

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İGNİMBİRİTLERİN (NEVŞEHİR BÖLGESİ) KAPİLER SU
EMME DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Meliha BOSTANCI**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. İsmail DİNÇER**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2016
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İGNİMBİRİTLERİN (NEVŞEHİR BÖLGESİ) KAPILAR SU
EMME DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Meliha BOSTANCI**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. İsmail DİNÇER**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2016
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. İsmail DİNÇER danışmanlığında **Meliha BOSTANCI** tarafından hazırlanan “**İgnimbiritlerin (Nevşehir Bölgesi) Kapiler Su Emme Davranışlarının İncelenmesi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

30/06/2016

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ



Üye : Doç. Dr. İsmail DİNÇER



Üye : Doç. Dr. Mutluhan AKIN



Üye : Doç. Dr. Ali Özgün OK



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN



ONAY:


Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 30.06.2016 tarih ve 2016/25-240 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

30/06/2016
Enstitü Müdürü
Doç. Dr. Şahlan ÖZTÜRK



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


Meliha BOSTANCI

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerimi benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. İsmail DİNÇER'e,

Mesleki birikimini gıpta ile izlediğim Sayın Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ'a

Desteklerinden dolayı Mühendislik Fakültesi öğretim üyeleri Doç. Dr. Mutluhan AKIN'a, Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN'a, Yrd. Doç. Dr. Feyza DİNÇER'e, Yrd. Doç. Dr. Ayşe ORHAN'a ve Doç. Dr. Ali Özgün OK'a

Maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli AİLEME, teşekkür ederim.

İGNİMBİRİTLERİN (NEVŞEHİR BÖLGESİ) KAPİLER SU EMME DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Meliha BOSTANCI

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2016

ÖZET

Nevşehir bölgesinde geniş alanlarda mostra veren ignimbiritler özellikle tarihi yapılarda ve düşük katlı binalarda yapı taşı olarak yaygın bir şekilde kullanıldığı gibi aynı zamanda bölgenin önemli doğal, kültürel ve tarihi miraslarına temel kayası olma özelliği taşımaktadır. İgnimbiritler gözenekli yapıya sahip olması sebebiyle yağmur veya yüzey suları ile temas ettiğinde, kılcal su emme etkisiyle suyu bünyesine alma eğilimi gösterir. Kayaçların kılcal su emme özelliği, yapı taşlarında meydana gelen fiziksel bozunmanın en önemli nedenlerinden biridir. Bu çalışmada, Nevşehir yöresine ait farklı renk ve dokusal özellikler sunan ignimbiritlerin fiziksel ve kimyasal etkenler karşısında zamana bağlı bozunma performansları incelenmiş, bozunmanın ignimbirit örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi ile bozunma performanslarına bağlı olarak kılcal su emme davranışları değerlendirilmiştir. Hızlandırılmış bozunma çevrimleri farklı kaynaşma derecesine sahip ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olup, en üstte yer alan bej renkli ignimbiritler bozunma çevrimlerinden daha fazla etkilenmiştir. Ayrıca bozunma çevrimleri boyunca, örneklerin kılcal su emme davranışlarında düzensiz değişimler gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *İgnimbirit, fiziko-mekanik özellikler, kapilarite, bozunma, Kapadokya*

Tez Danışmanı: *Doç. Dr. İsmail DİNÇER*

Sayfa Numarası: *79*

INVESTIGATION OF CAPILLARY WATER ABSORPTION BEHAVIOUR OF IGNIMBRITES (NEVŞEHİR REGION)

(M. Sc. Thesis)

Meliha BOSTANCI

UNIVERSITY OF NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

JUNE 2016

ABSTRACT

Ignimbrites which extensively crop out around the province of Nevşehir have been commonly employed in specifically historical structures and low-story buildings as dimension stone and are known to be the basement rock of significant natural, cultural and historical heritage of the region. Ignimbrites tend to absorb water via capillarity when they contact with rain or surface water due to their highly porous structure. The capillary water absorption characteristic of rocks is one of the most significant reasons for the physical deterioration of natural stones. In this study, time-dependent weathering performance of various ignimbrites collected from the Nevşehir region with varying color and textural properties against physical and chemical influences were investigated. The effect of deterioration on the physical and mechanical properties of the ignimbrite specimens as well as the capillary water absorption characteristics with regards to durability performance were also evaluated. Accelerated weathering cycles are quite effective on the physico-mechanical properties of variously welded ignimbrites, and the beige colored ignimbrites on the upper level are most affected by the weathering cycles. Furthermore, fluctuating variations of the capillary water absorption behavior of the specimens were observed throughout the weathering cycles.

Key words: Ignimbrite, physico-mechanical properties, capillarity, deterioration, Cappadocia

Thesis Supervisor: Doç. Dr. İsmail DİNÇER

Page Number:79

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
HARİTALAR DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.1.1. Coğrafi Konum.....	5
1.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	5
1.1.3. Yüzey Şekilleri ve Akarsu Ağı.....	6
1.1.4. Nüfus ve Ekonomik Faaliyetler.....	6
1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi.....	6
1.2.1. Kızılöz Formasyonu (Tk).....	6
1.2.2. Tuzköy Formasyonu (Tt).....	7
1.2.3. Ürgüp Formasyonu (Tü).....	8
1.2.3.1. Kavak Üyesi (Tük).....	8
1.2.3.2. Tahar Üyesi (Tüt).....	8
1.2.3.3. Karadağ Üyesi (Tük1).....	8
1.2.3.4. Kışladağ Üyesi (Tük2).....	8
1.2.4. Kızılırmak Çakıltası (Qç).....	9

1.2.5. Traverten (Qt).....	9
1.2.6. Eski Alüvyon (Qeal).....	9
1.2.7. Yamaç Molozu (Qy) ve Güncel Alüvyon (Qal)	9
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
2.1. İgnimbiritlerle İlgili Önceki Çalışmalar	10
2.2. Kılcal (Kapiler) Etkiye Bağlı Su Emme İle İlgili Yapılan Önceki Araştırmalar	11
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOD	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Metod.....	13
3.2.1. Literatür Taraması	13
3.2.2. Arazi Çalışmaları	13
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları	14
3.2.3.1. Yoğunluk ve Birim Hacim Ağırlığın Belirlenmesi.....	14
3.2.3.2. Porozite (Gözeneklilik) ve Boşluk Oranının Belirlenmesi	15
3.2.3.3. Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranının Belirlenmesi	15
3.2.3.4. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (UCS)	16
3.2.3.5. P-Dalga Hızı Deneyi	16
3.2.3.6. Yapay Bozunma Deneyleri	16
3.2.3.7. Kılcal (Kapiler) Etkiye Bağlı Su Emme Deneyi	20
3.2.4. Büro Çalışmaları	21
BÖLÜM 4	
BULGULAR	22
4.1. İgnimbiritlerin Kaya Kütle Özellikleri	22
4.2. İgnimbiritlerin Minerolojik Petrografik ve Kimyasal Özellikleri.....	22

4.3. İgnimbiritlerin Boşluk Yapıları	27
4.4. İgnimbiritlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri.....	29
4.4.1. İndeks Özellikleri	29
4.4.2. P-Dalga Hızı Deneyi	31
4.4.3. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı	33
4.4.4. Kılcal (Kapiler) Su Emme Özellikleri.....	35
4.4.5. Yapay Bozunma Deneyleri.....	38
4.4.5.1 . İslanma Kuruma Deneyi	38
4.4.5.2 . Donma Çözülme Deneyi.....	40
4.4.5.3. Tuz Kristallenmesi Deneyi	43
4.4.6.Yapay Bozunma Deneylerinin Kılcal Su Emme Davranışı Üzerine Etkileri	48
BÖLÜM 5	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ	70

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. İgnimbrit örneklerinin ana element kompozisyonları [42]	26
Tablo 4.2. Boşluk çapları ve boşluk hacmi özellikleri	28
Tablo 4.3. İgnimbritlerin fiziksel özellikleri	31
Tablo 4.4. İgnimbritlerin P-dalga hızının yönlere göre değişimi	32
Tablo 4.5. İgnimbritlerin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri	34
Tablo 4.6. İgnimbritlerin kılcal etkiye bağlı su emme değerleri	35
Tablo 4.7. Islanma –kuruma deney döngüleri sonucunda parametrelerde meydana gelen değişim oranları	39
Tablo 4.8. Donma-çözülme deney döngüleri sonucunda parametrelerde meydana gelen değişim oranları	42
Tablo 4.9. Tuz kristallenmesi deney döngüleri sonucunda parametrelerde meydana gelen değişim oranları	45
Tablo 4.10. Yapay bozunma deneylerine göre ignimbritlerin kılcal etkiye bağlı su emme değişim oranları	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan yön tanımlamaları.....	15
Şekil 4.1. İncelenen örneklerin XRD analiz sonuçları	26
Şekil 4.2. Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerin toplam alkali-silika [(%Na ₂ O+K ₂ O)-%SiO ₂] diyagramında sınıflaması [43].....	26
Şekil 4.3. Boşluk hacmine karşılık boşluk çapı grafiği.....	28
Şekil 4.4. İgnimbiritlerin ortalama fiziksel özelliklerinin grafiksel gösterimi.....	30
Şekil 4.5. P-dalga hızının yönlere göre değişimi.....	32
Şekil 4.6. Tek eksenli sıkışma dayanımının yönlere göre değişimi	34
Şekil 4.7. Kılcal su emme katsayısının yönlere göre değişimi.....	36
Şekil 4.8. İgnimbirit örneklerinin zamana karşılık kılcal su emme grafikleri.....	37
Şekil 4.9. BJ kodlu örneklerin 15. döngü sorası görünüşleri.....	40
Şekil 4.10.İslenme-kuruma deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları.....	41
Şekil 4.11.Donma-çözülme deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları.....	44
Şekil 4.12.Tuz kristallenmesi deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları.....	46
Şekil 4.13.Yapay bozunma deneyleri sonucunda ignimbiritlerin (BJ) zamana göre kılcal su emme miktarı	51
Şekil 4.14.Yapay bozunma deneyleri sonucunda ignimbiritlerin (GK) zamana göre kılcal su emme miktarı	52
Şekil 4.15.Yapay bozunma deneyleri sonucunda ignimbiritlerin (SB) zamana göre kılcal su emme miktarı	54
Şekil 4.16.Yapay bozunma deneyleri sonucunda ignimbiritlerin kılcal su emme davranışlarında değişim grafikleri.....	55

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.1.Peribacalarında kılcal etkiye bağılı olarak gelişen bozunmalar a)Paşabağı bölgesi, b) Ürgüp-Avonos Yolu [5].	3
Resim 1.2. Nevşehir Bölgesinde kılcal su emme etkisiyle oluşun fiziksel bozunma ..	3
Resim 1.3.Bazı güncel yapılarda kullanılan ignimbiritlerde kılcal su emme etkisiyle gelişen bozunma örnekleri	4
Resim 3.1. Blok kaya örnekleri ve hazırlanan küp örneklerinin genel görünümü	14
Resim 3.2. P-dalga hızının ölçümünden genel görünüm	17
Resim 3.3. Islanma-kuruma deneyinden genel görünüm	18
Resim 3.4. Donma-çözülme deneyinden genel görünüm.....	19
Resim 3.5. Tuz kristallenmesi deneyinden genel görünüm.....	20
Resim 3.6. Kılcal etkiye bağılı su emme deneyinden bir görünüm.....	21
Resim 4.1. Taş ocağı ve ignimbirit seviyelerinin genel görünümü.....	23
Resim 4.2. İgnimbiritlerin; alt seviyeye ait SB kodlu örneğın (a, b), orta seviyeye ait GK kodlu örneğın (c, d), üst seviyeye ait BJ kodlu örneğın (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri [42]	24
Resim 4.3. BJ (a,b), GK (c,d) ve SB'nin(e,f) makroskobik örnekleri görüntüleri.....	25
Resim 4.4.Tuz kristallenmesi deneyi farklı çevrimleri sonucu örneklerin genel görünümü	47
Resim 4.5.BJ kodlu örnekler X düzlemine dik yönde gelişen ayrılmaların genel görünümü (donma-çözülme).....	56
Resim 4.6. Kılcal etkiye bağılı su emme deneyinden görünüm.....	57

HARİTALAR DİZİNİ

Harita 1.1 Örnek lokasyon ve yer bulduru haritası.....	5
Harita 1.2 Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.....	7



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Al₂O₃	Aliminyum Oksit
cm	Santimetre
°C	Derece
gr	Gram
Fe₂O₃	Demir (III) Oksit
ISRM	International Society of Rock Mechanics
kN/m³	Kilonewton/metreküp
km	Kilometre
γ_{kuru}	Kuru birim hacim ağırlık
γ_{ıslak}	Islak birim hacim ağırlık
m	Metre
mm	milimetre
MPa	Megapaskal
n	Görünür porozite
w	Su içeriği
μm	Mikro metre
SiO₂	Silisyum Dioksit
XRD	X-Işınları Difraktometresi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

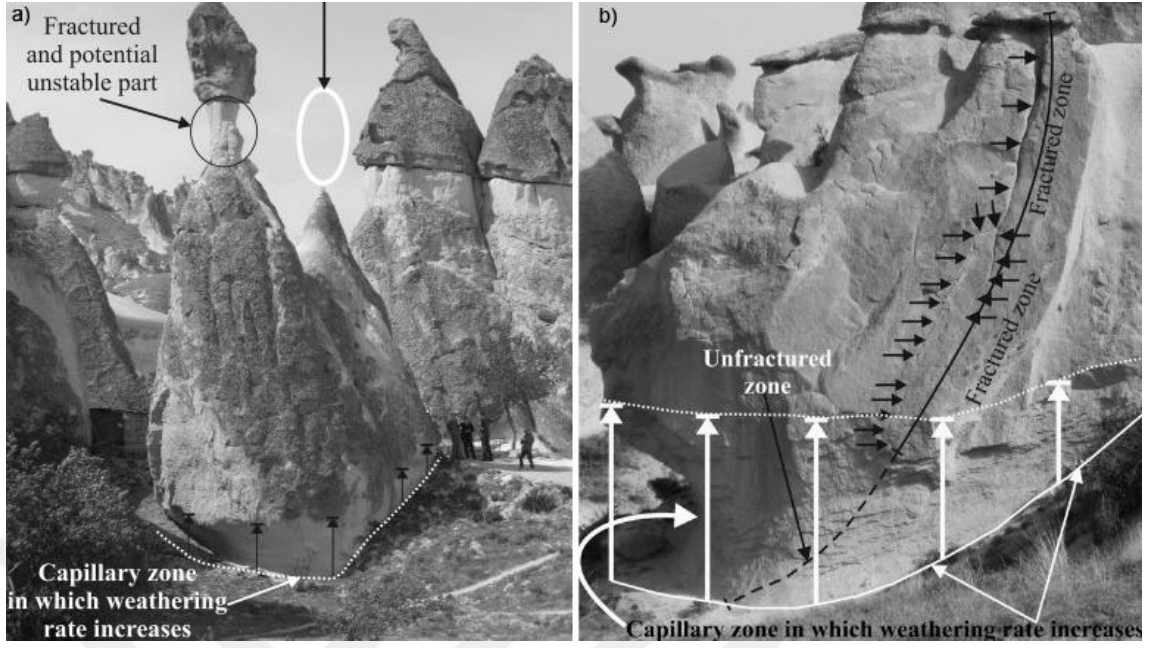
Kapadokya bölgesi sahip olduğu eşsiz jeolojik yapısı ve doğal, tarihi kültürel mirasıyla ülkemizin ve dünyanın önemli turistik merkezlerinden biri olduğu gibi aynı zamanda Kapadokya, doğası, tarihi ve kültürel değerleri ile 1985 yılında UNESCO tarafından dünyada korunması gerekli kültür mirası listesine dâhil edilmiş olan bir bölgedir. Bölgenin sahip olduğu jeolojik yapı Anadolu ve Afrika plakalarının çarpışmasıyla Üst Miyosen'den Kuvaterner dönemine kadar bölgede yoğun bir volkanik aktivite ile özellikle Üst Miyosen döneminde piroklastik malzemeler oluşmuş ve Ürgüp Formasyonu adı altında toplanmıştır. Ürgüp Formasyonu farklı türde ve kalınlıkta üyelerden oluşmaktadır. İlgili formasyonun tabanını oluşturan Kavak Üyesi peribacalarının oluşumunda etkin rol oynadığı gibi bölgenin önemli kültürel ve tarihi mirasları olan kilise, yeraltı şehirleri vb. yapılarda bu birim içerisinde yer almaktadır. Bu özelliğinden dolayı birçok çalışmaya konu olan birim, yörede doğal yapı taşı olarak kullanılan malzemeler için kaynak konumundadır.

Piroklastik kayaç grubunun bir çeşidi olan ignimbiritler kolaylıkla şekil verilebilmesinden dolayı birçok alanda kullanılmaktadır. Geçmiş dönemlerde doğal taşlar özellikle tarihi yapılarda ve düşük katlı binalarda yapı taşı olarak kullanılırken, günümüzde ise daha çok dekoratif özelliklerinden dolayı yapıların dış yüzey kaplamasında, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, havuz ve kenarları, kemer, sütun, şömine balkon süslemeleri ve restorasyon amacıyla kullanımı tercih edilmektedir [1]. Günümüzde de, tüketim alanlarının çoğalması ile birlikte doğal taşlara olan talep artmış ve en cazip sektörlerden biri haline gelmiştir. Doğal yapı taşlarının içerisine farklı yollarla giren su ve nem, ısı değişimine bağlı olarak yapı taşlarında farklı hacimsel deformasyonlara neden olabilmektedir. Kayaçlar içerisine nemin oluşmasının en yaygın yollarından biri de kılcal etkiye bağlı olarak suyun nüfuz etmesidir. Genellikle akışkan bir sıvı ile temas eden gözenekli bir ortam, kılcallık etkisiyle sıvıyı absorbe eder. Aynı şekilde, yığma bir yapının veya yüzey kaplamasının bir parçası olarak kullanılan

gözenekli bir yapı taşı, yağmur ve yüzey suları ile karşılaştığı zaman mutlaka suyu bünyesine alma eğilimi gösterir. Bu, tamamen kayalar içerisindeki gözeneklerin kontrol ettiği kılcal etkiye bağlı emme kuvveti ile ilişkili olup, kendiliğinden gerçekleşen bir olaydır. Kılcal su emme mekanizması, gözenek sisteminin geometrisine, büyüklüğüne ve gözeneklerin birbiri ile bağlantılı olup olmamasına bağlıdır ve akışkan sıvının yüzey gerilimi ile gözenek duvarının emme kuvveti arasındaki denge ile gerçekleşir. Yapı taşlarının kılcal etkiye bağlı su emme değerleri ile gözenek sistemini karakterize eden bazı özellikleri karşılaştırıldığında, kılcal etkiye bağlı olarak su taşınmasının, petrografik özellikler ve gözenek sistemiyle sıkı bir ilişkiye sahip olduğu belirtilmektedir [2].

Nem, gözenekli kayanın bünyesinde kuru kısımlara doğru sürekli olarak hareket eder ve buharlaştığı esnada taşıdığı erimiş tuzu kayanın bünyesine bırakır. Atmosferik etkilere maruz kalan gözenekli kayaların yüzeylerinde bu olay sıkça görülür [3]. Su, tuzların yapı taşları ile etkileşime girmesini sağlayarak gözenekli kayalar üzerinde bozunmayı hızlandırıcı bir etki oluşturabilmektedir. Tuz etkisiyle ortaya çıkan bozunmada, hidrasyon ve dehidratasyona bağlı olarak büzülme ve genleşme süreçleri ile birlikte hacimsel değişimler de meydana gelir [4]. Bu olaylar sonucu, kullanılan doğal taşların renkleri değişmekte, gözenek çeperlerine uygulanan basınç ile bütünlükleri kaybolmakta ve dayanımları da azalmaktadır. Bu değişimin miktarları kayaca göre farklılıklar göstermektedir.

Ergüler [5] yapmış olduğu çalışmada, kılcal etkinin konutlarda ve peribacası gibi kültürel mirasların taban seviyelerinde bozunmalara neden olduğunu, özellikle tabandan itibaren 0.6 m yüksekliğe kadar bozunma izlerinin gözlemlendiğini belirtmiştir (Resim 1.1 a). Bu değer bazılarında (Resim 1.1 b) 1.0 m'ye kadar yükseldiği ve bu zon içerisinde bozunma izlerinin açık bir şekilde gözlemlendiğini belirtmiştir. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi giriş kapısında kullanılan ignimbiritler (Resim 1.2) kılcal etkiye bağlı olarak gelişen ciddi bir bozunmanın etkisi altındadır. Resim 1.3 'te bazı güncel yapılarda kılcal etki ile gelişen bozunma örnekleri verilmiştir. Kapadokya bölgesinde kılcal etkiye bağlı gelişen bozunma tarihi ve güncel yapılarda kullanılan ignimbirit türü yapı taşları için önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Resim1.1. Peribacalarında kılcal etkiye bağı olarak gelişen bozunmalar a)Paşabağı bölgesi, b) Ürgüp-Avonos Yolu [5]

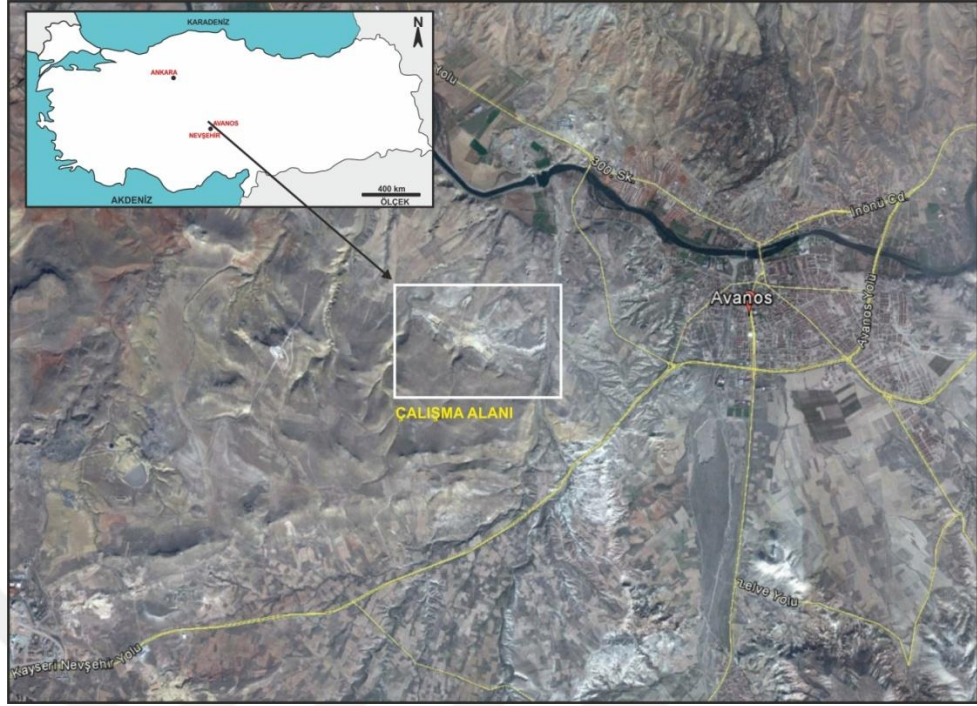


Resim 1.2. Nevşehir Bölgesinde kılcal su emme etkisiyle oluşan fiziksel bozunma



Resim1.3. Bazı güncel yapılarda kullanılan ignimbiritlerde kılcal su emme etkisiyle gelişen bozunma örnekleri

Bu çalışmada farklı renk ve dokusal özellikler sunan ignimbiritlerin bozunma mekanizmalarının mevcut yöntemlerden faydalanılarak araştırılması, fiziksel ve kimyasal etkenler karşısında zamana bağlı bozunma performanslarının incelenmesi ve bozunmanın ignimbirit örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bozunma performanslarına bağlı olarak kılcal su emme davranışları incelenmiştir. Bu amaca yönelik olarak, Avanos ilçesinin yaklaşık 4 km güney batısında yer alan ignimbirit ocağından (Harita 1.1) üç farklı seviyeden alınan örnekler yapay bozunma deneylerine (ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi) maruz bırakılmıştır. Bozunma deneylerinin etkisi altında kalan örneklerin öncelikle kılcal su emme davranışları başta olmak üzere bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.



