

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIZILYER (DENİZLİ) JİPS VE DOLOMITLERİNİN
JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kazim GİRESON

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Saffet YAĞIZ

ARALIK – 2013

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091149002nolu öğrencisi Kazim GİRESON tarafından hazırlanan “KIZILYER (DENİZLİ) JİPS VE DOLOMITLERİNİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Saffet YAĞIZ
(Jüri Başkanı)



Jüri Üyesi : Prof. Dr. Selçuk TOPRAK



Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ali KAYA



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 15.01.2014 tarih ve ...034.15...sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Kazim GİRESON



ÖNSÖZ

Bu çalışmada Kızılyer (Denizli) ve çevresinde işletilen evaporitlerin jeomekanik özellikleri araştırılmıştır. Yüksek lisans boyunca ders aşamasında ve tez döneminde bilgi ve tecrübeleriyle her zaman destek olan sayın danışman hocam Doç. Dr. Saffet YAĞIZ hocama sonsuz teşekkürler ediyorum.

Laboratuvar deneylerinin yorumlanmasında ve tez yazımında yardımlarından dolayı sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Sefer Beran ÇELİK hocama çok teşekkür ediyorum.

İnce kesit çalışmalarında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Tamer KORALAY hocama çok teşekkür ediyorum.

Tez yazımında, örneklerin hazırlanmasında, deneylerde vb. çalışmalarda her zaman yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Ertuğrul KARAKAPLAN'a ve Jeoloji mühendisi Özge KAVVAL'a çok teşekkür ediyorum.

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Aralık 2013

Kazim GİRESON



İÇİNDEKİLER

ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanının Konumu	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. GENEL JEOLojİSİ	6
3.1. Yılanlı Formasyonu	6
3.2. Sandak Grubu	6
3.2.1. Gereme formasyonu.....	6
3.2.2. Kaleboğazı formasyonu	7
3.3. Honaz Ofiyoliti	8
3.4. Göbecik Tepe Grubu	8
3.4.1. Kozaklı tepe formasyonu	9
3.4.2. Alçıboğazı formasyonu.....	9
3.4.3. Kızılyer formasyonu	9
3.5. Neojen Sedimanları	10
3.6. Alüvyon ve Alüvyon Yelpezeleri.....	11
4. YAPISAL JEOLojİ	12
4.1. Faylar.....	12
4.2. Naplar	12
5. ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	13
5.1. Örnek Alım Yerleri	14
5.2. Örnek Alımı ve Hazırlanması.....	16
5.3. Laboratuvar Deneyleri.....	16
5.3.1. Mikroskopik çalışmalar ve kimyasal analizler	18
5.3.1.1. Birinci seviye (I-Jips).....	18
5.3.1.2. İkinci seviye (II- Dolomitli Jips).....	18
5.3.1.3. Üçüncü seviye (III-Dolomit ve Jips).....	20
5.3.1.4. Dördüncü seviye (IV- Jipsli Dolomit).....	21
5.3.1.5. Beşinci seviye (V- Dolomit)	22
5.3.2. Kimyasal analizleri	23
5.3.3. Birim hacim ağırlık tayini.....	24

5.3.4. Ağırlıkça su emme ve gözeneklilik tayini	26
5.3.5. Schmidt sertlik ve V_p dalga hızı deneyleri (Non-destructive Tests)	28
5.3.6. Tek eksenli sıkışma ve dolaylı çekme dayanımı deneyleri.....	30
5.3.7. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi	34
6. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	37
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
TERİMLER	47
KAYNAKLAR	49
EKLER.....	52

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

XRF	:	X-Ray Floresans
ISRM	:	Uluslararası Kaya Mekaniği Topluluğu
d	:	Yoğunluk
V	:	Hacim
V_v	:	Boşlukların hacmi
n	:	Gözeneklilik
W_d	:	Doygun örnek ağırlığı
W_k	:	Kuru örnek ağırlığı
P_w	:	Suyun yoğunluğu
e	:	Boşluk oranı
A_w	:	Ağırlıkça su emme oranı
H_w	:	Hacimce su emme oranı
σ_c	:	Tek eksenli sıkışma dayanımı
A	:	Silindirik örneğin kesit alanı
r	:	Silindirik örneğin yarıçapı
F	:	Yenilme anında kaydedilen yük
σ_t	:	Dolaylı çekme dayanımı
E_d	:	Dinamik elastisite modülü
V_p	:	P dalgasının yayılma hızı
V_s	:	S dalgasının yayılma hızı
KBHA	:	Kuru birim hacim ağırlık
DBHA	:	Doygun birim hacim ağırlık
γ_k	:	Kuru birim hacim ağırlık
γ_d	:	Doygun birim hacim ağırlık
I_{d1}	:	1.çevrim sonrası suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi
N	:	Schmidt sertlik değeri
UCS	:	Tek eksenli sıkışma dayanımı
BTS	:	Dolaylı çekme dayanımı
W	:	Su içeriği
J	:	Jips örneği
J+D	:	Jips oranı dolomit oranından fazla olan örnek
DJ	:	Jips ve dolomit oranı yaklaşık aynı olan örnek
D+J	:	Dolomit oranı jips oranından fazla olan örnek
D	:	Dolomit örneği
SDI	:	Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi

TABLO LİSTESİ

Tablolar

5.1	: Çalışma sahasından alınan örneklerin yer koordinatları.....	15
5.2	: XRF Analiz Sonuçları (oksitler).....	23
5.3	: XRF Analiz Sonuçları (Nadir Elementler).....	24
6.1	: Kayaçların Fiziko-mekanik Özelliklerinin Deneysel Sonuçları.....	38
6.2	: Kayaçların Fiziko-mekanik Özelliklerinin İlişki (determination of coefficient) Katsayısı ile Karşılaştırılması.....	39
A1	: Kuru ve doymuş birim hacim ağırlıkları, ağırlıkça su emme, gözenek ve boşluk oranı değerleri.....	53
B1	: Schmidt sertlik çekici deney örneklerinin vuruş değerleri ve elde edilen sertlik (n) değerleri.....	54
C1	: Tek eksenli sıkışma dayanımı deney örneklerinin boyutları; Tek eksenli sıkışma dayanımı ve P-dalga hızı değerleri.....	55
D1	: Dolaylı (brazilyan) çekme dayanımı deney örneklerinin boyutları, kırılma yükleri ve dolaylı çekme dayanımı değeri.....	56
E1	: Suda dağılmaya karşı duraylılık deneyi (SDI) için gerekli kayaç parametreleri ve duraylılık indeksleri.....	57

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekiller

1.1a	: Yer bulduru haritası.....	2
1.1b	: Yer bulduru haritası.....	2
3.1	: Kızılyer ve Çevresinin Jeoloji Haritası	10
5.1	: Çalışma Sahasından Alınan Örneklerin Haritadaki Dağılımı	13
5.2	: Jips Kütleli.....	14
5.3	: Bozmuş Bir Jips Örneği.....	14
5.4	: Jips ve Dolomit Aralanmasında Kıvrımlar.....	14
5.5	: Jips ve Dolomit Aralanmasında Kıvrımlar.....	14
5.6	: Ocak Sahasından gözlenen Jips (I) ve örnekleme.....	15
5.7	: Dolomitli Jips Seviyeleri (II).....	15
5.8	: Dolomit ve Jips Seviyeleri (III).....	15
5.9	: Sahada Jipsli Dolomit (IV).....	16
5.10	: Sahada Gözlenen Dolomit (V).....	16
5.11	: Bloktan Karot Alma İşlemi.....	17
5.12	: Karot Kesme Makinesi.....	17
5.13	: Alabastrin Doku (çift nikol).....	18
5.14	: Porfiroklastik Doku (çift nikol).....	18
5.15a	: Alabastrin Doku (tek nikol).....	19
5.15b	: Alabastrin Doku (çift nikol).....	19
5.16a	: Dolomit Kristalleri (tek nikol).....	19
5.16b	: Dolomit Kristalleri (çift nikol).....	19
5.17a	: Porfiroklastik Doku (tek nikol).....	19
5.17b	: Porfiroklastik Doku (çift nikol).....	19
5.18	: Alabastrin Dokulu Jips (çapraz nikol).....	20
5.19a	: Jipsin Anhidrite Dönüşümü (tek nikol).....	20
5.19b	: Jipsin Anhidrite Dönüşümü (çapraz nikol).....	20
5.20a	: Işınsal Jipsin Anhidrite Dönüşümü (tek nikol).....	21
5.20b	: Işınsal Jipsin Anhidrite Dönüşümü (çift nikol).....	21
5.21a	: Dolomit (tek nikol).....	21
5.21b	: Dolomit (çift nikol).....	21
5.22	: Jipslerin Dolomitler Arasına Geçişi.....	22
5.23a	: Dolomitlerde Kseno-topik mozaik doku (tek nikol).....	22
5.23b	: Dolomitlerde Kseno-topik mozaik doku (çift nikol).....	22
5.24	: Örneklerin Tartılması.....	25
5.25	: Örneklerin Kurutulması.....	25
5.26	: Kuru Birim Hacim Ağırlığı ve Doygun Birim Hacim Ağırlık Ortalama Değerleri.....	25
5.27	: Örneklerin Suda Bekletilmesi.....	26
5.28	: Kayaç Örneklerin Tartılması.....	26

5.29	: Gözeneklilik ve Ağırlıkça Su Emme Oranlarının Ortalama Değerleri	28
5.30	: L-tipi Schmidt Çekici.....	29
5.31	: Sonik Hız Deneyi için Kullanılan Pundit Plus CNS Farnell Cihazı ...	29
5.32	: P-Dalga Hızı ve Schmidt Sertlik Deneylerinin Ortalama Değerleri ...	30
5.33	: Tek Eksenli Basma Dayanımı Deney Düzeneği ve Numuneler.....	31
5.34	: Dolaylı Çekme Dayanımı İçin Hazırlanan Standart Örnekler ve Kırılma.....	32
5.35	: Dolaylı Çekme Dayanımı Deney Düzeneği ve Numunenin Yük Altındaki Konumu.....	32
5.36	: Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı ve Dolaylı Çekme Dayanımı Ortalamaları.....	33
5.37	: Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeks Deneyi Düzeneği.....	35
5.38	: Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeks Deneyi Numuneleri.....	35
5.39	: Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndekslerinin Ortalama Değerleri..	36
6.1	: Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı ile Fiziko-mekanik Özellikler İlişkileri.....	40
6.2	: Kayaçların Dolaylı Çekme Dayanımı ile Fiziko-mekanik Özellikler İlişkileri.....	41
6.3	: Duraylılık indeksi (I_{d2}) ile Fiziko-mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	42
6.4	: Schmidt Değeri ile Fiziko-mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler...	43
6.5	: V_p Dalga Hızı ile Fiziko-mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler....	44
F1.1	: Jipsler.....	58
F1.2	: Dolomitli jipsler.....	59
F1.3	: Jipsler ve dolomitler.....	60
F1.4	: Jipsli dolomitler.....	61
F1.5	: Dolomitler.....	62
F2.1	: Jipsler.....	63
F2.2	: Dolomitli jipsler.....	64
F2.3	: Jipsler ve dolomitler.....	65
F2.4	: Jipsli dolomitler.....	66
F2.5	: Dolomitler.....	67
F3.1	: Jipsler.....	68
F3.2	: Dolomitli jipsler.....	69
F3.3	: Jipsler ve dolomitler.....	70
F3.4	: Jipsli dolomitler.....	71
F3.5	: Dolomitler.....	72

ÖZET

KIZILYER (DENİZLİ) JİPS VE DOLOMITLERİNİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada Denizli'nin 20 km doğusunda bulunan Kızılyer bölgesi civarındaki jipslerin ve dolomitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Bunun için jips ve dolomit örneklerinden hazırlanan ince kesitler incelenmiş olup, jipslerin ve dolomitlerin dokuları ve kristal yapılarının nasıl olduğu belirlenmiştir.

Jipslerin dolomitlerle aralanmalı olarak bulunması jipslerin ve dolomitlerin birlikte çalışmasını gerektirmiştir. Bu nedenle alınan örnekler jipsli seviyelerden dolomitli seviyelere doğru yapılmıştır. Alınan örnekler üzerine uygulanan kaya mekaniği deneyleri sonucunda jipslerin ve dolomitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Jipslerin jeomekanik özelliklerinin içerdiği dolomit oranına göre nasıl bir değişim gösterdiği araştırılmıştır. Ayrıca kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerine ait sayısal veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler birbiriyle karşılaştırılarak bağıntılar oluşturulmuştur. Bu bağıntıların doğruluk payı son derece yüksek olup, sonraki zamanlarda yapılacak çalışmalar için bir veri tabanı olacaktır. Özellikle zayıf dayanımlı bir kayaç olan jipslerde bazı deneylerin yapılması zor ve zaman alıcıdır. Bu yüzden, oluşturulan bağıntılar basit bir şekilde yapılabilen deneylerin verilerinden yapımı zor olan deneylerin sayısal sonuçlarının tahmin edilmesini sağlayacaktır. Endüstride önemli bir yeri olan jipslerde böyle bir çalışmanın yapılmasının bilimsel çalışmalarda ve ekonomide önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kızılyer, jips, dolomit, jeomekanik

ABSTRACT

INVESTIGATION OF GEOMECHANICAL PROPERTIES OF KIZILYER (DENİZLİ) GYPSUM AND DOLOMITES

In this study, physical and mechanical properties of gypsum and dolomites from Kızılyer region which is located in 20 km east of Denizli were investigated. For this aim firstly thin sections were prepared from gypsum and dolomite samples then textural properties and crystal structures were determined.

In field, gypsum and dolomites are situated as intercalated levels, for this reason they were studied together and samples were prepared from gypsum to dolomite levels. All samples were tested and physical and mechanical properties of gypsum and dolomite samples were determined. From test results, variations of geomechanical properties with dolomite amount of gypsum were investigated. All test data were statistically evaluated. Regression analyses were performed for obtained test data and significant correlations were proposed. These correlations will be useful for future studies. Gypsums are commonly considered as weak rock and sample preparation and testing are difficult and also time consuming. With this study, it is possible to estimate the test results which are determined in difficult and time consuming way, from simple tests. It is also thought that, this study about gypsums will be able to contribute to related scientific literature and also economical development.

Key words: Kızılyer, Gypsum, dolomite, geomechanical

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, Kızılyer (Denizli) Evaporit ve Dolomitlerinin jeomekanik özelliklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Kızılyer ve çevresinde işletilen dolomit ve jips ardalanmasından oluşan kaya kütleleri ve çevrenin jeolojisi sahada incelenerek ele alınmıştır. Saha çalışmalarından elde edilen bloklar laboratuvara getirilerek, laboratuvar ortamında kayaç numuneleri hazırlanarak, deneyler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, ISRM (International Society for Rock Mechanics) standartları kullanılmıştır. Dolayısıyla, yapılan tüm deneyler ve elde edilen sonuçlarda uluslararası standartlar göz önünde bulundurularak yapıldığından dolayı geçerlidir.

Özetle, sahada yapılan jeolojik çalışmalar ve numune alımından sonra, laboratuvara getirilen bloklardan uluslararası standartlara göre hazırlanmış numunelerde, yine uluslararası standartlara göre deneyler yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçları kayaçların petrografik ve jeomekanik özellikleri dikkate alınarak yorumlanmıştır. İncelenen kayaçlara ait fiziko-mekanik parametreler arasında deneysel ilişkiler geliştirilerek bunların geçerliliği ve kullanım sınırları ele alınarak, jeomekanik açıdan değerlendirilmiştir.

1.1. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma konusu olan Kızılyer evaporitleri, Denizli sınırları içinde Denizli'nin 20 km doğusunda Denizli M 22 b4 ve M 22 c1 Türkiye 1 / 25000 ölçekli topoğrafik harita paftalarında yer almaktadır (Şekil 1.1a ve Şekil 1.1b).



Şekil 1.1a : Yer bulduru haritası



Şekil 1.1b : Yer bulduru haritası

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kızılyer kasabası ve işletilen jips ocağı, gerek jeolojik ve gerekse tektonik açıdan oldukça ilgi çekici bir konuma sahiptir. Dolayısıyla, çalışma alanı ve yakın çevresinde değişik amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmalar daha çok saha çalışmasının ağırlıkta olduğu; bölgenin jeolojisi, tektoniği ve stratigrafik özelliklerinin incelenmesi ile ilgili yapılan çalışmalardır. Bölgeye veya işletilen ocaklara ait jeo-mekanik amaçlı bir bilimsel çalışma mevcut değildir. Bölgede yapılan daha önceki çalışmalar sırayla özetlenebilir.

Ercan ve diğ. (1983), inceleme alanının güneyinde, Aydınlar (Kösten), Aşağı Karaçay Yukarı Karaçay (Kocapınar) ve civarında yer alan Denizli volkanitlerinde ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Bu çalışmada Denizli volkanitlerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre latit-trakit tipte kayalar olduğu ve şösonitik bir volkanizmanın ürünü oldukları belirtilmiştir. Denizli volkanitleri Miyosen yaşlı birimleri kestiği için Ercan ve diğ. (1983) tarafından Üst Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

Öztürk ve Koçyiğit (1983), Menderes grubu kayaların temel-örtü ilişkisi ve örtü birimleri arasında gözlenen başkalaşmış ultra mafitlerin stratigrafik ve tektonik konumlarını çalışmışlardır. Saha ve laboratuvar verileriyle birlikte değerlendirip, temel-örtü ilişkisinin açılı bir uyumsuzluk olduğu sonucuna varmışlardır.

Şengör ve diğ. (1984), Likya naplarının Menderes masifi üzerine yerleşmesine bağlı olarak gelişen bölgesel metamorfizmanın Likya naplarının alt seviyelerini de etkilemiş olduğunu, metamorfizma açısından Menderes masifi ile üzerinde yer alan naplar arasında bir süreksizlik olmadığını savunmuşlardır. Menderes masifinde Eosen metamorfizması dışında Pan-Afrika kökenli eski bir metamorfizmanın izlerinin Prekambriyen yaşlı gnayslarda saptanmış olduğunu belirtmişlerdir.

Okay (1986), inceleme alanında yer alan Honaz dağı ve çevresinin, allokton konumlu kaya birimlerinden oluştuğunu savunmaktadır. Buna göre Menderes masifi ve allokton birimlerin yapılarını ve ilişkilerini ortaya koymak amacıyla 1/25000 ölçekli ayrıntılı harita yapmıştır.

Okay (1989), Denizli güneyinde çok sayıda üst üste duran ana ve tali tektonik birimlerin bulunduğunu belirtir. Yazar, çalışma alanının doğu kesiminde yüzlek veren Honaz ofiyolitinin altında Likya naplarına ait olduğunu belirttiği sedimanter birimlere Sandak grubu adını vermiştir.

Sözbilir (1995), Denizli'nin doğusunda yer alan Tersiyer yaşlı birimlerin sedimantolojik özelliklerini incelemiş ve Denizli Molası olarak tanımlanan birime Çaykavuştu Formasyonu adını vermiştir.

Pekuz (1998), Kızılyer evaporitleri ve çevresinde yaptığı çalışmada evaporit içeren birimin stratigrafik konumuna göre Üst Eosen-Oligosen yaşında olduğunu belirtmiştir. Kızılyer Formasyonuna ait evaporitik çökellerde yaptığı majör element ve X-Ray difraktometre sonuçlarına göre bu formasyonun kıyasal sabkha ortamında çökeldiğini belirlemiştir.

Yılmaz ve Sendir (2000), Sivas havzası jipslerinin schmidt sertlik değeri ile serbest basınç dayanımı ve elastisite modülü arasındaki ilişkilerin nasıl olduğunu belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonunda Sivas havzasındaki jipslerin schmidt sertliği ile serbest basınç dayanımı ve elastisite modülü arasında istatistiksel olarak anlamlı olan kuvvetli ilişkilerin olduğunu belirlemişler ve bu ilişkileri ampirik ifadelerle teyit etmişlerdir. $UCS = e^{(0,818 + 0,059N)}$ ve $E = e^{(1,146 + 0,054N)}$ gibi bağıntılar elde etmişlerdir.

Bozkuş ve diğ. (2001), yaptıkları jeolojik çalışmalar sonucunda batıda Karateke'den başlayıp, Honaz ilçesi üzerinden doğuda Kızılyer'e kadar uzanan ve normal bir fay olan Honaz fayının aktif bir fay olduğunu belirtip bölgenin deprenselliği üzerinde çalışmışlardır.

Gündoğan ve diğ. (2002), Kızılyer evaporitlerinin jeolojik ve tektonik özelliklerini araştırarak bölgeye ait jeolojik ve tektonik amaçlı model oluşturmaya çalışmışlardır ve alınan örneklerde yaş tayini yapmışlardır. Kızılyer evaporit istifinin Geç Trias yaşta olduğunu savunmuşlardır.

Alçıçek (2002), Kızılyer evaporit istifininin sedimantolojik özelliklerini fasiyes analizi yöntemi ile ortaya koymaya çalışmıştır. Fasiyes analizlerini mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalarla destekleyip evaporit istifinin çökme ortamı ve koşullarına ilişkin güvenilir veriler elde etmeye çalışmıştır. Buna göre Kızılyer evaporitlerinin iç lagün ortamda depolandığını ileri sürmüştür.

Alçıçek ve diğ. (2003), Kızılyer evaporitlerinin depolanma ortamları, doku özellikleri ve çatlak dolgusu jipslerde kükürt oluşumları üzerine çalışmışlardır.

Yılmaz ve Karacan (2005), Sivas jipsleriyle ilgili yaptıkları çalışmalarda, jipslerin suda dağılmaya karşı dayanımlarını ve buna etki eden faktörleri araştırmışlardır. Jipslerdeki dokuların ve kristal yapısının suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerlerinde etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Gündoğan ve diğ. (2008), tarafından çalışılan bölgede, tektonik aktivitelerin serüveni ve jipslerin yaş tayini yapılmıştır. Kızılyer evaporit istifinin yaşının Geç Trias olabileceği ileri sürülmüştür. Bu kapsamda bölgeye ait jeolojik bir harita oluşturulmuştur. Bölgede yer alan jips-dolomit-anhidrit aralanmaları ve ilişkili olduğu diğer nap kalıntıları jeolojik istifler ve ofiyolitler incelenerek, stratigrafik kolon kesit çalışması yapılmıştır. Bölgenin tektoniği ve fayların sahadaki konumları yine bu çalışmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Yağız (2010, 2011), karbonatlı kayaçların fiziksel özellikleri ile suda dağılmaya karşı duraylılık indeksleri arasındaki ilişkileri ortaya koymuştur. Yağız (2011), kayaçların fiziksel özellikleriyle suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi arasındaki ilişkinin 4.çevrim sonunda en uygun ve yüksek olduğunu bu nedenle 4.çevrimden sonra suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyine devam etmenin gereksiz olduğunu ortaya koymuştur. Yağız (2011a) tarafından Denizli’de işletilen bazı doğal taşların P-dalga hızı ve diğer fiziksel özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

Yağız ve diğ., (2012) de yine suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi (SDI) ile kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımı ve fiziksel parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve elde edilen sonuçlara göre, SDI değerleri ile fiziksel özellikler arasındaki ilişki (korelasyon) katsayıları özellikle karbonatlı ve zayıf dayanımlı kayaçlar için geçerli olduğunu belirtmiştir.

