaki kübik numuneye, yenilme veya çatlak oluşumu gerçekleşinceye kadar tekrarlı çekiç darbesi uygulanmasına dayanır. Deney, her bir kaya türü için 6 kuru ve 6 suya doymun olacak şekilde toplam 48 örnek üzerinde yapılmıştır. Darbe dayanımı test cihazı içerisine yerleştirilen numunelerin üstü çelik bir levhayla kaplanmış ve daha sonra 50 kg ağırlığındaki bir tokmak belirli bir yükseklikten numuneler üzerine düşürülmüştür (Şekil 2.26). Düşürme başlangıç yüksekliği numune hacmine bağlı olarak (0,04 V (cm³)) seçilmiş ve düşürme, yüksekliği yenilme oluncaya kadar başlangıç yüksekliği oranında arttırılmıştır. Deneye kaya numunesinde yenilme oluşuncaya kadar devam edilmiş ve yenilmenin gerçekleştiği darbe sayısı not edilmiştir. Yenilme, artan düşürme yüksekliğine bağlı olarak gelişen geri sıçrama

yüksekliğinin sabit kalması veya numunelerde belirgin kırılma ve çatlamanın oluşması ile temsil edilir.

Darbe dayanım değeri aşağıdaki formülle hesaplanır ve “N mm/mm³” olarak ifade edilir.

$$\text{Darbe direnci} = n(n + 1) \quad (2.21)$$

n: Yenilme anındaki darbe sayısıdır.

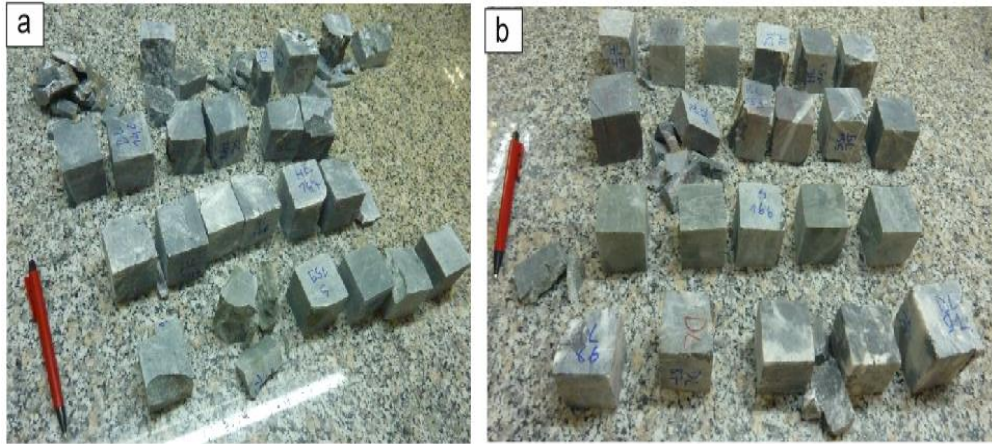
İncelenen kaya numunelerinin darbe dayanım değerlerinin kuru numuneler için 10,33-25,20 N mm/mm³, suya doymun numuneler için 7,25-14,4 N mm/mm³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Kuru numuneler üzerinde yürütülen deneylerde doymun numunelere oranla daha yüksek darbe direnci değerleri elde edilmiştir (Tablo 2.14 ve 2.20). KS, en yüksek darbe dayanımı değerini verirken, HK en düşük darbe dayanımı değerini vermiştir. KBK, DK’ye göre daha yüksek değerler vermiştir. Deney esnasında kayaların ayrılma ve tamamen dağılma şeklinde olmak üzere iki farklı şekilde yenildiğini gözlenmiştir (Şekil 2.27).

Tablo 2.14 Darbe direnci deney sonuçları

Kaya Türü	Deney Şartları	Darbe Direnci (N mm/mm ³)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	Kuru	10,33	5,57
	Doygun	8,33	4,27
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	Kuru	16,80	4,38
	Doygun	7,25	2,68
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	Kuru	20	0,00
	Doygun	14,40	7,67
Karabacak Serpantiniti (KS)	Kuru	25,20	13,01
	Doygun	14,00	6,00



Şekil 2.26 Darbe direnci deney cihazının görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.27 Darbe direnci deneyi ile kırılmış olan kuru numuneler (a) ve suya doygun numuneler (b) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.6 Los Angeles Darbeli Aşınma Kaybı

Los Angeles testi, kayaçların darbe etkisiyle parçalanmaya karşı gösterdikleri direncin belirlenmesi için kullanılan standart bir test metodudur (BS EN 1097-2, ASTM C 131 / C 131 M-14). Deney, benzer mineral dağılımlarına sahip değişik agregaların göreceli kalitesini ve sağlamlığını belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. TS EN 1097-2 standardına uygun olarak gerçekleştirilen deney esnasında Los Angeles aşındırma cihazı, çelik küreler, standart elekler, hassas terazi ve etüv kullanılmıştır. Los Angeles deney aleti, 12 mm kalınlığında çelikten üretilmiş, 508 mm çap ve 711 mm uzunluğa sahip, yatay bir dönme eksenine sahip silindirik şekilli bir tamburdan oluşmaktadır (Şekil 2.28). TS EN 1097-2 deney şartları uygun olarak 10-14 mm tane boyu aralığında ve her bir kaya türü için iki ayrı döngüye karşılık gelecek 10 kg olmak üzere toplam 40 kg numune kullanılmıştır. Deneye tabi tutulan 5 kg kırmataşın %65'i 10-12,5 mm ve %35'i 12,5-14 mm tane boyu aralığındaki numunelerden seçilmiştir.

Deney için 5000 gr yıkanmış ve kurutulmuş kırmataş numunesi hassas terazi ile tartılarak hazırlanır. Daha sonra silindirik tambur içerisine çapları 45-49 mm arasında olan 11 adet çelik bilye ve 5000 gr kırmataş numunesi eklenir. Tamburun cıvatalı kapağı kapatılır ve tamburun 31-33 devir/dakika hızında 500 devir dönmesi sağlanır. İşlem sonunda tambur içerisinden çıkartılan agregalar 1,6 mm göz açıklığına sahip elekte su altında elenir ve elek üstü malzeme etüvde değişmez kütleye kadar kurutularak tartılır. Bu çalışmada deney her bir kaya grubu için iki kez tekrarlanmış ve elde edilen sonuçlar aritmetik ortalaması alınmıştır (Tablo 2.15). Yüzde kütle kaybı ile ifade edilen Los Angeles katsayısı, aşağıdaki formül yardımıyla saptanır.

$$\%LA = \frac{5000-M}{50} \quad (2.22)$$

%LA: Los Angeles Katsayısı,

M: 1,6 mm elek üzerinde tutulan agregaların gram cinsinden kuru ağırlığı.

Deney prosedürü itibariyle düşük Los Angeles katsayısı sert ve dayanımlı kaya malzemelerini işaret etmektedir. Deneye tabi tutulan kaya numunelerden KS en düşük (%14), HK'ise en yüksek (%30) Los Angeles katsayısı değerlerini vermiştir. Deney sonucunda KBK için %22 ve DK için %24 Los Angeles katsayısı değerleri saptanmıştır (Tablo 2.15 ve 2.20).

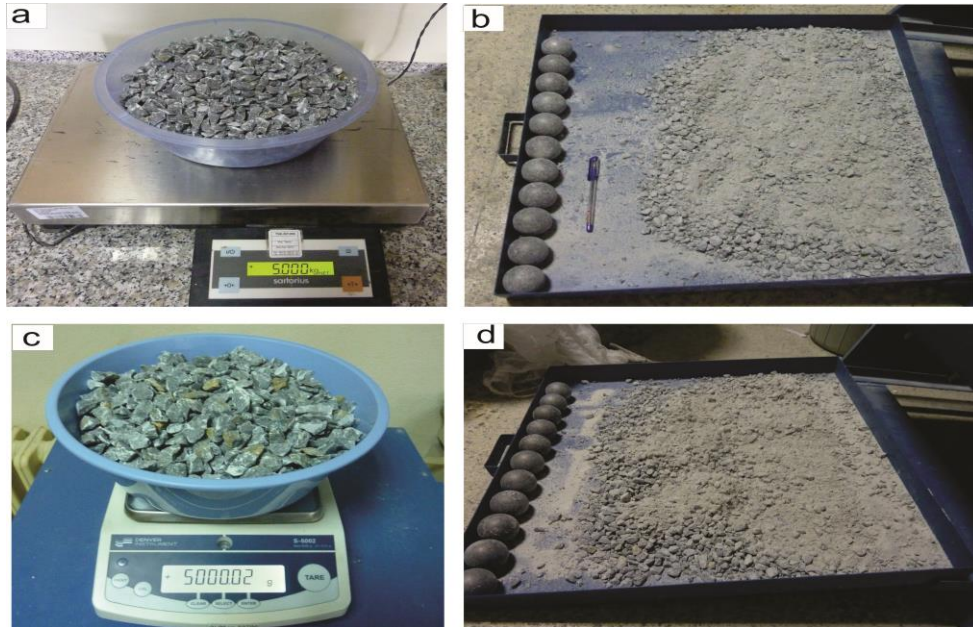
Deneyler sonucunda elde edilen düşük Los Angeles aşınma kaybı değerleri, Güzelbahçe balıkçı barınağında zırh taşı olarak kullanılan kaya türlerinin kalitesine ilişkin iyi bir göstergedir. Ayrıca deney sonuçlarına ait standart sapma değerlerinin düşük olması, tekrarlanan test sonuçlarının tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 2.15 ve 2.20). Deneye tabi tutulan kırmataş numuneleri üzerinde deney sonrası yürütülen görsel inceleme sonucunda, HK den üretilen kırma taşlarda ezilme, yuvarlaklaşma ve daha küçük parçalara ayrılma şeklinde fiziksel bozunmanın geliştiği görülmüştür (Şekil 2.29). En fazla ince tane dağılımı HK den üretilen kırma taşlarda geliştiği gözlenmiştir. Aynı şekilde KBK ve DK kırmataş numunelerinin de deney esnasında ezildiği, yuvarlaklaştığı ve parçalandığı saptanmıştır (Şekil 2.29 ve 2.30). KS kırmataş numunelerinin ise Los Angeles darbeli aşınma deneyinden en az etkilenen kaya grubu olduğu belirlenmiştir. Buna uyumlu olarak deney sonrası en az ince tane dağılımına sahip olan kaya grubunun KS olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.30).

Tablo 2.15 Los Angeles deney sonuçları

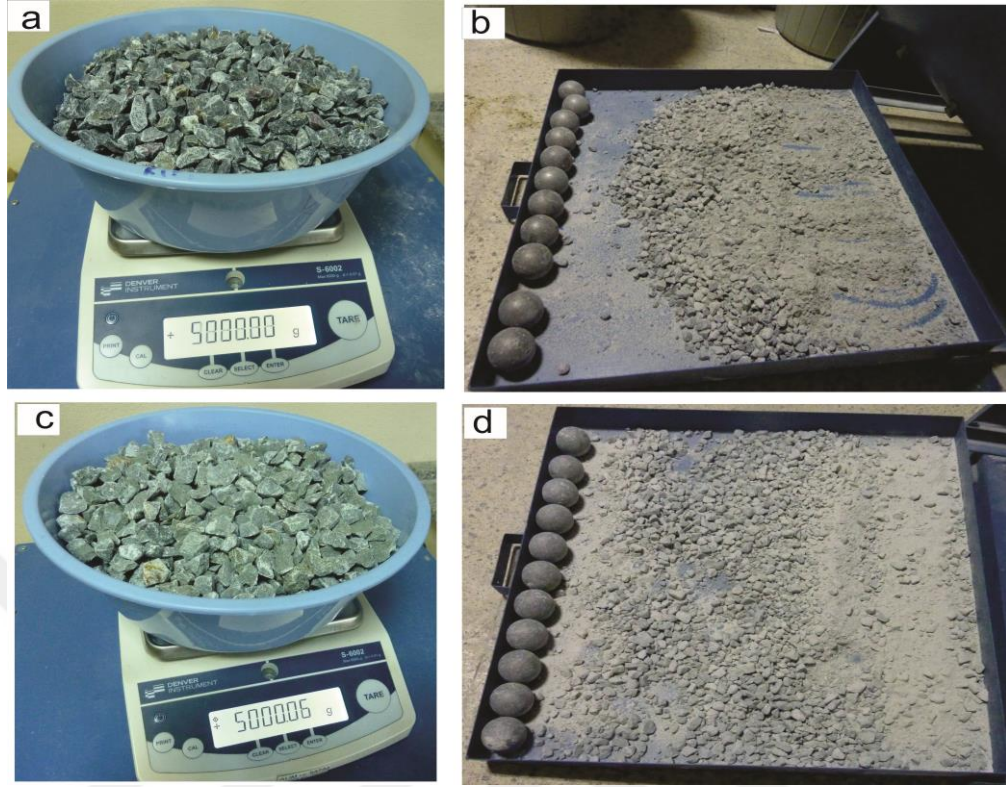
Kaya Türü	Los Angeles Darbeli Aşınma Kaybı Ortalama (%)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	30,15	0,03
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	24,35	0,03
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	22,85	0,49
Karabacak Serpantiniti (KS)	14,02	0,05



Şekil 2.28 Los Angeles darbeli aşınma kaybı deney makinesinin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.29 Los Angeles deney öncesi ve sonrası Haynes ve Doğanbey Kireçtaşı numunelerinin görünümü; Haynes Kireçtaşı deney öncesi (a), Haynes Kireçtaşı deney sonrası (b), Doğanbey Kireçtaşı deney öncesi (c) ve Doğanbey Kireçtaşı deney sonrası (d) (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.30 Los Angeles deney öncesi ve sonrası Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Serpantinit numunelerinin görünümü; Karabacak Beşik Kireçtaşı deney öncesi (a), Karabacak Breşik Kireçtaşı deney sonrası (b), Karabacak serpantiniti deney öncesi (c) ve Karabacak Serpantiniti deney sonrası (d) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.7 Mikro-Deval Deneyi

Micro-Deval testi agregaların aşınmaya karşı direncini belirlemek için kullanılan bir test yöntemidir (TS EN 1097-1). ASTM D 6928-10 standardı, kaba agregaların aşınma ile parçalanma direnci tayini için standart yöntem olarak Mikro-Deval'i tanımlamıştır.

Deneyde 10-14 mm tane boyut aralığında kırma taş numuneleri kullanılır. Deneyde kullanılan 500 gram ağırlığındaki numunenin %65'i 10-12,5 mm, %35'i ise 12,5-14 mm dane boyu aralığındaki kırma taştan oluşmaktadır. Deney ekipmanları Mikro-Deval aşınma makinesi, yıkama ve saklama kapları, standart elekler, etüv ve hassas

terazidir. Deney makinesi paslanmaz çelikten üretilmiş iki adet silindirik tambur, toplam 10 kg ağırlığında 10 mm çaplı çelik küre ve devir sayacından oluşmaktadır (Şekil 2.31). Deneyde 100 ± 5 devir / dakikalık bir hızla 12000 devir gerçekleştirilir.

Deney öncesi standartlara uygun olarak hazırlanmış olan 500 gram kırmataş numunesi yıkanarak değişmez kütleye kadar kurutulmuş ve hassas terazide tartılarak numune kuru ağırlığı not edilmiştir. Daha sonra örnek ve 5000 gr çelik bilya tambur içine konularak üzerine 2 litre musluk suyu ilave edilmiştir. Tamburun cıvatalı kapağı dikkatli bir şekilde kapatılmış ve Mikro-Deval makinesine yerleştirilerek tamburun 12000 devir dönmesi sağlanmıştır. İşlem sonunda, numuneler 1,6 mm elek üzerinde dikkatlice yıkanmış, elek üstü numuneler değişmez kütleye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlığı kaydedilmiştir. Mikro-Deval deney aletinin iki tamburu olması nedeniyle, her kaya türü için iki test numunesi aynı zamanda deneye tabi tutulmuş ve sonuç olarak her iki deney sonucunun ortalaması alınarak standart sapması belirlenmiştir (Tablo 2.16 ve 2.20).

Deney sonrası kütle kaybının yüzde ile ifade edildiği Mikro-Deval katsayısı (MDE) aşağıdaki formül yardımıyla saptanmıştır:

$$\% \text{ Kaybı} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (2.23)$$

A: Deney öncesi numune kuru ağırlığı (gr),

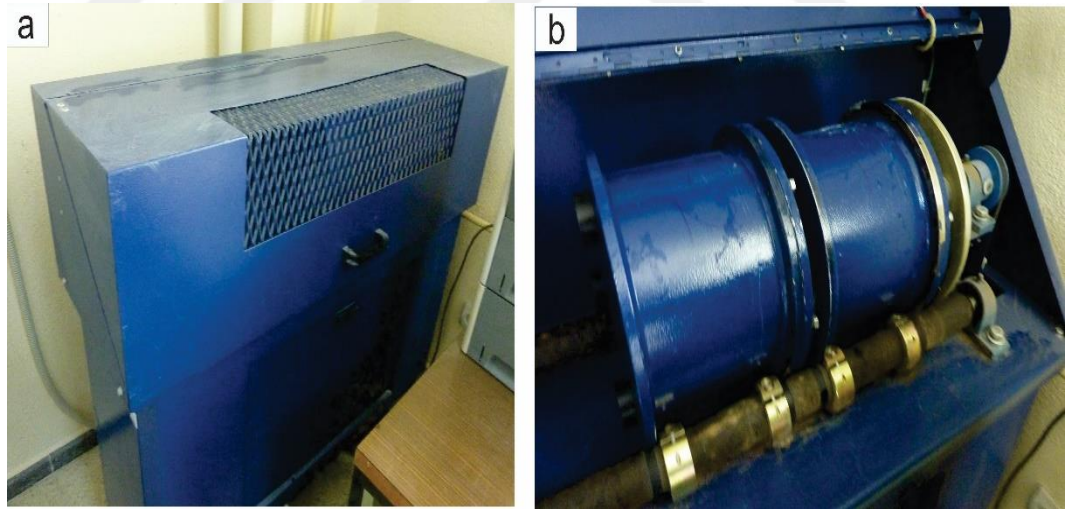
B: Deney sonrası numune kuru ağırlığı (gr).

Tablo 2.16 ve 2.20' de belirtilen sonuçlara göre Mikro-Deval deneyi sonrası %16,58 ile en düşük kütle kaybı KS'de, %28,44 ile en yüksek kütle kaybı ise HK'de gelişmiştir. DK, KBK için sırasıyla %22,28 ve %24,05 kütle kaybı değerleri saptanmıştır. Düşük MDE değerleri sağlam ve dayanıklı agregaları temsil etmektedir. Bu anlamda CIRIA/CUR (2007), mühendislik projelerinde uygun agrega seçimi açısından, orta dereceli aşındırıcı ortam için MDE_{30} , yüksek dereceli aşındırıcı ortam için MDE_{20} ve çok aşındırıcı ortam için MDE_{10} değerlerinin kullanılmasını önermektedir. Tablo 2.16 ve 2.20'de görüldüğü gibi Güzelbahçe Balıkçı Barınağında

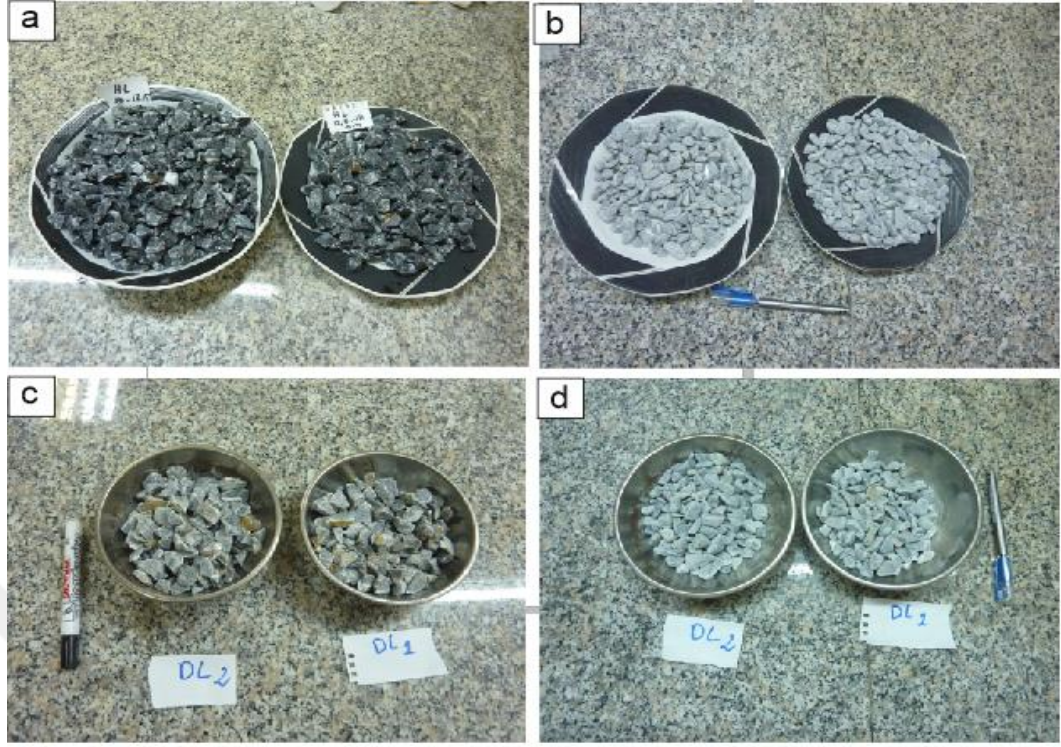
kullanılan kayaların CIRIA/CUR (2007)'a göre yüksek ve orta dereceli aşındırıcı ortamlar için uygun olduğu, çok aşındırıcı ortamlar için uygun olmadığı belirlenmiştir. Deney sonrası çıplak gözle yapılan incelemeler sonucunda, numunelerin kenarlarının düzleştiğini ve boyutlarının küçüldüğü görülmüştür (Şekil 2.32 ve 2.33).

Tablo 2.16 Mikro-Deval deney sonuçları

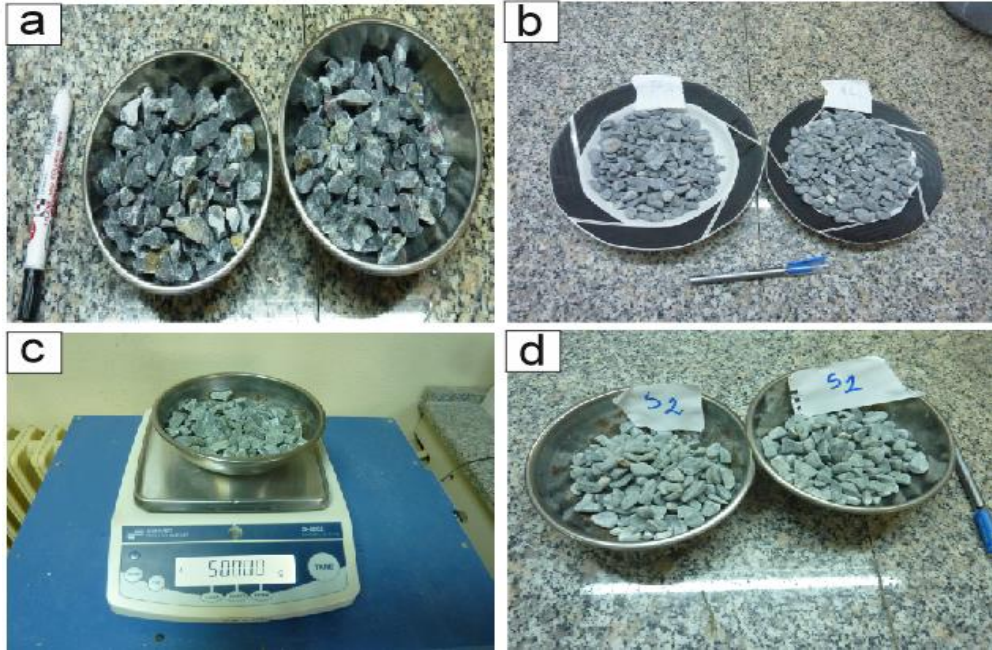
Kaya Türü	Mikro-Deval Değerleri Ortalama (%)	Standart Sapma ($\pm$)
Haynes Kireçtaşı (HK)	28,44	1,04
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	22,28	0,69
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	24,05	1,43
Karabacak Serpantiniti (KS)	16,58	0,87



Şekil 2.31 Mikro-Deval deney düzeneği (a) ve çelik tamburlar (b) (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.32 Mikro-Deval deney öncesi ve sonrası Haynes ve Doğanbey Kireçtaşı numunelerinin görünümü; Haynes Kireçtaşı deney öncesi (a), Haynes Kireçtaşı deney sonrası (b); Doğanbey Kireçtaşı deney öncesi (c) ve Doğanbey Kireçtaşı deney sonrası (d) (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.33 Mikro-Deval deney öncesi ve sonrası Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Serpantinit numunelerinin görünümü; Karabacak Breşik Kireçtaşı deney öncesi (a), Karabacak Kireçtaşı deney sonrası (b); Karabacak Serpantinit deney öncesi (c) ve Karabacak Serpantinit deney sonrası (d) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.8 Böhme Aşınma Deneyi

Böhme yüzeysel aşınma, kayaçların yüzeysel aşındırıcı etkenlere karşı aşınma direncinin belirlenmesinde kullanılan bir test metodudur (BS EN 14157:2004). Böhme yüzeysel aşınma testi, sürekli olarak dalga etkisi ve balıkçı-piknikçiler tarafından yaratılan yüzeysel aşındırıcı etkenlerin, zırh taşları üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesi açısından kullanışlı bir deneydir.

Güzelbahçe balıkçı barınağı'nda kayaçlar üzerinde yürütülen Böhme yüzeysel aşınma kaybı deneyinde her bir kaya türü için 6 şar adet olmak üzere toplam 24 adet 7.1cm kenar uzunluğuna sahip kübik kaya numunesi kullanılmıştır. Deneyde Böhme yüzeysel aşınma test makinesi, standart aşındırıcı toz, etüv, hassas terazi ve kumpas kullanılmıştır (Şekil 2.34). Deney kurutulmuş kaya numuneleri üzerinde ve laboratuvar sıcaklığında ($25 \pm 3^\circ\text{C}$) yapılmıştır.

İlk olarak deney öncesi kaya numunelerinin kuru haldeki görünür yoğunluğu saptanmıştır. Daha sonra kaya numunesi yatay konumlu bir disk üzerine yerleştirilmiş ve numune üzerine 30 kg/cm^2 lik yük uygulanması sağlanmıştır. Disk üzerine standart aşındırıcı tozu dökülmesi sonrası diskin yatay eksene paralel şekilde 22 kere dönmesi sağlanmıştır. Her döngüden sonra disk yüzeyi ve numunenin aşınmaya maruz kalan yüzeyi fırça ile temizlenmiş ve numune, aşınan yüzeyi aşağıda kalacak şekilde 90 derece döndürülerek tekrar numune tutucu içerisine yerleştirilmiştir. 16 kere tekrarlanan bu işlem sonrasında numuneler yıkanmış ve kurutularak tartılmıştır.

Aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenen Böhme yüzeysel aşınma kaybı 50 cm^2 lik numune yüzeyinde oluşan aşınmanın cm^3 cinsinden ifadesi şeklinde verilmektedir.

$$\Delta v = \frac{\Delta m}{\rho_b} \quad (2.24)$$

Δv : 16 döngü sonrası toplam hacim kaybı (cm^3);

Δm : 16 döngü sonrası toplam kütle kaybı (gr) ve

ρ_b : Numunenin görünür yoğunluğudur (gr/cm^3).

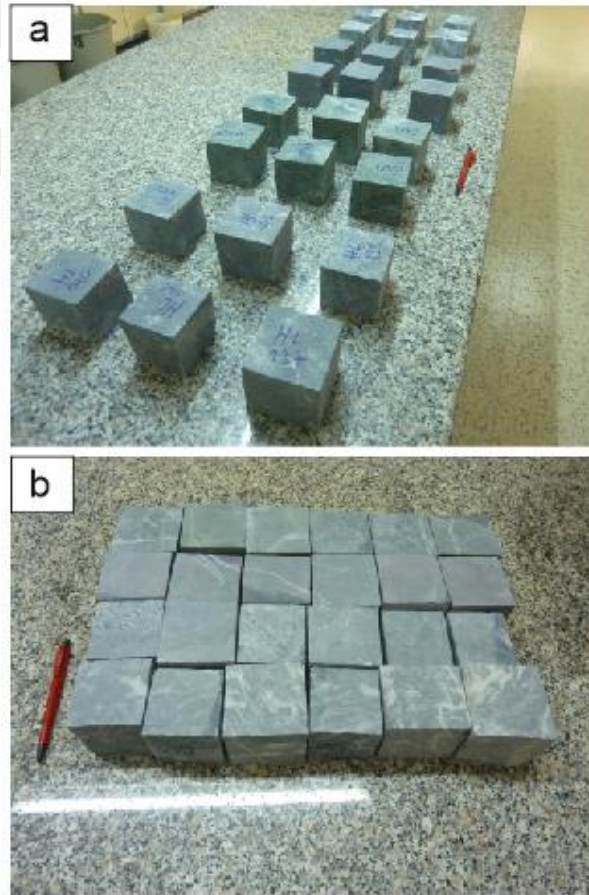
Böhme yüzeysel aşınma kaybı için saptanan düşük değer, kayacın yüzeysel aşınmaya karşı dirençli olduğunu ifade etmektedir. Güzelbahçe Balıkçı Barınağında zırh taşı olarak kullanılan kayaçların Böhme yüzeysel aşınma kaybı değerlerinin 6,83 ile 14,14 $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$ arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 2.17 ve 2.20). Böhme aşınma testinde en düşük kayıp değeri KS’de gözlenirken HK’da ise en yüksek aşınma kaybı değeri saptanmıştır (Tablo 2.17 ve 2.20). DK ve KBK’da ise sırasıyla 11,06 ve 12,18 $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$ gibi birbirine yakın değerler belirlenmiştir. 16 döngüden sonra numuneler üzerinde yapılan görsel incelemede, numune yüzeylerinde hafif bir aşınma gözlenmiştir (Şekil 2.35). Bu durum kayaçların aşınmaya karşı dirençleri açısından iyi bir göstergedir.

Tablo 2.17 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney sonuçları

Kaya Türü	Böhme Yüzeysel Aşınma Kaybı ($\text{cm}^3/50\text{cm}^2$)	Standart Sapma ($\pm$)
Haynes Kireçtaşı (HK)	14,14	0,84
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	11,06	0,63
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	12,18	0,83
Karabacak Serpantiniti (KS)	6,83	1,69



Şekil 2.34 Böhme yüzeyel aşınma kaybı deney makinesi görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.35 Böhme yüzeyel aşınma deney öncesi ve sonrası kübik numunelerinin görünümü; Kübik numuneler deney öncesi (a) ve kübik numuneler deney sonrası (b) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.9 Disk Aşınma Deneyi

Disk aşınma (WWA) deneyi kayaçların doğal yapı taşı olarak kullanılmaları planlandığında, yüzeysel aşınmaya karşı dirençlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir test yöntemidir (EN 14157:2004). Zırh taşlarının sürekli olarak yüzeysel aşındırıcı etkilere maruz kalmaları nedeniyle, yüzeysel aşınmaya karşı dirençlerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu anlamda Güzelbahçe Balıkçı Barınağında zırh taşı olarak kullanılan kayaçların yüzeysel aşınma kayıpları bu yöntem kullanılarak ayrıca belirlenmiştir.

100x70x50 mm³ boyutundaki prizmatik kaya numuneleri üzerinde yapılan deneyin Böhme yüzeysel aşınma deneyinden en büyük farkı, aşınma esnasında ortaya çıkan kaya tozunun aşındırıcı zımpara tozu ile beraber numune yüzeyinden ayrılması ve böylelikle toz kalitesinin bozulmamasıdır (Şekil 2.36). Her bir kaya türü için 5 ayrı numune üzerinde yürütülen çalışma esnasında toplam 20 adet kaya numunesi deneye tabi tutulmuştur. Deney esnasında disk aşınma test makinesi, standart aşındırıcı toz (zımpara tozu), kumpas ve etüv kullanılmıştır.

Deneye tabi tutulacak kaya numunesi disk aşınma makinesine yerleştirilerek sabitlenir ve numune hücresi serbest bırakılarak numunenin çelik disk ile teması sağlanır. Alet üzerinde yer alan aşındırıcı toz silosu doldurularak tozun boşalacağı vana kısmı, disk ile numune dokanağına gelecek şekilde ayarlanır. Daha sonra aşındırıcı toz vanasının açılmasını takiben diskin dönmesi sağlanır ve disk 60±3 saniyede 75 devir yapacak şekilde ayarlanır. Deney esnasında disk döndüğü sürece aşındırıcı tozun sabit debide akması son derece önemlidir. Hiçbir şekilde diskin numune üzerinde aşındırıcı tozsuz bir şekilde doğrudan dönmesine izin verilmemelidir. Test sonunda çelik diskin kaya numunesi üzerinde açmış olduğu oluk izinin kalınlığı, sınırlarından itibaren (L1 ve L2) üç farklı noktadan ölçülür ve saptanan ortalama değer disk aşınma değeri olarak kabul edilir (Şekil 2.37). Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere, düşük değerler yüksek disk aşınma direnci anlamına gelmektedir.

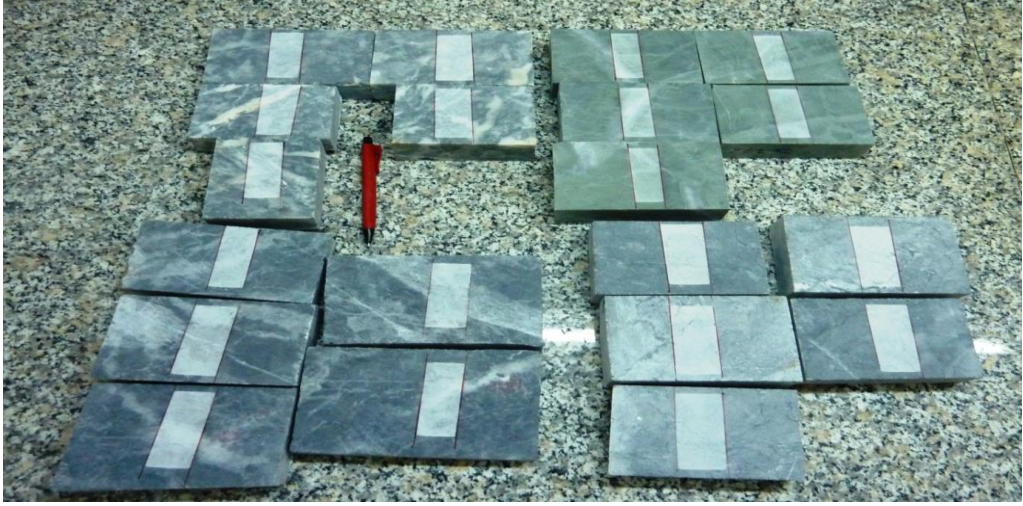
Tablo 2.18 ve 2.20’de görüldüğü üzere incelenen kayalar içinde 22,70 mm ile KS en düşük aşınma kaybını sunarken, 28,15 mm ile HK en yüksek aşınma değerini vermiştir. Bunları 25,42 mm ile KBK ve 26,32 mm ile DK izlemektedir.

Tablo 2.18 Disk aşınma kaybı deney sonuçları

Kaya Türü	Disk Aşınma Kaybı (mm)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	28,15	0,98
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	26,32	1,50
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	25,42	1,41
Karabacak Serpantiniti (KS)	22,70	1,14



Şekil 2.36 Disk aşınma kaybı deney makinesi görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.37 Disk aşınma deney sonrası numunelerin görünümü (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.4.10 Shore Sertliği

Shore sertliği testi, kayaçların shore sertlik değerinin belirlenmesinde kullanılan bir test yöntemidir (ISRM, 2006). Shore sertlik yöntemi, sadece sertliği belirlemek için bir test yöntemi olmayıp, aynı zamanda zayıf kayaçların tek eksenli basınç dayanımının tahmininde de kullanılabileceği belirtilmiştir (Altındağ vd., 2010). Kayaçların Shore sertliği değeri, Schmidt sertliği gibi geri tepme prensibine dayandığı için kayaçların içerdiği minerallerin yanı sıra kaya kalitesini arttıran diğer malzeme özelliklerine (dokusal, fiziksel ve mekanik) bağlı olarak değişmektedir. Bu anlamda Güzelbahçe Balıkçı Barınağında kullanılan kayaçların shore sertliği değerlerinin belirlenmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu çalışma kapsamında yürütülen deneyler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. ISRM (2006)'de, güvenilir sonuçlar elde etmek için en az 10 cm²'lik yüzey alanı ve en az 1 cm'lik kalınlığa sahip test örneklerinin kullanılmasını önerilmektedir. Bu çalışmada Shore sertliği ölçümleri, her kaya türü için 40×71×71 mm³ boyutlarında dörtgen prizma şekilli 5 örnek olmak üzere toplam 20 numune üzerinde yürütülmüştür (Şekil 2.39). C-2 model shore sertliği skleroskop aletinin kullanıldığı deney (Şekil 2.38), kuru numuneler üzerinde ve laboratuvar sıcaklık koşullarında gerçekleştirilmiştir.

Deneye tabi tutulacak yüzeyi pürüzsüz hale getirilen test örneğinin yüzeyi 5 er mm lik kareler oluşturulacak şekilde işaretlenmiş ve örnek cihaza yatay olarak yerleştirilmiştir. Daha sonra 2,44 g ağırlığında konik uçlu bir çekiç, test örneğine serbestçe düşürülmüş ve çekiç geri tepme yüksekliği 0-140 arasında değişen bir ölçeğe göre kaydedilmiştir. Düşürme işlemi her bir kare içerisinde tek sefer olacak şekilde yapılmış ve ölçümlere örnek kenarlarından 5 mm içeriden başlanmıştır. Her bir örnek için 20 ölçüm gerçekleştirilmiş elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması ile standart sapma değerleri belirlenmiştir (Tablo 2.19 ve 2.20).

İncelenen kayaçların shore sertliği değerlerinin 56,80-70,99 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 2.19 ve 2.20). KS en yüksek shore sertliği değeri sunarken, HK en düşük shore sertliği değeri sunmaktadır. DK ve KBK ise sırasıyla 59,43 ve 60,59 shore sertliği değerlerini vermiştir (Tablo 2.19 ve 2.20).

Tablo 2.19 Shore sertlik indeksi deney sonuçları

Kaya Türü	Shore Sertlik İndeksi	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	56,80	1,74
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	59,43	2,74
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	60,59	0,62
Karabacak Serpantiniti (KS)	70,99	1,50



Şekil 2.38 Shore sertlik indeks deney cihazı görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.39 Shore sertlik indeks deneyi için hazırlanan numunelerin genel görünümü
(Kişisel arşiv, 2017)

Tablo 2.20 Kayaçların mekanik özellikleri

Deney	Standartlar ve Yöntemler	Deney Sonuçları Ortalama $\pm$ Standart Sapma			
		HK	DK	KBK	KS
Tek Eksenli Basınç Direnci, Kuru (MPa)	ISRM, 1981	78,57 $\pm$ 12,14	80,09 $\pm$ 11,45	86,58 $\pm$ 11,19	134,84 $\pm$ 16,53
Tek Eksenli Basınç Direnci, Suyu Doygun (MPa)	ISRM, 1981	64,99 $\pm$ 12,42	69,26 $\pm$ 9,19	65,01 $\pm$ 20,53	118,14 $\pm$ 23,17
Nokta Yüğü Dayanım İndeksi, Kuru (MPa)	ASTM D5731-08	3,73 $\pm$ 1,77	3,89 $\pm$ 1,54	5,48 $\pm$ 0,87	10,87 $\pm$ 2,43
Nokta Yüğü Dayanım İndeksi, Suyu Doygun (MPa)	ASTM D5731-08	2,84 $\pm$ 0,53	3,73 $\pm$ 1,20	5,09 $\pm$ 1,59	8,39 $\pm$ 2,85
Brazilian (İn-direkt) Çekme Dayanımı, Kuru (MPa)	ASTM D3967-08	8,48 $\pm$ 1,41	8,74 $\pm$ 1,41	9,07 $\pm$ 1,36	13,84 $\pm$ 3,16
Brazilian (İn-direkt) Çekme Dayanımı, Suyu Doygun (MPa)	ASTM D3967-08	7,65 $\pm$ 2,64	7,24 $\pm$ 1,45	7,67 $\pm$ 1,35	11,68 $\pm$ 3,47
Mod I Kırılma Tokluğu (MPa.m ^{1/2})	ISRM, 2007	1,23	1,27	1,32	2,01
Darbe Direnci, Kuru (N mm/mm ³)	TS 699 (2009)	10,33 $\pm$ 5,57	16,80 $\pm$ 4,38	20 $\pm$ 0,00	25,20 $\pm$ 13,01
Darbe Direnci, Suyu Doygun (N mm/Mm ³)	TS 699 (2009)	8,33 $\pm$ 4,27	7,25 $\pm$ 2,68	14,40 $\pm$ 7,67	14,00 $\pm$ 6
Los Angeles (%Kaybı)	TS EN 1097-2	30,15 $\pm$ 0,03	24,35 $\pm$ 0,03	22,85 $\pm$ 0,49	14,02 $\pm$ 0,05
Mikro-Deval (%Kaybı)	TS EN 1097-1	28,44 $\pm$ 1,04	22,28 $\pm$ 0,69	24,05 $\pm$ 1,43	16,58 $\pm$ 0,86
Böhme Yüzeysel Aşınma (cm ³ /50 cm ²)	BS EN 14157:2004	14,14 $\pm$ 0,84	11,06 $\pm$ 0,63	12,18 $\pm$ 0,83	6,83 $\pm$ 1,67
Disk Aşınma Kaybı (mm)	EN 14157:2004	28,15 $\pm$ 0,98	26,32 $\pm$ 1,50	25,42 $\pm$ 1,41	22,70 $\pm$ 1,14
Shore Sertliği (-)	ISRM, 2006	56,80 $\pm$ 1,74	59,43 $\pm$ 2,74	60,59 $\pm$ 0,62	70,99 $\pm$ 1,50

2.1.5 Kayaçların Durabilite Özellikleri

Yapı taşlarının durabilitelerinin saptanması, kaya malzemesinin birçok özelliğinin beraber değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir süreçtir (Yavuz ve diğ. 2017). Kıyı mühendislik yapılarında değişik amaçlarla kullanılacak olan kayaçlar, başta dalga etkisi ve tuz kristallenmesi olmak üzere oldukça güçlü çevresel ayrıştırıcı etkilere maruz kalırlar. Bu nedenle kıyı yapılarında kullanılması planlanan kayaçların durabilitelerinin belirlenmesi, uzun dönem davranışlarının tahmin edilmesi açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada Güzelbahçe Balıkçı Barınağı'nda zırh taşı olarak kullanılmış olan 4 farklı kaya türünün durabilitesi değişik yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Öncelikle kayaçlar değişik çevresel ayrıştırıcı etkiler altındaki davranışlarının belirlenmesi amacıyla, donma-çözülme, ıslanma-kuruma ve magnezyum sülfat tuz kristallenmesi gibi hızlandırılmış ayrışma deneylerine tabi tutulmuşlar, bu deneyler esnasında ve sonucunda kayaçların malzeme özelliklerindeki değişimler saptanmıştır. Son olarak kayaçlar durabilitelerine göre doygunluk katsayısı, ıslak-kuru dayanım oranı ve statik kaya durabilite indeksi gibi durabilite saptama yöntemleri ile sınıflandırılmıştır.

2.1.5.1 Hızlandırılmış Ayrışma Deneyleri

Hızlandırılmış ayrışma deneyleri, kayaçların maruz kalabilecekleri donma-çözülme, tuz kristallenmesi ve ıslanma-kuruma gibi çevresel ayrıştırıcı etkilerin simule edilmesi amacıyla yapılır (Prikryl, 2013). Bu çalışmada, incelenen kaya numuneleri donma-çözülme, ıslanma-kuruma ve magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneylerine tabi tutulmuşlardır. Islanma-kuruma ve donma-çözülme deneyleri L/D oranı 2 olan silindirik karot numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneyler öncesi porozite, ağırlıkça su emme ve P-dalga iletim hızı gibi fiziksel özellikleri belirlenmiş olan kaya numunelerinin fiziksel özellikleri deney türüne bağlı olarak değişen sayıdaki tekrarlamalar (periyotlar) sonrasında ve deneylerin sona erdirilmesi sonrasında tekrar

ölçülmüş ve çevresel ayrışma faktörlerin kayalar üzerindeki etkisi detaylıca belirlenmiştir. Ayrıca, deneyler sonrasında kayaçların tek eksenli basınç dirençleri ve toplam kütle kayıpları da yapılan deneyler ile saptanmıştır.

Kayaçların malzeme özelliklerindeki değişim oranları, orijinal değerler 100 kabul edilerek normalize edilmiş ve ilgili tablo ve grafiklerde bu şekilde sunulmuştur.

2.1.5.1.1 Donma-Çözülme Deneyi. Donma-çözülme deneyinde derin dondurucu, fırın, su kovası ve hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 2.47). BS EN 12371:2010'e göre numunelerin 6 saat donducuda tutulduktan sonra 6 saat süre ile oda sıcaklığındaki suda bekletilerek içerisinde oluşan buz kristallerinin çözünmesinin sağlanması gerekmektedir. Fakat bu prosedürün, otomatik donma-çözülme döngüsü yapabilen bir cihaz olmadan izlenmesi mümkün değildir. Laboratuvarımızda normal derin dondurucu olası nedeniyle deney, üniversitenin çalışma saatlerinde bağlı kalınarak aşağıda belirtilen şekilde yürütülmüştür:

- Numuneler ilk olarak 24 saat saf su içerisinde bekletilerek suya doymun hale getirilmiştir.
- Daha sonra -20 ± 5 °C sıcaklıkta 17 saat boyunca derin dondurucuda donmaya maruz bırakılmıştır.
- Son olarak numuneler 20 ± 3 °C'deki laboratuvar sıcaklığında 7 saat süreyle su kovası içerisinde bekletilerek içerisinde oluşan buz kristallerinin çözünmesi sağlanmıştır.

