

T. C İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYALARDA BASMA DAYANIMININ DON ŞARTLARINDAN
ETKİLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fahri ÖZBERK

609071001

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Geoteknik Yüksek Lisans Programı

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 29 Eylül 2008

Tezin Savunulduğu Tarih: 6 Ekim 2008

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Akın ÖNALP

Diğer Jüri Üyeleri: Yrd.Doç.Dr. Ersin AREL

Prof.Dr. Atiye TUĞRUL

EKİM 2008

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
TEŞEKKÜR.....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	III
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	IV-V
ÇİZELGELER VE ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	VIII
1.BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
2.BÖLÜM: ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2-4
3.BÖLÜM: DENEY PROGRAMINDA KULLANILAN KAYALARIN ÖZELLİKLERİ.....	4-9
3.1 Kireçtaşları.....	4-5
3.1.1. Deney Programında Kullanılan Kireçtaşlarının Don Öncesi İnce Kesit Analizi ..	6-8
A.Şırnak Bölgesinden Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesit Analizi.....	6
B.İstanbul Kartal'dan Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Öncesi İnce Kesit Analizi.....	7
C.İstanbul Gebze'den Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Öncesi İnce Kesit Analizi.....	8
3.2.Volkanik Tüf.....	9
3.2.1. Volkanik Tüfün Don Öncesi İnce Kesit Analizi.....	9
A.Çanakale Çan'dan Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Öncesi İnce Kesit Analizi.....	9
4.BÖLÜM: NUMUNELERİN HAZIRLANMASI	10
4.1 Kayalardan Numune Alınması	10

	<u>Sayfa No</u>
4.1.1 Prizma Numunelerinin Boyutları.....	11-12
4.2 Birim Hacim Ağırlık Ölçümü.....	12- 15
4.3 Görünür Porozite Deneyi.....	16-17
5.BÖLÜM: DON TESİRLERİNE DAYANIKLILIĞIN ÖLÇÜMÜ.....	18-23
5.1 Don Tesirlerine Dayanıklılık Deneyi.....	18
5.2. Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımları.....	19-23
A. Tek Eksenli Basma Dayanımı Deneyi.....	19-20
B. Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımlarının Değerlendirilmesi.....	21-23
6.BÖLÜM: SONUÇLARIN ANALİZİ	23-26
7. BÖLÜM: KAYALARIN DON ÖNCESİ VE SONRASI ÖZELLİKLERİNİN İNCE KESİT ANALİZLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	27-33
A.Şırnak Bölgesinden Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirilmesi.....	27-28
B. İstanbul Kartal'dan Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi	29-30
C. İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi.....	29-31
D. Çanakkale Çan'dan Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi	32-33
8.BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER.....	34
9.BÖLÜM: KAYNAKLAR.....	35-36

EKLER

Ek 1- Deney Standartları

Ek 2-3 Prizma Numunelerinin Boyutları

Ek 4-5-6-7 Birim Hacim Ağırlıkların ve Görünür Porozitenin Bulunması

Ek 8-9-10-11 Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımı Deneyi

Ek 12- İnce Kesit Hazırlanması

Ek 13- Don Öncesi İle Sonrası İnce Kesit Analizleriyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi

Ek 14- Polarizan Mikroskobunda Deney Programında Kullanılan Kayaların Don Öncesi İle Sonrası Tek ve Çift Nikol Görünümleri

●Foto26- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit ve Kuvars Tanelerinin Tek Nikoldeki Görünümü.(Büyütme x2.5).

●Foto 27- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde İri ve Ufak Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü.(Büyütme x2.5).

●Foto 28-Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kuvars ve Kalsit Tanelerinin Çift Nikoldeki Görünümü.(Büyütme x2.5).

●Foto29-Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde İri ve Ufak Kalsit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x6.3).

●Foto 30-Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).

●Foto31-Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).

●Foto 32 - Polarizan Mikroskobunda İstanbul Kartal'ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü.(Büyütme x2.5).

●Foto 33 - Polarizan Mikroskobunda İstanbul Kartal'ın Gri Renkli Mikritik Kireçtaşının (B) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).

●Foto 34 - Polarizan Mikroskobunda İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Öncesi İnce Kesitinin Çift Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x6.3).

●Foto 35- Polarizan Mikroskobunda İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Sonrası İnce Kesitinde Dolomit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü.(Büyütme x2.5).

●Foto 36 - Polarizan Mikroskobunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Öncesi İnce Kesitinde Tek Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x 6.3).

●Foto 37- Polarizan Mikroskobunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Sonrası İnce Kesitinde Genişleyen Gaz Boşluklarının Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).

ÖNSÖZ

Bu çalışma 2007-2008 döneminde İstanbul Kültür Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Geoteknik Yüksek Lisans Programında hazırlanmıştır.

Kayaların basma dayanımlarının dondan nasıl etkilendiği araştırılmış ve bu amaçla laboratuvarında Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit), İstanbul Kartal'ın gri renkli mikritik kireçtaşı, İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşı ve Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tufünün 5x5x10 cm'lik prizma numuneleri hazırlanmış ve bu numunelerin birim hacim ağırlıkları, görünür poroziteleri, don tesirlerine dayanıklılık, don öncesi ve sonrası basma dayanımları, don sonrası ortalama basma dayanımı azalma yüzdeleri bulunmuş ve istatistiksel olarak don öncesi (kuru) basma dayanımı - don sonrası basma dayanımı, don sonrası basma dayanımı / don öncesi basma dayanımı- görünür porozite ve don sonrası basma dayanımı / don öncesi basma dayanımı (doygun)- doygun birim hacim ağırlık ilişkisi incelenmiştir.

Kayaların don sonrasında basma dayanımlarında hem azalma hem de yükselme görülmüştür. Bu nedenle kayalardan don öncesi ve sonrası alınan toplam 8'er parçada İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesinin Mineraloji-Petrografi Laboratuvarında ince kesit analizleri yapılmıştır.

Sonuç olarak kayaların don sonrası mikroçatlaklardan oluşan boşluklarına fazla su girişinin olması rekristalizasyonu (yeniden kristallenme) artırarak basma dayanımlarını yükseltmekte, mikroçatlaklardan oluşan boşluklara fazla su girişinin olmaması durumunda ise tam tersine basma dayanımlarını düşürmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Geoteknik Yüksek Lisans Programında Prof. Dr. Akın ÖNALP danışmanlığında hazırlanmıştır.

Öncelikle, çalışmalarım sırasında benden bilgi ve yardımlarını esirgemeyen beni sürekli yönlendiren ve bana her türlü kolaylığı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Akın ÖNALP'a, Yrd. Doç. Dr. Ersin AREL'e ve Prof. Dr. Atiye TUĞRUL'a teşekkür ederim.

Deneyler sırasında bana yardımcı olan laboratuvar teknikerleri Suat YAKUT ve Aykut AYDIN'a, bu çalışmalarım sırasında gerekli numunelerin sağlanmasında yardımcı olan İstanbul Kültür Üniversitesinin Geoteknik Laboratuvarına, Ayhanlar Taş Ocağına, Mertkan- Şıra İnşaat'a, İstanbul Üniversitesinde ince kesitleri hazırlayan teknisyen Orhan KESKİN'e, ince kesit analizlerinde bana yardımcı olan Doç Dr. Sabah YILMAZ ŞAHİN ile Yrd. Doç. Dr Namık AYSAL'a teşekkür ederim.

Ayrıca Karayolları 1. Bölge Araştırma Başmühendisliğine de verdikleri bilgi ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

ASTM : American Society for Testing and Materials

ISRM : Uluslararası Kaya Mekaniği Birliği

a ve b : Kenar Uzunlukları

h : Yükseklik

A : Alan

MPa : MegaPascal

kN : KiloNewton

M_k : Kuru Ağırlık

M_{dh} : Doygun Halde Havadaki Ağırlık

M_{ds} : Doygun Halde Sudaki Ağırlık

V : Hacim

V_e : Boşluk Hacmi

ρ_k : Kuru Birim Hacim Ağırlığı

ρ_n : Doğal Birim Hacim Ağırlığı

ρ_d : Doygun Birim Hacim Ağırlığı

n_a : Görünür Porozite

n : Gerçek Porozite

σ_{c don öncesi} : Don Öncesi Basma Dayanımı

σ_{c don sonrası} : Don Sonrası Basma Dayanımı

P_{max} : Kırılma Anındaki Maksimum Yük

kuv -kuvars

cal -kalsit

dol-dolomit

Büyütmex2.5 ve Büyütmex6.3- Mikron cinsinden obje mikrometreleri

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa No

Foto 1- Şırnak Bölgesinden Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Görünümü.....	6
Foto 2- İstanbul Kartal'dan Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Görünümü.....	7
Foto 3- İstanbul Gebze'den Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşı'nın (C) Görünümü.....	8
Foto 4- Çanakkale Çan'dan Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Görünümü.....	9
Foto 5 –Kayalardan Taş Kesme Testeresi ile Prizma Numune Alınması.....	10
Foto 6- Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) Numuneleri (A)	11
Foto 7- İstanbul Kartal'ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşı Numuneleri (B).....	11
Foto 8 – İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşı Numuneleri (C).....	12
Foto 9- Çanakkale Çan'ın Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfünün Numuneleri (D).....	12
Foto10- Numunenin Hassas Terazide Kuru Ağırlığının Tartımı.....	13
Foto 11- Numunelerin Vakum Desikatöründe Havasının Alınması.....	14
Foto 12- Numunelerin Havası Alındıktan Sonra Su İçerisinde Bekletilmesi.....	14
Foto 13- Numunenin Sudaki Ağırlığının Bulunması.....	15
Foto 14- Numunelerin Çözülme Aşamasında Su İçerisinde 2 Saat Bekletilmesi.....	18
Foto 15- Numunelerin Derin Dondurucuda 2 Saat Bekletilmesi.....	19
Foto 16- Deney Numunesinin Preste Kırılması.....	20
Foto 17- Basma Sonrasında Numunelerin Görünümü.....	20

Foto 18- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit ve Kuvars Tanelerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).....	28
Foto 19- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit ve Kuvars Tanelerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).....	28
Foto 20 – Polarizan Mikroskobunda İstanbul Kartal’ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).....	30
Foto 21- Polarizan Mikroskobunda İstanbul Kartal’ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).....	30
Foto 22 – Polarizan Mikroskobunda İstanbul Gebze’nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Öncesi İnce Kesitinde Tek Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x6.3).....	31
Foto 23- Polarizan Mikroskobunda İstanbul Gebze’nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Sonrası İnce Kesitinde Dolomit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).....	31
Foto 24- Polarizan Mikroskobunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Öncesi İnce Kesitinde Çift Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x 2.5).....	33
Foto 25- Polarizan Mikroskobunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Sonrası İnce Kesitinde Genişleyen Gaz Boşluklarının Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x6.3).....	33

ÇİZELGELER VE ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1 -Kaya Numunelerinin Birim Hacim Ağırlıkları.....	15
Çizelge 2- Kayaların Poroziteye Göre Sınıflandırılması.....	17
Çizelge 3 - Kaya Numunelerinin Görünür Poroziteleri.....	17
Çizelge 4 – Tek Eksenli Basma Dayanımına Göre Kayaların Sınıflandırılması.....	21
Çizelge 5 – Kaya Numunelerinin Don Öncesi (Kuru ve Doygun) ve Sonrası Basma Dayanımları	21
Şekil 1 - Don Öncesi Basma Dayanımı (Kuru) - Don Sonrası Basma Dayanımı İlişkisi.....	25
Şekil 2- Don Sonrası Basma Dayanımı/Don Öncesi Basma Dayanımı –Görünür Porozite İlişkisi...	26
Şekil 3- Don Sonrası Basma Dayanımı/Don Öncesi Basma Dayanımı (Doygun) - Doygun Birim Hacim Ağırlık İlişkisi.....	26

Üniversite: İstanbul Kültür Üniversitesi

Enstitüsü: Fen Bilimleri Enstitüsü

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Geoteknik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Akın ÖNALP

Tez Türü ve Tarihi: Yüksek Lisans-Ekim 2008

ÖZET

KAYALARDA BASMA DAYANIMININ DON ŞARTLARINDAN

ETKİLENMESİ

Fahri ÖZBERK

Kayaların yapısı donma-çözülmenin etkisiyle değişime uğramaktadır. Bu değişim kaya bloklarından hazırlanan numunelerin don sonrası basma dayanımları ölçümlerinde artış ve azalma ile beliren değişken sonuçlarla gözlemlenmiştir.

Donma-Çözülme etkisiyle basma dayanımları ölçümlerinin her zaman azalmayıp bazen yükselme göstermesi neticesinde kayaların dokularındaki olası değişimler petrografik incelemelerle açıklanmaya çalışılmış ve bu amaçla ince kesit tayinleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda donma - çözülme sonrası mikroçatlaklardan oluşan boşluklarından bünyesine fazla su alan kaya numunelerinin rekristalizasyon (yeniden kristallenme) artışıyla basma dayanımları yükselmekte, mikroçatlaklardan oluşan boşluklarından bünyesine fazla su alamayan numunelerde ise tam tersine, düşmektedir.

Anahtar Sözcükler: Basma Dayanımları, Donma-Çözülme, İnce Kesit Tayinleri, Petrografik İncelemeler, Mikroçatlaklar, Rekristalizasyon.

Bilim Dalı Sayısal Kodu:

University: İstanbul Kültür University

Institute: Institute of Sciences

Department: Civil Engineering

Programme: Geotechnical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Akın ÖNALP

Degree Awarded and Date: M.Sc. -October 2008

ABSTRACT

THE EFFECT OF FROST ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF ROCKS

Fahri ÖZBERK

The structure of rocks is changed with the effect of freezing and thawing. This change has been observed during measurement of compressive strength after freezing on specimens prepared from rock blocks, with decrease and increases in measured values.

As the result of the fact that the increasing measurement values of compressive strength with freezing and thawing effect is observed as well as decreasing values, the possible changes on rock structure has been studied by petrographic observations supported with thin sections determinations.

As a result of these studies, the compressive strength of rock specimens that receive excessive water through microcracks formed by freezing and thawing, have increased due to increasing recrystallisation. The specimens that did not imbibe excessive water have shown decreasing compressive strengths.

Key Words: Compressive Strength, Freezing and Thawing, Thin Section Determinations, Petrographic Observations, Recrystallisation, Microcracks.

Science Code:

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Kayalarda ortam sıcaklığı 0°C'nin altına düştüğü zaman boşluklara sızmış olan su donmakta ve bu suyun hacmi % 9 artmaktadır. Boşluklar tam dolu ise buzun genişmesi için yer kalmayacağından hacmi genişleyen buz kayayı çatlatmaktadır. Daha sonra tekrar sıcaklık yükseldiğinde buz eriyip su haline gelecek ve daha ince çatlaklardan içeri girecektir. Don etkisine yeniden girildiğinde de su donarak çatlakları daha da büyütecektir (Onaran,1995). Bu döngü yıllar boyunca sürdüğünde, beliren genişleme basınçlarının kayaların parçalanmasına neden olduğu uygulamada sıkça görülmektedir.

Kayaların yapıları don etkisi altında değişime uğrar. Bu değişim kaya bloklarından hazırlanan numunelerin don sonrası basma dayanımlarında bazen azalmalarla, bazen de yükselmelerle gözlemlenebilir. Don sonrası mikroçatlaklardan oluşan boşluklarından bünyesine fazla su alan numunelerde rekristalizasyon (yeniden kristallenme) artmakta, don sonrası mikroçatlaklarından bünyesine fazla su alamayan numunelerde ise rekristalizasyon artışı olmamaktadır. Rekristalizasyon numunelerin don sonrası basma dayanımlarını yükseltirken, artışın olmadığı numunelerde ise düşürmektedir. Buna rağmen don sonrası ortalama basma dayanımı azalma yüzdeleri sınır değerinin altındadır ve kayalar don etkisinde kalacak yerlerde kullanılabilir.

Bu çalışmada kayaların don öncesi ve sonrası petrografik yapıları değerlendirildiği gibi, aynı koşullarda basma dayanımlarının birim hacim ağırlık, porozite gibi fiziksel özellikleri ile bağıntısı araştırılmıştır.

2.BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Binal v.d., (1997) Eskişehir -Yazılıkaya çevresindeki volkanosedimanter kayaçların donma-çözülme etkisi altında fiziksel ve mekanik parametrelerinin değişimini incelemişlerdir. Bu çalışmada taze kayaç örnekleri üzerinde çok sayıda donma- çözülme çevrimleri uygulanmış ve kayaçların laboratuvarında tayin edilen mekanik ve fiziksel parametrelerinin değişimi ile çevrim sayıları arasındaki ilişkileri incelenmiştir. İnceleme alanında iki farklı kaynaşma derecesine sahip ignimbiritlerin alt seviyesi üst seviyeye nazaran donma- çözülme çevrimlerinden daha fazla etkilenmiştir. Alttaki beyaz ignimbiritlerin zayıf ve kolay dağılan bir görünüm sunduğu, üst seviyelerdeki pembe ignimbiritlerin ise göreceli olarak daha sağlam bir görünüm gösterdiği gözlemlenmiştir. Üst seviyedeki pembe ignimbiritlerin görünür porozitesini % 29,1 tek eksenli basma dayanımını 25,5 MPa olarak, alt seviyedeki beyaz ignimbiritlerin görünür porozitesini % 33,1, tek eksenli basma dayanımını ise 11,0 MPa olarak bulmuşlardır. Mineralojik açıdan bu iki seviyenin arasında bir fark görmemelerine rağmen, belirlenen indeks parametreler ve tek eksenli basma dayanımları arasında dikkate değer farklılıklar bulmuşlardır.