Harita 1.1. Örnek lokasyon ve yer bulduru haritası

1.1.1. Coğrafi Konum

Nevşehir, İç Anadolu Bölgesi'nde $38^{\circ} 12'$ ve $39^{\circ} 20'$ kuzey enlemleri ile $34^{\circ} 11'$ ve $35^{\circ} 06'$ doğu boylamları arasındadır. Konya kapalı havzasında kalan Derinkuyu ilçesi dışında, bütünüyle Orta Kızılırmak Havzası'na giren il, konum itibariyle Türkiye'nin tam ortasında olup, yüzölçümü 5.392 km^2 'dir. Ülke topraklarının % 0.7' sine sahiptir [6].

1.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Nevşehir ilinde karasal iklim hakimdir. Senenin 70 gününde sıcaklık 0 (sıfır) $^{\circ}\text{C}$ 'nin altında ve 20 gün $+30^{\circ}\text{C}$ 'nin üstündedir. Senelik yağış miktarı ortalama $388 - 353 \text{ mm}$ arasındadır. Kızılırmak vâdisinden uzaklaştıkça sıcaklık azalmaktadır. Nevşehir ili bitki örtüsü bakımından çok zayıftır. Orman ve fundalıklar yok denecek kadar azdır. Ovalar bozkır (step) görünümündedir. Kızılırmak Vâdisinde söğüt, kavak ve selvi ağaçları ile Oylu Dağında cılız meşeliklere rastlanır. Çayır ve meralar % 28 ve ekili-dikili alanlar % 69'dur. Haziran başından itibaren yeşillik kaybolur, yerini sarı bir örtüye terk eder [6].

1.1.3. Yüzey Şekilleri ve Akarsu Ağı

Kızılırmak vadisinin güney yamacına kurulmuş olan il merkezinin rakımı 1.150 metredir. Erciyes, Melendiz ve Hasan dağı gibi eski yanardağların kül ve lavlarının birikmesiyle oluşmuş geniş bir plato üzerinde yer alan il alanı, doğudan Kayseri'nin Yeşilhisar, İncesu, kuzeydoğudan Yozgat'ın Boğazlıyan, Şefaati, güney, güneybatı ve batıdan Niğde, Aksaray merkez ve Ortaköy ilçesi ile çevrilidir [6].

1.1.4. Nüfus ve Ekonomik Faaliyetler

Halk genel olarak, ticaret ve turizm ile uğraştığından nüfus yoğunluğu itibarıyla göç almayan, kırsal kesimden başka illere göç veren ancak tarım ve turizm işlerinde çalışmak amacıyla mevsimlik işçilerin yoğun olarak bulunduğu bir il konumundadır. Nevşehir ekonomisi tarım ve turizme dayalıdır. Nüfusun çoğunluğu tarım ve hizmet sektöründe çalışmaktadır. İl merkezinde Ürgüp, Avanos, Göreme yörelerinde turizm önde gelen istihdam alanını oluşturmaktadır. İl merkezinde gıda ve içecek sektörü ön plana çıkarken bunu inşaat, tekstil ve metal sanayi izlemektedir. Gıda sektöründe Nevşehir'de patates üretimine bağlı olarak patates cipsi üretimi alanında yeni firmalar yatırım yapmaya başlamışlardır. İl, antik çağa dayanan üzüm yetiştiriciliği ve buna bağlı içki ve gıda sanayinde her zaman farklı bir yere sahip olmuştur [6]. Nevşehir ili jeolojisi nedeniyle endüstriyel hammaddeler açısından zenginliğe sahiptir. İlin önemli maden rezervlerini pomza, perlit, kaolin, mermer, kaya tuzu ile kum ve çakıllar oluşturmaktadır [7].

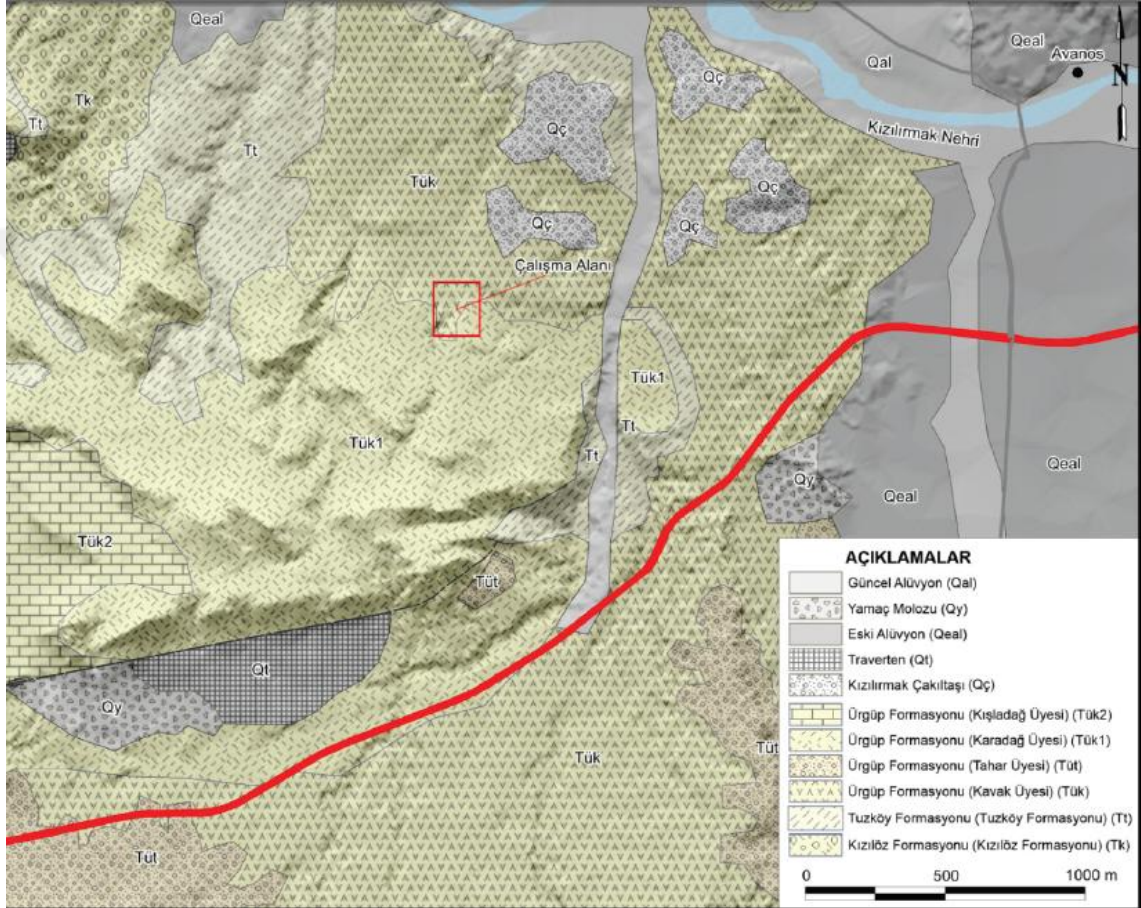
1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Senozoyik birimlerden oluşan çalışma alanının jeolojisini Kızılöz formasyonu, Tuzköy formasyonu, Ürgüp formasyonu, Kızılırmak çakıltası, Kuvaterner yaşlı travertenler, güncel yamaç molozu ve alüvyonlar oluşturmaktadır (Harita 1.2).

1.2.1. Kızılöz Formasyonu (Tk)

Atabey ve çalışma arkadaşları tarafından adlandırılan birim, kırmızı renkli, teknesel çapraz tabakalı, kanal dolgu çökeli, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Çalışma alanının kuzey batısında gözlenen birim içerisinde kanal dolgusunda iri-orta

taneli, kötü boylanmalı, orta–iyi derecede yuvarlaklaşmış çakıllar egemendir. Çakıllar karbonat çimento ile tutturulmuştur. Birimin alt düzeylerinde örtülü akarsu ve alüvyon yelpazesi çökelleri izlenirken üste doğru moloz akması çökelleri egemen olmuştur. Tabanda Arafa Üyesi ile geçişli olan birimin ortalama kalınlığı 800 metredir. Birimin üzerine Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Ürgüp Formasyonu gelmektedir [8].



Harita1.2 Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (değiştirilerek alınmıştır) [8]

1.2.2. Tuzköy Formasyonu (Tt)

Atabey ve çalışma arkadaşları tarafından adlandırılan birim, çalışma alanının güneydoğusunda oldukça sınırlı bir alanda gözlenmektedir. Sarı renkli, ince tabakalı ve laminalı, laminalı silisli kiltası, ince tabakalı ve laminalı kumtaşı ve tüfit ardalanmasından oluşmuştur. Kireçtaşı ve kiltalarında jips kristalleri görülür. Ortalama kalınlığı 100 metredir. Tabanda Kızılıöz Formasyonu ile uyumsuz olup birimi Üst Miyosen – Pliyosen yaşlıdır [8].

1.2.3. Ürgüp Formasyonu (Tü)

Geniş bir alanda yüzeyleyen volkano–tortullar, Pasquare tarafından Ürgüp Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Ürgüp Formasyonunda; Kavak Üyesi, Hatlarpınar Üyesi, Sarımaden tepe Üyesi, Cemilköy Üyesi, Tahar Üyesi, Karadağ Üyesi, İncesu Üyesi ve Kışladağ Üyesi tanımlanmıştır. Ayrıca, formasyon içinde Domsa Bazaltı, Topuzdağı Bazaltı ve Çataltepe Bazaltı ayırtlanmıştır. Çalışma alanında Kavak, Tahar, Karadağ ve Kışladağ üyeleri temsil edilmekte olup, bölgedeki peri bacaları ve yeraltı şehirleri gibi önemli unsurlar Ürgüp formasyonu içerisinde yer almaktadır [8].

1.2.3.1. Kavak Üyesi (Tük)

Çalışmanın konusunu oluşturan ignimbiritlerin bulunduğu üye olup, açık kahve, beyazımsı renkli homojen ignimbirit, andezit ve pomza içermektedir. Kavak üyesinde beyaz – kirli beyaz renkli, andezitik bileşenli, camsı tüfitli, köşeli parçacıklı pomza külü düzeyleri de izlenmiştir. Kavak Üyesi Ürgüp yöresinde ilk ignimbirit oluşumlarını temsil etmektedir. Kalınlığı 100 metredir. Tuzköy Formasyonu ile geçişlidir [8].

1.2.3.2. Tahar Üyesi (Tüt)

Pasquare tarafından adlandırılmış olup, çalışma alanının yakın civarında sınırlı bir alanda gözlenmektedir. Alttan üste doğru kumlu matriks içinde yer alan pomza ve lav parçalarından oluşan, pembemsi beyaz renkli tüfit; ince taneli, riyodasit, hyaloandezit ve bazalt parçaları içeren ince taneli açık pembe renkli tüfit; sineritik kumlu matriks içerisinde andezit ve pomza parçaları içeren kızılımsı renkli tüfit tabakalarından oluşmaktadır. Üye orta – kalın tabakalı olup, toplam 80 metre kalınlığındadır [8].

1.2.3.3. Karadağ Üyesi (Tük1)

Çalışma alanının güneyinde mostralara veren üye genelde tüfitik karakterli karışık lahar tipinin kaolitik akıntıları şeklinde çökelmiştir. Beyaz, gri ve sarı renkli, kalın tabakalıdır. Kalınlığı 150 metreye yaklaşır [8].

1.2.3.4. Kışladağ Üyesi (Tük2)

Ürgüp formasyonun üst düzeylerini oluşturan birim çalışma alanı ve yakın civarında

batisından çalışma alanına göre daha yüksek kotlarda gözlenmektedir. Marnlı seviyeler ile başlayan birim, üstte doğru killi kireçtaşları ile devam etmektedir. Marnlar arasında tüfit düzeyleri, kireçtaşı tabakaları içinde Gastropoda fosilleri varlığı söz konusu olup, birimin kalınlığı 30 metredir [8].

1.2.4. Kızılırmak Çakıltası (Qç)

Kızılırmak boyunca gözlenen birim genelde 2-15 cm boyutunda çakıl, ince – orta kum tane boyutlu gevşek tutturulmuş kumtaşı ile silttaşından oluşmaktadır. Teknesel çapraz tabakalanma sık görülür. Tabanda kil gecikme çökelleri izlenir. Çakıltası karbonat çimentoludur. Ortalama kalınlığı 12 metredir. Tavanında yer alan bazallara göre yaşı olasılıkla Pleistosen'dir [8].

1.2.5. Traverten (Qt)

Fay zonlarından çıkan sıcak yeraltısuyu çökelleriyle oluşmuştur. Kırmızı, kahverengi, sarımsı, beyazımsı-gri renklerde, damarlı ve gevrek yapıda, kıvrımlı ve ince tabakalıdır [8].

1.2.6. Eski Alüvyon (Qeal)

Kızılırmak Nehri kenarları boyunca, Karacaören ovasında ve Domsa deresi boyunca yüzeyleyen eski nehir çökelleridir. Çakıl, kum, siltten oluşur. Ortalama kalınlığı 10 metredir [8].

1.2.7. Yamaç Molozu (Qy) ve Güncel Alüvyon (Qal)

Yamaç molozları haritanın güneybatı kısmında görülür. Güncel alüvyon ise Kızılırmak Nehri kollarından görülen çakıl, kum, silt ve kilden oluşmaktadır [8].

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kapadokya bölgesi sahip olduğu doğal, kültürel, tarihi miraslardan ve jeolojik konumundan dolayı jeolojinin ilgi alanında birçok çalışmaya konu olmuştur. Bunlar volkanoloji, jeokimya, mineraloji, tektonik vb. konuları kapsamaktadır [9-22]. Bu bölümde tez konusu ile yakından ilgili araştırmalara yer verilmiş ve bunlar ignimbiritlerle ve kılcal su emme ile ilgili olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır.

2.1. İgnimbiritlerle İlgili Önceki Çalışmalar

Erdoğan çalışmasında, Nevşehir-Ürgüp-Avanos yerleşim birimleri arasında gözlenen ve Orta Anadolu Neojen volkanizmasının ürünü olan tüfleri yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği yönünden incelemiştir. Söz konusu çalışmada, inceleme alanının coğrafik konumu ve yerel özellikleri, tüflerin oluşumunu, yayılımını, litolojisini ve yapısal özelliklerini belirlemek amacıyla jeolojik çalışmalara yer verilmiştir. Tüflerin deneylerle saptanan fiziko-mekanik özelliklerinin yanı sıra, çeşitli karışımlarla üretilen bazı hafif yapı malzemesinin fiziksel ve teknolojik özellikleri incelenmiştir [23].

Korkanç bölgede bulunan ignimbiritlerin jeomekanik özelliklerinin yapı taşı olarak kullanımına etkisini, bölgede bulunan ignimbiritler üzerinden değerlendirmiştir. Araştırmalar için Nevşehir dolayında geniş alanlarda yüzeyleyen Kavak ignimbiritlerine ait farklı renklerdeki piroklastik örnekleri seçilmiştir. İnceleme sonunda, ignimbiritlerin bölgede oldukça geniş alanlarda yüzeyleyen ve çeşitli volkanik kayaç parçalarına ait çakıllar ile pomza çakıllarından oluştuğu, iyi kaynaşmamış ignimbirit özellikleri sunduğu ve ayrıca ignimbiritlerin kimyasal analizlerinden elde edilen verilerine göre özellikle SiO₂ içeriği düşük olan örneklerin basınç dirençlerinin de düşük olduğu belirtilmiştir. Toplam demir içeriği ile ateşte kayıp oranı yüksek olan örneklerin basınç dirençlerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir [24].

Binal ve çalışma arkadaşları, tarihi Midas Anıtı' nın da yer aldığı, Eskişehir-Yazılıkaya bölgesindeki kayaçlara ait bazı fiziksel ve mekanik parametrelerinin donma-çözülme çevrimlerinin etkisi altındaki değişimlerini incelemiştir. Taze kayaç örnekleri

üzerinde çok sayıda donma-çözülme çevrimleri uygulanmış ve kayaçların laboratuvarında tayin edilen mekanik ve fiziksel parametrelerinin değişimi ile çevrim sayıları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İnceleme alanında iki farklı kaynaşma derecesine sahip ignimbirit seviyesi ayırtlanmış olup, alt seviyedeki beyaz ignimbiritler üst seviyedeki pembe ignimbiritlere oranla donma-çözülme çevrimlerinden daha fazla etkilenmiştir. Sonuç olarak, incelenen ignimbiritlerde gözlenen yüzeysel bozunmanın üzerinde donma-çözülme süreçlerinin de etkin olduğu belirtilmiştir [25].

Kuşçu ve çalışma arkadaşları, Dereboğazı yöresinde yer alan ignimbiritlerin yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Buna göre bölgedeki ignimbiritlerin çimento katkı maddesi olarak kullanımındaki en önemli özelliklerinden biri olan puzzolanic aktivitesinin ortalama 103 kgf/cm^2 olduğunu bu değer standard değer iki katı olduğunu, ayrıca standartta $3000 \text{ cm}^2/\text{gr}$ olarak verilen Blaine değerinin, araştırılan ignimbirit örneklerinde ortalama $7630 \text{ cm}^2/\text{gr}$ değerine ulaştığını, özgül ağırlığının 2.49 gr/cm^3 , camsı faz oranının ise % 40 olduğunu belirtmişlerdir. İgnimbiritlerin kimyasal bileşiminde bulunan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ toplamının % 74 ile 84 arasında olduğunu, MgO oranının % 0.27 ile 0.76, SO_3 % 0.0 ile 0.30 arasında değişim gösterdiğini ve bu değerlerin standart değerlere çok uygun olduğunu belirtmişlerdir [26].

Öner ve çalışma arkadaşları, yapmış oldukları çalışmada Erzurum yöresinde bulunan Hınıs ignimbiritlerinin mühendislik özelliklerini incelemişlerdir. İgnimbiritlerin yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirildiği çalışmada ignimbiritlerin kolay işlenebilir olduğunu gözenekli yapıları gereği iyi bir ısı yalıtım malzemesi olacağını ayrıca hızlı aşınma sebebiyle yer kaplaması olarak kullanımının uygun olmadığını belirtmişlerdir [27].

2.2. Kılcal (Kapiler) Etkiye Bağlı Su Emme İle İlgili Yapılan Önceki Araştırmalar

Özdemir, Konya ve yakın çevresinde yaptığı çalışmada, tarihi yapılarda yapı malzemesi içerisine kılcal etkiyle alınan suyun söz konusu malzemelerde satıh bozulmalarına yol açtığını belirtmiştir. Yörede kullanılan doğal ve suni yapı malzemelerinin kılcal su emme potansiyellerinin incelendiği çalışmada, belirlenen kılcal su emme katsayılarının

malzemelerin diğer indeks özellikleriyle ilişkileri araştırılarak kılcal su emme miktarının yapı malzemesi türüne göre değişimini belirtilmiştir [28].

Cueto ve çalışma arkadaşlarının yapmış oldukları araştırmalarda kılcal su emme mekanizmasının, gözenek sisteminin geometrisine, büyüklüğüne ve gözeneklerin birbiri ile bağlantı durumuna göre değiştiğini, doğal taşların kılcal su emme kapasitelerinin ve akışkan sıvının yüzey gerilimi ile gözenek duvarının emme kuvveti arasındaki dengeye bağlı olduğunu belirtmişlerdir [29].

Vazquez ve çalışma arkadaşlarının yapı taşlarının kılcal su emme değerleri ile gözenek sistemini karakterize eden bazı özellikleri karşılaştırıldığında, kılcal su taşınmasının, petrografik özellikler ve gözenek sistemiyle sıkı bir ilişkiye sahip olduğu belirtilmektedir [30].

Benavente ve çalışma arkadaşları gözenekli kayaçların kılcal etkiye bağlı su emme yapısını deneysel ve teorik olarak araştırmışlardır. İncelemiş oldukları kayaçların petrografisini ve gözenek yapısını kayaçların kılcal su emme davranışıyla beraber değerlendirmişlerdir [31].

Yıldız ve çalışma arkadaşları Aksaray’da bulunan Sultanhanı Kervansarayı’nda kılcal su yükselmesinin neden olduğu bozunmaların yapıya zarar verdiğini belirtmişlerdir [32].

Ergüler, Kapadokya bölgesinde yapı taşı olarak kullanılan ignimbiritlerin bulunduğu bazı yapılarda ve peri bacalarında kılcal zonun yer yer 1 metreye kadar ulaştığını belirtmiştir [5].

Özvan ve çalışma arkadaşları yapmış oldukları çalışmada Ahlat Selçuklu mezar taşlarında kullanılan ignimbiritlerin fiziksel, mekanik özelliklerini ve mezar taşlarında meydana gelen bozunmanın nedenlerini araştırmışlardır. İgnimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin kaynaklaşma derecesi ve içermiş oldukları litik malzeme oranı tarafından kontrol edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca mezar taşlarında meydana gelen bozunmada kılcal su emme özelliklerinin önemli bir rol oynadığını ifade etmişlerdir [33].

BÖLÜM 3

MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Çalışma alanı, ülkemizin en önemli turizm bölgelerinden biri olan Kapadokya bölgesinde Nevşehir'in 10 km kuzeydoğusunda yer alan Avanos ilçesinin yaklaşık 4 km güneybatısında Nevşehir-Avanos karayolu üzerinde yer almaktadır. Arazi çalışmalarında bölgenin 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları kullanılmıştır. Ayrıca arazi çalışmalarında, jeolog pusulası, şeritmetre, GPS, dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda bulunan cihazlar ve büro çalışmalarında bilgisayar ve ilgili yazılımlar kullanılmıştır.

3.2. Metod

Bu çalışma, literatür taraması, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada tamamlanmıştır.

