

**TARİHİ YAPILARDA KULLANILAN MALZEMELERİN
FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ:
CİZRE KALESİ (BİRCA BELEK) ÖRNEĞİ**

HACERA BAYIK

**MART 2022
DİYARBAKIR**

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TARİHİ YAPILARDA KULLANILAN MALZEMELERİN
FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ:
CİZRE KALESİ (BİRCA BELEK) ÖRNEĞİ**

HACERA BAYIK

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV
YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
YAPI MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

MART 2022
DİYARBAKIR

**TARİHİ YAPILARDA KULLANILAN MALZEMELERİN FİZİKO-
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ:
CİZRE KALESİ (BİRCA BELEK) ÖRNEĞİ**

Hacera BAYIK tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Yapı Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

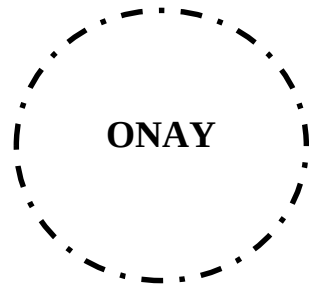
Doç. Dr. İdris BEDİRHANOĞLU
Danışman, **İnşaat Mühendisliği Bölümü,**
Dicle Üniversitesi

Sınav Jürisi:

Doç. Dr. Barış ERDİL*
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Doç. Dr. İdris BEDİRHANOĞLU**
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Dicle Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Emin ÖNCÜ
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Dicle Üniversitesi



Tarih: 01/03/2022

(*) Sınav Jürisi kısmının birinci satırına Jüri Başkanının bilgilerini yazınız.

(**) Sınav Jürisi kısmının ikinci satırına Tez Danışmanının bilgilerini yazınız.

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılıyıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımınla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyad: Hacera BAYIK

İmza:.....

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması dönemi boyunca tüm süreçlerde hep yanımda olan gerek bilimsel alanda ve gerekse manevi anlamda yol göstermesi ile bu çalışmanın daha iyi bir sonuca ulaşmasına katkıda bulunan ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Dr. Felat DURSUN' a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Araştırmalarım sırasında manevi ve bilimsel açıdan desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. İdris BEDİRHANOĞLU' na özel olarak teşekkür etmek istiyorum. Birca Belek'te ki tüm saha çalışmam boyunca hep yanımda olan ve çalışmaya çok ilgili bir şekilde destek veren değerli bilgi ve tecrübelerine başvurduğum dayım Osman TETİK' e, oğlu Fırat TETİK' e teşekkür ederim. Tez çalışmalarım sırasında çalıştığım işyerimde her türlü yardım ve fedakârlığı gösteren başta işyeri sahibi Fahrettin AŞKIN' a ve İnşaat Mühendisi Şerafettin DEMİR' e şükranlarımı sunarım. Laboratuvar deneylerinin ve saha çalışmamın bir bölümünde bana yardımcı olan kardeşim M. Beşir YANIK ve Mesud YANIK' a ayrıca teşekkür ederim. FBE.21.015 proje numarası ile tez çalışmasına maddi desteklerinden dolayı Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (DÜBAP)'ne teşekkür ederim. Yaşamım boyunca hayatın her alanında destekçim olan ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem ve babama teşekkür ederim. Son olarak sadece hayatı paylaşmakla kalmayıp, tez çalışmaları sırasındaki her türlü sıkıntı ve zorluğa da birlikte göğüs gerdiğimiz ve hem saha hem de laboratuvar çalışmalarımın her aşamasında yanımda olup yardımını esirgemeyen değerli eşim Mimar Übeydullah BAYIK' a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xv
EKLER LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xvii
ÖZET.....	xix
ABSTRACT.....	xx
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2 Tarihi Yapılarda Kullanılan Yapı Taşları ve Özellikleri.....	4
1.3 Bazalt.....	6
1.3.1 Bazaltın tanımı	6
1.3.2 Bazaltın oluşumu, yapısal ve kimyasal özellikleri.....	6
1.3.3 Bazaltın tarihi eserlerde yapı taşı olarak kullanımı.....	7
1.3.4 Bazaltın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	8
1.4 Kireç Taşı	10
1.4.1 Kireç taşının tanımı	10
1.4.2 Kireç taşının oluşumu, yapısal ve kimyasal özellikleri.....	10
1.4.3 Kireç taşının tarihi eserlerde ve anıtlarda yapı taşı olarak kullanımı... 11	

1.5	Kireç Taşı-Bazaltın Yapılarda Birlikte Kullanımı	13
1.6	Yapı Taşlarında Bozunma	15
1.6.1	Yapı taşlarında bozunmaya neden olan fiziksel faktörler	17
1.6.1.1	Çözünebilen tuzlar.....	17
1.6.1.2	Donma-çözülme	18
1.6.1.3	Islanma-kuruma.....	19
1.6.1.4	Farklı termal genleşme	19
1.6.1.5	Rüzgâr	19
1.6.2	Yapıtaşlarında bozunmaya neden olan kimyasal faktörler	20
1.6.2.1	Çözünme-oksidasyon-hidroliz.....	20
1.6.2.2	Atmosferik kirleticiler	20
1.6.3	Yapıtaşlarında bozunmaya neden olan biyolojik faktörler	21
2.	KAYNAK ÖZETLERİ	23
2.1	Tarihi Yığma Yapılarda Kullanılan Bazalt Üzerine Yapılan Çalışmalar	23
2.2	Tarihi Yığma Yapılarda Kullanılan Kireçtaşı Üzerine Yapılan Çalışmalar	26
2.3	Cizre Kenti ile İlgili Yapılan Araştırmalar	27
3.	MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1	Çalışma Malzemesi	29
3.1.1	Numune hazırlama	32
3.2	Yöntem	33
3.2.1	Literatür ve arşiv araştırmaları	33

3.2.2	Saha alışmaları	33
3.2.3	Laboratuvar deneyleri	34
3.2.4	Analiz ve değerlendirmeler	36
4.	ARAşTIRMA VE ÖRNEKLEME SAHALARININ TANITIMI	39
4.1	alışma Sahası Seçimi	39
4.2	Cizre Tarihi, Ulaşım ve Jeomorfolojisi	39
4.2.1	Cizre ilçesinde bulunan tarihi yığma yapılar	48
4.2.1.1	Cizre Kalesi	49
4.2.1.2	Ulu Cami	50
4.2.1.3	Abdaliye Medresesi ve Memuzin Türbesi.....	50
4.2.1.4	Cizre Surları	51
4.2.1.5	Mehmet Ağa Kasrı	51
4.2.1.6	Birca Belek	52
4.3	alışma Sahasından Elde Edilen Bulgular	52
4.3.1	Birca Belek tarihçesi	52
4.3.2	Yapının müdahale/restorasyon görme durumu	53
4.3.3	Birca Belek plan ve lleri	53
4.3.4	Birca Belek'te kullanılan yapı malzemesinin zellikleri	55
4.3.5	Cizre'de bulunan olası bazalt ocakları	58
4.3.5.1	Cizre'de bulunan olası bazalt ocaklarının konumu	60
4.3.6	Cizre'de bulunan olası kireç taşı ocakları	60

4.3.6.1	Cizre’de bulunan olası kireç taşı ocaklarının konumu	62
5.	BİRCA BELEK’TE MEYDANA GELEN BOZUNMALAR VE SINIFLANDIRILMASI.....	65
5.1	Kırık ve Çatlak Gelişimi.....	65
5.2	Kopma ve Ayrılma	66
5.3	Malzeme Kaybı	68
5.4	Renk Değişimi ve Birikme	70
5.5	Biyolojik Yerleşim	74
6.	DENEYSEL ÇALIŞMA.....	79
6.1	Bazalt ve Kireç Taşı Örneklerinin Fiziko-Mekanik Özelliklerin Tespiti....	79
6.1.1	Efektif porozite ve birim hacim ağırlık.....	79
6.1.2	Atmosferik basınç altında su emme	81
6.1.3	Vakum basıncı altında su emme	83
6.1.4	P dalgası hızı tespiti	84
6.2	Bazalt ve Kireç Taşı Örneklerinin Minerolojik ve Petrografik Özellikleri.	85
6.3	Bazalt ve Kireç Taşı Örneklerinin Kimyasal Özellikleri	92
6.4	Termal İletkenlik	95
6.5	Yapay Bozunma Deneyleri.....	96
6.5.1	Tuz kristallenmesi deneyleri	97
6.5.1.1	MgSO ₄ ile yapılan tuz kristallenmesi deneyi.....	98
6.5.1.2	Na ₂ SO ₄ ile yapılan tuz kristallenmesi deneyi.....	108

7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	119
7.1 Araştırma Sahası ve Birca Belek.....	119
7.2 Birca Belek’te Görülen Bozunma Formalarının Sınıflandırılması.....	120
7.3 Taze Bazalt ve Kireç Taşının Fiziko-Mekanik Özellikleri	122
7.4 Taze Bazalt ve Kireç taşının Mineralojik ve Petrografik Özellikleri.....	123
7.5 Taze Bazalt ve Kireç taşının Kimyasal Özellikleri	124
7.6 Termal İletkenlik	124
7.7 Tuz Kristalizasyon Deneyleri	125
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	133
KAYNAKLAR	139
EKLER.....	145
ÖZGEÇMİŞ	165

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Doğal yapı taşları sınıflandırılması	4
Şekil 1.2 Diyarbakır’da bazalttan yapılmış tarihi bir yapı	7
Şekil 1.3 Bazaltın işlenmesi	8
Şekil 1.4 Ali Paşa Cami, Diyarbakır	11
Şekil 1.5 Ayasofya Camii, İstanbul.....	11
Şekil 1.6 Diyarbakır Melik Ahmet Paşa Cami’de oluşan renk solmaları	12
Şekil 1.7 Ayasofya Camii’nde oluşan kararmalar.....	13
Şekil 1.8 Bazalt ve kireç taşının beraber kullanıldığı Diyarbakır Ali Paşa Cami’nin giriş cephesi.....	13
Şekil 1.9 Kireç taşı-Bazalt kullanılan Cizre M.Ağa Kasrı’ndan bir görünüm	14
Şekil 1.10 Kireç taşı-Bazalt kullanılan Cizre Birca Belek’ten bir görünüm.....	14
Şekil 1.11 Yapı taşlarının bozunmasına neden olan ayrışmaların sınıflandırması	16
Şekil 3.1 Olası ocaklardan alınan taze masif bazalt(a), veziküler bazalt(b), 1.grup kireçtaşı(d) ve 2.grup kireçtaşı(d) örnekleri.....	30
Şekil 3.2 Olası ocaklar ve Birca Belek konumları haritalarda gösterimi.....	31
Şekil 3.3 Masif ve veziküler bazalt örneklerinin alındığı bloklar	31
Şekil 3.4 1.grup kireçtaşı örneklerinin alındığı blok.....	32
Şekil 3.5 2. grup kireçtaşı örneklerinin alındığı blok.....	32
Şekil 4.1 Cizre kentinin bulunduğu idari alan.....	40
Şekil 4.2 Cizre Karayolu Ulaşım Haritası.....	41
Şekil 4.3 Eski Cizre Mahalleleri ve Dicle Nehri'nin akış yönü	42
Şekil 4.4 1938 de Fransız bir pilot tarafından çekilen Cizre'nin fotoğrafı	43
Şekil 4.5 Dicle Nehri kenarında kayık(kelek) kullanımı ve Cizre Kalesi.....	43
Şekil 4.6 XX. yüzyılın başında Cizre’yi gösteren bir fotoğraf ,Cizre’de yapılan ve günümüze ulaşmamış olan geçici bir köprü.....	44
Şekil 4.7 1900’lü yıllarda çekilmiş Birca Belek görünümü	44
Şekil 4.8 Birca Belek 1900’lü yıllardan bir fotoğraf	45
Şekil 4.9 Cizre günümüzdeki googleearth görüntüsü	46
Şekil 4.10 Cizre Tarihi Yapılar Haritası	48
Şekil 4.11 Cizre Kalesi ve Tarihi Yapıları	49
Şekil 4.12 Cizre Kalesi.....	49

Şekil 4.13 Cizre Ulu Camii	50
Şekil 4.14 Abdaliye Medresesi	50
Şekil 4.15 Cizre Surları	51
Şekil 4.16 Mehmet Ağa Kasrı	51
Şekil 4.17 Birca Belek güneye bakan cephesi	52
Şekil 4.18 Birca Belek üstten görünüşü	54
Şekil 4.19 Birca Belek plan görünümü	54
Şekil 4.20 Birca Belek güney cephesinde bulunan oyuk	55
Şekil 4.21 Birca Belek yapısında referans alınan taş birimin konumu	55
Şekil 4.22 Temel üstten görünümü	56
Şekil 4.23 Birca Belek iç kısım duvar yaprağında duvar kalınlığında yapılan daralmalar alt kısım.....	57
Şekil 4.24 Birca Belek iç kısım duvar yaprağında duvar kalınlığında yapılan daralmalar üst kısım	57
Şekil 4.25 Birca Belek meydana gelen büyük çatlak görünümü	58
Şekil 4.26 Bazalt numunesi lokasyonu.....	59
Şekil 4.27 Cizre-İdil yolu Bazalt Malzemesi	59
Şekil 4.28 İdil-Cizre yolu masif bazalt ve veziküler bazalt numuneler	59
Şekil 4.29 Numune alınan 1.lokasyon Finik Harabeleri	60
Şekil 4.30 Finik Kalesi.....	61
Şekil 4.31 1.Lokasyon kireç taşı olası ocak konumu	61
Şekil 4.32 2.Lokasyon kireç taşı numunelerin alındığı bloklar	62
Şekil 4.33 2. Lokasyondan alınan taşlardan yeni yapılan bir yapı.....	62
Şekil 4.34 Birca Belek ile 1.lokasyon arasındaki nehir yolu mesafesi	63
Şekil 4.35 Olası ocaklar ve Birca Belek konumlarının haritalarda gösterimi.....	64
Şekil 5.1 Birca Belek'te Kırık ve Çatlak Gelişimi türünde meydana gelen bozunmalar (a,b,c) de kayaç yüzeyi boyunca devam eden çatlaklar mevcuttur; (b,d) de ise yüzey boyunca devam etmeyen yüzeyin belli noktasında kesilen çatlaklar görmekteyiz....	66
Şekil 5.2 Birca Belek'te gözlenen birtakım bozunmalar (a,b) yapının alt kısımlarında yoğunluk gösteren kavlama (scaling); (c,d) dağınık bir dağılım gösteren kopma (fragmentation), (e,f) kopma (chipping), (g) kopmanın yine bir çeşidi (flaking) görülmektedir.	67

Şekil 5.3 Birca Belek'te malzeme kaybı türünde görülen bozunmalar; (a,b) de milimetrik boyutta çukurlaşmaların bulunduğu (pitting) türündeki malzeme kayıpları	68
Şekil 5.4 Birca Belek'te Malzeme Kaybı türünde meydana gelen bozunmalar	69
Şekil 5.5 Birca Belek'te gözlenen siyah kabuklaşma (black crust) bozunma türü	71
Şekil 5.6 Birca Belek'te gözlemlenen renk değişimi (bleaching) bozunma türünün dağılımı	72
Şekil 5.7 Birca Belek'in ilk sıralarında bazaltta meydana gelen kahverengi birikintiler(soiling)	73
Şekil 5.8 Birca Belek'te görülen yazılama (graffiti) bozunma türü	74
Şekil 5.9 Birca Belek'te biyolojik yerleşim sonucunda oluşan (b,c) algler (alga) ve (a) bitki oluşumu(plant) bozunma türü	75
Şekil 5.10 Birca Belek kuzey cephesinde kullanılan kayaç türleri	76
Şekil 5.11 Birca Belek kuzey cephesinde meydana gelen bozulmaların şematik haritalanması	76
Şekil 5.12 Birca Belek güney cephesinde kullanılan kayaç türleri	77
Şekil 5.13 Birca Belek güney cephesinde meydana gelen bozulmaların şematik haritalanması	78
Şekil 6.1 Taze masif bazalt (a) , veziküler bazalt (b), 1.grup kireç taşı(c) ve 2.grup kireç taşı(d) örneklerinin ince kesit görünüşleri	86
Şekil 6.2 Birca Belek'ten alınan masif bazalt (a) , veziküler bazalt (b), kireç taşı (c) örneklerinin ince kesit görünüşleri	87
Şekil 6.3 1.grup taze kireç taşının XRD analiz grafiği	89
Şekil 6.4 2.grup taze kireç taşının XRD analiz grafiği	89
Şekil 6.5 Taze masif bazaltların XRD analiz grafiği	90
Şekil 6.6 Taze veziküler bazaltların XRD analiz grafiği	90
Şekil 6.7 Birca Belek'tan alınan kireç taşının XRD analiz grafiği	91
Şekil 6.8 Birca Belek'tan alınan masif bazaltın XRD analiz grafiği	91
Şekil 6.9 Birca Belek'tan alınan veziküler bazaltın XRD analiz grafiği	92
Şekil 6.10 Le Bas ve arkadaşlarından düzenlenen bazalt için yapılan Total Alkali-Silica (TAS) diyagramı	95
Şekil 6.11 Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) deneyi sonucunda örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri	103

Şekil 6.12 Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) deneyi sonucunda masif ve veziküler bazalt örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri..	104
Şekil 6.13 Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) deneyi sonucunda 1. ve 2.grup kireçtaşlarının örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri..	105
Şekil 6.14 $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonucunda örneklerde meydana gelen bozunmalar.....	106
Şekil 6.15 $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonucunda 1.grup kireçtaşı örneklerinde meydana gelen bozunmalar	107
Şekil 6.16 $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonucunda masif bazalt örnekleride meydana gelen bozunma.....	108
Şekil 6.17 Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) deneyi sonucunda örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri.....	113
Şekil 6.18 Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) deneyi sonucunda masif ve veziküler bazalt örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri..	114
Şekil 6.19 Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) deneyi sonucunda 1. ve 2. grup kireçtaşı örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri..	115
Şekil 6.20 $MgSO_4$ ile yapılan deney sonunda 1.ve 2. grup kireç taşı örneklerinde oluşan renk değişimi	117
Şekil 6.21 Na_2SO_4 ile yapılan deney sonunda 1.ve2. grup kireç taşlarında oluşan renk değişimi.....	118
Şekil 7.1 Masif bazaltlarda $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri	126
Şekil 7.2 Veziküler bazaltlarda $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri.....	127
Şekil 7.3 1.grup kireç taşlarında $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri.....	130
Şekil 7.4 2.grup kireç taşlarında $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri.....	131

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Bazı araştırmacıların bazalt için elde ettiği fiziksel ve kimyasal özellikler	9
Tablo 1.2 İklimsel faktörler ve yapı taşlarındaki bozunma ilişkisi (Fookes vd., 1971)	15
Tablo 3.1 Olası ocaklardan ve Birca Belek'ten alınan numunelerin bilgileri	30
Tablo 3.2 Yapılan deneyler	36
Tablo 6.1 Bazalt ve Kireç taşı gruplarının atmosfer basıncı altında fiziksel özellikleri	82
Tablo 6.2 Bazalt ve Kireç taşı gruplarının vakum basıncı altında fiziksel özellikleri	83
Tablo 6.3 Doygun Bazalt ve Kireç taşı gruplarının P dalgası hızları	84
Tablo 6.4 Kuru Bazalt ve Kireç taşı gruplarının P dalgası hızları	84
Tablo 6.5 Bazalt ve kireçtaşı örneklerinin ana element analiz sonuçları	94
Tablo 6.6 Taze bazalt ev kireç taşı örneklerinin termal iletkenlik ölçümleri	96
Tablo 6.7 Masif bazaltlarda tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	101
Tablo 6.8 Veziküler bazaltlarda tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	101
Tablo 6.9 1.grup kireç taşında tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	102
Tablo 6.10 2.grup kireç taşında tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	102
Tablo 6.11 Masif bazaltlarda tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	111
Tablo 6.12 Veziküler bazaltlarda tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	111
Tablo 6.13 1.grup kireç taşı tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	112
Tablo 6.14 2.grup kireç taşının tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri	112
Tablo 7.1 Masif bazalt, veziküler bazalt, 1.ve 2.grup kireç taşları ve bazı diğer çalışmaların malzemelerinin termal iletkenlik katsayıları	124

EKLER LİSTESİ

Ek 1 Taze örneklerin vakum ve atmosferik basınç altında fiziksel özelliklerinin sonuçları.....	146
Ek 2 Taze örneklerin kuru ve doygun halde P dalga hızı sonuçları.....	155



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simge	Açıklama
A	Gözenek alanı
°C	Celcius
CM	Cizre masif bazalt
CV	Cizre veziküler bazalt
CD	Cizre Çiyaye Dera'dan alınan kireçtaşı
CS	Cizre Çiyaye Spi'den alınan kireçtaşı
cm	Santimetre
gr	Gram
K _a	Ağırlıkça su emme oranına göre kayıp yüzdesi
kN/m ³	Kilonewton/metreküp
K _v	P dalga hızına göre kayıp yüzdesi
K _{sc}	Tek eksenli sıkışma dayanımı değerine göre kayıp yüzdesi
L	Gözenek çevre uzunluğu
g/cm ³	Gram/santimetreküp
M	Kütle
m	Metre
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
n	Görünür gözeneklilik
ppm	Milyonda bir birim
r	Korelasyon katsayısı

$V_p(+)$	+ yüzeydeki P dalgası hızı
$V_p(-)$	- yüzeydeki P dalgası hızı
$V_p(0)$	0 yüzeydeki P dalgası hızı
V_w	Hacimce su emme
yy	Yüzyıl
γ_k	Kuru birim hacim ağırlık
γ_d	Doygun birim hacim ağırlık
σ_c	Taze kayaya ait tek eksenli sıkışma dayanımı
M_w	Kütlece su emme oranı, (%)

Kısaltma

Açıklama

ISRM	International Society of Rock Mechanics
SEM	Scanning Electron Microscopy
TS	Türk Standartları
RILEM	Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et Ouvrages
XRD	X-Ray Diffraction
XRF	X-ray flouresans spektrometresi
MIP	Mercury Intrusion Porosimetry
ASTM	American Society for Testing and Materials
MTA	Maden Tetkik ve Arama

ÖZET

TARİHİ YAPILARDA KULLANILAN MALZEMELERİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ: BİRCA BELEK ÖRNEĞİ

Bayık, Hacera

Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Danışman: Doç. Dr. İdris BEDİR HANOĞLU

Mart 2022, 186 sayfa

Tarihi yapılar, bir toplumun geçmişini anlatan en önemli kalıntılardır. Tarihi yapılarda genellikle bölgeye has doğal yapı malzemeleri kullanılmıştır. Bazalt yerel olarak rezervlerinin çok olması ve dayanımının yüksek olması sebebiyle tarihi yapılarda çokça kullanılmıştır. Bazı yapılarda bazaltın kireç taşı ile beraber kullanıldığını görmekteyiz. Bu kullanım genellikle estetik açıdan tercih edildiği düşünülse de iki malzemenin beraber kullanılmasına ilişkin araştırmalar sınırlı düzeydedir. Şırnak İli, Cizre ilçesinde yapılan gözlemsel çalışma sonucunda bölgede tarihi yapılarda yoğunluk olarak bazalt, bazı detaylarda ise kireç taşı kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmada restorasyon çalışması yapılmamış tescilli tarihi bir yığma yapı olan ve Cizre Kalesi'nin bir bölümünü oluşturan Birca Belek (Belek Burcu) inceleme için seçilmiştir. Bu burçta bazalt-kireç taşının beraber kullanılmış olması da bu yapıyı seçmemizdeki diğer bir etkidir. Birca Belek burcu normal burçların aksine köşeli bir geometrik yapıya sahiptir. Bir sıra kireçtaşı, bir sıra bazalt taşından oluşmuştur. Birca Belek'te yapılan gözlemsel incelemeler sonucunda yapıda karşımıza en çok çıkan bozunma formları malzeme kaybı, renk değişimi ve biyolojik yerleşimler olduğu görülmüştür. Bu bozunmaların ağırlıklı olarak yapının kuzey cephesinde ve kireç taşlarında olduğu tespit edilmiştir. Birca Belek'teki kullanılan taşlarının fiziko-mekanik özelliklerini belirlemek için bu burçta kullanılan taşların temin edildiği düşünülen olası bazalt ve kireç taşı ocakları belirlenmiştir. Belirlenen bu ocaklardan taze taş örnekleri alınmıştır. Taze bazalt ve kireçtaşı örneklerinin kuru ve doygun birim hacim ağırlığı, kütlece su emme kapasitesi, gözeneklilik durumu, kuru ve doygun halde P dalgası hızı, termal iletkenlik ve tek eksenli basınç dayanımı gibi fiziko-mekanik özellikleri deneyler ile belirlenmiştir. Bunlara ek olarak bozunma davranışlarını belirlemek amacıyla $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme gibi yaşlandırma testleri de yapılmıştır. Bu çalışmalar, taş yapı endüstrisine bazalt ve kireç taşlarının fiziko-mekanik özellikleri ve bozunma davranışlarının önceden tahmin edilebilmesi yönünden önemli bir veri kaynağı olacaktır. Taze bazalt ve kireçtaşı örnekleri ile Birca Belek'ten alınan bazalt ve kireç taşı örneklerinde yapılan ince kesit, XRD ve XRF sonuçlarına göre Birca Belek'teki kireç taşlarına yakın olan 1. grup kireç taşının termal iletkenlik katsayısının diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görülmüş ve bu durum yapıda kireç taşlarında bulunan çatlak gelişimleri ile ilişkilendirilmiştir. Tüm bu deneyler ve tespitler sonucunda Birca Belek'te kullanılan bazalt ve kireç taşlarına yakın özellik gösteren bazalt ve kireç taşı ocakları tespit edilmiştir. Bu tespitin yapıdan alınacak daha çok örnekler ile de kesinleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bazalt, Bozunma, Kireç Taşı, Tarihi yapı, Yığma yapı.

ABSTRACT

INVESTIGATION ON THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF THE MATERIALS USED IN THE HISTORICAL STRUCTURES: A CASE STUDY OF CIZRE CASTLE (BİRCA BELEK)

Bayık, Hacera

Master of Science in Department of Civil Engineering

Advisor: Assoc. Prof. İdris BEDİRHANOGU

March 2022, 186 pages

Historical structures are the most important relics of the history of a society. Locally available materials have been used in most of the historical structures. Natural stones specific to the region are often used in historical buildings. Basalt has been used a lot in historical buildings due to its strength and durability. It has been observed that, in some historical structures, basaltic stones have been used together with limestones. Although this use is generally considered aesthetically preferred, research on the use of two materials together is limited. As a result of the observation on historical structures located in Cizre (a town of Siirt province), mostly basalt has been used in historical buildings and limestone has been used in some details. Birca Belek (Belek Bastion) has been chosen to be investigated in this study because of those facts; It is registered historical masonry structure that has not been restored before and basalt-limestone were used together. This bastion has a square structure compared to normal bastion. This bastion consists of a row of limestone and a row of basalt stones. As a result of observational reviews in Birca Belek was seen that the most common forms of deterioration in the bastion were material loss, discoloration and biological colonization. These deteriorations are mostly located on the northern façade and in limestones of the bastion. For determine the physico-mechanical properties of the stones used in Birca Belek, possible basalt and limestone quarries were identified, which are thought to have supplied the stones used in this bastion. Fresh samples have been taken from these determined quarries. Physico-mechanical properties such as dry and saturated unit volume weight, mass water absorption capacity, porosity, dry and saturated P ultrasonic wave speed, thermal conductivity and single-axis pressure resistance of fresh basalt and limestone samples have been determined. In addition, aging tests such as $MgSO_4$ and Na_2SO_4 salt crystallization were performed to determine deterioration behaviour. These studies will be an important data source for the stone structure in terms of defining the physico-mechanical properties of basalt and kietas and predicting deterioration behaviour. Fresh basalt and limestone samples and basalt and limestone samples taken from Birca Belek, thin section, XRD and XRF results showed that the thermal conductivity coefficient of the 1st group of limestones close to the limestones in Birca Belek was higher than in other groups and this was associated with crack development in limestones in the structure. As a result of all these studies and determinations, it was determined that it would be appropriate to use basalts from the possible quarry designated as basalt in Birca Belek and 1st group of limestone as limestone in future restoration studies. This determination needs to be confirmed with regular examples from the Birca Belek bastion.

Keywords: Basalt, Historical building, Limestone, Masonry building, Weathering.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Geçmişten günümüze doğal yapı taşlarının kullanımı azalmakta olsa da doğal yapı taşlarının kullanımı inşaat sektöründe canlılığını devam ettirmiştir.

Kültürel mirasımızın önemli bir parçasıdır tarihi yapılar. İnşa edildikleri dönemin sosyokültürel ve ekonomik yapısını, yaşam tarzlarını, teknik ve mimari açıdan özelliklerini göstermektedir. Tarihi yapıların korunarak günümüze ulaşmasını sağlamak geçmiş ile günümüz arasında önemli bir bağ oluşturması açısından önemlidir. Bu yapıların koruma ilkelerine uygun olarak korunması ve ayakta durması açısından geleneksel yapım teknikleri ve yapı malzemesinin belirlenmesi ve kullanılması önemlidir. Tescilli tarihi yapılardaki kendilerine has malzemelerin, inşa tekniklerinin araştırılması yapıya yapılacak müdahalelerin doğru ve bilimsel olmasını sağlayabilecektir. Bunun için çok detaylı bir araştırma ile özgün malzeme ve özgü yapım teknikleri geliştirilebilir.

Doğal yapı taşlarının geçmişten günümüze insanoğlunun yaşamında önemli bir malzeme olduğu bilinen bir gerçektir. Geçmişte binaların, anıtların, girişlerin ve sarayların yapımında yoğun bir şekilde kullanılan doğal taşlar şimdilerde tarihi eserlerin restorasyonunda, iç ve dış bina tasarımlarında, peyzaj işlerinde, yollarda ve kaldırımlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Vardar, 1990; Demir vd., 2006).

Tüm geçmiş medeniyetlerde savunma, korunma, barınma, tarımsal faaliyetler, sanatsal faaliyetler vb. ihtiyaç alanlarında kullanılmıştır. Birçok farklı yöntemlerle kullanılan yapı taşlarının inşa ve şekillendirilmesi mevcut konjonktürel yapının ve kültürünün bir yansıması olarak inşa edilmiştir. Yerel olarak çok rahat temin edilip yerinde ve insan gücüyle şekillendirilebilir olması, kimyasal yapısı gereği dış ortam koşullarına dirençli bir yapısının olması, servis ömrü boyunca bakım gerektirmemesi gibi etkenler taşın nerdeyse bütün inşa faaliyetleri en çok kullanılan malzeme olmasını sağlamıştır. Fakat günümüzde ise endüstriyel faaliyetler ile çok fazla yapı malzemesi üretilmesi doğal yapı taşlarının direkt olarak inşaat sektöründe kullanımını azaltmıştır. Fakat son yıllarda gelişmiş ülkelerde bu durum taş malzemesinin insan sağlığı açısından sağlığa yararlı olması, ekonomik olarak ucuz olması ve yapısı gereği estetik bir görünüm sağlıyor olması günümüzde kullanımını tekrar arttırmaktadır.

Doğal yapı taşlarında, atmosferik ve biyolojik etkenlere bağlı olarak zaman içerisinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozunma meydana gelir. Bozunmanın yapıtaşındaki derecesi; dış etkenlerin yanı sıra, kayanın fiziksel-mekanik yapısına, mineralojik bileşimine ve dokusuna bağlıdır. Bu nedenle farklı mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip kaya grupları bozunmaya karşı değişik derecelerde duyarlılık göstermekte olup zamana bağlı bozunma performansları da farklı olmaktadır. Doğal yapı taşları, taş ocağından çıkarıldıktan hemen sonra kullanıldıkları yeni çevrenin koşullarına maruz kalırlar. Meteorolojik faktörlerin (nemlilik, yağış, sıcaklık vb.) sıklıkla döngüsel olarak değişen bölgelerde yapı taşlarında kullanılan malzemelerin zaman içerisinde değişik derecelerde ilksel bütünlüklerini kaybederek bozunduğu ve yapının bu etkiler karşısında bozunduğu görülmektedir. Özellikle uzun bir zaman aralığında atmosferik etkilere maruz kalmış tarihi eserler incelendiğinde, bozunmanın izlerini gözlemek mümkündür (Sözmen, 2000; Arıoğlu ve Acun, 2003; Kumsar vd., 2003; Topal ve Sözmen, 2003).

Doğal taşın kısa olmasa da sınırlı bir hizmet ömrü vardır. Diğer inşaat malzemeleri gibi taş da zamanla hava şartlarından etkilenir. Dünya yüzeyinde doğal olarak oluşan tüm materyaller ister doğal ortamlarında ister inşaatla olsun, yıkıcı hava koşullarına maruz kalma süreçlerine tabidir. Ayrışma, taşın karakteristik özelliklerini değiştiren yavaş, sürekli ve yıkıcı bir süreçtir. Taşın yıpranması tarihi yapıların bütünlüğünün, estetik değerinin ve yapısal istikrarının yitirilmesine neden olabilir. Ayrıca Türkiye ve Ortadoğu'nun büyük bir bölümü aktif deprem hareketi tehlikesi altındadır ve bu bölgelerde yığma yapıdan yapılmış evler bulunmaktadır (Bedirhanoğlu, 2009). Dolayısı ile taşlarda zamanla oluşan bozunmaların bilinmesi yapı sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca bu bilgiler tarihi yapıların restorasyonunda malzeme seçimi konusunda büyük katkı sağlaması açısından da önem taşımaktadır. Bazalt taşının tarihi yapılarda çok fazla kullanılmasından dolayı birçok çalışmaya konu olmuştur.

Kireç taşı sedimanter kayaçların biyokimyasallar grubundandır. Yapı taşı olarak kullanılmasına rağmen kireç taşı, gözenekli yapısı ve kimyasal bileşimi nedeniyle bozunma etkilerine karşı duyarlıdır. En önemli bozunma etkenlerinden biri olan su, makro gözenekler aracılığıyla mikro gözeneklere ulaşmakta ve bu şekilde kaya içerisinde kolaylıkla hareket edebilmektedir. Diğer taraftan kireç taşları kalsiyum

karbonat bileşiminde olması, suyun etkisiyle çözünmesine ve ortamda bulunan sülfür dioksit gibi bileşiklerle kolayca tepkimeye girmesine olanak sağlamaktadır.

Tarihi yapılarda çokça kullanılmasına rağmen mevcut çalışmalarda kireç taşlarının fiziko-mekanik özellikleri ve bozunması ile ilgili detaylı çalışmalar bulunmamaktadır. Genel olarak çalışmalarda kireç taşı mermerlerine yer verilmiştir. Fakat tarihi yapılarda kullanılan kireç taşlarıyla ilgili deneysel çalışmalar çok sınırlıdır. Malzemenin yapıtaşı olarak seçimi ve kullanımı sırasında dikkat edilecek noktaların tespitinin yanı sıra, kireç taşlarının yapı taşı olarak kullanıldığı yapılarda da koruma ve iyileştirme yöntemlerinin belirlenmesi açısından kireç taşlarının bozunma davranışının ortaya konması, oldukça önemlidir.

Bazı tarihi yapılarda kireç taşı-bazaltın beraber kullanıldığı görülmektedir. Mevcut çalışmalarda bu ikilinin beraber kullanılmasıyla ve sonuç olarak bu yapıların bozunmasıyla ilgili çalışmalar bulunmamaktadır. Fakat bu ikilinin görsellik açısından tarihi alanlara estetik bir görünüm katmaktadır. Bu yapılarda kullanılan kireç ve bazalt taşı ikilisi ile ilgili deneysel çalışma yapmak bu görkemli tarihi yapıların korunmasına yönelik çalışmalara ışık tutmasının yanında, yapılarda kullanılacak kireç ve bazalt taşı ikilisinin kullanışlı ve uzun ömürlü olarak seçilmesine ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kireç taşı-bazalt ikilisinin fiziko-mekanik özelliklerinin ve bozunma türlerinin ortaya konmasının hedeflendiği bu çalışmada Şırnak İli Cizre ilçesinde bulunan Cizre Surları'nın ve Cizre Kalesi'nin bir parçası olarak kabul edilen Birca Belek tarihi anıt yapısı bu çalışma için uygun bulunmuştur. Yaklaşık 500 yıllık bir süreç boyunca atmosferik etkilerle karşı karşıya kalmış bu kireç taşı-bazalt malzeme ikilisinin taze kaynak kayasına araştırma kapsamında ulaşılarak gerçekleştirilen laboratuvar deneyleri ile bozunma performansları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, model yapı olarak seçilen Birca Belek kireç taşı-bazalt malzeme ikilisi ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda, kireç taşı ve bazalt malzemelerinin yapı taşı olarak bozunma performansları belirlenmiş, kaya malzemesine yönelik bozunma sınıflamaları oluşturulmuştur. Böylelikle bozunmanın kireç taşı ve bazalt malzemelerinin fiziko-mekanik özellikleri üzerindeki etkisi de tespit edilmiştir.

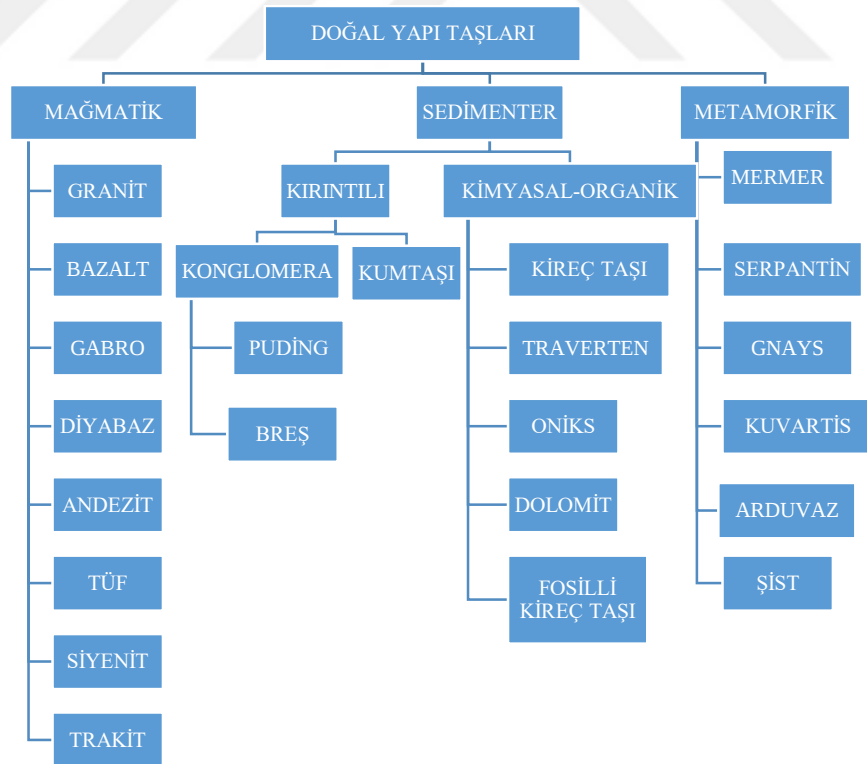
Çalışmada kullanılacak olan yöntemler inşaat kavramının temelini oluşturan malzemelerin özelliklerini belirlemektedir. Her yapı gibi tarihi yapılarda bir ustanın, inşaatçının eliyle inşa edilmiştir. Dolayısıyla birçok sürece maruz kalan bu tarihi

yapıların modellenmesi ve yapısal analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu modelleme ve analiz öncesi söz konusu yapıların malzemesinin durabilitesi ve özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu tez çalışmasında Birca Belek'te kullanılan malzemeler çalışma konusu seçilmiştir.

1.2 Tarihi Yapılarda Kullanılan Yapı Taşları ve Özellikleri

Çok eski devirlerden günümüze dek, doğal taşlar yapılarda taşıyıcı eleman olarak kullanılmıştır. Endüstri devrimi ile birlikte betonarme ve çelik gibi malzemeler üretilmiş; yapılarda bu malzemelerle inşa edilen karkas (iskelet) sistem ile yeni bir yapım teknolojisi ortaya çıkmış ve yaygınlaşmıştır. Ancak bu döneme kadar, doğal taş bloklarla örülen duvarlarla oluşturulan yığma yapılar çok yaygındı.

Anadolu'da bulunan tarihi yapılar ve bölge, mimarlık açısından önemli bir modelin örneklerindendir. Dönemin gerektirdiği sanat anlayışını, teknolojisini ve el becerisini gösterir. Mimarlık, bölgesel, yerel ve ulusal tekniklerin bireysel bir hayal gücüyle geliştirilen zengin bir kültüre sahip Anadolu'da uzun bir tarihe sahiptir (Çelik, 2017). Yapı taşları jeolojik oluşumlarına göre Şekil 1.1'deki gibi sınıflandırılabilir (Nadir, 2020).



Şekil 1.1 Doğal yapı taşları sınıflandırılması

Yapıların taşıyıcı sistemlerinde veya döşemelerinde genellikle mermer, traverten, granit, andezit, bazalt, kireç taşı ve tuf gibi doğal taşlar kullanılmaktadır.

Tarihi yapılarda kullanılan yapı taşları ülkemizin her bölgesinde değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik şehirlerin topoğrafik konumlarından kaynaklı barındırdıkları malzemelerden, ekonomilerinden ve kültürel farklılıklardan dolayı oluşmaktadır.

- ***Türkiye genelinde yapı taşlarının tarihi eserlerde kullanımı***

İstanbul'un ana yapı malzemesi Küfeki taşı ve Marmara mermeridir. Bizans ve Osmanlı döneminde traverten oluşumlu Küfeki taşı yoğun olarak kullanılmıştır. Ayasofya, Bayezid Cami, Sultan Ahmet Cami, Yerebatan Sarnıcı, Süleymaniye Cami, Fatih Cami, Kariye Müzesi, Dolmabahçe Sarayı, Haydarpaşa Garı. İstanbul Surları, sur kapıları olan Belgrad kapı, Silivri Kapı, Edirnekapı, Eğri kapı, Topkapı, Meslevi Kapı, Yedikule kapı gibi birçok kapıda yine malzeme olarak taşı görebilmekteyiz. Bazı eserlerde ise bazalt-kireçtaşı karışımı görülmüştür. Ankara taşı olarak da anılan Andezit ve Andezit tüfleri (gözenekli) sertliği, renk olarak pembe oluşu, gözenekli olmasından ötürü ısı ve ses yalıtımına uygun olması Mimarlarca aranan doğal bir yapı malzemesi olmuştur. Ancak, Ankara Andezitlerinin bazı seviyelerinde volkanik faaliyet esnasında oluşan pirit (Demir sülfat) mineralizasyonu kolayca altere olmasını oluşturmaktadır. Bu açıdan bakıldığında binaların dekorasyonlarında kullanılan kayaçlarda, renk-desen zaman zaman farklılıklar gözlenmektedir. Sümerbank, İş Bankası, İller Bankası, Ziraat Bankası gibi yapılarda kullanılmıştır. Günümüzde kentsel alanlarda kamu kuruluşlarının kullandığı bir malzemedir. Gölbaşı ilçesi Örencik, Yurtbey, Yayla bağ köylerinde Andezit ocakları bulunmaktadır. Augustus Tapınağı, Ankara Roma Hamamı, Ankara Kalesi, TBMM Binası, Ankara Garı gibi tarihi yapılarda kullanılmıştır. Diyarbakır ile Şanlıurfa arasında bulunan volkanik bir kütle olan Karacadağ'ın oluşturduğu Bazalt, ana yapı taşını oluşturmuştur. Diyarbakır'a eski kent dokusuna (Sur içi) girer girmez evlerin siyah bazalttan yapıldığını fark ederiz. Sokakların yer döşemesi bile bazalttandır. En az 500 yıllık geçmişi olan sokaklarda bazalt döşemesi hâlen kullanılmaktadır. Kentin önemli taş yapıları şunlardır: Ulu Cami, Diyarbakır Kalesi (Surları), Zinciriye Medresesi, Mesudiye Medresesi, Deliler Hanı, Hasan Paşa Hanı, Meryem Ana Kilisesi, Saint George (Kara Papaz) Kilisesi, Hz. Süleyman (Nasıriye) Cami, Virantepe ve Artuklu Sarayı, Nebi (Peygamber) Cami, Şeyh Mutaahhar Cami (Dört Ayaklı Minare), Diyarbakır Mar (Aziz) Petyun Kilisesi, Cahit Sıtkı Tarancı Evi. Mardin kentinin yapıtaşı geleneksel kireç taşıdır. Kireç taşı kalker tarih öncesi çağlardan beri kullanılan

bir kayadır. Taş devrinde ilkel insanların, silahları kireç taşından yaptığına dair ele geçen örnekler vardır. Zamanla kireç taşının yakılıp ve üzerine su dökülmek suretiyle kireç elde edilmiştir. Mardin’de pencere, kapı, dolaplar dışında yörenin taşı kullanılmıştır. Kentin yapıları, kiliseler, camiler, çan kuleleri, minareler, medreseler, avlulu eyvan evlerin yapıtaşı, ‘Mardin taşı’ denilen kalkerdir. Mardin Kalesi, Kırklar Kilisesi, Zinciriye Medresesi, Ulu Cami, Deyrulzafaran Kilisesi, Kasımiye Medresesi, Mort Şmuni Kilisesi gibi tarihi yapılarda kullanılmıştır. Şanlıurfa’daki bütün tarihi yapılar bu taştan (Kalker) yapılmıştır. Kentin 17 km kuzeydoğusunda bulunan ve M.Ö. 12.000 yıllara uzanan Göbekli Tepe tapınaklarını oluşturan anıt taşlar da kireçtaşından yapılmıştır. Halk arasında bu yapıtaşı ‘Havara, Urfa, Nahit’ taşı olarak da adlandırılmaktadır. Bölgeye yayılmış çok sayıda antik taş ocakları bulunmaktadır. Yer altı ocakçılığı şeklinde açılan bu ocakların içerisinde galeriler, tüneller açılmış ve günümüz koşullarına benzer yöntemlerle taş çıkarılmıştır. Orta bölgelerde dilmeler bırakılarak yüzey ağırlığı taşıttırılmıştır. Böylelikle araziye dıştan bakıldığında doğal yüzeyin bozulmasına rastlanmamaktadır. Halilü’r- Rahman Cami, Ulu Cami, Fırfırlı Cami, Kale, Göbekli tepe gibi yapılarda kullanılmıştır. Dolayısıyla tarihi yapıların inşası sırasında malzeme seçimi açısından en çok etkilendikleri konu mevcut konumunda en çok elde edilen malzemenin bulunması olmuştur (Natura, 2015).

Bu tez çalışması kapsamında model yapı olarak seçtiğimiz Birca Belek yapısında bazalt ve kireç taşı kullanılmıştır. Bu kapsamda inceleyeceğimiz malzemeler de bazalt ve kireç taşı olacaktır.

1.3 Bazalt

1.3.1 Bazaltın tanımı

Genellikle %45-53 silika (SiO_2) içeren bazalt ince daneli magmatik bir kayadır. Genellikle siyah veya koyu kahverengi renktedirler.

1.3.2 Bazaltın oluşumu, yapısal ve kimyasal özellikleri

Akıcı ve bazik lavların soğuma yüzeyine dik olarak beş ve altı kenarlı sütunla şeklinde katılaşması ile bazalt oluşmuştur. Lavların hava ile temas eden dış bölgeleri ve akıntı uçları boşluklu olabilir. Bu taşta bir cüruf görünümü verir. Soğumakta olan lavdan çıkan gaz tanecikleri bu boşlukların oluşumunu sağlar. Taşın iç kısımlarına gidildikçe boşluklar küçülür ve azalır. Bu tarz bazaltlara gözenekli bazalt denir. Suyu daha fazla emer ve soğurma özelliği fazladır. Gözeneksiz bazaltın ise düz bir yapısı vardır (Erkan, 1995).

Koyu gri-siyah arasında değişen renklere sahiptir. Bazalt Su emme, paslanma, dona, darbelere ve sürtünmelere karşı sağlam bir doğal yapı taşı türüdür. Renk değişimi göstermez ve çok fazla camsı özelliği yoktur. Bu sebeple yapıda çatlak ve solma yapmadan uzun süre dayanır. Asitlere karşı dayanıklıdır. Bu sebeple yapılarda sıkça kullanılmıştır (Erkan, 1995).

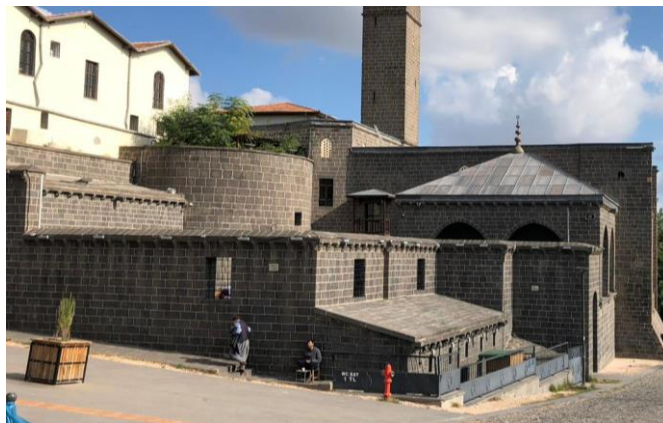
Ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi geniş bazalt lavları ile örtülüdür. Diyarbakır şehri de bu bazaltlar üzerinde kurulmuştur. Diyarbakır Karacadağ bazaltı ise yaklaşık olarak 80 metre kalınlığındaki 10000 km²'lik bir alanda kuzey güney yönlü bir elips şeklinde yayılma gösterir (Erkan, 1995).

İşlenmesi gözeneksiz bazalta göre daha kolay olan gözenekli bazalt taşı genellikle taşıyıcı olmayan ara duvarlarda kullanılmıştır. Gözeneksiz ve daha dayanıklı olan bazalt taşı ise daha çok taşıyıcı özelliğe sahip duvarlarda, stnlerde, sütün başlıklarında, svelerde, eşiklerde, havuz kenarlarındaki profillerde, bingilerde, ayı başlarında, saçak altlarında ve rtenlerde kullanılmıştır (Tekin, 1997).

1.3.3 Bazaltın tarihi eserlerde yapı taşı olarak kullanımı

Bazaltın yerel olarak kolay temin edildiği için yapılarda kullanımının uygunluğundan dolayı tarihi eserlerde çok sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. En çok da savunma amaçlı yapılan kale, sur vb. yapılarda sık görülmektedir. Bu da sert ve dayanıklı yapısından kaynaklanmaktadır.

Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde hemen hemen tüm tarihi eserlerde ana malzeme bazalttır (şekil 1.2). Tarihi yapılarda genellikle çift sıra halinde örülen duvarlar kullanıldığı görülmektedir. şekil verilebilir olmasından dolayı birçok eşya veya duvar motiflerinde de kullanıldığı da görülmüştür (şekil 1.3), (Bedirhanoğlu ve Körfeci, 2018).



şekil 1.2 Diyarbakır 'da bazalttan yapılmış tarihi bir yapı



Şekil 1.3 Bazaltın işlenmesi

Diyarbakır’da her açıdan bazalt taşının hâkim olduğu bir yapıya sahip olduğu gözlenir. Bölgede bolca bulunması ve bölgeye has bir nitelik taşıması sebebiyle çok uzun yıllardan beri yapılarda ana malzeme olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 9000 yıllık geçmişi ile 5,5 km uzunluğa sahip camiler, hanlar, surlar, medreseler, hamamlar, yollar ve evlerde ana malzeme olarak bazalt taşı kullanılmıştır (Tekin, 1997).

1.3.4 Bazaltın fiziksel ve mekanik özellikleri

%45-53 silika (SiO_2) içeren ince taneli magmatik bir kayaç olan bazalt gözeneklilik durumuna göre gözenekli ve gözeneksiz bazalt olarak sınıflandırılırlar.

Bazalt taşı üzerinde önceki yapılan araştırmalar incelendiğinde aşağıdaki tablodan yola çıkarak bazalt birim hacim ağırlığı 25-28 kN/m^3 aralığında değiştiği görülmektedir. Fakat gözenekli bazaltın genellikle gözeneksiz bazaltın değerinden düşük olduğu görülmüştür.

Gözeneklilik durumu incelendiğinde araştırmalarda elde edilen değerlerin çok değişiklik gösterildiği görülmüştür. Bu değişikliğin ana nedeni araştırmalarda kullanılan numunelerin farklı bölgelerden alınmasından kaynaklanmaktadır. Bu da bazaltın gözeneklilik durumunun çıkarılacağı her bölgede değişiklik gösterebileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu tez kapsamında kullanılan numunelerin alındığı bölgeden daha önce hiç numune alınmamış ve deney yapılmamış olması bizim de elde edeceğimiz değerlerin farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir.

Bazaltın su emme kapasitesi gözenekli ve gözeneksiz türde ciddi farklılıklar ortaya koyduğu aşağıdaki tablodan görülmektedir. Örneğin; Dursun (2017), araştırmasında gözenekli bazalta ait su emme kapasitesini kütlece %2.30, gözeneksiz bazaltta ise

kütlece %0,89 bulmuştur. Fakat genel olarak su emme kapasitesinin %1-%5 aralığında değiştiği görülmüştür.

Bazalt numunelerine uygulanan basınç altında elde edilen en yüksek basınç dayanımı 262,5 MPa, en düşük basınç dayanımı ise 35.50 MPa olduğu görülmüştür. Burada bu kadar çok dayanım farkının ortaya çıkması bazalt numunelerinin farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu farklılıkların en çok da gözenekli ve gözeneksiz bazaltlarda bulunduğu açıkça görülmüştür.

Tablo 1.1 Bazı araştırmacıların bazalt için elde ettiği fiziksel ve kimyasal özellikler

ARAŞTIRMACILAR	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)	Gözeneklilik (%)	Su Emme (%)	Basınç Dayanımı (Mpa)	Elastisite Modülü (Gpa)	Çekme Dayanımı (Mpa)
Tuğrul ve Gürpınar (1997)	25.4	1.4	.	106.1	56	8.79
Acar (2002) Gözenekli	22.82	.	4.12	51.76	.	7.16
Acar (2002) Gözeneksiz	28.52	.	1.72	89.10	.	13.94
Özsan ve Akın (2002)	24	3.1	.	142.0	40	7.25
Kılıç ve diğerleri (2003)	.	1.7	1.2	86.2	.	13.5
Yaşar ve Erdoğan (2004)	26.67	1.37	.	111.5	.	.
Tuğrul (2004)	25.7-28.4*	0.3-3.4*	3.5-5.5*	86.0-136.0*	.	.
Dinçer ve diğerleri (2004)	25.7	.	.	86.4	16	.
Korkanç ve Tuğrul (2004)	25.1-28.4*	1.86-10.87	0.3-1.2*	125.8-262.5*	.	.
Gürocak ve Kılıncı (2005)	25.5	6.35	3.53	40.6	.	.
Koçbay ve Kılıç (2006)	25.7	7.17	1.2	52.5	39.25	.
Karakuş ve Akatay (2013)	16.8-26.5*	0.9-12.9*	.	17.2-145.1*	5.2-66.4*	.
Hasançebi (2016)	24,5	4,8	.	55.3	.	.
Dursun (2017) Gözenekli	24.73! 25.80^	10.96	2.30% 5.78&	63.30! 34.99^	.	8.76
Dursun (2017) Gözeneksiz	27.28! 27.91^	6.39	0.89% 2.46&	143.75! 117.91^	.	16.60
Nursen Işık	28.52	.	4.12	35.50	.	2.30

* : Test sonuçlarının min. ve max. değerleri

! : Kuru Durum

^ : Doygun Durum

% : Kütlece Su Emme Kapasitesi

& : Hacimce Su Emme Kapasitesi

1.4 Kireç Taşı

Kireç taşı eski çağlardan beri kullanılan ve uzun yıllar kullanılacak, inşaattan tarıma birçok sektörde yaygın kullanıma sahip, çok önemli bir tortul kayadır (Turan, 2010).

1.4.1 Kireç taşının tanımı

Püskürük, tortul, magmatik vb. değişik nitelikteki taşlar yeryüzünde çeşitli jeolojik devirlerde oluşmuş olup pek çok faktörün etkisiyle ayrışır. Buzul, rüzgâr, su ve canlıların etkisiyle bölgeden bölgeye taşınır, belirli bir sıcaklık ve basınç nedeniyle toplanır ve üst üste birikirler. İşte bu şekilde oluşmuş taşlara tortul taşlar (çökel veya sedimanter taşlar) denir. Kalker (kireç taşı), bu taşlardan biridir (Yüzer, 1997).

1.4.2 Kireç taşının oluşumu, yapısal ve kimyasal özellikleri

Doğal taşların, kimyasal tortul kayalar grubunda yer alan ve yoğunluk ve sertliklerine göre tebeşirden mermere kadar değişen, prehistorik döneme ait deniz yataklarında tabaka halde bulunan kireç taşları, bol miktarda fosil ve deniz kabuğu içerirler. Bünyelerinde %90'dan fazla kalsiyum karbonat, az miktarda da magnezyum karbonat bulunur. Bileşiminde yer alan magnezyum karbonat miktarı artışına göre sırası ile dolomitik kireç taşı, kireçli dolomit ve dolomit adını alırlar. Dokularına göre oolitlik kireç taşı, puzolitlik kireç taşı ve görünüşlerine göre de masif, gevşek, gözenekli gibi isimlerle sınıflandırılırlar. Kireç taşları bileşimine giren yabancı maddelere göre de çeşitli renkler alırlar (Semerci, 2017).

Kalkerler doğada bulundukları durumları ile bileşimlerinde kalsiyum karbonatın yanı sıra; kil mineralleri, magnezyum karbonat, silikat asidi (SiO_2), demir silikat-oksit ve sülfürleri gibi bileşikler içerirler. Bu bileşiklerin bir kısmı kalker oluşumu esnasında ve oluşum ortamının koşullarına bağlı olarak gelebildiği gibi diyajenez esnasında ve etkenleriyle gelebilir. Bu sebeple kökene bağlı içerdikleri primer safsızlıkları oluştururlar. Kalker oluşumundan sonra gelen safsızlıklar ise daha çok orojenik-epirojenik hareketler metamorfizma, tektonizma, metazomatik ve atmosferik olaylar ile oluşan sekonder safsızlıklar meydana gelmektedir. Tüm bu safsızlıklar ile hem mineralojik hem de kimyasal bileşim açısından görülen değişiklikler ile beraber yapı ve dokularına ilişkin kalkerlerin gösterdikleri ayrıcalıklar özelliklerini oluşturur. İçerdikleri maddelere göre kalkerler, özellikleri esas alınıp oluştuğu bölgeye, kimyasal bileşimine, yapısına ve jeolojik oluşumuna göre sınıflanmış ve verilen adlandırmalarla türlere ayrılmıştır (Boynton, 1980). Kireç taşları kalsiyum içeriği yüksek kireç taşı ve

magnezyum içeriği yüksek kireç taşı olmak üzere ilk olarak iki sınıfa ayrılabilir.

Bunun dışında kireç taşının doku örgüsü yapısını, ana safsızlık oranlarını (karbonlu, demirli vb.) mikro yapısına göre yapılan sınıflama yöntemleri de bulunmaktadır. Karbonat kayaçların sınıflamasında en çok Folk (1962) ve Dunham (1962) sınıflamaları kullanılmaktadır.

1.4.3 Kireç taşının tarihi eserlerde ve anıtlarda yapı taşı olarak kullanımı

Yeryüzünde kireç taşı kullanılarak inşa edilen birçok tarihi yapı bulunmaktadır. Ülkemizde bulunan başta İstanbul’da bulunan tarihi eserlerde kireç taşı kullanımı bulunmaktadır. Kireç taşlarının beyaz renk ağırlıklı ve kolay işlenebilir olması başlıca kullanım nedenleri arasındadır. Estetik açıdan yapıları daha göz alıcı kıldığından kireç taşı başka yapı taşlarıyla beraber de tarihi yapılarımızda kullanılmıştır. Şekil 1.4 ve Şekil 1.5 te bazı örnekler verilmiştir (Bedirhanoglu ve Körfeci, 2018).



Şekil 1.4 Ali Paşa Cami, Diyarbakır



Şekil 1.5 Ayasofya Camii, İstanbul

Gelişen endüstri ile orantılı olarak tarihi eserlerde kullanılan taşların bozunması da artmıştır. Birçok araştırmacının da ifade ettiği gibi kullanılan taşların ayrışma ve kirlenmesi daha çok hava kirliliği sebebiyledir. (Attewell ve Taylor, 1990; Gauri, 1990; Kertesz, 1990; Dragovich, 1991; Moropoulou vd. , 1993; Bell, 1993; Grossi vd., 1994; Esbert vd., 1995; Garcia Pascua vd., 1995). Bu gelişmeden en çok etkilenen kireç taşı ağırlıklı inşa edilen tarihi yapılar olmuştur. Keskinler vd. (1994) tarafından CaCO_3 içeren taşların hava kirliliğinden önemli derecede etkilendiği, buna karşılık; CaCO_3 içermeyen taşların jips oluşumu açısından hava kirliliğinden etkilenmediği belirlenmiştir. Şekil 1.6 ve 1.7’ de bazı yapılarda meydana gelen kararmalar gösterilmiştir (Bedirhanoğlu ve Körfeci, 2018).



Şekil 1.6 Diyarbakır Melik Ahmet Paşa Cami’de oluşan renk solmaları



Şekil 1.7 Ayasofya Camii’nde oluşan kararmalar

1.5 Kireç Taşı-Bazaltın Yapılarda Birlikte Kullanımı

Bazalt ve kireç taşının beraber kullanımı çok yaygın olmamakla beraber Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde tarihi eserlerinde rastlanılabilir bir durumdur. Beraber kullanımı genellikle estetik açıdan hoş bir görüntü sağlamasından kaynaklanmıştır (Şekil 1.8), (Bedirhanoglu ve Körfecı, 2018).



Şekil 1.8 Bazalt ve kireç taşının beraber kullanıldığı Diyarbakır Ali Paşa Cami’nin giriş cephesi

İncelenmekte olunan Cizre bölgesinde çoğunlukla bazalt kullanılmıştır. Kireç taşı genellikle süsleme amaçlı yapıya estetiklik kazandırmak için kullanılmıştır (Şekil 1.9 ve Şekil 10).



Şekil 1.9 Kireç taşı-Bazalt kullanılan Cizre Mehmet Ağa Kasrı'ndan bir görünüm

Model yapı olarak seçtiğimiz Birca Belek yapısı da kireç taşı-bazalttan oluşmaktadır. Bu ikilinin beraber kullanımı estetik açıdan hoş bir görünüm sağlamaktadır fakat bazalt taşının yapısal olarak kireç taşına göre daha sağlam olması sebebiyle yıllar içinde bozunma oranı kireç taşında daha fazladır. Bu sebeple bu ikilinin beraber kullanıldığı tarihi yapıların ömrünü kireçtaşının ömrünün belirleyeceği çıkarımında bulunulmuştur.