Akdaş v.d., (2001) Çanakkale Çan bölgesinin riyolitik tüf türü volkanik kayaçların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmak için laboratuvar deneyleri yapmışlardır. Kayacın görünür porozitesi % 24,4 ve tek eksenli basma dayanımı ise 31,2 MPa'dır. Yapıtaşı olarak iyi özelliklere sahip bu kayaçların üzerinde yapılan tabii don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basma dayanımı verileri don tesirlerinin bu tür kayaçta fazla olmadığını göstermiştir.

Kuşçu v.d., (2001) Ayanizi (Afyon) tüflerinin yapıtaşı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Kayanın görünür porozitesi % 39,35' dir. Kayanın gözenekliliğinin çok yüksek olması dayanımını olumsuz yönde etkilemiştir. Yapılan don deneyleri neticesinde gözle görülebilecek şekilde bir değişiklik olmadığını ancak kayaçların gözenekleri içerisinde bulunan değişik boyuttaki kristallerden çok az bir kısmının döküldüğünü gözlemlemişlerdir. Kayaların fiziksel yapısında hiçbir değişiklik meydana gelmemiş

olması don kaybı ve don tesiri sebebiyle basma dayanımında meydana gelen azalma değerlerine yansımıştır. Sonuç olarak bu kayalar atmosferik şartlara dayanıklı bulunmuştur.

Binal v.d., (2002) Aksaray-Ihlara vadisinde yüzeyleyen Selime ignimbiritinin donma-çözülme sürecinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Laboratuvar ortamında, donma-çözülmenin bu taş üzerinde etkisini görmek için, önce taze kayacın, daha sonra her 5 donma-çözülme çevriminden sonra numunelerin fiziksel ve mekanik parametrelerini belirlemiştir. ASTM D 5312'de belirtilen esaslara bağlı kalarak yapılan donma-çözülme deneyi TSE- 699'dan farklıdır. Numuneler -18°C 'de 16 saat, $+32^{\circ}\text{C}$ 'de ise 8 saat tutulmuştur. Donma-çözülme sayısı Türkiye için geliştirilmiş olan donma haritasından belirlenmiş Aksaray bölgesi için 30 çevrimin 1.5 yıllık donma-çözülmeye karşılık gelmesinden dolayı örnekler 30 kez donma-çözülmeye maruz bırakılmıştır. Çevrim sayısının 30'dan fazla olması durumunda örnekler aşırı derecede dağılmakta ve örnek boyutları kaya mekaniği deney standartlarının dışına çıkmaktadır. Selime ignimbiriti yüksek oranda gözenekliliğe sahip olduğundan yağışlı dönemlerde kolaylıkla doymun hale geçmekte ve ortam sıcaklığının 0°C 'nin altına düşmesi sonucu da bünyesinde mikro ve makro çatlaklar meydana gelmektedir. Buna paralel olarak kayacın bağlayıcı malzemesinin dayanımı da düşmekte ve don sonrası basma dayanımında % 68,1'e varan bir azalma olmaktadır.

Binal v.d., (2004) donma-çözülme sürecinin Ankara ignimbiritinin jeomekanik özellikleri üzerine de etkisini incelemiştir. Donma-çözülme tekrar sayısını 20 olarak belirleyip örnekleri -18°C 'de 16 saat, $+32^{\circ}\text{C}$ 'de ise 8 saat tutmuş ve don sonrası basma dayanımında %65,6'lık bir azalma bulmuşlardır. Ankara ignimbiriti de Aksaray ignimbiritinin gösterdiği özellikleri göstermekte ve donma-çözülme etkisiyle gelişen mikro ve makro çatlaklar kayanın bağlayıcı malzemesinin dayanımını düşürmektedir.

Altındağ v.d., (2004) donma- çözülme periyotlarının Isparta Dereboğazı tüflerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Toplam 55 periyotluk bir donma-çözülme programı uygulamışlardır. Donma- çözülme deneylerini TSE 699'a göre yapmış, tufün fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimlerini her 5 periyottan sonra 3-4'er adet numune seçmiş ve fiziko-mekanik deneyleri bu numunelerde yapmışlardır. Donma-çözülme periyotlarının fiziksel özelliklerde en önemli değişimini ağırlıkça su emme değerlerinde, en az değişimi ise birim hacim ağırlık değerlerinde gözlemlemiştir. Sonuç olarak Isparta- Dereboğazı tuf numunelerinin fiziksel

ve mekanik özelliklerinin donma-çözülme periyotlarından olumsuz yönde etkilendiğini ve ilk periyotlarda gelişmeye başlayan mikroçatlakların ilerleyen periyotlarda artarak makroçatlaklar haline geldiğini ve bunun da kayaç yapısını zayıflattığını görmüşlerdir.

3.BÖLÜM

DENEY PROGRAMINDA KULLANILAN KAYALARIN

ÖZELLİKLERİ

Bu tez kapsamında Şırnak bölgesinin kahverengi- gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit), İstanbul Kartal'ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı, İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşı ve Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tüfünün don öncesi ve sonrası toplam 8'er parça numunesinin İstanbul Üniversitesi Mineraloji-Petrografi Laboratuvarında ince kesitleri hazırlanmış ve don öncesi ve sonrası analizleri yapılmıştır.

Bu bölümde deney programında kullanılan kireçtaşları ve volkanik tüflerin genel tanımları, bileşimleri hakkında bilgiler verilmiş ve sonra da don öncesi petrografik analizleri yapılmıştır. Prizma biçimli numune alırken kodlandırılma A, B, C ve D biçiminde yapıldığından (4.1.1, sayfa 10) gerek bu bölümde gerekse Bölüm 4, Bölüm 5, Bölüm 6 , Bölüm 7 ve Bölüm 8'de metin içerisinde ve çizelge, şekil, foto ve tez sonundaki eklerde kayalar bu simgelerle gösterilmiştir.

3.1 Kireçtaşları

Genel anlamda karbonatlı kayaçlar tüm tortul kayaçların yaklaşık olarak %25-35'ini meydana getirir. Sınıflandırılması ve adlandırılması temel kimyasal bileşimine göre yapılır. Kimyasal bileşimi CaCO_3 'tür. Kalsiyumun yerini kısmen veya tamamen magnezyumun alması ile de dolomit olarak isimlendirilir. Dolomit hem bileşimi $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ olan bir minerali hem de bu minerali ana bileşen olarak içeren kayacı tanımlar. Kireçtaşlarıyla beraber bulunabildikleri gibi, yanarda ve düşeyde geçiş gösterebilirler. Kireçtaşları genelde gri renkli olup, beyaz, sarı, bej ya da kahverenkli de olabilir. Dolomitler ise kirlili beyaz, beyaz-gri, olarak bulunmakla birlikte oksidasyona uğradığı zaman kırmızımsıtrak- kahve bir renk almaktadırlar.

Kaya türünün ayırımının yapılmasında kayanın içerdiği kalsit (CaCO_3) ve dolomit minerallerinin oranları önemlidir. Kalsit ile dolomit mineralleri optik yöntemlerle zor ayırt edilirler. Karbonatların tanınmasında kullanılan kimyasal boyama metodlarından Alizarin testi sonrasında kalsitlerin kırmızıya boyandığı, dolomitlerin ise renk değişikliği göstermediği görülmektedir. Kalsit ve dolomit karışımı kayaçlar Folk (1962)'ye göre kireçtaşı meydana getiren üç temel bileşene göre sınıflandırılır: 1.Mikrit 2. Sparit Çimento 3. Allokimyasal bileşenler

1. Mikrit: Kireçtaşlarında ya tutturucu (matriks) olarak ya da doğrudan kayaç yapıcı olarak bulunan 1-4 mikron büyüklüğünde mikrokristalen kalsit çamurundan oluşmaktadır. İnce kesitte opak (ışığı geçirmeyen) yada opağa yakın bir görünümündedir.

2. Sparit Çimento: Bunlar temiz, şeffaf, 4-30 mikron arasında ve bazen daha büyük olabilen saydam ve sınırları gözlenebilen kalsit kristallerinden oluşurlar. İlk oluşmaları daneler arasındaki gözenek boşluklarını doldurur.Diğer taraftan sparit çimentonun büyük bir bölümü, çökme sonrası diyajenez (taşlaşma) aşamasında rekristalizasyon (yeniden kristallenme) yoluyla mikritin sparit çimentoya dönüşmesi sonucu meydana gelir.

3. Allokimyasal Bileşenler:

a. Biyoklast: Kireçtaşı içinde yer alan organizmalara ait tüm iskeletsel kalıntılardır.

b. Ekstraklast ve İntraklast: Kireçtaşları içinde yer alan karbonat kaya kırıntılarıdır. İntraklastlar kireçtaşlarının kendinden kopan parçalar olup ekstraklastlar ise çökme ortamına dışarıdan gelen kırıntılarıdır.

c. Ooid: Bunlar küremsi veya yarı küremsi şekilli iç içe geçmiş konsantrik karbonatlı (kalsit veya aragonit) zarflardan oluşurlar.Çapları genelde 0,2 mm-0,5 mm arasındadır.

d. Onkoid: Değişik partiküller üzerinde alglerin oluşturduğu büyük boyutlu asimetric ve dalgalı görünümlü halkalardır.Çapları 2 mm'den fazladır.

e. Pellet: Boyutu ooidlerden küçük olup genellikle silt ve ince kum (0,03-1 mm) büyüklüğündedir.

3.1.1. Deney Programında Kullanılan Kireçtaşlarının Don Öncesi İnce Kesit Analizi

A. Şırnak Bölgesinden Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesit Analizi

Foto 1’de görülen Şırnak bölgesinden kahverenkli-gri renkli kireçtaşının (A) don öncesi ince kesit analizi sonrasında kayanın boşluklu bir yapısının olduğu ve içerisinde %20’yi geçmeyen intraklast ve ekstraklast allokimyasal bileşenleri bulunduğu görülmüştür. Kaya içerisinde ekstraklast olarak kuvars bulunur. Kuvarsla birlikte iri kalsit kristalleri de bulunmaktadır. Kalsit ve kuvars tanelerinin birlikteliğinin don öncesi polarizan mikroskobunda görünümü Foto 18, Foto 26, Foto 28 ve Foto 30’da verilmiştir. Kayada boşluklu yapının altında kuvarşça zengin damarlar bulunmaktadır. Fosil kavkı kırıntıları da içeren kayanın bu kavkı kırıntıları içerisinde kristalizasyon gelişimleri vardır. Çimento bağlayıcı konumunda sparitin olduğu bu kayanın sınıfı Folk (1962)’ye göre kaba tanımla kristalize kireçtaşı ya da litosparit olarak tanımlanabilir. Foto 26, Foto 28 ve Foto 30 Ek 14’de gösterilmiştir.



Foto 1- Şırnak Bölgesinden Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Görünümü.

B.İstanbul Kartal'dan Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Öncesi İnce Kesit Analizi

Foto 2'de görülen İstanbul Kartal'ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşının (B) don öncesi ince kesit analizi sonrasında kayada homojen bir yapı olmadığı, içerisinde allokimyasal bileşen olarak intraklast ve bolca fosil olduğu gözlemlenmiştir. Organik maddece (organizmaların iskelet, kabuk veya diğer parçaları) zengindir. Kırıntılı ve kimyasal sedimentasyonunda görüldüğü kaya yer yer çamurtaşı özellikleri göstermektedir. Kayanın güzel bir dokusu yoktur ve çatlak damarları rekristalizasyon gösteren kalsit kristalleri ile dolmuştur. Kalsitlerde mükemmel iki yönde dilinim vardır. Bu iki yöndeki mükemmel dilinim ve kalsit kristallerinin gelişimi don öncesi polarizan mikroskobundaki görünümünde Foto 20 ile Foto 32'de verilmiştir. Folk (1962)'e göre bu kayanın sınıfı kalsit damarlı mikritik kireçtaşıdır. Foto 32 Ek 14'de gösterilmiştir.



Foto 2- İstanbul Kartal'dan Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Görünümü.

C. İstanbul Gebze'den Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Öncesi İnce Kesit Analizi

Foto 3'de görülen İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) don öncesi ince kesit analizi sonrasında kayanın içerisinde çokca kırık ve çatlak olduğu ve bu kırık ve çatlak dolguları içerisinde gelişmiş kalsit ve dolomit minerallerinin bulunduğu görülmüştür. Kalsit ve dolomit minerallerinin ayırımı Alizarin testi ile yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonrasında kalsitlerin kırmızıya boyandığı, dolomitlerin ise renk değişikliği göstermediği görülmüştür. Kalsit minerali %'si dolomitten fazladır. Kayada allokimyasal bileşenlerin oranı ise %10-15 hatta %20'ye kadar çıkmaktadır. Intraklast taneli bileşeni hafif rekristalizasyon gösteren kısım içerisinde bulunmaktadır. Pettijohn (1975)'e göre kayanın sınıfı dolomitik kireçtaştır. Açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) don öncesi polarizan mikroskobundaki genel görünümü Foto 22 ve Foto 34'de verilmiştir. Foto 22 Ek 14'de bulunmaktadır.



Foto 3- İstanbul Gebze'den Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşı'nın (C) Görünümü

3.2.Volkanik Tüf

Yanardağlardan parça halinde havaya püsküren değişik boyutlarda ve çeşitli şekillerde kül, kum ve lav parçacıkları havada katılaşırlar ve dane büyüklüklerine göre püskürme merkezinden farklı uzaklıklarda yeryüzüne düşerler. Düştikleri yerde üst üste çökerek tabakalı bir yapı oluştururlar. Bu çökeller ince ve ufak danelerden oluşuyorsa tüf olarak adlandırılır. Çoğunlukla açık renkli olan tüfler boşluklu bir yapı gösterirler. Volkanik tüfler Pettijohn (1957)'ye göre bileşimindeki üç bileşene göre sınıflandırılır: 1.Pomza, Cam Kırıntıları 2. Kristaller 3. Kaya Kırıntıları.

3.2.1. Volkanik Tüfün Don Öncesi İnce Kesit Analizi

A.Çanakkale Çan'dan Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Öncesi İnce Kesit Analizi

Foto 4'de görülen Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tüfünün (D) boşluklu bir yapısı vardır ve bu boşluklar içerisinde çok sayıda kırık ve çatlak içermektedir. Bağlayıcı olarak volkan camı, mikrolit ve kısmen oksitlenmiş demir oksitten oluşmakta ve % 20-30 arasında kristal ve volkanik kayaç parçasından meydana gelmektedir. Mikrolit olarak küçük plajyoklas ve piroksen kristalleri bulunmaktadır. Bileşiminde kaya kırıntısı kristalden daha fazla olup içerisinde yer yer kaolenleşmiş killere de (feldispatların ayrışarak kil minerallerine dönüşmesi) rastlanılmaktadır. Pettijohn (1957)'ye göre kayanın sınıfı litik tüf olup don öncesi polarizan mikroskobundaki genel görünümleri Foto 24 ve Foto 36'da verilmiştir. Foto 36 Ek 14'de bulunmaktadır.



Foto 4- Çanakkale Çan'dan Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Görünümü.

4.BÖLÜM

NUMUNELERİN HAZIRLANMASI

Seçilen kaya örneklerinin laboratuvar deneyleri İstanbul Kültür Üniversitesi Geoteknik Laboratuvarında yapılmıştır. Laboratuvar deneylerinin yapılışı ve sonuçların elde edilişi sırasıyla aşağıdaki alt başlıklarda verilmiştir.

4.1 Kayalardan Numune Alınması

Kayalar taş kesme testeresi ile ıslak olarak aynı eksenlerde kesilmiş ve numuneler 5x5x10 cm' lik prizma şeklinde alınmıştır. (Foto 5). Numune kesimi sırasında aşındırıcı cihaz yardımıyla düzeltme yapılmış yüzeyler mümkün olduğunca pürüzsüz hale getirilmiştir. Toplam 4 takım numune alınmıştır.



Foto 5 –Kayalardan Taş Kesme Testeresi ile Prizma Numune Alınması

4.1.1 Prizma Numunelerinin Boyutları

Prizmalar alınış sıralarına göre numune sayıları da başta belirtilerek A, B, C ve D şeklinde kodlandırılmıştır. (Foto 6, Foto 7, Foto 8, Foto 9) Prizma numunesinin alımının gçlg nedeniyle uzunluk ve yüksekliklerde hafif sapmalar olmuştur. (Prizma numunelerinin boyutları, Ek 2, Ek 3) Burada küp numune alınmamasının nedeni prizmatik numunelerde mevcut veya donma sonucu belirecek mikro çatlakların etkisini yansıtacaktır.