Donma-çözülme deneyi sonrasında kaya numunelerinde gelişen kütle kaybı, aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla yüzdesel olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzde ağırlık kaybı} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (2.25)$$

A: Deney öncesi fırında kurutulmuş numunenin ağırlığı,

B: Deney sonrası fırında kurutulmuş numunenin ağırlığı.

Lienhart (1988) donma-çözölme sürecini ve kayalar üzerindeki ayrışma etkilerinin nedenlerini řu şekilde tanımlamıştır;

- Donma zamanı, boşluk basıncının hidrostatik kırılmaya neden olacak yeterli basıncı oluştuncaya kadar devam edecek şekilde seçilmelidir;
- Kaya en az %50 suya doymun olmalıdır;
- Eğer kaya %50 oranında suya doymun değilse, bu orana ulaşıncaya kadar donma-çözölme uygulanmalıdır;
- Kaya permeabilitesi sadece doymunluk oranına değil, ayrıca kayada gelişecek ayrışma türünü de etkiler;
- Boşluk boyutu buz oluşum sıcaklığını etkiler, donma döngüsü için -5 to -10°C sıcaklık değişim aralığı önemlidir;
- Suyun kaya içersine girebilmesi için hidrolik kapalı sisteme oranla hidrolik açık sistem daha büyük bir öneme sahiptir;
- Yağış, birikme suyu ve yüksek nem, donma-çözölme esnasında kaya bozunmasında anahtar rol oynar.

Donma-çözölme deneyi sonucunda incelenen kaya numunelerinde gelişen ağırlık kayıpları Tablo 2.21’de verilmiştir. Deney sonucunda HK ve KBK’da en düşük ağırlık kayıpları gözlenirken (%0,05), DK ve KS’de en yüksek kayıp değerleri (%0,07) gelişmiştir (Tablo 2.21 ve 2.35). Donma-çözölme deneyleri sonrasında kaya numunelerinde gelişmiş olan düşük kütle kayıpları bu kayaların durabilitelerinin yüksek olduğu konusunda önemli bir belirteçtir. Daha önce belirtilen gereçeler nedeniyle, heterojen bir iç yapısı olan KS numunelerinde, donma çözölme deneyi sonrasında %0,02 ile %0,14 gibi geniş bir aralıkta kütle kayıplarının geliştiği görölmüştür (Tablo 2.21 ve 2.35).

Tablo 2.21 Donma-çözülme deneyi sonrası gelişen kütle kaybı

Kaya Türü	Donma-Çözülme Minimum Kütle Kaybı (%)	Donma-Çözülme Ortalama Kütle Kaybı (%)	Donma-Çözülme Maksimum Kütle Kaybı (%)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	0,03	0,05	0,08	0,02
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	0,05	0,07	0,09	0,01
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	0,04	0,05	0,08	0,02
Karabacak Serpantiniti (KS)	0,02	0,07	0,14	0,04

Donma-çözülme deneyleri sırasında kaya fiziksel özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi, kaya uzun dönem davranışlarını öngörme açısından kullanışlıdır. Donma çözülme deneyi esnasında her 5 döngü sonrası kayaçların ağırlıkça su emme, görünür porozite ile kuru ve suya doygun koşullarda ultrasonik P-dalga iletim hızları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar tablo ve grafik olarak sunulmuştur (Tablo 2.22, Şekil 2.40-2.41).

Tablo 2.22 ve Şekil 2.40-2.41’de görüldüğü üzere 25 kere tekrarlanan donma-çözülme deneyi sonrasında, kaya numunelerinin görünür poroziteleri ile ağırlıkça su emme değerlerinde artış, P-dalga iletkenlik hızlarında ise bir azalma gelişmiştir. Bu durum donma-çözünme döngüsü esnasında kayaçlar içerisinde var olan gözeneklerin genişlemesi, yeni gözenek ve kılcal çatlak oluşması ile açıklanabilir.

Donma-çözülmeden görünür porozite ve ağırlıkça su emme anlamında en çok etkilenen kaya Karabacak Serpantiniti’dir. Bu durum, bu kayacın original haldeki görünür porozite ve su emme değerlerinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Orijinal halde incelenen kaya türleri içerisinde en düşük efektif porozite ve su emme değerlerine sahip olan Haynes Kireçtaşı, donma-çözülmeden en az etkilenen kaya türü olmuştur (Şekil 2.40).

Donma-çözülme etkisi altında incelenen kayaların ultrasonik P-dalga hızı değişimleri Şekil 2.41’de verilmiştir. Numunelerin donma-çözünme etkisiyle kuru P-dalga hızı değerleri, suya doymun olanlara oranla daha yüksek mıkarda düşmüştür. Bu durum donma-çözünme esnasında kaya numuneleri içerisinde gelişmiş olan ikincil gözeneklere suyun girmesi ile açıklanabilir.

Donma-çözülme deneyi sonrasında kayaçların ağırlıkça su emme oranlarındaki en yüksek artış %320 ile KBK’da, en düşük artış ise %47.61 ile KS’de gelişmiştir. Deney sonrasında HK’de %175, DK’da ise %128 oranında gelişmiştir (Şekil 2.42). Benzer durum kayaçların görünür poroziteleri için de geçerlidir. Donma-çözülme deneyi sonucunda KBK, HK, DK, ve KS kaya türlerinde sırasıyla %286, %180, %126 ve %56’lık artışlar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.43).

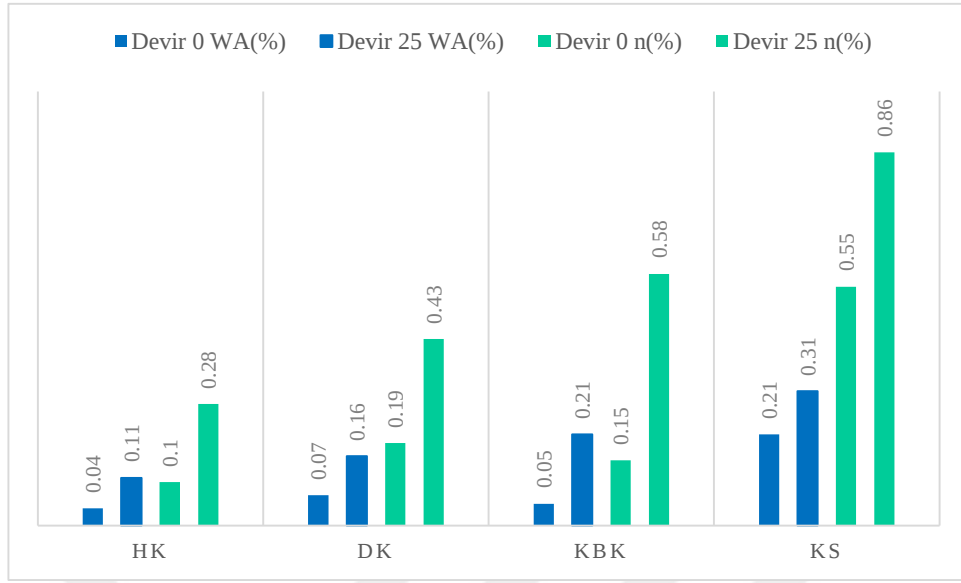
Donma-çözülme deneyi sonrasında kayaçların kuru P-dalga iletkenlik hızlarında değişik oranlarda azalmalar tespit edilmiştir (Tablo 2.22). P-dalga iletkenlik hızlarında en yüksek azalma %30 ile HK’da, en düşük azalma ise %6 ile KS’de gelişmiştir. Deney sonrasında DK ve KBK’nın P-dalga iletkenlik hızlarında %20 oranında düşüş olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.44).

Donma-çözülme deneyi sonrasında kayaçların suya doymun P-dalga iletkenlik hızlarındaki azalmalar ise %13 ile HK’da, %5 ile DK’da, %7 ile KS’de ve % 11 ile KBK’da olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.45).

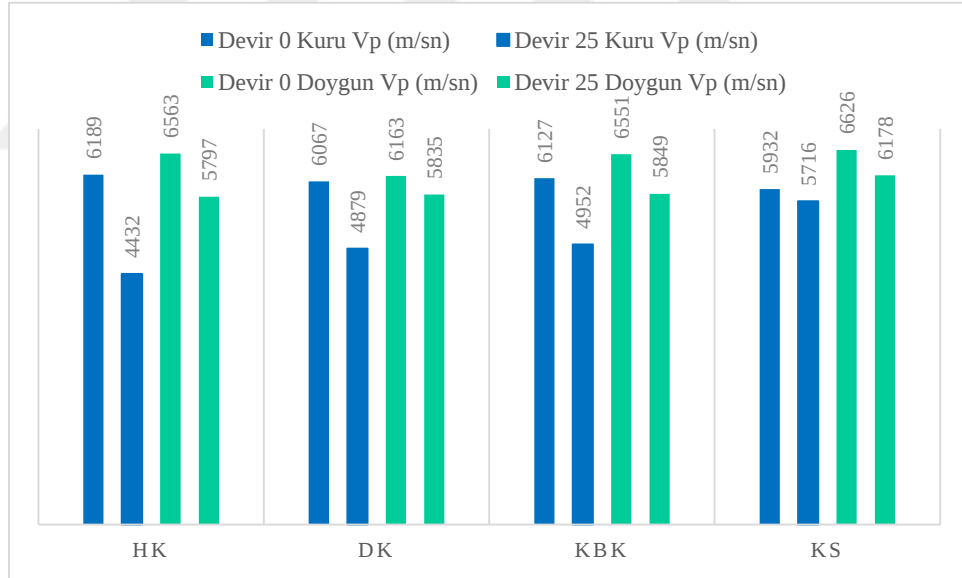
Genel olarak incelenen kayaçların fiziksel özelliklerinde farklı oranlarda negatif değişimler olmuştur. Bu değişimler kümülatif olarak yüksek gözükse bile, donma-çözülme deneyi sonrasında incelenen kayaçların deney sonrası görünür porozitesi maksimum %0,86, ağırlıkça su emmesi ise maksimum %0.31 olarak belirlenmiştir (Tablo 2.22). Bu durum, incelenen kayaların uzun dönem durabiliteleri açısından olumlu bir sonuç olarak yorumlanmıştır.

Tablo 2.22 Kayaçların donma-çözünme deneyi sonrası fiziksel özelliklerdeki değişimler

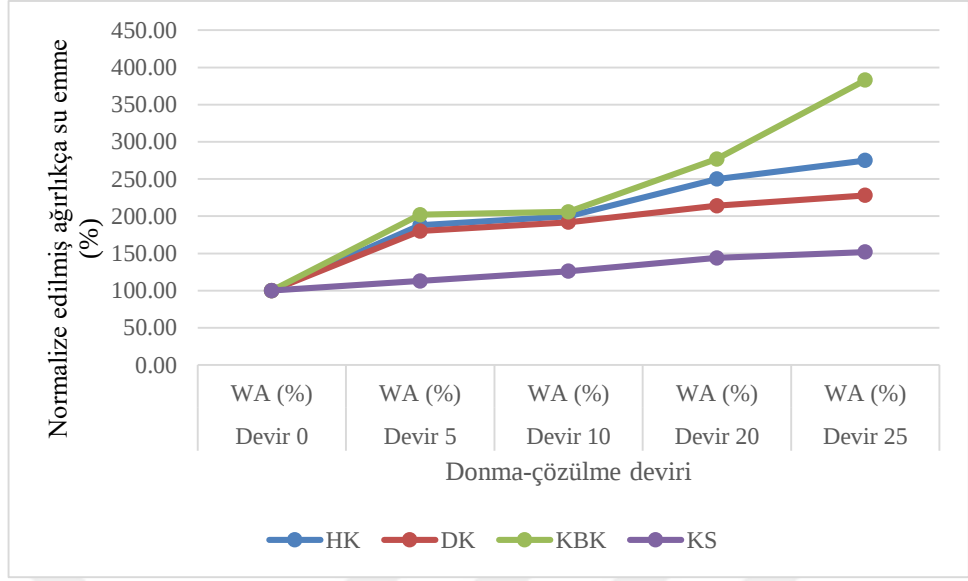
Devir Sayısı	Deney	Deney Sonuçları ± Standart Sapma			
		HK	DK	KBK	KS
Devir 0	Ağırlıkça Su Emme (%)	0,04±0,01	0,07±0,05	0,05±0,03	0,21±0,16
	Etkin Porozite (%)	0,10±0,04	0,19±0,13	0,15±0,08	0,55±0,44
	P-Dalga Hızı, Kuru (m/sn)	6189±135	6067±274	6127±172	5932±443
	P-Dalga Hızı, Doygun (m/sn)	6563±411	6163±209	6551±207	6626±210
Devir 25	Ağırlıkça Su Emme (%)	0,11±0,01	0,16±0,05	0,21±0,12	0,31±0,25
	Etkin Porozite (%)	0,28±0,04	0,43±0,14	0,58±0,31	0,86±0,67
	P-Dalga Hızı, Kuru (m/sn)	4432±542	4879±375	4952±312	5716±415
	P-Dalga Hızı, Doygun (m/sn)	5797±134	5835±150	5849±183	6178±243



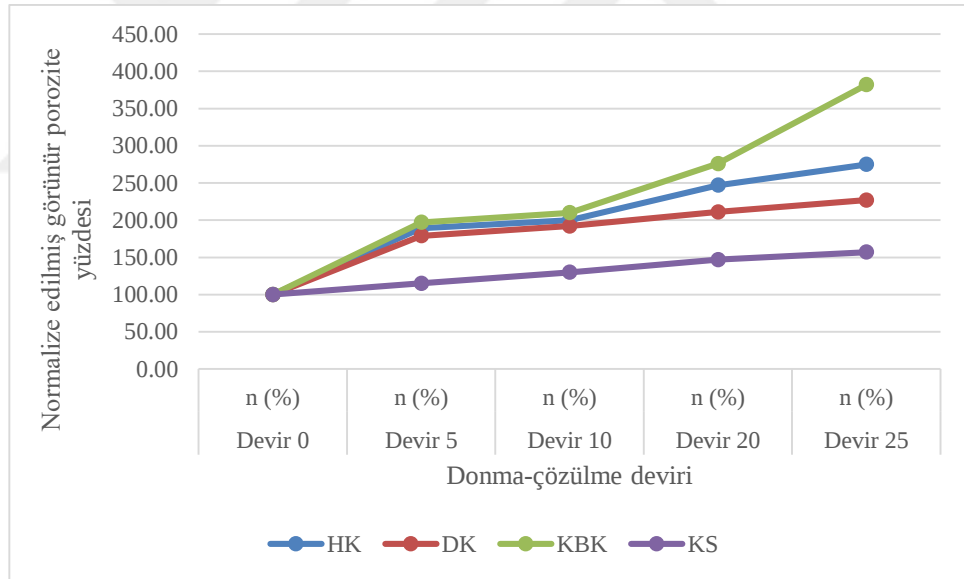
Şekil 2.40 Donma-çözülme deneyinin kayaçların su emme ve görünür poroziteleri üzerindeki etkisi



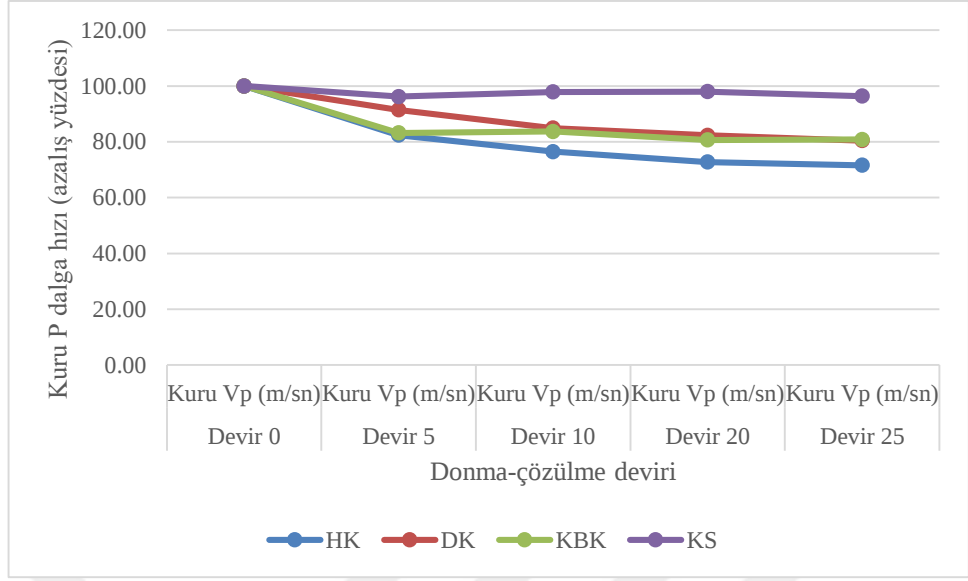
Şekil 2.41 Donma-çözülme deneyinin kayaçların P-dalga hızı üzerindeki etkisi



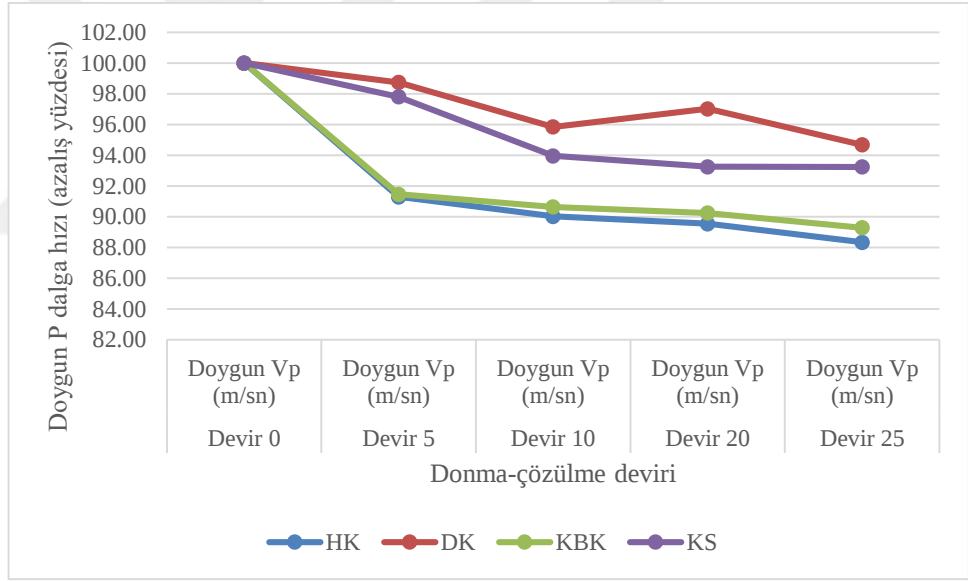
Şekil 2.42 Donma-çözülme deneyinin kayaçların su emme değerleri üzerindeki etkisi



Şekil 2.43 Donma-çözülme deneyinin kayaçların görünür porozite değerleri üzerindeki etkisi



Şekil 2.44 Donma-çözülme deney döngüleri sonrası kuru P-dalga hızı değişimi



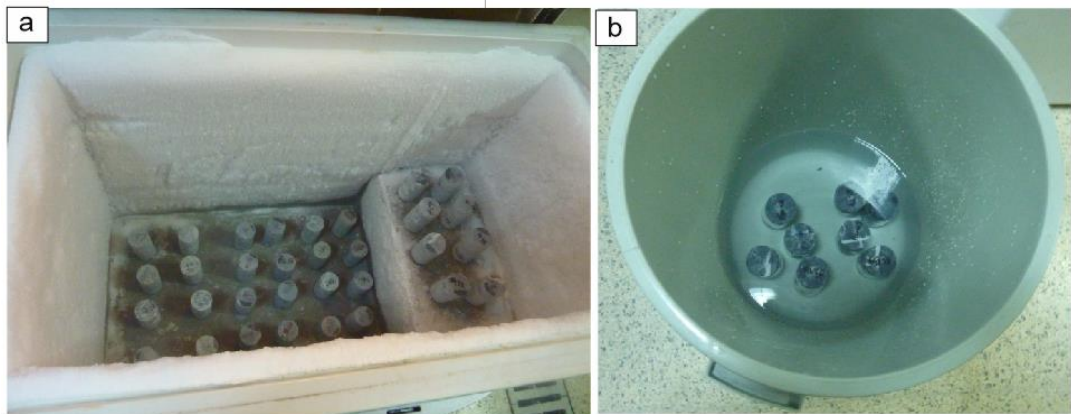
Şekil 2.45 Donma-çözülme deney döngüleri sonrası doymuş P-dalga hızı değişimi

Donma-çözülme deneyi sonrasında kaya numunelerinin makroskobik özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi amacıyla yapılan görsel inceleme sonucunda, deneye tabi tutulan Karabacak Breşik Kireçtaşı örneklerinden ikisinde oksidasyon başladığı görülmüştür. Onuncu döngüden itibaren, Haynes Kireçtaşının beyaz kalsit kristallerinde, sarıya dönme şeklinde bir renk değişimi geliştiği görülmüştür. Donma-çözülme deneyi sonucunda kayaçların estetik özelliklerini

etkileyebilecek renk değişimleri dışında deney numunelerinde herhangi bir fiziksel bozunma gözlenmemiştir (şekil 2.46 ve 2.47).



şekil 2.46 Donma-çözünme deneyi uygulanan kaya numunelerinin görünümü; deney öncesi (a) ve deney sonrası (b)



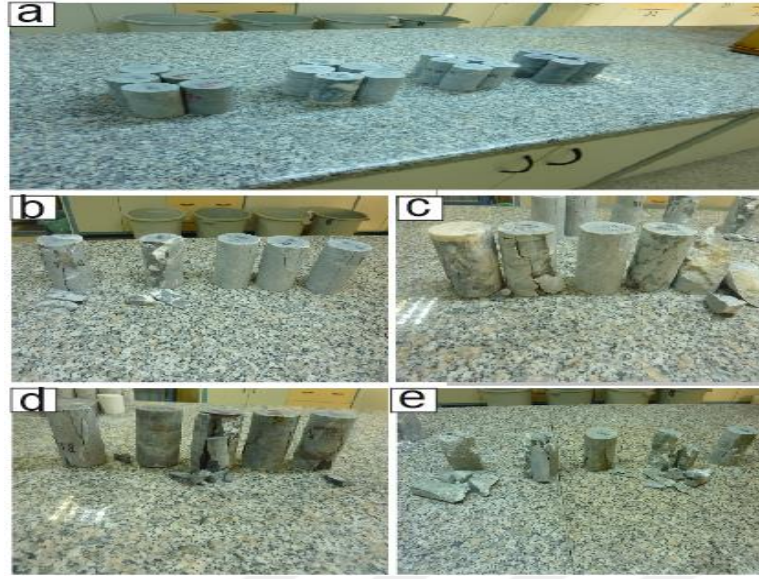
şekil 2.47 Donma-çözülme deney prosedürü; derin dondurucuda donma süreci (a) ve suda çözülme süreci (b)

Donma-çözülme olayının kaya dayanımına olan etkisinin belirlenmesi amacıyla deneye tabi tutulan kayaçların deney sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar taze numuneler üzerinde yapılan deney sonuçları ile mukayese edilerek, kaya numunelerinde gelişen direnç kayıpları yüzde olarak sunulmuştur (Tablo 2.23). Toplamda 20 örnek üzerinde yapılan tek eksenli basınç direnci deneyleri sonrasında, kayaçların tek eksenli basınç direnci değerlerinin 70,64 ile 108,39 MPa arasında, direnç kayıplarının ise %3,73 ile %19,35 arasında olduğu görülmüştür (Tablo 2.23). %19,35 ile en yüksek direnç kaybı Karabacak Serpantinitinde geliştiği görülürken, %3,73 ile en düşük direnç kaybı Haynes Kireçtaşı'nda gelişmiştir. Doğanbey Kireçtaşı ve Karabacak Breşik Kireçtaşı'ndaki direnç kayıpları ise sırasıyla %8,43 ve %18,53 olarak belirlenmiştir.

Donma-çözülme deney sonrası dayanım azalmasından en fazla etkilenen kaya türü Karabacak Serpantinit'i'dir, Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Doğanbey Kireçtaşı onu izlerken, en az etkilenen ise Haynes Kireçtaşı'dır (Tablo 2.23 ve Şekil 2.48). Donma-çözülme deneyine tabi tutulmuş örneklerin tek eksenli basınç direnci deneyindeki kırılma şekilleri incelenmiş ve kireçtaşlarında yarılma veya makaslama şeklinde, Karabacak Serpantinitininde ise makaslama ve kırılma deformasyon şeklinde yenilmelerin geliştiği görülmüştür (Şekil 2.48).

Tablo 2.23 Kayaçların donma-çözülmenin sonrası tek eksenli basınç direnci

Kaya Türü	Taze Numunelerin Tek Eksenli Basınç Direnci (Kuru) (MPa) $\pm$Standart Sapama	Kaya Numunelerinin Donma-Çözülme Deneyi Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci, (Kuru) (MPa) $\pm$Standart Sapma	Direnç Kaybı (%)
Haynes Kireçtaşı (HK)	78,57 $\pm$ 12,14	75,64 $\pm$ 10,88	3,73
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	80,09 $\pm$ 11,45	73,34 $\pm$ 24,31	8,43
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	86,58 $\pm$ 20,53	70,64 $\pm$ 23,4	18,53
Karabacak Serpantinit (KS)	134,84 $\pm$ 16,53	108,39 $\pm$ 19,16	19,35



Şekil 2.48 Donma-çözülme deneyi sonrası kaya numunelerinin tek eksenli basınç dayanım deneyindeki yenilme şekilleri; Haynes, Doğanbey, ve Karabacak Breşik Kireçtaşları deney öncesi (a) Haynes Kireçtaşı deney sonrası (b), Doğanbey Kireçtaşı deney sonrası (c), Karabacak Breşik Kireçtaşı deney sonrası (d) ve Karabacak Serpantiniti deney sonrası (e) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.5.1.2 Islanma-kuruma deneyi. Yavuz (2006) tarafından İzmir (Türkiye) şehir merkezinde bordür ve kaldırım taşı olarak kullanılmış olan volkanik kayalar üzerinde yürütülen çalışmada, volkanik kayaların beş yıl gibi kısa bir süre içerisinde bozunmalarına neden olan ana faktörlerin, yaya trafiği kaynaklı yüzeysel aşınma ile birlikte deniz suyu, yağmur suyu ve yıkama amaçlı olarak bu kayaların sürekli ıslatılmaları olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmadan da anlaşıldığı üzere kayaların sürekli olarak ıslanma ve kurumaya maruz kalmaları onların bozunmalarında etkin rol oynamaktadır. Islanma kurumanın kayalar üzerindeki bu olumsuz etkisi, onların mühendislik projelerinde malzeme olarak kullanılmaları durumundaki saha performanslarının tahmin edilmesinde kullanılan bir hızlandırılmış ayrışma test yöntemidir.

Güzelbahçe balıkçı barınağında zırh taşı olarak kullanılan dört farklı kaya türünün ıslanma-kuruma testi sonrası malzeme özelliklerindeki değişimler ile kütle kaybının araştırıldığı test, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Zırh taşı ve riprap olarak kullanılan kayaların ıslanma-kuruma koşullarında erozyon mukavemetinin belirlenmesi için yapılan test

ASTM D5313-04 standartlarına göre yürütülmüştür. Her bir kaya türü için çap /boy oranı 2 olan 8 adet silindirik kaya örneğinin (toplam 32 adet) kullanıldığı deneyde, numuneler düzenli olarak ıslatılmış ve kurutulmuştur. Uygulanan test prosedürü aşağıda verilmiştir;

- Numuneler laboratuvar sıcaklığında ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$) 17 saat süreyle distile suda bekletilir;
- Sudan çıkartılan numuneler 6,5 saat süreyle 65°C sıcaklıktaki etüvde kurutulur;
- Etüvden çıkartılan numuneler 30 dakika boyunca oda sıcaklığında soğutulur

Toplam 80 ıslanma-kuruma döngüsünde oluşan test 5,5 ay sürmüştür. Orijinal haldeki fiziksel özellikleri bilinen kaya numunelerinin, su emme, görünür porozite, doymun-kuru P-dalga hızı gibi fiziksel özellikleri ile kütle kayıpları her 10 döngü sonunda tekrar ölçülmüştür (Tablo 2.25). Islanma-kuruma testinin ardından kaya numuneleri gözle incelenmiş ve deneyin kaya numuneleri üzerinde yarattığı değişimler not edilmiştir (Şekil 2.51). Son olarak her bir kaya türünden 5 örnek olmak üzere toplam 20 örnek üzerinde tek eksenli basınç dayanımı testleri yapılmış ve sonuçlar, aynı kaya bloğundan elde edilmiş ve ıslanma-kuruma deneyine tabi tutulmamış orijinal kaya numunelerinin tek eksenli basınç dirençleri ile mukayese edilmiştir (Tablo 2.26).

Islanma-kuruma testi sonrası numunelerde gelişen kütle kayıpları aşağıdaki eşitlik yardımıyla % olarak belirlenmiştir.

$$\text{Yüzde ağırlık kaybı} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (2.26)$$

A: Numunelerin deney öncesi kuru ağırlığı (gr).

B: Numunelerin deney sonrası kuru ağırlığı (gr).

Islanma ve kuruma deneyi sonrasında kaya numunelerinde gelişen kütle kayıplarının ortalama %0,03-%0,06 aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.24). En

düşük ortalama kütle kaybı %0,03 ile KBK'da, en yüksek ortalama ağırlık kaybı ise %0,06 ile DK'da gelişmiştir. Bunları sırası ile HK (%0,03) ve KS (%0,05) izlemektedir. Kütle kayıpları maksimum ve minimum olarak incelendiğinde, 32 deney numunesi içerisinde en düşük kütle kaybı %0,01 ile KS'de, en yüksek kütle kaybı değeri ise %0,08 ile HK, DK ve KS'de gelişmiştir. KS'nin heterojen iç yapısı nedeniyle en düşük ve en yüksek kütle kaybı değerlerini gösterdiği düşünülmektedir (Tablo 2.24 ve 2.35).

Kaya numunelerinin orijinal halde ve ıslanma - kuruma testi sonrası ağırlıkça su emme, görünür porozite, kuru ve doymuş P-dalga hızı gibi fiziksel özelliklerindeki değişimler Tablo 2.25 ve Şekil 2.49- 2.50'de verilmiştir. Şekil 2.49 ve Şekil 2.50'de görüldüğü üzere ıslanma-kuruma testi kaya numunelerinin ağırlıkça su emme ve görünür porozitelerinin değişik oranlarda artmasına neden olmuştur, kuru ve suya doymuş P-dalga hızlarının değişik oranlarda azalmasına neden olmuştur (Şekil 2.49- 2.50).

80 ıslanma-kuruma döngüsü sonrası KBK'nın su emmesi yaklaşık %250 oranında artarken bu artış HK'de %148 oranında gelişmiştir. DK ve KS'nin ağırlıkça su emmesindeki artışlar ise %200 mertebesinde gelişmiştir (Şekil 2.52).

Islanma-kuruma testi sonrası kaya numunelerinin görünür porozitelerindeki değişimler ise en yüksek orandaki artışla KBK'de (%240) ve en düşük oranda HK'de (%140) gelişmiştir. Bunları sırasıyla %190 ile DK ve %160 ile KS izlemektedir (Şekil 2.53).

Tablo 2.25 ve Şekil 2.49-2.50'de ıslanma-kuruma testi esnasında kaya numunelerinin kuru ve doymuş haldeki P-dalga hızlarındaki değişimler görülmektedir. Normalize veriler incelendiğinde HK'nin %100 kabul edilen kuru P-dalga hızı %64'e kadar düşerken bu değer KS'de %76 olarak belirlenmiştir. DK ve KBK ise bu oran %70 civarında değerler sunmuştur (Şekil 2.54).

Şekil 2.55 ıslanma-kurutma testi boyunca doygun kaya numunelerinin P-dalga hızlarındaki düşüşleri göstermektedir. HK'nın %100 olarak temsil edilen doygun ortalama P-dalga hızı %75'e kadar gerileyerek diğer numuneler içerisindeki en fazla düşüşün gözlemlendiği kaya türüdür. HK'yı sırasıyla %90 ile KS ve %80 ile DK ve KBK izlemektedir (Şekil 2.55).

HK hariç tüm kayaç türlerinin ıslanma ve kuruma sürecinde doygun P-dalga hızı, kuru P-dalga hızına göre daha çok etkilenmektedir. Diğer bir deyişle doygun P-dalga hızı, kuru P-dalga hızına oranla daha fazla düşüş göstermektedir.

Islanma-kuruma testi sonrasında kaya numuneleri üzerinde yapılan incelemede, renk değişimleri dışında gözle fark edilebilir herhangi bir fiziksel bozunma gözlenmemiştir (Şekil 2.51). KBK numunelerinin matriksinde ve kayacın içerdiği koyu renkli minerallerde oksidasyon geliştiği görülmüştür. Ayrıca HK numuneleri içerisinde çatlak dolgusu şeklinde yer alan beyaz renkli kalsit bantlarında, az miktarda da olsa sarı renge dönüş gözlenmiştir.

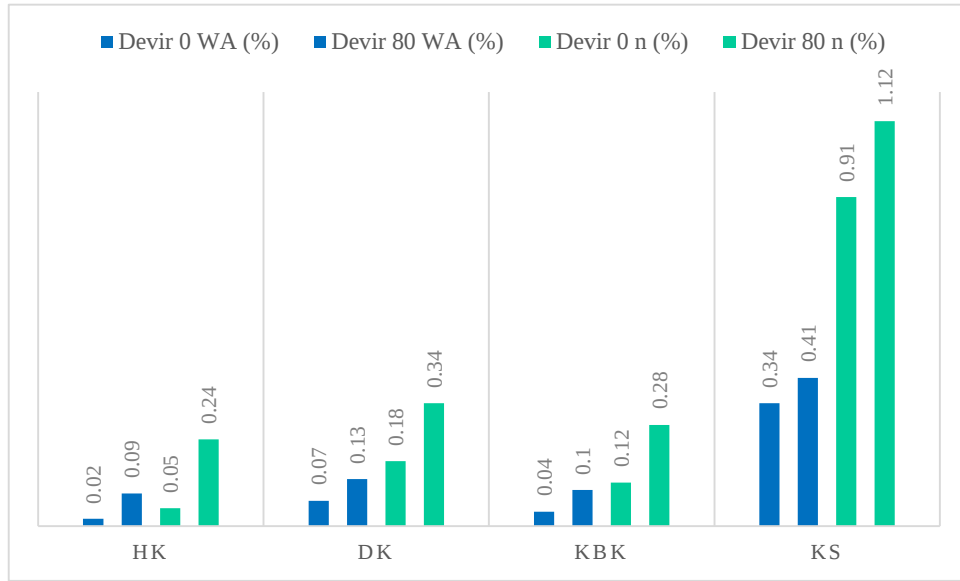
80 ıslanma-kuruma döngüsü sonunda kaya numunelerinin fiziksel özelliklerinde belirli oranlarda negatif gelişmelerin varlığı tespit edilmiştir. Ancak deney sonrası kayaçların ağırlıkça su emme ve görünür porozite değerleri kireçtaşları için %0,5'in serpantin için %1,2'nin altında olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.25; Şekil 2.49). Islanma-kuruma sonrası kütle kayıplarının da oldukça sınırlı değerler içerisinde kalması, Güzelbahçe balıkçı barınağında zırh taşı olarak kullanılan kayaçların ıslanma-kuruma olayına karşı yüksek durabiliteli olduklarını göstermektedir.

Tablo 2.24 Kayaçların ıslanma-kuruma deney sonrası kütle kaybı

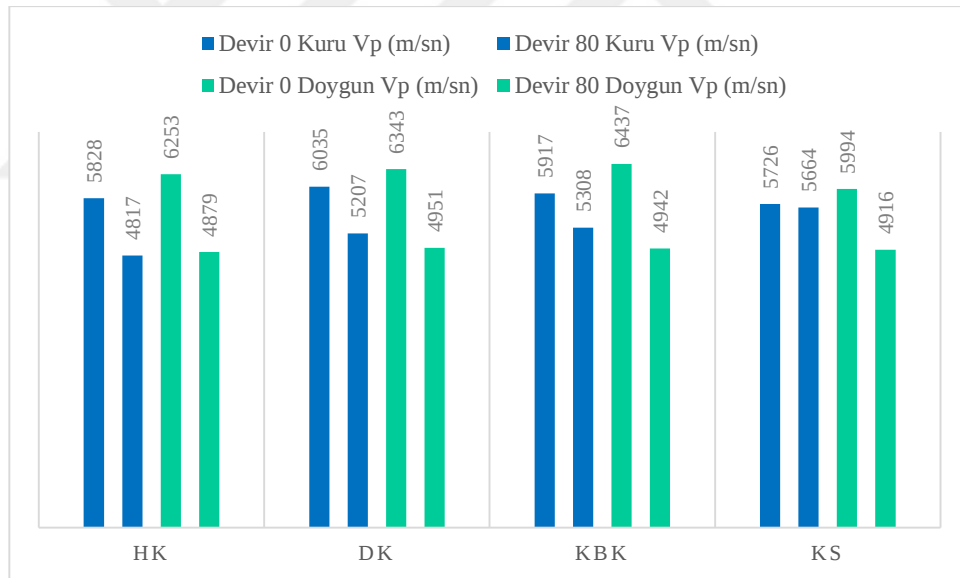
Kaya Türü	Minimum Kütle Kaybı (%)	Ortalama Kütle Kaybı (%)	Maksimum Kütle Kaybı (%)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	0,02	0,04	0,08	0,02
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	0,04	0,06	0,08	0,01
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	0,03	0,03	0,05	0,01
Karabacak Serpantiniti (KS)	0,01	0,05	0,08	0,03

Tablo 2.25 Kayaçların ıslanma-kurunma deney sonrası fiziksel özelliklerdeki değişimler

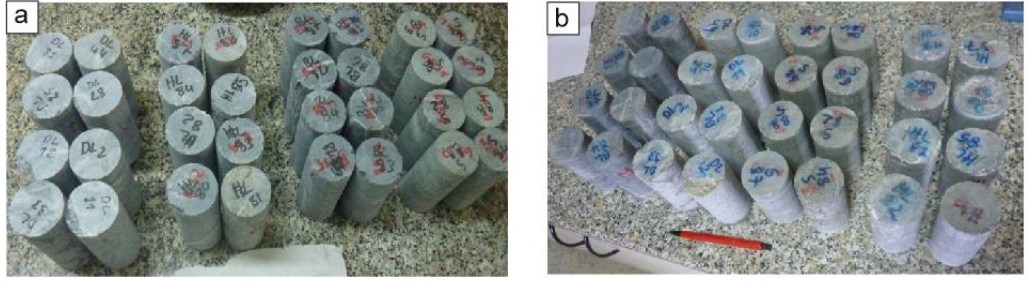
Devir Sayısı	Deney	Deney Sonuçları $\pm$ Standart Sapma			
		HK	DK	KBK	KS
Devir 0	Ağırlıkça Su Emme (%)	0,02 $\pm$ 0,01	0,07 $\pm$ 0,03	0,04 $\pm$ 0,01	0,34 $\pm$ 0,23
	Etkin Porozite (%)	0,05 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,09	0,12 $\pm$ 0,04	0,91 $\pm$ 0,61
	P-Dalga Hızı, Kuru (m/sn)	5928 $\pm$ 420	6035 $\pm$ 200	5917 $\pm$ 142	5726 $\pm$ 426
	P-Dalga Hızı, Doygun (m/sn)	6253 $\pm$ 512	6343 $\pm$ 103	6437 $\pm$ 31	5994 $\pm$ 460
Devir 80	Ağırlıkça Su Emme (%)	0,09 $\pm$ 0,02	0,13 $\pm$ 0,02	0,10 $\pm$ 0,02	0,41 $\pm$ 0,27
	Etkin Porozite (%)	0,24 $\pm$ 0,06	0,34 $\pm$ 0,06	0,28 $\pm$ 0,06	1,12 $\pm$ 0,72
	P-Dalga Hızı, Kuru (m/sn)	4817 $\pm$ 313	5207 $\pm$ 305	5308 $\pm$ 254	5643 $\pm$ 464
	P-Dalga Hızı, Doygun (m/sn)	4879 $\pm$ 178	4951 $\pm$ 67	4942 $\pm$ 85	4916 $\pm$ 229



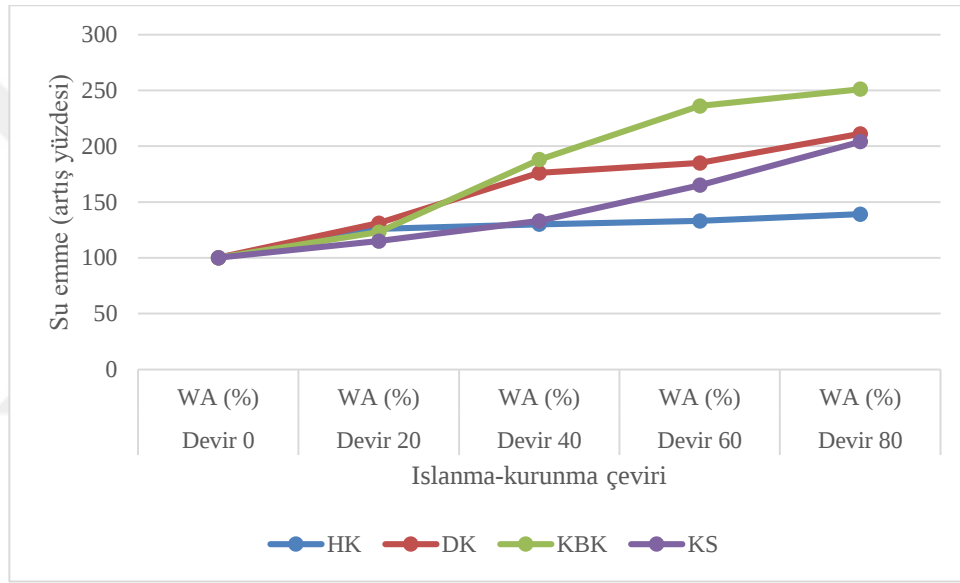
Şekil 2.49 Islanma-kurunma deneyinin kayaların su emme ve görünür poroziteleri üzerindeki etkisi



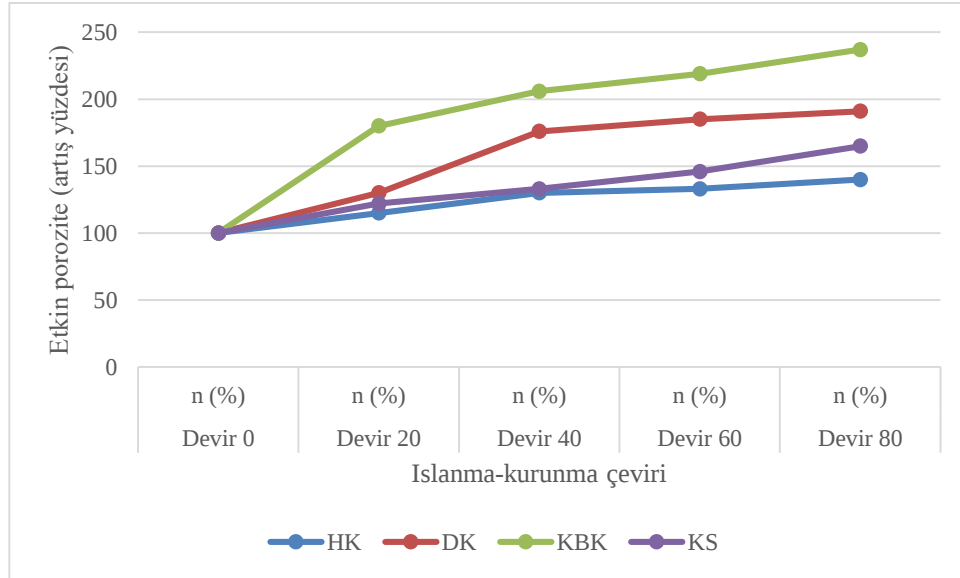
Şekil 2.50 Islanma-kurunma deneyinin kayaların P-dalga hızı üzerindeki etkisi



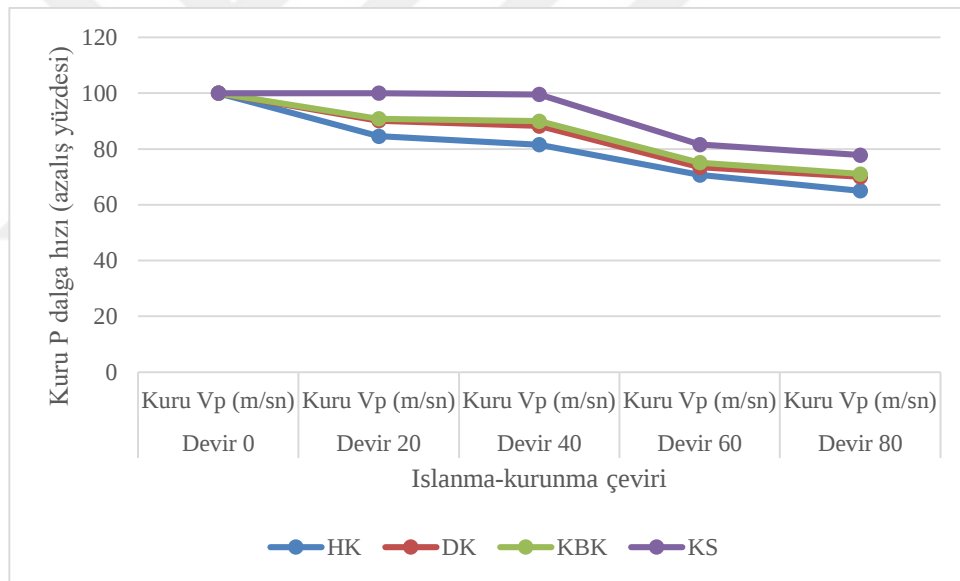
Şekil 2.51 Islanma-kurunma deneyi uygulanan kaya numunelerinin görünümü; deney öncesi (a) ve deney sonrası (b) (Kişisel arşiv, 2017)



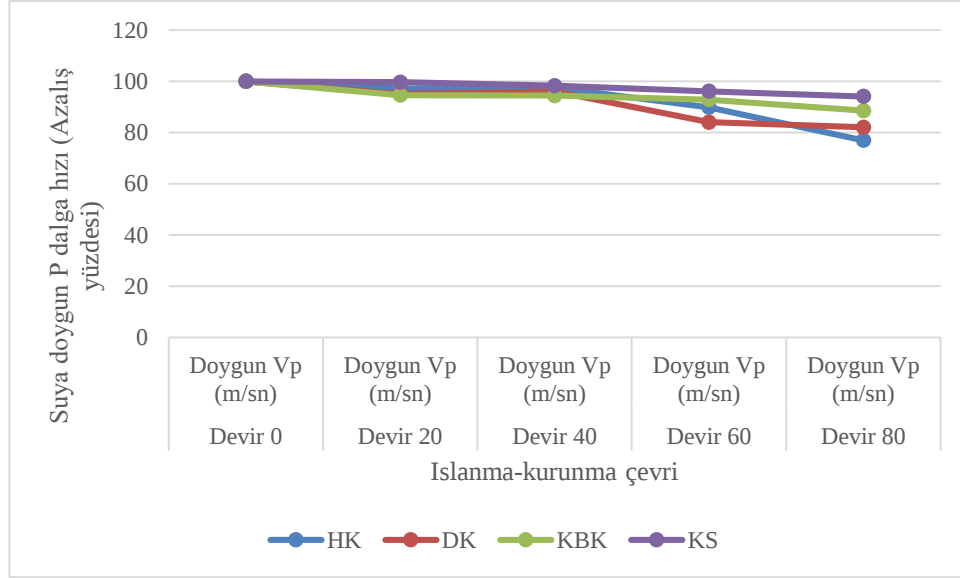
Şekil 2.52 Islanma-kuruma deneyinin kayaların su emme değerleri üzerindeki etkisi



Şekil 2. 53 İslanma-kuruma deneyinin kayaçların görünür porozite değerleri üzerindeki etkisi



Şekil 2.54 İslanma-kuruma deneyinin kayaçların kuru P-dalga hızı üzerindeki etkisi

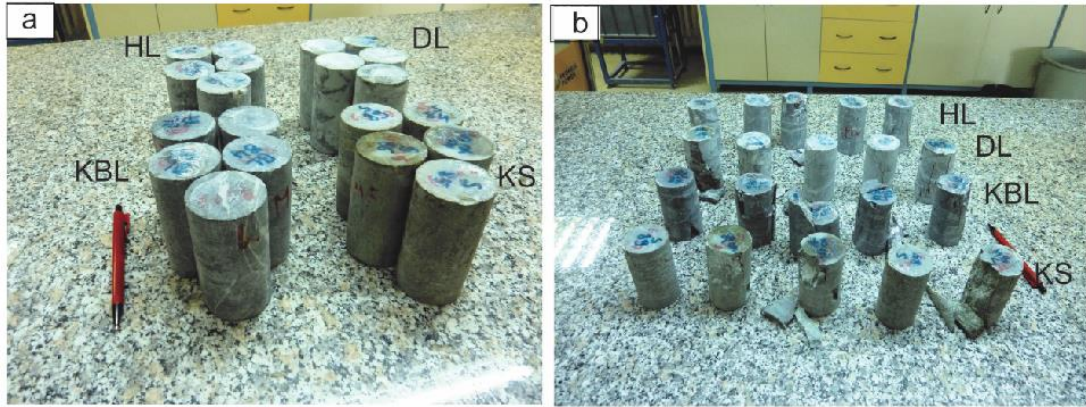


Şekil 2.55 Islanma-kuruma deneyinin kayaçların doymuş P-dalga hızı üzerindeki etkisi

Islanma-kuruma deneyi sonrası kaya numuneleri tek eksenli basınç direnci aleti ile kırılmış ve ıslanma-kurumanın kaya direncini etkilediği belirlenmiştir (Şekil 2.56). Islanma ve kuruma testleri sonrası kaya numunelerinin tek eksenli basınç dayanımı değerleri 56,10-111,26 MPa aralığındadır. Islanma-kuruma sonrası HK en düşük, KS en yüksek tek eksenli basınç dayanımı değerini sunmaktadır (Tablo 2.26). Kayaçlarda gelişen basınç dayanımdaki azalmalar %15-%29 aralığındadır. DK en düşük basınç dayanımı yüzdelik düşümü sunarken, HK en yüksek basınç dayanımı yüzdelik düşümü sunmuştur. KBK ve KS ise yaklaşık %17 civarında ortalama değerler sunmaktadır. En az basınç dayanım kaybı yaşanan örnekler daha sağlam ve dayanıklı kaya malzemeleridir. Basınç dayanımı analizlerinde ıslanma ve kuruma sürecinden en çok etkilenen örnekler HK ve DK kayaçlarıdır, bunları KBK ve KS takip etmektedir. Basınç dayanım kaybı en az olan kayaçlar, zırh taşı olarak kullanıma en uygun olan kayaçlardır.