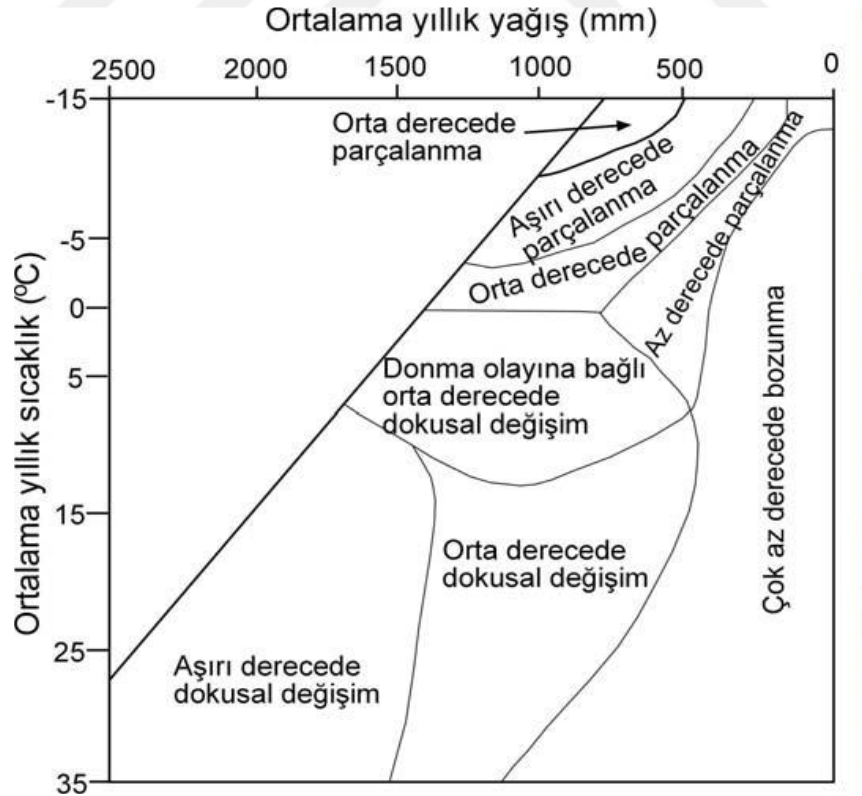
Şekil 1.10 Kireçtaşı-Bazalt kullanılan Cizre Birca Belek'ten bir görünüm

Bu tez çalışması kapsamın bu ikilinin beraber kullanıldığı bir model yapı seçmemizin amacı bölgeden alınan her iki malzeme türünün fiziko-mekanik özelliklerinin saptanması ve dolayısıyla yapılan karşılaştırma ile belirlediğimiz çıkarımın desteklenip desteklenmediği belirlenmiştir.

1.6 Yapı Taşlarında Bozunma

Yapı inşasında kullanılan taşlarda meydana gelen bozunma, jeolojik süreç içerisinde kayaçlarda meydana gelen bozunma ile benzerlik göstermektedir. Yapı taşlarındaki bozunmada birinci derecede rol oynayan etken bulunduğu çevrenin iklimsel özellikleridir. Bu durum Tablo 1 de şematik olarak gösterilmiştir. Sözman (2000) tarafından da belirtildiği gibi, (Winkler, 1997) bozunma şeklinin, doğal taşın fiziksel ve kimyasal yapısı ile dış ve iç etkilerin cinsine bağlı olduğunu açıklamıştır. Yapıtaşlarındaki bozunma sonucunda, taşın görüntüsü, dayanımı, bütünlüğü, boyutları, kimyasal davranışı ve özellikle mekanik dayanım gibi ilksel özellikleri değişmektedir. Son dönemlerde doğal taşlarda bozunma hakkında daha çok araştırma yapılmasının asıl nedeni artan şehirleşme ve kırsaldan göçler nedeniyle hava kalitesinin azalıp kirliliğinin artmasıdır. Ayrıca tarihi yapıların mevcut performanslarının doğru olarak tespiti için de taşıyıcı duvarları oluşturan taşların mekanik özelliklerinin ortam koşulları ile ne derece yitirdiklerinin tespiti de önem arz etmesi araştırmaların bu alanda yoğunlaşmasını sağlamıştır.

Tablo 1.2 İklimsel faktörler ve yapı taşlarındaki bozunma ilişkisi (Fookes vd., 1971)



Yapı taşlarının alterasyonuna neden olan etkenlerin başında çevresel koşullar gelmekle beraber, yapı taşlarının yapılarından kaynaklanan özelliklerin de etken olduğu ortaya

konulmuştur. Kayacın yapısını belirleyen özellikler olan mineralojik özellikleri, taşın litolojisi, petrografik özellikleri, kimyasal bileşimi, yapısal özellikleri ve fiziko-mekanik özellikleri taşın ayrışmaya karşı direncini belirler. Çevre koşullarının neden olduğu alterasyonlar ise; fiziksel ve fiziko-kimyasal etkiler, biyolojik-mikrobiyolojik etkiler ve mekanik etkiler sonucu oluşan alterasyonlardır (Dal ve Öcal, 2012).

Tarihi yapıların duvarlarında sıcaklık değişimleri rüzgâr aşındırması ve yağışların etkisi sonucu yıpranmalar oluşmaktadır. Taş malzemenin bozunma nedenleri, iç ve dış nedenler olarak, iki ayrı başlık altında toplanabilir. Taşın amorf içyapısından kaynaklanan bozunmaları iç nedenler olarak; doğal etkenler, insan kaynaklı zararlar (savaş, yoğun trafik ve bayındırlık etkinlikleri) ve doğal afetler gibi hasar kaynakları ise dış nedenler adı altında incelenebilir (Şekil 1.11), (Dal ve Öcal, 2012).



Şekil 1.11 Yapı taşlarının bozunmasına neden olan ayrışmaların sınıflandırması

Yapı taşlarının bozunmaya neden olan etkenlerin başında çevresel koşullar gelmekle beraber, yapı taşlarının yapılarından kaynaklanan özelliklerin de etken olduğu ortaya

konulmuştur. Kayacın yapısını belirleyen nitelikler olan mineralojik özellikleri, taşın litolojisi, petrografik özellikleri, kimyasal bileşimi, yapısal özellikleri ve fiziko-mekanik özellikleri, taşın ayrışmaya karşı direncini belirler. Çevre koşullarının neden olduğu bozunmalar ise; fiziko-kimyasal etkiler, biyolojik-mikrobiyolojik etkiler ve mekanik etkiler sonucu oluşan bozunmalardır (Dal ve Öcal, 2012).

1.6.1 Yapı taşlarında bozunmaya neden olan fiziksel faktörler

1.6.1.1 Çözünebilen tuzlar

Yapı taşlarında gözeneklerde bulunan tuzların tepkimeleri sonucunda meydana gelen basıncı, deformasyonlar, hidratasyon, farklı termal genişleme ve bal peteği bozunması sonucunda oluşmaktadır. Gözeneklerde bulunan tuz kristallerinin tepkimeleri sırasında meydana gelen hacim artışı gözenek çeperlerinde basınç gerilmelerine neden olarak yapıtaşlarında gözeneklerin parçalanmasına ve dolayısıyla bozunmalara neden olmaktadır (Winkler, 1997).

Atmosferdeki sıcaklık ve nem değişimleri ile birlikte çözünebilen tuzlarda oluşan hidratasyon ve dehidratasyon etkisiyle de yapı taşlarında bozunma oluşturmaktadır. Doğal taşlarda kristal yapısının bünyesine su alması sonucunda hacminde artış olmakta bu basınç gerilmeleri gözenek çeperlerine etki etmektedir (Winkler, 1997). Doğal taşların porlarında biriken tuz, değişen sıcaklık değerleri ile kayanın kendisinden daha fazla bir genişleme davranışı gösterebilir. Bu durum çözünebilen tuzlarda farklı termal genişleme olarak isimlendirilmektedir. Örneğin sıcaklığın 0 °C'den 60 °C'ye yükselmesi durumunda halit tuzu, yaklaşık olarak %0,5 oranında genişlerken, granitte bu oran %0,2 civarında kalmaktadır (Ollier, 1984).

Sınırlı çözünabilirliğe sahip tuzlar, düşük nemlilikte ve kuru hava koşullarında kaya yüzeylerinde gözlenmektedir. Yüksek çözünabilirliğe sahip tuzlar ise su ile yapıtaşlarının bünyesine girmekte ve çözelti içerisinde kalmaktadır. Sülfat, klorit, nitrat ve demir oksit en çok gözlenen çözünabilir tuzlardır (Akın, 2008).

Yapı taşlarında en yoğun olarak gözlenen sülfatlardan olan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve Na_2SO_4 , yeraltı suyu, deniz suyu veya atmosferik kirlilik sonucunda oluşurlar. Sülfatlar, diğer tuz çeşitlerine göre genellikle daha az çözünebilen ve daha az hareketli tuzlardır. Amorosso and Fassina (1983) bu tuzların kayanın gözenekli yapısı içerisine sadece ilk oluşum aşamasında çözelti içerisindeyken yerleşebileceklerini ifade etmişlerdir. Suyun buharlaşması ile birlikte, gözenek duvarlarına çökelirler ve zamanla sularını kaybederek anhidratlaşma gösterirler. Sülfatların etkisiyle meydana gelen bozunma,

suda eriyebilirliklerinden değil, farklı hidratlaşma aşamalarında yer almalarından kaynaklanmaktadır. Her bir hidratlaşma aşamasında hacimsel bir değişim olmakta ve dolayısıyla gözenek çeperlerine belirli bir gerilme uygulanmaktadır (Topal 1995).

En yaygın olarak bilinen kloritler, NaCl (halit), KCl (silvit) ve $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (antarktisit) olup, genellikle kıyı bölgelerinde gözlenirler. Rüzgârın etkisiyle topraktan taşınan bu elementlerin çözünabilirlikleri de çok yüksektir.

KNO_3 (niter) ve NaNO_3 (soda niter), NH_4NO_3 (nitrammit) ve $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (nitro kalsit) bilinen nitrat tipleridir. Atmosferik kirlilik, nitratların başlıca kaynağıdır. Nitrojen oksit, nitrik aside okside olduğunda kalsiyum karbonat ile tepkimeye girerek kalsiyum nitratı oluşturmaktadır.

En çok bilinen karbonatlar kalsiyum ve magnezyum karbonattır. Karbonatların bozunmaya en önemli etkisi, suda düşük çözünabilirlik özelliklerinden dolayı olmakta ve yüksek CO_2 yoğunlaşmalarında bikarbonatlara dönüşebilmektedirler. Bir anlamda havadaki karbondioksiti yakalama özelliği vardır. Bu özelliğiyle doğaya katkı sağlamakta ve azalan karbondioksit miktarı ile hava kalitesini arttırmaktadır.

1.6.1.2 Donma-çözülme

Yapıtaşlarında bulunan gözeneklerde eğer birbiri ile bağlantılar çok ise su bu bağlantılar yardımı ile gözenekleri doldurur. Bu gözeneklerde bulunan suyun donarak buza dönmesi olayına donma denir. Donma olayında su hacminin yaklaşık onda biri kadar genişler ve bulunduğu bölgenin gözenek çeperlerine baskı uygular. Dolayısı ile pratik olarak %90 oranında suya doyun olmayan yapıtaşları için donma olayının etkili olmayacağı söylenebilir (Schaffer, 1972). Fakat %90'ın üzerindeki doygunluk durumlarında donmayla birlikte gözenek çeperlerinde kayanın parçalanmasına neden olabilecek gerilmeler oluşmaktadır (Ollier, 1984). Döngüsel olarak oluşan donma-çözülme neticesinde yapıtaşının bünyesinde çatlaklar, mikro kırıklar, pullanmalar (flaking) ve dökülmeler (spalling) gelişmektedir.

Yapıtaşlarının donmaya karşı dirençlilikleri yapıtaşlarının cinsi, mineralojik özellikleri, gözeneklilik durumu, termal iletkenlikleri, su emme kapasitesi ve bulunduğu ortama bağlıdır. Donma sınırındaki (0°C) sıcaklık değişimlerinin sıklıkla yaşandığı, nemli ve çevrimsel olarak donma-çözünmenin tekrarlandığı bölgelerde donmanın yapı taşlarındaki bozunma üzerindeki etkisi, devamlı donma koşullarının mevcut olduğu aşırı soğuk ortamlara oranla çok daha fazladır. Bu nedenle, bir bölge

için yapı taşlarının karşı karşıya kalacağı donma-çözülme çevrimlerinin sayısının belirlenmesi gerekmektedir (Amorosso ve Fassina, 1983).

1.6.1.3 İslanma-kuruma

Güneş radyasyonunun taş aşınması üzerindeki etkileri yapıtaşlarında oluşan nem ile birlikte artış gösterir. Yapıtaşlarının maruz kaldıkları günlük yüzey sıcaklıklarının ıslanma-kuruma olayı ile değişimi yapıtaşlarında bozunmaya sebep olmaktadır. Bu ıslanma-kuruma olayının çevrimsel olarak gerçekleşmesi bozunma olayını hızlandırmaktadır. Bu durum yapıtaşında su emme kapasitesi ile orantılı olarak ıslanma ile genişlemesine ve kuruma ile beraber de büzülmesine yol açmaktadır. Bu genişleme-büzülme çevrimi sırasında yapıtaşlarında iç ve dış gerilmeler oluşturur (basınç ve çekme gerilmeleri) ve zaman içinde tanelerin ayrışıp yapıtaşı bütününde bozunmalara sebep olur. Yapıtaşlarının dayanım ve gözeneklilik durumu ıslanma-kuruma karşısında gösterdikleri dirençte etkilidir.

1.6.1.4 Farklı termal genleşme

Yapıtaşlarının yüksek veya düşük termal iletkenlik katsayısına sahip olması bozunma performansları üzerinde etkilidir. Gün içerisinde sıcaklık farklarının çok olduğu bölgelerde, ısınma-soğuma çevrimi içerisinde yapıtaşlarının içlerinde farklı gerilmeler oluşur. Örneğin, güneş ışınları altında yapıtaşları yüzeyden daha içlere doğru değişik sıcaklık değerlerine sahip olur. Tam tersi olarak da sıcaklığın düştüğü bir bölgede yüzey soğumaya başlarken, iç kısımlar halen sıcaklığını korur. Bu sıcaklık farkları da yapıtaşı içerisinde farklı şekil değiştirmelerin oluşmasına neden olur. Bu çevrimsel durum sırasında yapıtaşları parçalanarak ilksel özelliğini kaybetmeye başlar (Güzel, 2019). Bu durum farklı termal iletkenliğe sahip malzemelerin beraber kullanıldığı durumlarda da gerçekleşir ve dolayısıyla yapının bütününe olumsuz etkileyen durumlar meydana getirir. (Güzel, 2019).

1.6.1.5 Rüzgâr

Yapıtaşları zeminin iri ve yüksek rüzgâr hızlarına sahip bölgelerde rüzgârın beraberinde taşıdığı malzemeler ile aşınmaya uğrarlar. Bu durum sonucunda yapıtaşlarının yüzey özellikleri değişime uğrayarak yapıtaşlarının bozunmalarını hızlandırıcı koşullar sağlamış olurlar. Şiddetli esen bir rüzgâr yapıtaşlarında yüzey pürüzlülüğü, doku kaybı, yüzeyin parlaklaşması, yüzeyin kayganlaşması gibi fiziksel etkilere neden olur. Bununla birlikte aşınma durumlarından sonra etkili olan yağmur

ile bozunmayı tetikleyen unsurların yapıtaşlarının bünyesine kolayca sızmasına neden olur (Güzel, 2019).

1.6.2 Yapıtaşlarında bozunmaya neden olan kimyasal faktörler

Yapıtaşlarında gerçekleşen karmaşık kimyasal tepkimeler yapıtaşlarının mineral yapısında değişimlere sebep olarak ilksel özelliklerinin yitirilmesine neden olmaktadır. Kayalarda gerçekleşen bu tepkimeler oksidasyon, hidroliz ve çözünme şeklinde gerçekleşmektedir. Bu tepkimelerde su önemli bir etkiye sahiptir. Fakat suyun yanı sıra oksijen ve karbondioksit de bu tepkimelere sebep olmaktadır (Güzel, 2019).

1.6.2.1 Çözünme-oksidasyon-hidroliz

Suyun içerisine giren asidik elementler sebebiyle kalsiyum, sodyum, magnezyum, potasyum içeren minarellerin çözünmesini hızlandırır. Çözünme olayı da bu minarellerin veya bunun gibi minarel bileşiminin bir kısmının su ile birleştiğinde erimesi sonucunda oluşur. Buna ek olarak Atmosferde bulunan karbondioksitin suda çözünerek karbonik asit oluşturması sonucunda karbonatlı bir sıvı meydana gelir. Bu karbonatlı sıvı aşındırıcı bir etkiye sahiptir. Kalsiyum karbonat içeriğine sahip kayaçlarda (kireçtaşı, mermer, traverten vb.) bu tarz faktörlerin etkisiyle bozunma olayı meydana gelebilmektedir. (Güzel, 2019).

Oksidasyon sırasında meydana gelen iyon dönüşümleri (Fe^{++} iyonu Fe^{+++} iyonuna) kayanın minarel yapısında renk değişimleri ve zayıflama oluşturur. Bu sebeple magnezyum ve demir içeriğine sahip minarellerin kimyasal bozunmasında ciddi bir öneme sahiptir. Bu durum neticesinde minarellerde hacimsel artış meydana gelmektedir (Sözmen, 2000).

Su ile mineraller arasındaki bir kimyasal tepkime olan Hidroliz, granit türü kayalardaki silikat minerallerinin bozunmasına neden olur. Feldispatlar en önemli silikat grubu minerallerdendir. İçerdikleri potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi elementler, asidik suların etkisiyle tepkimeye girer ve ortamdan eriyerek uzaklaşırlar. Bu olgunun ilerleyen aşamalarında, gözenekliliğin artmasıyla birlikte, mineraller arasındaki bağlar zayıflayarak kayanın bozunmasına neden olur.

1.6.2.2 Atmosferik kirleticiler

Bazı maddeler temiz havanın bileşimini değiştirirler. Bunlara atmosferik kirleticiler denilmektedir. Havadaki katı taneciklerde, sıvı damlacıklarda, gaz veya bunların karışımı şeklinde bulunabilir (Winkler, 1997). Temiz havada, nitrojen (NO_2), oksijen

(O₂), karbondioksit (CO₂) ve argonun yanı sıra, az miktarda N₂O, CO, H₂, SO₂ ve bazı hidrokarbonlar yer alır. Temiz havada eser miktarda bulunan bu elementlerin, yapay faaliyetleri neticesinde oluşturulan kirletici gazlar nedeniyle miktarları artmaktadır. Artan bu miktarlar hem yaşamsal hem de yapı taşlarının bozunması açısından olumsuz etkiye sahip olmaktadır. Bu bileşikler, yapı taşını oluşturan minerallerle kimyasal tepkimeye girerek bozunmaya neden olurlar. Atmosferin kimyasal bileşimi en çok meteorolojik, iklimsel ve insan aktivitelerine bağlı olarak değişmektedir. En önemli atmosferik kirleticiler, karbondioksit ve asit sülfür bileşikleridir. Nitrik ve hidroklorik asitler ise daha az öneme sahiptir (Amorosso ve Fassina, 1983).

Yapı taşlarında meydana gelen bozunmalar hava kalitesinin düşmesi ve kirliliğin artması ile orantılı olarak artar (Dragovich, 1991). Özellikle karbonatlı kayalardan oluşan yapı taşları, asidin etkili olduğu bozunma koşullarına karşı oldukça hassastır (Tuğrul ve Zarif, 1999). Karbonatlı kayalardan oluşan yapı taşlarında ortamda SO₂ bulunması durumunda bozunma olayı daha hızlı gerçekleşmektedir. Taş yapılarında sıklıkla gözlenen siyah kabuklaşma yapıları, karbonatlı minerallerle sülfür dioksit (SO₂) arasında gerçekleşen tepkimeler sonucu oluşan jipsleri içerirler.

Hem kuru hem de yağışlı ortamlarda depolanabilen atmosferik kirleticiler yapı taşları üzerinde kuru ortamda sülfat tanecikleri olarak çökelimler sırasında tepkimeler oluşturarak yapıtaşlarında bozunma olayının başlamasına neden olmaktadır.

1.6.3 Yapıtaşlarında bozunmaya neden olan biyolojik faktörler

Genellikle bakteri, yosun, liken ve algler gibi oluşumlar üzerinde biyolojik bozunma çalışmaları yoğunlaşmıştır (Sözmen, 2000). Canlı organizmaların da taş malzemelerin bozunmasında etkileri vardır. Biyolojik kolonizasyon, kaya materyalinin bitkiler, algler, bakteriler, likenler ve yosunlar gibi mikroorganizmalar tarafından kolonizasyonu anlamına gelir. Biyo-kolonizasyon ayrıca kaya malzemesi üzerinde ve içinde yuva yapan hayvanlar gibi farklı organizmaların neden olduğu etkilere de işaret eder (ICOMOS, 2008). Bu canlı organizmaların meydana getirdiği asitler yapıtaşları ile etkileşime girerek bozunma olayını başlatır. Biyolojik ayrışma taş yüzeylerin ve canlı organizmaların etkileşimi olarak fiziksel ve kimyasal aktivitelerin bir kombinasyonu olarak kabul edilir (Dursun, 2017).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tarihi yapılarda kullanılan malzemelerin davranışını incelemek üzere bugüne kadar çok sayıda çalışma yapılmıştır. Fakat kireç taşı-bazalt malzemesinin beraber kullanıldığı tarihi bir yapıyı inceleyen araştırmalar sınırlıdır. Bu sebeple bazalt ve kireç taşı malzemesinin literatür araştırılması ayrı alt başlıklarda verilmiştir. Tarihi yapılarda kullanılan bu malzemeler ile ilgili bazı araştırmalar aşağıda verilmiştir. Bunlara ek olarak model yapı olarak kullandığımız Birca Belek'in içinde bulunduğu Cizre şehri ile ilgili dördüncü bölümde verilen bilgilere ek olarak kullanılan kaynaklara ait literatür araştırması da aşağıda verilmiştir.

2.1 Tarihi Yığma Yapılarda Kullanılan Bazalt Üzerine Yapılan Çalışmalar

Tarihi yığma yapılarda kullanılan yapı taşı malzemeleri zaman içinde birçok etkene bağlı olarak bozunma davranışları gösterirler. Bu yapıların uzun yıllar ayakta durabilmesi ve restorasyon çalışmalarında daha doğru bilgilerin elde edilmesi için bu konuda yapılan araştırmalardan faydalanmak gerekir. Gelişen teknoloji ve ulaşım sayesinde bu yapıların bozunma türlerine yönelik araştırmaların daha çok yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması sonucunda ulusal ve uluslararası alanda yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Birçok yapının yapımında kullanılmasına rağmen bazaltın bozunma mekanizmalarına ilişkin sayılı çalışmalar bulunmaktadır. Diğer yapı taşları ile karşılaştırıldığında literatürde magmatik kayalar hakkında çok az bilgiye ulaşılmaktadır. Literatürü gözden geçirerek volkanik taşların bozunmasına ilişkin çalışmaları toplayan Grissom (1994) bu konu üzerinde yayınlanmış makalelerin sadece yüzde sekizinin magmatik kayalar ile ilgili olduğunu belirtmektedir. Yakın tarihte doğal taşların konservasyonu ile ilgili iki kapsamlı çalışma yayınlanmıştır. Bunlardan ilki Getty Conservation Institute tarafından yayınlanan yapıtaşın korunmasına ilişkin bir literatür özetidir. İkincisi, International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) dokümantasyon merkezi tarafından yayınlanan ve yapıtaşları üzerine çok kapsamlı bozunma tanımları içeren detaylı bir sözlüktür. Bu sözlük sayesinde bazalt ile ilgili olan çalışmalar genişlemiştir (ICOMOS, 2015; Price ve Doehne, 2011).

Hitit çağına ait Karatepe bazaltlarındaki bozunma mekanizmaları ile ilgili Caner ve Türkmenoğlu (1985) bir çalışma yapmıştır. Karatepe bazaltları, porfirik dokulu olivin bazaltlar olarak sınıflandırılır. Yazarlar kabarmalardaki ana bozulma formları olarak pul pul dökülmeleri ve çatlakları belirttiler. Bozulmayı canlandırmak için sahadan

alınan taze numuneler üzerinde laboratuvarında ıslanma-kuruma, donma-çözünme ve tuz kristallendirme deneyleri yapılmıştır. Ayrıca Karatepe bazaltlarının kil fraksiyonu, mineralojik bileşimi ve petrografisini belirlemek için XRD, Transmission Elektron Mikroskobu (TEM), kızılötesi spektroskopi ve ince kesit analizleri yapıldı. Doksan bir ıslatma-kurutma ve seksen altı donma-çözünme döngüsünden sonra belirgin bir bozunma olmadığı belirtilmiştir. Bununla beraber tuz kristallendirme deneyinde ellinci döngüden sonrakilerde çatlak gelişimi gözlemlendiği bildirilmiştir (Caner ve Türkmenoğlu, 1985).

Mısır'daki gemiler, heykeller, kaldırımlar ve tapınakların inşası için kullanılan bazaltların bozunma mekanizmasının araştıran Helmi (1994), bozunmanın ana etkenlerinin su, sıcaklık değişimleri ve ultraviyole (UV) ışınlarına maruz kalma olduğunun bildirmiştir. Helmi, taze ve aşınmış bazalt örnekleri de dahil tapınaklardan farklı volkanik kayalar toplamış ve bozunma mekanizmasının belirlemek için XRD, SEM, atomik absorpsiyon ve ince kesit analizlerini araştırmıştır. Yazar, taze bazalt örneklerinin ince taneli dokulara sahip olduğu ve siyah renkli oldukları sonucuna varmıştır. Mineralojik bileşimleri ojit ve gruneritten oluştuğunu bildirmiştir. Ayrışmış bazalt örnekleri soluk gri renkli, çok ufalanabilir ve mineralojik bileşimleri ojitten oluşur. Yapay ayrışma, bazalt küplerin çukurlaştığını ve çukurların hematit ve götit ile dolduğunu ortaya çıkardı. Son olarak, ayrışmış bazaltın SEM incelemesi, mineral bozuşmaları, çatlak oluşumları ve yine çukurlar olduğunu göstermiştir (Helmi, 1994). Ayrıca İsmail (2004) te mezarlık tapınaklarının duvarları ve kaldırımlarında kullanılan bazaltlara özel bir vurgu yaparak Mısır'daki yıpranmış bazaltların bozunma mekanizmasını incelemiştir. Bu çalışmada bozunmanın başlıca etkenleri olarak su ve günlük sıcaklık değişimleri gösterilmiş ve yapılarda pullanma, tanecikli parçalanma, renk bozulması, biyolojik kolonizasyon ve çiçeklenme gibi bozunma türleri gözlemlenmiştir. Yazar, SEM/EDX, XRD, ince kesit incelenmesi kullanarak mineralojik ve petrografik özellikleri analiz etmek ve gözeneklilik, kütle yoğunluğu ve su emme gibi indeks özelliklerini araştırmak için farklı tapınaklardan ayrışmış bazalt örnekleri toplamıştır. Ayrıca topladığı taze örnekler üzerinde de döngüsel testler de yapmıştır. Bunlar ıslanma-kuruma, H_2SO_4 ile kimyasal etki ve tuz kristalizasyonu deneyleridir. Yazar Caner ve Türkmenoğlu (1985)'nin aksine NaCl çözeltisi kullanmıştır. Otuz adet döngüsel çevrim ile yapılan tuz kristalizasyonu ve kimyasal etki testleriyle beraber kırk çevrim ıslanma-kuruma deneyi de yapmıştır. Fakat bu

döngülere ait sonuç ve gözlemleri çalışmada değinilmemiştir. Öte yandan ayrıışmış bazaltların petrografik sonuçlarını özetlemiştir. Son olarak bazaltta opak minerallerin bozunmamış ve değışmeden kaldığı bildirilmiştir (Ismail, 2004).

Diyarbakır-Karacadağ Bazalt Taşlarının Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi adlı çalışmalarında Yıldız, Işık ve Keleştemur (2008) Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla, yayılım alanlarına göre farklılık gösteren üç bölgeden alınan numuneler üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla, numuneler üzerinde tek eksenli basınç dayanımı, indirekt çekme dayanımı (brazillian), nokta yükü dayanımı indeksi, darbeli aşınma kaybı (los angeles) ve kaya sertliği belirleme deneyleri yapılmıştır. Elde edilen deneysel veriler ışığında, bazalt taşlarının hem geleneksel hem de mimari yapılarda birçok malzemenin yerini alarak yaygın bir şekilde kullanım alanı bulabileceği sonucuna varılmıştır (Yıldız vd., 2008).

Diyarbakır Surlarında kullanılan bazaltlarda meydana gelen bozunmaların tanımlanması, sınıflandırılması ve nedenlerinin belirlenmesi amacıyla Dursun (2017) masif ve veziküler bazalt örnekleri ile kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen bulguların koruma amaçlı çalışmalara gerek malzeme seçimi gerekse malzemenin yapıya uygulanması noktasında katkı sağlaması hedeflenmiştir. Bu amaçla, çalışma sahasının farklı noktalarından taze (masif ve veziküller) ve bozunmuş bazalt numuneleri toplanmış ve çeşitli deneylere tabi tutulmuştur. Çalışma kapsamında numunelerin mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve fiziko-mekanik özellikleri incelenmiştir. Masif ve veziküller dokudaki bazaltların uzun dönemdeki fiziksel davranışlarını ve dayanımlarını incelemek amacıyla, malzemenin maruz kaldığı çevresel koşullar laboratuvar ortamında ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi deneyleri aracılığıyla incelenmiştir. Numunelerin dayanımı, ortalama gözenek çapı, doygunluk katsayısı ve ıslak-kuru dayanım oranı gibi parametreler üzerinden değerlendirilmiştir (Dursun , 2017).

Özdemir ve Eren (2019) Sarıcı Yazihan (Malatya) Bazaltının Fiziko-Mekanik Özellikleri Bakımından Bazalt Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi adlı çalışmalarında demiryolu ulaşımında kullanılan trenlerin çok yüksek hızlara ulaşması, kullanılacak balast agregaların darbelere karşı daha dirençli olmasını gerektirmektedir. Bundan dolayı, balast agregası olarak kullanılacak kayaların dayanımları demiryolları balast şartnamesine uygun olmalıdır. Bu çalışmada Yazihan (Malatya)

bazalt kayacının fiziko-mekanik özellikleri bakımından yüksek hızlı tren projelerinde balast taşı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, Yazıhan bazaltının zararlı bileşen içeriği, Los Angeles aşınma değeri, su emme, dona karşı dayanımı, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yükleme dayanımı, Brazilian çekme dayanımı, ultrasonik dalga hızı değerleri tespit edilmiştir. Yapılan deneysel araştırmalar sonucunda Yazıhan Bazaltının balast malzemesi olarak kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir (Özdemir ve Eren , 2019).

2.2 Tarihi Yığma Yapılarda Kullanılan Kireç taşı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Kentsel hava kirliliğinin kireç taşları üzerindeki bozunma etkisini araştıran Inkpen ve diğerleri (1994), kentlerdeki hava kirliliği sebebiyle yapı taşlarında oluşan bozunmanın kırsala nazaran daha yüksek bir seyir izlediğini bildirmiştir. Öte yandan hava kirliliği sebebiyle gelişen bozunma için yağışın olmadığı ve kirleticilerin yapı taşları üzerinde biriktirdiği kurak depolama ortamının daha etkili olduğunu belirtmiştir (Inkpen vd., 1994).

Kaplamada kullanılan kireç taşı, granit ve mermerin zaman içindeki performansının belirlenmesi için Bortz ve Wonneberger (1995), hem taze örnekler üzerinde deneysel çalışma yapmış hem de uzun yıllar doğada dış etkilere (ıslanma-kuruma, sıcaklık değişimi, donma-çözülme) maruz kalmış binalardaki kaplama taşlarının incelemiştir. Çalışma sonucunda yapay bozunma deneylerindeki 12 ile 16 arasında değişen donma-çözülme döngüsünün kuzey yarımküre iklimlerinde bir yıllık doğal bozunmayla eşdeğer olduğunu göstermiştir (Bortz ve Wonneberger, 1995).

Tarihi yapılarda kullanılan kireç taşlarında patina oluşumları çok sık rastlanabilecek bir bozunma formudur. Bu sebeple Parlak ve Böke (2010) yayınladıkları incelemede Botter binasının cephesinde oluşmuş siyah patinaların fiziksel, kimyasal, mineralojik kompozisyonları, taş yüzeylerine etkileri deneysel çalışmalar ile bulunmuştur. Bunların mineralojik kompozisyonları X ışınları kırınım (XRD) ve Fourier-dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi, elemental yapıları, kimyasal kompozisyonları ve mikro yapısal özellikleri EDS üniteli taramalı mikroskobu (SEM-EDS) ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda patinaların genel olarak alçıtaşı ve yanmamış karbon taneciklerinden oluştuğu belirlenmiştir. Bu patinaların temizlenmesi ile özellikle yüksek gözenekli taşlarda olmak üzere yüzeylerde kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpların en aza indirmek için patina derinliğinin saptanması ve yüzeyde bu oluşumlardan kaynaklı kalkmalar mevcut ise bunların sağlamlaştırılması

gerekmektedir. Bu aşamada kullanılacak malzeme laboratuvarda test edildikten sonra kullanılmalıdır (Parlak ve Böke, 2010).

Anıtkabir'in yapımında kullanılan Eskipazar travertenlerinin bozunma mekanizmalarının araştırmak amacıyla Akın (2008) taze örnekler üzerinde çeşitli yapay bozunma deneyleri ve petrografik analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda bozunmanın sarı travertenlerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi saptanmış ve elde edilen veriler ışığında sarı travertenler için kaya malzemesi ölçeğinde üç bozunma derecesini içeren puanlama esasına dayalı bir bozunma sınıflaması önerilmiştir (Akın, 2008).

Mardin kireç taşının yapı malzemesi olarak kullanılması ile ilgili deneysel çalışma yapan Semerci (2017) yaptığı çalışmada Kasımiye Medresesi'nden elde edilen taş örnekler üzerinde uygulanan analiz yöntemler ile atmosfer basıncı altında su emme oranı, kılcal su emme katsayısı, birim hacim kütlesi, su emme ve kuruma hızları, özgül kütlesi ve su buharı geçirgenlik direnç faktörü vb. gibi sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca XRF ve ince kesit analizleri ile de mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiştir. Numunelere mekanik özellik tayin deneyleri de uygulanmış ve elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Semerci, 2017).

Daha birçok araştırmacı kireçtaşının yapılarda kullanılmasına ilişkin araştırmalar yapmıştır. Tuğrul ve diğerleri kireçtaşının kirlenme ve ayrışmasından etkili olan etkin faktörleri araştırmak amacıyla İstanbul'daki tarihi anıt ve yapılarda kullanılan kireçtaşlarına yönelik kimyasal ve petrografik incelemeler yapmıştır (Tuğrul vd., 1999). Başka bir tez çalışmasında ise Eskişehir yöresindeki Midas anıtında kullanılan Yazılıkaya tüflerinin bozunma mekanizmasını incelemiştir. Çalışmada yapılan yapay bozunma deneyleri sonucunda pembe renkli tüflerin beyaz renklilere oranla daha fazla bozunmaya meyilli olduğunu belirlemiştir (Sözmen, 2000).

2.3 Cizre Kenti ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Cizre kenti ile ilgili yapılan araştırmada yapılan birçok araştırmanın tarihi ile ilgili olduğu görülmüştür.

Cizre tarihi sur içi bölgesinin kentsel koruma açısından irdelenmesi amacıyla yaptığı çalışmada Tan (2019) Sur içi bölgesinin zaman içinde değişen tarihi, nüfusu, fiziksel yapısı ve ulaşım vb. özellikleri incelenerek bölgenin sahip olduğu kültürel değerleri ile alanın sürdürülebilirliğinin sağlanmasında alınan önlemlerin bölgenin fiziksel

yapısına etkisi gösterilmiş ve korunması yönünden tavsiyelerde bulunmuştur (Tan, 2019).

Cizre ile ilgili çok detaylı bilgilerin bulunduğu ve hem tarihsel hem de yöresel açıdan zenginliklerin anlatıldığı iki cilt halinde bulunan Tüzün (2014) kitabında; arkeoloji, bilim, sanat, tarihi mekânlar ve yapılar verilmiştir (Tüzün, 2014).

Cizre'nin tarihsel gelişim serüvenlerinden yemek kültürüne kadar tüm özelliklerinin çok detaylı verildiği Yaşın (2011) eserinde tüm özellikleri tek kitapta birleştirmiştir (Yaşın, 2011).

Cizre'de egemenlik kuran medeniyetlere, kentin dini inancına, ekonomik yapısına ve arkeolojik yapısına değinen Gandur (2008) eserinde Cizre ile ilgili önemli bilgiler ortaya koymuştur (Gandur, 2008).

Karademir (2019) yazdığı makalede Cizre'nin kuruluş ve gelişim evreleri belirlenerek, yerleşmenin sürekliliğini sağlayan coğrafi etkilere vurgu yapılmıştır. Ayrıca bölgenin günümüz durumunda ele alınmıştır (Karademir , 2019).

Şırnak ili ve yakın çevresinin depremselliğini konu alan Bedirhanoğlu ve İmamoğlu (2018) bölgede meydana gelen depremlerin yapılara verdiği zararları tespit etmiştir. Bölgenin zemin durumu değerlendirilmiş ve zeminin deprem etkileri karşısındaki davranışları irdelenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

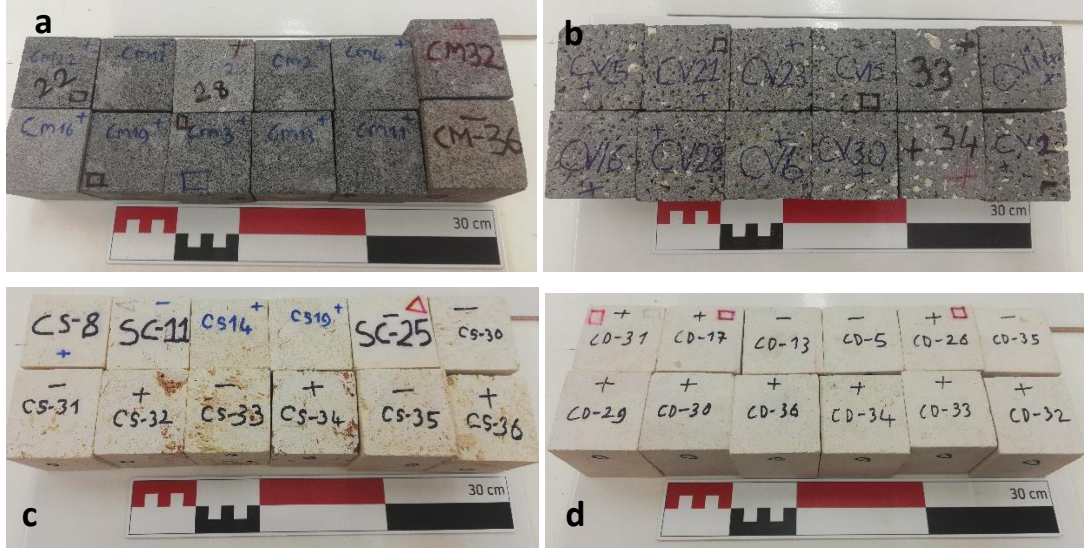
3.1 Çalışma Malzemesi

Tarihi yığma yapılarda çokça kullanılan bazalt-kireçtaşı malzemesi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Fakat her yörenin doğal taşlarının kendine has özellikleri vardır. Cizre'deki taşlar ile ilgili şu ana kadar bir çalışma yapılmamıştır. Bundan dolayı bu çalışmanın ana malzemesini Cizre'deki tarihi yapılarda sıklıkla kullanılmış olan bazalt ve kireç taşı oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında bu iki yapı taşının bozunması, fiziko-mekanik özellikleri ve bu ikilinin beraber kullanıldığı örnek yığma duvar davranışı incelenmiştir. Bu amaca yönelik olarak, bazalt ve kireç taşı yapı taşı olarak kullanıldığı Birca Belek model sanat yapısı olarak seçilmiş; burada çoğunlukla kullanılmış olan bazalt ve kireçtaşı çalışma malzemesi olarak ele alınmıştır.

Birca Belek'te kullanılan bazalt ve kireç taşının nereden getirildiği net olarak bilinmemektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda yapıya yakın çevreden ve yapıldığı tarihin şartlarına göre malzemenin taşınmasının en kolay olacağı güzergâhlara bakılarak olası 3 ayrı ocak seçilmiştir. Ardından çalışma kapsamında söz konusu olası taş ocaklarının bulunduğu bölge, gerçekleştirilen arazi araştırmaları sonucunda belirlenmiştir. Bölgede bazalt ve kireç taşı rezervlerinin olduğu ve eski ve yeni yapılaşmalarda bölgenin kendi taş malzemeleri kullanılmıştır. Bu olası ocaklardan tek bloktan numune alınmasına dikkat edilmiştir. Ocaklarda alınan numunelerin yanı sıra söz konusu yapıdan da harç ve taş malzeme örnekleri alınmıştır ve bunlar da taze numunelere yapılan deneylerle özellikleri karşılaştırılmıştır.

Fiziko-mekanik özelliklerin belirlenmesi için gerekli olan boyutta örnek alımına araştırma kapsamında yerinde ölçüm yöntemlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca, kimyasal analizlerde kullanılmak üzere Birca Belek'ten bazalt-kireçtaşı kırıntı örnekleri yapıya zarar vermeden yapıya en yakın yıkıntı yerlerinden alınmıştır.

Olası ocaklardan alınan taze numunelerin ve model yapımızdan alınan numunelerin lokasyon bilgileri ve sayıları Tablo 3.1'de verilmiştir. Numuneler Şekil 3.1'de verilmiştir. Lokasyon yerleri de Şekil 3.2 de haritada gösterilmiştir. Olası ocaklardan alınan taze numunelerin temin edildiği bloklar Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5 'te verilmiştir.



Şekil 3.1 Olası ocaklardan alınan taze masif bazalt(a), veziküler bazalt(b), 1.grup kireç taşı(d) ve 2.grup kireç taşı(d) örnekleri

Tablo 3.1 Olası ocaklardan ve Birca Belek'ten alınan numunelerin bilgileri

Numune Adı	Lokasyon	Numuneler		
		Gözeneksiz bazalt	Gözenekli bazalt	Kireçtaşı
Bazalt	Cizre-İdil Yolu Havaalanı Civarı		36	
		36		
1.grup Kireç taşı	Cizre Dera Dağı (Finik Harabeleri)			36
2.grup Kireç taşı	Cizre Akdağ (Akdağ Köyü Civarı)			36
Birca Belek	Cizre Kalesi Civarında	2	2	1



Şekil 3.2 Olası ocaklar ve Birca Belek konumları haritalarda gösterimi



Şekil 3.3 Masif ve veziküler bazalt örneklerinin alındığı bloklar



Şekil 3.4 1.grup kireç taşı örneklerinin alındığı blok



Şekil 3.5 2. grup kireç taşı örneklerinin alındığı blok

3.1.1 Numune hazırlama

Numune alınan bölgeler belirlendikten sonra bu lokasyonlara tekrar ziyarette bulunarak numuneler alınmıştır. Bu numuneler bloklar şeklinde alınmıştır. Bu bloklar Midyat'ta bulunan Armar Madencilik'te $\pm 6 \times 6 \times 6$ cm boyutlarında 36'şar küp numune olarak kesilmiştir.

Örneklerin küp şeklinde hazırlanmasının en önemli nedeni, gerçekleştirilen yapay bozunma deneylerinde mümkün olduğu kadar gerçekçi koşulların yansıtılmasıdır. Yapıtaşı ölçeğinde ele alındığında, Birca Belek'te kullanılmış olan bazalt ve kireçtaşlarının prizmatik bloklardan oluştuğu görülmüştür. Bu nedenle bozunma mekanizmasının modellenebilmesi amacıyla deneysel çalışmalarda da küp örneklerin kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır (TS 699, 1987).

3.2 Yöntem

Bazalt-kireçtaşı malzemesinin fiziko-mekanik özelliklerinin incelendiği bu tez çalışması, literatür araştırması, saha çalışmaları, laboratuvar deneyleri ve değerlendirme olmak üzere başlıca dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Literatür ve arşiv araştırmaları

Tez çalışmasının başlangıcında bazalt-kireçtaşı kullanımından dolayı model olarak seçilmiş sanat yapısı olan Birca Belek'le ilgili bilgi verilmiş, literatür ve arşiv araştırması yapılmıştır. Yapılan araştırması kapsamında, araştırma malzemesi olan bazalt ve kireçtaşının bulunduğu bölge ve yakın çevresine ait topoğrafik ve jeolojik haritalar derlenmiştir. Bununla birlikte, yapıtaşları, bozunma ile ilgili ulusal ve uluslararası yayınlar araştırılmıştır.

Birca Belek yapımıyla ilgili herhangi bir kaynak bulunmadığı için olası ocak araştırması yapılmıştır. Bu çalışmada kaynak olarak hem bölgenin yörede yaşayan insanlara sorularak hem de bölgenin tarihi ile ilgili bilgi sahibi olan kişilerden edinilen bilgiler kullanılmıştır. Bu bilgiler çalışmanın en önemli bölümlerinden birini oluşturmaktadır. Bunun sonucunda kireçtaşı malzemesi için iki farklı bölge olduğu öğrenilmiştir. Bu bölgelerden biri olan Cizre'ye bağlı Çağlayan Köyü (Şax) askerî açıdan yasak bölge ilan edildiği dolayısıyla tehlikeli olduğu için gidilememiştir. Bir diğer bölge ise Cizre'ye bağlı Finik Harabelerinin olduğu bölgedir. Kireç taşı için tahmin edilen diğer bölge ise şu anda mevcut yapılarda kullanılan taşların teminin sağlandığı bölge olan Çiyaye Spi denilen bölgedir. Bazalt malzemesi için de hem günümüzde mevcut yapılarda kullanılırken temin edilen olduğu bölge olduğu hem de bölge insanlarından edinilen bilgiye göre Mardin-Şırnak (Cizre-İdil) yolu olduğu düşünülmektedir.

3.2.2 Saha çalışmaları

Bazalt ve kireç taşı bozunma mekanizmalarının incelenmesi ile kaya malzemesi bozunma sınıflamalarının hazırlanması sırasında, Birca Belek model yapısının

gözlemsel çalışmaları ve yapıdan alınan numune örnekleri kullanılmıştır. Buna göre saha çalışmaları, arazi ve Birca Belek olmak üzere iki bölümde gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarının ilk bölümünde, Birca Belek'te kullanıldığı düşünülen bazalt ve kireç taşı olası taş ocaklarının bulunduğu bölgeler araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda bazalt için Cizre Birca Belek'e yaklaşık 16.32 km kuzeybatısında yer alan bölge tespit edilmiştir. Bu bölge yerel halkın çoğunlukla bazalt temin ettiği bir bölgedir. Kireç taşı için Cizre Birca Belek'e yaklaşık 13.27 km kuzeybatısında yer alan ikinci bölge tespit edilmiştir. Bu bölge Birca Belek ile ilgili Cizre'de bilinen kürçe seslendirilen eski bir şarkı da Birca Belek'in Usta Henna tarafından yapıldığı ve Usta Henna'(hine) nın taşları *Çiyaye Dera*'dan kestiği ve keleklerle (ahşaptan yapılan basit kayık) Birca Belek'e taşındığı söylenmektedir. Tüm bu bilgilerden yola çıkarak bu bölgeden taze kireç taşı numunesi alınmasına karar verilmiştir. Bunların yanı sıra kireç taşı için Cizre Birca Belek'e yaklaşık 14,70 km kuzeybatısında yer alan üçüncü bölge tespit edilmiştir. *Çiyaye Spi* denilen bu bölge yerel halkın çoğunlukla kireç taşı temin ettiği bir bölgedir. Bu nedenle saha çalışmalarının ilerleyen bölümlerinde, taze bazalt ve kireç taşlarının fiziko-mekanik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ile yapay bozunma deneylerinde kullanılması amacıyla bu ocaklardan taze blok örnekler alınmıştır.

Bozunmanın bazalt ve kireç taşı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisinin ortaya konması ve bozunma sınıflamalarının hazırlanması için taze bazalt ve kireç taşının bulunduğu olası ocaklardan bazalt ve kireç taşından blok örnekler de alınmıştır. Saha çalışmalarının diğer bölümü Birca Belek'te gerçekleştirilmiştir. Bu tarihi yapıda yapı taşı olarak kullanılmış bazalt ve kireç taşlarının mekanik özellikleri, blok boyutunda örnek alımına izin verilmemesi sebebiyle belirlenememiştir. Bunun yanı sıra, 500 yıldan fazladır bozunmaya maruz kalan yapıdaki bazalt-kireçtaşları gözlemsel olarak incelenmiş ve model yapımızın planı ve boyut detaylarını belirlemeye yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Son olarak, Birca Belek'teki bazalt ve kireç taşının kimyasal özelliklerini saptamak amacıyla kırıntı malzemeler toplanmıştır.

3.2.3 Laboratuvar deneyleri

Çalışma kapsamında olası ocaklardan alınan taze blok numuneler ile Birca Belek'ten temin edilen kırıntı malzemeler üzerinde, bazalt ve kireç taşının petrografik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik deneysel çalışmalar

gerçekleştirilmiştir. Öncelikle olası taş ocaklarından alınan taze bazalt ve kireç taşı bloklarından elde edilen küp ($\pm 6 \times 6 \times 6$ cm) şeklinde hazırlanmış numunelerin alınan lokasyona bağlı olarak isimlendirme ve numaralandırma çalışması yapılmıştır. Bununla birlikte küp numunelerin birbirine paralel her yüzeyinden yani toplamda 3 yüzeyden orta bölge genişlik ölçümü alınmıştır. Taze bazalt ve kireç taşı bloklarından elde edilen küp ($\pm 6 \times 6 \times 6$ cm) şeklinde hazırlanmış numunelerin atmosfer basıncı altında kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları (γ_k, γ_d), atmosfer basıncı altında kütlege ve hacimce su emmeleri (M_w), vakum basıncı altında kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları (γ_k, γ_d), vakum basıncı altında kütlege ve hacimce su emmeleri (M_w), özgül ağırlık ve görünür gözeneklilikleri (n) gibi fiziksel özellikler tespit edilmiştir. Daha sonra da her üç yüzeyde kapiler su emme ($\text{g/m}^2 \cdot \text{s}^{0.5}$) deneyleri yapılmıştır. Bununla birlikte taze bazalt ve kireç taşının her numunesine küplerin birbirine paralel yüzeylerinden her birinden ıslak ve kuru halde P dalgası hızı (V_p) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonrasında taze bazalt- kireç taşı ıslak ve kuru halde Termal İletkenlik ölçümleri alınmıştır. Öte yandan, yapıdan alınan kırıntı numunelere ve sahadan alınan taze numunelere ince kesit yapımı, cıvalı porozimetre (MIP), X-Işınları kırınım (XRD) analizleri, XRF cihazıyla kimyasal analizleri yapılmıştır. Son olarak, taze bazalt ve kireç taşı kimyasal bileşimleri analizler sonucunda ortaya konmuştur. Bazalt ve kireç taşının bozunma performanslarının araştırılmasına yönelik olarak taze bazalt ve kireç taşı örnekleri üzerinde yapay bozunma deneylerinden tuz kristallenmesi (Na_2SO_4 ve MgSO_4) deneyleri yapılmıştır.

Çevrimsel olarak gerçekleştirilen yapay bozunma deneyleri sırasında, deneyden çıkarılan örnekler üzerinde bazalt ve kireç taşının fiziksel ($\gamma_k, \gamma_d, M_w, n$) ve mekanik (V_p) özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar ortalama ilksel değerler ile karşılaştırılarak, bazalt ve kireç taşının bozunması üzerinde en fazla etkili olan faktörler ortaya konmuştur.

Tez çalışması kapsamında bazalt ve kireç taşının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemeye yönelik tüm deneyler ile yapay bozunma deneyleri Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Doğal Taş Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Taze ve bozunmuş bazalt ve kireç taşlarının ince kesit, petrografik yorumu, XRF ve XRD analizleri Türkiye Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA), Cıvalı porozimetre ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)'nde yaptırılmıştır. Tablo 3.2'de yapılan deneyler ile bilgiler detaylı verilmiştir.

Tablo 3.2 Yapılan deneyler

Yapılan Deneyler	Deneylerin Yapıldığı Yer	Kullanılan Standart
Tuz Öncesi ve Sonrası Kuru ve Doygun Birim Hacim Ağırlık Tayini	Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Doğal Taş Laboratuvarı	ISRM, (1981)
Tuz Öncesi ve Sonrası Atmosfer Basıncı Altında Su Emme Deneyi		RILEM, (1980) ve TS 699, (1987)
Tuz Öncesi ve Sonrası Vakum Basıncı Altında Su Emme Deneyi		RILEM, (1980) ve TS 699, (1987)
Tuz Öncesi ve Sonrası Kuru ve Doygun Halde P Dalgası Hızı Tespiti		ISRM, (1981)
Tuz Öncesi ve Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tespiti		ISRM, (1981)
Termal İletkenlik Deneyi		ASTM, (2014)
MgSO ₄ Tuzu Kristallendirme Deneyi	Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Zemin Laboratuvarı	ASTM, (2013) ve ASTM, (2017b)
Na ₂ SO ₄ Tuzu Kristallendirme Deneyi		
İnce Kesit ve Petrografik Yorum	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)	-
XRD analizleri		
XRF kimyasal analizler		
Civalı Porozimetre (MIP)	Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkez Laboratuvarları (ODTÜ)	-

3.2.4 Analiz ve değerlendirmeler

Araştırmanın son bölümünde, saha çalışmalarından ve laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar ışığında bazalt ve kireçtaşı bozunma karakteristikleri analiz ve değerlendirmeler yardımıyla ortaya konmuştur. Öncelikle bazalt ve kireç taşının fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri deneysel çalışmalarla ayrı ayrı belirlenmiştir. Öte yandan yapıda iki farklı malzeme kullanılmasından dolayı iki farklı malzeme

grubu kullanılmıştır. Ayrıca her malzeme grubu kendi içinde kimyasal farklılıklar gösterdiği için bazalt malzemesine yapısal ölçüde, kireç taşı malzemesine de bölgesel ölçüde bir sınıflandırma uygulanmıştır. Bazalt malzemesinde gözeneklilik önemli bir değişken olup; fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde doğrudan etkisi görülmüştür. Bu nedenle değerlendirmelerin daha hassas yapılabilmesi amacıyla bazaltta gözeneklilik durumuna göre masif ve veziküler olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Kireç taşı malzemesine de iki farklı olası ocak tespit edildiği için iki farklı bölge sınıflandırılması yani 1. ve 2. grup olarak yapılmıştır. Yapay bozunma deneyleri sonucunda bazalt ve kireç taşları ilksel bütünlük kayıpları masif ve veziküler bazalt, 1. ve 2. grup kireç taşı için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Tuz kristallenmesi deneyleri sonucunda bazalt ve kireç taşı bozunma performansları incelenmiş ve hangi dış etkenlerin bozunma üzerinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bu aşamada farklı etkenler karşısında bazalt ve kireç taşı bozunma hızı çeşitli istatistiksel ilişkilerle açıklanmıştır.

Bazalt ve kireç taşının yapıtaşı ölçeğindeki bozunması, jeolojik zaman içerisinde meydana gelen bozunma ICOMOS-ISCS tarafından hazırlanan uluslararası sözlükte bulunan bozunma türleri sınıflarına göre model yapı baz alınarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın oluşturulması aşamasında yapıdan gözlemlenen farklı bozunma derecelerine sahip bazalt ve kireç taşları üzerinde yapılan gözlemsel çalışma sonuçlarından yararlanılmıştır.

Birca Belek'teki yaklaşık 500 yıllık bazalt ve kireç taşlarının bozunma durumunu belirlemek ve bu konuda ileride yapılabilecek iyileştirme-koruma çalışmalarına ışık tutmak amacıyla taze bazalt ve kireç taşından elde edilen değerlerle bozunma performansları belirlenmiştir. Yetkili makamlarca araştırma amacıyla Birca Belek'ten malzeme örneği alınmasına izin verilmemesi sebebiyle bazalt ve kireçtaşına ait fiziksel özellikler bilinmemektedir. Ayrıca gözlem çukuru açılmasına izin verilmemesi sebebiyle de temel formuna ulaşılammıştır. Bu bazalt ve kireç taşlarının kuru birim hacim ağırlığı ve gözenekliliği ancak taze örnekler üzerinde belirlenebilmiştir. Bunların yanı sıra, Birca Belek'te yapılan gözlemsel incelemelerden elde edilen bulgular ile bu kullanılan malzemenin atmosferik etkilerden (yağış, atmosferik kirlilik vb.) ne şekilde etkilendiği de ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak tez çalışması kapsamında yapılan tüm analiz ve değerlendirmelerle bazalt ve kireç taşlarının yapıtaşı boyutundaki bozunma davranışları ortaya

konmuştur. Öte yandan model tarihi yapı olarak seçilmiş olan Birca Belek'in bazalt ve kireç taşlarının güncel durumu elde edilen araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.



4. ARAŞTIRMA VE ÖRNEKLEME SAHALARININ TANITIMI

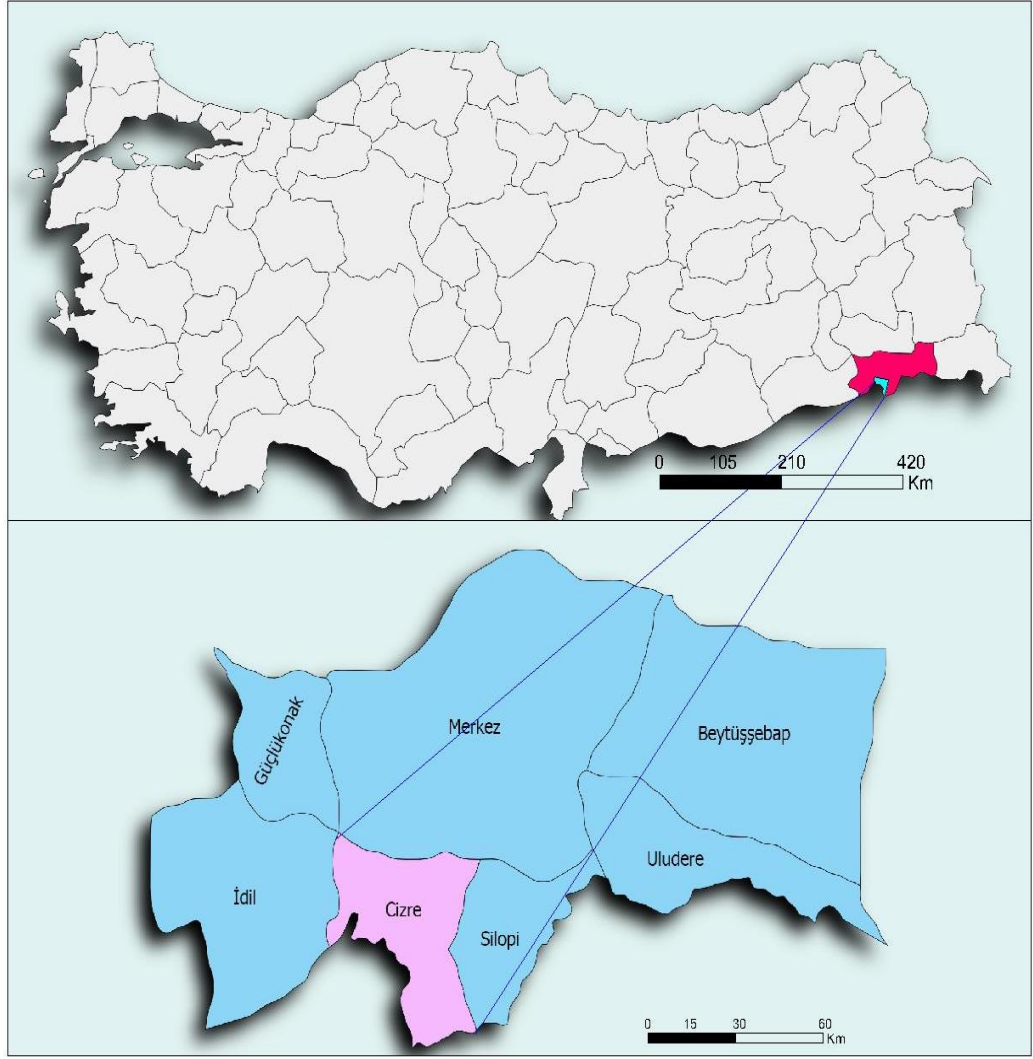
4.1 Çalışma Sahası Seçimi

Çalışma alanı seçimiyle ilgili yörenin tarihi yığma yapılarında kullanılan malzemeler incelenmiştir. Şırnak ili Cizre ilçesinde bulunan tarihi yapılar ile ilgili yapılan teknik gezi sonucunda aşağıda belirtilen tarihi yapılar incelenmiş ve yerinde numuneler alınabilecek yerlerden alınmıştır. Bu numuneler yapı hasar durumuna göre incelenerek hangi yapının yapılacak çalışmaya uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.2 Cizre Tarihi, Ulaşım ve Jeomorfolojisi

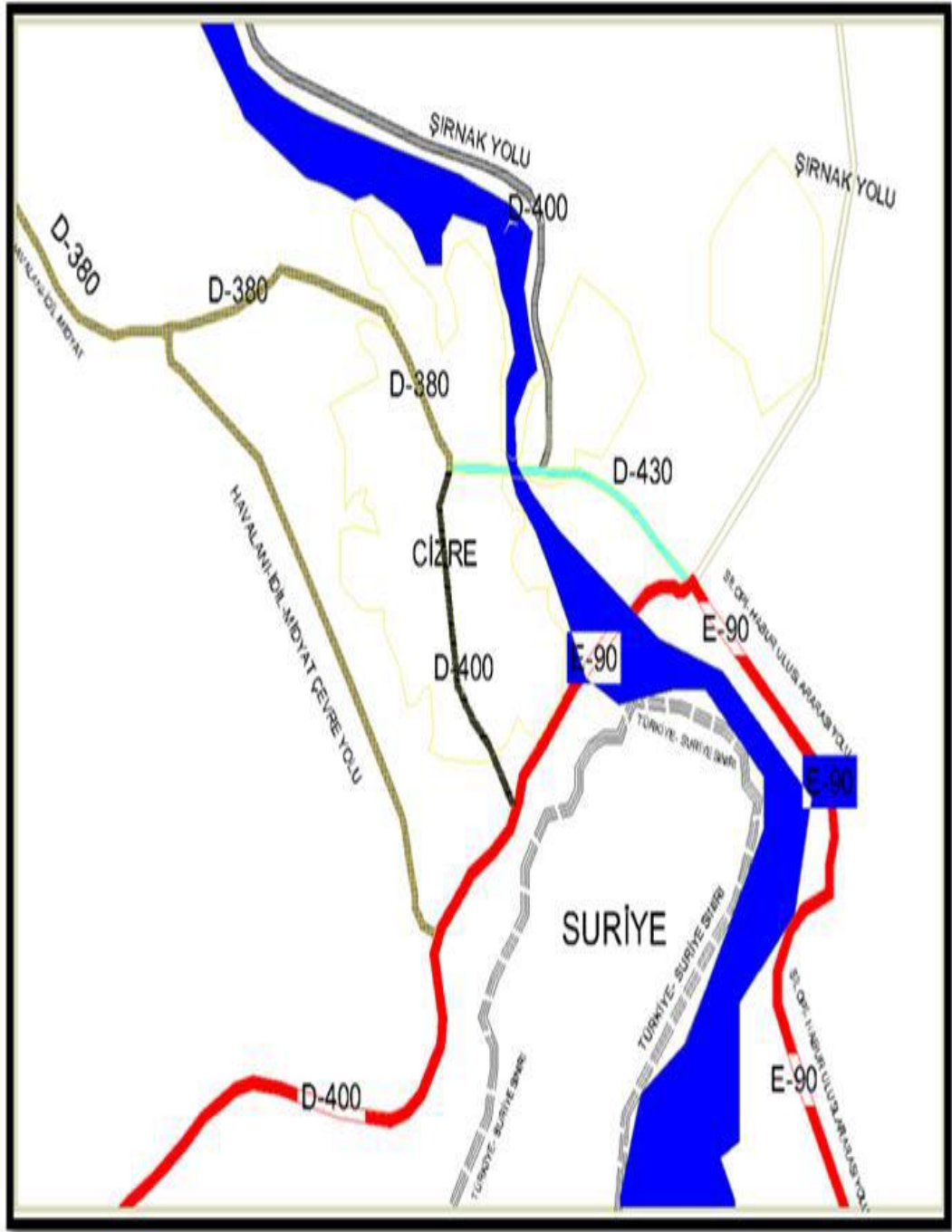
Cizre'nin tarihi dokusu ve planlama çalışmaları ile ilgili kaynak sayısı sınırlıdır. Yerleşmenin fiziksel gelişimi ile ilgili bazı veriler, bölgede yaşayan yerel halk ile konuşularak ve detaylı gözlemler sonucunda elde edilmeye çalışılmıştır.