Yağız ve diğ. (2012a) Denizli çevresinde doğal taş olarak işletilen kayaçların fiziko-mekanik özelliklerini araştırarak rapor etmiştir. Buna göre, Denizli bölgesinde işletilen traverten tipleri ve jipslerin ekonomik değeri yüksek olup, ülke ekonomisine katkıları da büyük ölçektir.

Bu çalışmada, Kızılyer kasabasında işletilen ve ekonomik değeri olan jips ve dolomit aralanmalarından oluşan doğal taşların jeo-mekanik özellikleri tespit edilerek, elde edilen sonuçlar mühendislik açısından değerlendirilmiştir.

3. GENEL JEOLJİSİ

Bölgede yapılan bilimsel çalışmaların çoğunluğu, genel jeoloji ve tektonik amaçlı yapılan çalışmalardır. Dolayısıyla bölgede daha önce yapılan çalışmalarda adlandırılan jeolojik formasyonlar yer almaktadır. Bölgeyi temsil eden formasyon isimleri kullanılarak ve önceki çalışmacıların hazırlamış olduğu haritalar referans alınarak yapılan, çalışma alanı ve yakın çevresinin genel jeoloji haritası Şekil 3.1’de verilmiştir. Çalışma alanında yer alan jeolojik gruplar ve formasyonlar: Honaz ofiyoliti, Göbecik tepe grubu, Sandak grubuna ait Kaleboğazı formasyonu ve Gereme Formasyonu, Neojen sedimanları, Alüvyon ve Alüvyon yelpazeleri, Menderes masifine ait Yılanlı formasyonu olarak özetlenebilir. Bu jeolojik birimleri kısaca aşağıdaki gibi tanımlamak mümkün olabilir.

3.1. Yılanlı Formasyonu

Menderes masifine ait Yılanlı Formasyonu çalışma alanının güneybatısında yer almaktadır. Menderes masifinin Mesozoyik neritik karbonat örtüsünü temsil eden ve Yılanlı formasyonu olarak adlandırılan (Meşhur ve Akpınar, 1984) bu istif; gri, açık gri, kalın tabakalı-masif, yer yer laminalı, ince taneli, yer yer gastropod kavkılı rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Yılanlı Formasyonu Göbecik tepe grubunun üzerine yatay ve yataya yakın tektonik dokanaklı olarak gelmektedir. Tektonik dokanağa yakın kesimlerde kırıklı bir yapı gözlenmektedir (Okay, 1989).

3.2. Sandak Grubu

Çalışma konusu olan Kızılyer evaporit ve dolomitlerinin bulunduğu çevrede Sandak grubuna ait olarak Kaleboğazı ve Gereme formasyonları yüzlek vermektedir. Sandak grubuna ait formasyonların yaşı Geç Trias olarak belirtilmiştir (Gündoğan, 2008).

3.2.1. Gereme formasyonu

Gereme Formasyonu ilk defa Phillipson (1918) tarafından isimlendirilmiştir. Gereme Formasyonu monoton, masif-kalın tabakalı, genellikle gri, koyu gri dolomitlerden

oluşur; azamî kalınlığı 500 metredir; yüzeysel ayrışma sonucu oluşan gözenekli cüruf tipi dolomitler Gereme Formasyonu için çok karakteristiktir (Okay, 1989).

3.2.2. Kaleboğazı formasyonu

Pekuz (1998) tarafından tanımlanan ve Göbecik tepe grubuna dahil edilen Kızıyer formasyonu, Gündoğan ve diğ. (2008) tarafından Kaleboğazı formasyonu olarak tanımlanmıştır ve Sandak grubuna dahil edilmiştir. Formasyonun yaşının Gündoğan ve diğ. (2008) tarafından Geç Trias olabileceği ileri sürülmüştür.

Pekuz (1998) tarafından daha önce Kızıyer formasyonu olarak tanımlanan bu formasyon jips, anhidrit ve bunlarla ardalanmalı olarak bulunan dolomitik seviyelerden oluşmaktadır. Kaleboğazı formasyonu ve Honaz ofiyoliti arasındaki dokanak bindirme faylıdır (Gündoğan ve diğ., 2008).

Çalışma konusu olan evaporitler (jips ve anhidrit) ve dolomitler bu formasyonda yer almaktadır. Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve anhidrit (CaSO_4) terimleri hem mineral hem de kayaç adı olarak kullanılır. Güncel jips ve anhidrit oluşumları kapalı sığ ve derin su havzalarında, karasal ve denizel sabhka ortamlarında çökelmektedir. Ancak birkaç yüz metre derinlere gömülmelerde jips suyunu kaybederek anhidrite, derinlerdeki anhidritlerde yükselmelerle yüzeye yakın konumlara geldiğinde bünyelerine su alarak jipse dönüşür. Birçok çalışma göstermiştir ki anhidrit jips çökelişi suyun tuzluluk oranı ve sıcaklığına bağlıdır. Anhidrit oluşumu genelde çok sıcak (yıllık sıcaklık ortalaması $>22^\circ\text{C}$) arid iklim şartlarını gerektirir. İklimin yarı arid olduğu durumlarda ise jips gelişimi olur. Anhidritler gömülmeden sonra tektonik olarak yükselmesi sonucu taze, tatlı yeryüzü veya yer altı suları ile etkileşime girmesi sonucu jipse dönüşerek ikincil jipsleri oluştururlar.

Çalışma alanında evaporitlerle ardalanmalı olarak bulunan dolomitler ise $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ bileşimine sahip karbonatlı bir kayaçtır.

Kızıyer formasyonu jips, anhidrit, dolomit (jipsli dolomit) ve dolomitik kireçtaşı ardalanmasından kuruludur. Evaporitler; laminalı jips, masif jips, tabakalı jips, kırıntılı jips (jipsarenit), yumrulu jips ve tabakalı anhidritten oluşur. Evaporit olmayan kayaçlar; dolomit ve dolomitik kireçtaşından meydana gelir. Laminalı jipsler, beyaz-açık gri renkli, orta-iri kristalli ve saf görünümlüdür. Bu birim Likya naplarının etkisiyle kıvrımlanmış ve birimde yer yer akma kıvrımları meydana getirmiştir. Dolomitler, laminalı jipsler arasında çeşitli boyutlarda merccekler şeklinde

yer alır. Jipsarenitler, orta-iri kristalli olup, çok ince dolomit laminaları içerirler. Tabakalı jipsler, saf ve ince kristalli ve oldukça homojen bir görünüme sahiptirler. Masif jipsler, beyaz-açık gri renkli, ince-orta ve yer yer kaba jips kristallerinden oluşur. Dolomitler siyah-koyu gri renkli, ince kristalli ve bol çatlaklıdır. Dolomitik kireçtaşları, gri renkli, ince kristalli ve bol çatlaklıdır. Tabakalı anhidritler, ince kristalli, beyaz renkli ve homojen görünümlü olup, jipslere oranla daha serttirler. Yumrulu jipsler, tabakalanma özelliği göstermez ve bu yumruların çapı 10-30 cm arasında değişmektedir. Kızılyer formasyonunun kalınlığı yaklaşık 240 m' dir (Alçıçek, 2002). Kızılyer formasyonundaki evaporitler yüksek evaporitizasyon koşulları altında bulunmayan tatlı su girişi ile seyreltilen denizel ortamda çökelmişlerdir (Alçıçek, 2002).

3.3. Honaz Ofiyoliti

Büyük bir bölümü kısmen serpantinleşmiş peridotitlerden oluşan ve Honaz dağının doğusunda geniş yayılımı olan birime Honaz ofiyoliti adı verilmiştir. Honaz ofiyoliti birçok düşey fay tarafından kesilmiştir. Honaz dağının doğu yamacı boyunca Göbecik tepe grubu ile olan dokanağı da büyük bir normal faydır. Honaz Ofiyolitinin büyük bir kısmı (> %98) koyu yeşil, cilâlı, bloklu, kısmen serpantinleşmiş, yer yer silisleşmiş harzburjitlerden oluşur. Bunun dışında çok az oranda ufak gabro ve kromit kütlelerine de rastlanır (Okay, 1989). Honaz ofiyoliti çalışma alanına yakın olan Aydınlar ve çevresinde yayılım göstermektedir. Honaz ofiyolitinin oluşum yaşı Geç Jura-Alt Kratase'dir. Birimin yerleşim yaşı ise Üst Eosen-Oligosen arasındadır (Okay, 1989).

3.4. Göbecik Tepe Grubu

Çalışma alanında, Mesozoyik-Alt Tersiyer yaşlı sedimanter kayalardan oluşan grup, Honaz dağının doğu yamacı boyunca Menderes masifinin altında tektonik bir dokanakla yer alır. Dilimli bir yapısı vardır; doğuda Honaz ofiyoliti ile olan dokanağı faylıdır. Birimin ismi Menteşe köyünün güneyindeki Göbecik tepeden gelmektedir (Okay, 1989). Çalışma alanında Göbecik tepe grubuna ait 3 formasyon bulunmaktadır. Bunlar alttan üste doğru; Kozaklı tepe formasyonu, Alçıboğazı formasyonu ve asıl çalışma konusu olan evaporitlerin bulunduğu Kızılyer formasyonu olarak ayrılır.

Pekuz (1998) tarafından tanımlanan Kızılyer formasyonu sonradan Kaleboğazı formasyonu olarak isimlendirilmiştir ve bu formasyon, Gereme formasyonu ile birlikte Sandak grubuna dahil edilmiştir (Gündoğan ve diğ., 2008).

3.4.1. Kozaklı tepe formasyonu

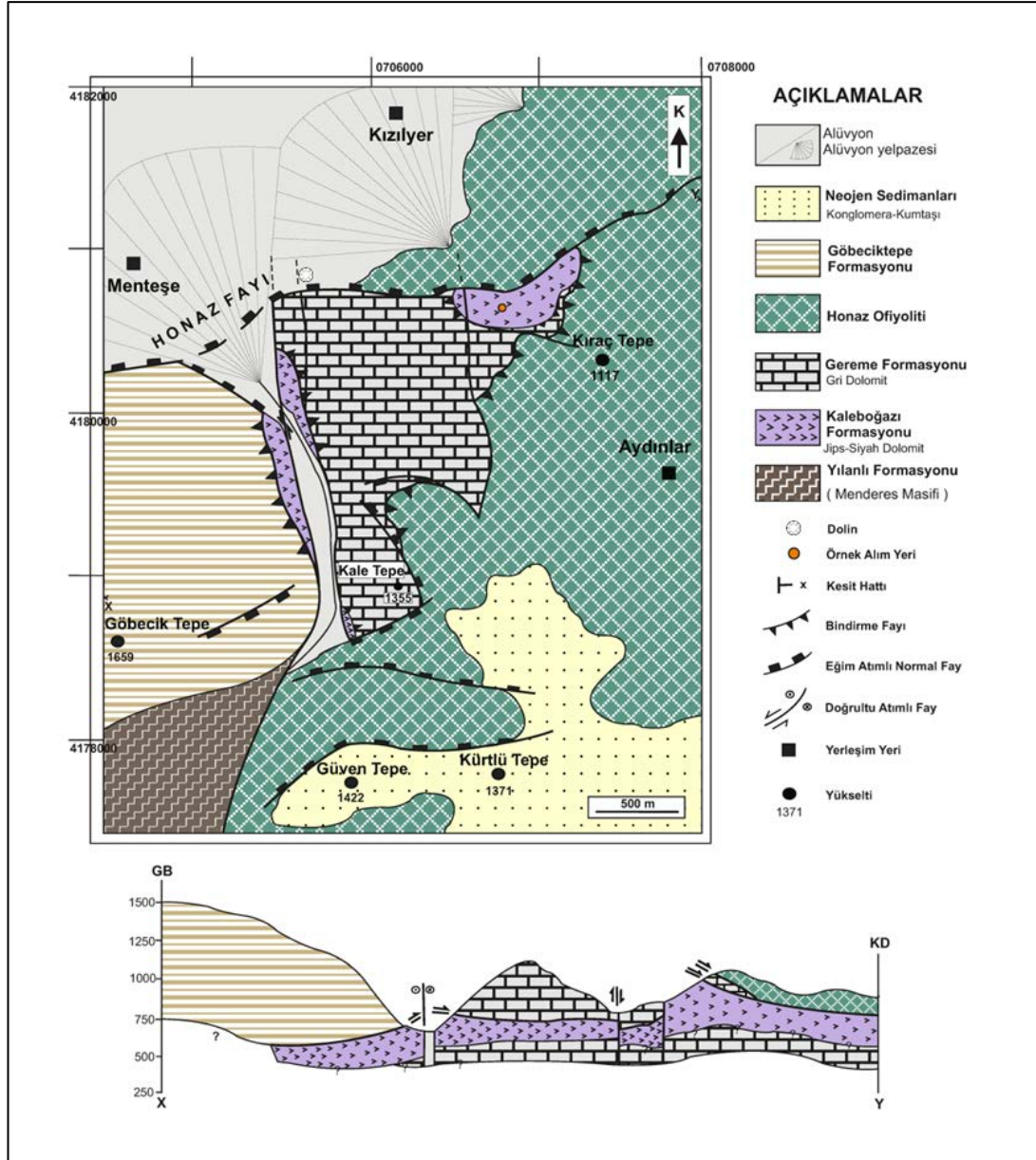
Orta-kalın tabakalı, siyah, mikritik radyolaryalı kireçtaşı; sarımsı, ince tabakalı, kumlu kireçtaşı; karbonatlı şeyl; kırmızı, yeşil şeyl; yer yer bol nummulitli kırıntılı kireçtaşı; bordo, ince tabakalı kireçtaşından oluşan birime Kozaklı tepe formasyonu adı verilmiştir. Formasyonun ismi iyi görüldüğü yerlerden biri olan Honaz dağının zirvesinin kuzeyindeki Kozaklı tepeden alınmıştır. Referans kesiti Kozaklı tepe sırtıdır. Formasyonun kalınlığı 300-400 metredir (Okay, 1989). Göbecik tepe grubunun en yaygın ve en kalın formasyonu olan Kozaklı tepe formasyonu, Honaz dağının doğu yamacı boyunca izlenir. Kozaklı tepe formasyonunun büyük bir bölümü orta-kalın tabakalı, siyah, koyu gri, mikritik kireçtaşı ile sarımsı gri karbonatlı şeyl ardalanmasından oluşur. Yer yer organik yığılımlar şeklinde görülen kalkarenitler, uzunluğu 2 cm'yi bulan nummulitler dışında kuvars, yeşil çört, kloritist, şeyl, kireçtaşı parçaları da içerir (Okay, 1989).

3.4.2. Alçıboğazı formasyonu

Aydınlar köyü batısında yer alan Alçıboğazı mevkiinde gözlenmekte olan bu formasyon ilk kez Okay (1989) tarafından tanımlanmıştır. Formasyon kuvars, çört, serpantin, volkanit ve karbonat taneli yeşil kumtaşı, kaba kumtaşı, konglomera ve şeylden oluşur ve üste doğrudan fliş özelliği göstermektedir. Formasyonun üst kesimlerinde kireçtaşı, mermer ve radyolarit blokları yer alır. Alçıboğazı formasyonunun minimum kalınlığı 60 metredir (Okay, 1989). Ayrıca bu formasyon Sözbilir (1995) tarafından 'Dereçiftlik Formasyonu' olarak tanımlanmıştır. Sözbilir (1995), olistostromal özellikteki kireçtaşı blokları içinde *Triloculina* sp., *Discocyclina* sp., Nummulitidae, Textulariidae, Miliolidae, Rotaliidae saptamıştır. Buna göre Alçıboğazı Formasyonu Orta-Üst Eosen yaşındadır.

3.4.3. Kızılyer formasyonu

Pekuz (1998) tarafından tanımlanan ve Göbecik tepe grubuna dahil edilen Kızılyer formasyonu, Gündoğan ve diğ. (2008) tarafından Kaleboğazı formasyonu olarak tanımlanmıştır ve Sandak grubuna dahil edilmiştir.



3.5. Neojen Sedimanları

Aydınlar köyü güneyinde, daha çok Güven tepe ve civarında gözlemlenen Neojen yaşlı sedimanlar gölsel kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve çakıl taşlarından oluşurlar. Neojen sedimanları Honaz ofiyolitinin üzerine uyumsuzlukla gelmiş olup birimin yaşı Üst Miyosendir (Taner, 2001).

3.6. Alüvyon ve Alüvyon Yelpazeleri

Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır. Bu malzemeler serpantinit, radyolarit, çört, diyabaz, kireçtaşı ve kumtaşından oluşmaktadır. Birimin kalınlığı 25-30 m arasında değişmektedir. Alçıboğazı ve Tütünlük Dere'nin önünde kuzeye doğru gelişen birikimler alüvyon yelpazeleri ile temsil edilir (Alçıçek, 2002).

4. YAPISAL JEOLJİ

4.1. Faylar

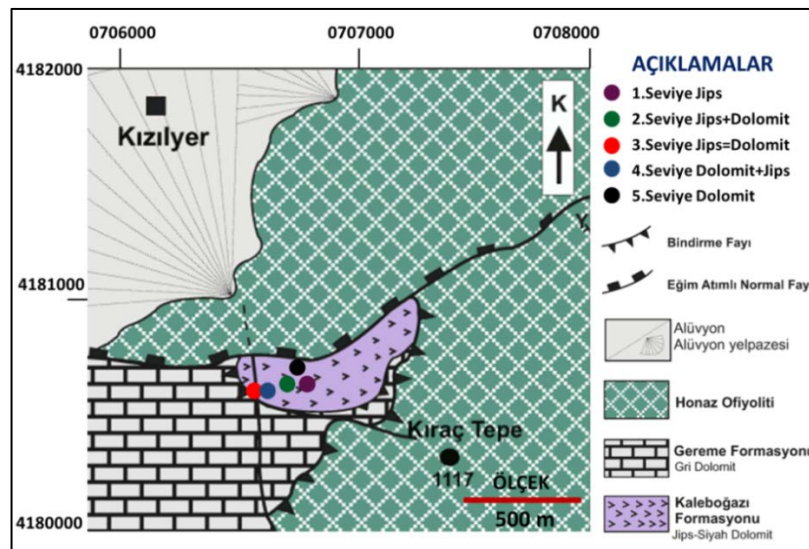
Bölgede KB-GD yönündeki sıkışmadan sonra, bölge gerilmeye maruz kalmış ve bunun sonucu olarak BKB-DGD ve KD-GB gidişli büyük normal faylar teşekkül etmiştir. Önemli düşey atımları olan bu fayların Akitanıyen'den sonra oluştuğu söylenebilir. Bölgedeki fayların başlıcaları, Honaz dağı yükselimini bir üçgen şeklinde içine alan Honaz, Sınırçam ve Karateke faylarıdır (Okay, 1989). Honaz fayının düşey atımı 1000 metredir (Okay, 1989). İnceleme alanındaki en önemli oblik atımlı normal fay Honaz fayıdır. Honaz fayı, yaklaşık D-B doğrultulu olup, 40-60° kuzeye eğimlidir. Batıda Karateke köyünden başlayıp, doğuya doğru Honaz üzerinden Menteşe ve Kızılyer'e kadar uzanır. Uzunluğu 13 km olan fay aktif olup, yer yer büyük ve orta büyüklükte depremler üretmektedir (Bozkuş ve diğ., 2001).

4.2. Naplar

İnceleme alanı ve çevresinde gözlenen ilk önemli yapısal hareketler tektonik birliklerin naplar halinde üst üste yerleşmeleridir. Bu nap paketlerinin en altında Honaz şeyli yer alır. Honaz şeylinin üzerinde Menderes masifinin Mesozoyik örtü birimleri, daha üstte ise Honaz ofiyoliti nap dokanağı yer alır (Okay, 1989). Çalışma alanında Honaz ofiyoliti Kızılyer formasyonu üzerine itilmiştir. İtilme nedeniyle evaporitlerde deформasyon sonucu akma kıvrımları, dolomit ve dolomitik kireçtaşlarında aşırı kırılmalar meydana gelmiştir (Alçıçek, 2002).

5. ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Çalışma sahasında yer alan Kızılyer formasyonu jips, anhidrit, dolomit (jipsli dolomit) ve dolomitik kireçtaşı ardalanmasından kuruludur (Şekil 5.1). Evaporitler; laminalı jips, masif jips, tabakalı jips, kırıntılı jips (jipsarenit), yumrulu jips ve tabakalı anhidritten oluşur. Evaporit olmayan kayaçlar; dolomit ve dolomitik kireçtaşından meydana gelir. Laminalı jipsler, beyaz-açık gri renkli, orta-iri kristalli ve saf görünümlüdür. Bu birim Likya naplarının etkisiyle kıvrılmış ve birimde yer yer akma kıvrımları meydana getirmiştir. Dolomitler, laminalı jipsler arasında çeşitli boyutlarda merccekler şeklinde yer alır. Jipsarenitler, orta-iri kristalli olup, çok ince dolomit laminaları içerirler. Tabakalı jipsler, saf ve ince kristalli ve oldukça homojen bir görünüme sahiptirler. Masif jipsler, beyaz-açık gri renkli, ince-orta ve yer yer kaba jips kristallerinden oluşur. Dolomitler siyah-koyu gri renkli, ince kristalli ve bol çatlaklıdır. Dolomitik kireçtaşları, gri renkli, ince kristalli ve bol çatlaklıdır. Tabakalı anhidritler, ince kristalli, beyaz renkli ve homojen görümlü olup, jipslere oranla daha serttirler. Yumrulu jipsler, tabakalanma özelliği göstermez ve bu yumruların çapı 10-30 cm arasında değişmektedir. Kızılyer formasyonunun kalınlığı yaklaşık 240 m'dir (Alçiçek, 2002).



Şekil 5.1 : Çalışma sahasından alınan örneklerin haritadaki dağılımı (Gündoğan vd.,2008'den alınarak yeniden hazırlanmıştır.)

Arazide gözlenen ve halen işletimi yapılan jipslerin görünümü Şekil 5.2 deki gibidir. Jipslerin ve dolomitlerin arasında kükürt oluşumları (Şekil 5.3) ve meydana gelen bozuşmalar gözlenmiştir. Saha incelemelerinde, jipslerde ve dolomitlerde tektonizmanın etkisiyle meydana gelen kıvrımlı ve ince tabakalı yapılar da yer almaktadır (Şekil 5.4 ve 5.5).