3.2.1. Literatür Taraması

Bu aşamada inceleme alanı ve çevresi ile ilgili bütün jeoloji verilerinin sağlanmasına ilişkin literatür derlemesi yapılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanında ve bölgede yapılmış olan tezler, makaleler, raporlar ve yayınlar incelenmiştir. Bu çalışmalarla ilgili detay, önceki çalışmalar bölümünde ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında litolojik ve kaya kütlesi özelliklerinin belirlenmesine yönelik incelemeler yapılmış ve buna göre farklı mühendislik özellikleri sunan kaya birimleri belirlenmiştir. Buna göre sahada tanımlanan üç farklı seviyeye ait ve hali hazırda bu seviyelerden üretimi yapılan blok (30x20x60cm) örneklerin alınması gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Öncelikle, çalışmanın konusunu oluşturan Kavak üyesinin üç farklı seviyesinden alınan ignimbirit bloklarından küp (7x7x7cm) şeklinde örnekler standartlara uygun bir şekilde hazırlanmıştır (Resim 3.1). Bu numuneler için indeks, fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik kaya mekaniği deneyleri Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya-Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

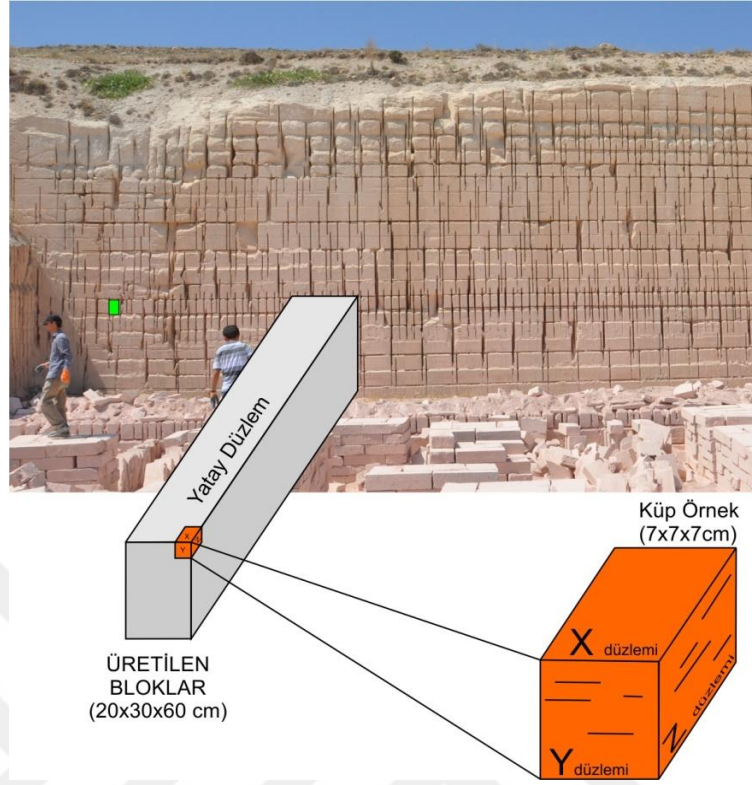


Resim 3.1. Blok kaya örnekleri ve hazırlanan küp örneklerinin genel görünümü

P-dalgı hızını, tek eksenli sıkışma dayanımını ve kılcal su emme katsayılarının yönlerge göre değişimini belirlemek için hazırlanan küp örneklerde yön tanımları yapılmıştır (Şekil 3.1). Bu yön tanımlamalarında X, Y ve Z kodlamaları kullanılmış olup, X yatay düzleme paralel yönü tanımlarken, Y ve Z ise yatay düzleme dik düzlemleri ifade etmektedir. Bozunma deneyleri ve diğer laboratuvar çalışmaları için (Donma çözülme (60), İslanma kuruma (78), Tuz Kristallenmesi (51), Birim hacim ağırlık hesabı (15), Doğal koşullarda kılcal su emme deneyi (9)) olmak üzere toplam 213 küp örnek kullanılmıştır.

3.2.3.1. Yoğunluk ve Birim Hacim Ağırlığın Belirlenmesi

Düzgün şekilli olarak blok örneklerinden hazırlanan küp numunelerinin öncelikle ayrı ayrı ISRM' de belirtildiği şekilde (kumpas yöntemi) yoğunluk ve birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir [34]. Bu deneylerde kayaçların doğal yoğunlukları ve birim hacim ağırlıkları aritmetik ortalama ile tanımlanmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan yön tanımlamaları

3.2.3.2. Porozite (Gözeneklilik) ve Boşluk Oranının Belirlenmesi

Küp olarak hazırlanan numuneler 105 ± 5 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat bekletildikten sonra desikatör içine alınmıştır. Kuru ağırlıkları belirlenen numuneler daha sonra 48 saat saf suda bekletilmiştir. Suyu doymuş numunelerin ağırlıkları belirlenerek, porozite ve boşluk oranı değerleri elde edilmiştir. Ayrıca doyurulduktan sonra her bir numunenin ıslak birim hacim ağırlığı kuru yoğunluk ile aşağıdaki şekilde ilişkilendirilmiştir. Bu bağıntı kullanılarak ıslak birim hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır:

$$\gamma_{kuru} = \frac{\gamma_{ıslak}}{1 + w} \quad (3.1)$$

3.2.3.3. Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranının Belirlenmesi

Yaklaşık aynı boyutlarda önceden hazırlanan küp numuneler saf su içinde 48 saat bekletildikten sonra ıslak ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra numuneler 105 ± 5 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan numunelerin kuru

ağırlıkları belirlendikten sonra ağırlıkça ve hacimce su emme oranları tanımlanmıştır.

3.2.3.4. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (UCS)

Kapasitesi 1250 kN olan ekipmanın kullanıldığı deneylerde 7x7 cm boyutlarında olan küp numunelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları belirlenmiştir. Yükleme hızı olarak 0.4 kN/sn seçilmiş olup, numuneler 1-5 dakika arasında yenilmiştir. Her bir blok numune ve bozunma deney döngüleri için en az 3 örnek üzerinde deney tekrar edilmiştir.

3.2.3.5. P-Dalga Hızı Deneyi

Ultrasonik teknikler özellikle kayaçların dinamik özelliklerinin saptanmasında kullanılmaktadır. Kayaçların dinamik elastisite katsayıları, kübik olarak hazırlanan deney örnekleri üzerinde ultra ses ölçüm değerlerinin analizi ile belirlenmektedir. Alt ve üst yüzeylere jel sürülerek sismik analizatörü (alıcı-verici) arasına verici yerleştirilerek impulsun geçme süresine bağımlı olarak sismik hız ölçüm aletinin kalibrasyonu yapılmaktadır. Deney örnekleri her iki transdüse uçları arasına yerleştirilerek, P-dalga hızlarının örneği bir uçtan diğer uca geçmesi için gerekli net süreler belirlenip, bulunan bu değerler kullanılarak P-dalga hızları hesaplanmıştır. Laboratuvarında P-dalga hızı ölçüm çalışmalarının genel görünümü Resim 3.2' de verilmiştir.

3.2.3.6. Yapay Bozunma Deneyleri

İgnimbirit örneklerinin bozunma davranışları laboratuvarında gerçekleştirilen bozunma deneyleri ile incelenmiştir. Deneylerin yapılma amacı, doğal ve yavaş bir oluşum sürecine sahip olan bozunma mekanizmasının laboratuvar ortamında daha hızlı bir şekilde canlandırılmasını sağlamaktır [35]. Bu sayede ignimbiritlerde karşılaşılan bozunma davranışı laboratuvar ortamında doğal oluşum süresine göre çok daha kısa bir zaman diliminde tespit edilebilmektedir. Bu amaçla, taş ocağından alınmış üç ayrı birime ait olan ignimbirit bloklarından hazırlanan küp örneklerine ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi deneyleri standartlara uygun olarak yapılmıştır. Deneylerde çevrimsel olarak uygulanan ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi sonucunda kaya malzemesi içinde gelişen farklı gerilmeler, bozunmaya

ve ilksel bütünlüğün kaybolmasına neden olmaktadır. Belirli sayıdaki ıslanma-kuruma, donma-çözülme veya tuz kristallenmesi çevrimleri ile karşı karşıya kalan örnekler üzerinde yapılan fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik deneysel çalışmalar ile ilksel özellik kayıpları ölçülmüştür.



Resim 3.2. P-dalga hızının ölçümünden genel görünüm

Bozunma deneylerine başlamadan önce deney için belirlenen örneklerin ağırlık ve hacim ölçümleri yapılmıştır. Islanma kuruma çevrimine maruz kalmış örneklerin fotoğrafları çekilmiş, ağırlık ölçümleri yeniden yapılmış, kuru ve doymuş birim hacim ağırlık, gözeneklilik, P dalgası hızı ve tek eksenli sıkışma dayanımı belirlenmiştir. Bu şekilde, bozunma deneyleri etkisi altında kalmış örneklerin fiziksel, mekanik ve kılcıl su emme özelliklerinde meydana gelen değişimler gözlenmiştir.

3.2.3.6.1. Islanma-Kuruma Deneyi

Bu deneyde ıslanma-kuruma çevrimleri sonunda örneklerdeki değişiklikler araştırılmıştır. Deney, ASTM D5313 standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir [36]. Standartlara göre 6 saatlik ıslanma ve 18 saatlik kuruma döngüsü, deneydeki 1 adet çevrime karşılık gelmektedir. İgnimbirit örnekleri 40 adet ıslanma-kuruma çevrimine

tabii tutulmuştur. Islanma kuruma işleminde örnekler yaklaşık 6 saat oda sıcaklığındaki su içerisinde bekletilmiş, daha sonra sudan alınan örnekler 18 saat süreyle 105 ± 5 °C sıcaklıktaki etüvde kurumaya bırakılmışlardır (Resim 3.3).



Resim 3.3. Islanma-kuruma deneyinden genel görünüm

3.2.3.6.2. Donma-Çözülme Deneyi

Donma-çözülme çevrimlerinde ignimbirit örneklerinin gösterdikleri davranışın belirlenmesi amacıyla yapılan deneyde, suya doymun hale getirilen numunenin donma sonucu gözeneklerde gerilme koşulları oluşturularak gözenek suyu basıncının etkisi altında kalması sağlanmıştır. Donma-çözülme deneyleri sırasında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Zemin- Kaya Mekaniği Laboratuvarı'ndaki donma çözülme aleti kullanılmıştır. Deney düzeneği farklı sıcaklık kademelerinde istenilen sürelerde programlanabilmektedir. Bu çalışmada donma çözülme sıcaklıkları ASTM D5312-042'e göre +32 ile -18°C olarak seçilmiş olup, 12 saat donma ve 10 saat çözülme adımları uygulanmıştır [37]. Gözeneklerin suya doymun hale gelmesi için örnekler aletin içerisine yerleştirilmeden önce 24 saat süre ile 0.5 %' lik izopropil alkol/su çözeltisi içerisinde bekletilmişlerdir. Donma-çözülme çevrimleri sırasında örneklerin doymunluğunu yitirmemesi için örnekler kap içerisinde kılcal etkiye

maruz bırakılmıştır (Resim 3.4). Böylece gözeneklerin çevrimler sırasında devamlı olarak suya doygun halde kalmaları sağlanmıştır. Ergüler yapmış olduğu çalışmada Kapadokya bölgesinde yıllık donma-çözülme döngü sayısını 37 olarak belirlemiş olup, bu çalışmada 40 donma-çözülme döngüsü kullanılmıştır [5].



Resim 3.4. Donma-çözülme deneyin yapımından genel görünüm

3.2.3.6.3. Tuz Kristallenmesi Deneyi

Kayaların gözeneklerinde atmosferik olaylar sonucu biriken sülfat bileşimli tuzlar suyun etkisiyle çözülüp suyun ortamı terketmesiyle kuruyarak kristallenir. Bunun sonucunda kristallenme basınçları kayaların yapısında değişikliklere neden olmaktadır.

Bu deneyde doğal koşullar altında tuz kristallenmesi sonucu oluşan basınçların, kayalar üzerindeki etkisinin deneysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Tuz kristallenmesi deneyleri RILEM standartlarına göre yapılmış olup, buna göre, örnekler % 14 magnezyum sülfat çözeltisi içerisinde tam olarak batırılmış şekilde 2 ± 0.5 saat bekletilmiş ve gözeneklerin tuz çözeltisi ile mümkün olduğunca doyması sağlanmıştır [38]. Daha sonra çözülden alınan örnekler su ile yıkandıktan sonra 105 ± 5 °C'lik etüvde 24 ± 1 saat kurumaya bırakılmıştır. Yapılan bu işlem bir çevrime karşılık

gelmektedir.



Resim 3.5. Tuz kristallenmesi deneyinden genel görünüm

3.2.3.7. Kılcal (Kapiler) Etkiye Bağlı Su Emme Deneyi

Normal koşullarda kayaların kılcal etkiye bağlı su emme özelliği düşünüldüğünde, suyla temas edecek ortamlarda kullanılacak olan yapı taşları için kılcal su emme katsayısının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla, UNE-EN 1925 ve TS EN 1925 gibi standartlar kullanılmaktadır [39, 40]. Doğal yapı taşlarında kılcal etkiye bağlı su emme özelliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılan TS EN 1925 standardında deney için, kenar uzunluğu 50 ± 5 ve 70 ± 5 mm olan küp numunelerin kullanılması önerilmiş olup, bu çalışmada 70 ± 5 mm olan küp numuneler kullanılmıştır. Standartlara uygun olarak hazırlanan numuneler bozunma deneylerine maruz kalmadan ve kaldıktan sonraki farklı döngüler için ayrı ayrı seçilmiştir. Seçilen örnekler daha sonra 24 saat 105°C etüvde bekletilerek kılcal su emme deneyi için hazırlanmış ve TS EN 1925 standardına göre kılcal su emme katsayıları (C) belirlenmiştir. Bu deney için hazırlanan küp kaya numunelerinin tabanı 3.00 ± 1 mm derinliğinde su içine kalacak şekilde deney kapları içerisine yerleştirilmiştir (Resim 3.6). Su seviyesinin ortam sıcaklığına bağlı olarak değişmemesi için ortam sıcaklığının deney süresince sabit kalması sağlanmıştır. Kılcal etkiye bağlı su emme değerlerinin ölçülmesi sırasında farklı zaman aralıkları

kullanılmıştır. İgnimbiritler için zaman aralıkları, yüksek su emme potansiyeline sahip olduğu için standartta belirtildiği üzere 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 480 ve 1440 dakika olarak seçilmiştir. Her bir zaman aralığında numuneler sudan çıkartılarak üzerindeki damlacıkların yüzeyden uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha sonra her bir numune 0.01 gr hassasiyetle tartılarak zaman aralığına bağlı olarak emdikleri su miktarları belirlenmiştir. Deney sonunda emilen su miktarlarının (gram), taban yüzeyinin alanına (m²) oranının, karekök zaman (sn) değeri karşılık gelen grafikleri oluşturularak kılcal su emme katsayıları belirlenmiştir.



Resim 3.6. Kılcal etkiye bağlı su emme deneyinden bir görünüm

3.2.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, laboratuvar çalışmalarında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile tez yazım çalışmalarından oluşmaktadır. Ağırlıklı olarak deneysel bir çalışma yönteminin uygulandığı bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi bu bölümde gerçekleştirilmiştir. Özellikle yapay bozunma deneylerine maruz kalan örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde elde edilen değişimler yüzde oransal (Değişim Oranı, DO) olarak ifade edilmiştir.

$$DO = \frac{A_i - A_n}{A_i} \times 100 \quad \dots \dots \dots (3.1)$$

Burada, Ai taze örneğe ait parametre, An n'inci çevrim sonunda belirlenen parametre değeridir. Bozunma deneylerinde tüm örnekler için standart bir çevrim aralığı kullanılmamıştır. Çünkü bazı örnekler hızlı bir şekilde örnek bütünlüğünü kaybettiği için farklı döngü aralıkları söz konusu olmuştur.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

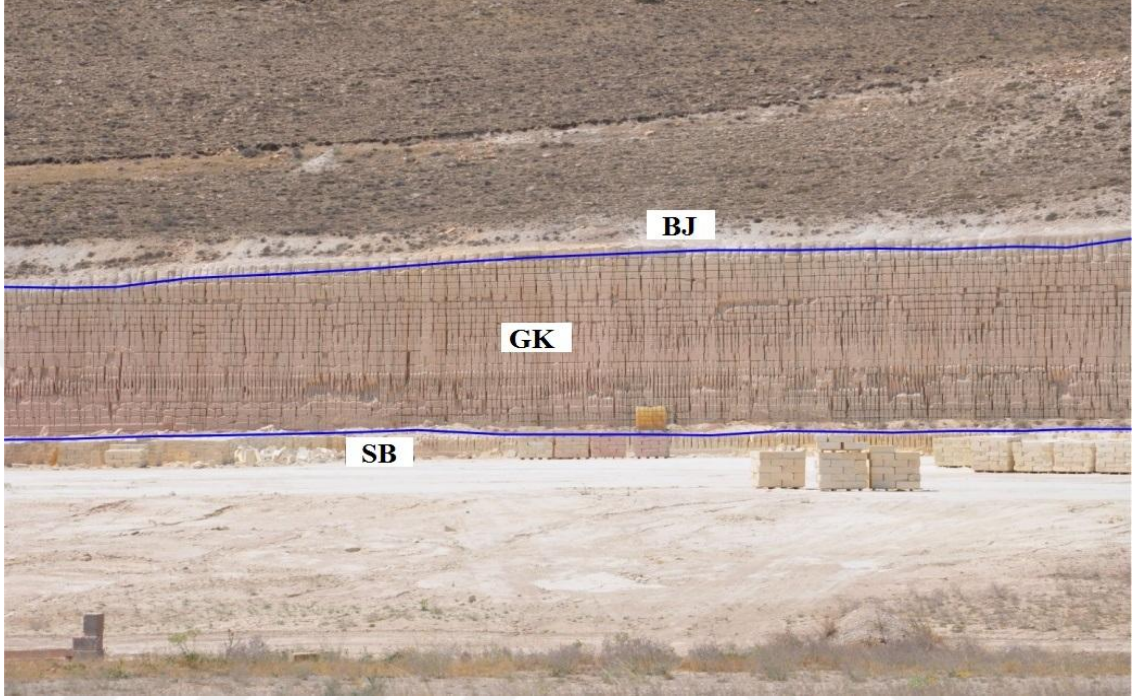
4.1. İgnimbiritlerin Kaya Kütle Özellikleri

Kapadokya bölgesinin önemli tarihi ve kültürel miraslarını oluşturan peri bacaları ve yeraltı şehirlerinin büyük bir bölümü Ürgüp formasyonun Kavak üyesi içerisinde yer almaktadır. Bu özelliğinden dolayı Kavak üyesi içerisinde faaliyet gösteren ve Avanos ilçesinin yaklaşık 4.0 km güneybatısında bulunan taş ocağından alınan ignimbirit örnekleri çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Genel olarak üç farklı seviyeden oluşan birim tabanda sarımsı beyaz renkte (SB), onun üstünde gül kurusu renkte (GK) ve en üstte de beyazımsı krem renğinde (BJ) karşımıza çıkmaktadır (Resim 4.1). Yer yer yanal geçişli olup, bazı seviyelerde düşey geçiş de tedrici olarak gözlenmektedir. Birim Atabey'e göre Kavak Üyesi olarak adlandırılırken Aydar ve çalışma arkadaşlarına göre Kavak 3 ve 4 üyesine karşılık geldiği düşünülmektedir [8, 41]. Söz konusu ignimbirit seviyeleri farklı renk ve litolojik özellikler sergilemektedir. En üstte yer alan ve bu çalışmada BJ olarak adlandırılan ignimbirit seviyesi düşük kaynaşma derecesine sahip olup kalınlığı 1.00 ile 1.50 metre arasında değişmektedir. Hemen bu seviyenin altında yer alan ve GK olarak adlandırılan ignimbiritler iyi kaynaşmış olup kalınlığı yer yer 10 metreye ulaşabilmektedir. En alta yer alan ve SB olarak adlandırılan seviyenin kalınlığı tam olarak tespit edilmemiş olup, kaynaşma derecesi açısından GK kodlu seviye ile benzer karakterdedir. Söz konusu taş ocağı bölgenin önemli ocaklarından biri olup, hem Nevşehir hemde çevrenin doğal yapı taşı ihtiyacının büyük bölümünü karşılamaktadır.

4.2. İgnimbiritlerin Minerolojik Petrografik ve Kimyasal Özellikleri

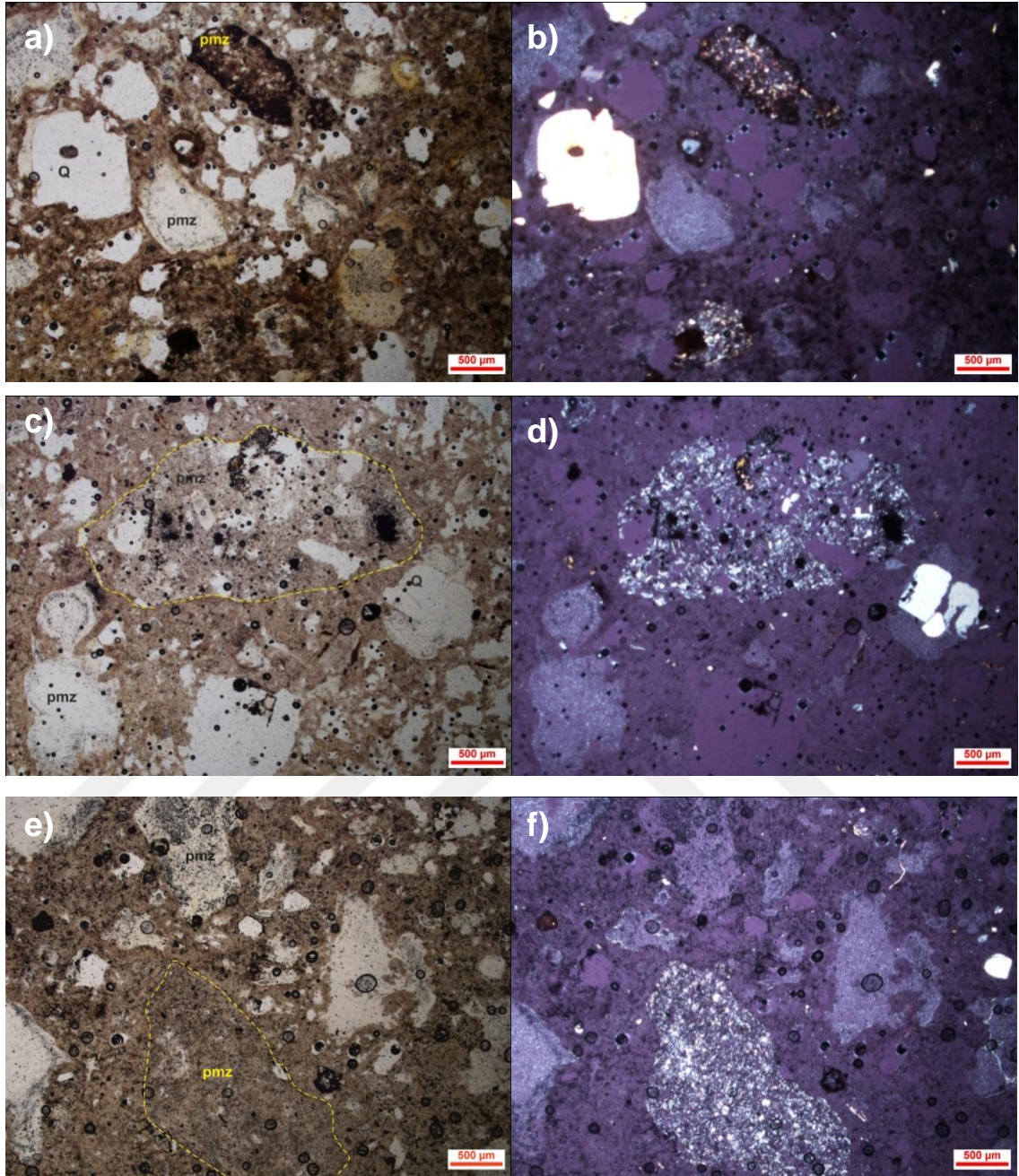
Üç farklı İgnimbirit seviyesinden ayrı ayrı ince kesitler hazırlanmış olup yapılan petrografik tanımlamalara göre örneklerin tamamı hipokristalin porfirik dokuya sahiptir (Resim 4.2). Hamur oranı kristal + pomza tane oranından fazladır. Hamur volkan camından oluşmakta olup, tek nikolde sarımsı ve kahve renklerindedir. Lokasyonun alt, orta ve üst seviyelerine ait örneklerde tane + kristal oranı yaklaşık %40' tır. Örnekler

baskın pomza bileşenlerinden oluşmakta az oranda kuvars, biyotit ve opak mineraller içermektedir. İgnimbrit örnekleri ince kesitlerde genellikle kaynaşmamış ve bol boşluklu olarak gözlenmektedir [42].