Cizre, nehirden kaynaklı alüvyonlu yapıda olan ovanın batısında ve doğusunda bulunan düzlükte kurulmuştur. Dicle Nehri'nin varlığı, iklimin yumuşaklığı bölgeyi yerleşim için uygun kılmış ve birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır (Tan, 2019). Cizre, Dicle Nehri'nin batısında, deniz seviyesinden 400 metre yukarıda ve Dicle Nehri'nin sınırlarımızdan Suriye'ye aktığı alanın hemen yakınında kurulmuştur. Cizre'nin batısında İdil, doğusunda Silopi ilçeleri bulunmaktadır. Cizre'yi kuzeyinde Şırnak ili, kuzeybatısında Eruh ilçesi ile güneyinde Suriye, kuzeydoğu yönünde Cudi Dağı, kuzeyinde Dera Dağı, kuzeybatıda Dera Dağı çevirmekte; batıda Akdağ Ovası ve güneyde Cizre Ovası bulunmaktadır. 460 km²'lik bir alanda kurulu olan Cizre yerleşimi 42.11 boylam ve 37.19 enlemleri arasında bulunur (Tan, 2019).



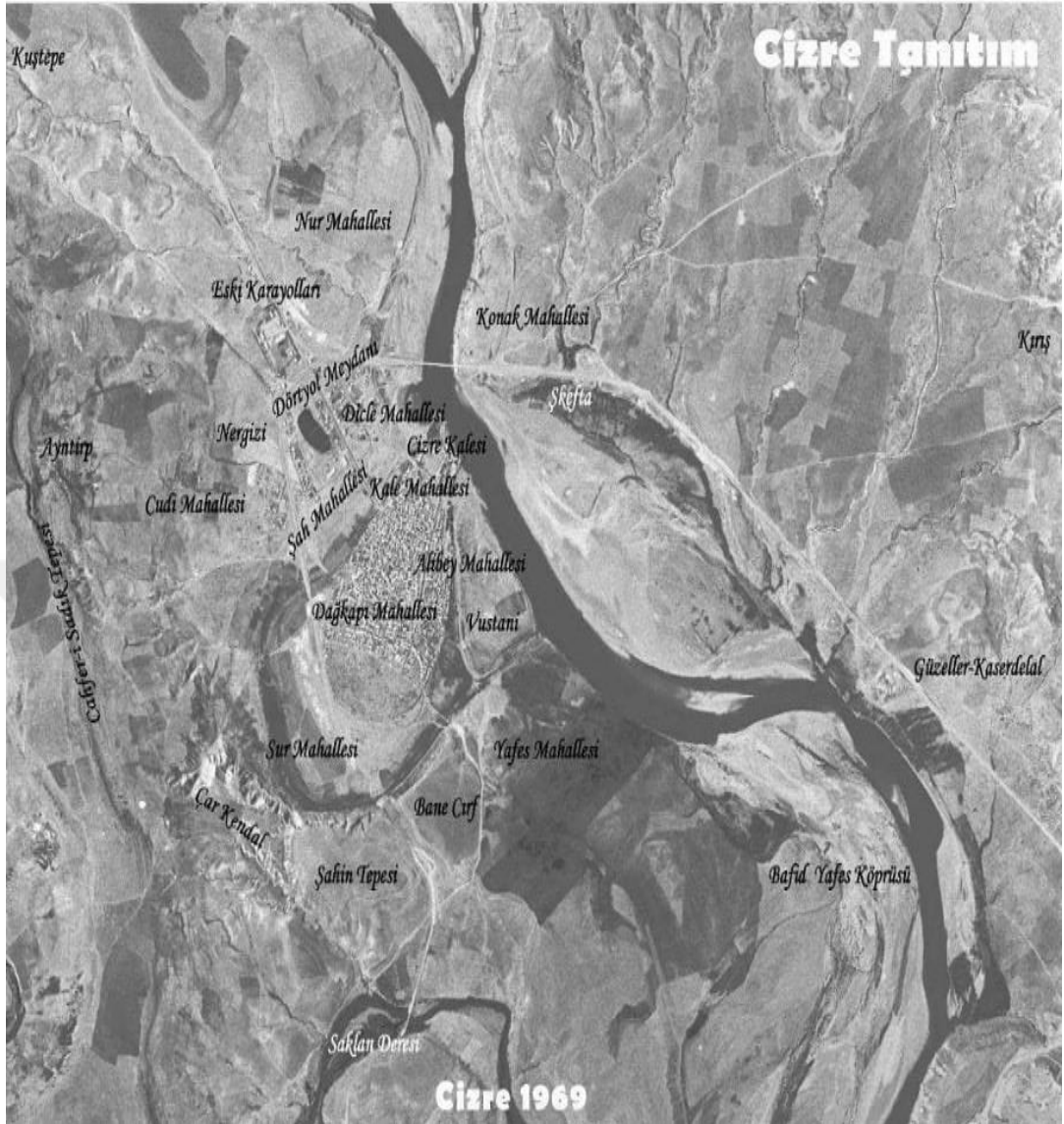
Şekil 4.1 Cizre kentinin bulunduğu idari alan

Kızıltepe-Nusaybin-Cizre-Silopi güzergâhından geçip Habur Sınır Kapısı'ndan Kuzey Irak'a ulaşımın sağlandığı uluslararası yol, 2013 yılına kadar Cizre istikametinde şehir merkezinden geçmekteydi. Cizre'nin gelişmesinde etkili olan bu durum bölgenin trafik yükünü artırmış ve ticaret alanları ile yoğunlaşmasını ve kentleşmesini hızlandıran bir etki olmuştur. 2013 yılında yeni köprü inşa edilerek şehrin dışından geçecek şekilde çevre yolu oluşturulmuş ve şehir merkezinden geçen uluslararası yol yeni yapılan çevre yolu ile birleştirilmiştir. Bu durumun sonucunda Cizre şehir merkezinden geçen uluslararası yol güzergâhı yerleşimin dışına taşınmıştır (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Cizre Karayolu Ulaşım Haritası (Tan, 2019)

Cizre bulunduğu konum itibariyle Kuzey Mezopotamya ile Anadolu arasında bir köprü görevi görmüştür. Önemli ticaret yolları üzerinde bulunuyor olması ve Dicle Nehri'nden de ulaşım ve ticaret faaliyetlerinin gerçekleştiriliyor olması Cizre'yi özellikli kılmıştır (Tan, 2019).



Şekil 4.3 Eski Cizre Mahalleleri ve Dicle Nehri'nin akış yönü (Cizre Tanıtım, 2021)

Yaşın (2011), Baharat ve İpekyolu'nun İlkçağlardan itibaren Cizre'den geçmekte olduğunu Hindistan-Bağdat-Musul-Cizre-Nusaybin-Anadolu güzergâhı üzerinden malların götürüldüğünü, ayrıca Dicle Nehri üzerinden ise su yolları kullanılarak Diyarbakır'dan Cizre'ye Cizre'den Musul, Bağdat ve Basra'ya seferler düzenlendiğini, ticaret ve taşımacılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiğini belirtmiştir. Cizre'nin eski fotoğrafları incelendiğinde Dicle Nehri'nin güzergâhının dışında bir kol yaptığı görülmüştür. Bu kolun fotoğrafta da görüldüğü gibi model yapı olarak seçtiğimiz Birca Belek'in yıkık olan cephesinin önünden geçmektedir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).



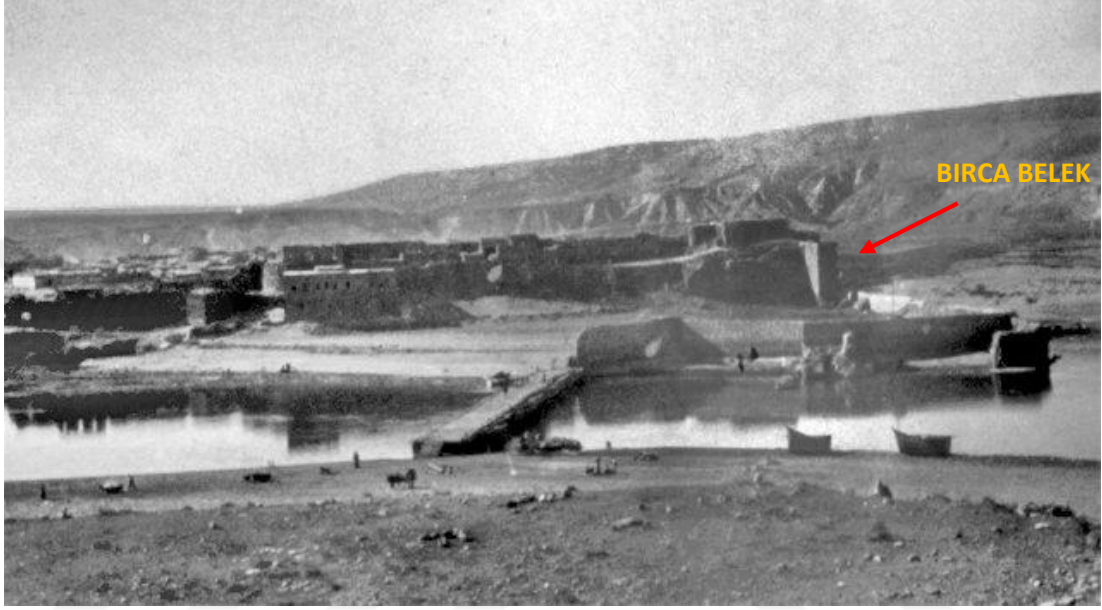
Şekil 4.4 1938 de Fransız bir pilot tarafından çekilen Cizre'nin fotoğrafı (Gertrude Bell Arşivi, Newcastle Üniversitesi)

Fotoğraftan da görüldüğü üzere Cizre'ye ait tüm yerleşimin Cizre Surları içerisinde kalmaktadır. Nehrin tam kenarında kurulmuş Cizre Kalesi ve ardından nehre ters yönde genişleyerek yerleşimi içine alan Cizre Surları fotoğrafta net görülmektedir. Bu kadar korunaklı olması Cizre'nin tarihte konumundan dolayı önemli olduğunu gösterir. Bunun yanı sıra eski fotoğraflarda dahi kalesinin yıpranmış görüntüsü yerleşimin çok eski tarihlere dayandığının desteklemektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Dicle Nehri kenarında kayık(kelek) kullanımı ve Cizre Kalesi (Cizre Tanıtım, 2021)

Cizre’de geçmiş tarihinden bugüne kadar birçok köprü yapılmıştır. Fakat bunların çoğu geçici nitelikleri olan köprülerdir. Günümüze kadar ulaşmış olan ve hala kullanımı aktif olan Cizre Köprüsü bulunmaktadır. Bunun yanı sıra günümüze sadece kalıntıları kalan bir köprü daha olduğu görülmektedir. Fakat kalıntısı bile kalmamış köprülerin olduğu eski fotoğraflardan ve Cizre’ye seyahat eden gezginlerin kaynaklarından görülmüştür (Şekil 4.6, Şekil 4.7).



Şekil 4.6 XX. yüzyılın başında Cizre’yi gösteren bir fotoğraf ,Cizre’de yapılan ve günümüze ulaşmamış olan geçici bir köprü (İÜ Ktp., Albüm, nr. 90478)

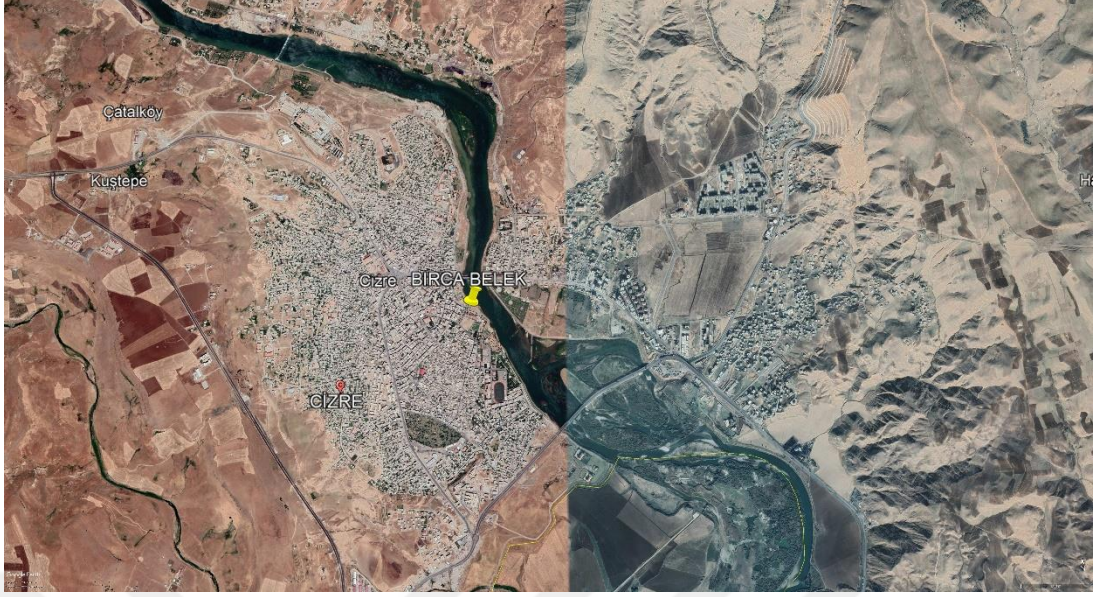


Şekil 4.7 1900’lü yıllarda çekilmiş Birca Belek görünümü (Gertrude Bell Arşivi, Newcastle Üniversitesi)

Şekil 4.8 da Birca Belek'te daha önceki bölümde günümüz fotoğraflarında kapatılmış halde rastladığımız kapı şeklindeki oyugun bu eski fotoğrafta kapalı olmadığı görülmektedir. Yukarıda verdiğimiz diğer eski fotoğraflardan yola çıkarak nehrin Birca Belek'in yıkık olan tarafından yani şekil 4.8'a göre arka tarafından geçtiği düşünülmüştür. Bu düşünceye dayanarak bu oyugun nehir tarafından kale girişi amacıyla veya kale içinden nehrin gözetiminin sağlanması amacıyla yapıldığı düşünülebilir.



Şekil 4.8 Birca Belek 1900'lü yıllardan bir fotoğraf (Gertrude Bell Arşivi, Newcastle Üniversitesi)



Şekil 4.9 Cizre günümüzdeki googleearth görüntüsü

Cizre ilçesi eski fotoğraflarından da görüldüğü gibi önceleri etrafı nehirle çevrili bir ada görünümünde olduğu görülmüştür. Fakat günümüzde nehirden ayrılan kolların yok olmuş ve sadece ilçenin önünden nehrin geçişi olmaktadır. Şu an ki haliyle Cizre şehri üç etrafı dağlarla çevrili bir ova görünümündedir. Etrafının dağlarla çevrili olması ve nehirden yükseklik seviyesinin çok olmaması sebebiyle kışları ılık yazları ise sıcak-kurak bir iklim geçirmektedir.

Cizre'den kuzeybatı yönünde ilerledikçe kireç taşının, güneybatı yönünde ilerledikçe ise bazaltın yoğun bir artış göstermektedir. Buna ve yapılan yerel halk araştırmalarına dayanarak olası ocaklar seçilmiştir.

MTA'nın Cizre N48 Paftası raporunda Cizre'nin jeolojik durumu incelenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, Cizre ve çevresinde yer alan Cizre-N48 paftasının kapsadığı alanda, Güneydoğu Anadolu otoktonuna ait Mesozoyik-Kuvaterner yaşlı sedimanter kayalar yüzeylenir. Bölgede en altta, Cudi grubunun üst kesimini oluşturan ve Orta Jura-Erken Kretase yaşlı karbonatlardan oluşan Latdağı formasyonu yer alır. Latdağı formasyonunun üzerinde uyumsuz olarak, genelde karbonatlardan oluşan, Apsiyen-Erken Santoniyen yaşlı Mardin grubu bulunur. Çalışma alanında Mardin grubuna ait Senimaniyen yaşlı neritik kireç taşlarından oluşan Derdere formasyonu yer yer ayırtlanmıştır. Mardin grubunun üzerinde de yine uyumsuz olarak Adıyaman grubu (Kampaniyen) bulunur. Bölgede, Adıyaman grubuna ait Kampaniyen yaşlı kireç taşı, şeyl, marn vb. kaya türlerinden oluşan Ortabağ formasyonu ile Geç Kampaniyen yaşlı killi kireçtaşları ile temsil edilen Sayındere formasyonu yer yer ayıklanmıştır.

Sayındere formasyonu üzerinde uyumlu olarak Geç Kampaniye -Erken Maastrichtiyen yaşı marnlardan oluşan Bozova formasyonu, Bozova formasyonu üzerinde ise uyumlu olarak Orta Maastrichtiyen yaşı killi kireçtaşlarından oluşan Üçkiraz formasyonu izlenir. Üçkiraz formasyonu üzerinde uyumlu olarak Orta-Geç Maastrichtiyen-Paleosen yaşı şeyl, marn, kumtaşı ve silt taşlarından oluşan Germav formasyonu yer alır. Germav formasyonu üzerinde ise uyumsuz olarak, Eosen yaşı karbonatlardan oluşan Midyat grubu, bunlarında üzerinde uyumsuz olarak Orta-Geç Miyosen yaşı kırıntılı kayalardan oluşan Şelmo formasyonu yer alır (MTA,2007).

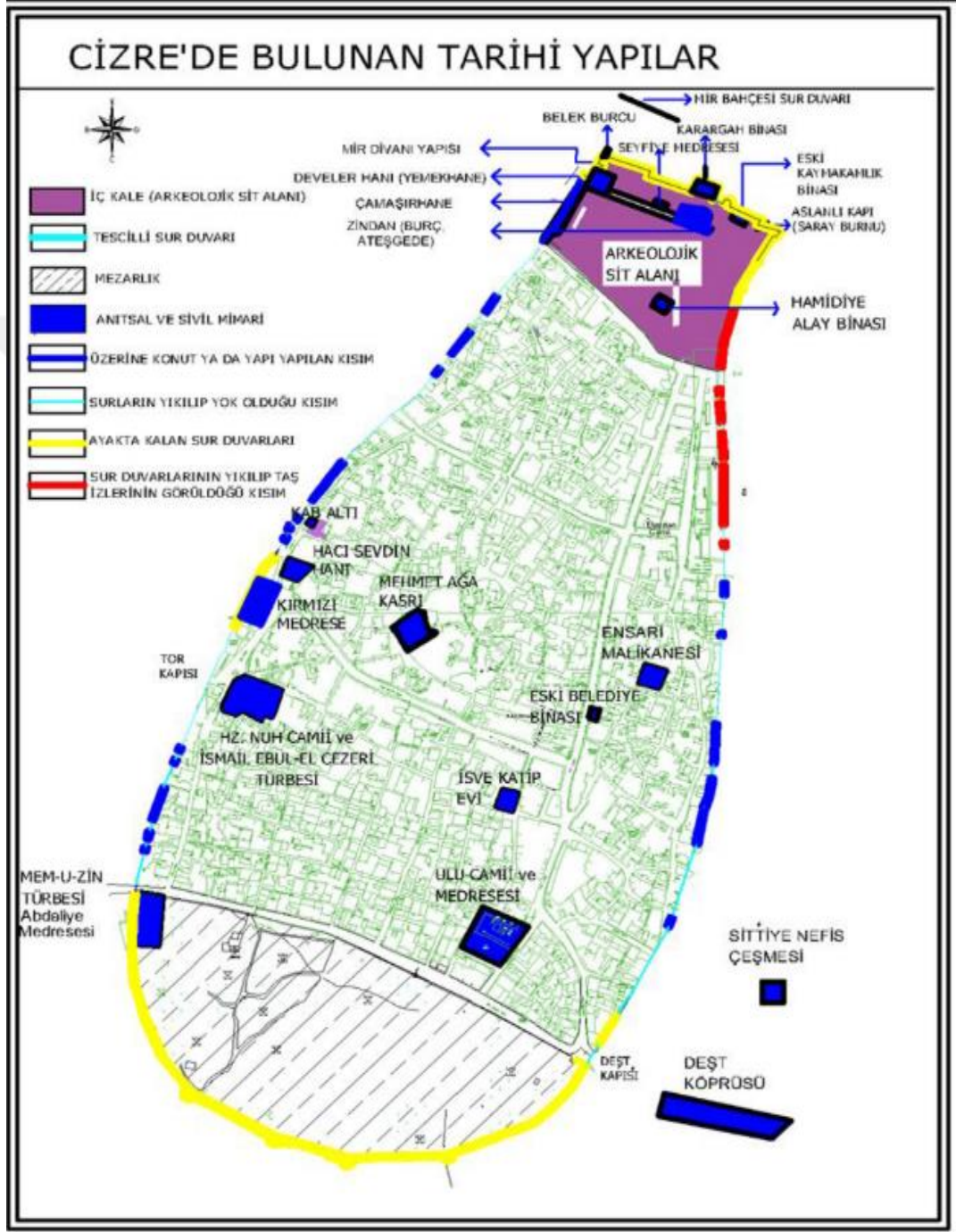
Güneydoğu Anadolu otoktonunun bu kaya birimleri üzerinde Pliyo-Kuvaterner yaşı kırıntılardan oluşan Lahta formasyonu, Lahta formasyonu üzerinde de kuvaterner yaşı, bazaltlar, alüvyonlar, alüvyon yelpazeleri ve eski akarsu çökelleri izlenir (MTA, 2007).

Cizre-N48 paftasında, kuzey-güney doğrultuda gelişmiş sıkışma rejimine bağlı olarak yaklaşık doğu-batı eksen gidişli antiklin ve senklinler ve güneye doğru bindirmeler gelişmiştir (MTA, 2007).

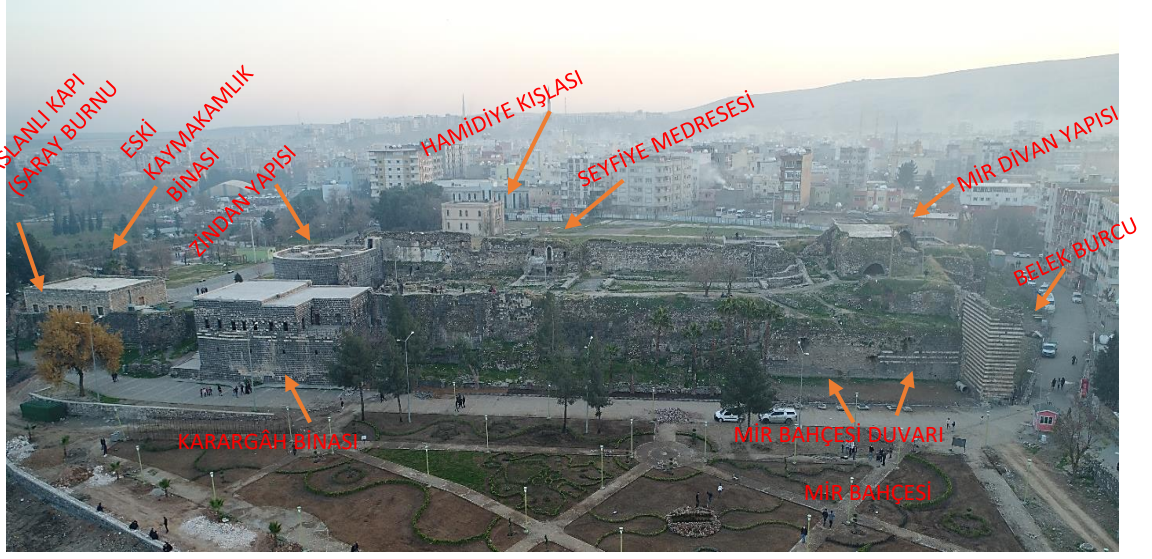
Suriye-Irak sınırında yer alan Cizre-N48 paftasında, Güneydoğu Anadolu Otoktonuna ait Mesozoyik-Kuvaterner aralığında gelişmiş kaya birimleri yüzeylenir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde, 1950’li yılların ortalarına kadar MTA Genel Müdürlüğü tarafından jeolojik araştırmalar yapılmıştır. 1950’li yılların ortalarından başlayarak günümüze kadar TPAO Genel Müdürlüğü tarafından ayrıntılı olarak çalışılan bölge, Amoseas, Shell, Mobil, Golf Oil gibi birçok yabancı petrol şirketleri tarafından da çalışılmıştır (MTA, 2007).

4.2.1 Cizre ilçesinde bulunan tarihi yapılar

Cizre’de yerel malzemenin kullanıldığı birçok tarihi yapı bulunmaktadır. Bu tarihi yapıların çoğu tescillidir. Bölgede yapılan teknik bir gezi sonucunda tarihi yapılar Şekil 4.10 ve 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.10 Cizre Tarihi Yapılar Haritası (Tan, 2019)



Şekil 4.11 Cizre Kalesi ve Tarihi Yapıları

4.2.1.1 Cizre Kalesi

İç kale yapısının Develer Hanı, Zindan, Hamidiye Kışlası, Karargâh Binası yapılarının restorasyon çalışmalarının tamamlanmış olduğu görülmüştür. İç kaleyi oluşturan Sur duvarlarının ve diğer restore edilmeyen yapılarının çok fazla tahribata uğradığı ve bu çalışmaya yeteri kadar veri sağlamadığı sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Cizre Kalesi

4.2.1.2 Ulu Cami

Ulu Cami tarih boyunca birçok kez restorasyon geçirmiş ve yakın tarihte de restore edilmiştir. İlk yapıldığı zamanki kullanım amacı kilise olduğundan ve şu an cami olarak anıldığından dolayı da bazı plansal değişikliklere uğramıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Cizre Ulu Camii

Yapılan gözlemler sonucunda bu yapının da çalışmaya uygun olmadığı görülmüştür.

4.2.1.3 Abdaliye Medresesi ve Memuzin Türbesi

Abdaliye Medresesi ve Memuzin Türbesi yakın tarihte restore edilmiştir. Fakat tekrar yapı için restorasyon projesi hazırlandığı bilinmektedir. Bu yapımızda çalışmamıza uygun değildir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Abdaliye Medresesi

4.2.1.4 Cizre Surları

Cizre Surları çok fazla tahribatı uğramış ve Cizre terminal bölgesinde bulunan surlar dışında restore edilmiş bir bölümü bulunmamaktadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Cizre Surları

Yapılan gözlemler sonucunda Cizre Surları'nın çok fazla tahribatı uğradığı için çalışmaya uygun olmadığı görülmüştür.

4.2.1.5 Mehmet Ağa Kasrı

Bu yapıımızda restorasyon çalışmaları tamamlanmış olup şu an da Cizre Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü, Dengbejler Evi ve Melaye Ciziri Kütüphanesi olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.16).

Bu yapıda daha önce restore edildiği için çalışmasına uygun görülmemiştir.



Şekil 4.16 Mehmet Ağa Kasrı

4.2.1.6 Birca Belek

Birca Belek'in sıralı kireç taşı-bazalt yapıya sahiptir. Daha önce restorasyona uğramamıştır. Yapılan gözlemler sonucunda Birca Belek'in çok fazla tahribata uğramadığı ve yapısında barındırdığı kireç taşı-bazalt birlikteliğinde bu çalışmaya uygun olabileceği düşünülmüştür (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Birca Belek güneye bakan cephesi

4.3 Çalışma Sahasından Elde Edilen Bulgular

4.3.1 Birca Belek tarihçesi

Birca Belek, Cizre Surlarının kuzeybatı köşesinde Dicle Nehri'ne hâkim bir noktada, dikdörtgen prizma gibi bir sıra beyaz (kireç taşı), bir sıra siyah (bazalt) taş ile inşa edilen bir duvardır. Güney yönünde surlara bağlı, kuzey-güney doğrultuda tek başına müstakil bir abidedir.

Dikdörtgen geometri ile eşit sıralı beyaz ve siyah kesme taş ile örülü temasından, dolayı Kürtçe de bu manaya gelen Belek, Balak veya Arapça (Eblêq) adı ile anılmaktadır.

İç kalenin kuzey kısmında bulunan ve kullanılan malzemelerin alması şekilli olmasından dolayı yerel dilde “Birca Belek” olarak adlandırdıkları burcun yapılış tarihi kesin olarak bilinmemekle beraber bazı görüşler bulunmaktadır. Saban'a (2013)'a göre, Cizre emiri Şeref b. Muhammed b. Han Abdal tarafından miladi 1596

yılında (16.yy.) inşa edilmiş olup Dicle nehri kıyısı üzerinde ve Cizre Kalesi'ne bitişiktir. Tüzün (2014) ise, Birca Belek'in yapımının XVI. yüzyıldan çok daha eski bir zamana denk geldiğini ifade etmektedir.

İngiliz gezgin ve araştırmacı Lowtian Bell, mevcut Cizre Şehir Surları ve Kale yapısının aynı zamanı yansıtan Selçuklu yapıları tarzında inşa edilmiş olabileceğini yorumlamıştır. İngiliz arkeoloji kaynakları bu görüşü desteklemektedir. Bu otoritelere göre volkanik kayaların mevcut olduğu yerlerde 'Birca Belek' tarzındaki yapılar Selçuklu Rönesansı'nda popülerdir (Tüzün, 2016).

Birca Belek'in yapımını XVI. yüzyıldan çok daha eski bir zamana taşımaktadır. Bu sonuca ulaşılmasının çok önemli diğer bir kanıtı ise, kuzey duvarının temel yapısının Birca Belek'in devamı ve tamamıyetini sağlayan nitelikte olmasıdır. Kalenin kuzey cephesini teşkil eden duvarın tamamında, Birca Belek ile temelden itibaren iki sıra siyah bir sıra beyaz taş ile inşa bir bütünlük mevcuttur. Preusser ve diğerlerinin eski resimleri incelendiğinde duvarda siyah ve beyaz taş çizgilerinin Birca Belek'in en yüksek seviyelerine yakın, aynı özellikte devam ettikleri gözlenir. Tespitler bundan daha fazlasını vermektedir. Çünkü Birca Belek'in siyah-beyaz taşları ikişerli-üçerli sıra halinde saray surlarının devamı olan eski adliye binasının mahzen (temel) katı duvarlarında devam etmektedir. Bu ise Birca Belek'in yapılışını Cizre Kalesi ile yaşıt bir çizgiye taşımaktadır (Tüzün, 2016).

Bazı kısımlarının yıkık olduğu bu burcun, günümüzü kadar ulaşmış, ayakta kalan kısımları bulunmaktadır.

4.3.2 Yapının müdahale/restorasyon görme durumu

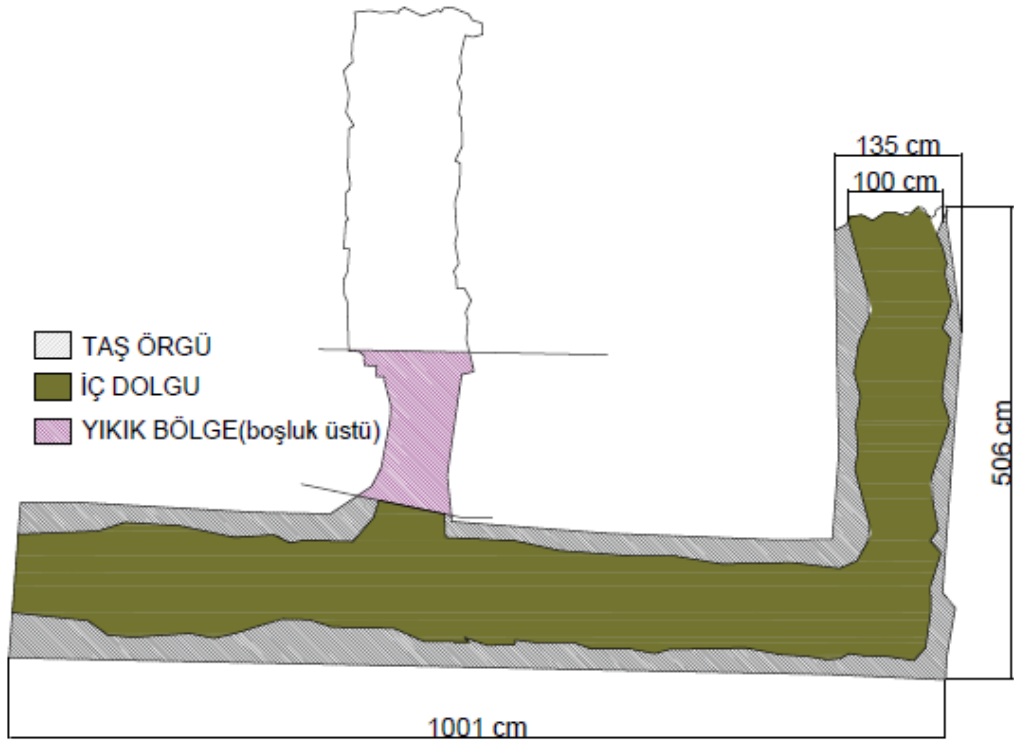
14.05.2010 tarih ve 3175 nolu karar ile tescillenmiştir. 3R projesi bulunmayıp restorasyonu yapılmamıştır. Tez ekinde bu kararın bir kopyası eklenmiştir.

4.3.3 Birca Belek plan ve ölçüleri

Belek Burcu kireç taşı-bazalt karışımı büyüğü güneye küçüğü de kuzeye bakan iki cepheye sahiptir. İç cephesinde normal bazalt taşları kullanılmıştır. Duvar kalınlığı en kalın olan bölgeden ± 185 cm, en ince olan bölgeden de 134,92 cm olduğu ve iç dolgu kalınlığı ise en kalın yerden yapılan ölçüm sonucunda 115 cm, en ince bölgeden ise 100,42 cm olduğu görülmüştür. Mevcut dolgu zeminden yüksekliği yaklaşık $\pm 14,19$ m kadardır. Mevcut dolgu zeminden 45 sıra taş örülmüştür. En uzun duvarının uzunluğu ± 10 m, kısa duvarının uzunluğu ise ± 5 m olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.18, Şekil 4.19).



Şekil 4.18 Birca Belek üstten görünüşü



Şekil 4.19 Birca Belek plan görünümü

Yukarıdaki görünüş yapıya ait drone ile yapılan çekimler kullanılarak çizilip ölçeklendirilmiştir.

Yapının içinde bulunan ara duvarda kapı boşluğuna benzer 90x280 cm boyutunda boşluk bulunmaktadır. Fakat bu boşluğun üst kısmı yukarıdaki görünüşte mor tarama ile gösterilen kısım yıkılmıştır. Ayrıca uzun cephede nedeni bilinmeyen bir kapıya benzetilebilecek bir oyuk bulunmaktadır. 20. Yüzyılın başlarında çekilen fotoğraflarda bu oyuk kapatılmamış haliyle var olduğu görülmüştür. Bu fotoğraflardan da yola çıkarak bu oyuğun kısa cephenin de eskiden suya baktığı düşünülürse nehir ile kale arasında bir geçiş sağladığı çıkarımında bulunabiliriz (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Birca Belek güney cephesinde bulunan oyuk

4.3.4 Birca Belek'te kullanılan yapı malzemesinin özellikleri

Yapıya ait yerinde alına ölçümlerde kireçtaşı ve bazalt taşının boyutlarında herhangi bir örüntü olmadığı her sıradaki taşların aynı yükseklikte olmasına özen göstererek yaklaşık olarak yükseklikleri 26-35 cm aralığında değişkenlik göstermektedir. Fakat kireç taşlarının genel olarak yüksekliklerinin daha az olduğu görülmüştür (Şekil 4.21).

Ölçülen referans taşların boyutları:



Uzunluk: 27 cm;
genişlik: 52 cm;
yükseklik: 28 cm

Şekil 4.21 Birca Belek yapısında referans alınan taş birimin konumu

Duvar örülmesinde dikey derz aralıklarının çakışmamasına özen gösterilmiş ve kesme taşlar arasında harç kullanılarak duvar örülmüştür. Fakat kullanılan bu harç çok ince bir tabaka halinde kullanıldığı ve zamanla tahribata uğradığı için çok fazla fark edilmemektedir.

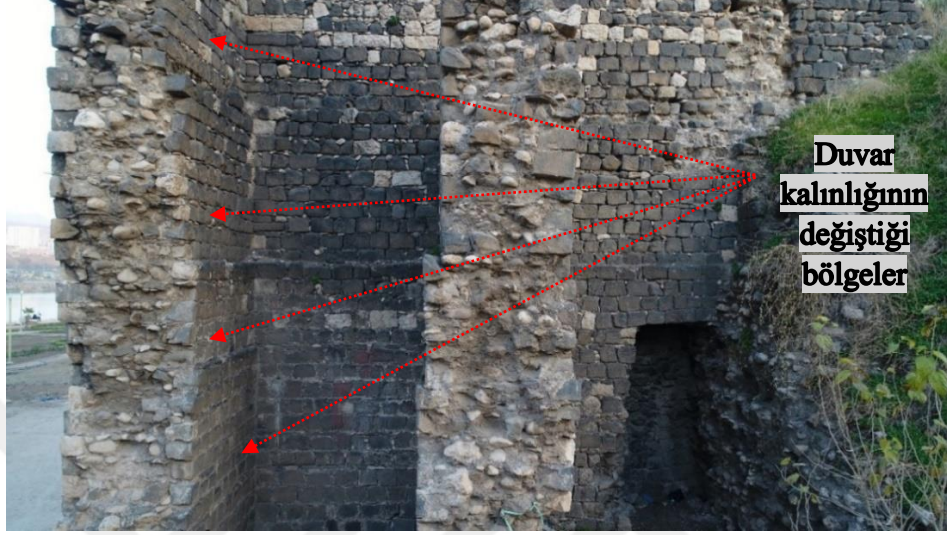
Yapının temeli herhangi bir noktadan görülememiştir. Görünen kısımlar fotoğraflanmıştır. Fakat dışarıdan görülen çıkıntılar ve buraya yakın yapılarda yapılan restorasyon çalışmalarından elde edilen bilgilere göre temel yapısının payandalı sisteme benzer aşamalı daralan şeklinde yapılmış olabileceği öngörülmektedir.

Zeminden 4 sıra bazalt taşından sonra kireç taşı örümüne başlanmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Temel üstten görünümü

Yapının temelinde öngördüğümüz sistemi destekler nitelikte olan bir başka bilgi de duvar yüksekliği boyunca karşımıza çıkan duvar kalınlığındaki daralmalardır. Yapının bu kısmındaki tüm duvarlarda bu daralmalar mevcuttur (Şekil 4.23, Şekil 4.24).



Şekil 4.23 Birca Belek iç kısım duvar yaprağında duvar kalınlığında yapılan daralmalar alt kısım



Şekil 4.24 Birca Belek iç kısım duvar yaprağında duvar kalınlığında yapılan daralmalar üst kısım

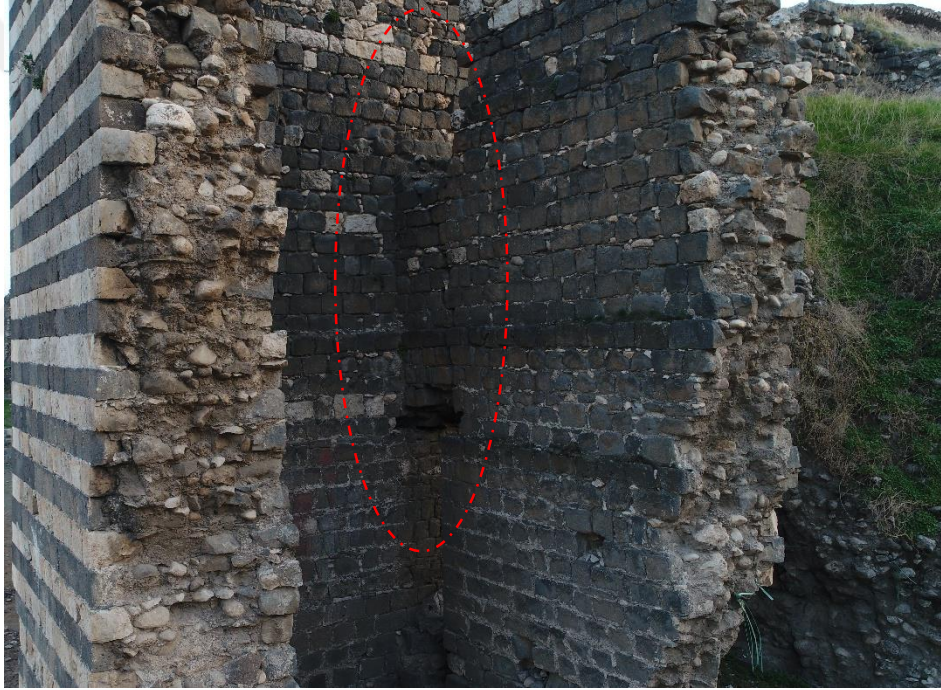
Duvar bölgelerindeki inceleme sırası aşağıdaki gibidir.

14 sıra taş örgüden sonra zemin kotu üstü ilk daralma, 5 sıra sonra ikinci daralma ve 9 sıra taş örgü sonrasında son daralma bölgesi bulunmaktadır.

Cizre ilçesinde bulunan tarihi yapılarda kullanılan taşların nereden temin edildiği bilinmemektedir. Yapılan saha araştırmaları neticesinde de herhangi bir antik ocak

izlerine rastlanmamıştır. Bu yüzden olası taş ocakları araştırılmaya başlanmıştır. Bu araştırmada yerel halktan ve Cizre ile ilgili yayınlanan kaynaklardan yararlanılmıştır. Seçilen kireç taşı ocaklarından kireç taşı, bazalt ocaklarından da hem gözenekli hem de gözeneksiz örnekler alınmıştır.

Birca Belek yaklaşık 500 yıllık tarihi süreci içerisinde birçok zemin hareketleri sonucunda oluşan zemin büyütmelerine, deprem vb. olaylar sonucunda meydana gelen büyük titreşimlere maruz kalmıştır. Birca Belek yapılışı gereği bir uçtan kaleye bağlı, diğer uçtan ise serbest olacak şekilde inşa edilmiştir. Tarihi süreç içerisinde meydana gelen bir titreşim sonucunda (şiddeti büyük bir deprem gibi) serbest uçtan kaynaklı bir dönmeye maruz kalmasından dolayı Birca Belek'te günümüzde rastladığımız büyük çatlağın oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Birca Belek meydana gelen büyük çatlak görünümü

4.3.5 Cizre'de bulunan olası bazalt ocakları

İkinci olarak incelenmek üzere ziyaret edilen bölge Cizre-İdil yolu olmuştur. Bu bölgede yapılan inceleme sonucunda yoğun olarak bazalt malzemesine rastlanmıştır. Bölgede hem masif hem de veziküler tipte bazalta rastlanmıştır. Günümüzde inşa edilen taş yapıların malzemelerinin bu bölgelerden temin edildiği bilindiği için bu bölgeden numune alınmasına karar verilmiştir. Bölgenin bazalt malzemesinin genel olarak aynı tipte ne şekillerde olduğu için bazalt malzemesi için tek lokasyon yeterli görülmüştür (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28).



Şekil 4.26 Bazalt numunesi lokasyonu



Şekil 4.27 Cizre-İdil yolu Bazalt Malzemesi



Şekil 4.28 İdil-Cizre yolu masif bazalt ve veziküler bazalt numuneler

4.3.5.1 Cizre’de bulunan olası bazalt ocaklarının konumu

Olası bazalt ocağı ile Birca Belek yapısı arasında $\pm 16,32$ kilometre mesafe ölçülmüştür. Bu mesafede sadece karayolu dahil net uzaklığıdır. Konum olarak $37^{\circ}21'46.70''K$ enlem $42^{\circ}0'47.25''D$ boylamında bulunmaktadır. Bazalt lokasyonunun olduğu bölge Cizre-İdil yolu üzerinde bulunmaktadır. Konum olarak havaalanına yakındır. Bu bölge Birca Belek’in konumuna göre Dicle Nehri’ne kuzeybatı yönünde kaldığı ve ulaşımın karayoluyla yapıldığı düşüncesiyle seçilmiştir. Ayrıca yerel halk bazalt taşı ihtiyacını bu bölgeden sağlamaktadır. Tüm bu bilgilerden yola çıkarak bu bölgeden taze bazalt numunesi alınmasına karar verilmiştir. Birca Belek ile bazalt lokasyonu arasında kara yolu mesafesi ölçüldüğünde yaklaşık $\pm 17,90$ kilometredir.

4.3.6 Cizre’de bulunan olası kireç taşı ocakları

Belirlenen olası kireç taşı ocağı 1. lokasyon olan Finik Harabelerinde yapılan araştırma sonucunda konum olarak Dicle Nehri’nin kenarında olan bir bölgedir. Bölgede de Finik Kale’si ve Finik Surları’nın kalıntıları bulunuyordu. Bölgede çok sayıda tarihi eser kalıntısına rastlanmıştır. Bölgede mağara ev ve taş ev kalıntılarına rastlanmıştır (Şekil 4.29, Şekil 4.30). Kalıntılarda yapılan inceleme sonucunda kullanılan malzemesin kireç taşı olduğu görülmüştür. Bölgede kireç taşının da mevcut olduğu görüldüğü için bu bölgeden 1. lokasyon kireçtaşı numuneleri alınması kararlaştırılmıştır. Ayrıca Dicle Nehri’nin yanında olmasından dolayı malzemenin nehir vasıtasıyla taşındığı tahmin edilmektedir (Şekil 4.31).



Şekil 4.29 Numune alınan 1.lokasyon Finik Harabeleri



Şekil 4.30 Finik Kalesi



Şekil 4.31 1.loksyon kireç taşı olası ocak konumu

Belirlenen olası kireç taşı ocağı 2. lokasyon olan Çiyaye Spi 'de yapılan araştırma sonucunda konum olarak Birca Belek'e karayolundan ulaşım sağlanan bir bölgedir. Bölge yörenin mevcut kireç taşı ihtiyacı açısından şuan kullanıldığı için 2. lokasyon kireç taşı bölgesi olarak seçilmiştir. Bölgede kireç taşının da mevcut olduğu görüldüğü için bu bölgeden 2. lokasyon kireç taşı numuneleri alınması kararlaştırılmıştır (Şekil 4.32 ve Şekil 4.33).



Şekil 4.32 2.Lokasyon kireçtaşı numunelerin alındığı bloklar



Şekil 4.33 2. Lokasyondan alınan taşlardan yeni yapılan bir yapı

4.3.6.1 Cizre’de bulunan olası kireç taşı ocaklarının konumu

1. lokasyon olası kireç taşı ocağı ile Birca Belek yapısı arasında 13,27 kilometre mesafe ölçülmüştür. Bu mesafede nehir ve karayolu dahil net uzaklığıdır. Konum olarak $37^{\circ}24'18.48''K$ enlem $42^{\circ}4'34.49''D$ boylamında bulunmaktadır. 1. lokasyonun olduğu bölge Çiyayê Dêra olarak anılmaktadır. Bu bölge Birca Belek’in konumuna göre Dicle Nehri’ne göre yukarıda kaldığı ve ulaşımın nehir yoluyla yapıldığı düşüncesiyle seçilmiştir. Ayrıca Birca Belek ile ilgili Cizre’de bilinen kürtçe

seslendirilen eski bir şarkı da Birca Belek'in Usta Hınna tarafından yapıldığı ve Usta Hınna'nın taşları Çiyayê Dêra'dan kestiği söylenmektedir. Tüm bu bilgilerden yola çıkarak bu bölgeden taze kireç taşı numunesi alınmasına karar verilmiştir. Bu sebeple Birca Belek ile 1.lokasyon arasında nehir yolu mesafesi ölçüldüğünde şekil 4.34 da 15,8 kilometredir. Mevcut durum için karayolu mesafesi ise 22,6 kilometredir.



Şekil 4.34 Birca Belek ile 1.lokasyon arasındaki nehir yolu mesafesi

2. lokasyon kireç taşı olası ocağı olarak seçilen Çiyayê Spî bölgesi kireç taşlarının yoğun olarak bulunduğu bir bölgedir. Mevcut yapılan çoğu taş yapıların kireç taşı ihtiyacı bu bölgeden sağlanmaktadır. Bölgede kireç taşları kendi içlerinde yapısal olarak farklılıkları göstermektedir. Bu farklılıklardan dolayı tez çalışmasında daha gerçekçi sonuçlar elde etmek amacıyla aynı bloktan numuneler alınmaya dikkat edilmiştir.

Numune alınan bölge konum olarak $37^{\circ}18'46.88''K$ enleminde ve $42^{\circ}1'43.23''D$ boylamında yer almaktadır. Bu bölge 1. lokasyon kireç taşı olası ocağımıza göre Birca Belek'e karayoluyla ulaşım sağlanan bir bölge olduğu tahmin edilmektedir. Bu olası ocak Birca Belek'e net olarak 14,70 km uzaklıktadır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35 Olası ocaklar ve Birca Belek konumlarının haritalarda gösterimi

5. BİRCA BELEK'TE MEYDANA GELEN BOZUNMALAR VE SINIFLANDIRILMASI

Bu bölümde taş malzemelerinin bozunma türleri tanıtılıp bu bozunma türlerinden model yapı Birca Belek'te karşılaşılanlar ile belirlenmiştir.

Bu amaçla uluslararası ortak dilde oluşturulan bir sözlük olan ICOMOS tarafından yayınlanan sözlükte tanımlanan bozunma türleri kullanılarak Birca Belek'te bulunan bozunma türleri sınıflandırılmış ve Autocad ortamında açıkça belirtilmiştir.

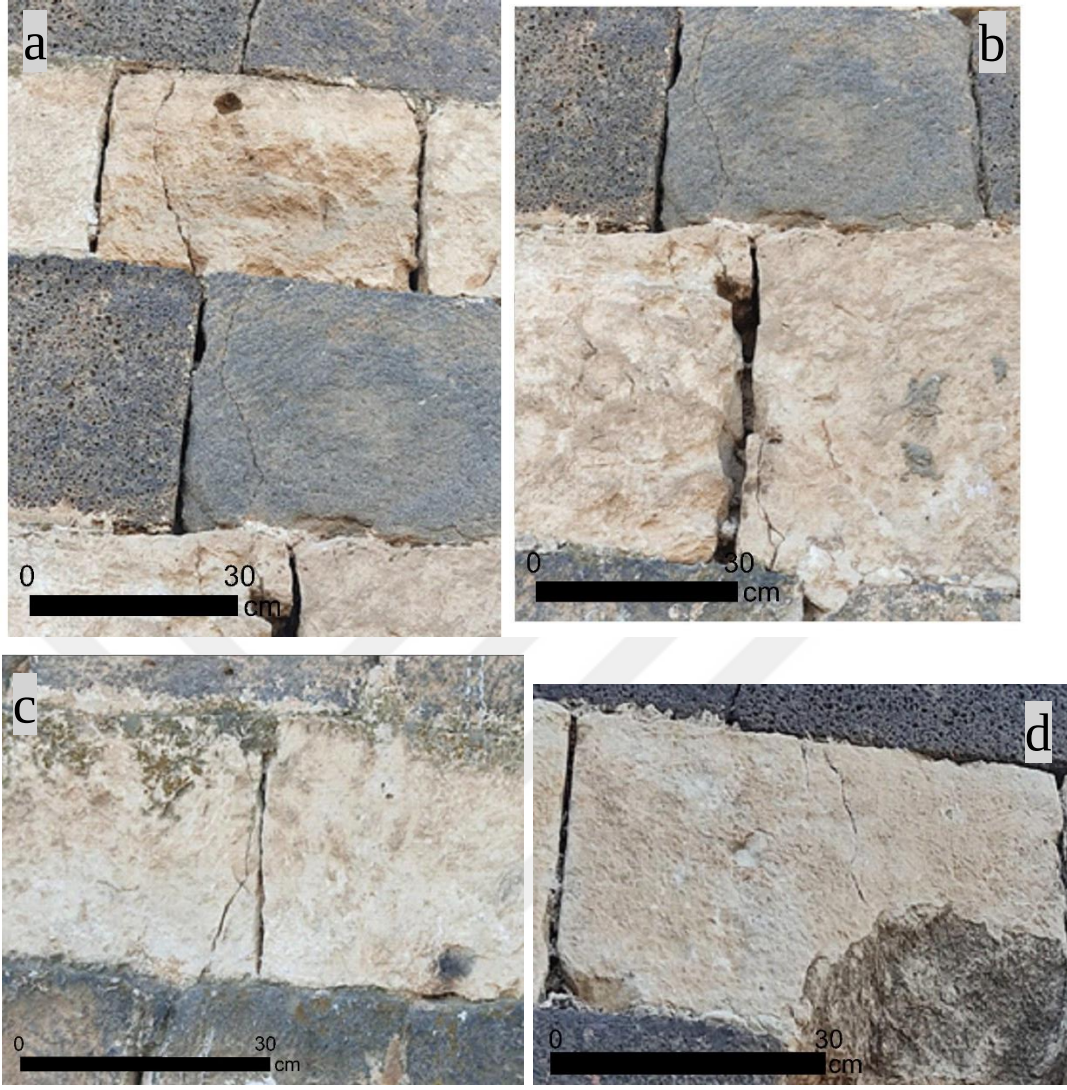
Birca Belek'te gözlenen başlıca bozunma türleri şunlardır:

- Kırık ve çatlak gelişimi
- Kopma/Ayrılma
- Malzeme kaybı
- Renk değişimi ve birikme
- Biyolojik yerleşim

5.1 Kırık ve Çatlak Gelişimi

Kırık ve çatlak gelişiminin birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu bozunma türü kayalarda zamana bağlı olarak kendiliğinden gerçekleşebildiği gibi bazıları dış müdahalelerle oluşmaktadır.

Birca Belek'te Şekil 5.1 de görülen kırık ve çatlak gelişimleri gösterilmiştir. Burada çatlakların tüm şekillerde boyuna olduğu görülmektedir. Ayrıca bazılarının da yüzey boyunca devam edip bir sonraki kayaç yüzeyine doğru uzandığını görülmüştür.

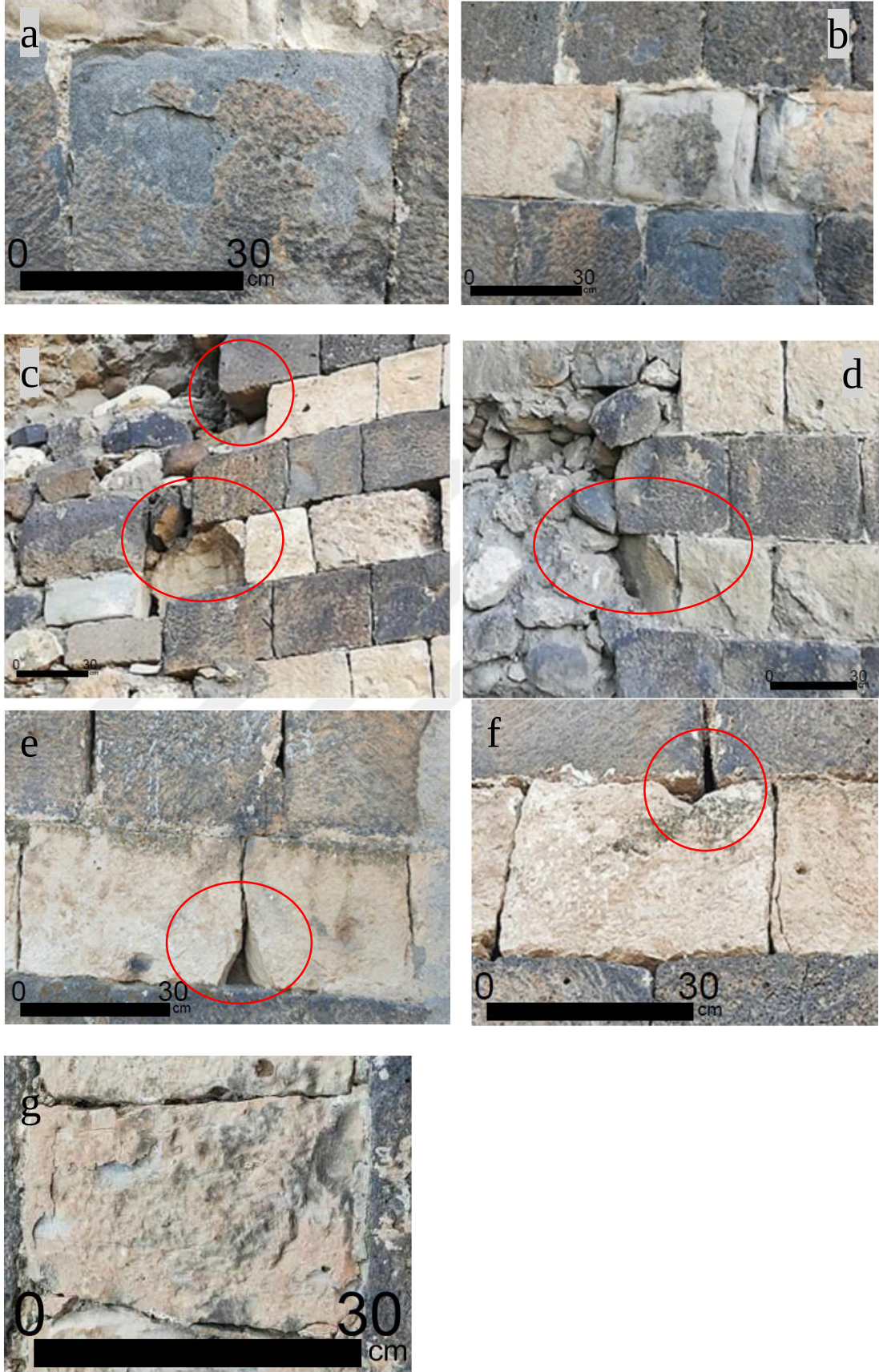


Şekil 5.1 Birca Belek'te Kırık ve Çatlak Gelişimi türünde meydana gelen bozunmalar (a, b, c) de kayaç yüzeyi boyunca devam eden çatlaklar mevcuttur; (b, d) de ise yüzey boyunca devam etmeyen yüzeyin belli noktasında kesilen çatlaklar görülmüştür.

5.2 Kopma ve Ayrılma

Kopma ve Ayrılma türündeki bozunma ICOMOS'ta çok geniş alt başlıklara yer verilmiştir. Bu bozunma türünde kayacın kopan parçasının kalınlığına, yüzeyden olan mesafesine, hangi yolla yüzeyden ayrıldığına ve ayrılma, kopma şekline göre birçok tanımlama yapılmıştır. Bunlar; kabarma, patlama, yapraklanma, dağılma, kopma, pullanmadır.

Bu bozunma türüne Birca Belek'te duvar yüzeyi boyunca geniş bir dağılımda görülmektedir. Bunlardan bazıları Şekil 5.2 de verilmiştir.



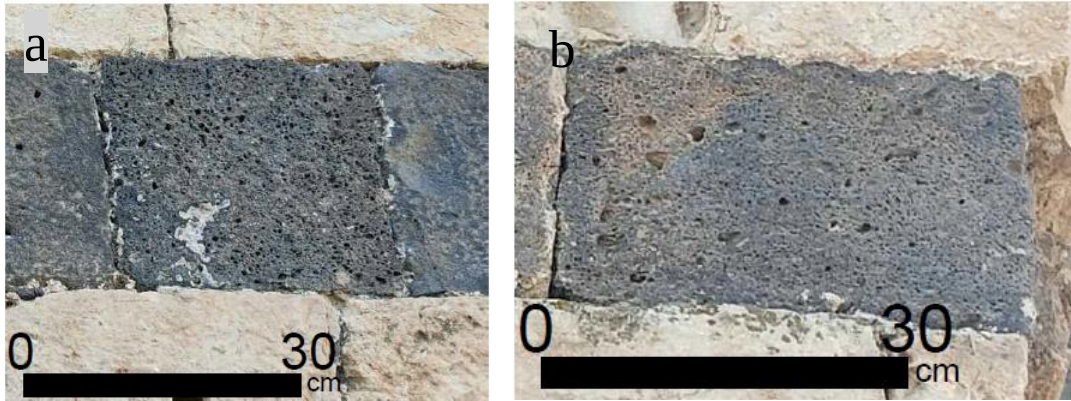
Şekil 5.2 Birca Belek'te gözlenen birtakım bozunmalar (a, b) yapının alt kısımlarında yoğunluk gösteren kavlama (scaling); (c, d) dağınık bir dağılım gösteren kopma (fragmentation), (e,f) kopma (chipping), (g) kopmanın yine bir çeşidi (flaking) görülmektedir.