Tablo 2.26 Kayaçların ıslanma kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci

Kaya Türü	Taze Numunelerin Tek Eksenli Basınç Direnci, (Kuru) (MPa) $\pm$ Standart Sapma	Kaya Numunelerin Islanma-Kurunma Deney Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci, (Kuru), (MPa) $\pm$ Standart Sapma	Direnç Kaybı (%)
Haynes Kireçtaşı (HK)	78,57 $\pm$ 12,14	56,10 $\pm$ 2,68	29
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	80,09 $\pm$ 11,45	68,13 $\pm$ 10,91	15
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	86,58 $\pm$ 20,53	72,16 $\pm$ 20,98	17
Karabacak Serpantiniti (KS)	134,84 $\pm$ 16,53	111,26 $\pm$ 32,02	17



Şekil 2.56 Islanma kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci deneyi uygulanan kaya numuneleri; deney öncesi (a), ve deney sonrası (b) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.5.1.3 *Magnezyum Sülfat Deneyi*. Magnezyum sülfat testi, agregaların termal ve ayrışma özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan bir deney metodudur (EN 1367-2, 2009). Hızlandırılmış donma-çözülme deneyi olarak bilinen bu deney, özellikle tuzlanmaya maruz kalacak kıyı mühendislik yapılarında kullanılacak kayaçların durabilitelerinin ve uzun dönem davranışlarının saptanması amacıyla sıkça kullanılan bir deney türüdür. Magnezyum sülfatın kristalleştiği tek formdan dolayı, tekrar edilebilir olduğu için sodyum sülfat yerine magnezyum sülfat tercih edilmektedir (Bradbury vd., 1986). Sülfat sağlamlığı (sulphate soundness) ve su emme testi, tuzlu suyun zırh taşlarında bozunmaya etkisini belirlemek için kullanılır (Bradbury vd., 1986). Testler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarında EN 1367-2, (2009) standartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneyde magnezyum sülfat, 10-14 mm, göz açıklığına sahip elekler, hassas terazi ve etüv kullanılmıştır. Test için her bir kaya grubundan 10-14 mm boyutlarında 430 gr olmak üzere ikişer grup kırmataş numunesi hazırlanmıştır.

Deneyde kullanılan magnezyum sülfat çözeltisi 3 litre distile su içerisinde 4,5 kg magnezyum sülfat tuzunun karıştırılmasıyla elde edilmiştir.

Test prosedürü aşağıda verilmiştir.

- 10-14 mm tane boyu aralığındaki kırmataş numuneleri iyice yıkanarak değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulur ve başlangıç kuru ağırlığı (M1) saptanır.
- Numuneler 17 saat boyunca magnezyum çözeltisi içerisinde tutulur.
- Çözeltiden çıkartılan numuneler 2 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilir ve sonrasında 24 saat boyunca etüvde 105 °C sıcaklıkta kurutulur.
- Etüvden çıkartılan numuneler 5 saat boyunca laboratuvar sıcaklığında soğutulur. Bir döngüsü 48 saat süren bu işlem, her bir kaya türü üzerinde beşer kez tekrarlanmıştır.
- Deneye tabi tutulan agregalar distile su içerisinde, gözeneklerindeki tuzlardan arıncaya kadar yıkanır.

- Son olarak deneye tabi tutulan ve tuzlarından arındırılmış olan numuneler 10 mm göz açıklığı olan elek ile elenir ve elek üstü malzeme değişmez kütleye kadar kurutularak tartılır (M2).

Tuz deneyinde çözelti halindeki magnezyum sülfat kaya gözeneklerine nüfuz eder ve kuruma sürecinde gözeneklerinde kristalleşir. Kristalleşme süresince oluşan gözenek basıncı, özellikle düşük durabiliteli kayaçların çatlamasına ve parçalanmasına neden olur. Yavuz ve Topal (2007) değişik mermer türleri üzerinde yürüttükleri tuz kristallenmesi deneyinde, kayaçların durabilitesinde fiziksel özelliklerinin yanı sıra, kristal sınırı türlerinin de oldukça önemli olduğunu vurgulamışlardır. Yavuz ve Topal (2016) değişik kurutma sıcaklıklarının tuz kristallenmesi deneyi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, 100°C'lik kurutma sıcaklığının deneye tabi tutulan mermerler üzerinde en yüksek hasarı verdiğini belirtmişlerdir. Tuz kristallenmesi deneyinde, kayaçlarda oluşan hasarın tek nedeninin kristalizasyon basıncı olmadığını, yüksek kurutma sıcaklıklarının da kaya numuneleri üzerinde termal bozunmaya da neden olduğunu vurgulamışlardır. Elde ettikleri bulgulara dayanarak, tuz kristallenmesi testi için 60°C'nin altında ve tercihen 30°C civarında bir kurutma sıcaklığı önermişlerdir.

Bu çalışmada magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyine tabi tutulan kayaçların deney sonrası kütle kayıpları saptanmış ve numunelerde gözlenen fiziksel değişimler de incelenmiştir (Tablo 2.27 ve Şekil 2.57). Kırmataş numunelerinde gelişen kütle kayıpları aşağıdaki eşitlik yardımı ile yüzde cinsinden ifade edilmiştir.

$$MS = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100 \quad (2.27)$$

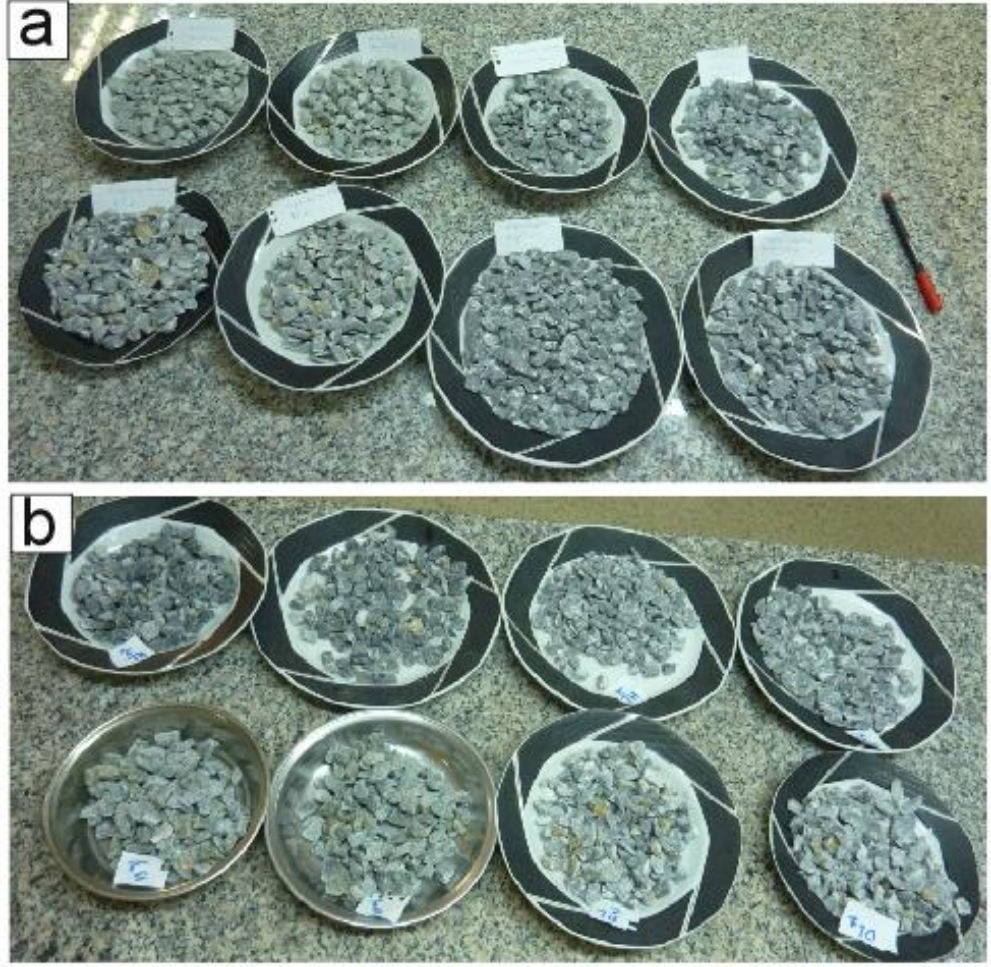
M1: Numunelerin deney öncesi kuru ağırlığı (gr),

M2: Deney sonrası 10 mm elek üzerinde tutulan numune ağırlığı (gr).

Tablo 2.27 Kayaçların magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney sonuçları

Kaya Türü	Ortalama Kütle Kaybı (%)	Standart Sapma (±)
Haynes Kireçtaşı (HK)	9,79	0,89
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	12,66	0,06
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	6,47	0,65
Karabacak Serpantiniti (KS)	17,45	1,91

Deneye tabi tutulan kırmataş numunelerindeki kütle kayıplarının %6,47 ile %17,45 arasında değiştiği ve KBK’da en düşük, KS’de ise en yüksek kütle kaybı olduğu belirlenmiştir. Bunları sırasıyla %9,79 kütle kaybı ile HK ve %16,66 kütle kaybı ile DK’nın izlediği belirlenmiştir (Tablo 2.27 ve 2.35). Deney sonrası numuneler üzerinde yürütülen görsel inceleme sonrasında, numunelerin tuz kristalleşmesinden orta ölçüde etkilenmiş olduğunu ve tuz kristalleşme basıncına bağlı olarak numunelerde fiziksel parçalanma geliştiği görülmüştür (Şekil 2.57). Avrupa standardına göre, zırh taşları olarak kullanılması düşünülen kayaçlarda, tuz kristallenmesi deneyi sonrası %25’in altında bir kütle kaybı ön görülmüştür (EN 13383-1, 2002). Bu çalışmada, magnezyum sülfat deneyine tabi tutulan kayaçlarda saptanan kütle kaybı değerleri %25’in altında olduğu ve bu veri ışığında incelenen kayaçların bu özellikleri itibarıyla zırh taşı olarak kullanıma uygun oldukları belirlenmiştir (Tablo 2.27).



Şekil 2.57 Magnezyum sülfat deneyine tabi tutulan kırmataş numuneleri; deney öncesi (a) ve deneyi sonrası (b) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.5.2 Durabilite Saptama Yöntemleri

Kayaçların doğal yapıtaşı ya da değişik amaçlarla jeolojik malzeme olarak kullanılması düşünüldüğünde, kullanılması planlandıkları mühendislik yapılarındaki uzun dönem davranışlarının tahmin edilmesi önemlidir. Bu amaçla geliştirilmiş değişik durabilite saptama yöntemleri mevcuttur. Bu çalışmada Güzelbahçe Balıkçı barınağında kullanılan kaya türlerinin durabiliteleri ıslak-kuru dayanım oranı, statik durabilite indeksi, suda dağılma dayanıklılık indeksi ve doygunluk katsayısı gibi durabilite saptama yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

2.1.5.2.1 *Doygun-Kuru Dayanım Oranı*. Doygun-kuru dayanım oranı (C_{sw}) veya ıslatma yumuşama katsayısı, doymuş mukavemet (sıkışma, eğilme ve çekme) ile kuru mukavemetin oranıdır. Islak/kuru mukavemet oranı ilk olarak Hirschwald (1912) tarafından deneysel olarak belirlenmiştir. Islak-kuru dayanım oranı, kayaçların bozulma derecesi açısından mekanik özelliklerinin ve potansiyel dayanıklılığının tanımlanmasında kullanılır (Winkler, 1986 ve Prikryl, 2013). Bu çalışmada kaya numuneleri üzerinde yapılmış olan tek eksenli basınç direnci deney sonuçları kullanılmış ve doymuş-kuru dayanım oranı aşağıdaki formülü kullanarak belirlenmiştir.

$$C_{sw} = \frac{\sigma_{sat}}{\sigma_{dry}} \quad (2.28)$$

σ_{sat} : doymuş tek eksenli basınç direnci;

σ_{dry} : kuru tek eksenli basınç direncidir.

Islak-kuru mukavemet oranı yüzde olarak veya 0 ile 1 arasında ifade edilmiştir ve değer bir'e yaklaşması yüksek durabiliteye işaret etmektedir. Winkler (1986) ve Prikryl (2013) kayaçları ıslak-kuru dayanım oranlarına göre Tablo 2.28' de belirtildiği şekilde sınıflandırmıştır.

Tablo 2.28 Kayaçların mekanik özelliklerdeki negatif değişim derecesi ve durabilitelerinin ıslak-kuru dayanım oranlarına göre sınıflandırılması (Prikryl, 2013 ve Winkler, 1986)

Islak-Kuru Dayanım Oranı (%)	Mekanik Özelliklerdeki Negatif Değişim Derecesi	Durabilite
90-100	Çok Düşük	Mükemmel
80-90	Düşük	İyi
70-80	Orta	Orta
60-70	Yüksek	Zayıf
50-60	Çok yüksek	Çok Zayıf
<50	Aşırı Yüksek	Aşırı Zayıf

İncelenen kaya numunelerinin ıslak-kuru dayanım oranlarının %76 ile %88 arasında değiştiği belirlenmiştir. KBK en düşük değere KS ise en yüksek değere sahiptir. Bu oran HK ve DK için sırasıyla %83 ve %86 olarak belirlenmiştir (Tablo 2.29 ve 2.35).

Winkler (1986) ve Pşikryl (2013)'in sınıflandırmasına göre, suya doyurulmaya bağlı olarak HK, DK ve KS'nin mekanik özelliklerdeki negatif değişim “düşük derecede”, KBK'nın mekanik özelliklerdeki negatif değişim ise “orta derecede” gözlenmektedir. Islak-kuru dayanım oranı, kaya malzemesinin sertliğinin azalmasına bağlı olarak gelişen dayanım azalmasının ve buna bağlı olarak durabilitesinin belirlenmesi açısından iyi bir göstergedir. Islak-kuru dayanım oranı ne kadar yüksekse, doğal taşlar o kadar sağlamdır ve suya dayanıklıdır.

Tablo 2.29 Kayaçların kuru-doygun dayanım oranına göre mekanik özelliklerdeki negatif değişim derecesi ve dayanıklılık sınıflaması

Kaya Türü	Doygun-Kuru Dayanım Oranı (%)	Mekanik Özelliklerdeki Negatif Değişim Derecesi	Dayanıklılık Sınıfı (Winkler, 1986 ve Pşikryl, 2013)
Haynes Kireçtaşı (HK)	83	Düşük	İyi
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	86	Düşük	İyi
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	76	Orta	Orta
Karabacak Serpantiniti (KS)	88	Düşük	İyi

2.1.5.2.2 *Kaya Statik Durabilite İndeksi (RDIs)*. Statik ve dinamik dayanıklılık indeksi ilk olarak, statik ve dinamik koşullar altında kayaların dayanıklılığını değerlendirmek için Fookes vd. (1988) tarafından önerilmiş ve araştırmacı, kayaçları statik kaya durabilite indekslerine göre Tablo 2.30 da belirtildiği şekilde sınıflandırmıştır.

Tablo 2.30 Kayaçların statik durabilite indekslerine göre sınıflandırılmaları (Fookes vd., 1988)

Kaya Statik Durabilite İndeksi (RDIs)	Potansiyel Durabilite
>2,5	Çok iyi
2,5 ila -1	İyi
-1 ila -3	Orta
< -3	Zayıf

Statik kaya durabilite indeksi, kayaçların kuru-doygun nokta yükü indeksi ortalaması, magnezyum sülfat dayanımı, ağırlıkça su emme ve yüzey kuru suya doymun birim hacim ağırlık deneyi gibi testlerin kombinasyonu kullanılarak belirlenmiştir. Kaya statik durabilite indeksi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2.29'da verilmiştir.

$$RDIs = \frac{Is(50) - 0.1(SST + 5WA)}{SGssd} \quad (2.29)$$

$Is_{(50)}$: Kuru-doygun nokta yük dayanım indeksi ortalaması (kg/cm^2),

SST: Magnezyum sülfat dayanıklılığı (%),

WA: Ağırlıkça su emme (%), ve

SGssd: Yüzey kuru suya doymun birim hacim ağırlık (gr/cm^3).

İncelenen kayaçların statik kaya durabilite indeksi değerlerinin 0,85-2,87 arasında değiştiği ve HK'nın en düşük değeri, KS'nin ise en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.31 ve 2.35). DK ve KBK için sırasıyla 0,97 ve 1.65 statik kaya durabilite indeksi değerleri saptanmıştır. Fookes vd. 1988 sınıflandırmasına göre HK, DK ve KBK iyi durabiliteye, KS ise mükemmel durabiliteye sahiptir (Tablo 2.31 ve 2.35).

Tablo 2.31 Kuru ve doymun ortalama nokta yükü dayanım indeksi, magnezyum sülfat sağlamlığı, ağırlıkça su emme, suya doymun birim hacim ağırlık ve RDI, durabilite sınıflandırması

Kaya Türü	Nokta Yükü Dayanım İndeksi (MPa)	Magnezyum Sülfat Sağlamlığı (kayı%)	Ağırlıkça Su Emme (%)	Yüzey Kuru Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Kaya Statik Durabilite İndeksi	Durabilite Sınıfı (Fookes vd. 1988)
Haynes Kireçtaşı	3,29	9,79	0,03	2,71	0,85	İyi
Doğanbey Kireçtaşı	3,91	12,66	0,07	2,72	0,97	İyi
Karabacak Breşik Kireçtaşı	5,26	6,47	0,05	2,79	1,65	İyi
Karabacak Serpantiniti	9,63	17,45	0,27	2,74	2,87	Çok İyi

2.1.5.2.3 Suya dayanıklılık İndeksi. Suda dağılmaya karşı dayanıklılık, zamanla oluşabilecek şev duraysızlığı sonucu mühendislik yapılarında oluşabilecek olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla şeyl gibi zayıf kayaların dayanıklılığının değerlendirmesi için kullanılan bir test yöntemidir. Test, ıslak koşullarda kayaların zayıflaması ve parçalanmasına karşı durabilitelerinin ölçülmesi için tasarlanmıştır. Suda dağılmaya karşı dayanıklılık testi ilk olarak Chandra ve Franklin (1972) tarafından kaya dayanıklılığının iklim etkisiyle potansiyel bozumasının öngörülmesi için kullanılmış ve kayaçlar suda dağılma dayanım indekslerine göre Tablo 2.32' da belirtildiği şekilde sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.32 Kayaçların suda dağılma dayanım indekslerine göre sınıflandırılmaları (Gamble, 1971)

İkinci Devirdeki Suya Dağılmaya Dayanım İndeksi (% ağırlık kaybı)	Potensiyel Durabilite
>98	Çok Yüksek Durabilite
95-98	Yüksek Durabilite
85-95	Orta ila Yüksek Durabilite
60-85	Orta Durabilite
30-60	Düşük Durabilite
<30	Çok Düşük Durabilite

Bu çalışmada Güzelbahçe Balıkçı Barınağı inşasında kullanılan dört farklı kaya türünden 40 ve 60 g arasında 20’şer adet olmak üzere toplam 80 adet kaya numunesi ASTM D4644, (2016)’a uygun olarak hazırlanmıştır. Her biri 40-60 gr ağırlıkta olan 10 adet kaya numunesi tel örgülü tambura yerleştirilmiştir ve tamburlar etüve yerleştirilerek numunelerin değişmez kütleyle kadar kurutulması sağlanmıştır. Etüvden çıkartılan numuneler oda sıcaklığına ulaşınca kadar dışarıda bekletilmiştir. Hassas terazide tartılarak deney öncesi kuru ağırlıkları not edilen tamburlar belirtilen yüksekliğe kadar musluk suyu ile doldurulmuş haznelere yerleştirilmiş ve 20 dev/dak hızla 10 dk süreyle dönmeleri sağlanmıştır (Şekil 2.58). Testin sonunda sudan çıkartılan numuneler 105°C’de etüvde tekrar değişmez kütleyle kadar kurutulmuş ve tamburların deney sonrası kuru ağırlıkları saptanmıştır. Deney belirtilen prosedüre uygun olarak her bir numune üzerinde ikişer kere tekrarlanarak Id2 değerleri saptanmıştır. Deney aletinin iki adet tamburu olası nedeniyle, bir seferde iki adet deney sonucu elde edilmiştir.

Kaya numunelerinin deney öncesi kuru ağırlığın, başlangıçtaki kuru ağırlığa oranı olarak tanımlanan suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi, yüzde olarak ifade edilmektedir. Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi değeri, aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla saptanır.

$$Id2 = \frac{B2-D}{A-D} \times 100 \quad (2.30)$$

B2: iki kez suda dağılmaya karşı dayanıklılık testinden sonra tambur ve kalan numune kuru ağırlığı (gr),

A: Deney öncesi kuru numune ve tamburun ağırlığı (gr) ve

D: Tamburun temizlendiğinde ve kurutulduğundaki ağırlığı (gr).

Tablo 2.33 ve 2.35’de görüldüğü üzere incelenen kayaçların suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksleri %99,33-%99,61 aralığında değişmektedir. Gamble (1971)’nın sınıflandırmasına göre incelenen kayaçlar suda dağılma indekslerine göre “çok yüksek durabilite” sınıfında yer almaktadırlar.

Yukarıda bahsedildiği gibi, suda dağılmaya karşı dayanıklılık testi daha çok kil içerikli zayıf kayalar için kullanılan bir durabilite saptama yöntemidir. İncelenen kayaçlar az oranda kil içermelerine rağmen zırh taşı olarak kullanılmaları ve sürekli suya maruz kalacak olmaları açısından, bu deney yöntemi ile de durabilitelerinin saptanması yoluna gidilmiştir. Kayaçların suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi deney sonuçları yakından incelendiğinde, önceki deney sonuçlarına benzer şekilde HK için en düşük, KS için ise en yüksek suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi değeri saptanmıştır. KBK ve DK ise yine birbirine yakın değerler vermiştir (Tablo 2.33).

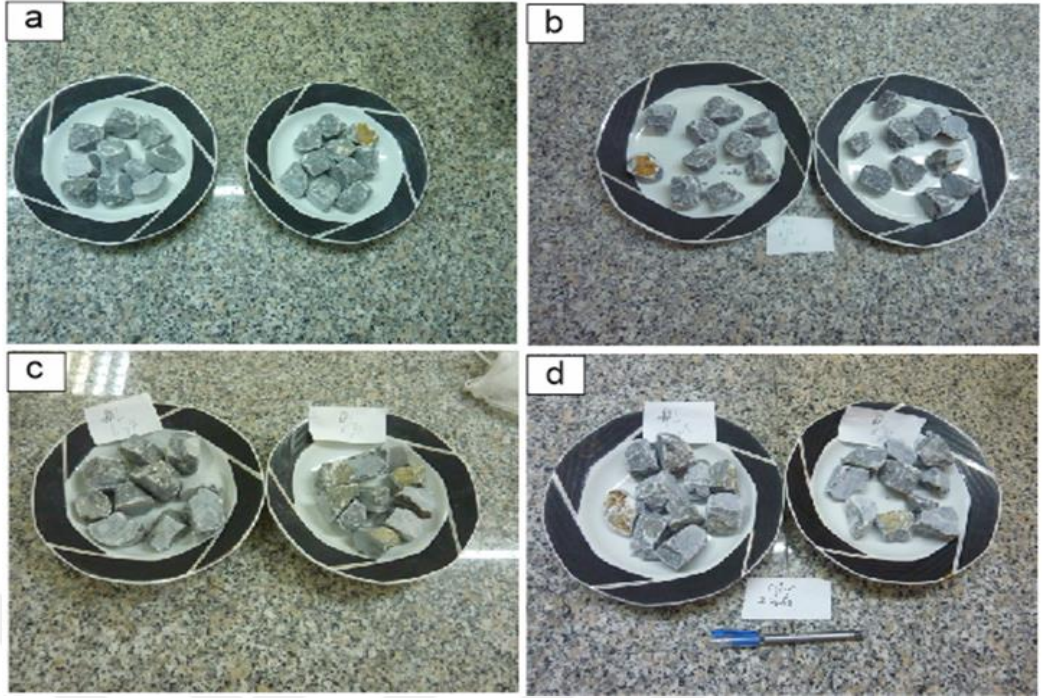
Deney sonrası numuneler üzerinde yürütülen görsel incelemeler sonucunda kaya numunelerin deneyden çok az etkilendiği; örneklerin köşelerinin pürüzsüzleştiği ve küçük parçaların az sayıda koparıldığı gözlenmiştir (Şekil 2.59 ve 2.60).

Tablo 2.33 Kayaçların ikinci devirdeki suda dağılmaya karşı dayanım (slake durabilite) indeksi, ve durabilite sınıfları

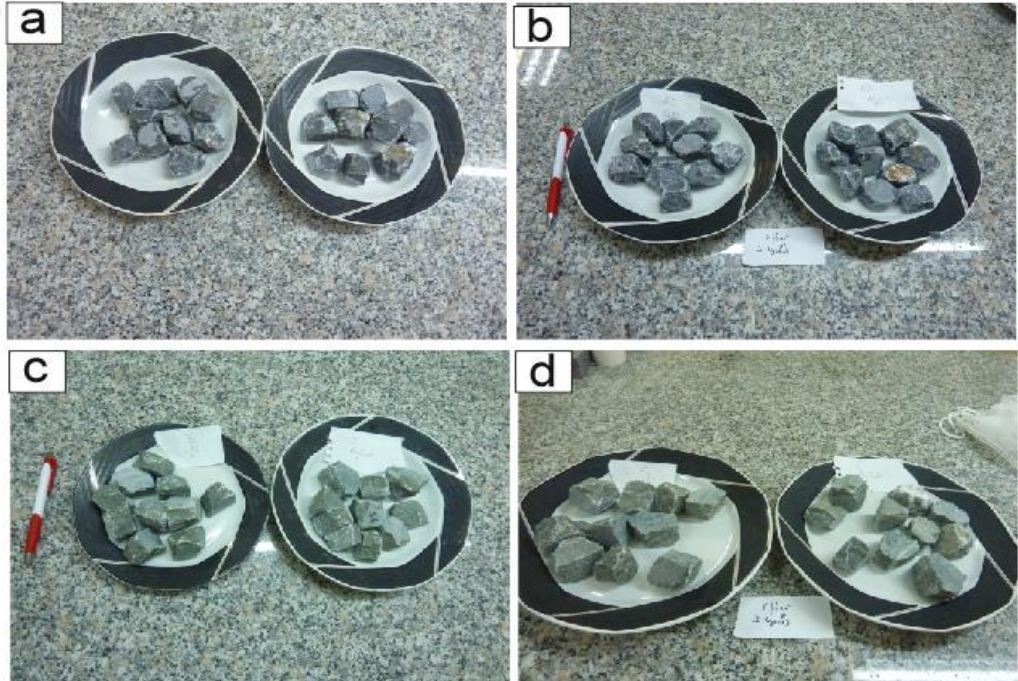
Kaya Türü	Slake Durabilite İndeksi, 2. Devir	Standart Sapma ($\pm$)	Durabilite Sınıfı (Gamble, 1971)
Haynes Kireçtaşı (HK)	99,33	0,04	Çok Yüksek Durabilite
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	99,48	0,05	Çok Yüksek Durabilite
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	99,47	0,02	Çok Yüksek Durabilite
Karabacak Serpantiniti (KS)	99,61	0,00	Çok Yüksek Durabilite



Şekil 2.58 Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi deney cihazı görünümü (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.59 Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi deneyi numuneleri; Haynes Kireçtaşı deney öncesi (a), Haynes Kireçtaşı deney sonrası (b), Doğanbey Kireçtaşı deney sonrası (C), ve Doğanbey Kireçtaşı deney sonrası (d) (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 2.60 Suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi deneyi numuneleri; Karabacak Breşik Kireçtaşı deney öncesi (a), Karabacak Breşik Kireçtaşı deney sonrası (b), Karabacak Serpantiniti deney öncesi (c), ve Karabacak Serpantiniti deney sonrası (d) (Kişisel arşiv, 2017)

2.1.5.2.4 *Doygunluk Katsayısı*. Doygunluk katsayısı (S) kayaçların durabilitelerinin saptanmasında kullanılan bir yöntemdir. Vakum doygunluğu, toplam su emmenin ve malzemenin gözenekliliğini saptama yöntemidir (RILEM, 1980). Doygunluk katsayısı ilk önce Hirschwald tarafından kullanılmıştır (1912). Doygunluk katsayısı, tüm kaya türleri için 0'dan 1'e kadar değişir. Hirschwald (1912) kayaçları doygunluk katsayılarına (S) göre şöyle tanımlamıştır; $S < 0,70$ kayaç, hava koşullarına ve donmaya karşı dayanıklıdır, $S = 0,70-0,85$ için doğal taş donma direncinden dolayı güvenli değildir, $S = 0,85-1$ için kaya aşınmaya ve donmaya karşı dayanıklı değildir. Siegfried ve Rolf (2014), $2,6 \text{ gr/cm}^3$ 'ün üzerindeki hacim yoğunluğuna sahip olan karbonatlı kayaçların yanı sıra plutonik ve metamorfik kayaçlar için doygunluk katsayısının sınırlı doğruluğa ve öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Bu kaya türleriyle, çok küçük W_{atm} ve W_{vak} değerleri bulunduğunu ve bu değerler yüksek doygunluk katsayısı değerlerini doğurduğunu belirterek, doygunluk katsayısının tek başına kayaçların durabilitelerinin saptanması için yeterli bir test yöntemi olmadığını vurgulamıştır.

Bu çalışmada incelenen kaya numunelerinin doygunluk katsayıları, her bir kaya türü için uzunluğu genişliğinin 2 katına eşit olan 5 adet silindirik karot örneği üzerinde RILEM 1980'de belirtilen prosedüre uygun olarak yürütülen deneyler yardımıyla belirlenmiştir. Deneyde numunelerin atmosferik ve vakumlu desikatör koşullarında doygun hale getirilmesinden oluşmaktadır (Şekil 2.61). Doygunluk katsayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2.34' te verilmiştir.

$$S = \frac{W_{atm}}{W_{vak}} \quad (2.31)$$

W_{atm} : atmosferik koşullar altında ağırlıkça su emme (%),

W_{vak} : vakum altında ağırlıkça su emme (%).

Tablo 2.34 ve 2.35’de görüldüğü üzere incelenen kayaçlardan HK, KBK ve KS’nin doygunluk katsayısı 0,70’ten daha düşüktür. Bu veriye göre bu kayaçlar Hirschwald (1912)’in sınıflandırmasına göre donmaya ve hava koşullarına dayanıklıdır. DK’nın doygunluk katsayısı ise 0,85 ve 1 arasındadır ve bu nedenle bu kaya ilgili sınıflandırmaya göre “donmaya karşı dayanıklı değildir” olarak sınıflandırılmıştır. Ancak gerek malzeme özellikleri, gerekse de hızlandırılmış ayrıştırma test sonuçları ve diğer durabilite saptama yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ışığında, doygunluk katsayısına göre DK için işaret edilen durabilite kategorisinin doğru olmadığı kanısına varılmıştır.

Tablo 2.34 Test edilen kaya numunelerinin atmosferik şartlar altında ağırlıkça su emme vakum altında ağırlıkça su emme ve doygunluk katsayısı değerleri

Kaya Türü	Atmosferik Şartlar Altında Ağırlıkça Su Emme (%)	Vakum Altında Ağırlıkça Su Emme (%)	Doygunluk Katsayısı	Durabilite Sınıfı (Hirschwald, 1912)
Haynes Kireçtaşı (HK)	0,06	0,18	0,33	Hava ve Donmaya Karşı Dayanıklısıdır
Doğanbey Kireçtaşı (DK)	0,12	0,13	0,92	Hava ve Donmaya Karşı Dayanıklısı Değildir
Karabacak Breşik Kireçtaşı (KBK)	0,08	0,22	0,36	Hava ve Donmaya Karşı Dayanıklısıdır
Karabacak Serpantiniti (KS)	0,13	0,28	0,46	Hava ve Donmaya Karşı Dayanıklısıdır



Şekil 2.61 Doygunluk katsayısı deney cihazı görünümü (Kişisel arşiv, 2017)

Tablo 2.35 Kayaçların durabilitelerine göre sınıflandırmaları

Deney	Deney Sayısı	Deney Sonuçları ve Durabilite Sınıflandırması			
		HK	DK	KBK	KS
Donma-Çözülme (%)	8	0,05 Mükemmel	0,07 Mükemmel	0,05 Mükemmel	0,07 Mükemmel
İslanma-Kurunma (%)	8	0,04 Mükemmel	0,06 Mükemmel	0,03 Mükemmel	0,05 Mükemmel
Magnezyum Sülfat (%)	2	9,79 İyi	12,66 Orta	6,47 İyi	17,45 Orta
Suda Dağılmaya Karşı Dayanıklılık 2. Devir (%)	2	99,33 Mükemmel	99,48 Mükemmel	99,47 Mükemmel	99,61 Mükemmel
Doygun-Kuru Dayanım Oranı (-)	16	0,83 İyi	0,86 İyi	0,76 Orta	0,88 İyi
Doygunluk Katsayısı	5	0,33 Mükemmel	0,92 Zayıf	0,35 Mükemmel	0,46 Mükemmel
Statik Kaya Durabilite İndeksi	-	0,85 İyi	1 İyi	1,64 İyi	2,85 Mükemmel

BÖLÜM ÜÇ

ARAZİ ÇALIŞMALARI

Saha araştırması, zırh taşlarının üretildiği üç farklı taş ocağı üzerinde yürütülmüştür. Arazi incelemesi, süreksizliklerin ölçülmesi görsel inceleme, aşınma derecesi ve blok boyut ölçümlerinden oluşmaktadır. Saha araştırmasında kullanılan malzemeler şunlardır: jeolojik pusula, şerit metre, saha defteri ve kalem. Süreksizlik ölçümleri, ocaklarda kaya yüzleklerine erişilebilen alanlarda yapılmıştır. Süreksizlik aralıkları ve yönelimleri, yatay tarama çizgisi (hat etüdü) yöntemi boyunca not alınmıştır. Sahada üretilen blokların üç boyutlu ölçümleri yapılarak, blokların hacimleri elde edilmiştir.

3.1 Haynes Taş Ocağı

Haynes taş ocağı Güzelbahçe Balıkçı Barınağı inşaatı için kaya malzemesi ve zırh taşı temin edilen ocaklardan birisidir. Hali hazırda taş ocağından agrega ve zırh taşı üretilmektedir. Filiş içerisinde kireçtaşı konumundaki kaya bloklarında üretim yapılan ocak içerisinde tabakalı kireçtaşlarının yanısıra çok kırıklı bazalt ve fliş birimleri gözlenmektedir. Güzelbahçe balıkçı barınağı inşaatında dolgu malzemesi olarak fliş ve bazalt, zırh taşı olarak kireçtaşı kullanılmıştır. Yüksek anizotropi (çok yakın soğuma çatlakları) nedeniyle bazalt, zırh taşı malzemesi olarak kullanım için uygun değildir. Ancak dalgakıran inşaatında çok az miktarda da olsa bazalt bloklarına rastlanmıştır. Ocak üretim yöntemi patlatma ve kazıdan oluşmaktadır. Patlatma işlemi ve özellikle yüksek güçte patlayıcı kullanımı, zırh taşları için zararlıdır ve bu işlem kaya içerisinde çatlak oluşturur. Patlatma ile oluşan çatlaklar bazen doğrudan algılanamaz, ancak zırh taşları gerilmelere maruz kaldığında, kaya içerdiği bu süreksizlik düzlemleri boyunca kırılır.

3.1.1 Süreksizlik Özellikleri

Süreksizlik düzlemleri, herhangi bir amaç için bir kaya kütesinden büyük kaya blokları üretme açısından kalıcı bir sorundur (Lienhart, 2003). Süreksizlik düzlemleri,

kayaçların çökelme, diyajenez, metamorfizma, tektonizma, ve çevresel etkilere maruz kalma gibi süreçler neticesinde oluşmasından dolayı, farklı formlar alan doğal yapısal özellikler olarak tanımlanabilir (Lienhart, 2003). En çok karşılaşılan süreksizlik formları tabakalanma düzlemleri, eklemler, stilolitler, faylar, patlatma kırıkları, akma ve soğuma düzlemleri ile ayrışmaya bağlı kırıklardır.

Bu çalışmada ocak şev aynalarında yürütülen detaylı süreksizlik ölçümleri ile gözlenen süreksizlik düzlemlerinin tip, yönelim, sıklık, açıklık, devamlılık, eklem sayısı, dolgu türü ve miktarı, pürüzlülük, ayrışma durumu ile su varlığı gibi temel özellikleri araştırılmıştır (Tablo 3.1).

3.1.1.1 Süreksizlik Türü

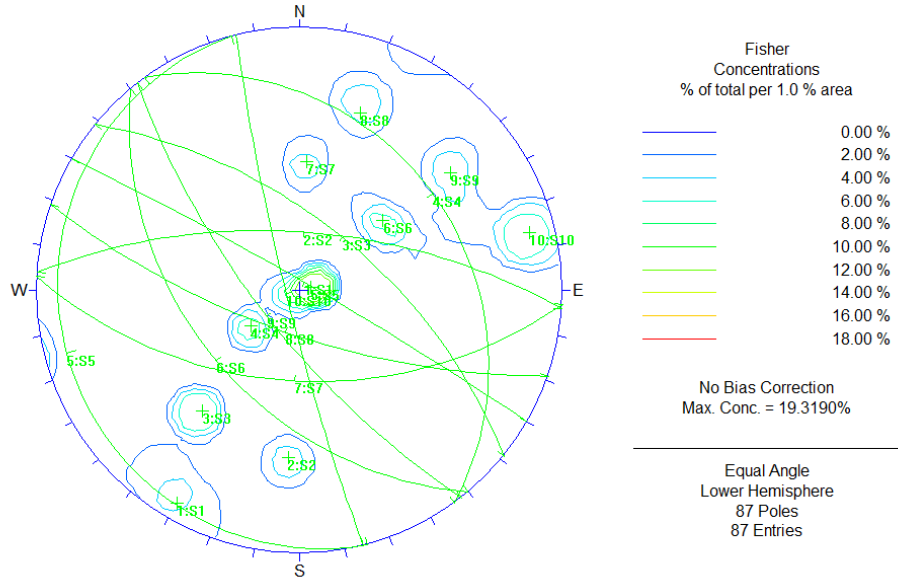
Haynes taş ocağı içerisinde tabakalanma düzlemleri, tektonik kökenli kırık ve çatlaklar ile bazalt-kireçtaşı ve bazalt-filiş arası dokanak düzlemleri gibi bir çok süreksizlik türü varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca kireçtaşları içerisinde patlatma etkisiyle oluşmuş süreksizlik düzlemlerinin varlığı da tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Bazalt ve fliş içerisindeki kireçtaşı blokları (Kişisel arşiv, 2017)

3.1.1.2 Süreksizlik Konumu

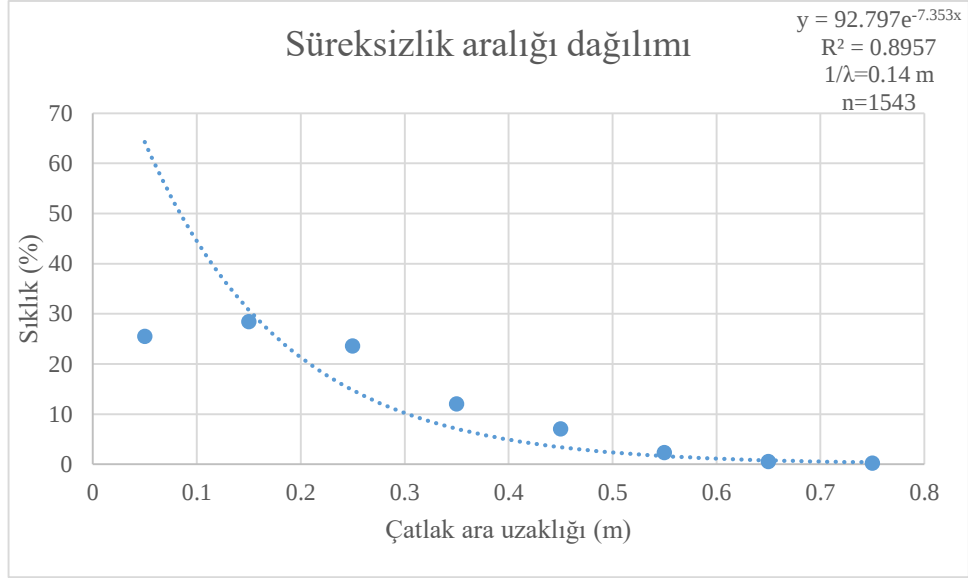
Şev aynalarında ölçülen 87 adet süreksizlik verisi Dips5.1 programı yardımı ile stereografik projeksiyon üzerine aktarılmış ve kaya kütlesi içerisinde egemen olan süreksizlik set sayısı ve konumları belirlenmiştir (Şekil 3.2). Stereografik projeksiyon üzerinde ortalama kutup yoğunluğunun %9 ve maksimum kutup yoğunluğunun %18 olduğu ve kaya içerisindeki süreksizlik setlerinin 210/04 (S1), 184/25 (S2), 219/29 (S3), 234/64 (S4), 075/85 (S5), 050/45 (S6), 03/38 (S7), 019/17 (S8), 052/18 (S9), ve 076/06 (S10) konumlu oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Haynes Taş Ocağında gözlenen süreksizlik düzlemlerinin stereografik alt yarım küre projeksiyonu üzerindeki kutup yoğunluğu görünümleri

3.1.1.3 Süreksizlik Ara Uzaklığı ve Sıklığı

Priest ve Hudson (1976), Hudson ve Priest (1979), süreksizlik düzlemlerinin geometrilerini iki boyutlu ve düzensiz dağılmış çizgiler şeklinde tanımlamış ve süreksizlik düzlemlerinin çatlak ara uzaklıkları ile sıklıkları arasında negatif üstel bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin $f(L) = \lambda e^{(-\lambda L)}$ denklemi ile tanımlandığını belirtmişlerdir. Denklemdaki $f(L)$ çatlak ara uzaklığı frekansı, L ve λ ise belirli geometrinin sabit karakteristiğini simgelemektedirler. Çatlak ara uzaklığı sıklık dağılımı tanımlayan denklemdaki e üzeri değerinin tersi ($1/\lambda$) ortalama çatlak ara uzaklığı vermektedir (Priest ve Hudson, 1976; Hudson ve Priest, 1979). Haynes taş ocağı içerisinde yürütülen çalışmada, çatlak ara uzaklığı ölçümleri ocak içerisindeki kireçtaşı şev aynalarında yapılmıştır. Ölçülen toplam 1543 adet süreksizlik ara uzaklığına ait çatlak ara uzaklığı-sıklık dağılım grafiğinden ocak içerisindeki süreksizlik düzlemlerinin sıklığının 7.35 m^{-1} ve ortalama görünür çatlak ara uzaklığının ise 0.14 m olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.3). Bu veriler neticesinde Haynes taş ocağı içerisinde gözlenen kireçtaşı kütlesi ISRM (1978)' e göre “ortalama çatlak ara uzaklığına sahip kaya” olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.3 Haynes Kireçtaşı süreksizlik ara uzaklığı - sıklık dağılım grafiği

3.1.1.4 Dolgu Malzemesi

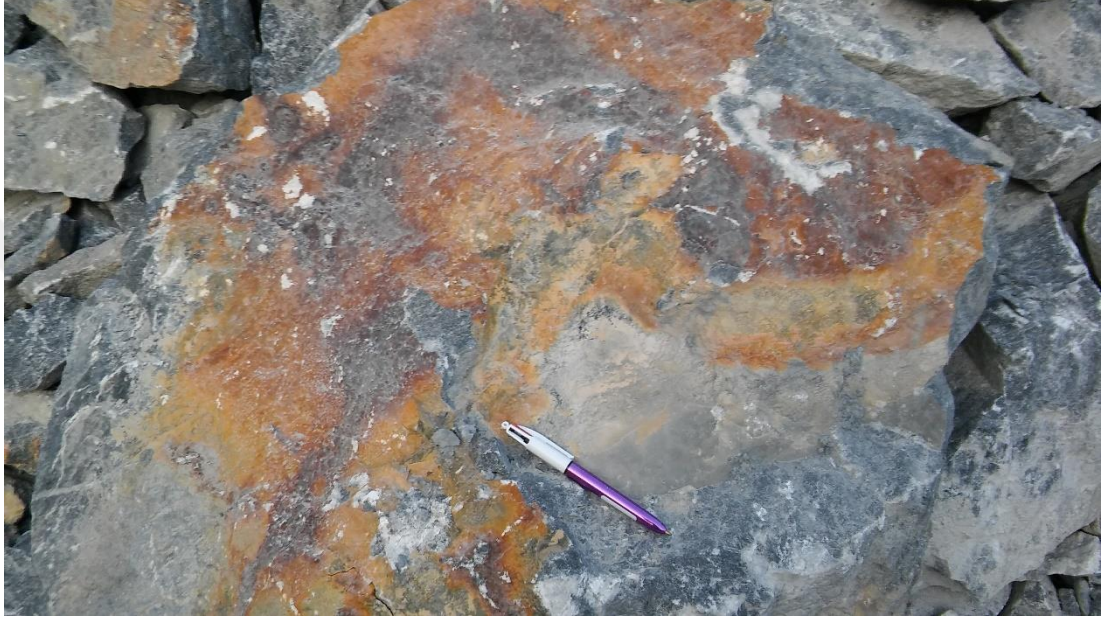
Haynes Kireçtaşı ocağında yürütülen gözlemler neticesinde, kaya süreksizliklerinde dolgu malzemesi olarak kalsit, kil ve ayrılmış bazaltik ürünler olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4). Bu dolgu malzemelerinin renginin değişmesi, kalsitin çözülmesi ve kil minerallerinin varlığı zırh taşları için zararlıdır.



Şekil 3.4 Haynes Kireçtaşı tabakalarında oksitlenme ve kil dolgu malzemelerinin görünümü (Kişisel arşiv, 2017)

3.1.1.5 Ayrışma

Haynes Kireçtaşı'nın süreksizlik yüzeylerinde lekelenme ve renk değişimi şeklinde ayrışma izlerine rastlanmıştır. Bu ayrışma izlerinin, süreksizliklerde gözlenen dolgu malzemelerinin oksitlenmesi ile oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 3.5). Bu veriler ışığında Haynes Kireçtaşlarının az ayrılmış kaya olduğu görülmektedir.



Şekil 3.5 Haynes Kireçtaşı bloklarındaki oksidasyon süreci görünümü (Kişisel arşiv, 2017)

3.2 Doğanbey Taş Ocağı

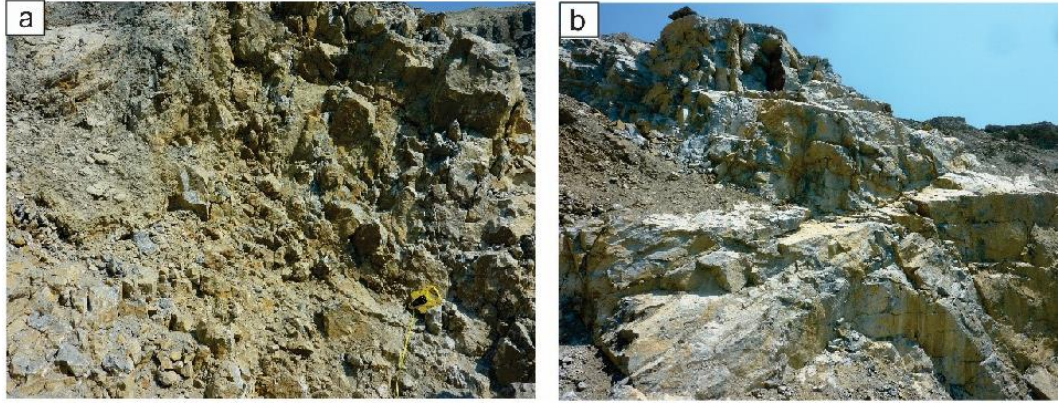
Hali hazırda agrega ve zırh taşı üretilmekte olan taş ocağı, filiş birimi içerisinde tek taş konumunda olan bir kireçtaşı bloğu içerisinde yer almaktadır. Ocakta patlatma ile üretim yapılması ve ocak şevlerinin düzgün planlamaması nedeniyle ocak şevlerine yaklaşıp ölçü almak oldukça risklidir. Bu nedenle taş ocağı içerisinde yürütülen detaylı süreksizlik ölçümleri kaya dökülme riski olmayan kesitler üzerinde yürütülmüştür.

3.2.1 Süreksizlik Özellikleri

Bu çalışmada ocak şev aynalarında yürütülen detaylı süreksizlik ölçümleri ile süreksizlik düzlemlerinin tip, yönelim, sıklık, açıklık, devamlılık, eklem sayısı, dolgu türü ve miktarı, pürüzlülük, ayrışma durumu ile su varlığı gibi temel özellikleri araştırılmıştır (Tablo 3.1).

3.2.1.1 Süreksizlik Türü

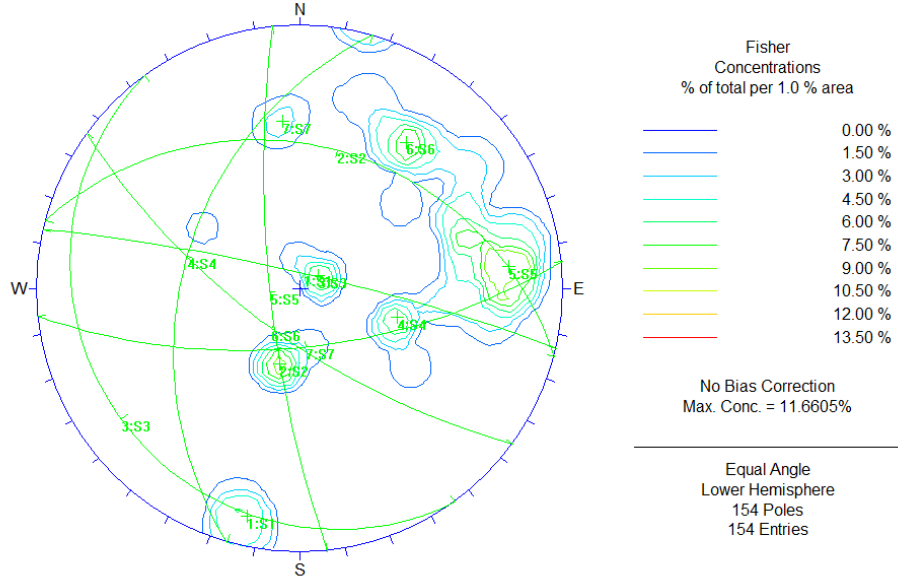
Doğanbey taş ocağında tabakalanma, kırık-çatlak, fay ve dokanak gibi süreksizlik düzlemlerinin varlığı tespit edilmiştir. Oldukça düzensiz bir görünüm sunan ocak şev aynalarında patlatmanın etkisiyle oluşmuş çok sayıda düşük devamlılıkta kırık düzlemleri gözlenmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Doğanbey Kireçtaşı'nın görünümü (a) ve (b) (Kişisel arşiv, 2017)

3.2.1.2 Süreksizlik Konumu

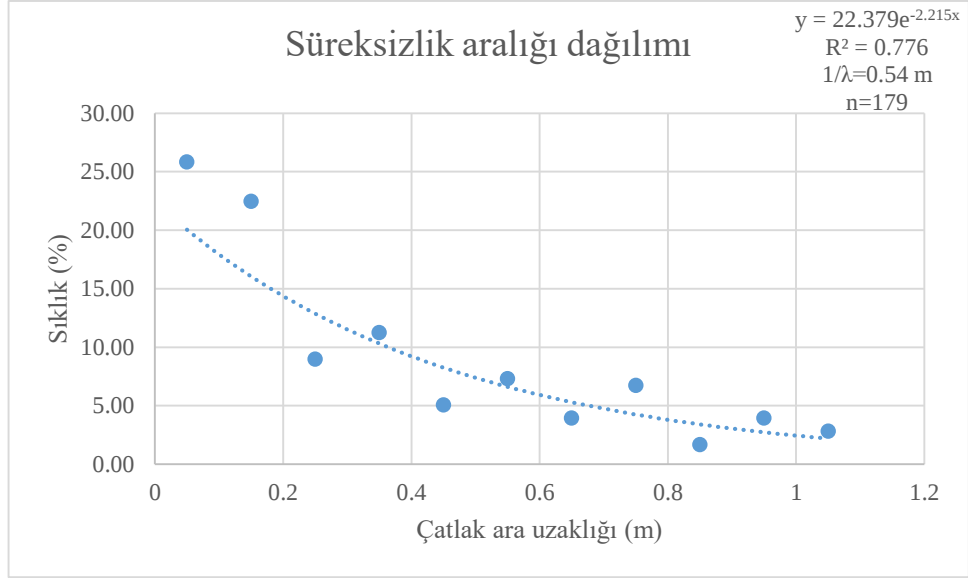
Şev aynalarında ölçülen 154 adet süreksizlik verisi Dips5.1 programı yardımı ile stereografik projeksiyon üzerine aktarılmış ve kaya kütlesi içerisinde egemen olan süreksizlik set sayısı ve konumları belirlenmiştir (Şekil 3.7). Stereografik projeksiyon üzerinde ortalama kutup yoğunluğunun %7,5 ve maksimum kutup yoğunluğunun %11,66 olduğu ve kaya içerisindeki süreksizlik setlerinin 193/07 (S1), 195/57 (S2), 054/80 (S3), 106/48 (S4), 084/13 (S5), 036/21 (S6) ve 354/25 (S7) konumlu oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Doğanbey Taş Ocağında gözlenen süreksizlik düzlemlerinin stereografik alt yarım küre projeksiyonu üzerindeki kutup yoğunluğu görünüşleri

3.2.1.3 Süreksizlik Ara Uzaklığı ve Sıklığı

Doğanbey taş ocağı içerisinde yürütülen çalışmada, çatlak ara uzaklığı ölçümleri ocak içerisindeki kireçtaşı şev aynalarında yapılmıştır. Ölçülen toplam 179 adet süreksizlik ara uzaklığına ait çatlak ara uzaklığı-sıklık dağılım grafiğinden, ocak içerisindeki süreksizlik düzlemlerinin sıklığının $2,22 \text{ m}^{-1}$ ve ortalama görünür çatlak ara uzaklığının ise 0.54 m olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.8). Bu veriler neticesinde Doğanbey taş ocağı içerisinde gözlenen kireçtaşı kütlesi ISRM (1978)’ e göre “ortalama çatlak ara uzaklığına sahip kaya” olarak sınıflandırılmıştır.



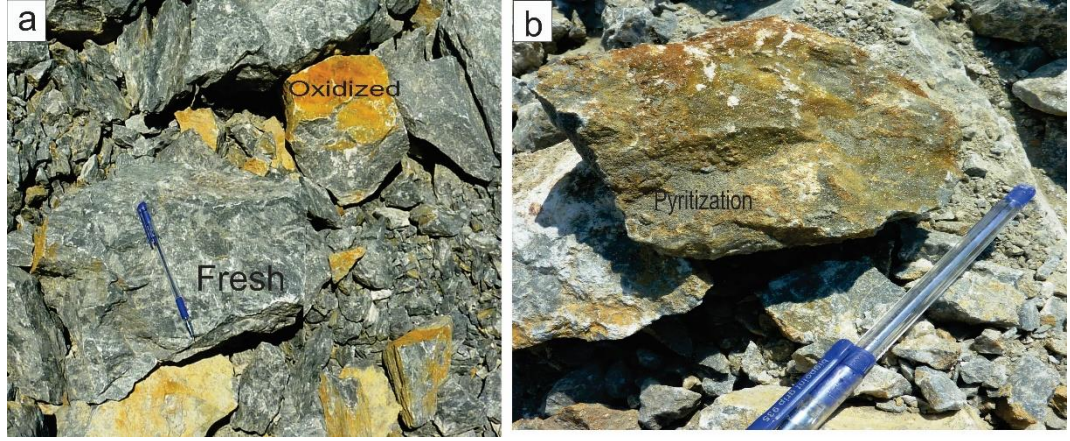
Şekil 3.8 Doğanbey Kireçtaşı süreksizlik ara uzaklığı - sıklık dağılım grafiği

3.2.1.4 Dolgu Malzemesi

Doğanbey taşı ocağında yürütülen gözlemler neticesinde kaya süreksizliklerinde dolgu malzemesi olarak kalsit, kil ve pirit olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.6). Pirit minerallerinin diyajenetik ornatma ile kireçtaşlarına yerleştiği düşünülmektedir. Bu dolgu malzemelerinin renginin değişmesi, kalsitin çözülmesi ve kil minerallerinin varlığı zırh taşları için zararlıdır.

3.2.1.5 Ayırışma

Doğanbey Kireçtaşının süreksizlik yüzeylerinde lekelenme ve renk değişimi şeklinde ayırışma izlerine rastlanmıştır. Bu ayırışma izlerinin süreksizliklerde gözlenen dolgu malzemelerinin oksitlenmesi ile oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 3.9). Bu veriler ışığında Doğanbey Kireçtaşlarının az ayırışmış kayalar olduğu görülmektedir.



Şekil 3.9 Doğanbey Kireçtaşı bloklarında gözelenen bozunmalar; oksidasyon (a), ve piritleşme süreci (b) (Kişisel arşiv, 2017)

3.3 Karabacak Mermer Ocağı

Hali hazırda mermer ocağı olarak kullanılmakta olan kaya bloğundan siyah, gri ve kırmızı renkli breşik kireçtaşı ile serpantinitle üretilmektedir. Tel kesme yöntemi ile üretim yapılmakta olan mermer ocağında dik konumda uzun, geniş ve pürüzsüz şev aynaları mevcuttur. Bu ocak direkt olarak zırh taşı üretim amaçlı kullanılmamış, Güzelbahçe balıkçı barınağında, bu ocak pasa sahasında birikmiş olan iri kaya blokları zırh taşı olarak kullanılmıştır.

3.3.1 Süreksizlik Özellikleri

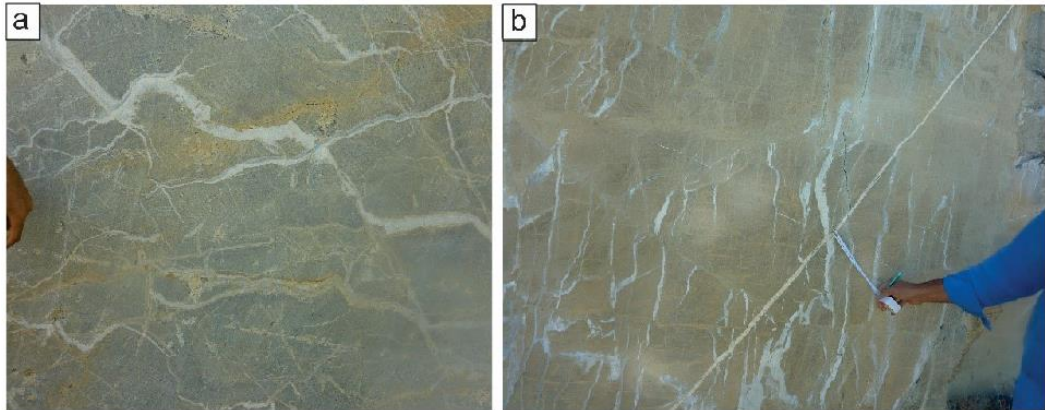
Bu çalışmada ocak şev aynalarında yürütülen detaylı süreksizlik ölçümleri ile süreksizlik düzlemlerinin tip, yönelim, sıklık, açıklık, devamlılık, eklem sayısı, dolgu türü ve miktarı, pürüzlülük, ayrışma durumu ile su varlığı gibi temel özellikleri araştırılmıştır (Tablo 3.1).

3.3.1.1 Süreksizlik Türü

Karabacak mermer ocağı şev aynalarında yürütülen detaylı süreksizlik düzlemi ölçümleri esnasında kaya içerisinde kırık, çatlak, fay ve dokanak şeklinde süreksizlik düzlemlerinin varlığı tespit edilmiştir. Breşik karakterdeki kireçtaşlarının, breşlenmenin etkisi ile çok sayıda ve belirli bir sistematığı olmayan düzensiz devamsız süreksizlik düzlemi içerdiği belirlenmiştir (Şekil 3.10). Daha masif ve homojen bir iç yapısı sunan serpantinitlerde ise birbirlerine paralel süreksizlik düzlemleri ile damar ve kılcal çatlakların varlığı tespit edilmiştir (Şekil 3.11).



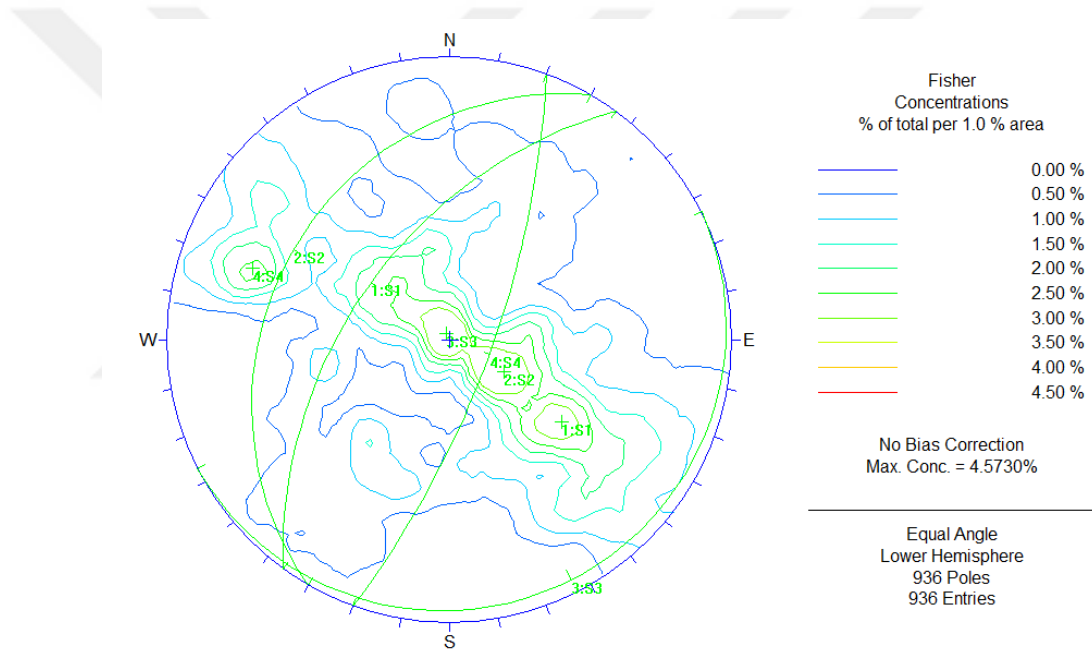
Şekil 3.10 Karabacak Breşik Kireçtaşı bloğu (Kişisel arşiv, 2017)



Şekil 3.11 Karabacak Serpantinitinde gözlenen dolgu malzemeleri; dalgalı kalsit damarları (a) ve kalsit minerali ile dolu gerilim çatlak damarları (b) (Kişisel Arşiv, 2017)

2.3.1.2 Süreksizlik Konumu

Şev aynalarında ölçülen 936 adet süreksizlik verisi Dips5.1 (Rocscience 2002) programı yardımı ile stereografik projeksiyon üzerine aktarılmış ve kaya kütlesi içerisinde egemen olan süreksizlik set sayısı ve konumları belirlenmiştir (Şekil 3.12). Stereografik projeksiyon üzerinde ortalama kutup yoğunluğunun %2,5 ve maksimum kutup yoğunluğunun %4,57 olduğu ve kaya içerisindeki süreksizlik setlerinin 126/38 (S1), 120/65 (S2), 333/87 (S3) ve 290/17(S4) konumlu oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.12).

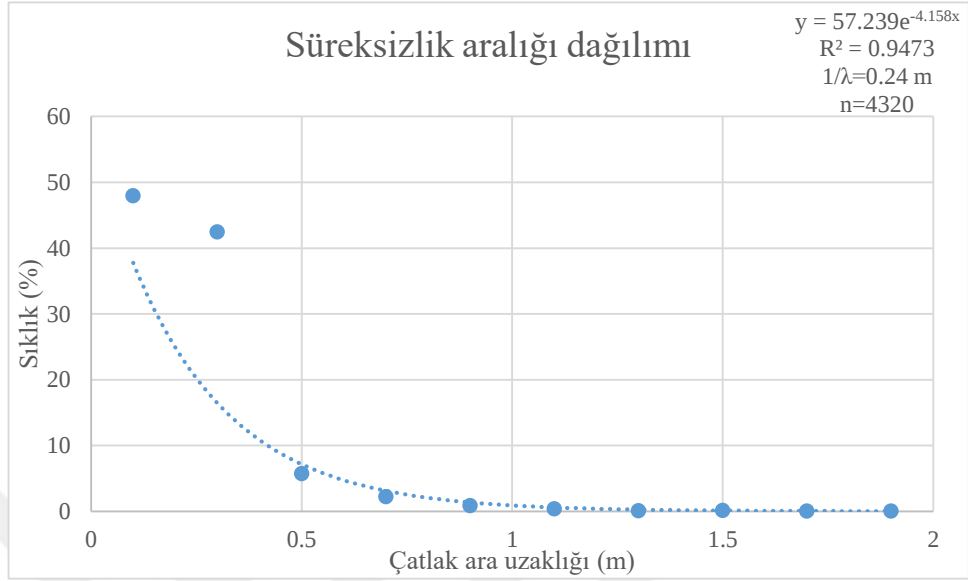


Şekil 3.12 Karabacak Mermer Ocağında gözlenen süreksizlik düzlemlerinin stereografik alt yarım küre projeksiyonu üzerindeki kutup yoğunluğu görünüşleri

3.3.1.3 Süreksizlik Ara Uzaklığı ve Sıklığı

Karabacak mermer ocağı içerisinde yürütülen çalışmada ölçülen 4320 adet süreksizlik ara uzaklığına ait çatlak ara uzaklığı-sıklık dağılım grafiğinden ocak içerisindeki süreksizlik düzlemlerinin sıklığının $4,16 \text{ m}^{-1}$ ve ortalama görünür çatlak ara uzaklığının ise 0.24 m olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.13). Bu veriler neticesinde

Karabacak mermer ocağı içerisinde gözlenen kireçtaşı ve serpantinit kütlesi ISRM (1978)' e göre “ortalama çatlak ara uzaklığına sahip kaya” olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.13 Serpantinit ve Kireçtaşı süreksizlik ara uzaklığı - sıklık dağılım grafiği

3.3.1.4 Dolgu malzemesi

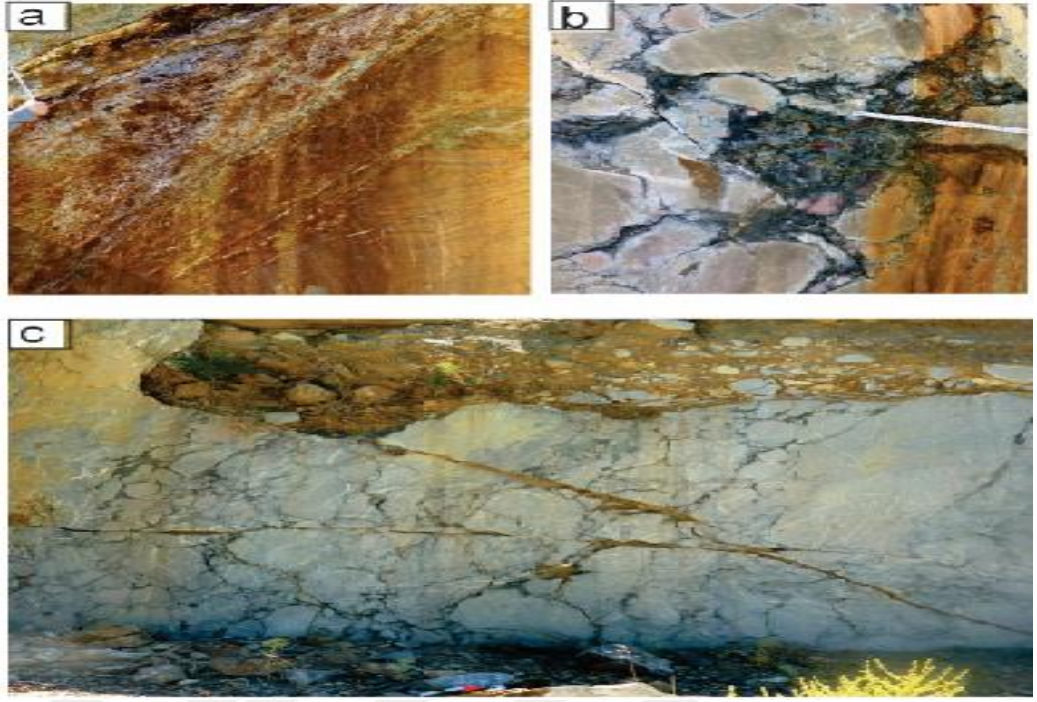
Karabacak mermer ocağında yürütülen gözlemler neticesinde kaya süreksizliklerinde dolgu malzemesi olarak kalsit, kil, talk, ve bazalt ürünleri olduğu belirlenmiştir. Talk damarlarının hidrotermal alterasyon ürünü, bazaltın ise volkanik aktivite kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Şekil 3.14). Bu dolgu malzemelerinin renginin değişmesi, kalsitin çözülmesi, talkın yumuşama etkisi ve kil minerallerinin varlığı, zırh taşları için olumsuz etkilere neden olacaktır.



Şekil 3.14 Karabacak Serpantinitinde gözlenen dolgu malzemeleri; talk dolgu malzemesi (a) ve breş dolgu materyali içermekte (b), Karabacak Breşik Kireçtaşı bazaltik dolgu malzemeleri içermektedir (c) ve (d) (Kişisel Arşiv, 2017)

3.3.1.5 Ayırışma

Karabacak Serpantiniti'nin hidrotermal alterasyonu sonucu kireçtaşı süreksizlik yüzeylerinde lekelenme ve renk değişimi şeklinde ayırışma izleri gelişmiştir. Bu ayırışma izlerinin dolgu malzemelerinin oksitlenmesi ile oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 3.15). Serpantinit ve Kireçtaşının fliş ile dokanaklarında ayırışma daha belirgindir. Bu veriler ışığında Karabacak Serpantiniti ve Karabacak Kireçtaşının az ayırışmış kayalar olduğu görülmektedir.



Şekil 3.15 Karabacak Breşik Kireçtaşı ve Serpantinitinde gözlenen bozunmalar; Karabacak Serpantinitinde gözlenen hidrotermal alterasyonu (a), Karabacak Breşik Kireçtaşı gözlenen oksidasyon (b), Karabacak Breşik Kireçtaşı gözlenen fiziksel ayrışma (c) (Kişisel arşiv, 2017)

Tablo 3.1 Süreksizlik özelliklerinin özeti

Süreksizlik Özellikleri	Haynes Taş Ocağı	Doğanbey Taş Ocağı	Karabacak Mermer Ocağı
Türü	Tabakalanma Düzlemleri, Kırıklar Ve Çatlaklar	Tabakalanma Düzlemleri, Faylar, Kırıklar Ve Çatlaklar	Kırıklar, Damarlar, Faylar, Breşler, Ve Çatlaklar
Çatlak Set Sayısı	10	7	4
Aralık (m)	0,14	0,45	0,24
Devamlılık	Devamlı	Devamlı	Devamlı
Sıklık (m ⁻¹)	7,35	2,22	4,16
Dolgu Malzemesi	Kalsit, Oksitler, Bazalt Ürünleri Ve Kil Mineraller	Kil Ve Pirit	Kalsit, Killer, Talk, Oksit, Bazalt Ürünleri
Yüzey	Pürüzlü Düzlemsel	Pürüzlü Düzlemsel	Pürüzlü Yuvarlak
Ayrışma Derecesi	Az Ayrışmış	Az Ayrışmış	Az Ayrışmış
Yeraltı Su Durumu	Sızıntı Ve Su Havuzu	Geçici Kuru	Kuru

BÖLÜM DÖRT

ZIRH TAŞLARININ KALİTE DEĞERLENDİRMESİ

Güzelbahçe balıkçı barınağında zırh taşı olarak kullanılan kayaçların kalite değerlendirmesinde, kayaçların bu amaç için uygunluğunun saptanmasında yaygın biçimde kullanılmakta olan CIRIA/CUR, CETMEF (2007) ve RERS (1998) kaya kalite belirleme sistemleri kullanılmıştır. Daha sonra incelenen kayaçların zırh taşı olarak kaliteleri, bu çalışma kapsamında geliştirilen ve kayaçların değişik fiziksel ve durabilite özelliklerinin baz alındığı bir sistem ile değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar CIRIA/CUR ve RERS'den elde edilen sonuçlar ile mukayese edilmiştir.

4.1 CIRIA/CUR Kalite Değerlendirme Sistemine Göre Yapılan Değerlendirme

Kayaçların malzeme özelliklerinin yanı sıra kütle özelliklerinin de değerlendirilmeye alındığı CIRIA/CUR kalite sınıflandırma sistemi, saha ve laboratuvar deney ve gözlemlerine dayanmaktadır. CIRIA/CUR'e göre kayaçlar, anroşman olarak kullanılabilirlikleri açısından aşağıda belirtildiği şekilde, mükemmel, iyi, orta ve zayıf olmak üzere değişik katogorilerde sınıflandırılmaktadır (Tablo 4.1-4.2);

- Mükemmel: (İdeal). Malzeme, tasarımın ömrü boyunca, özelliklerinde herhangi bir bozunma olmadan kullanılabilir.
- İyi: (Ortalamanın üstünde). Normal durumlarda özel bir işleme (iyileştirmeye) gerek yoktur.
- Orta: (Ortalamanın altında). Özel işlem görmedikçe kayacın bu özelliği kayacın önemli ölçüde bozunmasına neden olabilir.
- Zayıf: (Ortalamanın çok altında). Bu tür malzemelerin kıyı projelerinde kullanılmasından mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.

Güzelbahçe balıkçı barınağı inşasında kullanılan kayalar üzerinde yürütülen laboratuvar deneyleri ve üretildikleri taş ocaklarının üretim aynaları üzerinde yapılan gözlemler neticesinde, Haynes ve Doğanbey Kireçtaşları ile Karabacak Breşik Kireçtaşı, CIRIA/CUR kalite sınıflandırma sistemine göre mükemmel – iyi kaliteli Karabacak Serpantiniti ise mükemmel kaliteli kaya olarak sınıflandırılmışlardır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Arazi kriterlerine dayalı CIRIA/CUR kalite sınıflandırması

Kriterler	Kalite Sınıfları			
	HK	DK	KBK	KS
Litolojik Sınıflandırma	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Bölgesel Yerinde Gerilime	Orta	Orta	Orta	Orta
Ayrışma Derecesi	İyi	İyi	İyi	İyi
Yeraltı Suyu Durumu	Orta	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Üretim Yöntemi	İyi	İyi	Mükemmel	Mükemmel
Taş Şekli Ve Ayrışma Derecesi	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Zırh Taşının Bütünlüğü	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel

Tablo 4.2 Laboratuvar kriterlerine dayalı CIRIA / CUR kalite sınıflandırması

Kriterler	Kalite Sınıfları			
	HK	DK	KBK	KS
Petrografik Değerlendirme	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Kütle Yoğunluğu (t/m^3)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Su Emme (%)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Etkin Porozite (%)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Metilen Mavisi Emme Değeri (gr/100g)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Orta	İyi	İyi	Mükemmel
P-Dalga Hızı (Km/sn)	Mükemmel	İyi	Mükemmel	İyi
Nokta Yükleme İndeksi (MPa)	Orta	Orta	İyi	Mükemmel
Çatlak Tokluğu ($MPa.m^{1/2}$)	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Brazilian Çekme Dayanımı (MPa)	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Los Angeles (%Kaybı)	Orta	İyi	İyi	Mükemmel
Mikro-Deval (%Kaybı)	Orta	Orta	Orta	İyi
Donma-Çözülme (%Kaybı)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Donma Çözülmesiyle Düşürülmüş Sonik Hız (% Değişim)	Orta	Orta	Orta	Mükemmel
Islanma-Kurunma (% Ağırlık Kaybı)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
MgSO4 Sağlamlığı (% Ağırlık Kaybı)	İyi	Orta	İyi	Orta

4.2 Kaya Mühendisliği Değerlendirme Sistemine (RERS) Kalite Değerlendirme Sistemine Göre Yapılan Değerlendirme

Hudson (1992) karmaşık mühendislik problemlerini çözmek için Kaya Mühendisliği Sistemi (RES)' ni önermiştir. Lienhart (1998) ise Hudson (1992)'den esinlenerek anroşman uygunluğunu değerlendirmek için Kaya Mühendisliği Değerlendirme Sistemi (RERS)' ni geliştirmiştir. RERS sisteminin kaya kütleleri üzerinde uygulanması sonucunda elde edilen “Anroşman Kalite Göstergesi (AQD)” değeri, bir bozunma modeli üzerinden kıyı yapılarında anroşman olarak kullanılacak kayaçların kullanım ömrünün tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. RERS sisteminde aşağıda belirtilen kaya malzeme ve kütle özellikleri değerlendirmeye alınmaktadır.

- Süreksizlik geometrisi, kaya kütlesi özellikleri, in-situ gerilmeler ve sağlam kaya kalitesi;
- Blok bütünlüğü, taş ocağı üretim yöntemi ve proje inşa metodu;
- Petrolojik özellikler, doygunluk derecesi, dayanım özellikleri, yoğunluk ve durabilite.

RERS kalite değerlendirme sisteminde kayacın malzeme ve kütle özelliklerine 4 ile 1 arasında değişen kalite puanları verilmiştir. Puanlama sisteminde 4 mükemmele işaret ederken, 1 ise zayıf anlamına gelmektedir.

RERS kaya kalite sınıflandırma sisteminde incelemesi yapılan kaya malzeme ve kütle özellikleri (a) kolonunda ve bu değerlerin eşleştirildiği kalite puanları ise (b) konunda verilmiştir. (c) kolonunda kalite sınıflarının ortalama rakamsal değerleri verilmiştir. (d) kolonunda her bir parametrenin anroşman kalitesi üzerindeki ağırlık değerleri verilmiştir. (e) kolonunda her bir parametrenin aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanan ağırlık derecesi verilmiştir. RERS puanı ise, (e) kolonunda verilmiş olan kaya kütle ve malzeme özelliklerine ait ağırlık derecelerinin, ortalamasının alınmasıyla saptanmıştır (Tablo 4.3-4.4-4.5 ve 4.6).

$$(e) = \frac{(c) \times (d)}{(d) \text{ ortalaması}} \quad (4.1)$$

(c): Tablo 4.3-4.4-4.5 ve 4.6' deki derelendirme değeri kolonu temsil etmektedir,

(d): Tablo 4.3-4.4-4.5 ve 4.6' deki değer ağırlığı kolonu temsil etmektedir, ve

(e): Tablo 4.3-4.4-4.5 ve 4.6' deki ağırlık derecesi kolonu temsil etmektedir.

RERS kaya kalite değerlendirme sistemine göre Haynes Kireçtaşının AQD değeri 3'e yakın olduğu, Doğanbey Kireçtaşı ile Karabacak Breşik Kireçtaşının AQD değerinin 3'ü hafifçe geçtiği ve bu kayaların "iyi kaliteli kayalar" grubunda yer aldığı belirlenmiştir (Tablo 4.3-4.4-4.5). Karabacak Serpantinitinin ise AQD değerinin 4'e yakın olduğu ve bu kayacın da "mükemmel kaliteli kayalar" grubunda yer aldığı belirlenmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.3 Haynes Kireçtaşı'nın RERS kalite değerlendirmesi

(a)	(b)				(c)	(d)	(e)
Kriter	Kalite derecesi				Derecelendirme Değeri	Değer Ağırlığı	Ağırlık Derecesi
	Mükemmel (=4)	İyi (=3)	Orta (=2)	Zayıf (=1)	Ortalama	%	$\{(C) \times (D)\} / (D)$ Ortalaması
Litolojik Sınıflandırma		√			3	58	2,11
Bölgesel Yerinde Gerilme			√		2	73	1,77
Aryışma Derecesi		√			3	73	2,65
Süreksizlik Analizi			√		2	95	2,30
Yeraltı Suyu Durumu			√		2	73	1,77
Üretim Yöntemi		√			3	95	3,45
Kaya Blok Kalitesi		√			3	80	2,91
Petrografik Değerlendirme		√			3	95	3,45
1 Blok Bütünlüğü (Görsel)	√				4	90	4,36
2 Kütle Yoğunluğu	√				4	80	3,88
Su Emme	√						
Etkin Porozite	√						
Metilen Mavisli Emme	√						
3 Tek Eksenli Basınç Dayanımı			√		3	88	3,20
Brazilian Çekme Dayanımı		√					
P Dalga Hızı	√						
4 Nokta Yükleme Dayanımı			√		2,33	88	2,48
Kırılma Tokluğu		√					
Los Angeles Aşınma Kaybı			√				
5 Mikro-Deval Aşınma Kaybı			√		2	88	2,13
6 Donma Çözülme Kütle Kaybı	√				3,66	80	3,55
Mgso4 Kütle Kaybı		√					
İslanma Kurunma Kütle Kaybı	√						
Toplam						1156	40,00
n						14	14
Ortalama						82,57	2,86

Not: Tablo 4.3'te (a) kolonunda bulunan rakamların açıklaması: 1. Büyük kırılmalara karşı direnç; 2. Mineral dokusu fiziksel kalite; 3. Küçük kırılmalara karşı direnç (basınç); 4. Küçük kırılmalara karşı direnç (gerilme, dinamik); 5. Aşınmaya karşı direnç (sürtünme ve makaslama); ve 6. Aryışmaya karşı direnç.

Tablo 4.4 Doğanbey Kireçtaşı'nın RERS kalite değerlendirmesi

(a) Kriter	(b) Kalite derecesi				(c) Derecelendirme Değeri	(d) Değer Ağırlığı	(e) Ağırlık Derecesi
	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf	Ortalama	%	$\{(C)^x(D)\}/(D)$ Ortalaması
	(=4)	(=3)	(=2)	(=1)			
Litolojik Sınıflandırma		√			3	58	2,11
Bölgesel Yerinde Gerime			√		2	73	1,77
Ayrışma Derecesi		√			3	73	2,65
Süreksizlik Analizi		√			3	95	3,45
Yeraltı Suyu Durumu	√				4	73	3,54
Üretim Yöntemi		√			3	95	3,45
Kaya Blok Kalitesi		√			3	80	2,91
Petrografik Değerlendirme		√			3	95	3,45
1 Blok Bütünlüğü (Görsel)	√				4	90	4,36
2 Kütle Yoğunluğu	√				4	80	3,88
Su Emme	√						
Etkin Porozite	√						
Metilen Mavisli Emme	√						
3 Tek Eksenli Basınç Dayanımı		√			3,33	88	3,55
Brazilian Çekme Dayanımı		√					
P Dalga Hızı	√						
4 Nokta Yükleme Dayanımı			√		2,66	88	2,83
Kırılma Tokluğu		√					
Los Angeles Aşınma Kaybı		√					
5 Mikro-Deval Aşınma Kaybı			√		2	88	2,13
6 Donma Çözülme Kütle Kaybı	√				3,33	80	3,23
Mgso4 Kütle Kaybı			√				
İslanma Kurunma Kütle Kaybı	√						
Toplam						1156	43,30
n						14	14
Ortalama						82,57	3,09

Not: Tablo 4.4'te (a) kolonunda bulunan rakamların açıklaması: 1. Büyük kırılmalara karşı direnç; 2. Mineral dokusu fiziksel kalite; 3. Küçük kırılmalara karşı direnç (basınç); 4. Küçük kırılmalara karşı direnç (gerilme, dinamik); 5. Aşınmaya karşı direnç (sürtünme ve makaslama); ve 6. Ayrışmaya karşı direnç.

Tablo 4.5 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın RERS kalite değerlendirmesi

(a) Kriter	(b) Kaile derecesi				(c) Derecelendirme Değeri	(d) Değer Ağırlığı	(e) Ağırlık Derecesi
	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf	Ortalama	%	$\{(C) \times (D)\} / (D)$ Ortalaması
	(=4)	(=3)	(=2)	(=1)			
Litolojik Sınıflandırma		√			3	58	2,11
Bölgesel Yerinde Gerilme			√		2	73	1,77
Ayrışma Derecesi		√			3	73	2,65
Süreksizlik Analizi			√		2	95	2,30
Yeraltı Suyu Durumu	√				4	73	3,54
Üretim Yöntemi	√				4	95	4,60
Kaya Blok Kalitesi		√			3	80	2,91
Petrografik Değerlendirme		√			3	95	3,45
1 Blok Bütünlüğü (Görsel)	√				4	90	4,36
2 Kütle Yoğunluğu	√				4	80	3,88
Su Emme	√						
Etkin Porozite	√						
Metilen Mavisi Emme	√						
3 Tek Eksenli Basınç Dayanımı		√			3,33	88	3,55
Brazilian Çekme Dayanımı		√					
P Dalga Hızı	√						
4 Nokta Yükleme Dayanımı		√			3	88	3,20
Kırılma Tokluğu		√					
Los Angeles Aşınma Kaybı		√					
5 Mikro-Deval Aşınma Kaybı			√		2	88	2,13
6 Donma Çözülme Kütle Kaybı	√				3,66	80	3,55
Mgso4 Kütle Kaybı		√					
İslanma Kurunma Kütle Kaybı	√						
Toplam						1156	43,98
n						13	14
Ortalama						82,57	3,14

Not: Tablo 4.5'te (a) kolonunda bulunan rakamların açıklaması: 1. Büyük kırılmalara karşı direnç; 2. Mineral dokusu fiziksel kalite; 3. Küçük kırılmalara karşı direnç (basınç); 4. Küçük kırılmalara karşı direnç (gerilme, dinamik); 5. Aşınmaya karşı direnç (sürtünme ve makaslama); ve 6. Ayrışmaya karşı direnç.

Tablo 4.6 Karabacak Serpantinit'in RERS kalite değerlendirmesi

(a) Kiter	(b) Kalite derecesi				(c) Derecelendirme Değeri	(d) Değer Ağırlığı	(e) Ağırlık Derecesi
	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf	Ortalama	%	{(C) ^x (D)}/{(D) Ortalaması}
	(=4)	(=3)	(=2)	(=1)			
Litolojik Sınıflandırma	√				4	58	2,81
Bölgesel Yerinde Gerilme			√		2	73	1,77
Ayrışma Derecesi		√			3	73	2,65
Süreksizlik Analizi	√				4	95	4,60
Yeraltı Suyu Durumu	√				4	73	3,54
Üretim Yöntemi	√				4	95	4,60
Kaya Blok Kalitesi	√				4	80	3,88
Petrografik Değerlendirme		√			4	95	4,60
1 Blok Bütünlüğü (Görsel)	√				4	90	4,36
2 Kütle Yoğunluğu	√				4	80	3,88
Su Emme	√						
Porozite	√						
Metilen Mavisli Emme	√						
3 Tek Ekeseleli Basınç Dayanımı	√				4	88	4,26
Brazilian Çekme Dayanımı	√						
P Dalga Hızı	√						
4 Nokya Yükleme Dayanımı	√				4	88	4,26
Kırılma Tokluğu	√						
Los Angeles Aşınma Kaybı	√						
5 Mikro-Deval Aşınma Kaybı		√			3	88	3,20
6 Donma Çözülme Kütle Kaybı	√				3,33	80	3,23
Mgso4 Kütle Kaybı			√				
Islanma Kurunma Kütle Kaybı	√						
Toplam						1156	51,63
n						14	14
Ortalama						82,57	3,69

Not: Tablo 4.6'da (a) kolonunda bulunan rakamların açıklaması: 1. Büyük kırılmalara karşı direnç; 2. Mineral dokusu fiziksel kalite; 3. Küçük kırılmalara karşı direnç (basınç); 4. Küçük kırılmalara karşı direnç (gerilme, dinamik); 5. Aşınmaya karşı direnç (sürtünme ve makaslama); ve 6. Ayrışmaya karşı direnç.

4.3 Dayanım ve Durabilite Deney Kriterlerine Dayalı Kalite Değerlendirmesi

Bu çalışmanın yazarı tarafından önerilen zırh taşı sınıflaması CIRIA/CUR ve RERS kaya sınıflandırma sistemlerinden elde edilen sonuçların, diğer kaya durabilite saptama yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile mukayesesi şeklinde olan bir kalite belirleme yaklaşımıdır. Bu yaklaşımın geliştirilmesi için farklı kaya türleri üzerinde ve daha fazla sayıda deney yapılmalı ve sonuçlar, kayaların arazi performansları ile mukayese edilmelidir.

Kayaçların zırh taşı olarak kalitelerinin belirlenmesinde CIRIA/CUR ve RERS gibi kaya kalite saptama-sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada taş ocaklarından elde edilen kaya numuneleri üzerinde yapılan deneylerle, CIRIA/CUR ve RERS sınıflandırma sistemlerinde öngörülme-yen ancak kaya durabilitesine bağlı olarak değiştiğine inandığımız, aşağıda verilen kaya malzeme ve durabilite özellikleri de saptanmıştır. Daha sonra bu parametrelerin, anroşman kalite belirlemede kullanılabilişliğinin araştırılması için her bir parametreye kalite puan aralıkları verilerek yeni bir anroşman kalite belirleme sistemi geliştirilmiş (Tablo 4.7). Bu çalışmanın sonuçları, çalışma boyunca üzerinde çok sayıda inceleme yapılan, durabilite ve anroşman olarak kullanılabilişlikleri kapsamlı bir şekilde incelenmiş olan, Güzelbahçe balıkçı barınağı zırh taşlarının saptanmış olan kaliteleri ile mukayese edilmiş ve bu parametrelerin kaya anroşman kalite belirlemedeki kullanılabilişliği araştırılmıştır (Tablo 4.8). Kalite değerlendirmesinde kullanılan parametreler;

- Shore sertliği,
- Suda dağılmaya karşı dayanıklılık,
- Doygunluk katsayısı,
- Darbe direnci,
- Disk aşınma, kaybı,
- Böhme aşınma, kaybı,
- Islak-kuru dayanım oranı,
- Statik kaya durabilite indeksi (RDIs),

- Islanma-kuruma ve donma-çözülme sonrası P-dalga hızındaki değişim (%)
- Islanma-kuruma ve donma-çözülme deneyi sonrası tek eksenli basınç direncindeki değişim (%).

Tablo 4.7 Bu çalışmanın yazarı tarafından önerilen zırh taşlarının kalite değerlendirmesi

Kriterler	Kalite sınıfları			
	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf
Suya Dayanıklılık (%Kaybı)	≥ 95	90-95	80-90	≤ 80
Disk Aşınma (mm)	≤ 25	25-30	30-35	≥ 35
Böhme Aşınma ($\text{cm}^3/50\text{cm}^2$)	≤ 10	10-20	20-30	≥ 30
Shore Sertliği (-)	≥ 70	55-70	55-40	≤ 40
Darbe Direnci (N mm/mm^3)	≥ 25	15-25	15-5	≤ 5
Doygunluk Katsayısı (-)	$\leq 0,70$	0,70-0,80	0,80-0,90	$\geq 0,90$
Doygun-Kuru Dayanım Oranı (-)	0,90-1	0,80-0,90	0,70-0,80	$\leq 0,70$
Kaya Statik Dayanıklılık İndeksi (-)	$\geq 2,5$	2,5-1	-1 ila -3	≤ -3
Donma-Çözülme Sonrası Kuru P Dalga Hızı (Azalış Yüzdesi)	≤ 10	10-20	20-30	≥ 30
Islanma-Kurunma Sonrası Kuru P Dalga Hızı (Azalış Yüzdesi)	≤ 10	10-20	20-30	≥ 30
Donma-Çözülme Sonrası Kuru Tek Eksenli Basınç Dayanımı (Azalış Yüzdesi)	≤ 10	10-20	20-30	≥ 30
Islanma-Kurunma Sonrası Kuru Tek Eksenli Basınç Dayanımı (Azalış Yüzdesi)	≤ 10	10-20	20-30	≥ 30

Tablo 4.8 Yazar tarafından önerilen yeni kalite sınıflandırması

Kriterler	Kalite sınıfları			
	HK	DK	KBK	KS
CIRIA/CUR	Mükemmel-İyi	Mükemmel-İyi	Mükemmel-İyi	Mükemmel
RERS	İyi (AQD=2,86≈3)	İyi (AQD=3,09≈3)	İyi (AQD=3,14≈3)	Mükemmel (AQD=3,69≈4)
Suya Dayanıklılık (%Kaybı)	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel
Disk Aşınma (mm)	İyi	İyi	İyi	İyi
Böhme Aşınma (Cm ³ /50cm ²)	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Shore Sertliği (-)	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Darbe Direnci (N mm/mm ³)	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Doygunluk Katsayısı (-)	Mükemmel	Zayıf	Mükemmel	Mükemmel
Doygun-Kuru Dayanım Oranı (%)	İyi	İyi	Orta	İyi
Kaya Statik Dayanıklılık İndeksi	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Donma-Çözülme Sonrası Kuru P Dalga Hızı (Azalış Yüzdesi)	Orta	İyi	İyi	Mükemmel
Islanma-Kurunma Sonrası Kuru P Dalga Hızı (Azalış Yüzdesi)	İyi	İyi	İyi	Mükemmel
Donma-Çözülme Sonrası Kuru Tek Eksenli Basınç Dayanımı (Azalış Yüzdesi)	Mükemmel	Mükemmel	İyi	İyi
Islanma-Kurunma Sonrası Kuru Tek Eksenli Basınç Dayanımı (Azalış Yüzdesi)	Orta	İyi	İyi	İyi

Tablo 4.8’ de görüldüğü üzere, kayaçların anroşman olarak kalitelerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere önerilen parametrelerin kalite sınıfları ile bu kayaçların CIRIA/CUR ve RERS kaya kalite sınıflandırma sistemleri ile daha önce belirlenmiş olan kalite sınıfları, uyum içerisindedir. Sadece doyumluk katsayısı HK, KBK ve KS için iyi, DK için zayıf kalite sonuçları vermektedir. Ancak DK’nin tuz ve buz kristalizasyonuna karşı dirençli olduğunu daha önceden belirlenmiştir. Bu nedenle doyumluk katsayısının, kireçtaşı ve serpantin türü kayaların durabilitelerinin değerlendirmesi için uygun bir yöntem olmadığı kanısına varılmıştır.

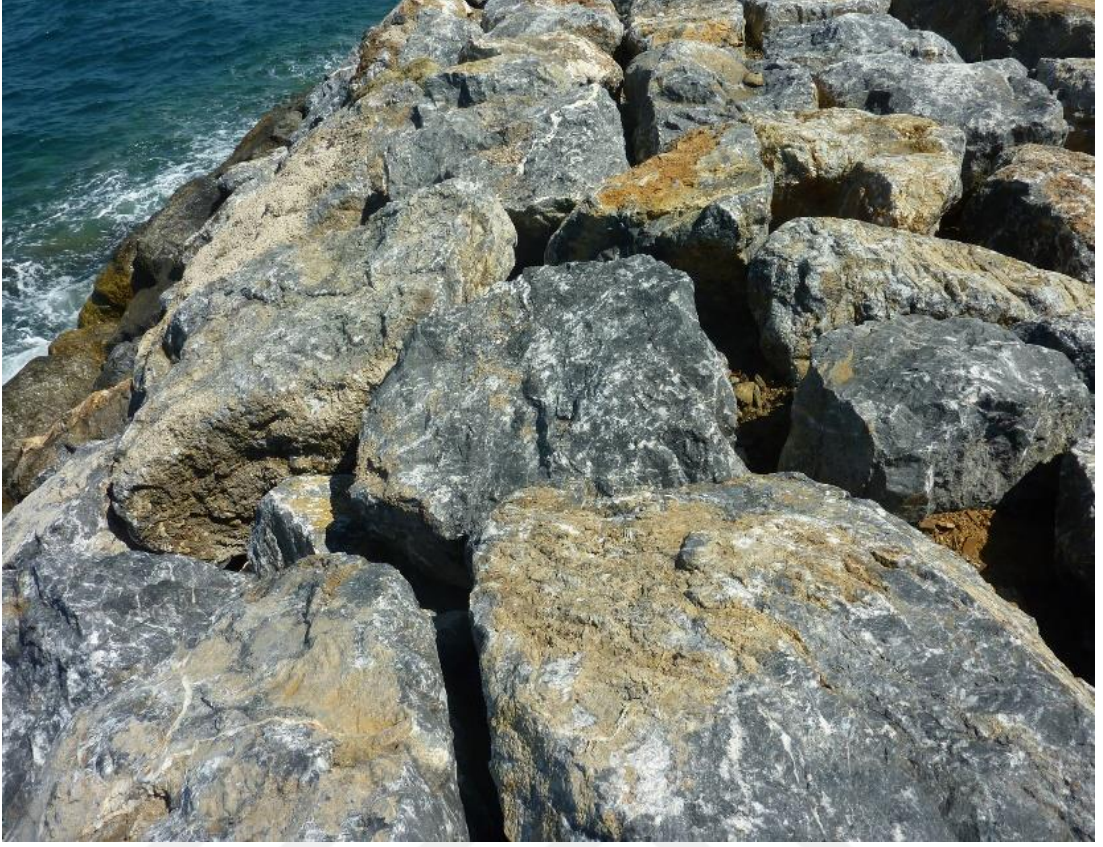
4.4 Kayaçların Saha Performanları

Güzelbahçe balıkçı barınağı zırh taşlarının kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma sonucunda, elde edilen verilerin kayaçların arazi performanslarıyla mukayese edilmesi amacıyla, zırh taşları yerinde incelenmiş ve kayaçların yerleştirilmesini takip eden 3 yıllık süre içerisindeki davranışları ve gelişmiş olan bozunma türleri belirlenmiştir.

Yapılan saha incelemeleri sonucunda 3 yıllık kullanım süresi içerisinde zırh taşı olarak kullanılan kayaçlardan Karabacak Breşik Kireçtaşlarının siyah renkli matrikslerinde az miktarda kütle kaybının geliştiği, diğer kireçtaşı türlerinde ise gözle ayırt edilebilecek bir bozunmanın gelişmediği belirlenmiştir (Şekil 4.1-4.2-4.3 ve 4.4).



Şekil 4.1 Karabacak Breşik Kireçtaşının saha görüntüsü (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 4.2 Haynes Kireçtaşının saha görüntüleri (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 4.3 Doğanbey Kireçtaşının saha görüntüleri (Kişisel arşiv, 2018)

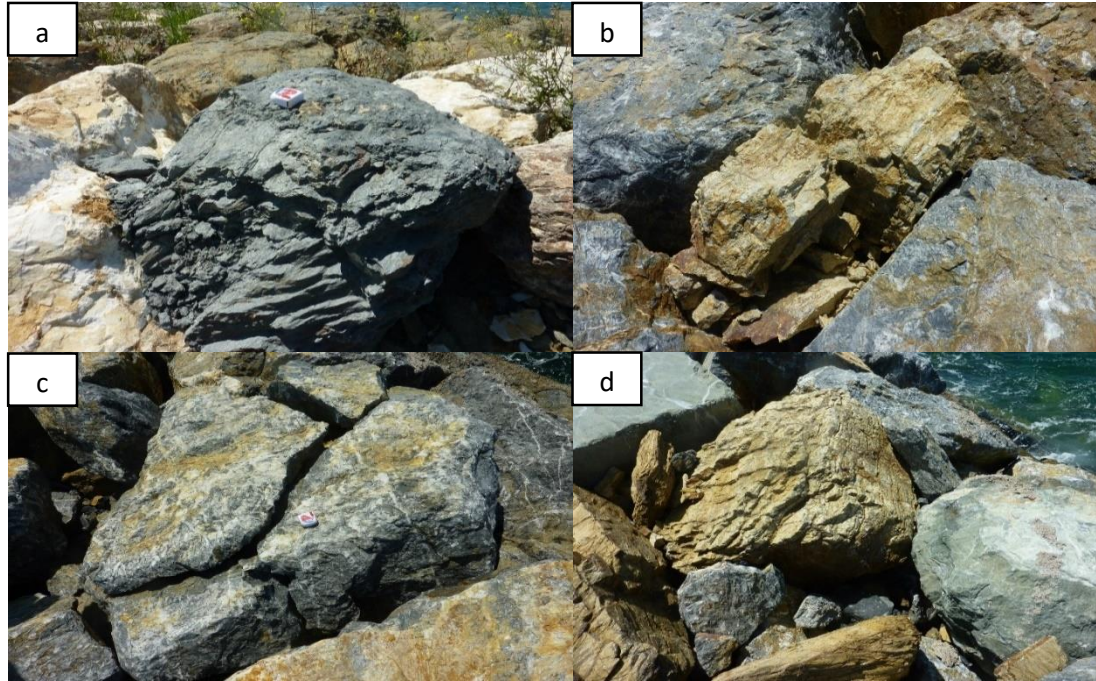


Şekil 4.4 Karabacak Serpantinitinin saha görüntüsü (Kişisel arşiv, 2018)

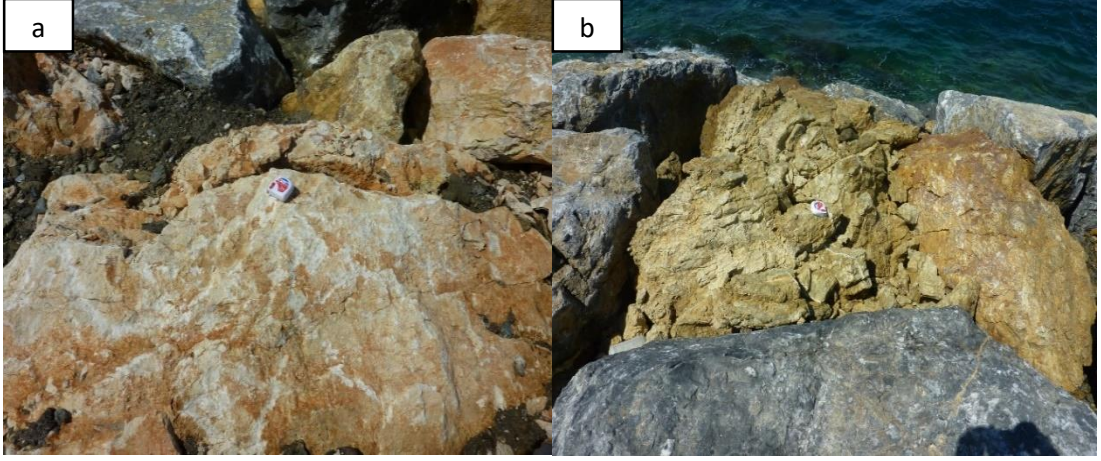
Sahada yürütülen arazi gözlemleri esnasında Güzelbahçe Balıkçı Barınağı inşasında, projede öngörülmeleyen bazı kaya türlerine de zırh taşı olarak kullanıldığı belirlenmiştir (Tablo 4.9 Şekil 4.5-4.6-4.7 ve Ek 1) Yüzeyde yapılan ölçümlerle %1-2 civarında olduğu tahmin edilen bu kaya türlerinde kırılma, dağılma ve parçalanma şeklinde belirgin düzeyde bozunmaların geliştiği görülmüştür.

Tablo 4.9 Sahada kayaçların bozunma türleri

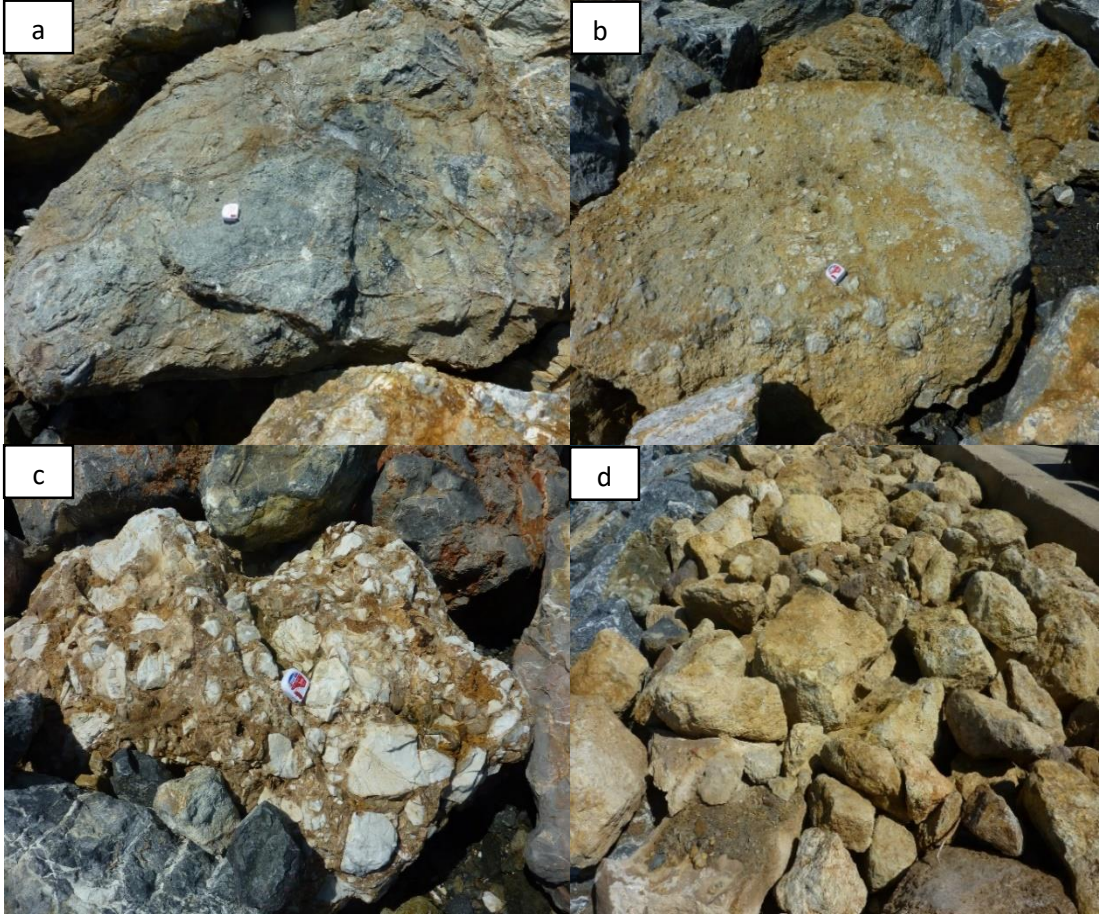
Kaya Türü	Bozunma Türleri
İnce katmanlı kireçtaşı	Ayrılma, çatlatma, kırılma
Killi kireçtaşı	Parçalanma
Gözenekli kireçtaşı	Aşınma, çatlaklama
Beyaz renkli breşik kireçtaşı	Aşınma, çatlatma, kırılma
Gri rengi kireçtaşı	Kırılma, parçalanma
Beyaz rengi kireçtaşı	Ayrılma, kırılma
Haynes bazaltı	Çatlatma, kırılma, parçalanma, aşınma
Ayrıışmış serpantinit	Aşınma
Karabacak Breşik Kireçtaşı	Matiks aşınması
Konglomera	Aşınma



Şekil 4.5 Çatlaklı ve katmanlı bazalt bloğu (a), kırılmış ince katmanlı kireçtaşı bloğu (b), kırıklı kireçtaşı bloğu (c), ve ince katmanlı kireçtaşı bloğu (d) (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 4.6 Beyaz renkli kırıklı kireçtaşı bloğu (a), ve parçalanmış bazalt bloğu (b) (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 4.7 Ayrılmış bazalt bloğu (a), Az sertleşmiş konglomera bloğu (b), beyaz renkli breşik kireçtaşı bloğu (c), ve killi kireçtaşı blokları (d) (Kişisel arşiv, 2018)

BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Güzelbahçe Balıkçı Barınağı inşasında zırh taşı olarak kullanılmış olan 3 farklı ocaktan üretilmiş 4 farklı kaya türünün, anroşman olarak kalitesinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

CIRIA/CUR anroşman kalite sınıflandırma sistemine göre Haynes Taş Ocağından üretilen Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Taş Ocağından üretilen Doğanbey Kireçtaşı ve Karabacak Mermer Ocağından üretilen Karabacak Breşik Kireçtaşı genel olarak “iyi-mükemmel kalitede” kayalar, Karabacak Mermer Ocağından üretilen Karabacak Serpantiniti ise “mükemmel kalitede” kaya olarak sınıflandırılmışlardır.

RERS anroşman kalite sınıflandırma sistemine göre Haynes Kireçtaşı, Doğanbey ve Karabacak Breşik Kireçtaşları “iyi kalitede” ve Karabacak Serpantiniti ise “mükemmel kalitede” kayalar olarak sınıflandırılmışlardır.

Bu çalışmada, kayaçların değişik malzeme özellikleri ve durabilite baz alınarak geliştirilmiş olan anroşman durabilite saptama yöntemi sonuçları ile CIRIA/CUR ve RERS sistemlerinden elde edilen sonuçların birbirleri ile uyumlu oldukları belirlenmiştir.

Üç farklı kaya kalite değerlendirme sistemi bulgularının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, Haynes Kireçtaşı, Doğanbey Kireçtaşı ve Karabacak Breşik Kireçtaşının anroşman olarak kullanılabilirlikleri açısından “iyi kalitede”, Karabacak Serpantinitinin ise “mükemmel kalitede” kayaçlar olduğu sonucuna varılmıştır.

Sahada yapılan gözlemlerde yukarıda belirtilen (Şekil 4.5-4.6 ve 4.7) ve anroşman olarak kullanılmaya uygun olmayan kaya bloklarında, kırılma ve parçalanma şeklinde belirgin bozunmaların geliştiği görülmüştür. Bu nedenle, dalgakıranda gelişebilecek hızlı bir hasarın önlenmesi için, kırılan bütün anroşmanların uygun olan kaya türleriyle değiştirilmesini gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acir, O., & Kılıç, R. (2010). A new approach to estimate armour stone abrasion: modified slake durability test, *WIT Transaction on Ecology and the Environment*, 130.
- Adnan, A. (2014). Upgraded ISRM Suggested Method for Determining Sound Velocity by Ultrasonic Pulse Transmission Technique, 255–259.
- AFNOR, (1993). Mesure de la quantité et de l'activité de la fraction argileuse (Norme française NF 68-94). *Association française de normalisation (AFNOR)*, la defense, Paris, France.
- Akar, A. (2012). *Seferihisar ve Balçoba Jeotermal Alanlarında ve çevre Akiferlerinde Akışkan Akımının Modellenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Altındağ, R., & Guney, A. (2010). Predicting the relationships between brittleness and mechanical properties (UCS, TS, and SH) of rocks. *Academic Journals, Scientific Research Essays* 5(16), 2107-2118.
- Anon, (1979). *Classification of rocks and soils for engineering geological mapping*. Part I: Rock and soil materials, report of the commission of engineering geological mapping. *Int. Ass. Eng, Geol.*, 19, 364-71, Krefeld.
- ASTM, (2004). Standard Test Method for evaluation of durability of rock for erosion control under wetting and drying conditions.
- ASTM, (2008). D 3967-08 Standard test method for splitting tensile strength of intact rock core specimens. ASTM International, West Conshocken, USA.

ASTM, (2008). Standard Test Method for determination of the point load strength index of rock and application to rock strength classification.

ASTM, (2014). Standard Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids.

ASTM, (2015). Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Rock for Erosion Control, *ASTM International*, West Conshohocken, PA, 2015, <https://doi.org/10.1520/D6473-15>.

ASTM, (2016). Standard tests method for slake durability of shales and other similar weak rocks.

ASTM C 295/C295-12, (2012). *Standard Guide for petrographic examination of aggregates for concrete*.

ASTM D 7012-14, (2014). Standard Test Methods for compressive strength and elastic moduli of intact rock core specimen under varying states of stress and temperature.

Backstrom, A.L., Metcalf, J.G. & Mckelvie, S. (2009). What Happens in Las Vegas: The Apex Tunnel Geologic Investigation. In: Almeraris, C.G. & Mariucci, B (eds.), *Excavation and Tunneling Conference*, SME, Littleton, CO. 535-447.

Bell, F.G. (Ed.). (2007). *Engineering Geology*, Second edition, Waltham.

Bieniawski, Z.T. (1984). *Rock mechanics design in mining and tunnelling*, Balkema, Rotterdam.

Bradbury, A.P., & Allsop, N.W.H. (1986). *20th international conference on coastal engineering*. Durability of rock armour on coastal structures.

BS EN 12371: 2010 Natural stone test method. Determination of frost resistance.

BS EN 14157:2004 Natural Stones, determination of abrasion resistance, Method A, Wide wheel Abrasion Test.

BS EN 14157:2004 Natural Stones, Determination of abrasion resistance, Method B, Böhme Abrasion Test.

Buj, O., & Gisbert, J. (2010). Influence of pore morphology on the durability of sedimentary building stones from Aragon (Spain) subjected to standard salt decay tests. *Environ Earth Sci* 61: 1327-1336.

CEN European Standard E383. *Draft European Standards E383 as submitted to CEN members March 1996.*

Climate-Data.org, (2017). Asya/Türkiye/İzmir/Güzelbahçe. İklim:Güzelbahçe. 11 Mayıs 2017, [http://İklim: Güzelbahçe- İklim grafiği, sıcaklık grafiği, İklim tablosu-Climate-Data.org](http://iklim: Güzelbahçe- İklim grafiği, sıcaklık grafiği, İklim tablosu-Climate-Data.org).

Construction with Large Stone. Engineering Manual 1110-2-2302, U.S Army Engineers, Washington, 1990.

David, H. (Ed.). (2001). *ISO 9000 Quality System Handbook* (4th edition). Oxford, Auckland, Boston, Johannesburg, Melbourne, New Delhi.

Dips 5.1, (2002). Dips computer program for graphical and statistical analysis of orientation data. Rocscience Inc., Canada.

EN 13383-1: 2002: Harmonised standard for armourstone- Part 1 specification.

EN 13383-2: 2002: Armourstones Standard-Part 2: Test Methods.

Erdoğan, B. (1990). Tectonic relations between İzmir-Ankara Zone and Karaburun belt. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration of Turkey* 111, 1-20.

- Eronat, R. (2017). An overview on İzmir Bay physical oceanography. *Su ürünleri dergisi*.
- Ertaş, B., & Topal, T. (2006). Comparison between site performance and index properties of the armourstones used in two harbours. *IAEG*, 326.
- Ertaş, B., & Topal, T. (2007). Quality and durability assessment of the armourstone for two rubble mound breakwaters (Mersin, Turkey). *Environmental Geology* 53:1235-1247.
- Fookes, P.J., Gourley, C.S., and Ohikere C. (1988). Rock weathering in engineering time. *Quat. Jour. of Engineering Geology*, 21, 33-57.
- Franklin J.A. & Chandra R. The slake durability test. (1972). *International Journal of Rock and Mining Science and Geomechanics Abstract*. 9(3): 325-328.
- Gamble, J.C. (1971). *Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks*. PhD Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Göncüoğlu, M.C., & Özcan, A. (1992). *Stratigraphy of the Kutahya region: A geotraverse across suture zones in NW Anatolia*, Guide Book, 3-8.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., & Kozlu, H. (1996). Pre-alpine and alpine terranes. *An.Géo.Pays HELL.*, 37: 515-536.
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., & Tekin, U.K. (2003). Evidence for the triassic rifting and opening of Neotethyan Izmir-Ankara Ocean, northern edge of the tauride-Anatolide platform, Turkey, *Bull.Soc.Geol.It., Spec.* 2, 203-212.
- Harrison, D.J. (1992). British Geological Survey. Technical report WG/92/29. Mineralogy and petrology Series. *Industrial Mineral Laboratory Manual: limestone*.

Hirschwald, J. (1912). *Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung für Beamte der Materialprüfungsanstalten und Baubehörden, Steinbruchingenieure, Architekten und Bauingenieure, sowie für studierende der Technischen Hochschulen* Borntraeger, Berlin.

Hudson, J. (1992). *Rock Engineering System: Theory and Practice*. Ellis Horwood, Chichester.

Hudson, J.A., & Priest, S.D. (1979). Discontinuity frequency in rock mass. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts*, 16, 339-62.

IAEG, (1979). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping part I: rock and soil materials. *Bulletin of Engineering Geology*, 19(1), 365-371.

ISRM, (1981). Suggested Methods for Determining the uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials.

ISRM, (1981). *Suggested Methods Rock Characterization, Testing and Monitoring*, Editor E.T. Brown, Pergamon Press, 119 -121.

ISRM, (2006). Suggested Method for Determining Shore Hardness Value for Rocks.

ISRM, (1978). Suggested Method for Petrographic Description of Rocks.

ISRM, (1981). *Suggested Methods, Rock characterization, Testing and Monitoring* Editor.E.T.Brow, Pergamon press , 81-85.

İzmirfx, (2013). TC İzmir valiliği resmi kent rehberi. Güzelbahçe iklimi. 11 Mayıs 2017, [http://Izmir/Güzelbahçe/Güzelbahçe](http://Izmir/Guzelbahce/Guzelbahce) iklimi.

- Kaftan, I., Şalk, M., & Şenol, Y. Evaluation of gravity data by using artificial neural networks case study: Seferihisar geothermal area, *Journal of applied geophysics* 75 (2011) 711-718.
- Keller, R.J. (2005). Guidelines for the design of river bank stability and protection using riprap. *CRC for catchment hydrology*, Australia.
- Latham, J.-P. (1998). Assessment and specification of armourstone quality: from CIRIA/CUR (1991) to CEN (2000). In: Latham, J.-P. (ed.). *Advances in Aggregates and Armourstone Evaluation. Geological Society, London, Engineering Special publications*, 13, 65-85.
- Latham, J.-P. (1991). Degradation model for rock armour in coastal engineering: *Quarterly Journal Engineering Geology*, 24, 101-118.
- Lienhart, D.A. (1988). Geographical distribution of industry and frequency of freeze-thaw cycles. *Bulletin of Association of Engineering Geologists* 25, 4, 456-469.
- Lienhart, D.A. (1998). Rock engineering rating system for assessing the suitability of armourstone sources. *Geological Society London Engineering Geology Special Publications*.
- Lienhart, D.A. (2003). A systems approach to evaluation of riprap and armourstone sources: *Environmental and Engineering Geoscience* 9(2), 131-149 (May).
- Magri, F., Akar, T., Gemici, U., & pekdeğer, A. (2010). Deep geothermal groundwater flow in the Seferihisar-Balçoba area: Turkey: result simulations of coupled fluid flow and heat transport process. *Geofluids* 10(3), 388-405.
- McDowell, C., & Rockwell, C. (1999). *International Centre for Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property. Conservation of Architectural*

Heritage, Historic Structures and Materials Handbook. Via Dia San Michele 13, 0053 Rome, Italy.

Molina, E., Cultrone, G., Sebastian, E., Alonso, F.J., Carrizo, L., Gisbert, J. & Buj, O. (2011). The pore system of sedimentary rocks as a key factor in the durability of building materials. *Engineering Geology*, 118, 110-121.

Nelson Aggregate, (2017). Armour Stone. 12 May 2017, <http://nelsonaggregate.com/armour> stone.

Okay, A. (2008). Geology of Turkey: A synopsis, *Anschnitt*, 21, 19-42.

Okay, A.I., & Levent, E.J. (1996). Stratigraphy and paleontology of the Upper Paleozoic sequence in the Pulur (Bayburt) region, Eastern Pontides. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 5: 145-155.

Okay, A.I., Işintek, I., Altiner, D., Özken-Altiner, S., & Okay, N. (2012). An olistrostromé-mélange belt formed along a suture: Bornova Flysch zone: *Tectonophysics* 282-295.

Ozden, A., & Topal, T. (2007). Quality assessment of the armourstone for some Black Sea rubble mound breakwaters, Turkey, *Journal of Coastal Reaseach, Special Issue* 50.

Ozden, A., & Topal, T. (2009). Evaluation of andesite source as armourstone for a rubble mound breakwater (Hisarönü, Turkey). *Environmental Earth Science*, 59:39–49.

Priest, S.D. (1993). *Discontinuity Analysis for Rock Engineering*, Chapman and Hall, New York, 47.

Pşikryl, R. (2013). Durability assessment of natural stone. *Q J Eng Geol Hydrogeol* 46: 377-390.

Pşikryl, R. (2017). Construction geomaterials: Versatile resources in the service of humankind—introduction to the thematic set of papers on: challenge to supply and quality of geomaterials used in construction. *Bull Eng Environ* 76:1-9.

RILEM, (1980). Recommended tests to measure the deterioration of stone, and assesses the effectiveness of treatment methods. *Material et construction* 13(75), 175-253.

Siegesmum, S., & Snethlage, R. (Eds.). (2014). *Stone in Architecture: Properties, Durability* (5th edition). Geology Special Publications. Springer Heidelberg, New York, Dordrecht London.

Siegurdarson, S., Gisli, S., & Benediktsson, S. (1995). *Berme breakwaters and quarry investigations in Iceland*. Pianc-Copedec 25/29 September, RJ Brazil.

Smith, M.R. (Ed.). (1999). *Stone: Building Stone, Rock Fill and Armourstone in Construction* (1st ed). Geological Society Engineering Geology Special Publication, 16.

Sözbilir, H., Sümer, Ö., Uzel, B., Tepe, Ç., Softa, M., Eski, S., Babayiğit G., Turan R., Karaş M., ve Koşum, S. (2015). İzmir kenti içinden geçen diri faylarında fay sakınım Bandı/yüzey faylanması tehlikesi kuşağı oluşturma kriterleri. *TDMSK İzmir*.

Spano, D., Richard, L.S. & Cesaraccio, C. (2013). Mediterranean phenology. In M.D. Schward (ed.) *An Intregative Environmental Science* (2nd ed.) (137-197). Springer Science + Bussiness Media B.V.

T.C Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar, Havameydanları İnşaat Genel Müdürlüğü. Kıyı yapı ve limanlar malzeme, yapı kontrol ve bakım onarım teknik esasları. Yükcel Proje Ankara 2007.

Tekin, U., Cemal, M., & Goncuoglu. (2007). Discovery of the oldest (Upper Ladinian to middle Carnian) Radiolarian assemblages from the Bornova Flysch Zone in the western Turkey: Implication for the evolution of the Neotethyan Izmir-Ankara Ocean. *Ophiolite*, 32(2), 131-150.

The Rock manual: *The use of rock in hydraulic engineering* (second edition) CRIA, CUR, CETMEF, C683, London 2007.

Topal, T., & Acir, O. (2004). Quality assessment of armourstone for a rubble mound breakwater (Sinop, Turkey), *Environmental geology*, 46:905–913.

TS 699:2009 Natural building stones, Methods of inspection and laboratory testing, impact strength test 9-11.

TS EN 1097-1 Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 1 Determination of resistance to wear (Micro-Deval).

TS EN 1097-2 Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2 methods for the determination of resistance to fragmentation (Los Angeles).

TS EN 1367-2:2009 Tests for thermal and weathering properties of aggregates. Magnesium Sulphate Test.

TS EN 1936, (2006). Natural stone test methods: Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity.

TÜİK, (2017). Türkiye nüfusu il ve ilçelere nüfus bilgileri. 11 Mayıs 2017. <http://nufus.com>.

Ulusay, R. (2015). *The ISRM suggested Methods for rock Characterization, Testing and Monitoring* (1st edition). Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.

Ulusey, R. ve Hudson, J.A. (eds.) 2007:*The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006*, Ankara Turkey: ISRM Commission on Testing Methods.

United State Department of Agriculture, National Resources Conservation Service: Part 631 *Geology, National Engineering Handbook*, CHAPTER 4 Engineering Classification of Rock Materials, January 2012.

Uzel, B., Sözbilir, H., & Özkaymak, Ç. (2009). Neotectonic evolution of and actively growing super imposed bassin in western Anatolia: the Iner Bay of İzmir,Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21: 439-471.

Winkler, E.M. (1986). A durability index. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, 23, 344-347.

Yavuz, A.B. & Topal, T. (2007). Thermal and salt crystallization effects on marble Deterioration: Examples from Western Anatolia, Turkey. *Engineering Geology* 90, 30-40.

Yavuz, A.B. (2006). Deterioration of volcanic kerb and pavement stones in a humid environment in the city centre of Izmir, Turkey. *Environ Geol* 51: 211-227.

Yavuz, A.B., and Topal, T. (2016). Effects of different drying temperatures on physical and mechanical properties of some marble during salt crystallization. *Environ Earth Sci* 75: 982.

Yavuz, A.B., Kaputoglu, S.A., Çolak, M., and Tanyu, B.F. (2017). Durability assessments of rare green andesite widely used as building stones in Buca (Izmir-Turkey). *Environ Earth Sci* 76:211.

Zhang, Z.X. (2002). An empirical relation between mode I fracture toughness and tensile strength of rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science* 39(2002) 401-406.

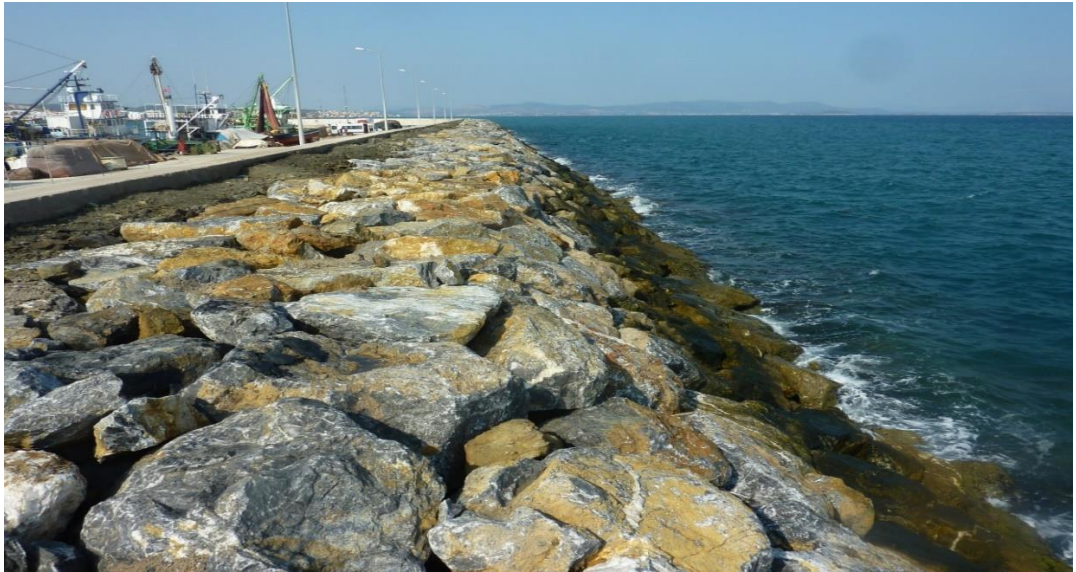


EKLER

EK1: Çalışma Sahasındaki Zırh Taşları Görünümleri



Şekil 1 Zırh taşlarının çalışma sahasında görünümü (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 2 Deniz cephesindeki zırh taşları görünümü (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 3 Çalışma sahasında doğal tuz kristallenmesi oluşumu (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 4 Çalışma alanındaki zırh taşlarının tamamen parçalanmış görünümleri (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 5 Çalışma sahasında çok kırılmış zırh taşı blok görünümü (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 6 Çalışma sahasında dalga kıranının şev kaymasının görünümü (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 7 Ayrıışmış Karabacak Serpantinitde gözlenen bozunmalar (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 8 Karabacak Breşik Kireçtaşı blok zırh taşında görülen bozunmalar (Kişisel arşiv, 2016)

EK 2: Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Veriler

A. Fiziksel Özellikler

Tablo A1 Haynes Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	A (g)	B (g)	C (g)	V(cm3)	Vv(cm3)	W (%)	N (%)	$\rho_d(g/cm^3)$	$\rho_{st}(g/cm^3)$	$\gamma_d(KN/m^3)$	$\gamma(KN/m^3)$
HK 48	562,65	562,85	355,36	207,49	0,2	0,04	0,10	2,71	2,71	26,57	26,58
HK 49	587,55	587,68	372,33	215,35	0,13	0,02	0,06	2,73	2,73	26,74	26,74
HK 50	568,04	568,2	359,11	209,09	0,16	0,03	0,08	2,72	2,72	26,62	26,63
HK 51	569,8	570,1	360,23	209,87	0,3	0,05	0,14	2,72	2,72	26,61	26,62
HK 52	572,31	572,6	361,98	210,62	0,29	0,05	0,14	2,72	2,72	26,63	26,64
HK 53	572,59	572,88	362,1	210,78	0,29	0,05	0,14	2,72	2,72	26,62	26,64
HK 54	569,09	569,24	359,66	209,58	0,15	0,03	0,07	2,72	2,72	26,61	26,62
HK 55	562,5	562,75	356,8	205,95	0,25	0,04	0,12	2,73	2,73	26,77	26,78
HK 56	572,13	572,35	361,89	210,46	0,22	0,04	0,10	2,72	2,72	26,64	26,65
HK 57	572,35	572,53	361,94	210,59	0,18	0,03	0,09	2,72	2,72	26,63	26,64
HK 70	571,49	571,64	361,31	210,33	0,15	0,03	0,07	2,72	2,72	26,63	26,63
HK 71	573,33	573,41	362,35	211,06	0,08	0,01	0,04	2,72	2,72	26,62	26,62
HK 72	562,97	563,17	355,62	207,55	0,2	0,04	0,10	2,71	2,71	26,58	26,59
HK 73	562,48	562,6	355,53	207,07	0,12	0,02	0,06	2,72	2,72	26,62	26,63
HK 74	571,68	571,97	361,35	210,62	0,29	0,05	0,14	2,71	2,72	26,60	26,61
HK 75	586,48	586,6	370,76	215,84	0,12	0,02	0,06	2,72	2,72	26,63	26,63
HK 76	584,74	584,88	369,76	215,12	0,14	0,02	0,07	2,72	2,72	26,64	26,64
HK 77	599,01	599,22	378,37	220,85	0,21	0,04	0,10	2,71	2,71	26,58	26,59
HK 78	585,29	586,66	376,38	210,28	1,37	0,23	0,65	2,78	2,79	27,28	27,34
HK 79	598,67	598,82	378,23	220,59	0,15	0,03	0,07	2,71	2,71	26,60	26,60
HK 80	590,32	590,48	369,29	221,19	0,16	0,03	0,07	2,67	2,67	26,15	26,16
HK 81	585,71	588,08	373,92	214,16	2,37	0,40	1,11	2,73	2,75	26,80	26,91
HK 82	598,27	598,37	375,18	223,19	0,1	0,02	0,04	2,68	2,68	26,27	26,27
HK 83	581,84	581,94	365,58	216,36	0,1	0,02	0,05	2,69	2,69	26,35	26,36

Tablo A1'in devamı

HK84	583,07	583,19	365,19	218	0,12	0,02	0,06	2,67	2,68	26,21	26,22	
HK 85	567,73	567,74	357,04	210,7	0,01	0,00	0,00	2,69	2,69	26,41	26,41	
HK 86	582,26	584,76	371,52	213,24	2,5	0,43	1,17	2,73	2,74	26,76	26,87	
HK 87	567,25	567,32	356,01	211,31	0,07	0,01	0,03	2,68	2,68	26,31	26,31	
HK 88	565,41	565,6	356,45	209,15	0,19	0,03	0,09	2,70	2,70	26,49	26,50	
HK 89	571,33	571,53	360,36	211,17	0,2	0,04	0,09	2,71	2,71	26,51	26,52	
HK 90	563,84	563,96	355,38	208,58	0,12	0,02	0,06	2,70	2,70	26,49	26,50	
HK 91	578,26	578,38	364,82	213,56	0,12	0,02	0,06	2,71	2,71	26,54	26,54	
HK 92	576,54	576,7	361,71	214,99	0,16	0,03	0,07	2,68	2,68	26,28	26,29	
HK 93	571	571,22	360,38	210,84	0,22	0,04	0,10	2,71	2,71	26,54	26,55	
HK 94	587,65	587,77	370,56	217,21	0,12	0,02	0,06	2,71	2,71	26,51	26,52	
HK 95	570,62	570,77	359,91	210,86	0,15	0,03	0,07	2,71	2,71	26,52	26,53	
						0,06	0,15	2,71	2,71	26,57	26,58	Ortalama
						0,10	0,26	0,02	0,02	0,20	0,21	SD

Tablo A2 Doğanbey Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	A (g)	B (g)	C (g)	Pw st(µs)	Pwdr(µs)	L(mm)	D (mm)	L/D
DK1	102,36	102,38	52,74	52,9	605,63	606,1	383,5	16,4	17,3	102,37	52,82	1,94
DK2	102,42	101,99	52,78	52,65	604,2	604,48	382,6	16,4	16,9	102,21	52,72	1,94
DK3	102,93	102,68	52,84	52,83	606,79	607,22	384,14	16,9	17,1	102,81	52,84	1,95
DK4	102,09	102,29	52,88	52,86	603,32	603,75	381,97	16,2	16,9	102,19	52,87	1,93
DK5	102,61	102,13	52,86	52,77	604,08	604,62	382,43	16,9	17,4	102,37	52,82	1,94
DK6	102,14	102,54	52,72	52,74	602,68	603,3	381,5	16,9	17,4	102,34	52,73	1,94
DK7	102,48	102,48	52,8	52,63	604,83	605,27	382,8	16,4	17,9	102,48	52,72	1,94
DK8	102,57	102,56	52,85	52,79	605,69	606,15	383,43	16,4	17,4	102,57	52,82	1,94
DK9	102,43	102,58	52,41	52,46	597,38	598,11	378,36	17,3	17,9	102,51	52,44	1,95
DK10	102,3	102,24	52,17	52,88	604,57	604,99	382,8	16,4	17,4	102,27	52,53	1,95
DK11	102,03	101,26	52,64	52,79	595,44	595,85	377,18	16,1	17,9	101,65	52,72	1,93
DK12	101,95	102,26	52,73	52,77	601,55	601,79	380,7	15,9	16,4	102,11	52,75	1,94
DK13	103,8	102,27	52,7	52,79	605,63	605,82	383,67	16,4	16,9	103,04	52,75	1,95
DK14	102,43	102,29	52,82	52,71	604,33	604,89	382,72	16,9	16,4	102,36	52,77	1,94
DK15	102,42	102,24	52,82	52,77	606,74	606,91	384,18	15,9	17,9	102,33	52,80	1,94
DK16	102,03	101,99	52,54	52,43	596,79	597,09	377,78	15,9	16,4	102,01	52,49	1,94
DK17	102,45	102,57	52,63	52,72	603,11	603,44	381,79	16,4	16,7	102,51	52,68	1,95
DK18	102,54	102,58	52,37	52,49	598,41	598,76	378,86	15,9	16,2	102,56	52,43	1,96
DK19	102,19	102,23	52,7	52,7	603,75	604,03	382,27	16,9	16,9	102,21	52,70	1,94
DK20	102,46	102,72	52,73	52,78	606,43	606,94	383,83	16,9	16,9	102,59	52,76	1,94
DK21	102,37	102,25	52,58	52,64	597,73	598,1	378,42	16,4	16,9	102,31	52,61	1,94
DK22	102,2	102,42	52,74	52,74	606,75	607,04	384,27	16,4	16,9	102,31	52,74	1,94
DK23	102,25	102,25	52,6	52,6	601,5	602,61	381	17,3	17,9	102,25	52,60	1,94

Tablo A2'nin devamı

DK24	102,19	102,07	52,7	52,75	603,9	604,15	382,29	15,9	16,1	102,13	52,73	1,94
DK25	101,73	102,11	52,72	52,87	601,89	602,72	380,95	16,3	16,1	101,92	52,80	1,93
DK26	103,08	102,87	52,75	52,68	606,3	606,52	383,6	17,8	15,9	102,98	52,72	1,95
DK27	102,29	103,38	52,43	52,51	597,44	597,92	378,37	16,5	16,9	102,84	52,47	1,96
DK28	102,4	103,76	52,72	52,75	604,68	605,01	382,85	15,9	17,4	103,08	52,74	1,95
DK29	103,84	103,44	52,74	52,75	604,65	604,78	382,64	16	16,8	103,64	52,75	1,96
DK30	103,2	102,07	52,8	52,83	605,3	605,69	383,15	16,4	16,9	102,64	52,82	1,94
DK31	102,83	103,04	52,93	52,82	607,2	607,39	384,18	15,9	16,9	102,94	52,88	1,95
DK32	102,07	102,06	52,86	52,9	602,53	602,83	381,12	16,4	16,9	102,07	52,88	1,93
DK33	102,29	102,56	52,38	52,41	597,05	597,5	378,01	16,2	17,3	102,43	52,40	1,95
DK34	102,43	102,4	52,82	52,76	606,72	606,9	384,04	15,9	15,9	102,42	52,79	1,94
DK35	102,36	102,05	52,81	52,68	605,53	605,75	383,5	15,9	16,4	102,21	52,75	1,94
DK36	102,67	102,44	52,73	52,84	607,01	607,18	384,43	16,2	16,4	102,56	52,79	1,94
DK37	102,69	102,95	53,39	53,28	618,12	618,3	391,06	16,4	16,4	102,82	53,34	1,93
DK38	102,8	102,49	52,44	52,52	597,34	597,95	378,25	16,4	16,9	102,65	52,48	1,96
DK39	102,41	102,37	52,61	52,81	603,21	603,48	381,93	15,9	16,9	102,39	52,71	1,94
DK40	102,67	102,92	52,63	52,71	602,78	603,07	381,52	16,3	17,4	102,80	52,67	1,95
DK41	102,23	102,27	52,57	52,91	602,69	602,85	381,69	15,9	15,9	102,25	52,74	1,94
DK42	102,44	102,32	52,8	52,69	604,02	605,36	383,05	15,9	16,5	102,38	52,75	1,94
DK43	102,32	102,11	52,41	52,44	596,4	596,93	377,73	16,4	16,9	102,22	52,43	1,95
DK44	102,59	102,19	52,88	52,48	606,05	606,5	383,56	16,4	16,9	102,39	52,68	1,94
DK45	102,46	102,19	52,39	52,48	594,54	594,93	376,52	16,4	16	102,33	52,44	1,95
DK46	102,43	102,15	52,76	52,78	603,78	604,19	382,38	16,4	16,9	102,29	52,77	1,94
DK47	102,29	102,12	52,46	52,48	596,56	597,04	377,7	15,9	16,9	102,21	52,47	1,95

Tablo A3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	A (g)	B (g)	C (g)	V (cm ³)	Vv(cm ³)	w (%)	n (%)	ρ _d (g/cm ³)	ρ _{st} (g/cm ³)	γ _d (KN/m ³)	γ _{st} (KN/m ³)
BK48	571,3	571,4	353,62	217,78	0,1	0,02	0,05	2,62	2,62	25,71	25,71
BK49	605,52	605,97	395,6	210,37	0,45	0,07	0,21	2,88	2,88	28,21	28,23
BK50	593,46	593,92	379,31	214,61	0,46	0,08	0,21	2,77	2,77	27,10	27,12
BK51	595,24	595,38	382,41	212,97	0,14	0,02	0,07	2,79	2,80	27,39	27,40
BK52	585,6	586,02	375,34	210,68	0,42	0,07	0,20	2,78	2,78	27,24	27,26
BK53	590,54	590,87	383,58	207,29	0,33	0,06	0,16	2,85	2,85	27,92	27,93
BK54	578,24	578,36	368,99	209,37	0,12	0,02	0,06	2,76	2,76	27,07	27,07
BK55	607,32	607,87	397,38	210,49	0,55	0,09	0,26	2,89	2,89	28,28	28,30
BK56	589,45	589,99	383,09	206,9	0,54	0,09	0,26	2,85	2,85	27,92	27,95
BK57	582,24	582,58	372,58	210	0,34	0,06	0,16	2,77	2,77	27,17	27,19
BK70	597,99	598,24	384,39	213,85	0,25	0,04	0,12	2,80	2,80	27,40	27,42
BK71	581,48	581,67	372,64	209,03	0,19	0,03	0,09	2,78	2,78	27,26	27,27
BK72	573,6	573,99	366,63	207,36	0,39	0,07	0,19	2,77	2,77	27,11	27,13
BK73	589,12	589,24	377,97	211,27	0,12	0,02	0,06	2,79	2,79	27,33	27,33
BK74	588,8	589,09	382,43	206,66	0,29	0,05	0,14	2,85	2,85	27,92	27,94
BK75	581,24	581,57	373,75	207,82	0,33	0,06	0,16	2,80	2,80	27,41	27,42
BK76	575,93	576,29	368,75	207,54	0,36	0,06	0,17	2,78	2,78	27,20	27,21
BK77	575,59	575,87	368,84	207,03	0,28	0,05	0,14	2,78	2,78	27,25	27,26
BK78	591,7	592,03	379,35	212,68	0,33	0,06	0,16	2,78	2,78	27,26	27,28
BK79	575,87	576,16	369,37	206,79	0,29	0,05	0,14	2,78	2,79	27,29	27,30
Bk80	591,75	592,03	375,64	216,39	0,28	0,05	0,13	2,73	2,74	26,80	26,81
BK81	576,1	576,38	365,74	210,64	0,28	0,05	0,13	2,73	2,74	26,80	26,82
BK82	596,18	596,59	379,45	217,14	0,41	0,07	0,19	2,75	2,75	26,91	26,93

Tablo A3'ün devamı

BK83	579,4	579,5	368,88	210,62	0,1	0,02	0,05	2,75	2,75	26,96	26,96	
BK84	578,21	578,45	368,62	209,83	0,24	0,04	0,11	2,76	2,76	27,00	27,02	
BK85	572,49	572,75	380,89	191,86	0,26	0,05	0,14	2,98	2,99	29,24	29,26	
BK86	597,71	597,95	380,89	217,06	0,24	0,04	0,11	2,75	2,75	26,99	27,00	
BK87	590,55	590,73	375,8	214,93	0,18	0,03	0,08	2,75	2,75	26,93	26,94	
BK88	592,92	593,48	385,91	207,57	0,56	0,09	0,27	2,86	2,86	27,99	28,02	
BK89	582,29	582,6	374,53	208,07	0,31	0,05	0,15	2,80	2,80	27,43	27,44	
BK90	581,37	581,77	374,8	206,97	0,4	0,07	0,19	2,81	2,81	27,53	27,55	
BK91	616,18	616,47	394,2	222,27	0,29	0,05	0,13	2,77	2,77	27,17	27,18	
BK92	611,59	611,98	390,41	221,57	0,39	0,06	0,18	2,76	2,76	27,05	27,07	
BK93	613,83	614,05	391,99	222,06	0,22	0,04	0,10	2,76	2,77	27,09	27,10	
BK94	639,41	639,75	408,61	231,14	0,34	0,05	0,15	2,77	2,77	27,11	27,12	
BK95	540,58	540,88	346,09	194,79	0,3	0,06	0,15	2,78	2,78	27,20	27,21	
						0,05	0,15	2,79	2,79	27,32	27,34	Ortalama
						0,02	0,06	0,06	0,06	0,57	0,57	SD

Tablo A4 Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri

Örnekler	A(g)	B (g)	C (g)	V (cm3)	Vv(cm3)	w (%)	n (%)	ρ_d (g/cm3)	$\rho_{st}(g/cm3)$	γ_d (KN/m3)	$\gamma_{st}(KN/m3)$
S60	540,99	543,66	343,09	200,57	2,67	0,49	1,33	2,70	2,71	26,43	26,56
S61	558,66	560,64	356,86	203,78	1,98	0,35	0,97	2,74	2,75	26,87	26,96
S62	555,33	557,03	355,65	201,38	1,7	0,31	0,84	2,76	2,77	27,02	27,11
S63	575,23	575,58	364,85	210,73	0,35	0,06	0,17	2,73	2,73	26,75	26,77
S64	571,17	571,53	362,56	208,97	0,36	0,06	0,17	2,73	2,73	26,79	26,80

Tablo A4'ün devamı

S65	580,56	581,42	373,71	207,71	0,86	0,15	0,41	2,80	2,80	27,39	27,43
S66	583,03	583,67	372,99	210,68	0,64	0,11	0,30	2,77	2,77	27,12	27,15
S67	584,17	584,82	373,77	211,05	0,65	0,11	0,31	2,77	2,77	27,13	27,16
S68	576,33	576,93	369,47	207,46	0,6	0,10	0,29	2,78	2,78	27,22	27,25
S69	567,98	568,66	363,33	205,33	0,68	0,12	0,33	2,77	2,77	27,11	27,14
S82	544,76	545,95	344,01	201,94	1,19	0,22	0,59	2,70	2,70	26,44	26,49
S83	571,85	575,79	361,13	214,66	3,94	0,69	1,84	2,66	2,68	26,11	26,29
S84	528,3	531,25	331,7	199,55	2,95	0,56	1,48	2,65	2,66	25,95	26,09
S85	556,18	558,96	360,61	198,35	2,78	0,50	1,40	2,80	2,82	27,48	27,62
S86	567,72	568,39	360,61	207,78	0,67	0,12	0,32	2,73	2,74	26,78	26,81
S87	588,35	588,84	375,44	213,4	0,49	0,08	0,23	2,76	2,76	27,02	27,04
S88	555,66	556,53	353,3	203,23	0,87	0,16	0,43	2,73	2,74	26,79	26,84
S89	545,79	547,85	343,74	204,11	2,06	0,38	1,01	2,67	2,68	26,21	26,30
S90	550,85	553,59	350,23	203,36	2,74	0,50	1,35	2,71	2,72	26,55	26,68
S91	579,74	580,53	370,4	210,13	0,79	0,14	0,38	2,76	2,76	27,04	27,07
S92	583,84	587,48	370,01	217,47	3,64	0,62	1,67	2,68	2,70	26,31	26,47
S93	568,86	570,59	361,21	209,38	1,73	0,30	0,83	2,72	2,73	26,63	26,71
S94	574,04	578,81	362,73	216,08	4,77	0,83	2,21	2,66	2,68	26,03	26,25
S95	579,11	579,78	370,59	209,19	0,67	0,12	0,32	2,77	2,77	27,13	27,16
S96	568,72	569,43	362,11	207,32	0,71	0,12	0,34	2,74	2,75	26,88	26,92
S97	563,44	564,61	357,41	207,2	1,17	0,21	0,56	2,72	2,72	26,65	26,70
S43	573,01	573,78	368,11	205,67	0,77	0,13	0,37	2,79	2,79	27,30	27,34
S44	572,04	572,84	366,97	205,87	0,80	0,14	0,39	2,78	2,78	27,23	27,27
S45	580,29	581,10	373,03	208,07	0,81	0,14	0,39	2,79	2,79	27,33	27,37
S46	583,82	585,81	371,34	214,47	1,99	0,34	0,93	2,72	2,73	26,68	26,77
S47	573,33	573,94	363,49	210,45	0,61	0,11	0,29	2,72	2,73	26,70	26,73

B. P-dalga hızı deney sonuçları

Tablo B1 Haynes Kireçtaşı'nın P-dalga hızı deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	Td (µs)	Tsat (µs)	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	
HK48	98,92	52,13	15,40	14,50	6423,05	6821,72	
HK49	100,00	51,96	16,70	17,90	5988,02	5586,59	
HK50	99,33	52,14	15,90	15,00	6246,86	6621,67	
HK51	99,70	52,08	16,40	15,00	6079,27	6646,67	
HK52	99,79	52,09	15,90	14,80	6275,79	6742,23	
HK53	100,00	52,13	16,40	14,50	6097,26	6896,21	
HK54	99,68	52,10	16,00	15,00	6229,69	6645,00	
HK55	98,20	52,08	15,90	15,00	6175,79	6546,33	
HK56	99,89	52,07	15,40	14,60	6486,36	6841,78	
HK57	100,10	52,00	15,90	15,00	6295,60	6673,33	
HK80	102,80	52,14	16,90	15,40	6082,84	6675,32	
HK82	102,84	52,64	16,80	15,90	6121,43	6467,92	
HK83	101,53	52,29	16,40	17,70	6190,85	5736,16	
HK84	101,41	52,42	16,90	14,90	6000,59	6806,04	
HK85	100,07	51,93	15,90	15,40	6293,71	6498,05	
HK87	101,94	51,24	16,40	15,40	6215,85	6619,48	
HK88	99,85	51,85	16,40	15,40	6088,41	6483,77	
HK89	100,33	51,82	16,40	14,90	6117,68	6733,56	
HK90	98,57	51,95	15,40	14,90	6400,65	6615,44	
HK91	102,47	51,56	16,40	15,40	6248,17	6653,90	
HK92	102,97	51,74	16,90	15,90	6092,90	6476,10	
HK93	99,79	51,93	15,90	15,40	6276,10	6479,87	
HK94	102,55	52,00	16,00	15,40	6409,38	6659,09	
HK95	102,64	51,33	16,90	15,40	6073,37	6664,94	
	100,64	51,98	16,23	15,36	6204,57	6566,30	Ortalama
	1,47	0,30	0,48	0,84	136,35	303,80	SD

Tablo B2 Doğanbey Kireçtaşı'nın P-dalga hızı deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	Td (µs)	Tsat (µs)	Vpd (m/s)	Vps (m/s)
DK1	102,37	52,82	17,30	16,40	5917,34	6242,07
DK2	102,21	52,72	16,90	16,40	6047,63	6232,01
DK3	102,81	52,84	17,10	16,90	6011,99	6083,14
DK4	102,19	52,87	16,90	16,20	6046,75	6308,02
DK5	102,37	52,82	17,40	16,90	5883,33	6057,40
DK6	102,34	52,73	17,40	16,90	5881,61	6055,62
DK7	102,48	52,72	17,90	16,40	5725,14	6248,78
DK8	102,57	52,82	17,40	16,40	5894,54	6253,96
DK9	102,51	52,44	17,90	17,30	5726,54	5925,14
DK10	102,27	52,53	17,40	16,40	5877,59	6235,98
DK11	101,65	52,72	17,90	16,10	5678,49	6313,35
DK12	102,11	52,75	16,40	15,90	6225,91	6421,70
DK13	103,04	52,75	16,90	16,40	6096,75	6282,62
DK14	102,36	52,77	16,40	16,90	6241,46	6056,80
DK15	102,33	52,80	17,90	15,90	5716,76	6435,85
DK16	102,01	52,49	16,40	15,90	6220,12	6415,72
DK17	102,51	52,68	16,70	16,40	6138,32	6250,61
DK18	102,56	52,43	16,20	15,90	6330,86	6450,31
DK19	102,21	52,70	16,90	16,90	6047,93	6047,93
DK20	102,59	52,76	16,90	16,90	6070,41	6070,41
DK21	102,31	52,61	16,90	16,40	6053,85	6238,41
DK22	102,31	52,74	16,90	16,40	6053,85	6238,41
DK23	102,25	52,60	17,90	17,30	5712,29	5910,40
DK24	102,13	52,73	16,10	15,90	6343,48	6423,27
DK25	101,92	52,80	16,10	16,30	6330,43	6252,76
DK26	102,98	52,72	15,90	17,80	6476,42	5785,11
DK27	102,84	52,47	16,90	16,50	6084,91	6232,42
DK28	103,08	52,74	17,40	15,90	5924,14	6483,02
DK29	103,64	52,75	16,80	16,00	6169,05	6477,50
DK30	102,64	52,82	16,90	16,40	6073,08	6258,23
DK31	102,94	52,88	16,90	15,90	6090,83	6473,90
DK32	102,07	52,88	16,90	16,40	6039,35	6223,48
DK33	102,43	52,40	17,30	16,20	5920,52	6322,53
DK34	102,42	52,79	15,90	15,90	6441,19	6441,19
DK35	102,21	52,75	16,40	15,90	6232,01	6427,99
DK36	102,56	52,79	16,40	16,20	6253,35	6330,56
DK37	102,82	53,34	16,40	16,40	6269,51	6269,51
DK38	102,65	52,48	16,90	16,40	6073,67	6258,84
DK39	102,39	52,71	16,90	15,90	6058,58	6439,62
DK40	102,80	52,67	17,40	16,30	5907,76	6306,44

Tablo B2'nin devamı

DK41	102,25	52,74	15,90	15,90	6430,82	6430,82	
DK42	102,38	52,75	16,50	15,90	6204,85	6438,99	
DK43	102,22	52,43	16,90	16,40	6048,22	6232,62	
DK44	102,39	52,68	16,90	16,40	6058,58	6243,29	
DK45	102,33	52,44	16,00	16,40	6395,31	6239,33	
DK46	102,29	52,77	16,90	16,40	6052,66	6237,20	
DK47	102,21	52,47	16,90	15,90	6047,63	6427,99	
	102,44	52,70	16,88	16,36	6075,02	6264,50	Ortalama
	0,34	0,17	0,55	0,43	200,03	160,76	SD

Tablo B3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın P-dalga hızı deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	Td(µs)	Tsat (µs)	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	
BK48	99,19	52,46	15,60	14,50	6358,33	6840,69	
BK49	100,26	52,12	16,40	15,70	6113,11	6385,67	
BK50	98,82	52,94	16,80	16,00	5881,85	6175,94	
BK51	98,76	52,50	15,90	15,00	6211,32	6584,00	
BK52	100,41	52,03	15,90	15,00	6315,09	6694,00	
BK53	99,16	51,87	16,40	15,00	6046,04	6610,33	
BK54	99,98	51,98	16,20	15,00	6171,60	6665,33	
BK55	100,05	51,96	16,90	15,50	5920,12	6454,84	
BK56	99,05	51,76	17,30	15,50	5725,14	6390,00	
BK57	99,81	52,05	15,90	15,00	6277,04	6653,67	
BK80	98,69	52,82	16,90	15,40	5839,64	6408,44	
BK81	99,39	51,94	17,40	15,40	5712,07	6453,90	
BK82	99,43	52,80	16,90	15,40	5883,43	6456,49	
BK83	98,15	52,37	15,90	15,40	6172,96	6373,38	
BK84	99,35	51,76	16,90	15,40	5878,70	6451,30	
BK85	99,12	52,24	16,80	15,40	5900,00	6436,36	
BK86	99,34	52,95	16,90	15,40	5878,11	6450,65	
BK87	99,55	52,65	16,40	15,40	6070,12	6464,29	
BK88	99,46	51,63	16,40	15,90	6064,63	6255,35	
BK89	99,17	51,68	16,40	15,40	6046,95	6439,61	
BK90	99,30	51,83	16,40	15,90	6054,88	6245,28	
BK91	103,57	52,77	16,90	15,90	6128,40	6513,84	
BK92	102,22	52,64	18,40	16,40	5555,43	6232,93	
BK93	102,35	52,79	17,90	15,90	5717,88	6437,11	
BK94	106,83	52,52	18,90	16,40	5652,38	6514,02	
BK95	89,84	52,50	16,30	15,20	5511,66	5910,53	
	99,66	52,29	16,73	15,48	5964,88	6442,23	Ortalama
	2,72	0,43	0,77	0,45	229,46	185,41	SD

Tablo B4 Karabacak Serpantinit'in P-dalga hızı deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	Td (µs)	Tsat (µs)	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	
S60	99,36	51,23	18,30	15,50	5429,51	6410,32	
S61	99,71	51,55	15,90	14,50	6270,75	6876,21	
S62	98,77	51,24	15,80	14,50	6251,27	6811,72	
S63	99,96	52,46	15,70	15,00	6366,56	6663,67	
S64	99,89	52,63	15,90	14,50	6282,08	6888,62	
S65	99,36	52,00	19,16	15,50	5185,54	6410,00	
S66	99,90	52,14	17,40	15,40	5741,38	6487,01	
S67	100,14	52,27	16,90	15,50	5925,15	6460,32	
S68	99,26	51,67	17,30	15,00	5737,28	6617,00	
S69	98,94	51,69	18,00	15,50	5496,67	6383,23	
S82	99,33	51,55	16,40	15,90	6056,71	6247,17	
S83	99,19	52,59	19,30	18,80	5139,38	5276,06	
S84	96,91	51,26	17,80	16,90	5444,38	5734,32	
S85	98,93	51,93	17,90	15,90	5526,82	6222,01	
S86	99,20	51,77	15,90	15,40	6238,99	6441,56	
S87	99,90	52,33	17,30	16,90	5774,57	5911,24	
S88	97,14	51,55	15,30	17,40	6349,02	5582,76	
S89	99,34	51,30	18,40	14,90	5398,91	6667,11	
S90	99,30	51,12	17,40	17,40	5706,90	5706,90	
S91	99,52	51,98	19,40	17,90	5129,90	5559,78	
S92	99,39	52,90	17,80	16,40	5583,71	6060,37	
S93	99,49	52,00	16,40	16,40	6066,46	6066,46	
S94	99,03	53,01	19,80	17,80	5001,52	5563,48	
S95	99,55	52,02	18,30	16,40	5439,89	6070,12	
S96	99,02	51,62	14,90	14,90	6645,64	6645,64	
S97	98,98	52,27	15,90	15,40	6225,16	6427,27	
	99,21	51,93	17,25	15,98	5785,16	6238,09	Ortalama

C. Mekanik Özellikler

C1. Tek Eksenli Basınç Direnci

Tablo C1.1 Haynes Kireçtaşı kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	L/D	P(KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCs (MPa)	
HK70	99,84	51,99	1,92	169,60	5,20	7,99	79,95	
HK37	100,00	51,85	1,93	145,60	5,19	6,90	68,99	
HK43	102,00	51,43	1,99	138,70	5,14	6,68	66,80	
HK01	107,00	52,00	2,06	206,50	5,20	9,73	97,28	
HK102	107,00	52,00	2,06	152,90	5,20	7,20	72,03	
HK103	107,50	53,00	2,03	170,40	5,30	7,73	77,28	
HK104	108,00	53,00	2,04	213,00	5,30	9,66	96,60	
HK106	108,00	53,00	2,04	153,60	5,30	6,97	69,66	
						7,86	78,57	Ortalama
						1,21	12,14	SD

Tablo C1.2 Haynes Kireçtaşı doymun numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	L/D	P(KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
HK75	102,47	51,93	1,97	128,50	5,19	6,07	60,70	
HK77	102,42	52,63	1,95	133,60	5,26	6,15	61,45	
HK79	102,60	52,46	1,96	126,00	5,25	5,83	58,32	
HK56	98,5	51,70	1,90	147,80	5,17	7,04	70,44	
HK57	99,00	51,00	1,94	173,90	5,10	8,52	85,17	
HK92	102,97	51,74	1,99	114,30	5,17	5,44	54,39	
HK94	102,55	52,00	1,97	169,40	5,20	7,98	79,81	
HK95	102,64	51,33	2,00	102,60	5,13	4,96	49,62	
						6,50	64,99	Ortalama
						1,24	12,42	SD

Tablo C1.3 Doğanbey Kireçtaşı kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L(mm)	D (mm)	L/D	P (KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
DK30	102,64	52,82	1,94	170,80	5,28	7,80	78,00	
DK36	102,56	52,79	1,94	160,40	5,28	7,33	73,34	
DK37	102,82	53,34	1,93	203,60	5,33	9,12	91,18	
DK39	102,39	52,71	1,94	167,40	5,27	7,68	76,75	
DK40	102,80	52,67	1,95	149,30	5,27	6,86	68,56	
DK46	102,29	52,77	1,94	143,90	5,28	6,58	65,83	
DK17	102,51	52,68	1,95	212,90	5,27	9,77	97,75	
DK35	102,21	52,75	1,94	195,10	5,27	8,93	89,34	
						8,01	80,09	Ortalama
						1,14	11,45	SD

Tablo C1.4 Doğanbey Kireçtaşı doygun numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L(mm)	D (mm)	L/D	P (KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
DK13	103,04	52,75	1,95	137,80	5,27	6,31	63,10	
DK14	102,36	52,77	1,94	144,20	5,28	6,60	65,98	
DK18	102,56	52,43	1,96	125,40	5,24	5,81	58,11	
DK19	102,21	52,70	1,94	150,20	5,27	6,89	68,89	
DK20	102,59	52,76	1,94	153,20	5,28	7,01	70,12	
DK29	103,64	52,75	1,96	181,00	5,27	8,29	82,88	
DK41	102,25	52,74	1,94	180,70	5,27	8,28	82,76	
DK43	102,22	52,43	1,95	134,30	5,24	6,22	62,25	
						6,93	69,26	Ortalama
						0,92	9,19	SD

Tablo C1.5 Karabacak Breşik Kireçtaşı kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D(mm)	L/D	P (KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
BK70	99,14	52,80	1,88	157,10	5,28	7,18	71,79	
BK73	99,23	52,19	1,90	198,30	5,22	9,27	92,74	
BK74	99,27	51,83	1,92	199,30	5,18	9,45	94,51	
BK33	99,74	52,18	1,91	212,50	5,22	9,94	99,44	
BK35	99,94	51,87	1,93	157,10	5,19	7,44	74,40	
BK88	99,46	51,63	1,93	173,40	5,16	8,29	82,87	
BK89	99,17	51,68	1,92	213,30	5,17	10,17	101,74	
BK91	10,57	52,77	1,96	164,30	5,28	7,52	75,18	
						8,66	86,58	Ortalama
						1,20	11,99	SD

Tablo C1.6 Karabacak Breşik Kireçtaşı doygun numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	L/D	P (KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
BK75	99,12	51,77	1,91	179,00	5,18	8,51	85,10	
BK76	98,83	51,98	1,90	159,80	5,20	7,53	75,34	
BK77	99,22	51,55	1,92	100,50	5,16	4,82	48,18	
BK79	99,19	51,75	1,92	166,40	5,17	7,92	79,17	
BK39	99,94	51,37	1,95	185,20	5,14	8,94	89,40	
BK92	102,22	52,64	1,94	65,70	5,26	3,02	30,20	
BK93	102,35	52,79	1,94	123,50	5,28	5,65	56,45	
BK94	106,83	52,52	2,03	121,80	5,25	5,63	56,26	
						6,50	65,01	Ortalama
						2,05	20,53	SD

Tablo C1.7 Karabacak Serpantiniti kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L(mm)	D(mm)	L/D	P (KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
S55	99,14	51,18	1,94	237,6	5,12	11,56	115,57	
S56	99,29	52,60	1,89	311	5,26	14,32	143,19	
S58	98,92	52,66	1,88	323,4	5,27	14,86	148,56	
S59	99,32	52,17	1,90	254	5,22	11,89	118,91	
S32	100,17	51,89	1,93	338,6	5,19	16,02	160,20	
S98	98,40	51,45	1,91	240,70	5,15	11,58	115,83	
S99	95,45	51,10	1,87	281,30	5,11	13,72	137,23	
S100	98,40	51,00	1,93	284,30	5,10	13,92	139,24	
						13,48	134,84	Ortalama
						1,65	16,53	SD

Tablo C1.8 Karabacak Serpantiniti doymun numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L(mm)	D(mm)	L/D	P(KN)	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
S48	99,32	52,18	1,90	213,30	5,22	9,98	99,80	
S51	99,18	52,85	1,88	252,70	5,28	11,53	115,27	
S52	99,55	51,62	1,93	213,20	5,16	10,19	101,93	
S38	99,98	52,05	1,92	283,50	5,21	13,33	133,30	
S68	98,75	51,70	1,91	256,30	5,17	12,22	122,15	
S69	98,00	51,00	1,92	307,30	5,10	15,05	150,51	
S93	99,49	52,00	1,91	298,70	5,20	14,07	140,72	
S94	99,03	53,01	1,87	179,60	5,30	8,14	81,43	
						11,81	118,14	Ortalama
						2,32	23,17	SD

25 çevrim Donma-Çözülme Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci

Tablo C1.9 Haynes Kireçtaşı kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	P (KN)	L/D	D (cm)	UCS (KN/cm²)	UCS (MPa)		
HK51	99,70	52,08	162,2	1,91	5,21	7,62	76,18		
HK52	99,79	52,09	178,3	1,92	5,21	8,37	83,71		
HK53	100	52,13	173,5	1,92	5,21	8,13	81,33		
HK54	99,68	52,10	121	1,91	5,21	5,68	56,79		
HK55	98,20	52,08	170,7	1,89	5,21	8,02	80,17		
							7,56	75,64	Ortalama
							1,09	10,88	SD

Tablo C1.10 Doğanbey Kireçtaşı kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	P (KN)	L/D	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
DK15	102,33	52,80	195,5	1,94	5,28	8,93	89,33	
DK22	102,31	52,74	198,5	1,94	5,27	9,09	90,91	
DK26	102,98	52,72	187,9	1,95	5,27	8,61	86,12	
DK27	102,84	52,47	144,7	1,96	5,25	6,70	66,95	
DK32	102,07	52,88	73,3	1,93	5,29	3,34	33,39	
						7,33	73,34	Ortalama
						2,43	24,31	SD

Tablo C1.11 Karabacak Breşik Kireçtaşı kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	P (KN)	L/D	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
BK49	100,26	52,12	176,2	1,92	5,21	8,26	82,63	
BK50	98,82	52,94	84,8	1,87	5,29	3,85	38,54	
BK51	98,76	52,50	202,4	1,88	5,25	9,35	93,55	
BK53	99,16	51,87	179,7	1,91	5,19	8,51	85,08	
BK55	100,05	51,96	113,2	1,93	5,20	5,34	53,41	
						7,06	70,64	Ortalama
						2,35	23,47	SD

Tablo C1.12 Karabacak Serpantiniti kuru numunelerin tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	P (KN)	L/D	D (cm)	UCS (KN/cm ²)	UCS (MPa)	
S60	99,36	51,23	213	1,94	5,12	10,34	103,39	
S61	99,71	51,55	231,4	1,93	5,16	11,09	110,93	
S62	98,77	51,24	162,4	1,93	5,12	7,88	78,79	
S65	99,36	52,00	274,5	1,91	5,20	12,93	129,32	
S67	100,14	52,27	256,3	1,92	5,23	11,95	119,50	
						10,84	108,39	Ortalama
						1,92	19,16	SD

C.2 Nokta Yüğü Dayanım İndeksi

Tablo C2.1 Haynes Kireçtaşı kuru numunelerin nokta yüğü dayanım indeks deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	Is ₅₀ (KN/cm ²)	Is ₅₀ (MPa)	
HK64	4,16	5,20	0,80	8,17	21,19	26,99	1,02	0,30	3,03	0,31	3,08	
HK69	4,32	5,22	0,83	8,39	21,,8	27,24	1,02	0,31	3,08	0,31	3,14	
HK97	5,01	5,14	0,97	7,00	20,74	26,42	1,01	0,26	2,65	0,27	2,68	
HK98	5,90	5,10	1,16	18,30	20,42	26,01	1,01	0,70	7,04	0,71	7,10	
HK99	5,05	5,10	0,99	14,00	20,42	26,01	1,01	0,54	5,38	0,54	5,43	
HK155	5,01	5,33	0,94	11,8	22,26	28,36	1,03	042	4,16	0,43	4,28	
HK156	5,10	5,34	0,96	5,8	22,35	28,47	1,03	0,20	2,04	0,21	2,10	
HK157	5,01	5,32	0,94	5,6	22,25	28,35	1,03	0,20	1,98	0,20	2,03	
								0,37	3,67	0,37	3,73	Ortalama
								0,18	1,77	0,18	1,77	SD

Tablo C2.2 Haynes Kireçtaşı doygun numunelerin nokta yüğü dayanım indeks deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (Mpa)	Is ₅₀ (KN/cm ²)	Is ₅₀ (Mpa)	
HK58	5,05	5,21	0,97	6,831	21,34	27,19	1,02	0,25	2,51	0,26	2,56	
HK60	5,01	5,20	0,96	7,059	21,24	27,06	1,02	0,26	2,61	0,27	2,66	
HK61	5,04	5,22	0,97	7,45	21,39	27,24	1,02	0,27	2,73	0,28	2,79	
HK62	5,21	5,20	1,00	7,274	21,25	27,07	1,02	0,27	2,69	0,27	2,74	
HK63	3,92	5,21	0,75	6,617	21,34	27,18	1,02	0,24	2,43	0,25	2,48	
HK96	5,10	5,10	1,00	9	20,42	26,01	1,01	0,35	3,46	0,35	3,49	
HK58	5,01	5,32	0,94	10,4	22,25	28,35	1,03	0,37	3,67	0,38	3,77	
HK59	5,06	5,19	0,97	5,82	21,15	26,95	1,02	0,22	2,16	0,22	2,20	
								0,28	2,78	0,28	2,84	Ortalama
								0,05	0,52	0,05	0,53	SD

Tablo C2.3 Doğanbey Kireçtaşı kuru numunelerin nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	Is ₅₀ (KN/cm ²)	Is ₅₀ (MPa)	
DK57	5,56	5,23	1,06	8,18	21,49	27,38	1,02	0,30	2,99	0,30	3,05	
DK51	5,50	5,10	1,08	14,00	20,42	26,01	1,01	0,54	5,38	0,54	5,43	
DK52	5,50	5,10	1,08	15,50	20,42	26,01	1,01	0,60	5,96	0,60	6,01	
DK54	5,45	5,10	1,07	13,00	20,42	26,01	1,01	0,50	5,00	0,50	5,04	
DK193	5,11	5,33	0,96	11,50	22,31	28,42	1,03	0,40	4,05	0,42	4,16	
DK194	5,07	5,31	0,95	7,00	22,10	28,15	1,03	0,25	2,49	0,26	2,55	
DK195	5,57	5,26	1,06	9,00	21,70	27,65	1,02	0,33	3,26	0,33	3,33	
DK196	5,50	5,28	1,04	4,20	21,86	27,85	1,02	0,15	1,51	0,15	1,55	
								0,38	3,83	0,39	3,89	Ortalama
								0,15	1,54	0,15	1,54	SD

Tablo C2.4 Doğanbey Kireçtaşı doymun numunelerin nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Örnekler	L(cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	Is ₅₀ (KN/cm ²)	Is ₅₀ (MPa)	
DK49	5,61	5,29	1,06	8,59	21,86	27,85	1,02	0,31	3,08	0,32	3,16	
DK52	4,51	5,29	0,85	8,50	21,86	27,84	1,02	0,31	3,05	0,31	3,13	
DK53	5,55	5,29	1,05	11,54	21,93	27,94	1,03	0,41	4,13	0,42	4,23	
DK48	5,50	5,10	1,08	13,00	20,35	25,93	1,01	0,50	5,01	0,51	5,06	
DK50	5,55	5,27	1,05	6,33	21,71	27,65	1,02	0,23	2,29	0,23	2,34	
DK50	5,50	5,10	1,08	14,90	20,35	25,93	1,01	0,57	5,75	0,58	5,79	
DK197	5,47	5,28	1,04	7,10	21,78	27,74	1,02	0,26	2,56	0,26	2,62	
DK198	5,06	5,34	0,95	9,80	22,34	28,46	1,03	0,34	3,44	0,35	3,55	
								0,37	3,67	0,37	3,73	Ortalama
								0,12	1,21	0,12	1,20	S.D

Tablo C2.5 Karabacak Breşik Kireçtaşı kuru numunelerin nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	Is ₅₀ (KN/cm ²)	Is ₅₀ (MPa)	
BK99	5,14	5,10	1,01	12,50	20,42	26,01	1,01	0,48	4,81	0,48	4,85	
BK100	5,14	5,10	1,01	15,90	20,42	26,01	1,01	0,61	6,11	0,62	6,17	
BK101	5,06	5,15	0,98	14,20	20,82	26,52	1,01	0,54	5,35	0,54	5,43	
BK157	5,11	5,27	0,97	13,50	21,76	27,73	1,02	0,49	4,87	0,50	4,98	
BK158	5,03	5,26	0,96	13,00	21,76	27,71	1,02	0,47	4,69	0,48	4,80	
BK159	4,45	5,17	0,86	12,80	21,00	26,75	1,02	0,48	4,79	0,49	4,86	
BK161	4,97	5,31	0,94	20,00	22,12	28,17	1,03	0,71	7,10	0,73	7,29	
BK162	5,03	5,34	0,94	15,20	22,40	28,53	1,03	0,53	5,33	0,55	5,49	
								0,54	5,38	0,55	5,48	Ortalama
								0,08	0,84	0,09	0,87	SD

Tablo C2.6 Karabacak Breşik Kireçtaşı doymunelerin nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D(cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	IS ₅₀ (KN/cm ²)	Is ₅₀ (MPa)	
BK58	4,44	5,21	0,85	8,08	21,32	27,16	1,02	0,30	2,98	0,30	3,03	
BK59	5,16	5,20	0,99	8,91	21,24	27,06	1,02	0,33	3,29	0,34	3,35	
BK97	5,14	5,10	1,01	17,50	20,42	26,01	1,01	0,67	6,73	0,68	6,79	
BK98	5,14	5,17	0,99	11,00	20,98	26,73	1,02	0,41	4,12	0,42	4,18	
BK164	5,08	5,27	0,96	13,00	21,83	27,81	1,02	0,47	4,67	0,48	4,79	
BK165	5,03	5,19	0,97	20,00	21,18	26,98	1,02	0,74	7,41	0,75	7,54	
BK167	5,05	5,33	0,95	16,00	22,33	28,45	1,03	0,56	5,62	0,58	5,79	
BK168	5,06	5,19	0,97	14,00	21,14	26,93	1,02	0,52	5,20	0,53	5,29	
								0,50	5,00	0,51	5,09	Ortalama
								0,16	1,56	0,16	1,59	SD

Tablo C2.7 Karabacak Serpantiniti kuru numunelerin nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De ² (cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	Is 50 (KN/cm ²)	Is 50 (MPa)	
S76	4,37	5,14	0,85	30,29	20,77	26,46	1,01	114	11,45	1,16	11,59	
S77	5,13	5,15	1,00	32	20,82	26,53	1,01	1,21	12,06	1,22	12,22	
S78	4,34	5,12	0,85	20,5	20,58	26,21	1,01	0,78	7,82	0,79	7,90	
S79	4,40	5,22	0,84	36,5	21,35	27,20	1,02	1,34	13,42	1,37	13,68	
S80	5,52	5,18	1,07	34	21,05	26,81	1,02	1,27	12,68	1,29	12,88	
S81	5,21	5,14	1,01	32,5	20,71	26,38	1,01	1,23	12,32	1,25	12,47	
S169	4,66	5,12	0,91	20,09	20,59	26,23	1,01	0,77	7,66	0,77	7,74	
S170	4,55	5,17	0,88	22,2	20,96	26,70	1,01	0,83	8,32	0,84	8,44	
								1,07	10,72	1,09	10,87	Ortalama
								0,24	2,38	0,24	2,43	SD

Tablo C2.8 Karabacak Serpantiniti doymunelerin nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Örnekler	L (cm)	D (cm)	L/D	P (KN)	A (cm ²)	De2(cm ²)	F	Is (KN/cm ²)	Is (MPa)	Is 50 (KN/cm ²)	Is 50 (MPa)	
S70	5,00	5,26	0,95	28,61	21,75	27,71	1,02	1,03	10,32	1,06	10,57	
S71	4,92	5,21	0,94	24,41	21,28	27,11	1,02	0,90	9,00	0,92	9,17	
S74	5,09	5,20	0,98	22,06	21,25	27,08	1,02	0,81	8,15	0,83	8,30	
S75	4,43	5,21	0,85	19,08	21,29	27,12	1,02	0,70	7,03	0,72	7,16	
S171	5,00	5,19	0,96	34,00	21,15	26,95	1,02	1,26	12,62	1,28	12,83	
S172	5,64	5,27	1,07	17,40	21,81	27,78	1,02	0,63	6,26	0,64	6,41	
S173	5,55	5,24	1,06	25,20	21,57	27,48	1,02	0,92	9,17	0,94	9,37	
S73	5,65	5,29	1,07	9,10	21,99	28,02	1,03	0,32	3,25	0,33	3,33	
								0,82	8,23	0,84	8,39	Ortalama
								0,28	2,81	0,29	2,85	SD

C3. Brazilian (İndirekt) Çekme Direnci

Tablo C3.1 Haynes Kireçtaşı kuru numunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1(mm)	L2(mm)	D1(mm)	D2(mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm²)	BTS (MPa)		
HK107	27,51	27,24	51,82	51,96	21	27,38	51,89	0,53	2,74	5,19	0,94	9,42		
HK108	24,4	24,56	53,3	53,24	19	24,48	53,27	0,46	2,45	5,33	0,93	9,28		
HK109	28,09	28,6	51,51	51,92	18,9	28,35	51,72	0,55	2,83	5,17	0,82	8,21		
HK110	28,14	28,19	51,5	51,38	21	28,17	51,44	0,55	2,82	5,14	0,92	9,23		
HK111	28,06	28,66	52,3	52,02	22,2	28,36	52,16	0,54	2,84	5,22	0,96	9,56		
HK112	27,3	27,15	52,83	52,57	15,2	27,23	52,70	0,52	2,72	5,27	0,67	6,75		
HK113	28,2	28,2	52,09	51,95	15	28,20	52,02	0,54	2,82	5,20	0,65	6,51		
HK114	27,99	27,99	52,02	51,94	23	27,99	51,98	0,54	2,80	5,20	1,01	10,07		
HK115	27,57	28,84	52,85	52,71	15	28,21	52,78	0,53	2,82	5,28	0,64	6,42		
HK116	24,27	24,16	53,2	53,17	19	24,22	53,19	0,46	2,42	5,32	0,94	9,40		
												0,85	8,48	Ortalama
												0,14	1,41	SD

Tablo C3.2 Haynes Kireçtaşı doymunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D (mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm ²)	BTS (MPa)		
HK122	24	24,30	5145	51,79	15,2	24,15	51,62	0,47	2,42	5,16	0,78	777		
HK123	27,13	27,30	51,93	51,95	14,9	27,22	51,94	0,52	2,72	5,19	0,67	6,71		
HK124	27,77	27,97	51,32	51,34	10,8	27,87	51,33	0,54	2,79	5,13	0,48	4,81		
HK125	27,55	27,16	51,94	51,99	22,2	27,36	51,97	0,53	2,74	5,20	0,99	9,95		
HK126	27,53	27,82	52,67	52,68	16	27,68	52,68	0,53	2,77	5,27	0,70	6,99		
HK127	27,61	27,79	52,41	52,41	9	27,70	52,41	0,53	2,77	5,24	0,39	3,95		
HK128	27,3	27,26	52,02	52,05	12	27,28	52,04	0,52	2,73	5,20	0,54	5,38		
HK129	28,29	27,83	52,02	51,81	19	28,06	51,92	0,54	2,81	5,19	0,83	8,31		
HK130	27,63	27,74	52,7	52,65	23,9	27,69	52,68	0,53	2,77	5,27	1,04	10,44		
HK131	28,13	27,93	52,09	52,11	28	28,03	52,10	0,54	2,80	5,21	1,22	12,21		
												0,77	7,65	Ortalama
												0,26	2,64	SD

Tablo C3.3 Doğanbey Kireçtaşı kuru numunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm ²)	BTS (MPa)	
DK 109	29,62	29,59	52,66	52,75	18	29,61	52,71	0,56	2,96	5,27	0,73	7,35	
DK 110	25	24,54	53,31	53,54	16,9	24,77	53,43	0,46	2,48	5,34	0,81	8,13	
DK 111	29,59	29,89	52,63	52,39	21,7	29,74	52,51	0,57	2,97	5,25	0,89	8,85	
DK 112	29,59	29,15	52,94	52,73	21,7	29,37	52,84	0,56	2,94	5,28	0,89	8,91	
DK 113	29,24	29,3	52,54	52,54	24,1	29,27	52,54	0,56	2,93	5,25	1,00	9,98	
DK 114	30,27	29,57	52,66	52,54	28,8	29,92	52,60	0,57	2,99	5,26	1,17	11,66	
DK 115	29,02	28,78	52,75	52,98	20	28,90	52,87	0,55	2,89	5,29	0,83	8,34	
DK 116	24,88	24,76	53,39	53,36	14,9	24,82	53,38	0,47	2,48	5,34	0,72	7,16	
DK 117	29,17	28,97	52,52	52,37	23,1	29,07	52,45	0,55	2,91	5,24	0,97	9,65	
DK 118	29,74	29,65	52,96	52,44	18	29,70	52,70	0,56	2,97	5,27	0,73	7,33	
											0,87	8,74	Ortalama
											0,14	1,41	SD

Tablo C3.4 Doğanbey Kireçtaşı doygun numunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm ²)	S _t (MPa)	
DK119	29,74	29,81	52,69	52,85	23	29,78	52,77	0,56	2,98	5,28	0,93	9,32	
DK120	29,58	30,34	52,96	52,93	22	29,96	52,95	0,57	3,00	5,29	0,88	8,83	
DK121	28,44	29,06	52,47	53,06	18	28,75	52,77	0,54	2,88	5,28	0,76	7,56	
DK122	29,67	29,39	52,61	52,54	19,9	29,53	52,58	0,56	2,95	5,26	0,82	8,16	
DK123	30,08	29,84	52,56	52,74	16,3	29,96	52,65	0,57	3,00	5,27	0,66	6,58	
DK124	30,67	30,19	52,45	52,58	17,7	30,43	52,52	0,58	3,04	5,25	0,71	7,05	
DK125	29,78	29,6	52,36	52,48	10	29,69	52,42	0,57	2,97	5,24	0,41	4,09	
DK126	30,12	29,32	52,65	51,75	15,7	29,72	52,20	0,57	2,97	5,22	0,64	6,45	
DK127	30,36	29,61	52,69	52,57	18	29,99	52,63	0,57	3,00	5,26	0,73	7,26	
DK128	30,2	29,87	53,67	53,75	18	30,04	53,71	0,56	3,00	5,37	0,71	7,11	
											0,72	7,24	Ortalama
											0,14	1,45	SD

Tablo C3.5 Karabacak Breşik Kireçtaşı kuru numunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm ²)	BTS (MPa)		
BK109	27,6	28,38	52,68	52,59	21	27,99	52,64	0,53	2,80	5,26	0,91	9,08		
BK110	24,4	24,41	53,23	53,19	20	24,41	53,21	0,46	2,44	5,32	0,98	9,81		
BK111	23,65	24,64	51,31	51,65	19,9	24,15	51,48	0,47	2,41	5,15	1,02	10,20		
BK112	26,92	27,89	52,18	51,9	25,3	27,41	52,04	0,53	2,74	5,20	1,13	11,30		
BK113	24,91	24,44	52,8	52,99	19,8	24,68	52,90	0,47	2,47	5,29	0,97	9,66		
BK114	24,39	24,24	52,74	52,24	18	24,32	52,49	0,46	2,43	5,25	0,90	8,98		
BK115	24,03	24	51,64	51,95	15,3	24,02	51,80	0,46	2,40	5,18	0,78	7,83		
BK116	23,51	23,85	51,87	52,37	15	23,68	52,12	0,45	2,37	5,21	0,77	7,74		
BK117	24,3	24,11	53,04	52,26	14	24,21	52,65	0,46	2,42	5,27	0,70	7,00		
												0,91	9,07	Ortalama
												0,14	1,36	SD

Tablo C3.6 Karabacak Breşik Kireçtaşı doymunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2(mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm ²)	BTS (MPa)	
BK127	24,26	24,60	52,65	52,33	16	24,43	52,49	0,47	2,44	5,25	0,79	7,95	
BK128	23,16	23,31	51,9	51,95	18	23,24	51,93	0,45	2,32	5,19	0,95	9,50	
BK129	24,42	24,48	51,7	51,78	15	24,45	51,74	0,47	2,45	5,17	0,76	7,55	
BK130	28	28,83	52,68	53,62	22,8	28,42	53,15	0,53	2,84	5,32	0,96	9,62	
BK131	24,11	24,77	51,56	52,46	13	24,44	52,01	0,47	2,44	5,20	0,65	6,51	
BK132	24,35	24,36	52,32	52,16	14	24,36	52,24	0,47	2,44	5,22	0,70	7,01	
BK133	23,08	23,35	52,22	52,54	9,8	23,22	52,38	0,44	2,32	5,24	0,51	5,13	
BK134	24,22	24,32	51,93	52,07	14	24,27	52,00	0,47	2,43	5,20	0,71	7,07	
BK135	23,97	24,47	51,55	51,88	16	24,22	51,72	0,47	2,42	5,17	0,81	8,14	
BK136	24,12	23,47	52,35	52,05	16	23,80	52,20	0,46	2,38	5,22	0,82	8,20	
											0,77	7,67	Ortalama
											0,13	1,35	SD

Tablo C3.7 Karabacak Serpantinititi kuru numunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	S _t (KN/cm ²)	S _t (MPa)	
S121	26,12	25,73	52,30	52,17	23,5	25,93	52,24	0,50	2,59	5,22	1,11	11,05	
S122	27,47	26,47	51,04	51,22	21	26,97	51,13	0,53	2,70	5,11	0,97	9,70	
S123	26,16	26,20	50,91	50,99	23,5	26,18	50,95	0,51	2,62	5,10	1,12	11,22	
S124	26,11	26,19	51,12	50,92	30	26,15	51,02	0,51	2,62	5,10	1,43	14,32	
S125	25,04	23,91	53,58	54,04	41	24,48	53,81	0,45	2,45	5,38	1,98	19,83	
S126	26,16	26,23	51,85	51,90	24,9	26,20	51,88	0,50	2,62	5,19	1,17	11,67	
S127	28,09	28,06	52,15	52,03	29,2	28,08	52,09	0,54	2,81	5,21	1,27	12,72	
S128	24,39	23,87	52,27	51,88	31	24,13	52,08	0,46	2,41	5,21	1,57	15,71	
S129	27,32	27,24	51,86	52	38,2	27,28	51,93	0,53	2,73	5,19	1,72	17,18	
S130	26,02	26,68	51,46	51,76	32	26,35	51,61	0,51	2,64	5,16	1,50	14,99	
											1,38	13,84	Ortalama
											0,32	3,16	SD

Tablo C3.8 Karabacak Serpantinititi doygun numunelerin brazilian çekme direnci deney sonuçları

Örnekler	L1 (mm)	L 2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	P (KN)	L (mm)	D (mm)	L/D	L (cm)	D (cm)	BTS (KN/cm ²)	BTS (MPa)	
S136	26,88	26,80	53,01	52,89	17,5	26,84	52,95	0,51	2,68	5,30	0,78	7,84	
S137	25,47	25,38	52,21	52,18	21,8	25,43	52,20	0,49	2,54	5,22	1,05	10,46	
S138	25,82	25,55	51,70	51,85	27,3	25,69	51,78	0,50	2,57	5,18	1,31	13,08	
S139	25,41	25,91	49,88	50,27	10	25,66	50,08	0,51	2,57	5,01	0,50	4,96	
S140	26,81	26,51	51,67	51,60	33	26,66	51,64	0,52	2,67	5,16	1,53	15,27	
S141	28,08	29,28	52,01	52,03	38,4	28,68	52,02	0,55	2,87	5,20	1,64	16,39	
S142	25,85	25,72	51,72	52,13	26,3	25,79	51,93	0,50	2,58	5,19	1,25	12,51	
S143	26,39	26,60	51,63	52,16	21	26,50	51,90	0,51	2,65	5,19	0,97	9,73	
S144	25,37	25,25	51,49	51,70	26,7	25,31	51,60	0,49	2,53	5,16	1,30	13,02	
S145	27,23	27,06	51,99	52,07	30	27,15	52,03	0,52	2,71	5,20	1,35	13,53	
											1,17	11,68	Ortalama
											0,35	3,47	SD

C4. Darbe Direnci Deney Sonuçları

Tablo C4.1 Haynes Kireçtaşı kuru numunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
HK143	39,73	39,80	39,60	62617,66	2	6,00	
HK144	44,89	45,06	47,94	96970,32	3	12,00	
HK145	43,17	43,67	43,24	81517,51	4	20,00	
HK146	45,35	44,74	44,88	91059,68	3	12,00	
HK147	44,54	45,32	48,18	97253,87	2	6,00	
HK148	45,56	44,61	45,35	92170,77	2	6,00	
							10,33 Ortalama
							5,57 SD

Tablo C4.2 Haynes Kireçtaşı doymunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
HK149	39,82	39,99	40,18	63982,70	3	12,00	
HK150	40,15	39,67	39,07	62228,76	2	6,00	
HK151	43,58	45	42,99	84307,69	2	6,00	
HK152	43,58	44	43,49	83392,94	3	12,00	
HK153	47,37	43,70	43,96	91000,23	1	2,00	
HK154	42,7	44,12	43,62	82176,76	3	12,00	
							8,33 Ortalama
							4,27 SD

Tablo C4.3 Doğanbey Kireçtaşı kuru numunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
DK80	45,15	44,10	44,47	88544,88	4	20,00	
DK81	44,45	45,11	44,42	89068,30	4	20,00	
DK82	40,31	44,45	45,70	81884,32	3	12,00	
DK83	39,06	40,52	40,10	63466,72	9	72,00	
DK84	45,93	46,24	45,16	95910,95	4	20,00	
DK85	43,74	42,73	42,92	80217,92	3	12,00	
							26,00 Ortalama
							22,87 SD

Tablo C4.4 Doğanbey Kireçtaşı doymunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
DK86	42,79	43,11	42,93	79191,98	3	12,00	
DK87	44,75	43,11	43,04	83031,58	2	6,00	
DK88	43,18	43,06	43,18	80285,90	2	6,00	
DK89	42,77	42,77	42,86	78402,64	4	20,00	
DK90	42,75	43,29	43,26	80059,01	2	6,00	
DK91	51,23	51,02	52,86	138163,10	2	6,00	
							9,33 Ortalama
							5,75 SD

Tablo C4.5 Karabacak Breşik Kireçtaşı kuru numunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
BK145	40,58	40,48	39,91	65559,29	4	20,00	
BK146	45,76	44,61	45,96	93820,61	4	20,00	
BK147	44,56	45,26	45,55	89834,88	4	20,00	
BK148	38,93	39,94	40,03	62241,21	7	56,00	
BK149	44,62	43,54	42,50	82567,08	4	20,00	
BK150	40,05	40,53	40,60	65903	4	20,00	
						26,00	Ortalama
						14,70	SD

Tablo C4.6 Karabacak Breşik Kireçtaşı doymunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
BK151	39,55	40,34	40,60	64775,15	4	20,00	
BK152	44,17	44,06	42,85	83391,68	5	30,00	
BK153	43,42	43,52	49,09	92762,35	2	6,00	
BK154	44,05	43,49	43,30	82951,30	2	6,00	
BK155	43,70	42,94	44,08	82715,15	4	20,00	
BK156	44,27	44,46	43,59	85795,76	4	20,00	
						17,00	Ortalama
						9,36	SD

Tablo C4.7 Karabacak Serpantiniti kuru numunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
S157	43,42	43,28	43,21	81200,99	5	30,00	
S158	43,03	43,74	43,16	81232,83	7	56,00	
S159	43,68	43,03	43,53	81816,83	3	12,00	
S160	42,91	42,97	42,75	78824,28	6	42,00	
S161	42,98	43,14	43,22	80136,67	5	30,00	
S162	43,46	43,13	43,39	81331,51	3	12,00	
						30,33	Ortalama
						17,13	SD

Tablo C4.8 Karabacak Serpantiniti doymunelerin darbe direnci deney sonuçları

Örnekler	A (mm)	B (mm)	C (mm)	V (mm ³)	Darbe sayısı	IR (N mm/mm ³)	
S163	42,72	42,93	43,06	78970,73	2	6,00	
S164	43,15	43,06	42,94	79784,19	4	20,00	
S165	42,74	42,92	43,15	79154,39	4	20,00	
S166	42,25	43,32	43,37	79378,81	7	56,00	
S167	42,49	43,20	34,21	62794,78	3	12,00	
S168	42,61	42,86	43,12	78748,53	3	12,00	
						21,00	Ortalama
						17,97	SD

D. Durabilite Deney Sonuçları

Tablo D1.1 Haynes Kireçtaşı'nın donma-çözülme deneyi sonrası kütle kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	%kayıp	
HK48	562,65	562,32	0,06	
HK49	571,30	571,08	0,04	
HK50	568,04	567,56	0,08	
HK51	569,80	569,59	0,04	
HK52	572,31	572,09	0,04	
HK53	572,59	572,37	0,04	
HK54	569,09	568,79	0,05	
HK55	562,50	562,31	0,03	
			0,05	Ortalama
			0,02	SD

Tablo D1.Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın donma-çözülme deneyi sonrası kütle kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	%kayıp	
BK48	587,55	587,30	0,04	
BK49	605,52	605,25	0,04	
BK50	593,46	593,08	0,06	
BK51	595,24	595,03	0,04	
BK52	585,60	585,38	0,04	
BK53	590,54	590,09	0,08	
BK54	578,24	577,86	0,07	
BK55	607,32	607,04	0,05	
			0,05	Ortalama
			0,02	SD

Tablo D1.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın donma-çözülme deneyi sonrası kütle kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	%kayıp	
DK15	606,74	606,37	0,06	
DK21	597,73	597,42	0,05	
DK22	606,75	606,21	0,09	
DK23	601,50	601,10	0,07	
DK26	606,30	605,90	0,07	
DK27	597,44	597,05	0,07	
DK32	602,53	602,09	0,07	
DK45	594,54	594,01	0,09	
			0,07	Ortalama
			0,01	SD

Tablo D1.4 Karabacak Serpantinit'in donma-çözülme deneyi sonrası kütle kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	%kayıp	
S60	540,99	540,21	0,14	
S61	558,66	558,06	0,11	
S62	555,33	554,84	0,09	
S63	575,23	574,98	0,04	
S64	571,17	570,81	0,06	
S65	580,56	580,44	0,02	
S66	583,03	582,85	0,03	
S67	584,17	583,98	0,03	
			0,07	Ortalama
			0,04	SD

D2.Donma-Çözülme Öncesi Kayaçların Fiziksel Özellikleri Deney Sonuçları

Tablo D 2.1 Haynes Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA(%)	n (%)	
HK48	6423,05	6821,72	0,04	0,10	
HK49	5988,02	5586,59	0,02	0,05	
HK50	6246,86	6621,67	0,03	0,08	
HK51	6079,27	6646,67	0,05	0,14	
HK52	6275,79	6742,23	0,05	0,14	
HK53	6097,26	6896,21	0,05	0,14	
HK54	6229,69	6645,00	0,03	0,07	
HK55	6175,79	6546,33	0,04	0,12	
	6189,46	6563,30	0,04	0,10	Ortalama
	135,40	410,73	0,01	0,04	SD

Tablo D 2.2 Doğanbey Kireçtaşı fiziksel özellikler deney sonuçları

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
DK15	5716,76	6435,85	0,03	0,08	
Dk21	6053,85	6238,41	0,06	0,17	
DK22	6053,85	6238,41	0,05	0,13	
DK23	5712,29	5910,40	0,18	0,50	
DK26	6476,42	5785,11	0,04	0,10	
DK27	6084,91	6232,42	0,08	0,22	
DK32	6039,35	6223,48	0,05	0,14	
DK45	6395,31	6239,33	0,07	0,18	
	6066,59	6162,93	0,07	0,19	Ortalama
	273,95	209,33	0,05	0,13	SD

Tablo D 2.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı fiziksel özellikler deney sonuçları

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
BK48	6358,33	6840,69	0,02	0,05	
BK49	6113,11	6385,67	0,07	0,21	
BK50	5881,85	6175,94	0,08	0,21	
BK51	6211,32	6584,00	0,02	0,07	
BK52	6315,09	6694,00	0,07	0,20	
BK53	6046,04	6610,33	0,06	0,16	
BK54	6171,60	6665,33	0,02	0,06	
BK55	5920,12	6454,84	0,09	0,26	
	6127,18	6551,35	0,05	0,15	Ortalama
	172,23	206,78	0,03	0,08	SD

Tablo D 2.4 Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
S60	5429,51	6410,32	0,49	1,33	
S61	6270,75	6876,21	0,35	0,97	
S62	6251,27	6811,72	0,31	0,84	
S63	6366,56	6663,67	0,06	0,17	
S64	6282,08	6888,62	0,06	0,17	
S65	5185,54	6410,00	0,15	0,28	
S66	5741,38	6487,01	0,11	0,30	
S67	5925,15	6460,32	0,11	0,31	
	5931,53	6625,98	0,21	0,55	Ortalama
	443,07	209,57	0,16	0,44	SD

D.3 Donma-Çözülme Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri Deney Sonuçları

Tablo D 3.1 Haynes Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
HK48	5098,71	5852,96	0,10	0,27	
HK49	4464,29	5714,29	0,08	0,23	
HK50	4752,39	5877,22	0,13	0,34	
HK51	4004,02	5729,89	0,11	0,29	
HK52	3928,54	5702,00	0,11	0,30	
HK53	4015,86	5746,84	0,11	0,31	
HK54	5246,05	6077,74	0,09	0,25	
HK55	3943,57	5676,01	0,10	0,28	
	4431,68	5797,12	0,11	0,28	Ortalama
	542,38	134,12	0,01	0,04	SD

Tablo D 3.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
DK15	5561,41	5716,76	0,10	0,26	
DK21	5015,20	5879,89	0,13	0,36	
DK22	5115,50	5879,89	0,14	0,39	
DK23	4892,34	5618,13	0,27	0,72	
DK26	4702,05	6093,20	0,14	0,37	
DK27	4695,66	5910,06	0,18	0,48	
DK32	4270,50	5701,96	0,14	0,38	
DK45	4781,54	5880,75	0,17	0,47	
	4879,28	5835,08	0,16	0,43	Ortalama
	375,13	149,83	0,05	0,14	SD

Tablo D 3.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
BK48	4635,05	5541,34	0,44	1,20	
BK49	5037,94	5761,78	0,14	0,40	
BK50	4512,10	5679,02	0,19	0,51	
BK51	5090,72	5843,79	0,09	0,25	
BK52	5045,73	6085,45	0,17	0,47	
BK53	5508,61	6046,04	0,15	0,44	
BK54	4760,95	5915,98	0,34	0,92	
BK55	5027,64	5920,12	0,16	0,46	
	4952,34	5849,19	0,21	0,58	Ortalama
	312,00	183,40	0,12	0,31	SD

Tablo D 3.4 Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpd (m/s)	Vps (m/s)	WA (%)	n (%)	
S60	5121,65	5710,34	0,75	2,01	
S61	5899,70	6474,35	0,60	1,65	
S62	6455,56	6413,64	0,44	1,20	
S63	5914,50	6286,48	0,11	0,29	
S64	5910,36	6282,08	0,11	0,29	
S65	5399,73	6058,23	0,18	0,49	
S66	5429,35	6091,46	0,17	0,46	
S67	5594,13	6105,79	0,16	0,45	
	5715,62	6177,80	0,31	0,86	Ortalama
	415,45	242,52	0,25	0,67	SD

D4. Islanma-Kuruma Deney Sonuçları

Tablo D4.1 Haynes Kireçtaşı'nın ıslanma-kuruma deneyi ağırlık kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	W-D (%)
HK80	590,32	590,06	0,04
HK81	585,71	577,75	1,36
HK82	598,27	598,16	0,02
HK83	581,84	581,62	0,04
HK84	583,07	582,88	0,03
HK85	567,73	567,28	0,08
HK86	582,26	560,51	3,74
HK87	567,25	567,04	0,04

Tablo D4.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın sonrası ıslanma-kuruma deneyi sonrası ağırlık kaybı

Örnekler	A (g)	B(g)	W-D (%)
DK2	604,20	603,72	0,08
DK11	595,44	595,23	0,04
DK12	601,55	595,62	0,99
DK25	601,89	601,56	0,05
DK28	604,68	604,39	0,05
DK31	60,20	606,90	0,05
DK33	597,05	596,67	0,06
DK44	606,05	605,69	0,06

Tablo D4.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın ıslanma- kuruma deneyi sonrası ağırlık kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	W-D (%)
BK80	591,75	591,44	0,05
BK81	576,10	575,94	0,03
BK82	596,18	596,02	0,03
BK83	579,40	579,21	0,03
BK84	578,21	578,05	0,03
BK85	572,49	572,29	0,03
BK86	597,71	597,49	0,04
BK87	590,55	590,34	0,04

Tablo D4.4 Karabacak Serpantinit'in ıslanma-kuruma deneyi sonrası ağırlık kaybı

Örnekler	A (g)	B (g)	W-D (%)
S82	544,76	544,73	0,01
S83	571,85	571,40	0,08
S84	528,30	527,89	0,08
S85	556,18	556,03	0,03
S86	567,72	567,70	0,00
S87	588,35	588,10	0,04
S88	555,66	555,42	0,04
S89	545,79	545,07	0,13

D.5 Islanma-Kuruma Öncesi Kayaçların Fiziksel Özellikler Deney Sonuçları

Tablo D5.1 Haynes Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpdr (m/s)	Vpsat (m/s)	WA (%)	n (%)	
HK80	6082,84	6675,32	0,03	0,07	
HK81	5206,09	5729,61	0,40	1,11	
HK82	6121,43	6467,92	0,02	0,04	
HK83	6190,55	5735,88	0,02	0,05	
HK84	6000,30	6805,70	0,02	0,06	
HK85	6293,40	6497,73	0,00	0,00	
HK86	5324,13	5493,01	0,43	1,17	
HK87	6215,55	6619,16	0,01	0,03	
	5929,28	6253,04	0,12	0,32	Ortalama
	420,47	513,10	0,19	0,51	SD

Tablo D5.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpdr (m/s)	Vpsat (m/s)	WA (%)	n (%)	
DK2	6047,63	6232,01	0,05	0,13	
DK11	5678,49	6313,35	0,07	0,19	
DK12	6225,91	6421,70	0,04	0,11	
DK25	6330,43	6252,76	0,14	0,37	
DK28	5924,14	6483,02	0,05	0,15	
DK31	6090,83	6473,90	0,03	0,09	
DK33	5920,52	6322,53	0,08	0,21	
DK44	6058,58	6243,29	0,07	0,20	
	6034,57	6342,82	0,07	0,18	Ortalama
	200,02	103,26	0,03	0,09	SD

Tablo D5.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpdr (m/s)	Vpsat (m/s)	WA (%)	n (%)	
BK80	5839,35	6408,12	0,05	0,13	
BK81	5712,07	6453,90	0,05	0,13	
BK82	5883,14	6456,17	0,07	0,19	
BK83	6172,64	6373,05	0,02	0,05	
BK84	5878,40	6450,97	0,04	0,11	
BK85	5900,00	6436,36	0,05	0,14	
BK86	5878,11	6450,65	0,04	0,11	
BK87	6069,82	6463,96	0,03	0,08	
	5916,69	6436,65	0,04	0,12	Ortalama
	142,01	30,90	0,01	0,04	SD

Tablo D5.4 Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri

Örnekler	Vpdr (m/s)	Vpsat (m/s)	WA (%)	n (%)	
S82	5934,45	6121,07	0,22	0,59	
S83	5139,12	5275,80	0,69	1,84	
S84	5444,10	5734,02	0,56	1,48	
S85	5526,54	6221,70	0,50	1,40	
S86	6238,99	6441,56	0,12	0,32	
S87	5774,57	5911,24	0,08	0,23	
S88	6349,02	5582,76	0,16	0,43	
S89	5398,64	6666,78	0,38	1,01	
	5725,68	5994,37	0,34	0,91	Ortalama
	425,60	459,86	0,23	0,61	SD

D.6 Islanma-Kuruma Deneyi Sonrası Fiziksel Özellikler

Tablo D6.1 Haynes Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	A (g)	B (g)	C (g)	Tpsat	Tpdr	WA (%)	n (%)	Vps (m/s)	Vp dr(m/s)	
HK80	102,80	52,14	590,06	590,73	373,56	22,4	22,8	0,11	0,31	4589,29	4508,77	
HK81	102,56	51,74	577,75	578,37	365,33	21,5	22,8	0,11	0,29	4770,23	4498,25	
HK82	102,84	52,64	598,16	598,48	378,94	20,5	20,4	0,05	0,15	5016,59	5041,18	
HK83	101,53	52,29	581,62	582,30	367,92	21,4	21,9	0,12	0,32	4744,16	4635,84	
HK84	101,41	52,42	582,88	583,25	368,29	20	18,9	0,06	0,17	5070,25	5365,34	
HK85	100,07	51,93	567,28	567,75	358,81	20,5	20,4	0,08	0,22	4881,22	4905,15	
HK86	102,17	51,45	560,51	560,90	354,35	20	20,4	0,07	0,19	5108,50	5008,33	
HK87	101,94	51,24	567,04	567,53	358,51	21	22,3	0,09	0,23	4854,05	4571,08	
								0,09	0,24	4879,28	4816,74	Ortalama
								0,02	0,06	178,39	312,87	SD

Tablo D6.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın fiziksel özellikleri deney sonuçları

Örnekler	L(mm)	D (mm)	A (g)	B (g)	C (g)	Tpsat	Tpdr	WA (%)	n (%)	Vps (m/s)	Vp dr(m/s)	
DK2	102,21	52,72	603,72	604,35	382,39	20,6	18,4	0,10	0,28	4961,41	5554,62	
DK11	101,65	52,72	595,23	595,99	377,02	20,6	20,3	0,13	0,35	4934,22	5007,14	
DK12	102,11	52,75	595,62	596,35	377,06	21	20,4	0,12	0,33	4862,14	5005,15	
DK25	101,92	52,80	601,56	602,25	380,82	20,1	18,9	0,11	0,31	5070,65	5392,59	
DK28	103,08	52,74	604,39	605,19	382,79	20,6	20,4	0,13	0,36	5003,88	5052,94	
DK31	102,94	52,88	606,90	607,56	384,07	20,9	20,5	0,11	0,30	4925,12	5021,22	
DK33	102,43	52,40	596,67	597,73	378,03	21	20,9	0,18	0,48	4877,38	4900,72	
DK44	102,39	52,68	605,69	606,43	383,43	20,6	17,9	0,12	0,33	4970,39	5720,11	
								0,13	0,34	4950,65	5206,81	Ortalama
								0,02	0,06	67,47	305,03	SD

Tablo D 6.3 Karabacak Breşik Kireçtaşının fiziksel özellikleri deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	A (g)	B (g)	C (g)	Tpsat	Tpdr	WA (%)	n (%)	Vps (m/s)	Vp dr(m/s)	
BK80	98,69	52,82	591,44	592,13	378,42	19,5	18,2	0,12	0,32	5060,77	5422,25	
BK81	99,39	51,94	575,94	576,53	368,46	20,5	20,3	0,10	0,28	4848,29	4896,06	
BK82	99,43	52,80	596,02	596,82	381,51	20	18,2	0,13	0,37	4971,25	5462,91	
BK83	98,15	52,37	579,21	579,61	371,22	20,5	18	0,07	0,19	4787,56	5452,50	
BK84	99,35	51,76	578,05	578,50	370,95	20	17,4	0,08	0,22	4967,25	5709,48	
BK85	99,12	52,24	572,29	572,86	365,90	20	18,9	0,10	0,28	4956,00	5244,44	
BK86	99,34	52,95	597,49	598,11	383	20	19,4	0,10	0,29	4967,00	5120,62	
BK87	99,55	52,65	590,34	590,88	377,79	20	19,3	0,09	0,25	4977,25	5157,77	
								0,10	0,28	4941,92	5308,26	Ortalama
								0,02	0,06	84,76	253,70	SD

Tablo D6.4 Karabacak Serpantinit'in fiziksel özellikleri deney sonuçları

Örnekler	L (mm)	D (mm)	A (g)	B (g)	C (g)	Tpsat	Tpdr	WA (%)	n (%)	Vps (m/s)	Vp dr(m/s)	
S82	97,33	51,55	544,73	546,28	346,60	19,5	15,9	0,28	0,78	4991,03	6121,07	
S83	99,19	52,59	571,40	575,92	363,79	21,5	19,9	0,79	2,13	4613,26	4984,17	
S84	96,91	51,26	527,89	531,69	334	20,4	18,5	0,72	1,92	4750,25	5238,11	
S85	98,93	51,93	556,03	559,36	352,20	20,6	17,6	0,60	1,61	4802,18	5620,74	
S86	99,20	51,77	568,08	568,94	362,63	19	15,9	0,15	0,42	5221,05	6238,99	
S87	99,90	52,33	588,10	588,68	377,40	20	18,6	0,10	0,27	4995,00	5370,97	
S88	97,14	51,55	555,73	556,81	355,73	18,6	15,9	0,19	0,54	5222,58	6109,43	
S89	99,34	51,30	545,89	548,48	347	21	18,2	0,47	1,29	4730,24	5457,97	
								0,41	1,12	4915,70	5642,68	Ortalama
								0,27	0,72	228,51	464,15	SD

D.7 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deney Sonuçları

Tablo D7.1.Haynes Kireçtaşı'nın

magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MSS (%)	
MSHL1	430,04	385,23	10,42	
MSHL2	430,21	390,78	9,17	
			9,79	Ortalama
			0,89	SD

Table D7.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın

magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MSS (%)	
MSDL1	430,39	376,08	12,62	
MSDL2	430,02	375,38	12,71	
			12,66	Ortalama
			0,06	SD

Table D7.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın

magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MSS (%)	
MSBL1	430,24	400,42	6,93	
MSBL2	430,16	404,27	6,02	
			6,47	Ortalama
			0,65	SD

Table D7.4 Karabacak Serpantinit'in

magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MSS (%)	
MSKS1	430,21	360,94	16,10	
MSKS2	430,24	349,35	18,80	
			17,45	Ortalama
			1,91	SD

D.8 Los Angeles Darbeli Aşınma Kaybı Deney Sonuçları

Tablo D8.1 Haynes Kireçtaşı'nın Los Angeles deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	LA (%)	
LAHL1	5000	3493,69	30,13	
LAHL2	5000	3491,77	30,16	
			30,15	Ortalama
			0,03	SD

Tablo D8.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın Los Angeles deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	LA (%)	
LADL1	5000	3781,6	24,37	
LADL2	5000	3783,9	24,32	
			24,35	Ortalama
			0,03	SD

Tablo D8.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın Los Angeles deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	LA(%)	
LABL1	5000	3840,53	23,19	
LABL2	5000	3874,90	22,50	
			22,85	Ortalama
			0,49	SD

Tablo D8.4 Karabacak Serpantinit'in Los Angeles deney sonuçları

	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	LA (%)	
LAS1	5000	4300,88	13,98	
LAS2	5000	4297,54	14,05	
			14,02	Ortalama
			0,05	SD

D.9 Mikro-Deval Darbeli Aşınma Kaybı Deney Sonuçları

Tablo D9.1 Haynes Kireçtaşı'nın mikro-deval deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MDE (%)	
MDHL1	500	361,48	27,70	
MDHL2	500	354,10	29,18	
			28,44	Ortalama
			1,04	SD

Tablo D9.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın mikro-deval deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MDE (%)	
MDDL1	500	388,02	22,40	
MDDL2	500	383,14	23,37	
			22,88	Ortalama
			0,69	SD

Tablo D9.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın mikro-deval deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MDE (%)	
MDBL1	500	384,83	23,03	
MDBL2	500	374,70	25,06	
			24,05	Ortalama
			1,43	SD

Tablo D9.4 Karabacak Serpantinit'in mikro-deval deney sonuçları

Örnekler	Deney öncesi ağırlık (g)	Deney sonrası ağırlık (g)	MDE (%)	
MDS1	500	420,20	15,96	
MDS2	500	414,05	17,19	
			16,58	Ortalama
			0,87	SD

D.10 Suda Dağılmaya Karşı Dayanım (Slake Durabilite) İndeks

Tablo D10.1 Haynes Kireçtaşı'nın slake durabilite indeks deney sonuçları

Örnekler	A (g)	B1 (g)	B2(g)	D	Id1 (%)	Id2 (%)	
1	2354,97	2352,70	2351,36	1794,84	99,59	99,36	
2	2329,70	2327,16	2325,79	1773,23	99,54	99,30	
					99,57	99,33	Ortalama
					0,04	0,04	SD

Tablo D10.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın slake durabilite indeks deney sonuçları

Örnekler	A (g)	B1 (g)	B2(g)	D	Id1 (%)	Id2 (%)	
1	2292,55	2291,09	2290,15	1794,84	99,71	99,52	
2	2386,58	2384,46	2383,20	1773,23	99,65	99,45	
					99,68	99,48	Ortalama
					0,04	0,05	SD

Tablo D10.3 Karabacak Bireşik Kireçtaşı'nın slake durabilite indeks deney sonuçları

Örnekler	A (g)	B1 (g)	B2(g)	D	Id1 (%)	Id2 (%)	
1	2360,18	2358,37	2357,24	1794,84	99,68	99,48	
2	2292,93	2291,20	2290,09	1773,23	99,67	99,45	
					99,67	99,47	Ortalama
					0,01	0,02	SD

Tablo D10.3 Karabacak Serpantin'in slake durabilite indeks deney sonuçları

Örnekler	A (g)	B1 (g)	B2(g)	D	Id1 (%)	Id2 (%)	
1	2367,34	2365,74	2365,09	1794,84	99,72	99,61	
2	2339,09	2337,50	2336,90	1773,23	99,72	99,61	
					99,72	99,61	Ortalama
					0,00	0,00	SD

D.11 Böhme Aşınma Kaybı Deneyi

Tablo D11.1 Haynes Kireçtaşı'nın
böhme aşınma deney sonuçları

Örnekler	ΔV (cm ³)	WL(%)	
HK137	13,93	3,96	
HK138	14,18	4,60	
HK139	14,36	4,71	
HK140	14,71	4,99	
HK141	12,62	3,65	
HK142	15,03	5,76	
	14,14	4,61	Ortalama
	0,84	0,75	SD

Tablo D11.2 1 Doğanbey Kireçtaşı'nın
böhme aşınma deney sonuçları

Örnekler	ΔV (cm ³)	WL(%)	
DK74	10,08	2,70	
DK75	11,06	3,09	
DK76	11,46	4,27	
DK77	11,66	3,77	
DK78	11,55	4,07	
DK79	10,56	2,97	
	11,06	3,48	Ortalama
	0,63	0,64	SD

Tablo D11.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın
böhme aşınma deney sonuçları

Örnekler	ΔV (cm ³)	WL (%)	
BK139	11,69	3,35	
BK140	10,81	3,59	
BK141	13,14	3,73	
BK142	12,20	3,63	
BK143	12,42	3,95	
BK144	12,79	3,60	
	12,18	3,64	Ortalama
	0,83	0,19	SD

Tablo D11.4 Karabacak Serpantinit'in
böhme aşınma deney sonuçları

Örnekler	ΔV (cm ³)	WL (%)	
S151	5,66	1,67	
S152	8,93	2,43	
S153	5,99	1,78	
S154	5,01	1,47	
S155	6,50	1,93	
S156	8,92	2,46	
	6,83	1,96	Ortalama
	1,69	0,41	SD

D.12 Disk Aşınma Deney Sonuçları

Tablo D12.1 Wide wheel abrasion test
results of Haynes Limestone

Ölçümler	WAV (mm)	
M1	29,18	
M2	27,60	
M3	28,54	
M4	28,43	
M5	30,08	
M6	26,67	
M7	27,60	
M8	27,41	
M9	27,68	
M10	28,27	
	28,15	Ortalama
	0,98	SD

Tablo D12.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın

Ölçümler	WAV (mm)	
M1	26,99	
M2	27,90	
M3	24,61	
M4	27,04	
M5	27,43	
M6	26,99	
M7	25,89	
M8	27,93	
M9	24,83	
M10	23,62	
	26,32	Ortalama
	1,50	SD

Tablo D12.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın

Ölçümler	WAV (mm)	
M1	26,88	
M2	25,24	
M3	25,40	
M4	25,81	
M5	25,48	
M6	22,78	
M7	27,69	
M8	23,61	
M9	25,81	
M10	25,48	
	25,42	Ortalama
	1,41	SD

Tablo D12.4 Karabacak Serpantinit'in

Ölçümler	WAV (mm)	
M1	21,23	
M2	22,70	
M3	24,20	
M4	22,23	
M5	23,38	
M6	20,86	
M7	23,61	
M8	23,31	
M9	23,72	
M10	21,71	
	22,70	Ortalama
	1,14	SD

D.13 Shore Sertliği Deney Sonuçları

Tablo D13.1 Haynes Kireçtaşı'nın shore sertliği deney sonuçları

Örnek1er	Değerler	Örnek2	Değerler	Örnek3	Değerler	Örnek4	Değerler	Örnek5	Değerler	
HK96SH1	59	HK97SH1	50	HK98SH1	55	Hk99SH1	67	HK100SH1	54	
HK96SH2	57	HK97SH2	60	HK98SH2	60	HK99SH2	55	HK100SH2	56	
HK96SH3	63	HK97SH3	55	HK98SH3	59	Hk99SH3	57	HK100SH3	53	
HK96SH4	59	Hk97SH4	55	HK98SH4	60	HK99SH4	60	HK100SH4	55	
HK96SH5	55	HK97SH5	60	HK98SH5	60	HK99SH5	57	HK100SH5	55	
HK96SH6	62	HK97SH6	56	HK98SH6	60	HK99SH6	58	HK100SH6	60	
HK96SH7	55	HK97SH7	52	HK98SH7	55	HK99SH7	55	HK100SH7	55	
HK96SH8	60	HK97SH8	60	HK98SH8	57	HK99SH8	63	HK100SH8	53	
HK96SH9	60	HK97SH9	55	HK98SH9	65	HK99SH9	60	HK100SH9	56	
HK96SH10	55	HK97SH10	55	HK98SH10	55	HK99SH10	57	HK100SH10	58	
HK96SH11	60	HK97SH11	51	HK98SH11	57	HK99SH11	60	HK100SH11	55	
HK96SH12	55	HK97SH12	60	HK98SH12	55	HK99SH12	55	HK100SH12	51	
HK96SH13	60	HK97SH13	56	HK98SH13	60	HK99SH13	55	HK100SH13	52	
HK96SH14	55	HK97SH14	55	HK98SH14	67	HK99SH14	60	HK100SH14	54	
HK96SH15	57	HK97SH15	53	HK98SH15	54	HK99SH15	57	HK100SH15	55	
HK96SH16	55	HK97SH16	55	HK98SH16	57	HK99SH16	60	HK100SH16	52	
HK96SH17	55	HK97SH17	56	HK98SH17	56	HK99SH17	67	HK100SH17	52	
HK96SH18	55	HK97SH18	56	HK98SH18	55	HK99SH18	55	HK100SH18	55	
HK96SH19	57	HK97SH19	56	HK98SH19	55	HK99SH19	52	HK100SH19	51	
HK96SH20	60	HK97SH20	53	HK98SH20	60	HK99SH20	56	HK100SH20	57	
	57,70		55,45		58,10		58,30		54,45	Ortalama
	2,68		2,89		3,49		3,93		2,33	SD

Tablo D13.2 Doğanbey Kireçtaşı'nın shore sertliği deney sonuçları

Örnek1	Değerler	Örnek2	Değerler	Örnek3	Değerler	Örnek4	Değerler	Örnek5	Değerler	
DK55SH1	65	DK56SH1	55	DK57SH1	65	DK58SH1	54	DK59SH1	60	
DK55SH2	70	DK56SH2	55	DK57SH2	50	DK58SH2	60	DK59SH2	65	
DK55SH3	70	DK56SH3	55	DK57SH3	55	DK58SH3	60	DK59SH3	60	
DK55SH4	55	DK56SH4	50	DK57SH4	55	DK58SH4	55	DK59SH4	62	
DK55SH5	50	DK56SH5	50	DK57SH5	58	DK58SH5	55	DK59SH5	65	
DK55SH6	60	DK56SH6	50	DK57SH6	65	DK58SH6	50	DK59SH6	67	
DK55SH7	55	DK56SH7	60	DK57SH7	55	DK58SH7	60	DK59SH7	62	
DK55SH8	70	DK56SH8	60	DK57SH8	60	DK58SH8	60	DK59SH8	65	
DK55SH9	60	DK56SH9	60	DK57SH9	68	DK58SH9	55	DK59SH9	57	
DK55SH10	70	DK56SH10	55	DK57SH10	65	DK58SH10	55	DK59SH10	67	
DK55SH11	60	DK56SH11	55	DK57SH11	65	DK58SH11	55	DK59SH11	60	
DK55SH12	65	DK56SH12	50	DK57SH12	60	DK58SH12	55	DK59SH12	65	
DK55SH13	50	DK56SH13	55	DK57SH13	65	DK58SH13	60	DK59SH13	64	
DK55SH14	50	DK56SH14	50	DK57SH14	65	DK58SH14	62	DK59SH14	55	
DK55SH15	60	DK56SH15	60	DK57SH15	55	DK58SH15	62	DK59SH15	67	
DK55SH16	70	DK56SH16	65	DK57SH16	62	DK58SH16	65	Dk59SH16	57	
DK55SH17	60	DK56SH17	60	DK57SH17	65	DK58SH17	60	Dk59SH17	60	
DK55SH18	55	DK56SH18	55	DK57SH18	60	DK58SH18	65	DK59SH18	60	
DK55SH19	60	DK56SH19	55	DK57SH19	70	DK58SH19	50	DK59SH19	59	
DK55SH20	60	DK56SH20	55	DK57SH20	65	DK58SH20	55	DK59SH20	60	
	60,75		55,5		61,4		57,65		61,85	Ortalama
	6,93		4,26		5,30		4,34		3,60	SD

Tablo D13.3 Karabacak Breşik Kireçtaşı'nın shore sertliği deney sonuçları

Örnek1	Değerler	Örnek2	Değerler	Örnek3	Değerler	Örnek4	Değerler	Örnek5	Değerler	
BK96SH1	55	BK97SH1	59	BK98SH1	61	BK99SH1	60	BK100SH1	60	
BK96SH2	60	BK97SH2	59	BK98SH2	58	BK99SH2	60	BK100SH2	65	
BK96SH3	62	BK97SH3	62	BK98SH3	60	BK99SH3	60	BK100SH3	60	
BK96SH4	64	BK97SH4	65	BK98SH4	65	BK99SH4	65	BK100SH4	60	
BK96SH5	63	BK97SH5	60	BK98SH5	50	BK99SH5	60	BK100SH5	65	
BK96SH6	59	BK97SH6	56	BK98SH6	60	BK99SH6	60	BK100SH6	60	
BK96SH7	61	BK97SH7	58	BK98SH7	60	BK99SH7	60	Bk100SH7	60	
BK96SH8	60	BK97SH8	60	BK98SH8	65	BK99SH8	65	BK100SH8	60	
BK96SH9	60	BK97SH9	60	BK98SH9	62	BK99SH9	60	BK100SH9	60	
BK96SH10	60	BK97SH10	60	BK98SH10	60	BK99SH10	60	BK100SH10	65	
BK96SH11	60	BK97SH11	57	BK98SH11	60	BK99SH11	60	BK100SH11	65	
BK96SH12	62	BK97SH12	60	BK98SH12	60	BK99SH12	60	BK100SH12	65	
BK96SH13	62	BK97SH13	57	BK98SH13	60	BK99SH13	57	BK100SH13	65	
BK96SH14	61	BK97SH14	57	BK98SH14	65	BK99SH14	60	BK100SH14	60	
BK96SH15	60	BK97SH15	60	BK98SH15	60	BK99SH15	60	BK100SH15	60	
BK96SH16	57	BK97SH16	60	BK98SH16	60	Bk99SH16	62	BK100SH16	60	
BK96SH17	63	BK97SH17	65	BK98SH17	60	BK99SH17	60	BK100SH17	60	
BK96SH18	61	BK97SH18	65	BK98SH18	60	BK99SH18	60	BK100SH18	60	
BK96SH19	63	BK97SH19	60	BK98SH19	60	BK99SH19	57	BK100SH19	60	
BK96SH20	62	BK97SH20	60	BK98SH20	60	BK99SH20	60	BK100SH20	62	
	60,75		60		60,3		60,3		61,6	Ortalama
	2,12		2,60		3,10		1,92		2,33	SD

Tablo D13.4 Karabacak Serpantinit'in shore sertliği deney sonuçları

Örnek1	Değerler	Örnek2	Değerler	Örnek3	Değerler	Örnek4	Değerler	Örnek5	Değerler	
S98SH1	72	S99SH1	70	S100SH1	65	S101SH1	65	S102SH1	58	
S98SH2	70	S99SH2	68	S100SH2	67	S101SH2	67	S102SH2	70	
S98SH3	65	S99SH3	68	S100SH3	65	S101SH3	72	S102SH3	65	
S98SH4	77	S99SH4	68	S100SH4	70	S101SH4	75	S102SH4	70	
S98SH5	67	S99SH5	72	S100SH5	65	S101SH5	71	S102SH5	75	
S98SH6	63	S99SH6	76	S100SH6	64	S101SH6	71	S102SH6	73	
S98SH7	76	S99SH7	81	S100SH7	60	S101SH7	71	S102SH7	68	
S98SH8	72	S99SH8	81	S100SH8	69	S101SH8	67	S102SH8	58	
S98SH9	75	S99SH9	69	S100SH9	68	S101SH9	67	S102SH9	75	
S98SH10	80	S99SH10	64	S100SH10	75	S101SH10	70	S102SH10	64	
S98SH11	70	S99SH11	74	S100SH11	68	S101SH11	69	S102SH11	70	
S98SH12	72	S99SH12	81	S100SH12	70	S101SH12	67	S102SH12	76	
S98SH13	80	S99SH13	78	S100SH13	68	S101SH13	67	S102SH13	66	
S98SH14	80	S99SH14	67	S100SH14	70	S101SH14	70	S102SH14	66	
S98SH15	70	S99SH15	67	S100SH15	69	S101SH15	71	S102SH15	75	
S98SH16	72	S99SH16	67	S100SH16	75	S101SH16	65	S102SH16	70	
S98SH17	72	S99SH17	76	S100SH17	72	S101SH17	76	S102SH17	67	
S98SH18	77	S99SH18	63	S100SH18	78	S101SH18	74	S102SH18	71	
S98SH19	78	S99SH19	75	S100SH19	75	S101SH19	70	S102SH19	70	
S98SH20	72	S99SH20	61	S100SH20	67	S101SH20	77	S102SH20	72	
	73		71,3		69		70,1		68,95	Ortalama
	4,87		6,14		4,39		3,48		5,11	SD

EK 3: Çalışma Alanından Elde Edilen Veriler

Tablo A1 Haynes Kireçtaşının süreksizlik aralığı

S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)
18	21	12	9	50	6	25	17	43	10	30	18	14	15	33
7	3	13	19	17	7	28	41	15	50	7	47	18	26	7
25	34	15	17	3	21	52	36	14	4	8	39	21	18	56
17	35	23	24	13	25	9	15	41	4	38	15	23	38	22
23	37	28	22	20	15	23	6	8	16	11	18	14	6	21
24	16	13	30	21	26	6	8	4	5	19	11	3	30	7
10	7	13	32	10	41	55	10	21	21	29	11	12	12	29
30	21	19	15	18	4	9	59	21	64	14	7	12	10	38
32	24	19	9	9	6	3	55	8	43	54	10	5	47	4
19	23	11	9	41	20	13	24	17	35	33	9	21	15	9
7	35	37	23	16	10	25	5	37	26	28	19	45	13	4
3	15	10	23	22	7	10	10	12	4	4	19	4	14	26
35	43	9	62	28	30	35	9	25	10	22	40	35	27	35
55	37	33	22	35	25	25	27	9	42	11	58	10	23	6
16	14	10	10	16	3	21	6	18	14	30	7	8	13	25
13	5	45	24	8	15	21	21	37	32	22	32	18	6	34
47	7	32	4	5	10	3	30	21	8	23	15	33	27	50
10	52	23	26	19	12	15	20	9	28	17	7	56	42	9
15	34	14	23	6	12	42	12	19	25	5	12	36	80	21
39	38	16	33	5	55	23	43	17	4	15	9	28	12	4

Tablo A1'in devamı

19	6	55	49	25	17	33	7	37	21	9	23	35	35	10
12	25	6	30	45	1	16	6	35	15	5	46	18	6	3
18	9	18	30	36	21	49	33	35	35	43	11	25	24	10
12	15	18	6	17	29	19	32	15	10	3	17	34	32	31
13	29	19	40	24	30	21	14	45	24	10	36	6	6	2
38	33	6	25	14	18	30	21	14	20	24	21	12	12	11
8	23	34	4	3	31	25	35	24	25	18	20	14	55	10
15	35	10	25	15	25	22	5	46	24	23	27	24	35	21
9	20	13	8	41	12	15	16	17	7	10	11	22	9	25
21	16	30	35	27	15	15	22	34	57	18	18	13	21	35
21	10	24	17	12	42	22	15	7	27	60	62	27	25	22
12	8	26	24	49	13	50	17	19	13	25	12	6	30	21
18	19	30	18	7	24	7	20	21	8	12	45	5	3	28
8	60	12	7	38	9	11	9	15	30	29	43	50	32	15
21	24	23	15	15	19	18	17	48	35	14	17	21	37	12
6	13	29	22	41	8	27	5	14	21	55	7	41	12	11
51	22	24	33	15	21	5	6	19	81	28	27	17	9	16
4	27	15	45	38	25	18	29	24	18	29	41	5	22	34
12	28	43	38	19	17	37	15	15	6	20	25	27	41	12
30	41	16	7	10	25	28	14	5	23	20	14	21	15	10
13	23	30	33	18	55	31	15	13	31	25	35	41	39	43
17	21	5	16	12	10	10	39	23	15	15	6	8	43	35
42	24	10	14	28	10	18	41	23	38	27	23	10	12	23
37	9	13	23	16	2	57	31	18	41	6	8	21	10	45

Tablo A1'in devamı

10	7	59	5	8	18	60	25	25	5	10	30	14	7	17
24	40	5	24	15	24	11	25	5	25	53	13	35	12	18
12	36	9	38	38	21	33	17	9	22	7	6	31	16	15
35	18	3	27	12	25	21	49	5	18	15	9	15	7	11
9	6	18	8	32	8	20	52	17	27	18	6	30	21	10
34	35	55	37	14	10	8	8	16	15	16	37	43	8	18
10	7	18	10	9	11	4	8	41	25	14	10	63	21	27
23	8	17	10	18	45	20	17	6	18	41	41	18	25	14
35	60	26	4	50	45	26	13	21	25	41	7	29	16	18
11	21	5	36	13	15	30	33	41	7	29	30	11	39	29
9	6	30	17	23	32	10	50	24	9	225	9	16	30	10
32	7	9	37	10	43	10	14	22	13	17	3	17	26	14
10	10	18	19	25	19	13	7	8	4	6	43	35	12	7
9	10	6	7	30	50	67	21	23	43	37	6	30	12	10
7	7	15	12	21	15	17	10	39	61	13	25	24	70	7
16	2	19	18	18	13	9	25	6	10	10	45	5	19	6
17	30	29	28	26	34	17	8	17	21	13	18	30	45	42
26	19	15	45	50	47	15	29	21	19	33	21	52	39	3
10	10	52	30	7	14	23	10	45	17	16	15	13	20	22
19	15	10	24	17	6	8	17	43	35	24	9	11	38	6
37	35	36	30	6	7	35	14	26	45	41	41	26	35	10
19	12	41	35	6	16	22	19	27	15	25	25	32	8	37
23	12	21	10	35	24	21	45	19	48	9	6	8	13	6
19	10	8	37	13	12	21	10	3	10	10	13	8	13	20
39	41	28	17	29	12	10	25	10	33	30	15	17	35	21
11	6	8	34	15	11	13	53	12	10	19	38	9	5	36
8	3	12	15	5	23	11	15	24	32	21	15	10	37	20

Tablo A1'in devamı

9	13	3	5	15	36	22	12	19	14	50	19	12	32	15
12	60	14	5	3	21	30	16	12	25	9	39	37	25	16
12	12	33	11	5	23	12	30	7	23	21	11	40	14	28
18	55	6	30	50	11	34	4	20	7	22	45	52	32	41
30	11	49	18	10	21	5	6	33	21	25	7	18	25	15
7	27	29	33	29	11	4	14	3	24	5	18	19	13	11
12	43	9	3	13	21	12	13	9	24	10	6	14	15	8
11	16	12	18	21	31	25	3	6	43	34	10	21	19	4
21	35	15	17	30	18	24	21	10	25	21	28	6	22	2
5	32	7	43	33	4	13	8	38	5	19	14	9	34	33
11	38	13	11	24	11	50	35	3	41	39	14	17	5	61
9	6	32	25	10	19	8	11	31	11	32	21	24	8	7
12	32	50	3	38	13	18	13	35	18	35	26	53	12	12
14	4	3	30	9	38	3	15	16	13	39	12	13	18	15
8	8	21	23	33	14	44	28	9	30	31	33	3	5	23
19	25	5	25	25	34	16	8	19	18	4	35	4	23	20
18	73	35	5	30	39	4	10	23	20	50	45	25	10	35
40	15	37	23	3	35	26	5	5	16	8	29	34	14	12
7	12	60	16	23	6	32	9	40	25	15	10	19	28	15
9	28	20	9	19	27	41	11	4	23	25	39	25	45	34
28	30	25	9	19	39	21	47	7	9	12	11	2	25	48
30	30	29	27	55	10	18	5	10	50	27	5	45	25	3
37	17	25	9	13	15	16	25	12	22	27	12	21	3	8
27	18	48	12	19	33	13	7	25	27	28	8	41	5	18
22	22	11	5	52	18	9	30	9	19	27	23	15	16	9
37	49	9	33	2	13	13	47	23	3	29	12	20	27	20
32	9	27	12	13	43	25	8	50	9	7	49	23	3	34
9	45	23	18	19	15	16	25	6	30	39	26	5	4	20

Tablo A1'in sonu

5	80	10	18	26	25	6	6	30	34	5	7	30	30	6
19	19	35	48	29	21	18	5	30	18	43	21	17	28	18
13	12	17	9	23	10	50	15	22	39	6	15	26	41	37
15	7	23	15	21	5	10	17	23	4	7	123	12	6	22
37	9	13	23	16	2	57	31	18	41	6	8	21	10	45

Tablo A2 Haynes Kireçtaşının eğimi ve eğim yönü

D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)
90	265	3	126	77	105	53	27
90	181	3	126	58	126	53	27
13	103	81	3	25	154	53	27
22	182	76	172	54	136	53	27
22	182	76	172	54	136	53	27
22	182	76	172	37	316	53	27
88	192	76	172	37	316	22	210
88	192	76	172	4	66	40	62
77	275	76	172	4	66	40	62
77	275	76	172	4	66	40	62
49	273	76	127	4	66	40	62
83	54	76	172	89	246	40	62
2	134	76	172	67	133	40	62
2	134	76	172	52	137	40	62
22	119	76	172	52	137	37	82
3	126	76	172	52	137	37	82
18	287	76	172	27	285	37	82
18	287	46	184	24	252	51	288
66	112	38	8	76	277	51	288
66	112	26	267	76	277	51	288
66	112	26	267	76	277	51	288
26	267	76	277	18	287		

B. Doğanbey Kireçtaşı'nın Süreksizlik Özellikleri

Tablo B1 Doğanbey Kireçtaşı'nın süreksizlik aralığı

S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)
63	17	43	16	22	6	60	31	108	34	8
57	50	71	16	12	13	75	23	75	61	8
20	27	50	18	17	12	53	23	107	56	13
15	8	75	4	3	8	88	53	80	21	10
16	8	37	13	10	16	35	98	105	19	12
27	10	126	10	6	9	140	71	68	155	5
18	20	100	6	4	12	39	127	84	71	10
14	15	51	4	6	6	33	29	91	52	9
13	5	31	6	5	8	47	36	35	61	4
36	5	56	15	8	9	203	71	16	96	4
35	7	16	9	5	15	77	198	12	98	2
45	7	104	4	6	6	108	126	12	30	2
26	34	87	14	11	4	64	71	18	27	32
35	22	36	9	16	25	100	92	26	16	42
56	30	42	8	1	12	74	146	29	70	47
25	16	72	7	39	5	15	51	35	32	40
33	16	61	15	56	14	8.5	42	58	16	51

Tablo B2 Doğanbey Kireçtaşı'nın eğimi ve eğim yönü

D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)
70	221	67	248	10	252	58	275	25	345	85	14
70	221	77	268	77	235	58	275	25	345	85	14
70	221	77	268	77	235	58	275	25	345	85	14
70	221	77	268	77	235	58	275	12	175	85	14
70	221	77	268	77	235	58	275	12	175	85	14
70	221	77	268	77	235	21	16	38	244	85	14
70	221	77	268	67	213	21	16	38	244	44	283
79	258	77	268	67	213	11	202	53	230	44	283
79	258	77	268	67	213	77	18	53	230	44	283
79	258	77	267	67	213	77	18	53	230	44	283
79	258	77	267	67	213	32	200	53	230	20	231
79	258	77	267	67	213	72	278	35	16	20	231
79	258	77	267	67	213	72	278	35	16	54	305
79	258	10	252	67	213	72	278	35	16	54	305
79	258	10	252	67	246	72	278	35	16	54	305
67	248	10	252	67	246	72	278	35	16	54	305
67	248	10	252	67	246	64	172	35	16	41	292
67	248	10	252	67	246	64	172	35	16	41	292
66	260	10	252	33	8	64	172	74	200	41	292
66	260	10	252	33	8	64	172	74	200	41	292
66	260	10	252	33	8	64	172	74	200	41	292
66	260	67	125	33	8	14	172	74	200	41	292
66	260	47	122	58	350	33	23	72	184	41	292
85	14	47	122	33	23	33	23	72	184	41	292
66	260	47	122	33	23	66	260	66	260		

C. Karabacak Mermer Ocağı'nın Süreksizlik Özellikleri

Tablo C1 Karabacak mermer ocağının süreksizlik aralığı

S (cm)	S (cm)	S(cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)	S (cm)
30	23	15	24	12	5	32	11	31	12	70	115	21	57	15
43	15	40	13	47	28	28	6	5	21	40	10	70	11	72
4	40	17	5	26	70	20	6	15	24	25	30	58	16	44
8	10	19	5	145	26	29	4	16	50	5	10	60	6	22
48	33	49	2	76	10	33	19	16	15	8	55	150	14	50
64	60	15	1	47	8	20	15	32	15	19	115	3	10	62
26	50	11	5	77	40	19	11	24	24	10	87	4	21	76
18	36	28	8	38	25	34	8	37	16	47	37	4	11	34
13	38	42	17	9	28	22	18	15	16	75	4	6	28	71
15	15	10	5	2	12	40	25	27	24	66	6	10	14	90
6	9	18	11	7	25	18	10	16	20	96	4	10	21	100
20	52	10	24	30	22	21	10	3	15	12	4	80	12	98
5	20	65	7	17	8	17	4	18	10	50	23	21	12	33
20	20	30	5	16	15	17	4	10	17	24	27	138	27	13
8	14	22	7	14	14	17	13	12	37	64	61	117	37	18
10	10	22	7	19	13	13	13	27	36	70	36	13	22	20
18	10	22	12	10	13	26	16	22	19	99	17	90	25	10
8	10	33	10	20	26	7	12	26	42	56	22	70	15	13
7	18	23	20	17	37	32	10	25	48	39	33	30	57	13
4	16	16	10	38	10	18	25	25	57	54	40	23	29	17
120	30	24	3	30	25	22	18	30	49	92	2	32	33	25
10	15	15	5	16	27	10	33	10	20	80	8	34	20	27

Tablo C1'in devamı

90	14	15	7	20	27	25	43	22	3	23	47	80	10	37
18	66	7	12	69	55	36	9	16	6	35	11	94	19	56
20	27	12	26	53	32	4	8	30	20	25	9	14	16	30
35	78	11	10	50	36	33	9	60	10	94	3	17	10	70
10	40	15	22	55	38	7	8	22	5	80	12	25	18	40
80	68	16	26	26	36	11	13	37	15	16	22	25	15	94
20	40	10	16	140	14	14	14	10	17	20	9	25	12	34
173	14	54	7	90	40	27	6	20	33	32	12	22	10	5
38	59	25	6	12	28	6	7	40	26	40	35	20	10	21
13	17	20	85	32	15	4	4	8	60	40	30	44	23	6
20	28	15	15	17	24	5	8	10	52	72	13	15	40	7
19	20	20	33	12	19	14	9	82	105	16	24	33	6	11
180	32	12	9	36	46	4	36	60	94	12	18	13	19	18
24	22	11	48	44	22	9	44	7	57	30	23	35	22	27
27	11	24	13	30	37	11	46	20	68	95	38	23	24	20
16	27	48	12	17	55	14	63	40	114	90	6	14	53	33
60	38	24	7	38	18	18	33	18	86	25	80	17	6	49
77	25	36	9	35	31	15	20	30	59	53	48	32	10	85
20	64	11	5	43	25	8	11	60	75	13	20	85	15	15
26	20	21	13	17	29	8	23	78	75	56	33	17	14	13
14	48	17	15	43	9	9	26	90	75	10	51	21	23	24
18	35	16	10	37	17	25	50	29	100	45	91	21	28	12
19	62	15	12	26	30	16	26	10	50	54	3	21	45	9
14	43	20	8	10	17	13	29	19	30	63	9	16	28	26
38	3	30	40	12	17	44	21	19	48	30	21	19	31	23

Tablo C1'in devamı

50	15	45	4	33	13	42	8	19	17	65	12	12	17	66
20	9	28	19	23	21	35	12	30	30	10	41	28	13	31
23	10	27	23	25	11	10	17	17	53	25	23	60	30	70
75	87	60	7	25	20	6	14	3	85	60	15	10	34	26
60	28	30	20	23	20	7	36	4	60	9	3	10	17	10
6	30	19	66	26	13	7	17	14	60	30	2	16	16	16
36	15	10	65	16	37	11	6	14	68	22	3	15	15	25
33	10	13	13	16	29	30	24	12	100	10	8	10	13	20
87	22	7	8	10	28	7	20	11	72	12	10	10	37	26
50	22	35	13	10	20	13	3	14	58	6	12	18	49	11
35	23	18	43	16	17	20	7	4	25	6	16	20	18	9
42	32	20	145	8	13	20	7	7	24	13	27	23	41	35
14	57	48	20	8	23	13	5	6	27	12	17	27	11	36
16	25	22	53	15	20	13	3	33	38	47	20	8	23	26
9	10	50	43	20	35	24	4	31	42	8	14	10	7	26
40	20	25	24	13	36	26	60	11	35	13	17	12	13	58
20	46	50	12	22	70	22	46	16	13	2	27	10	26	69
65	20	10	5	22	56	9	17	13	13	19	22	6	10	22
42	34	40	6	18	15	27	32	30	27	26	20	10	7	53
60	18	53	67	11	5	16	20	30	15	15	25	26	12	18
56	45	60	35	8	14	20	12	19	20	11	51	20	12	36
66	47	18	160	32	8	16	17	25	10	21	15	19	20	54
14	46	6	7	17	25	24	9	16	39	40	20	21	20	72
110	74	8	11	6	16	9	15	10	34	22	2	7	37	27
50	83	20	14	16	30	7	14	20	44	28	6	11	50	65

Tablo C1'in devamı

13	30	11	9	8	37	6	9	4	7	26	26	10	61	14
35	26	6	2	7	20	10	14	4	20	28	48	2	42	14
25	24	15	6	7	23	14	10	2	68	10	27	10	40	53
53	12	10	11	14	13	14	17	7	67	20	22	19	20	30
40	27	26	32	15	55	7	8	4	30	35	19	7	17	50
10	10	52	40	70	30	11	10	5	60	34	43	15	20	33
15	14	13	73	20	20	19	28	10	26	45	26	26	16	58
27	20	10	4	14	23	14	25	15	50	14	41	17	23	19
30	31	10	35	29	24	10	22	16	74	18	61	21	22	20
48	10	10	26	19	17	27	16	22	50	47	20	20	39	22
30	16	20	8	14	15	25	22	8	7	10	12	20	34	23
76	7	15	9	38	20	30	19	15	7	2	8	14	70	43
56	21	19	20	26	11	12	5	18	76	11	20	14	92	13
55	15	23	10	19	34	12	7	8	35	12	16	28	29	25
7	9	15	37	8	11	22	26	11	140	45	17	8	39	45
67	18	8	26	11	14	16	68	8	13	33	22	25	33	19
9	6	13	100	15	24	12	37	18	28	20	12	14	13	28
48	10	33	57	8	18	13	3	12	34	13	16	15	14	61
93	37	20	140	8	33	20	6	46	225	5	80	20	16	37
30	39	18	47	12	10	21	33	33	60	25	12	15	10	14
60	50	12	28	17	27	27	9	9	18	112	15	11	24	31
63	76	35	136	6	42	19	12	16	60	200	14	18	32	25
32	55	24	28	28	40	16	18	15	80	15	18	27	42	29
45	41	21	16	15	20	16	31	26	105	3	13	30	25	19
10	87	37	3	72	39	15	26	41	10	11	14	20	26	28

Tablo C1'in devamı

20	43	20	15	12	27	13	5	7	50	4	5	38	10	16
18	68	25	8	23	16	19	20	17	80	2	17	30	15	30
22	80	45	6	36	22	8	15	29	40	80	12	25	83	30
26	25	22	10	4	5	4	8	28	13	4	75	5	3	20
30	50	44	7	12	13	4	6	9	9	5	22	6	4	19
28	10	62	4	5	9	11	4	16	5	7	9	17	8	19
29	50	13	8	8	15	4	3	6	3	4	16	9	5	20
24	10	19	8	2	8	7	13	37	23	14	12	4	3	23
75	11	6	20	5	15	4	6	29	6	7	14	6	8	38
27	19	7	10	5	8	10	20	9	10	24	3	9	7	15
45	11	16	27	16	5	23	7	26	13	10	15	14	19	23
24	15	41	3	5	4	10	51	18	16	10	26	20	15	22
37	6	8	7	5	14	5	6	11	7	19	25	14	8	27
36	6	16	2	2	16	16	9	7	10	13	50	22	4	9
40	10	7	13	4	9	6	24	14	13	8	60	24	10	30
23	16	9	11	4	8	5	5	8	25	14	17	20	7	15
26	11	5	37	3	10	10	18	19	30	10	44	22	12	18
19	40	14	116	18	10	6	3	42	19	7	21	24	19	20
8	69	25	8	10	8	7	9	29	25	16	4	20	12	47
7	10	18	20	4	20	7	3	30	21	13	4	22	8	39
9	27	9	15	3	21	22	15	7	12	10	7	21	10	54
6	19	13	12	2	10	8	10	14	13	8	2	30	13	20
43	8	12	17	9	11	4	17	13	3	10	2	31	4	20
13	18	17	11	3	12	5	10	24	3	7	2	8	8	20
24	46	13	8	6	30	3	33	10	7	14	4	12	6	18

Tablo C1'in devamı

7	47	10	11	3	9	8	48	4	6	13	6	17	14	14
12	58	6	10	4	24	9	10	7	2	10	7	6	2	25
82	16	11	24	4	8	15	52	20	5	8	19	5	3	16
15	47	5	13	4	6	8	9	19	3	10	22	4	2	29
20	54	14	3	11	19	20	6	4	4	7	23	6	3	50
32	100	8	16	10	12	34	4	3	12	14	22	12	4	25
160	69	3	9	13	36	41	5	24	7	13	26	19	4	34
100	19	6	16	5	8	5	4	6	18	8	50	23	10	32
56	28	18	17	6	14	4	5	5	10	3	8	39	24	36
40	86	7	19	7	12	3	19	16	2	2	22	10	27	30
80	25	4	9	14	18	10	190	20	11	3	11	10	20	30
25	10	7	10	8	5	16	102	10	2	5	33	37	18	27
50	15	20	10	12	8	34	42	10	4	5	197	17	70	35
67	27	26	10	2	3	7	29	27	19	14	14	24	48	10
60	36	26	9	9	2	22	52	49	15	8	13	45	3	14
32	4	23	10	2	4	77	55	39	6	8	20	5	34	20
23	10	29	27	13	1	3	18	13	16	7	26	6	25	30
18	8	6	11	5	30	20	32	28	5	11	13	5	4	14
12	19	6	37	2	16	40	4	71	2	5	12	5	5	38
15	42	9	112	4	20	21	82	19	5	29	27	6	22	15
40	51	2	22	2	42	37	24	17	13	14	11	12	10	24
29	60	14	10	7	67	12	32	10	13	18	24	10	7	25
48	27	30	5	8	20	5	35	8	2	10	19	15	23	30
30	29	7	5	4	48	3	8	7	6	12	19	33	35	25
66	29	7	3	4	20	3	19	4	5	10	37	35	45	30

Tablo C1'in devamı

34	6	21	8	3	30	5	63	51	12	9	27	14	60	20
44	7	12	5	2	8	7	10	8	10	19	19	19	57	27
48	54	4	3	18	46	6	10	2	17	16	14	13	5	36
32	25	20	5	10	67	13	5	3	18	5	15	19	12	61
17	38	13	8	15	8	6	6	2	45	17	39	16	9	62
47	79	4	5	6	5	13	7	6	11	17	18	20	14	30
38	46	27	8	21	12	7	11	6	8	37	11	28	16	75
77	20	16	4	6	8	24	6	29	4	16	43	26	20	55
20	18	32	16	7	7	7	10	17	25	24	18	13	3	20
16	43	96	6	5	14	25	3	45	12	15	44	12	6	33
15	32	36	11	6	10	2	8	30	9	8	25	9	5	13
23	32	15	6	2	4	20	4	23	3	17	5	15	8	46
13	52	43	9	3	34	31	5	20	5	15	11	40	9	70
23	29	12	5	6	9	39	9	113	10	26	10	25	10	30
29	24	114	10	4	7	17	8	34	3	69	14	13	3	12
34	15	17	6	4	4	35	4	20	9	29	19	34	5	17
50	33	18	14	4	4	25	7	21	7	28	11	11	4	26
14	8	9	5	7	6	25	3	14	16	3	15	9	5	70
26	19	11	6	3	4	16	13	46	57	4	3	10	9	77
53	13	4	19	3	9	28	6	10	18	12	6	18	7	40
26	30	42	19	5	3	20	19	3	55	3	21	7	14	70
37	10	24	14	6	5	40	11	13	20	74	24	3	13	30
16	30	38	17	18	10	100	14	58	17	71	8	3	8	29
15	7	9	14	2	6	20	10	13	35	28	7	4	21	39
16	7	6	15	10	11	72	7	8	25	10	22	58	37	30

Tablo C1'in devamı

25	44	17	6	5	9	11	3	7	16	3	10	45	57	60
11	39	5	12	16	19	6	11	29	20	2	22	44	38	70
30	64	5	15	10	12	28	13	44	18	8	23	49	43	47
54	34	5	16	10	27	4	18	16	11	4	14	20	12	12
15	42	3	10	9	20	3	17	20	41	4	151	42	15	89
11	51	3	9	10	4	14	12	30	7	13	8	23	16	36
27	20	6	12	5	14	11	15	114	22	8	5	51	34	104
5	21	28	9	5	12	23	38	20	7	7	5	44	55	42
8	24	53	11	9	7	14	29	4	4	7	9	29	53	48
10	35	22	3	4	7	14	40	23	4	25	14	19	19	54
6	17	32	11	3	3	17	56	13	13	23	15	35	20	47
6	16	11	8	7	15	9	32	24	46	17	9	18	11	24
16	14	5	5	14	17	2	8	16	10	9	11	15	10	34
8	11	62	4	7	12	4	49	15	12	11	17	12	2	22
31	106	13	13	4	29	10	6	49	28	10	14	10	10	38
28	6	36	7	2	3	16	4	33	15	43	39	26	8	17
51	6	27	13	10	11	4	4	7	10	13	9	28	7	14
37	5	19	10	5	18	2	9	19	10	17	17	16	12	63
19	6	28	22	12	5	7	16	9	5	8	14	16	20	17
14	6	9	4	24	8	15	18	12	8	7	10	14	15	28
6	10	26	5	3	7	39	9	43	4	8	18	10	28	24
6	21	6	11	3	11	13	21	19	10	6	44	7	15	14
9	20	5	10	7	5	11	5	12	4	12	10	19	14	22
6	24	7	7	30	8	4	28	12	10	40	11	12	12	26
22	17	3	12	35	7	10	48	14	20	5	18	8	7	13

Tablo C1'in devamı

13	25	11	5	6	11	2	94	17	15	17	18	3	9	9
16	36	62	3	3	5	9	16	70	7	16	6	4	4	19
8	12	52	6	7	5	27	41	9	6	60	7	2	10	40
6	15	16	16	8	171	10	11	16	16	10	9	9	7	6
7	21	29	4	27	210	27	6	40	48	7	12	22	20	9
12	1	35	17	31	25	16	738	70	48	8	10	14	8	5
14	2	16	31	14	5	9	15	46	20	9	7	37	9	4
7	4	18	28	9	28	4	6	25	27	2	8	52	7	6
9	36	87	7	5	60	8	15	8	22	2	10	23	18	7
18	43	9	4	7	34	5	5	7	13	3	9	22	27	5
39	17	9	19	6	16	5	7	34	12	3	8	15	3	3
17	41	14	33	5	17	3	62	3	2	11	4	18	3	4
51	42	12	9	9	43	3	52	13	4	13	3	17	6	4
37	10	7	4	21	9	10	83	16	3	4	6	16	21	5
17	30	10	8	38	11	4	44	23	7	5	3	7	30	3
20	14	15	21	28	40	40	10	16	3	10	13	14	36	5
10	10	15	8	20	23	43	2	3	3	14	15	29	6	5
9	8	23	42	23	31	46	4	4	4	12	6	3	18	6
8	9	17	61	10	7	6	4	6	3	13	6	4	15	6
4	4	39	12	23	8	8	6	7	21	50	9	6	20	15
4	6	10	21	16	28	10	8	8	14	102	13	7	17	14
9	7	5	7	46	8	36	33	9	9	7	15	6	35	17
47	8	12	25	29	25	41	11	11	12	20	17	7	12	13
75	33	14	12	42	92	5	3	5	14	4	22	14	22	23
8	51	38	6	31	8	3	10	11	7	3	44	17	42	29

Tablo C1'in devamı

34	46	44	6	23	25	5	19	11	3	10	11	8	7	18
4	24	5	15	8	18	5	20	6	4	4	15	10	23	8
4	6	6	10	25	19	10	9	8	2	10	14	20	15	10
9	22	14	10	28	11	17	11	11	2	10	15	23	19	8
47	21	3	20	21	52	14	15	13	6	9	8	8	10	15
75	22	12	12	16	82	9	12	5	5	6	5	12	15	15
8	15	6	18	14	21	6	4	6	5	5	19	51	21	27
23	6	7	11	21	22	6	8	4	9	3	28	50	24	3
4	18	23	10	25	51	22	14	6	6	8	8	7	11	7
5	25	25	10	38	5	6	6	7	8	13	15	44	17	14
18	67	31	26	37	5	14	10	9	1	7	14	65	7	4
5	73	9	30	46	11	7	34	4	2	11	10	32	5	21
17	40	23	7	51	18	57	30	3	7	4	23	44	15	5
8	34	5	5	22	14	20	57	3	10	6	33	64	18	14
10	51	17	12	14	22	9	62	10	16	4	19	83	17	7
18	24	50	4	15	9	5	11	7	23	8	40	17	14	3
27	42	42	5	112	10	3	10	7	7	8	47	28	26	25
12	4	65	8	39	9	12	10	6	6	12	3	18	6	38
10	4	3	12	29	17	4	6	18	6	2	6	13	6	6
6	21	6	6	8	7	14	6	20	11	2	6	5	14	14
5	74	31	13	15	8	10	3	8	20	2	5	12	10	10
20	63	10	12	19	14	5	7	4	17	4	5	6	11	8
17	24	27	6	17	30	6	8	4	27	4	4	26	18	4
20	110	13	13	25	6	10	11	7	17	6	13	16	9	9
5	11	9	12	7	20	11	4	10	35	3	8	20	14	20

Tablo C1'in devamı

14	5	9	24	41	11	12	5	7	21	6	4	5	27	48
11	5	8	10	52	6	20	12	30	10	5	3	14	34	22
6	3	10	20	13	5	24	16	20	8	9	10	22	6	8
23	29	6	9	36	2	14	39	15	10	34	35	48	4	4
29	10	10	63	19	2	12	11	6	5	43	79	17	31	6
46	17	10	40	44	13	21	19	6	9	33	15	33	34	9
24	11	30	80	71	14	23	15	7	23	4	14	17	22	15
26	8	4	50	33	10	31	22	13	20	42	3	14	59	4
10	7	20	42	42	11	18	17	12	6	11	10	7	67	6
6	10	26	47	68	7	47	14	16	16	27	18	11	30	8
25	5	27	18	54	10	35	10	27	18	41	15	5	15	13
22	10	33	86	25	13	23	22	36	13	22	20	21	11	11
23	18	35	46	140	9	15	21	6	14	10	11	7	15	4
5	22	4	35	156	11	27	23	18	12	34	10	13	10	6
4	12	6	38	8	8	26	10	8	55	15	13	17	5	8
4	14	10	24	16	14	26	9	29	26	22	7	33	23	13
10	12	3	53	10	3	28	10	15	64	9	6	40	9	11
17	12	22	16	32	5	7	7	54	8	38	9	4	9	4
21	6	54	20	9	4	7	17	49	11	38	6	13	34	9
22	30	54	20	17	13	6	13	23	12	36	15	25	12	53
22	8	8	41	4	23	10	43	38	10	28	13	11	6	16
38	30	34	56	7	8	26	8	40	5	10	10	11	9	15
30	56	26	108	6	13	46	7	20	5	15	20	14	2	9
6	53	46	132	6	14	7	16	26	11	7	12	4	9	13
8	35	7	30	4	11	2	40	4	12	22	10	15	18	17

Tablo C1'in sonu

3	26	15	38	13	14	29	38	12	14	29	12	34	16	49
55	34	9	9	10	9	46	20	29	47	19	14	9	2	32
87	16	6	160	7	10	25	19	10	9	4	42	16	17	20
46	29	10	20	18	12	8	4	35	57	16	7	10	17	3
28	4	5	13	5	12	46	13	8	50	8	17	23	12	9
14	10	3	7	8	8	13	5	10	12	30	14	17	17	8
24	24	15	8	16	8	10	4	22	7	10	5	23	19	12
7	14	15	5	48	11	11	5	34	25	12	13	17	21	20
9	38	23	5	10	6	14	5	22	27	12	3	26	17	14
37	14	23	10	10	3	10	7	13	17	4	10	16	19	36
8	33	14	23	39	23	1	25	11	9	14	4	11	21	25
13	7	13	33	9	29	2	4	30	27	20	10	12	4	7
25	12	35	5	9	18	3	10	40	40	22	3	3	10	17
5	19	13	10	4	8	32	3	8	41	9	11	24	11	16
8	12	14	5	47	7	6	2	18	13	11	5	11	19	8
50	85	20	11	9	9	9	18	17	40	35	16	9	8	

Tablo C2 Karabacak mermer ocağının eğimi ve eğim yönü

D (°)	D (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)	D (°)	DD (°)
34	34	57	313	83	160	77	203	22	31	38	176	68	132
43	43	66	316	4	65	24	211	51	140	33	166	33	112
78	78	54	300	39	351	8	28	77	134	52	350	59	306
84	84	17	107	60	165	16	300	56	338	54	166	33	112
43	43	24	291	57	160	42	113	52	332	90	163	33	112
67	67	36	290	34	153	21	293	90	144	45	336	33	112
51	51	31	221	55	158	40	310	54	305	30	165	33	112
47	47	39	14	78	156	82	104	52	303	80	171	31	112
87	87	68	215	43	165	52	108	68	328	46	168	71	25
77	77	88	204	77	328	59	298	64	138	14	161	22	200
58	58	31	213	17	337	57	297	85	131	78	171	68	24
41	41	53	21	79	142	22	102	87	318	33	173	11	198
54	54	83	298	37	148	65	113	39	325	76	174	77	21
72	72	23	330	9	61	54	277	90	320	49	177	30	100
78	78	64	318	87	324	77	282	30	318	33	1	10	113
69	69	67	128	27	152	4	37	44	148	47	296	59	276
54	54	33	111	49	350	49	30	31	138	71	286	42	285
81	81	76	300	72	293	33	33	67	137	81	122	28	106
4	4	32	322	69	273	7	45	84	307	59	307	86	294
67	67	76	301	67	289	19	38	17	316	90	292	82	131
77	77	56	306	3	8	72	315	56	330	57	302	42	98
51	51	61	310	64	297	30	117	42	324	87	284	69	285
76	76	69	297	85	283	5	127	56	139	72	112	32	295
54	54	88	310	75	205	66	314	86	147	79	108	88	280

Tablo C2'nin devamı

77	77	27	123	80	224	90	124	28	142	61	283	71	72
46	46	87	312	2	292	80	131	36	140	29	110	53	225
67	67	46	131	31	213	61	37	68	323	8	33	18	220
81	81	51	291	48	207	80	47	57	306	9	35	81	36
66	66	29	292	67	107	60	41	41	139	14	330	41	230
62	62	57	309	21	318	31	146	82	315	80	103	19	210
58	58	89	295	62	300	37	216	90	128	63	127	54	216
68	68	25	307	50	312	18	132	56	330	90	111	21	320
61	61	56	337	58	292	72	323	76	303	80	300	19	320
4	4	27	256	70	272	4	118	49	314	69	126	48	140
12	12	59	261	36	304	24	312	35	142	76	225	43	146
56	56	66	58	59	291	26	130	15	136	72	45	6	304
29	29	27	73	72	116	47	136	66	308	71	36	50	137
62	62	28	252	56	112	17	124	47	316	58	25	8	142
49	49	36	271	22	22	47	51	38	328	61	200	73	321
48	48	30	63	68	293	59	31	8	66	58	25	34	144
52	52	33	224	73	110	81	212	54	72	18	29	41	319
2	2	42	88	81	108	11	37	52	68	56	205	78	136
49	49	33	70	43	295	56	31	62	59	45	73	19	141
75	75	66	63	42	283	19	219	8	71	2	204	45	323
16	16	43	62	74	296	48	43	57	64	69	200	22	326
54	54	82	253	80	298	58	215	28	248	68	220	67	142
51	51	36	255	41	107	64	306	23	173	71	38	29	140
47	47	51	254	81	106	70	324	48	343	86	283	28	135
66	66	27	348	48	213	90	223	9	170	55	113	81	246

Tablo C2'nin devamı

88	88	39	154	48	32	77	38	56	344	44	122	41	143
75	75	66	109	66	162	55	358	64	15	61	128	32	262
40	40	67	112	20	165	32	155	13	192	77	294	32	262
48	48	67	112	32	155	50	348	36	192	42	115	34	264
58	58	28	106	73	159	50	348	56	177	42	115	39	268
40	40	68	109	24	332	21	156	48	188	65	306	12	265
40	40	49	290	13	167	69	158	48	188	65	306	12	265
90	90	69	102	13	167	67	341	17	195	65	306	12	265
31	31	35	285	36	166	78	337	17	195	13	126	27	269
21	21	35	285	16	90	18	161	70	191	13	126	27	269
35	35	20	110	12	255	24	295	70	191	13	126	27	269
51	51	51	37	57	267	24	295	68	208	46	301	27	269
56	56	90	35	35	262	51	270	68	208	8	315	27	269
65	65	55	42	35	262	51	270	60	15	27	128	27	269
67	67	55	42	35	262	51	270	58	203	27	315	39	166
71	71	35	210	36	85	25	269	58	203	27	315	25	170
66	66	46	46	64	270	16	266	76	10	27	315	27	168
66	66	34	218	1	257	52	271	52	298	35	130	30	170
75	75	38	320	64	91	46	277	32	295	35	313	40	338
56	56	62	313	49	80	46	277	26	110	36	325	31	166
38	38	41	310	47	81	61	281	24	115	47	313	1	164
78	78	90	316	47	81	24	295	63	204	59	324	17	161
73	73	11	311	46	79	24	282	63	204	77	130	15	345
41	41	71	312	46	79	76	100	85	17	77	130	76	349
62	62	48	306	46	79	12	102	40	20	82	308	54	261

Tablo C2'nin devamı

31	31	42	314	55	80	18	278	63	289	52	221	16	257
77	77	42	314	55	80	18	278	17	115	18	46	59	366
77	77	70	55	15	98	34	100	41	127	66	229	42	262
11	11	60	55	59	87	71	268	55	110	81	43	47	86
44	44	60	55	60	271	36	277	54	116	18	309	29	260
81	81	9	234	61	260	21	105	77	115	18	309	29	260
86	86	46	313	36	275	8	100	77	115	48	310	67	72
53	53	46	313	28	87	58	25	35	295	49	125	37	179
56	56	79	145	27	88	58	25	42	114	60	129	9	180
42	42	48	326	55	91	39	191	54	288	82	129	9	180
42	42	32	154	87	82	68	191	48	292	82	129	41	0
46	46	38	151	16	255	68	191	12	100	23	301	36	165
76	76	60	338	22	138	55	10	81	222	51	45	36	165
81	81	31	150	51	318	55	10	71	30	77	51	84	174
79	79	5	153	51	318	55	10	9	46	41	230	13	353
76	76	67	72	42	306	68	302	53	231	32	218	13	353
69	69	30	240	23	132	69	190	53	231	77	50	65	351
55	55	48	238	75	320	44	97	75	30	77	50	47	164
74	74	49	325	68	309	81	273	54	304	67	150	25	80
41	41	49	338	44	120	46	111	54	304	57	318	31	252
84	84	23	353	43	225	35	282	54	307	32	335	41	253
70	70	44	160	18	336	35	282	14	129	4	152	83	84
66	66	43	347	57	333	35	282	14	129	24	87	83	84
7	7	43	351	71	334	78	10	26	301	62	263	41	358
7	7	4	167	24	165	57	191	52	299	68	260	51	189

Tablo C2'nin devamı

7	7	11	172	78	150	69	190	61	128	20	260	22	190
84	84	2	182	10	294	30	308	52	20	39	304	57	135
38	38	2	182	63	298	30	308	52	20	44	130	88	318
24	24	2	182	53	298	30	308	51	195	70	128	88	318
22	22	62	175	53	298	75	110	51	195	85	124	77	320
71	71	12	174	17	292	75	110	25	305	37	125	77	320
42	42	38	168	17	292	75	110	57	133	37	125	71	312
21	21	43	175	51	295	75	110	42	130	35	328	24	308
21	21	19	174	41	116	75	110	42	130	25	328	24	308
10	10	72	348	41	116	75	110	49	325	47	122	76	317
39	39	86	168	51	294	75	110	34	138	47	122	6	220
39	39	38	135	34	295	45	40	34	138	71	122	66	315
53	53	27	303	34	295	45	40	46	323	71	300	2	135
50	50	34	118	29	290	45	40	46	323	78	134	2	135
65	65	77	305	6	115	45	40	76	312	78	174	2	135
11	11	31	300	31	318	45	40	76	312	78	174	2	135
39	39	65	105	79	308	45	40	76	312	88	230	2	135
71	71	17	290	3	295	47	200	19	140	88	230	2	135
12	12	3	297	71	300	86	30	19	140	42	235	17	305
43	43	3	297	27	293	86	30	19	140	56	230	17	305
42	42	32	104	27	293	50	205	19	140	16	45	17	305
42	42	10	185	27	293	37	20	76	125	16	45	17	305
2	2	14	184	42	305	37	20	76	125	77	318	17	305
27	27	14	184	42	305	37	20	15	128	77	318	17	305
27	27	34	291	30	308	46	200	15	128	28	138	17	305

Tablo C2'nin sonu

27	27	72	301	30	308	52	20	39	304	57	135	17	305
80	80	6	305	24	283	69	104	23	283	52	317	66	45
27	27	33	304	9	285	69	104	37	138	71	308	12	35
27	27	57	15	81	108	22	95	24	325	51	136	12	35
27	27	57	15	52	95	32	282	71	327	41	326	12	35
45	45	35	183	71	104	49	164	71	327	41	326	33	283
16	16	35	183	77	118	54	358	71	327	43	137	33	283
46	46	30	193	64	115	54	358	71	327	71	331	66	45
52	52	33	283	19	114	54	358	52	317	22	140	66	45
12	12	72	125	39	310	16	216	52	317				