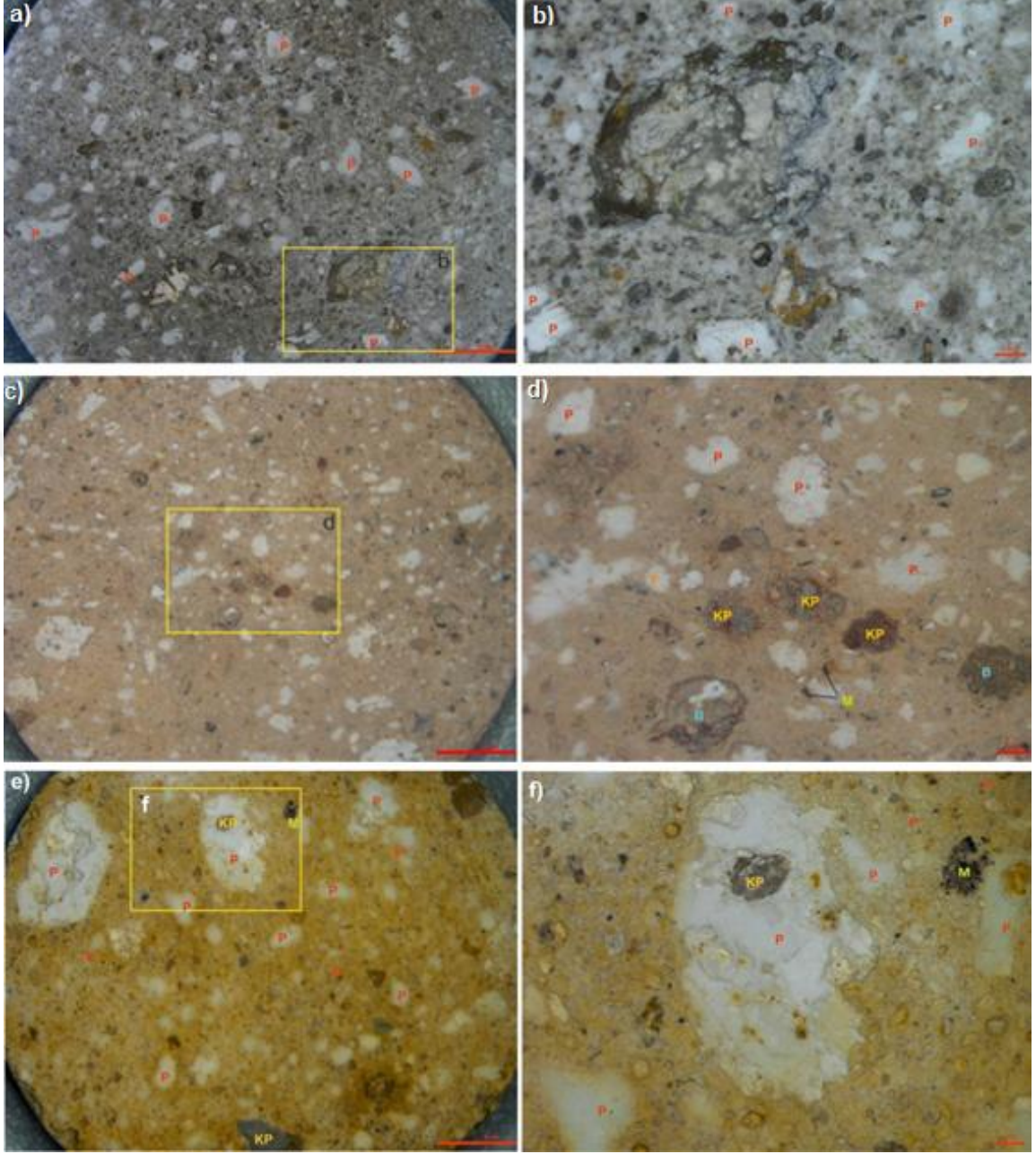
Resim 4.1. Taş ocağı ve ignimbirit seviyelerinin genel görünümü

Pomza bileşenler yuvarlaklaşmış ve elips şekilde gözlenmektedir. Pomza tanelerinin boyutları değişken ve matris ile olan dokanıkları geçişli ve belirsiz şekildedir (Resim 4.2). Örneklerde yer yer ikincil kuvars (kuvarsolit) oluşumları gözlenmektedir. SB kodlu örneklerde pomza bileşenlerinde demir sıvamaları ve opak mineral kapanımları yaygın gözlenmektedir (Resim 4.2 a,b). Az oranda gözlenen fenokristaller (kuvars, biyotit, opak mineraller) yarı özşekilli - özşekilsiz olarak gözlenirken matris ile olan dokanıkları keskin haldedir. SB ve GK kodlu örneklerde biyotit minerallerinde opak mineral kapanımları ve demir sıvamaları yaygın gözlenmektedir (Resim 4.2 c,d). Resim 4.3.'de çalışmanın konusunu oluşturan örneklerin makroskopik görünümleri verilmiş olup, buna göre (Resim 4.2. e,f) BJ ve SB kodlu örneklerde belirgin bir pomza varlığı görülmektedir. GK kodlu örnek pomza oranı açısından diğerlerine göre daha zayıf karakterdedir.



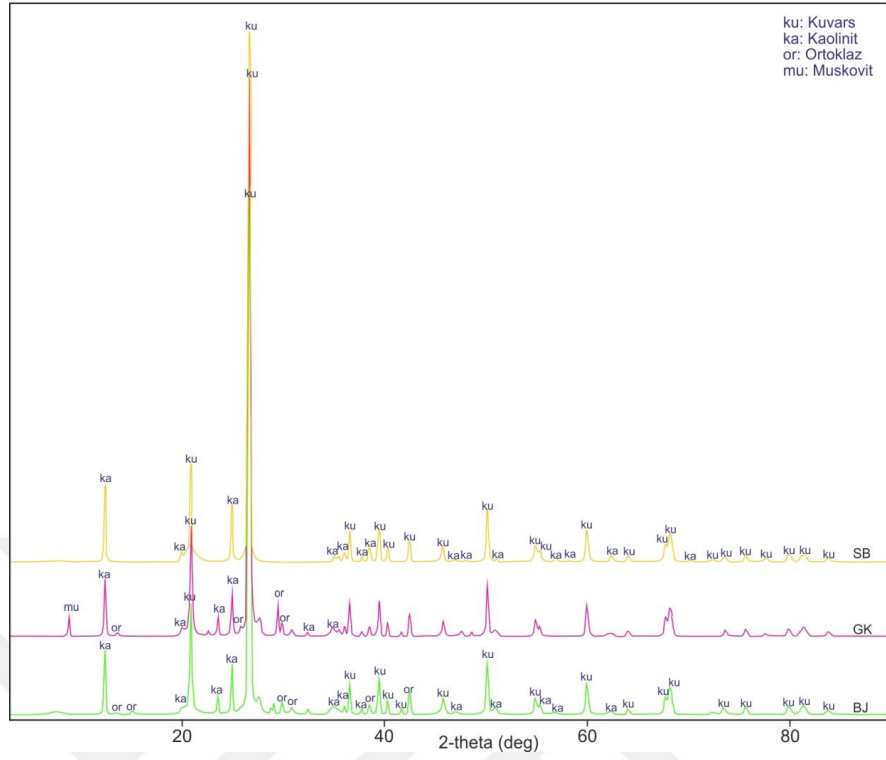
Resim 4.2. İğnimbiritlerin; alt seviyeye ait SB kodlu örneğin (a, b), orta seviyeye ait GK kodlu örneğin (c, d), üst seviyeye ait BJ kodlu örneğin (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri [42]

İğnimbiritlerin XRD analiz sonuçları Şekil 4.1' de verilmiş olup, buna göre her üç seviyede benzer mineral içeriğine sahiptir. Çalışmanın konusunu oluşturan örneklerde Kuvars baskın mineral olarak karşımıza çıkarken, feldispat ve bazı kil minerallerinin (kaolen) varlığı tespit edilmiştir.

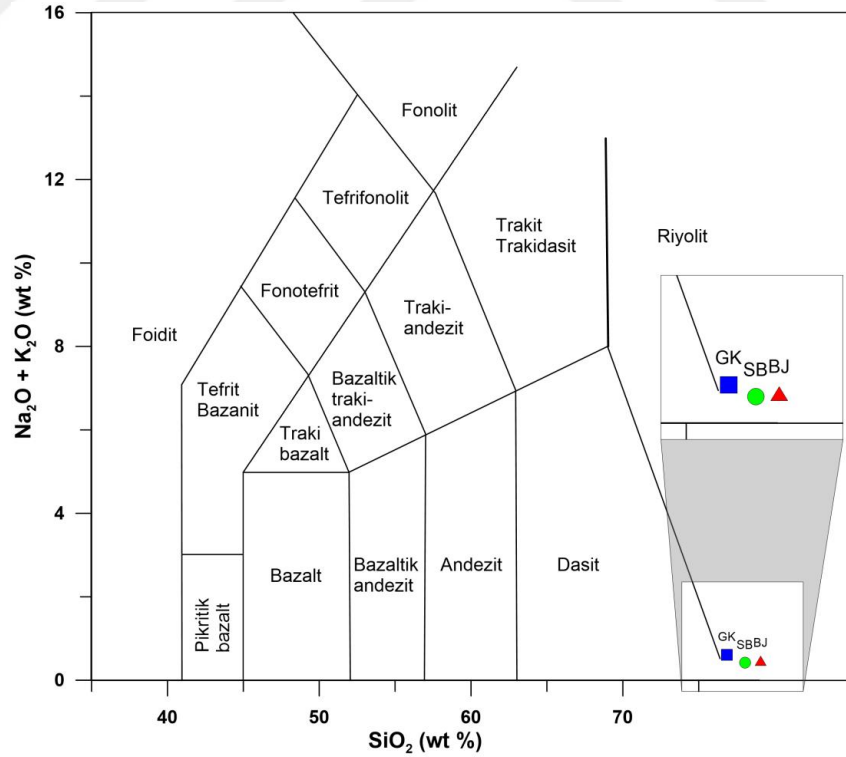


Resim 4.3 BJ (a,b), GK (c,d) ve SB'nin (e,f) makroskobik örnekleri görüntüleri

Çalışmanın konusunu oluşturan ignimbiritler riyolit bileşimi sergilemekte, (Şekil 4.2.) örneklerinin SiO_2 içerikleri oldukça yüksek olup, % 76.32-79.08 arasında değişmektedir (Tablo 4.1.). Al_2O_3 içerikleri ise %13.46 ile 14.25 arasında değişirken, Fe_2O_3 miktarı % 0.08 - 0.22 arasında değişmektedir [43].



Şekil 4.1. İncelenen örneklerin XRD analiz sonuçları



Şekil 4.2. Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerin toplam alkali-silika $[(\%Na_2O+K_2O)-\%SiO_2]$ diyagramında sınıflaması [43]

Tablo 4.1. İgnimbrit örneklerinin ana element kompozisyonları [42]

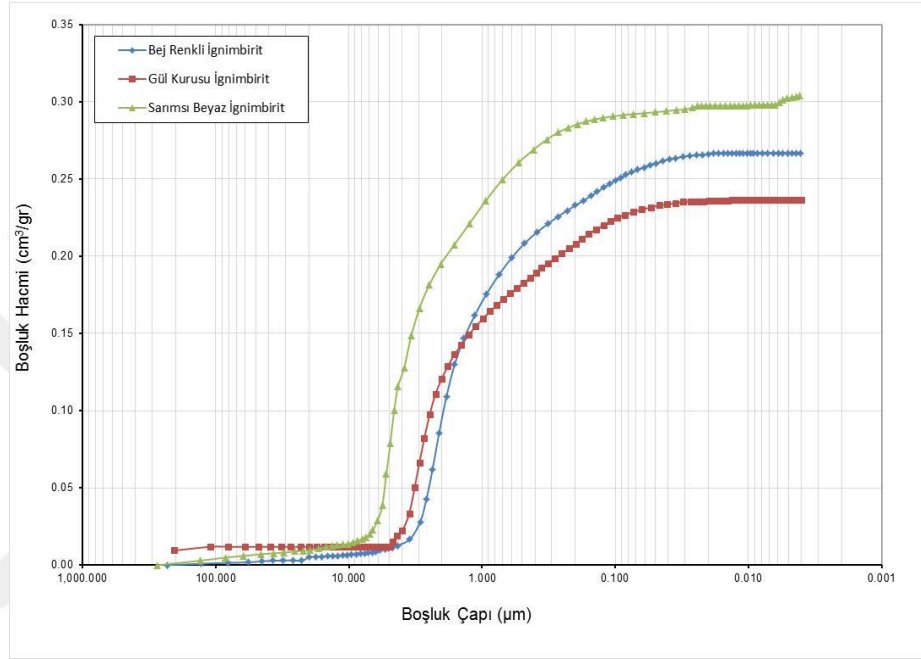
Ör. No	BJ01	BJ01	BJ01	GK02	GK02	GK02	SB03	SB03	SB03
Bileşim	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit
SiO ₂	79.08	78.94	78.54	76.86	76.85	76.32	78.05	77.93	78.64
Al ₂ O ₃	13.46	13.64	13.88	14.23	14.25	14.16	13.65	13.57	13.51
Fe ₂ O ₃	0.61	0.7	0.55	1.58	1.56	1.59	1.21	1.26	1.05
MgO	0.12	0.11	0.12	0.21	0.22	0.22	0.08	0.08	0.08
CaO	0.09	0.08	0.09	0.13	0.12	0.54	0.09	0.10	0.09
Na ₂ O	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07	0.07
K ₂ O	0.4	0.38	0.38	0.54	0.5	0.59	0.33	0.32	0.31
TiO ₂	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18
P ₂ O ₅	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04
MnO	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	0.02	0.06	<0.01	<0.01	<0.01
Cr ₂ O ₃	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
A.K.	5.8	5.8	6	5.9	6.1	6.1	6.2	6.3	5.9
Toplam	99.86	99.94	99.84	99.82	99.92	99.88	99.93	99.87	99.87
Na ₂ O+K ₂ O	0.47	0.45	0.45	0.61	0.57	0.66	0.42	0.39	0.38

4.3. İgnimbritlerin Boşluk Yapıları

Farklı seviyelerden alınan ignimbritlerin kaynaşma derecelerinde ve uğradıkları düşey gerilmelerden dolayı boşluk yapılarında farklılıklar gözlenmektedir. Bu boşluk yapıları ignimbritlerin gerek fiziksel ve gerek mekanik özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. İncelenen örneklerin boşluk boyutlarının dağılımının ortaya konulması için Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilimsel Araştırma ve Teknoloji Merkezinde civa porozimetresi deneyi yapılmıştır. Şekil 4.3'ten görüleceği üzere incelenen ignimbrit örneklerinin boşluk boyut dağılımları birbirlerine benzerlik göstermekle birlikte, SB kodlu ignimbrit hakim boşluk çapı diğerlerinden daha yüksektir.

Şekil 4.3' te görüldüğü gibi; BJ kodlu örneklerin toplam boşluk hacmi 0.266 cm³/gr, GK kodlu örneğin 0.236 cm³/gr, SB kodlu örneğin ise 0.303 cm³/gr'dır (Tablo 4.2).

Tuğrul, eğrilerin yumuşaklığını, genellikle farklı gözenek çaplarının eşit dağılımı ile ilgili olduğunu vurgulamıştır [44]. Bunun yanında grafikte keskin bir artış gözlemlendiği bölgelerde hakim boşluk çapını vermektedir. Buna göre örneklerin hakim boşluk çapı BJ kodlu örneğin 2.10 μm , GK kodlu örneğin 3.20 μm , SB kodlu örneğin ise 4.89 μm olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2).



Şekil 4.3. Boşluk hacmine karşılık boşluk çapı grafiği

Tablo 4.2. Boşluk çapları ve boşluk hacmi özellikleri

Örnek No	Boşluk Çap Değişim Aralığı (μm)	Toplam Boşluk Hacmi (cm^3/gr)	Hakim Boşluk Çapı (μm)	Hakim Boşluk Çapı Değişim Aralığı (μm)	İkincil Boşluk Çapı (μm)	Boşluk Dağılım Tipi
BJ	231-0.004	0.266	2.10	3.00-0.09	--	Yarı Üniform
GK	204-0.004	0.236	3.20	4.00-0.08	--	Yarı Üniform
SB	275-0.004	0.303	4.89	6.00-0.20	0.006-0.004	Yarı Uniform

4.4. İgnimbiritlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri

Bu bölümde, çalışmanın konusunu oluşturan Kavak üyesinin üç farklı seviyesinin fiziksel ve indeks özelliklerini belirlemek için yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Öncelikle fiziksel ve indeks özellikler değerlendirilirken, ikinci aşamada P-dalga hızı, tek eksenli sıkışma dayanımı ve kılcal su emme deney sonuçlarının metod bölümünde tanımlanan yönlere göre değişimleri de irdelenmiştir.

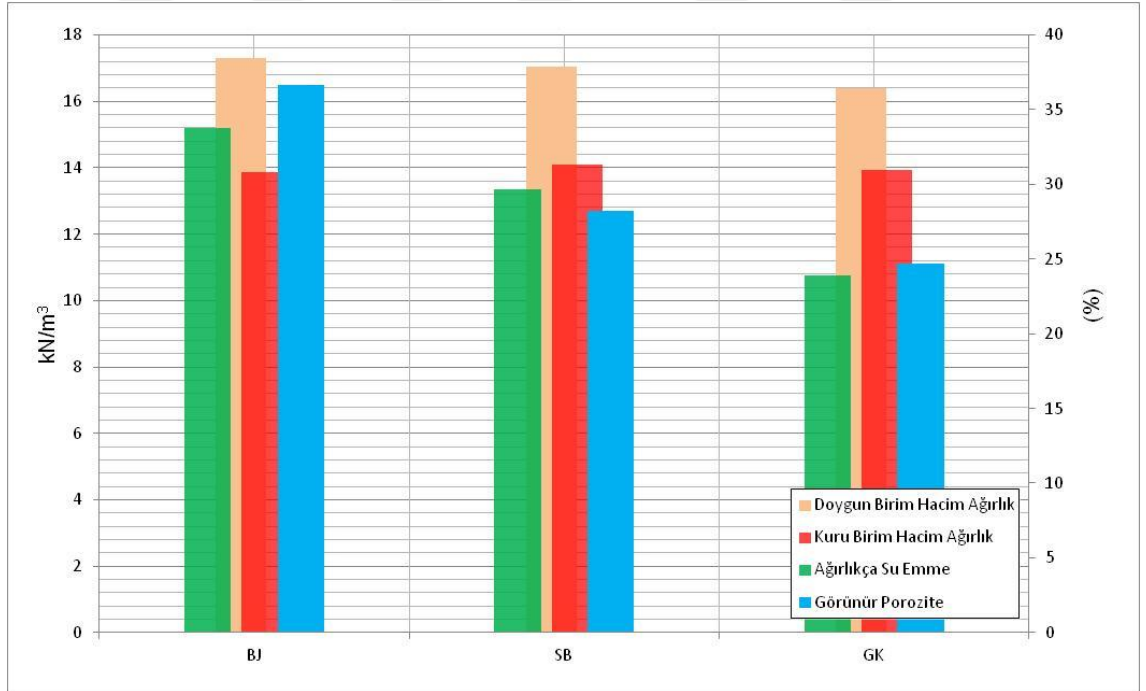
4.4.1. İndeks Özellikleri

BJ, SB ve GK kodlu ignimbiritlerin indeks ve fiziksel özellikleri Tablo 4.3.' te verilmiştir. Buna göre BJ, SB ve GK kodlu ignimbiritlerin ortalama kuru birim hacim ağırlığı, sırasıyla 13.86 kN/m^3 , 13.93 kN/m^3 ve 14.08 kN/m^3 olarak belirlenmiş olup, tüm örnekler düşük birim hacim ağırlıklı kayaç grubunda yer almaktadır [45]. Aynı örneklerin doymuş birim hacim ağırlığı ise $16.93\text{-}17,95 \text{ kN/m}^3$ arasında değişmektedir.

Örneklerin kuru birim hacim ağırlıklarına bakıldığında değerlerin birbirine yakın olup, ortalama en yüksek değer GK kodlu ignimbiritlerde, ortalama en düşük değerinde BJ kodlu ignimbirit örneklerine ait olduğu Tablo 4.3.' te açık bir şekilde görülmektedir. Kayayı oluşturan minerallerin oranlarının kayanın birim hacim ağırlıklarının değişiminde son derece etkili olduğu düşünülürse çalışmanın konusunu oluşturan ignimbirit örneklerinin benzer mineral bileşimi oranlarına sahip olduğundan bahsedilebilir. Bu durum XRD ve petrografik analizlerde elde edilen benzer mineral içeriği ile de desteklenmektedir. Doymuş birim hacim ağırlıklarına bakıldığında ise ortalama en yüksek değer BJ kodlu ignimbirite, ortalama en düşük değer ise SB kodlu ignimbirite ait olduğu görülmektedir. BJ kodlu örneklerde kuru birim hacim ağırlık ile doymuş birim hacim ağırlık arasındaki fark diğer örneklerden daha fazla olup, bu durum boşluk oranının/porozitenin yüksek olmasıyla açıklanabilir. İgnimbiritlerin görünür porozite değerleri incelendiğinde BJ kodlu ignimbiritlerin %35.3 ile %38.98, GK kodlu ignimbiritlerin %18.16 ile %31.6, SB kodlu ignimbiritlerin ise %28.08 ile %28.38 arasında değiştiği gözlenmiştir. Moos - Quervain'den ve Tarhan'a göre üç birimde çok fazla boşluklu kaya sınıfında yer almaktadır [46, 47].