Şekil 5.2 de (a ve b)'de kavlama(scaling) bozunma türünü Birca Belek'te hem kireç taşı hem de bazaltta görmekteyiz. Bu türdeki bozunma yapının alt kısmında yoğunluk göstermektedir. Bununla beraber Şekil 5.2 (c,d) de yüzeyden boyut olarak büyük bir kayba neden olan kopma türünü (fragmentation) görülmüştür. Bu türün dağılımı Birca Belek'te bulunan oyuk etrafında daha çok olduğunu görülmüştür. Bu kaybın dolayısıyla oyuktan kaynaklı bir hasar olabileceği çıkarımında bulunabiliriz. Daha küçük boyutta kopma (chipping) Şekil5.2 (e,f) de görülmüştür.

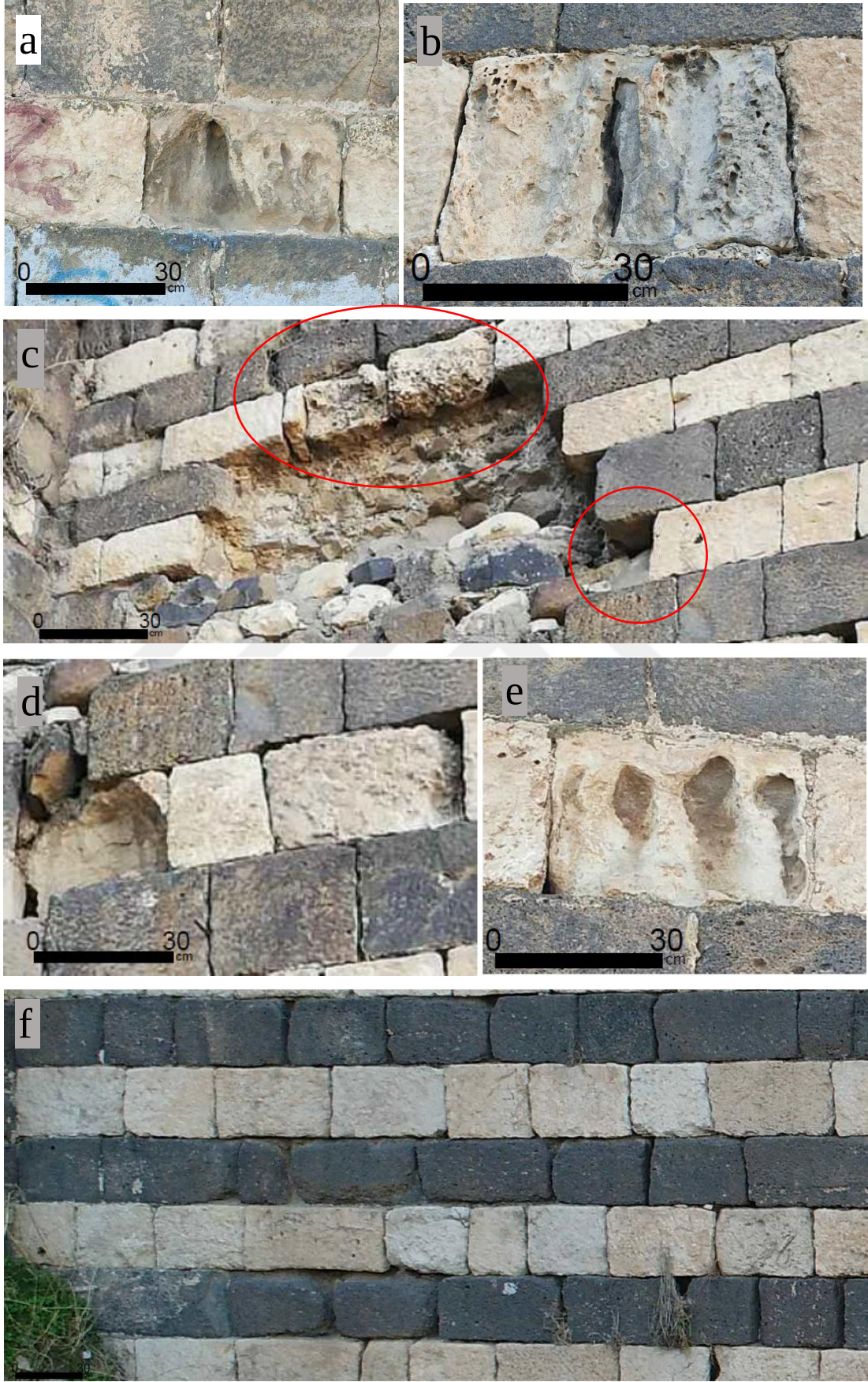
5.3 Malzeme Kaybı

Malzeme Kaybı bozunma türü kayaç bloklarında yapısındaki malzemeyi dış etkenlere bağlı olarak kaybetmesidir. Bu bozunma türü alveoler ayrışma, aşınma, mekanik hasar, parça kaybı diye ayrılır. Fakat biz ICOMOS ISCS tarafından yayınlanan sözlüğüne göre gidildiği için Birca Belek'teki malzeme kaybı bozunma türünü ona göre gruplandırılmıştır. Sözlüğe göre malzeme kaybı yedi alt başlık altında tanımlanmıştır. Bu tanımlardan Birca Belek'te en çok karşımıza çıkan tür alveoler ayrışma (alveolization), ayrışma (erosion) ve milimetik boyutta çukurlaşma (pitting)'dir.

Şekil 5.3 (a, b) de milimetrik boyutta çukurlaşmaların bulunduğu (pitting) türündeki malzeme kayıpları gösterilmiştir. Bu malzeme kaybı türü Birca Belek te yoğun ve dağınık bir şekilde görülmektedir. Şekil 5.4 te bu bozunma türü verilmiştir. Buna göre (a, b, e)'de oyuklanma şeklinde malzeme kaybının olduğu alveoler ayrışma (alveolization), (c,d) de ayrışma (erosion) türleri verilmiştir. Ayrışma türünde bulunan kayaçların kenarlarının yuvarlaklaşması(rounding), (f) , durumu yapının sur duvarı ile birleştiği bölgede yoğunluk göstermektedir.



Şekil 5.3 Birca Belek'te malzeme kaybı türünde görülen bozunmalar; (a, b) de milimetrik boyutta çukurlaşmaların bulunduğu (pitting) türündeki malzeme kayıpları



Şekil 5.4 Birca Belek'te malzeme kaybı türünde meydana gelen bozunmalar

Birca Belek'te bulunan taşların bazıları aşınmaya uğrayarak gerçek şekillerini yitirmiş kenarlarda ovalleşme gerçekleşmiştir. Fakat yapıda çok fazla aşınan bir taş bloğunun yanındaki blokta herhangi bir hasarın olmamış olması. Bu durum duvar yapısının genelinde görülmüştür. Bu durumun taş blokların yaşlarından veya yapılarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

5.4 Renk Değişimi ve Birikme

Renk değişimi ve birikme kayaç yüzeylerinin orijinal renklerinden ve yapılarından farklı bir forma dönüşmesidir. Bu bozunma türünü hava değişimleri, rüzgar veya suyla taşınan malzemelerin yüzeyde birikmesi gibi fiziksel nedenler oluşturmaktadır.

Bu bozunma türü kabuklaşma, renk değişimi, çiçeklenme, parlama, yazılama, kirlenme gibi alt başlıklardan oluşmaktadır. Fakat baz alınan ICOMOS sözlüğüne göre bu bozunma türü on bir alt başlıkta gruplandırılmaktadır. Birca Belek'te bu bozunma türünde en çok renk değişimi (bleaching), yüzeyde birikimlerden kaynaklı kirlenme (soiling) ve kabuklaşma (crust) gözlenmiştir.

Şekil 5.5 te görülen siyah kabuklaşma nedeni yüzeyde oluşan birikimlerden kaynaklanmaktadır. Genellikle kabuklaşma türündeki bozunmalar siyah renkte olmaktadır (ICOMOS, 2008).



Şekil 5.5 Birca Belek'te gözlenen siyah kabuklaşma (black crust) bozunma türü

Birca Belek'in birçok kayacının dış etkenlerden dolayı renk değişimi olmuştur. Bunlar genellikle yağmur ve rüzgârdan kaynaklı sürtünme kuvvetinin kayaç yüzeyini zayıflatıp renginin solmasına neden olan etkenlerdir. Şekil 5.6 (a) deki gibi yüzeyde hafif kahverengi lekelenmeler ve kireç taşında renk kararmaları meydana gelmiştir. Bu durum duvarın tüm yüzeyinde hakimdir (Şekil 5.6 (b)).



Şekil 5.6 Birca Belek’te gözlemlenen renk değişimi (bleaching) bozunma türünün dağılımı

Birca Belek’in ilk sıralarına kirli bir görünüm veren kayaç yüzeyine biriken çok ince bir dış partikül tabakası bulunmaktadır. Bu tabakanın varlığı yapıda kirlenme (soiling) türündeki bozulmanın da hakim olduğunu göstermektedir. Bu durumu Şekil 5.7 de görülmektedir.



Şekil 5.7 Birca Belek'in ilk sıralarında bazaltta meydana gelen kahverengi birikintiler(soiling)

Birca Belek'in insan elinin yetişebildiği noktalar incelendiğinde bu bölgelerde boyanma ve yazı yazma görülmüştür. Bu durumda kayaçlarda bir bozunma türüdür ve ICOMOS ta da *graffiti* olarak geçmektedir. Bu durum Şekil 5.8 de gösterilmiştir.

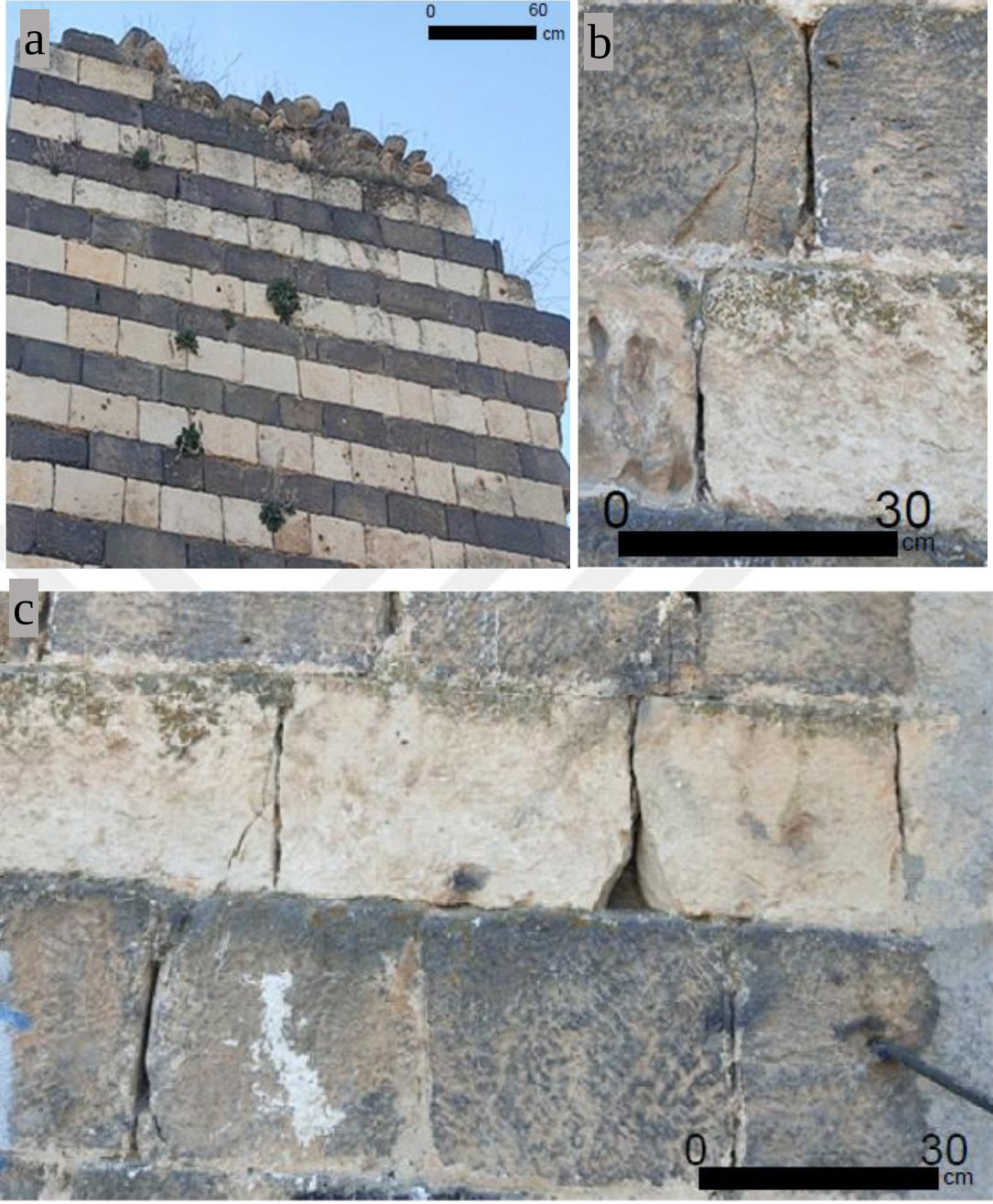


Şekil 5.8 Birca Belek'te görülen yazılama (graffiti) bozunma türü

5.5 Biyolojik Yerleşim

Birçok yerde yaşamlarını sürdüren canlı organizmaların da kayaçların bozunmasında etkileri bulunmaktadır. Fakat bu bozunma diğer bozunma türlerine göre daha az hasarlı kabul edilir.

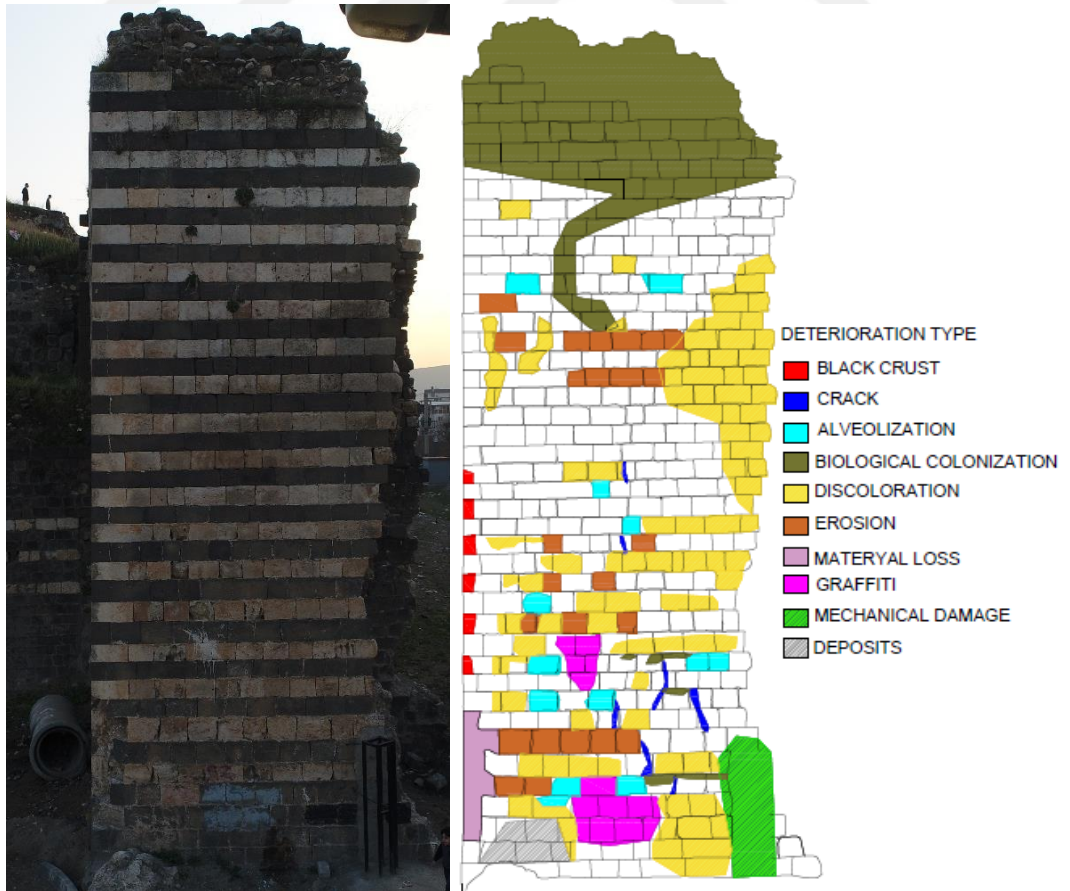
Biyolojik yerleşim algler, bakteriler, siyanobakteriler, likenler ve yosunlar gibi mikroorganizmaların, kayalardaki bitkilerin yerleşimleri sonucunda kayaçlara verdikleri zararı ifade eder. Biyolojik ayrışma bu canlıların kayaçlar ile fiziksel ve kimyasal etkileşiminin birleşimi olarak kabul edilir.



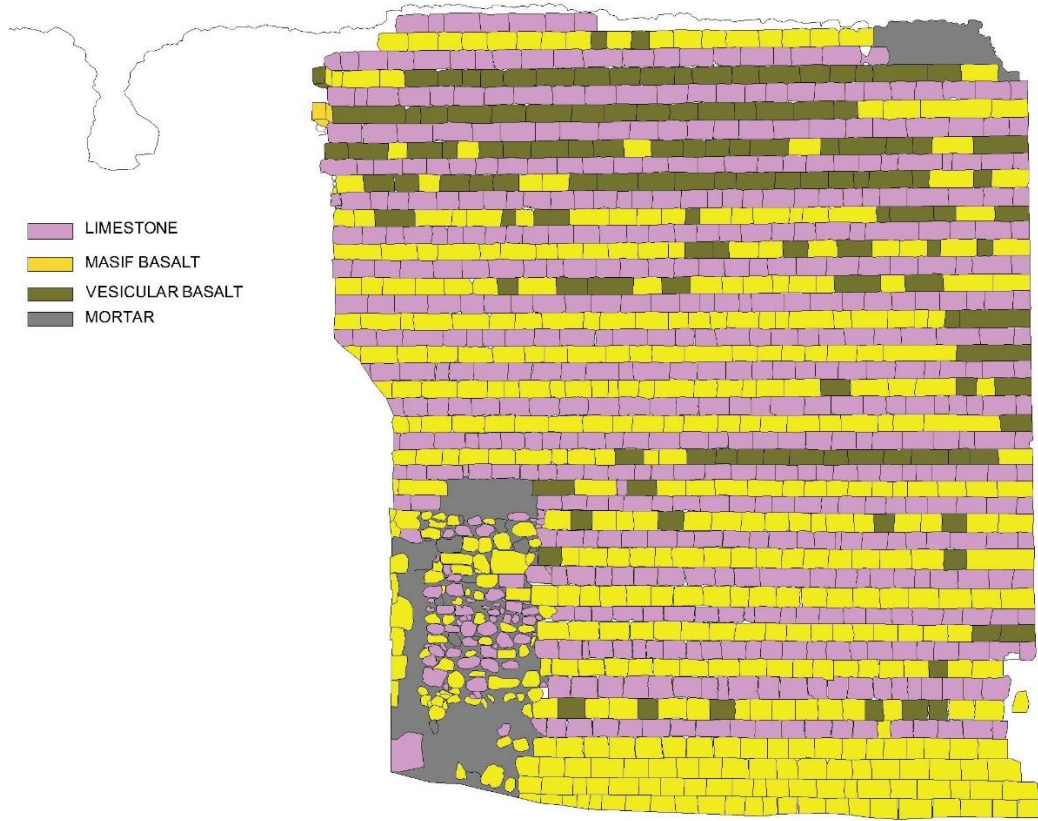
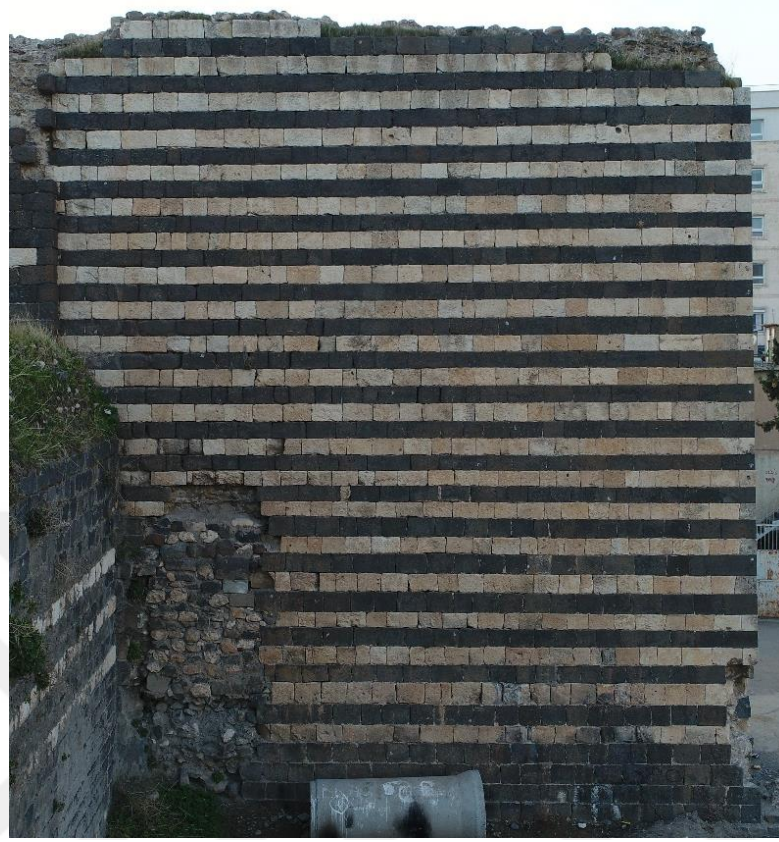
Şekil 5.9 Birca Belek'te biyolojik yerleşim sonucunda oluşan (b, c) algler (alga) ve (a) bitki oluşumu(plant) bozunma türü



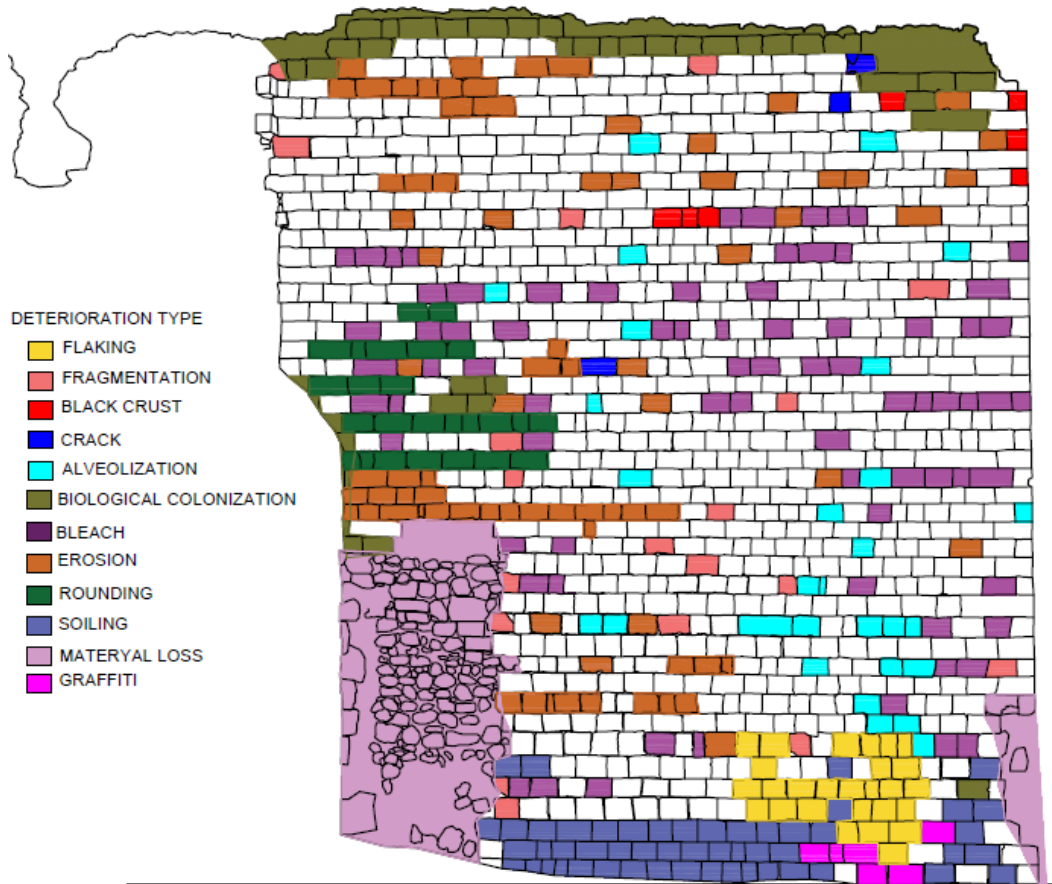
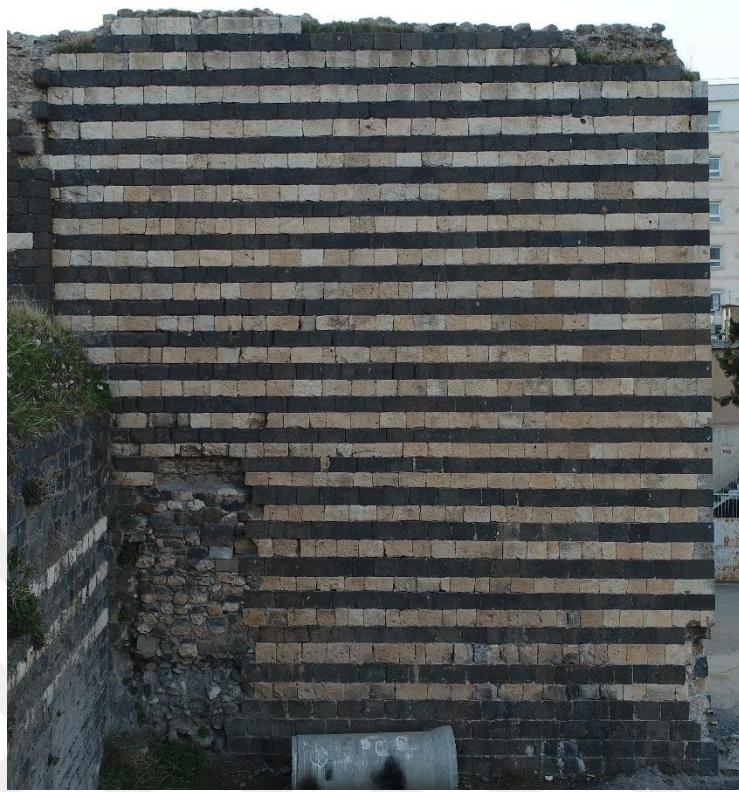
Şekil 5.10 Birca Belek kuzey cephesinde kullanılan kayaç türleri



Şekil 5.11 Birca Belek kuzey cephesinde meydana gelen bozulmaların şematik haritalanması



Şekil 5.12 Birca Belek güney cephesinde kullanılan kayaç türleri



Şekil 5.13 Birca Belek güney cephesinde meydana gelen bozulmaların şematik haritalanması

6. DENEYSEL ÇALIŞMA

Taşların fiziko mekanik özelliklerini belirlemek için birkaç seri deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu deneysel çalışmalar aşağıda üç ayrı bölüm şeklinde verilmiştir.

Birinci bölümde yapılan deneysel çalışmalar ile bazalt ve kireç taşı örneklerinin fiziko-mekanik özelliklerini tespit edilmiş ve sonuçlar gösterilmiştir. İkinci bölümde ise laboratuvar şartlarında hazırlanan numunelere bir takım analizler yapılmış ve sonucunda örneklerin kimyasal analiz ve petrografik yorumu yapılmıştır. Üçüncü bölümde ise hazırlanan taze kübik örnekler tuz kristalizasyon deneyleri uygulanmış ve sonuçlar grafik ve tablolarla gösterilmiştir.

Olası ocaklardan alınan blok örneklerden, laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere 6x6x6 cm boyutlarındaki küp örnekler kestirilmiştir.

Örneklerin küp şeklinde hazırlanmasının en önemli nedeni, gerçekleştirilen yapay bozunma deneylerinde mümkün olduğu kadar gerçekçi koşulların yansıtılmasıdır. Yapı taşı ölçeğinde ele alındığında, Birca Belek'te kullanılmış olan bazalt ve kireçtaşlarının prizmatik bloklardan oluştuğu görülmektedir. Bu nedenle bozunma mekanizmasının modellenmesi amacıyla deneysel çalışmalarda da küp örneklerin kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır (TS 699, 1987).

Küp örnekler lokasyon ve kayaç sınıfına göre masif bazalt, veziküler bazalt, 1. grup kireç taşı, 2. grup kireç taşı şeklinde isimlendirmeler yapılmıştır. Her bir örnek ayrı ayrı numaralandırılmıştır.

6.1 Bazalt ve Kireç Taşı Örneklerinin Fiziko-Mekanik Özelliklerin Tespiti

Bu tez çalışması kapsamında bazalt ve kireç taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik tüm laboratuvar çalışmaları Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Doğal Taşlar Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Deneysel çalışmalarda araziden alınan taze blok örneklerden elde edilen 36 adet masif bazalt, 36 adet veziküler bazalt, 36 adet kireç taşı 1. grup ve 36 adet kireç taşı 2. grup olmak üzere 144 adet küp örnekler (6x6x6 cm) kullanılmıştır. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi sırasında RILEM, (1980); ISRM, 1987 ve TS 699, (1987) standartlarının önerdiği yöntemler dikkate alınmıştır.

6.1.1 Efektif porozite ve birim hacim ağırlık

Efektif porozite ve birim ağırlık, kayaçların dayanıklılığını etkileyen en temel belirleyici özelliktir. Efektif porozite kayaçlar içerisinde bulunan boşluklar ve

çatlaklardır. Kayacın katı malzeme tarafından doldurulmayan kısımdır. Boşluk hacminin toplam hacme oranı olarak tanımlanır ve yüzde olarak ifade edilir.

Bu bölümdeki fiziksel özellikler örneklerin vakum basıncı altında elde edilen verilere göre belirlenmiştir.

144 örneğin tamamı TS 699, (1987) standardında belirtildiği gibi temizlendikten sonra vakum cihazına yerleştirilmiş ve tüm numuneler vakum pompası çalışır vaziyette su altında kalana kadar cihaz çalıştırılmıştır. Ardından su kapatılmış ve yaklaşık 1 saat 15 dakika vakum pompası çalışır vaziyette numuneler su altında vakumlanmıştır. Bu işlemten sonra Arşimet terazisinde su içinde tartılmış ve aşağıdaki formüller ile kütlece ve hacimce su emme oranları hesaplanmıştır.

Deney sonucunda 36 tane masif bazalt grubunda efektif porozite %4,20 ile %11,91 arasında değişkenlik göstermektedir. Ortalama efektif porozitenin ise %9,75 olduğu görülmektedir. Kuru ve doymuş birim ağırlık oranları da $24,39 \text{ kN/m}^3$ ile $25,80 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $25,17 \text{ kN/m}^3$) ve $25,42 \text{ kN/m}^3$ ile $26,64 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $26,13 \text{ kN/m}^3$) olarak bulunmuştur (Tablo 6.2). Detaylar Ek-1A da verilmiştir.

Deney sonucunda 36 tane veziküler bazalt grubunda efektif porozite %12,39 ile %18,65 arasında değişkenlik göstermektedir. Ortalama efektif porozitenin ise %14,93 olduğu görülmektedir. Kuru ve doymuş birim ağırlık oranları da $23,32 \text{ kN/m}^3$ ile $24,22 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $23,76 \text{ kN/m}^3$) ve $24,90 \text{ kN/m}^3$ ile $25,74 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $25,22 \text{ kN/m}^3$) olarak bulunmuştur (Tablo 6.2). Detaylar Ek-1B de verilmiştir.

Deney sonucunda 36 tane 1.grup kireç taşı grubunda efektif porozite %10,24 ile %22,17 arasında değişkenlik göstermektedir. Ortalama efektif porozitenin ise %16,97 olduğu görülmektedir. Kuru ve doymuş birim ağırlık oranları da $21,15 \text{ kN/m}^3$ ile $24,10 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $22,51 \text{ kN/m}^3$) ve $23,32 \text{ kN/m}^3$ ile $25,16 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $24,18 \text{ kN/m}^3$) olarak bulunmuştur (Tablo 6.2). Detaylar Ek-1C de verilmiştir.

Deney sonucunda 36 tane 2.grup kireç taşı örneklerinde efektif porozite %5,20 ile %22,15 arasında değişkenlik göstermektedir. Ortalama efektif porozitenin ise %9,19 olduğu görülmektedir. Kuru ve doymuş birim ağırlık oranları da $20,55 \text{ kN/m}^3$ ile $24,84 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $23,82 \text{ kN/m}^3$) ve $22,72 \text{ kN/m}^3$ ile $25,40 \text{ kN/m}^3$ (ortalama $24,72 \text{ kN/m}^3$) olarak bulunmuştur (Tablo 6.2). Detaylar Ek-1D de verilmiştir.

Yapılan testler sonucunda bazalt örneklerinde porozitenin veziküler bazaltta gözenek sayısının fazla oluşundan dolayı fazla çıktığı görülmektedir. Fakat porozitenin 1. grup kireç taşı örneklerimizde daha fazla çıktığı görülmektedir. Bu da hacimce boşluk

oranının bu örneklerimizde fazla olduğunu göstermektedir. Birim ağırlık ile porozitenin birbiri ile ilişkili olduğu düşünülünce boşluk oranı en az olan gözeneksiz bazaltta birim ağırlığın hem doymun hem kuru halde daha fazla olduğu saptanmıştır.

6.1.2 Atmosferik basınç altında su emme

144 örneğin tamamı RILEM, (1980) ve TS 699, (1987) standartlarında belirtildiği gibi temizlendikten sonra su dolu bir kaptan yüksekliğinin 1/3'üne kadar suya daldırıp, 30 dakika bekletilmiş daha sonra 30'er dakika 2/3 ve 3/3' ü suda bekletilmiş ve üzeri 1,2-2 cm su ile örtülerek 24 saat suda bekletildikten sonra 0,1 g hassasiyetle tartılmıştır. Bu işlemten sonra Arşimet terazisinde su içinde tartılmış ve aşağıdaki formüller ile kütlece ve hacimce su emme oranları hesaplanmıştır.

Tablo 6.1 Bazalt ve Kireç taşı gruplarının atmosfer basıncı altında fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler		Masif Bazalt	Veziküler Bazalt	1. Grup Kireç taşı	2. Grup Kireç taşı
Kuru birim hacim ağırlık γ_k (gr/cm ³)	En düşük	24,44	23,19	21,03	20,51
	En yüksek	25,59	24,03	23,89	24,97
	Ortalama	25,12	23,64	22,39	23,69
	Standart sapma	0,29	0,19	0,76	0,94
Doygun birim hacim ağırlık γ_d (gr/cm ³)	En düşük	24,78	23,99	22,59	21,66
	En yüksek	26,19	24,68	24,55	25,37
	Ortalama	25,49	24,36	23,52	24,11
	Standart sapma	0,31	0,16	0,52	0,74
Kütlece su emme $M_w(\%)$	En düşük	0,69	2,62	2,62	0,93
	En yüksek	3,72	3,66	7,50	5,60
	Ortalama	1,46	3,03	5,09	1,82
	Standart sapma	0,70	0,26	1,28	1,05
Görünür Gözeneklilik $n(\%)$	En düşük	1,79	6,40	6,36	2,30
	En yüksek	9,30	8,66	16,08	11,71
	Ortalama	3,73	7,30	11,52	4,29
	Standart sapma	1,78	0,58	2,54	2,13

Ağırlıkça ve hacimce su emme oranları Tablo 6.1 de görüldüğü gibi gruplar arasında çok belirgin farklar bulunmaktadır. Tablodan yola çıkarak masif bazalt grubu bazaltlar ile 2. grup kireç taşlarının ağırlıkça ve hacimce su emme ortalamalarının veziküler bazalt ve 1. grup kireç taşlarına göre oldukça düşük çıktığı görülmektedir. Bu da bu iki grubun gözenek yapısının diğer gruplara nazaran daha az olduğunu net bir şekilde göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre kireçtaşı gruplarının özelliklerinin daha çok değişken olduğu yüksek standart sapmalarından anlaşılabiliyor. Buna karşın bazalt örneklerinde daha az standart sapma verilen tüm özellikleri için belirlenmiştir.

6.1.3 Vakum basıncı altında su emme

144 örneğin tamamı RILEM, (1980) ve TS 699, (1987) standartlarında belirtildiği gibi temizlendikten sonra vakum cihazına yerleştirilmiş ve tüm numuneler vakum pompası çalışır vaziyette su altında kalana kadar cihaz çalıştırılmıştır. Ardından su kapatılmış ve yaklaşık 1 saat vakum pompası çalışır vaziyette numuneler su altında vakumlanmıştır. Bu işlemden sonra Arşimet terazisinde su içinde tartılmış ve aşağıdaki formüller ile kütlece ve hacimce su emme oranları hesaplanmıştır.

Tablo 6.2 Bazalt ve Kireç taşı gruplarının vakum basıncı altında fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler		Masif Bazalt	Veziküler Bazalt	1. Grup Kireç taşı	2. Grup Kireç taşı
Kuru birim hacim ağırlık γ_k (gr/cm ³)	En düşük	24,39	23,32	21,15	20,55
	En yüksek	25,80	24,22	24,10	24,84
	Ortalama	25,17	23,76	22,51	23,82
	Standart sapma	0,33	0,20	0,78	0,92
Doygun birim hacim ağırlık γ_d (gr/cm ³)	En düşük	25,42	24,90	23,32	22,72
	En yüksek	26,64	25,74	25,16	25,40
	Ortalama	26,13	25,22	24,18	24,72
	Standart sapma	0,32	0,17	0,48	0,56
Kütlece su emme M_w (%)	En düşük	1,62	5,11	4,18	2,06
	En yüksek	4,76	7,85	10,27	10,58
	Ortalama	3,8	6,17	7,45	3,85
	Standart sapma	0,68	0,60	1,59	1,81
Görünür Gözeneklilik n (%)	En düşük	4,20	12,39	10,24	5,20
	En yüksek	11,91	18,65	22,17	22,15
	Ortalama	9,75	14,93	16,97	9,19
	Standart sapma	1,70	1,36	3,10	3,63

Ağırlıkça ve hacimce su emme oranları Tablo 6.2 de görüldüğü gibi gruplar arasında çok belirgin farklar bulunmaktadır. Tablodan yola çıkarak masif bazaltlar ile 2. grup kireç taşlarının ağırlıkça ve hacimce su emme ortalamalarının veziküler bazalt ve 1. grup kireç taşlarına göre oldukça düşük çıktığı görülmektedir. Bu da bu iki grubun gözenek yapısının diğer gruplara nazaran daha az olduğunu net bir şekilde göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre kireç taşı gruplarının özelliklerinin daha çok değişken olduğu yüksek standart sapmalarından anlaşılabiliyor. Buna karşın bazalt örneklerinde daha az standart sapma verilen tüm özellikleri için belirlenmiştir.

6.1.4 P dalgası hızı tespiti

Bazalt ve kireç taşı örneklerinin P dalgası hızlarının belirlenmesi amacıyla toplam 144 adet taze örnek üzerinde her birbirine paralel prizmatik yüzeylerden birer tane olmak üzere üç ayrı yönde Dicle Üniversitesi laboratuvarlarında bulunan ultrasonic testing cihazı ile P dalgası hızı ölçülmüştür. Bu ölçümler bazalt ve kireçtaşı örneklerine kuru ve doymun halde yapılmıştır. Bazalt ve kireçtaşı için P dalgası hızları Tablo 6.3 ve 6.4'te sunulmuştur.

Tablo 6.3 Doymun bazalt ve kireç taşı gruplarının P dalgası hızları

P Dalgası Hızı		Masif Bazalt	Veziküler Bazalt	1. Grup Kireç taşı	2. Grup Kireç taşı
V_p (m/s)	En düşük	3071,07	3511,90	3171,87	3449,70
	En yüksek	4957,63	4585,71	4726,56	5357,72
	Ortalama	4511,05	4215,45	3935,73	4868,20
	Standart sapma	396,19	186,32	330,47	292,94

Tablo 6.4 Kuru bazalt ve kireç taşı gruplarının P dalgası hızları

P Dalgası Hızı		Masif Bazalt	Veziküler Bazalt	1.Grup Kireç taşı	2.Grup Kireç taşı
V_p (m/s)	En düşük	2596,57	2189,474	3335,16	3036,46
	En yüksek	4837,40	4078,231	4553,030	4991,80
	Ortalama	4367,67	3283,95	3933,25	4428,127
	Standart sapma	569,21	369,55	275,24	361,69

6.2 Bazalt ve Kireç Taşı Örneklerinin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

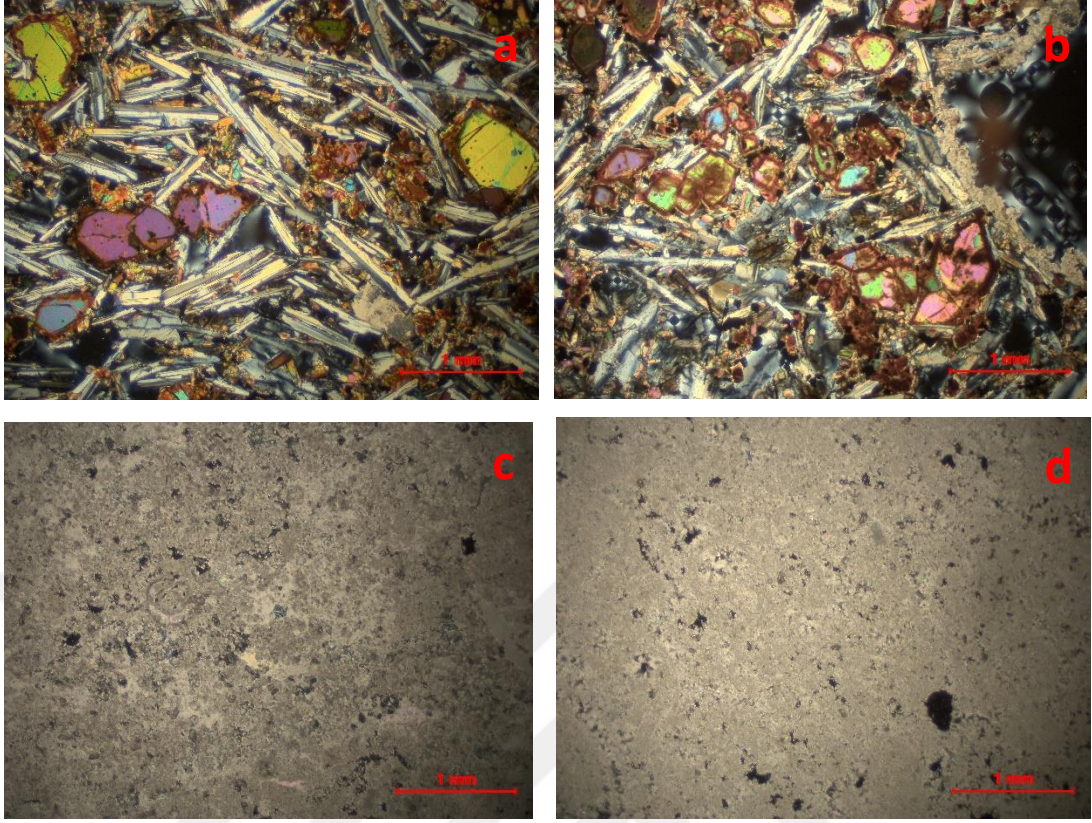
Mineralojik bileşim, doku ve yapı kaya malzemelerinin fiziko-mekanik özelliklerini kontrol eden ana faktörlerdir. Bu sebeple bunların tanımlanması önemlidir.

Taze bazaltlar ve kireç taşlarının petrografik incelemeleri amacıyla örneklerimizden küp ve toz şeklinde numuneler hazırlanmış ve optik mikroskopi, XRD ve petrografik yorum testlerini içeren çalışmalar tartışılmıştır. Tüm bu çalışmalar için hazırlanan örnekler MTA'ya analiz için gönderilmiştir. Geri kalan testler için de toz numuneler gönderilmiştir. Elde edilen bazalt ve kireç taşlarının ince kesit örnekleri karşılaştırılmış sonuçlar yorumlanmıştır.

Taze bazalt ve kireç taşı örneklerine ve yapıdan alınan bazalt ve kireçtaşı örneklerine ait ince kesit örneklerinin bazıları aşağıda sunulmuştur. Şekil 6.1 de taze bazalt ve kireç taşına, Şekil 6.2 de ise yapıdan alınan bazalt ve kireç taşına ait ince kesit örneği verilmiştir.

Örneklerde bazaltlar orta koyu gri renktedirler. Bazıları ikincil mineraller içerir. Bazaltlar dokuya göre masif ve veziküler gruplara ayrılmıştır. İnce kesit görünümüleri, masif ve veziküler bazaltların mineral topluluklarının benzer olduğunu ve genellikle plajiyoklaz minarelerinin oluşturduğu engellemeli dokunun araları piroksen ve olivin minarelerince dolgulu olup, boyutları orta tane boylarında bazı opak minerallerinin varlığı ile karakterize edildiğini göstermektedir.

Şekil 6.1 (a,b) ince kesit görünümünde her iki bazalt grubunda da ana bileşen olan plajiyoklaz minarelleri orta taneli, çubuksu ve homojen dağılım gösteren engellemeli dokuda bulunmaktadır. Küçük-orta taneli, altıgen şekilli ve homojen dağılım gösteren olivin mineralleri gözlenmiştir. Piroksen minarelleri küçük taneli, değişen oranlarda submikroskopik ikincil mineral oluşumları(olası ambifol) ile homojen olarak rastlanmıştır. Fakat veziküler bazaltta değişen oranlarda submikroskopik ikincil mineral oluşumları(olası serpantin ve olası ambifol) ile homojen olarak rastlanmıştır. Ayrıca tali bileşen olarak opak minarellere çok küçük-küçük-orta taneli, kare ve iğnemsî şekilli olarak bulunmaktadır. Her iki bazalt grubu da Dolerit(Diyabaz) kayac sınıfında bulunmaktadır.

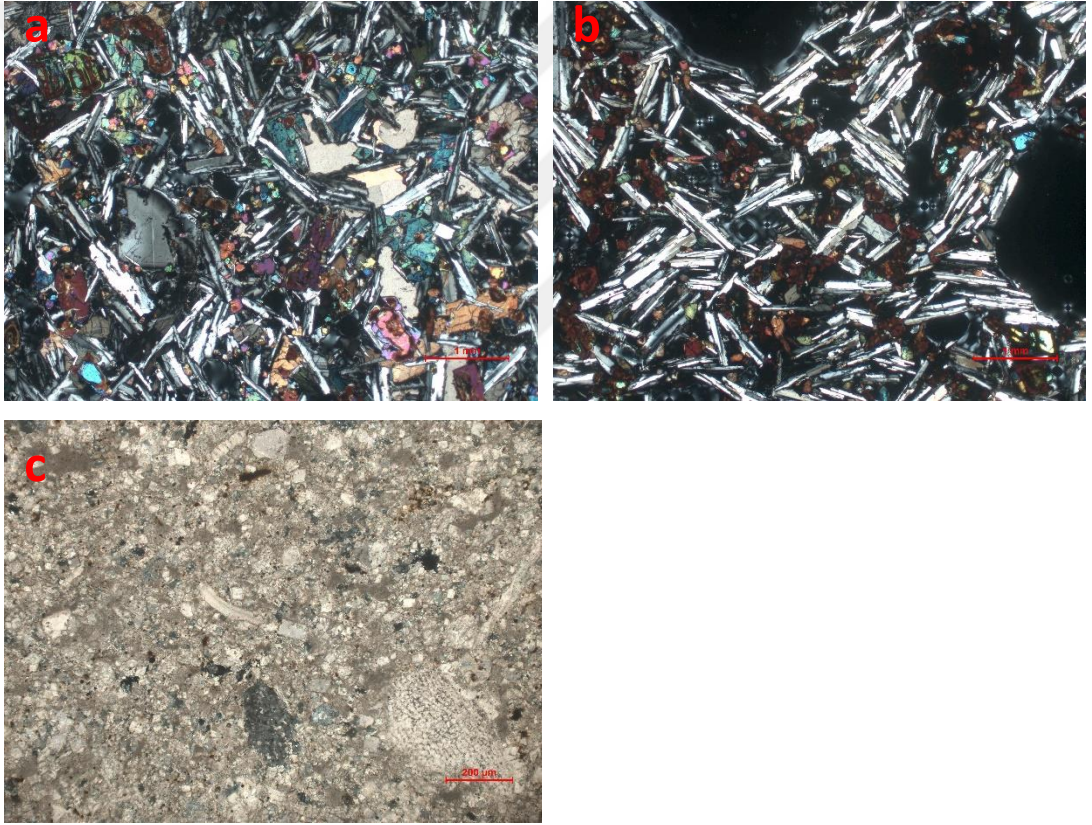


Şekil 6.1 a) Taze masif bazalt, b) veziküler bazalt, c) 1. grup kireç taşı ve d) 2. grup kireç taşı örneklerinin ince kesit görünüşleri

Şekil 6.1 (c) ince kesit görünümünde 1. grup kireç taşında bileşenlerinden allokenler olarak mikro fosil/fosil parçaları küçük-orta-az oranda iri tane boylarında, kavkılar mikritleşip iç boşluklar sparitik karbonat minarellerince dolgulanmış homojen dağılım göstererek bulunmaktadır. Bağlayıcı kısmı olan matriks(mikrit) ise küçük taneli karbonat(dolomit, kalsit) minerallerinden oluşmaktadır. Küçük-orta tane boylarında, düzensiz şekilli, bazıları boş, bazıları karbonat minarellerince dolgulu olan homojen dağılım gösteren boşluklar bulunmaktadır. Yapılan petrografik analizde matriks kısmında yoğun olarak izlenen dolomit minerallerinin, ilksel kayacı oluşturan kalsit minerallerinin Mg bakımından zengin karbonatlı sularla etkileşime girerek dolomitleşmesi sonucu ikincil olarak oluştuğu düşünülmektedir. Örneği oluşturan bileşenler(allokemler ve bağlayıcılar) %100 karbonat minerallerinden oluşmaktadır. Bu grup kireçtaşının dolomitik kireçtaşı kayaç sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 6.1 (d) ince kesit görünümünde 2. grup kireç taşında allokem(tane bileşenler) olarak mikro fosil ve fosil parçaları küçük-orta-iri tane boyutlarında, kavkılar mikritleşip, iç boşluklar bağlayıcı olarak yoğun sparitik karbonat minerallerince dolgulanmış, çok az oranda tamamıyla mikrikleşmiş olanlarda izlenmekte olup

homojen dağılım göstermektedir. Soluk sarımsı turuncu bir renge sahip olan 1. grup kireç taşı örneğinde boşluklarda küçük-orta tane boylarında, düzensiz şekilli, içleri boş, bazılarının kenarları boyunca değişen oranlarda ikincil karbonat mineral dolgulanmaları izlenmektedir. Ayrıca yapılan petrografik analizde ilksel kayacın matriks kısmını temsil eden mikritik kireçtaşı yer yer korunmuş olup, yıkanmaların etkisiyle bağlayıcıyı oluşturan kriptokristalin karbonat mineralleri rekristalizasyona bağlı olarak mikroristalin tane boylarında yeniden kristallenerek yoğun olarak çimento(mikrosparit/sparit) bağlayıcılı kısımları oluşturmuştur. Örneği oluşturan bileşenler(allokemler ve bağlayıcılar) %100 karbonat minerallerinden oluşmaktadır. Bu grup kireçtaşının fosilli sparitik kireç taşı kayaç sınıfında olduğu tespit edilmiştir.



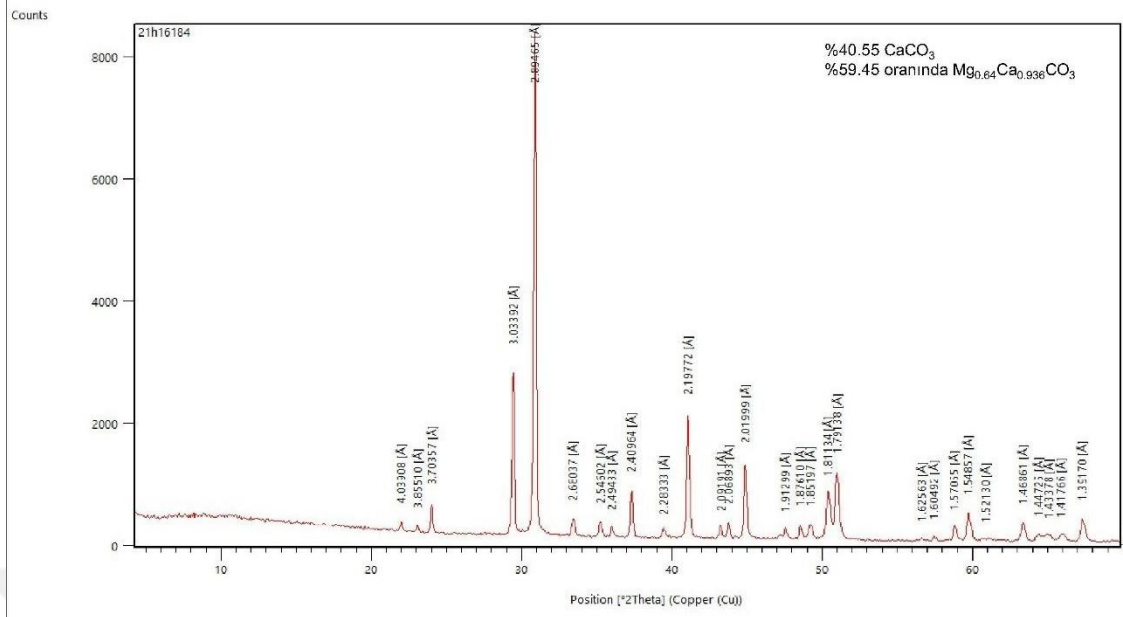
Şekil 6.2 Birca Belek'ten alınan a) masif bazalt, b)veziküler bazalt, c) kireç taşı örneğinin ince kesit görünümüleri

Şekil 6.2 (a, b) ince kesit görünümünde yapıdan alınan her iki bazalt grubunda da ana bileşen olan plajiyoklaz minarelleri küçük-orta taneli, genellikle çubuksu-yassı çubuksu prizmatik, yer yer de levhamsı şekilli ve homojen dağılım göstererek bulunmaktadır. Küçük-orta taneli, genellikle kısa prizmatik, yer yer de uzun prizmatik şekilli ve homojen dağılım gösteren piroksen mineralleri gözlenmiştir. Olivin minarelleri küçük-orta taneli, genellikle kısa prizmatik, yer yer de kısmen uzun

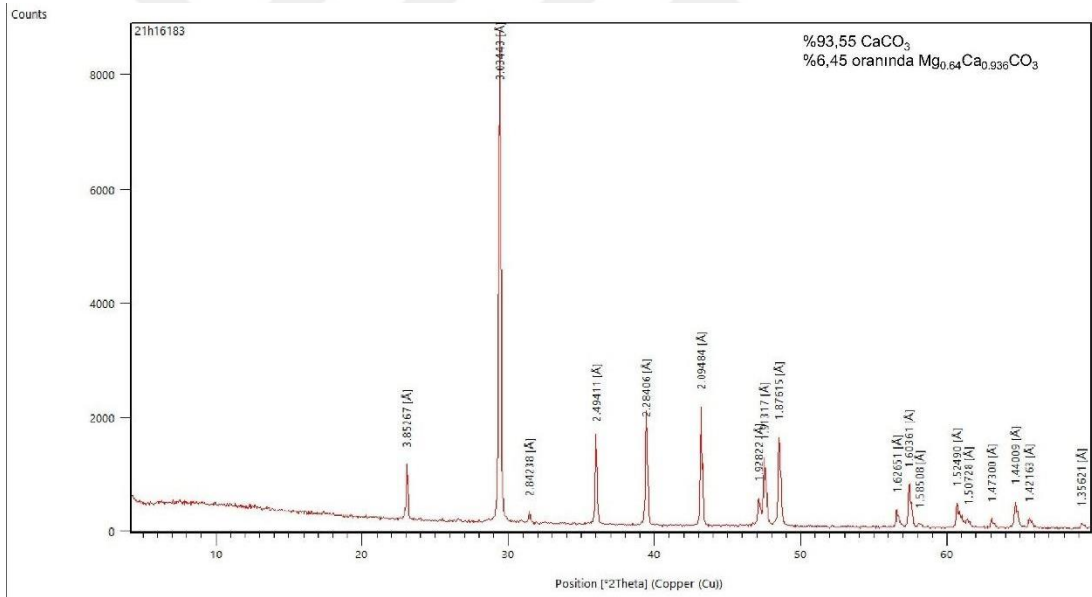
prizmatik şekilli ve homojen olarak rastlanmıştır. Ayrıca tali bileşen olarak opak minarellere küçük taneli, eş boyutlu-kısa prizmatik şekilli olarak bulunmaktadır. İncelenen örneklerde opak mineraller de gözlenmektedir. Örneklerde küçük-orta büyüklükte, düzensiz şekilli, bir kısmı ikincil karbonat minarellerince dolgulanmış boşluklar bulunmaktadır. Fakat veziküler bazaltta küçük-orta büyüklüğe ek olarak iri büyüklükte de boşluklar bulunmaktadır. Her iki bazalt türü de orta koyu gri rengindedir. Yapıdan alınan her iki bazalt grubu da Dolerit (Diyabaz) kayaç sınıfında bulunmaktadır.

Şekil 6.2 (c) ince kesit görünümünde yapıdan alınan kireç taşında bileşenlerinden allokemler olarak mikrofosil/fosil parçaları bol oranda küçük-orta-az oranda iri tane boylarında, homojen dağılımlı, bir kısmı olası mikritleşmiş/veya mikritrik dokulu, büyük bir kısmı ise sparitleşmiş, fosil kavkılarının içleri de ikincil karbonat minarellerince($\pm$ opak minarellerce, $\pm$ silis minarellerince) dolgulanmış halde bulunmaktadır. Bağlayıcı kısmı ise kriptomikrokristalin karbonat(dolomit, kalsit) minerallerinden(mikrit-sparit) oluşmaktadır. Yapılan mikroskobik gözlemler ışığında ikincil dolomit minerallerinin, ilksel matriksi oluşturan kalsit minerallerinin Mg bakımından zengin karbonatlı sularla etkileşime girerek dolomitleşmesi sonucu ikincil olarak oluştuğu düşünülmektedir. Bağlayıcıda yer yer opak birikimleri-boyamaları da mevcuttur. Örnekte ayrıca çok çok az oranda, çok küçük taneli kuvars mineralleri de izlenmiştir. Örneği oluşturan bileşenler(allokemler ve bağlayıcılar) %100 karbonat minerallerinden oluşmaktadır. Bu grup kireç taşının fosilli, dolomitik kireç taşı kayaç sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

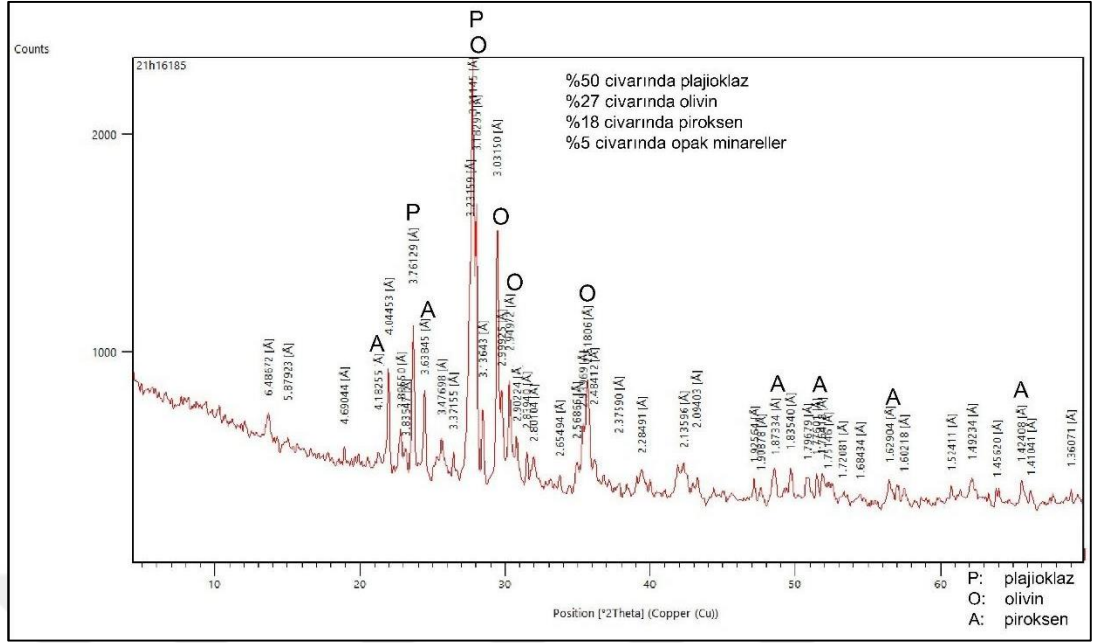
XRD incelemeleri için hazırlanan toz numuneler üzerinde XRD analizleri yaptırılmıştır. Analizler sırasında kullanılan dalga boyu ($\text{CuK}\alpha 1$) 1,54 angström, tarama hızı ise $2^\circ/\text{dk.}$ 'dir. Elde edilen XRD difraktogramları, difraktometre'ye bağlı bilgisayardaki Jade-7.0 programında ve ICCD(International Centre for Diffraction Data)'nin ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)'ine göre değerlendirilmiştir. XRD grafiklerinden de görüldüğü üzere taze bazalt ve yapıdan alınan bazaltın ana bileşimini plajyoklaz, olivin ve piroksen oluşturmaktadır Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.8, Şekil 6.9. 1. grup taze kireç taşının ana bileşiminin kalsit ve dolomit ağırlıklı, 2. grup taze kireç taşının ana bileşiminin kalsit ağırlıklı ve yapıdan alınan kireç taşının bileşiminin ise kalsit ağırlıklı fakat dolomitinde kayda değer bir oranda olduğu görülmüştür (Şekil 6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.7).