Foto 6- şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) Numuneleri (A)



Foto 7- İstanbul Kartal'ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşı Numuneleri (B)

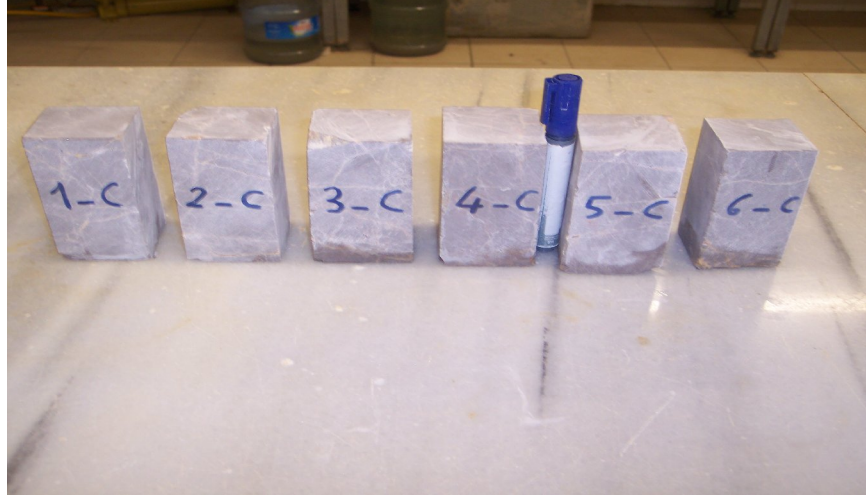


Foto 8– İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşı Numuneleri (C)



Foto 9- Çanakkale Çan'ın Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfünün Numuneleri (D)

4.2 Birim Hacim Ağırlık Ölçümü

Birim hacim ağırlık ölçümlerinde kayaların laboratuvar şartlarında kuru olarak bulunmaları dolayısıyla kuru birim hacim ağırlıklar doğal birim hacim ağırlıklara eşit olur. ($\rho_k = \rho_n$). Hassas terazide tartımı yapılan kuru ağırlık numune hacmine bölünerek kuru birim hacim ağırlıklar hesaplanmıştır. (TSE 8615).

$$\rho_k = \rho_n = \frac{M_k}{V} \times 9,81 \text{ (kN/m}^3\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

Don tesirlerine dayanıklılık deneyi yapılacak olan her takımdan 3'er numune ile laboratuvarında doygun koşullarda bekletilen ancak bu deneye girmeyen her takımdan birer numunenin doygun birim hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Numuneler vakum desikatöründe havası alındıktan sonra 20°C± 5°C sıcaklıkta su bulunan bir kova içerisinde bekletilerek doygun hale getirilmiş ve sudan alındıktan sonra yüzeylerindeki su tanecikleri havlu ile hafifçe silinmiştir. Suya doygun hale gelen numuneler hem havada, hem de teraziye kancalanmış su içindeki tel sepet içinde hassas terazide tartılarak hacimleri bulunmuştur. Doygun numunelerin havadaki ağırlıkları bu hacimlere bölünerek doygun birim hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. (TSE 8615).

$$\rho_d = \frac{M_{dh}}{V} \times 9,81 \text{ (kN/m}^3\text{)} \dots\dots\dots (2)$$

Foto 10'da numunenin hassas terazide kuru ağırlığının tartımı, Foto 11'de vakum desikatöründe havasının alınması, Foto 12'de havasının alındıktan sonra su içerisinde bekletilmesi, Foto 13'de ise hassas teraziye kancalanmış su içindeki tel sepet içinde tartımı gösterilmiştir.



Foto 10- Numunenin Hassas Terazide Kuru Ağırlığının Tartımı



Foto 11- Numunelerin Vakum Desikatöründe Havaının Alınması



Foto 12- Numunelerin Hava Alındıktan Sonra Su İçerisinde Bekletilmesi



Foto 13- Numunenin Sudaki Ağırlığının Bulunması

Çizelge 1’ de kaya numunelerinin birim hacim ağırlık aralıkları gösterilmiştir. Birim hacim ağırlıklarda en düşük ölçüm sarımsı bej renkli litik tuf de (A) , en yüksek ölçüm ise açık gri renkli dolomitik kireçtaşıdır.(C). Kuru (doğal) ve doymun birim hacim ağırlıkların hesaplanması detaylı bir şekilde Ek 4, Ek 5, Ek 6, Ek 7’de gösterilmektedir.

Çizelge 1 -Kaya Numunelerinin Birim Hacim Ağırlıkları

Kayanın Tanımı	Simgesi	Kuru (Doğal) Birim Hacim Ağırlık $\rho_k = \rho_n$ (kN/m³)	Doymun Birim Hacim Ağırlık ρ_d (kN/m³)
Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit)	A	22,30-25,56	25,56-26,47
Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı	B	24,73-26,44	25,64-26,66
Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı	C	26,19-27,06	26,78-27,63
Sarımsı bej renkli litik tuf	D	18,62-20,75	20,79-21,89

4.3 Görünür Porozite Deneyi

Bir kayanın içerisinde boşluklar büyüklüklerine göre üç şekilde bulunmaktadır:

- 1.Mikroboşluklar: 0,1 mikrondan küçüktür.
- 2.Kılcal boşluklar: 0,1 mikron ile 2,5 mm arasındır.
3. Makroboşluklar:2,5 mm'den büyüktür.

Bu boşlukların bazıları dışa açık olup bazıları ise kapalıdır. Açık ve kılcal boşluklar dona dayanıklılığı saptama yönünden önemlidir. (Onaran,1995). Dışa açık olan boşluklar birbirleriyle bağlantılı olduğundan içerisine su alırken, dışa açık olmayan kapalı boşluklar ise su geçirmemektedir. Birbirleriyle bağlantılı olan boşlukların hacimleri toplamının kayanın toplam hacmine oranı görünür poroziteyi (n_a) verirken, birbirleriyle bağlantılı olmayan boşlukların hacimleri toplamının kayanın toplam hacmine oranı ise gerçek poroziteyi (n) vermektedir. Toplam porozite ise bu iki porozitenin toplamıdır.

Don tesirlerine dayanıklılığı değerlendirmede kayaların dışa açık boşluklarının önemli olması nedeniyle görünür poroziteler (n_a) hesaplanmıştır. Don tesirlerine dayanıklılık deneyi yapılacak olan her takımdan 3'er numune ile laboratuvarında doymuş koşullarda bekletilen fakat bu deneye girmeyen her takımdan birer numunenin hassas terazide kuru ağırlıklarının tartımı yapılmış ve vakum desikatöründe havası alındıktan sonra kova içerisinde $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki suda bekletilip hem havada hem de suda tartılarak hacimleri hesaplanmıştır.Doygun numunenin havadaki ağırlığından kuru ağırlığının çıkartılmasıyla hesaplanan boşluk hacmi (V_e) , doymuş numunenin havadaki ağırlığının sudaki ağırlığından farkı ile hesaplanan toplam hacme (V) oranlanarak görünür porozite (n_a) bulunmuştur.(TSE 8615). Görünür porozite aşağıda hesaplanmıştır:

$$n_a = \frac{V_e}{V} \times 100 \quad (\%) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Porozite diğer özellikler değişmemek kaydıyla, yaş ve derinlik arttıkça düşer. Derinlik arttıkça kompaksiyon da artmakta ve kaya yaşının artması ile de etki süresi uzamaktadır. Çünkü kayaların kompaksiyonu sonrasında katı hacmi yükselmekte ve bu da poroziteyi düşürmektedir. Yaşlandıkça daha sıkı ve daha az boşluklu olmaktadırlar. Boşluklar ne kadar çok azalırsa kayaların dayanıklılıklarıda o ölçüde artış göstermektedir. Bazı volkanik kayalarda (örnek pomza taşı) kapanlanmış volkanik gazlardan dolayı porozite çok yüksek olabilir, ancak gözenekler birbirleriyle her zaman bağlantılı olmayabilir. (Goodman, 2003).

Çizelge 2- Kayaların Poroziteye Göre Sınıflandırılması.(Moos-Quervain'den Tarhan, 1989).

Kaya Sınıfı	Görünür Porozite (%) n_a
Çok kompakt	<1
Az boşluklu	1-2.5
Orta boşluklu	2.5-5
Oldukça boşluklu	5-10
Çok boşluklu	10-20
Çok fazla boşluklu	>20

Çizelge 3'de kahverenkli- gri renkli kristalize kireçtaşının (Litosparit) (A) görünür porozitesi 4,06-6,90 arasında orta ve oldukça boşluklu, gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşının (B) 0,11-0,66 arasında çok kompakt, açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) 0,62-1,00 arasında çok kompakt ve az boşluklu, sarımsı bej renkli litik tuf (D) ise 12,22-14,68 arasında çok boşluklu sınıfa girmektedir. (Moos- Quervain'den Tarhan, 1989). Ek 4, Ek 5, Ek 6, Ek 7'de görünür porozitenin hesaplanması gösterilmektedir.

Çizelge 3 - Kaya Numunelerinin Görünür Poroziteleri

Kaya Tanımı	Simgesi	Görünür Porozite, n_a (%)			
Kahverenkli-gri kristalize kireçtaşı (Litosparit)	A	4,06	6,04	6,23	6,90
Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı	B	0,11	0,42	0,48	0,66
Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı	C	0,62	0,80	0,85	1,00
Sarımsı bej renkli litik tuf	D	12,22	12,70	12,83	14,68

5.BÖLÜM

DON TESİRLERİNE DAYANIKLILIĞIN ÖLÇÜMÜ

5.1 Don Tesirlerine Dayanıklılık Deneyi

Bu deney kayaların yıprandırıcı atmosfer etkileri karşısında herhangi bir değişikliğe uğrayıp uğramadığının tespiti için yapılır. Deney için öncelikle soğutma hızı yaklaşık 4 saat zarfında -25°C 'ye inebilen ve bu sıcaklıkta sabit tutulabilen derin dondurucuya ihtiyaç vardır. Deney öncesinde ve esnasında sürekli olarak bu sıcaklık kontrol edilir. Normal atmosfer şartlarında suya doymun hale getirilen deney numuneleri derin dondurucuda en az 2 saat bekletildikten sonra çıkartılarak $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki suyun tamamen içerisinde kalacak şekilde en az 2 saat bekletilerek (Foto 14) buzlarının tamamen erimesi sağlanır. Sonra tekrar derin dondurucuya konulup -25°C 'ye kadar soğutulur.(Foto 15). Donma ve çözülme işlemi 25 kez tekrar edilerek her defasında numunelerde gözle görülür değişiklikler kontrol edilir. (TSE 699). Deney neticesinde numune yüzeylerinde dökülme ve ince çatlaklar meydana gelmemesi gerekir. (Ertunç, 2003).



Foto 14- Numunelerin Çözülme Aşamasında Su İçerisinde 2 Saat Bekletilmesi

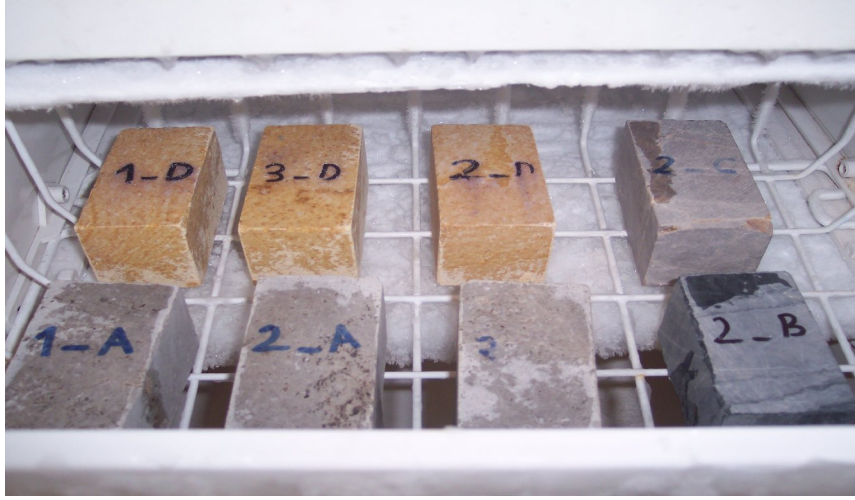


Foto 15- Numunelerin Derin Dondurucuda 2 Saat Bekletilmesi

5.2. Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımları

A. Tek Eksenli Basma Dayanımı Deneyi

Bu deneyde amaç, düzgün geometrik biçimli kaya numunelerinin tek eksenli ve düşey olarak uygulanan yükler altında dayanım sınırlarının bulunmasıdır. Kayaların basma dayanımının bulunması hem sınıflama hem de tasarım açısından oldukça gerekli olup bu dayanım değerine etki eden belirli faktörler vardır:

- Kayanın bileşimi ve dokusu
- Süreksizliklerin yaygınlığı
- Su içeriği
- Homojenlik
- Çimentolanma ve kristallenme derecesi
- Yükleme hızı
- Örneğin alt ve üst yüzeylerinin niteliği (alt ve üst yüzeylerin düz, pürüzsüz ve numunenin uzun eksenine tam dik vaziyette kesilmiş olması gerekir.)

olarak sıralanabilir.

Yükleme hızı, değişmez bir hız ile kırılmayı 5-15 dakikalık bir süre içinde oluşturabilecek biçimde ayarlanmalıdır. Bunun için basma cihazının yeterli kapasitede olması ve gerekli yükleme hızını sağlayabilmesi gerekmektedir. (TSE 2028).

Numunelerin tek eksenli basınç dirençleri 60 Ton kapasiteli universal preste ölçülmüş olup bu cihaz bilgisayar programlı bir alettir.

Numune presin plakaları arasında yerleştirildikten sonra bilgisayarda yükleme hız programı ayarlanır. Yükleme hızı 0.5 mm/dk'dır. İki plaka arasında yüke maruz kalan numune belli bir süre sonra yükü taşıyamaz duruma gelir ve kırılır. Kırılma genelde ani parçalanma şeklinde olmuştur. (Foto 16 ve Foto 17). Numunenin kırıldığı andaki yük değeri bilgisayarda maksimum yük olarak okunmuştur. (P_{max}). Bu değer kullanılarak numunenin tek eksenli basma dayanımı değeri (σ_c) bağıntıda yerine yazılarak hesaplanmıştır:

$$\sigma_c = \frac{P_{max}}{A} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (4)$$



Foto 16- Deney Numunesinin Preste Kırılması

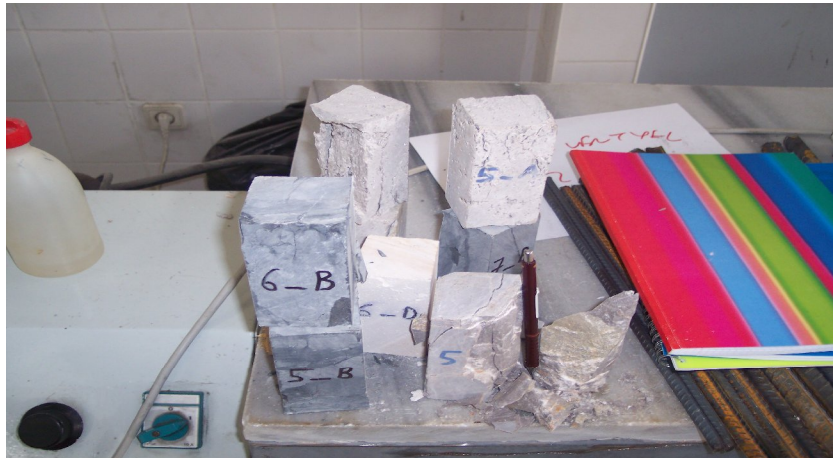


Foto 17- Basma Sonrasında Numunelerin Görünümü

B. Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımlarının Değerlendirilmesi

Deney programında kullanılan kaya numuneleri Çizelge 4’de gösterilen tek eksenli basma dayanımı kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. (ISRM,1981). Çizelge 5’de ise don öncesi ve sonrası basma dayanımları verilmiş ve metin içerisinde de sınıflandırılması yapılmıştır.

Çizelge 4 – Tek Eksenli Basma Dayanımına Göre Kayaların Sınıflandırılması
(ISRM,1981).

KAYA SINIFI	TEK EKSENLİ BASMA DAYANIMI
	σ_c (MPa)
Çok Düşük	<6
Düşük	6-20
Orta	20-60
Yüksek	60-200
Çok Yüksek	>200

Çizelge 5 – Kaya Numunelerinin Don Öncesi (Kuru ve Doygun) ve Sonrası Basma Dayanımları

Kaya Tanımı	Simgesi	Don Öncesi Basma Dayanımı σ_c don öncesi (kuru) (MPa)			Don Sonrası Basma Dayanımı σ_c don sonrası (MPa)			Don Öncesi Basma Dayanımı σ_c don öncesi (doygun) (MPa)	
Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit)	A	68,59	53,84	58,57	79,99	64,52	31,31	48,24	
Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı	B	60,27	39,51	57,76	56,91	60,13	24,97	51,96	37,62
Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı	C	46,13		38,12		47,57	35,33	26,66	41,77
Sarımsı bej renkli litik tuf	D	35,52		36,76		38,15	32,39	34,38	31,68

Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşının (Litosparit) (A) kuru olarak laboratuvarında bekletilen numunelerinin don öncesi basma dayanımları 53,84- 68,59 MPa ve don sonrası basma dayanımları 31,31- 79,99 MPa arasında, orta ve yüksek dayanım sınıfına girmektedir. Laboratuvarında don deneyine girmeyip doymuş koşullarda bekletilen numunesinin ise don öncesi basma dayanımı 48,24 MPa olup dayanımı orta sınıfa girmiştir (ISRM, 1981). Çizelge 5 ve Ek 8’de don sonrası basma dayanımlarında düşük ve yüksek dayanımlar, don öncesi basma dayanımında (doymuş) ise düşük çıkan dayanım farklılığı vurgulamak için kırmızı ile gösterilmiştir.