Tablo 4.3. İğnibiritlerin fiziksel özellikleri

Örnek		Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Ağırlıkça Su Emme (%)	Görünür Porozite n (%)
Bej Renkli İğnibirit (BJ)	Maksimum	14.13	17.95	38.98	38.98
	Minimum	13.43	16.93	34.32	35.3
	Ortalama	13.86	17.29	33.8	36.67
Gül Kuru İğnibirit (GK)	Maksimum	14.29	16.26	24.76	31.6
	Minimum	13.77	16.07	23.12	18.16
	Ortalama	13.93	16.4	23.94	24.73
Sarı-beyaz İğnibirit (SB)	Maksimum	14.58	17.37	32.49	28.38
	Minimum	13.6	16.78	26.88	28.08
	Ortalama	14.08	17.04	29.68	28.22



Şekil 4.4. İğnibiritlerin ortalama fiziksel özelliklerinin grafiksel gösterimi

Çalışmanın konusunu oluşturan ignimbirit örneklerinin birim hacim ağırlık değerleri birbirine benzerlik sunarken, ağırlıkça su emme ve porozite değerleri birbirinden farklılık sunmaktadır (Tablo 4.3). BJ kodlu örneklerin sahip olduğu yüksek porozite değerleri bu grup örneklerin bozunmaya karşı en düşük dirence sahip ignimbirit olarak değerlendirilebilir. Bu konuda yapılan değerlendirmeler tezin ilerleyen bölümlerinde daha detaylı bir şekilde irdelenecektir.

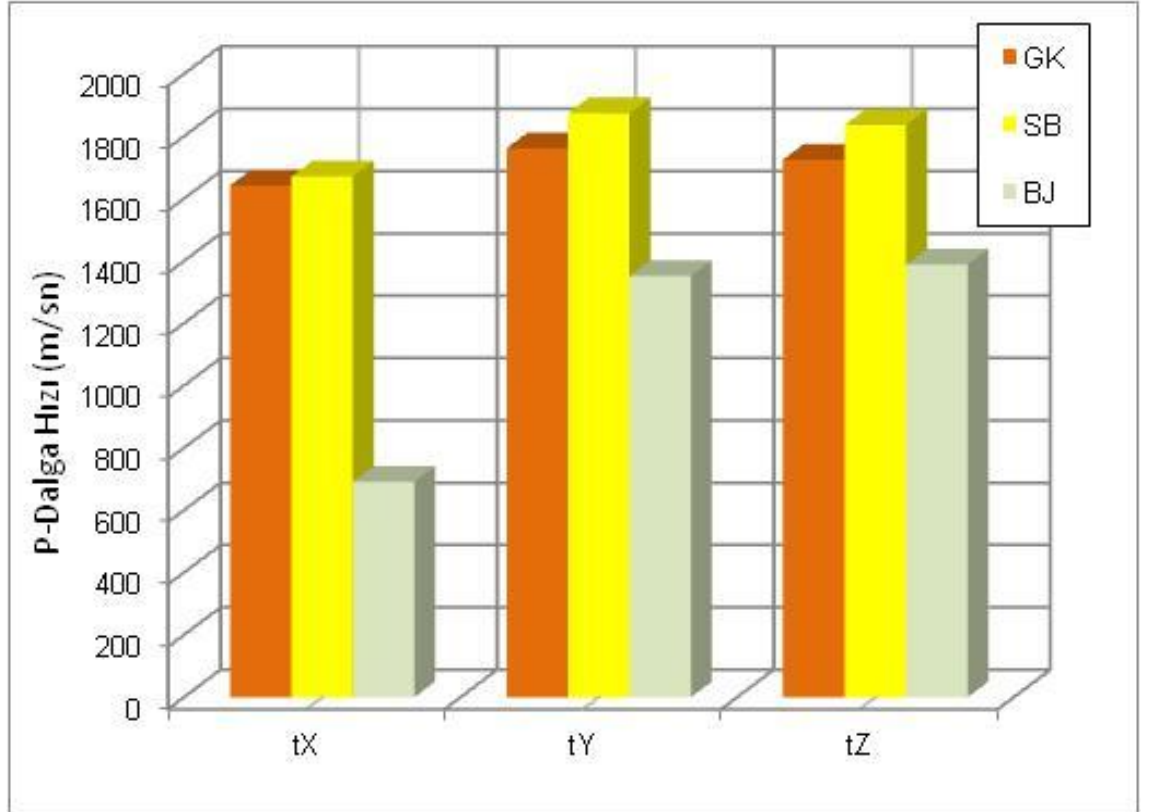
4.4.2. P-Dalga Hızı Deneyi

Kayaçların fiziksel özelliklerinden suya doygunluk, boşluk oranı ve porozitesi ile sismik dalga hızları arasında büyük bir bağlantı bulunmaktadır. Bu nedenle sismik ultrasonik yöntem ile kayaçların fiziksel ve dinamik özelliklerinin belirlenmesi birçok araştırmaya konu olmuştur [48]. ISRM tarafından önerilen hususlar dikkate alınarak sunulmuştur [49].

Doğal koşullarda bırakılan ve bozunma deneylerine tabi tutulan ignimbirit örnekleri P dalgası hızının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. P-dalgası hızları X, Y, Z yönlerinde ayrı ayrı ölçülmüştür (Tablo 4.4). Ölçüm değerleri incelendiğinde X yönünde ortalama en yüksek P-dalga hızı değeri 1670.49 m/sn ile SB kodlu örneklerde, ortalama en düşük değer ise 691.65 m/sn BJ kodlu örneklerde ölçülmüş olup, Y yönünde ortalama en yüksek değer 1874.04 m/sn SB kodlu örneklerde, ortalama en düşük değer 1351.85 m/sn olarak BJ kodlu örneklerde ölçülmüştür. Z yönünde yapılan ölçümde ortalama en yüksek değer 1836.23 m/sn SB kodlu örneklerde ortalama en düşük değer ise 1388.43 m/sn BJ kodlu örnek olduğu görülmektedir. Tüm bu veriler sonucunda X, Y, Z yönünde üç birimde ortalama en yüksek değer SB kodlu örneklere, ortalama en düşük değer ise BJ kodlu örneklere ait olduğu anlaşılmıştır. ANON'un belirlediği kayaçların ultrasonik dalga hızına göre sınıflandırılması baz alındığında üç ayrı birime ait ignimbirit örneklerinin X, Y, Z yönünde çok düşük sismik hıza sahip olduğu görülmektedir [50].

Tablo 4.4. İğnimbiritlerin P-dalga hızının yönlere göre değişimi

Örnek	P-Dalga Hızı (m/sn)			
	Yön	X	Y	Z
Bej Renkli İğnimbirit (BJ)	Maksimum	728.31	1384.62	1418.15
	Minimum	632.65	1296.16	1370.94
	Ortalama	691.65	1351.85	1388.43
Gül Kurusu İğnimbirit (GK)	Maksimum	1664.34	1803.53	1780.55
	Minimum	1599.55	1730.02	1628.7
	Ortalama	1641.96	1761.59	1725.39
Sarı-beyaz İğnimbirit (SB)	Maksimum	1831.62	2084.8	2031.43
	Minimum	1521.28	1674.53	1729.12
	Ortalama	1670.49	1874.04	1836.23



Şekil 4.5. P-dalga hızının yönlere göre değişimi

İgnimbirit birimlerini ayrı ayrı değerlendirildiğinde P-dalga hızına ait değerlerin üç yönde de en düşük BJ kodlu ignimbirite, en yüksek değerlerin de SB kodlu ignimbirite ait olduğu görülmektedir. Yönlere göre değişim oranları açısından bakıldığında, GK ve SB kodlu örneklerde X, Y ve Z yönünde elde edilen P-Dalga Hızı değerleri çok ciddi değişimler göstermemektedir (Şekil 4.5). Buna karşın, BJ kodlu örneklerde ise X yönünde elde edilen değer en düşük olup, Y ve Z yönünde elde edilen değerler ise X yönündeki değerlerin yaklaşık iki katı civarındadır. X düzlemine paralel yönde yüksek değerler elde edilirken, dik yönde daha düşük değerler elde edilmiştir. İgnimbiritlerin yerleşme konumlarına göre dik yönde P-dalga hızının ilerlemesini boşluk yapısı tarafından engellendiği şeklinde yorumlanmıştır.

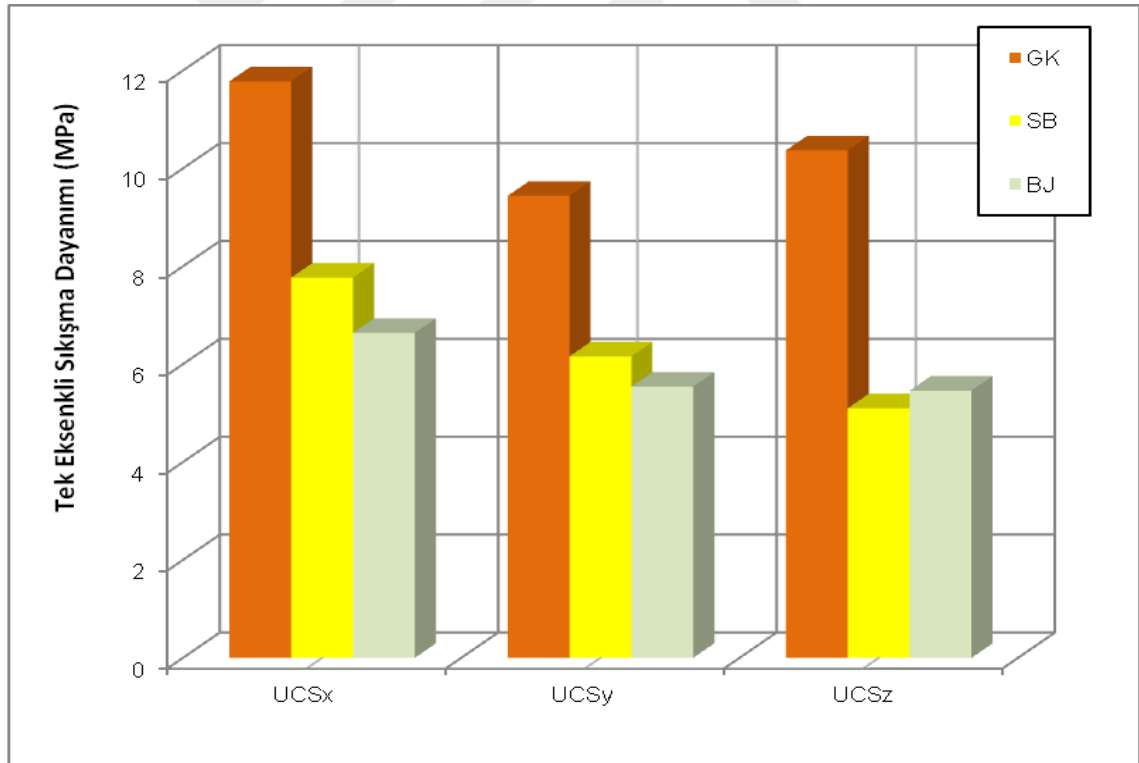
4.4.3. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı

Bozunma deneylerinin etkisine maruz kalmayan her bir grup için en az üç küp numune üzerinde yapılan tek eksenli sıkışma deneyi sonuçları Tablo 4. 5'te verilmiştir. Tabloda sunulan tek eksenli sıkışma dayanımı eksenlere dik olarak belirlenmiştir. Buna göre İgnimbiritlerin tek eksenli sıkışma değerleri incelendiğinde X yönünde ortalama en yüksek 11.78 MPa değeri GK kodlu örneklerde, ortalama en düşük 6.64 MPa değeri ise BJ kodlu örneklerde elde edilmiştir. Y yönünde ortalama en yüksek 9.44 MPa değeri GK kodlu örnekler, ortalama en düşük 5.54 MPa değerinde BJ kodlu örneklerden elde edilmiştir. Z yönünde ise bu değerler değişmekte ortalama en düşük değer 5.1 MPa değeriyle SB kodlu örneklerde ortalama en yüksek değer ise 10.37 MPa değeriyle GK kodlu örneklerde elde edilmiştir. Deer ve Miller tarafından yapılan sınıflandırmaya göre çalışmanın konusunu oluşturan ignimbirit örneklerinin tamamı çok düşük dayanımlı kaya sınıfında yer almaktadır [51]. İncelenen örneklerin çok düşük direnç göstermesi kayacın iyi kaynaşmamış olmasının yanında, mineralojik özellikleri, birim hacim ağırlık, ayrışma ve porozite değerlerinin yüksek olması ile ilişkilidir.

Yönlere göre değişim, incelendiğinde tüm örnekler için Y ve Z yönünde ciddi değişimler gözlenmezken, X yönünde diğer yönlere göre daha yüksek değerler elde edilmiştir (Şekil 4. 6). Zayıflık yüzeyine dik yönde daha yüksek tek eksenli sıkışma dayanımlarının elde edilmesi beklenen bir durum olup, üç örnek için de aynı şekilde sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.5 İgnimbiritlerin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri

Örnek	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı(MPa)			
	Yön	UCS _x	UCS _y	UCS _z
Bej Renkli İgnimbirit (BJ)	Maksimum	8.04	6.34	7.24
	Minimum	5.36	4.99	4.39
	Ortalama	6.64	5.54	5.46
Gül Kurusu İgnimbirit (GK)	Maksimum	12.18	10.93	12.92
	Minimum	9.72	7.81	8.75
	Ortalama	11.78	9.44	10.37
Sarı-beyaz ignimbirit (SB)	Maksimum	14.74	6.61	5.62
	Minimum	4.74	5.92	4.59
	Ortalama	7.77	6.16	5.10



Şekil 4.6. Tek eksenli sıkışma dayanımının yönlere göre değişimi

4.4.4. Kılcal (Kapiler) Etkiye Bağlı Su Emme Özellikleri

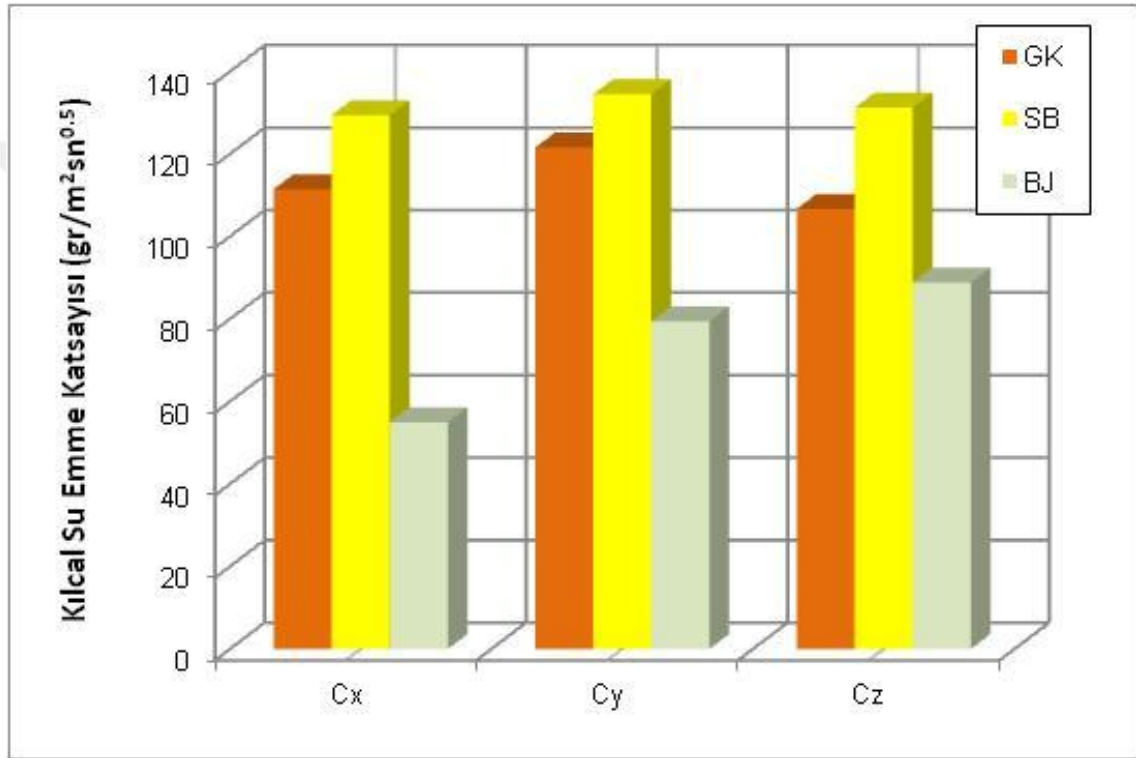
Doğal koşullardaki 9 adet ignimbirit örneğinde kılcal su emme deneyi yapılmış ve Tablo 4.6' daki kılcal su emme katsayıları (C) TSE EN standartlarına göre belirlenmiştir [40]. Tablodaki ortalama değerlere bakıldığında X, Y, Z yönlerinde ortalama en yüksek değer SB kodlu örneklerde, ortalama en düşük değer ise BJ kodlu örneklerde bulunmuştur. X yönünde ortalama en yüksek değer 129.40 değerinde SB kodlu örneklerde, ortalama en düşük değer ise 54.99 değerinde BJ kodlu örneklerde olduğu, Y yönünde ortalama en yüksek 134.49 değerinde SB kodlu örneklerde, ortalama en düşük 79.44 değerinde BJ kodlu örneklerde olduğu görülmektedir. Z yönünde ise ortalama en düşük değer 88.83 değeriyle BJ kodlu örneklerde ortalama en yüksek değer ise 131.2 değeriyle SB kodlu örneklerde görülmektedir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. İgnimbiritlerin kılcal su emme değerleri

Örnek	Kılcal Su Emme Katsayısı (gr/m ² sn 0.5)			
	Yön	Cx	Cy	Cz
Bej Renkli İgnimbirit (BJ)	Maksimum	55.98	85.37	95.04
	Minimum	52.01	74.81	77.61
	Ortalama	54.99	79.44	88.83
Gül Kurusu İgnimbirit (GK)	Maksimum	123.08	141.11	114.05
	Minimum	97.64	111.16	94.92
	Ortalama	111.42	121.53	106.65
Sarı-beyaz ignimbirit (SB)	Maksimum	134.11	161.9	150.41
	Minimum	124.7	107.07	122.00
	Ortalama	129.40	134.49	131.2

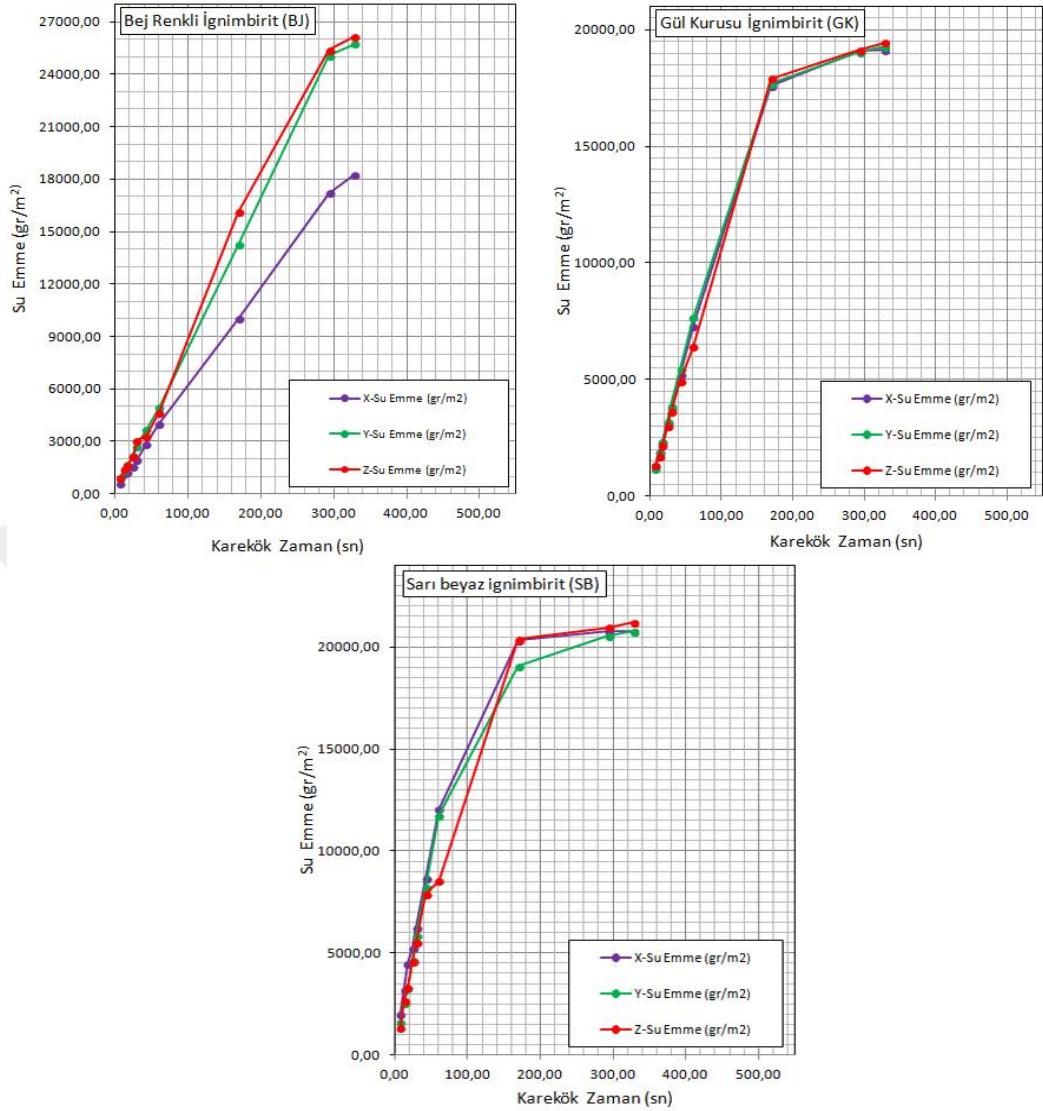
Elde edilen sonuçlara göre, incelenen ignimbiritlerin, yapı taşı olarak kullanılan diğer kayaç türlerine göre oldukça yüksek kılcal su emme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Snethlage'in yaptığı sınıflandırmayla karşılaştırıldığında ignimbirit

örneklerinin yüksek emici kaya sınıfında olduğu görülmektedir [52]. Şekil 4.7. incelendiğinde, BJ kodlu örneklerde X, Y, Z yönünde kılcal su emme katsayılarının, GK ve SB kodlu örnekler göre daha düşük olduğu görülmektedir. SB kodlu örneklerde üç yöndeki değerlerin birbirine çok yakın olduğu Y yönünde biraz artış gösterdiği görülmektedir. GK kodlu örneklerde SB kodlu örneklere göre değerlerin düşük olduğu ve tüm yönlerde benzer davranış gösterdiği gözlenmiştir (Tablo 4.6).



Şekil 4.7. Kılcal su emme katsayısının yönlere göre değişimi

Kılcal su emme davranışı, daha öncede belirtildiği gibi, kayacın boşluk yapısı, mineralojisi ve diğer fiziksel özellikleri tarafından kontrol edilmektedir. Kılcal su emme davranışının yönlere göre değişimi incelendiğinde, GK ve SB kodlu numunelerde yönlere göre herhangi bir değişim gözlenmezken, BJ kodlu örneklerde X düzlemine paralel ve dik yönde farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. İgnimbirit örneklerinin zamana karşılık kılcal su emme grafikleri

Şekil 4.8' de kılcal su emme deneyi sonucunda elde edilen zamana karşılık su emme miktarları verilmiştir. Buradan da açıkça görüleceği üzere, BJ kodlu ignimbirit örneğinin kılcal su emme grafiğinin birinci bölümü X düzlemine dik yönde daha düşük eğim ile gerçekleşirken, diğer yönlerde daha yüksek bir eğim ile temsil edilmektedir. X düzlemine dik yönde daha düşük kılcal su emme katsayıları elde edilirken, X düzlemine paralel yönlerde (Y ve Z) kılcal su emme katsayıları iki katına çıkmaktadır. X düzlemine dik yöndeki olası zayıflık düzlemleri kayacın kılcal su emme davranışını etkileyen en önemli parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.4.5. Yapay Bozunma Deneyleri

4.4.5.1 . İslanma Kuruma Deneyi

Deney, ASTM D5313 standardına göre gerçekleştirilmiş olup 72 adet küp örnek kullanılmıştır [36]. Bu örneklerden 24 tanesi BJ kodlu ignimbirit, 24 tanesi GK kodlu ignimbirit, 24 tanesi SB kodlu ignimbirit grubuna aittir. GK ve SB kodlu örnekler 40 adet ıslanma-kuruma çevrimine tabi tutulmuştur. Her 10 çevrim sonunda iki gruptan üçer adet örnek çıkarılmıştır BJ kodlu örnekleri 15. Çevrimden sonra dayanıksız hale geldikleri için çevrim sayısı 2-4-6-10-15 şeklinde tutulmuş, döngüler sonunda 3 adet örnek ayrılmıştır. İslanma-kuruma çevriminden sonra deneyden çıkarılan ignimbirit örneklerinin fotoğrafları çekilmiş, örneklerin ağırlık ölçümleri yeniden yapılmış, deney sonrası kuru ve doymun birim hacim ağırlık, gözeneklilik, P dalgası hızı ve tek eksenli sıkışma dayanımı belirlenmiştir. Bu şekilde, ıslanma-kuruma etkisi altında kalmış örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler gözlenmiştir.

İslanma-kuruma deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları yüzde olarak sunulmuştur. Buna göre, üç ayrı ignimbirit grubuna ait örnekler için fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişim Tablo 4.7' de gösterilmektedir. Deneyde kullanılan örneklerin kütle değişimi incelendiğinde üç örnek arasında en fazla değişimin BJ kodlu ignimbiritte olduğu gözlenmektedir. BJ kodlu örneklerde 15 döngü sonunda % 3' lük bir azalma meydana gelmiştir. Deneyde 40 döngüyü tamamlayan GK ve SB kodlu örnekler incelendiğinde GK kodlu örneklerin ciddi bir değişim göstermediği, SB kodlu örneklerde % 0.2 civarında azalma olduğu görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde kütle değişimi BJ kodlu örneklerde 4. çevrimden itibaren kendini gösterirken, SB kodlu örneklerde 30. Döngüden itibaren gözlenmiştir. GK kodlu örneklerde ise deney boyunca herhangi bir değişim olmamıştır (Tablo 4.7). Özellikle BJ kodlu örnekler 15. döngü sonrası bütünlüklerini kaybetmişlerdir (Şekil 4.9).

Kütlece değişimin fazla olduğu BJ kodlu örneklerin görünür porozite oranları incelendiğinde 10. döngü sonunda diğer iki birime göre % 8.04' lük değişimle çok daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmektedir. SB ve GK örneklerinin 10. döngü sonrası görünür porozite değerleri incelendiğinde GK ve SB örneklerinde % 4' lük, değişim

gözlenmektedir. Görünür porozite değerlerinde dalgalanma söz konusu olup, genel olarak bakıldığında ise bir artış söz konusudur (Tablo 4.7). Bu dalgalanmanın en önemli nedeni örneklerin sahip olduğu heterojenlik olduğu düşünülmüştür.

Tablo 4.7. Islanma –kuruma deney döngüleri sonucunda parametrelerde meydana gelen değişim oranları

Örnek Adı	Çevrim Sayısı	Kütle Değişimi (%)	Görünür Porozite (n) %	P-Dalga Hızı (%)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (%)
Bej Renkli İgnimbirit (BJ)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	100.00	82.49	89.43	87.71
	4	99.76	117.92	66.83	76.75
	6	99.26	118.93	64.13	65.37
	10	99.30	108.04	55.65	55.22
	15	97.04	100.19	57.83	48.29
Gül Kurusu İgnimbirit (GK)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	10	100.00	96.75	99.35	79.85
	20	100.00	97.70	95.59	80.85
	30	100.00	112.19	101.71	72.13
	40	100.00	109.64	99.15	72.75
Sarı-beyaz İgnimbirit (SB)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	10	100.00	103.69	95.31	99.34
	20	100.00	86.78	91.22	95.02
	30	99.89	113.80	92.67	92.76
	40	99.80	100.94	76.03	61.98

Deney sonunda yapılan P-dalga hızı ölçümlerinde BJ örneklerinde 15. döngü sonunda yaklaşık % 42' lik azalma değeri kaydedilmiştir. Çevrim sayısı ilerledikçe değerlerde hızlı bir azalma görülmektedir. GK kodlu örnekte % 0.85 azalma gözlenirken SB kodlu örnekte bu azalma değeri % 24'dür (Tablo 4.7).



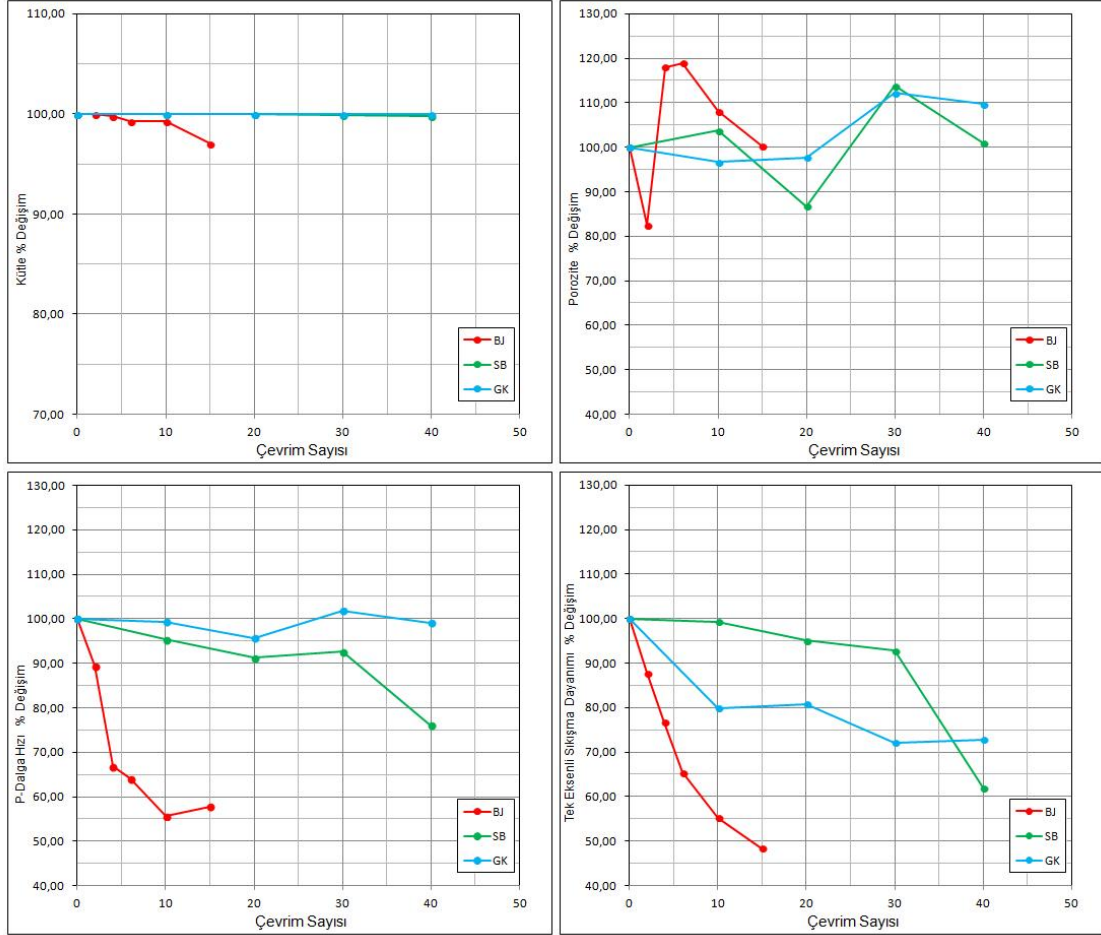
Şekil 4.9. BJ kodlu örneklerin 15. döngü sonrası görünüm

Islanma kuruma deneyi sonunda seçilen örneklerle tek eksenli sıkışma deneyleri yapıp, deney sonunda değerler kaydedilmiştir. Bu çıkan değerlere göre BJ kodlu örneklerin dayanım değeri 15. döngü sonunda % 52 oranında azalma göstermektedir. GK kodlu örneklerde yaklaşık % 29 oranındaki azalma SB kodlu örneklerde % 39 oranında azalma gözlenmektedir. BJ kodlu örnekler hızlı bir şekilde dayanım kaybına maruz kalırken, GK ve SB kodlu örnekler daha uzun sürede de olsa ciddi dayanım kaybına uğramaktadır (Şekil 4.10).

4.4.5.2 Donma Çözülme Deneyi

Deneyde donma-çözülme sıcaklıklarını ASTM D5312-04 standartlarına göre yapılmış olup, deneyde uygulanacak çevrim sayısının seçimi oldukça önemlidir [37]. Çevrim sayısının belirlenmesinde genellikle kayaların/yapıtalarının bulunduğu sahanın iklimsel özelliklerine bağlı olarak belirlenmiş donma-çözülme sayıları baz alınmaktadır. Ergüler tarafından bölge için yıllık donma-çözülme çevrim sayısı iklimsel veriler göz önünde bulundurularak 37 olarak belirlenmiştir [5]. Bu çalışmada ignimbirit örneklerinde donma-çözülme davranışının daha uzun süreli incelenebilmesi için çevrim sayısı 40 olarak alınmıştır. GK ve SB kodlu örnekler bu çevrim sayısına uygun şekilde deneye yanıt verirken bazı BJ kodlu örnekler bu duruma uyum sağlayamadan ilk çevrimde dayanıksız hale gelmiştir. Bu sebeple BJ kodlu örnekler için çevrim sayısı 1, 2, 3, 4, 5, 6

şeklinde tutulmuş olup, her çevrim sonunda 2 adet örnek deneyden çıkarılmıştır. GK ve SB kodlu örneklerde ise çevrim sayısı 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40 şeklinde ayarlanarak her çevrim sonunda her gruptan 3 adet örnek seçilerek deney tamamlanmıştır.



Şekil 4.10. Islanma-kuruma deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları

Deneye tabi tutulan örnekler fotoğraflanmış, kütle değişimleri, görünür porozite değerleri, P-dalgası hızı ve tek eksenli sıkışma dayanımı belirlenmiştir. Bu şekilde donma-çözülme etkisi altında örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde oluşan değişimler saptanmıştır. Buna göre, üç gruba ait ignimbirit örnekleri için fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişim Tablo 4.8' de gösterilmektedir. Söz konusu değişimlerin grafiksel gösterimi Şekil 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Donma-çözülme deney döngüleri sonucunda parametrelerde meydana gelen değişim oranları

Örnek Adı	Çevrim Sayısı	Kütle Değişimi (%)	Görünür Porozite (n) %	P-Dalga Hızı (%)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (%)
Bej Renkli İgnimbirit (BJ)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	1	98.26	117.25	106.09	98.80
	2	97.90	116.11	96.24	90.73
	3	93.42	117.71	68.99	68.23
	4	93.72	122.29	41.09	23.71
	6	95.43	110.79	16.07	7.47
Gül Kurusu İgnimbirit (GK)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	5	99.74	111.84	97.74	99.25
	10	99.77	111.91	100.07	92.58
	15	99.44	110.66	100.32	76.91
	20	99.04	112.52	99.94	83.71
	30	99.19	110.64	103.24	79.93
	35	99.62	112.21	100.15	76.02
Sarı-beyaz İgnimbirit (SB)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	5	99.24	107.11	82.59	90.14
	10	97.86	106.39	77.94	79.29
	15	97.12	103.94	79.34	82.43
	20	96.50	120.11	88.12	81.94
	30	97.80	108.51	95.83	75.24
	35	97.57	105.00	96.75	64.62
	40	94.74	103.76	86.83	59.59

Deneyde kullanılan örneklerin kütle değişimi incelendiğinde üç örnekte farklı davranışlar gözlenmektedir. BJ kodlu örneklerde kütle değişiminin düzensiz şekilde değiştiği ve 6. çevrim sonunda yaklaşık % 4 oranında azaldığı gözlenmektedir. Deneyde 40 döngüyü tamamlayan GK ve SB kodlu örnekler incelendiğinde GK kodlu örneklerin

% 0.2 gibi çok düşük bir değerde azaldığını, SB kodlu örneklerde de % 2.2 değerinde azalma olduğu görülmektedir (Tablo 4.8).Görünür porozite değerlerindeki değişimler incelendiğinde BJ kodlu örneklerin görünür porozite değeri 6.çevrim sırasında % 10.79 oranında artış gösterdiği, SB ve GK örneklerinin görünür porozite değerleri incelendiğinde 40. çevrim sonunda GK örneklerinde % 10.26' lık, SB örneklerinde de % 3.76' lık artış gözlenmektedir. Islanma-kuruma deneyinde olduğu gibi donma-çözülme deneyinde porozite değerlerindeki değişim dalgalanmalar sunmaktadır. Örneklerin homojen olmaması bu durumun en önemli nedeni olduğu düşünölmektedir (Tablo 4.8).

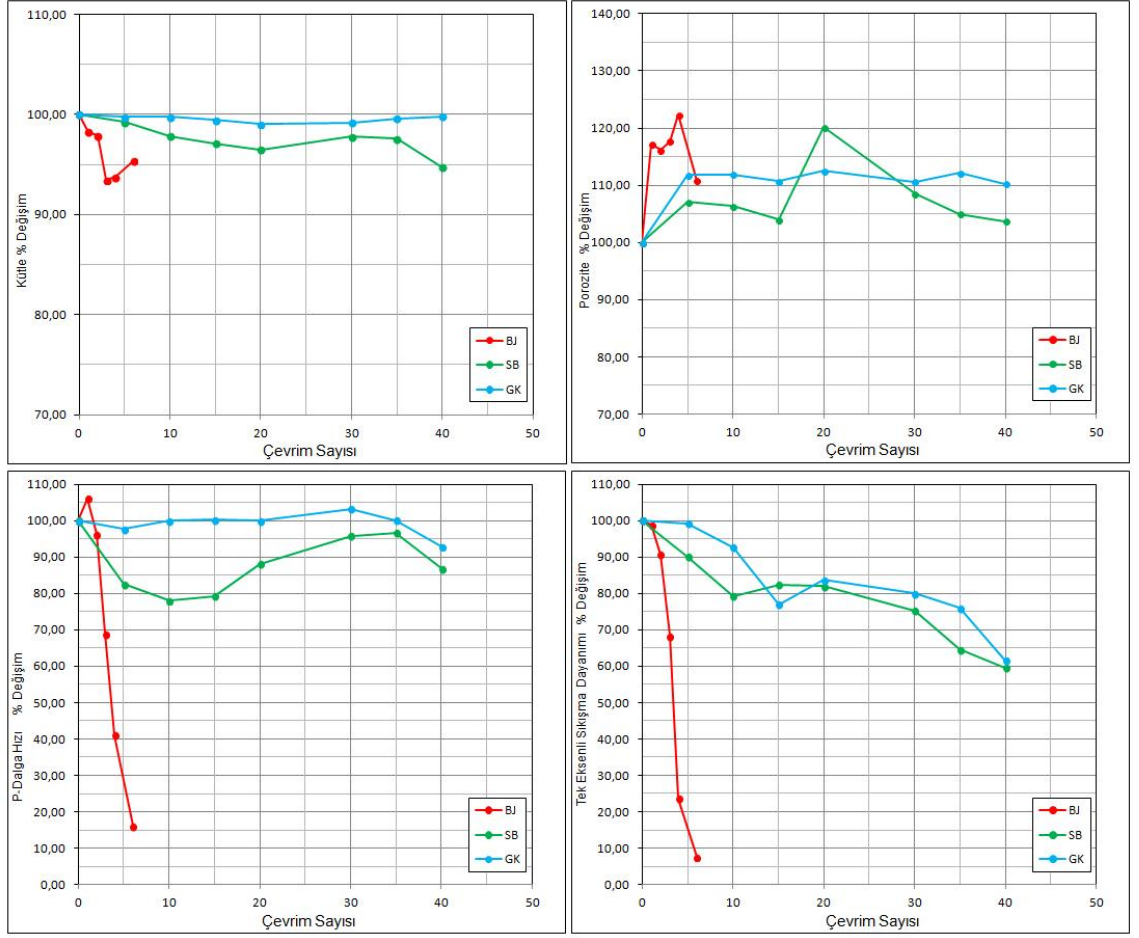
Deney sonunda yapılan P dalga hızı ölçümlerinde BJ örneklerinde %83.93' lük azalma değeri kaydedilmiştir. Çevrim sayısı ilerledikçe değerlerinde hızlı bir azalma görölmektedir. GK kodlu örnekte 40. çevrim sonunda % 7.13 azalma gözlenirken, SB kodlu örnekte bu azalma değeri % 13.17' dir (Tablo 4. 8).

Donma - çözölme deneyi sonunda seçilen örneklerle tek eksenli sıkışma deneyi yapıp, deney sonunda değerler kaydedilmiştir. Bu değerlere göre BJ kodlu örneklerin dayanım değeri % 92.53 oranında azalma göstermektedir. GK kodlu örneklerde %38.50 oranındaki azalma SB kodlu örneklerde % 40.41 oranında gözlenmektedir (Tablo 4.8).

BJ kodlu örnekte hızlı bir şekilde dayanım kaybı olurken, GK ve SB kodlu örnekler ise dayanımlarının önemli bir bölümünü yitirmektedir (Şekil 4.11).

4.4.5.3 Tuz Kristallenmesi Deneyi

MgSO₄ ile yapılan tuz kristallenmesi deneyi RILEM standartlarına göre yapılmıştır [38]. Deneyde üç birim için 17 adet olmak üzere toplamda 51 adet örnek kullanılmıştır. Deneyde BJ kodlu örneklerin bazıları daha ilk çevrimde dayanıksız hale gelmişlerdir. Bu sebeple BJ örneklerinin çevrim sayıları 2, 3, 4 şeklinde belirlenmiştir. GK kodlu örnekler için toplam 10 çevrim, SB kodlu örnekler için ise 9 adet çevrimle deney sonlandırılmıştır (Resim 4.4). Deney sonunda belirlenen değişim değerleri Tablo 4.9' da gösterilmektedir. Söz konusu özelliklerdeki değişimlerin grafiksel gösterimi Şekil 4.12' de verilmiştir.



Şekil 4.11. Donma-çözülme deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları

Tuz kristallenmesi deneyinde kullanılan örneklerin kütle değişimi incelendiğinde BJ kodlu örneklerde kütle değişiminin 4. çevrim sonunda % 1.12 oranında çok düşük bir değerle azaldığı GK ve SB kodlu örnekler incelendiğinde 4. çevrim sonunda herhangi bir değişim meydana gelmediği, deney sonunda GK kodlu örneklerde % 18.20' lik bir azalma, SB kodlu örneklerde % 6.15' lik azalma olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9. Tuz kristallenmesi deney döngüleri sonucunda parametrelerde meydana gelen değişim oranları

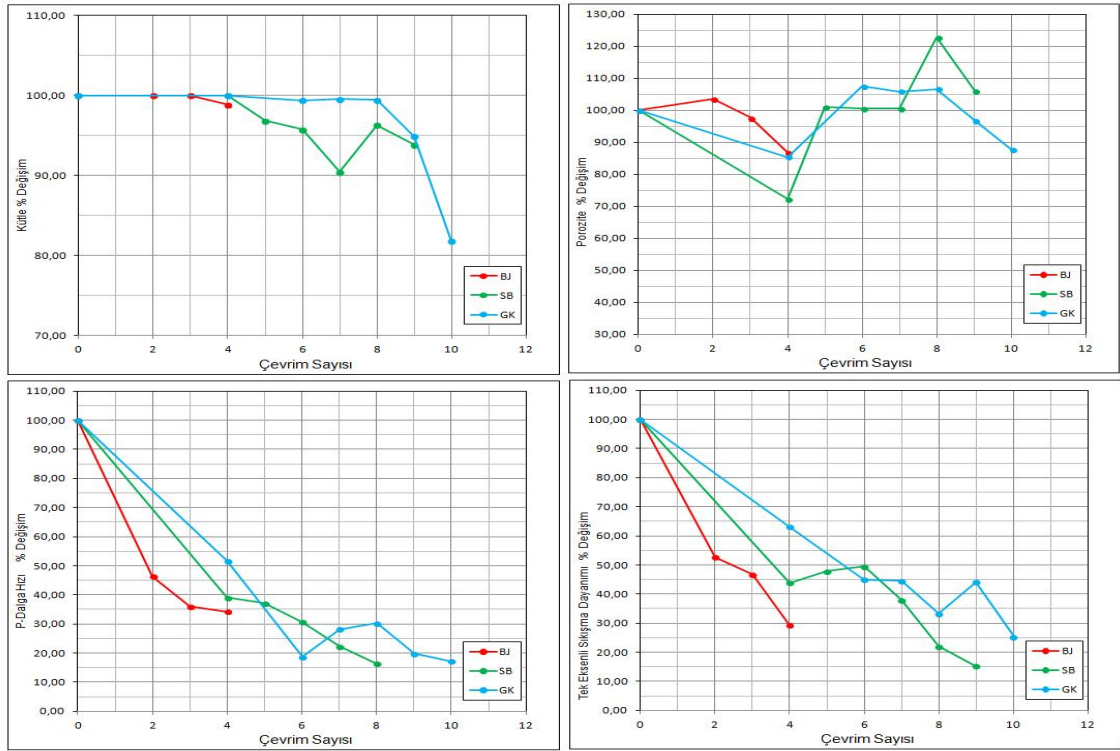
Örnek Adı	Çevrim Sayısı	Kütle Değişimi (%)	Görünür Porozite (n) %	P-Dalga Hızı (%)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (%)
Bej Renkli İğnimbirit (BJ)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	100.00	103.63	46.35	52.59
	3	100.00	97.70	35.99	46.72
	4	98.88	86.77	34.25	29.23
Gül Kurusu İğnimbirit (GK)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	4	100.00	85.35	51.68	63.09
	6	99.42	107.47	18.72	44.96
	7	99.53	105.85	28.13	44.55
	8	99.45	106.59	30.22	33.22
	9	94.91	96.70	19.74	44.14
	10	81.80	87.63	17.22	25.32
Sarı-beyaz İğnimbirit (SB)	0	100.00	100.00	100.00	100.00
	4	100.00	72.29	39.00	43.89
	5	96.83	101.09	37.07	47.83
	6	95.75	100.60	30.68	49.44
	7	90.45	100.58	22.29	37.92
	8	96.30	122.87	16.34	21.96
	9	93.85	106.00		15.19

Görünür porozite değerlerindeki değişimler incelendiğinde BJ kodlu örneklerin görünür porozite değeri başlangıçta kısmen bir artış şeklinde 4. çevrim sonunda ise % 13.23 oranında azaldığı, SB ve GK örneklerinin görünür porozite değerleri incelendiğinde GK örneklerinde % 12.37' lik azalış, SB örneklerinde ise yaklaşık % 6' lık artış gözlenmektedir. Porozite değerlerindeki azalma açıklanması zor bir durum olup, üzerinde ayrıca araştırma yapılması önerilir. Fakat başlangıçta kısmen artış ve son döngülere doğru örnek bütünlüğünü kaybetmeye başladığı sırada örneklerde hacimce de bir küçülme bu durumun olası nedeni olabilir (Resim 4.4).

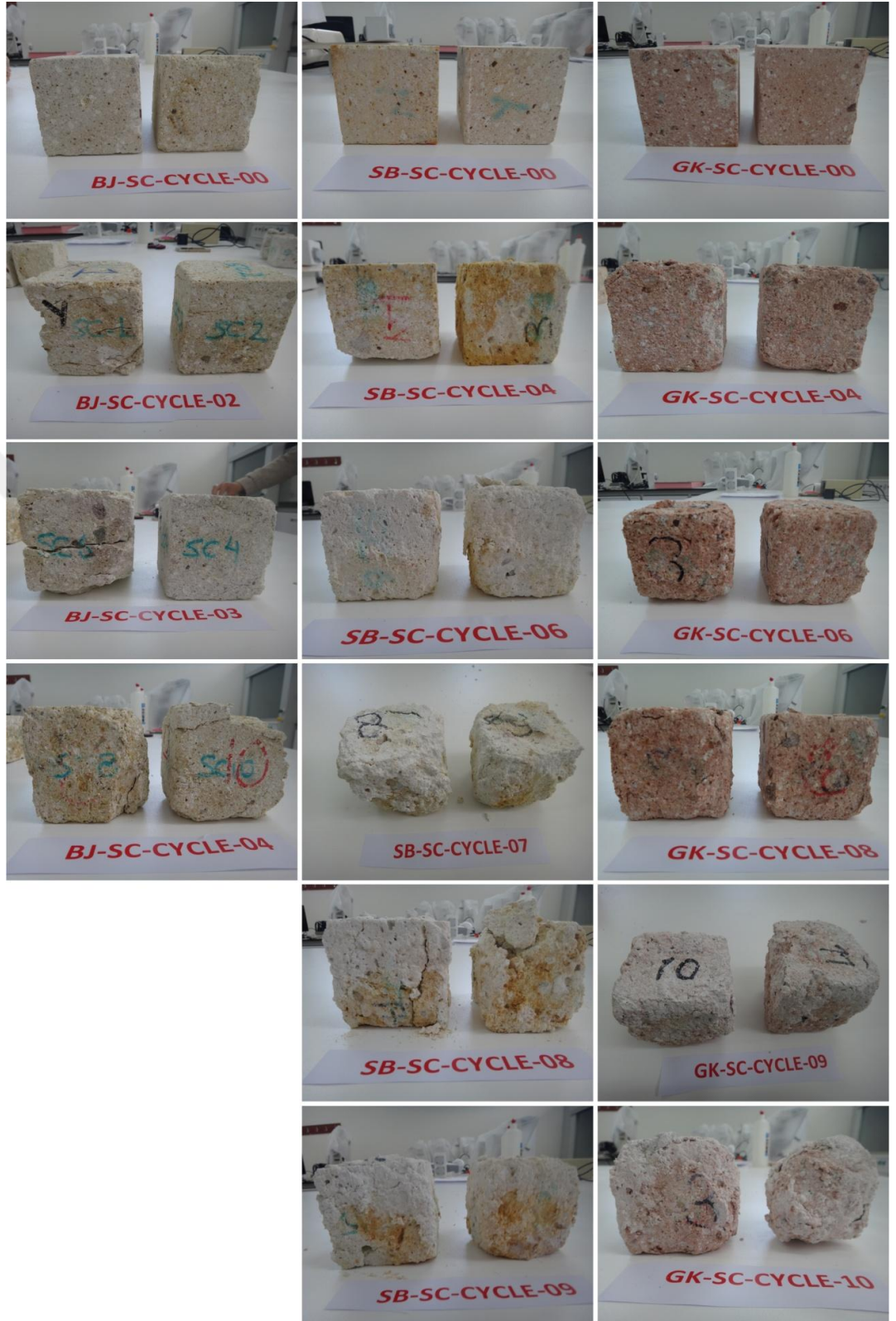
Deney sonunda yapılan P-dalga hızı ölçümlerinde BJ örneklerinde % 65.75' lik azalma

değeri kaydedilmiştir. Çevrim sayısı ilerledikçe değerlerde hızlı bir azalma görülmektedir. GK kodlu örnekte % 72.78 azalma gözlenirken SB kodlu örnekte bu azalma değeri 8.çevrim sonrası % 73.66 olarak gerçekleşmiştir.

Tuz kristallenmesi deneyi sonunda seçilen örneklerle tek eksenli sıkışma deneyi yapıp, deney sonunda değerler kaydedilmiştir. Bu değerlere göre BJ kodlu örneklerin dayanım değeri 4. çevrim sonrası % 70.77 oranında azalma göstermektedir. GK kodlu örneklerde 10. çevrim sonrası % 74.68 oranındaki azalma SB kodlu örneklerde 9. çevrim sonrası %84.81 oranında gözlenmektedir. Elde edilen bu değerler Şekil 4.12’de incelendiğinde Tablo 4.9’ daki değişim oranları daha net bir şekilde görülebilmektedir.



Şekil 4.12. Tuz kristallenmesi deneyi sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim oranları



Resim 4.4. Tuz kristallenmesi deneyinde farklı çevrimler sonucundaki örneklerin genel görünümü

4.4.6. Yapay Bozunma Deneylerinin Kılcal Su Emme Davranışı Üzerine Etkileri

Bilindiği üzere kılcal etkiyle kayaçlar içerisine nüfuz eden nem varlığı bozunmayı hızlandıran en önemli faktörlerden biridir. Kayaçlardaki bozunma modelinin ortaya konulması için etki eden tüm faktörlerin gelişim modelinin tam olarak belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Kayaçların bozunma süreçleri boyunca kılcal etkinin nasıl geliştiği incelemek için, bölgemizin önemli kültürel miraslarının (peri bacası, yeraltı şehri vb) yer aldığı Kavak üyesine ait üç farklı ignimbirit seviyesi yapay bozunma deneylerine maruz bırakılmıştır. Yapay bozunma deneyleri, öncelikli olarak kayaçların gözenek yapısını etkileyeceğinden kılcal su emme davranışlarının bozunma süreci boyunca taze kaya halinden farklı davranacağı beklenmektedir. Bu farklılığın nasıl olacağı ile ilgili daha önce yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olup, bu çalışma kapsamında ilk kez bu durum değerlendirilecektir. Kılcal etkinin bozunmayla birlikte ne şekilde değiştiği bu bölümde irdelenecektir.

Bozunma deneylerine tabi tutulan ignimbirit örnekleri üzerinde kılcal su emme deneyleri yapılmış ve her farklı bozunma deneyi ve çevrim için kılcal su emme katsayısı belirlenmiştir. Elde edilen veriler ve deneylere ait çevrim sayıları Tablo 4.10' da verilmiştir. Değişimlerin grafiksel sunumu ise Şekil 4.16'da verilmiştir.

Islanma kuruma deneyi yapılan ignimbirit örneklerinin kılcal su emme davranışı incelendiğinde BJ kodlu örneğin kılcal su emme katsayısı her çevrim sonunda artarak 15. döngü sonunda yaklaşık % 84 oranında bir artış sunmaktadır. GK kodlu örnekte de 10. ve 20. çevrim sonunda azalma yaşanırken 30. çevrimde katsayı değeri artmaya başlayıp deney sonunda yaklaşık % 14 oranında artış göstermektedir. SB kodlu örneklerde katsayı değerlerinde düzensiz değişimlerle birlikte 40. çevrim sonunda % 40.55 oranında oranla azalma olduğu görülmektedir.

Donma çözülme deneyi sonucunda ignimbirit örneklerinin kılcal su emme davranışı incelendiğinde BJ kodlu örnekler 6. çevrim sonunda bütünlüklerini kaybettikleri için sadece 6. çevrim gerçekleştirilmiş olup, deney sonunda kılcal su emme katsayıları 8 kat artarak büyük bir değişiklik göstermiştir. GK kodlu örnekte ise önce artış sonra düşüş ve deney sonunda yaklaşık % 32 oranında artış gerçekleşmiştir. SB kodlu örneklerde

katsayı değerlerinde GK kodlu örneklerde olduğu gibi düzensiz değişimler görülerek deney sonunda yaklaşık %32' lik bir oranla artış olduğu görülmektedir.

Tuz kristallenmesi deneyi yapılan örneklerin kılcal su emme davranışı incelendiğinde BJ kodlu örneklerin kılcal su emme katsayıları 5. çevrime kadar sabitliğini korumakta fakat 6. çevrimde yaklaşık % 1 oranında bir azalma sunmaktadır. Daha sonra örnek bütünlüğü sağlanamadığı için deneylere devam edilememiştir. GK ve SB kodlu örneklerde, diğer bozunma döngülerinde gözlenen düzensiz değişimlerin yerine kısmen azalma eğilimi gözlenmektedir (Tablo 4.10). GK kodlu örneklerde 10. çevrim sonrası % 57.41 oranında azalma, SB kodlu örneklerde katsayı değerlerinde 9. çevrim sonunda % 40.76' lık azalma olduğu görülmektedir.

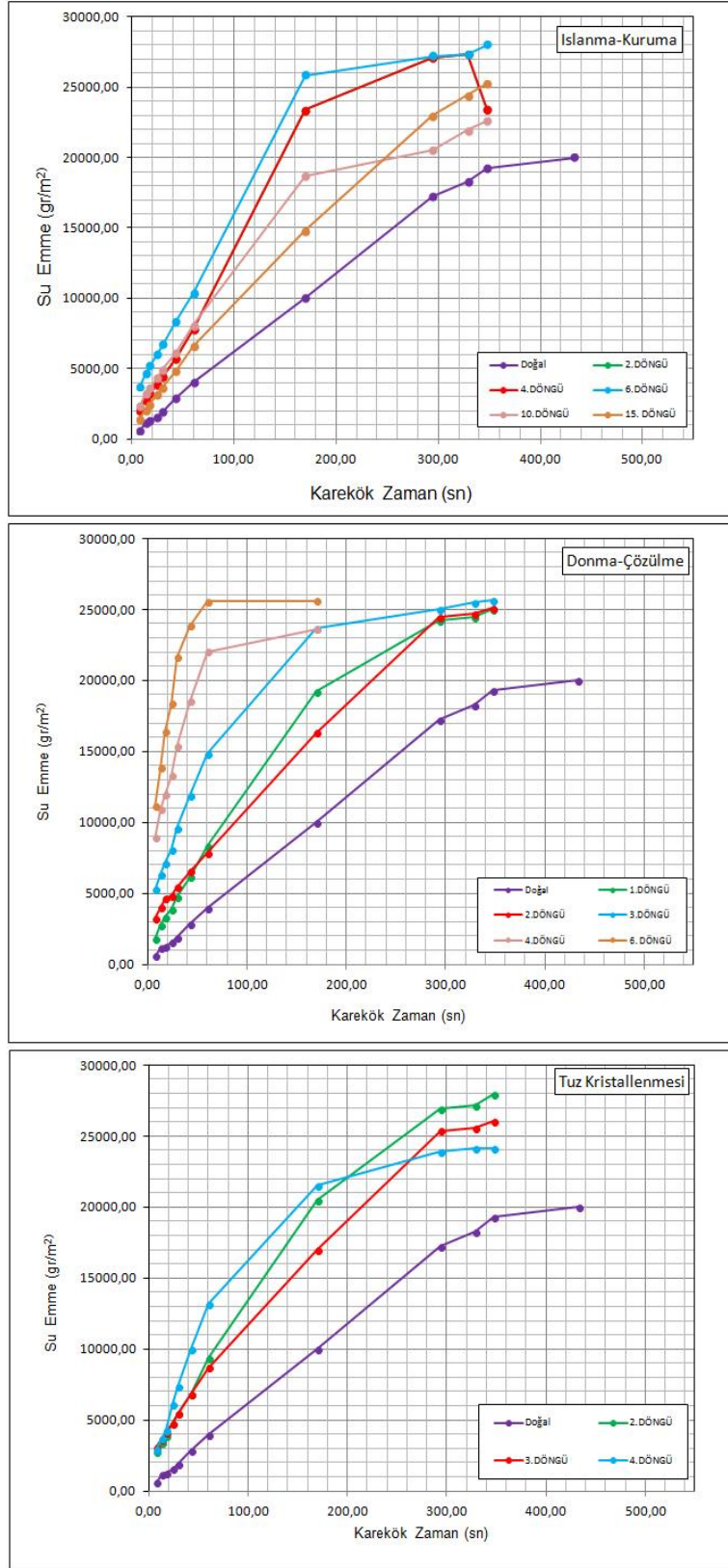
Kılcal su emme deneylerinden elde edilen zamana karşılık ortalama su emme miktarlarını gösteren grafikler bozunma çevrimleri bazında incelendiğinde, BJ kodlu örneğin (Şekil 4.13)' te kılcal su emme deneyi sonucunda elde edilen zamana karşılık su emme miktarları verilmiştir. Buradan açıkça görüleceği üzere BJ kodlu ignimbirit örneğinin kılcal su emme grafiğinin ıslanma-kuruma deneyi verilerine göre oluşan eğimi doğal koşullardaki halinden 15. döngüye kadar sürekli artış göstermiş olup, bu durum donma-çözülme ve tuz kristallenmesi deneyi içinde geçerlidir. Özellikle donma-çözülme etkilerine maruz kaldığında, eğrinin birinci bölümünde eğim artışı dikkat çekici durumdadır.

Kılcal su emme davranışı GK kodlu örneklerin bozunma deneylerine göre incelendiğinde kılcal su emme grafiğinin ıslanma kuruma deneyi verilerine göre oluşan eğimi doğal koşullardaki halinden 10. döngüye kadar artmış, 20. döngüde azalarak bu davranışını son döngüye kadar sürdürmüştür. Donma çözülme deneyinde doğal koşullardaki eğim 10 döngüye kadar hızlı bir şekilde artmış, 35. döngüye kadar azalmış 40. döngüde artışa başlamış ve son döngüye kadar tekrar azalma eğilimi göstermiştir.

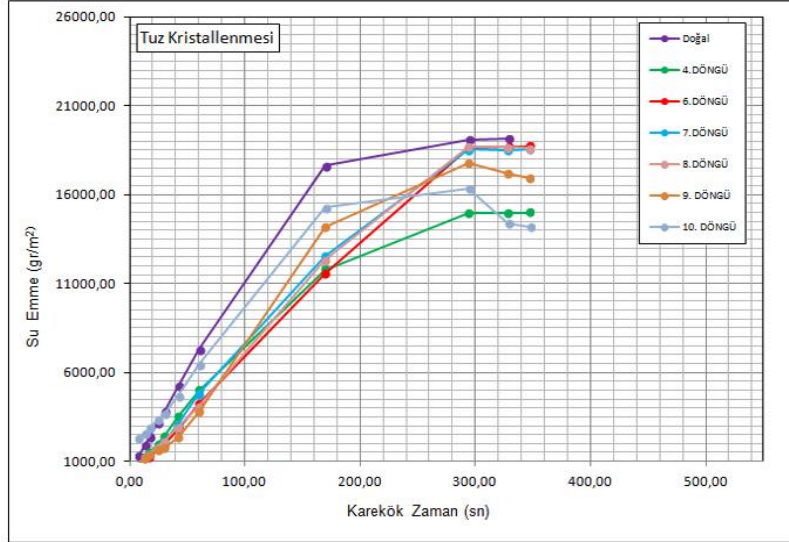
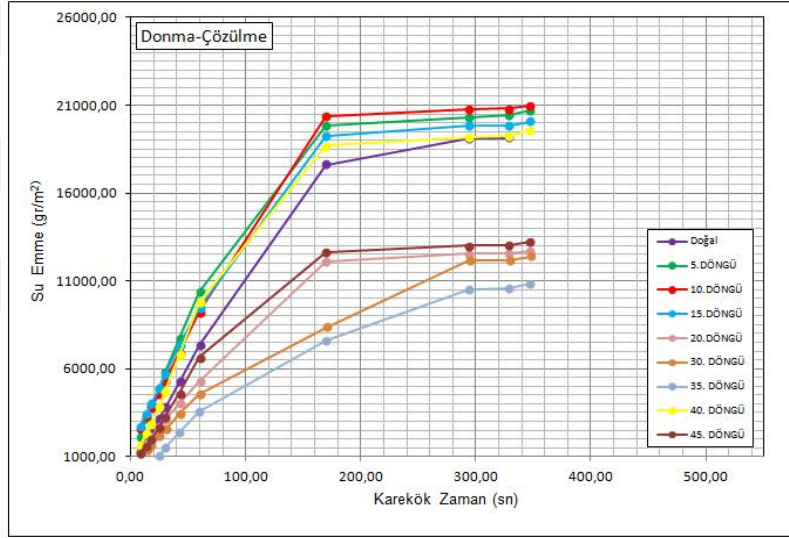
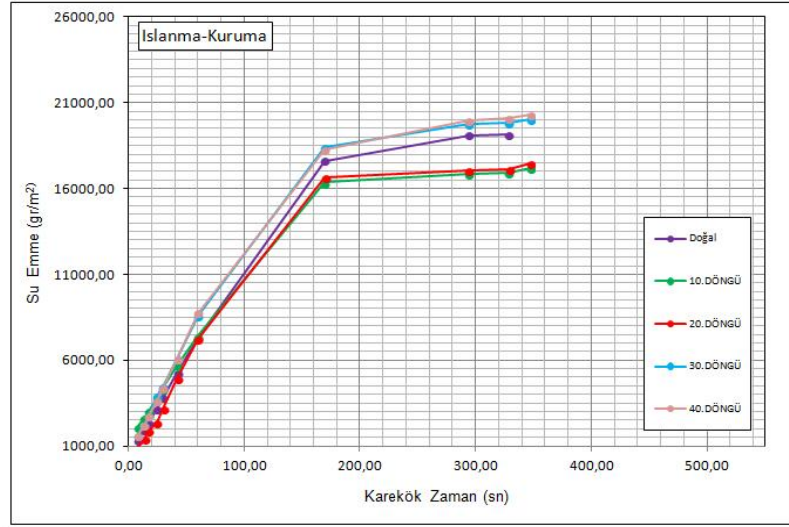
Tuz kristallenmesi deneyinde doğal koşullardaki eğim 4. döngüde hızlı bir artış göstermiş son döngüye kadar azalma eğilimine girmiştir. Genel olarak bir düzensizlik söz konusudur (Şekil 4.14).

Tablo 4.10. Yapay bozunma deneylerine göre ignimbiritlerin kılcal etkiye bağı su emme değişim oranları

Deney Türü	Çevrim Sayısı	Kılcal Su Emme Katsayısı($\text{gr/m}^2\text{sn } 0.5$)		
		Bej Renkli İgnimbirit (BJ)	Gül Kuruşu İgnimbirit (GK)	Sarı-beyaz İgnimbirit (SB)
Islanma-Kuruma	0	100.00	100.00	100.00
	10	(2) 105.57	92.36	117.73
	20	(4) 189.63	88.18	92.83
	30	(6) 240.35	119.76	127.65
	40	(10) 208.76	114.24	59.45
	-	(15) 184.52	-	-
Donma-Çözülme	0	100.00	100.00	100.00
	5	(1) 223.89	143.67	96.66
	10	(2) 167.44	106.62	70.67
	15	(3) 339.01	120.00	52.07
	20	(4) 495.78	114.14	75.28
	30	(6) 825.82	96.28	177.94
	35		69.95	129.05
	40		132.61	132.96
Tuz Kristallenmesi	0	100.00	100.00	100.00
	4	(2) 100.00	62.11	30.69
	5	(3) 100.00	-	58.56
	6	(4) 98.88	51.71	51.18
	7	-	47.57	61.28
	8	-	49.61	36.50
	9	-	37.12	59.24
10	-	42.59		



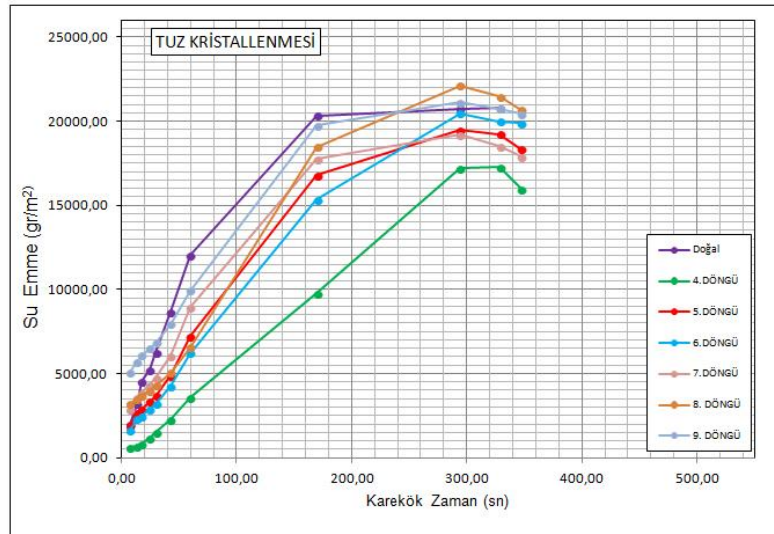
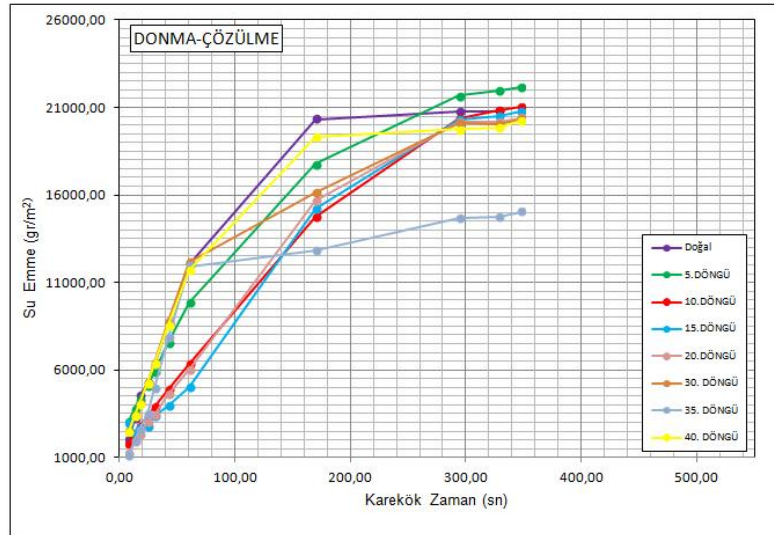
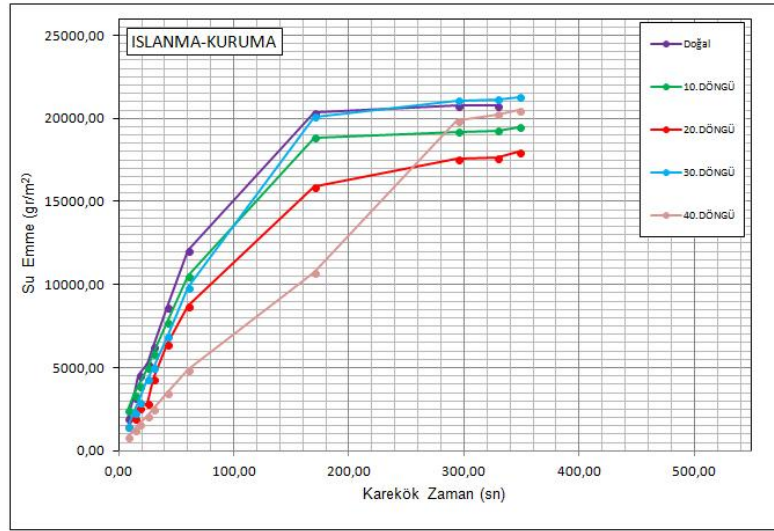
Şekil 4.13 Yapay bozunma deneyleri sonucunda ıgimbiritlerin (BJ) zamana göre kılcal su emme miktarı



Şekil 4.14. Yapay bozunma deneyleri sonucunda ıgımbiritlerin (GK) zamana göre kılcal su emme miktarı

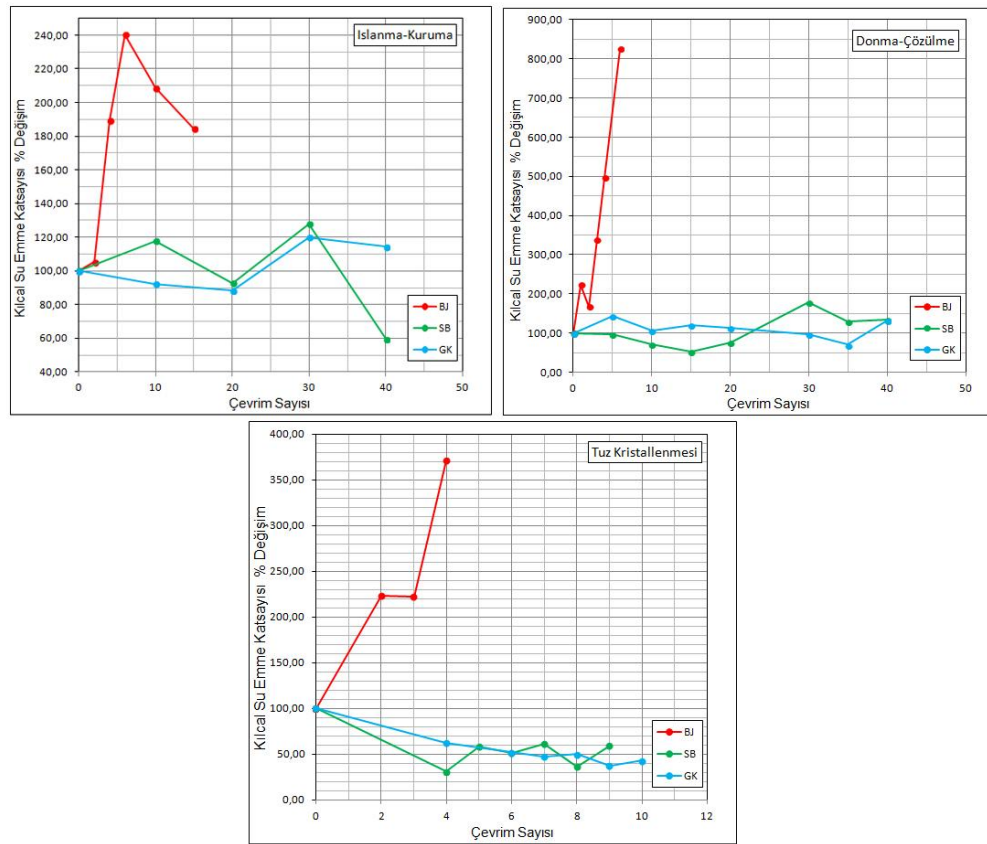
Son olarak SB kodlu örneklerin kılcal su emme davranışını bozunma deneylerinin ardından incelersek kılcal su emme grafiğinin ıslanma kuruma deneyi verilerine göre oluşan eğimi doğal koşullardaki halinden 20. döngüye kadar azalmış daha sonra kısmi bir artış ve 40. döngüde tekrar azalmanın olduğu düzensizlik gözlenmiştir. Donma-çözülme deneyinin ardından verilerine göre oluşan eğimler doğal koşullardaki halinden düzensiz bir şekilde azalma eğilimi göstermektedir Tuz kristallenmesi deneyinde ise doğal koşullarda ölçülen doğrunun eğimi 4. döngüde büyük bir artış göstermiş, son döngülere doğru düzensiz azalmalar belirlenmiştir. (Şekil 4.15).





Şekil 4.15. Yapay bozunma deneyleri sonucunda ıgımbırlıterın (SB) zamana göre kılcal su emme mıkıtarı

Genel olarak bakıldığında, tüm yapay bozunma deneylerinde BJ kodlu ignimbritlerin kılcal su emme katsayıları bozunma ile birlikte artarken, GK ve SB kodlu ignimbritlerde bir düzensizlik gözlenmektedir (Şekil 4.16). Kılcal su emme deneyleri örneklerin X düzlemine dik yönde gerçekleştirilmiş olup, donma-çözülme döngülerinde BJ kodlu örneklerin bu yönde gelişen paralel düzlemler boyunca ayrıldığı görülmektedir (Resim 4.5). Yapay bozunma deney etkilerine maruz kalan BJ kodlu örneklerde söz konusu düzlemlerdeki açılma BJ kodlu örneklerde kılcal su emme katsayılarının artmasına neden olmuştur.



Şekil 4.16. Yapay bozunma deneyleri sonucunda ignimbritlerin kılcal su emme davranışlarında değişim grafikleri

GK ve SB kodlu ignimbritler BJ kodlu örneğe göre daha düşük poroziteli ve daha kaynaşmış karakterde olup, bozunma döngülerine daha dirençlidir. Bu karakterlerinin etkisiyle kılcal su emme davranışları bozunma deneylerine farklı tepki göstermelerine neden olmuştur.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kapadokya bölgesinin önemli tarihi ve kültürel miraslarını oluşturan peri bacaları ve yeraltı şehirlerinin büyük bir bölümü Ürgüp formasyonun Kavak üyesi içerisinde yer almaktadır. Bu özelliğinden dolayı Kavak üyesi içerisinde faaliyet gösteren ve Avanos ilçesinin yaklaşık 4 km güneybatısında faaliyet gösteren taş ocağından üç farklı seviyeden alınan ignimbirit örneklerinin kılcal su emme davranışları ve bozunma davranışlarının ortaya konulması için bir dizi deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Üç farklı ignimbirit seviyesinden ayrı ayrı ince kesitler hazırlanmış olup, yapılan petrografik tanımlamalara göre örneklerin tamamı hipokristalinporfirik dokuya sahiptir. İgnimbiritlerin XRD analiz sonuçlarına göre kuvars baskın mineral olarak karşımıza çıkarken, feldispat ve bazı kil minerallerinin (kaolen) varlığı söz konusudur. Çalışmanın konusunu oluşturan ignimbiritlerin hakim boşluk çapı, 2.10 ile 4.89 μm arasında değişmekte olup, genel olarak uniform boşluk boyutu dağılımı göstermektedir.

BJ, SB ve GK kodlu ignimbiritlerin ortalama kuru birim hacim ağırlığı, sırasıyla 13.86 kN/m^3 , 13.93 kN/m^3 ve 14.08 kN/m^3 olarak belirlenmiş olup, tüm örnekler düşük birim hacim ağırlıklı kayaç grubunda yer almaktadır. İgnimbirit örneklerinin birim hacim ağırlık değerleri birbirine benzerlik sunarken, ağırlıkça su emme ve porozite değerleri birbirinden farklılık sunmaktadır. İgnimbiritlerin ortalama tek eksenli sıkışma dayanımları, BJ kodlu örnekler için 6.64 MPa, GK için 11.78 MPa ve SB için 7.77 MPa olarak belirlenmiş ve buna göre tüm örnekler, Deer ve Miller tarafından yapılan sınıflandırmaya göre çok düşük dayanımlı kaya sınıfında yer almaktadır [51].

GK ve SB kodlu ignimbiritlerin kılcal su emme davranışlarında yönler göre herhangi bir değişim gözlenmezken, BJ kodlu örnek için aynı durum söz konusu değildir. BJ kodlu ignimbirit örneğinde X düzlemine dik yönde daha düşük kılcal su emme katsayıları elde edilirken, taze örnekler üzerinde yapılan kılcal su emme deneyinde X düzlemine paralel yönlerde kılcal su emme katsayıları iki katına çıkmaktadır.

BJ kodlu örnek sahip olduğu yüksek porozite değeri ve düşük kaynaşma derecesine bağlı olarak bozunma döngülerini tamamlayamamış olup, örnekler ıslanma-kurumada 15. çevrim sonunda, donma-çözülme 6. çevrim sonunda ve tuz kristallenme deneyinde 4.çevrim sonunda örnek bütünlüklerini kaybetmişlerdir. GK ve SB kodlu örnekler ıslanma-kuruma ve donma-çözülme deneyleri sonucunda örnek bütünlüklerini korumalarına rağmen, tuz kristallenmesi deneyinde GK 10. çevrim sonunda, SB ise 9. çevrim sonunda örnek bütünlüklerini kaybetmişlerdir.

Islanma-kuruma ve donma-çözülme çevrimleri sonucunda incelenen ignimbirit örneklerin porozite değerlerinde bazı düzensizlikler olmasına rağmen genel bir artış söz konusudur. Fakat tuz kristallenmesi deneyinden önce bir azalma sonra kısmi bir artış ve deney sonunda örnek şekillerindeki değişkenlik ve hacimsel azalmanın etkisiyle belirgin bir azalma söz konusudur.

Islanma kuruma deneyi sonunda BJ kodlu örnekler dayanımlarını % 52 oranında kaybederken, GK ve SB kodlu örneklerde ise sırasıyla yaklaşık % 29 ve % 39 oranında bir kayıp söz konusudur. BJ kodlu örnekler hızlı bir şekilde dayanım kaybına maruz kalırken, GK ve SB kodlu örnekler daha uzun sürede de olsa ciddi dayanım kaybına uğramaktadır,

Donma- çözülme deneyi sonunda BJ kodlu örnekler tek eksenli sıkışma dayanımını tamamen kaybederken (% 92.53), GK ve SB kodlu örnekler ise önemli bir bölümünü (% 38.50 ve % 40.41) yitirmektedir.

Tuz kristallenmesi deneyi sonunda BJ kodlu örneklerin tek eksenli sıkışma dayanım değeri 4.çevrim sonrası % 70.77 oranında azalma gösterirken, GK kodlu örneklerde 10. çevrim sonrası % 74.68, SB kodlu örneklerde 9. çevrim sonrası % 84.81 oranında bir dayanım azalması gözlenmektedir.

Genel olarak bakıldığında, tüm yapay bozunma deneylerinde BJ kodlu ignimbiritlerin kılcal su emme katsayıları bozunma ile birlikte artarken, GK ve SB kodlu ignimbiritler bir düzensizlik ve tuz kristallenmesi ile ağırlıklı olarak azalma eğilimi gözlenmektedir (Şekil 4.18). Yapay bozunma deneyleri sonrasında kılcal su emme deneyleri örneklerin X düzlemine dik yönde gerçekleştirilmiş olup, donma-çözülme döngülerinde BJ kodlu örneklerin bu yöne dik olarak gelişen paralel düzlemler boyunca ayrıldığı görülmektedir.

Yapay bozunma deney etkilerine maruz kalan BJ kodlu örneklerde söz konusu düzlemlerdeki açılma BJ kodlu örneklerde kılcal su emme katsayılarının artmasına neden olmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, bozunma deney döngülerinde boşlukları boyut dağılımları kılcal su emme için bazen ideal hale gelirken, bazen de idealden uzaklaşmaktadır. Bunun sonucu olarak bozunma süreci boyunca kayaçların kılcal su emme davranışlarının düzensizlikler sunmasına neden olmaktadır. Bu durumun net olarak ortaya konulması için ileride yapılacak çalışmalarda bozunma döngüleri sonucu boşluk boyutlarının civa porozimetre deneyi ile değerlendirilmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

1. Korkanç, M., “İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı ” , *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 31 (1),49-60, 2007.
2. Blows, J.F. Carey, P.J. ve Poole, A.B., “Preliminary investigation into Caen Stone in the UK, use weathering and comparison with repair stone”, *Building and Environment*, 38, 1143-1149, 2003.
3. Erdoğan, “Nevşehir Ürgüp yöresi tüflerinin malzeme jeolojisi açısından araştırılması”, *İ.T.Ü. Maden Fakültesi Doktora Tezi*, s. 100, İstanbul, 1986.
4. Dal, M., “Pınarhisar kalkerleri ve Marmara beyazı mermerinde tuzların yıkıcı etkileri”, *Trakya Üniversitesi, J. Sci* 12(1): 47- 56, 2011.
5. Ergüler, Z. A., “Field-based experimental determination of the weathering rates of the Cappadocian Tuffs” , *Engineering Geology*, 105(3-4): 186–199, 2009.
6. İnternet: Nevşehir Belediye Başkanlığı “2015-2019 Belediye Stratejik Planı” http://www.nevsehir.bel.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=103:2012-2016-stratejik-plan&catid=8:duyurular&Itemid=134
7. İnternet: Nevşehir Valiliği “İlimiz Rehberi” <http://www.nevsehir.gov.tr/ilimizrehberi>.
8. Atabey, E., “MTA 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Aksaray H19 paftası”, *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi*, Ankara 1989
9. Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L., Zanchi, A., “Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia”, *Turkey, Tectonophysics*, 146, 217–230, 1988.
10. Temel, A., “Kapadokya yöresi Volkanizması, Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu”, *Niğde Bildiriler Kitabı*, 190-191, 17-20 Ekim 2007
11. Schumacher, R., Schumacher, U.M., “ The pre-ignimbrite (phreato) plinian and phrea to magmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbrite eruption in Central Anatolia, Turkey”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 78, 139-153, 1997.

12. Koralay, T., and Kadioglu, Y.K., “Reasons of different colors in the ignimbrite lithology: Micro-XRF and confocal Raman spectrometry method”, *Spectrochimica Acta Part A*, 69, 947–955, 2008.
13. Beekman, P.H., “The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasandağ-Melendiz dağ region”, *MTA Bull.*, 66, 99-106, 1966.
14. Batum, İ., “Nevşehir güney batısındaki Güllüdağ ve Acıgöl yöresi volkanitlerinin jeolojisi ve petrografisi”, *Yerbilimleri*, 4 (1-2), 50-69, 1978a.
15. Ercan, T., Tokel, S., Can, B., Fişekçi, A., Fujitani, T., Notsu, K., Selvi, Y., Ölmez, M., Matsuda J. I., Ul T., Yıldırım T., ve Akbaşı A., “ Hasandağ Karacadağ (Orta Anadolu), dolaylarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmanın kökeni ve evrimi”, *Jeomorfoloji Dergisi*, 18, 39-54, 1990.
16. Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., “Tectonic control on the development of the Neogene Quaternary Central Anatolian volcanic province, Turkey”, *Geological Journal*, 28, s. 357-369, 1993.
17. Güleç, N., Toprak, V., Arcasoy, A., “Evaluation of Melendiz Volcanic Complex using remote sensing and geographic information systems.”, *ODTUA FP*, 97-03-09-02, 84., 1997.
18. Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Le Penneç, J.L., “Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry.”, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 85, 447–471., 1998.
19. Türkecan, A., Akçay, A. E., Satır, M., Dönmez, M., Ercan, T., “Melendiz Dağları (Niğde) volkanizması.”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı*, 56, 16-17, 2003.
20. Viereck-Goette, L., Lepetit, P., Ganskow, G., Gürel, A., “The volcanic stratigraphy of Cappadocia, Central Anatolia. EGU General Assembly”, *Vienna, Geophysical research Abstracts*, 8, 10301, 2006.
21. Koralay, T., Kadioglu, Y.K., “Reasons of different colors in the ignimbrite lithology: Micro-XRF and confocal Raman spectrometry method”, *Spectrochimica Acta Part A*, 69, 947–955, 2008.
22. Lepetit, P., Viereck-Goette, L., Schumacher, R., Mues-Schumacher, U., Abratis, M., “Parameters controlling the density of welded ignimbrites—A case

- study on the Incesu Ignimbrite, Cappadocia, Central Anatolia”, *Chemie der Erde*, 69, 341–357, 2009.
23. Erdoğan, M., “Nevşehir Ürgüp yöresi tüflerinin malzeme jeolojisi açısından araştırılması”, *İ.T.Ü. Maden Fakültesi Doktora Tezi*, s. 100, 1986.
24. Korkanç, M., “Deterioration of different stone sused in historical buildings within Niğde province, Cappadocia” *Construction and Building Materials* 48, 789–803, 2013.
25. Binal, A., Kasapoğlu, K.E., Gökçeoğlu, C., “Eskişehir-Yazılı kaya çevresinde yüzeylenen volkanosedimanter kayaçların donma-çözülme etkisi altında bazı fiziksel ve mekanik parametrelerinin değişimi ”, *Yerbilimleri*, 19, 41-52, 1997
26. Kuşçu, M., Yıldız, A., “Ayazini (Afyon) tüflerinin yapıtaşı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001)”, *Bildiriler Kitabı* 3-5 Mayıs 2001 Afyon, s.
27. Öner, F., Türkmen, S., Özbek, A., Karakaya, T., “Engineering properties of Hınıs ignimbrite sand the irusability as a building Stone (Erzurum, Turkey)”, *Environ mental Geology*, 50, 275–284, 2006. 85-98, 2001.
28. Özdemir, A., “Capillary Water Sorption Potentials Of Some Building Materials” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 26 (1) 2002
29. Cueto, N., Benavente, D., Martínez, J., García-del-Cura, M.A., “ Rock fabric, pore geometry and mineralogy effect son water transport in fractured dolo stones”, *Engineering Geology* 107: 1- 15, 2009.
30. Vazquez, P., Alonso, F.J., Esbert, R.M., Ordaz, J., “Ornamental granites: Relation ship between p-wavesvelo city, water capillary absorption and crack network”, *Construction and Building Materials*. 24: 536-254, 2010.
31. Benavente, D., Lock, P., Del, A.G., Ordóñez, S., “ Predicting the Capillary Imbibition of Porous Rocks from Microstructure ”, *Transport in Porous Media* 49: 59–76, 2002.
32. Yıldız, M., Özşahin, Y.E., Soğancı, A.S., “ Deteriorations on Historical Buildings Due To Capillarity; Aksaray Sultanhanı Caravansaray ”, *Model BALWOIS 2010 - Ohrid*, Republic of Macedonia - 25, 29 May 2010.

33. Özvan, A., Dinçer, İ., Akın, M., Oyan, V., Tapan, M., “Experimental studies on ignimbrite and the effect of lichens and capillarity on the deterioration of Seljuk Gravestones”, *Engineering Geology* 185: 81-95, 2015.
34. ISRM, “Rock characterization, testing and monitoring, International Society of Rock Mechanics Suggested Methods”, *Pergamon Press*, 211 pp., Oxford 1981.
35. Park, H.D., Kim, S.S. and Chon, H.T. “Durability of ornamental stone exposed to various weathering environments in Korea”, *Proc. 8th International Congress of IAEG*, Vol. 4, Balkema, pp. 2953-2955, Vancouver. 1998.
36. ASTM, D5313, “Standard test method for evaluation of durability of rock for erosion control under wetting and drying conditions”, *Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials*, pp. 1347-1348, West Conshocken, PA, 1992.
37. ASTM D5312-042, “Standard Test Method for Evaluation of Durability of Rock for Erosion Control Under Freezing and Thawing Conditions”, *ASTM International, West Conshohocken, PA*, 2004.
38. RILEM, “Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods”, *Commission 25-PEM, Material and Structures*, Vol. 13, pp. 175-253, 1980.
39. UNE-EN 1925, “Natural stone test method, Determination of water absorption coefficient by capillarity”. 13 p, 1999.
40. TS EN 1925, “Doğal Taşlar Deney Metotları -Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü.*, Ankara.S. 9, 2000.
41. Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akın, L., Ersoy, O., Şen, E., Duncan, R.A., Atici, G., “Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* ,213–214, 83–97, 2012.
42. Orhan, A., Dinçer, İ., “Nevşehir Yöresi İgnimbiritlerinin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi*, 40 sy. 2015.
43. Middlemost, E.A.K., "Naming minerals in the magma/igneous rock system". *Earth-Science Reviews*, 37, 215-224, 1994.

44. Tuğrul, A., " The effect of weathering on pore geometry and compressive strength of selected rock types from Turkey", *Engineering Geology*, Vol. 75, pp. 215-227, 2004.
45. NBG, "Norwegian Rock Mechanics Group: Hand book in engineering geology - rock. (in Norwegian) Tapir", *Trondheim*, Norway, 140 pp, 1985.
46. Moos, A.V., Quervain, F.D., " Technische Gesteinkunde", *Verlag Birkhauser*, Basel, 1948.
47. Tarhan, F. , "Mühendislik Jeolojisi Prensipleri", *K.T.Ü Yayınları*, Trabzon, 1989.
48. Uyanık, O., Çatlıoğlu, B., Nevbahar, S., Öncü, Z., Uyanık, A., "Kayaçların Fiziksel Özellikleri ile Sismik Ultrasonik Hızlar Arasındaki İlişkilendirmeler", *1. Yerbilimleri Sempozyumu Süleyman Demirel Üniversitesi*, Isparta, 2012.
49. ISRM, "The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974-2006" Eds. R.Ulusay and J.A. Hudson, *ISRM Turkish National Group*, Ankara, 2007.
50. Anon, "Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part 1-rock and soil materials", *Bull. Int. Ass. Eng. Geo.* 19, 364- 371, 1979.
51. Deere, D.U., Miller, R.P., " Engineering classification and index properties for intact rock" , *Air Force Weapons Lab. Tech. Report*, AFWL-TR-65-116, Kirtland Base, New Mexico, 1966.
52. Snethlage, R., " Leit faden zur Stein konservierung", *Fraunhofer IRB Verlag*, Stuttgart, 2005.
53. Benavente, D., Del G., Cura, M.A., Bernabéu, A., Ordóñez, S., "Quantification of salt weathering in porous stones using an experimental continuous partial immersion method", *Eng. Geol.* 59, 313–325, 2001.

ÖZGEÇMİŞ

Meliha BOSTANCI 1989 yılında Konya’da doğdu. İlk orta ve lise öğrenimi Konya’da tamamladı. Lisans öğrenimini 2007’de başladığı Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde 2011 yılında mezun olarak tamamladı. 2013 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında başladığı yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

Adres: Bahçelievler mah. 604. Sokak No: 4/2 Avanos/ NEVŞEHİR

Telefon: 0541 490 20 36

Belgegeçer: 0384 228 11 77

E-posta: melihabostanci.mb@gmail.com