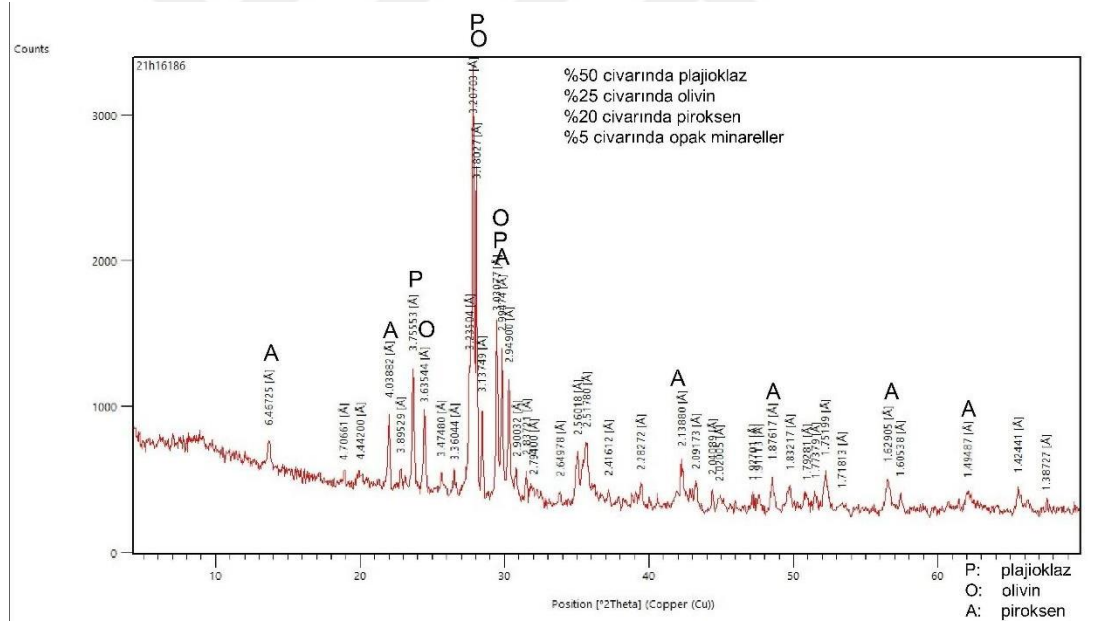
Şekil 6.3 1. grup taze kireç taşının XRD analiz grafiği



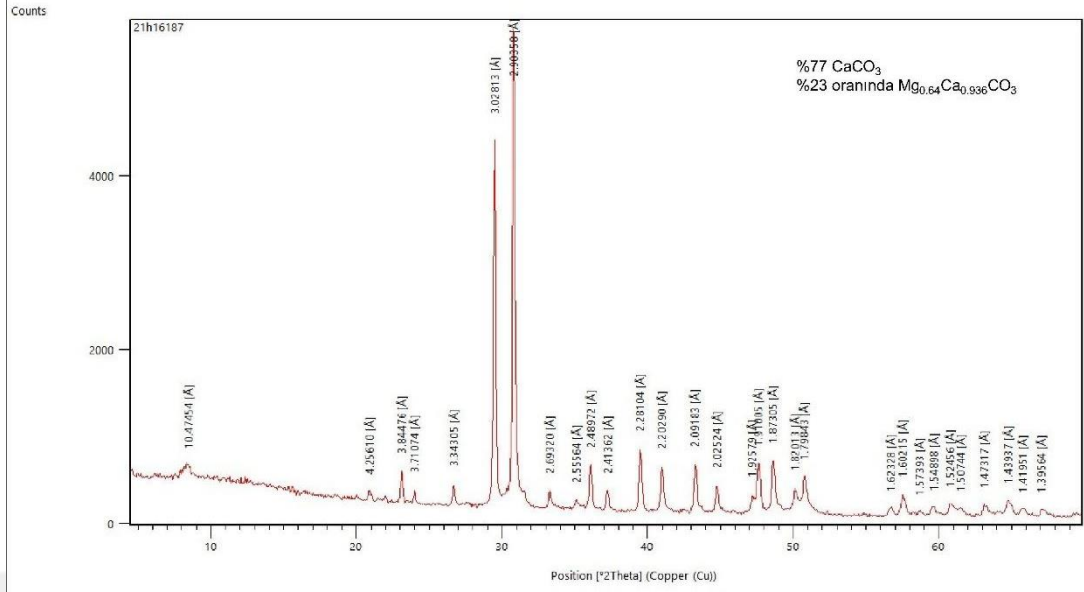
Şekil 6.4 2. grup kireç taşının XRD analiz grafiği



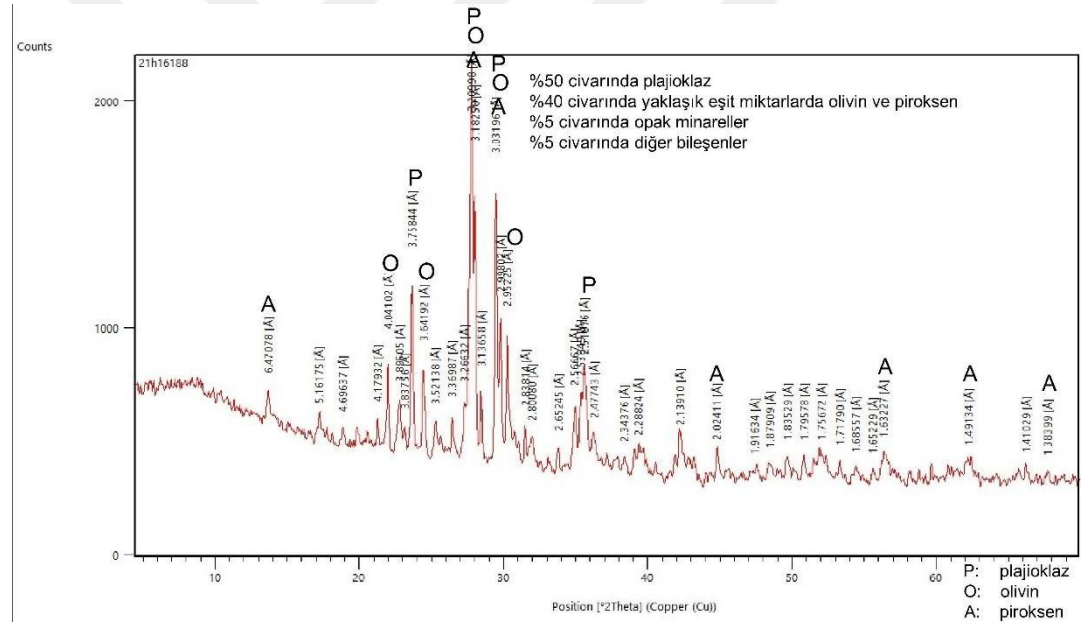
Şekil 6.5 Taze masif bazaltın XRD analiz grafiği



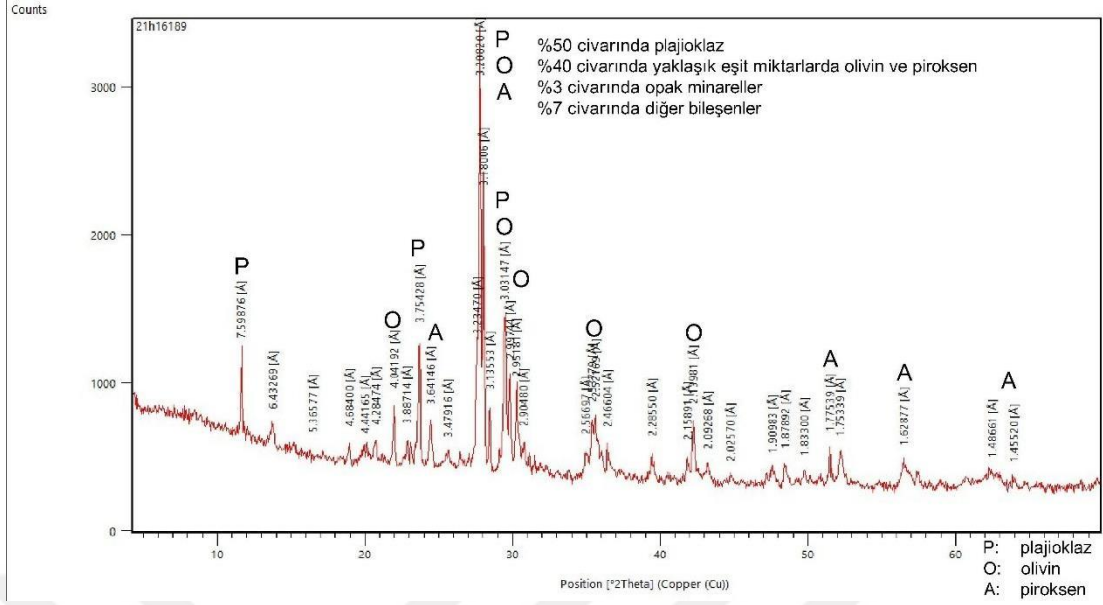
Şekil 6.6 Taze veziküler bazaltın XRD analiz grafiği



Şekil 6.7 Birca Belek'ten alınan kireç taşının XRD analiz grafiği



Şekil 6.8 Birca Belek'ten alınan masif bazaltın XRD analiz grafiği



Şekil 6.9 Birca Belek'ten alınan veziküler bazaltın XRD analiz grafiği

6.3 Bazalt ve Kireç Taşı Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla masif ve veziküler bazalt, 1. ve 2. grup kireç taşı ve model yapımıza ait kaya örneklerinden 20 gr'lık toz numuneler hazırlanıp kimyasal analizi (XRF) için MTA'ya gönderilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Bazalt ve kireç taşı örneklerimizin ana element analizleri sonuçları Tablo 6.5 te verilmiştir.

Tablo 6.5'in gösterdiği gibi, masif ve veziküler bazaltların ana elementlerinin içeriğinin büyük bir bölümünü ağırlıkça aynı oranda SiO (%40.8) elementinin oluşturduğu görülmektedir. Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃ içerikleri bileşim konsantrasyonunun sonraki yüksek oranlarının oluşturmaktadır. Oranları sırasıyla masif bazaltta %15.4, %14.8 ve %12, veziküler bazaltta ise %16.5, %15.4 ve %11.6 olduğu görülmektedir. İncelenen tabloda MgO, Na₂O oranları sırasıyla masif bazaltta %5.6 ve %3.2, veziküler bazaltta ise %4.8 ve %2.8 olarak tespit edilmiştir. İçeriklerinde en az oranda bulunan K₂O, MnO, P₂O₅, TiO₂ bileşimlerinin oranları ise sırasıyla masif bazaltta %1.2, %0.2, %0.6, %1.4 ve veziküler bazaltta da %0.8, %0.2, %0.5, %1.7 'dir. Masif ve veziküler bazaltın ateşte yanma kayıpları (A.Za) sırasıyla %3.95 ve %3.70 civarındadır. Bu oran, örneklerimizde organik içeriğin fazla olmadığını gösterir.

Yapıdan alınan masif ve veziküler bazaltlar incelendiğinde, gözeneksiz bazaltta %43.6 oranında SiO₂ elementine rastlanmıştır. Bu oran taze numune olarak incelenen masif

bazalttaki orana göre daha fazla çıkmıştır. veziküler bazaltta ise %37.4 oranında SiO_2 elementine rastlanmıştır. Bu oran diğer bazaltlar ile karşılaştırıldığında daha az olduğu görülmüştür. Bunun sebebi yapıda gözenekli bazaltın bozunmaya daha çok uğramasıdır. Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 içerikleri bileşim konsantrasyonunun sonraki yüksek oranlarının oluşturmaktadır. Oranları sırasıyla gözeneksiz bazaltta %17.2, %11.1 ve %13.3, gözenekli bazaltta ise %15.3, %16.2 ve %12.4 olduğu görülmektedir. İncelenen tabloda MgO , Na_2O oranları sırasıyla masif bazaltta %5.6 ve %3.8, veziküler bazaltta ise %3.8 ve %2.5 olarak tespit edilmiştir. İçeriklerinde en az oranda bulunan K_2O , MnO , P_2O_5 , TiO_2 bileşimlerinin oranları ise sırasıyla masif bazaltta %1.1, %0.2, %0.5, %1.4 ve veziküler bazaltta da %1.2, %0.2, %0.6, %1.6 'dır. Masif ve veziküler bazaltın ateşte yanma kayıpları (A.Za) sırasıyla %1.5 ve %5.80 civarındadır. Bu oran, örneklerimizde organik içeriğin fazla olmadığını gösterir. Fakat masif bazaltta daha fazla oranda bulunduğunu gösterir.

Bazalt örneklerimiz için elde edilen sonuçlar ile Alkali-Silika (TAS) diyagramında çizildiğinde örneklerin %40.8 SiO_2 oranıyla bazanit olduğu görülmüştür. Fakat veziküler bazaltın pikro-bazalt sınırına çok yakın olduğu görülmüştür Şekil 6.10.

Kireç taşları incelendiğinde Tablo 6.5'in gösterdiği gibi, 1. ve 2. grup kireç taşlarının ana elementlerinin içeriğinin büyük bir bölümünü ağırlıkça sırasıyla CaO elementinin %52.8 ve %38.4 oluşturduğu görülmüştür. Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 içerikleri bileşim konsantrasyonunun çok az da olsa sonraki yüksek oranlarını oluşturduğu tespit edilmiştir. Oranları sırasıyla 1. grup kireç taşında %0.5, %1.6 ve %0.4 ve 2. grup kireç taşında ise %0.3, %1.1 ve %0.3 olduğu görülmektedir. İncelenen tabloda MgO oranları birinci lokasyon kireçtaşında %1.4, ikinci lokasyon kireç taşında ise %12.9 olarak tespit edilmiştir. İçeriklerinde en az oranda bulunan K_2O , MnO , P_2O_5 , TiO_2 , Na_2O bileşimlerinin oranları her iki kireç taşı grubunda da 0.1 veya 0.1'in altında olduğu görülmüştür. 1. ve 2. grup kireç taşlarının ateşte yanma kayıpları (A.Za) sırasıyla %42.9 ve %46.15 civarındadır. Bu oran, örneklerimizde organik içeriğin fazla olduğunu gösterir. Fırınlanma aşamasında bu yüzdeliğe denk gelen kısmının yandığını göstermektedir. Bu oran ile birlikte CaCO_3 oranının 1. ve 2. grup kireç taşlarında sırasıyla %95.7 ve %84.55 olduğu saptanmıştır.

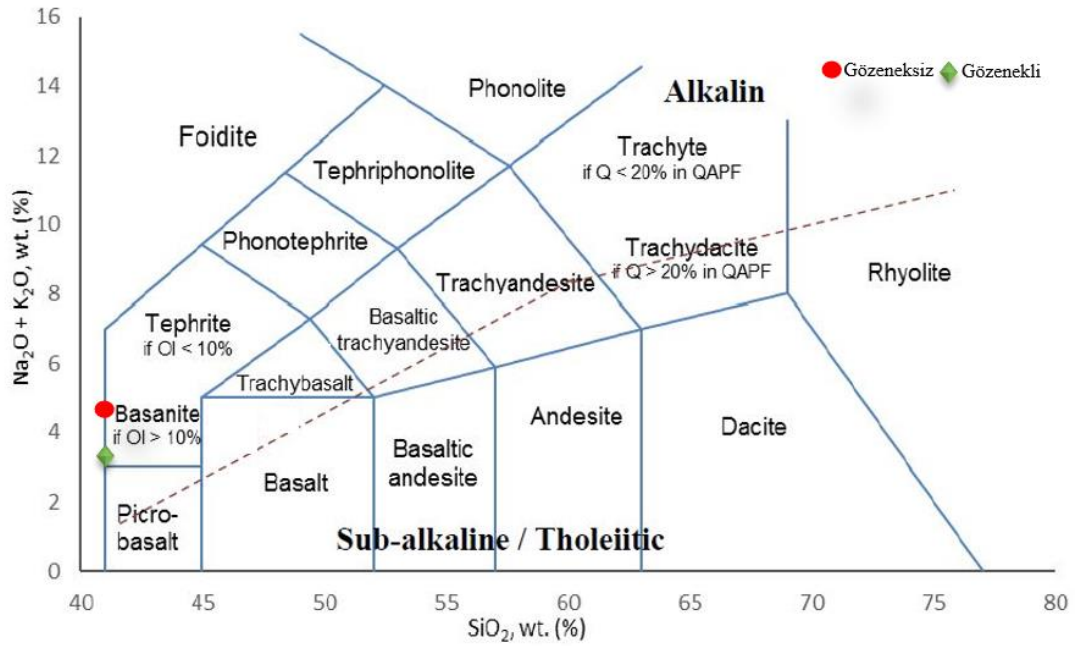
Yapıdan alınan kireç taşı örneği incelendiğinde Tablo 6.5'in gösterdiği gibi, ana elementlerinin içeriğinin büyük bir bölümünü ağırlıkça CaO elementinin %44.5 oranında oluşturduğu görülmektedir. Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 içerikleri bileşim

konsantrasyonunun çok az da olsa sonraki yüksek oranlarını oluşturmaktadır. Oranları sırasıyla %1.1, %5.2 ve %1 olduğu görülmektedir. İncelenen tabloda MgO oranı %5, olarak tespit edilmiştir. İçeriklerinde en az oranda bulunan K₂O, MnO, P₂O₅, TiO₂, Na₂O bileşimlerinin oranları her iki kireç taşı grubunda da 0.1 veya 0.1'in altındadır. Ateşte yanma kaybı ise (A.Za) sırasıyla %41.70 civarındadır. Bu oran ile birlikte CaCO₃ oranının %86.2 olduğu saptanmıştır.

Kireç taşları XRF sonuçları ana bileşenler olarak CaO ve MgO içeriğini ortaya koymaktadır. Diğer oksitler küçük miktarlarda bulunur. Ayrıca ana bileşen olarak tüm kireç taşlarında CaO(kireç) oranın en fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 6.5 Bazalt ve kireçtaşı örneklerinin ana element analiz sonuçları (%)

Ana Elementler	Gözeneksiz Bazalt	Gözenekli Bazalt	1.L.okasyon Kireç taşı	2.L.okasyon Kireç taşı	Yapıdan Alınan Kireç taşı	Yapıdan Alınan gözeneksiz Bazalt	Yapıdan Alınan Gözenekli Bazalt
A.Za	3.95	3.70	42.90	46.15	41.70	1.50	5.80
Al ₂ O ₃	15.4	16.5	0.5	0.3	1.1	17.2	15.3
CaO	14.8	15.4	52.8	38.4	44.5	11.1	16.2
Fe ₂ O ₃	12	11.6	0.4	0.3	1.0	13.3	12.4
K ₂ O	1.2	0.8	<0.1	<0.1	0.3	1.1	1.2
MgO	5.6	4.8	1.4	12.9	5	5.6	3.8
MnO	0.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2
Na ₂ O	3.2	2.8	0.1	0.1	0.1	3.8	2.5
P ₂ O ₅	0.6	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	0.6
SiO ₂	40.8	40.8	1.6	1.1	5.2	43.6	37.4
TiO ₂	1.4	1.7	<0.1	<0.1	0.1	1.4	1.6
TOPLAM	99.15	98.8	99.7	99.45	99.1	99.3	96.9



Şekil 6.10 Le Bas ve arkadaşlarından düzenlenen bazalt için Total Alkali-Silica (TAS) diyagramı

6.4 Termal İletkenlik

Doğal taşların ısı iletimi ve ısı tutma kapasitesi gibi kavramlar ile ilgili yapılan çalışmalar her ne kadar kısıtlı olsa da günlük yaşamda bu kavramlardan sıkça yararlanılmaktadır. Örneğin; Efes'te yamaç evleri, Roma ve Osmanlı dönemlerinde hamamların tabandan ısıtılmasında doğal taşların ısı özelliklerinden yararlanılmıştır. Günümüzde de doğal taşlar bu özelliklerinden yararlanılarak duvar ve döşeme malzemesi olarak kullanılmaktadır (Altay, Çalapkulu, & Tavman, 2001).

Doğal yapı taşlarının ısı özellikleri, yapı iklimini etkilediği için önemli parametredir. Düşük ısı iletkenlik değerine sahip minarellerin, taş malzemenin yüzeyinden iç kısmına ısıyı çok yavaş ilettiği bildirilmiştir (Siegesmund & Dürrast, 2011), (Dursun , 2020).

Çalışma kapsamında ± 6 cm boyutunda kübik taze bazalt ve kireçtaşı örneklerimizden beşer tane seçilerek termal özelliklerini belirlemek amacıyla termal ölçümler yapılmıştır. Termal ölçümler ASTM (2014)'te açıklamalara dikkat edilerek ISOMET 2104 cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Termal özelliklerin ölçümleri taze numunelerin ısı akışının darbelerine karşı termal tepkisinin analizine dayanmaktadır. 5 adet kübik örneklerin birbirine paralel üç yüzeyinde ölçümler yapılmış ve ölçümlerin ortalamaları, ısı iletkenlik katsayısı ve hacimsel ısı kapasitesi değerleri olarak kabul edilmiştir. Termal özelliklerin sonuçları Tablo 6.6 ' da verilmiştir. Termal

iletkenlikleri masif bazaltın 1.36 W/mK, veziküler bazaltın 0.97 W/mK, 1. grup kireç taşının 2.36 W/mK, 2.grup kireç taşının ise 1.51 W/mK olarak ortalama ölçülmüştür. Hacimsel ısı kapasiteleri ise masif bazaltın 1.58 J/m³K, veziküler bazaltın 1.59 J/m³K, 1. grup kireç taşının 1.77 J/m³K, 2. grup kireç taşının ise 1.68 J/m³K olarak bulunmuştur. Isı yayılım hızlarına bakıldığında da masif bazaltın 0.82 m²/s, veziküler bazaltın 0.61 m²/s, 1. grup kireç taşının 1.33 m²/s, 2.grup kireçtaşının ise 0.90 m²/s olarak ölçülmüştür.

Tablo 6.6 Taze bazalt ev kireçtaşı örneklerinin termal iletkenlik ölçümleri

Numune Özelliği	Ölçüm Yapılan Numune Sayısı	Kullanılan Standart	Masif Bazalt	Veziküler Bazalt	1. Grup Kireç taşı	2. Grup Kireç taşı
			Test Sonucu	Test Sonucu	Test Sonucu	Test Sonucu
k (W/mK)	5	ASTM (2014)	1.358	0.972	2.358	1.512
c _p (J/m ³ K)	5	ASTM (2014)	1.582	1.593	1.774	1.677
a (m ² /s)	5	ASTM (2014)	0.823	0.612	1.326	0.899

c_p: Hacimsel ısı kapasitesi; k: Isıl iletkenlik katsayısı; a: Isıl yayılım hızı

6.5 Yapay Bozunma Deneyleri

Bir önceki bölümde taze bazalt ve kireç taşı gruplarının fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ait sonuçlar açıklanmıştır. Bu çalışmalara ek olarak yapıtaşı ölçeğinde bozunma performanslarını belirlemek amacıyla bazalt ve kireç taşı gruplarına laboratuvarda gerçekleştirilen yapay bozunma deneyleri uygulanmıştır.

Yavaş ve tabii bir oluşum sürecine sahip olan bozunma mekanizması, laboratuvar ortamında yapay bozunma deneyleri ile daha hızlı bir şekilde gözlemlenmesi sağlamaktır (Martin vd., 1992; Park vd., 1998; Topal ve Sözmen 2003; Sousa vd., 2005; Van vd., 2007). Bu şekilde, bir kaya malzemesinin uzun dönemde bozunma karşısında göstereceği performans daha kısa bir zaman aralığında belirlenebilmekte ve

söz konusu malzemenin yapı taşı olarak kullanılabilirliği ortaya konabilmektedir (Akın, 2008).

Bu amaçla, olası taş ocaklarından alınmış taze bazalt ve kireç taşı bloklarından hazırlanan küp örnekler üzerinde tuz kristallenmesi deneyleri standartlara uygun olarak yapılmıştır. Deneylerde çevrimsel olarak uygulanan tuz kristallenmesi sonucunda doğal taş malzemesi içinde gelişen farklı gerilmeler, bozunmaya ve ilksel bütünlüğün kaybolmasına neden olmaktadır. Belirli sayıdaki tuz kristallenmesi çevrimleri ile karşı karşıya kalan örnekler üzerinde yapılan fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik deneysel çalışmalar ile ilksel özellik kayıpları ölçülmüştür (Akın, 2008).

6.5.1 Tuz kristallenmesi deneyleri

Yapı taşlarında meydana gelen bozunma mekanizmasında tuz kristallenmelerinin önemli bir yeri vardır (Cooke, 1994; Benavente vd., 2007; Ruiz-Agudo vd., 2007). Kayaların gözeneklerinde atmosferik olayların (yağmur, rüzgâr vb.) etkisi ile biriken sülfat bileşimli tuzların suyun etkisi ile çözünüp, daha sonra suyun ortamdan ayrılması ile kuruyarak yeniden kristallenmesi sonucunda oluşan kristallenme basınçları gözenek çeperlerinde etkili olmaktadır.

Tuz kristallenmesi deneyinin en önemli amacı, doğal koşullar altında tuz kristallenmesi sonucu oluşan basınçların, kayalar üzerindeki etkisinin deneysel olarak benzerliğinin sağlanmasıdır. Tuz kristallenmesi sonucunda iki grup kireç taşı ve iki grup bazalt örneklerimizin gösterdikleri davranışın belirlenmesi amacıyla tuz çözeltisi deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada farklı tuzların bazalt ve kireç taşı örneklerimizin bozunması üzerindeki etkisini incelemek amacıyla Na_2SO_4 ve MgSO_4 tuzları tercih edilmiştir. İki ayrı tuz türünün kullanıldığı bu deneyler ASTM, (2013) ve ASTM, (2017b) standartlarına göre yapılmıştır. Buna göre, örnekler 6 lt saf suya 978 gr sodyum ve 6 lt saf suya 900 gr magnezyum ile hazırlanan sülfat çözeltisi içerisinde tam olarak batırılmış şekilde 2 saat bekletilmiş ve gözeneklerin tuz çözeltisi ile mümkün olduğunca doyması sağlanmıştır. Daha sonra çözeltiden alınan örnekler su ile yıkandıktan sonra 105 ± 3 °C'lik fırında 16 saat kurumaya bırakılmıştır. Yapılan bu işlem bir çevrime karşılık gelmekte olup, bu şekilde 25 adet çevrim uygulanmıştır. Her bir tuz kristallenmesi deneyine (Na_2SO_4 veya MgSO_4) 12'şer adet masif bazalt, veziküler bazalt, 1.ve 2. grup kireç taşı örneği ile başlanılmış ve ilk 3 çevrimde bir deneyden 2 adet sonraki 2 çevrimde 3 örnek alınarak fiziksel ve mekanik özelliklerdeki

değişimler araştırılmıştır. Çevrimlerden alınan örnekler fotoğraflandıktan sonra içlerinde bulunan tuzlardan arındırmak için 10 gün boyunca her gün suları değiştirilerek suda bekletilmiş ve etüvde kurutulmuştur. Daha sonra yaklaşık 1 haftalık süre boyunca da baryum sülfat (BaSO_4) çözeltisinde bekletilmiştir. Ardından etüvde kurutulan örneklerle fiziko-mekanik testler yapılmıştır. Na_2SO_4 ve MgSO_4 tuzları ile yapılan tuz kristallenmesi deneylerinden elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

6.5.1.1 MgSO_4 ile yapılan tuz kristallenmesi deneyi

MgSO_4 ile yapılan tuz kristallenmesi deneyinde 25 adet çevrim sonucunda 12 adet veziküler bazalt, masif bazalt, 1. grup kireç taşı ve 2. grup kireç taşı örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri ve bunlardaki değişimler normalize edilerek değişim oranları yüzde olarak Tablo 6.7, Tablo 6.8, Tablo 6.9 ve Tablo 6.10 de sunulmuştur. Ayrıca bu değişimler Şekil 6.11’ te grafiksel gösterilmiştir.

MgSO_4 ile yapılan tuz kristalleşme testi sonucunda tüm örnek grupların ağırlıklarında kayda değer bir azalma veya artma görülmemiştir. Ancak en fazla ağırlık kaybı gözenekli bazalt grubunda gerçekleşmiştir. Diğer gruplarda ağırlık kaybı bulunmakla beraber çok fazla bir azalış eğrisine ulaşılmamıştır. 1. grup kireç taşında 10. Çevrime kadar %2 lik bir azalış bulunmakla beraber diğer çevrimlerde %2 lik bir ağırlık artışına rastlanmıştır. Bu artışın nedeni her ne kadar tuzdan arındırma işlemi gerçekleştirilmiş olsa bile gözeneklerde tuz kristalleri birikmesi sonucudur. Çevrim başı ve sonu değerlendirildiğinde masif bazalt grubunda %3.74, veziküler bazalt grubunda %5.5 , 1. grup kireç taşı grubunda %1.4 bir azalış ve 2. grup kireç taşı grubunda %2.8’lik bir artış elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 6.7, Tablo 6.8, Tablo 6.9 ve Tablo 6.10 da verilmiştir. Elde edilen değerlerin grafiksel gösterimleri ise Şekil 6.11 de verilmiştir. Üç gruptaki azalış sebebi çevrimlerde bazı örneklerde çatlama sonucu parça kayıplarının oluşmasıdır.

Numunelerin morfolojisi farklı bozunma dereceleri göstermelerine sebep olur. Genel olarak incelendiğinde bozunma desenleri malzeme kaybı ve çatlak olarak kendini göstermiştir. Bazı örnek gruplarında kenarlarında pul pul dökülme ve bazılarında ise köşelerinde yuvarlaklaşma görülmüştür. Bu durum kübik örneklerde enerjinin köşelerde birikmesinden dolayı ilk önce malzeme kayıpları bu bölgelerde olmuştur. Fakat veziküler bazalt grubu gözenekli bazaltlar hariç hiç bir grup ilksel bütünlüklerini kaybetmemiştir. MgSO_4 tuzu kristallendirme testi gözenekli bazalt numunelerini diğer

gruplara nazaran daha fazla bozunmaya uğratmıştır. 3. çevrimden sonra bu grupta çatlaklar, pullanma ve renk bozulması türleri gözlemlenmiştir. Şekil 6.14’ te veziküler bazalt grubunda bazı numunelerin çatlak sonucu parça kayıpları gösterilmiştir. Ayrıca 1. grup kireç taşı grubunda, 2. çevrimden sonra örneklerde belirgin bozunmalar izlenmiştir. Örneklerde köşelerde ovalleşmeler başlamış ayrıca yüzeylerinde çukurlaşmalar görülmüştür. 1. grup kireç taşı grubu örneklerinde çok az derecede kılcal çatlaklar gözlemlenmiştir ve malzeme kayıplarının olduğu görülmüştür. Bu durum Şekil 6.15’te verilmiştir. Masif bazaltların herhangi bir bozunma çeşidine çok net rastlanılmamıştır. Çok az bir örnekte gözenek belirginleşmesi görülmüş ayrıca bazı örneklerde de kenar ovalleşmesi çok az gözlemlenmiştir. 2. grup kireç taşlarında belirgin bir bütünlük kaybına rastlanmamıştır.

Tuz kristallendirme deneyi sonrasında tüm grupların kuru birim hacim ağırlıkları incelendiğinde çok küçük bir azalış eğrisi ile karşılaşmıştır. En fazla azalış 25 çevrim sonunda veziküler bazaltlarda %1.70 ile olmuştur. Grupların doymuş birim hacim ağırlıkları ise kuru birim hacim ağırlıkları ile hemen hemen aynı doğrultuda eğriye sahiptir Şekil 6.11. Fakat masif bazalt ve veziküler bazaltların doymuş birim hacim ağırlıklarında %0.5 civarında çok az bir artış gösterirken, 1. grup kireç taşı ve 2. grup kireç taşları %0.3’lük bir azalış göstermektedir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde deneyin 25 çevrim sonunda örneklerimizin kuru ve doymuş birim hacim ağırlıklarında kayda değer bir fark oluşturmadığı görülmüştür (Tablo 6.7, Tablo 6.8, Tablo 6.9, Tablo 6.10).

Deney sonunda numunelerin su emme kapasitesi atmosferik basınç altında çevrimler boyunca artması beklenir. Bunun sebebi gözeneklerde kalan tuz kristallerinin yıkanma sonucunda gözenek çeperlerine yaptığı basınçtan kaynaklı gözenek boyutlarının genişlemesidir. Elde ettiğimiz su emme kapasitesi değerleri incelendiğinde 25 çevrim sonunda masif bazaltlarda %40,15, veziküler bazaltlarda %82,2, 1. grup kireç taşında %2,2 ve 2. grup kireç taşında da %7,1 lik bir artış tespit edilmiştir. Fakat kireç taşları sonuçlarına bakıldığında bazı çevrimlerde kütlece su emme oranının 1. grup kireç taşı için %9,4, 2.grup kireç taşı için de %26,5 olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebinin bazı örneklerde gözeneklerde kalan tuz kristallerinden kaynaklanmaktadır. Gözeneklerde kalan tuz kristalleri su emme kapasitesini azaltmaktadır. Bazalt grubunda ise su emme kapasitesinde aşamalı bir artış gözlemlenmiştir.

Tüm grupların örneklerinde gözeneklilik durumu tuz kristallendirme çevrimleri sonunda 1. grup kireç taşı grubu hariç diğer gruplarda önemli derecede artışlar olmuştur. 25 çevrim sonunda masif bazalt grubunda %16,72, veziküler bazalt grubunda %36,2, 2. grup kireç taşı %12.1 oranında artış gözlenmiştir. Fakat 1. grup kireç taşı grubunda %9.2'lik bir azalma görülmüştür. Bu durum 1. grup kireç taşı grubu için kütlece su emme kapasitesindeki artış miktarının azlığı ile bağlantılıdır. 1. grup kireç taşı grubunda gözeneklilik durumunun azalmasının en temel nedeni her ne kadar yaklaşık bir hafta boyunca su ile yaklaşık bir hafta da $BaSO_4$ çözeltisiyle yıkanmış olsa da porlar içerisinde kalan tuz kristalleri ile ilişkilendirilmiştir. Gözeneklilik durumundaki bu azalış tuz kristallendirme deneyinin 1. grup kireç taşı grubunda yüzeysel bir bozunmaya sebep olduğunu ve bu sebeple gözenek durumunda azalış olduğu anlamına gelmektedir Şekil 6.11. 1. grup kireç taşı grubunda $MgSO_4$ kristallendirme deneyinde iç gözeneklere ulaşacak kadar bir etkiyle karşılaşılmamıştır.

$MgSO_4$ deneyinde P dalgası hızına bakıldığında 25 çevrim sonunda tüm gruplarda azalış olduğu görülmektedir. Bu azalışlar masif bazalt grubunda %11,02, veziküler bazalt grubunda %19,2, 1. grup kireç taşı grubunda %10.8 ve 2. grup kireç taşı grubunda da %26.7 olarak tespit edilmiştir. En büyük etki ikinci lokasyon yani 2. grup kireç taşı grubunda görülmüştür. En az etki de gözeneksiz bazalt grubunda görülmüştür. Belirgin azalış eğrileri tüm gruplarda 3. veya 4. çevrim sonrasında gerçekleşmiştir.

Tablo 6.7 Masif bazaltlarda tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (Mw) (%)	Görünür gözeneklilik (n)(%)	P dalgası hızı ($V_p(kuru)$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(ıslak)$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)(%)
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100	100
5	100,06	100,83	100,97	99,70	104,41	98,97	104,35	86,7
10	100,15	100,31	100,58	115,06	106,87	99,66	105,94	69,2
15	97,54	100,40	100,70	117,88	110,69	95,36	100,78	61,3
20	99,35	99,29	99,69	115,70	109,13	90,20	96,75	55,41
25	99,97	99,95	100,57	140,15	116,72	88,98	95,19	47,6

Tablo 6.8 Veziküler bazaltlarda tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

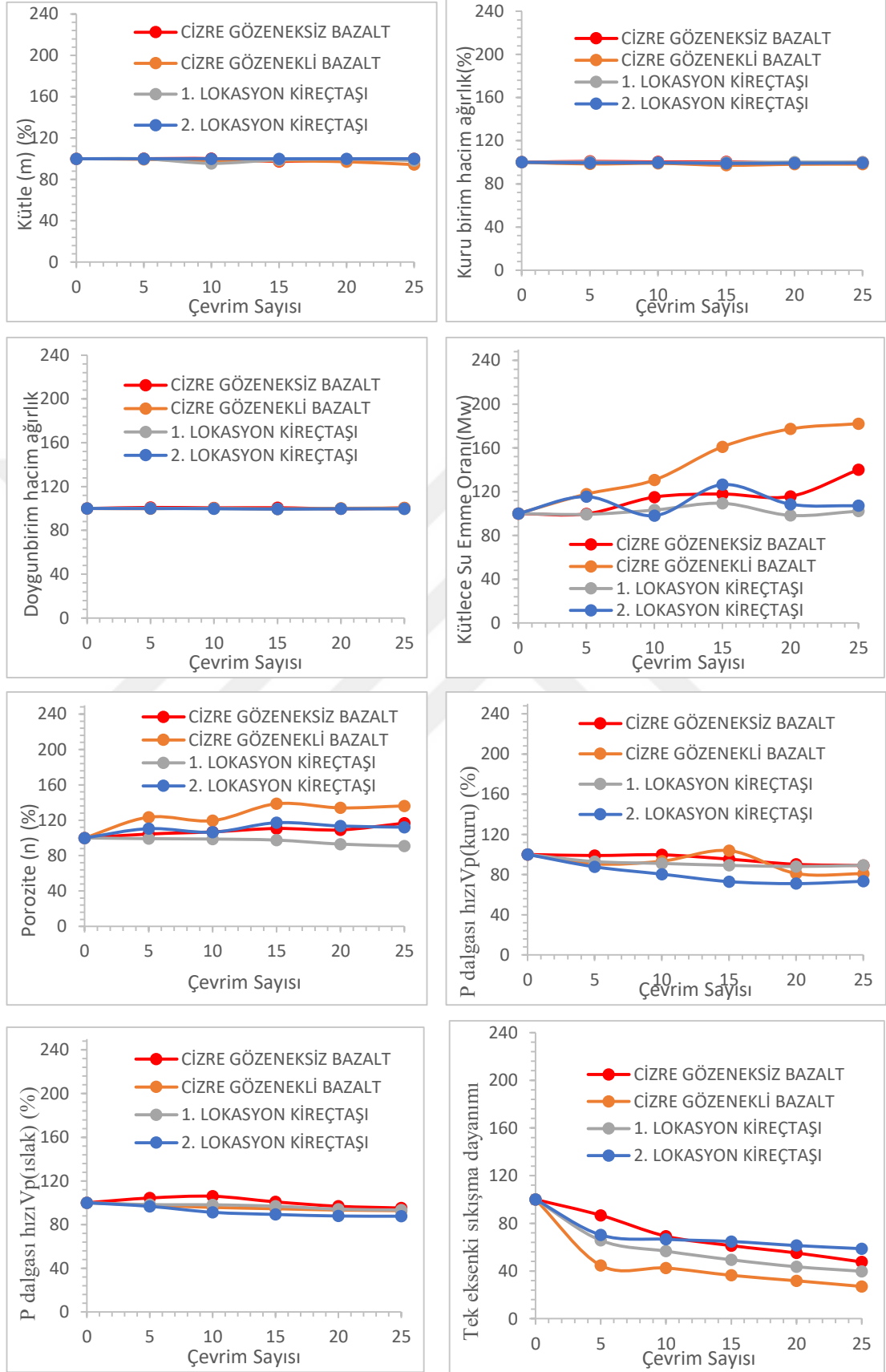
Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (Mw) (%)	Görünür gözeneklilik (n)(%)	P dalgası hızı ($V_p(kuru)$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(ıslak)$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)(%)
0	100	100	100	100	100	100	100	100
5	99,5	98,4	99,9	117,8	123,4	90,6	98,2	44,7
10	98,1	99,0	100,3	130,7	119,5	93,3	96,2	42,5
15	98,0	97,2	99,6	161,0	138,7	103,8	94,1	36,4
20	97,1	98,1	100,2	177,4	134,0	81,1	92,4	31,8
25	94,3	98,3	100,4	182,2	136,2	80,8	92,2	27,1

Tablo 6.9 1.grup kireç taşında tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (M_w) (%)	Görünür gözeneklilik (n)(%)	P dalgası hızı ($V_p(kuru)$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(ıslak)$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)(%)
0	100	100	100	100	100	100	100	100
5	99,9	100,3	100,2	99,3	99,2	92,9	98,3	65,7
10	95,6	99,8	99,7	103,2	98,8	91,1	98,1	56,6
15	99,0	99,8	99,7	109,4	97,6	89,2	96,8	49,4
20	99,6	100,2	99,8	98,3	93,0	88,1	94,1	43,6
25	98,3	100,2	99,6	102,2	90,8	89,2	93,4	39,8

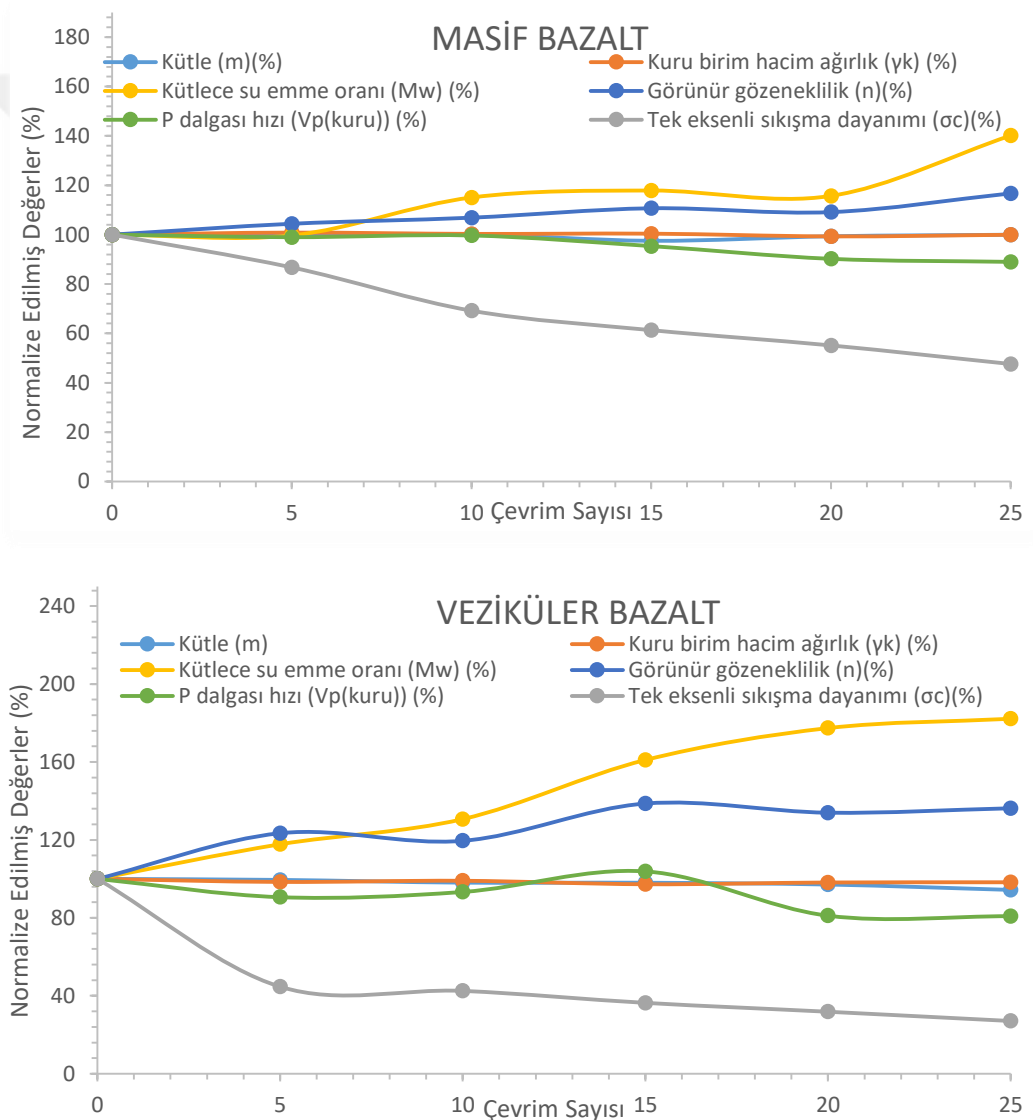
Tablo 6.10 2.grup kireç taşında tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (M_w) (%)	Görünür gözeneklilik (n)(%)	P dalgası hızı ($V_p(kuru)$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(ıslak)$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)(%)
0	100	100	100	100	100	100	100	100
5	99,98	99,5	99,9	115,5	110,5	87,7	96,7	70,2
10	100,01	99,6	99,9	98,1	106,5	80,4	91,2	66,6
15	99,99	98,9	99,4	126,5	117,2	73,0	89,3	64,8
20	100,00	99,2	99,7	108,5	113,5	71,0	87,8	61,3
25	100,03	99,3	99,7	107,1	112,1	73,3	87,7	58,7

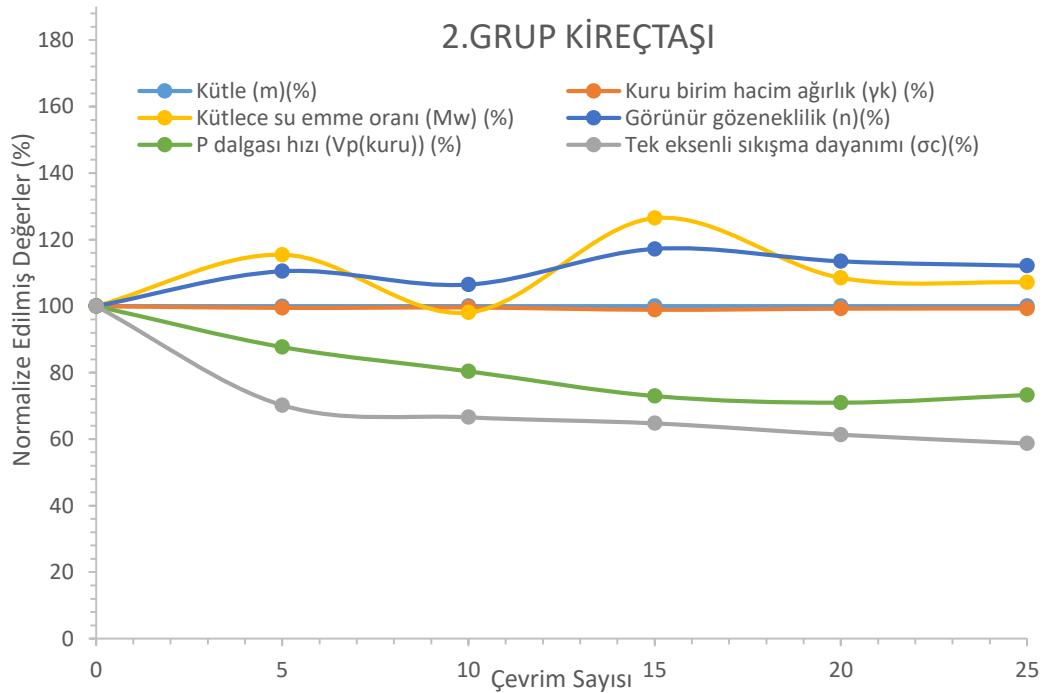
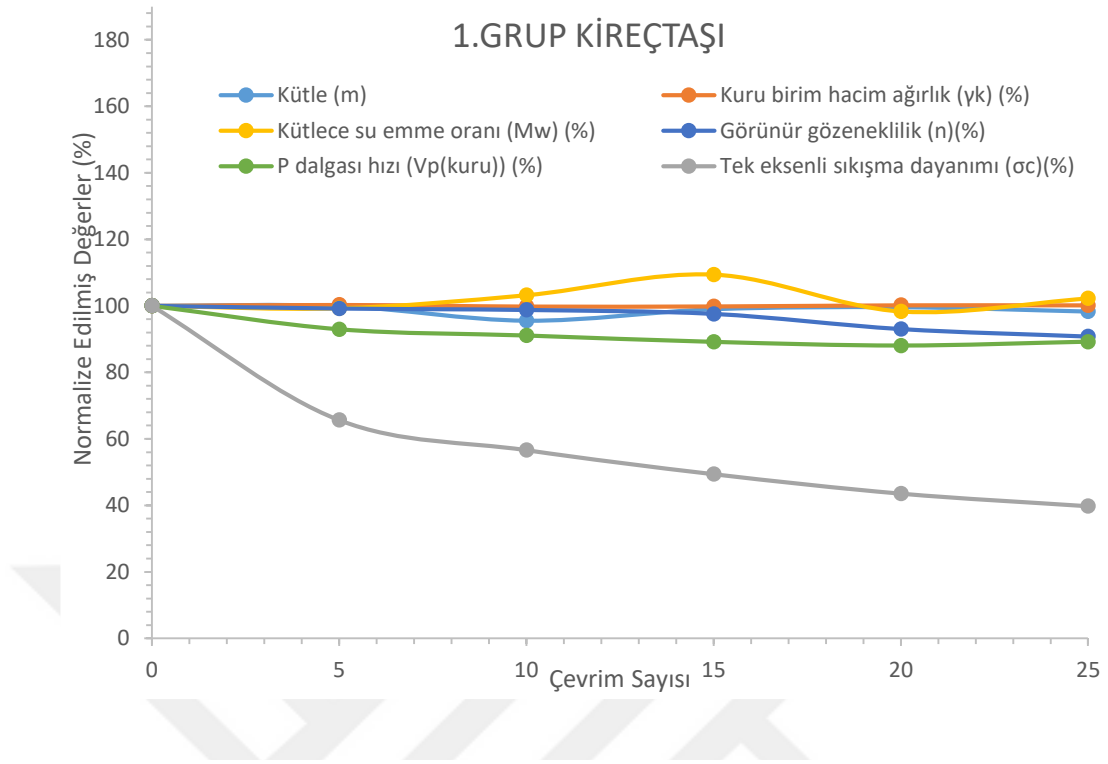


Şekil 6.11 Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) deneyi sonucunda örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri

Tuz kristalizasyon deneyi gözenekli bazalt, gözeneksiz bazalt, birinci grup kireç taşı ve ikinci grup kireçtaşı örneklerinin fiziksel özellikleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Şekil 6.12 ve Şekil 6.13'te görüldüğü gibi tuz kristalizasyon çevrimleri arttıkça gözeneklilik durumu ve su emme kapasiteleri arttığı görülmüştür. P dalgası hızlarında azalış meydana geldiği görülmüştür. Fakat bazı gruplarımızda bu azalış çok net izlenmemiş ve eğrimiz dalgalanmaya uğramıştır. Bu durumun en önemli nedeni mikro gözeneklerden tuzun tam olarak arınmamasıyla ilişkilendirilebilir. Test sonucunda tüm grup örneklerimizde tek eksenli basınç dayanımlarında önemli derecede azalma gözlemlenmiştir.



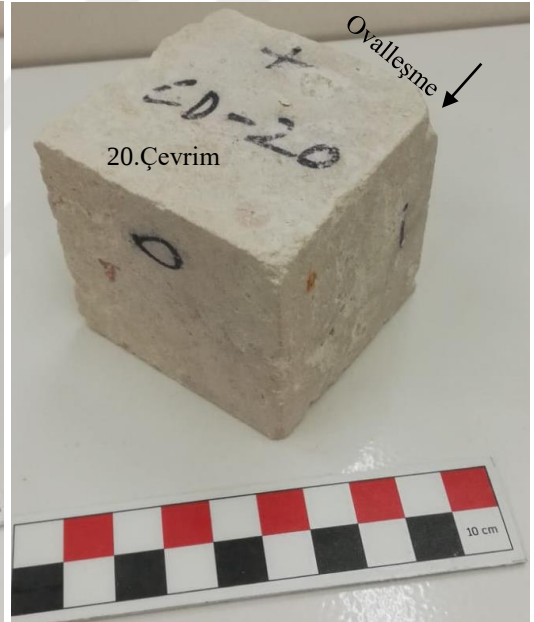
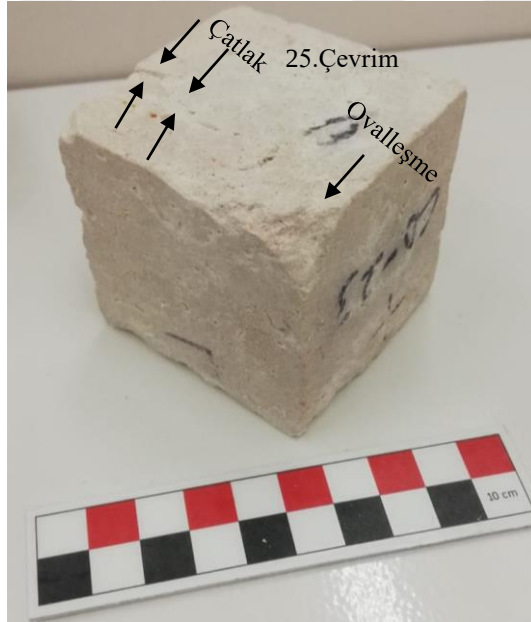
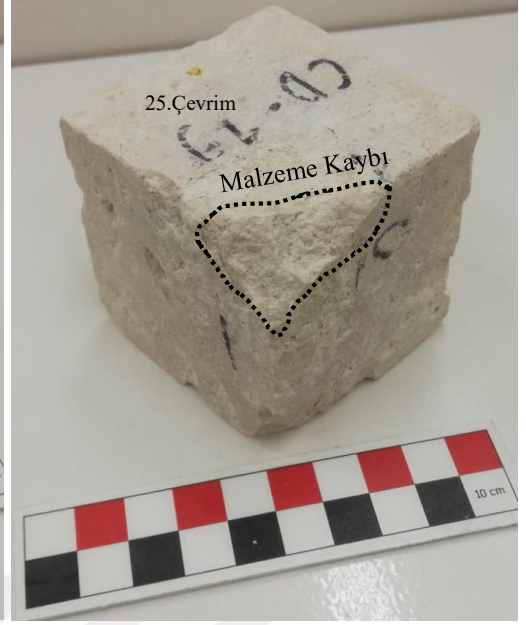
Şekil 6.12 Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) deneyi sonucunda masif ve veziküler bazalt örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri



Şekil 6.13 Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) deneyi sonucunda 1. ve 2.grup kireç taşlarının örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri



Şekil 6.14 $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonucunda örneklerde meydana gelen bozunmalar



Şekil 6.15 $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonucunda 1. grup kireç taşı örneklerinde meydana gelen bozunmalar



Şekil 6.16 $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonucunda masif bazalt örneklerinde meydana gelen bozunma

6.5.1.2 Na_2SO_4 ile yapılan tuz kristallenmesi deneyi

Na_2SO_4 ile yapılan tuz kristallenmesi deneyinde 25 adet çevrim sonucunda sarı fiziksel ve mekanik özellikleri ve bunlardaki değişimler normalize edilerek değişim oranları yüzde olarak sunulmuştur Tablo 6.11, Tablo 6.12, Tablo 6.13, Tablo 6.14. Bu değişimler Şekil 6.17’ te grafiksel olarak gösterilmiştir.

Na_2SO_4 tuz kristalizasyon deneyi genel olarak bozunma durumları incelendiğinde 1. grup kireç taşı ve 2. grup kireç taşlarında renk değişimleri gözlenmiş bu renk değişimi 2. grup kireç taşı grubunda daha fazla yaşanmıştır Şekil 6.5. 1. grup kireç taşı grubunda son çevrime geldiğinde bazı örneklerde ufak malzeme kayıplarının yaşandığı görülmüştür Şekil 6.4. veziküler bazalt grubu gözenekli bazaltlara bakıldığında bu örneklerimizde gözenekli yapılarından dolayı gözeneklerinde barındırdıkları malzemelerin tuz kristallendirme deneyi sonucunda çözünerek gözeneklerden ayrıldığı görülmüştür. Deney sonunda hiç bir grup ilksel bütünlüklerini kaybetmemiştir ve belirgin bir bozunma formuna ulaşılmamıştır.

Na_2SO_4 ile yapılan tuz kristalleşme testi sonucunda tüm örnek grupların ağırlıklarında kayda değer bir azalma veya artma görülmemiştir. Masif bazalt, 1. grup kireç taşı ve 2. grup kireç taşı gruplarında ağırlık artması yaşanmasına karşın veziküler bazalt grubunda ağırlık azalması olmuştur. Fakat Tablo 6.10, Tablo 6.11, Tablo 6.12, Tablo 6.13 görüldüğü gibi bu artış ve azalmalar çok fazla değildir. Çevrim başı ve sonu değerlendirildiğinde 1. grup kireç taşı grubunda % 2 lik bir artış, 2. grup kireç taşı grubunda % 0,6 lık bir artış, Masif bazalt grubunda %0.54 lük bir artış ve veziküler

bazalt grubunda ise % 0,7 lik bir azalış meydana gelmiştir. .Bu artışın nedeni her ne kadar tuzdan arındırma işlemi gerçekleştirilmiş olsa bile gözeneklerde tuz kristalleri birikmesi sonucudur. veziküler bazalt grubundaki azalış ise diğer grup örneklerine göre gözeneklilik özelliğinin fazla olmasından dolayı tuzun gözeneklerden daha rahat çıkmış olması sonucunda olabilir. Elde edilen değerlerin grafiksel gösterimleri ise Şekil 6.6 de verilmiştir.

Tuz kristallendirme deneyi sonrasında tüm grupların kuru birim hacim ağırlıkları incelendiğinde veziküler bazalt grubundaki örneklerde % 6,8 'lik bir azalma yaşanmasına karşın diğer grup örneklerinde %1'in altında değişimler yaşanmıştır. Yani sonuç olarak veziküler bazalt grubu dışındaki grup örneklerde kuru birim hacim ağırlıklarında ilksel özelliklerini kaybetmedikleri varsayılabilir. Grupların doygun birim hacim ağırlıkları ise kuru birim hacim ağırlıkları ile hemen hemen aynı doğrultuda eğriye sahiptir Şekil 6.6. Fakat veziküler bazalt grubu doygun birim hacim ağırlıklarında kuru birim hacim ağırlığına göre çevrimler sonunda bir azalma yaşanmamış buna karşın ilksel özelliğini koruduğu görülmüştür. Masif bazalt grubu örneklerinde kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları incelendiğinde 5 ve 10. çevrimde bir miktar azalmadan sonra tekrar artış olduktan sonra 20 ve 25. çevrimde de azalış yaşandığı görülmüştür. Doygun birim hacim ağırlıklarında az da olsa yaşanan artışlar örneklerde gözenekliliğin artmasına sebep olmaktadır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde deneyin 25 çevrim sonunda örneklerimizin kuru ve doygun birim hacim ağırlıklarında kayda değer bir fark oluşturmadığı görülmüştür (Tablo 6.10, Tablo 6.11, Tablo 6.12, Tablo 6.13).

Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyine bağlı olarak örneklerde gelişen ikincil gözenekler sebebiyle örneklerin su emme kapasitesi atmosferik basınç altında çevrimler boyunca artması beklenir. Elde ettiğimiz su emme kapasitesi değerleri incelendiğinde 25 çevrim sonunda masif bazalt grubunda %4,87 bir artışla beraber 5 ve 15. çevrimde yaşanan artıştan sonra azalma olduğu görülmüştür. Veziküler grubunda son çevrimde %31,3'lık bir artışla beraber masif bazalt grubundaki gibi 5 ve 15. çevrimde yaşanan artıştan sonra azalma olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebi ilk çevrimlerde gözeneklerde tuz kristallerinin birikimi sonrasında dolmasıdır. 2. grup kireç taşı grubunda %13.3 bir artış ve 1. grup kireç taşı grubunda da %6.2 lik bir azalış tespit edilmiştir. 1. grup kireç taşı grubunda azalışın sebebi gözeneklerde kalan tuz

kristallerinin yeteri kadar arındırılmaması olarak yorumlanmıştır. Gözeneklerde kalan tuz kristalleri su emme kapasitesini azaltmaktadır.

Tüm grupların örneklerinde gözeneklilik durumu Na_2SO_4 tuz kristallendirme çevrimleri sonunda 1. grup kireç taşı grubu hariç diğer gruplarda artışlar olmuştur. Fakat bu artışlara MgSO_4 tuzu kadar etki etmemiştir. 25 çevrim sonunda masif bazalt grubunda %7.55, veziküler bazalt grubunda %26,2, 2. grup kireç taşı grubunda %6.4 oranında artış gözlenmiştir. Fakat 1. grup kireç taşı grubunda %10.8 lik bir azalma görülmüştür. 1. grup kireç taşı grubu için elde edilen azalma kütlece su emme kapasitesindeki azalma miktarı ile bağlantılıdır. Gözeneklilik durumundaki bu azalış tuz kristallendirme deneyinin 1. grup kireç taşı grubunda gözeneklerde biriken tuz kristallerinin gözeneklerde kalması ile ilişkilendirilmiştir.

Na_2SO_4 deneyinde P dalgası hızına bakıldığında 25 çevrim sonunda masif bazalt grubunda %2,02 lik bir azalma oluşurken veziküler bazalt grubu örneklerinde 25. çevrimde %5.7 lik bir artışla başlayıp 25. çevrimi %0.3 lük bir artışla kademeli olarak artışta azalma olmuştur. Fakat ıslak halde P dalgası hızına bakıldığında verilerde masif bazalt grubunda %3.2 ve veziküler bazalt grubunda kuru haldeki gibi 25. Çevrimde %2.9 artış ile başlayıp azalarak çevrim sonunda %2,7 lık bir azalış olduğu görülmüştür. 1. grup kireç taşı grubunda 25 çevrim sonunda %3.2 bir artış ve ıslak halde de %6.5 lik bir artış görülmüştür. 2. grup kireç taşı grubunda ise masif bazaltlardaki gibi azalış yaşanmıştır. Bu azalış çevrim sonunda %29.4 oranında olmuştur. Islak halde yapılan P dalgası hızında 2. grup kireç taşı grubunda %11.4 lük bir azalış tespit edilmiştir. En büyük etki ikinci lokasyon yani 2. grup kireç taşı grubunda görülmüştür. En az etki de gözenekli bazalt grubunda görülmüştür (Tablo 6.11, Tablo 6.12, Tablo 6.13, Tablo 6.14). Grafikselsel olarak bu artış ve azalış eğrileri Şekil 6.17 te verilmiştir.

Deney sonunda örneklere yapılan tek eksenli basınç dayanımında önemli veriler elde edilmiştir. 25 çevrim sonunda tüm grupların örneklerinde azalma görülmüş fakat örneklerde gözlemsel olarak çatlak görülmemiştir. Bu da örneklerde tuz kristallerinin oluşturduğu iç basıncın daha fazla olduğu ve sonuç olarak bu basıncın yüzeyde herhangi bir etkiye sebep olmadığı anlamına gelmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde masif bazalt grubunda deney sonunda %51,7, veziküler bazalt grubunda %78,7, 1.grup kireçtaşında % 27,7 ve 2.grup kireçtaşında % 52,7 oranında azalmalar kaydedilmiştir.