Şekil 5.2 : Jips kütlesi



Şekil 5.3 : Bozuşmuş bir jips örneği



Şekil 5.4 : Jips ve dolomit ar dalanmasında kıvrımlar



Şekil 5.5 : Jips ve dolomit ar dalanmasında kıvrımlar

5.1. Örnek Alım Yerleri

Kızılyer kayaçlarının jeo-mekanik özelliklerinin belirlenmesi için jipsli seviyelerden dolomitli sevilere doğru 5 farklı bölgeden örnek bloklar alınmıştır. Alınan örneklerin jips-dolomit içerikleri ve koordinatları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1: Çalışma sahasından alınan örneklerin yer koordinatları

<u>Örnekler</u>	<u>Örnek Alım Noktalarının Koordinatları</u>	
	X Ekseni	Y Ekseni
BLOK I (Jips)	706703	4180653
BLOK II (Dolomitli Jips)	706630	4180649
BLOK III (Dolomit ve Jips)	706565	4180638
BLOK IV (Jipsli Dolomit)	706587	4180641
BLOK V (Dolomit)	706652	4180694

Çalışma sahasından jipsli seviyelerden dolomitli seviyelere kadar beş farklı seviye belirlenerek buralardan örnek bloklar alınmıştır. Bu bloklar laboratuvara taşınarak burada deney numuneleri hazırlanmıştır (Şekil 5.6-5.10).



Şekil 5.6 : Ocak sahasından gözlenen jips (I) ve örnekleme



Şekil 5.7 : Dolomitli jips seviyeleri (II)



Şekil 5.8 : Dolomit ve jips seviyeleri (III)



Şekil 5.9 : Sahada jipsli dolomit (IV)



Şekil 5.10 : Sahada gözlenen dolomit (V)

5.2. Örnek Alımı ve Hazırlanması

Kayaçların fiziko-mekanik özelliklerinin tespit edilebilmesi için arazi çalışmalarının ardından laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazide gözlenen farklı jips ve dolomit seviyelerinden temsili olarak örneklemeler, bloklar alınarak yapılmıştır. Bu bloklar ortalama olarak, yaklaşık 30x30x30 cm boyutlarında olup, karot alıcıların altına yerleştirilebilecek ve tek eksenli sıkışma numunelerinin hazırlanmasına fırsat verecek boyutlardadır. Araziden alınan temsili kayaç bloklarından numune elde edilmesi için önce karot alıcı ile silindirik numuneler alınmış ve bu örneklerde gerekli hassasiyet gösterilerek, International Society for Rock Mechanics (ISRM) standartlarına (2007) göre numuneler hazırlanmış ve deneyler yine aynı standartlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.11 ve 5.12). Bloklardan alınan numuneler, her bir deneyin standartları göz önünde bulundurularak, hazırlanmış ve yine standartlara (ISRM) göre deneyler yapılmıştır.

5.3. Laboratuvar Deneyleri

Sahadan alınan bloklardan alınana numunelerden elde edilen ince kesitlerde, kayaç mineralojik analizleri için mikroskobik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada, kayaçların mineral bileşenleri, dokusu ve yapısı araştırılarak, adlandırması yapılmıştır. Hazırlanan numuneler kullanılarak, kuru birim hacim ağırlık (KBHA), doygun birim hacim ağırlık (DBHA), ağırlıkça su emme oranı (w), gözeneklilik (n), Schmidt sertlik (N), Vp dalga hızı (Vp), tek eksenli sıkışma dayanımı (UCS), dolaylı (Brazilyan) çekme dayanımı (BTS) ve suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi (Id) deneyleri yapılmıştır.

Elde edilen deney sonuçları, mühendislik özellikler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.



Şekil 5.11 : Bloktan karot alma işlemi



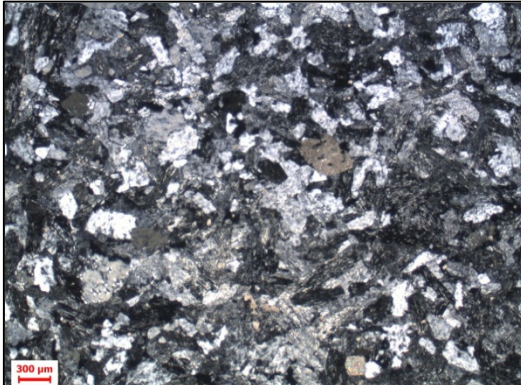
Şekil 5.12 : Karot kesme makinesi

5.3.1. Mikroskobik çalışmalar ve kimyasal analizler

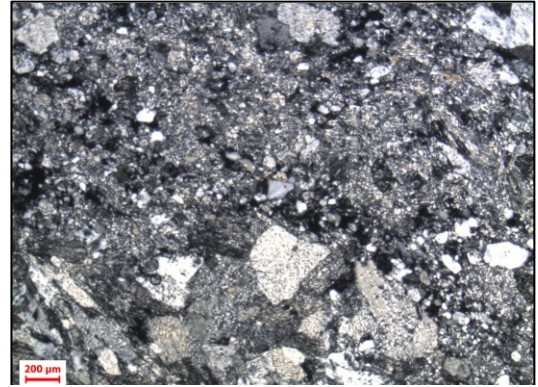
Kızılyer bölgesinden alınan, dolomit ve evaporit (jips) ardalanması ile oluşan numune örneklerinde, petrografik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar, hazırlanan on beş (15) adet ince kesit örneğinin mikroskop altında incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir.

5.3.1.1. Birinci seviye (I-Jips)

Birinci seviye olarak ele alınan jips örneklerinde genellikle alabastrin dokusu görülmektedir (Şekil 5.13). Jipsler tek nikol de düşük rölyeflidir ve zayıf girişim renklerine sahiptirler. Tek yönde dilinimleri belirgin çoğunlukla ince uzun dikdörtgen kristaller halinde bulunmaktadırlar. Çift nikol de ise birinci dizinin beyaz-gri polarizasyon renklerine sahiptirler. Ayrıca jipslerin içerisinde iki yönlü dilinime sahip yarı öz şekilli kalsitlerde az da olsa gözlenmiştir. İnce uzun kristaller halinde olan jipsler eğik sönme göstermektedirler ve sönme açıları 15-20° arasında değişmektedir. Jips kristallerinin uzunlamasına boyutları 150 mikron ile 400 mikron arasında değişmektedir. Jips örneklerinden alınan kesitlerin bazı yerlerinde mikro çatlaklar ve kırıklardan dolayı porfiroklastik dokuda görülmektedir (Şekil 5.14).



Şekil 5.13 : Alabastrin dokusu
(çift nikol)

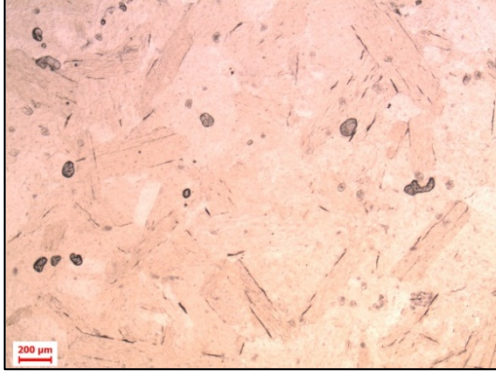


Şekil 5.14 : Porfiroklastik dokusu
(çift nikol)

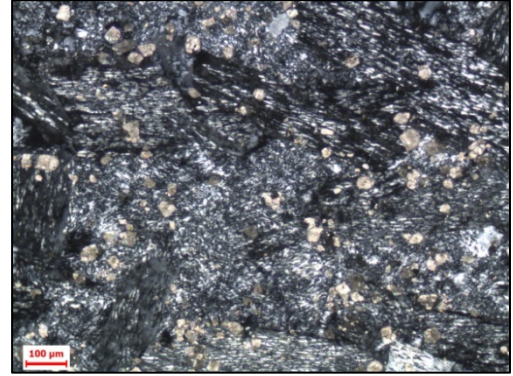
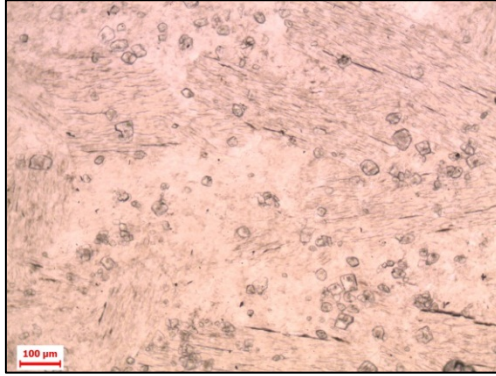
5.3.1.2. İkinci seviye (II- Dolomitli Jips)

İkinci seviye olarak adlandırılan bu numuneler, jips oranının dolomitten fazla olduğu ve dolomitli jips olarak adlandırdığımız örneklerdir. Bu örneklerde, yine alabastrin dokusu yaygın olarak görülmektedir (Şekil 5.15a ve Şekil 5.15b). Jips kristalleri ince uzun dikdörtgen latalar şeklinde bulunmaktadır (Şekil 5.15a ve Şekil 5.15b) ve jips kristallerinin uzun eksenleri boyunca boyutları 250 mikron ile 850 mikron arasında

değişmektedir. Ayrıca kesitlerin bazı kısımlarında ışımsal doku gözlenmiştir. Kesitler içerisinde 25 mikron ile 50 mikron arasında değişen öz şekilli çoğunlukla kübik kristaller halinde görülen tek nikol de yüksek rölyefe sahip dolomit kristalleri görülebilmektedir (Şekil 5.16a ve Şekil 5.16b). Bazı iri jips kristallerinde grafik dokuyu andıran yapılar görülmektedir (Şekil 5.17a ve Şekil 5.17b).

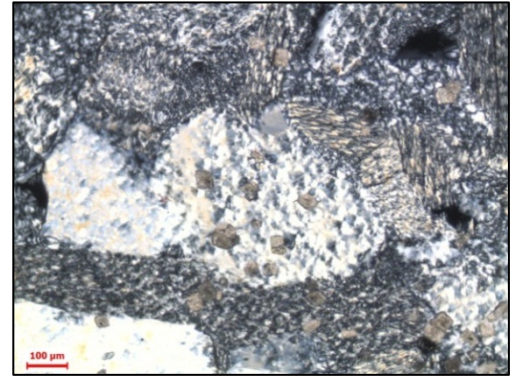
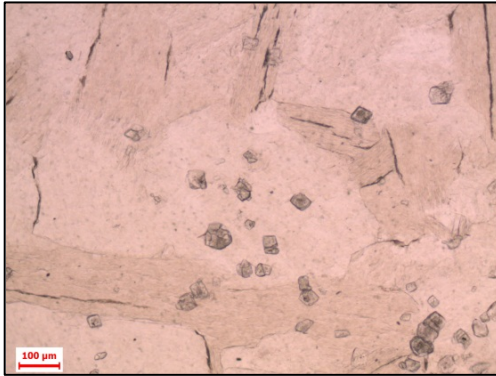


Şekil 5.15a : Alabastrin doku (tek nikol) Şekil 5.15b : Alabastrin doku (çift nikol)



Şekil 5.16a : Dolomit kristalleri
(tek nikol)

Şekil 5.16b : Dolomit kristalleri
(çift nikol)

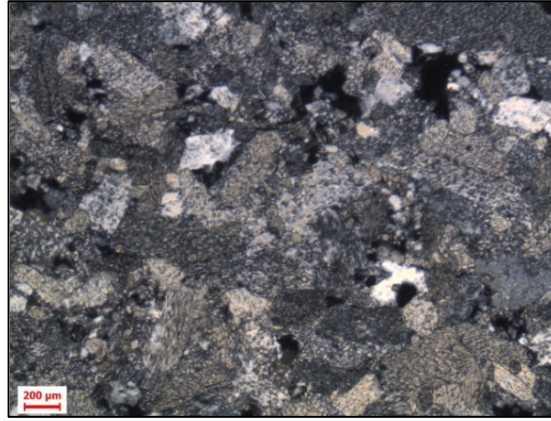


Şekil 5.17a : Porfiroklastik doku
(tek nikol)

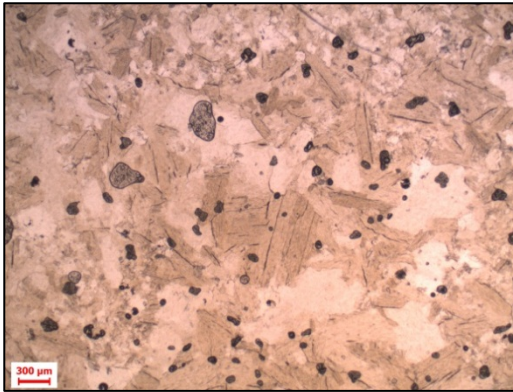
Şekil 5.17b : Porfiroklastik doku
(çift nikol)

5.3.1.3. Üçüncü seviye (III-Dolomit ve Jips)

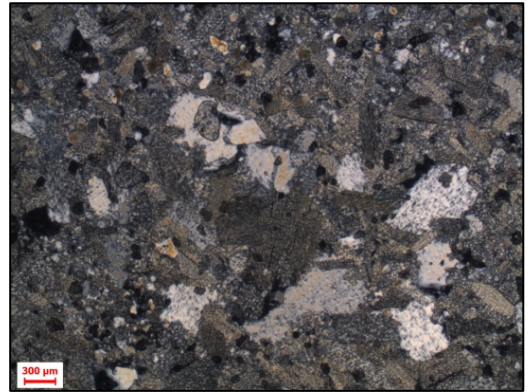
Bu seviyede, genel olarak jips ve dolomit oranının eşit veya yaklaşık olarak eşit olduğu kayaç numuneleri kullanılmıştır. Bu seviyede incelenen örneklerin genel dokusu eş taneli (alabastrin) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.18). Tek nikol de jipsler sarımsı kahverengimsi renklerde görülmektedir. Kayaçları oluşturan minerallerin tane boyu, birinci ve ikinci seviyedeki örneklere göre daha küçük olarak gözlenmiştir. Yüksek rölyef, sarımsı kahverengimsi renkler jipsin anhidrite dönüşümünün başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir (Şekil 5.19a ve 5.19b). Bu dönüşüm, kayaçların doğal özelliklerini değişime uğratmaktadır ve dolayısıyla dayanımını da olumsuz yönde etkilemektedir. Mikroskop altında ki jipsler ince uzun latalar şeklinde görülmektedir. Uzunlamasına boyutları 290 mikron ile 860 mikron arasında değişmektedir. Yine bazı örneklerde de, ışınal jipslerin anhidrite dönüşümü görülürken (Şekil 5.20a ve Şekil 5.20b), dolomitler de kübik kristaller halinde gözlenmiştir.



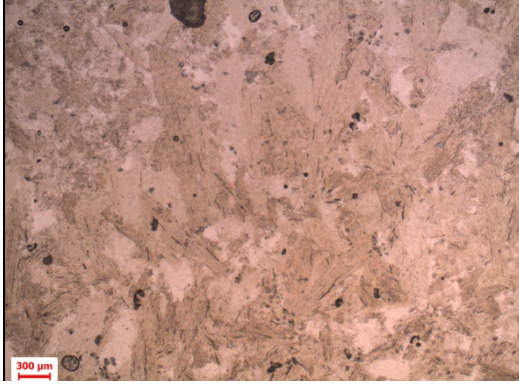
Şekil 5.18 : Alabastrin dokulu jips (çift nikol)



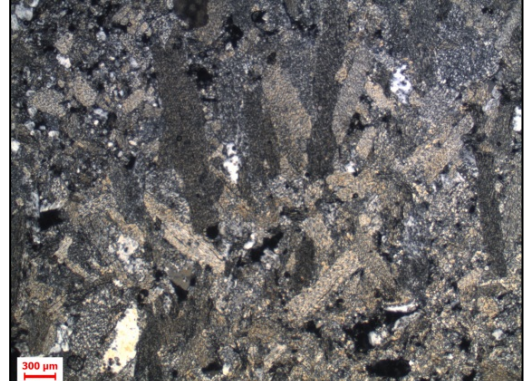
Şekil 5.19a : Jipsin anhidrite dönüşümü (tek nikol)



Şekil 5.19b : Jipsin anhidrite dönüşümü (çift nikol)



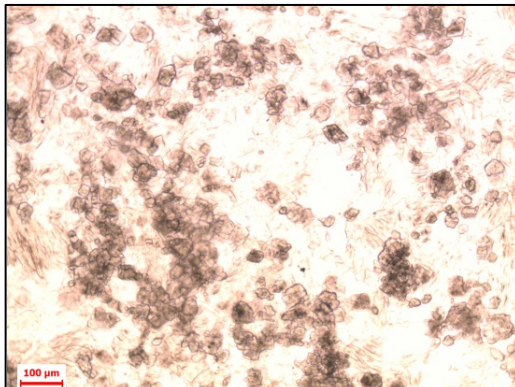
Şekil 5.20a : Işınsal jipsin anhidrite dönüşümü (tek nikol)



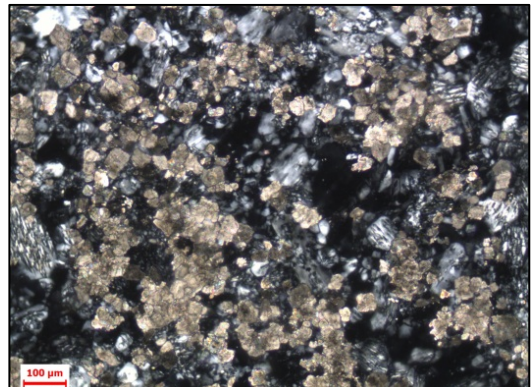
Şekil 5.20b : Işınsal jipsin anhidrite dönüşümü (çift nikol)

5.3.1.4. Dördüncü seviye (IV- Jipsli Dolomit)

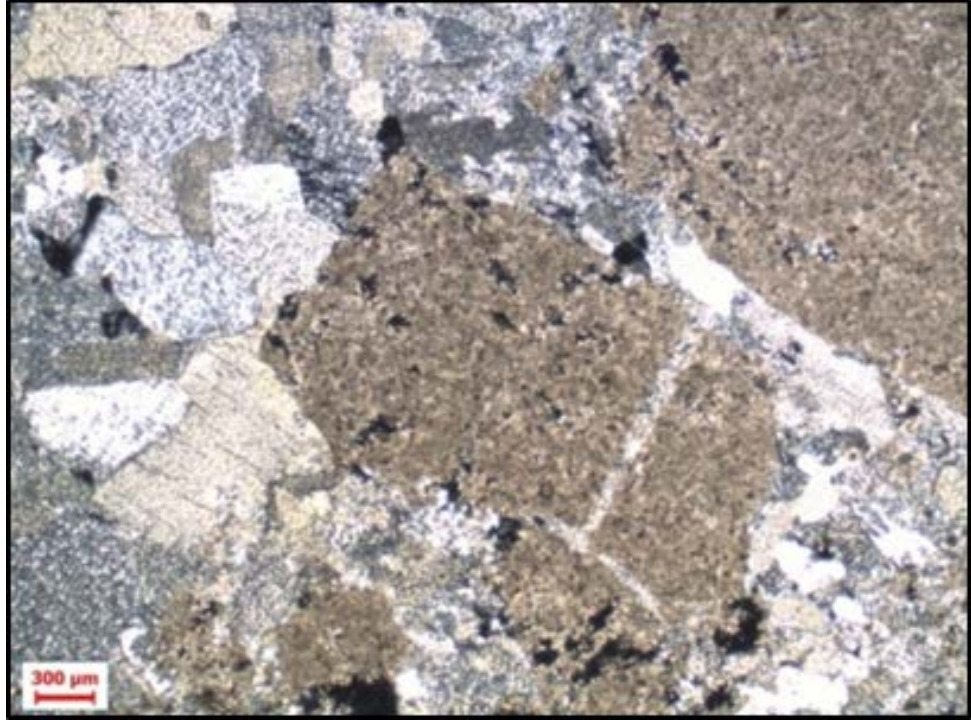
Alınan temsili örnekler, dolomit miktarının jipsten fazla olduğu Jipsli dolomitlerdir. Dolomitler tek nikol de kahverengi renkli, yüksek rölyefli olup öz şekilsiz küçük kristal taneleri şeklinde görülmektedir (Şekil 5.21a ve Şekil 5.21b). Tipik olarak dolomitlerde kseno-topik mozaik doku görülmektedir. Jips kristalleri tek nikol de sarımsı renklerde dolomite göre daha düşük rölyefe sahiptir. Jipslerin tek yönde dilinimleri belirgindir. Dolomitler önce oluşup jipsler sonradan araya girip sıvama veya çimento şeklinde yapılar oluşturmuştur (Şekil 5.22). Bundan dolayı dolomitler adacıklar şeklinde jipslerin içerisinde hapis olmuş olarak görülmektedir. Alabastrin dokulu jipslerde hafif derecede anhidrite dönüşümünün başlangıcı söz konusu olabilir.



Şekil 5.21a : Dolomit (tek nikol)



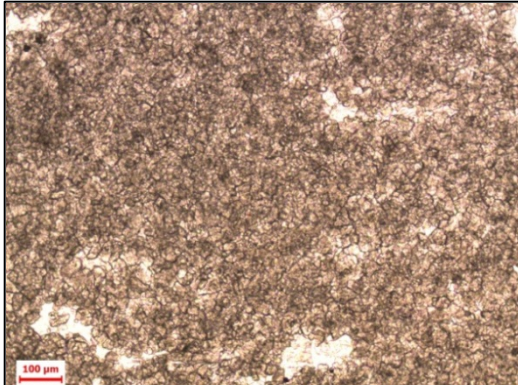
Şekil 5.21b : Dolomit (çift nikol)



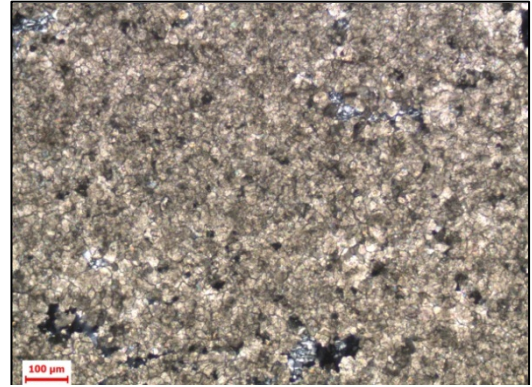
Şekil 5.22 : Jipslerin dolomitler arasına geçişi

5.3.1.5. Beşinci seviye (V- Dolomit)

Bu seviye dolomit oranının %100'e yakın olduğu örnekleri içerir. Bunlarda gözle görülür bir jips değeri yoktur ancak mikroskop altında bir miktar jips görülebilir. Gözlenen doku kseno-topik mozaik tanımlanabilir (Şekil 5.23a ve Şekil 5.23b).