İstanbul Kartal’ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşının (B) laboratuvarında kuru olarak bekletilen numunelerinin don öncesi basma dayanımları 39,51- 60,27 MPa, don sonrası basma dayanımları 24,97- 60,13 MPa arasında dayanım olarak orta ve yüksek sınıfa girmektedir. Laboratuvarında don deneyine girmeyip doymuş koşullarda bekletilen numunesinin ise don öncesi basma dayanımı 37,62 MPa’dır. Bu kaya da orta dayanım sınıfına girmektedir. (ISRM, 1981). Çizelge 5 ve Ek 9’da don sonrası basma dayanımında ve don öncesi (kuru) ile don sonrası basma dayanımında düşük çıkan dayanımlar kırmızı ile gösterilmiştir.

İstanbul Gebze’nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) kuru olarak laboratuvarında olarak bekletilen numunelerinin don öncesi basma dayanımları 38,12- 46,13 MPa, don sonrası basma dayanımları 26,66- 47,57 MPa arasında dayanım olarak orta sınıfa girmektedir. Laboratuvarında doymuş şartlarda bekletilen numunesinin ise don öncesi basma dayanımı 41,77 MPa olup dayanımı orta sınıfa girmektedir (ISRM,1981). Çizelge 5 ve Ek 10’da don sonrası basma dayanımında düşük çıkan dayanım kırmızı ile gösterilmiştir.

Çanakkale Çan’ın sarımsı bej renkli litik tufünün (D) laboratuvarında kuru olarak bekletilen numunelerinin don öncesi basma dayanımları 35,52-36,76 MPa, don sonrası basma dayanımları 32,39-38,15 MPa arasında dayanım olarak orta sınıfa girmektedir. Laboratuvarında doymuş şartlarda bekletilen numunesinin ise don öncesi basma dayanımı 31,68 MPa olup dayanımı orta sınıfa girmektedir. (ISRM,1981).

Ortalama basma dayanımı azalması Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşında (A) % 2,85 , İstanbul Kartal’ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşında (B) %14,77, İstanbul Gebze’nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşında (C) %13,32 ve Çanakkale Çan’ın sarımsı bej renkli litik tufünde (D) ise %3,24’dür.

Yapı taşı standardına göre basma dayanımı azalması % 20'den az olmalıdır. %20'den fazla olursa don etkisinde kalacak yerlerde bu kayalar kullanılmamalıdır. (Erguvanlı,1995). Deney programında kullanılan kayaların ortalama basma dayanımları azalmaları %20'nin altında belirmiştir.Ek 8, Ek 9, Ek 10 ve Ek 11'de ortalama basma dayanımı azalma %'leri gösterilmiştir.

Deney programında kullanılan kaya numunelerinin don öncesi ve sonrası basma dayanımlarının kendi aralarında oldukça farklı değerler verdiği görülmüştür. Bu durum 6.Bölüm Şekil 1'de don öncesi basma dayanımı (kuru)-don sonrası basma dayanımı ilişkisinde görülmektedir. Don sonrası basma dayanımlarındaki yükseliş ve düşüşler 7. Bölümde kayaların don öncesi ve sonrası özelliklerinin ince kesit analizleriyle değerlendirilmesi kısmında açıklanmıştır.

6.BÖLÜM

SONUÇLARIN ANALİZİ

Don öncesi basma dayanımının (kuru) don sonrası basma dayanımı ile (Şekil 1), don sonrası basma dayanımı /don öncesi basma dayanımının görünür porozite ile (Şekil 2) ve don sonrası basma dayanımı / don öncesi basma dayanımının (doygun) doygun birim hacim ağırlık ile olan ilişkisinin (Şekil 3) incelenmesinde şu sonuçlara varılmıştır:

Şekil 1'de Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit) (A) numunelerinin don sonrası basma dayanımlarında yükselme olduğu, don öncesi basma dayanımı 68,59 MPa olan numunenin don sonrasında 79,99 MPa'a ve don öncesi basma dayanımı 53,84 MPa olan numunenin ise don sonrası basma dayanımının 64,52 MPa'a yükseldiği görülmektedir. İstanbul Kartal'ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşında (B) ise don sonrası basma dayanımlarında düşüş görülmektedir. Don öncesi basma dayanımı 60,27 MPa olan numune don sonrasında 60,13 MPa'a ve don öncesi basma dayanımı 57,76 MPa olan numune ise don sonrası 51,96 MPa'a düşmektedir. İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşı (C) ile Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tufünün (D) numuneleri don sonrası basma dayanımlarında hem artış hem de azalma gösterirler.Açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) don öncesi basma dayanımı 46,13 MPa olan numunesi don

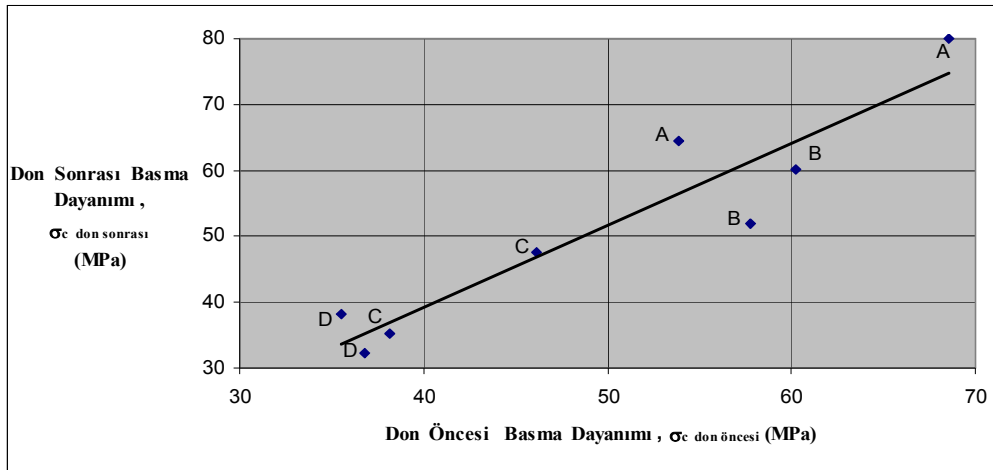
sonrası 47,57 MPa'a yükselmekte ve don öncesi basma dayanımı 38,12 MPa olan numunesi ise don sonrası 35,33 MPa'a düşmektedir. Sarımsı bej renkli litik tufün (D) ise don öncesi basma dayanımı 35,52 MPa olan numunesi don sonrası 38,15 MPa'a yükselmekte ve don öncesi basma dayanımı 36,76 MPa olan numunesi don sonrası 32,39 MPa'a düşmektedir. Sonuçta beklenen don sonrası numunelerin dayanım kaybetmesidir. Ancak dayanımların beklentinin aksine don sonrasında artış göstermiş olması nedeniyle deney programında kullanılan kayalardan don öncesi ve sonrası toplam 8'er numune parçası alınmış ve ince kesitleri hazırlanmıştır. (Ek 12). İnce kesitlerin don öncesi ve sonrası analizleri neticesinde Şırnak Bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşında (Litosparit) don sonrası mikroçatlaklar içerisine giren suyun rekristalizasyonu artırarak basma dayanımlarını yükselttiği, İstanbul Kartal'ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşında (B) ise don sonrası çamurtaşı özellikleri gösteren kesiminde kil minerallerinin suyu bünyelerine alarak rekristalizasyon gelişimini engelledikleri ve bu nedenle de don sonrası basma dayanımlarının düştüğü anlaşılmıştır. İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşının ise (C) az boşluklu olmasından dolayı mikroçatlaklarından bünyesine fazla su alan numunesinde rekristalizasyon artışıyla don sonrası basma dayanımlarının yükseldiği ve çok kompakt olup bünyesine fazla su alamayan numunesinde de don sonrası basma dayanımlarının düştüğü görülmektedir. Benzer durum Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tufünde de (D) görülmektedir. Don sonrasında artan oksidasyon sonrasında genişleyen gaz boşluklarının içerisindeki mikroçatlaklardan bünyesine fazla su alan numunede don sonrası basma dayanımı artarken, gaz boşluklarının içerisindeki mikroçatlaklardan bünyesine fazla su alamayan numunede ise don sonrası basma dayanımı düşmektedir.(Ek 13). Don sonrası basma dayanımlarındaki bu durum 7. Bölümde don öncesi ve sonrası basma dayanımlarının ince kesit analizleriyle değerlendirilmesi kısmında açıklanmıştır.

Şekil 2'de don sonrası basma dayanımı / don öncesi basma dayanımının görünür porozitesi 4,06-6,23 arasında olan Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşının (Litosparit) (A) numunelerinde 1,19 ile en yüksek, görünür porozitesi 12,70-12,83 arasında olan Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tufünün (D) numunelerinde ise 0,88 ile en düşük değerdedir. Görünür porozitesi 0,48-0,66 arasında olan İstanbul Kartal'ın gri renkli mikritik kireçtaşı (B) ile görünür porozitesi 0,62-1,00 arasında olan İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) numunelerinde bu oran birbirine yakın çıkmıştır ve 0,90-1,03 arasında değişmektedir. Sonuç olarak görünür porozitesi en yüksek olan Çanakkale Çan'ın sarımsı bej renkli litik tufün (D) numunelerinin don sonrası basma dayanımının don

öncesi basma dayanımına oranı en düşük bulunurken, görünür porozitesi daha düşük olan deney programında kullanılan diğer kaya numunelerinde ise daha yüksek bulunmuştur.

Şekil 3’de don sonrası basma dayanımı / don öncesi basma dayanımının (doygun) doygun birim hacim ağırlık ile olan ilişkisi histogram ile gösterilmiştir. Don sonrası basma dayanımının don öncesi basma dayanımına (doygun) oranı doygun birim hacim ağırlığı 25,56 kN/m³ olan Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı numunesinde (Litosparit) (A) 1,66 ile en yüksek, doygun birim hacim ağırlığı 26,78 kN/m³ olan İstanbul Gebze’nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşı numunesinde (C) ise 0,64 ile en düşüktür. Doygun birim hacim ağırlığı 26,44 kN/m³ olan İstanbul Kartal’ın gri renkli mikritik kireçtaşı (B) ile doygun birim hacim ağırlığı 20,79 kN/m³ olan Çanakkale Çan’ın sarımsı bej renkli litik tuf numunelerinde (D) 1,02-1,60 arasındadır. Sonuç olarak doygun birim hacim ağırlığı en yüksek olan İstanbul Gebze’nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşı numunesinin (C) don sonrası basma dayanımının don öncesi basma dayanımına (doygun) oranı en düşük değeri verirken, deney programında kullanılan diğer kaya numunelerinde ise bu oran daha yüksektir.

Şekil 1 - Don Öncesi Basma Dayanımı (Kuru) - Don Sonrası Basma Dayanımı İlişkisi

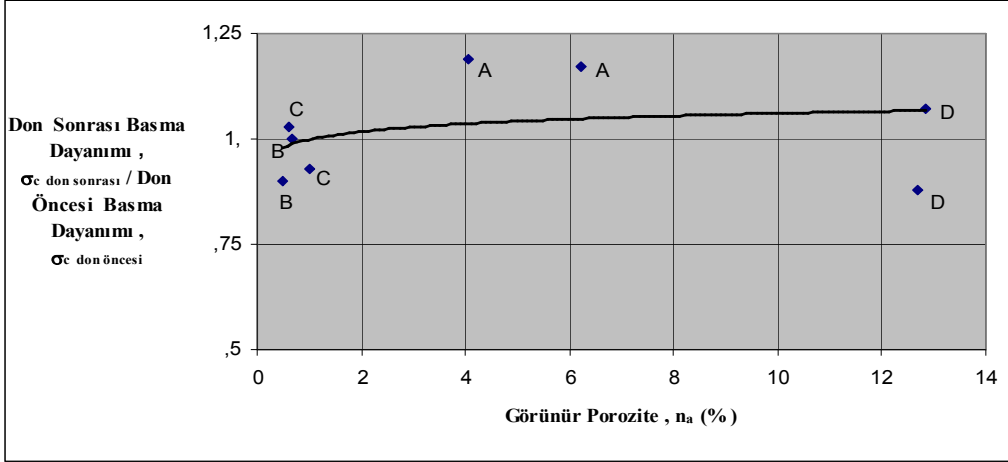


Tüm deney sonuçları karşılaştırıldığında numunelerde don öncesi ve sonrası basma dayanımlarının

$$\sigma_{c \text{ don sonrası}} = 1,2427 (\sigma_{c \text{ don öncesi}}) - 10,414 \dots\dots\dots (5)$$

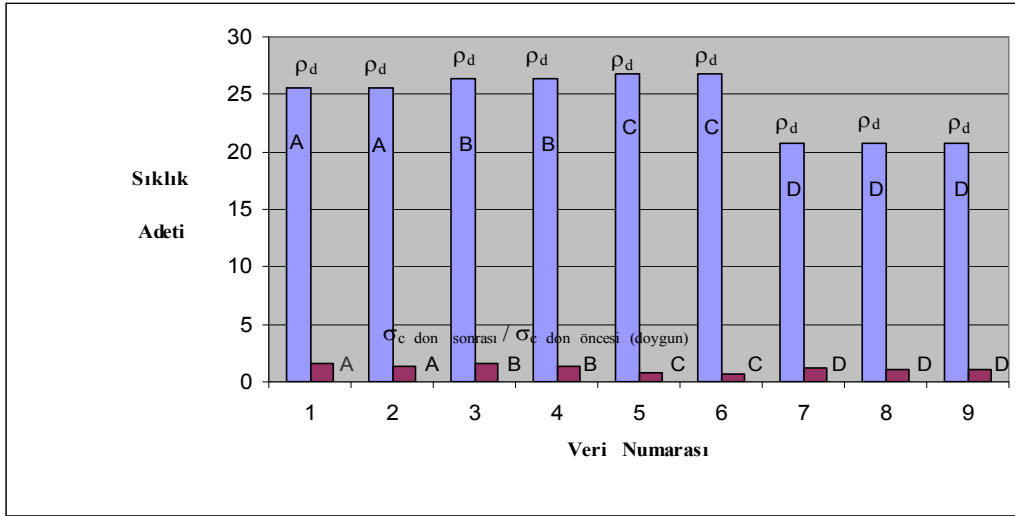
bağıntısını verdiği söylenebilmektedir.

Şekil 2- Don Sonrası Basma Dayanımı/Don Öncesi Basma Dayanımı –Görünür Porozite İlişkisi



Şekil 3- Don Sonrası Basma Dayanımı/Don Öncesi Basma Dayanımı (Doygun)- Doygun

Birim Hacim Ağırlık İlişkisi



Kaya Simgeleri

- A - Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit)
- B - Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı
- C - Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı
- D - Sarımsı bej renkli litik tuf

7. BÖLÜM

KAYALARIN DON ÖNCESİ VE SONRASI ÖZELLİKLERİNİN İNCE KESİT ANALİZLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Deney programında kullanılan kayaların Bölüm 3’de don öncesi ince kesit analizleri yapılmıştır. Bu bölümde ise don sonrası ince kesit analizleri de değerlendirilerek don öncesiyle karşılaştırılması yapılmıştır. Don öncesi ile sonrası ince kesit analizleriyle basma dayanımları değerlendirmesi Ek 13’de gösterilmiştir.

A.Şırnak Bölgesinden Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi

Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşının (A) (Litosparit) don sonrası ince kesit analizinde mikroçatlaklardan oluşan boşluklarının genişlediği ve sonrasında bu boşluklarda gelişen kalsit rekristalizasyonlarının arttığı görülmüştür. Bu durum Foto 18 ve Foto 19’da Şırnak bölgesinin kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşının (A) (Litosparit) don öncesi ve sonrasında kuvars ve kalsit tanelerinin polarizan mikroskobundaki görünümünde verilmiştir. Mikroçatlakların oluşturduğu boşlukların artması ile numunelerin düşüş gösteren doygun birim hacim ağırlıkları 25,56-26,47 arasında olup görünür poroziteleri Moos-Quervain’den Tarhan, 1989 sınıflamasına göre 4,06-6,90 arasında hem orta boşluklu hem de oldukça boşluklu sınıfa girmektedir. (Çizelge 1, s 15, Çizelge 2- 3, s 17 ve Ek 4). Sık boşluklu kesimlerde mikroçatlakların içerisine giren su rekristalizasyonu artırarak don sonrası basma dayanımını yükseltmiş, boşlukların çok fazla olmadığı orta boşluklu numunelerde ise don sonrası basma dayanımını azaltmıştır. Don öncesi basma dayanımı 68,59 MPa olan numunenin don sonrası 79,99 MPa’ a ve don öncesi basma dayanımı 53,84 MPa olan numunenin ise don sonrası basma dayanımı 64,52 MPa’ a yükselirken, don öncesi basma dayanımı 58,57 MPa olan numune ise don sonrası basma dayanımında 31,31 MPa’ a düşmüştür. (Çizelge 5, s 21 ve Ek 8). Ek 14’de don öncesi ve sonrası 6 fotoğrafın daha polarizan mikroskobunda görünümü vardır. (Foto 26-Foto 31).

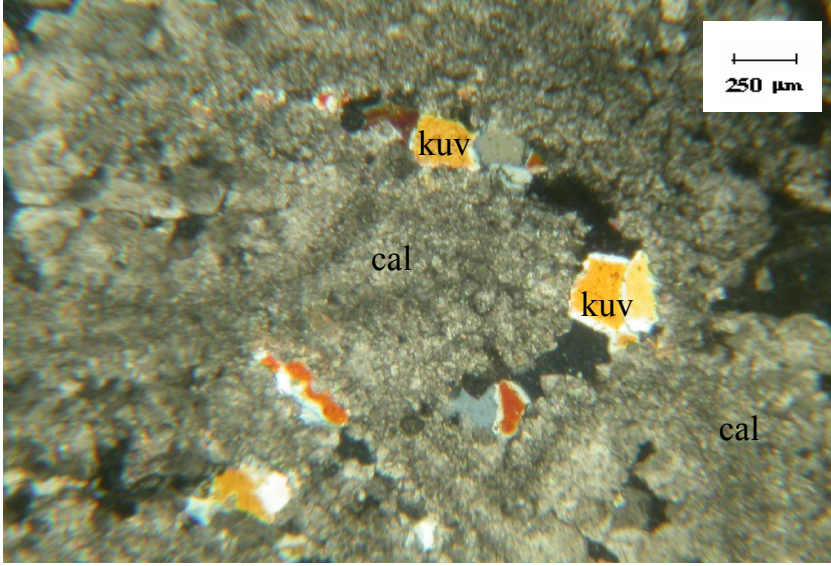


Foto 18- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit ve Kuvars Tanelerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (kuv-kuvars, cal- kalsit, Büyütme x2.5).

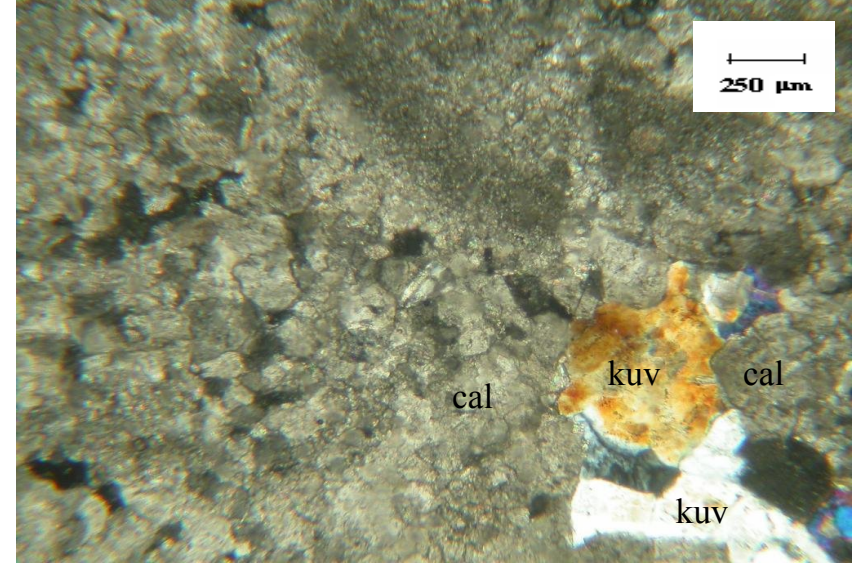


Foto 19- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A)DonSonrası İnce Kesitinde Kalsit ve Kuvars Tanelerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (kuv-kuvars, cal-kalsit, Büyütme x2.5).

B. İstanbul Kartal'dan Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi

Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşının (B) doygun birim hacim ağırlıkları 25,64-26,66 arasında olan numunelerinin görünür poroziteleri 0,11-0,66 arasında Moos-Quervain'den Tarhan, 1989 sınıflamasına göre çok kompakt sınıfa girmesinden dolayı mikroçatlakların oluşturduğu boşluklarının içerisine su girişi çok azdır. (Çizelge 1, s 15, Çizelge 2- 3, s 17 ve Ek 5). Donma sonucu mikrosparite dönüşen çamurtaşu özellikleri gösteren kesimdeki kil mineralleri suyu bünyelerine alarak rekristalizasyon gelişimini engellemişlerdir. Bu da don sonrası basma dayanımlarını düşürmüştür. Don öncesi basma dayanımı 60,27 MPa olan numunenin don sonrası basma dayanımı 60,13 MPa'a, don öncesi basma dayanımı 39,51 MPa olan numunenin don sonrası basma dayanımı 24,97 MPa'a ve don öncesi basma dayanımı 57,76 olan numunenin ise don sonrası basma dayanımı 51,96 MPa'a düşmektedir. (Çizelge 5, s 21 ve Ek 9). Foto 20 ve Foto 21 ile Ek 14'de Foto 32 ve Foto 33 'de kalsit kristallerinin don öncesi ve sonrası polarizan mikroskobundaki görünümleri bulunmaktadır.

C. İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Sonrası İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi

İstanbul Gebze'nin açık gri renkli dolomitik kireçtaşının (C) doygun birim hacim ağırlıkları 26,78-27,63 arasında olup görünür poroziteleri 0,62-1,00 arasında Moos-Quervain'den Tarhan, 1989 sınıflamasına göre hem çok kompakt hem de az boşluklu sınıfa girmektedir. (Çizelge 1, s 15, Çizelge 2-3 , s 17 ve Ek 6).Az boşluklu olan numunesinde don sonrası mikroçatlaklarından oluşan boşluklarının ikincil kalsit ve dolomit kristalleri ile dolması rekristalizasyonları artırmış ve bu durum don sonrası basma dayanımını yükseltmiştir. Don sonrasında mikroçatlakların oluşturduğu boşluklarda gelişen dolomit kristallerinin polarizan mikroskobundaki görünümleri Foto 23 ve Foto 35'de, don öncesi genel görünümleri ise Foto 22 ve Foto 34'de gösterilmiştir. Foto 34 ve Foto 35 Ek 14'de bulunmaktadır. Çok kompakt olan numunesinde ise mikroçatlaklardan oluşan boşluklarına su girişinin az olması nedeniyle don sonrası basma dayanımı düşmüştür. Bu nedenle don öncesi basma dayanımı 46,13 MPa olan numunenin don sonrası basma dayanımı 47,57 MPa'a yükselirken, don öncesi basma dayanımı 38,12 MPa olan numunenin ise don sonrası basma dayanımı 35,33 MPa'a düşmüştür. (Çizelge 5, s 21 ve Ek 10).

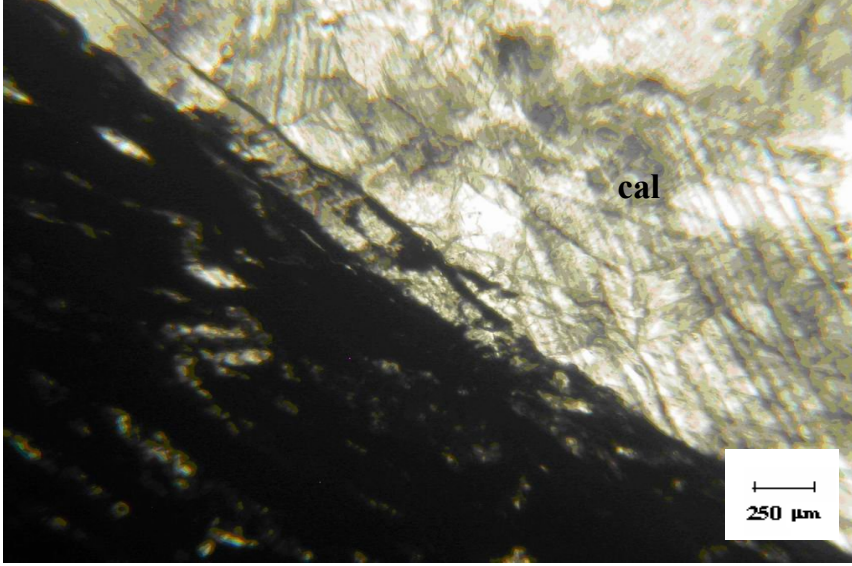


Foto 20 – Polarizan Mikroskopunda İstanbul Kartal'ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (cal-kalsit, Büyütme x2.5).

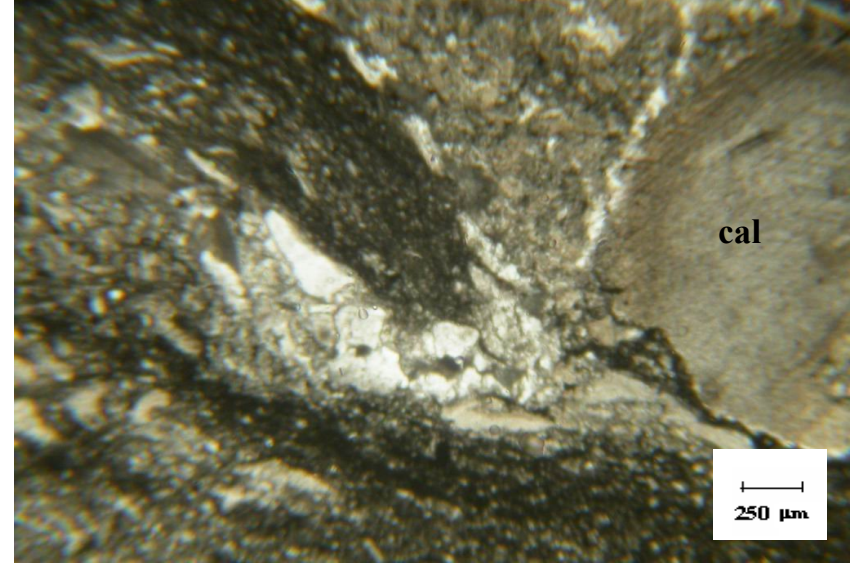


Foto 21- Polarizan Mikroskopunda İstanbul Kartal'ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (cal-kalsit, Büyütme x2.5).

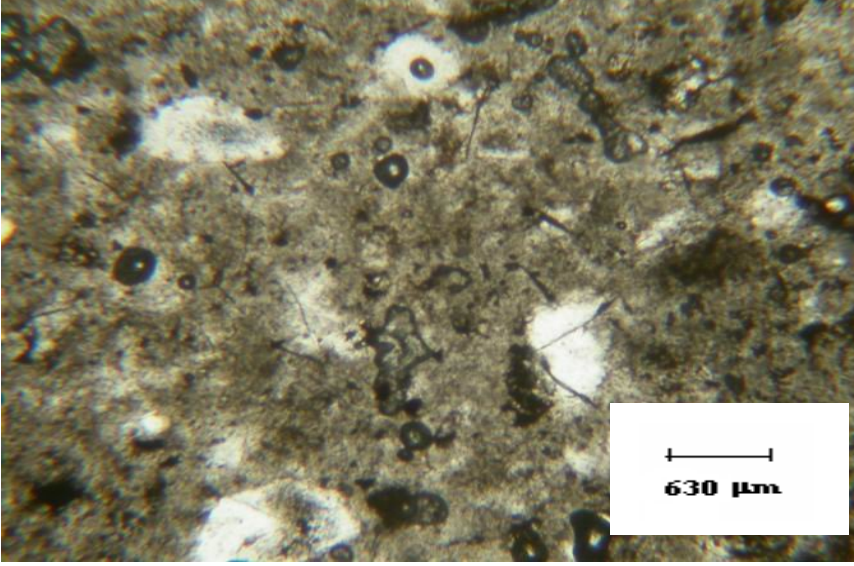


Foto 22–Polarizan Mikroskopunda İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Öncesi İnce Kesitinde Tek Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x6.3).

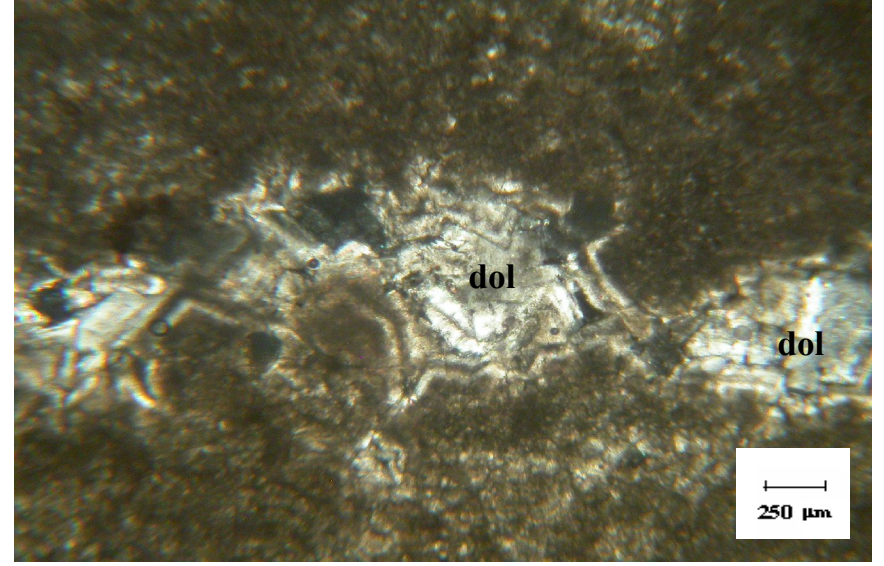


Foto 23-Polarizan Mikroskopunda İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Sonrası İnce Kesitinde Dolomit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (dol-dolomit, Büyütmex2.5).

D. Çanakkale Çan'dan Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Sonrası

İnce Kesit Analiziyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi

Don sonrası sarımsı bej renkli litik tüfün (D) bütünlüğü bozulmuş, gaz boşluklarının içerisindeki mikroçatlaklar fazla değişmemiş ancak gaz boşlukları oksidasyon artışı neticesinde (Fe^{2+} ortama su girince Fe^{3+} haline gelmiştir.) genişlemiştir. Doygun birim hacim ağırlıkları 20,79- 21,89 arasında olup görünür poroziteleri 12,22- 14,68 arasında Moos-Quervain'den Tarhan, 1989 sınıflamasına göre çok boşluklu sınıfa giren litik tüfün (Çizelge 1, s 15, Çizelge 2-3 , s 17 ve Ek 7). gaz boşluklarının içerisindeki mikroçatlaklardan bünyesine fazla su giren numunede don sonrasında basma dayanımı yükselirken, gaz boşluklarının içerisindeki mikroçatlaklardan bünyesine fazla su giremeyen numunede ise don sonrası basma dayanımı düşmektedir. Bu nedenle don öncesi basma dayanımı 35,52 MPa olan numunenin don sonrası basma dayanımı 38,15 MPa'a yükselirken, don öncesi basma dayanımı 36,76 MPa olan numune ise don sonrası 32,39 MPa'a düşmektedir. (Çizelge 5,s 21 ve Ek 11). Polarizan mikroskobunda Foto 24 ve Foto 36'da don öncesi genel görünümüleri verilen sarımsı bej renkli litik tüfün (D), Foto 25 ve Foto 37'de ise don sonrası artan oksidasyon neticesinde genişleyen gaz boşluklarının görünümüleri verilmektedir. Foto 36 ve Foto 37 Ek 14'de bulunmaktadır.

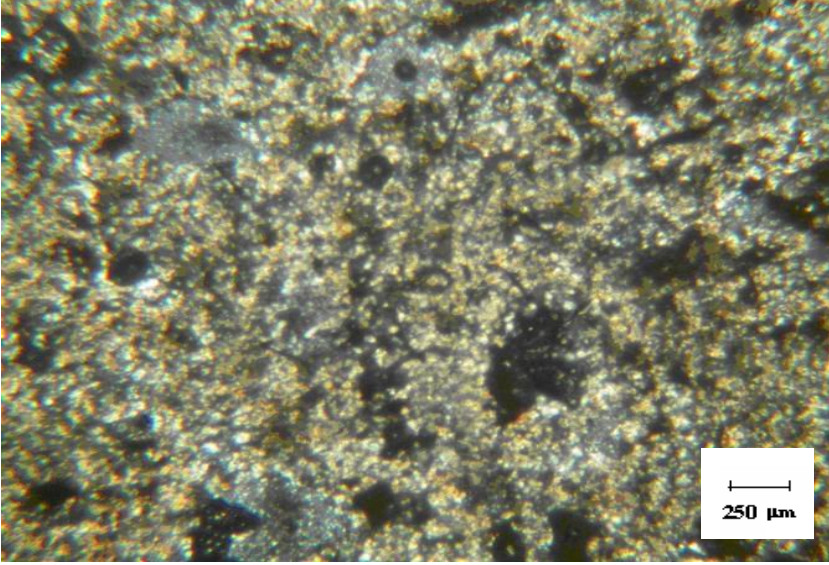


Foto 24- Polarizan Mikroskobunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Öncesi İnce Kesitinde Çift Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x2.5).

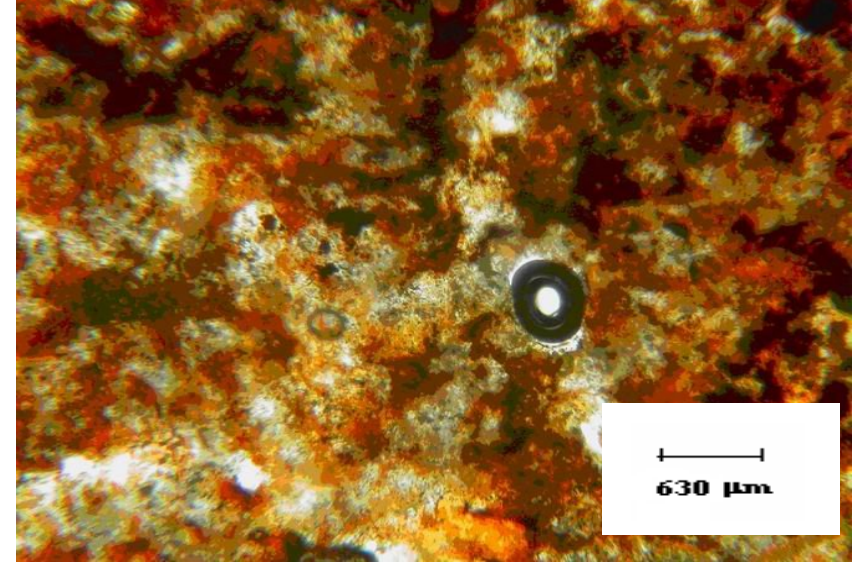


Foto 25-Polarizan Mikroskobunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Sonrası İnce Kesitinde Genişleyen Gaz Boşluklarının Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x6.3).

8. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dört kaya numunesi üzerinde donma-çözülme tekrarları ile yapılan basma dayanımı ölçümleri dayanımın donma etkisi ile her zaman azalmadığı, bazen de yükseldiği sonucunu göstermiştir.

Bu etkinin kayaların görünür porozite veya birim hacim ağırlığı ile doğrudan bağlantısı kanıtlanamamıştır.

Donma – Çözülme ile kayanın dokusundaki olası değişimlerin donma-çözülme sonrası basma dayanımlarına etkisi petrografik incelemelerle açıklanmaya çalışılmış ve bu amaçla ince kesit tayinleri yapılmıştır.

Bu incelemeler sonucunda donma-çözülme sonrasında kaya numunelerinin mikroçatlaklardan oluşan boşluklarının genişleyerek kalsit rekristalizasyonlarının arttığı ve bu artış sonrasında basma dayanımlarının yükseldiği görülmüştür. Sadece İstanbul Kartal'ın gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşında (B) donma-çözülme sonrasında basma dayanımları hiç yükselme göstermemiştir. Bunun nedeni, donma-çözülme sonrasında kayanın mikrosparite dönüşen çamurtaşı özellikleri gösteren kesimdeki kil minerallerinin suyu bünyelerine alarak rekristalizasyon gelişimini engellemeleridir.

Tüm bu gözlemler, donma- çözülmenin sağlam kayada etkisinin genelde sanıldığı gibi kayayı her zaman zayıflatma değil, artış ve azalma ile beliren değişken sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu nedenle konuda daha farklı kayaların da içerildiği ayrıntılı araştırma gerektiği kanısına varılmıştır.

Bir ek öneri basma dayanımının esas kriter olarak alınmaması, kaya yapısındaki mikro çatlaklar ve fisürlerin varlığını daha iyi yansıttığı bilinen çekme dayanımı ile tesbit edilmesinin uygun olacağı biçiminde yapılabilir.

KAYNAKLAR

- AKDAŞ, H. , BOZKURT, M.R. , DİKDURAN. T. , Çan Taşı-Desenli Yapıtaşı, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (MERSEM 2001) Bildiriler Kitabı, s 158-159
- ALTINDAĞ , R. , ALYILDIZ, T.S. , (2004) Donma-Çözülme Periyotlarının Tüfün (Isparta-Dereboğazı) Fiziko-Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir,Türkiye, s 255-261
- BİNAL,A., KASAPOĞLU, K.E., GÖKÇEOĞLU, C. ,(1997), Eskişehir-Yazılıkaya Çevresinde Yüzeyleyen Volkanosedimanter Kayaçların Donma-Çözülme Etkisi Altında Bazı Fiziksel ve Mekanik Parametrelerinin Değişimi , Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Ankara, s 41-51
- BİNAL, A. ve KASAPOĞLU, K.E, (2002), Donma- Çözülme Sürecinin Aksaray-İhlara Vadisi'nde yüzeyleyen Selime İgnimbiritinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi,VI.Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Konya,Türkiye, s 189-196
- BİNAL, A. , KASAPOĞLU, K.E. , SEĞMENOĞLU Ç, (2004), Donma-Çözülme Sürecinin Ankara İgnimbiritinin Jeomekanik Özellikleri Üzerine Etkisinin Doğal ve Laboratuvar Ortamında Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas,Türkiye, s 59-66
- ÇINAR, B. , (2007), Osmaniye Çağşak Amanos Kırmızı Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, s 43
- ERGUVANLI, K. , Mühendislik Jeolojisi, Seç Yayın Dağıtım, (1995), s 43
- ERTUNÇ, A. , Mühendislik Jeolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını, (2003), s 28
- FOLK, R.L. , Spectral subdivisions of limestone types. In: Ham (ed) Classification of Carbonate Rocks. Memoir 1, American Association of Petroleum Geologists, (1962), s 62-85

- GOODMAN, R.E. , Kaya Mekaniğine Giriş, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayını, (2003), s 28, s 58
- KETİN, İ. , Genel Jeoloji Yerbilimlerine Giriş Kitabı, İ.T.Ü Vakfı Yayınları, (1994) , s 245-250
- KUŞÇU, M. , YILDIZ, A. , Ayazini (Afyon) Tüflerinin Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması (MERSEM 2001) Bildiriler Kitabı, s 94-96
- ONARAN, K. , Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, (1995), s 279-280
- PETTIJOHN, F.J. , Sedimentary Rocks, 2 nd ed. , New York, Harper and Row, (1957), s 718
- PETTIJOHN, F.J. , Sedimentary Rocks, 3 nd ed. , New York, Harper and Row, (1975), s 628
- TARHAN, F. ,(1989) Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, K.T.Ü Yayınları, Trabzon
- TUTUŞ, M. ,(2007), Çukurova Yöresinde Bulunan Bazı Mermerlere Ait Fiziko-Mekanik Özelliklerin İstatistiksel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi s 27-28

Ek 1- Deney Standartları

TSE 699 - Tabii Yapı Taşlarının Muayene ve Deney Metotları, Ocak 1987, Ankara

TSE 2028- Kayaçların Tek Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini, Nisan 1975,
Ankara

TSE 8615- Kayaçlar- Su Muhtevası, Yoğunluk ve Porozite Tayini, Aralık 1990,
Ankara

ISRM 1981- Basic Geotechnical Description of Rock Masses, Oxford, Pergamon
Press

Ek 2 - Prizma Numunelerinin Boyutları

Kaya Numunesinin Tanımı: Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit)

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Şırnak bölgesi

Kaya Numunesinin Alınan Prizma Adeti: 7 Adet

Num. No	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) Ortalama
1-A	5,23	5,45	5,67	5,45	5,28	5,37	5,28	5,31	10,16	10,10	10,12	10,13
2-A	5,24	5,23	5,25	5,24	5,45	5,56	5,63	5,55	10,12	10,06	10,09	10,09
3-A	5,40	5,46	5,55	5,47	5,40	5,32	5,36	5,36	9,96	9,90	9,77	9,88
4-A	4,97	5,04	5,14	5,05	5,28	5,28	5,23	5,26	9,44	9,57	9,52	9,51
5-A	5,33	5,28	5,16	5,26	4,88	4,88	4,87	4,88	11,13	11,12	11,17	11,14
6-A	5,47	5,39	5,37	5,41	4,98	4,94	4,77	4,90	11,12	11,12	11,11	11,12
7-A	5,16	5,14	5,11	5,14	5,34	5,35	5,16	5,28	11,26	11,16	11,10	11,17

Kaya Numunesinin Tanımı: Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Kartal/İSTANBUL

Kaya Numunesinin Alınan Prizma Adeti: 8 Adet

Num. No	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) Ortalama
1-B	5,27	5,26	5,18	5,24	5,21	5,34	5,38	5,31	10,36	10,27	10,39	10,34
2-B	5,25	5,18	5,04	5,16	5,44	5,42	5,35	5,40	9,51	9,45	9,32	9,43
3-B	5,18	5,06	5,07	5,10	5,06	5,18	5,10	5,11	10,19	10,24	10,22	10,22
4-B	5,18	5,01	5,02	5,07	5,06	5,16	5,10	5,11	10,06	10,07	10,09	10,07
5-B	5,22	5,21	5,19	5,21	5,88	5,73	5,76	5,79	10,39	10,32	10,37	10,36
6-B	5,34	5,39	5,32	5,35	5,52	5,58	5,55	5,55	10,41	10,42	10,44	10,42
7-B	5,16	4,88	4,89	4,98	5,48	5,42	5,51	5,47	9,67	9,75	9,67	9,70
8-B	5,29	5,21	5,33	5,28	5,16	5,14	5,20	5,17	9,91	9,92	9,94	9,92

Ek 3 - Prizma Numunelerinin Boyutları

Kaya Numunesinin Tanımı: Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Gebze/İSTANBUL

Kaya Numunesinin Alınan Prizma Adeti: 6 Adet

Num. No	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) Ortalama
1-C	5,27	5,29	5,36	5,31	5,32	5,32	5,38	5,34	10,37	10,38	10,39	10,38
2-C	5,42	5,46	5,44	5,44	5,28	5,36	5,37	5,34	10,49	10,38	10,47	10,45
3-C	5,72	5,77	5,53	5,67	4,92	4,90	5,06	4,96	10,29	10,39	10,39	10,36
4-C	5,44	5,49	5,48	5,47	5,69	5,62	5,65	5,65	10,45	10,43	10,48	10,45
5-C	5,66	5,68	5,66	5,67	5,77	5,74	5,67	5,73	10,31	10,38	10,35	10,35
6-C	5,14	5,16	5,14	5,15	5,07	5,04	5,17	5,09	10,16	10,17	10,13	10,15

Kaya Numunesinin Tanımı: Sarımsı bej renkli litik tuf

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Çan /ÇANAKKALE

Kaya Numunesinin Alınan Prizma Adeti: 6 Adet

Num. No	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) (a)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) (b)	Kenar Uzunluğu (cm) Ortalama	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) (h)	Yükseklik Değeri (cm) Ortalama
1-D	5,02	5,09	5,06	5,06	5,27	5,33	5,26	5,29	10,09	10,06	10,05	10,07
2-D	5,31	5,33	5,25	5,30	5,12	5,18	5,18	5,16	9,96	10,02	10,04	10,07
3-D	5,14	5,16	5,16	5,15	5,14	5,13	5,11	5,13	10,12	10,18	10,14	10,15
4-D	5,15	5,01	5,02	5,06	5,32	5,27	5,29	5,29	10,11	10,11	10,22	10,15
5-D	5,08	5,09	5,09	5,09	5,06	5,11	5,11	5,09	10,13	10,16	10,14	10,14
6-D	5,09	5,09	5,07	5,08	5,23	5,24	5,13	5,20	10,27	10,13	10,15	10,18

Ek 4 - Birim Hacim Ağırlıkların ve Görünür Porozitenin Bulunması

Kaya Numunesinin Tanımı: Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit)

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Şırnak bölgesi

Kaya Numunesinden Alınan Prizma Adeti: 7 Adet

Num. No	Kenar Uzun. (a) (cm)	Kenar Uzun. (b) (cm)	Yükseklik (h) (cm)	Alan (A) (cm ²)	Hacim (V) (cm ³)	Kuru Ağırlık (M _k) (g)	Kuru Birim Hacim Ağırlığı=Doğal Birim Hacim Ağırlığı (ρ _k -ρ _n) (kN/m ³)	Doygun Halde Havadaki Ağırlık (M _{dh}) (g)	Boşluk Hacmi (V _e) (cm ³)	Doygun Halde Sudaki Ağırlık (M _{ds}) (g)	Toplam Hacim (V) (cm ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlığı (ρ _d) (kN/m ³)	Görünür Porozite (n _a) (%)
1-A	5,45	5,31	10,13	28,94	293,16	763,82	25,56	775,49	11,67	488,05	287,44	26,47	4,06
2-A	5,24	5,55	10,09	29,08	293,42	748,93	25,03	766,78	17,85	480,44	286,34	26,27	6,23
3-A	5,47	5,36	9,88	29,32	289,68	688,67	22,93	707,10	18,43	440,13	266,97	25,98	6,90
4-A	5,05	5,26	9,51	26,56	252,59	639,66	24,84	-	-	-	-	-	-
5-A	5,26	4,88	11,14	25,67	285,96	714,42	24,51	-	-	-	-	-	-
6-A	5,41	4,90	11,12	26,51	294,79	670,09	22,30	-	-	-	-	-	-
7-A	5,14	5,28	11,17	27,14	303,2	758,10	24,53	776,10	18,00	478,28	297,82	25,56	6,04
ORTALAMALAR:							24,24	ORTALAMALAR:				26,07	5,81

Ek 5- Birim Hacim Ağırlıkların ve Görünür Porozitenin Bulunması

Kaya Numunesinin Tanımı: Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Kartal/İSTANBUL

Kaya Numunesinden Alınan Prizma Adeti: 8 Adet

Num. No	Kenar Uzun. (a) (cm)	Kenar Uzun. (b) (cm)	Yükseklik (h) (cm)	Alan (A) (cm ²)	Hacim (V) (cm ³)	Kuru Ağırlık (M _k) (g)	Kuru Birim Hacim Ağırlığı=Doğal Birim Hacim Ağırlığı (ρ _k -ρ _n) (kN/m ³)	Doygun Halde Havadaki Ağırlık (M _{dh}) (g)	Boşluk Hacmi (V _e) (cm ³)	Doygun Halde Sudaki Ağırlık (M _{ds}) (g)	Toplam Hacim (V) (cm ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlığı (ρ _d) (kN/m ³)	Görünür Porozite (n _a) (%)
1-B	5,24	5,31	10,34	27,82	287,66	738,43	25,18	740,30	1,87	457,49	282,81	25,68	0,66
2-B	5,16	5,40	9,43	27,86	262,72	662,25	24,73	663,47	1,22	409,61	253,86	25,64	0,48
3-B	5,10	5,11	10,22	26,06	266,33	703,12	25,90	704,22	1,10	445,10	259,12	26,66	0,42
4-B	5,07	5,11	10,07	25,91	260,91	703,23	26,44	-	-	-	-	-	-
5-B	5,21	5,79	10,36	30,17	312,56	836,82	26,26	-	-	-	-	-	-
6-B	5,35	5,55	10,42	29,69	309,37	833,60	26,44	-	-	-	-	-	-
7-B	4,98	5,47	9,70	27,24	264,23	704,16	26,14	-	-	-	-	-	-
8-B	5,28	5,17	9,92	27,30	270,82	720,80	26,11	721,09	0,29	453,56	267,53	26,44	0,11
ORTALAMALAR:							25,90	ORTALAMALAR:				26,11	0,42

Ek 6 - Birim Hacim Ağırlıkların ve Görünür Porozitenin Bulunması

Kaya Numunesinin Tanımı: Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Gebze/İSTANBUL

Kaya Numunesinden Alınan Prizma Adeti: 6 Adet

Num. No	Kenar Uzun. (a) (cm)	Kenar Uzun. (b) (cm)	Yükseklik (h) (cm)	Alan (A) (cm ²)	Hacim (V) (cm ³)	Kuru Ağırlık (M _k) (g)	Kuru Birim Hacim Ağırlığı=Doğal Birim Hacim Ağırlığı (ρ _k -ρ _n) (kN/m ³)	Doygun Halde Havadaki Ağırlık (M _{dh}) (g)	Boşluk Hacmi (V _e) (cm ³)	Doygun Halde Sudaki Ağırlık (M _{ds}) (g)	Toplam Hacim (V) (cm ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlığı (ρ _d) (kN/m ³)	Görünür Porozite (n _a) (%)
1-C	5,31	5,34	10,38	28,36	294,38	796,60	26,55	798,37	1,77	514,86	283,51	27,63	0,62
2-C	5,44	5,34	10,45	29,05	303,57	810,46	26,19	813,38	2,92	521,0	292,38	27,29	1,00
3-C	5,67	4,96	10,36	28,12	291,32	803,54	27,06	805,85	2,31	516,91	288,94	27,36	0,80
4-C	5,47	5,65	10,45	30,91	323,01	874,70	26,57	877,43	2,73	556,07	321,36	26,78	0,85
5-C	5,67	5,73	10,35	32,49	336,27	917,21	26,76	-	-	-	-	-	-
6-C	5,15	5,09	10,15	26,21	266,03	721,08	26,59	-	-	-	-	-	-
ORTALAMALAR:							26,62	ORTALAMALAR:				27,27	0,82

Ek 7- Birim Hacim Ağırlıkların ve Görünür Porozitenin Bulunması

Kaya Numunesinin Tanımı: Sarımsı bej renkli litik tuf

Kaya Numunesinin Alındığı Yer: Çan/ÇANAKKALE

Kaya Numunesinden Alınan Prizma Adeti: 6 Adet

Num. No	Kenar Uzun. (a) (cm)	Kenar Uzun. (b) (cm)	Yükseklik (h) (cm)	Alan (A) (cm ²)	Hacim (V) (cm ³)	Kuru Ağırlık (M _k) (g)	Kuru Birim Hacim Ağırlığı=Doğal Birim Hacim Ağırlığı (ρ _k -ρ _n) (kN/m ³)	Doygun Halde Havadaki Ağırlık (M _{dh}) (g)	Boşluk Hacmi (V _e) (cm ³)	Doygun Halde Sudaki Ağırlık (M _{ds}) (g)	Toplam Hacim (V) (cm ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlığı (ρ _d) (kN/m ³)	Görünür Porozite (n _a) (%)
1-D	5,06	5,29	10,07	26,77	269,57	551,99	20,09	586,10	34,11	320,30	265,80	21,63	12,83
2-D	5,30	5,16	10,07	27,35	275,42	562,48	20,03	596,88	34,40	325,96	270,92	21,61	12,70
3-D	5,15	5,13	10,15	26,42	268,16	567,10	20,75	599,95	32,85	331,03	268,92	21,89	12,22
4-D	5,06	5,29	10,15	26,76	271,61	558,57	20,18	600,12	41,55	316,99	283,13	20,79	14,68
5-D	5,09	5,09	10,14	25,91	262,73	553,43	20,66	-	-	-	-	-	-
6-D	5,08	5,20	10,18	26,42	268,96	510,40	18,62	-	-	-	-	-	-
ORTALAMALAR:							20,06	ORTALAMALAR:				21,48	13,11

Ek 8 - Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımı Deneyi

	Don Öncesi Basma Dayanımı (MPa)			Don Sonrası Basma Dayanımı (MPa)			Don Öncesi Basma Dayanımı (Doygun) (MPa)
Numunenin Tanımı	Kahverenkli-gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit)						
Numunenin Alındığı Yer	Şırnak bölgesi						
Numune No	4-A	5-A	6-A	2-A	1-A	3-A	7-A
Numune Kenar Uzun. (mm)	50,5x52,6	52,6x48,8	54,1x49,0	54,5x53,1	52,4x55,5	54,7x53,6	51,4x52,8
Numunenin Yüksekliği (mm)	95,1	111,40	111,20	101,30	100,90	98,80	111,70
Alan Değeri (mm ²)	2656,30	2566,88	2650,90	2893,95	2908,20	2931,92	2713,92
Yenilme Yüğü (kN)	182,205	138,194	155,259	186,729	232,635	91,794	130,912
Basma Dayanımı (MPa)	68,59	53,84	58,57	79,99	64,52	31,31	48,24
Ortalama Değer	60,33			58,61			
Dayanımdaki Azalma (%)	2,85						

Not: Dayanımdaki Azalma %'si = $(60,33 - 58,61 / 60,33) \times 100 = 2,85$

Düşük ve yüksek çıkan dayanımlar kırmızı ile gösterilmiştir.

Ek 9 - Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımı Deneyi

	Don Öncesi Basma Dayanımı (MPa)			Don Sonrası Basma Dayanımı (MPa)			Don Öncesi Basma Dayanımı (Doygun) (MPa)	
Numunenin Tanımı	Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı							
Numunenin Alındığı Yer	Kartal/İSTANBUL							
Numune No	4-B	5-B	7-B	6-B	1-B	3-B	2-B	8-B
Numune Kenar Uzun.(mm)	50,7X51,1	52,1X57,9	53,5X55,5	49,8X54,7	52,4X53,1	51,6X54,0	51,0X51,1	52,8X51,7
Numunenin Yüksekliği (mm)	100,70	103,60	104,20	97,00	103,40	94,30	102,20	99,20
Alan Değeri (mm ²)	2590,77	3016,59	2969,25	2724,06	2782,44	2786,40	2606,10	2729,76
Yenilme Yüğü (kN)	156,154	119,179	168,977	157,338	167,319	144,769	65,087	102,695
Basma Dayanımı (MPa)	60,27	39,51	57,76	56,91	60,13	24,97	51,96	37,62
Ortalama Değer	53,61			45,69				
Dayanımdaki Azalma (%)	14,77							

Not: Dayanımdaki Azalma %'si = $(53,61 - 45,69 / 53,61) \times 100 = 14,77$

Düşük çıkan dayanımlar kırmızı ile gösterilmiştir.

Ek 10- Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımı Deneyi

	Don Öncesi Basma Dayanımı (MPa)		Don Sonrası Basma Dayanımı (MPa)			Don Öncesi Basma Dayanımı (Doygun) (MPa)
Numunenin Tanımı	Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı					
Numunenin Alındığı Yer	Gebze/İSTANBUL					
Numune No	5-C	6-C	1-C	2-C	3-C	4-C
Numune Kenar Uzun. (mm)	56,7X57,3	51,5X50,9	53,1X53,4	54,4X53,4	56,7X49,6	54,7X56,5
Numunenin Yüksekliği (mm)	103,50	101,50	103,80	104,50	103,60	104,50
Alan Değeri (mm ²)	3248,10	2621,35	2835,54	2904,96	2812,32	3090,55
Yenilme Yüğü (kN)	149,826	99,937	134,874	102,629	74,982	129,095
Basma Dayanımı (MPa)	46,13	38,12	47,57	35,33	26,66	41,77
Ortalama Değer	42,13		36,52			
Dayanımdaki Azalma (%)	13,32					

Not: Dayanımdaki Azalma %'si = $(42,13 - 36,52 / 42,13) \times 100 = 13,32$

Düşük çıkan dayanım kırmızı ile gösterilmiştir.

Ek 11 - Don Öncesi ve Sonrası Basma Dayanımı Deneyi

	Don Öncesi Basma Dayanımı (MPa)	Don Sonrası Basma Dayanımı (MPa)	Don Öncesi Basma Dayanımı (Doygun) (MPa)			
Numunenin Tanımı	Sarımsı bej renkli litik tuf					
Numunenin Alındığı Yer	Çan/ÇANAKKALE					
Numune No	5-D	6-D	1-D	2-D	3-D	4-D
Numune Kenar Uzun. (mm)	50,9X50,9	50,8X52,0	50,6X52,9	53,0X51,6	51,5X51,3	50,6X52,9
Numunenin Yüksekliği (mm)	101,40	101,80	100,70	100,70	101,50	101,50
Alan Değeri (mm ²)	2590,81	2641,60	2676,74	2734,80	2641,95	2676,74
Yenilme Yüğü (kN)	92,034	97,113	102,116	88,576	90,825	84,810
Basma Dayanımı (MPa)	35,52	36,76	38,15	32,39	34,38	31,68
Ortalama Değer	36,14		34,97			
Dayanımdaki Azalma (%)	3,24					

Not: Dayanımdaki Azalma %'si = $(36,14 - 34,97 / 36,14) \times 100 = 3,24$

Ek 12 – İnce Kesit Hazırlanması

TSE 699’da Polarizan mikroskopla muayene bölümündeki metotlara uygun olarak kaya numuneleri incekesit makinasının dönen diski üzerinde zımpara tozu ile düzeltilir. Numunenin düzlenen yüzü üzerinde pudra halinde zımpara tozu bulunan bir cam üzerine sürtülüp cilalandıktan sonra Kanada balsam reçinesi ile lama kaynatılmak suretiyle yapıştırılır. Yapıştırma işlemi sırasında hava kabarcıkları kalmamasına dikkat edilmelidir. Numunenin diğer yüzü de aynı şekilde ve kesitin kalınlığı 0,02-0,03 mm oluncaya kadar inceltir, incelmenin yeterli olup olmadığı mikroskopla kontrol edilir,numunenin yeteri kadar incelmediği anlaşıldığında üzeri Kanada balsam reçinesi kullanılarak lamelle örtülür. Bu işlemler tamamlandıktan sonra kayanın bileşimindeki minerallerin cinsleri, renkleri, birbirlerine göre durumları, kristal şekli varsa bağlayıcı cinsi, dane tekdüzeliği, camsılığı, çeşitli dane büyüklükleri, doku, gözeneklilik, boşluk, yarık, kılcal çatlak, damar, bozuşma, tercihli ayrılma yönü, en zor ayrılma yönü ile dolgu kısımları tespit edilir.

Ek 13 – Don Öncesi İle Sonrası İnce Kesit Analizleriyle Basma Dayanımları Değerlendirmesi

Kayanın Sınıfı ve Simgesi	Don Öncesi İnce Kesit Analizi	Don Sonrası İnce Kesit Analizi ve Basma Dayanımları Değerlendirmesi
<p>Kahverenkli –gri renkli kristalize kireçtaşı (Litosparit) (A)</p>	<p>Kayanın boşluklu bir yapısı var ve içerisinde %20'yi geçmeyen intraklast ve ekstraklast allokimyasalları bulunuyor. Ekstraklast olarak kuvars minerali, kaya boşluklarında kalsit rekristalizasyonları, boşluklu yapı altında kuvarsça zengin damarlar ve kristalize olmuş fosil kavkı kırıntıları gözlemlenmektedir. Kaya Folk (1962)'ye göre kaba tanımla kristalize kireçtaşı yada litosparit olarak tanımlanabilir.</p>	<p>Don sonrası mikroçatlaklardan oluşan boşluklar genişlemekte ve bu boşluklarda gelişen kalsit rekristalizasyonları artmaktadır. Sık boşluklu kesimlerde mikroçatlaklar içerisine giren su rekristalizasyonu artırarak don sonrası basma dayanımlarını yükseltmiş ve boşlukların çok fazla olmadığı orta boşluklu numunelerde ise don sonrası basma dayanımını azaltmıştır.</p>
<p>Gri renkli kalsit damarlı mikritik kireçtaşı (B)</p>	<p>Allokimyasal olarak intraklast ve bolca fosil, çatlak damarlarında rekristalizasyon gösteren kalsit kristalleri bulunuyor. Kalsitlerde mükemmel iki yönde dilinim var. Kırıntılı ve kimyasal sedimentasyon görüldüğü kaya yer yer çamurtaşı özellikleri göstermekte ve organik madde bakımından zengindir. Folk (1962)'ye göre sınıfı kalsit damarlı mikritik kireçtaşıdır.</p>	<p>Çamurtaşı özelliği gösteren kısım mikrosparite dönmüş ve bu kesimde kil mineralleri rekristalizasyon gelişimini engellemişlerdir. Bu nedenle don sonrası basma dayanımlarında düşme olmuştur.</p>
<p>Açık gri renkli dolomitik kireçtaşı (C)</p>	<p>Allokimyasal oranı %10-15 hatta %20'ye çıkmakta ve intraklast bileşeni hafif rekristalizasyon gösteren kısım içinde bulunmaktadır. Kırık ve çatlak dolgularında kalsit ve dolomit mineralleri olan kaya Pettijohn (1975)'e göre dolomitik kireçtaşı sınıfına girer.</p>	<p>Az boşluklu kesimlerde mikroçatlaklardan oluşan boşluklarında rekristalizasyon artışıyla don sonrası basma dayanımları artmış, kompakt kesimlerde su girişi az olduğundan basma dayanımları azalmıştır.</p>
<p>Sarımsı bej renkli litik tüf (D)</p>	<p>Bağlayıcısı volkan camı, mikrolit ve kısmen oksitlenmiş demir oksitten oluşmakta ve %20-30 arasında kristal ve volkanik kayaç parçasından meydana gelmektedir. Kaya kırıntısı kristalden daha fazladır. Mikrolit olarak küçük plajioloklas ve piroksen kristalleri bulunmaktadır. Pettijohn (1957)'ye göre sınıfı litik tüftür.</p>	<p>Gaz boşlukları artan oksidasyon sonrasında genişlemiştir. Gaz boşlukları içerisindeki mikroçatlaklardan oluşan boşluklara fazla su giren numunede don sonrası basma dayanımı artmış, fazla su girmeyen numunede ise düşmüştür.</p>

**Ek 14 – Polarizan Mikroskopunda Deney Programında
Kullanılan Kayaların Don Öncesi İle Sonrası Tek ve
Çift Nikol Görünümleri**

Notlar

Tek Nikol :Polarizan Mikroskopunda Analizörün Devrede

Olmadığı Zaman Minerallerin Renksiz Ve Soluk Renkli Görünümleri.

Çift Nikol : Analizör Devrede Olduğu Zaman Minerallerin Renkli

Görünümleri.

Analizör: Işığı Şeklin Üzerine Düşüren Alettir.

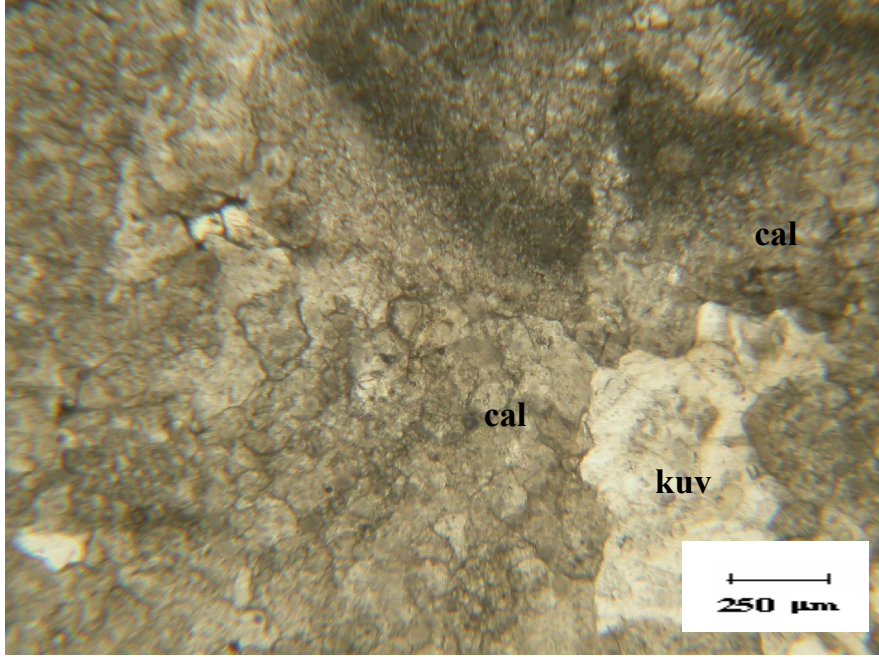


Foto 26- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit ve Kuvars Tanelerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (kuv-kuvars, cal-kalsit, Büyütme x2.5).

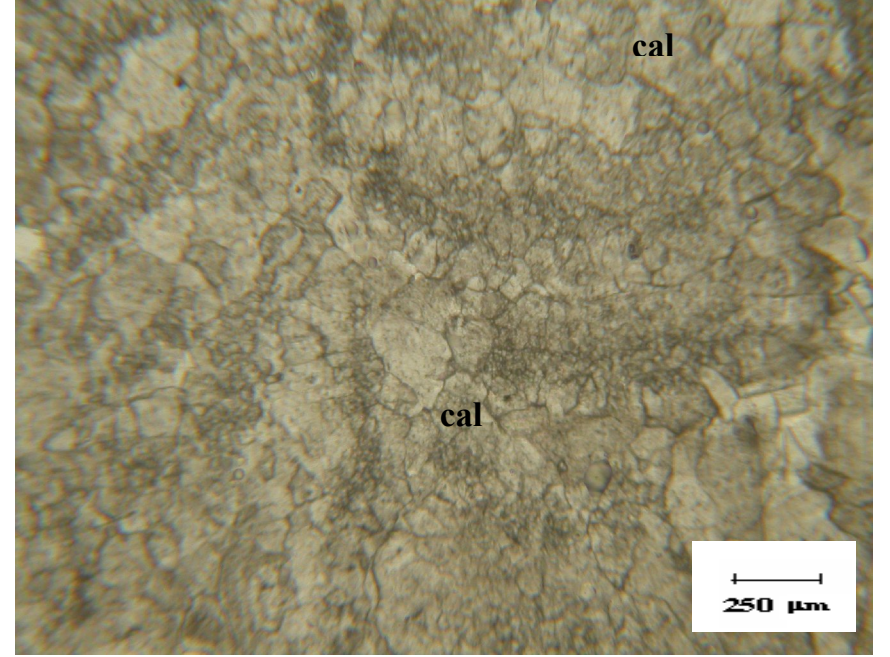


Foto 27- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde İri ve Ufak Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (kuv-kuvars, cal- kalsit, Büyütme x2.5).

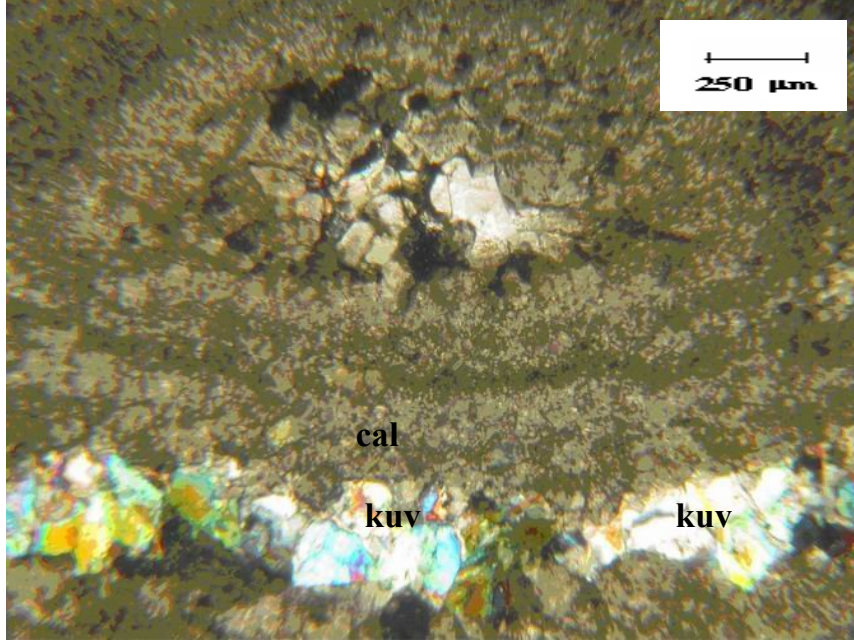


Foto 28- Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kuvars ve Kalsit Tanelerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (kuv-kuvars, cal-kalsit, Büyütme x2.5).

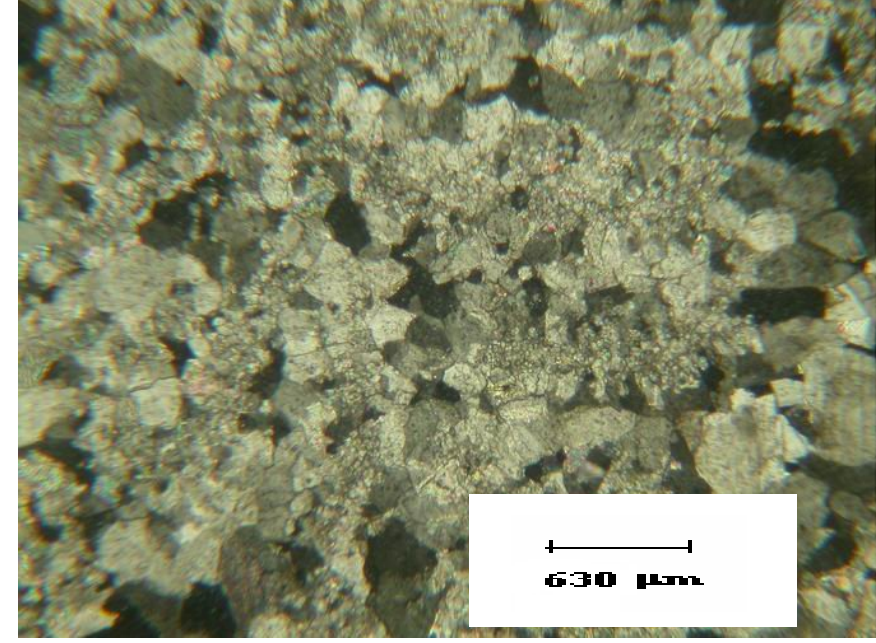


Foto 29 -Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde İri ve Ufak Kalsit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x6.3).

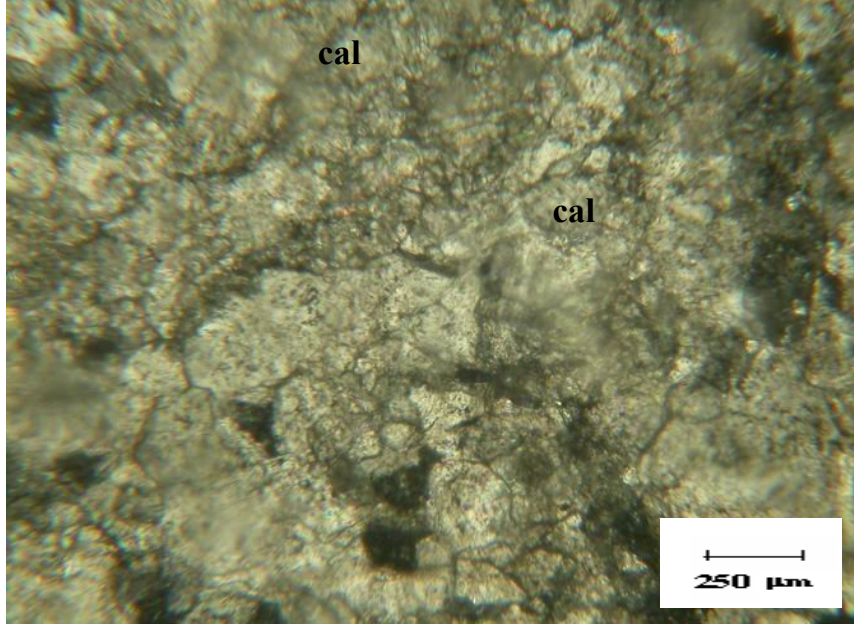


Foto 30-Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (cal-kalsit, Büyütme x2.5)

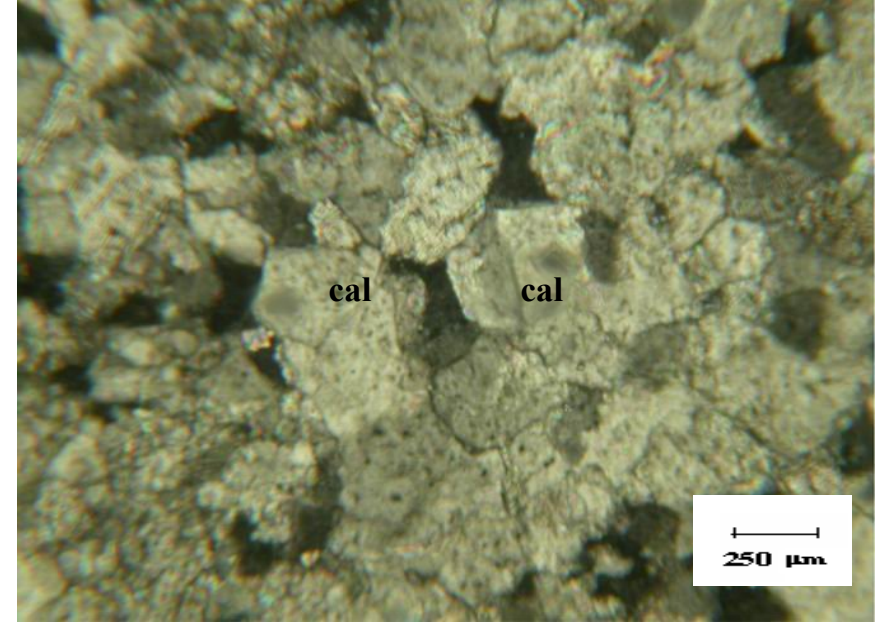


Foto 31 -Polarizan Mikroskobunda Şırnak Bölgesinin Kahverenkli-Gri Renkli Kristalize Kireçtaşının (Litosparit) (A) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Tek Nikoldeki Görünümü. (cal-kalsit, Büyütme x2.5)

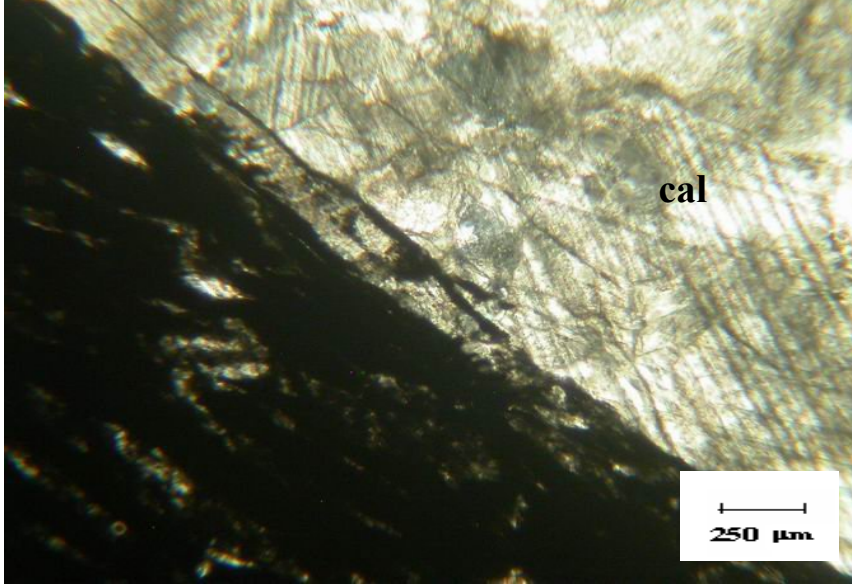


Foto 32– Polarizan Mikroskobunda İstanbul Kartal’ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Öncesi İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (cal-kalsit , Büyütme x2.5).

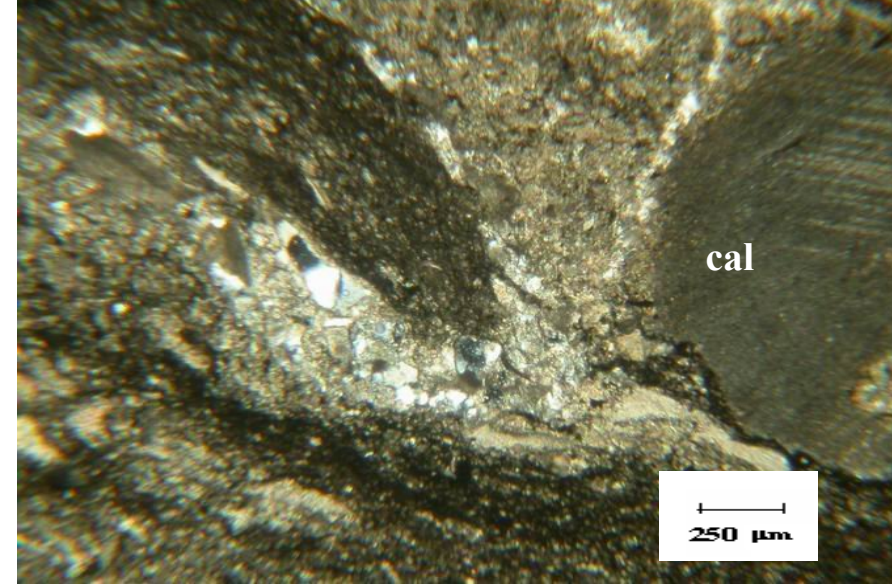


Foto 33- Polarizan Mikroskobunda İstanbul Kartal’ın Gri Renkli Kalsit Damarlı Mikritik Kireçtaşının (B) Don Sonrası İnce Kesitinde Kalsit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (cal-kalsit , Büyütme x2.5).

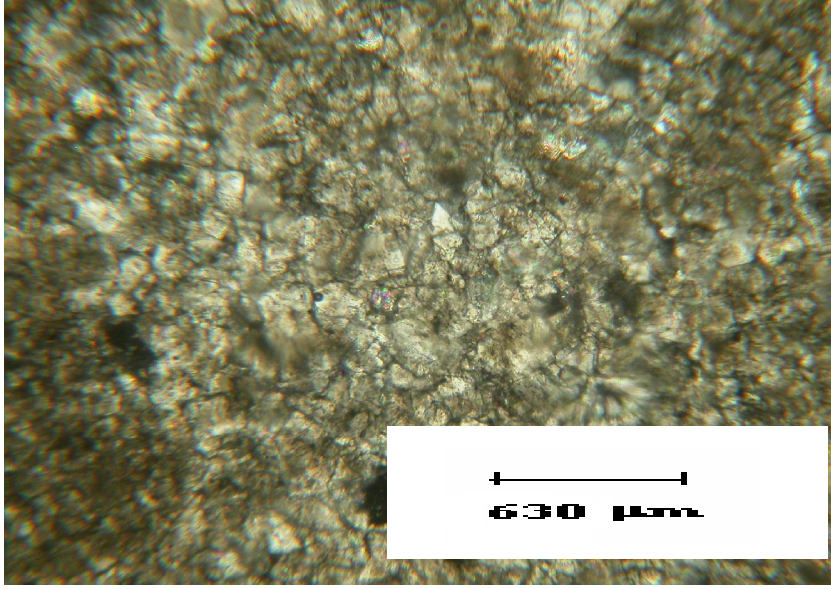


Foto 34- Polarizan Mikroskobunda İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Öncesi İnce Kesitinin Çift Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x6.3) .

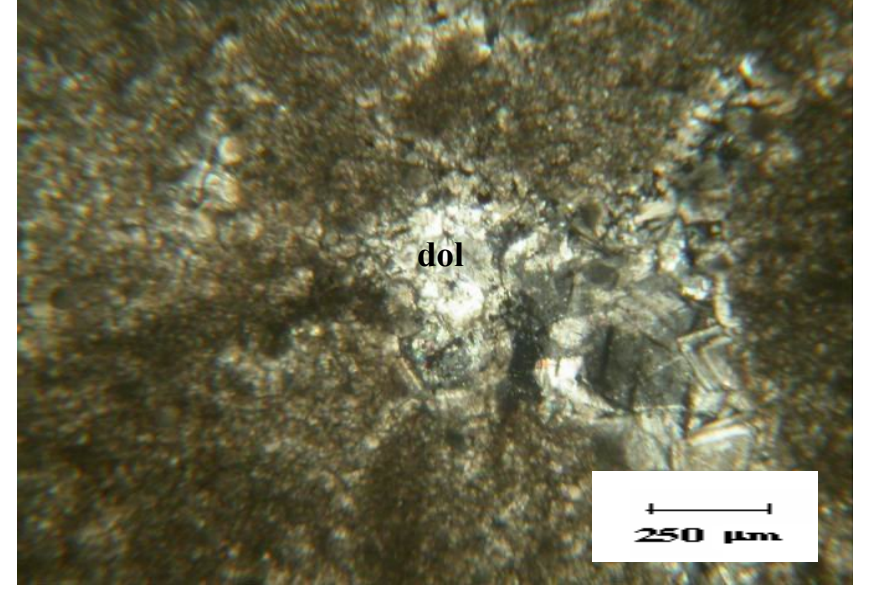


Foto 35-Polarizan Mikroskobunda İstanbul Gebze'nin Açık Gri Renkli Dolomitik Kireçtaşının (C) Don Sonrası İnce Kesitinde Dolomit Kristallerinin Çift Nikoldeki Görünümü. (dol-dolomit, Büyütme x2.5).

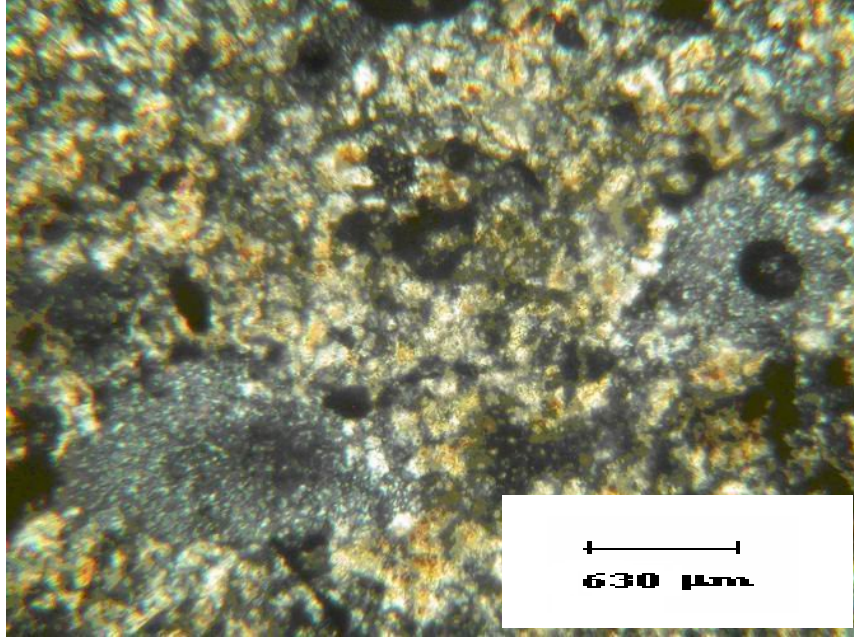


Foto 36 - Polarizan Mikroskopunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Öncesi İnce Kesitinde Tek Nikoldeki Genel Görünümü. (Büyütme x6.3).

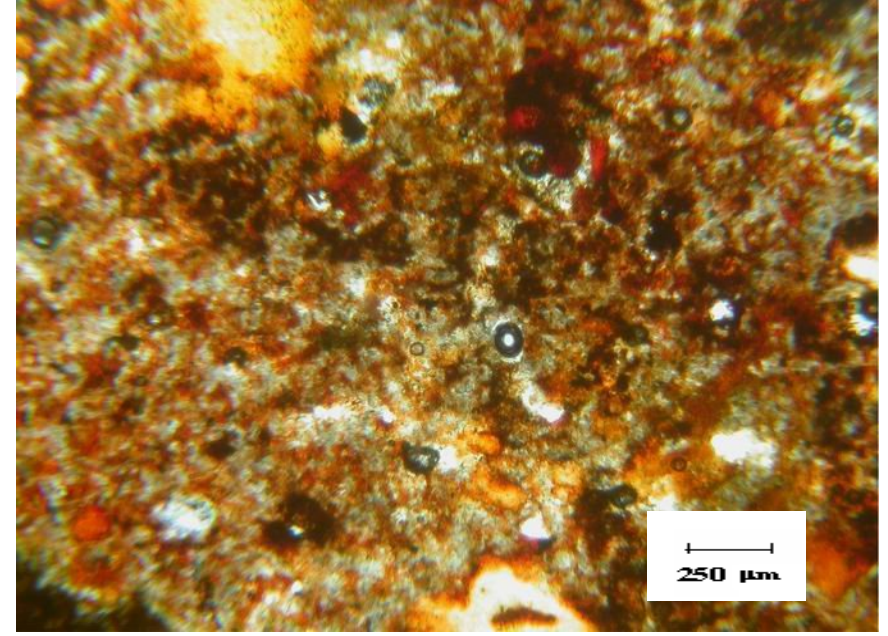


Foto 37 -Polarizan Mikroskopunda Sarımsı Bej Renkli Litik Tüfün (D) Don Sonrası İnce Kesitinde Genişleyen Gaz Boşluklarının Çift Nikoldeki Görünümü. (Büyütme x2.5).