Tablo 6.11 Masif bazaltlarda tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (Mw) (%)	Görünür gözeneklilik (n)(%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{kuru})$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{ıslak})$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)(%)
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100	100
5	100,11	100,35	100,65	106,11	107,93	99,64	103,39	71,42
10	100,14	99,97	100,19	105,26	106,02	99,23	104,85	64,43
15	100,29	100,41	100,47	106,59	101,86	98,49	105,51	61,54
20	100,45	100,89	101,08	103,63	106,29	98,31	105,64	57,59
25	100,54	99,87	100,11	104,87	107,55	97,98	106,49	48,29

Tablo 6.12 Veziküler bazaltlarda tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

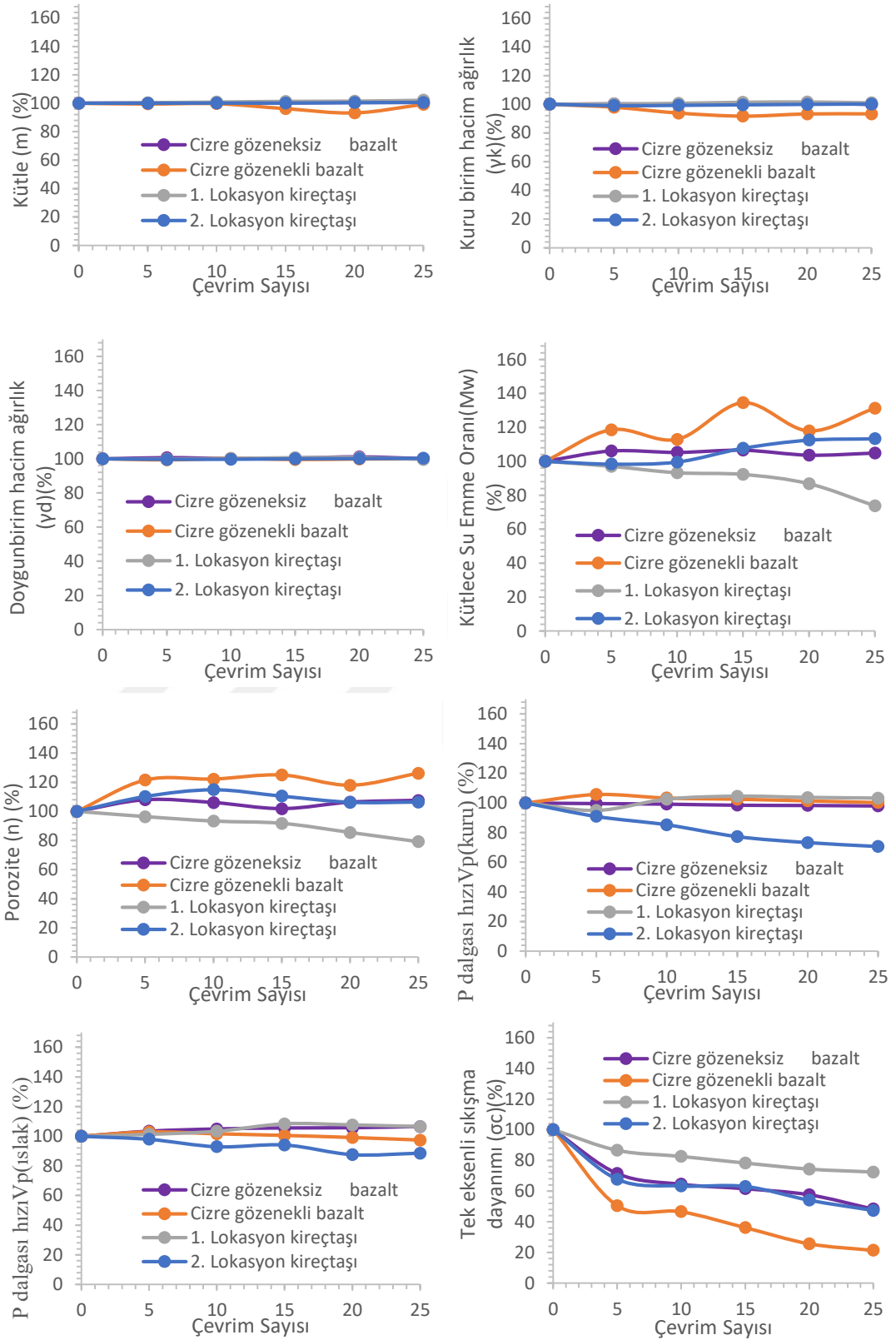
Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (Mw) (%)	Görünür gözeneklilik (n)(%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{kuru})$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{ıslak})$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)(%)
0	100	100	100	100	100	100	100	100
5	99,5	97,9	99,3	118,6	121,5	105,7	102,9	50,50
10	99,7	93,8	100,2	112,9	122,2	103,3	101,6	46,52
15	96,2	91,7	99,6	134,5	125,0	102,6	100,5	36,17
20	93,2	93,2	99,9	117,9	117,9	101,4	99,1	25,63
25	99,3	93,2	100,0	131,3	126,2	100,3	97,3	21,33

Tablo 6.13 1. grup kireç taşı tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (Mw) (%)	Görünür gözeneklilik (n) (%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{kuru})$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{ıslak})$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c) (%)
0	100	100	100	100	100	100	100	100
5	100,4	100,2	99,9	97,0	96,4	94,9	101,3	86,51
10	100,8	100,7	100,1	93,2	93,3	102,5	103,4	82,55
15	101,3	101,4	100,6	92,2	91,8	104,5	108,3	78,22
20	101,5	101,6	100,7	86,8	85,6	103,7	107,6	74,28
25	102,1	101,0	99,6	73,8	79,2	103,2	106,5	72,37

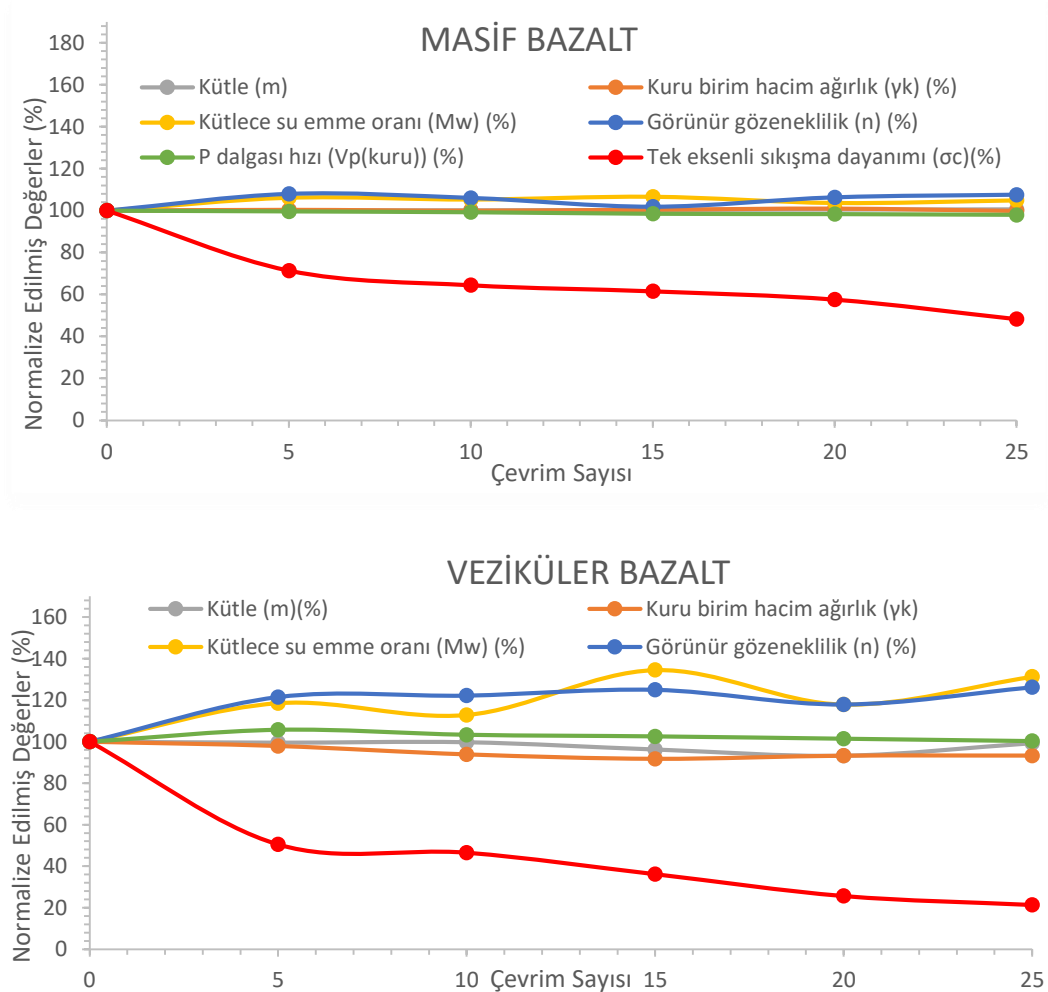
Tablo 6.14 2. grup kireç taşının tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özellikleri ve normalize edilmiş değişim değerleri

Çevrim sayısı	Kütle (m) (%)	Kuru birim hacim ağırlık (γ_k) (%)	Doygun birim hacim ağırlık (γ_d) (%)	Kütlece su emme oranı (Mw) (%)	Görünür gözeneklilik (n) (%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{kuru})$) (%)	P dalgası hızı ($V_p(\text{ıslak})$) (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c) (%)
0	100	100	100	100	100	100	100	100
5	100,0	99,1	99,6	98,3	110,2	90,9	98,0	67,61
10	100,1	99,3	99,7	99,6	114,9	85,3	92,9	63,28
15	100,1	99,6	100,0	107,7	110,5	77,3	94,1	62,98
20	100,4	99,9	100,1	112,5	106,3	73,3	87,6	54,00
25	100,6	100,1	100,3	113,3	106,4	70,6	88,6	47,34



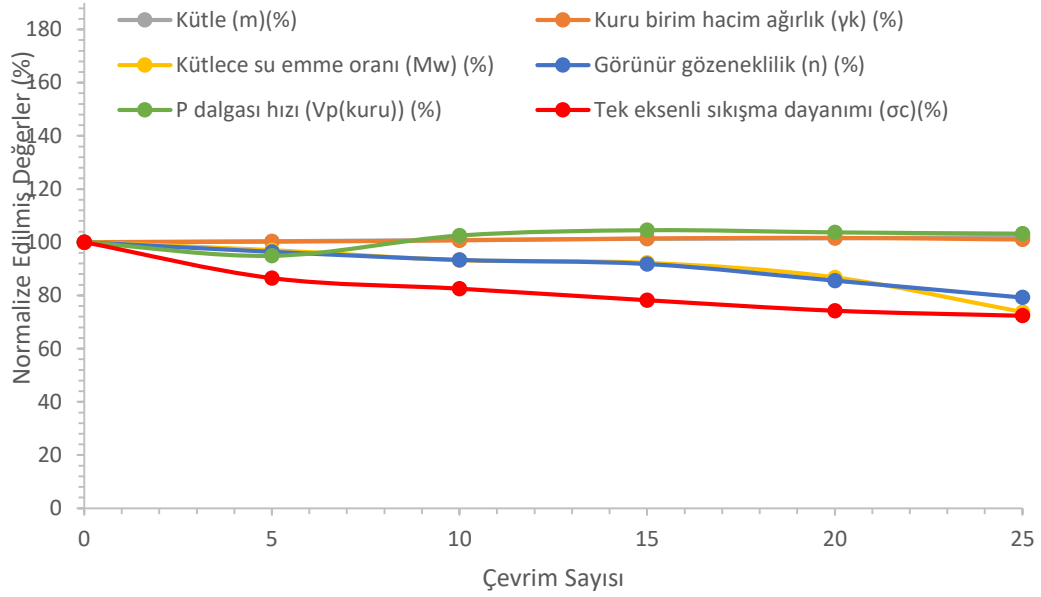
Şekil 6.17 Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) deneyi sonucunda örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri

Tuz kristalizasyon deneyi veziküler bazalt, masif bazalt, birinci grup kireç taşı ve ikinci grup kireç taşı örneklerinin fiziksel özellikleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Şekil 6.18 ve Şekil 6.19'te görüldüğü gibi tuz kristalizasyon çevrimleri arttıkça gözeneklilik durumu ve su emme kapasiteleri artmasına karşın 1. grup kireç taşı bu iki özellikte azalma gözlemlenmiştir. P dalgası hızlarında artış meydana gelmesine karşın 2. grup kireç taşı grubunda azalma görülmüştür. Çevrimler boyunca kütlelerde artışlar meydana gelmekte olup bu artışlar çok ciddi farklar yaratmamaktadır. Tek eksenli basınç dayanımında ciddi azalışlar tespit edilmiştir. Hiçbir grubun örneklerinde görünürde fiziksel bir değişim gözlemlenmemiştir. Bu durumun aksine tüm örneklerimizin fiziksel özelliklerinde ciddi değişimler elde edilmiştir. Elde ettiğimiz eğrilerde bazı dalgalanmalar mevcuttur. Bu durumun en önemli nedeni mikro gözeneklerden tuzun tam olarak arınmamasıyla ilişkilendirilmiştir.

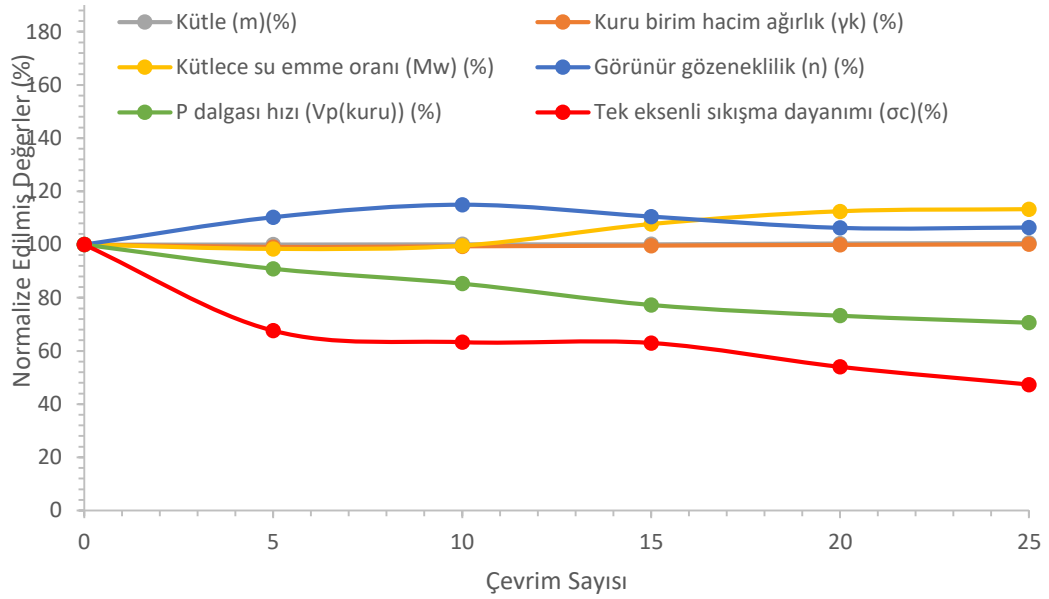


Şekil 6.18 Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) deneyi sonucunda masif ve veziküler bazalt örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri

1.GRUP KİREÇTAŞI



2.GRUP KİREÇTAŞI



Şekil 6.19 Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) deneyi sonucunda 1. ve 2. grup kireç taşı örneklerimizin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki normalize değişim değerleri

Na_2SO_4 ve MgSO_4 ile yapılan tuz kristallenmesi deneylerinden elde edilen sonuçlar genel olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

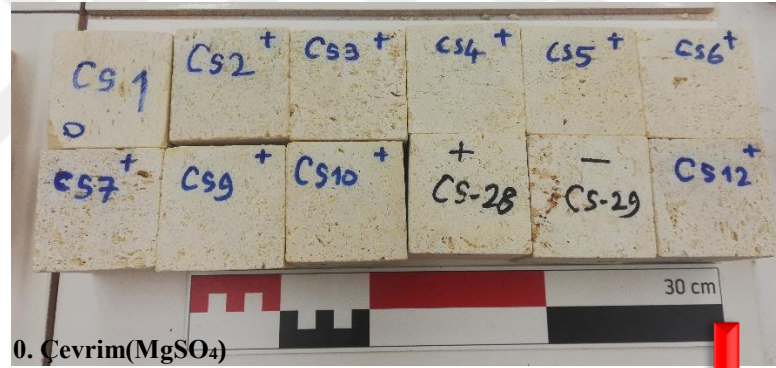
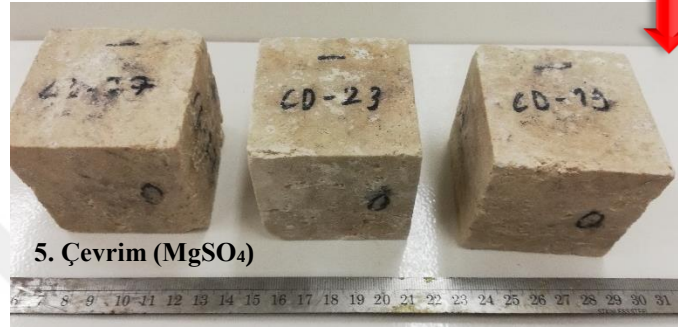
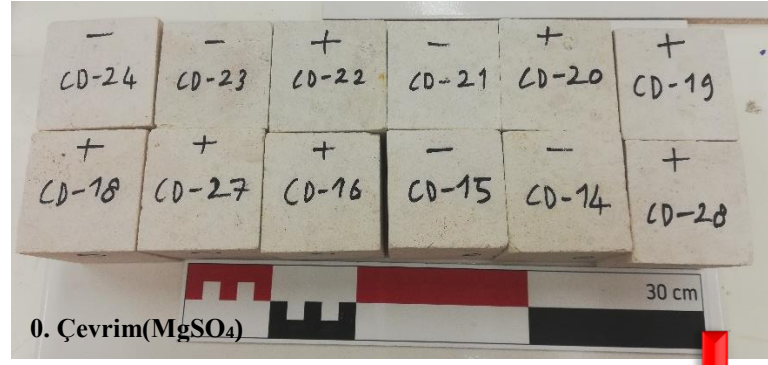
a) Tuz kristallenmesi deneyi sonucunda tuz kristallenmesi basınçlarının bazalt ve kireç taşı gruplarında fiziksel özellikleri açısından önemli etkisi olduğu saptanmıştır.

b) $MgSO_4$ ile yapılan deneyde bozunma formlarına gözlemsel olarak daha net ulaşılmıştır ve bu deney sonucunda veziküler bazaltlarda masif bazaltlara göre daha etkili olduğu görülmüştür. Hatta deney sonunda veziküler grubu bazaltların bazı örneklerinin ilksel bütünlük kaybı nedeniyle çevrimlerden çıkarılmak zorunda kalmıştır. Bu durum genellikle 15. çevrimden sonra görülmeye başlanmıştır.

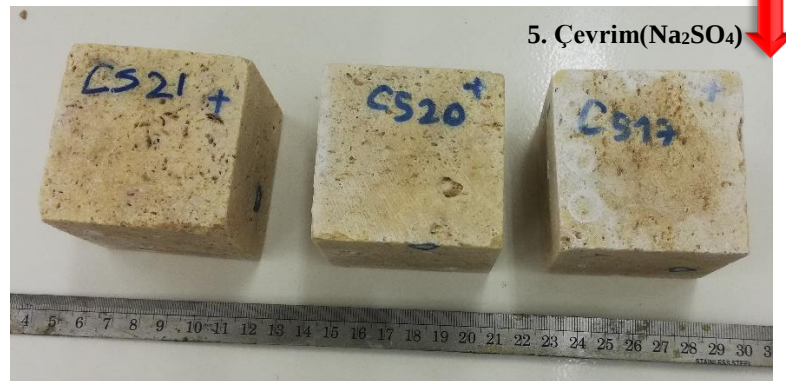
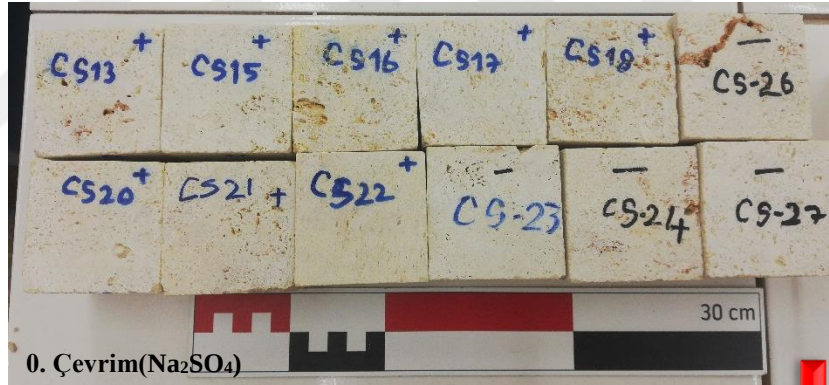
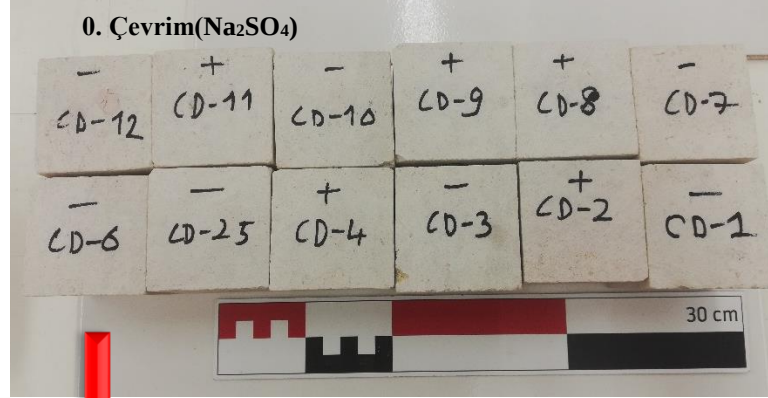
c) Gözle görülebilen malzeme kayıplarına gözenek miktarının ve boyutunun fazla olduğu gözenekli bazaltlarda meydana gelmiştir. Kireçtaşı gruplarında ise $MgSO_4$ tuzunun Na_2SO_4 tuzuna göre 1. grup kireç taşlarında gözle görülür bir şekilde çevrimler ilerledikçe malzeme kaybına uğratmıştır. Fakat her iki grup kireçtaşlarında da hem $MgSO_4$ hem de Na_2SO_4 tuzu kristalizasyon deneyi sonunda renk değişimine uğradığı görülmüştür (Şekil 6.20 ve Şekil 6.21).

d) Na_2SO_4 ve $MgSO_4$ ile yapılan iki ayrı tuz kristallenmesi deneyinden elde edilen sonuçlara göre her iki tuz grubunun da kireçtaşlarının ve bazaltların bozunması üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, özellikle dayanımdaki değişim göz önüne alındığında, kireçtaşı ve bazaltlarda ayrı ayrı sonuçlar çıkmıştır. Masif ve veziküler bazaltlarda $MgSO_4$ tuzu Na_2SO_4 'a oranla bozunmaları üzerinde daha etkili olmuştur. Özellikle masif bazaltlarda bu fark daha net görülmektedir. Kireçtaşı grupları dayanımdaki değişimlere bakıldığında $MgSO_4$ tuzu Na_2SO_4 'a oranla 1. grup kireç taşı grubunda daha etkili olduğu görülmüştür. 2. grup kireç taşlarında ise Na_2SO_4 tuzu $MgSO_4$ 'a oranla %11,35 oranıyla daha etkili olduğu görülmüştür.

Deneylerde kullanılan örneklerin ilksel fiziksel ve mekanik özellikleri Ek 1'de verilmiştir. Deneylerde kullanılan örneklerin P dalgası hızı sonuçları Ek 2'de verilmiştir.



Şekil 6.20 MgSO₄ ile yapılan deney sonunda 1.ve 2. grup kireç taşı örneklerinde oluşan renk değişimi



Şekil 6.21 Na_2SO_4 ile yapılan deney sonunda 1.ve2. grup kireç taşlarında oluşan renk değişimi

7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Bu bölümde saha ve laboratuvar çalışmaların sonucunda elde edilen bulgular her bölüm için ayrı tartışılmıştır.

7.1 Araştırma Sahası ve Birca Belek

Cizre ilçesinde bulunan tarihi yapılar ile ilgili saha araştırması sonucunda bölgede birçok tarihi yapı incelenmiştir. Bu tarihi yapılardan Kırmızı Medrese haricindeki diğer tüm yapılarda doğal taşlar kullanılmıştır. Yapıların taşıyıcı sistemine bakıldığında tümünün yığma yapı grubunda olduğu tespit edilmiştir. Çoğu tarihi yapı farklı farklı zamanlarda restore edilmesine karşın restore edilmeyen tarihi yapılarında bulunduğu görülmüştür.

Bölgenin tarihi yapılarında ağırlıklı olarak bazalt kullanıldığı görülmüştür. Bu durum malzemenin bölgede mevcut bulunan yerel bir doğal taş olmasından kaynaklanmaktadır. Bazaltın yanı sıra kireçtaşının da kullanıldığı görülmüştür. Bu durum neticesinde bölgenin jeoloji haritaları incelenmiştir. İnceleme sonucunda Cizre'nin ortasından geçen Dicle nehrinin bölgenin doğal taşlarının dağılımına önemli etkisi olduğu düşünülmektedir. Çünkü jeoloji haritasında Dicle Nehri'nin batı sınırına kadar olan kısmında volkanik kayaların, doğu sınırında ise sedimanter kayaların yoğunlukta olduğu görülmüştür. Bu durumda nehrin batı tarafından gelen volkan lavlarını sınırladığı çıkarımında bulunulabilir. Dolayısıyla nehrin doğu kısmında volkanik kayalara neden rastlanılmadığı bu durumla açıklanabilir. Hem doğu hem de batı kısmında nehre yakın kısımlarda bulunan sedimanter işaretleri de nehrin zaman içinde yatağının değiştiği ve bazı nehir kollarının yok olmasından kaynaklı gerisinde bıraktığı karasal kırıntılardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bölgede bulunan doğal taşlar hakkında edinilen bilgiler doğrultusunda olası ocaklar araştırılmış ve örnek yapının olası ocaklara olan konumları hem eski yollar hem de nehir yolu vasıtası kapsamında incelenmiştir. Dolayısıyla kireç taşı için nehir yolunun kullanılma olasılığı bulunan olası ocağa da çalışmalarımızda yer verilmiştir.

Cizre'nin eski fotoğraflarına ulaşılmaya çalışılmış ve sonuç olarak elde edilen fotoğraflarda Dicle Nehri'nin bölgeyi çevreleyen iki ayrı kolunun daha olduğu tespit edilmiştir. Dicle Nehri'nin güzergâhının dışında yaptığı bir kolun örnek yapı olarak seçtiğimiz Birca Belek'in yıkık olan cephesinin önünden geçtiği görülmüştür. Ayrıca bu kolun düşünülen güzergâhı ve Birca Belek'te bulunan kapı şeklindeki oyuk nedeniyle Birca Belek'in Cizre Kalesi'ne nehir tarafından giriş amacıyla veya kale

içinden nehrin gözetiminin sağlanması amacıyla inşa edilmiş olabileceği de çıkartılabilir.

Bu çalışmada yapılan deneyler ve Birca Belek yapısının temel formu hakkında elde edilen bilgiler doğrultusunda yapının yapıldığı tarihlerde bile bazaltın kireçtaşına kıyasla daha dayanıklı ve uzun ömürlü olduğunun bilindiği düşünülmektedir. Bu sebeple gözlemlenebilen temel formundan sonra yani temel üstü 4 sıra bazalt örüldükten sonra kireçtaşı örülmesine başlanmıştır.

Yapılan gözlemde ve yukarıdaki Şekil 4.13 te görüldüğü gibi yapının sadece dış cepheleri kesme taş olarak uygulanmıştır. Bu da estetik kaygının sadece belli başlı noktalarda göz önünde tutulduğunu, iç kısımlarda yapının sağlamlığına yönelik bir kaygının gözetildiğini göstermekte olduğu çıkarımında bulunulabilir. İç dolgu ile duvar aralarında girintili-çıkıntılı bir sistem hakimdir. Taşların dizilimlerine dikkat edildiğinde her sırada bazı taşların geniş bazılarının da dar olduğu görülmüştür. Bu da statik açıdan bir kaygının yaşandığı anlamına gelmektedir. Çünkü bu bazı taşların iç dolguya doğru çıkıntı yapılarak yerleştirildiği anlamına gelmektedir. Yani örgü sistemin bazı taşların genişlikleri boyunca yerleştirilip dolgu yönünde çıkıntı yapılması sağlanarak dayanımı duvar örgüsüne göre zayıf olan iç harcın gerilmeleri duvarlara aktarılması sağlanmıştır.

Yapının temeli herhangi bir noktadan görülememiştir. Görünen kısımlar fotoğraflanmıştır. Fakat dışarıdan görünen çıkıntılar ve buraya yakın yapılarda yapılan restorasyon çalışmalarından elde edilen bilgilere göre temel yapısının payandalı sisteme benzer aşamalı daralan şeklinde yapılmış olabileceği öngörülmektedir. Bu öngörümüzü destekler nitelikte olan yapının zemin üstü kısımlarının iç duvarlarının kademeli olarak daralması olduğu düşünülmektedir. Bu daralmaların 14,5 ve 9 sıra ile olması herhangi bir örüntüye bağlı kalmadan yapıldığı anlaşılmaktadır. Herhangi bir örüntüye sahip olmayan bu daralma bölgeleri yapının yüksekliğinden ve taş malzemelerin ağırlığından dolayı yığma duvarlara çok yük gelmesini engellemektir. Bu da burada yapının statik açıdan sağlamlığına dikkat edildiği görülmüştür.

7.2 Birca Belek'te Görülen Bozunma Formalarının Sınıflandırılması

Birca Belek üzerinde bozunma formları ve bu formların dağılımını sınıflandırmak için saha araştırmaları yapılmıştır. Daha önce restorasyona uğramamış olan Birca Belek üzerinde bozunmanın devam ettiğinin kanıtı olan birçok sayıda bozunma formuna rastlanmıştır. Bu formlar kırık ve çatlak gelişimi, kopma/ayrılma, malzeme kaybı, renk

değişimi ve birikme ve biyolojik yerleşim olarak sınıflandırılabilir. Malzeme kaybı, renk değişimi ve biyolojik yerleşim en çok rastlanılan bozunma formları arasında olduğu tespit edilmiştir. İleriki zamanlarda yeni bozunma formlarını tetikleyebilecek özellikle üst kısımlarda bulunan malzeme kayıpları ve biyolojik yerleşimler olduğu tahmin edilmektedir.

Birca Belek'te bozunma türleri daha çok yapının en alt, en üst ve özellikle yapının hasar gören bölgeleri doğrultusunda meydana gelmiştir. Fakat yapıda üç farklı türden doğal taş kullanıldığı için bozunma türlerinin dağılımı dağınık şekilde dağılım gösterdiği görülmüştür. Bunun sebebi ise yapının zamana yayılarak inşa edilmediği aynı zaman diliminde malzemenin temin edilmesi ve akış tabakalarının yönünün düzgün biçimde yönlendirilmesi olarak açıklanabilir.

Yapının iki yüzünde bozunma formları sınıflandırma çalışması yapılmış olup farklı bulgular elde edilmiştir. Yapının büyük cephesinde kaleye bitişik olan kısmında rastlanan malzeme kaybı formundan aşınma ve ovalleşme türlerine küçük cepheye oranla daha çok rastlanılmıştır. Bunun nedeni büyük cephesinin nehre dik konumlanması sebebiyle nehirden gelen rüzgârın bazalt ve kireçtaşlarında paralel olarak etki etmesi olarak açıklanabilir. Paralel olarak gelen rüzgâr yapı taşlarında köşelerinde yuvarlama meydana getirmiştir. Ayrıca alt kısımlarda kullanılan bazaltlarda her iki cephede de çevresel kirlilik ve birikintiler sonucunda renk değişimleri görülmüştür. Büyük cephede alt orta kısımda görülen kabarma ve çukurlaşmalar küçük cephede de meydana gelmiştir. Bunların hava şartlarından dolayı olduğu düşünülmektedir. Küçük cephede renk değişimleri tüm cephede tespit edilmiştir. Küçük cephede hem doğal taş birimi olarak hem de belli bir doğrultuda birçok doğal taş birimini etkilemiş durumda çatlaklar gözlemlenmiştir. Bu duruma karşın büyük cephede çatlak veya kırık görülmemiştir.

Birca Belek'te görülen kırık ve çatlak gelişimleri incelendiğinde bunların boyuna olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak yapıda karşılaşılan düşey zorlanmaların bazı kayaç türlerinin çatlamasına sebep olduğu çıkarımında bulunabiliriz. Bu durum çok az kayaçta meydana gelmiştir.

Biyolojik yerleşimler farklı aylarda incelendiğinde bu türdeki bozunma Birca Belek'in her iki cephesinde de daha net tespit edilmiştir. Bitkiler çoğunlukla nemli çatlaklarda, açık derzlerde ve yıkıntı duvar bölümlerinde yetişirler. Bu bitkilerin kökleri derinlere nüfuz eder dolayısıyla yapı taşlarına ve duvar bağlantılarına zarar vermiştir. Bu

yerleşimlerin yukarıdan aşağıya doğru bir yol izlediği görülmüştür. Bu durumun asıl sebebi Birca Belek'in çift yapraklı duvar şeklinde inşa edilmesinden ve üst kısmında bulunan tahribattan dolayı çok fazla suya maruz kalması olarak düşünülmektedir. Yukarıdan aşağıya doğru bulunan su akışı biyolojik yerleşime yön vermiştir. Biyolojik yerleşimin küçük cephede daha aşağılara kadar etki ettiği görülmüştür. Bu da küçük cephede su akışının daha çok olduğu anlamına gelmektedir.

Yapıda küçük cephede mekanik hasar görülmüştür. Bu parkın giriş kapısının tarihi yapıya monte edilmesinden kaynaklanmıştır. Ayrıca yapıda insan eliyle yapılmış boyama ve çizimler de görülmüştür. Bu da renk değişimi bozunma formunda incelenmektedir. Her iki cephede de yüzeyde farklı malzemelerin birikmesi sonucunda özellikle bazaltlarda yüzey pürüzlülüğü ve düzensizliği arttırdığı gözlemlenmiştir.

Birca Belek'in Şekil 4.23'te görüldüğü üzere 1900'üncü yılların başlarında nehir kalenin eteğinden aktığı için oluşan nemden dolayı oldukça fazla bitki gelişimi görülen bitkisel bozunma görülür. Buna karşılık günümüzde nehir yaklaşık olarak 100 m ötelendiği için bu oluşumlar az gözlenmiştir.

7.3 Taze Bazalt ve Kireç Taşının Fiziko-Mekanik Özellikleri

Masif bazalt ve veziküler bazalt, 1. grup kireç taşı ve 2. grup kireç taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için, gözeneklilik durumu, birim hacim ağırlık, atmosferik ve vakum basıncı altında su emme, P dalgası hızı tespiti, kılcal su emme deneyi ve termal iletkenlik katsayısı, çeşitli laboratuvar testleri yapılmıştır. Masif ve veziküler bazalt sırasıyla %9.75 ve %14.93 ortalama bir gözenekliliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. 1. ve 2. grup kireç taşları ise %16.97 ve %9.19 ortalama bir gözenekliliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Masif numuneler ortalama 25.17 kN/m³ ile veziküler bazalt ise 23.76 kN/m³ ile ortalama bir kuru birim ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. 1. grup kireç taşları 22.51 kN/m³ ve 2. grup kireç taşları ise 23.82 kN/m³ ile ortalama bir kuru birim hacim ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Masif numuneler ortalama 26.13 kN/m³ ile hafif, veziküler bazalt ise 25.22 kN/m³ ile ortalama bir doygun birim ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. 1. grup kireç taşları 24.18 kN/m³ ve 2. grup kireç taşları ise 24,72 kN/m³ ile ortalama bir kuru birim hacim ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Masif ve veziküler bazaltta sırasıyla atmosferik basınç altında %1.46 ve %3,03 oranında bir kütlece su emmeye sahip olduğu tespit edilmiştir. 1. ve 2. grup kireç taşında sırasıyla atmosferik basınç altında %5,09 ve %1,82 oranında bir kütlece su emmeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Masif ve

veziküler bazaltta sırasıyla vakum basınç altında %3,8 ve %6,17 oranında bir kütleye su emmeye sahip olduğu tespit edilmiştir. 1. ve 2. grup kireç taşında sırasıyla vakum basınç altında %7,45 ve %3,85 oranında bir kütleye su emmeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Masif ve veziküler bazaltta yapılan tek eksenli basınç dayanımında sırasıyla 101,59 MPa ve 72,72 MPa bir dayanıma sahip olduğu tespit edilmiştir. 1. ve 2. grup kireç taşında yapılan tek eksenli basınç dayanımında sırasıyla 61,38 MPa ve 50,76 MPa bir dayanıma sahip olduğu tespit edilmiştir.

P dalgası hızı ile yapılan ölçümlerde masif ve veziküler bazaltta sırasıyla doymuş halde 4511,05 m/s ve 4215,45 m/s bulunmuştur. 1. ve 2. grup kireç taşlarında sırasıyla doymuş halde 3935,72 m/s ve 4868,20 m/s bulunmuştur. Kuru halde P dalgası hızı ölçümlerinde masif ve veziküler bazaltta sırasıyla kuru halde 4367,66 m/s ve 3283,95 m/s bulunmuştur. 1. ve 2. grup kireç taşlarında sırasıyla kuru halde 3933,25 m/s ve 4428,13 m/s bulunmuştur.

Masif ve veziküler bazaltlar için Anon (1979), tarafından önerilen P dalga hızına göre kayaç sınıflandırılmasına göre doymuş halde yüksek hıza, kuru halde ise masif bazalt yüksek hıza, veziküler bazalt ise düşük hıza sahip olarak sınıflandırılır. 1. ve 2. grup kireç taşlarında ise 1. grup kireç taşı hem doymuş hem de kuru halde orta hıza, 2. grup kireç taşı ise hem kuru hem de doymuş halde yüksek hıza sahip olarak sınıflandırılır.

7.4 Taze Bazalt ve Kireç taşının Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Bazalt ve kireç taşlarının kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan ince kesit ve XRD analizleri sonuçlarına göre taze masif, taze veziküler bazalt ile yapıdan alınan masif ve veziküler bazaltın %50 oranında plajiyoklaz içerdikleri tespit edilmiştir. Geri kalan %50'lik kısımlarının ise olivin ve piroksen minerallerinin oluşturduğu görülmüştür. Bu yapılan tespiti ve MTA'nın Cizre N-48 paftasının jeoloji raporuna göre bölgenin bazaltları Karacadağ formasyonundan oluşmaktadır. Dolayısıyla hem taze hem de yapıdan alınan bazaltların aynı olduğu tespit edilmiştir.

İnce kesit ve XRD analizlerinin sonuçlarına göre 1. grup ve Birca Belek'ten alınan karbonatlı kayacın dolomitik olduğu 2. grup karbonatlı kayacın ise fosilli spartik kireçtaşı olduğu tespit edilmiştir. Cizre ve yakın çevresinde toplanan örneklerimizden 1. grup kireç taşlarının Birca Belek'te kullanılan kireç taşına daha yakın olduğu çıkarımında bulunabiliriz.

7.5 Taze Bazalt ve Kireç taşının Kimyasal Özellikleri

Bazalt ve kireç taşlarının kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla XRF analizleri yapılmıştır. Bazalt ve kireç taşlarının kimyasal özelliklerinin tespiti için yapılan kimyasal analiz (XRF) sonucunda bazalt örneklerimiz için elde edilen sonuçlar ile Alkali-Silika (TAS) diyagramında çizildiğinde örneklerin %40.8 SiO₂ oranıyla bazanit olduğu görülmüştür. Fakat gözenekli bazaltın pikro-bazalt sınırına çok yakındır.

Kireç taşları kimyasal analiz sonuçları ana bileşenler olarak CaO ve MgO içeriğini ortaya koymaktadır. Diğer oksitler küçük miktarlarda bulunur. Ayrıca ana bileşen olarak tüm kireç taşlarında CaO(kireç) oranının en fazla olduğu görülmektedir. MgO oranının gruplar arasında fazlasıyla fark oluşturduğu görülmektedir. Bu fark kireç taşlarının sınıflarını belli etmektedir. İnce kesit ve XRD sonuçları ile orantılı olarak incelediğimiz 1. grup kireç taşlarının dolomitik, 2. grup kireç taşı ise fosilli sparitik kireç taşı olarak sınıflandırılır. Yapıdan alınan kireç taşına bakıldığında ise bu örneğimizin de dolomitik kireç taşı olduğu görülmüştür.

7.6 Termal İletkenlik

Taze bazalt ve kireç taşları örnekleri üzerinde yapılan termal iletkenlik ölçümleri ve bazı çalışmalardan, standartlardan elde edilen bazı malzemelerin termal iletkenlikleri Tablo7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1 Masif bazalt, veziküler bazalt, 1.ve 2. grup kireç taşları ve bazı diğer çalışmaların malzemelerinin termal iletkenlik katsayıları

Numune Özelliği	Masif Bazalt	Veziküler Bazalt	1. Grup Kireç taşı	2. Grup Kireç taşı	Winkler (1975) (Kireç taşı)	Dursun (2020) (Kireç taşı)	TS 825 (1998) (Ytong)
k (W/mK)	1.36	0.97	2.36	1.51	2.09-3.34	1,47	0,16

Tablodan da görüldüğü gibi çalışma malzemelerinden masif bazalt ve 2. grup kireç taşları termal iletkenlikleri birbirine yakın çıkmıştır. 2. grup kireç taşları termal iletkenlikleri yüksek çıkmasına karşın veziküler bazaltın termal iletkenliği düşük çıkmıştır. Bu da veziküler bazaltın ısıyı içinde daha çok tuttuğu anlamına gelmektedir. Kireç taşları ile ilgili yapılan farklı çalışmalarla karşılaştırıldığında 1. grup kireç taşlarının Winkler(1975)’in çalışmasında kullandığı kireç taşlarına yakın çıkmıştır. 1.

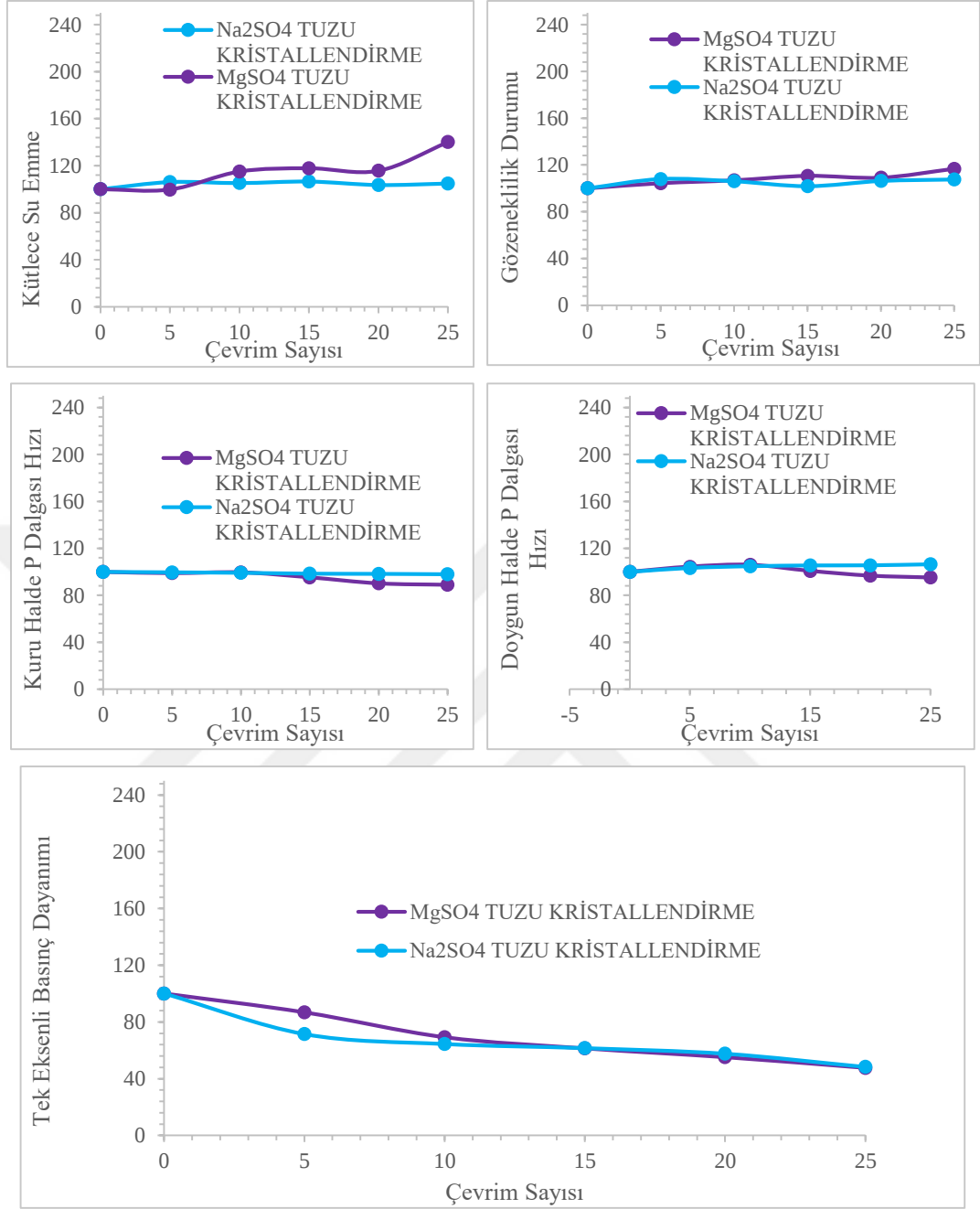
grup kireç taşlarının termal iletkenliği ise Dursun (2020)'nin yaptığı çalışmasındaki kireç taşlarına yakın çıkmıştır.

Yukarıda ince kesit, XRF ve XRD sonuçlarına göre Birca Belek'teki kireçtaşına en yakın olanın 1. grup kireç taşı olduğu tespit edildi. 1. grup kireç taşını yapıda kullanılan kireç taşı olarak baz alırsak Birca Belek'te masif bazalt, veziküler bazalt ve kireç taşı kullanıldığı için termal iletkenliklerinin bu denli farklı çıkması aslında bu malzemelerin beraber kullanılmasının uygun olmadığına düşündürmektedir. Malzemelerdeki farklı termal iletkenlikler malzemelerde genleşme farkı oluşturmaktadır. Bu farklılıklardan dolayı kireçtaşında çatlak formları daha çok görülmesi beklenilir ki yapının kuzey cephesinde kireç taşlarında meydana gelen çatlaklar bu düşüncüyü desteklemektedir.

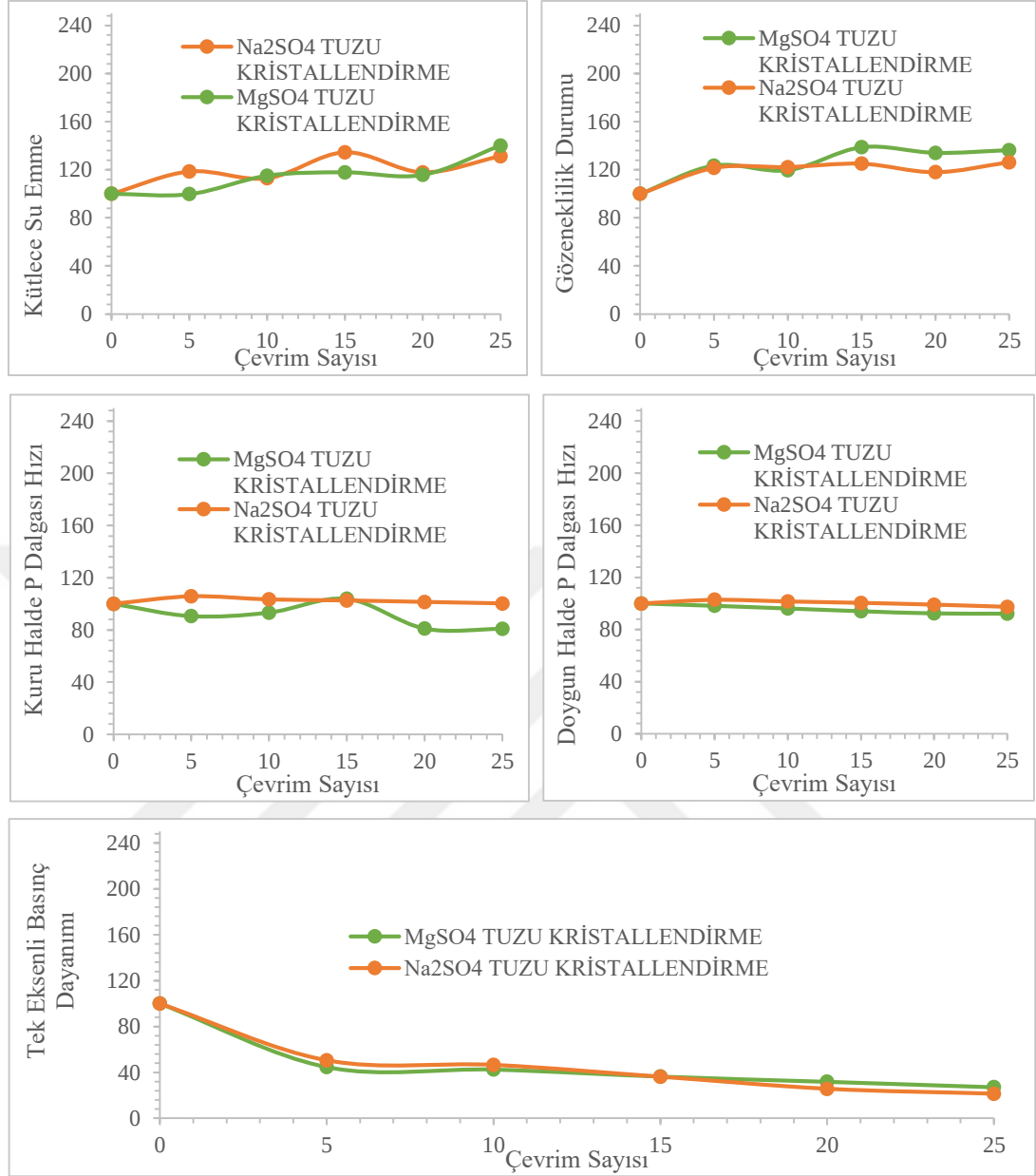
7.7 Tuz Kristalizasyon Deneyleri

Taze masif, veziküler ve taze 1. ve 2. grup kireç taşlarının doğada bulunan tuz kristallerinin etkisi altında fiziksel bozunmalarını ve dayanıklılıklarını değerlendirmek için $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme gibi yaşlandırma testlerinde ile çevresel koşullar yapay olarak canlandırılmıştır.

Tuz kristallendirme testlerinde 25 adet çevrim uygulanmış ve sonuç olarak örneklerin ağırlık kayıpları, gözeneklilik durumları, kuru ve doymuş birim hacim ağırlıkları, atmosferik ve vakum basınçları altında su emme kapasiteleri, kuru ve doymuş halde P dalgası hızları ve tek eksenli basınç dayanımları ile değerlendirilmiştir. Tuz kristalizasyon testi sonunda Şekil 7.1 ve Şekil 7.2'de görüldüğü gibi masif ve veziküler bazaltın $MgSO_4$ tuzunda daha çok etki etkilendiği görülmüştür. Test sonucunda Na_2SO_4 tuzunda masif ve veziküler bazaltta gözenekliliğin %7,55 ve %26,2 oranında artmasına karşın $MgSO_4$ tuzunda %16 ve %36,2 oranında artmıştır. Aynı şekilde gözeneklilik ile orantılı olarak atmosferik basınç altında su emme kapasitesi de $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testinde daha fazla artmıştır. Dayanımları açısından incelediğimizde masif ve veziküler bazaltın dayanımlarının yine aynı şekilde $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testinde Na_2SO_4 tuzuna kıyasla daha çok azalma olmuştur. Fakat tüm bu değişimlere karşın kütle ve birim hacim ağırlıklarında kayda değer değişikliklere rastlanılmamıştır.



Şekil 7.1 Masif bazaltlarda $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri



Şekil 7.2 Veziküler bazaltlarda MgSO₄ ve Na₂SO₄ tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri

Taze 1. ve 2. grup kireç taşlarında tuz kristalizasyon testi sonucunda her iki grupta farklı sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 7.3 ve Şekil 7.4’de görüldüğü gibi 2. grup kireç taşlarında gözeneklilik durumu ve su emme kapasiteleri beklenildiği gibi artış gösterirken 1. grup kireç taşlarında bu durumun aksine sonuçlarda azalma olmuştur. Bu test sonucunda çevrimler değerlendirildiğinde her iki grupta da gözeneklilik durumunda ve atmosfer basıncı altında su emme kapasitelerinde Na₂SO₄ tuzu kristalizasyon testinde daha fazla etki görülmüştür. 1. grup kireç taşında değerlerde

azalma 2. grup kireç taşında değerlerde artma meydana gelmiştir. Tek eksenli basınç dayanımı açısından değerlendirildiğinde 1. grup kireç taşında $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testinde daha fazla azalma olmasına karşın 2. grup kireç taşında Na_2SO_4 tuzu kristalizasyon testinde daha fazla azalma olmuştur. Yani Na_2SO_4 tuzu kristalizasyon testi 2. grup kireç taşında $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testine nazaran çok daha fazla bir etki bırakmıştır.

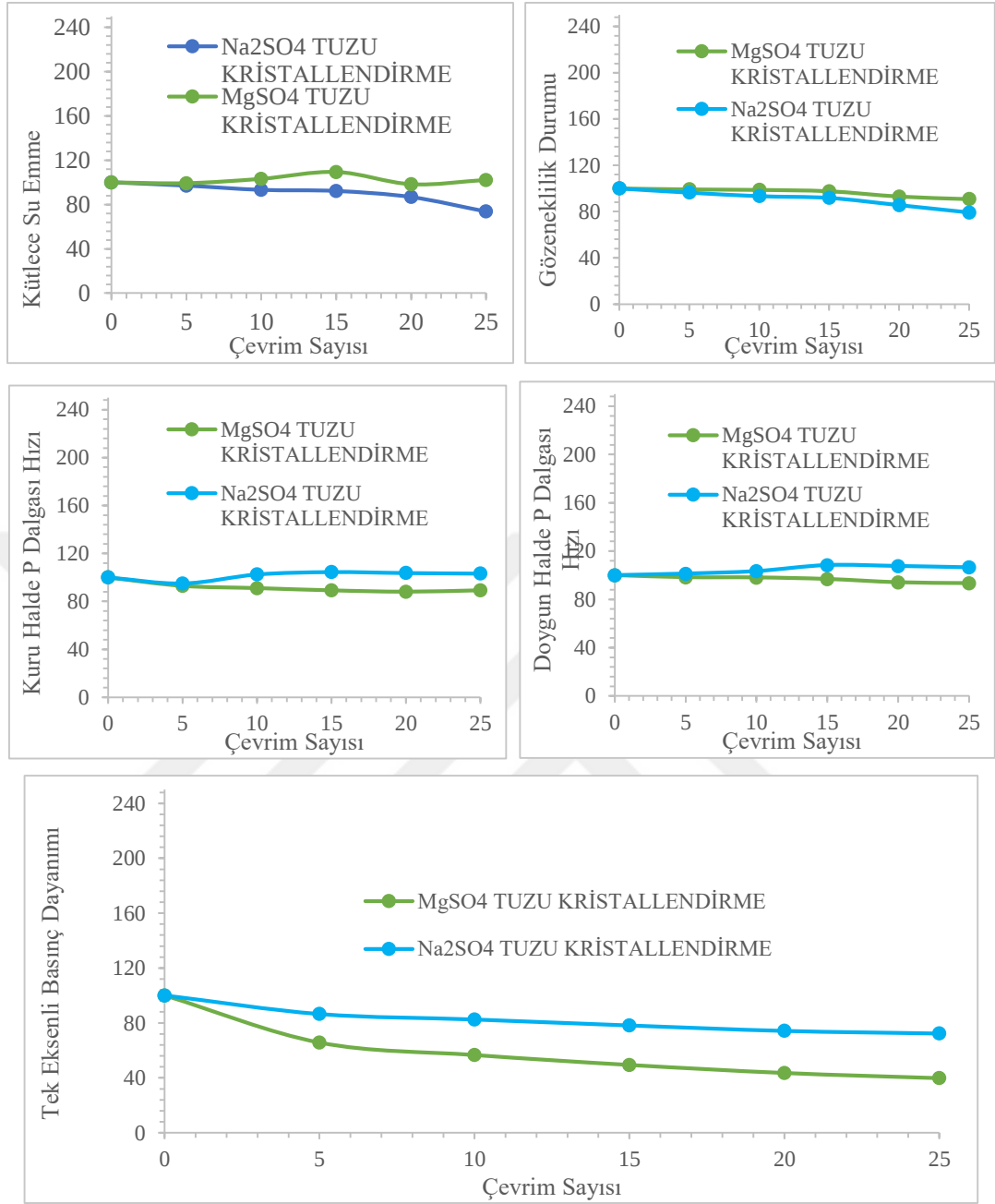
Tuz kristalizasyon testleri sonucunda gözlemlenen bozunma formları değerlendirildiğinde 2. grup kireç taşında hiçbir tuz kristalizasyonunda bozunma formlarına rastlanılmamıştır. Fakat 1. grup kireçtaşında 2.çevrimden sonra örneklerde belirgin bozunmalar izlenmiştir. $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testinde örneklerde köşelerde ovalleşmeler başlamış ayrıca yüzeylerinde çukurlaşmalar görülmüştür. 1. grup kireç taşında çok az derecede kılcal çatlaklar gözlemlenmiştir ve malzeme kayıplarının olduğu görülmüştür. $MgSO_4$ tuzu Na_2SO_4 tuzuna göre 1. grup kireç taşında gözle görülür bir şekilde çevrimler ilerledikçe malzeme kaybına uğratmıştır. Fakat her iki grup kireçtaşlarında da hem $MgSO_4$ hem de Na_2SO_4 tuzu kristalizasyon deneyi sonunda renk değişimine uğradığı görülmüştür. Masif ve veziküler bazaltların bozunma formları gözlemlendiğinde ise veziküler bazaltların masif bazaltlara nazaran daha fazla bozunmaya uğratmıştır. 3. çevrimden sonra bu grupta çatlaklar, pullanma ve renk bozulması türleri gözlemlenmiştir. Veziküler bazaltta bazı numunelerin çatlak sonucu parça kayıpları gösterilmiştir ve bazı numuneler ilksel bütünlüklerini kaybederek çevrimlerden çıkarılmıştır.

Çevrimler sonunda Şekil 7.1 ve Şekil 7.2’ de görüldüğü gibi doygun halde P dalgası hızı masif ve veziküler bazaltta her iki tuz kristalizasyon testinde azalmıştır. Kuru halde P dalgası hızında veziküler bazaltta her iki tuz kristalizasyon testinde azalma olmasına karşın masif bazaltta Na_2SO_4 tuzunda artış olduğu görülmüştür. $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testinde doygun halde P dalgası hızında veziküler bazaltta %7,8 azalış olurken, masif bazaltta %4,8 oranında bir azalış gözlemlendi. $MgSO_4$ tuzu kristalizasyon testinde kuru halde P dalgası hızında veziküler bazaltta %19,2 azalış olurken, masif bazaltta %11,02 oranında bir azalış gözlemlendi. Na_2SO_4 tuzu kristalizasyon testinde doygun halde P dalgası hızında veziküler bazaltta %2,7 azalış olurken, masif bazaltta %6,49 oranında bir artış gözlemlendi. Na_2SO_4 tuzu kristalizasyon testinde kuru halde P dalgası hızında veziküler bazaltta %0,3 artış olurken, masif bazaltta %2,02 oranında bir azalış gözlemlendi. Sonuçlardan da görüldüğü gibi P dalgası hızında da

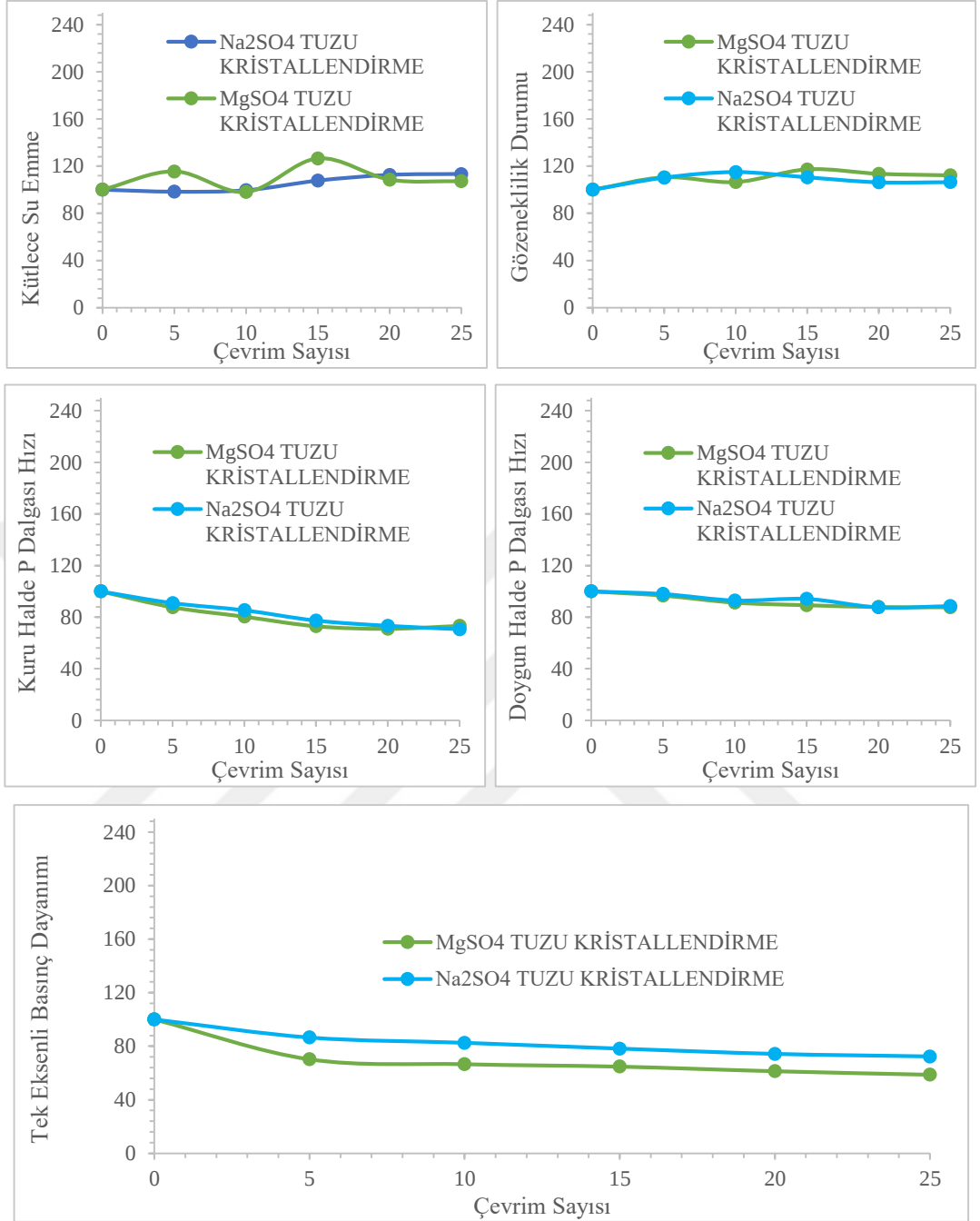
MgSO₄ tuzu daha çok etkilidir. Elde edilen sonuçlardan da görüldüğü gibi gözeneklilik durumu ile P dalga hızı arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Genel olarak azalan P dalgasının nedeni gözeneklilik durumunun tuz kristallendirme testleri sonucunda artış yaşamasıdır.