Şekil 5.23a : Dolomitlerde kseno-topik mozaik doku (tek nikol)



Şekil 5.23b : Dolomitlerde kseno-topik mozaik doku (çift nikol)

Dolomitler tek nikolde kahverengimsi renk tonlarında görülmektedir ve öz şekillidirler. Dolomitler el örneklerinde siyah, koyu lacivert gibi renklere sahiptirler ve bünyelerinde çok az da olsa jips oluşukları mevcut olabilmektedir.

5.3.2. Kimyasal analizleri

Kayaçların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için örnekler üzerinde XRF analizleri yapılmıştır. Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında, X-Işınları Flüoresans (XRF) cihazı kullanılarak, kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz için jipsten dolomite doğru farklı beş seviyeyi temsil eden on beş adet örnek kullanılmıştır. Dolomit ve jips ardalanmalarından oluşan farklı kayaçlar için yapılan XRF analizlerinden elde edilen sonuçlar, Çizelge 5.2 ve 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.2 : XRF Analiz Sonuçları (oksitler)

Blok No	Örnek No	Na ₂ O %	MgO %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	SO ₃ %	Cl ppm	K ₂ O %	CaO %
I	1	0,815	0,137	< 0,0038	0,8687	0,2865	42,02	103	0,0694	30,81
	2	0,788	0,113	< 0,0038	0,8725	0,3792	42,20	99,5	0,0639	30,95
	3	0,739	< 0,0034	< 0,0038	0,7505	0,3611	42,06	97,6	0,0454	30,65
II	1	0,784	< 0,0034	< 0,0038	0,7228	0,2920	42,59	102,7	0,0452	31,18
	2	0,862	< 0,0034	< 0,0038	0,5553	0,2827	43,59	120,4	0,0343	31,33
	3	0,833	< 0,0034	< 0,0038	0,8143	0,2360	42,17	93,6	0,0728	30,45
III	1	0,844	0,188	< 0,0038	0,6665	0,3244	41,91	96,4	0,0719	31,41
	2	0,784	0,181	< 0,0038	0,6601	0,3233	41,65	99,6	0,0665	31,27
	3	0,824	< 0,0034	< 0,0038	0,7022	0,3500	43,31	119,4	0,0632	31,63
IV	1	0,757	2,497	< 0,0038	0,5822	0,2262	32,67	151,9	0,0238	32,22
	2	0,738	0,909	< 0,0038	0,6320	0,2529	37,55	151,1	0,0212	31,62
	3	0,668	2,993	< 0,0038	0,5781	0,2181	32,22	136,7	0,0218	32,51
V	1	0,718	2,843	< 0,0038	0,3914	0,2021	33,18	168,4	0,0259	31,54
	2	0,690	1,763	< 0,0038	0,5993	0,2324	35,04	185,7	0,0267	30,67
	3	0,687	1,398	< 0,0038	0,4323	0,2135	35,72	148,1	0,0218	30,95

Yapılan analiz sonuçlarına göre Kızılyer civarında işletilen jipslerde ve dolomitlerde SO₃ ve CaO değerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Jips örneklerinde SO₃ oranı % 42 civarında iken, bu değer dolomitlerde % 35 civarındadır. Ayrıca örneklerde dikkate değer oranında Na₂O, MgO ve SiO₂ olduğu da tespit edilmiştir. MgO içeriği dolomit örneklerinde daha fazla olarak görülmektedir. Tüm örneklerde CaO değerinin ortalama olarak % 30 civarında olduğu gözlenmiştir dolayısıyla fazla bir değişim söz konusu değildir.

Çizelge 5.3 : XRF Analiz Sonuçları (Nadir Elementler)

Blok No	Örnek No	Na %	Mg %	Al %	Si %	P %	S %	Cl ppm	K %	Ca %
I	1	0,605	0,0825	< 0,0020	0,4061	0,1250	16,83	103	0,0577	22,02
	2	0,585	0,0682	< 0,0020	0,4078	0,1655	16,90	99,5	0,0530	22,12
	3	0,548	< 0,0020	< 0,0020	0,3508	0,1576	16,84	97,6	0,0377	21,90
II	1	0,582	< 0,0020	< 0,0020	0,3378	0,1274	17,05	102,7	0,0375	22,28
	2	0,639	< 0,0020	< 0,0020	0,2595	0,1234	17,45	120,4	0,0285	22,39
	3	0,618	< 0,0020	< 0,0020	0,3806	0,1030	16,89	93,6	0,0604	21,76
III	1	0,626	0,1133	< 0,0020	0,3116	0,1416	16,78	96,4	0,0597	22,45
	2	0,582	0,1093	< 0,0020	0,3085	0,1411	16,68	99,6	0,0552	22,35
	3	0,611	< 0,0020	< 0,0020	0,3282	0,1528	17,34	119,4	0,0525	22,60
IV	1	0,562	1,506	< 0,0020	0,2721	0,0987	13,08	151,9	0,0198	23,03
	2	0,548	0,548	< 0,0020	0,2954	0,1104	15,04	151,1	0,0176	22,60
	3	0,495	1,805	< 0,0020	0,2702	0,0952	12,90	136,7	0,0181	23,24
V	1	0,533	1,714	< 0,0020	0,1830	0,0882	13,29	168,4	0,0215	22,54
	2	0,512	1,063	< 0,0020	0,2801	0,1014	14,03	185,7	0,0221	21,92
	3	0,510	0,843	< 0,0020	0,2021	0,0932	14,30	148,1	0,0181	22,12

5.3.3. Birim hacim ağırlık tayini

Kayaçların yoğunluk ve birim hacim ağırlık tayinleri, tek eksenli sıkışma dayanımı yapmak amacıyla hazırlanan, ortalama olarak ikiye bir (2:1) oranındaki, silindirik numuneler üzerinde, ISRM (International Standard for Rock Mechanics, 1977) standartları takip edilerek yapılmıştır. Hassas terazi, kumpas ve etüv (105 ±3⁰C kapasiteli) kullanılarak deneyler üniversitemizin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.24 ve 5.25). Yoğunluk ve birim hacim ağırlık değerleri (8.1) ve (8.2) de ki formüllerle hesaplanabilir.

$$\rho = W / V \quad (8.1)$$

$$\gamma = g \cdot \rho \quad (8.2)$$

ρ = Yoğunluk (gr/cm³)

V = Hacim (cm³)

W = Ağırlık (gr)

g = yer çekimi ivmesi (9,81)

γ = Birim hacim ağırlık (kN/m³)

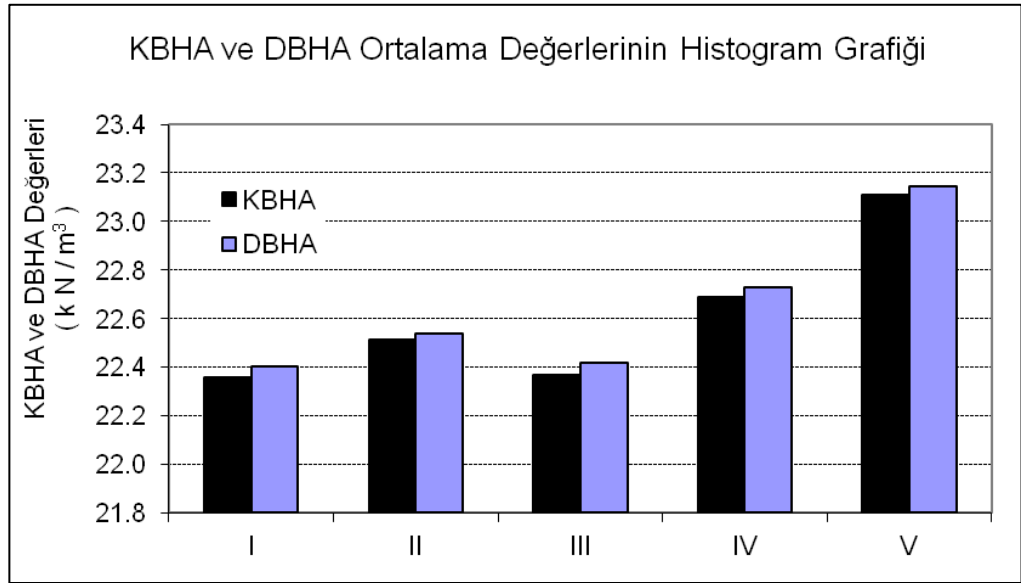


Şekil 5.24 : Örneklerin tartılması



Şekil 5.25 : Örneklerin kurutulması

Her bir seviye için beş numune kullanılarak elde edilen birim hacim ağırlık [Kuru birim hacim ağırlık (KBHA) ve doymun birim hacim ağırlık (DBHA)] değerlerinin ortalaması, Şekil 5.26’te verilmiştir.



Şekil 5.26 : Kuru birim hacim ağırlığı ve doymun birim hacim ağırlık ortalama değerleri

Elde edilen birim hacim ağırlık değerleri ve ilgili kayaç örneklerinin boyut ve özellikleri sayısal değerler olarak, Ek A’da verilmiştir.

5.3.4. Ağırlıkça su emme ve gözeneklilik tayini

Kayaçların ağırlıkça su emme oranlarının tespiti için ISRM, 1977 (Part 1-Suggested Method for Determining Water Content, Porosity, Density, Absorption and Related Properties) kullanılmıştır. Bu deneyde her bir kayaç seviyesinden en az beş örnek hazırlanarak bu örnekler üzerinde deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneyde, karot (silindirik) kayaç örneklerinin boyları ve çapları birbirine dik iki ayrı yönde kompasla ölçülür ve örneklerin hacimleri hesaplanır. Örnekler, saf su ile doldurulmuş beherde (tank) en az 12 saat bekletilir (Şekil 5.27). 12 saat sonunda örnekler saf sudan çıkarılarak, suya doymun yüzeyleri kağıt havlu ile kurulandıktan sonra, ıslak ağırlıkları hassas terazide yapılan tartı işlemi ile belirlenir (Şekil 5.28). Örnekler, 105⁰C' ye ayarlanmış fırında en az 12, tercihen 24 saat boyunca kurumaya bırakılırlar. Fırından çıkarılan örneklerin kuru ağırlıkları hassas terazide belirlenir. Gerekli hesaplamalar yapılarak örnekler ağırlıkça ve hacimce su emme oranları (8.3) ve (8.4) de ki formüllerle hesaplanır.



Şekil 5.27 : Örneklerin suda bekletilmesi



Şekil 5.28 : Kayaç örneklerin tartılması

$$A_w = [(W_d - W_k) / W_k] * 100 \quad (8.3)$$

$$H_w = [(W_d - W_k) / V] * 100 \quad (8.4)$$

W_d = doymun örnek ağırlığı (gr)

W_k = kuru örnek ağırlığı (gr)

V = örneğin hacmi (cm³)

A_w = ağırlıkça su emme (%)

H_w = hacimce su emme (%)

Bu çalışmada, hacimce ve ağırlıkça su emme değerleri hesaplanmasına rağmen sonuçlarda ağırlıkça su emme değerleri verilmiştir. Çünkü iki su emme deneyi arasında elde edilen sonuçlarda ciddi bir farklılık gözlenmemiştir, dolayısıyla deneylerden birisinin sonuçları tercih edilmiştir (Şekil 5.29).

Gözeneklilik tayini, tek eksenli sıkışma deneyi yapmak amacıyla hazırlanan silindirik örnekler üzerinde ISRM (Suggested Methods for Void Index Determination Using the Quick Absorption Technique, 1977) standartlar takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Her bir kayaç seviyesinden en az beş örnek hazırlanarak bunlar üzerinde deney gerçekleştirilmiş ve elde edilen ortalama değerler dikkate alınmıştır. Boyutları ölçülmüş ve yoğunluk ve hacmi belirlenmiş olan numuneler, 105⁰C' ye ayarlanmış fırında en az 12 saat kurutulur ve havadan nem almadan soğuması için 30 dakika süreyle desikatörde bekletildikten sonra tartılarak kuru ağırlığı belirlenir. Daha sonra örnekler su dolu bir beherin/kabın içinde 48 saat bekletilir. Suyu doymuş hale getirilen örneklerin kâğıt havlu ile yüzeyi kurulanıp hassas terazide tartılır ve suya doymuş ağırlığı belirlenir (Şekil 5.29). Bu işlem gözeneklere giren suyun buharlaşmasına engel olmak için, mümkün olduğunca hızlı tamamlanmalı ve işlem sırasında örneklerden parçacıkların kırılıp kaybolmamasına özen gösterilmelidir. Kayaçlardaki boşlukların hacmi, gözeneklilik ve boşluk oranı (8.5), (8.6) ve (8.7) de ki formüllerle hesaplanır.

$$V_v = (W_d - W_k) / \rho_w \quad (8.5)$$

$$n = (V_v / V) \times 100 \quad (8.6)$$

$$e = n / (100 - n) \quad (8.7)$$

V_v = boşluk hacmi

e = boşluk oranı

n = gözeneklilik oranı

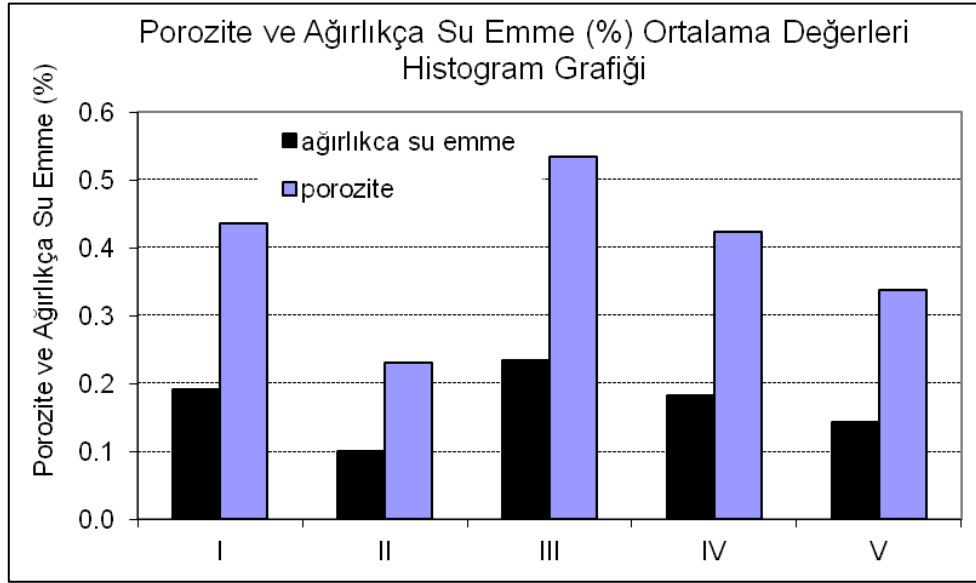
W_d = doymuş örnek ağırlığı (gr)

W_k = kuru örnek ağırlığı (gr)

ρ_w = suyun yoğunluğu (gr/cm³)

V = toplam hacmi (cm³)

Elde edilen ağırlıkça su emme, gözeneklilik ve boşluk oranı, kullanılan kayaç örneklerinin ölçülen boyutları ile birlikte, Ek A'da verilmiştir.

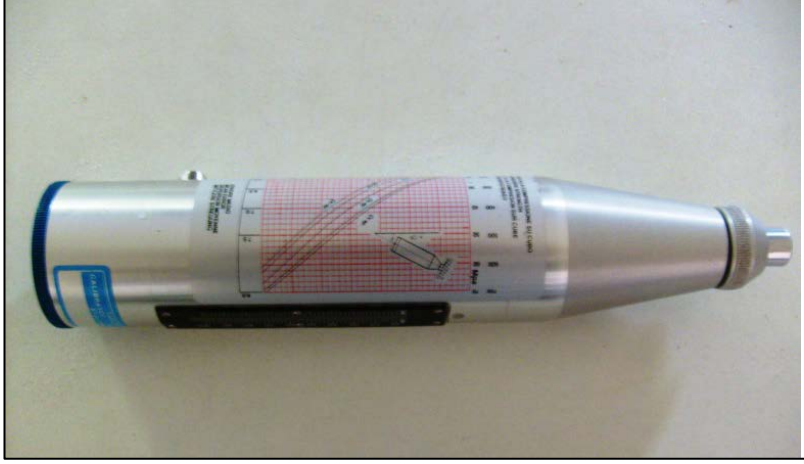


Şekil 5.29 : Gözeneklilik ve ağırlıkça su emme oranlarının ortalama değerleri

5.3.5. Schmidt sertlik ve Vp dalga hızı deneyleri (Non-destructive Tests)

Schmidt sertlik deneyi, L tipi çekiç kullanılarak (Şekil 5.30), ISRM (1978; Suggested Method for Determining Hardness and Abrasiveness of Rocks – 1978; Part 3- Suggested Method for Determination of the Schmidt Rebound Hardness) standartları takip edilerek yapılmıştır. Örnek numune olarak tek eksenli sıkışma deneyi numunelerinin kullanımı (NX boyutunda karot) uygundur. Deneyden önce, kullanılacak çekicinin kalibrasyonu örs kullanılarak yapılır. Deney sırasında ve numune hazırlanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar standartlarda belirtilmiş olup, bu öneriler dikkate alınmıştır. Deney yapılırken, kayaç örneği v şekilli bir yatağa uzunlamasına yerleştirildikten sonra, çekicinin ucu numunenin (yanağına) yüzeyine dik konumda olacak şekilde yavaşça bastırılır ve çekicinin içindeki yaydan geri tepme sesi geldiği anda, çekicinin gövdesi üzerindeki gösterge sabitleme tuşuna basılarak, geri sıçrama değeri çekicinin gövdesindeki göstergeden okunur. Aynı işlem deney örneği üzerinde birbirinden uzaklığı en az çekicinin uç çapına eşit olan, en az 10 farklı noktada tekrarlanarak okunan geri sıçrama sertlik değeri ve çekicinin konumu forma kaydedilir. Deney sırasında herhangi bir çatlak oluşması veya gözle görülebilir diğer bir yenilmenin gelişmesi halinde deney iptal edilir. Her bir kayaç numunesine ait olan 10 adet vurma sonucu elde edilen on adet vuruşun ortalaması alınarak deney sonucu verilir.

Elde edilen sertlik değerlerinin genel olarak dağılımını Şekil 5.32’de verilmiştir. Ayrıca, elde edilen ŐekiŐ geri tepme değerleri detay olarak, Ek B’de verilmiştir.



Şekil 5.30 : L-tipi Schmidt çekici

Sonik Hız deneyi, kayaçların elastisite (deformasyon) modülünün (E) hesaplanması ve V_p dalga hızının doğrudan tespit edilerek kullanılması amacıyla yapılır. Yapılan bu deneyde Rummel, F. and Van Heerden, W.L. (1978) tarafından önerilen standartlar takip edilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen deneyler için Pundit Plus CNS Farnell cihazı kullanılmıştır (Şekil 5.31).



Şekil 5.31: Sonik hız deneyi için kullanılan Pundit Plus CNS Farnell cihazı

Çalışmada kayaçların elastisite modülünde (E) hesaplanmasına rağmen kayaçların Vp değerleri ile paralellik göstermesinden dolayı burada E değeri tekrar verilmemiştir. Ancak E değerinin hesaplanması (8.8) de ki gibidir.

$$E_d = \rho \cdot V_s^2 \cdot (3 \cdot V_p^2 - 4 \cdot V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2) \quad (8.8)$$

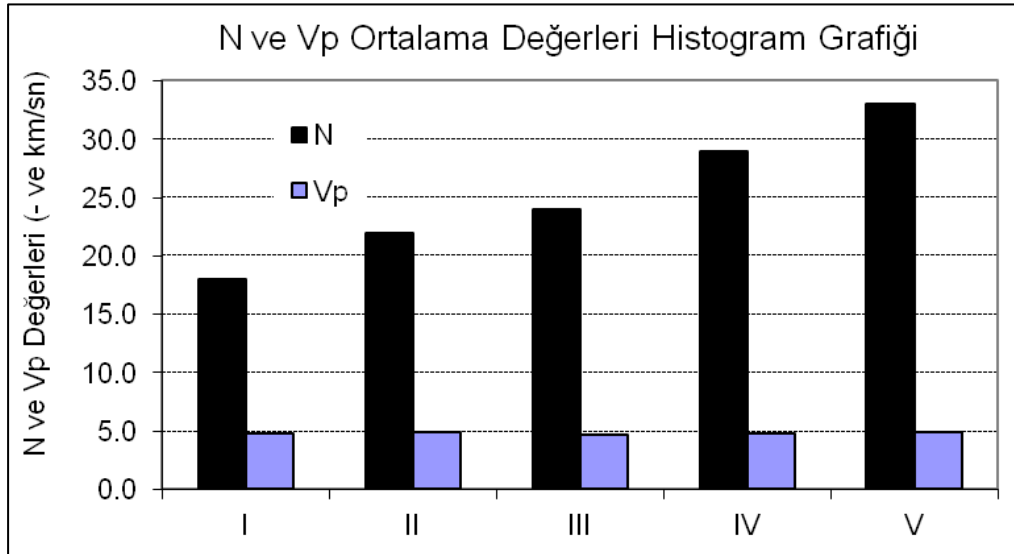
E_d = Dinamik Elastisite Modülü (Pa)

V_p = P dalgasının yayılma hızı (m/sn)

V_s = S dalgasının yayılma hızı (m/sn)

ρ = yoğunluk (gr/cm^3)

Şekil 5.32’de görüldüğü gibi, kayaçların her bir seviyesi için elde edilen sertlik değerleri (N) önemli değişim gösterirken, Vp değerleri birbirine yakındır. Elde edilen Vp değerleri detay olarak, Ek C’de tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ile birlikte verilmiştir.

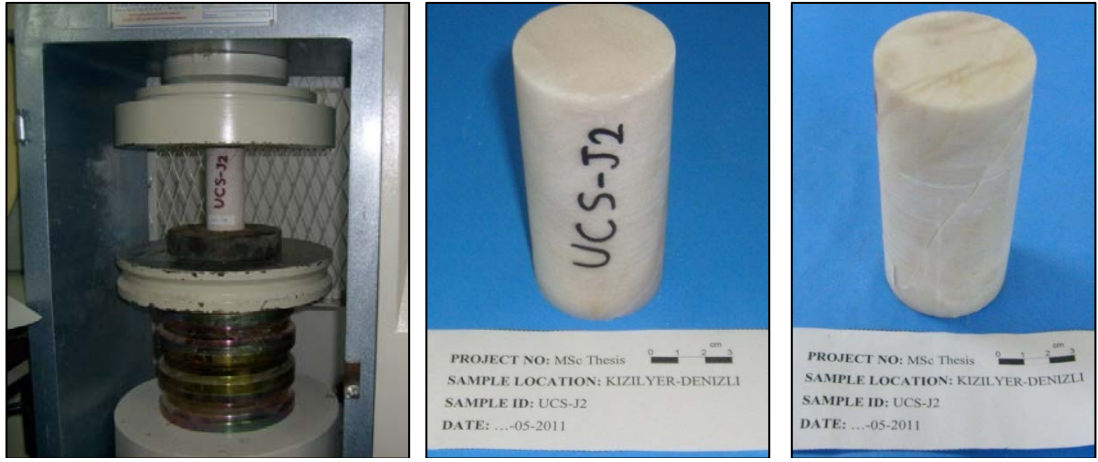


Şekil 5.32 : P-Dalga hızı ve schmidt sertlik deneylerinin ortalama değerleri

5.3.6. Tek eksenli sıkışma ve dolaylı çekme dayanımı deneyleri

Kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımının tespiti amacıyla yapılan deneyde, silindirik, boy çap oranı ikiye bir (2:1) olan düzgün ve ISRM (1978) standartlara göre hazırlanmış numuneler kullanılmıştır. Deney numunelerin hazırlanmasında ve uygulanmasında, ISRM (1979) [Suggested Method for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials – 1979; Part 1 - SM for Determination of the Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials] standartları

kullanılmıştır. Deney örnekleri, her bir kayaç seviyesinden beş adet olmak üzere hazırlanmıştır. NX olarak tabir edilen 54mm çapında silindirik numuneler hazırlanmıştır. Bu numunelerin alt ve üst yüzeyleri düzeltilerek pürüzsüz olmasına ve yüzeylerin birbirlerine paralel olmasına dikkat edilmiştir. Deney numunelerinin hazırlanmasında ISRM (1979) takip edilerek gerekli hassasiyet gösterilmiştir. Numunelerin doğal veya yapay çatlak, kırık, bozuşma (alteration) içermemiş olmasına dikkat edilerek, doğal ve intak olarak tabir edilen “sağlam kayaç örneği” olmasına önem verilmiştir. Özel hazırlanmış kayaç numunesi, sabit bir hızla ve sürekli olarak yükleme yapan bir presin (Material Testing Machine) altına yerleştirilir ve örnek yük altında kırılıncaya kadar deney sürdürülür (Şekil 5.33).



Şekil 5.33 : Tek eksenli basma dayanımı deney düzeneği ve numuneler

Sabit hızla (0,5-1 MPa) sürekli olarak yüklemeye maruz kalan numunenin yenildiği yük kayıt edilir. Yenilme yükünün, silindirik kayaç örneğinin kesit alanına boranı ile de tek eksenli sıkışma dayanımı değeri (8.9) ve (8.10) da ki formüllerle hesaplanır.

$$\sigma_c = F/A \quad (8.9)$$

$$A = \pi.r^2 \quad (8.10)$$

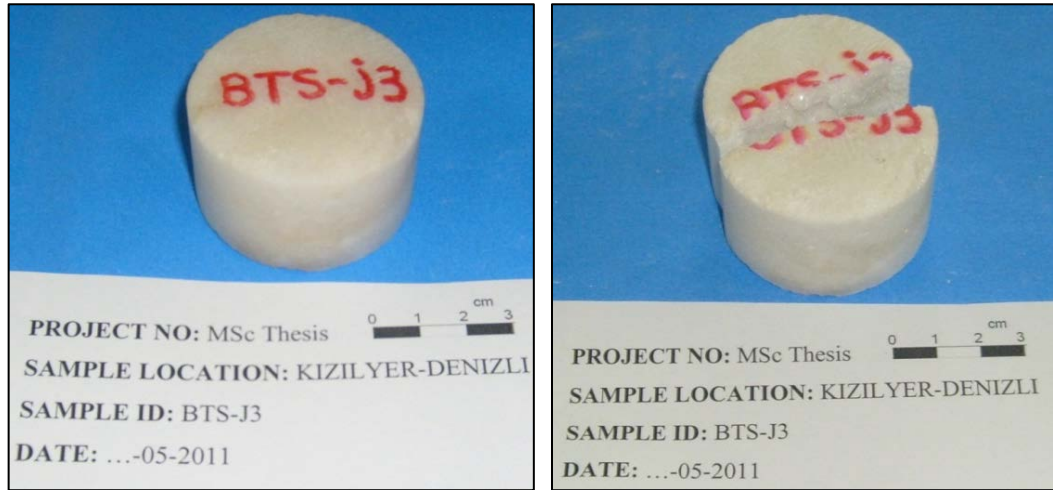
σ_c = Tek eksenli sıkışma dayanımı

A = Silindirik örneğin kesit alanı

F = Yenilme yükü

r = Silindirik örneğin yarıçapı

Kayaçların çekme dayanımının tespiti için dolaylı (Brazilyan) çekme dayanımı deneyi, ISRM (1978) [Suggested Method for Determining Tensile Strength of Rock Materials-1978; Part 2-Suggested Method for Determining Indirect Tensile Strength by the Brazil Test] standartları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. NX (54mm) çapında ve boy çap oranı 0,3-0,7 arasında olabilen ancak tercihen bu oranın (1:2) 0,5 olması istenilen kayaç örneklerinden her bir kayaç seviyesi için beş adet, ilgili standartlara göre hazırlanarak deney için kullanılmıştır (Şekil 5.34).



Şekil 5.34 : Dolaylı çekme dayanımı için hazırlanan standart örnekler ve kırılma

Yüklemeye hızı ayarlanabilen ve dolayısıyla, tek eksenli sıkışma dayanımı deneyinde kullanılan pres bu deneyde de kullanılmıştır (Şekil, 5.35).



Şekil 5.35 : Dolaylı çekme dayanımı deney düzeneği ve numunenin yük altındaki konumu

Çekme dayanımı tespiti için, kayaç örneğine sabit (0,2-0,3 MPa) ve sürekli bir yükleme yapılarak kayacın yük altında yenilmesi sağlanır ve yenilme yükü ile numune boyutları arasındaki (8.11) de ki bağıntı kullanılarak çekme dayanımı hesaplanır.

$$\sigma_t = [(0,636.F) / (D.t)].10^3 \quad (8.11)$$

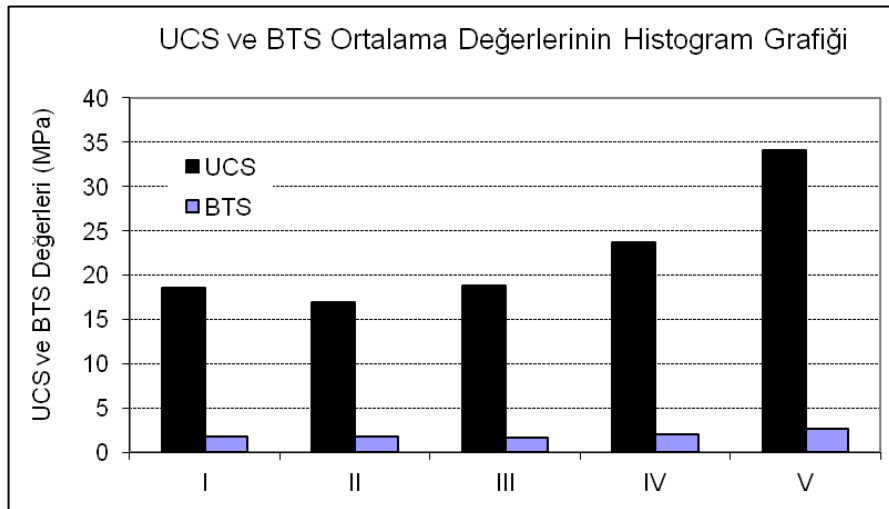
F = Örneğin yenilme yükü (kN)

D = örneğin çapı (mm)

t = örnek kalınlığı (mm)

σ_t = çekme dayanımı (MPa)

Elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı ve dolaylı çekme dayanımı değerlerinin kayaçların seviyelerine ve tiplerine göre dağılımı Şekil 5.36'da verilmiştir. Şekil 5.36'da görüldüğü gibi kayaçların sıkışma ve çekme dayanımı değerleri, her bir seviye için farklılık göstermektedir. En yüksek sıkışma dayanım değerleri dolomit seviyesi için gözlenirken, bu değer jips (I) ve dolomitli jips (II) olarak tanımlanan örnekleme seviyelerinde daha düşüktür. Diğer taraftan dolaylı çekme dayanımı değerleri birbirine göreceli olarak yakın olarak elde edilmiştir. Kayaçlara ait tek eksenli sıkışma dayanımı ve dolaylı çekme dayanımı değerleri, kullanılan örneklerin özellikleri ve boyutları ile birlikte Ekler C ve D'de detaylı olarak verilmiştir. Ayrıca, kayaçların deneyden önceki ve sonraki numuneler ve yenilme şekilleri Ek F1 ve Ek F2 de fotoğraflar olarak verilmiştir.



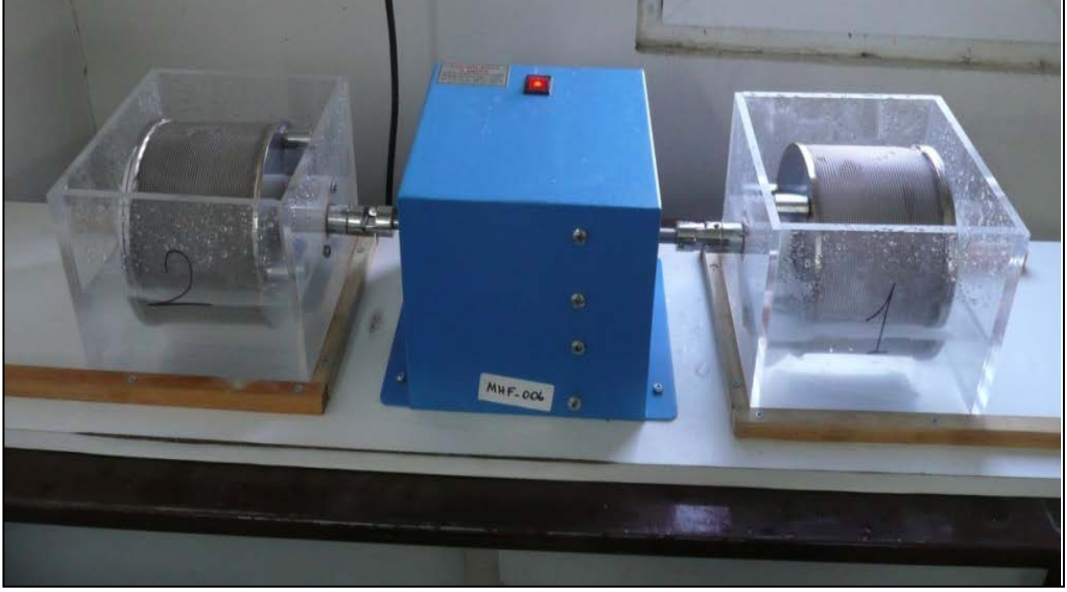
Şekil 5.36 : Tek eksenli sıkışma dayanımı ve dolaylı çekme dayanımı ortalamaları

5.3.7. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi

Suda dağılmaya karşı duraylılık (SDI) deneyi, ISRM (1977) [Part 2. Suggested Method for Determination of the Slake-Durability Index] standartları takip edilerek yapılır. Kayaçların kuruma ve ıslanma döngüsüne maruz kalması sonucu, ortama karşı gösterecekleri duraylılık derecesinin indeks olarak belirlenmesi için, birden fazla çevrim yapılarak sonuçlar değerlendirilir. Standartlar göz önünde bulundurulduğunda, iki çevrim yeterli olarak belirtilmiştir. Ancak, bu tez çalışmasından çevrim sayısı on (10) a kadar devam ettirilerek deney çevrim sayısının sonuçlara etkisi de irdelenmiş, fakat bu durum tez çalışması kapsamında olmadığından dolayı, tez çalışmasında birinci ve ikinci çevrim sonucu elde edilen indeksler (I_{d1} ve I_{d2}) dikkate alınmıştır. Deney üniversitemizin laboratuvarında standartlara uygun olarak hazırlanmış, suda dağılmaya karşı duraylılık deney düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Deney düzeneği; sabitleştirilmiş sert tabanlı, 140 mm çapında, uçları kapatılmamış, 100 mm uzunluğunda, 2mm standart açıklığı sahip elek açıklığı olan deney tamburu, “105⁰C sıcaklığa kadar dayanıklı olup, ayrılabilir bir kapağa da sahiptir ve ekseninin 20 mm alt seviyesine kadar su alabilecek ve serbestçe dönebilecek bir yatay mülle desteklenmiş olmalıdır”. Tamburun içine konulduğu saydam fiber hazne ki bu haznenin tabanı ile tambur arasında, tamburun yerleştirme işleminden sonra 40 mm’lik bir açıklık kalmalıdır. Bu düzeneğin ve tamburun 10 dakikada 20 devir yapmasını sağlayabilen güçte bir motordan oluşmaktadır (Şekil 5.37). Buna ek olarak, standart bir laboratuvarında bulunabilen, hassas terazi, numune kapları, numune kurutma amaçlı etüv (105 ± 3⁰C) ve süre ölçmek amaçlı bir saat yeterli olacaktır.

Her biri 40 ile 60 gr olan, 10 adet kayaç parçası toplamda ortalama 450-550 gr olacak şekilde hazırlanır. Numuneler mümkün olduğu kadar, yuvarlak olarak hazırlanmalıdır ve köşeli olmamasına dikkat edilmelidir (Şekil 5.38). Köşelerinin birbirine çarparak ani mekanik parçalanmalara neden olmaması için, gerekirse, örnek parçaların köşeleri standart (yuvarlak) şekle getirilmelidir. Daha sonra ağırlıkları bilinen bu on adet numune bir deney örneği olarak ele alınmalıdır ve etüvde 105⁰C sabit sıcaklıkta 6 saat, tercihen 12 saat süreyle kurumaya bırakılmalıdır. Kuruma sonunda, bu on adet kaya örneği bir numune olarak kabul edilir ve 30 dakika kadar soğumaya bırakılır daha sonra kaplarıyla birlikte tartılır (A) ve ağırlıkları kayıt edilir. Deney yapılırken, tambur, şeffaf hazne içine yerleştirilir ve hazne üzerinde işaretli

seviyeye kadar sıcaklığı 20°C olan musluk suyu veya tercihen saf su ile doldurulur. Motor çalıştırılarak, her birinin içerisinde on adet numune parçası (bir adet deney örneği) bulunan tamburlar 10 dakika boyunca döndürülür.



Şekil 5.37 : Suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneyi düzeneği



Şekil 5.38 : Suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneyi numuneleri

Bu süre (10 dakika) sonunda tambur haznedan alınıp içindeki örnekler kaplara konur ve 12 saat süreyle kurumaya bırakılır. Kuruma sonrası örnekler tekrar kaplarıyla birlikte (B) tartılır ve ağırlıkları kaydedilir. Böylece bir çevrim tamamlanmış olur (Şekil 5.39). İkinci ve daha sonraki çevrimler içinde bu işlemler aynen tekrarlanır.

Her bir çevrim sonunda suda dağılmaya karşı duraylılık indeks değerlerinin hesaplanması için aşağıdaki hesaplama yöntemi tekrarlanarak kullanılır (8.12).

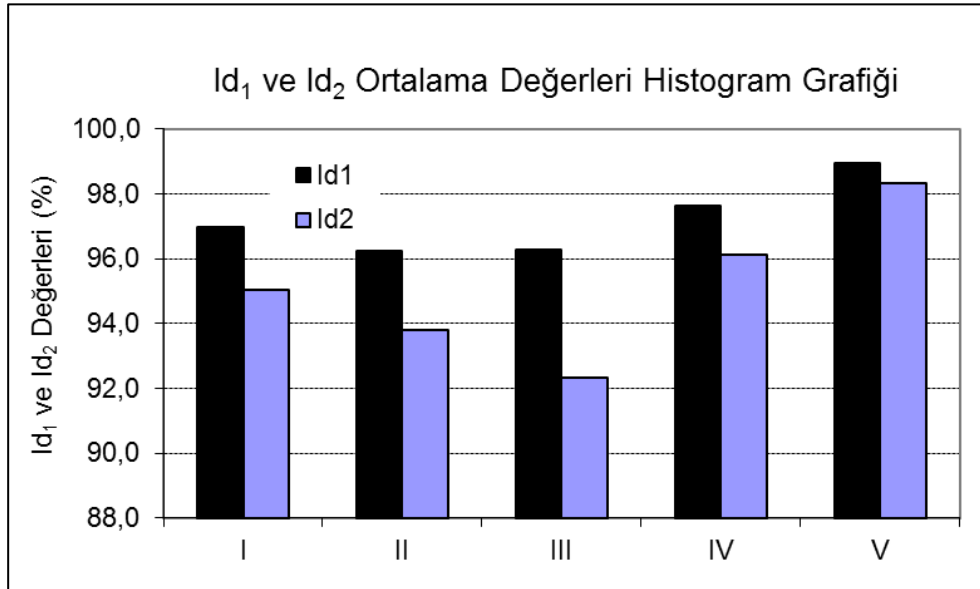
$$Id_1 (\%) = [(B-K) / (A-K)].100 \quad (8.12)$$

A = Başlangıçtaki kuru (kap + numune) ağırlığı (gr)

B = Çevrim sonunda kuru (kap + numune) ağırlığı (gr)

K = Kap ağırlığı (gr)

Bu hesaplama her çevrim için tekrar edilebilir ve çevrim sayısına göre indeksler tespit edilir. Her bir kayaç örnekleme seviyesi için yapılan yirmi beş adet deneyin sonuçları ve dağılımı birinci ve ikinci çevrimler için elde edilmiştir ve Şekil 5.39'da verilmiştir.



Şekil 5.39 : Suda dağılmaya karşı duraylılık indekslerinin ortalama değerleri

Şekil 5.39'da görüldüğü gibi, duraylılık değerleri en yüksek olan seviye, beşinci seviyedir ve bu seviyede dolomit olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla, kayaçların dayanımı ve sertliklerinin suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi ile olan ilişkisi genel olarak gözlenebilmektedir. Özellikle jips ve dolomit ardasından oluşan numunelerde (II ve III), dağılma ve dolayısıyla suda dağılmaya karşı direnç, jips (I) ve dolomite (IV ve V) oranla daha az olarak görülmüştür. Kayaçlara ait suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneylerinin numune parametreleri ve indeks değerleri Ek E'de detaylı olarak verilmiştir. Ayrıca, kayaçlar parçalarının doğal şekli ve ilk iki çevrim sonucu geldikleri şekiller Ek F3 de verilmiştir.

6. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, ISRM standartları dikkate alınarak, dolomit jips ardalanmasından oluşan Kızılyer jips ve dolomitlerinin fiziko-mekanik özellikleri deneyler yapılarak araştırılmıştır. Araziden elde edilen kayaç örnekleri, beş farklı seviye olarak ele alınmış, kayaçların jipslerden dolomitlere doğru geçişinde, mühendislik parametrelerinin değişimi incelenmiş ve birbirleriyle ilintileri ele alınmıştır. Araziden alınan blok kayalardan elde edilen numunelerde, kuru birim hacim ağırlık (KBHA), doygun birim hacim ağırlık (DBHA), ağırlıkça su emme oranı (w), gözeneklilik (n), Schmidt sertlik (N), Vp dalga hızı (Vp), tek eksenli sıkışma dayanımı (UCS), dolaylı (Brazilyan) çekme dayanımı (BTS) ve suda dağılmaya karşı duraylılık (Id) deneyleri gerçekleştirilmiştir. Standartlara uygun olarak, her bir deney için en az beş numune hazırlanarak, deneye tabi tutulmuş ve değerlendirmelerde bu beş deneyin ortalaması alınarak sonuçlar yorumlanmıştır. Kayaçlarda yapılan çalışmalarda elde edilen toplu sonuçlar ve bu sonuçların ortalamaları Çizelge 6.1’de verilmiştir. Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi, Kayaçların ortalama UCS değerleri, 17-34 MPa; BTS değerleri ise ortalama 1,7-2,7 MPa arasında değişmektedir. Ek olarak, yine KBHA, DBHA, N, Vp, w ve Id₂ değerleri de kayaçların içerdiği dolomit ve jipslerin miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu değerlerdeki değişimin esas gerekçesi, kayaçların içerdiği doku, mineral ve tane boylarının da farklı olmasındandır. Ancak, elde edilen Id₂ değerlerine bakıldığında, seviye II ve III deki değerlerin düşük olması, kayaçlardaki jips dolomit ardalanmasının sonucudur. Jips kolay çözülebilen bir kayaçtır ve dolomitten daha önce duraylılığını kaybeder. Bu durumda jips dolomit ardalanmalı kayaçlarda çözünme, sadece jips veya dolomitlerden oluşan kayaçlara oranla daha kolay olmaktadır. Bu çalışmada, aynı tip kayaçlardan oluşan, farklı arazilerde düşünülen çalışmalara bir ilk olması açısından, kayaç parametrelerinin birbirleriyle olan ilişkisi incelenmiştir. Aynı tip kaya kütleleri için ki bunlar jips, dolomitli jips, dolomit-jips, jipsli dolomit ve dolomittir, elde edilen ilişkiler, aynı tip kaya ardalanmalarından oluşan başka bir projenin ön inceleme sırasında dikkate alınabilir. Dolayısıyla, burada kayaç parametrelerinin birbirleriyle olan ilişkileri ve

bilinen bir parametreden, bilinmeyen bir parametrenin elde edilmesi amacıyla basit regresyon çalışması yapılmıştır. Yapılan istatistiksel ve deneysel çalışmalar sonucu elde edilen regresyon katsayılarına bakıldığında, tek eksenli sıkışma dayanımının, BTS, Id_2 , KBHA, DBHA ile olan ilişkisi yüksektir ve bağıntı aynı tip kayalar için kullanılabilir.

Kontrol edilemeyen anizotropiden dolayı bazı yapısal yenilmeler gözlenmiştir. Örneğin V. Blokta III. numuneye ait tek eksenli sıkışma dayanımı 20,2 MPa olarak elde edilmiştir (Çizelge 6.1). Buna bağlı olarak aynı durum XRF analizleri sonuçları içinde geçerlidir. Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'te ki dolomit örneklerinde Mg oranının düşük çıkması anizotropiden dolayı dolomit örneklerinin çok az da olsa jips içeriğine sahip olduklarını göstermiştir.

Çizelge 6.1 : Kayaların fiziko-mekanik özelliklerinin deneysel sonuçları

Blok Adı	UCS (MPa)	BTS (MPa)	Id_2 (%)	N -	Vp (km/sn)	KBHA (kN/m ³)	DBHA (kN/m ³)	w (%)
I	20.6	1.92	94.95	18	4.680	22.36	22.39	0.14
	14.6	1.56	95.25	16	4.824	22.37	22.41	0.20
	19.3	1.85	95.07	19	4.700	22.40	22.45	0.26
	20.6	1.55	94.95	17	4.761	22.27	22.33	0.28
	17.6	1.82	95.08	19	4.888	22.40	22.42	0.08
Ortalama	18.54	1.74	95.06	18	4.771	22.36	22.40	0.19
II	16.1	1.61	93.14	21	4.761	22.44	22.46	0.11
	15.7	1.19	94.25	22	4.845	22.55	22.57	0.12
	15.0	1.97	94.99	21	4.782	22.41	22.43	0.08
	16.8	2.39	95.44	23	4.782	22.56	22.58	0.10
	21.2	1.59	91.26	23	5.092	22.62	22.64	0.08
Ortalama	16.95	1.75	93.82	22	4.852	22.51	22.54	0.10
III	18.4	1.93	87.48	25	4.661	22.43	22.51	0.36
	15.8	1.45	93.79	24	4.958	22.44	22.46	0.08
	16.5	1.97	92.33	23	4.661	22.21	22.25	0.20
	20.5	1.33	94.46	24	4.741	22.41	22.44	0.11
	23.0	1.97	93.51	25	4.453	22.34	22.43	0.42
Ortalama	18.82	1.73	92.31	24	4.695	22.37	22.42	0.23
IV	23.9	2.02	96.12	31	4.508	22.90	22.96	0.28
	23.6	1.49	95.31	27	4.761	22.66	22.67	0.09
	23.0	1.95	96.09	29	5.000	22.85	22.88	0.13
	26.8	3.01	96.56	28	4.803	22.67	22.72	0.22
	21.6	1.97	96.53	29	4.977	22.36	22.41	0.21
Ortalama	23.75	2.09	96.12	29	4.810	22.69	22.73	0.18
V	26.9	2.73	98.31	33	5.128	22.93	22.96	0.14
	25.5	2.45	98.05	32	4.897	23.09	23.13	0.17
	20.2	2.23	97.92	32	4.819	22.87	22.93	0.23
	56.1	2.89	98.61	33	4.782	23.43	23.46	0.10
	41.6	2.78	98.69	34	5.086	23.23	23.25	0.08
Ortalama	34.06	2.62	98.31	33	4.942	23.11	23.14	0.14

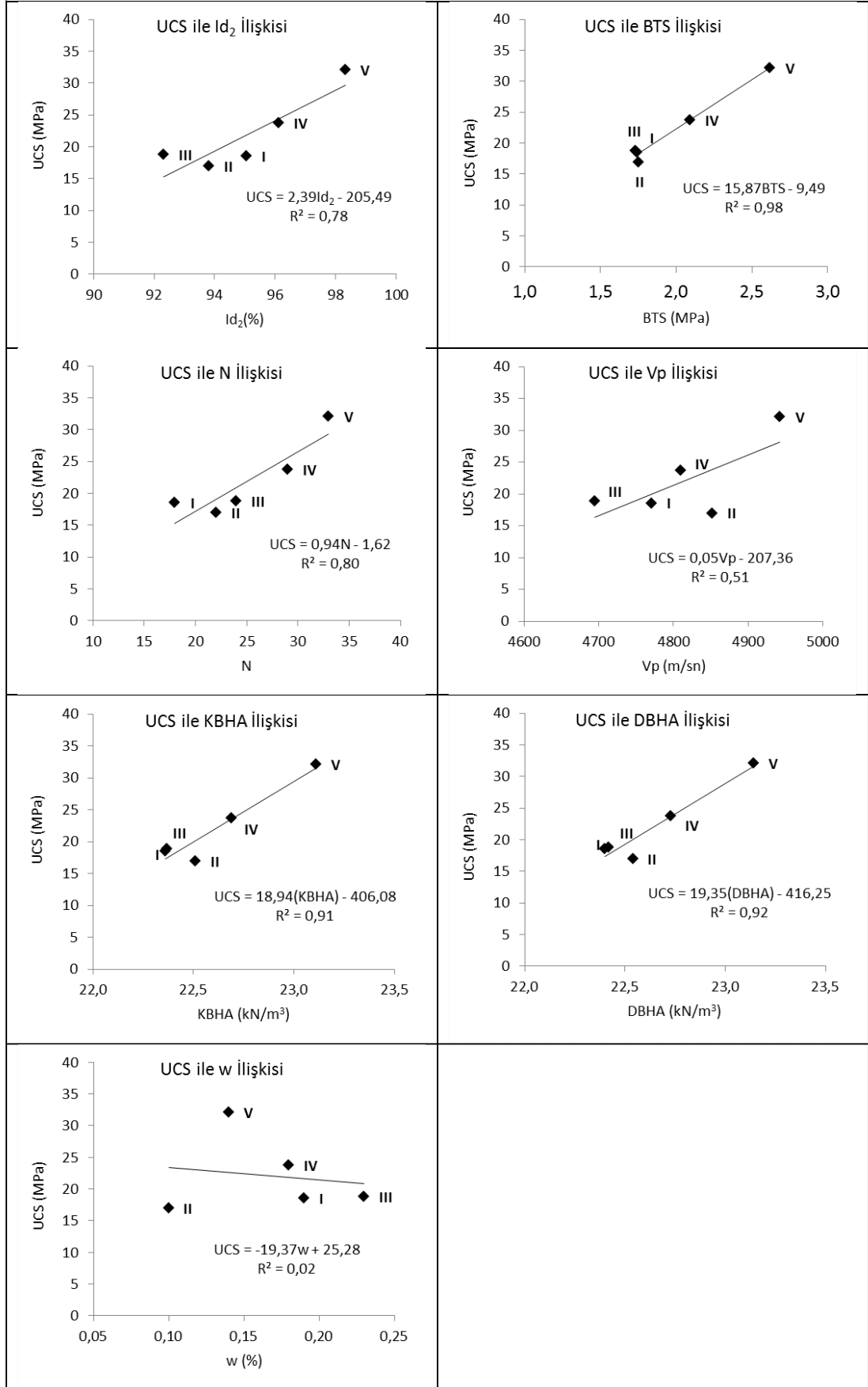
I = Jips; II = Dolomitli Jips; III = Jips dolomit eşit; IV = Jipsli Dolomit; V = Dolomit

Çizelge 6.2 : Kayaçların fiziko-mekanik özelliklerinin ilişki (determination of coefficient) katsayısı ile karşılaştırılması

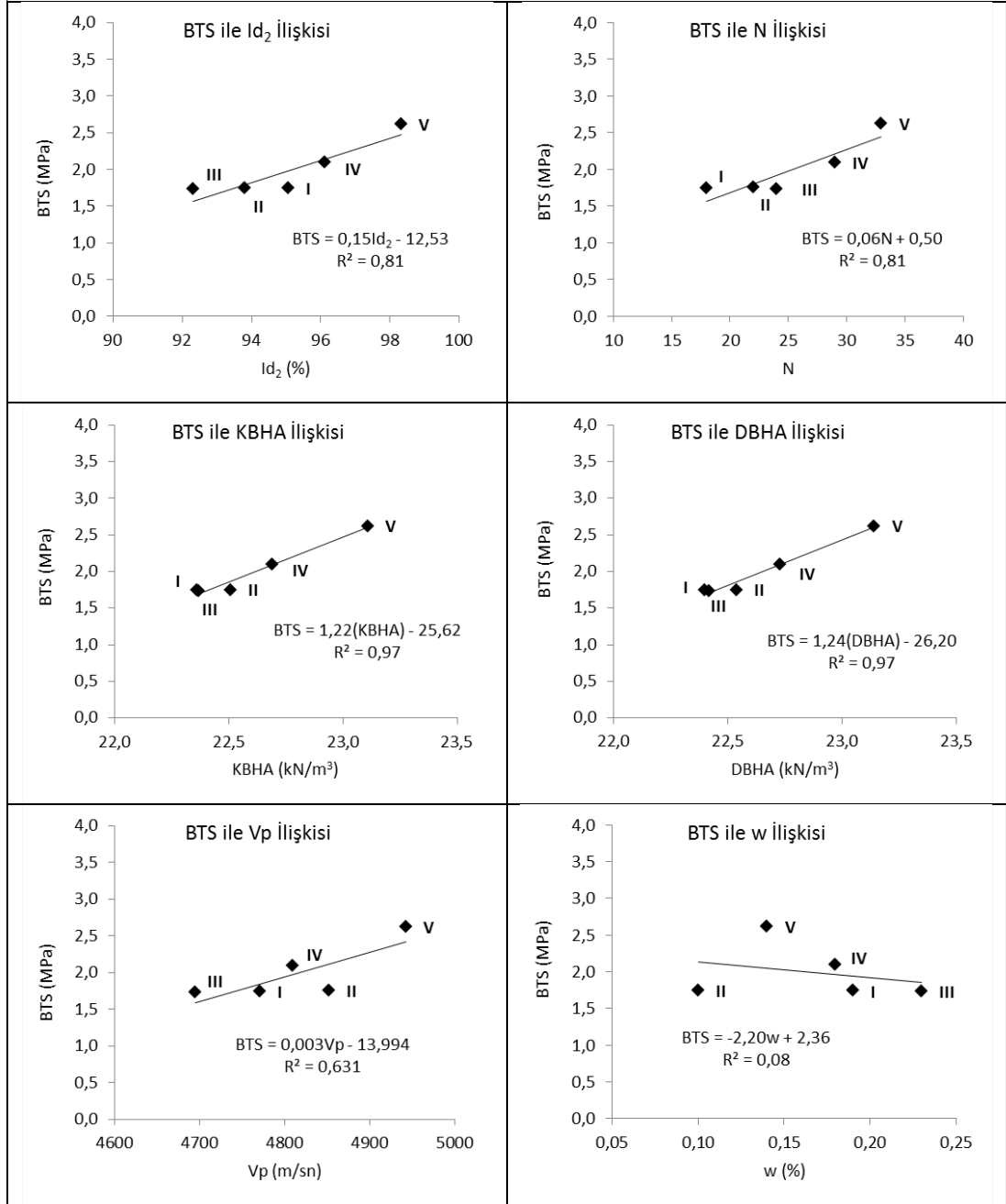
r^2	UCS	BTS	Id_2	N	Vp	KBHA	DBHA	w
UCS	1,00	0,98	0,77	0,77	0,53	0,91	0,93	0,02
BTS	-	1,00	0,82	0,79	0,64	0,97	0,98	0,07
Id_2	-	-	1,00	0,44	0,68	0,78	0,78	0,13
N	-	-	-	1,00	0,35	0,80	0,81	0,02
Vp	-	-	-	-	1,00	0,76	0,73	0,62
KBHA	-	-	-	-	-	1,00	1,00	0,18
DBHA	-	-	-	-	-	-	1,00	0,15
w	-	-	-	-	-	-	-	1,00

Gerek Schmidt sertlik değeri ve gerekse Vp ile olan ilişkisinden elde edilen katsayı göreceli olarak düşük olarak elde edilmiştir fakat UCS ile ağırlıkça su emme değeri arasında bir ilişkisi yoktur (Çizelge 6.2 ve Şekil 6.1).

Dolaylı çekme dayanımının, UCS, KBHA ve DBHA ile olan ilişkisi yüksektir (Çizelge 6.2), N, Id_2 ve Vp ile olan ilişkileri ise göreceli olarak daha düşüktür. Ancak, BTS ile w arasındaki ilişki hariç, diğer tüm ilişkiler ve elde edilen regresyon katsayıları istatistiksel anlamda geçerlidir ve kullanılabilir (Şekil 6.2).

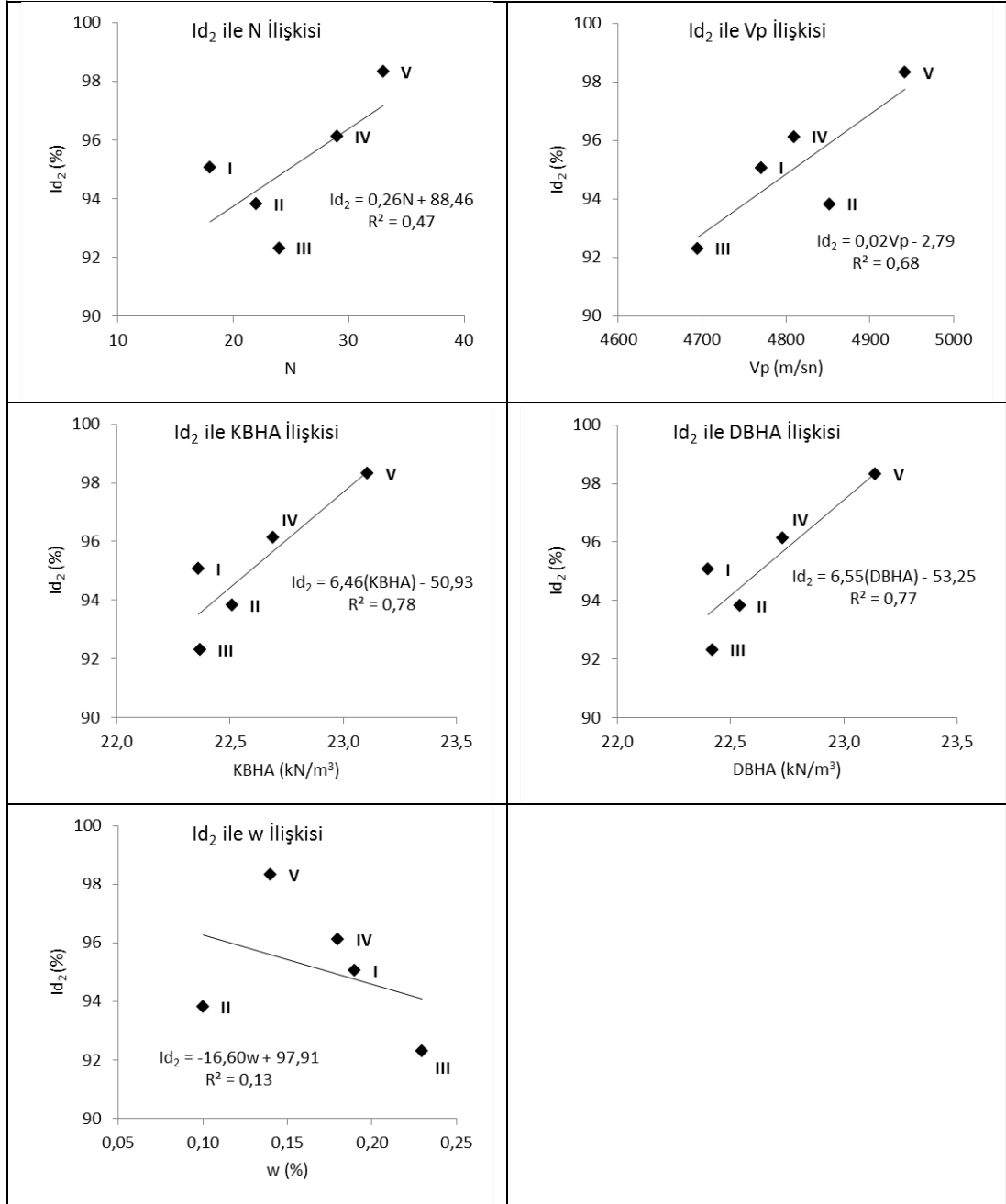


Şekil 6.1 : Tek eksenli sıkıştırma dayanımı ile fiziko-mekanik özellikler ilişkileri



Şekil 6.2 : Kayaçların dolaylı çekme dayanımı ile fiziko-mekanik özellikler ilişkileri

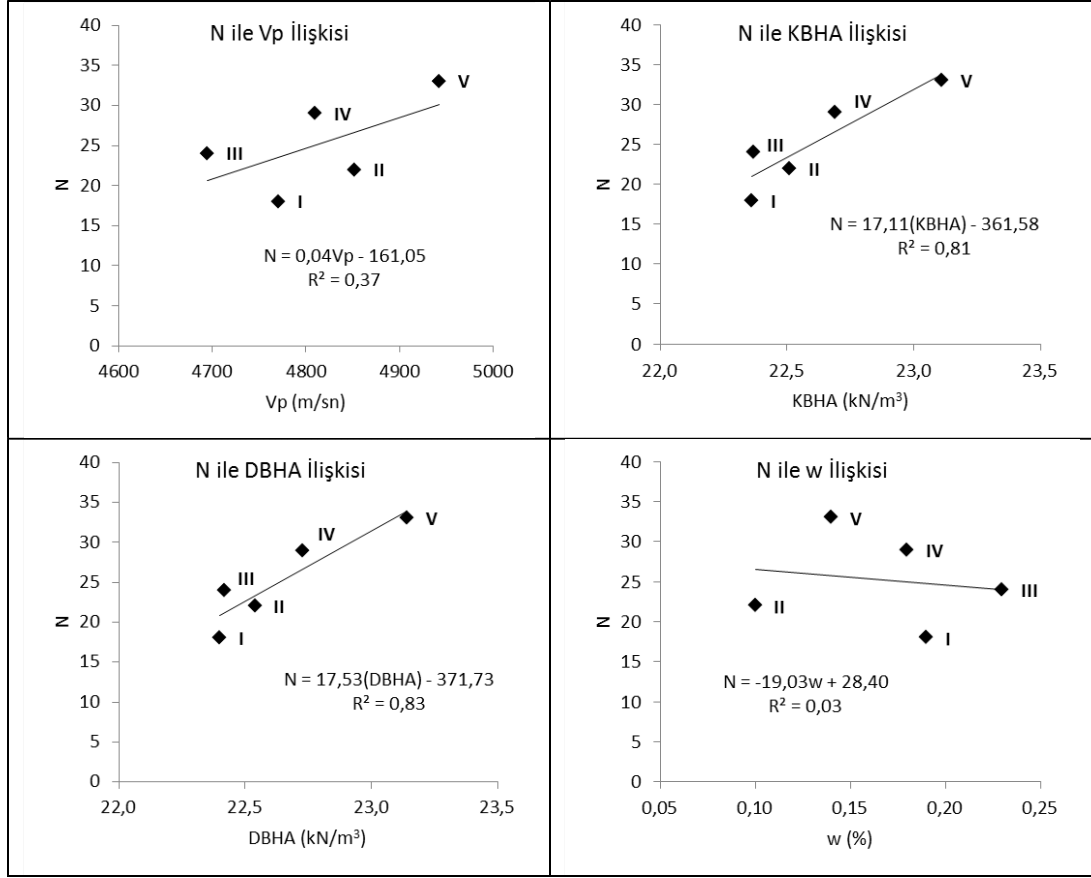
Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi (Id_2) ile dayanım parametreleri (UCS ve BTS) arasındaki ilişkiler kabul edilebilir değerlerdedir (Şekil 6.1 ve 6.2). Buna ek olarak, Id_2 değeri ile KBHA ve DBHA arasında kabul edilebilir bir regresyon katsayısı ve dolayısıyla ilişki vardır, ancak bu değerler N ve V_p için göreceli olarak düşüktür ve w ile olan ilişki ise kabul edilebilir bir değere ($r^2=0,12$) ulaşmamaktadır (Şekil 6.3). Sonuç olarak, aynı tip kaya kütleleri için dahi olsa w ile Id_2 ilişkisi kullanılabilir değildir.



Şekil 6.3 : Duraylılık indeksi (Id_2) ile fiziko-mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler

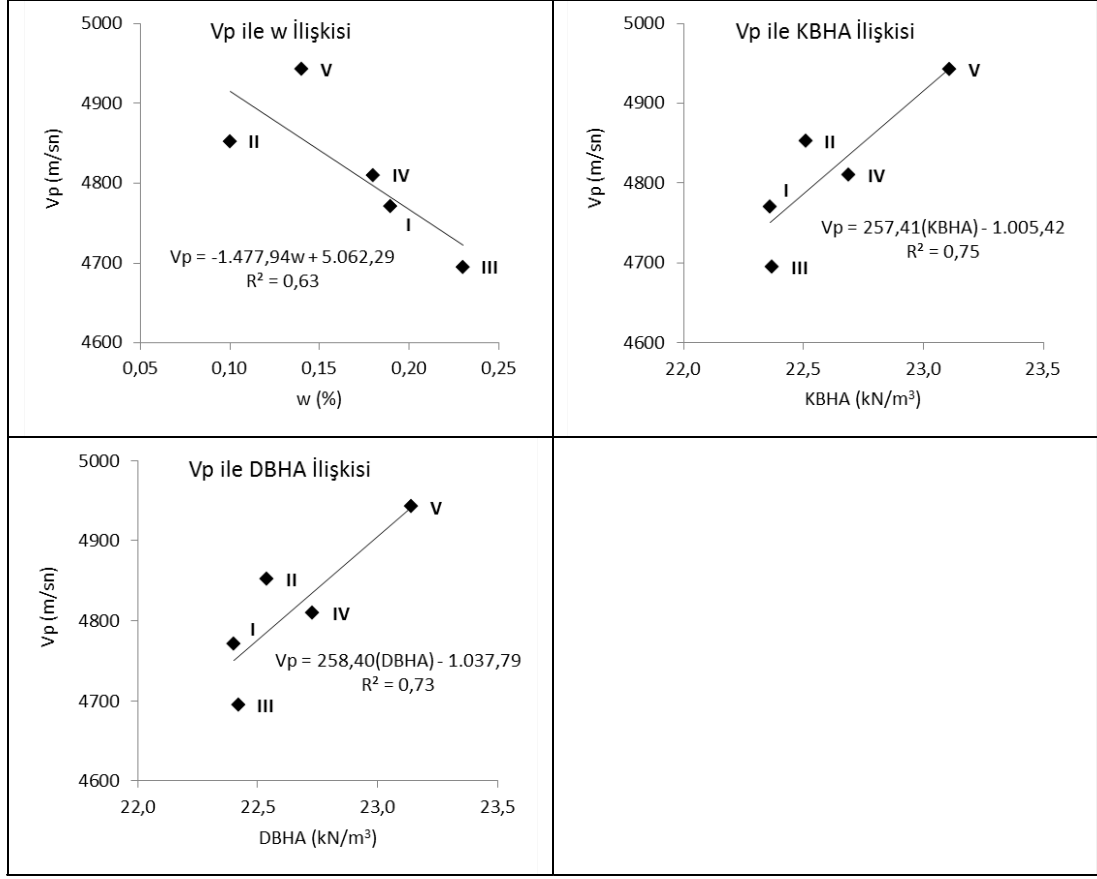
Schmidt sertlik çekisi geri tepmesi değeri ile kayaçların dayanımları (UCS ve BTS) ve duraylılık indeksi arasında elde edilen bağıntılar, önemli derecede yüksek regresyon katsayısına sahiptir (Çizelge 6.2; Şekil 6.2 ve 6.3). Bu sertlik değeri yüzey sertlik parametresi olduğundan dolayı elde edilen bağıntılar, özellikle homojen olmayan kayaçlar için geçerli olmayabilir dolayısıyla dikkatli kullanılmalıdır. Bununla birlikte, Schmidt sertlik çekici deneyi, kayaçların örselenmeden doğal olarak deneye tabi tutulmasına fırsat veren bir deney olup, pratik ve kolay

olmasından dolayı, diğer deneylerin yapılamadığı koşullarda kayaç hakkında ön bilgi edinmek amacıyla elde edilen bağıntılar dikkate alınabilir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4 : Schmidt değeri ile fiziko-mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler

Kayaçların Vp değerlerinin hesaplanması, kayaç deformasyon modülü (E)'nin hesaplanması açısından önemli olmakla birlikte, kayaçların özelliklerinin belirlenmesinde de tek başına kullanılan bir kayaç indeks parametresidir. Arazi ve laboratuvar koşullarından kayaçların fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yaygın pratik bir deneydir. Bilinen Vp parametresinin bilinmeyen diğer kayaç parametrelerinin kestiriminde kullanıldığı bilinmektedir (Yağız, 2011). Burada, Vp değeri ile UCS, BTS, KBHA ve DBHA arasında bir ilişki elde edilmiştir. Ancak bu regresyon katsayıları 0,35-0,8 arasında değişmektedir (Şekil 6.4). En iyi ilişki Vp ile birim hacim ağırlık değerleri arasında elde edilirken, en düşük ilişki Vp ile UCS arasında elde edilmiştir.



Şekil 6.5 : Vp dalga hızı ile fiziko-mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler

Söz konusu kayaç parametrelerinin birbirleriyle ilişkilendirilmesi ve istatistiksel düşünülmesi durumunda elde edilen bu bağıntıların, aynı tip kayaç kütlelerinin bilinmeyen sayısal özelliklerinin kestirimi için kullanılması gerektiği, her kayaç tipi ve koşul için geçerli olmadığı bir gerçektir. Fakat bu çalışmada elde edilen bağıntıların ve sonuçların, aynı tip kaya kütleleri içinde geçerli olduğu unutulmamalıdır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Denizli ili Kızılyer çevresinde (Özdenler Taşocağı) yapılan bu çalışmada, jips ve dolomit araldanmasında oluşan kaya kütlelerinin jeomekanik özellikleri çalışılmıştır. Yapılan çalışmada, jipslerden dolomitlere kadar, beş farklı seviye belirlenmiş ve her bir seviyenin jeomekanik özellikleri belirlenerek bunlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. Birinci seviye olarak ele alınan jipsler, yoğunluk, dayanım, gözeneklilik, suda dağılmaya karşı duraylılık açısından ele alınarak, sonuçlar değerlendirilmiştir. Aynı çalışma serisi, jipsli dolomitler (II), dolomit ve jips numunesi (III), jipsli dolomit (IV) ve dolomitler (V) için yapılarak sonuçlar karşılaştırılmalı olarak yorumlanmıştır. Çalışılan bu I'den V'e kadar olan seviyelerde, en dayanıklı kayaç kütlesi olarak dolomitler gözlenmiştir. Dolomitlerden Jipslere doğru gidildikçe dayanım (tek eksenli sıkışma ve dolaylı çekme) azalmaktadır. Suda dağılmaya karşı duraylılık değerleri de dolomitlerde en yüksek olarak gözlenmiştir. Ancak, dolomit ve jips araldanmasının sık gözlemlendiği numuneler olan II ve III'de suda dağılmaya karşı duraylılık indeks değerleri daha düşüktür. Bunun sebebi ise jips ve dolomitin suda çözünme değerlerindeki farklılıkların araldanmada da kendini göstermesidir. Dolayısıyla, lamina (çizgisel kıvrım ve araldanma) şeklindeki bu iki kayacın araldanmasında, jipsler erken çözüldüğünden, arada bulunan çizgisel şekilde uzanan dolomitler kendisini bırakarak indeks (Id_1 ve Id_2) değerinin düşük olmasına katkı sağlamaktadır. Kayaçlardan elde edilen fiziko-mekanik parametrelerin birbirleriyle karşılaştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Tek eksenli sıkışma dayanımı ile fiziko-mekanik kayaç parametreleri arasında ilişkiler mevcuttur ancak bu ilişkilerin hepsinin geçerli olduğu söylenemez. En yüksek ilişki UCS ile BTS ve Birim hacim ağırlık değerleri arasında gerçekleşirken, en düşük ilişki ise UCS ile w ve N arasında elde edilmiştir. Diğer taraftan yine, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi ile UCS ve BTS arasındaki bağıntı (correlation coefficient) katsayıları da yüksek olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla, kayaç parametreleri arasında elde edilen bu deneye dayalı bağıntılar aynı tip kayaçlar için geçerlidir denilebilir. Ancak, Id_2 ile w , N ve V_p arasındaki ilişkiler geçerli olmayabilir, çünkü suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi için hazırlanan deney numuneleri ile V_p ve N tespiti için kullanılan kayaç

numuneleri birbirinden bağımsız ve farklı boyuttaki örneklerdir ve elde edilen bağıntıların geçerliliği farklı yorumlara açıktır. Bu çalışmada, son derece anizotropik (heterojen) bir kaya kütlesi ele alınmıştır; dolayısıyla, bu kayaç numunelerinin, her birinin kendine özgü fiziksel ve mekanik özelliklerinin olabileceği unutulmamalıdır. Bununla birlikte, elde edilen bağıntılar ve deney sonuçları aynı tür kayaçlar (jips, dolomitli jips, jipsli dolomit veya dolomit) için, gelecekte yapılacak bir proje öncesi ve ön bilgi edinmek amacıyla kullanılabilir.

Elde edilen sonuçlarına bağlı olarak, jips ve dolomitlerin ayrı ayrı ve detaylı olarak incelenmesi gelecekte yapılacak bu tür çalışmalar için önerilebilir. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerlerinin, deney çevrim sayısına bağlı olarak nasıl değiştiğinin araştırılması bu çalışmanın devamı olarak ele alınabilir. Bunlara ek olarak, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi çevrim sayısı (örneğin on'a kadar) ile kayaçların diğer fiziko-mekanik parametreleri arasındaki ilişkilerde diğer bir çalışma konusu olarak önerilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen tüm verilerin Kızılyer bölgesinde işletilen kayaçlara (Jips, dolomit ve dolomit ardalanması) ait olduğu ve dolayısıyla (farklı bölgelerde bulunan aynı tip kayaçlar için kullanılsalar dahi) dikkatli kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.

TERİMLER

Alabastrin Doku: Eş taneli doku

Allokton: Uzun mesafeler boyunca taşınıp, jeolojik olarak orijinal konumunda olmayan bindirme levhasına denir.

Anhidrit: Genellikle kaya tuzu ve alçı taşıyla birlikte bulunan doğal, susuz kalsiyum sülfat.

Birim: Jeolojik katmanlar

Bozuşma: Yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında oluşmuş kayaçların yüzeysel koşullara doğru yaklaştıkça mekanik ve kimyasal değişimlere uğradığı karmaşık bir jeolojik süreçtir.

BTS: Brazilian Tensile Strength (Dolaylı Çekme Dayanımı)

Çift nikol: Polarizör ve analizör devrede

Çört: Silisli sedimanter kayaçlara denir.

Doku: Kayaçların yapısı

Evaporit: Deniz suyunun buharlaşması ile oluşmuş tortul kaya

Fay: Kayaçların bir düzlem boyunca kayması sonucu oluşur.

Formasyon: Bir jeolojik dönemde oluşmuş tabaka dizisi

ISRM: Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği

Jips: Kalsiyum sülfat bileşimine sahip alçı taşı

Kseno-topik mozaik doku: Eşit boyda elemanlardan oluşan başkalaşmış kayaç dokusu.

Latittrakit: Yanardağ kayalıkları arasında bulunan bir feldspat türü

Mafit: Magnezyum ve demir bakımından zengin kayaç

Metamorfizma: Bir kayacın oluştuğu ortamın fiziksel ve kimyasal koşullarından farkı koşullar altında, katı durumlarını koruyarak katı halde geçirdikleri dokusal ve mineralojik değişime metamorfizma denir.

Melanj: 1/25000 ölçekli bir haritada haritalanabilir, tabakaların ve ilişkilerin iç devamlılığı olmayan ve yerli veya dışarıdan parçaların ve blokların, ince taneli malzemedен oluşan parçalı matriks içinde gömülü olarak bulunduğu kayaç grubudur.

Nap: Eğim derecesi 0° ile 10° arasında olan bindirme fayıdır.

NX: 54 mm çapında karot

Ofiyolit: deniz tabanında levhaların birbirinden ayrılması ve yakınlaşması sonucunda oluşan istif.

Olistostrom: Kaymayla oluşan bir yığışım

Porfiroklastik doku: Birbirinden farklı büyüklükte bileşenlerin varlığını temsil eden doku.

Rekristalize: Soğuk deformasyona uğramış maddenin belli sıcaklık seviyesine ısıtıldığında deformasyon öncesindeki kristalize yapıya tekrar kavuşmasıdır.

Şoşonitik: Bir volkanizma ürünü

Tek nikel: Polarizör devrede, analizör devre dışı.

UCS: Uniaxial Compressive Strength (Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı)

X-Ray Difraktometre: X-Işını kırınım yöntemi

X-Işınları Flüoresans (XRF) cihazı: Katı, toz ve sıvı numunelerin içerdiği elemanların nitel ve nicel analizlerini yapmak için kullanılır.

KAYNAKLAR

- ALÇİÇEK, H.**, 2002, Kızılyer Evaporitlerinin sedimentolojik incelenmesi, Pamukkale Üniv., Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, 62s.
- ALÇİÇEK, H., Özkul, M. Varol, B.**, 2003. Kızılyer evaporitleri ve çatlak dolgusu jipslerde elementel kükürt oluşumu (GD Denizli). 14th International Petroleum and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey, Proceedings, pp. 86-94, Ankara, Turkey.
- ALÇİÇEK, H., Özkul, M. Varol, B.**, 2003. Kızılyer evaporitleri içerisinde çatlak dolgusu jips/anhidritlerin kökeni (GD Denizli). 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, sy. 295-296, Ankara, Türkiye.
- ANON.**, 1979. Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part I-rock and soil materials. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 19, 364–371.
- BOZKUŞ, C., Kumsar, H., Özkul, M. and Hançer, M.** 2001, Seismicity of Active Honaz fault under an extensional tectonic regime. Int. Earth Sciences Collq. On the Aegean Region, Izmir, Turkey, IESCA-2000, Dokuz Eylul Univ., pp 7-16.,2001
- ERCAN, T., Günay, E. ve Baş, H.** 1983. Denizli Volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından bölgesel yorumu, TJK Bült, 26/2, 153-158.
- FRANKLIN, J.A., and Chandra, A.** 1972. The slake durability test. International Journal of rock mechanics and mining science . 9, 325-341.
- GAMBLE, J.C.**, 1971. Durability-Plasticity Classification of Shales other Argillaceous Rocks, Ph.D. Thesis, University of Illinois, USA.
- GÜNDOĞAN, İ., Helvacı, C., Sözbilir, H., Bozkurt, E.**, 2002, Kızılyer (Denizli) jipsli karbonat istifinin stratigrafisi ve tektonik konumu. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi, Ankara, s. 112-114.
- GÜNDOĞAN, İ., Helvacı, C., Sözbilir H.**, 2008, Gypsiferous carbonates at Honaz Dağı (Denizli): First documentation of Triassic gypsum in western Turkey and its tectonic significance Journal of Asian Earth Sciences Volume: 32 Issue: 1 Pages: 49-65 Published: FEB 15
- ISRM 1977.** Suggested Methods for Determining Water Content, Porosity, Density, Absorption and Related Properties and Swelling and Slake-Durability Index Properties-1977; Part I-Suggested Methods for Porosity/Density Determination Using Saturation and Caliper Techniques
- ISRM, 1977.** Suggested Methods for Determining Water Content, Porosity, Density, Absorption and Related Properties and Swelling and Slake-Durability Index Properties-1977; Part I-Suggested Method for Void Index Determination Using the Quick Absorption Technique

- ISRM 1977.** Suggested Method for Determining Water Content, Porosity, Density, Absorption and Related Properties and Swelling and Slake-Durability Index Properties - 1977 Part II-Suggested Method for Determination of the Slake-Durability Index
- ISRM 1978.** Suggested Method for Determining Hardness and Abrasiveness of Rocks-1978; Part III-Suggested Method for Determination of the Schmidt Rebound Hardness
- ISRM 1978.** Suggested Method for Determining Tensile Strength of Rock Materials-1978; Part II-Suggested Method for Determining Indirect Tensile Strength by the Brazil Test
- ISRM 1979.** Suggested Method for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials-1979; Part 1-Suggested Method for Determination of the Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials
- MEŞHUR, M., Akpınar, M.** 1984. Yatağan-Milas-Bodrum-Karacasu-Kale-Acıpayam-Tavas civarlarının jeolojisi ve petrol olanakları; TPAO Rap:1963 (yayınlanmamış)
- OKAY, A.İ.,** 1986. Denizli-Tavas arasındaki bölgenin jeolojisi. TPAO Raporu, No: 2042.
- OKAY, A.İ.,** 1989. Denizli'nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının jeolojisi. MTA Dergisi, 109, 45-58.
- ÖZTÜRK, A., Koçyiğit, A.** 1983. Menderes grubu kayaların temel-örtü ilişkisine yapısal bir yaklaşım (Selimiye-Muğla). Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 26,2, 99-107.
- PEKUZ, Ü.,** 1998. Honaz (Denizli) çevresinde evaporit içeren Neojen tortullarının stratigrafisi ve depolanma özellikleri. Süleyman Demirel Üniv., Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 180s.
- PHILLIPSON, A.,** 1918, Kleinasien: Handbuch der Geol., 2,183.
- RUMMEL, F. and Van Heerden, W.L.** (1978) Suggested methods for determining sound velocity, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, Vol. 15, No.2, pp. 53-58.
- SÖZBİLİR, H.,** 1995. Stratigraphy and provenance of the Paleocene-Eocene Alakaya Basin in the Denizli Province, Southwestern Turkey, IESCA, 1, 309-329.
- ŞENGÖR, A.M.C., Satır, M., Akkök, R.,** 1984. Timing of tectonic events in the Menderes massif, Western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics* , 3, 693-707.
- TANER, G.,** 2001. Denizli bölgesi Neojen'ine ait katların stratigrafik konumlarında yeni düzenleme. 54.Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 54-79.
- ULUSAY, R., Gökçeoğlu, C., Binal, A.,** 2001. Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: 58,Ankara.

- YAĞIZ S.** 2010. Geomechanical properties of construction stones quarried in southwestern Turkey. *Scientific Research and Essays*, 5(8), 750-757.,2010
- YAĞIZ, S.** 2011. Correlation between slake durability and rock properties for some carbonate rocks. *Bulletin of Engineering Geology and the Environments*, DOI: 10.1007/s10064-010 0317-8.
- YAĞIZ S.** 2011a. P-wave velocity test for the assessment of some geotechnical properties of rock materials. *Bulletin of Materials Science*, **34**, 943-957
- YAĞIZ S, Gokceoglu C, Sezer E.** 2012. Artificial neural networks and nonlinear regression techniques to assess the influence of slake durability cycles on the prediction of uniaxial compressive strength and modulus of elasticity for carbonate rocks, *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, **36**, 1636-1650.
- YAĞIZ S, Gireson K, Kaval Ö.** 2012. Geomechanical and industrial aspects of natural stones quarried in Denizli Surroundings. In: *Proceedings of 8th International Marble and Stone Congress*. Ersoy B, et al. (Eds), 12p. December 13-15, 2012 Afyon.
- YILMAZ, I. and Sendir, H.,** 2002. Correlation of Schmidt hardness with unconfined compressive strength and elasticity modulus in gypsum from Sivas (Turkey). *Engineering Geology*, 66, 211-219.
- YILMAZ, I. ve Karacan, E.** (2005). Slaking durability and its effect on the doline formation in the gypsum. *Environmental Geology*. 47(7): 1010-1016

EKLER

Ek A: Kuru ve Doygun birim Hacim Ağırlıkları, Ağırlıkça Su Emme, Gözenek ve Boşluk oranı Değerleri

Ek B: Schmidt Sertlik Çekici Deney Örneklerinin Vuruş Değerleri ve Elde edilen Sertlik (N) Değerleri

Ek C: Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deney Örneklerinin Boyutları; Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı ve P-dalga hızı Değerleri

Ek D: Dolaylı (Brazilyan) Çekme Dayanımı Deney Örneklerinin Boyutları, Kırılma Yükleri ve Dolaylı Çekme Dayanımı Değeri

Ek E: Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık Deneyi (SDI) için Gerekli Kayaç Parametreleri ve Duraylılık İndeksleri

Ek F: Fotoğraflar

Ek F1: Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deney Numunelerinin Fotoğrafları

Ek F2: Dolaylı Çekme Dayanımı Deney Numunelerinin Fotoğrafları

Ek F3: Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi Deneilerine Ait Fotoğraflar

Çizelge A1 : Kuru ve doymun birim hacim ağırlıkları, Ağırlıkça su emme, Gözeneklilik, Boşluk oranı değerleri

Blok no	Örnek no	L (cm)	R (cm)	r (cm)	Vt (cm ³)	W _{kuru} (gr)	W _{doymun} (gr)	KBHA (kN/m ³)	DBHA (kN/m ³)	w (%)	n (%)	e (%)	Vb (cm ³)
I	1	11.39	5.3	2.65	251.28	572.82	573.65	22.36	22.39	0.14	0.33	0.33	0.83
	2	11.32	5.3	2.65	249.74	569.38	570.51	22.37	22.41	0.20	0.45	0.45	1.13
	3	11.32	5.3	2.65	249.74	570.18	571.64	22.40	22.45	0.26	0.58	0.58	1.46
	4	11.42	5.3	2.65	251.95	571.88	573.46	22.27	22.33	0.28	0.63	0.63	1.58
	5	11.33	5.3	2.65	249.96	570.75	571.21	22.40	22.42	0.08	0.18	0.18	0.46
	Ortalama	11.36	5.30	2.65	250.53	571.00	572.09	22.36	22.40	0.19	0.44	0.44	1.09
II	1	11.43	5.3	2.65	252.17	576.71	577.37	22.44	22.46	0.11	0.26	0.26	0.66
	2	11.30	5.3	2.65	249.30	572.93	573.64	22.55	22.57	0.12	0.28	0.28	0.71
	3	11.45	5.3	2.65	252.61	577.13	577.60	22.41	22.43	0.08	0.19	0.19	0.47
	4	11.42	5.3	2.65	251.95	579.42	580.00	22.56	22.58	0.10	0.23	0.23	0.58
	5	10.93	5.3	2.65	241.14	556.00	556.46	22.62	22.64	0.08	0.19	0.19	0.46
	Ortalama	11.31	5.30	2.65	249.43	572.44	573.01	22.51	22.54	0.10	0.23	0.23	0.58
III	1	10.71	5.3	2.65	236.28	540.26	542.23	22.43	22.51	0.36	0.83	0.83	1.97
	2	11.86	5.3	2.65	261.65	598.56	599.05	22.44	22.46	0.08	0.19	0.19	0.49
	3	10.98	5.3	2.65	242.24	548.39	549.48	22.21	22.25	0.20	0.45	0.45	1.09
	4	10.74	5.3	2.65	236.94	541.31	541.91	22.41	22.44	0.11	0.25	0.25	0.60
	5	11.15	5.3	2.65	245.99	560.18	562.51	22.34	22.43	0.42	0.95	0.95	2.33
	Ortalama	11.09	5.30	2.65	244.62	557.74	559.04	22.37	22.42	0.23	0.53	0.53	1.30
IV	1	11.09	5.3	2.65	244.67	571.08	572.67	22.90	22.96	0.28	0.65	0.65	1.59
	2	11.46	5.3	2.65	252.83	583.88	584.38	22.66	22.67	0.09	0.20	0.20	0.50
	3	10.97	5.3	2.65	242.02	563.75	564.46	22.85	22.88	0.13	0.29	0.29	0.71
	4	11.39	5.3	2.65	251.28	580.78	582.07	22.67	22.72	0.22	0.51	0.51	1.29
	5	10.95	5.3	2.65	241.58	550.68	551.81	22.36	22.41	0.21	0.47	0.47	1.13
	Ortalama	11.17	5.30	2.65	246.47	570.03	571.08	22.69	22.73	0.18	0.42	0.42	1.04
V	1	12.15	5.3	2.65	268.05	626.50	627.40	22.93	22.96	0.14	0.34	0.34	0.90
	2	11.52	5.3	2.65	254.15	598.25	599.25	23.09	23.13	0.17	0.39	0.39	1.00
	3	11.66	5.3	2.65	257.24	599.80	601.17	22.87	22.93	0.23	0.53	0.53	1.37
	4	11.64	5.3	2.65	256.80	613.40	614.00	23.43	23.46	0.10	0.23	0.23	0.60
	5	11.80	5.3	2.65	260.33	616.40	616.90	23.23	23.25	0.08	0.19	0.19	0.50
	Ortalama	11.75	5.30	2.65	259.31	610.87	611.74	23.11	23.14	0.14	0.34	0.34	0.87

Vt = Toplam ağırlık; W kuru = Kuru Ağırlık; W doymun = Doymun ağırlık

Çizelge B1 : Schmidt sertlik çekici deney örneklerinin vuruş değerleri ve elde edilen sertlik (N) değerleri

Blok no	Örnek	1.vuruş	2.vuruş	3.vuruş	4.vuruş	5.vuruş	6.vuruş	7.vuruş	8.vuruş	9.vuruş	10.vuruş	N
I	1	17	15	18	18	21	16	16	19	18	22	18
	2	14	17	16	16	15	18	17	17	19	15	16
	3	22	19	21	16	16	23	20	18	15	16	19
	4	17	21	17	19	15	14	14	18	16	19	17
	5	14	22	18	16	21	20	17	16	20	21	19
	Ortalama	17	19	18	17	18	18	17	18	18	19	18
II	1	20	24	21	19	20	18	23	22	20	26	21
	2	21	25	24	20	20	19	25	23	19	22	22
	3	20	18	24	23	20	19	23	21	20	22	21
	4	24	26	22	20	25	23	24	19	21	24	23
	5	24	22	21	25	24	23	26	19	23	25	23
	Ortalama	22	23	22	21	22	20	24	21	21	24	22
III	1	23	27	27	24	27	24	26	23	25	26	25
	2	22	27	22	24	23	26	25	24	26	23	24
	3	26	23	22	26	24	21	25	23	23	21	23
	4	22	26	23	24	26	24	28	22	25	24	24
	5	23	27	26	26	23	24	21	28	27	25	25
	Ortalama	23	27	24	24	24	24	25	23	25	24	24
IV	1	31	27	30	33	35	29	33	32	28	28	31
	2	24	24	29	25	27	30	27	31	28	25	27
	3	33	29	28	30	31	29	30	30	27	26	29
	4	32	26	26	30	28	25	27	26	29	29	28
	5	28	28	32	27	29	27	32	34	27	26	29
	Ortalama	30	27	29	29	30	28	30	31	28	27	29
V	1	32	38	31	32	37	30	29	33	35	32	33
	2	32	29	30	34	30	32	34	31	30	36	32
	3	28	34	29	30	35	34	33	36	30	31	32
	4	36	34	36	35	37	29	31	30	28	33	33
	5	38	35	34	37	30	31	34	33	29	34	34
	Ortalama	33	34	32	34	34	31	32	33	30	33	33

N = Schmidt sertlik değeri

Çizelge C1 : Tek eksenli sıkışma dayanımı deney örneklerinin boyutları;
Tek eksenli sıkışma dayanımı ve P-dalga hızı değerleri

Blok no	Örnek no	L (cm)	R (cm)	A (m ²)	V (cm ³)	F (kN)	UCS (Mpa)	Vp (km/sn)
I	1	11.4	5.3	0.002206183	251.28	45.54	20.6	4.68
	2	11.3	5.3	0.002206183	249.74	32.18	14.6	4.82
	3	11.3	5.3	0.002206183	249.74	42.64	19.3	4.70
	4	11.4	5.3	0.002206183	251.95	45.38	20.6	4.76
	5	11.3	5.3	0.002206183	249.96	38.78	17.6	4.89
	Ortalama	11.4	5.3	0.002206183	250.53	40.90	18.54	4.77
II	1	11.4	5.3	0.002206183	252.17	35.56	16.1	4.76
	2	11.3	5.3	0.002206183	249.30	34.59	15.7	4.85
	3	11.5	5.3	0.002206183	252.61	32.99	15.0	4.78
	4	11.4	5.3	0.002206183	251.95	37.17	16.8	4.78
	5	10.9	5.3	0.002206183	241.14	46.69	21.2	5.09
	Ortalama	11.3	5.3	0.002206183	249.43	37.40	16.95	4.85
III	1	10.7	5.3	0.002206183	236.28	40.55	18.4	4.66
	2	11.9	5.3	0.002206183	261.65	34.76	15.8	4.96
	3	11.0	5.3	0.002206183	242.24	36.36	16.5	4.66
	4	10.7	5.3	0.002206183	236.94	45.22	20.5	4.74
	5	11.2	5.3	0.002206183	245.99	50.69	23.0	4.45
	Ortalama	11.1	5.3	0.002206183	244.62	41.52	18.82	4.69
IV	1	11.1	5.3	0.002206183	244.67	52.62	23.9	4.51
	2	11.5	5.3	0.002206183	252.83	51.97	23.6	4.76
	3	11.0	5.3	0.002206183	242.02	50.72	23.0	5.00
	4	11.4	5.3	0.002206183	251.28	59.06	26.8	4.80
	5	11.0	5.3	0.002206183	241.58	47.63	21.6	4.98
	Ortalama	11.2	5.3	0.002206183	246.47	52.40	23.75	4.81
V	1	12.2	5.3	0.002206183	268.05	59.45	26.9	5.13
	2	11.5	5.3	0.002206183	254.15	56.16	25.5	4.90
	3	11.7	5.3	0.002206183	257.24	44.57	20.2	4.82
	4	11.6	5.3	0.002206183	256.80	123.75	56.1	4.78
	5	11.8	5.3	0.002206183	260.33	91.88	41.6	5.09
	Ortalama	11.8	5.3	0.002206183	259.31	75.16	34.07	4.94

A = Numune kesit alanı

F = Yenilme yükü

R = Numune çapı

UCS = Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı

Vp = P-Dalga Hızı

Çizelge D1 : Dolaylı (Brazilyan) çekme dayanımı deney örneklerinin boyutları, kırılma yükleri ve dolaylı çekme dayanımı değeri

Blok no	Örnek no	D (mm)				Ort. D	R (mm)	F (kN)	BTS (MPa)
I	1	27.80	28.00	27.90	27.90	53.00	4.47	1.92	
	2	30.30	30.00	30.20	30.17	53.00	3.93	1.56	
	3	32.00	32.40	31.60	32.00	53.00	4.92	1.85	
	4	30.00	29.70	30.00	29.90	53.00	3.85	1.55	
	5	29.30	29.10	29.30	29.23	53.00	4.44	1.82	
	Ortalama	29.88	29.84	29.80	29.84	53.00	4.32	1.74	
II	1	30.60	30.40	30.40	30.47	53.00	4.10	1.61	
	2	30.40	30.40	30.60	30.47	53.00	3.01	1.19	
	3	29.10	29.00	28.80	28.97	53.00	4.76	1.97	
	4	29.40	29.10	29.10	29.20	53.00	5.82	2.39	
	5	28.60	28.70	28.70	28.67	53.00	3.81	1.59	
	Ortalama	29.62	29.52	29.52	29.55	53.00	4.30	1.75	
III	1	29.80	29.40	29.60	29.60	53.00	4.76	1.93	
	2	30.30	30.30	30.20	30.27	53.00	3.65	1.45	
	3	26.80	26.90	26.90	26.87	53.00	4.40	1.97	
	4	28.50	28.60	28.50	28.53	53.00	3.17	1.33	
	5	28.90	29.10	28.80	28.93	53.00	4.76	1.97	
	Ortalama	28.86	28.86	28.80	28.84	53.00	4.15	1.73	
IV	1	30.00	29.80	29.80	29.87	53.00	5.02	2.02	
	2	30.90	30.60	30.50	30.67	53.00	3.81	1.49	
	3	30.00	29.90	29.80	29.90	53.00	4.85	1.95	
	4	28.40	28.50	28.50	28.47	53.00	7.14	3.01	
	5	28.80	29.20	28.90	28.97	53.00	4.76	1.97	
	Ortalama	29.62	29.60	29.50	29.57	53.00	5.12	2.09	
V	1	29.30	29.10	29.40	29.27	53.00	6.67	2.73	
	2	28.50	28.70	28.60	28.60	53.00	5.83	2.45	
	3	28.60	28.40	27.70	28.23	53.00	5.24	2.23	
	4	28.90	29.00	28.90	28.93	53.00	6.97	2.89	
	5	29.40	29.40	29.40	29.40	53.00	6.82	2.78	
	Ortalama	28.94	28.92	28.80	28.89	53.00	6.31	2.62	

D = numune kalınlığı

F = Yenilme yükü

R = Numune çapı

BTS = Dolaylı Çekme Dayanımı

Çizelge E1 : Suda dağılmaya karşı duraylılık deneyi (SDI) için gerekli kayaç parametreleri ve duraylılık indeksleri

Blok no	Örnek no	kap no	kap ağırlığı (gr)	kap+kuru ağırlık (gr)	1.çevrim sonrası ağırlık (gr)	2.çevrim sonrası ağırlık (gr)	Id ₁ (%)	Id ₂ (%)
I	1	S 1	70.90	623.20	606.30	595.31	96.94	94.95
	2	S 2	72.00	581.21	565.82	557.00	96.98	95.25
	3	S 3	70.52	574.26	558.39	549.44	96.85	95.07
	4	S 4	69.63	542.04	529.44	518.16	97.33	94.95
	5	S 5	71.62	562.94	547.36	538.75	96.83	95.08
	Ortalama		70.93	576.73	561.46	551.73	96.99	95.06
II	1	S 6	70.08	538.00	517.09	505.88	95.53	93.14
	2	S 7	72.57	527.81	511.22	501.65	96.35	94.25
	3	S 8	70.38	553.21	538.33	529.01	96.92	94.99
	4	S 9	71.55	541.36	527.67	519.94	97.09	95.44
	5	S 10	70.70	534.38	512.31	493.85	95.24	91.26
	Ortalama		71.06	538.95	521.32	510.07	96.23	93.82
III	1	S 11	74.26	541.21	521.77	482.75	95.84	87.48
	2	S 12	72.14	527.72	511.42	499.44	96.42	93.79
	3	S 13	71.85	533.73	514.03	498.28	95.74	92.33
	4	S 14	73.02	526.07	511.32	500.98	96.74	94.46
	5	T1	169.67	639.90	624.10	609.40	96.64	93.51
	Ortalama		92.19	553.73	536.53	518.17	96.28	92.31
IV	1	T2	163.10	650.00	638.90	631.10	97.72	96.12
	2	T3	170.91	667.20	652.90	643.90	97.12	95.31
	3	T4	168.76	644.40	633.60	625.80	97.73	96.09
	4	T5	162.05	615.70	605.87	600.10	97.83	96.56
	5	T6	173.29	626.40	616.51	610.66	97.82	96.53
	Ortalama		167.62	640.74	629.56	622.31	97.64	96.12
V	1	T7	170.90	644.10	639.20	636.10	98.96	98.31
	2	T8	168.65	634.60	628.90	625.50	98.78	98.05
	3	T9	171.15	640.17	634.08	630.39	98.70	97.92
	4	T10	168.39	643.80	639.80	637.20	99.16	98.61
	5	T11	174.05	625.92	622.15	620.01	99.17	98.69
	Ortalama		170.63	637.72	632.83	629.84	98.95	98.31

I = Jips; II = Dolomitli Jips; III = Jips dolomit eşit; IV = Jipsli Dolomit; V = Dolomit

EK F1: Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Numunelerinin Deneyden Önce ve Sonraki Resimleri (1/5)



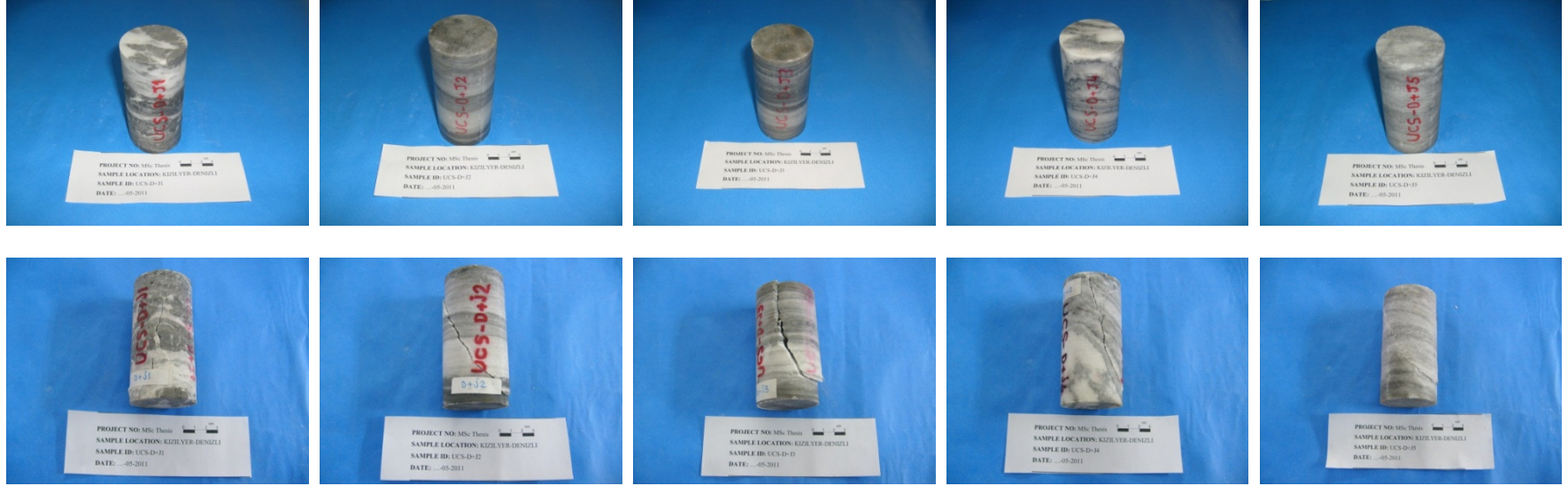
Şekil F1.1 : Jipsler



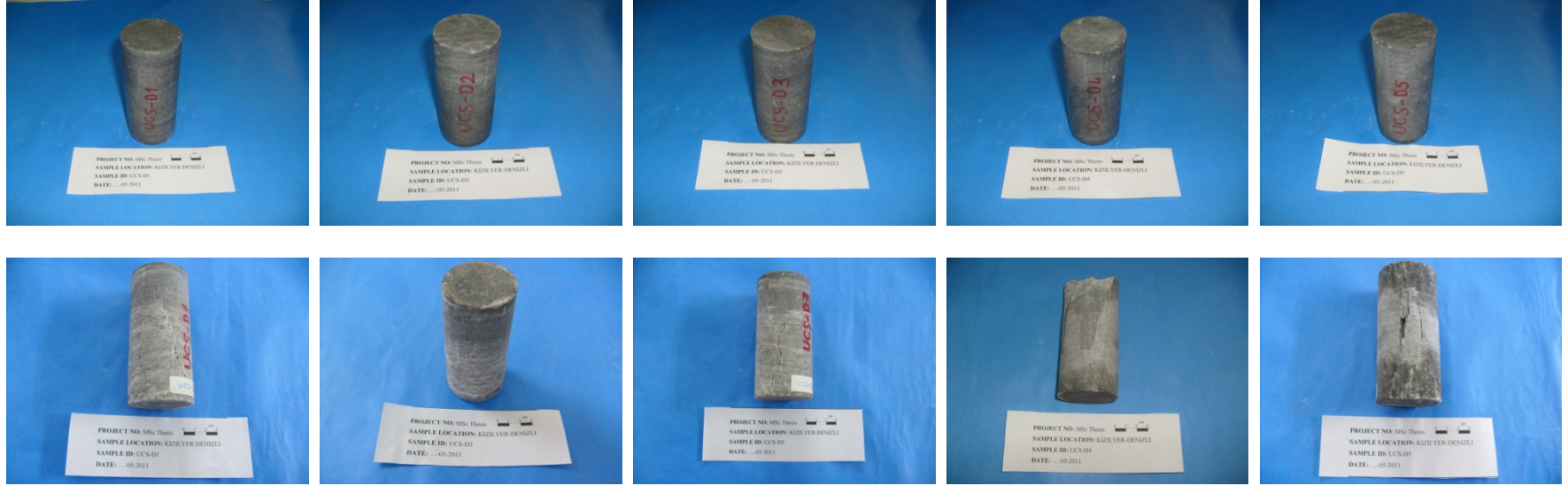
Şekil F1.2 : Dolomitli jipsler



Şekil F1.3 : Gipsler ve dolomitler

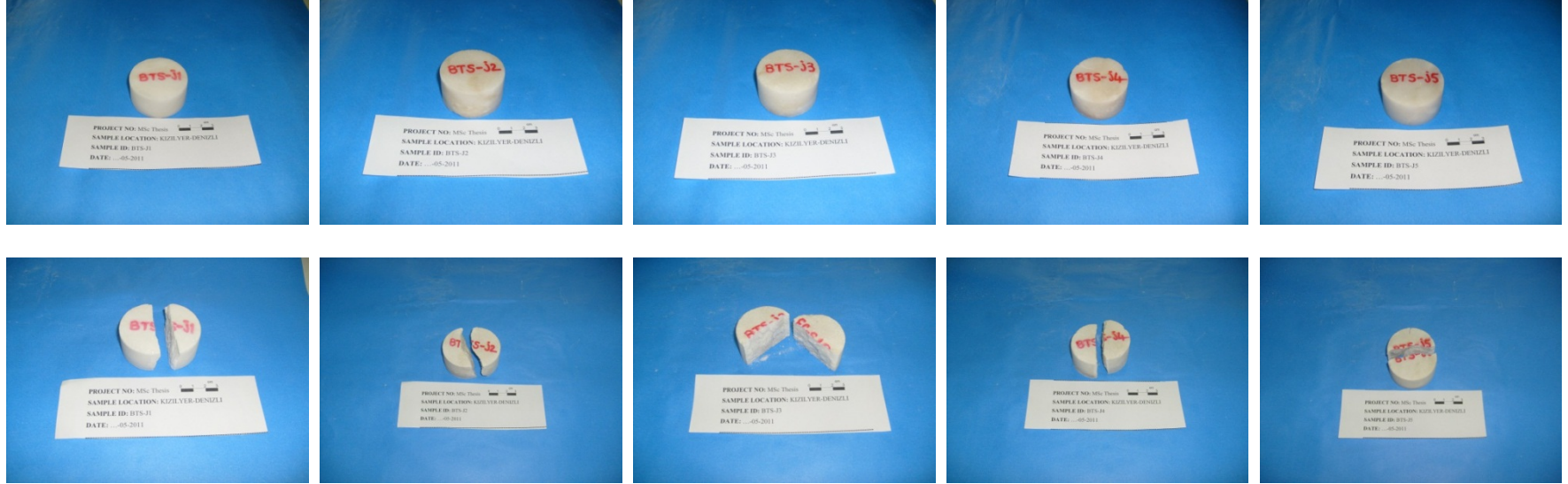


Şekil F1.4 : Gipsli dolomitler

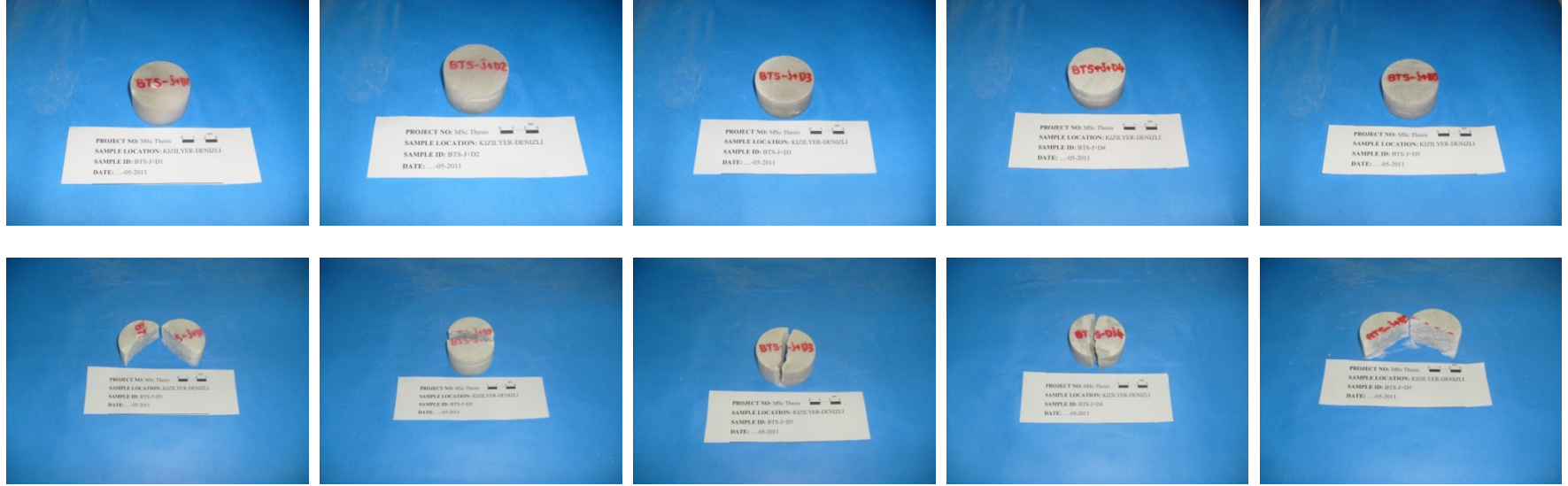


Şekil F1.5 : Dolomitler

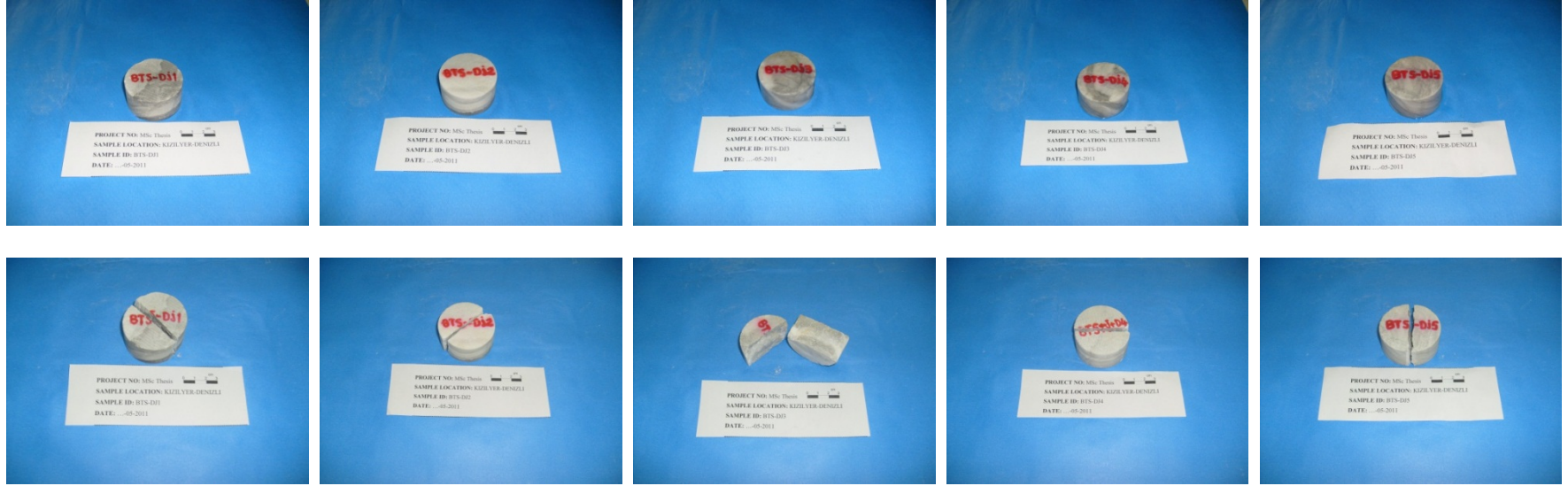
EK F2: Dolaylı Çekme Dayanımı Numunelerinin Deneyden Önce ve Sonraki Resimleri (1/5)



Şekil F2.1 : Jipsler



Şekil F2.2 : Dolomitli jipsler



Şekil F2.3 : Jipsler ve dolomitler



Şekil F2.4 : Jipsli dolomitler



Şekil F2.5 : Dolomitler

EK F3: SDI Deneyi öncesi ve iki çevrim sonunda numunelerin görünümü



Şekil F3.1 : Jipsler

Doğal

I. Çevrim Sonu

II. Çevrim Sonu



Şekil F3.2 : Dolomitli jipsler

Doğal

I. Çevrim Sonu

II. Çevrim Sonu



Şekil F3.3 : Jipsler ve dolomitler

Doğal

I. evrim Sonu

II. evrim Sonu



Şekil F3.4 : Jipsli dolomitler

Doğal

I. Çevrim Sonu

II. Çevrim Sonu



Şekil F3.5 : Dolomitler