Kireç taşlarında Şekil 7.3 ve Şekil 7.4' de görüldüğü gibi çevrimler sonunda doymun halde P dalgası hızı 1. grup kireç taşlarında ve 2. grup kireç taşlarında iki tuz kristalizasyon testinde artmıştır. Fakat kuru halde P dalgası hızında hem masif hem de veziküler bazaltta her iki tuz kristalizasyon testinde azalma olmuştur. MgSO₄ tuzu kristalizasyon testinde doymun halde P dalgası hızında 1. grup kireç taşlarında %6,6 azalış olurken, 2. grup kireç taşlarında %12,3 oranında bir azalış gözlemlendi. Kuru halde P dalgası hızında 1. grup kireç taşlarında %10,8 azalış olurken, 2. grup kireç taşlarında %26,7 oranında bir azalış gözlemlendi. Na₂SO₄ tuzu kristalizasyon testinde doymun halde P dalgası hızında 1. grup kireç taşlarında %6,5 artış olurken, 2. grup kireç taşlarında %11,4 oranında bir azalış gözlemlendi. Kuru halde P dalgası hızında 1. grup kireç taşlarında %3,2 artış olurken, 2. grup kireç taşlarında %29,4 oranında bir azalış gözlemlendi. Sonuçlardan da görüldüğü gibi P dalgası hızında da her iki tuz kristalizasyon testinde ciddi azalmalar meydana gelirken 1. grup kireç taşlarında Na₂SO₄ tuzu kristalizasyon testinde hem kuru hem doymun halde artış olmuştur.

Tuz kristalizasyon testlerinin bazalt ve kireç taşlarının fiziko-mekanik özellikleri üzerinde az çok etkisi bulunmaktadır. Bu parametrelerden en az etkilenen kütle, kuru ve doymun birim hacim ağırlıktır. Gözeneklilik, su emme ve tek eksenli basınç dayanımı en çok etkilenen parametrelerdir. P dalgası hızı değişik eğilimler gösterse de genel olarak incelendiğinde masif ve veziküler bazaltta azalış, kireç taşlarında da azalış göstermiştir.



Şekil 7.3 1.grup kireç taşlarında $MgSO_4$ ve Na_2SO_4 tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri



Şekil 7.4 2.grup kireç taşlarında MgSO₄ ve Na₂SO₄ tuzu kristallendirme deneyi sonrasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişimleri



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Cizre bölgesinin tarihi yapıları araştırılmış ve tarihi bir yığma yapı olan Birca Belek model yapı olarak seçilmiştir. Daha önce restorasyona uğramamış olan Birca Belek'te kullanılan bazalt ve kireç taşları yapıtaşı olarak bozunması ilk kez araştırılmış ve model yapımıza ait bir bozunma haritası ilk defa çıkarılmıştır. Ayrıca yapımızda bazalt ve kireç taşı beraber kullanıldığı için deneysel çalışmalarda da olası kireç taşı ve bazalt ocaklarından alınan örnekler üzerinde Birca Belek baz alınarak ilk defa analiz ve testler yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın hem model yapının restorasyon çalışmalarına hem de günümüze kadar ulaşmış aynı tarzda inşa edilmiş tarihi yığma yapılar ile ilgili ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Cizre ilçesinde bulunan Kırmızı Medrese haricindeki tüm tarihi yığma yapılarda doğal taşlar kullanılmıştır. Bu yapılarda çoğunluğu bazalt olmak üzere çok az miktarda kireç taşları da kullanılmıştır.
- Bölgenin jeolojik yapısı incelendiğinde bazalt-nehir sınırına bakıldığında bazaltın akış yönüne göre nehir ötelenmiş ve dolayısıyla dokanak sınırı değişmiştir. Aynı durum Dicle Nehri'nin Diyarbakır'dan geçen kısmında da görülmektedir. Bu durumu destekler nitelikte olan nehrin diğer iki kolu günümüzde yok olmuştur. Bölgeden nehrin geçmesi bölgede farklı doğal taşların bulunmasına neden olmaktadır. Nehrin batı sınırında volkanik kayalar, doğu sınırında ise sedimanter kayalar bulunmaktadır.
- Birca Belek'te günümüzde kapatılmış olan fakat eski fotoğraflarda açık olan bir oyuğun bulunması ve nehrin kritik bir yerinde konumlandırılmasından dolayı yapının kaleden nehrin gözetiminin sağlanması amacıyla inşa edildiği çıkarımında bulunulmuştur. Ayrıca nehrin ötelenmesi göz önünde bulundurulduğunda burcun tarihinin bilinenin aksine çok eskilere dayandığı çıkarımı yapılabilir.
- Birca Belek inşa edilirken estetik bir kaygı söz konusudur. Dolayısıyla yapının sadece dış cephelerinde bir sıra bazalt bir sıra kireç taşı kesme taş olarak kullanılmış olmasına karşın iç cephelerindeki duvar yapılarında rastgele bir yerleşim bulunmaktadır. Burcun duvar yükseklikleri boyunca duvarların iç yapraklarında daralmalar yapılarak ve çift yapraklı duvar olarak inşa edilmesi inşa sırasında bazı tekniklerin kullanıldığını göstermektedir.

- Birca Belek daha önce restorasyona uğramamış tescilli bir tarihi yığma yapıdır. Bu sebeple yapıda bozunmalar devam ettiği gömülmüştür. Yapıda kırık ve çatlak gelişimi, kopma/ayrılma, malzeme kaybı, renk değişimi/birikme ve biyolojik yerleşim formlarında bozunmalar bulunmuştur. Malzeme kaybı ve renk değişimi en çok rastlanılan bozunma türleri olduğu görülmüştür. Yapıda az yoğunlukta rastlanılan bir diğer bozunma türü olan biyolojik yerleşimler yapıda yukarıdan aşağıya doğru bir dağılım sergilediği görülmüştür. Bu da yapıda yukarıdan aşağıya doğru bir akışın varlığından kaynaklanmaktadır. Bu biyolojik yerleşimlerin verdiği zararlardan yapıyı korumak için bitkiler temizlenip açık derz, çatlak ve eksik bölümler uygun şekilde kapatılması önemlidir. Birca Belek'te iki farklı türde doğal taş kullanıldığından dolayı yapıdaki bozunma formlarının dağılımı dağınık şekildedir. Yapı taşı ölçeğinde tespit edilen bu bozunmalar yapıda çok ciddi derecede hasara sebebiyet vermemiştir.
- Yapının her iki cephesinde gözlenen bozunma türleri farklıdır. Malzeme kaybı bozunma formu her iki cephede de ağırlıklı gözlemlenmiştir. Fakat kuzey cephede çatlak/kırık bozunma formları da ağırlıklı bulunmaktadır. Bozunma haritasına bakıldığında yapının kuzey cephesinde daha çok bozunma olduğu görülmektedir.
- Birca Belek'te gözlemsel çalışmalara dayanarak masif ve veziküler bazaltta hemen hemen eşit oranda bozunma formlarının geliştiği söylenebilir. Fakat masif bazaltta malzeme kaybının daha fazla olduğu söylenebilir. Ayrıca yapının genellikle üst tarafında bulunan biyolojik kolonizasyon formunun genellikle veziküler bazaltlarda daha etkili olduğu gözlenmiştir. Kireç taşlarına bakıldığında ise alt kısma yakın orta bölgelerde bulunan kireç taşlarında malzeme kaybının oldukça fazla olduğu görülmüş ve kuzey cephesinde hakim olan çatlakların yoğunluk olarak kireçtaşlarında meydana gelmiştir. Yapının güney cephesinde alt kısımlara doğru, kuzey cephesinde ise yine alt kısımlara ek olarak yıkık bölüme doğru da kireçtaşlarında renk değişiminin olduğu görülmüştür.
- Taze örneklerde veziküler bazalt gözeneklilik durumunun masif bazalta göre daha fazladır. Bununla paralel olarak kütlece su emme kapasiteleri de veziküler bazaltta daha fazladır. Her iki bazalt türü de Anon, (1979) yaptığı gözeneklilik

sınıflandırılmasında orta gözenekliliğe sahiptir. Her iki bazaltta orta derece birim hacim ağırlığa sahiptir. Numunelerin tek eksenli basınç dayanımlarına Deere ve Miller, (1966)'a göre bakıldığında masif bazalt yüksek dayanımlı, veziküler bazalt orta dayanımlı olarak sınıflandırılabilir. Taze bazalt örneklerinin P dalgası hızı ölçümlerinde, kuru halde masif bazaltın yüksek hıza, veziküler bazaltın ise düşük hıza sahip olduğu tespit edilmiştir. Doygun halde bakıldığında ise her iki bazaltta yüksek hıza sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Kireç taşı gruplarının taze örneklerinde gözeneklilik durumu 1. grup kireç taşında daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durumla paralel olarak kütlece su emme kapasitesi de 1. grupta daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Anon,(1979) yaptığı gözeneklilik sınıflandırılmasında 1. grup kireç taşının yüksek gözenekliliğe, 2. grubun ise orta derece bir gözenekliliğe sahiptir. Her iki kireçtaşı grubu da orta derece bir birim hacim ağırlığa sahip olduğu görülmüştür. Numunelerin tek eksenli basınç dayanımlarına Deere ve Miller,(1966)'a göre bakıldığında 1. grup kireç taşı orta dayanımlı, 2. grupta orta dayanımlı sınıflandırılabilir. Taze bazalt örneklerinin P dalgası hızı ölçümlerinde, 1. grup kireç taşının hem doygun hem de kuru halde orta hıza, 2.grup kireçtaşının hem doygun hem de kuru halde yüksek hıza sahip olduğu görülmüştür.
- Bazalt örneklerinin mineralojik ve petrografik incelemeleri, hem taze örneklerin hem de yapıdan aldığımız örneklerin ağırlıklı olarak bu taşların plajioklaz, piroksen ve olivinden oluştuğunu ortaya koymaktadır. Hem taze hem de yapıdan alınmış bazaltlar Dolerit (Diyabaz) kayaç sınıfındadır. XRF kimyasal analizde her iki örneğimizde de SiO₂ bolluğu bulunmaktadır ve alkali-silika bileşimlerine bakıldığında masif bazaltın bazanit, veziküler bazaltın ise pikro-bazalt sınırında olduğu görülmüştür.
- Kireç taşı örneklerinde yapılan XRD, XRF ve ince kesit sonuçlarından hareketle 1. grup karbonatlı kayacın ve Birca Belek'te kullanılan karbonatlı kayacın dolomitik olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle Cizre ve yakın çevresinden toplanan taze numunelerden 1. grup karbonatlı kayacın da dolomitik kireç taşı olmasından dolayı bu 1. grup karbonatlı kayaç Birca Belek'te kullanılan karbonatlı kayaca daha yakındır. Dolayısıyla ileride

yapılacak restorasyon çalışmalarında 1. grup kireç taşlarının kullanılmasının uygun olabileceği düşünülmektedir.

- Bazalt ve kireç taşlarının termal iletkenlik katsayıları tespit edilmiş ve malzemeler arasında farklılıkların mevcut olduğu görülmüştür. Yapıdan alınan kireçtaşına yakın olması nedeniyle seçtiğimiz 1. grup kireç taşlarındaki yüksek termal iletkenlik, masif ve veziküler bazalttaki düşük termal iletkenlik kireç taşı ve bazalta arasında genleşme farkı oluşturmaktadır. Dolayısıyla yapıda bulunan kireç taşlarındaki çatlakların bu farktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bölgenin yüksek sıcaklara sahip olması ve kuzey cephesinin de güney cephesine göre daha fazla güneş alması kuzey cephesinde neden daha fazla çatlağın olduğunu açıklamaktadır.
- Masif, veziküler bazalt ve kireç taşının fiziksel bozulmalarını belirlemek ve dayanıklılıklarını belirlemek amacıyla iki çeşit tuz kristallendirme yaşlandırma testlerinde çevresel koşullar yapay olarak simüle edilmiştir. Her bir tuz testi için fiziksel ve mekanik özelliklerin parametrelerindeki değişiklikler belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda kütle, kuru ve doymuş birim hacim ağırlık dışındaki fiziko-mekanik özelliklerin bazalt ve kireç taşlarının bozunmasını değerlendirmek için faydalı olduğunu göstermektedir. Tek eksenli basınç dayanımının ve P dalgası hızının da yapıtaşlarında meydana gelen iç hasarın daha net göstergeleri olduğundan, ileriki yapılacak bazalt ve kireç taşı çalışmaları bu parametreler baz alınmalıdır.
- Masif ve veziküler bazaltın her iki tuz kristallendirme deneyinden oldukça etkilenmesine karşın $MgSO_4$ tuzu kristallendirme testinde Na_2SO_4 tuzuna göre daha çok etkilenmiştir. Veziküler bazaltın ise masif bazalta göre daha çok etkilendiği ve parametrelerinin daha çok değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Kireç taşları grupları incelendiğinde 2. grup kireç taşlarının Na_2SO_4 tuzunun $MgSO_4$ tuzu kristallendirme testine göre parametreleri üzerinde daha fazla etki ettiği, 1. grup kireç taşlarının $MgSO_4$ tuzunun Na_2SO_4 tuzu kristallendirme testine göre parametreleri üzerinde daha fazla etki ettiği görülmüştür. Bu durum da göz önünde bulundurularak tuz kristallendirme testinin hem kireçtaşı hem de bazaltlar üzerinde de oldukça olumsuz etki ettiği dolayısıyla restorasyon sırasında çözünür tuzlar içeren herhangi bir materyal veya malzeme kullanılmasından kaçınılmalıdır.

- Tuz kristallendirme testi sonucunda kireç taşı grupları incelendiğinde her iki grupta da renk değişimleri gözlenmiştir. Fakat 1. grup kireç taşlarında $MgSO_4$ tuzunda çevrim sonunda malzeme kayıpları da meydana gelmiştir. Fiziksel ve mekanik parametreler incelendiğinde 1. grup kireç taşlarının daha fazla bozunma yaşadığı ve parametrelerinin olumsuz etkilendiği görülmüştür. Fakat bu farkın çok fazla olmadığı görülmüştür.
- Birca Belek'te gelecekte yapılacak olan bir restorasyonda testlerde kullanılan bazaltlar ince kesit, XRD ve XRF sonuçlarının yapıdan alınan bazaltlar ile uyumlu olmasına ek olarak hem dayanım hem de yapısal açıdan baz alınacak olursa restorasyon malzemesi olarak kullanılması uygun olacağı düşünülmektedir. Kireç taşı grupları incelendiğinde ise ince kesit, XRD ve XRF sonuçlarına göre Birca Belek'ten alınan kireçtaşı örneği ile uyumlu çıkan 1. grup kireç taşları dayanım açısından da incelendiğinde ileriki restorasyon çalışmalarında kullanılması daha uygun olduğu düşünülmektedir. Fakat kimyasal özellikleri ve tuz testlerindeki gözlemsel bozunma formları açısından değerlendirildiğinde 2. grup kireç taşlarının restorasyon malzemesi olarak kullanılması daha uygun olacaktır.
- Çalışma kapsamında ocaklardan alınan taze numunelere birim olarak son safhaya gelecek kadar bozunma testleri uygulanmıştır. Yapı da ise malzemeler beraber bir örgü sistemiyle kullanıldığı ve birimlerin tüm yüzeyleri çevresel koşullara maruz kalmamaktadır. Dolayısıyla model yapıda malzemelerin daha bu son safhaya gelmediği açıktır. Fakat son safhaya geldiğinde malzemenin göstereceği davranış ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çevresel koşullar mevcut durumdan daha da olumsuz hale gelirse bu bozunma davranışların yapıda daha net görüleceği düşünülmektedir.
- Birca Belek tarihi yığma yapısı ile ilgili bu çalışmaya ek olarak yapılabilecek saha kapsamlı çalışmalar ile ilgili bazı öneriler aşağıda sunulmuştur.
 - Birca Belek ile ilgili daha kapsamlı çalışmaların yapılması için yapının performansı değerlendirilebilir. Bu amaçla bu tez çalışmasında kullanılan ölçüm ve çizimler kullanılabilir. Ayrıca tez çalışmasında elde edilen bazaltların ve 1. grup kireç taşının fiziksel ve mekanik özellikleri yapıda kullanılan malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri olarak kullanılması önerilir.

- Her ne kadar tez çalışmasında 1. grup kireç taşı ve bazaltlar yapıdan alınan kireçtaşı ve bazaltlar ile uyumlu çıkmış olsa da bu tespitin yapıdan düzenli aralıklar ile alınacak daha çok örnekler ile teyit edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.
- Bu tez çalışmasında yapılan literatür araştırmaları sonucunda doğal taşları en çok etkileyen tuz kristallendirme testleri yapılmıştır. İleriki çalışmalarda bu testlere ek olarak donma-çözünme, ıslanma-kuruma gibi yaşlandırma testleri çalışılması kullanılan malzemenin doğal halde bozunma etkilerine karşı davranışlarını daha net ortaya kayacaktır.
- Birca Belek restorasyon çalışması hiç yapılmamış tescilli tarihi bir yığma yapıdır. Buna karşılık yapıda büyük hasarlar olduğu tespit edilmiş ve yapının korunması için yapıya en kısa zamanda müdahale edilmesi büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu tez çalışmasında elde edilen bulgular ve sonuçlar ileride yapılabilecek restorasyon çalışmalarına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ağan, A. (2017). Balıkesir kent dokusundaki tarihi yapılarda malzeme bozulmaları üzerine bir araştırma (*Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*).
- Akın, M. (2008). Eskipazar (Karabük) travertenlerinin bozunmasının araştırılması. Ankara Üniversitesi *Fen Bilimler Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Doktora Tezi*, Ankara..
- Altay, S., Çalaplı, F., ve Tavman, İ. (2001). Bazı Türk Doğal Taşlarının Isı İletim Katsayıları . *4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu* (s. 308-315). İzmir: Türkiye.
- Amorosso, G., ve Fassina, V. (1983). Stone decay and conservation. *Materials Science Monographs*,11, Elsevier,, pp. 101-107, Amsterdam.
- Anon, O. H. (1979). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part 1: rock and soil materials. *Bull Int Assoc Eng Geol*, 19(1), 364-437.
- Arioğlu, N., ve Acun, S. (2003). A method concerning the preservation and restoration works of the stones used in historical buildings. *Proceedings of Industrial* (s. 319-327). IMBS 2003.
- Bedirhanoglu, İ., ve İmamoğlu, M. (2018). Şırnak ve Yakın Yöresinin Depremsellliği. *6. International GAP Engineering Conference – GAP2018*.
- Bedirhanoglu I. (2014). A practical neuro-fuzzy model for estimating modulus of elasticity of concrete. *Structural Engineering and Mechanics* Vol. 51, No.2, pp.249-265. DOI: <http://dx.doi.org/10.12989/sem.2014.51.2.249>
- Bedirhanoglu İ. (2015). Diyarbakır ve Çevresinin Yapı Stoku. *Diyarbakır ve Çevresinin Doğal Afet Riski Çalıştayı*, 29-30 Nisan, Diyarbakır. DOI: 10.13140/RG.2.1.4081.5522
- Bedirhanoglu I, ve Körfeci, F. (2018). Diyarbakır Suriçi'ndeki Tarihi Yapıların Deprem Dayanımları Açısından Değerlendirilmesi, Book Denoted to Prof. Dr. Zülküf Güneli ye Armağan, Tasarım ve Koruma, Sayfa 135-150. Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Bedirhanoglu, İ, ve İrfanoğlu, A. (2009). Diyarbakır Şeyh Mutahhar Camii Dört Ayaklı minaresinin deprem yer hareketine karşı davranışı. *Uluslararası katılımlı tarihi eserlerin güçlendirilmesi ve geleceğe güvenle devredilmesi sempozyumu*, 223-234, 15-17 Ekim.

- Bortz, S. A., ve Wonneberger, B. (1995). Durability testing of thin stone. *Rock Mechanics Proc. of the 35th U.S. Symposium* (s. pp. 373-378). Daemen&Schultz (eds.).
- Boynton, R. (1980). Chemistry and Technology of Lime and Limestone. New York, pp. 7-190: John Wiley and Sons., Inc., Second Edition.
- Caner , E. N., ve Türkmenoğlu, A. G. (1985). Deterioration of Basalts from a Hittite Archaeological Site, Karatepe, Turkey. V. *International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, ed. G. Felix, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 411-419.
- Çelik, B. (2017). Authentic Walling Technique of Traditional Houses in Akseki: Case Study on Ormana. *Journal of ATA Planning and Design*, 69-77.
- Dal, M., ve Öcal, A. (2012). Doğal Taşlarındaki Bozunmalar. Kırklareli: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi.
- Demir, İ., Başpınar, M., ve Görhan, G. (2006). Afyonkarahisar-Ayazini Tüflerinin Mekanik. *Türkiye 5. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu*, (s. 31-38).
- Dragovich, D. (1991). Marble weathering in an industrial environment. (s. pp. 127-132). Eastern Australia. Environ. Geol.: Water Sci.
- Dursun, F. (2017). Investigation on deterioration mechanisms on the basalts used in the Diyarbakır city walls.
- Dursun, F., ve Topal, T. (2018). Effect of Salt Crystallization on Microfracture Properties of the Basalts Used in Diyarbakır City Walls, Turkey.
- Dursun , F. (2020). Material Characterization And Decay Of The Limestones Used In Historical Structures Of Mardin, Turkey. *Monument Future Decay and Conservation of Stone* (s. 227-232). Siegfried Siegesmund / Bernhard Middendorf.
- Erguvanlı, K. (1955). Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları. İstanbul: İTÜ yayını.
- Erkan, Y. (1995). Magmatik Petrografi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendislik Bölümü Raporu 44s.
- Gandur, M. Z. (2008). Ortaçağ Cizre Tarihi, Çeviren; Bedirhanoğlu. Ankara: F. Beşir Yayınları.
- Güzel, F. P. (2019). Tuz Kristallenmesinin Bazı Mermerlerde Yüzey Kalitesine Etkilerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Malatya, Türkiye: Maden Mühendisliği Anabilim Dalı.

- Halifeoğlu, M., ve Dalkılıç, N. (2002). Tarihten Günümüze Diyarbakır Bazaltının gelişim süreci ve bugünkü kullanım alanları. *I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi*, 9-13.
- Helmi, F. M. (1994). Study of Deterioration of Volkanik Rocks from Egypt. *In Lavas and volkanik tuffs: proceeding of the international meeting* (s. 53-61). Easter Island, Chile: ICCROM.
- ICOMOS. (2015). A Bibliography on Stone Heritage. *International Council on Monuments and Sites*, Documentation Centre.
- ICOMOS, -I. (2008). Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns. Paris: ICOMOS.
- Inkpen, R. J., Cooke, R. U., & Viles, H. A. (1994). Processes and rates of urban limestone weathering. *In Rock weathering and landform evolution* (pp. 119-130)..
- Ismail, B. (2004). Environmental Deteration and Conservation of Mounmental Basalt. Eygpt. Assiut University Bullentin for Environmental Rearches, 7, 153-171.
- ISRM, B. E. (1981). Rock Characterization Testing and Monitoring. Oxford: Pergamon Press.
- Karademir , D. (2019). Cizre Şehrinin Kuruluş Ve Gelişimi. *Journal of Awareness*, Cilt:4 , Sayı:4 , 433-454.
- Kırıkoğlu, M. (1996). Endüstriyel Kullanım Açısından Karbonat Kayaçları. *I. Ulusal Kırmataş Sempozyumu*. İstanbul.
- Kumsar, H., Çelik, S., Aydan, Ö., & Ulusay , R. (2003). Aphrodisias: Anatolian antique city of building and sculptural stones. *Proceedings of Industrial Minerals and Building Stones* (s. pp. 301-309). IMBS 2003.
- Meriçboyu, E. (1988). Kireçtaşı ve Dolomitlerin Akışkan Yatakta Ufalanma Özelliklerinin İncelenmesi. İstanbul: *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ.
- MTA. (2002). N-48 Paftası Cizre. Ankara: Maden Tetkik ve Arama.
- MTA. (2007). N-48 Paftası. Ankara: Maden Tetkik ve Arama.
- Nadir, A. (2020). Anadolu'nun binlerce yıllık doğal taşları. Ankara.
- Natura. (2015, Kasım 6). Naturadergi.com: <http://www.naturadergi.com/dergi/taslar-ve-kent/> adresinden alındı
- Ollier, C. (1984). Geomorphology Texts-Weathering. New York, 203-212.

- Özdemir , E., ve Eren , D. (2019). Sarıcı Yazıhan (Malatya) Bazaltının Fiziko-Mekanik Özellikleri Bakımından Balazt Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Malatya.
- Parlak, B., ve Böke, H. (2010). Tarihi Yapı Cephelerinde Siyah Patina Oluşumu. *Üç Aylık Mimarlık ve Yapı Malzemeleri Dergisi*,17, 81-88.
- Price, C. A., ve Doehne, E. (2011). Stone Conservation: An Overview of Current Research (2nd ed.). Los Angeles: Getty Publications.
- RILEM, 2.-P. (1980). Essais recommandés pour mesurer l'altération des pierres et évaluer l'efficacité des méthodes de traitement / Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods. Materials and Structures. France: RILEM Publications SARL.
- Schaffer, R. (1972). The weathering of natural building stones. Dept. Sci. Ind. Res. Building Research Spec. Rept. No:18, pp. 1-97.
- Semerci, F. (2017). Mardin Kireçtaşının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımına Yönelik Analizlerinin Yapılması: Kasımiye Medresesi Örneği. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 60-79.
- Siegesmund, S., ve Dürrast, H. (2011). Physical and Mechanical Properties of Rocks. *In: Stone in Architecture*, (s. 97-225). Springer Berlin Heidelberg.
- Sözmen, B. (2000). Investigation of deterioration mechanism of Yazılıkaya tuffs in Midas Monument, Eskişehir. Ankara: M.Sc. thesis (unpublished), METU.
- Sahin, U. ve Bedirhanoglu I. (2014). A fuzzy model approach to stress-strain relationship of concrete in compression. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol. 39, No. 6, pp. 4515-4527. DOI: 10.1007/s13369-014-1170
- Tan, N. (2019). Cizre Tarihi Suriçi Bölgesinin Kentsel Koruma Açısından İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*. Diyarbakır: Mimarlık Anabilim Dalı.
- Tekin, A. (1997). Anadolunun Taşlara Yazıldığı Kent., (s. 33). Diyarbakır.
- Temur, S. (2001). *Endüstriyel Hammaddeler*. Konya: Çizgi Kitapevi.
- Topal, T., ve Sözmen, B. (2003). Deterioration mechanisms of tuffs in Midas monument. *Engineering Geology*, pp. 201-223.
- Torraca, G. (1988). Porous building materials. *Materials Science for Architectural Conservation*, ICCROM, pp. 1-59.
- TS 699. (1987). Tabii yapı taşları-Muayene ve deney metotları. Türkiye: TSE.
- Tuğrul, A., & Zarif, İ. (1999). Research on limestone decay in a polluting environment, İstanbul-Turkey. *Environmental Geology*, Volume 38(2), pp. 149-.

- Tuğrul, A., Zarif, İ. H., Yıldırım, M., & Gürpınar, O. (1999). İstanbul'daki tarihi anıt ve yapılarda kullanılan kireçtaşlarının kirlenme ve ayrışmasında etkin faktörler. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, Cilt:12, 39-51.
- Turan, Ç. (2010). Akarca Köyü (Hatay) Kireçtaşlarının Hammadde Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Kalsinasyon Davranışının İncelenmesi. Adana: *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi.
- Tüzün, M. (2014). *Cizre Tarihi*. İstanbul: Nübihar Yayınları.
- Tüzün, M. (2016). *Cizre Tarihi-2-*. İstanbul: Nübihar Yayınları.
- Vardar, M. (1990). Mermerlerin Uygarlık Tarihindeki Yeri. *Mermer Dergisi*, 12.
- Vaheel, A., Aydın, M. E. ve Bedirhanoglu, İ. "Beton elastisite modülünün ultrasonik ses dalgası yayılma hızı ile tahmin edilmesi". *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, Cilt:8, Sayı 3, 475-484 Temmuz 2017.
- Winkler, E. (1997). Important Agent of Weathering for Building and Monumental Stone. *Engineering Geology*, V: 1 (5), p.381.
- Yaşın, A. (2011). *Tarih, Kültür ve Cizre*. İstanbul: Kent Işıkları.
- Yıldız, S., Işık, N., & Keleştemur, O. (2008). Diyarbakır-Karacadağ Bazalt Taşlarının Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi . *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*.
- Yousif Q, Bedirhanoglu I, Aydın MA, Zebari, Z. Investigation Effect of The Age on The Compressive Strength of Concrete Through Using Ultrasonic Pulse Velocity. *Interdependence between Structural Engineering and Construction Management*, Chicago, Illinois, United States, May 20-25, 2019.
- Yüzer, E. (1997). *Türkiye'nin Doğal Taşları*. İstanbul: Gün Matbaası.
- Zebari, Z., Bedirhanoglu, İ. ve Aydın, E. (2017). Beton basınç dayanımının ultrasonik ses dalgası yayılma hızı ile tahmin edilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, Cilt: 8, Sayı 1, 43-52, Mart.





EKLER

Ek 1: Taze örneklerin vakum ve atmosferik basınç altında fiziksel özelliklerinin sonuçları

Tablo 1.A Taze masif bazalt örneklerin vakum basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat	Msub.	Vv (cm ³)	V (cm ³)	Porosity (%)	Dry Density	Sat. Density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)	Saturation Coefficient
CM1	515,30	536,20	336,60	20,90	199,60	10,47	2,58	2,69	25,33	26,35	4,06	10,47	0,31
CM2	507,00	523,60	330,80	16,60	192,80	8,61	2,63	2,72	25,80	26,64	3,27	8,61	0,36
CM3	504,20	525,40	329,20	21,20	196,20	10,81	2,57	2,68	25,21	26,27	4,20	10,81	0,28
CM4	531,90	554,00	347,90	22,10	206,10	10,72	2,58	2,69	25,32	26,37	4,15	10,72	0,34
CM5	541,70	550,50	340,80	8,80	209,70	4,20	2,58	2,63	25,34	25,75	1,62	4,20	0,48
CM6	500,30	522,10	327,00	21,80	195,10	11,17	2,56	2,68	25,16	26,25	4,36	11,17	0,30
CM7	502,30	521,70	327,80	19,40	193,90	10,01	2,59	2,69	25,41	26,39	3,86	10,01	0,30
CM8	513,50	533,10	334,60	19,60	198,50	9,87	2,59	2,69	25,38	26,35	3,82	9,87	0,29
CM9	512,80	532,40	334,40	19,60	198,00	9,90	2,59	2,69	25,41	26,38	3,82	9,90	0,29
CM10	505,60	524,40	329,50	18,80	194,90	9,65	2,59	2,69	25,45	26,39	3,72	9,65	0,30
CM11	536,10	547,80	339,00	11,70	208,80	5,60	2,57	2,62	25,19	25,74	2,18	5,60	0,32
CM12	523,20	542,90	340,60	19,70	202,30	9,74	2,59	2,68	25,37	26,33	3,77	9,74	0,26
CM13	499,70	522,30	325,70	22,60	196,60	11,50	2,54	2,66	24,93	26,06	4,52	11,50	0,23
CM14	513,20	533,00	334,00	19,80	199,00	9,95	2,58	2,68	25,30	26,28	3,86	9,95	0,25
CM15	507,60	528,20	330,90	20,60	197,30	10,44	2,57	2,68	25,24	26,26	4,06	10,44	0,32
CM16	566,90	582,00	364,00	15,10	218,00	6,93	2,60	2,67	25,51	26,19	2,66	6,93	0,88
CM17	495,80	516,20	323,60	20,40	192,60	10,59	2,57	2,68	25,25	26,29	4,11	10,59	0,27
CM18	513,70	534,90	335,60	21,20	199,30	10,64	2,58	2,68	25,29	26,33	4,13	10,64	0,26
CM19	501,90	521,60	326,90	19,70	194,70	10,12	2,58	2,68	25,29	26,28	3,93	10,12	0,27
CM20	571,80	587,00	367,20	15,20	219,80	6,92	2,60	2,67	25,52	26,20	2,66	6,92	0,95
CM21	521,70	542,20	340,20	20,50	202,00	10,15	2,58	2,68	25,34	26,33	3,93	10,15	0,24
CM22	522,10	545,70	342,80	23,60	202,90	11,63	2,57	2,69	25,24	26,38	4,52	11,63	0,25
CM23	500,80	522,40	326,70	21,60	195,70	11,04	2,56	2,67	25,10	26,19	4,31	11,04	0,27
CM24	504,00	524,80	328,70	20,80	196,10	10,61	2,57	2,68	25,21	26,25	4,13	10,61	0,27
CM25	501,20	522,10	327,80	20,90	194,30	10,76	2,58	2,69	25,31	26,36	4,17	10,76	0,26
CM26	520,20	540,70	338,90	20,50	201,80	10,16	2,58	2,68	25,29	26,28	3,94	10,16	0,33
CM27	545,90	564,70	352,20	18,80	212,50	8,85	2,57	2,66	25,20	26,07	3,44	8,85	0,77
CM28	533,00	554,20	344,90	21,20	209,30	10,13	2,55	2,65	24,98	25,98	3,98	10,13	0,73
CM29	548,00	574,10	354,90	26,10	219,20	11,91	2,50	2,62	24,53	25,69	4,76	11,91	0,78
CM30	550,60	564,90	349,60	14,30	215,30	6,64	2,56	2,62	25,09	25,74	2,60	6,64	0,43
CM31	501,90	521,30	327,20	19,40	194,10	9,99	2,59	2,69	25,37	26,35	3,87	9,99	0,37
CM32	654,90	682,40	419,00	27,50	263,40	10,44	2,49	2,59	24,39	25,42	4,20	10,44	0,39
CM33	650,60	677,50	416,10	26,90	261,40	10,29	2,49	2,59	24,42	25,43	4,13	10,29	0,33
CM34	581,60	603,10	375,80	21,50	227,30	9,46	2,56	2,65	25,10	26,03	3,70	9,46	0,87

Tablo 1.A(devamı)

CM35	669,00	699,30	430,90	30,30	268,40	11,29	2,49	2,61	24,45	25,56	4,53	11,29	0,33
CM36	655,00	680,90	418,70	25,90	262,20	9,88	2,50	2,60	24,51	25,48	3,95	9,88	0,41
AV.	536,81	557,21	347,79	20,41	209,42	9,75	2,57	2,66	25,17	26,13	3,80	9,75	0,40
ST DEV	48,39	50,39	29,06	4,16	21,41	1,70	0,03	0,03	0,33	0,32	0,68	1,70	0,21
MIN	495,80	516,20	323,60	8,80	192,60	4,20	2,49	2,59	24,39	25,42	1,62	4,20	0,23
MAX	669,00	699,30	430,90	30,30	268,40	11,91	2,63	2,72	25,80	26,64	4,76	11,91	0,95

Tablo 1.B Taze veziküler bazalt örneklerin vakum basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat	Msub.	Vv (cm ³)	V (cm ³)	Porosity (%)	Dry Density	Sat. Density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)	Saturation Coefficient
CV1	491,60	516,70	314,10	25,10	202,60	12,39	2,43	2,55	23,80	25,02	5,11	12,39	0,55
CV2	498,50	527,50	321,50	29,00	206,00	14,08	2,42	2,56	23,74	25,12	5,82	14,08	0,52
CV3	489,60	523,00	318,30	33,40	204,70	16,32	2,39	2,55	23,46	25,06	6,82	16,32	0,48
CV4	496,10	524,20	320,20	28,10	204,00	13,77	2,43	2,57	23,86	25,21	5,66	13,77	0,51
CV5	499,40	534,40	328,10	35,00	206,30	16,97	2,42	2,59	23,75	25,41	7,01	16,97	0,44
CV6	491,70	523,40	320,70	31,70	202,70	15,64	2,43	2,58	23,80	25,33	6,45	15,64	0,50
CV7	469,20	496,10	302,49	26,90	193,61	13,89	2,42	2,56	23,77	25,14	5,73	13,89	0,51
CV8	490,20	521,90	318,10	31,70	203,80	15,55	2,41	2,56	23,60	25,12	6,47	15,55	0,50
CV9	485,90	514,40	311,70	28,50	202,70	14,06	2,40	2,54	23,52	24,90	5,87	14,06	0,50
CV10	534,10	566,40	347,60	32,30	218,80	14,76	2,44	2,59	23,95	25,39	6,05	14,76	0,49
CV11	502,40	536,00	327,79	33,60	208,21	16,14	2,41	2,57	23,67	25,25	6,69	16,14	0,47
CV12	466,80	495,29	302,79	28,49	192,50	14,80	2,42	2,57	23,79	25,24	6,10	14,80	0,53
CV13	475,40	505,60	309,40	30,20	196,20	15,39	2,42	2,58	23,77	25,28	6,35	15,39	0,55
CV14	517,30	545,90	335,70	28,60	210,20	13,61	2,46	2,60	24,14	25,48	5,53	13,61	0,49
CV15	487,30	524,10	320,80	36,80	203,30	18,10	2,40	2,58	23,51	25,29	7,55	18,10	0,45
CV16	486,10	518,70	315,00	32,60	203,70	16,00	2,39	2,55	23,41	24,98	6,71	16,00	0,55
CV17	482,20	512,00	314,10	29,80	197,90	15,06	2,44	2,59	23,90	25,38	6,18	15,06	0,49
CV18	488,00	515,60	314,79	27,60	200,81	13,74	2,43	2,57	23,84	25,19	5,66	13,74	0,49
CV19	473,20	501,60	305,50	28,40	196,10	14,48	2,41	2,56	23,67	25,09	6,00	14,48	0,48
CV20	495,90	523,20	319,70	27,30	203,50	13,42	2,44	2,57	23,91	25,22	5,51	13,42	0,49
CV21	501,80	529,00	322,00	27,20	207,00	13,14	2,42	2,56	23,78	25,07	5,42	13,14	0,51
CV22	491,20	520,39	318,80	29,19	201,59	14,48	2,44	2,58	23,90	25,32	5,94	14,48	0,52
CV23	471,60	508,60	310,20	37,00	198,40	18,65	2,38	2,56	23,32	25,15	7,85	18,65	0,42
CV24	478,30	508,60	309,80	30,30	198,80	15,24	2,41	2,56	23,60	25,10	6,33	15,24	0,50
CV25	496,20	524,20	319,70	28,00	204,50	13,69	2,43	2,56	23,80	25,15	5,64	13,69	0,49
CV26	487,60	515,90	314,70	28,30	201,20	14,07	2,42	2,56	23,77	25,15	5,80	14,07	0,47
CV27	473,30	502,30	305,00	29,00	197,30	14,70	2,40	2,55	23,53	24,97	6,13	14,70	0,52
CV28	507,80	538,00	329,80	30,20	208,20	14,51	2,44	2,58	23,93	25,35	5,95	14,51	0,49
CV29	484,80	510,10	311,70	25,30	198,40	12,75	2,44	2,57	23,97	25,22	5,22	12,75	0,51
CV30	494,40	525,80	322,60	31,40	203,20	15,45	2,43	2,59	23,87	25,38	6,35	15,45	0,43
CV31	522,90	555,70	343,90	32,80	211,80	15,49	2,47	2,62	24,22	25,74	6,27	15,49	0,42

Tablo 1.B(devamı)

CV32	492,20	525,00	320,90	32,80	204,10	16,07	2,41	2,57	23,66	25,23	6,66	16,07	0,49
CV33	487,90	517,00	318,30	29,10	198,70	14,65	2,46	2,60	24,09	25,52	5,96	14,65	0,48
CV34	493,90	524,30	318,90	30,40	205,40	14,80	2,40	2,55	23,59	25,04	6,16	14,80	0,52
CV35	499,10	533,40	326,20	34,30	207,20	16,55	2,41	2,57	23,63	25,25	6,87	16,55	0,50
CV36	493,30	523,80	319,60	30,50	204,20	14,94	2,42	2,57	23,70	25,16	6,18	14,94	0,51
AV.	491,59	521,89	318,90	30,30	202,99	14,93	2,42	2,57	23,76	25,22	6,17	14,93	0,49
ST DEV	14,21	14,93	9,95	2,91	5,19	1,36	0,02	0,02	0,20	0,17	0,60	1,36	0,03
MIN	466,80	495,29	302,49	25,10	192,50	12,39	2,38	2,54	23,32	24,90	5,11	12,39	0,42
MAX	534,10	566,40	347,60	37,00	218,80	18,65	2,47	2,62	24,22	25,74	7,85	18,65	0,55

Tablo 1.C Taze 1.lokasyon kireçtaşı örneklerin vakum basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat	Msub.	Vv (cm³)	V (cm³)	Porosity (%)	Dry Density	Sat. Density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)	Saturation Coefficient
CD1	514,60	554,80	329,50	40,20	225,30	17,84	2,28	2,46	22,41	24,16	7,81	17,84	0,69
CD2	507,80	539,60	323,00	31,80	216,60	14,68	2,34	2,49	23,00	24,44	6,26	14,68	0,63
CD3	526,80	565,20	337,50	38,40	227,70	16,86	2,31	2,48	22,70	24,35	7,29	16,86	0,69
CD4	506,70	542,60	323,30	35,90	219,30	16,37	2,31	2,47	22,67	24,27	7,09	16,37	0,69
CD5	475,70	524,30	303,70	48,60	220,60	22,03	2,16	2,38	21,15	23,32	10,22	22,03	0,73
CD6	490,30	526,10	314,90	35,80	211,20	16,95	2,32	2,49	22,77	24,44	7,30	16,95	0,67
CD7	467,40	508,90	298,60	41,50	210,30	19,73	2,22	2,42	21,80	23,74	8,88	19,73	0,71
CD8	478,40	517,00	305,20	38,60	211,80	18,22	2,26	2,44	22,16	23,95	8,07	18,22	0,70
CD9	521,10	553,00	333,00	31,90	220,00	14,50	2,37	2,51	23,24	24,66	6,12	14,50	0,67
CD10	498,00	528,70	316,70	30,70	212,00	14,48	2,35	2,49	23,04	24,46	6,16	14,48	0,59
CD11	496,40	537,50	316,60	41,10	220,90	18,61	2,25	2,43	22,04	23,87	8,28	18,61	0,70
CD12	458,00	503,20	292,40	45,20	210,80	21,44	2,17	2,39	21,31	23,42	9,87	21,44	0,71
CD13	504,60	547,30	324,40	42,70	222,90	19,16	2,26	2,46	22,21	24,09	8,46	19,16	0,70
CD14	527,30	566,50	337,10	39,20	229,40	17,09	2,30	2,47	22,55	24,23	7,43	17,09	0,69
CD15	506,40	548,40	323,40	42,00	225,00	18,67	2,25	2,44	22,08	23,91	8,29	18,67	0,68
CD16	504,80	534,30	321,50	29,50	212,80	13,86	2,37	2,51	23,27	24,63	5,84	13,86	0,63
CD17	491,10	534,70	314,00	43,60	220,70	19,76	2,23	2,42	21,83	23,77	8,88	19,76	0,71
CD18	496,00	543,00	315,90	47,00	227,10	20,70	2,18	2,39	21,43	23,46	9,48	20,70	0,73
CD19	514,50	546,30	327,60	31,80	218,70	14,54	2,35	2,50	23,08	24,50	6,18	14,54	0,66
CD20	529,60	555,70	337,30	26,10	218,40	11,95	2,42	2,54	23,79	24,96	4,93	11,95	0,65
CD21	489,70	527,60	312,00	37,90	215,60	17,58	2,27	2,45	22,28	24,01	7,74	17,58	0,69
CD22	542,40	576,40	347,70	34,00	228,70	14,87	2,37	2,52	23,27	24,72	6,27	14,87	0,67
CD23	519,00	542,70	330,70	23,70	212,00	11,18	2,45	2,56	24,02	25,11	4,57	11,18	0,57
CD24	496,50	537,70	317,20	41,20	220,50	18,68	2,25	2,44	22,09	23,92	8,30	18,68	0,69
CD25	514,30	542,90	326,20	28,60	216,70	13,20	2,37	2,51	23,28	24,58	5,56	13,20	0,71
CD26	465,40	513,20	297,60	47,80	215,60	22,17	2,16	2,38	21,18	23,35	10,27	22,17	0,73

Tablo 1.C(devamı)

CD27	507,90	548,20	325,50	40,30	222,70	18,10	2,28	2,46	22,37	24,15	7,93	18,10	0,65
CD28	508,50	543,60	323,50	35,10	220,10	15,95	2,31	2,47	22,66	24,23	6,90	15,95	0,67
CD29	495,40	533,10	316,50	37,70	216,60	17,41	2,29	2,46	22,44	24,14	7,61	17,41	0,67
CD30	526,30	549,40	335,20	23,10	214,20	10,78	2,46	2,56	24,10	25,16	4,39	10,78	0,64
CD31	481,90	525,90	308,10	44,00	217,80	20,20	2,21	2,41	21,71	23,69	9,13	20,20	0,71
CD32	530,70	552,90	336,00	22,20	216,90	10,24	2,45	2,55	24,00	25,01	4,18	10,24	0,66
CD33	499,60	537,80	318,20	38,20	219,60	17,40	2,28	2,45	22,32	24,02	7,65	17,40	0,65
CD34	485,10	528,50	309,50	43,40	219,00	19,82	2,22	2,41	21,73	23,67	8,95	19,82	0,69
CD35	492,10	529,70	314,40	37,60	215,30	17,46	2,29	2,46	22,42	24,14	7,64	17,46	0,68
CD36	508,40	550,10	324,90	41,70	225,20	18,52	2,26	2,44	22,15	23,96	8,20	18,52	0,69
AV.	502,19	539,36	320,52	37,17	218,83	16,97	2,30	2,46	22,51	24,18	7,45	16,97	0,68
ST DEV	19,62	15,83	12,43	6,95	5,28	3,10	0,08	0,05	0,78	0,48	1,59	3,10	0,03
MIN	458,00	503,20	292,40	22,20	210,30	10,24	2,16	2,38	21,15	23,32	4,18	10,24	0,57
MAX	542,40	576,40	347,70	48,60	229,40	22,17	2,46	2,56	24,10	25,16	10,27	22,17	0,73

Tablo 1.D Taze 2. Lokasyon kireçtaşı örneklerin vakum basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat	Msub.	Vv (cm³)	V (cm³)	Porosity (%)	Dry Density	Sat. Density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)	Saturation Coefficient
CS1	524,80	541,20	330,00	16,40	211,20	7,77	2,48	2,56	24,38	25,14	3,13	7,77	0,50
CS2	495,60	514,90	310,40	19,30	204,50	9,44	2,42	2,52	23,77	24,70	3,89	9,44	0,42
CS3	484,00	509,20	303,60	25,20	205,60	12,26	2,35	2,48	23,09	24,30	5,21	12,26	0,44
CS4	493,40	513,80	309,10	20,40	204,70	9,97	2,41	2,51	23,65	24,62	4,13	9,97	0,40
CS5	516,70	532,80	323,40	16,10	209,40	7,69	2,47	2,54	24,21	24,96	3,12	7,69	0,30
CS6	525,70	542,50	329,40	16,80	213,10	7,88	2,47	2,55	24,20	24,97	3,20	7,88	0,40
CS7	475,50	497,10	297,00	21,60	200,10	10,79	2,38	2,48	23,31	24,37	4,54	10,79	0,44
CS8	516,50	532,30	324,70	15,80	207,60	7,61	2,49	2,56	24,41	25,15	3,06	7,61	0,51
CS9	525,40	540,60	329,40	15,20	211,20	7,20	2,49	2,56	24,40	25,11	2,89	7,20	0,41
CS10	500,80	518,70	313,20	17,90	205,50	8,71	2,44	2,52	23,91	24,76	3,57	8,71	0,42
CS11	523,40	538,50	328,20	15,10	210,30	7,18	2,49	2,56	24,42	25,12	2,88	7,18	0,48
CS12	497,00	514,40	310,40	17,40	204,00	8,53	2,44	2,52	23,90	24,74	3,50	8,53	0,29
CS13	476,80	497,00	298,40	20,20	198,60	10,17	2,40	2,50	23,55	24,55	4,24	10,17	0,47
CS14	492,90	507,40	306,70	14,50	200,70	7,22	2,46	2,53	24,09	24,80	2,94	7,22	0,43
CS15	500,00	523,20	313,60	23,20	209,60	11,07	2,39	2,50	23,40	24,49	4,64	11,07	0,47
CS16	444,40	470,80	278,00	26,40	192,80	13,69	2,30	2,44	22,61	23,96	5,94	13,69	0,58
CS17	520,30	536,80	326,10	16,50	210,70	7,83	2,47	2,55	24,22	24,99	3,17	7,83	0,44
CS18	509,10	524,60	318,10	15,50	206,50	7,51	2,47	2,54	24,19	24,92	3,04	7,51	0,41
CS19	515,30	536,30	323,60	21,00	212,70	9,87	2,42	2,52	23,77	24,73	4,08	9,87	0,59
CS20	501,70	520,40	314,20	18,70	206,20	9,07	2,43	2,52	23,87	24,76	3,73	9,07	0,43
CS21	491,40	514,10	307,20	22,70	206,90	10,97	2,38	2,48	23,30	24,38	4,62	10,97	0,45
CS22	520,80	533,90	325,50	13,10	208,40	6,29	2,50	2,56	24,52	25,13	2,52	6,29	0,50

Tablo 1.D(devamı)

CS23	557,50	569,00	347,80	11,50	221,20	5,20	2,52	2,57	24,72	25,23	2,06	5,20	0,51
CS24	526,10	550,10	330,30	24,00	219,80	10,92	2,39	2,50	23,48	24,55	4,56	10,92	0,47
CS25	574,30	588,60	359,00	14,30	229,60	6,23	2,50	2,56	24,54	25,15	2,49	6,23	0,52
CS26	531,70	553,50	333,50	21,80	220,00	9,91	2,42	2,52	23,71	24,68	4,10	9,91	0,53
CS27	586,10	602,30	364,40	16,20	237,90	6,81	2,46	2,53	24,17	24,84	2,76	6,81	0,43
CS28	542,10	558,30	338,50	16,20	219,80	7,37	2,47	2,54	24,19	24,92	2,99	7,37	0,42
CS29	555,10	569,20	347,40	14,10	221,80	6,36	2,50	2,57	24,55	25,18	2,54	6,36	0,50
CS30	564,20	578,90	353,30	14,70	225,60	6,52	2,50	2,57	24,53	25,17	2,61	6,52	0,50
CS31	577,10	590,10	362,20	13,00	227,90	5,70	2,53	2,59	24,84	25,40	2,25	5,70	0,57
CS32	530,60	553,70	333,70	23,10	220,00	10,50	2,41	2,52	23,66	24,69	4,35	10,50	0,48
CS33	458,90	504,30	288,20	45,40	216,10	21,01	2,12	2,33	20,83	22,89	9,89	21,01	0,55
CS34	534,80	550,70	334,20	15,90	216,50	7,34	2,47	2,54	24,23	24,95	2,97	7,34	0,46
CS35	633,50	649,00	394,80	15,50	254,20	6,10	2,49	2,55	24,45	25,05	2,45	6,10	0,42
CS36	480,30	531,10	301,80	50,80	229,30	22,15	2,09	2,32	20,55	22,72	10,58	22,15	0,53
AV.	519,55	539,15	325,26	19,60	213,89	9,19	2,43	2,52	23,82	24,72	3,85	9,19	0,46
ST DEV	37,78	34,13	23,37	7,96	12,02	3,63	0,09	0,06	0,92	0,56	1,81	3,63	0,07
MIN	444,40	470,80	278,00	11,50	192,80	5,20	2,09	2,32	20,55	22,72	2,06	5,20	0,29
MAX	633,50	649,00	394,80	50,80	254,20	22,15	2,53	2,59	24,84	25,40	10,58	22,15	0,59

Tablo 1.F Taze masif bazalt örneklerin atmosfer basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat.	Msub.	Vv (cm³)	V (cm³)	Porosity %	Dry density	Sat. density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)
CM1	515,30	521,70	320,70	6,40	201,00	3,18	2,56	2,60	25,15	25,46	1,24	3,18
CM2	507,00	513,00	316,20	6,00	196,80	3,05	2,58	2,61	25,27	25,57	1,18	3,05
CM3	504,20	510,10	313,70	5,90	196,40	3,00	2,57	2,60	25,18	25,48	1,17	3,00
CM4	531,90	539,50	333,50	7,60	206,00	3,69	2,58	2,62	25,33	25,69	1,43	3,69
CM5	541,70	545,90	335,50	4,20	210,40	2,00	2,57	2,59	25,26	25,45	0,78	2,00
CM6	500,30	506,80	310,80	6,50	196,00	3,32	2,55	2,59	25,04	25,37	1,30	3,32
CM7	502,30	508,10	314,00	5,80	194,10	2,99	2,59	2,62	25,39	25,68	1,15	2,99
CM8	513,50	519,10	320,60	5,60	198,50	2,82	2,59	2,62	25,38	25,65	1,09	2,82
CM9	512,80	518,50	319,90	5,70	198,60	2,87	2,58	2,61	25,33	25,61	1,11	2,87
CM10	505,60	511,20	314,10	5,60	197,10	2,84	2,57	2,59	25,16	25,44	1,11	2,84
CM11	536,10	539,80	332,80	3,70	207,00	1,79	2,59	2,61	25,41	25,58	0,69	1,79
CM12	523,20	528,40	325,90	5,20	202,50	2,57	2,58	2,61	25,35	25,60	0,99	2,57
CM13	499,70	505,00	310,30	5,30	194,70	2,72	2,57	2,59	25,18	25,44	1,06	2,72
CM14	513,20	518,20	319,20	5,00	199,00	2,51	2,58	2,60	25,30	25,55	0,97	2,51
CM15	507,60	514,10	315,90	6,50	198,20	3,28	2,56	2,59	25,12	25,45	1,28	3,28
CM16	566,90	580,20	362,90	13,30	217,30	6,12	2,61	2,67	25,59	26,19	2,35	6,12
CM17	495,80	501,40	308,60	5,60	192,80	2,90	2,57	2,60	25,23	25,51	1,13	2,90
CM18	513,70	519,20	319,30	5,50	199,90	2,75	2,57	2,60	25,21	25,48	1,07	2,75
CM19	501,90	507,30	313,20	5,40	194,10	2,78	2,59	2,61	25,37	25,64	1,08	2,78

Tablo 1.F(devamı)

CM20	571,80	586,30	366,40	14,50	219,90	6,59	2,60	2,67	25,51	26,16	2,54	6,59
CM21	521,70	526,70	323,40	5,00	203,30	2,46	2,57	2,59	25,17	25,42	0,96	2,46
CM22	522,10	527,90	323,20	5,80	204,70	2,83	2,55	2,58	25,02	25,30	1,11	2,83
CM23	500,80	506,70	310,30	5,90	196,40	3,00	2,55	2,58	25,01	25,31	1,18	3,00
CM24	504,00	509,60	312,90	5,60	196,70	2,85	2,56	2,59	25,14	25,42	1,11	2,85
CM25	501,20	506,70	311,50	5,50	195,20	2,82	2,57	2,60	25,19	25,46	1,10	2,82
CM26	520,20	527,00	323,00	6,80	204,00	3,33	2,55	2,58	25,02	25,34	1,31	3,33
CM27	545,90	560,30	347,70	14,40	212,60	6,77	2,57	2,64	25,19	25,85	2,64	6,77
CM28	533,00	548,40	339,20	15,40	209,20	7,36	2,55	2,62	24,99	25,72	2,89	7,36
CM29	548,00	568,40	349,10	20,40	219,30	9,30	2,50	2,59	24,51	25,43	3,72	9,30
CM30	550,60	556,70	340,30	6,10	216,40	2,82	2,54	2,57	24,96	25,24	1,11	2,82
CM31	501,90	509,10	313,80	7,20	195,30	3,69	2,57	2,61	25,21	25,57	1,43	3,69
CM32	654,90	665,50	403,20	10,60	262,30	4,04	2,50	2,54	24,49	24,89	1,62	4,04
CM33	650,60	659,50	398,40	8,90	261,10	3,41	2,49	2,53	24,44	24,78	1,37	3,41
CM34	581,60	600,20	373,90	18,60	226,30	8,22	2,57	2,65	25,21	26,02	3,20	8,22
CM35	669,00	678,90	411,00	9,90	267,90	3,70	2,50	2,53	24,50	24,86	1,48	3,70
CM36	655,00	665,70	403,20	10,70	262,50	4,08	2,50	2,54	24,48	24,88	1,63	4,08
AV.	536,81	544,75	334,93	7,95	209,82	3,73	2,56	2,60	25,12	25,49	1,46	3,73
ST DEV	48,39	50,48	29,73	4,14	21,01	1,78	0,03	0,03	0,29	0,31	0,70	1,78
MIN	495,80	501,40	308,60	3,70	192,80	1,79	2,49	2,53	24,44	24,78	0,69	1,79
MAX	669,00	678,90	411,00	20,40	267,90	9,30	2,61	2,67	25,59	26,19	3,72	9,30

Tablo 1.G Taze veziküler bazaltların atmosfer basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat.	Msub.	Vv (cm³)	V (cm³)	Porosity %	Dry density	Sat. density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)
CV1	491,60	505,30	302,20	13,70	203,10	6,75	2,42	2,49	23,74	24,41	2,79	6,75
CV2	498,50	513,50	306,70	15,00	206,80	7,25	2,41	2,48	23,65	24,36	3,01	7,25
CV3	489,60	505,60	300,70	16,00	204,90	7,81	2,39	2,47	23,44	24,21	3,27	7,81
CV4	496,10	510,40	306,30	14,30	204,10	7,01	2,43	2,50	23,84	24,53	2,88	7,01
CV5	499,40	514,80	306,20	15,40	208,60	7,38	2,39	2,47	23,49	24,21	3,08	7,38
CV6	491,70	507,60	303,60	15,90	204,00	7,79	2,41	2,49	23,64	24,41	3,23	7,79
CV7	469,20	483,00	289,00	13,80	194,00	7,11	2,42	2,49	23,73	24,42	2,94	7,11
CV8	490,20	506,20	301,60	16,00	204,60	7,82	2,40	2,47	23,50	24,27	3,26	7,82
CV9	485,90	500,20	298,30	14,30	201,90	7,08	2,41	2,48	23,61	24,30	2,94	7,08
CV10	534,10	549,90	329,80	15,80	220,10	7,18	2,43	2,50	23,81	24,51	2,96	7,18
CV11	502,40	518,30	308,40	15,90	209,90	7,58	2,39	2,47	23,48	24,22	3,16	7,58
CV12	466,80	481,80	288,40	15,00	193,40	7,76	2,41	2,49	23,68	24,44	3,21	7,76
CV13	475,40	491,90	292,90	16,50	199,00	8,29	2,39	2,47	23,44	24,25	3,47	8,29
CV14	517,30	531,40	320,20	14,10	211,20	6,68	2,45	2,52	24,03	24,68	2,73	6,68
CV15	487,30	503,70	300,00	16,40	203,70	8,05	2,39	2,47	23,47	24,26	3,37	8,05
CV16	486,10	503,90	298,30	17,80	205,60	8,66	2,36	2,45	23,19	24,04	3,66	8,66

Tablo 1.G(devamı)

CV17	482,20	496,70	297,90	14,50	198,80	7,29	2,43	2,50	23,79	24,51	3,01	7,29
CV18	488,00	501,60	299,90	13,60	201,70	6,74	2,42	2,49	23,73	24,40	2,79	6,74
CV19	473,20	486,80	290,70	13,60	196,10	6,94	2,41	2,48	23,67	24,35	2,87	6,94
CV20	495,90	509,30	305,10	13,40	204,20	6,56	2,43	2,49	23,82	24,47	2,70	6,56
CV21	501,80	515,60	305,80	13,80	209,80	6,58	2,39	2,46	23,46	24,11	2,75	6,58
CV22	491,20	506,30	302,70	15,10	203,60	7,42	2,41	2,49	23,67	24,39	3,07	7,42
CV23	471,60	487,20	288,00	15,60	199,20	7,83	2,37	2,45	23,22	23,99	3,31	7,83
CV24	478,30	493,30	293,10	15,00	200,20	7,49	2,39	2,46	23,44	24,17	3,14	7,49
CV25	496,20	509,80	303,80	13,60	206,00	6,60	2,41	2,47	23,63	24,28	2,74	6,60
CV26	487,60	500,90	300,20	13,30	200,70	6,63	2,43	2,50	23,83	24,48	2,73	6,63
CV27	473,30	488,30	290,00	15,00	198,30	7,56	2,39	2,46	23,41	24,16	3,17	7,56
CV28	507,80	522,70	313,30	14,90	209,40	7,12	2,43	2,50	23,79	24,49	2,93	7,12
CV29	484,80	497,70	299,10	12,90	198,60	6,50	2,44	2,51	23,95	24,58	2,66	6,50
CV30	494,40	507,90	303,40	13,50	204,50	6,60	2,42	2,48	23,72	24,36	2,73	6,60
CV31	522,90	536,60	322,50	13,70	214,10	6,40	2,44	2,51	23,96	24,59	2,62	6,40
CV32	492,20	508,20	303,20	16,00	205,00	7,80	2,40	2,48	23,55	24,32	3,25	7,80
CV33	487,90	502,00	300,80	14,10	201,20	7,01	2,42	2,50	23,79	24,48	2,89	7,01
CV34	493,90	509,60	304,60	15,70	205,00	7,66	2,41	2,49	23,63	24,39	3,18	7,66
CV35	499,10	516,30	307,90	17,20	208,40	8,25	2,39	2,48	23,49	24,30	3,45	8,25
CV36	493,30	508,80	305,40	15,50	203,40	7,62	2,43	2,50	23,79	24,54	3,14	7,62
AV.	491,59	506,48	302,50	14,89	203,98	7,30	2,41	2,48	23,64	24,36	3,03	7,30
ST DEV	14,21	14,25	9,07	1,20	5,41	0,58	0,02	0,02	0,19	0,16	0,26	0,58
MIN	466,80	481,80	288,00	12,90	193,40	6,40	2,36	2,45	23,19	23,99	2,62	6,40
MAX	534,10	549,90	329,80	17,80	220,10	8,66	2,45	2,52	24,03	24,68	3,66	8,66

Tablo 1.H Taze 1.grup kireçtaşlarının atmosfer basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat.	Msub.	Vv (cm³)	V (cm³)	Porosity %	Dry density	Sat. density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)
CD1	514,60	542,50	316,00	27,90	226,50	12,32	2,27	2,40	22,29	23,50	5,42	12,32
CD2	507,80	527,90	310,60	20,10	217,30	9,25	2,34	2,43	22,92	23,83	3,96	9,25
CD3	526,80	553,40	325,10	26,60	228,30	11,65	2,31	2,42	22,64	23,78	5,05	11,65
CD4	506,70	531,40	311,50	24,70	219,90	11,23	2,30	2,42	22,60	23,71	4,87	11,23
CD5	475,70	511,00	289,10	35,30	221,90	15,91	2,14	2,30	21,03	22,59	7,42	15,91
CD6	490,30	514,40	302,70	24,10	211,70	11,38	2,32	2,43	22,72	23,84	4,92	11,38
CD7	467,40	496,70	285,70	29,30	211,00	13,89	2,22	2,35	21,73	23,09	6,27	13,89
CD8	478,40	505,30	292,20	26,90	213,10	12,62	2,24	2,37	22,02	23,26	5,62	12,62
CD9	521,10	542,60	321,00	21,50	221,60	9,70	2,35	2,45	23,07	24,02	4,13	9,70
CD10	498,00	516,20	304,10	18,20	212,10	8,58	2,35	2,43	23,03	23,88	3,65	8,58
CD11	496,40	525,00	303,30	28,60	221,70	12,90	2,24	2,37	21,97	23,23	5,76	12,90
CD12	458,00	490,00	277,90	32,00	212,10	15,09	2,16	2,31	21,18	22,66	6,99	15,09
CD13	504,60	534,60	310,60	30,00	224,00	13,39	2,25	2,39	22,10	23,41	5,95	13,39

Tablo 1.H(devamı)

CD14	527,30	554,30	323,80	27,00	230,50	11,71	2,29	2,40	22,44	23,59	5,12	11,71
CD15	506,40	535,00	308,20	28,60	226,80	12,61	2,23	2,36	21,90	23,14	5,65	12,61
CD16	504,80	523,30	310,00	18,50	213,30	8,67	2,37	2,45	23,22	24,07	3,66	8,67
CD17	491,10	522,10	301,10	31,00	221,00	14,03	2,22	2,36	21,80	23,18	6,31	14,03
CD18	496,00	530,10	302,40	34,10	227,70	14,98	2,18	2,33	21,37	22,84	6,88	14,98
CD19	514,50	535,40	314,50	20,90	220,90	9,46	2,33	2,42	22,85	23,78	4,06	9,46
CD20	529,60	546,50	326,00	16,90	220,50	7,66	2,40	2,48	23,56	24,31	3,19	7,66
CD21	489,70	515,70	299,20	26,00	216,50	12,01	2,26	2,38	22,19	23,37	5,31	12,01
CD22	542,40	565,10	334,70	22,70	230,40	9,85	2,35	2,45	23,09	24,06	4,19	9,85
CD23	519,00	532,60	318,80	13,60	213,80	6,36	2,43	2,49	23,81	24,44	2,62	6,36
CD24	496,50	525,10	302,60	28,60	222,50	12,85	2,23	2,36	21,89	23,15	5,76	12,85
CD25	514,30	534,50	316,20	20,20	218,30	9,25	2,36	2,45	23,11	24,02	3,93	9,25
CD26	465,40	500,30	283,20	34,90	217,10	16,08	2,14	2,30	21,03	22,61	7,50	16,08
CD27	507,90	534,10	310,40	26,20	223,70	11,71	2,27	2,39	22,27	23,42	5,16	11,71
CD28	508,50	531,90	311,20	23,40	220,70	10,60	2,30	2,41	22,60	23,64	4,60	10,60
CD29	495,40	520,70	301,90	25,30	218,80	11,56	2,26	2,38	22,21	23,35	5,11	11,56
CD30	526,30	541,10	324,30	14,80	216,80	6,83	2,43	2,50	23,81	24,48	2,81	6,83
CD31	481,90	513,20	294,50	31,30	218,70	14,31	2,20	2,35	21,62	23,02	6,50	14,31
CD32	530,70	545,40	327,50	14,70	217,90	6,75	2,44	2,50	23,89	24,55	2,77	6,75
CD33	499,60	524,40	304,00	24,80	220,40	11,25	2,27	2,38	22,24	23,34	4,96	11,25
CD34	485,10	515,20	295,10	30,10	220,10	13,68	2,20	2,34	21,62	22,96	6,20	13,68
CD35	492,10	517,70	301,30	25,60	216,40	11,83	2,27	2,39	22,31	23,47	5,20	11,83
CD36	508,40	537,00	310,10	28,60	226,90	12,60	2,24	2,37	21,98	23,22	5,63	12,60
AV.	502,19	527,55	307,52	25,36	220,03	11,52	2,28	2,40	22,39	23,52	5,09	11,52
ST DEV	19,62	16,39	13,15	5,68	5,34	2,54	0,08	0,05	0,76	0,52	1,28	2,54
MIN	458,00	490,00	277,90	13,60	211,00	6,36	2,14	2,30	21,03	22,59	2,62	6,36
MAX	542,40	565,10	334,70	35,30	230,50	16,08	2,44	2,50	23,89	24,55	7,50	16,08

Tablo 1.K Taze 2.grup kireçtaşlarının atmosfer basıncı altında porozite, birim hacim ağırlıklar ve su emme değerleri

Sample No	Mdry	Msat.	Msub.	Vv (cm³)	V (cm³)	Porosity %	Dry density	Sat. density	Dry Unit W. (gr)	Sat. Unit W. (gr)	Wabs-weight (%)	Wabs-volume (%)
CS1	524,80	533,00	320,70	8,20	212,30	3,86	2,47	2,51	24,25	24,63	1,56	3,86
CS2	495,60	503,70	297,70	8,10	206,00	3,93	2,41	2,45	23,60	23,99	1,63	3,93
CS3	484,00	495,00	287,60	11,00	207,40	5,30	2,33	2,39	22,89	23,41	2,27	5,30
CS4	493,40	501,50	296,20	8,10	205,30	3,95	2,40	2,44	23,58	23,96	1,64	3,95
CS5	516,70	521,50	312,80	4,80	208,70	2,30	2,48	2,50	24,29	24,51	0,93	2,30
CS6	525,70	532,40	318,40	6,70	214,00	3,13	2,46	2,49	24,10	24,41	1,27	3,13
CS7	475,50	485,00	284,40	9,50	200,60	4,74	2,37	2,42	23,25	23,72	2,00	4,74
CS8	516,50	524,50	316,20	8,00	208,30	3,84	2,48	2,52	24,32	24,70	1,55	3,84
CS9	525,40	531,70	318,60	6,30	213,10	2,96	2,47	2,50	24,19	24,48	1,20	2,96
CS10	500,80	508,30	302,30	7,50	206,00	3,64	2,43	2,47	23,85	24,21	1,50	3,64

Tablo 1.K(devamı)

CS11	523,40	530,60	319,10	7,20	211,50	3,40	2,47	2,51	24,28	24,61	1,38	3,40
CS12	497,00	502,10	298,90	5,10	203,20	2,51	2,45	2,47	23,99	24,24	1,03	2,51
CS13	476,80	486,30	285,50	9,50	200,80	4,73	2,37	2,42	23,29	23,76	1,99	4,73
CS14	492,90	499,20	297,40	6,30	201,80	3,12	2,44	2,47	23,96	24,27	1,28	3,12
CS15	500,00	511,00	300,00	11,00	211,00	5,21	2,37	2,42	23,25	23,76	2,20	5,21
CS16	444,40	459,80	262,90	15,40	196,90	7,82	2,26	2,34	22,14	22,91	3,47	7,82
CS17	520,30	527,50	314,70	7,20	212,80	3,38	2,45	2,48	23,99	24,32	1,38	3,38
CS18	509,10	515,50	308,10	6,40	207,40	3,09	2,45	2,49	24,08	24,38	1,26	3,09
CS19	515,30	527,60	310,80	12,30	216,80	5,67	2,38	2,43	23,32	23,87	2,39	5,67
CS20	501,70	509,80	312,70	8,10	197,10	4,11	2,55	2,59	24,97	25,37	1,61	4,11
CS21	491,40	501,60	293,10	10,20	208,50	4,89	2,36	2,41	23,12	23,60	2,08	4,89
CS22	520,80	527,30	317,40	6,50	209,90	3,10	2,48	2,51	24,34	24,64	1,25	3,10
CS23	557,50	563,40	340,70	5,90	222,70	2,65	2,50	2,53	24,56	24,82	1,06	2,65
CS24	526,10	537,30	316,00	11,20	221,30	5,06	2,38	2,43	23,32	23,82	2,13	5,06
CS25	574,30	581,70	349,90	7,40	231,80	3,19	2,48	2,51	24,30	24,62	1,29	3,19
CS26	531,70	543,20	321,70	11,50	221,50	5,19	2,40	2,45	23,55	24,06	2,16	5,19
CS27	586,10	593,10	353,50	7,00	239,60	2,92	2,45	2,48	24,00	24,28	1,19	2,92
CS28	542,10	548,90	327,10	6,80	221,80	3,07	2,44	2,47	23,98	24,28	1,25	3,07
CS29	555,10	562,10	339,10	7,00	223,00	3,14	2,49	2,52	24,42	24,73	1,26	3,14
CS30	564,20	571,60	344,90	7,40	226,70	3,26	2,49	2,52	24,41	24,73	1,31	3,26
CS31	577,10	584,50	353,20	7,40	231,30	3,20	2,50	2,53	24,48	24,79	1,28	3,20
CS32	530,60	541,80	319,90	11,20	221,90	5,05	2,39	2,44	23,46	23,95	2,11	5,05
CS33	458,90	484,00	266,70	25,10	217,30	11,55	2,11	2,23	20,72	21,85	5,47	11,55
CS34	534,80	542,10	323,20	7,30	218,90	3,33	2,44	2,48	23,97	24,29	1,36	3,33
CS35	633,50	640,00	382,90	6,50	257,10	2,53	2,46	2,49	24,17	24,42	1,03	2,53
CS36	480,30	507,20	277,50	26,90	229,70	11,71	2,09	2,21	20,51	21,66	5,60	11,71
AV.	519,55	528,77	313,66	9,22	215,11	4,29	2,42	2,46	23,69	24,11	1,82	4,29
ST DEV	37,78	35,76	25,29	4,70	12,58	2,13	0,10	0,08	0,94	0,74	1,05	2,13
MIN	444,40	459,80	262,90	4,80	196,90	2,30	2,09	2,21	20,51	21,66	0,93	2,30
MAX	633,50	640,00	382,90	26,90	257,10	11,71	2,55	2,59	24,97	25,37	5,60	11,71

Ek 2: Taze örneklerin kuru ve doymun halde P dalga hızı sonuçları

Tablo 2.A Taze masif bazaltların kuru halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CM1	58,55	58,75	58,9	58,733	12,6	12,4	12,7	4646,825	4737,903	4637,795	2,113	4737,903	4637,795	4674,175
CM2	58,4	58,3	58,5	58,4	12,5	12,7	12,6	4672	4590,551	4642,857	1,743	4672,000	4590,551	4635,136
CM3	59	58,3	57,7	58,333	12,4	12,2	12,1	4758,065	4778,689	4768,595	0,432	4778,689	4758,065	4768,449
CM4	60	59	58,8	59,267	13,1	13	14,1	4580,153	4538,462	4170,213	8,950	4580,153	4170,213	4429,609
CM5	59,6	59,2	59,8	59,533	12,9	12,8	12,7	4620,155	4625	4708,661	1,880	4708,661	4620,155	4651,272
CM6	58,9	58,85	57,5	58,417	12,4	12,5	12,2	4750	4708	4713,115	0,884	4750,000	4708,000	4723,705
CM7	58,5	57,6	58,4	58,167	12,1	12	12,2	4834,711	4800	4786,885	0,989	4834,711	4786,885	4807,199
CM8	58,2	58,15	58,9	58,417	12,6	12,6	12,5	4619,048	4615,079	4712	2,057	4712,000	4615,079	4648,709
CM9	58,15	59,3	59,55	59	12,6	12,4	12,6	4615,079	4782,258	4726,19	3,496	4782,258	4615,079	4707,843
CM10	58,3	57,7	58,3	58,1	12,4	12,1	12,1	4701,613	4768,595	4818,182	2,419	4818,182	4701,613	4762,797
CM11	59,3	59,3	59,5	59,367	12,9	12,8	12,3	4596,899	4632,813	4837,398	4,972	4837,398	4596,899	4689,037
CM12	58,5	59,25	59,3	59,017	12,7	12,6	12,4	4606,299	4702,381	4782,258	3,679	4782,258	4606,299	4696,979
CM13	58,1	57,9	58,5	58,167	12,4	12,5	12,7	4685,484	4632	4606,299	1,690	4685,484	4606,299	4641,261
CM14	58	59,3	59,3	58,867	12,7	12,6	12,4	4566,929	4706,349	4782,258	4,503	4782,258	4566,929	4685,179
CM15	59,3	57,4	57,5	58,067	12,7	12,5	12,5	4669,291	4592	4600	1,655	4669,291	4592,000	4620,430
CM16	59,6	61,4	61,5	60,833	19,5	17,9	18	3056,41	3430,168	3416,667	10,896	3430,168	3056,410	3301,082
CM17	58,4	57,5	58,3	58,067	12,6	12,5	12,6	4634,921	4600	4626,984	0,753	4634,921	4600,000	4620,635
CM18	58,2	59,1	58,5	58,6	12,3	12,6	12,3	4731,707	4690,476	4756,098	1,380	4756,098	4690,476	4726,094
CM19	58,4	57,5	58,4	58,1	12,6	12,4	12,1	4634,921	4637,097	4826,446	3,968	4826,446	4634,921	4699,488
CM20	60	60	62,7	60,9	19,7	17,7	18,8	3045,685	3389,831	3335,106	10,152	3389,831	3045,685	3256,874
CM21	58,7	58,2	58,4	58,433	12,6	12,8	12,7	4658,73	4546,875	4598,425	2,401	4658,730	4546,875	4601,343
CM22	59,7	59	58,8	59,167	12,8	12,8	12,9	4664,063	4609,375	4558,14	2,271	4664,063	4558,140	4610,526
CM23	58,4	57,6	57,7	57,9	12,5	13,1	12,4	4672	4396,947	4653,226	5,887	4672,000	4396,947	4574,057
CM24	58,2	57,8	57,8	57,933	12,6	12,2	12,5	4619,048	4737,705	4624	2,505	4737,705	4619,048	4660,251
CM25	58,3	58,2	58,5	58,333	12,4	12,8	12,3	4701,613	4546,875	4756,098	4,399	4756,098	4546,875	4668,195
CM26	58,8	59	60,3	59,367	12,7	12,6	12,9	4629,921	4682,54	4674,419	1,124	4682,540	4629,921	4662,293
CM27	61,2	59,3	59,6	60,033	18,1	18,7	17,7	3381,215	3171,123	3367,232	6,214	3381,215	3171,123	3306,523
CM28	60,9	59,1	59,2	59,733	18,4	19	18,8	3309,783	3110,526	3148,936	6,020	3309,783	3110,526	3189,748
CM29	60,5	59,7	59,65	59,95	23,3	20	20,2	2596,567	2985	2952,97	13,013	2985,000	2596,567	2844,846
CM30	59,7	58,6	59,6	59,3	12,7	12,8	12,9	4700,787	4578,125	4620,155	2,609	4700,787	4578,125	4633,022
CM31	56,45	57,3	56,45	56,733	12,4	12,4	12,2	4552,419	4620,968	4627,049	1,613	4627,049	4552,419	4600,145
CM32	63,95	62,85	62,9	63,233	15,3	14,6	14,4	4179,739	4304,795	4368,056	4,311	4368,056	4179,739	4284,196
CM33	65,2	60,95	61,15	62,433	14,5	15,1	14,7	4496,552	4036,424	4159,864	10,233	4496,552	4036,424	4230,947

Tablo 2.A(devamı)

CM34	62,2	59,65	62,05	61,3	19,6	21,7	19,1	3173,469	2748,848	3248,691	15,386	3248,691	2748,848	3057,003
CM35	65,1	61,9	64,95	63,983	14,9	15,2	14,7	4369,128	4072,368	4418,367	7,831	4418,367	4072,368	4286,621
CM36	63,15	64,2	64,35	63,9	15,1	15,1	14,6	4182,119	4251,656	4407,534	5,114	4407,534	4182,119	4280,436
AVERAGE	59,6069	59,0875	59,4792	59,39	14,0444	13,9361	13,802778	4358,7	4343,27	4401,03	4,43175222			
MIN	56,45	57,3	56,45	56,73	12,1	12	12,1	2596,57	2748,85	2952,97	0,432			
MAX	65,2	64,2	64,95	63,98	23,3	21,7	20,2	4834,71	4800	4837,4	15,386			
St. Dev.	2,02238	1,543575	1,912828	1,7179	2,797187	2,56695	2,391949129	597,8063	581,529	551,4677	3,72655804			

Tablo 2.B Taze veziküler bazaltların kuru halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CV1	59,9	58,7	58,6	59,067	15,4	16,7	15,4	3889,61	3514,97	3805,195	9,632	3889,610	3514,970	3736,592
CV2	61,4	59,3	61,8	60,833	15,3	17,3	15,7	4013,072	3427,746	3936,306	14,585	4013,072	3427,746	3792,374
CV3	59	59	59,6	59,2	23,6	20,3	22,5	2500	2906,404	2648,889	13,983	2906,404	2500,000	2685,098
CV4	59,3	59,4	59,4	59,367	16,2	17,4	17,7	3660,494	3413,793	3355,932	8,320	3660,494	3355,932	3476,740
CV5	62	62	62	62	19,3	21,5	20,4	3212,435	2883,721	3039,216	10,233	3212,435	2883,721	3045,124
CV6	62	61,2	61,4	61,533	22,1	19,5	20,7	2805,43	3138,462	2966,184	10,611	3138,462	2805,430	2970,025
CV7	62	61,8	60,4	61,4	17,8	15,9	16,1	3483,146	3886,792	3751,553	10,385	3886,792	3483,146	3707,164
CV8	62,3	62,5	61,8	62,2	22,1	21,4	21,8	2819,005	2920,561	2834,862	3,477	2920,561	2819,005	2858,143
CV9	62	62	62	62	18,1	18,9	17,9	3425,414	3280,423	3463,687	5,291	3463,687	3280,423	3389,842
CV10	62	62,2	64,2	62,8	18,8	17,9	17,2	3297,872	3474,86	3732,558	11,646	3732,558	3297,872	3501,764
CV11	61,8	61,8	63	62,2	19,9	20,5	19,5	3105,528	3014,634	3230,769	6,690	3230,769	3014,634	3116,977
CV12	60,9	61,3	61,7	61,3	19,3	17,2	17,3	3155,44	3563,953	3566,474	11,525	3566,474	3155,440	3428,623
CV13	61,5	61,45	61,7	61,55	20,8	17,5	19,2	2956,731	3511,429	3213,542	15,797	3511,429	2956,731	3227,234
CV14	62,2	63,2	63	62,8	17,7	16,1	16,6	3514,124	3925,466	3795,181	10,479	3925,466	3514,124	3744,924
CV15	62,2	61,7	62	61,967	26,6	24,3	23,1	2338,346	2539,095	2683,983	12,878	2683,983	2338,346	2520,474
CV16	62,4	62	62	62,133	28,5	23,1	26,6	2189,474	2683,983	2330,827	18,424	2683,983	2189,474	2401,428
CV17	61,5	62	62,1	61,867	19,1	18,1	16,5	3219,895	3425,414	3763,636	14,447	3763,636	3219,895	3469,649
CV18	61,85	61,8	61,5	61,717	17,2	17,6	15,7	3595,93	3511,364	3917,197	10,360	3917,197	3511,364	3674,830
CV19	61,3	61,25	61,85	61,467	18,5	18,3	17,8	3313,514	3346,995	3474,719	4,639	3474,719	3313,514	3378,409
CV20	62,1	62,4	61,5	62	20,2	17,2	16,2	3074,257	3627,907	3796,296	19,020	3796,296	3074,257	3499,487
CV21	59,85	59,9	60,8	60,183	17,9	17,6	17	3343,575	3403,409	3576,471	6,512	3576,471	3343,575	3441,152
CV22	59,4	59,3	60	59,567	16,8	18,6	16,3	3535,714	3188,172	3680,982	13,388	3680,982	3188,172	3468,289
CV23	59,45	59,2	59,4	59,35	25,2	22,3	22,2	2359,127	2654,709	2675,676	11,831	2675,676	2359,127	2563,170
CV24	59,1	59,1	59,45	59,217	19,6	17,4	18,7	3015,306	3396,552	3179,144	11,224	3396,552	3015,306	3197,001
CV25	59,6	59,6	59,6	59,6	17,7	18,4	17,6	3367,232	3239,13	3386,364	4,348	3386,364	3239,130	3330,909
CV26	59,45	58,9	59	59,117	18,1	16,5	15,6	3284,53	3569,697	3782,051	13,155	3782,051	3284,530	3545,426
CV27	58,8	58,9	58,6	58,767	22,3	17,3	16,8	2636,771	3404,624	3488,095	24,407	3488,095	2636,771	3176,497
CV28	58,9	58,8	61	59,567	16,8	18,1	17,7	3505,952	3248,619	3446,328	7,340	3505,952	3248,619	3400,300
CV29	59,1	58,3	60,25	59,217	16,7	16,1	16,2	3538,922	3621,118	3719,136	4,846	3719,136	3538,922	3626,392

Tablo 2.B(devamı)

CV30	59,15	59,3	60,35	59,6	16,9	18,1	15,8	3500	3276,243	3819,62	14,226	3819,620	3276,243	3531,954
CV31	59,65	59,65	59,95	59,75	23,5	17,3	14,7	2538,298	3447,977	4078,231	37,760	4078,231	2538,298	3354,835
CV32	59,25	59,3	59,8	59,45	23,8	20,3	21,2	2489,496	2921,182	2820,755	14,778	2921,182	2489,496	2743,811
CV33	59	59,3	59,1	59,133	18,4	15,6	18,2	3206,522	3801,282	3247,253	15,646	3801,282	3206,522	3418,352
CV34	58,2	58,45	58,35	58,333	17,2	16,2	15,9	3383,721	3608,025	3669,811	7,796	3669,811	3383,721	3553,852
CV35	58,9	59	59	58,967	22,2	21,1	19,5	2653,153	2796,209	3025,641	12,311	3025,641	2653,153	2825,001
CV36	58,4	58,2	58,4	58,333	17,5	17,9	15,9	3337,143	3251,397	3672,956	11,477	3672,956	3251,397	3420,498
AVERAGE	60,4403	60,3389	60,6833	60,49	19,6417	18,4861	18,144444	3146,26	3300,73	3404,88	12,04073785			
MIN	58,2	58,2	58,35	58,33	15,3	15,6	14,7	2189,47	2539,09	2330,83	3,477			
MAX	62,4	63,2	64,2	62,8	28,5	24,3	26,6	4013,07	3925,47	4078,23	37,760			
St. Dev.	1,415416	1,502337	1,480975	1,4065	3,177454	2,126453	2,673194391	450,8445	341,2157	433,6656	6,282490217			

Tablo 2.C Taze 1.grup kireçtaşlarının kuru halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CD1	60,9	60,9	60,7	60,833	16,8	17,4	18,2	3625	3500	3335,165	7,995	3625,000	3335,165	3486,722
CD2	60,5	60,5	60,5	60,5	15,1	14,8	14,9	4006,623	4087,838	4060,403	1,987	4087,838	4006,623	4051,621
CD3	60,1	60,7	60,1	60,3	16,1	16,5	16,8	3732,919	3678,788	3577,381	4,167	3732,919	3577,381	3663,029
CD4	60,6	60,4	60,7	60,567	14,8	15,2	14,5	4094,595	3973,684	4186,207	5,077	4186,207	3973,684	4084,829
CD5	60,9	59,6	60,9	60,467	18	17,4	17,1	3383,333	3425,287	3561,404	5,000	3561,404	3383,333	3456,675
CD6	59,8	59,9	59,9	59,867	15,3	15	15	3908,497	3993,333	3993,333	2,124	3993,333	3908,497	3965,054
CD7	58,7	60,1	58,7	59,167	16,1	15,9	16,3	3645,963	3779,874	3601,227	4,726	3779,874	3601,227	3675,688
CD8	58,8	60,1	59,5	59,467	16,4	15,6	16,6	3585,366	3852,564	3584,337	6,962	3852,564	3584,337	3674,089
CD9	60,7	60,7	60,8	60,733	14,7	14,3	14,4	4129,252	4244,755	4222,222	2,721	4244,755	4129,252	4198,743
CD10	60,1	59,7	59,8	59,867	14,4	14,4	14,8	4173,611	4145,833	4040,541	3,188	4173,611	4040,541	4119,995
CD11	60,4	60,3	60,9	60,533	15,4	15,9	15,1	3922,078	3792,453	4033,113	5,967	4033,113	3792,453	3915,881
CD12	60,4	58,8	60,3	59,833	16,1	16,9	16,9	3751,553	3479,29	3568,047	7,257	3751,553	3479,290	3599,630
CD13	60,7	60,8	60,6	60,7	15,6	15,8	15,5	3891,026	3848,101	3909,677	1,575	3909,677	3848,101	3882,935
CD14	63,5	60,8	63,3	62,533	16,2	17,2	16,3	3919,753	3534,884	3883,436	9,819	3919,753	3534,884	3779,357
CD15	63,2	60,1	63,4	62,233	15,8	15,9	15,1	4000	3779,874	4198,675	9,975	4198,675	3779,874	3992,850
CD16	59,8	59,9	60,1	59,933	14,2	14,2	14,2	4211,268	4218,31	4232,394	0,499	4232,394	4211,268	4220,657
CD17	61,1	60,6	61,3	61	15,2	15,2	16,6	4019,737	3986,842	3692,771	8,134	4019,737	3692,771	3899,783
CD18	61	60,8	61,4	61,067	15,7	15,5	17,9	3885,35	3922,581	3430,168	12,553	3922,581	3430,168	3746,033
CD19	59,9	60,4	60,2	60,167	14,3	13,9	14,6	4188,811	4345,324	4123,288	5,110	4345,324	4123,288	4219,141
CD20	60,9	60,1	60,9	60,633	13,7	13,9	13,8	4445,255	4323,741	4413,043	2,734	4445,255	4323,741	4394,013
CD21	60,3	60,7	60,2	60,4	16,5	16	16	3654,545	3793,75	3762,5	3,669	3793,750	3654,545	3736,932
CD22	61,8	61,3	62	61,7	15,4	16,5	16,5	4012,987	3715,152	3757,576	7,422	4012,987	3715,152	3828,571
CD23	59,8	60,3	59,8	59,967	13,4	13,8	13,9	4462,687	4369,565	4302,158	3,597	4462,687	4302,158	4378,137

Tablo 2.C(devamı)

CD24	60,7	60,9	60,5	60,7	16	16,2	15,8	3793,75	3759,259	3829,114	1,824	3829,114	3759,259	3794,041
CD25	60,4	60,1	60,6	60,367	13,8	14	14,2	4376,812	4292,857	4267,606	2,495	4376,812	4267,606	4312,425
CD26	59,8	61,7	60,1	60,533	17,8	17,9	16,2	3359,551	3446,927	3709,877	9,443	3709,877	3359,551	3505,451
CD27	60,2	61,4	60,2	60,6	16,4	15,1	15,6	3670,732	4066,225	3858,974	9,726	4066,225	3670,732	3865,310
CD28	60,3	60,1	60,2	60,2	15,1	15,1	15,3	3993,377	3980,132	3934,641	1,471	3993,377	3934,641	3969,383
CD29	60,2	60,5	60,2	60,3	15,6	15,6	15,6	3858,974	3878,205	3858,974	0,496	3878,205	3858,974	3865,385
CD30	60,7	60,1	60,5	60,433	13,8	13,4	13,4	4398,551	4485,075	4514,925	2,578	4514,925	4398,551	4466,184
CD31	60,6	59,7	60,7	60,333	16,8	15,6	16,9	3607,143	3826,923	3591,716	6,146	3826,923	3591,716	3675,261
CD32	60,7	60,1	60,5	60,433	13,5	13,2	13,3	4496,296	4553,03	4548,872	1,246	4553,030	4496,296	4532,733
CD33	60,2	60,2	60,1	60,167	16	15,1	14,8	3762,5	3986,755	4060,811	7,346	4060,811	3762,500	3936,689
CD34	60,6	60,7	60,4	60,567	14,8	15,3	16,8	4094,595	3967,32	3595,238	12,196	4094,595	3595,238	3885,718
CD35	59,5	60,2	60,5	60,067	15,5	15,8	15,3	3838,71	3810,127	3954,248	3,645	3954,248	3810,127	3867,695
CD36	60,1	60,1	60,1	60,1	15,4	15,8	14,5	3902,597	3803,797	4144,828	8,228	4144,828	3803,797	3950,407
AVERAGE	60,4972	60,3694	60,5722	60,48	15,4361	15,425	15,519444	3938,99	3934,68	3926,08	5,252730107			
MIN	58,7	58,8	58,7	59,17	13,4	13,2	13,3	FINAL AV.		3933,25	0,496			
MAX	63,5	61,7	63,4	62,53	18	17,9	18,2	FINAL ST DEV		6,57439	12,553			
St. Dev.	0,919778	0,546584	0,88402	0,653	1,114618	1,157429	1,225169246	288,5875	290,1237	307,2681	3,324046859			

Tablo 2.D Taze 2.grup kireçtaşlarının kuru halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CS1	59,1	59,5	61,5	60,033	12,7	12,3	12,6	4653,543	4837,398	4880,952	4,659	4880,952	4653,543	4790,631
CS2	59,2	58,5	59,3	59	13,7	13,7	14	4321,168	4270,073	4235,714	1,978	4321,168	4235,714	4275,652
CS3	59,6	59,3	59,5	59,467	15,1	14,1	15,1	3947,02	4205,674	3940,397	6,308	4205,674	3940,397	4031,030
CS4	59,6	59,4	60,1	59,7	13,9	13,5	14,1	4287,77	4400	4262,411	3,127	4400,000	4262,411	4316,727
CS5	60,6	59,2	60,4	60,067	13,5	13,5	13,2	4488,889	4385,185	4575,758	4,165	4575,758	4385,185	4483,277
CS6	61,2	59,4	61,1	60,567	13,7	13,7	13,8	4467,153	4335,766	4427,536	2,941	4467,153	4335,766	4410,152
CS7	58,4	59,3	58,4	58,7	13,5	12,9	13,4	4325,926	4596,899	4358,209	5,895	4596,899	4325,926	4427,011
CS8	59,7	58,5	60,1	59,433	12,8	12,6	12,5	4664,063	4642,857	4808	3,435	4808,000	4642,857	4704,973
CS9	59,7	59,3	59,7	59,567	13,2	13,3	13,2	4522,727	4458,647	4522,727	1,417	4522,727	4458,647	4501,367
CS10	59,8	59,5	58,9	59,4	13,1	13,9	13,1	4564,885	4280,576	4496,183	6,228	4564,885	4280,576	4447,215
CS11	59,8	58,8	59,6	59,4	12,8	12,1	12,5	4671,875	4859,504	4768	3,861	4859,504	4671,875	4766,460
CS12	59	59,4	58,1	58,833	13,6	13,2	13	4338,235	4500	4469,231	3,595	4500,000	4338,235	4435,822
CS13	59,1	58,7	58,7	58,833	13	12,8	13,3	4546,154	4585,938	4413,534	3,759	4585,938	4413,534	4515,208
CS14	58,5	59,4	58,5	58,8	12,8	12,7	12,6	4570,313	4677,165	4642,857	2,285	4677,165	4570,313	4630,112
CS15	58,6	59,8	58,5	58,967	13,9	14,5	14,5	4215,827	4124,138	4034,483	4,302	4215,827	4034,483	4124,816
CS16	56,5	59,3	56,4	57,4	15,9	14,7	15,7	3553,459	4034,014	3592,357	11,913	4034,014	3553,459	3726,610
CS17	60,6	59,2	60,1	59,967	13,1	13,5	13,1	4625,954	4385,185	4587,786	5,205	4625,954	4385,185	4532,975

Tablo 2.D (devamı)

CS18	60,5	59	60,4	59,967	13,7	12,8	13	4416,058	4609,375	4646,154	4,952	4646,154	4416,058	4557,196
CS19	61,4	59,6	61,1	60,7	13,7	14,5	14,3	4481,752	4110,345	4272,727	8,287	4481,752	4110,345	4288,275
CS20	60,1	59,2	58,8	59,367	13,9	13,4	13,6	4323,741	4417,91	4323,529	2,136	4417,910	4323,529	4355,060
CS21	59,6	59,2	59,5	59,433	13,8	13,7	14,4	4318,841	4321,168	4131,944	4,379	4321,168	4131,944	4257,318
CS22	58,9	60,1	59,3	59,433	12,6	12,5	12,1	4674,603	4808	4900,826	4,616	4900,826	4674,603	4794,477
CS23	60,8	61,2	60,8	60,933	12,6	12,3	12,6	4825,397	4975,61	4825,397	3,019	4975,610	4825,397	4875,468
CS24	60,3	61,1	60,2	60,533	14,3	14,1	15,1	4216,783	4333,333	3986,755	7,998	4333,333	3986,755	4178,957
CS25	60,9	61,6	61,4	61,3	13,1	13	13,1	4648,855	4738,462	4687,023	1,891	4738,462	4648,855	4691,446
CS26	60,6	61	60,8	60,8	14	13,9	14	4328,571	4388,489	4342,857	1,365	4388,489	4328,571	4353,306
CS27	61,8	62,8	62	62,2	13,9	13,2	13,6	4446,043	4757,576	4558,824	6,548	4757,576	4446,043	4587,481
CS28	60,7	61,6	60,7	61	13,3	12,9	13,2	4563,91	4775,194	4598,485	4,425	4775,194	4563,910	4645,863
CS29	60,7	60,9	60,6	60,733	12,8	12,2	12,6	4742,188	4991,803	4809,524	5,001	4991,803	4742,188	4847,838
CS30	60,8	61	61,1	60,967	12,4	12,5	13,3	4903,226	4880	4593,985	6,307	4903,226	4593,985	4792,404
CS31	60,8	60,6	61	60,8	13,3	12,8	13,1	4571,429	4734,375	4656,489	3,442	4734,375	4571,429	4654,097
CS32	60,9	60,6	61	60,833	13,4	14	13,7	4544,776	4328,571	4452,555	4,757	4544,776	4328,571	4441,967
CS33	61,7	58,3	61,7	60,567	16,5	19,2	19,6	3739,394	3036,458	3147,959	18,798	3739,394	3036,458	3307,937
CS34	61	59,6	60,8	60,467	13,2	13,9	12,8	4621,212	4287,77	4750	9,731	4750,000	4287,770	4552,994
CS35	65,9	62,4	66,1	64,8	13,6	14	13,6	4845,588	4457,143	4860,294	8,295	4860,294	4457,143	4721,008
CS36	60,9	61,2	60,9	61	18	18,3	17,7	3383,333	3344,262	3440,678	2,802	3440,678	3344,262	3389,425
AVERAGE	60,2028	59,9306	60,1972	60,11	13,6778	13,6167	13,752778	4426,69	4440,97	4416,73	5,106111171			
MIN	56,5	58,3	56,4	57,4	12,4	12,1	12,1	FINAL AV.		4428,13	1,365			
MAX	65,9	62,8	66,1	64,8	18	19,2	19,6	FINAL ST DEV		12,1853	18,798			
St. Dev.	1,462383	1,127784	1,569438	1,2469	1,12963	1,443706	1,465505493	332,3381	398,3966	404,4958	3,328688495			

Tablo 2.E Taze masif bazaltların doygun halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CM1	58,55	58,75	58,9	58,733	12,5	12,4	12,6	4684	4737,903	4674,603	1,336	4737,903	4674,603	4698,835
CM2	58,4	58,3	58,5	58,4	12,3	12,5	12,6	4747,967	4664	4642,857	2,214	4747,967	4642,857	4684,942
CM3	59	58,3	57,7	58,333	12,2	12,2	12	4836,066	4778,689	4808,333	1,186	4836,066	4778,689	4807,696
CM4	60	59	58,8	59,267	13,1	12,6	13,4	4580,153	4682,54	4388,06	6,289	4682,540	4388,060	4550,251
CM5	59,6	59,2	59,8	59,533	12,6	12,7	12,5	4730,159	4661,417	4784	2,562	4784,000	4661,417	4725,192
CM6	58,9	58,85	57,5	58,417	12	12,2	12,1	4908,333	4823,77	4752,066	3,184	4908,333	4752,066	4828,057
CM7	58,5	57,6	58,4	58,167	11,8	12	12,2	4957,627	4800	4786,885	3,444	4957,627	4786,885	4848,171
CM8	58,2	58,15	58,9	58,417	12,4	12,3	12,5	4693,548	4727,642	4712	0,721	4727,642	4693,548	4711,064
CM9	58,15	59,3	59,55	59	12,6	12,3	12,4	4615,079	4821,138	4802,419	4,274	4821,138	4615,079	4746,212
CM10	58,3	57,7	58,3	58,1	12,4	12,1	12,1	4701,613	4768,595	4818,182	2,419	4818,182	4701,613	4762,797
CM11	59,3	59,3	59,5	59,367	12,5	12,6	12,2	4744	4706,349	4877,049	3,500	4877,049	4706,349	4775,799
CM12	58,5	59,25	59,3	59,017	12,5	12,6	12,4	4680	4702,381	4782,258	2,138	4782,258	4680,000	4721,546
CM13	58,1	57,9	58,5	58,167	12,4	12,5	12,6	4685,484	4632	4642,857	1,141	4685,484	4632,000	4653,447
CM14	58	59,3	59,3	58,867	12,6	12,6	12,3	4603,175	4706,349	4821,138	4,521	4821,138	4603,175	4710,221
CM15	59,3	57,4	57,5	58,067	12,6	12,6	12,7	4706,349	4555,556	4527,559	3,799	4706,349	4527,559	4596,488
CM16	59,6	61,4	61,5	60,833	16,2	15,4	15,6	3679,012	3987,013	3942,308	7,725	3987,013	3679,012	3869,444
CM17	58,4	57,5	58,3	58,067	12,6	12,5	12,5	4634,921	4600	4664	1,372	4664,000	4600,000	4632,974
CM18	58,2	59,1	58,5	58,6	12,2	12,6	12,3	4770,492	4690,476	4756,098	1,677	4770,492	4690,476	4739,022
CM19	58,4	57,5	58,4	58,1	12,4	12,2	12,2	4709,677	4713,115	4786,885	1,613	4786,885	4709,677	4736,559
CM20	60	60	62,7	60,9	16,8	15,4	16,1	3571,429	3896,104	3894,41	8,333	3896,104	3571,429	3787,314
CM21	58,7	58,2	58,4	58,433	12,6	12,7	12,6	4658,73	4582,677	4634,921	1,632	4658,730	4582,677	4625,443
CM22	59,7	59	58,8	59,167	12,6	12,6	12,8	4738,095	4682,54	4593,75	3,046	4738,095	4593,750	4671,462
CM23	58,4	57,6	57,7	57,9	12,3	12,8	12,3	4747,967	4500	4691,057	5,223	4747,967	4500,000	4646,341
CM24	58,2	57,8	57,8	57,933	12,5	12,1	12,4	4656	4776,86	4661,29	2,530	4776,860	4656,000	4698,050
CM25	58,3	58,2	58,5	58,333	12,1	12,5	12,1	4818,182	4656	4834,711	3,696	4834,711	4656,000	4769,631
CM26	58,8	59	60,3	59,367	12,4	12,1	12,7	4741,935	4876,033	4748,031	2,750	4876,033	4741,935	4788,667
CM27	61,2	59,3	59,6	60,033	15,6	16,3	15,3	3923,077	3638,037	3895,425	7,266	3923,077	3638,037	3818,846
CM28	60,9	59,1	59,2	59,733	15,6	16,2	15,6	3903,846	3648,148	3794,872	6,550	3903,846	3648,148	3782,289
CM29	60,5	59,7	59,65	59,95	19,7	17,4	17,6	3071,066	3431,034	3389,205	10,492	3431,034	3071,066	3297,102
CM30	59,7	58,6	59,6	59,3	12,6	12,7	12,8	4738,095	4614,173	4656,25	2,615	4738,095	4614,173	4669,506
CM31	56,45	57,3	56,45	56,733	12,1	12,2	12,2	4665,289	4696,721	4627,049	1,483	4696,721	4627,049	4663,020
CM32	63,95	62,85	62,9	63,233	14,5	14,2	13,8	4410,345	4426,056	4557,971	3,239	4557,971	4410,345	4464,791
CM33	65,2	60,95	61,15	62,433	14,2	14,6	14,3	4591,549	4174,658	4276,224	9,080	4591,549	4174,658	4347,477

Tablo 2.E (devamı)

CM34	62,2	59,65	62,05	61,3	16,7	18,5	16,5	3724,551	3224,324	3760,606	14,261	3760,606	3224,324	3569,827
CM35	65,1	61,9	64,95	63,983	14,2	14,6	14,2	4584,507	4239,726	4573,944	7,521	4584,507	4239,726	4466,059
CM36	63,15	64,2	64,35	63,9	14,2	14,3	13,8	4447,183	4489,51	4663,043	4,629	4663,043	4447,183	4533,246
AVERAGE	59,6069	59,0875	59,4792	59,39	13,35	13,3361	13,230556	4518,32	4480,88	4533,95	4,15175931	AVERAGE		
MIN	56,45	57,3	56,45	56,73	11,8	12	12	FINAL AV.		4511,05	0,721	MIN		
MAX	65,2	64,2	64,95	63,98	19,7	18,5	17,6	FINAL ST DEV		27,2752	14,261	MAX		
St. Dev.	2,02238	1,543575	1,912828	1,7179	1,767565	1,657908	1,460688574	425,7273	422,4954	370,7983	3,050349889			

Tablo 2.F Taze veziküler bazaltların doymun halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	TP1 Final (mic. sec) (+)	TP2 Final (mic. sec) (-)	TP3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CV1	59,9	58,7	58,6	59,067	13,6	14,2	13,6	4404,412	4133,803	4308,824	6,144	4404,412	4133,803	4282,346
CV2	61,4	59,3	61,8	60,833	13,5	14,6	13,7	4548,148	4061,644	4510,949	10,697	4548,148	4061,644	4373,580
CV3	59	59	59,6	59,2	16,8	15,6	15,9	3511,905	3782,051	3748,428	7,143	3782,051	3511,905	3680,795
CV4	59,3	59,4	59,4	59,367	13,8	14,1	14,5	4297,101	4212,766	4096,552	4,667	4297,101	4096,552	4202,140
CV5	62	62	62	62	14,3	14,7	14,8	4335,664	4217,687	4189,189	3,378	4335,664	4189,189	4247,514
CV6	62	61,2	61,4	61,533	15,1	14,5	14,7	4105,96	4220,69	4176,871	2,718	4220,690	4105,960	4167,840
CV7	62	61,8	60,4	61,4	14,2	13,8	13,7	4366,197	4478,261	4408,759	2,502	4478,261	4366,197	4417,739
CV8	62,3	62,5	61,8	62,2	14,7	15,4	15,2	4238,095	4058,442	4065,789	4,239	4238,095	4058,442	4120,775
CV9	62	62	62	62	13,8	14,6	14,1	4492,754	4246,575	4397,163	5,479	4492,754	4246,575	4378,831
CV10	62	62,2	64,2	62,8	14,3	15,1	14	4335,664	4119,205	4585,714	10,173	4585,714	4119,205	4346,861
CV11	61,8	61,8	63	62,2	14,4	14,8	14,7	4291,667	4175,676	4285,714	2,703	4291,667	4175,676	4251,019
CV12	60,9	61,3	61,7	61,3	14,2	14,1	14,3	4288,732	4347,518	4314,685	1,352	4347,518	4288,732	4316,978
CV13	61,5	61,45	61,7	61,55	14,8	14,1	14,2	4155,405	4358,156	4345,07	4,652	4358,156	4155,405	4286,211
CV14	62,2	63,2	63	62,8	14,5	13,8	13,9	4289,655	4579,71	4532,374	6,333	4579,710	4289,655	4467,246
CV15	62,2	61,7	62	61,967	15,7	15,8	16,1	3961,783	3905,063	3850,932	2,798	3961,783	3850,932	3905,926
CV16	62,4	62	62	62,133	16	16,3	16	3900	3803,681	3875	2,470	3900,000	3803,681	3859,560
CV17	61,5	62	62,1	61,867	14,5	14	13,8	4241,379	4428,571	4500	5,747	4500,000	4241,379	4389,984
CV18	61,85	61,8	61,5	61,717	13,8	14,2	13,7	4481,884	4352,113	4489,051	3,050	4489,051	4352,113	4441,016
CV19	61,3	61,25	61,85	61,467	13,9	14,4	14,2	4410,072	4253,472	4355,634	3,551	4410,072	4253,472	4339,726
CV20	62,1	62,4	61,5	62	14,1	14,3	13,9	4404,255	4363,636	4424,46	1,375	4424,460	4363,636	4397,451
CV21	59,85	59,9	60,8	60,183	13,7	14	14,1	4368,613	4278,571	4312,057	2,061	4368,613	4278,571	4319,747
CV22	59,4	59,3	60	59,567	13,6	14,5	13,8	4367,647	4089,655	4347,826	6,365	4367,647	4089,655	4268,376
CV23	59,45	59,2	59,4	59,35	15,6	15,3	15,6	3810,897	3869,281	3807,692	1,592	3869,281	3807,692	3829,290
CV24	59,1	59,1	59,45	59,217	14,9	14	14,3	3966,443	4221,429	4157,343	6,040	4221,429	3966,443	4115,071
CV25	59,6	59,6	59,6	59,6	14	14,4	13,9	4257,143	4138,889	4287,77	3,472	4287,770	4138,889	4227,934
CV26	59,45	58,9	59	59,117	14,3	13,8	13,6	4157,343	4268,116	4338,235	4,170	4338,235	4157,343	4254,565
CV27	58,8	58,9	58,6	58,767	14,9	14	13,8	3946,309	4207,143	4246,377	7,066	4246,377	3946,309	4133,276

Tablo 2.F (devamı)

CV28	58,9	58,8	61	59,567	13,7	14,6	13,8	4299,27	4027,397	4420,29	8,888	4420,290	4027,397	4248,986
CV29	59,1	58,3	60,25	59,217	13,9	13,8	13,6	4251,799	4224,638	4430,147	4,639	4430,147	4224,638	4302,194
CV30	59,15	59,3	60,35	59,6	13,7	14,4	13,7	4317,518	4118,056	4405,109	6,516	4405,109	4118,056	4280,228
CV31	59,65	59,65	59,95	59,75	14,7	14,9	13,7	4057,823	4003,356	4375,912	8,514	4375,912	4003,356	4145,697
CV32	59,25	59,3	59,8	59,45	15,6	15	14,6	3798,077	3953,333	4095,89	7,271	4095,890	3798,077	3949,100
CV33	59	59,3	59,1	59,133	13,8	13,1	13	4275,362	4526,718	4546,154	5,956	4546,154	4275,362	4449,411
CV34	58,2	58,45	58,35	58,333	14,4	13,9	13,8	4041,667	4205,036	4228,261	4,413	4228,261	4041,667	4158,321
CV35	58,9	59	59	58,967	14,8	14,4	14,9	3979,73	4097,222	3959,732	3,356	4097,222	3959,732	4012,228
CV36	58,4	58,2	58,4	58,333	13,7	14,3	13,8	4262,774	4069,93	4231,884	4,524	4262,774	4069,930	4188,196
AVERAGE	60,4403	60,3389	60,6833	60,49	14,425	14,4667	14,25	4200,53	4177,71	4268,11	4,889357768	AVERAGE		
MIN	58,2	58,2	58,35	58,33	13,5	13,1	13	3511,9	3782,05	3748,43	1,352	MIN		
MAX	62,4	63,2	64,2	62,8	16,8	16,3	16,1	4548,15	4579,71	4585,71	10,697	MAX		
St. Dev.	1,415416	1,502337	1,480975	1,4065	0,769555	0,644537	0,742389963	224,8574	187,8825	214,9763	2,394868222			

Tablo 2.G Taze 1.grup kireçtaşlarının doygun halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CD1	60,9	60,9	60,7	60,833	17,3	16,4	19	3520,231	3713,415	3194,737	13,968	3713,415	3194,737	3476,128
CD2	60,5	60,5	60,5	60,5	14,8	14,8	14,8	4087,838	4087,838	4087,838	0,000	4087,838	4087,838	4087,838
CD3	60,1	60,7	60,1	60,3	16,5	16,6	16,7	3642,424	3656,627	3598,802	1,581	3656,627	3598,802	3632,618
CD4	60,6	60,4	60,7	60,567	14,8	15,2	14,4	4094,595	3973,684	4215,278	5,731	4215,278	3973,684	4094,519
CD5	60,9	59,6	60,9	60,467	19,2	18	17,4	3171,875	3311,111	3500	9,375	3500,000	3171,875	3327,662
CD6	59,8	59,9	59,9	59,867	15,4	15	15,6	3883,117	3993,333	3839,744	3,846	3993,333	3839,744	3905,398
CD7	58,7	60,1	58,7	59,167	16,2	15,8	17,2	3623,457	3803,797	3412,791	10,279	3803,797	3412,791	3613,348
CD8	58,8	60,1	59,5	59,467	16,8	16	16,8	3500	3756,25	3541,667	6,822	3756,250	3500,000	3599,306
CD9	60,7	60,7	60,8	60,733	14,9	14,1	14,1	4073,826	4304,965	4312,057	5,525	4312,057	4073,826	4230,282
CD10	60,1	59,7	59,8	59,867	14,4	14,4	14,7	4173,611	4145,833	4068,027	2,530	4173,611	4068,027	4129,157
CD11	60,4	60,3	60,9	60,533	15,2	14,9	14,9	3973,684	4046,98	4087,248	2,778	4087,248	3973,684	4035,971
CD12	60,4	58,8	60,3	59,833	16,8	17,6	17	3595,238	3340,909	3547,059	7,074	3595,238	3340,909	3494,402
CD13	60,7	60,8	60,6	60,7	15,8	15,7	15,7	3841,772	3872,611	3859,873	0,796	3872,611	3841,772	3858,085
CD14	63,5	60,8	63,3	62,533	16,2	17,5	16,6	3919,753	3474,286	3813,253	11,365	3919,753	3474,286	3735,764
CD15	63,2	60,1	63,4	62,233	15,8	15,7	15,2	4000	3828,025	4171,053	8,224	4171,053	3828,025	3999,693
CD16	59,8	59,9	60,1	59,933	14,1	14,2	13,9	4241,135	4218,31	4323,741	2,438	4323,741	4218,310	4261,062
CD17	61,1	60,6	61,3	61	15,1	15,3	17,2	4046,358	3960,784	3563,953	11,922	4046,358	3563,953	3857,032
CD18	61	60,8	61,4	61,067	15,4	15,4	18,7	3961,039	3948,052	3283,422	17,107	3961,039	3283,422	3730,838
CD19	59,9	60,4	60,2	60,167	13,8	13,4	14,5	4340,58	4507,463	4151,724	7,892	4507,463	4151,724	4333,256
CD20	60,9	60,1	60,9	60,633	13,5	13,5	13,7	4511,111	4451,852	4445,255	1,460	4511,111	4445,255	4469,406
CD21	60,3	60,7	60,2	60,4	17,1	16,3	16,3	3526,316	3723,926	3693,252	5,307	3723,926	3526,316	3647,831
CD22	61,8	61,3	62	61,7	15,2	16,2	16,7	4065,789	3783,951	3712,575	8,687	4065,789	3712,575	3854,105
CD23	59,8	60,3	59,8	59,967	12,9	13,3	13,5	4635,659	4533,835	4429,63	4,444	4635,659	4429,630	4533,041

Tablo 2.G (devamı)

CD24	60,7	60,9	60,5	60,7	16,3	16,8	16	3723,926	3625	3781,25	4,132	3781,250	3625,000	3710,059
CD25	60,4	60,1	60,6	60,367	13,6	13,7	14,3	4441,176	4386,861	4237,762	4,580	4441,176	4237,762	4355,267
CD26	59,8	61,7	60,1	60,533	17,5	18,7	15,9	3417,143	3299,465	3779,874	12,710	3779,874	3299,465	3498,827
CD27	60,2	61,4	60,2	60,6	16,9	15,5	15,7	3562,13	3961,29	3834,395	10,077	3961,290	3562,130	3785,938
CD28	60,3	60,1	60,2	60,2	15	14,5	15,4	4020	4144,828	3909,091	5,687	4144,828	3909,091	4024,639
CD29	60,2	60,5	60,2	60,3	15,5	15,4	15,7	3883,871	3928,571	3834,395	2,397	3928,571	3834,395	3882,279
CD30	60,7	60,1	60,5	60,433	13,4	13,4	13,1	4529,851	4485,075	4618,321	2,885	4618,321	4485,075	4544,415
CD31	60,6	59,7	60,7	60,333	17,5	15,7	17	3462,857	3802,548	3570,588	8,933	3802,548	3462,857	3611,998
CD32	60,7	60,1	60,5	60,433	13,3	12,8	12,8	4563,91	4695,313	4726,563	3,441	4726,563	4563,910	4661,928
CD33	60,2	60,2	60,1	60,167	16,2	14,7	14,4	3716,049	4095,238	4173,611	10,963	4173,611	3716,049	3994,966
CD34	60,6	60,7	60,4	60,567	14,4	15,1	17,3	4208,333	4019,868	3491,329	17,038	4208,333	3491,329	3906,510
CD35	59,5	60,2	60,5	60,067	15,3	16	15,1	3888,889	3762,5	4006,623	6,093	4006,623	3762,500	3886,004
CD36	60,1	60,1	60,1	60,1	15,5	16	14,6	3877,419	3756,25	4116,438	8,750	4116,438	3756,250	3916,703
AVERAGE	60,4972	60,3694	60,5722	60,48	15,4889	15,3778	15,608333	3936,8	3955,57	3914,81	6,856660904	AVERAGE		
MIN	58,7	58,8	58,7	59,17	12,9	12,8	12,8	FINAL AV.		3935,73	0,000	MIN		
MAX	63,5	61,7	63,4	62,53	19,2	18,7	19	FINAL ST DEV		20,4021	17,107	MAX		
St. Dev.	0,919778	0,546584	0,88402	0,653	1,40403	1,375938	1,496543637	357,7877	346,248	371,6897	4,397496584			

Tablo 2.H Taze 2.grup kireçtaşlarının doygun halde P dalgası hızı sonuçları

Sample No	L1 (+)	L2 (-)	L3 (O)	Av. Dim.	Tp1 Final (mic. sec) (+)	Tp2 Final (mic. sec) (-)	Tp3 Final (mic. sec) (O)	Vpd1 (m/sec) (+)	Vpd2 (m/sec) (-)	Vpd3 (m/sec) (O)	Anisotropy (%) ((max-min)/(max))	UPV max	UPV min	UPV mean
CS1	59,1	59,5	61,5	60,033	11,9	11,9	11,9	4966,387	5000	5168,067	3,902	5168,067	4966,387	5044,818
CS2	59,2	58,5	59,3	59	12,1	12,2	12,3	4892,562	4795,082	4821,138	1,992	4892,562	4795,082	4836,261
CS3	59,6	59,3	59,5	59,467	13	12,8	12,9	4584,615	4632,813	4612,403	1,040	4632,813	4584,615	4609,944
CS4	59,6	59,4	60,1	59,7	12,2	12	12,4	4885,246	4950	4846,774	2,085	4950,000	4846,774	4894,007
CS5	60,6	59,2	60,4	60,067	12,2	12,1	12	4967,213	4892,562	5033,333	2,797	5033,333	4892,562	4964,369
CS6	61,2	59,4	61,1	60,567	12,1	12,2	12,5	5057,851	4868,852	4888	3,737	5057,851	4868,852	4938,235
CS7	58,4	59,3	58,4	58,7	12,3	11,6	12,1	4747,967	5112,069	4826,446	7,122	5112,069	4747,967	4895,494
CS8	59,7	58,5	60,1	59,433	12	12	11,8	4975	4875	5093,22	4,285	5093,220	4875,000	4981,073
CS9	59,7	59,3	59,7	59,567	12,1	12,3	12,2	4933,884	4821,138	4893,443	2,285	4933,884	4821,138	4882,822
CS10	59,8	59,5	58,9	59,4	12	12,2	12,2	4983,333	4877,049	4827,869	3,120	4983,333	4827,869	4896,084
CS11	59,8	58,8	59,6	59,4	11,8	11,6	12	5067,797	5068,966	4966,667	2,018	5068,966	4966,667	5034,476
CS12	59	59,4	58,1	58,833	12,1	11,9	11,9	4876,033	4991,597	4882,353	2,315	4991,597	4876,033	4916,661
CS13	59,1	58,7	58,7	58,833	11,9	11,8	12,2	4966,387	4974,576	4811,475	3,279	4974,576	4811,475	4917,479
CS14	58,5	59,4	58,5	58,8	11,9	12	11,6	4915,966	4950	5043,103	2,521	5043,103	4915,966	4969,690
CS15	58,6	59,8	58,5	58,967	12,4	12,8	13	4725,806	4671,875	4500	4,778	4725,806	4500,000	4632,560
CS16	56,5	59,3	56,4	57,4	13	13	13,6	4346,154	4561,538	4147,059	9,086	4561,538	4147,059	4351,584
CS17	60,6	59,2	60,1	59,967	12	12,7	12	5050	4661,417	5008,333	7,695	5050,000	4661,417	4906,584

Tablo 2.H (devamı)

CS18	60,5	59	60,4	59,967	12,2	11,7	11,9	4959,016	5042,735	5075,63	2,298	5075,630	4959,016	5025,794
CS19	61,4	59,6	61,1	60,7	12,3	12,8	12,6	4991,87	4656,25	4849,206	6,723	4991,870	4656,250	4832,442
CS20	60,1	59,2	58,8	59,367	12,4	12,2	12,2	4846,774	4852,459	4819,672	0,676	4852,459	4819,672	4839,635
CS21	59,6	59,2	59,5	59,433	12,3	12,3	12,7	4845,528	4813,008	4685,039	3,312	4845,528	4685,039	4781,192
CS22	58,9	60,1	59,3	59,433	11,8	11,7	11,7	4991,525	5136,752	5068,376	2,827	5136,752	4991,525	5065,551
CS23	60,8	61,2	60,8	60,933	11,8	11,6	11,7	5152,542	5275,862	5196,581	2,337	5275,862	5152,542	5208,329
CS24	60,3	61,1	60,2	60,533	12,3	12,5	12,9	4902,439	4888	4666,667	4,809	4902,439	4666,667	4819,035
CS25	60,9	61,6	61,4	61,3	12,1	12	12,4	5033,058	5133,333	4951,613	3,540	5133,333	4951,613	5039,335
CS26	60,6	61	60,8	60,8	12,8	12,4	12,7	4734,375	4919,355	4787,402	3,760	4919,355	4734,375	4813,710
CS27	61,8	62,8	62	62,2	12,5	11,9	12,2	4944	5277,311	5081,967	6,316	5277,311	4944,000	5101,093
CS28	60,7	61,6	60,7	61	12,1	12,1	12,1	5016,529	5090,909	5016,529	1,461	5090,909	5016,529	5041,322
CS29	60,7	60,9	60,6	60,733	12,1	11,5	11,8	5016,529	5295,652	5135,593	5,271	5295,652	5016,529	5149,258
CS30	60,8	61	61,1	60,967	11,7	11,9	11,9	5196,581	5126,05	5134,454	1,357	5196,581	5126,050	5152,362
CS31	60,8	60,6	61	60,8	12,6	12,5	12,6	4825,397	4848	4841,27	0,466	4848,000	4825,397	4838,222
CS32	60,9	60,6	61	60,833	12,3	12,8	12,5	4951,22	4734,375	4880	4,380	4951,220	4734,375	4855,198
CS33	61,7	58,3	61,7	60,567	14,5	16,9	16,4	4255,172	3449,704	3762,195	18,929	4255,172	3449,704	3822,357
CS34	61	59,6	60,8	60,467	12	12,4	11,8	5083,333	4806,452	5152,542	6,717	5152,542	4806,452	5014,109
CS35	65,9	62,4	66,1	64,8	12,3	12,6	12,4	5357,724	4952,381	5330,645	7,566	5357,724	4952,381	5213,583
CS36	60,9	61,2	60,9	61	15,6	15,5	15	3903,846	3948,387	4060	3,846	4060,000	3903,846	3970,744
AVERAG E	60,2028	59,9306	60,1972	60,11	12,3528	12,4	12,447222	4887,49	4859,76	4857,36	4,184710111	AVERAGE		
MIN	56,5	58,3	56,4	57,4	11,7	11,5	11,6	3903,85	3449,7	3762,2	0,466	MIN		
MAX	65,9	62,8	66,1	64,8	15,6	16,9	16,4	5357,72	5295,65	5330,65	18,929	MAX		
St. Dev.	1,462383	1,127784	1,569438	1,2469	0,742	1,029285	0,923188918	265,6137	343,8194	321,5342	3,307323671			

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyad, Ad

Bayık Hacera

Web sayfası
(Research Gate, Academia, vs.)

[https://independent.
academia.edu/HACERAYANIK](https://independent.academia.edu/HACERAYANIK)

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	Halen devam
Lisans	Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	2017
Lise	Cizre Fen Lisesi	2013

İş Denevimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum	Görev
03.2018-10.2020	Piramit Yapı Denetim	Kontrol Mühendisi
2020-halen devam	Q Mimarlık-Mühendislik	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Bitirme Tezi (Her İki Doğrultuda Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çapraz Perdeli Çelik Binanın Tasarımı)
- 2.
- 3.
- 4.

Özel İlgiler

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Hacera Bayık
Öğrenci No	17806006
Ana Bilim Dalı	İnşaat Mühendisliği
Program Türü	Proje ☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐
Tez Danışmanı (Unvanı, Adı, Soyadı)	Doç. Dr. İdris BEDİRHANOGU
(Varsa) II. Tez Danışmanı (Unvanı, Adı, Soyadı)	
Tez Başlığı	Tarihi Yapılarda Kullanılan Malzemelerin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi: Cizre Kalesi (Birca Belek) Örneği
RAPOR BİLGİLERİ	
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası
Sayfa Sayısı	186
Raporlama Tarihi	18/03/2022
Benzerlik Oranı (%)	12

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 186 sayfalık kısmına ilişkin, 18/03/2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 12 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
☐Kaynaklar hariç
☐Alıntılar hariç/dâhil
☒Diğer (Her şey dâhil)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Benzerlik oranım üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir,
Gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Hacera BAYIK

Tarih:

İmza:

Danışman Adı, Soyadı: Doç. Dr. İdris BEDİRHANOGU

İmza:

Tarih:

Ana Bilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı: Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK

İmza:

Tarih: