

**T.C.
AKDEN Z ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ**

**DÖ EMEALTI (ANTALYA), ERMENEK (KARAMAN), BUCAK (BURDUR)
VE ÇEVRES NDEK TRAVERTEN KAYAÇLARDA AYRI MA VE
AYRI MANIN KAYAÇLARIN MÜHEND SL K ÖZELL KLER NE ETK LER**

Muzaffer ORHAN

**YÜKSEK L SANS TEZ
JEOLoj MÜHEND SL ANAB L M DALI**

2016

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**DÖNEMEALTI (ANTALYA), ERMENEK (KARAMAN), BUCAK (BURDUR)
VE ÇEVRESİNDEKİ TRAVERTEN KAYAÇLARDA AYRILMA VE
AYRILMANIN KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Muzaffer ORHAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**(Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından 2014.02.0121.005 nolu proje ile desteklenmiştir.)**

2016

**T.C.
AKDEN Z ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ**

**DÖ EMEALTI (ANTALYA), ERMENEK (KARAMAN), BUCAK (BURDUR)
VE ÇEVRES NDEK TRAVERTEN KAYAÇLARDA AYRI MA VE
AYRI MANIN KAYAÇLARIN MÜHEND SL K ÖZELL KLER NE ETK LER**

Muzaffer ORHAN

**YÜKSEK L SANS TEZ
JEOLOJ MÜHEND SL ANAB L M DALI**

Bu tez .././201.. tarihinde a a ıdaki jüri tarafından Oybirli i/Oyçoklu u ile kabul edilmi tir.

Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTEL
Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZÇEL K

ÖZET

DÖ EMEALTI (ANTALYA), ERMENEK (KARAMAN), BUCAK (BURDUR) VE ÇEVRES NDEK TRAVERTEN KAYAÇLARDA AYRI MA VE AYRI MANIN KAYAÇLARIN MÜHEND SL K ÖZELL KLER NE ETK LER

Muzaffer ORHAN

**Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisli i Anabilim Dalı
Danı man: Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTEL
Eylül 2016, 101 Sayfa**

Özellikle estetik görünümü nedeniyle, tufa ve travertenin yüzey kaplama malzemesi olarak kullanımı büyük ölçüde artmış ve daha fazla tercih edilir hale gelmiştir. Bununla birlikte, tufa ve traverten gibi bozukluklu kayalarda karılaşma sorunlarının yanında “ayrı ma” gelmekte ve ayrı manın bu tip kayaların yapı malzemesi (kaplama, dolgu yada riprap gibi) olarak kullanılmasına etkisi de önem kazanmaktadır. Bu çalışmada; atmosfer koşullarına ve kıyı bölgelerinde tuzlu ortama maruz kalan bu kayalardaki ayrı manın, kayaların mühendislik davranışına etkileri laboratuvar deneyleri ile araştırılmıştır. Dömealtı (Antalya), Ermenek (Karaman) ve Bucak (Burdur)’dan olmak üzere üç farklı lokasyondan alınan kaya bloklarından karot numuneler hazırlanmıştır. Numunelerin birim hacim ağırlığı, porozitesi, ağırlıkça ve hacimce su emme oranları, tek eksenli basınç dayanımları, suda dağılmaya karşı duyarlılığı ve P dalgası hızları belirlenmiştir. Sonrasında, NaCl, Na₂SO₄ ve MgSO₄ tuzlarında bekletildikten sonra aynı parametreler tekrar belirlenmiştir. Parametrelerin karılaşma tırılması sonucunda; gerek atmosfer koşullarının gerek tuzlu ortamın tufa ve travertenlerin mühendislik özellikleri üzerinde olumsuz etkiye neden olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Ayrı ma, bozunma, traverten, tufa.

JÜR : Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTEL (Danı man)
Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

ABSTRACT

THE WEATHERING ON TRAVERTINE IN DÖ EMEALTI (ANTALYA), BUCAK (BURDUR), ERMENEK (KARAMAN) AND THE EFFECTS OF THE WEATHERING ON THE ENGINEERING PROPERTIES OF THE ROCKS

Muzaffer ORHAN

MSc. Thesis in Department of Geological Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Yasemin LEVENTEL

September - 2016, 101 pages

Due to the particular aesthetic appearance, tufa and travertine usage as surfacing stone greatly increased and they have become even more preferred. However, one of the most important problems for the porous rocks such as tufa and travertine is "weathering". So, the effects of weathering for this type of rock when used as construction materials (surfacing, landfill or riprap, etc.) have become a significant problem, too. In this study; effects of weathering in these rocks, when exposed to atmospheric conditions and saline environment in the coastal areas, to the engineering behavior of rocks have been investigated by laboratory experiments. The core samples were prepared from the rock blocks taken from three different locations; Dö emealtı (Antalya), Ermenek (Karaman) and Bucak (Burdur). Unit weight, porosity, water absorption ratios by weight and volume, uniaxial compressive strength, slake durability and P-wave velocities of the samples were determined. Then, after curing in NaCl, Na₂SO₄ and MgSO₄ salts, the same parameters were determined again. As a result of comparison of the parameters; it has been shown that both atmospheric conditions and saline environment have adverse effects on engineering properties of tufa and travertine.

KEYWORDS: Weathering, deterioration, travertine, tufa.

COMM TTEE: Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTEL (Supervisor)

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZÇEL K

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim sürecinde yapmış olduğum araştırmalarda beni yönlendiren ve çalışmalarımın desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Yasemin LEVENTEL 'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarımın arazi ve laboratuvar çalışmalarında destekleri ve yardımları için; Doç. Dr. Nihat DİPOVA, İnşaat Yüksek Mühendisi Bülent CANGÖR, Jeoloji Mühendisleri Erhan GÜNE, Serhan ACIR, Erkut URAL ve Ali YÖRÜKÇÜOĞLU'na teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında blok boyutunda numune alımında kolaylık sağlayan; Erkılıç Mermer'de Üretim Müdürü Recep ACAR, Portsan Mermer Sanayi Petrol ve Tarım Ürünleri Enerji Nakliyat Ticaret A.Ş.'de Endüstri Mühendisi Mustafa KOZAK ve Ege Doğalta ve Traverten Sanayi Ticaret Limited Şirketi yetkilisi Faruk KARAMAN'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatım boyunca minnettar kalacağım sevgili aileme gönülden teşekkürlerimi iletirim.

Ç İNDEK İLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
Ç İNDEK İLER.....	iv
S İMGELER ve KISALTMALAR D İZ İN.....	vi
EK İLLER D İZ İN.....	viii
Ç İZELGELER D İZ İN.....	ix
1. G İR.....	1
2. KURAMSAL B İLG İLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	4
2.1. Çalı ma Bölgeleri le İgili Kaynak Taramaları.....	4
2.2. Çalı ma Bölgelerine Ait Travertenler.....	9
2.3. Çalı ma Konusu le İgili Kaynak Taramaları.....	14
2.4. Bozunma.....	18
2.4.1. Bozunma türleri.....	19
2.4.1.1. Fiziksel bozunma.....	19
2.4.1.2. Kimyasal bozunma.....	22
2.4.1.3. Biyolojik bozunma.....	23
3. MATERYAL VE METOT.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.2. Metot.....	24
3.2.1. Literatür taraması.....	24
3.2.2. Arazi çalı maları.....	24
3.2.3. Laboratuvar çalı maları.....	24
3.2.3.1. Numune hazırlama.....	24
3.2.3.2. Uygulanan deneyler.....	26
4. BULGULAR.....	34
4.1. Taze Kayaç Örneklerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	34
4.2. Bozunmu Kayaç Örneklerinin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri.....	36
4.2.1. MgSO ₄ ile yapılan tuz kristallenme deneyi.....	37
4.2.2. Na ₂ SO ₄ ile yapılan tuz kristallenme deneyi.....	39
4.2.3. NaCl ile yapılan tuz kristallenme deneyi.....	42
4.3. Sonik Hız Deneyi.....	44
4.3.1. Dö emealtı (Antalya) traverteninde P dalga yayılımı.....	44
4.3.2. Bucak (Burdur) traverteninde P dalga yayılımı.....	46
4.3.3. Ermenek (Karaman) traverteninde P dalga yayılımı.....	46
4.4. Tek Eksenli Basınç Dayanım Testi.....	49
4.4.1. Kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanım de erleri.....	49
4.4.2. 1. Grup numunelerin 40. dö ngü sonrası tek eksenli basınç dayanım de49	
4.4.3. 2. Grup numunelerin 40. dö ngü sonrası tek eksenli basınç dayanım de51	
4.4.4. 3. Grup numunelerin 40. dö ngü sonrası tek eksenli basınç dayanım de53	
4.5. Suda Da ılmaya Kar ı Duraylılık İndeksi Deneyi.....	54
5. TARTI MA.....	58
6. SONUÇ.....	61
7. KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇM	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

A	Silindirik örneğin kesit alanı
A _w	Ağırlıkça su emme oranı
cm ²	santimetrekare
d	Dalganın ilerlediği yolun boyu
dk	Dakika
D	Çap
e	Boşluk oranı
F	Yenilme anında kaydedilen yük
gr	Gram
H _w	Hacimce su emme oranı
kgf	Kilogram kuvvet
km	Kilometrekare
kn	Kilonewton
L	Boy
m	Metre
mm	Milimetre
m ³	Metreküp
Mpa	Megapascal
n	Gözeneklilik
P	Kayaç örnekleri içerisinde geçirilen sıkılaşma dalgası
Pundit	Ultrasonik Test Cihazı
Q	Kaya Kütle Sınıflaması
RMR	Kaya Kütle İndeksi
t	Zaman
Th	Toryum
U	Uranyum
V	Hacim
V _p	P dalgasının yayılma hızı
V _v	Boşlukların hacmi
W	Kayacın birim hacim ağırlığı
W1	Taze (ayrışmamış)
W2	Az ayrışmış
W3	Orta ayrışmış
W4	Çok ayrışmış
W5	Tamamen ayrışmış
W _d	Kuru birim hacim ağırlığı
W _s	Doğgun birim hacim ağırlığı
c	Tek Eksenli Sıkılaşma Dayanımı
	Pi sayısı
μs	P dalgasının etkin ilerleme zamanı
%	Yüzde
	Yönlülük

Kısaltmalar

CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
DS	Devlet Su leri
GPS	Küresel Yer Belirleme Sistemi
MgSO ₄	Magnezyum Sülfat
NaCl	Sodyum Klorür
Na ₂ SO ₄	Sodyum Sülfat

EKLER DİZİNİ

ekil 1.1. Çalınma alanının yer bulduru haritası.....	2
ekil 2.1. Dömealtı (Antalya) bölgesi ve çevresinin jeolojik haritası ...	11
ekil 2.2. Bucak (Burdur) bölgesi ve çevresinin jeolojik haritası .	12
ekil 2.3. Ermenek (Karaman) bölgesinin ve çevresinin jeolojik haritası	14
ekil 2.4. Fiziksel bozunma süreçleri (Anon, 1995).....	21
ekil 2.5. Kimyasal bozunma süreçleri (Anon, 1995)	23
ekil 3.1. Karot alma makinesi ile karotların alınması	25
ekil 3.2 Silindirik örneklerin boyutlarının kumpasla ölçülmesi.....	25
ekil 3.3 Örneklerin saf suda bekletilmesi ve suya doygun a ırlıklarının tartılması.....	27
ekil 3.4 Sonik hız deneyinin yapılı ı ve kullanılan Pundit cihazı	28
ekil 3.5. Deneylerde kullanılan tuzlar ve örneklerin tuzlu suya bırakılması	28
ekil 3.6. Etüve yerle tirilen karotların görünümü.	29
ekil 3.7. Tek eksenli sıkı ma dayanımı deneyinde kullanılan hidrolik pres	30
ekil 3.8. 1.grup (MgSO ₄ grubu) örneklerden bazılarının yenilme sonrası durumu ...	31
ekil 3.9. 2.grup (Na ₂ SO ₄ grubu) örneklerden bazılarının yenilme sonrası durumu	31
ekil 3.10. 3.grup (NaCl grubu) örneklerden bazılarının yenilme sonrası durumu.....	32
ekil 3.11. Kontrol numunelerinden bazılarının yenilme sonrası durumu	32
ekil 3.12. Suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deneyinde kullanılan deney düzene i ve deneyde kullanılan örneklere ait görüntü.....	33
ekil 4.1. Gözeneklilik ve birim hacim a ırlıkları arasındaki ili ki	36
ekil 4.2. Tuz çözeltileri (MgSO ₄) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmi de i im grafikleri.....	39
ekil 4.3. Tuz çözeltileri (Na ₂ SO ₄) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmi de i im grafikleri	41
ekil 4.4. Tuz tuz çözeltileri (NaCl) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmi de i im grafikleri	43
ekil 4.5. Dömealtı (Antalya) traverteninin gözeneklili i ile P dalga yayılım hız korelasyon grafikleri	45
ekil 4.6. Bucak (Burdur) traverteninin gözeneklili i ile P dalga yayılım hız korelasyon grafikleri	47
ekil 4.7. Ermenek (Karaman) traverteninin gözeneklili i ile P dalga yayılım hız korelasyon grafikleri	48
ekil 4.8. Kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.....	50
ekil 4.9. 1.Grup (MgSO ₄) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.....	51
ekil 4.10. 2.Grup (Na ₂ SO ₄) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri	53
ekil 4.11. 3.Grup (NaCl) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.....	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kaya malzemesine ait bozunma sınıflarının tanımı (ISRM, 1978)	16
Çizelge 2.2. Kaya kütlelerine ait bozunma sınıflarının tanımı (ISRM, 1978	16
Çizelge 2.3. Kaya kütleleri için bozunma derecelerinin tanımlanması (ISRM, 1981)	17
Çizelge 2.4. Anon (1995) tarafından tüm kaya malzemesi grupları için önerilen bozunma sınıflaması.....	17
Çizelge 2.5. Bozunma türleri ve mekanizmaları (Ollier, 1969; Beavis, 1985; Perry, 1986)	19
Çizelge 2.6. Fiziksel parçalanma nedenleri ve mekanizmaları (Blyth ve Freiter, 1987; Beavis, 1985; Waltham, 1994).....	20
Çizelge 4.1. Dömealtı(Antalya) traverteninin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımı.....	34
Çizelge 4.2. Bucak (Burdur) traverteninin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımı	35
Çizelge 4.3. Ermenek (Karaman) traverteninin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımı	35
Çizelge 4.4. Tuz çözeltileri ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş değerleri	38
Çizelge 4.5. Tuz çözeltileri (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş değerleri	40
Çizelge 4.6. Tuz çözeltileri ($NaCl$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş değerleri	42
Çizelge 4.7. Dömealtı (Antalya) traverteninde ölçülen P dalga yayılım hızlarının (m/sn) istatistiksel verileri.....	44
Çizelge 4.8. Burdur (Bucak) travertenlerinde ölçülen P dalga yayılım hızlarının (m/sn) istatistiksel verileri.....	46
Çizelge 4.9. Ermenek (Karaman) travertenlerinde ölçülen P dalga yayılım hızlarının (m/sn) istatistiksel verileri	47
Çizelge 4.10. Kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı (MPa).....	49
Çizelge 4.11. 1.Grup ($MgSO_4$) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı (MPa)	50
Çizelge 4.12. 2.Grup (Na_2SO_4) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı (MPa)	52
Çizelge 4.13. 3.Grup ($NaCl$) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı(MPa)	54
Çizelge 4.14. Dağılıma dayanım değerleri (Gamble, 1971).	54
Çizelge 4.15. Kontrol numunelerine ait suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deney sonuçları	56
Çizelge 4.16. 40. döngü sonrası, grupların suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deney sonuçları	57
Çizelge 5.1. Dömealtı (Antalya) Tek eksenli basınç dayanım deney sonuçlarının karşılaştırılması	59
Çizelge 5.2. Bucak (Burdur) Tek eksenli basınç dayanım deney sonuçlarının karşılaştırılması	59
Çizelge 5.3. Ermenek (Karaman) Tek eksenli basınç dayanım deney sonuçlarının karşılaştırılması	60

EKLER D Z N

Ek-1a. Dö emealtı (Antalya) Traverteninin Fiziksel Özellikleri	73
Ek-1b. Bucak (Burdur) Traverteninin Fiziksel Özellikleri	74
Ek-1c. Ermenek (Karaman) Traverteninin Fiziksel Özellikleri	75
Ek-2a. 10. Dö ngü Sonucunda ($MgSO_4$) Örneklerin Fiziksel Özellikleri.....	76
Ek-2b. 10. Dö ngü Sonucunda (Na_2SO_4) Örneklerin Fiziksel Özellikleri	80
Ek-2c. 10. Dö ngü Sonucunda ($NaCl$) Örneklerin Fiziksel Özellikleri	84
Ek-3. Sonik Hız Deneyi(Örneklerin çözeltilere yatırılmasından önce ve 40. dö ngü sonrası olmak üzere) Verileri	88
Ek-4. Tek Eksenli Basınç Dayanım De erleri.....	94
Ek-5. Suda Da ılmaya Kar ı Duraylılık ndeksi Deneyi	98

1. G R

Kayaçlar olu tukları andan itibaren fiziksel, mekanik ve kimyasal ko ulların etkisi altında de i ikliklere u ramaktadır. Kayaçların jeo-mühendislik özelliklerini etkileyen bu de i imler genel anlamda ayrı ma (bozunma) terimi altında incelenmektedir. Günümüze de in ayrı ma konusunda yapılan çalı malar genellikle magmatik kayaç türlerinden olan granitik kayaçlar üzerinde yo unla mı , sınırlı sayıda da ba kala ım ve çökel kayaçlar üzerinde gerçekte tirilmi tir (Chigira ve Oyama, 1999; Tugrul ve Zarif, 2000; Ehlen, 2002;Tugrul, 2004; Avigad vd., 2005; Turkington ve Paradise, 2005; Zakharova vd., 2007).

1930’lu yıllardan itibaren kaya bozunmaları ile ilgili birçok çalı mada birbirine benzeyen de i ik bozunma tanımlamaları yapılmı tır (Ollier,1969; Fookes vd., 1971; Chandler, 1972; Richards, 1972; Bell,1983; Beavis, 1985; Bltyh ve Freiter 1987). Bozunmanın günümüzde en çok kabul gören tanımı, Fookes vd. (1971) tarafından yapılmı olan ve "kayaların hidrosfer ve atmosferin do rudan etkisi altında kalarak ayrı ması olayı" olarak açıklayan tanımdır.

Bozunmanın mekanizması, kayaçların toprak (zemin) olarak adlandırılmalarına kadarki süreci etkileyen veya belirleyen a amalar olarak tanımlanabilir. Bozunma mekanizması; birçok ara tırmacı tarafından “fiziksel”, “kimyasal” ve “biyolojik” olmak üzere üç ana grup altında toplanmı tır (Beavis, 1985; Perry, 1986; Johnson ve DeGraff, 1988).

Günümüzde, karbonatlı kayaçların özellikle yüzey kaplama malzemesi ekindeki kullanımları, yapılar estetik ve antik görünümle verdi inden, büyük ölçüde artmı ve tercih edilir hale gelmi tir. Bu nedenle bozunmanın/ayrı manın karbonatlı kayaçların yapı malzemesi (kaplama, dolgu ya da riprap gibi) olarak kullanılmasına etkisi de önem kazanmaktadır.

Bu tez çalı masında temel amaç; Dö emealtı (Antalya), Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) çevresindeki karbonatlı kayaçların ayrı ma tipleri ve derecelerini belirleyerek sınıflandırmak; kayaçların mühendislik davranı na etkilerini ara tırmak, farklı mühendislik yapıları için yapı malzemesi olarak kullanılma olanaklarını irdelemek, gerek ayrı manın kentle me alanı seçimine etkisini gerek kentle menin ayrı maya katkısını ortaya koymaktır. Bunun için üç farklı bölgeden üç farklı ta oca ı seçilmi tir (ekil 1.1): Dö emealtı (Antalya), Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman). Söz konusu ocaklardan kaya blokları alınmı ; ISRM (1981) tarafından önerilen yöntemler kullanılarak standartlara uygun karot örnekleri hazırlanmı ; bunların hem ilksel hem de a ındırma amaçlı kullanılan tuz deneyleri sonrasında fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmi ; böylece kayaç malzemelerinde olu an de i imler ortaya konmu tur.

Literatür taramasına sadık kalmak amacıyla kaynakçalarda “bozunma” ifadesi kullanılmı , ancak tez içerisinde “ayrı ma” kelimesi tercih edilmi tir.



ekil 1.1. Çalı ma Alanının Yer Bulduru Haritası.

Antalya'nın genel topografyası, şehir merkezinin engebeli kayalıklar üzerinde, denizden 30 m'ye kadar yükselen bir antik traverten teras üzerine kurulmuş olmasından dolayı eşittir. Topografya eşitliği 17-25 km kadar çok az olup, yükseklik yaklaşık 120 m'ye kadar hafifçe artmaktadır. Bu noktada en yüksek rakımı 300 m olan ikinci bir teras ortaya çıkar. İkinci terasın üzerinde topografya neredeyse Toros dağlarının eteklerine kadar uniform şekilde yükselmektedir. Bu karstik oluşum erime kanallarıyla çokça dallanmış ve parçalanmıştır. Doğuya doğru; Aksu nehrinin vadisinde ve batıya doğru Konyaaltı plajının kuzeyinde traverten yığılımları ve yüzey alüvyon ile kaplanmış, plajlar oluşmuştur. Antalya topraklarının % 12.9'unu ovalar kaplamaktadır; bunların içinde en önemli olanları Antalya Ovası, Finike Ovası, Alanya Ovası, Kasaba Ovası, Demre Ovası ile Tekirova'dır (Antalya Çevre Durum Raporu, 2011).

Genel olarak Torosların iç kısmında yer alan Burdur, dalgalı plato görünümündedir. Yüzey şekilleri açısından; il topraklarını çevreleyen dağlar ve aralarına sıkışmış düzlükler, güney ve güneydoğudaki yüksek yaylalar ve güneybatıdaki taban kesimi ovalık engebeli plato olmak üzere üç ana bölüme ayrılabilir. İlin arazisinin % 60.6'sı dağlık alan, % 2.7'si yayla, % 19'u ova ve % 17.6'sı ise platodur. İlin kuzey, kuzeybatı ve güneyindeki dağların arasında verimli ovalar, göller, bunlara dökülen akarsular ve bunların beslediği havzalar vardır. İlin merkezinden güney ve güneydoğuya gidildikçe yükseltisi artan ova, plato ve dağlar vardır. Güneybatı arazisi daha yumuşak yapıdadır. İlin tabanda verimli ovaları olan bir yayla görünümündedir. İlin toprakları tektonik ve karstik çöküntü alanlarını kapsamaktadır. Bu nedenle sularla dolu çöküntü çanaklarının, vadilerin, dağ aralarının, ininlerin ve dehlizlerin bulunduğu bölge göller bölgesi adını almıştır (Burdur İl Çevre Durum Raporu, 2011).

Karaman il sınırları içerisinde bulunan arazinin üçte ikisi dağlıktır. İlin en yüksek dağı, Sarıveliler ilçesinde bulunan, Orta Toroslar'daki Yunt Dağıdır ve yüksekliği 3227 m.'dir. Ayrıca, il merkezinin 20 km kuzeyinde bulunan Karadağ, 2271 m. yüksekliğindedir. Sönmüş bir volkanik dağdır. İlin merkezi ovada kurulmuştur. Hemen güneyinde Toroslar'ın uzantıları yer alır. Mut yönünden Akdeniz'e, merkez Toroslar üzerinde, önemli bir geçit olan Sertavul Beli (Geçidi), İç Anadolu'yu Akdeniz'e bağlayan önemli geçitlerden biridir. Daha güneyde ve görkemli Orta Toroslar'ın üzerinde, Ermenek, Başyayla ve Sarıveliler ilçeleri yer almaktadır. Bu bölgede yer alan

Göksu Nehri'nin iki ana kolu, Orta Toroslarla birle erek, dik ve derin uçurumlu Ta eli (Klikya) platosunu olu turmaktadır. Kazım Karabekir ilçesinden güneye inildi inde, yine Toroslar'a ula ılır. Buranın en yüksek da ı Hacıbaba Da ı ile do usunda yer alan Musa, Yülek ve Çavdarlı tepeleri, daha güneyde, Toroslar'a dahil Geyik ve Bolkar Da ları'na ula ılır. Ayrancı ilçesini ku atan da lar; Bolkar, Bozo lan, Musa, Meke ve Çakırda silsileleridir. Toroslar'a dahil bu da ların arasındaki "Tarihi Mara Yolu"ndan çel iline ula ma olana ı mevcuttur.

Karaman etrafında bulunan da ların ve Karada çevresinde, ovada yeralan iç denizin kıyı kesimlerinde, falezlere rastlanmaktadır. Bu falezlerin (taraça, seki) diklikleri 1 ile 10 m. arasında de i mektedir ve 900-995-1010 m. yükseltilerde yer almaktadırlar. Jeolojik devirlerde bu falezler, Karaman-Konya-Ere li havzasındaki iç denizin seviye de i melerine ba lı olarak meydana gelmi tir. Karada , esas itibariyle büyük bir koni görünümündeysede, aslında üç koninin birbirleri ile kayna masından meydana gelmi tir. Bu üç koni, Karada 'ın en yüksek noktası Mihaliç Tepe (2271 m.); bunun kuzeyindeki, Ba tepe ve do usundaki Kızıltepe konileridir. Ba tepe'nin üzerinde, çapı 150 m. olan bir krater bulunmaktadır.

lin iki önemli ovası bulunmaktadır. l merkezinden Konya ve Ere li'ye do ru deniz seviyesinden 1000-1050 m. yükseklikte verimli "Karaman Ovası" yer almaktadır. Alanı 600 km olan ovada, tarıma engel olmayacak ekilde hafif dalgalanmalar bulunmaktadır. Di er bir ova "Ayrancı Ovası"dır. Ovanın geni li i 375 km; deniz seviyesinde yüksekli i ise 1010 - 1026 m.dir (Karaman Çevre Durum Raporu, 2011).

2. KURAMSAL B LG LER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Çalı ma Bölgeleri le İlgili Kaynak Taramaları

Antalya Bölgesi

Darkot ve Erinç (1951); Antalya Travertenini (tufa) “ Toros eteklerine dayanımı ve birbirinden keskin bir ekilde ayrılma üç basamaktan olu an bir merdiveni andıran taraçalı bir yapı” olarak tanımlamı tır.

DS (1985) tarafından yapılan “ Antalya – Kırgöz Kaynakları ve Traverten Platosu Karst Hidrojeolojik Özellikleri” çalı mada platolar ikiye ayrılma ve denizden itibaren 250 -350 m kotlar arası için “Üst Plato”, 35 - 150 m kotlar arası için “Alt Plato” tanımlaması yapılmı tır.

Nossin (1989); SPOT sayısal uydu görüntüleri üzerinde yaptı ı de erlendirmeler sonucunda traverten (tufa) platolarını iki ana gruba ayırmı tır. Bu iki grup içinde de biri deniz altında olmak üzere 5 ayrı platoya ayırmı tır.

Burger (1990); düzlükleri deniz seviyesinden 110 m kotuna kadar “alt grup”, 200 m ile 310 m arasına kadar “üst grup” olmak üzere iki ana gruba, bu iki grubu da kendi içinde 8 alt gruba ayırmı tır.

Özçelik ve Karagüzel (1992) tarafından, Antalya yerle im merkezi 18L-19L nolu paftalarının jeolojik ve jeoteknik özellikleri incelenmi ve bölgenin “Mühendislik Jeolojisi Haritası” adı altında 1:5000 ölçekli “Ar iv Haritası”, “Jeoteknik Haritası” ve “Profil Haritası” hazırlanarak zeminler ve kayaçları olu turan birimlerin fiziksel ve mekaniksel özellikleri arazi ve laboratuvar deneyleri ile açıklanmı tır.

Kılıç and Yavuz (1994), Antalya travertenlerinin jeoteknik özelliklerinin belirlendi i çalı malarında, travertenleri masif, zayıf ve süngerimsi travertenler olarak üç gruba ayırmı lardır.

Ford and Pedley (1996); yayınında ilk kez Antalya Travertenini yerine tufa sözcü ünü kullanmı lar ve U/Th metoduyla bu olu umların 300 bin yıldan daha ya lı olabilece i ifade edilmi tır.

Dipova (1997); Konyaaltı (Antalya) bölgesindeki zemin davranı mını belirlemek için daha önce yapılan zemin etüt raporlarını incelemi , elde edilen verileri tablo halinde sunmu tur. Ara tırmacı bu çalı mayı yaparken zemin katmanlarının yatay ve dü ey süreklili ini dikkate alarak inceleme alanını 5 bölgeye ayırmı ve mikro- bölgelendirme haritası hazırlamı tır. Yörede yaygın olarak uygulanan tip yapıyı tespit etmi , bu tip yapıyı belirledi i bölgeler üzerinde gezdirerek yapının temel etki derinliklerini hesaplamı tır. Ayrıca bu tip yapının kendi a ırlı ı nedeni ile olu an oturma özelliklerini her bir bölge için bulmu tur.

Ekmekçi ve Ba al (2000) tarafından, Antalya traverten platosu toprakları incelenmi ve traverten akifer üzerinde bulunan toprakların do al arındırma süreçlerinde önemli rol oynayan bazı parametreler belirlenmi tir. Çalı ma alanında görülen topraklar geciktirme etkileri, toprak kalınlı ı ve yeraltısu seviyesine uzaklıklarına ba lı olarak üç gruba ayrılmı tir. Yüksek geciktirme etkisine sahip, kaim ve yeraltısuya uzaklıklarına fazla olan topraklar dü ük kirlilik riski; akifer üzerinde yayılım gösteren yüksek arındırma etkisine sahip litozolik topraklar yüksek kirlilik riski ve beslenme alanında yayılım gösteren yüksek kalınlı a sahip topraklar veya yüksek geciktirme etkisine sahip ince topraklar orta derecede kirlilik riski ta ıyan topraklar olarak gruplandırılmı tir. Bölgede yeraltısu kalitesinin korunması amaçlı ileriye dönük çalı malarda ve arazi kullanımının planlamasında bu bilgilerin dikkate alınması gerekti i ortaya konmu tur.

Dipova ve Doyuran (2002) Antalya tufa çökellerinin çökme mekanizmasını belirlemek için; tane, bo luk ve taneler arası ba malzemesinin özellikleri mikroskop ve elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak ara tırlımı tir. Tufanın indeks özellikleri ve çökme potansiyelinin (Cp) belirlenmesi amacı ile örselenmi ve örselenmemi örnekler alınarak laboratuvar da deneye tabi tutulmu ve çalı maların çökme ortamı ve mikro dokunun tufanın çökme davranı ı ile ilgili oldu un belirlenmi tir.

Dipova ve Acar (2003); Konyaaltı (Antalya) kıyı alanındaki mavi-ye il kilin sıkı abilirlik özelliklerinin belirlenmesi için sabit efektif gerilme altında sıkı ma indeksi de erleri ile ikincil sıkı ma parametreleri arasındaki ili kiyi, kısa ve uzun süreli konsolidasyon deneyleri ile ara tırmı lardır. Yapılan çalı malar sonucunda mevcut olan 10~15 katlı yapılarıdaki toplam sıkı ma miktarları içerisinde ikincil sıkı manın %10~16'lık bir payı te kil etti ini bulmu lardır.

Kahraman et al. (2005); Burdur, Antalya, Karaman, çel, Konya, Ni de ve Sivas illerinden elde ettikleri dokuz farklı traverten örne i üzerinde görünür gözeneklilik, bo luk oranı, a ırlıkça su emme ve P dalgası hızı de erlerini laboratuvar deneyleriyle belirlemi ler ve gerçekle tirdikleri istatistiksel analizler sonucunda P dalgası hızı ile di er fiziksel özellikler arasındaki ili kileri ortaya koymu lardır. Çalı manın sonucunda yazarlar, P dalgası hızı ile travertenlerin fiziksel özellikleri arasında önemli bir ili ki oldu unu ve bu nedenle uygulanması kolay, ekonomik ve daha hızlı olan ultrasonik deneylerin kayaların fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılabilece ini belirtmi lerdir.

Ko un vd. (2005); Antalya il sınırları içerisinde yapılan çalı ma sonucunda; akarsu, bataklık, göl ve elale – baraj ortamlarında çökelmi olan 10 adet litofasiyes tanımlamı lardır. Bunlar; 1. fitoherm çatıtı ı fasiyesi, 2. fitoherm ba lamta ı fasiyesi, 3.mikritik tufa fasiyesi, 4. fitoklastik tufa fasiyesi, 5. onkoidal tufa fasiyesi 6. intraklastik tufa fasiyesi, 7.mikrodetritik tufa fasiyesi, 8. eski topraklar, 9. pizolitik tufa fasiyesi (kanal ve havuz tipi) ve 10. intraformasyonel konglomera fasiyesleridir.

Dipova ve Yıldırım (2005) tarafından, Antalya bölgesine ait sayısal topografik haritalar bilgisayar ortamında analiz edilerek, 3 boyutlu yüzey modeli elde edilmi , platoların sınırları belirlenmi ve buna göre sayıları belirlenerek gruplamalar yapılmı tir.

smailov vd (2005) tarafından, Antalya travertenlerinin çe itli kanalizasyon atıklarına kar ı ayrı ması incelenmi tir. Elde edilen deneysel verilere göre travertenlerin dayanıklı ndaki de i im oranları hesaplanmı ve istatistiksel yorumlar yapılarak ortalama de erleri saptanmı tir.

Ko un ve Sarıgöl (2006), Antalya tufaları içerisinde farklı bile imsel ve dokusal özellikleri ile ayrılan farklı giysili tanelerden onkoidler yüksek enerjili akı hızının geli ti i dar yarıklarda ve çöküntü alanlarında, buna kar ın pizolitler daha zayıf su hareketlerinin etkili oldu u teras havuzlarında ve gölgesel tufayı kesen kanalların içerisinde meydana geldi ini belirtmi lerdir.

Dipova ve Cangir (2011); Antalya il merkezinin depremselli inin incelenmesi amacıyla Antalya çevresindeki sismotektonik bölgelerde 1900 - 2010 yılları arasında gerçekleşen depremler dikkate alınarak, istatistiksel yöntemlerle tehlike analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bilgiler ışığında; Antalya imar alanında tüm araziyi temsil edecek düzeyde zemin verileri elde edildi inde, zemin büyütme ve sıvılaşma potansiyeli haritaları hazırlanması ve mevcut yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının incelenmesine dönük bir çalışmaya başlanmadan önce, zeminlerin depremsellik davranışları ile ilgili tüm bilgilerin bir mikro-bölgeleme çalışması halinde tamamlanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Akçal ve Acar (2013); Antalya bölgesindeki travertenlerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde karot numunelerine uygulanan laboratuvar deneylerinden yararlanılmıştır. Mekanik özellikleri belirlenirken 3 ayrı malzeme üzerinde çalışılmıştır; doğal kullardaki malzeme, 90 gün deniz suyunda bekletilen malzeme ve 90 gün atık sularında bekletilen malzeme. Sonrasında bu kullardaki dayanımı tek eksenli basınç testi ile belirlenmiştir. Sonuç olarak gerek deniz suyunun gerek atık suyunun travertenlerin dayanımını olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır.

Özçelik (2015a); Muratpaşa İçesi'nde 9 katlı 5 bina inaatı için yer seçimi (jeolojik, jeofiziksel ve jeoteknik) araştırması yapılmıştır. Temel kaya, 2000 yılına kadar septik çukurlar aracılığıyla evsel ve endüstriyel atıkların direkt boşaltıldığı travertenlerdir. Bu nedenle, traverten kayaların, yüksek deformabilite ve yetersiz dayanım gibi zayıf mühendislik özelliklerine sahip olduğu, bunun da mühendislik yapısının inaatında sorunlara yol açtığını bildirilmiştir. Bu çalışmada, kaya içine boşaltılan atık suların etkileri ve traverten kayaların malzeme özelliklerinin yanı sıra temel güçlendirilmesi araştırılmıştır.

Özçelik (2015b); Antalya'daki akvaryum kompleksi için yer seçimi (jeolojik, jeofiziksel ve jeoteknik) çalışmaları yapılmıştır; zayıf travertenlerin kütle ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmeleri konusu araştırılmıştır. Traverten kayaların, yüksek deformabilite ve yetersiz dayanım gibi zayıf mühendislik özelliklerine sahip olduğu, bunun da mühendislik yapısının inaatında sorunlara yol açtığını bildirilmiştir. Ayrıca yenilme riskine karşı önlemler belirlenmiştir. Bu çalışmada, zayıf travertenlerin kütle ve malzeme özellikleri ile temel iyileştirme yöntemleri araştırılmıştır; bu yöntemler uygulanmıştır.

Burdur Bölgesi

Parejas (1942); Sandıklı-Dinar-Burdur-İsrta-E irdir dolaylarının 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak, bölgenin stratigrafisinin Paleozoik, Mesozoik, Tersiyer ve Neojen'den meydana geldi ini belirtmi tir.

Poisson (1977); Ara tırmacı, Beyda larını olu turan karbonat kayalarının stratigrafisini ortaya koymayı amaçlamı tir. Karbonat kayalarının Liyas'tan Senoniyen'e kadar resifal kireçta ları olarak devam etti ini, Senoniyen'in ise pelajik kireçta larından olu tu unu belirtmi tir. Üst Paleosen-Alt Eosen ya ında bir olistostromun varlı mını, bunların üzerinde Lütésiyen kireçta larının uyumsuz oldu unu, Akitaniyen'de resifal kireçta ları, Burdigaliyen'de filı olarak devam etti ini savunmu tur. Antalya Napları'nın üç ana naptan olu tu unu belirten yazar, alt napın Çataltepe ve Tahtalıda ünitesinden olu tu unu ve Çataltepe ünitesinin Antalya Napları'nın temel parçasını olu turdu unu belirtmi tir Bu nedenle daha çok Çataltepe ünitesinin stratigrafisini ortaya koymaya çalı mı tir.

Akbulut (1980); E irdir Gölü güneyinde yapılmı olan çalı mada, Senomaniyen sonunda Çandır Formasyonunun Davras Kireçta ı üzerine bindirdi i ve allokton Sütçüler Formasyonu tarafından da örtüldü ü belirtmi tir.

Kazancı vd. (1986); Burdur-göl havzasından deltayik kuvars kumları üzerinde elektron mikroskopik çalı malar yaparak, bunların yüzey dokuları itibariyle iki kaynaktan olu tu unu belirtmi tir.

Yalçinkaya vd. (1986); "Batı Torosların Jeolojisi" adlı raporunda Triyas ya lı kireçta larının Burdigaliyen ya lı A lasun formasyonunun üzerine Miyosende etkili olan basınç gerilmeleri sonucunda bindirdi ini belirtmi tir.

Karaman (1990) tarafından, Isparta ile A lasun arasında kalan yakla ık 150 km²'lik alanın jeoloji haritası yapılmı ve bölgedeki kayaç toplulukları otokton ve allokton olarak iki gruba ayrılmı tir. Bu birimlerin birbirleri ile olan stratigrafik-tektonik ili kileri açıklanmaya çalı lmı tir. Bölgenin jeolojik yapısını ve tektonik morfolojisini önemli ölçüde de i tiren bindirme olayının Orta Miyosen'de gerçekleşti i belirlenmi tir. Bölgedeki ilk volkanizma faaliyetininin de Miyosen-Pliyosen geçi ine rastladı ı belirtilmektedir. Ba lıca iki evrede faaliyet gösteren volkanizmanın olu umuna, Akda bindirmesi ile e ya lı yanal atımlı fayların sebep olabilece i dü ünülmektedir.

Ku çu ve Varkal (1991); Çamlık(Bucak-Burdur) travertenlerin jeolojisi ve mermer olarak kullanılabilirli ine göre; 1990 yılının ilk 8 aylık döneminde çıkarılan 355 adet blo un, boyut da ılımı incelendi inde %56'sının 1-2.5 m³ arasında de i ti i gözlenirken, en büyük blok boyutunun, 7.5-9.5 m³ arasında oldu u ve bununda tüm toplam blok oranının %1.5'ünü olu turdu u belirlenmi tir. Çamlık Travertenlerinin fiziko-mekanik deneyleri neticesinde, seviyelerine göre birim hacim a ırlı mının 2.44-2.39gr/cm³, su emme oranının %1.3-2.7, gözeneklilik %3.2-6.4, e ilme mukavemetininse 48.8 kgf/cm²-39.6 kgf/cm² arasında de i rken, basınç mukavemetinin

350-453.7 kgf/cm² de erleri arasında oldu u saptanmı tır. amlık Travertenlerinin 659 375 000 m³ muhtemel rezervi oldu u belirlenmi tır.

Görmü ve Özkul (1995); Isparta-Gönen ve Burdur-A lasun arasındaki istiflerin stratigrafisini de erlendirilmi ; istif adlandırmalarında, ya landırmalarında ve ortamsal yorumlarında bazı bulgular sunulmu tur. De i ik litolojik ünitelerden olu an ncesu formasyonunun ya mı Eosen, Volkanizmanın ya mı da Plio-Kuvaterner olarak belirlemi lerdir.

Poisson vd. (2003); Isparta Büklümü'nün tektonik geli mi ile ilgili yaptıkları jeolojik yorumda; tabandan en üste do ru, önce Bey Da ları otoktonunun amlıdere olistostomu tarafından üzerlendi i, sonra Geç Kretase-Paleosen'de Antalya Napı'nın (Isparta ay formasyonu) bölgeye yerle ti i, Erken-Orta Miyosen'de denizel tortulla manın Antalya Napı ve Bey Da ları karbonat platformu üzerinde uyumsuz olarak geli ti i, Langiyen'de ise bölgeye Lisiyen Napları'nın yerle ti i ve son olarakta Aksu konglomeralarının Serravaliyen-Tortoniyen zamanında Bey Da ları ve Lisiyen Napları üzerini kapladı mını belirtmi lerdir.

Kun ve Türkmen (2003) tarafından, son yıllarda travertenlerin do al ta endüstrisinde, travertene artan talep do rultusunda söz konusu bölgenin öneminin arttı ı belirtilmi ve Burdur – Bucak çevresi travertenlerin Neojen ya lı ve bilimsel tanım içinde de erlendirilen travertenlere göre daha dayanımlı bir yapı oldukları ortaya konmu tur.

Yalçın ve Özçelik (2004) tarafından, Burdur yöresi travertenleri üzerinde gerçekte tirilen çalı mada, söz konusu travertenlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenerek yapıta ı olarak kullanılabilirlikleri ara tırılmı tır. Çalı ma sonucunda daha masif yapıdaki travertenlerin yapıta ı olarak kullanıma uygun oldu u, ancak gözenekli yapıya sahip olan travertenlerin yapıta ı olarak kullanılamayaca ı belirlenmi tır.

Erdo an (2013); Burdur-A lasun meteoroloji istasyonuna ait çe itli parametreler ve hidrolojik ölçümler de erlendirilerek A lasun Havzası için su bilançosu hazırlamı tır. Havzada hesaplanan toplam beslenim 25,2 x 10⁶ m³/yıl ve toplam bo alım 32,0 x 10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmı tır.

Karaman Bölgesi

Blumenthall (1944); Güney Anadolu Torosları'nın Karaman-A a ı Gökusu öküntüsü'nün do usunda kalan bölümünü “Do u Toroslar”, batısında kalan bölümünü “Batı Toroslar” olarak adlandırmı tır.

Niehoff (1960); Helvesiyen-Tortoniyen aralı nda büyük oranda sonlanan iddetli fay tektoni inin Miyosen transgresyonuna yol açtı mını ve bunun sonucunda kuzeyde “Karaman Havzası”, güneyde “Mut Havzası” olmak üzere iki ayrı havzanın olu tu unu, transgresyonun Karaman Havzası'nda Üst Burdigaliyen - Alt Helvesiyen, Mut Havzası'nda ise Üst Akitaniyen - Burdigaliyen aralı nda ba ladı mını belirtmi tır.

Platen (1971); Karaman güneyindeki denizel Miyosen'in Burdigaliyen - Helvesiyen ile ba ladı nı, en geni yayılımına Helvesiyen'de ula tı nı belirtmi tir.

nan ve U ur (1981); Hadim, Bozkır, Ermenek, Gazipa a dolaylarında bölgenin Kambriyen - Eosen aralı nda çökelti , farklı havza özelliklerini yansıtan birbirleri üzerinde alloktan örtüler olu turan birliklerden meydana geldi ini belirtmi lerdir.

Gökdeniz (1981); Karaman - Ermenek arasında Mesozoyik ya lı karbonatlardan olu an otokton konumlu kaya birimleriyle onun üstünde, birbiri üstüne bindirmeli konumda üç ayrı alloktan birlik ve tüm birimleri örten Miyosen ya lı kayaların varlı ndan söz eder. Alloktan kayaların en alt yapısal diliminin içinde ye il tüfitlerin de bulundu u olistostrom gibi kaba kırıntılılarla ba layan ve pelajiklerle biten Orta - Üst Triyas ya lı kayalardan olu tu unu, bunun üzerinde kırıntılılardan olu an vah i filinin bulundu unu belirtmi tir.

Özhan (1990) tarafından yapılan, "Görmel Barajı (Ermenek, GD-Konya) Kuvvet Tünel Güzergahının Mühendislik Jeolojisi ncelemesi" adlı çalı masında, Görmel barajı kuvvet tünel güzergahındaki kaya birimlerini RMR ve Q sistemlerine göre de erlendirmi ; her iki sisteme göre gerekli destekleme önlemlerini kar ıla tırmı tir. Q Sistemi ile yapılan de erlendirmenin daha ayrıntılı ve geçerli oldu unu ve bu sistem parametrelerinin kombinasyonlarına göre gerekli destek önlemlerinin alınması artı ile Görmel barajı kuvvet tünel güzergâhının, mühendislik jeolojisi bakımından tünel in aatına uygun oldu unu belirtmi tir.

Sümer (2001); Karaman'ın güneybatısının jeolojisi incelenmi tir. nceleme yapılan alanda mermer ve traverten yataklarının varlı ı tespit edilmi tir.

Ilgar (2004); Ermenek havzasının güney kenarındaki kırıntılı istifinin fasiyes analizini yapmı ve istifin stratigrafik incelenmesini gerçekle tirmi tir.

Esirtgen (2009) tarafından, Bucakı la bölgesindeki (Karaman güneybatısı – Orta Toroslar) Mesozoik ve Tersiyer ya lı birimler ayırtlanmı tir. Birimlerin ya ları tespit edilmi , mineralojileri, olu um ortamları ve ba ıl deniz seviyesi de iimleri belirlenmi tir.

2.2. Çalı ma Bölgelerinin Genel Jeolojisi

Çalı ma alanlarının genel jeolojik özellikleri literatür taramasıyla ortaya konmu tur. Bununla birlikte bölgelerin jeolojik haritaları Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlü ü, Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından hazırlanan "1/500.000 ölçekli, Türkiye Jeoloji Haritası, Konya paftasından" türetilmi tir (MTA, 2002).

Dö emealtı (Antalya) bölgesinin jeolojik haritası ekil 2.1'de, Bucak (Burdur) bölgesinin jeolojik haritası ekil 2.2'de ve Ermenek (Karaman) bölgesinin jeolojik haritası ise ekil 2.3'de sunulmu tur.

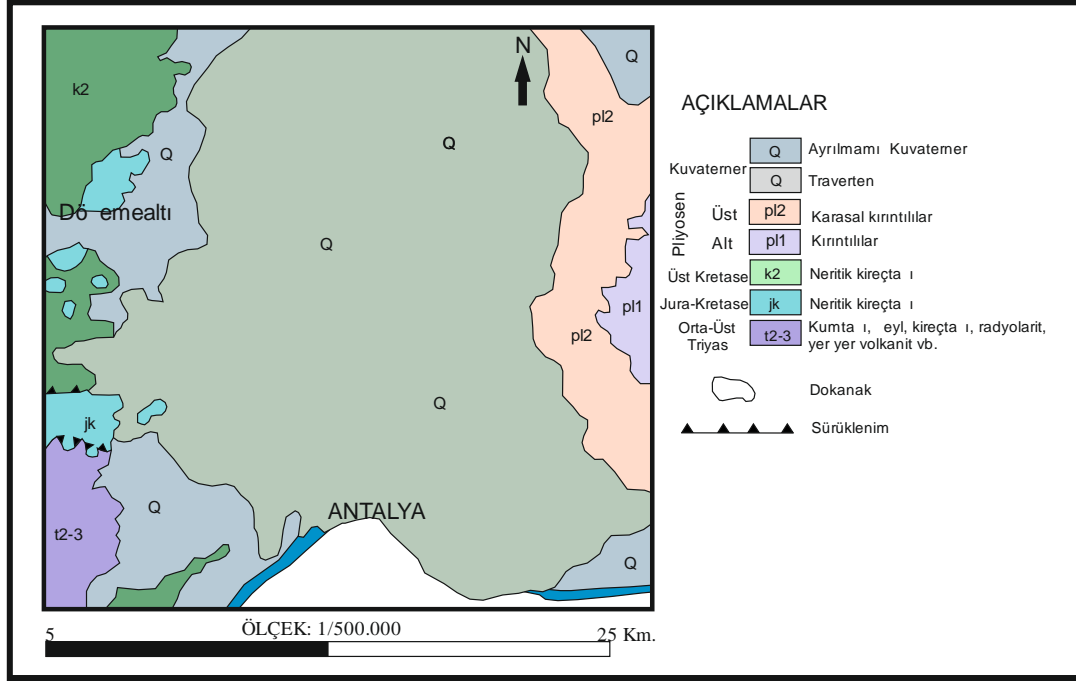
Antalya Bölgesi

Bölgedeki en eski temel ve derli toplu çalı ma Kalafatçio lu (1973)' e aittir. Kafatçio lu yaptı ı çalı mada kendinden önce de i ik ya ve isimlerle tanımlanan Triyas birimlerinin ritmik bir seri oldu unu belirtmi ; kumta ları, radyolarit çört ve plaketli kireçta larından olu an üç formasyona ayırmı tır. Aynı Triyas serisi daha kuzeyde çalı an Lefevre (1967) tarafından Antalya napları olarak tanımlanmı tır. Antalya napları ise Brunn vd. (1971) tarafından Alt nap (Çataltepe ünitesi), Orta nap (Alakırçay ünitesi), Üst nap (Tahtalıda ünitesi) olarak ayrılmı tır. Bu ayrıma enel vd. (1992-1996) Tekirova ofiyolit napını ilave etmi tir. Antalya napları bölgede, Beyda ları otoktonu olarak bilinen Jura- Kretase ya lı Beyda ları Formasyonu (Günay vd. 1982) ile ba layıp, Tersiyer Kasaba Formasyonu (I dır vd. 1972) ile sonlanan birim üzerinde yer alır.

Bölgede geni yayılım gösteren batıda Bo açay, do uda Aksu çayı, kuzeyde Toros Da ları ve güneyde Akdeniz ile sınırlı alanda bulunan Antalya Travertenleri, konum ve olu um özellikleri ile literatürde önemli bir yere sahiptir. Penck (1918), Phillipson (1918), Altınlı (1944), Darkot ve Erinç (1951), Aydar ve Dumont (1979), nan (1980), Burger (1990) ve Lale (2005), Antalya travertenlerinin karasal kökenli ve tektonik kırıklara ba lı kaynak suları ile olu tu unu, buna ba lı basamaklı bir yapıya sahip olduklarını söylemi lerdir. Di er taraftan Atabey (2004), Dipova (2002a), Glover ve Robertson (2003), Dipova ve Yıldırım (2005), Ko un vd. (2005) yaptıkları çalı malarda Antalya travertenlerinin olu um özelliklerine göre traverten yerine kalkerli tatlısu çökellerini ifade eden tufa teriminin (Ford ve Pedley, 1996) kullanılması gerekti ini söylemi lerdir.

Antalya tufası, batıda ve kuzeyde Beyda ları ile, do uda Aksu Nehri, güneyde ise Akdeniz ve Akdeniz kıyısında geli en kıyı düzlükleri ile çevrili ve 4 ayrı çökeltme sisteminde geli mi tir. Bunlar; gölsel, akarsu, ça layan ve paludal sistemlerdir (Dipova ve Yıldırım, 2005).

Antalya tufası çökelinin gerçekte ti i Aksu baseninin olu umu Anadolu Yarımadası'nın tektonik geli mi ile ilintilidir. Tektonik etkilerle Anadolu blo unun batıya do ru hareket etmesi ve sıkı ma sonucu olu an yükselme ile Aksu Havzası'nın yarı graben ekinde açılması neticesinde Antalya'nın batısında alçalma do usunda ise yükselme olmu tur. Açılan bu yarı graben içinde Antalya Tufası çökeltmi tir (Glover and Robertson, 1998).



ekil 2.1. Döğemealtı (Antalya) bölgesi ve çevresinin jeolojik haritası (MTA, 2002).

Burdur Bölgesi

Bölgede altta Üst Paleosen-Alt Eosen ya lı, allokton konumlu, " ç Toros Napı" bulunur. Bu ofiyolitler üzerine, Lütesyen ya lı Gölba ı Formasyonu uyumsuzlukla gelir. Pliyosen ya lı Burdur Formasyonu da bu birimler üzerine uyumsuz olarak gelir. Birbirleri ile uyumsuz olan Pliyo-Kuvaterner ya lı Karaçal ve Yakaköy Formasyonları da di erlerinin üzerine uyumsuz olarak gelir. En üstte Kuvaterner ya lı alüvyon ve birikinti konileri yer alır.

ç Toros Napı: Allokton konumda olan birim ba lıca serpantinit, harzburjit, gabro, diyabaz, spilit, radyolarit ile de i ik boyutlardaki kumta ı ve kireçta ı bloklarından olu ur. Gökçeba köyü, karalar Köyü ve daha güneyde Hacılar, Karaçal Köyü civarında yüzeyler. Alt dokana ı gözlenemeyen birimi, Gölba ı ve Burdur Formasyonları uyumsuz olarak örter.

Hacılar Kireçta ı Blokları: Masif görünümlü, kristalize kireçta larından olu ur. Yassıgüme Köyü çevresi ile Sivritepe dolaylarında yüzeyler. Allokton konumlu olan bu blokların, içinde yer aldıkları ofiyolitik kayaçlarla olan dokana ı tektoniktir.

Gölba ı Formasyonu: Fli fasiyesinde çökeltmi olan birim, Gökçeören Köyü ile Yakaören ve Gölba ı Köyleri arasında yüzeyler. Çakılta ı, kumta ı, killi kireçta ı, kireçta ı ve marn ar dalanmasından olu ur. ç Toros Napı üzerinde uyumsuz olarak oturan birim, Pliyosen ve Kuvaterner ya lı tortullar tarafından uyumsuz olarak örtülür.

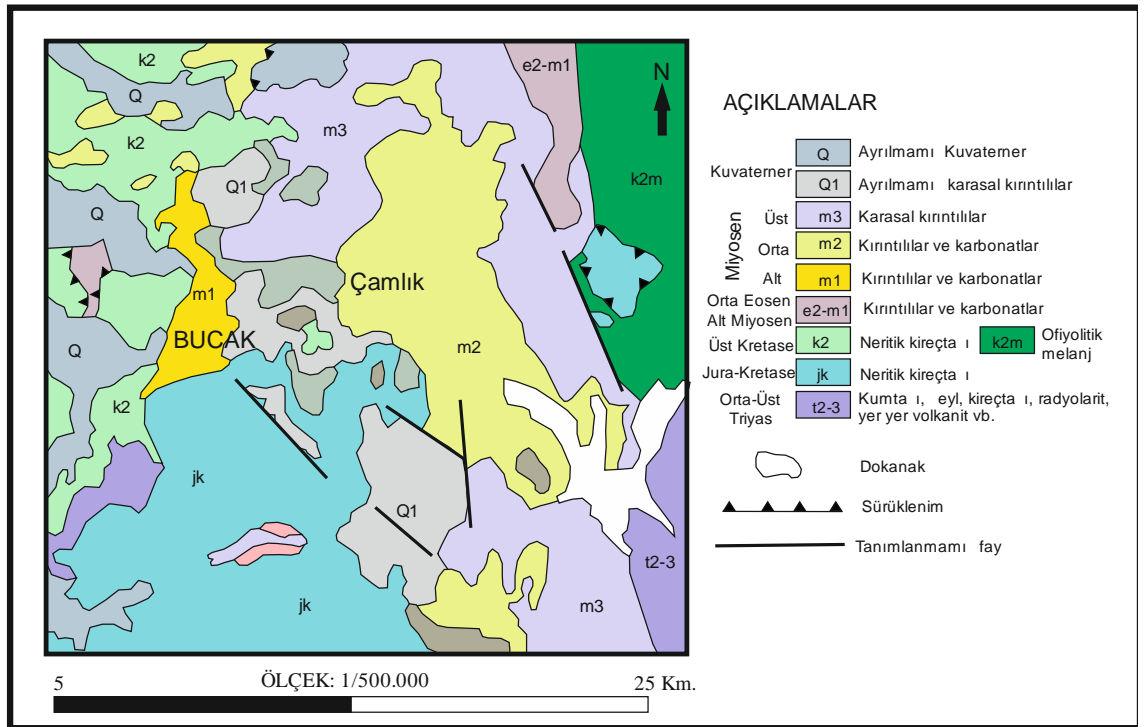
Burdur Formasyonu: Burdur ili ve çevresinde gözlenen bu birim, Akdere ve Gölcük olmak üzere iki üyeye ayrılmı tır. Birbirleriyle yan al ve dü ey geçi li olan iki

üyenin toplam kalınlı 1, 1000 metredir. Akdere üyesi, açık renkli tonlu olup, çakılta 1, kumta 1, kılta 1, kireçta 1, marn, tüfit ve jipsli seviyelerden oluşur. Gölcük üyesi ise tüfitlerle, bunlara ek olan tuf, aglomera ve andezitik-trakitik özellikli lavlardan oluşur. Burdur Formasyonu, ofiyolitik kayalar ve Gölbaşı Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Üst dokanaşı ise bazı kesimlerde Karaçal Formasyonu ve genç travertenler ile alüvyon örtülerle uyumsuzdur.

Karaçal Formasyonu: Burdur'un güneybatısında yüzeyler. Sarımsı-kırmızımsı renkli, gevrek dokulu çakılta larından oluşur. Burdur Formasyonu ile alt dokanaşı uyumsuz olan birim, alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Yakaköy Traverteni: Sarımsı krem beyazı renkli olup, yer yer kalın tabakalanma sunar. Bazı kesimleri tüflerle yanal ve dikey geçilidir. Birim, Burdur Formasyonu'nun killi-marnlı seviyeleri üzerinde açısal uyumsuzdur. Üst dokanaşı ise alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

Alüvyon ve Birikinti Konileri: Burdur Gölü çevresinde yaygın bir şekilde görülür. Alüvyon ve birikinti konileri için gerekli malzeme, Pliyosen ya da karasal tortullardan sağlanmıştır. Gevrek tutturulmuş kum, kil ve çakıldan oluşur (Anonim-1).



ekil 2.2. Bucak (Burdur) bölgesi ve çevresinin jeolojik haritası (MTA, 2002).

Karaman Bölgesi

Karaman ve civarında otokton konumlu kayalar yüzeyler. "Hadim Birli i" adı altında toplanan ba lıca birimler, Orta Kambriyen ya lı Çaltepe Formasyonu, Üst Kambriyen-Ordovisiyen ya lı Seydi ehir Formasyonu, Orta Jura-Kretase ya lı Kaplanlı Formasyonu, Üst Kretase-Orta Eosen ya lı Yeniköy Formasyonu, Orta-Üst Eosen ya lı Karaçalı Formasyonu'dur.

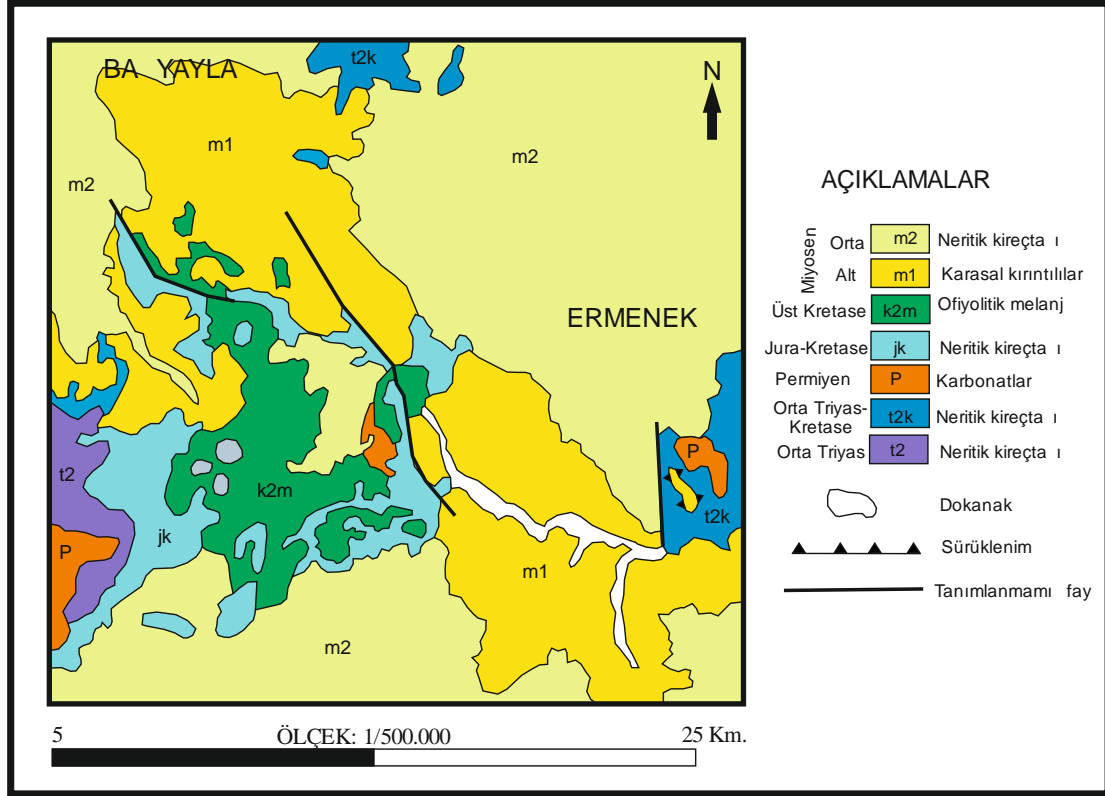
Çaltepe Formasyonu: Hamzalar Köyü güneybatısında ve Göksu Vadisi tabanında yüzeyler. Altta siltta 1- eyl ar dalanmasıyla ba lar. Orta-kalın tabakalı kristalize ve yer yer dolomitize kireçta larıyla sürer. Üstte eyl arakatkılı, yumrulu görünümlü kireçta ları yer alır. Formasyonun tabanı gözlenememektedir, üstte ise Kambriyen-Ordovisiyen ya lı Seydi ehir Formasyonu ile geçi lidir.

Seydi ehir Formasyonu: Kaplanlı Köyü dolayında, Göksu Irma ı ve kolları içinde yüzeyler. nce-orta tabakalı, sarımsı ye il, ye ilimsi kül renginde kilita 1, milta 1, kumta 1 ar dalanmasından olu ur. Altta Çaltepe Formasyonu ile geçi lidir. Üstte Orta-Üst Jura-Kretase ya lı Kaplanlı Formasyonu tarafından diskordanslı ili ki ile üzerlenir.

Kaplanlı Formasyonu: Kaplanlı Köyü ve kuzeyindeki Çakıringedik Tepe dolaylarında yüzeyler. Kül renkli, orta-kalın tabakalı, ince kilita 1-marn arakatkılı kireçta 1, dolomitik kireçta 1 ve yer yer dolomitten olu ur. Formasyonun en üst düzeyinde, rudist kavkı kırıntılı kireçta ları gözlenir. Altta, Seydi ehir Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir, üstte ise Paleosen-Orta Eosen ya lı Yeniköy Formasyonu ile geçi lidir.

Yeniköy Formasyonu: Yeniköy'ün 4 km kuzeyinde Karaçalı Tepe, Polatköy ve güneyinde yüzeyler. Kül renkli, orta-kalın tabakalı, ince kırıntılı, mercanlı ve bol algli kireçta larından olu ur. Altta Kaplanlı Formasyonu ve üstte Karaçalı Formasyonu ile geçi lidir.

Karaçalı Formasyonu: Polat Köyü'nün 1.5 km güneyinde, Tuzladere ile Küplüce Köyü-Çardak Yayla arasında yüzeyler. Boz-kirli beyaz renkli, ince-orta tabakalı, volkanik gereç katkıları içeren, çakilita 1-kumta 1-siltta 1 ar dalanması ile ba lar. ri kireçta 1 çakılı, volkanik gereç katkılı iri çakıl, çakıl, kum, silt, kil boyu gerecin yı 1 mından olu an moloz akması düzeyiyle sürer. Birim daha üstte, formasyonu üstten tektonik ili kiyle üzerleyen Gedikda 1 Birli inin kızıl renkli, ince-orta tabakalı, çörtlü kireçta 1 bloklarıyla serpantin parçaları içeren, volkanik gereç katılı çakilita 1, kumta 1, siltta 1 ar dalanması biçiminde gözlenir. Birim, altta Paleosen-Orta Eosen ya lı Yeniköy Formasyonu ile geçi lidir. Üstte Göksu naplarını olu turan nap dilimleri paketi tarafından tektonik ili ki ile üzerlenir (Anonim-2).



ekil 2.3. Ermenek (Karaman) bölgesinin ve çevresinin jeolojik haritası (MTA, 2002).

2.3. Çalı ma Konusu ile İlgili Kaynak Taramaları

Moye (1955); bozunma konusunda çalı an ilk ara tırmacılarından biridir ve Avustralya'daki granitler üzerinde yaptı ı incelemeler sonucunda granitlerin bozunma derecesinin ortaya konması amacıyla ilk sınıflama sistemini önermi tir. Daha sonraki yıllarda, Kiersch and Treacher (1955), Ruxton and Berry (1957), Knill and Jones (1965), Little (1969), Fookes and Horswill (1970) ve Fookes et al. (1972) tarafından yine ço unlukla granitlerin bozunma derecelerinin incelenmesi amacıyla çe itli sınıflama sistemleri geli tirilmeye çalı ılmı tir.

Illiev (1967); kayaç içindeki ses yayılım hızı indeksini kullanarak farklı bozunma derecelerini karakterize edebilmi tir.

Ollier (1969); minerallerin bozunması olayına tamamıyla kimyasal açıdan bakılmaması gerekti ini ve aynı bile ime sahip minerallerin farklı oranlarda bozunmaya maruz kalabildiklerini belirtmi tir.

Fookes vd (1971); bozunmanın günümüzde en çok kabul gören tanımını yapmı lar ve bozunmayı "kayaların hidrosfer ve atmosferin do rudan etkisi altında kalarak ayrı ması olayı" olarak açıklamı lardır.

Franklin ve Chandra (1972); suda da ılmaya kar ı dayanıklılık indeksi, bozunma oranı ve ev açısı arasında bir ba lantı kurulması üzerine çalı malar yapmı lardır.

Richards (1972); bozunmaya u ramı kayaçların sınıflandırılmasına yönelik bir program olu turmu tur.

Dearman (1974); fiziksel bozunma derecesinin ve karbonatlı kayalarda çözünme mekanizmasının ortaya konabilmesi amacıyla çe itli tanımlamalar önermi tir. Anon (1977) tarafından yapılan çalı mada, kaya kütlesi ve kaya malzemesindeki bozunma ara tırılmı , kaya kütleleri için yedi adet bozunma derecesi belirlenirken, kaya malzemesindeki bozunma miktarının tanımlamasının görsel olarak yapılabilece i ifade edilmi tir (Anon 1995; Arıkan 2002).

Kaya malzemesi ve kaya kütlesi için mühendislik amaçlı bir bozunma sınıflaması Dearman et al. (1978) tarafından geli tirilmi ve bu sınıflama daha sonra ISRM (1978) tarafından da kabul görmü tür. Bu sınıflama sisteminde bozunma sonucu meydana gelen renk de i imi, kayanın dayanımındaki azalma ve mineral kompozisyonundaki de i imler esas alınmı tur. ISRM(1978) tarafından kaya malzemesi için önerilen bozunma sınıflarının tanımı Çizelge 2.1'de; kaya kütlesi için önerilen bozunma sınıfları ise Çizelge 2.2'de sunulmaktadır.

Olivier (1979); tek eksenli basma dayanımı ve i me katsayısı parametrelerine dayanarak kayaçların duraylılı na yönelik çalı malar yapmı tur.

Price (1993); tarafından kayaların bozunma derecelerini sayısal olarak açıklayan bir yöntem önerilmi tir. Bu yöntem, özellikle, yerüstünde bulunan kaya kütlelerinin bozunma derecelerini sayısal olarak açıklamaktadır.

Tu rul (1995); bazaltların bozunmasına yönelik olarak Niksar ve yöresinde yapmı oldu u doktora tezi çalı masında, bu bölgedeki bazaltlar için kaya kütlesinin dokusu, kaya/zemin oranı, kaya ve süreksizliklerdeki renk de i imleri ve çekirdek taşı özelliklerine dayalı göreceli bir bozunma sınıflaması geli tirmi tir. Dört ayrı bozunma sınıfı içeren söz konusu sınıflama sisteminin olu turulabilmesi için, elde edilen örnekler üzerinde çok sayıda petrografik, kimyasal ve fiziksel analiz ile jeomekanik deneyler gerçekleştirilmi tir.

Price (1995); mühendislik yapılarının genellikle sı derinliklerde in a edildi ini belirterek, kayalarda meydana gelen bozunmanın mühendislik projeleri için dikkate alınması gereken önemli bir konu oldu unu vurgulamı tur. Bununla birlikte, kaya malzemesinin bozunmasını kontrol eden en önemli hususların mineraloji, tane boyu ve gözeneklilik ile geçirgenlik oldu u ifade edilmi tir.

Gökçeo lu vd (2009); granitlerin ayrı ma derecesi dolaylı yöntemlerle belirlenmeye çalı ılmı tur. Bu çalı mada; yapay sınırları ve bulanık mantık yardımıyla, basit ve ucuz ayrı ma derecesi tahmin modellerinin olu turulması amaçlanmı tur. Bunun için Türkiye'nin güneydo usundaki Har it granitoid numuneleri kullanı mı tur. Model girdileri gözeneklilik, P-dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımı iken model çıktısı da ayrı ma derecesidir. Bu çalı mada geli tirilen modellerin ayrı ma derecesinin dolaylı belirlenmesinde kullanılabilece i sonucuna varılmı tur.

Çizelge 2.1. Kaya malzemesine ait bozunma sınıflarının tanımı (ISRM, 1978).

Tanım	Tanımlayıcı Özellikler
Taze	Bozunmanın etkisi görülmez.
Renk de i tirmi	Renk de i mi tir.
Da ılımı	Dayanım azalmı ancak kaya, zemin haline dönü memi tir.
Bozunmu	İksel doku korunmasına ra men kaya, zemin haline dönü mü tür. Minerallerin bazıları veya tümü bozunmu tur.
Ufalanmı	İksel doku korunmasına ra men kaya, zemin haline dönü mü tür. Kaya kolaylıkla ufalanabilir, ancak mineral taneleri bozunmamı tir.

Çizelge 2.2. Kaya kütlelerine ait bozunma sınıflarının tanımı (ISRM, 1978).

Tanım	Sınıf	Tanımlayıcı Özellikler
Taze	I	Malzemede bozunmanın etkisi görülmez, ancak süreksizlik yüzeylerinde renk de i imi olabilir.
Az bozunmu	II	Malzemede ve süreksizlik yüzeylerinde renk de i imi olmasına ra men, kayanın dayanımı azalmamı tir.
Orta derecede bozunmu	III	Malzeme tamamen renk de i tirmi ve dayanım önemli ölçüde azalmı tir. Taze veya renk de i tirmi sa lam kaya kütleli bol eklemli bir yapı gösterebilir veya çekirdek ta ları halinde bulunabilir.
İleri derecede bozunmu	IV	Kaya malzemesinin bir bölümü bozunmu veya ufalanmı tir. Dayanımsız ve renk de i tirmi olup, kaya malzemesi çekirdek ta ları ekinde bulunabilir.
Tamamen bozunmu	V	Kaya malzemesi tümüyle zemin haline dönü mü veya ufalanmı tir. İksel kaya yapısı ve dokusu korunmaktadır.
Kalıntı toprak	VI	Kaya malzemesi tümüyle zemin haline dönü mü tür. Kütleli veya malzemeye ait doku tamamen kaybolmu tur. Hacim büyük ölçüde artmı , ancak malzeme henüz ta ınmamı tir.

Dayanımı dikkate almayan ancak kaya ve süreksizlik yüzeylerindeki renk de i imlerine dayanan bir di er sınıflama sistemi ISRM (1981) tarafından önerilmi tir (Çizelge 2.3). Bu sınıflama sisteminin sınırlayıcı yönü, kaya kütlelerindeki bozunma derecelerinin tamamen göreceli kavramlar yardımıyla belirlenmesidir.

Çizelge 2.3. Kaya kütlesi için bozunma derecelerinin tanımlanması (ISRM 1981).

Tanım	Simge	Tanımlayıcı Özellikler
Taze (bozunmamı)	W1	Ana kayada renk de i imi yok, dayanımda bir azalma veya di er bozunma etkileri söz konusu de il.
Az bozunmu	W2	Kayanın süreksizliklere yakın olan kesimlerinde çok az renk de i imi var. Süreksizlik yüzeyleri açık ve çok az de i mi . Kaya, bozunmamı kayaya oranla belirgin bir zayıflık göstermiyor.
Orta bozunmu	W3	Kayanın rengi de i mi , süreksizlikler açık ve yüzey rengi de i mi olabilir, bozunma kayanın içine etki etmeye ba lamı . Kaya belirgin ölçüde zayıflamı (ana kaya/bozunmu kaya oranının tahmini mümkündür)
Çok bozunmu	W4	Kayanın rengi de i mi , süreksizlikler açık ve yüzey rengi de i mi olabilir, Süreksizliklere yakın kesimlerde orijinal doku de i mi , bozunma kayanın iç kesimlerini daha fazla etkilemi , ancak ana kaya halen mevcut (ana kaya/ bozunmus kaya oranının tahmini mümkündür)
Tamamen bozunmu	W5	Kayanın rengi de i mi ve kaya, zemin haline dönü mü tür, ancak orijinal dokusu genel olarak korunmu . Seyrek olarak küçük ana kaya parçaları bulunabilir. Bozunma ürünü, zeminin ve kısmen ana kayanın özelliklerini yansıtmaktadır.

Son yıllarda bozunma derecelerinin sayısal olarak ortaya konabilmesi amacıyla yapılmı en kapsamlı çalı ma Price (1993) tarafından gerçekleştirilmi tir. Ara tırmacı, tüm kaya türleri için genel bir sınıflama önermekle birlikte magmatik, sedimanter ve metamorfik kaya türleri için ayrı ayrı puanlama sistemi de geli tirmi tir. Bu puanlama sistemlerinde kaya dayanımı, renk de i imleri ve süreksizlik yüzey özellikleri dikkate alınmı tir.

Tüm kaya malzemesi türleri için olu turulmu geni kapsamlı bir sınıflama sistemi Anon(1995) tarafından önerilmi tir (Çizelge 2.4). Bu sistemde, bozunma sonucu kayanın özelliklerindeki farklılı malar; renk de i imi, dayanımdaki azalma, süreksizliklerdeki de i imler ve bozunma ürünleri dikkate alınarak de erlendirilmekte ve bozunma sınıfları bu de erlere ba lı olarak gözlemsel olarak belirlenmektedir.

Çizelge 2.4. Anon (1995) tarafından tüm kaya malzemesi grupları için önerilen bozunma sınıflaması.

Derece	Sınıf	Tanımlayıcı Özellikler
I	Taze	İksel durum de i memi tir.
II	Az bozunmu	Hafif renk de i imi, dayanımda azalma.
III	Orta bozunmu	Dayanımda önemli ölçüde azalma, renk de i imi kayanın içine etki etmi , iri parçalar elle kırılmaz.
IV	Çok bozunmu	ri taneler elle kırılabilir, kaya suda çabuk da ılmaz.
V	Tamamen bozunmu	Dayanım oldukça azalmı tır, kaya suda çabuk da ılır, kayanın orijinal dokusu de i memi tir.
VI	Kalıntı zemin	Bozunma sonucu kalıntı zeminler olu mu tur, kayanın orijinal dokusu kaybolmu tur.

Özvan (2010) tarafından, ayrı ma sonucu pürüzlü yüzeylerin olu tu u granit ve kristalize kireçta ı gibi kayaların kesme dayanımı de erlerinin, pürüzlülük ve bozu ma ile olan ili kisi ara tırılmı tır. Buna göre; granitlerde pürüzlülük, bozu arak ortamdan uzakla an feldspat mineralleri sonucu olu tu u, kristalize kireçta larında ise stilolit olu umları sonucu olu tu u belirtilmi tir.

Bilgin vd (2012) tarafından, Hasankeyf ve yöresindeki kayaçların ayrı masına etki eden faktörler ara tırılmı tır. Çevredeki litolojiler ve tarihi yapıtların tektonik olaylardan ve ya mur sularından olumsuz etkilenerek kaya dü melerine ve ayrı malara neden oldu u belirtilmi tir.

Karaman vd (2012) tarafından, Araklı-Ta önü(Trabzon) kalker oca ında de i ik karbonat fasiyeslerinde yüzeylenen kayaçların ayrı ma durumları de erlendirilmi tir. A ırlıkça su emme yüzdelere göre; Z-2 ayrı mamı , Z-1 ve Z-4 az ayrı mı , Z-3 ise orta ayrı mı sınıfına dahil edilmi tir.

2.4. Bozunma

1930'lu yıllardan itibaren kaya bozunmaları ile ilgili birçok çalı ma ve birbirine benzeyen de i ik bozunma tanımlamaları yapılmı tır. (Ollier, 1969; Fookes vd. 1971; Chandler, 1972; Richards, 1972; Bell, 1983; Beavis, 1985; Bltyh ve Freiter 1987). Yapılan bozunma tanımlamaları içinde önceleri bazı çeli ki, karı ıklık ve eksikler olmasına ra men, günümüze kadar yapılmı olan ara tırmalar neticesinde bozunma olayını en iyi ekilde ifade eden bir tanımlama olu turmaya çalı ılmı tır. Bozunmanın günümüzde en çok kabul gören tanımı, Fookes vd. (1971) tarafından yapılmı olan ve bozunmayı "Kayaların Hidrosfer ve Atmosferin Do rudan Etkisi Altında Kalarak Ayrı ması Olayı" olarak açıklayan tanımdır.

Bozunmanın mekanizması, kayaçların toprak (zemin) olarak adlandırılmalarına kadarki süreci etkileyen veya belirleyen a amalar olarak tanımlanabilir. Bozunma mekanizması birçok ara tırmacı tarafından fiziksel ayrı ma, kimyasal ve biyolojik bozunma olmak üzere üç ana grup altında toplanmı tır (Beavis, 1985; Perry, 1986; Johnson ve DeGraff, 1988), (Çizelge 2.5).

Kaya kütlelerinin bozunması, bozunmaya u ramı malzemenin kütledeki da ılımına, süreksizlikler üzerindeki etkisine ve kayaçtaki renk de i imlerine göre de erlendirilir. Bozunmaya u ramı kayada meydana gelen de i iklikler, kayanın mühendislik ve jeoteknik özellikleri açısından çok önemlidir.

Çizelge 2.5. Bozunma türleri ve mekanizmaları (Ollier, 1969; Beavis, 1985; Perry 1986).

Bozunma Çe idi	Mekanizma	Etkileri
Fiziksel Parçalanma (Mekanik Bozulma)	<ul style="list-style-type: none"> • Mekanik yük azalması • Mekanik yükleme • Termal yükleme • Islanma ve kuruma • Re-Kristalizasyon • Mekanik göçmeler • Kolloidal kopmalar 	<ul style="list-style-type: none"> — Parça boyutlarının küçülmesi yüzey alanının artmasına neden olur. — Kimyasal bir de i iklik yoktur. — Blok ve tane parçalanması olur.
Kimyasal Bozunma	<ul style="list-style-type: none"> • Erime (Çözülme) • Oksitlenme • ndirgenme • Hidrasyon • Hidroliz • Çözelti olumu • Katyon de i imi • Karbonatla ma 	<ul style="list-style-type: none"> — Yeni mineraller oluşur. — Dokusal de i iklikler nedeniyle mineral malzemesi kaybı olur. — Kaya malzemesi ve kaya kütlelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinde özellikle dayanımlarında, önemli dü ü ler olur.
Biyolojik Bozunma	<ul style="list-style-type: none"> • Basit parçalanmalar • Malzeme nakli • Kimyasal etkiler • Toprak nemi üzerinde etkiler • PH üzerindeki etkiler • Erozyonun önlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> — Fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal etkiler. — Bakteriyel aktiviteler — Parçalanma — Bozunma

2.4.1. Bozunma Türleri

Bozunma fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç ana sınıfa ayrılmaktadır. Kayalarda meydana gelen bozunma kaya mühendisliği açısından çok önemlidir.

2.4.1.1. Fiziksel Bozunma

Fiziksel parçalanma kaya kütlelerinin ve malzemesinin parçalanması ile oluşur. Kayaların bloklar halinde parçalanması kaya kütleleri içindeki süreksizliklere, taneler halinde parçalanması ise tane sınırlarına ve mineral çatlakları gibi mikro süreksizliklere bağlıdır. Bazı ara tırmacılar göre çok az kimyasal de i ikli e yol açarak oluşan mekanik parçalanmalar da fiziksel parçalanma olarak adlandırılabilir (Johnson ve DeGraff, 1988). Fiziksel parçalanmaya neden olan en önemli etkenler basınç, sıcaklık, yağmur ve rüzgârdan oluşur (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6. Fiziksel parçalanma nedenleri ve mekanizmaları (Blyth ve Freiter, 1987; Beavis, 1985; Waltham, 1994)

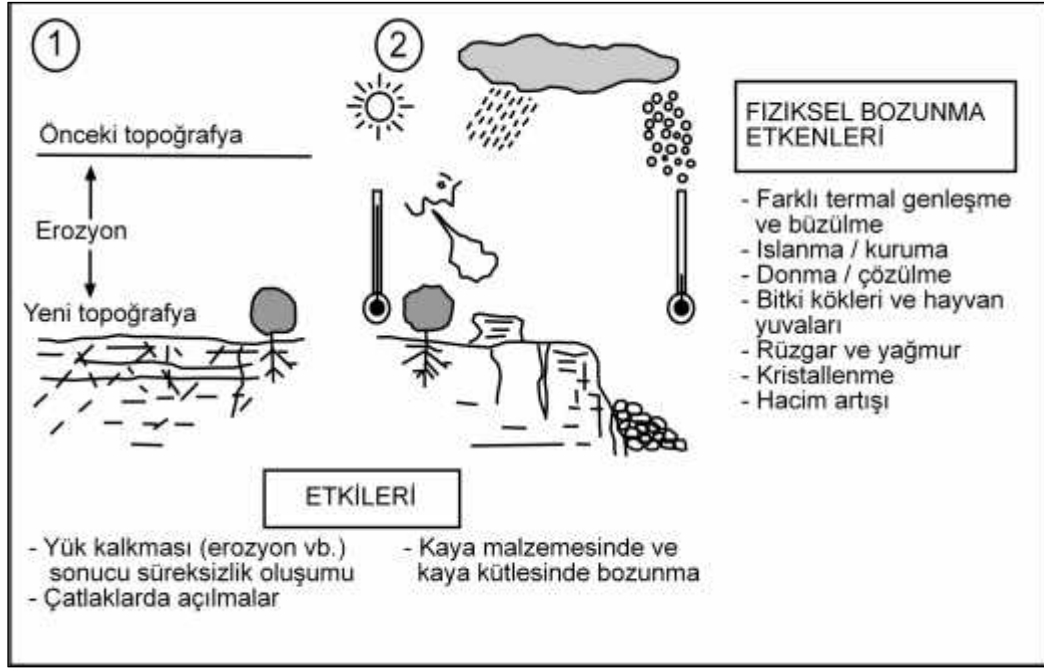
Mekanik Yük Azalması	Dü ey arazi gerilmesinin örtü tabakasının erozyonu neticesinde azalması ile dü ey yönde bir gerilme rahatlaması olur. Böylece dü ey yönde bir genleşme olur. Bu durum mevcut çatlak yüzeylerinin açılmasına ve yeni kırık ve çatlakların oluşmasına öncülük eder.
Mekanik Yükleme	Kurak çölümsü bölgelerde kum rüzgârları sebebiyle oluşan taneler arası çarpımlar ve şiddetli yağışlar sonrasında meydana gelen aşınmalardır.
Termal Yükleme	Kayaç ve zeminlerin soğuk bölgelerde soğuma sonucu büzülmesi, çatlak, yarık ve gözenek sularının donması ve sıcak bölgelerde de kayaların sıcaklık değişimleri sonucu parçalanması meydana gelebilir.
Islanma ve Kuruma	Minerallerin ve balyıcı malzemelerin suyu emmeleri ve kaybetmeleri sonucunda oluşan genleşme ve büzülmelerin neden olduğu değişimlerdir.
Kristalleşme	Donma, buharlaşma ve kimyasal değişimler sonucu gözenek ve çatlaklarda meydana gelen değişimlerdir.
Mekanik Göçmeler	Havanın ve suyun yer değiştirmesi ve gerilmelerin etkisiyle yarıklarının ve yeraltı boşluklarının oluşması sonucu meydana gelen değişimlerdir.
Kolloidal Kopmalar	Bozunmaya bağlı olarak kayacın yüzeyinde oluşan ince bir tabaka halindeki kilin kayaktan koparken tabakaya bağlı bütün parçacıkların birlikte ayrılması sonucu oluşur.

Fiziksel parçalanmayı meydana getiren mekanizmalar ekil 2.4’de gösterilmiştir. Bu mekanizmalar kayada hacim artışı, yüzey alanı artışı ve dane boyu küçülmesi gibi sonuçlar meydana getirmektedir.

Jeolojik süreçlerle yüzeye ulaşan derinlik kayacındaki eklem takımları boyunca giren sular donma sonucunda çatlak aralıklarını genişleterek, blokları birbirinden ayırarak hareketlendirip kaymalara, blok düşmelerine sebep olabilmektedirler. Fiziksel ayrılmaya neden olan faktörler aşağıda belirtilmiştir (Anonim-3).

Isıl Genleşme

- Gece-gündüz sıcaklık farkının fazla olduğu, çöl benzeri sıcak bölgelerde meydana gelir.
- Gündüz sıcak etkisi ile genişleyen kayaç, geceleri soğur ve büzülür. Bu gerilim farkı ilk olarak dış katmanları etkilemeye başlar ve dış çeperin ince katmanlar halinde soyulmasına neden olur.
- Nemin düşüklüğü olduğu hallerde etkisi azalır.
- Soyulma veya soğan-kabuğu şeklinde bozulmadır.



ekil 2.4. Fiziksel bozunma süreçleri (Anon, 1995).

Donma-Çözülme

- Kırık ve çatlaklardaki suyun donarak, genleşmesi ile oluşur. Genleşme sırasında 2100 kgf/cm^2 ye kadar çıkabilen gerilme, birçok kayacın dayanımından fazladır ve parçalanmaya yol açar.
- Donma-Çözülme olayı nemin fazla olduğu ve sıcaklığın sıkça donma noktasının altına ve üstüne dalgalanmalar yaptığı, alpin ve buzul (çevresi) alanlarda görülür.
- Kırık ve çatlaklara giren su donar ve bunların derinleşmesi ve genişlemesine yol açar. Bu etki suyun donma sonrasında hacminin % 9 oranında artması sebebiyledir.

Basınç-Serbestleme

- Kayaçların ağırlıkça yüklenmesi ile oluşan basıncın ortadan kalktığı durumlarda meydana gelir. Erozyon, buzul erimesi vb. faktörlerle üstten kalktığı ağırlık ile oluşan gerilim serbestlemesi sonucu altta rahatlayan kayaçlarda genişleme ve bunu takiben yüzeye paralel kırılmalar gelişir.
- En genel örnekleri derinlerde oluşan intrüzyon kayaçlarının (granit vb.) üzerindeki örtünün kalkması ile meydana gelen serbestleme.

Hidrolik Hareketler

- Kayaç çatlakları içerisine hızlı bir şekilde nüfuz eden suların (genellikle güçlü dalgalar içinde) etkisi ile oluşur.
- Hızla giren sıvı çatlak tabanında bir hava tabakası sıkıştırılır ve bu basınç artışı kayacı zayıflatır. Dalganın geri çekilmesi ile iyice sıkıştırılmış hava, şiddetli bir şekilde çatlakı terk eder ve zayıflık yüzeylerinin artmasına sebep olur.
- Özellikle dalga etkisine maruz kalan yamaç ve falezlerde çok hızlı bir genişleme gelişimi görülür.

Tuz Kristallenmesi

- Tuzlu çözeltilerin kayaç kırık ve çatlaklarına nüfuz etmesi, ardından buharla arak tuz kristalleri bırakması ile olu ur. Bu tuz kristalleri sıcaklı ın arttı ı durumlarda genle erek, kayaç üzerindeki gerilimi arttı rırlar.
- Tuz kristallenmesi ayrıca karbonatlı kayaçların ayrı ması sonucu, sodyum sülfat veya sodyum karbonatlı tuz çözeltilerinin olu umu ile de meydana gelebilir.
- En etkili kayaç çözen tuzlar magnezyum sülfat ve kalsiyum klorittir. Bazı tuzlar kristal halde hacimsel olarak 4–5 kat büyüyebilirler.
- Esas olarak ısınmanın fazlaca buharla maya sebebiyet verdi i kurak iklimlerde görülür. Bu ekilde kuvvetli tuz kristallenmesi meydana gelir.
- Deniz kıyılarında meydana gelen bal pete i ekilli tuz günlenmesi tipiktir.

Biyotik Günlenme

- Canlı organizmalarda mekanik günlenmeye katkıda bulunurlar (kimyasal günlenmeye biyolojik etkileri haricinde).
- Likenler ve yosunlar üzerlerinde ya adıkları kayaç yüzeylerinde daha nemli ve kimyasal bir mikro-çevre yaratırlar. Bu durum kayaç bozunumunu arttı rır.
- Daha büyük ölçekte, özellikle bitki kökleri kayaçlar üzerinde fiziksel basınç yaratarak, ilerler ve su ile kimyasal çözeltilerin nüfuzuna olanak verecek süreksizlikler yaratırlar.
- Aynı çe itle çe itli delici hayvanlar ve böcekler, meydana getirdikleri oyuk ve delikler vasıtası ile su ve di er kimyasal etkenlere daha açık ve daha az dayanımlı ortamlar olu tururlar.

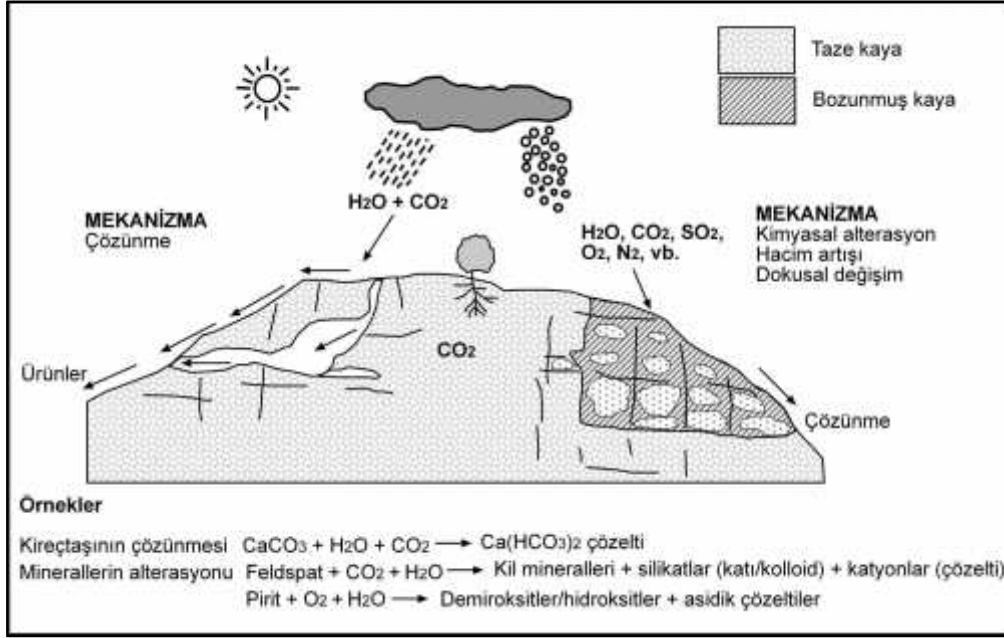
2.4.1.2. Kimyasal bozunma

Yer yüzeyine yakın yerlerde karbondioksit, su, oksijen ve mikroorganizmaların etkisiyle; kayacın kimyasal bile iminde meydana gelen de i im sonucunda, kayacı olu turan minerallerin ba ka minerallere dönü mesi olayıdır. Fiziksel bozunmanın tersine kimyasal bozunma, bozunan malzemelerin bile imini de i tirir. Ba ta oksijen olmak üzere atmosferdeki gazlar, su ve asitler kimyasal bozunmanın önemli etkenleridir. Kimyasal bozunma sırasında hidrasyon, hidroliz, çözüme ve oksidasyon olu an en önemli kimyasal aktivitelerdir.

Canlıların etkinlikleri de bozunmada önemli bir rol oynar. Yüzeylerinde liken (mantar ve alglerden olu an karma canlılar) geli en kayaçlar kimyasal bozunmaya likensiz olanlardan daha fazla u rar. Ek olarak, bitkiler toprak suyundaki iyonları alıp topraktaki minerallerin kimyasal duraylılı nı dü ürür ve bitki kökleri de organik asitler salarak bozunmayı arttı rır.

Minerallerin ve kaya malzemesinin kimyasal bozunması sonucunda bozunma ürününde hacimsel bir geni leme söz konusudur (Ollier, 1984). Bu hacimsel geni leme aynı zamanda fiziksel bozunmanın da etkisinin artmasına yardımcı olur. Bu gibi durumlarda kimyasal ve fiziksel bozunmanın ayırt edilmesi zorla maktadır (ekil 2.5). Kayaların bünyesinde bulunan çe itli minerallerin kimyasal bozunma kar ısında gösterdikleri tepkiler farklıdır. Örne in kaya olu turan minerallerden kuvars bozunmaya

kar ı daha dayanıklıyken, biyotit dı etkenler karşısında kolayca klorite ve di er kil minerallerine dönü ebilir. Kimyasal bozunma süreçleri nemli ortamlarda ve dü ük kotlarda daha hızlı geli ebilmektedir.



ekil 2.5. Kimyasal bozunma süreçleri (Anon, 1995)

2.4.1.3. Biyolojik bozunma

Kaya ve minerallerin bozunması, fiziksel ve kimyasal faktörlerin yanı sıra bitkiler, hayvanlar ve bakterilerin etkisiyle de gerçekleşebilmektedir. Yapılan çalı malarda, bakterilerin etkisiyle kayalarda meydana gelen biyolojik bozunmanın sanılandan daha etkili oldu u belirlenmiştir (Ollier, 1984). Öte yandan organik malzemeler, çetli faktörlerin yardımıyla (sızıntı suyu, hayvansal faaliyetler vb.) derinlere ta ınarak bozunmayı hızlandırmaktadır. Toprak içerisinde yaşayan hayvanlar da biyolojik bozunma sürecinde önemli bir yer tutmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Yüksek Lisans Tez kapsamında yapılan bu çalı mada; Dö emealtı (Antalya), Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) dolaylarındaki travertenlerin fiziksel ve mekaniksel özelliklerindeki de i imler incelenmi tir. Arazi çalı maları kapsamında, üç farklı ta ocaklarından kayaç örnekleri alınımı tir.

Arazi çalı malarında; jeolog çekici, GPS cihazı, balyoz, foto raf makinesi, erit metre kullanımı tir. Laboratuvar çalı maları için karot alma makinesi, karot kesme ve düzleme makinesi, P dalgası ölçümü için Pundit, tek eksenli basma dayanımı, nokta yük aleti, suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deney düzene i ve hassas terazi kullanımı tir. Tuz kristallenme deneyleri ise saf su ve $MgSO_4$, Na_2SO_4 , $NaCl$ tuzları kullanılarak yapılmı tir.

3.2. Metot

Bu tez çalı ması; literatür taraması ile ba lamı , sonrasında arazi ve laboratuvar çalı maları ile devam etmi , son olarak büro çalı maları ile tamamlanımı tir.

3.2.1. Literatür taraması

Önceki çalı maların derlendi i bu a amada; kaynaklar iki alt ba lık halinde derlenmi tir. İlk olarak çalı ma alanları ile ilgili literatür taramı , sonrasında tezin konusunu olu turan “ayrı ma” konularındaki bilimsel kaynaklar incelenmi tir.

3.2.2. Arazi çalı maları

Arazi çalı maları öncesinde ilgili bölgelerdeki ta ocakları hakkında ön bilgi edinilmi tir. Sonrasında, mümkün oldu u kadar farklı bölgelerden, farklı nitelikteki karbonatlı kayaçları temsil eden 3 ayrı ocak belirlenmi tir. Arazi çalı maları kapsamında ta ocaklarına gidilerek kayaç örnekleri alınımı , gözleme dayalı tanımlar yapılmı , foto raf alımı gerçeikle tirilmi tir.

3.2.3. Laboratuvar çalı maları

Karot haline getirilen kaya örneklerinin, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla indeks laboratuvar deneyleri standartlara uygun yapılmı tir. Bu çalı malar, Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisli i Bölümü ve n aat Mühendisli i Bölümü laboratuvarında yürütülmü tür.

3.2.3.1. Numune hazırlama

Karotlar, laboratuvarında NX çaplı matkap kullanılarak, karot alma makinesi ile “karot boyu/karot çapı” oranı 2,0-2,5 olacak ekilde alınımı tir (ekil 3.1). Bunun için, ISRM (1981) tarafından önerilen yöntemler kullanımı tir. Alınan karot örneklerinin alt ve üst yüzeylerinin paralelli i kumpas yardımı ile sa lanımı tir (ekil 3.2).



ekil 3.1. Karot alma makinesi ile karotların alınması.



ekil 3.2. Silindirik örneklerin boyutlarının kumpasla ölçülmesi.

3.2.3.2. Uygulanan deneyler

Kayaç örneklerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için; birim hacim a ırlık ve yo unluk, su emme, porozite, ar imet, P - dalgası hızı, suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi, tek eksenli basınç dayanımı ve tuz kristallenme deneyi yapılmı tır. Tuz kristallenme deneyinde saf su ve MgSO₄, Na₂SO₄, NaCl tuzları kullanılmı tır. Ayrı mayı sa layan tuzun, kaya örneklerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisi ara tırılmı tır.

- Yo unluk - Birim Hacim A ırlık Deneyi

Yo unluk – birim hacim a ırlık deneyi, düzenli bir geometriye sahip karot veya prizmatik kayaç örneklerinin kütsel (gözenekler de dahil) yo unlu unun ve birim hacim a ırlı ının tayini amacıyla yapılır. Yo unlu u ve birim hacim a ırlı ı belirlenecek kayaç örnekleri, i ebilen ve ıslanma – kuruma sonucu kolaylıkla da ılabilecek özellikte olmamalıdır. Bu deney için ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınmı tır (Ulusay vd., 2011).

Karot boyu/ karot çapı oranı ½ olacak ekilde tasarlanan örne in çapı (D) ve boyu (L), kumpasla birbirine dik iki ayrı yönde, 0,1 mm duyarlılıkta ölçülerek örneklerin hacimleri hesaplanmı tır (V). Hacmi belirlenen örnek 0,01 gr duyarlılı a sahip hassas terazide tartıldıktan sonra kayacın birim hacim a ırlı ı (W) de eri belirlenmi tir. Belirlenen W ve V de erleri esas alınarak her örne in yo unlu u a a ıdaki e itliklerden hesaplanmı tır:

Kayacın birim hacim a ırlı ı (W, gr), Hacim (V, cm³), Yo unluk (g/cm³)

$$\rho = \frac{W}{V} \quad (3.1)$$

- A ırlıkça ve Hacimce Su Emme Deneyi

Düzenli geometriye sahip kayaç örneklerinin, a ırlıklarına ve hacimlerine oranla, bo luklarının alabilece i su miktarının belirlenmesi için yapılan bu deneyde, RILEM (1980) ve TSE (1978) tarafından önerilen yöntemler esas alınmı tır. Hacmi (V) belirlenen örneklerin önce kuru birim hacim a ırlıkları (W_d) belirlenmi tir (Ulusay vd., 2011). Daha sonra örnekler saf su dolu bir kaptan 12 saat bekletilmi tir. Saf su dolu kaptan çıkarılan örneklerin, suya doygün yüzeyleri kâ ıt havlu ile kurulandıktan sonra, suya doygün a ırlıkları hassas terazide tartılarak belirlenmi tir (W_s) (ekil 3.3).



ekil 3.3. Örneklerin saf suda bekletilmesi ve suya doygun a ırlıklarının tartılması.

Kuru birim hacim a ırlık (W_d), Doygun birim hacim a ırlık (W_s), Hacim (V)

$$A \text{ ırlıkça su emme } (\%), A_w = \frac{W - W_d}{W_d} \times 100 \quad (3.2)$$

$$Hacimce su emme (\%), H_w = \frac{W - W_d}{V} \times 100 \quad (3.3)$$

- Görünür Gözeneklilik ve Bo luk Oranı Tayini

Düzenli bir geometriye sahip kayaç örneklerinin gözeneklili inin (porozitesinin) belirlenmesi amacıyla yapılan deneyde, ISRM (2007)'nin önerdiği hususlar dikkate alınmıştır (Ulusay vd 2011).

Örnek kurutulduktan sonra kuru a ırlığı (W_d) belirlenmiştir, daha sonra bir vakum altında suya doygun hale getirilmiştir ve vakum sonrası örne in ka ıt havlu ile yüzeyi kurularak hassas terazide tartılarak doygun a ırlığı (W_s) belirlenmiştir. Suyu doygun a ırlıkları belirlenen örne in bo luk hacmi hesaplanarak gözeneklilik de eri belirlenmiştir.

$$Bo lukların hacmi (cm³), $V = \frac{W - W_d}{\rho_w} \quad (\rho = s \quad y \quad \check{g}u \quad \check{g}u) \quad (3.4)$$$

$$Gözeneklilik (porozite) (\%), $n = \frac{V}{V} \times 100 \quad (3.5)$$$

$$Bo luk oranı, $e = \frac{n}{1 - n} \quad (3.6)$$$

- Sonik Hız Deneyi

P dalga hızı laboratuvarlarda doğrudan ya da dolaylı olarak ölçülebilir. Dolaylı yöntemler doğrudan yöntemlere göre daha kolaydır. Bu nedenle e er doğrudan P dalga hızı ile dolaylı P dalga hızı arasında güçlü bir ilişki kurulabilirse, doğrudan P dalga hızı de eri, dolaylı ölçümlerden tahmin edilebilir ve böylece ölçümleri daha da

kolayla tırabilir (Kahraman, 2002). Deney; ASTM (1994), ISRM (2007) ve CANMET (1977b) tarafından önerilen hususlar dikkate alınarak yapılmı tır.

Alt ve üst yüzeyi birbirlerine paralel olan karot örnekleri üzerinde 54 kHz'lik vericisi ve alıcısı olan E48 marka PUNDIT (Portable Ultrasonic Nondestructive Digital Indicating Tester) kullanılarak, örneklerin P (sıkı ma) dalgasının yayılma hızı belirlenmi tir (ekil 3.4). Alt ve üst yüzeyleri hassas ekilde düzeltilmi örneklerin alt ve üst yüzeylerine ince bir gres ya ı sürüldükten sonra, örnekler alıcı-verici (transducer) uçları arasına yerle tirilerek, P - dalga hızının, örne in bir ucundan di er ucuna geçi zamanı belirlenmi tir.

Hız a a ıdaki formül yardımıyla hesaplanmı tır.

$$V = \frac{d}{t} \quad (3.7)$$

Burada; V: Hız(m/s), d: Dalganın ilerledi i yolun boyu(mm) ve t: Zaman(µs)



ekil 3.4. Sonik hız deneyinin yapılmı ı ve kullanılan Pundit cihazı.

- Tuz Kristallenme Deneyi

Bu ara tırmada üç farklı ta oca ından getirilen karbonatlı kayaçların üç farklı tuza yatırılarak, fiziksel ve mekaniksel ayrı ma üzerine olan etkisini döngüsel olarak incelemek amacıyla; MgSO₄, Na₂SO₄ ve NaCl tuzları tercih edilmi tir (ekil 3.5).



ekil 3.5. Deneylerde kullanılan tuzlar ve örneklerin tuzlu suya bırakılması.

Üç ayrı tuzun kullanıldığı tuz kristallenmesi deneyi RILEM (1980) standartlarına göre yapılmıştır. Buna göre örnekler % 14 magnezyum sülfat ($MgSO_4$), sodyum sülfat (Na_2SO_4) ve sodyum klorür ($NaCl$) çözeltisi içerisinde tam olarak batırılmış şekilde 4 saat bekletilmiş ve gözeneklerin tuz çözeltisi ile mümkün olduğu kadar doyması sağlanmıştır. Çözeltiden çıkarılan örnekler bez ile kurulandıktan sonra 105 ± 3 °C'lik fırında 16 saat kurumaya bırakılmıştır. 16 saat sonra fırından çıkarılan örnekler, oda sıcaklığında 4 saat boyunca soğutulmuştur (ekil 3.6). Yapılan bu işlem “1 çevrime” karşılık gelmektedir. Her üç farklı çözeltide üç farklı bölgeden getirilen karbonatlı kayalar için uygulanmıştır. Bu şekilde her bir karbontalı kayaç grubu için 40 adet çevrim uygulanmış ve her 10 çevrim sonrasında numunelerin fiziksel değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır.



ekil 3.6. Etüve yerleştirilen karotların görünümü.

- Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi

Tek eksenli basınç dayanımı deneyi, silindirik bir ekle sahip kaya malzemesi örneklerinin dayanım ve kaya kütlesi sınıflamalarında, ayrıca tasarımda yaygın biçimde kullanılan “tek eksenli sıkıma dayanımının saptanması” amacıyla yapılır. Deneyde, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır. Örneklerin boy/çap oranı 2.5-3.0 arasında olacak şekilde hazırlanmış, alt ve üst yüzeyleri birbirine paralel, yan yüzeyleri pürüzsüz – düz ve herhangi bir kırık ve çatlak içermeyen kayaç örnekleri kullanılmıştır.

Deney, her gruptan seçilen “kontrol numuneleri” ile 40. çevrimin sonunda “deneye uygun olan numunelerde” uygulanmıştır. Deney sırasında örneğe sabit bir hızda ve sürekli olarak eksenel yükleme yapabilecek yeterli kapasitede hidrolik pres kullanılmıştır (ekil 3.7). Yükleme hızı, örneklerin 5 ile 10 dakika arasında yenilecek şekilde ayarlanmıştır. Örnek yenildiği anda yükleme durdurulup yenilme yükü göstergeden okunarak kaydedilmiştir. Örneklerin “tek eksenli sıkıma dayanımı” ana eksenindeki formülden hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad (3.8)$$

F: Yenilme anında kaydedilen yük,
A: Silindirik örneğin kesit alanı ($= (D/2)^2$)
D: Örnek çapı



ekil 3.7. Tek eksenli sıkı ma dayanımı deneyinde kullanılan hidrolik pres.

Deney kapsamında yenilme yükü kaydedildikten sonra tüm karotların foto raflaması yapılmıştır. Bunlardan 1.grup ($MgSO_4$) karot numuneleri ekil 3.8'de, 2.grup (Na_2SO_4) karot numuneleri ekil 3.9'da ve 3.grup ($NaCl$) karot numuneleri ekil 3.10'da, son olarak kontrol numuneleri ekil 3.11'de verilmiştir.



ekil 3.8. 1.grup ($MgSO_4$) örneklerden bazılarının yenilme sonrası durumu.



ekil 3.9. 2.grup (Na_2SO_4) örneklerden bazılarının yenilme sonrası durumu.



ekil 3.10. 3.grup (NaCl) örneklerden bazılarının yenilme sonrası durumu.



ekil 3.11. Kontrol numunelerinden bazılarının yenilme sonrası durumu.

- Suda Da ılmaya Kar ı Duraylılık İndeksi Deneyi

Gerek kontrol numuneleri gerek deneylerde kullanılan numuneler 40-60 gr a ırlı ında parçalara bölünmü , kö elerinin birbirine çarparak mekanik parçalanmaya neden olmaması için, kenarları mümkün oldu unca yumu atılmı tır (ekil 3.12).

Her kayaç örne inden yakla ık 10 adet parça seçilmi tir. Seçilen parçalar temiz bir tambura konulduktan sonra mikro dalga fırında kurutulmu ve a ırlı ı tartılmı tır. Daha sonra su içinde, dakikada 20 devir yaptırılarak 10 dakika tambur içerisinde örnekler döndürülmü tür. Bu i lemden sonra tambur içerisindeki örnekler, tambur ile birlikte mikro dalga fırında kurutulup tartılmı tır (Ulusay vd 2011). Bu a amalar aynı örnekler üzerinden tekrarlandıktan sonra 5. çevrimden sonra belirlenen kayıp oranları seçilmi tir.



ekil 3.12. Suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deneyinde kullanılan deney düzene i ve deneyde kullanılan örneklere ait görüntü.

Deneyin uygulanı yönteminde ISRM (2007)'nin önerdi i hususlar dikkate alınmı tır. “Suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi” tamburda en son kalan malzemenin a ırlı ının deneyin ba langıcındaki malzeme a ırlı ına oranı ekinde ifade edilir ve a a ıdaki gibi hesaplanır.

Suda Da ılmaya Kar ı Duraylılık İndeksi(%),

$$I_{d1} = \frac{B-D}{A-D} \times 100 \text{ ve } I_{d2} = \frac{C-D}{A-D} \times 100 \quad (3.9)$$

A: Tambur + örnek a ırlı ı

B: Tambur + Kalan örnek a ırlı ı (1. Çevrim)

C: Tambur + Kalan örnek a ırlı ı (2. Çevrim)

D: Tamburun a ırlı ı

4. BULGULAR

4.1. Taze Kayaç Örneklerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Dömealtı (Antalya), Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) ta ocaklarından alınan kayaç örneklerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi çalıması Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ve İnşaat Mühendisliği laboratuvarlarında yapılmıştır.

Öncelikle araziden bloklar halinde getirilen numunelerden karot alma makinesi yardımıyla, ISRM (1981)'de belirtilen şekilde karotlar alınmıştır, standartlarda belirtilen şekilde alt ve üst yüzeyleri, karınlıklı ölçümler arasındaki farkın çapa oranı 0,005'ten fazla olmayacak şekilde, düzeltilmiştir. Hazırlanan örneklerin çap ve boyları kumpasla bir birine dik iki ayrı yönde, hassas şekilde ölçülmüştür ve örneklerin hacmi belirlenmiştir. Daha sonra hacmi belirlenen örnek 0,01 gr duyarlılığına sahip hassas terazide tartıldıktan sonra kayacın birim hacim ağırlığı değerlendirilmiştir ve yoğunluğu hesaplanmıştır.

Birim hacim ağırlığı değerlendirilen örneklerin boyluklarının alabileceği su miktarının belirlenmesi için ilk önce kuru birim hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra örnekler saf su dolu bir kaptan 12 saat bekletilmiştir. Saf su dolu kaptan çıkartılan örnekler kağıt havlu ile kurulandıktan sonra suya doygun ağırlıkları hassas terazide tartılarak, ağırlıkça ve hacimce su emme oranları standartlara uygun şekilde belirlenmiştir. Ayrıca; Dömealtı (Antalya), Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) travertenlerinden oluşan kontrol numuneleri üzerinde tek eksenli sıkıma dayanımı deneyi yapılmıştır.

Dömealtı (Antalya) traverteninin ilksel fiziksel özellikleri 42 örnek üzerinde yapılan laboratuvar çalımalarıyla belirlenmiştir. Elde edilen veriler EK 1a'da sunulmuştur. Örneklerin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımları Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Dömealtı (Antalya) traverteninin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımı.

Fiziksel Özellikler	Örnek Sayısı	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , kN/m ³)	42	22.74	24.85	24.04	0.46
Gözeneklilik (n, %)	42	2.02	6.35	3.39	0.90
Boyluk Oranı (e, %)	42	0.02	0.07	0.04	0.01
Doygun Birim Hacim Ağırlığı (γ_d , kN/m ³)	42	23.17	25.05	24.37	0.41
Ağırlıkça Su Emme Oranı (A_w , %)	42	0.80	2.74	1.39	0.39
Hacimce Su Emme Oranı (H_w , %)	42	2.02	6.35	3.39	0.90

Bucak (Burdur) traverteninin fiziksel özellikleri 46 örnek üzerinde incelenmiştir ve veriler EK 1b'de verilmiştir. Fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımları Çizelge 4.2 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Bucak (Burdur) traverteninin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımı.

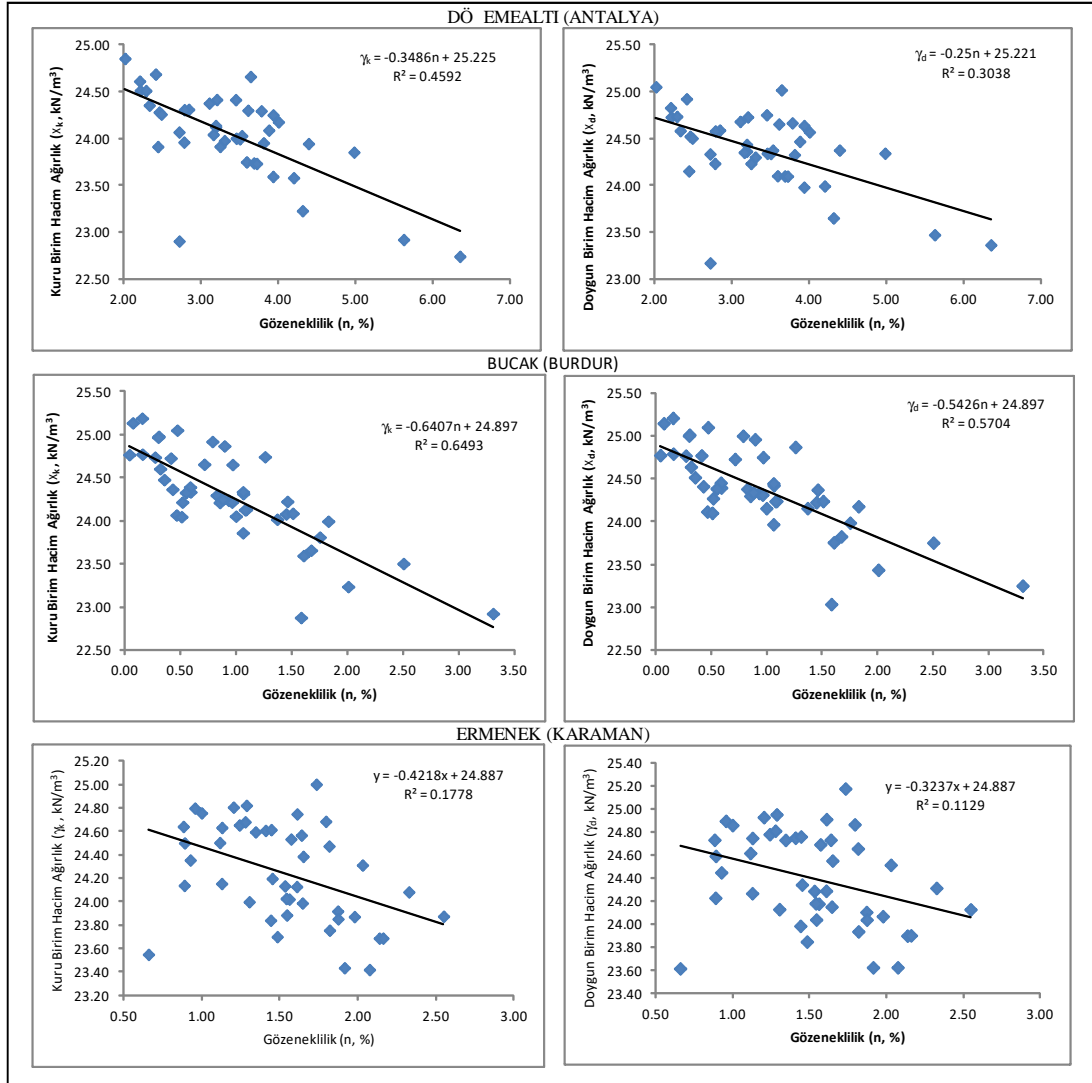
Fiziksel Özellikler	Örnek Sayısı	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , kN/m ³)	46	22.88	25.19	24.28	0.53
Gözeneklilik (n, %)	46	0.04	3.31	0.96	0.67
Boşluk Oranı (e, %)	46	0.0004	0.0343	0.0097	0.0068
Doğgun Birim Hacim Ağırlığı (γ_d , kN/m ³)	46	23.03	25.20	24.38	0.48
Ağırlıkça Su Emme Oranı (A_w , %)	46	0.02	1.42	0.39	0.28
Hacimce Su Emme Oranı (H_w , %)	46	0.04	3.31	0.96	0.67

Ermenek (Karaman) traverteninin fiziksel özellikleri 45 örnek üzerinde incelenmiştir. Tüm veriler EK 1c'de görülebilmektedir. Fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımları Çizelge 4.3 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Ermenek (Karaman) traverteninin fiziksel özelliklerinin istatistiksel dağılımı.

Fiziksel Özellikler	Örnek Sayısı	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , kN/m ³)	45	23.42	25.00	24.25	0.42
Gözeneklilik (n, %)	45	0.66	2.55	1.52	0.42
Boşluk Oranı (e, %)	45	0.0172	0.0695	0.0400	0.0115
Doğgun Birim Hacim Ağırlığı (γ_d , kN/m ³)	45	23.61	25.17	24.39	0.41
Ağırlıkça Su Emme Oranı (A_w , %)	45	0.27	2.88	0.66	0.38
Hacimce Su Emme Oranı (H_w , %)	45	0.66	7.06	1.63	0.92

Yukarıdaki çizelgelerden de anlaşılacağı gibi, kuru birim hacim ağırlık değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, en yüksek değer ortalama 24.25 ile Ermenek (Karaman) numunelerine aittir. Gözeneklilik açısından değerlendirildiğinde ise; Dömealtı (Antalya) numuneleri ortalama 3.39 ile diğerlerinden oldukça yüksek bir değere sahiptir. Dömealtı (Antalya) ve Ermenek (Karaman) numuneleri birbirine çok yakın boşluk oranına sahipken, Bucak (Burdur) numuneleri çok daha düşük değerdedir. Her üç numune için doğgun birim hacim ağırlık değerleri çok yakındır. Ağırlıkça ve hacimce su emme oranları oldukça farklı olmakla birlikte, en yüksek değer Dömealtı (Antalya) numunelerinden elde edilmiştir (ortalama 1.39 ve 3.39). Bununla birlikte belirlenen temel deşirgelerin birbiriyle ilişkisini ortaya koymak amacıyla bazı korelasyonlar yapılmıştır. Bu korelasyonlar sonucunda elde edilen gözeneklilik (n) ile kuru birim hacim ağırlık (γ_k) ve doğgun birim hacim ağırlık (γ_d) arasındaki ilişki Ekinil 4.1'de verilmiştir. Bu deşirgelerin arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca gözeneklilik (n) ile kuru birim hacim ağırlık (γ_k) arasındaki korelasyon katsayısının, gözeneklilik (n) ile doğgun birim hacim ağırlık (γ_d) arasındaki korelasyon katsayısından daha büyük olduğu dikkat çekmektedir.



ekil 4.1. Gözeneklilik ve birim hacim a ırlıkları arasındaki ilişki.

4.2. Bozunmu Kayaç Örneklerinin Fiziksel ve Mühendislik Özellikleri

Kayaların gözeneklerinde atmosferik olayların (ya mur, rüzgâr vb.) etkisi ile biriken sülfat bileimli tuzların suyun etkisi ile çözünüp, daha sonra suyun ortamdan ayrılması ile kuruyarak yeniden kristallenmesi sonucunda oluşan kristallenme basınçları gözenek çeperlerinde etkili olmaktadır. Traverten, tufa gibi kayalarda kristallenme basınçları, ayrı mayı hızlandırmakta ve kayanın duraylılığını kaybetmesine neden olmaktadır (Cooke, 1994., Benavente et al. 2007, Ruiz-Agudo et al. 2007).

Tuz kristallenme deneyindeki amaç; MgSO₄, Na₂SO₄ ve NaCl tuzlarının kayaların ayrılması üzerindeki fiziksel ve mekaniksel değişimi belirlemektir. Tuz kristallenme deneyinde üç farklı tuz türü kullanılmış ve deneyler RILEM (1980) standartlarına göre yapılmıştır.

Tuz kristallenme deneyinde travertenin fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimleri belirlemek için % 14 tuz içeren $MgSO_4$, Na_2SO_4 ve $NaCl$ tuzları kullanılmıştır. Örnekler % 14 $MgSO_4$, Na_2SO_4 ve $NaCl$ çözeltisi içerisinde tam olarak batırılmış şekilde 4 saat bekletilmiştir. Çözeltiden çıkarılan örnekler bez ile kurulandıktan sonra $105^{\circ}C$ 'lik fırında 16 saat kurumaya bırakılmıştır. Fırından çıkarılan örnekler 4 saat soğumaya bırakılmıştır. 24 saatte yapılan bu işlem "bir döngüye" karşılık gelmektedir ve bu şekilde toplam 40 döngü uygulanmıştır.

Her bir tuz çözeltisinde 30 karot 40 gün (40 döngü) boyunca ayrı ayrı maruz bırakılmıştır. Her 10 döngüde karotların fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler hesaplanmıştır. Aşağıda laboratuvar sonuçlarından elde edilen değerlerde; "A" Dömealtı (Antalya), "B" Bucak (Burdur) ve "K" Ermenek (Karaman)'a ait örnekleri simgelemektedir.

4.2.1. $MgSO_4$ ile yapılan tuz kristallenme deneyi

% 14'lük $MgSO_4$ çözeltisi ile yapılan tuz kristallenme deneyinde kullanılan toplam 30 adet örneğin her 10. döngü sonucunda fiziksel özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen veriler EK 2a'da görülebilmektedir. Bu verilere göre elde edilen fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişim Çizelge 4.4'de gösterilmektedir. Bu değişimlerin grafik gösterimi de Ekil 4.2'de sunulmuştur.

Gerek çizelgeden gerek ekilden de anlaşıldığı gibi, kütle değişimi her üç numune tipi için geçerlidir. Dömealtı (Antalya) numunelerinde kütle artışı söz konusu iken, Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde kütle kaybı gözlemlenmiştir. Ancak hepsinde de bu değişim 10. döngü sonrasında aksi yönde gelişmiştir.

Görünür gözeneklilik açısından değerlendirildiğinde, Dömealtı (Antalya) numunelerinde 10. döngüde artışı, 20. döngüde sabitleme, 30. döngüde azalma ve 40. döngüde yine artışı görülmektedir. Bucak (Burdur) numunelerinde çok ciddi bir değişim olmaması, ancak 30 ve 40. döngü arasında artışı olmuştur. Ermenek (Karaman) numunelerinde de dalgalanma söz konusudur.

Kuru birim hacim ağırlık söz konusu olduğunda ise her üç numune grubunun benzer davranışları, hatta artışı, ancak 10. döngü sonrasında artış hızının azaldığı görülebilmektedir. 30. döngüden sonra ise eğilimler aşağıya yönelmiştir.

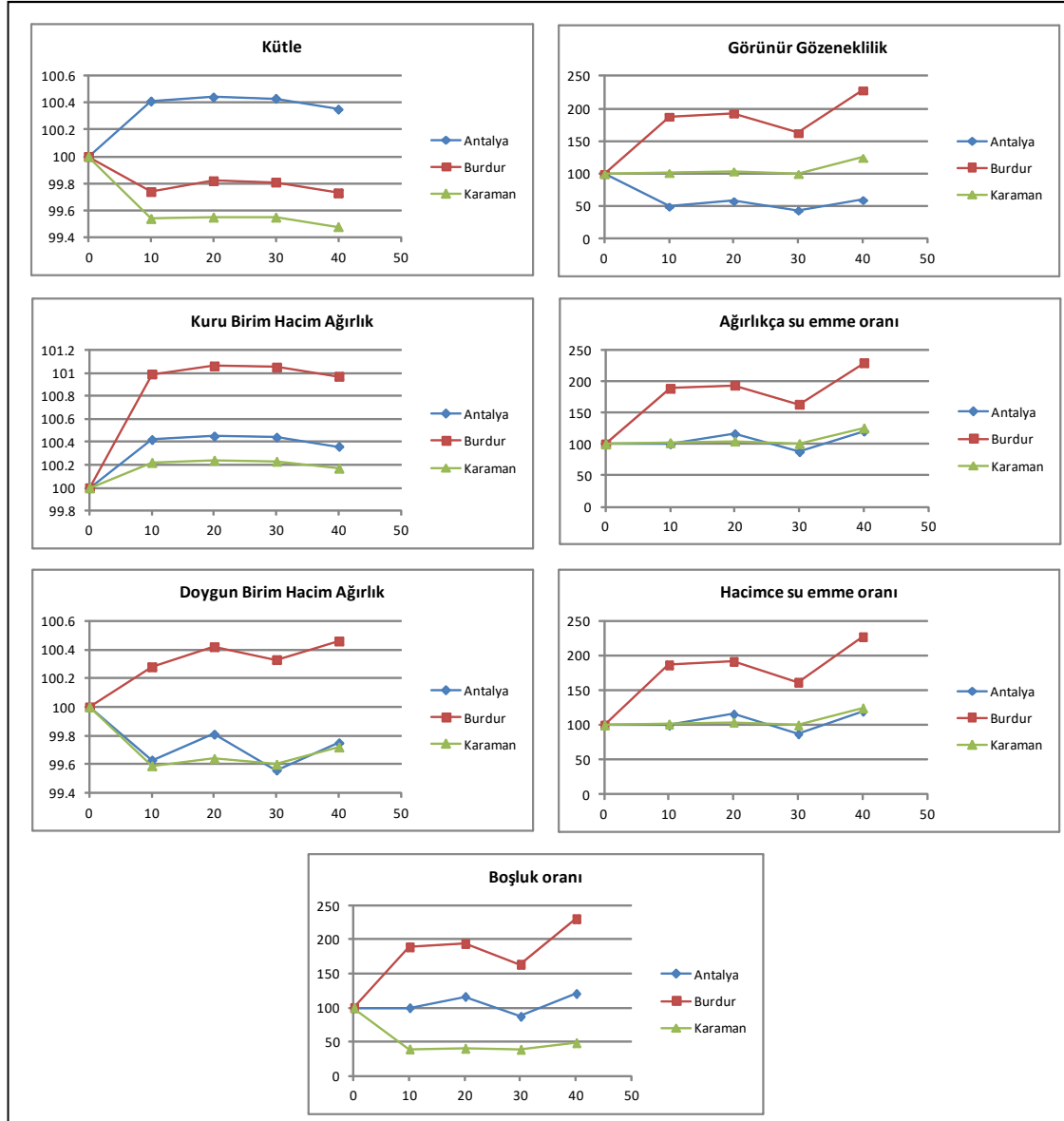
Ağırlıkça ve hacimce su emme eğilimleri birbirine çok yakındır. Dömealtı (Antalya) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde çok ciddi bir değişimin olmadığı; bununla birlikte Bucak (Burdur) numunelerinde bu oran ikiye katlanmıştır.

Doğru birim hacim ağırlık değerlerinin Bucak (Burdur) numunelerinde 20. döngüye kadar hızla yükseldiği, 20. ve 30. döngü arasında azalırken 30. ve 40. döngü arasında artışı görülmüştür. Dömealtı (Antalya) numunelerinde ise nöbetle en gerçeğe en azalma ve artışı söz konusudur. Ermenek (Karaman) numunelerinde ise en çarpıcı değişim 10. döngüye kadar olan azalmadır.

Bölüm oranı göz önüne alındığında, Dömealtı (Antalya) numunelerinde değişimin az olduğu; Ermenek (Karaman) numunelerinde azalma, Bucak (Burdur) numunelerinde artışı olduğu açıktır.

Çizelge 4.4. Tuz çözeltileri ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş verileri.

ANTALYA							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	100.41	100.42	99.63	49.85	100.15	99.75	99.81
20	100.44	100.45	99.81	58.29	116.28	115.84	116.37
30	100.43	100.44	99.56	43.93	87.69	87.35	87.22
40	100.35	100.36	99.75	60.00	120.50	119.95	120.69
BURDUR							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	99.74	100.99	100.28	188.11	188.64	186.60	189.07
20	99.82	101.06	100.42	193.03	193.67	191.66	194.04
30	99.81	101.05	100.33	162.88	163.32	161.75	163.57
40	99.73	100.97	100.46	228.51	229.39	227.16	230.44
KARAMAN							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	99.54	100.22	99.59	101.54	102.02	101.54	39.26
20	99.55	100.24	99.64	104.02	104.51	104.02	40.21
30	99.55	100.23	99.60	100.06	100.54	100.06	38.67
40	99.48	100.17	99.72	124.76	125.44	124.76	48.43



ekil 4.2. Tuz çözeltileri ($MgSO_4$) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş değerlerin grafikleri.

4.2.2. Na_2SO_4 ile yapılan tuz kristallenme deneyi

% 14'lük Na_2SO_4 çözeltisi ile yapılan tuz kristallenme deneyinde kullanılan toplam 30 adet örneğin her 10. döngü sonucunda fiziksel özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen veriler EK 2b'de görülebilmektedir. Bu verilere göre elde edilen fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişim Çizelge 4.5'de gösterilmektedir. Bu değişimlerin grafik gösterimi de ekil 4.3'de sunulmuştur.

Çizelge ve ekilden de anlaşıldığı gibi, kütle değişimi $MgSO_4$ çevrimlerinden elde edilen sonuçlara benzemektedir. Dömealtı (Antalya) numunelerinde kütle artışı, Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde kütle kaybı gözlenmiştir. Yine hepsinde de bu değişim 10. döngü sonrasında aksi yönde gelişmiştir.

Çizelge 4.5. Tuz çözeltileri (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş değerleri.

ANTALYA							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	100.48	100.47	100.02	64.39	64.07	64.39	63.64
20	100.54	100.54	100.06	61.81	61.48	61.81	61.09
30	100.45	100.45	99.91	57.42	57.17	57.42	56.65
40	100.39	100.39	100.03	70.54	70.28	70.54	70.04
BURDUR							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	99.69	100.71	99.95	149.97	150.42	149.97	150.94
20	99.76	100.78	100.00	148.25	148.61	148.25	149.08
30	99.69	100.72	99.87	132.57	132.99	132.57	133.10
40	99.56	100.58	99.95	181.36	182.19	181.36	183.10
KARAMAN							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	99.93	100.30	99.79	152.04	153.05	152.04	59.82
20	99.94	100.20	99.83	205.57	208.91	205.57	82.29
30	99.92	100.30	99.73	141.69	142.68	141.69	55.65
40	99.82	100.21	99.89	187.62	189.09	187.62	74.16

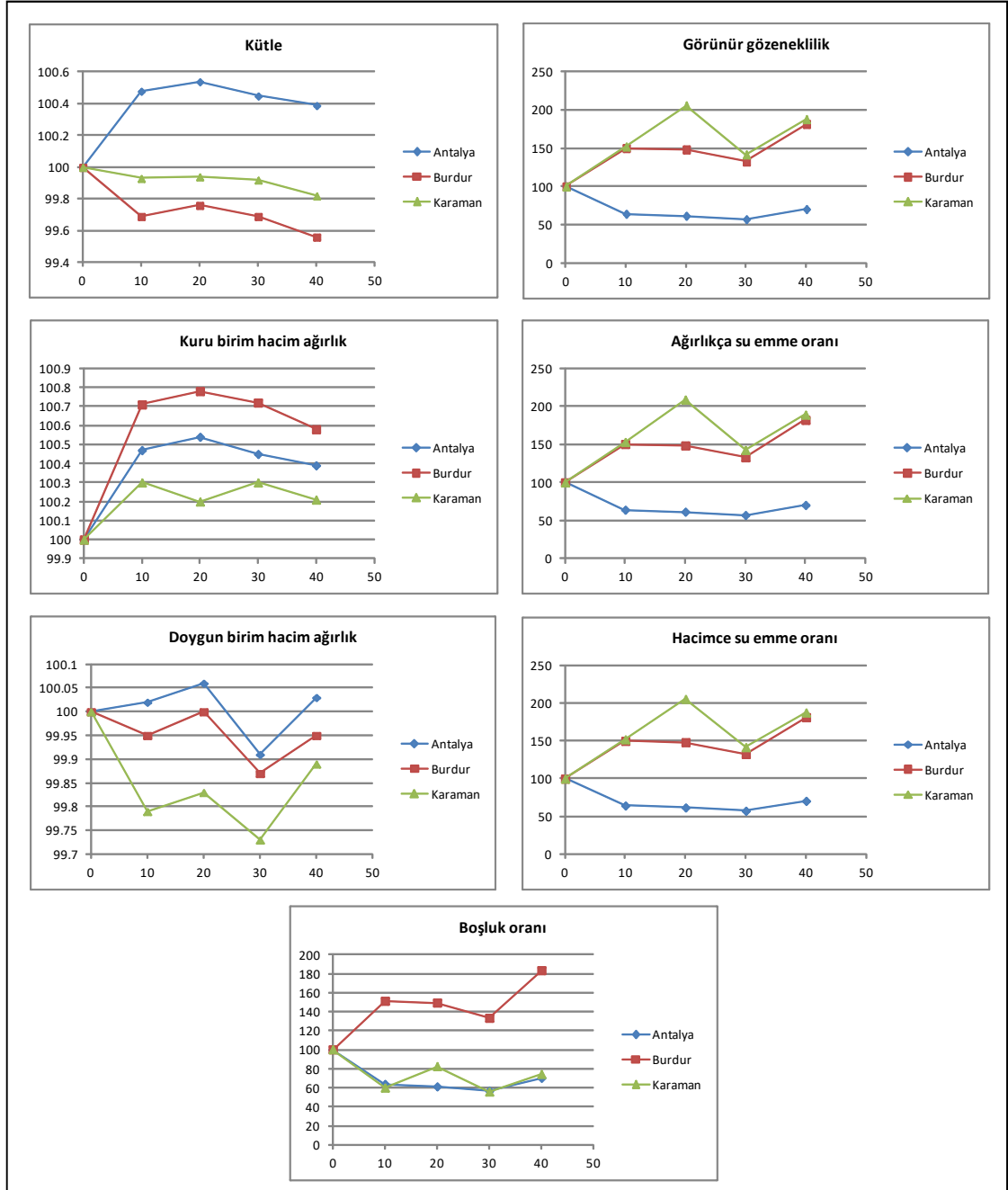
Görünür gözeneklilik ise Dö emealtı (Antalya) numunelerinde azalma e ilimi gösterirken; Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde artı ile birlikte dalgalanma söz konusudur.

Kuru birim hacim a ırlık de erlerinde ise her üç numune grubunun benzer davrandı 1, genel olarak arttı 1, ancak 20. döngü sonrasında azaldı 1 görülebilmektedir. Bununla birlikte Ermenek (Karaman) numunelerinde dalgalanma açıktır.

A ırlıkça ve hacimce su emme e rileri burada da birbirine çok yakındır. Dö emealtı (Antalya) numunelerinde genel olarak bir azalma söz konusudur. Ermenek (Karaman) ve Bucak (Burdur) numunelerinde ise artı la birlikte dalgalanma mevcuttur.

Doygun birim hacim a ırlık de erlerinde en çarpıcı azalma Ermenek (Karaman) numunelerinde gözlenmekle birlikte; Bucak (Burdur) numunelerinde de bir azalım söz konusudur. Dö emealtı (Antalya) numunelerinde ise hem artı hem azalma vardır. Ancak her üç e ride de dalgalanma dikkat çekicidir.

Bo luk oranı de erlerinde, Dö emealtı (Antalya) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde azalma, Bucak (Burdur) numunelerinde ise çok ciddi bir artı oldu u görülebilmektedir.



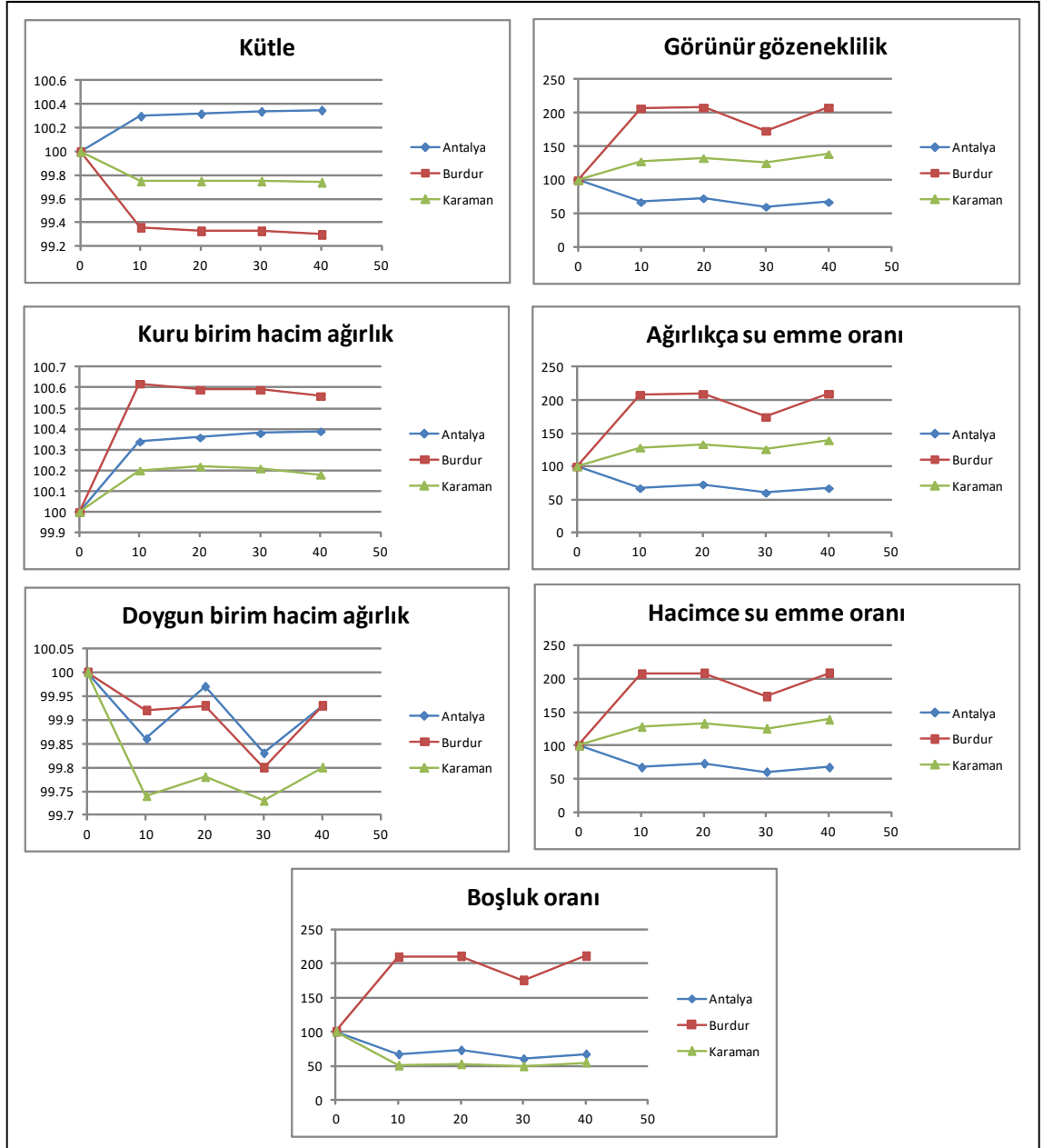
ekil 4.3. Tuz çözeltileri (Na_2SO_4) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş veri grafikleri.

4.2.3. NaCl ile yapılan tuz kristallenme deneyi

% 14'lük NaCl çözeltisi ile yapılan tuz kristallenme deneyinde kullanılan toplam 30 adet örneğin her 10. döngü sonucunda fiziksel özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen veriler EK 2c'de görülebilmektedir. Bu verilere göre elde edilen fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişim Çizelge 4.6'da gösterilmektedir. Bu değişimlerin grafik gösterimi de Ekil 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Tuz çözeltileri (NaCl) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş değerler.

ANTALYA							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	100.30	100.34	99.86	67.51	67.28	67.51	66.73
20	100.32	100.36	99.97	73.22	72.99	73.22	72.65
30	100.34	100.38	99.83	60.59	60.38	60.59	59.80
40	100.35	100.39	99.93	67.52	67.27	67.52	66.79
BURDUR							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	99.36	100.62	99.92	207.01	208.23	207.01	209.56
20	99.33	100.59	99.93	208.18	209.46	208.18	210.87
30	99.33	100.59	99.80	173.53	174.67	173.53	175.38
40	99.30	100.56	99.93	208.30	209.66	208.30	211.12
KARAMAN							
Çevrim sayısı	Kütle (M, %)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k , %)	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d , %)	Görünür Gözeneklilik (n, %)	Ağırlıkça su emme oranı (A_w , %)	Hacimce su emme oranı (H_w , %)	Boşluk oranı (e, %)
0	100	100	100	100	100	100	100
10	99.75	100.20	99.74	127.93	128.5	127.93	50.23
20	99.75	100.22	99.78	132.91	133.48	132.91	52.18
30	99.75	100.21	99.73	125.36	125.9	125.36	49.18
40	99.74	100.18	99.80	138.76	139.42	138.76	54.66



ekil 4.4. Tuz çözeltileri (NaCl) çevrimleri sonucunda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki normalize edilmiş verilerin grafikleri.

Kütle değişiminde Antalya numunelerinde kütle artışı gözlenirken, Burdur (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde kütle kaybı gözlenmiştir.

Görünür gözeneklilik değerlerinde Antalya numunelerinde azalma gözlenirken; Burdur (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde artış gözlenmektedir ve özellikle Burdur numunelerine ait verilerde dalgalanma mevcuttur.

Kuru birim hacim a ırlık de erlerinde ise her üç numune grubunun benzer davrandı 1, genel olarak arttı 1, ancak 10. döngü sonrasında azaldı 1 görülebilmektedir.

A ırlıkça ve hacimce su emme e rileri burada da birbirine çok yakındır. Dö emealtı (Antalya) numunelerinde genel olarak bir azalma söz konusudur. Ermenek (Karaman) ve Bucak (Burdur) numunelerinde ise artı la birlikte dalgalanma mevcuttur.

Doygun birim hacim a ırlık de erlerinin tümünde ciddi bir azalma görülmektedir. Yine en çarpıcı azalma Ermenek (Karaman) numunelerinde gözlenmektedir. Ancak her üç e ride de dalgalanma söz konusudur.

Bo luk oranı de erlerinde Na_2SO_4 oldu u gibi, Dö emealtı (Antalya) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde azalma, Bucak (Burdur) numunelerinde ise çok ciddi bir artı oldu u görülebilmektedir.

4.3. Sonik Hız Deneyi

Örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile de i imlerini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri de P dalga yayılım hızının ölçülmesidir. P dalga yayılım hız ölçümleri, örneklerin çözeltilere yatırılmasından önce ve 40. döngü sonrasında olmak üzere 2 defa yapılmı tır. Elde edilen tüm veriler EK 3’de sunulmu tur.

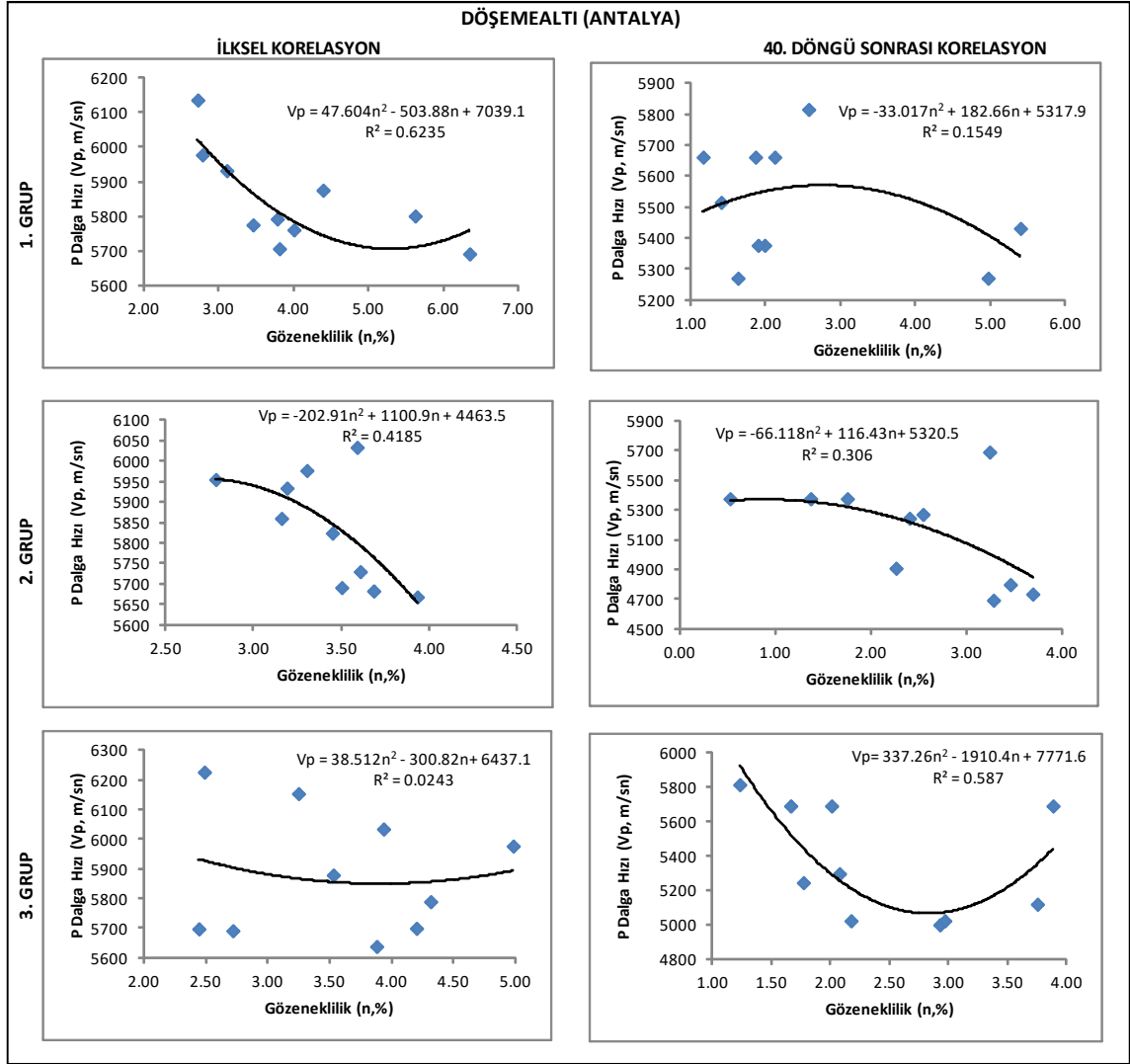
4.3.1. Dö emealtı (Antalya) traverteninde P dalga yayılımı

Çizelge 4.7’de Dö emealtı (Antalya) traverteninde ölçülen P dalga yayılım hızları, her iki ölçüm için istatistiki olarak verilmi tir. Ayrıca ekil 4.5’de örneklerin geçirimsizliği ile P dalga yayılım hız korelasyonları görülebilmektedir. Çizelgede görülebildi i gibi, tuz çözeltilerinde bekletilmeden önceki P dalga yayılım hız de erleri, 40. döngü sonrası elde edilen hız de erlerinden daha yüksektir.

Çizelge 4.7. Dö emealtı (Antalya) traverteninde ölçülen P dalga yayılım hızlarının (m/sn) istatistiki verileri.

ANTALYA	İksel	40. Döngü Sonrası	
En Düşük	5691	5271	1. GRUP
En Yüksek	6136	5815	
Ortalama	5845	5504	
Standart Sapma	138	188	
En Düşük	5668	4693	2. GRUP
En Yüksek	6034	5691	
Ortalama	5836	5147	
Standart Sapma	136	339	
En Düşük	5638	5000	3. GRUP
En Yüksek	6226	5815	
Ortalama	5879	5360	
Standart Sapma	210	328	

Farklı tuz çözeltilerine göre yapılan sınıflandırma ve korelasyonu gösteren ekil 4.5 incelendi inde, P dalga yayılım hızı ile gözeneklilik arasındaki ilişki daha net görülebilmektedir. Tüm ilişkiler, korelasyon katsayısı 1'e en yakın olan, polinom olarak belirlenmiştir. Ayrıca; ilksel korelasyon katsayılarınının, 40. döngü sonrası elde edilen korelasyon katsayılarından genellikle daha yüksek olduğu görülebilmektedir.



ekil 4.5. Döşemealtı (Antalya) traverteninin gözenekliliği ile P dalga yayılım hızı korelasyon grafikleri.

Örneklerin çözeltilere yatırılmasından öncesini ifade eden ilksel korelasyonda, 1. Grup numunelerinde gözeneklilik artarken P dalga hızı azalmakta; bu durum gözenekliliğin %5-%5.5 olduğu noktadan sonra değişmektedir. Benzer durum; 3. Grup 40. döngü sonrası için de görülmektedir ancak değişim noktası yaklaşık %3'tür. Ayrıca sadece 1. Grup numunelerinde polinomun yönü de değişmiştir; ilksel korelasyonda içbükey iken, 40. döngü sonrasında bu ilişki dışbükey bir hal almıştır. 2. Grup numunelerin ilişkileri incelendiğinde de değişimin sadece korelasyon katsayısında olduğu görülebilmektedir. 3. Grup numunelerde dikkat çeken konu; korelasyon katsayısının ilksel durumda çok daha küçük olmasıdır.

4.3.2. Bucak (Burdur) traverteninde P dalga yayılımı

Çizelge 4.8’de Bucak (Burdur) travertenlerinde ölçülen P dalga yayılım hızları, her iki ölçüm için istatistiki olarak verilmiştir. Ayrıca ekil 4.6’da örneklerin geçirimsizliği ile P dalga yayılım hız korelasyonları görülebilmektedir. Burada da, tuz çözeltilerinde bekletilmeden önceki ortalama P dalga yayılım hız değerlerinin, 40. döngü sonrası elde edilen ortalama hız değerlerinden daha yüksek olduğu söylenemeyecektir.

Çizelge 4.8. Burdur (Bucak) travertenlerinde ölçülen P dalga yayılım hızlarının (m/sn) istatistiki verileri.

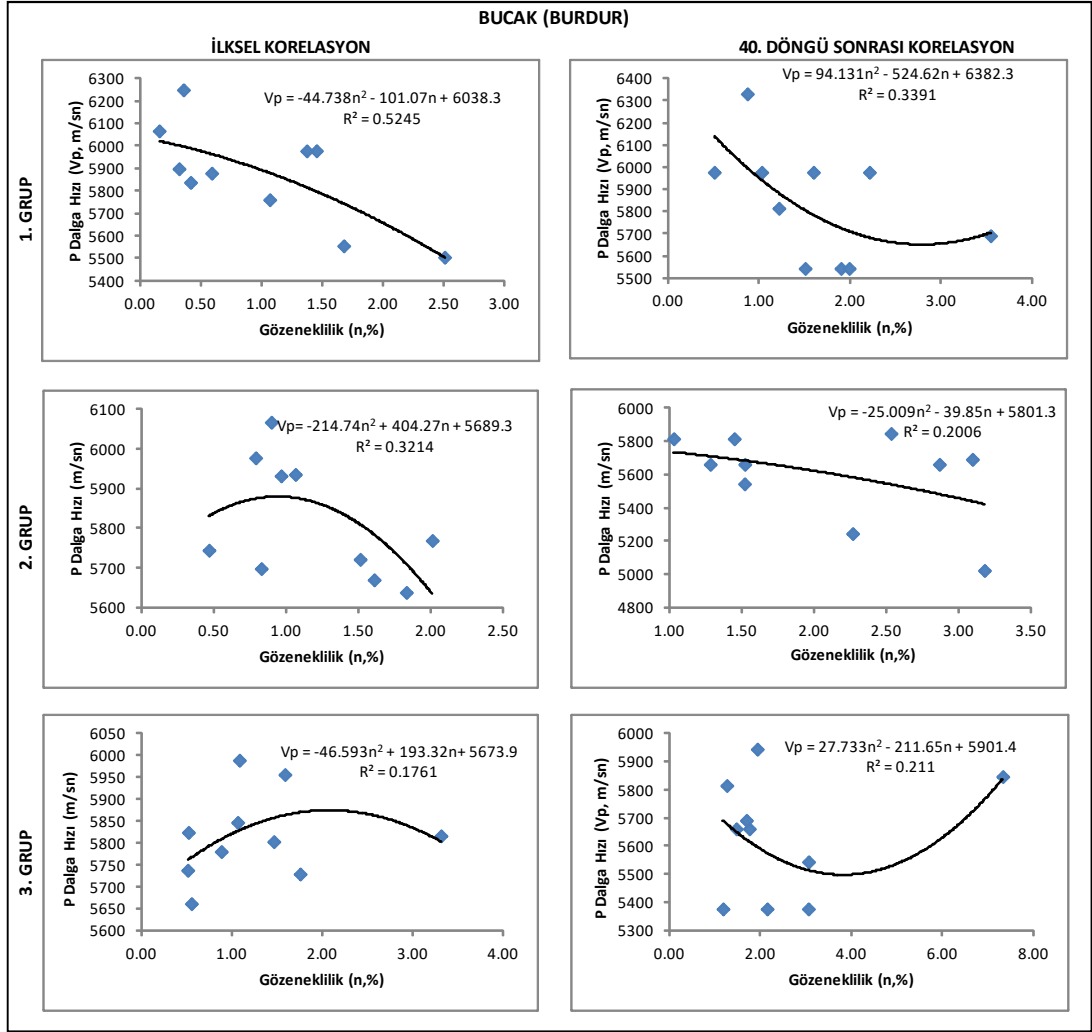
BURDUR	İksel	40. Döngü Sonrası	
En Düşük	5505	5544	1. GRUP
En Yüksek	6250	6331	
Ortalama	5871	5838	
Standart Sapma	224	259	
En Düşük	5638	5023	2. GRUP
En Yüksek	6067	5847	
Ortalama	5816	5597	
Standart Sapma	149	266	
En Düşük	5661	5377	3. GRUP
En Yüksek	5989	5944	
Ortalama	5814	5630	
Standart Sapma	100	207	

ekil 4.6. incelendiğinde ise tüm değerlerin yine aynı gerekçe ile, korelasyon katsayısı 1’e en yakın olan, polinom olduğu görülebilir. Burada da, 3. Grup numuneleri hariç, ilksel korelasyon katsayılarının, 40. döngü sonrası elde edilen korelasyon katsayılarından daha yüksektir.

İksel korelasyonda, 1. Grup numunelerinde gözeneklilik artarken P dalga hızı azalmaktadır. Ancak 40. döngü sonrası polinom yönünde değişim vardır; ilksel korelasyonda da büyük iken, 40. döngü sonrasında bu ilki içbükey olmuştur ve değişim noktası yaklaşık %2.5’tir. Benzer durum; 3. Grup numunede de görülmektedir; değişim noktaları ilkinde %2, diğerinde 4 dolayındadır. 2. Grup numunelerin dekilleri incelendiğinde de değişimin sadece korelasyon katsayısında olduğu görülebilmektedir. Burada da yine 3. Grup numunelerde korelasyon katsayısı ilksel durumda daha küçüktür.

4.3.3. Ermenek (Karaman) traverteninde P dalga yayılımı

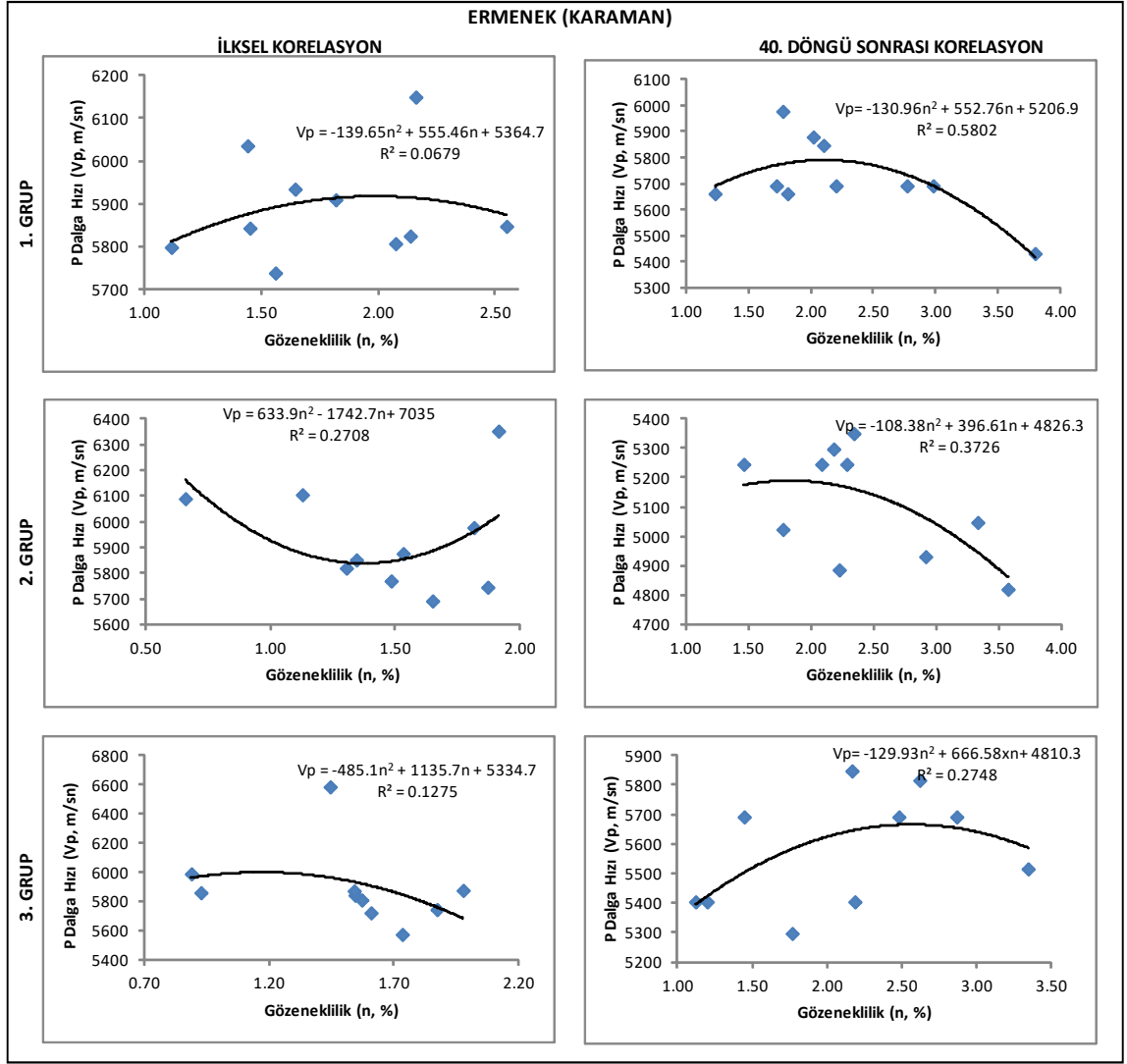
Çizelge 4.9’de Ermenek (Karaman) travertenlerinde ölçülen P dalga yayılım hızları, her iki ölçüm için istatistiki olarak verilmiştir. Ayrıca ekil 4.7’de örneklerin geçirimsizliği ile P dalga yayılım hız korelasyonları görülebilmektedir. Ermenek (Karaman) numunelerinin de tuz çözeltilerinde bekletilmeden önceki ortalama P dalga yayılım hız değerleri, 40. döngü sonrası elde edilen ortalama hız değerlerinden daha yüksektir.



ekil 4.6. Bucak (Burdur) traverteninin geçirimsizliği ile P dalgası yayılım hızı korelasyon grafikleri.

Çizelge 4.9. Ermenek (Karaman) travertenlerinde ölçülen P dalgası yayılım hızlarının (m/sn) istatistiksel verileri.

KARAMAN	İksel	40. Döngü Sonrası	
En Düşük	5738	5431	1. GRUP
En Yüksek	6149	5978	
Ortalama	5888	5722	
Standart Sapma	124	149	
En Düşük	5691	4820	2. GRUP
En Yüksek	6352	5350	
Ortalama	5927	5109	
Standart Sapma	204	190	
En Düşük	5574	5297	3. GRUP
En Yüksek	6585	5847	
Ortalama	5888	5576	
Standart Sapma	269	195	



ekil 4.7. Ermenek (Karaman) travertenin geçirimsizliği ile P dalgası yayılım hızı korelasyon grafikleri.

Benzer ekillerde tüm e ri ler polinom olarak seçilmiştir. Öncekilerden farklı olarak, ilksel korelasyon katsayılarının, 40. döngü sonrası elde edilen korelasyon katsayılarından daha küçük olduğu görülmektedir.

1. Grup ve 3. Grup numunelerinin her iki grafi inde belli bir de ere kadar, gözeneklilik de eri artarken (yaklaşık %2) P dalgası hızı de eri artmakta, sonrasında azalmaktadır. Her iki grafik de dışbükeydir. Benzer durum 3. Grup numuneleri için de söz konusudur. De i im noktaları ilkinde %1.2 dolaylarında iken, di erinde %2.3 dolaylarındadır. 2. Grup numunelerinde durum farklıdır. İksel halde içbükey olan e ri (de i im noktası yaklaşık %1.4), 40. döngü sonrasında dışbükey (de i im noktası yaklaşık %2) olmuştur.

4.4. Tek Eksenli Basınç Dayanım Testi

Her üç ocaktan alınan kayaç örneklerinin tek eksenli sıkı ma dayanımı belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için kontrol numuneleri kullanılmıştır. Kontrol numuneleri kayacın ilksel dayanımı hakkında bilgi verirken; çözeltilere yatırılan ve 40. döngü sonrasında deneye tabii tutulan numunelerden ise ayrı manın tek eksenli basınç dayanımına etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Numunelerin çapı 5.50 mm, kesit alanı 23.75 mm²'dir. Kontrol numunelerinde yükleme hızı 4 kN/dk, yükleme süresi ISRM (2007) tarafından önerilen en az 5 dakika olarak belirlenmiştir. Ancak 40. döngü sonrasında, ayrı madan dolayı bu süre 6 dakikaya çıkarılmış, yükleme hızı ise 2 kN/dk'ya düşürülmüştür. Deney sonuçlarının tümü EK 4'de verilmiştir.

4.4.1. Kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanım değerleri

Çizelge 4.10'da kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı verilmiştir. Ekil 4.8'de ise aynı numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri görülmektedir.

Çizelge 4.10. Kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı (MPa).

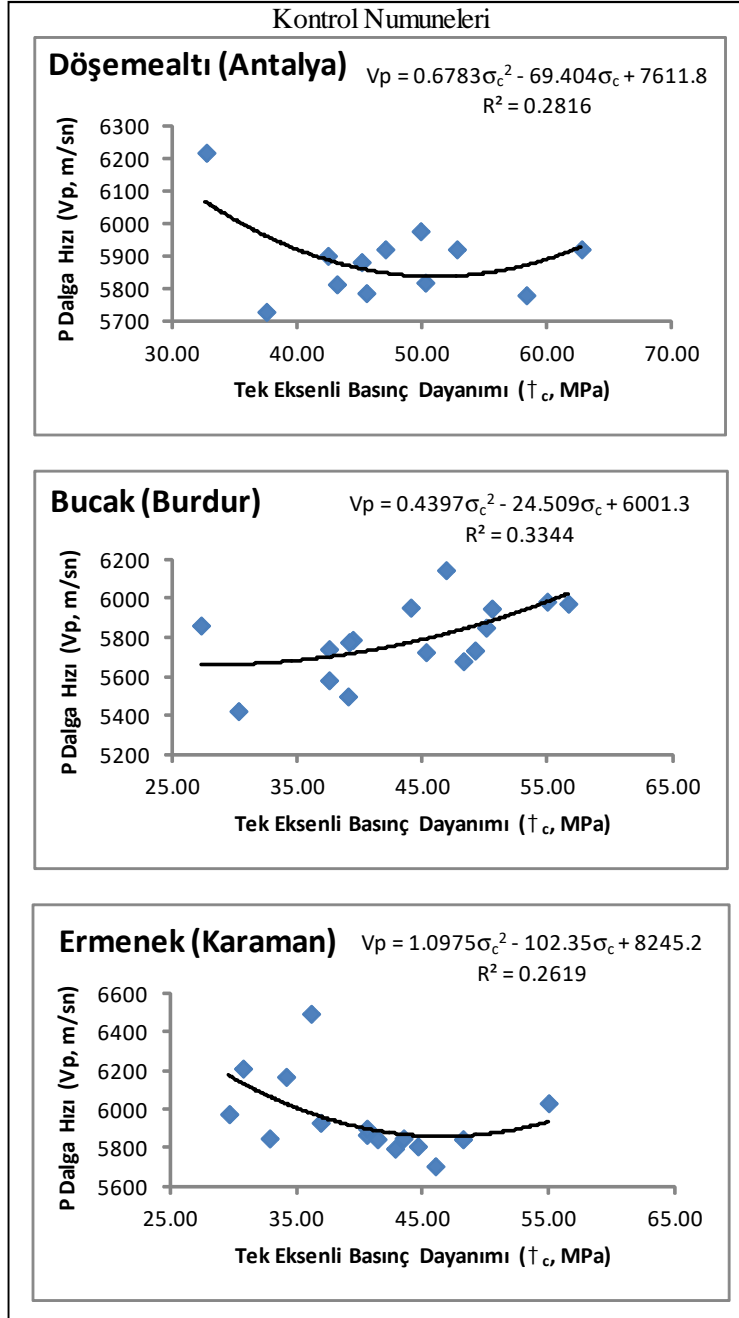
KONTROL NUMUNELER	Antalya	Burdur	Karaman
En düşük	32.72	27.29	29.65
En yüksek	62.75	56.64	54.96
Ortalama	47.29	43.50	40.19
Standart Sapma	8.32	8.29	6.93

Çizelgeden de görülebileceği gibi, ortalama tek eksenli basınç dayanım değerleri Dömealtı (Antalya) için 47.29, Bucak (Burdur) için 43.50 ve Ermenek (Karaman) için 40.19 MPa olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, ekil 23 incelendiğinde, P dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımının korelasyonunda Dömealtı (Antalya) ile Ermenek (Karaman) arasındaki benzerlik görülebilmektedir. Korelasyon katsayıları da çok yakındır. Bucak (Burdur) numunelerine ait değerlerin korelasyon katsayısı diğerlerinden daha yüksektir ve değerleri içbükeyden çok doğrusala yakındır.

4.4.2. 1.Grup (MgSO₄) numunelerin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerleri

Çizelge 4.11'de 1. Grup (MgSO₄) numunelerinin tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı verilmiştir. Ekil 4.9'da ise aynı numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri görülmektedir.

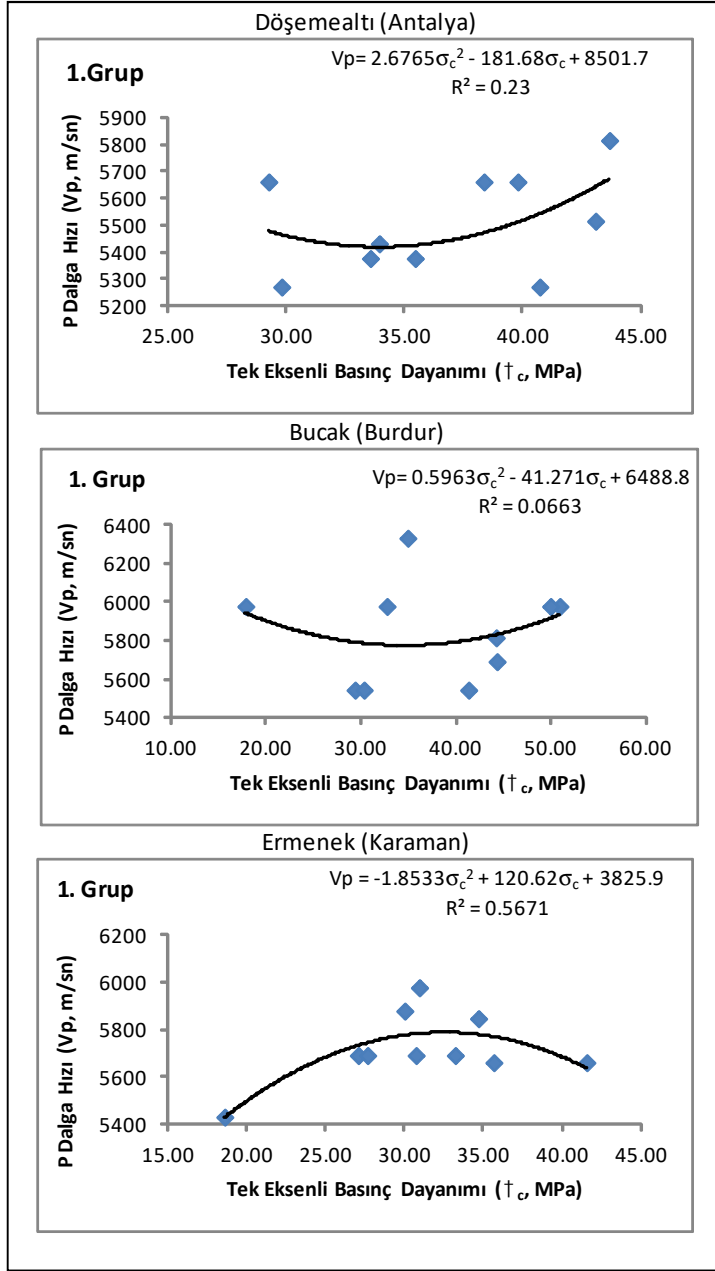
Ortalama tek eksenli basınç dayanım değerleri Dömealtı (Antalya) için 36.77, Bucak (Burdur) için 37.58 ve Ermenek (Karaman) için 31.02 MPa'dır. Ekil 24 incelendiğinde, P dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki korelasyonlardan en yüksek katsayının Ermenek (Karaman) numunelerine ait olduğu (0.5671) görülebilmektedir. Ayrıca burada değerleri dışbükeyken, diğer iki gruba değerleri içbükeydir.



ekil 4.8. Kontrol numunelerinin tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.

Çizelge 4.11. 1.Grup ($MgSO_4$) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı (MPa).

40.DÖNGÜ SONRASI	Antalya	Burdur	Karaman
En düşük	29.27	17.86	18.61
En yüksek	43.67	50.91	41.56
Ortalama	36.77	37.58	31.02
Standart Sapma	5.16	10.40	6.08



ekil 4.9. 1.Grup ($MgSO_4$) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.

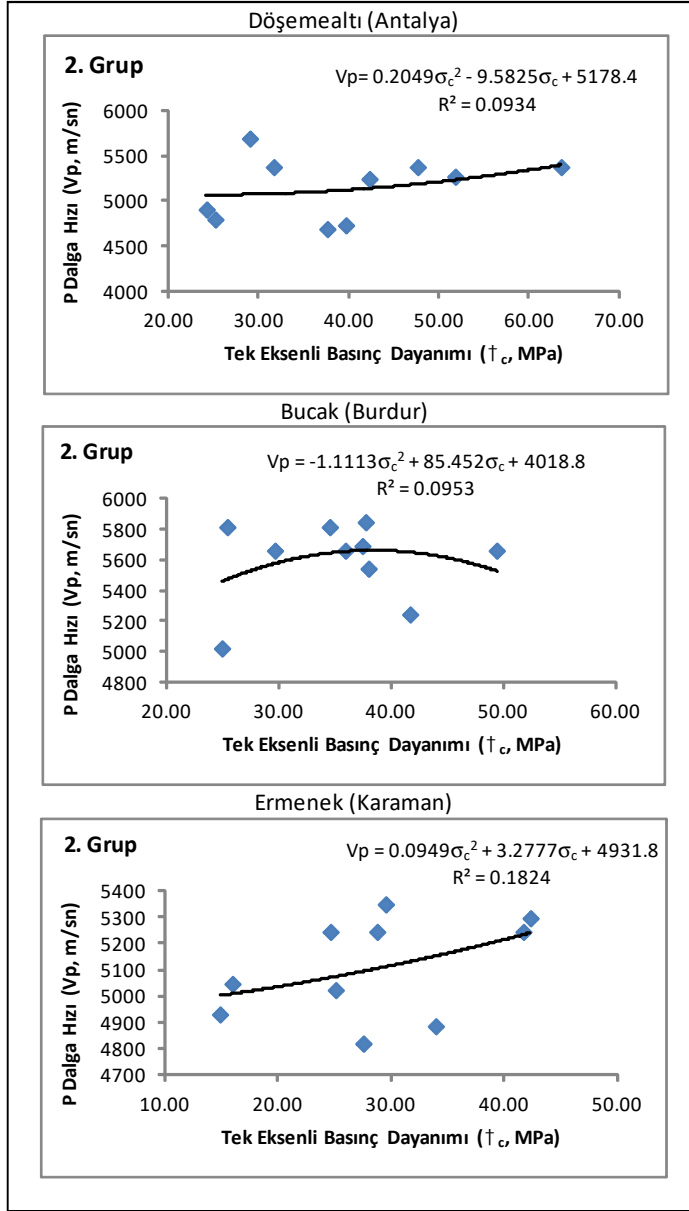
4.4.3. 2. Grup (Na_2SO_4) numunelerin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerleri

Çizelge 4.12’de 2.Grup (Na_2SO_4) numunelerinin tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı verilmiştir. ekil 4.10’da ise aynı numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri görülmektedir.

Bu grup numunelerde 39.30 MPa ortalama tek eksenli basınç dayanım değeri ile Dömealtı (Antalya) en yüksek, 35.47 MPa değeri ile Bucak (Burdur) orta ve 28.43 değeri ile Ermenek (Karaman) en düşük değerlere sahip olmuşturlardır. Şekil 4.10'daki P dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımının korelasyonunda yine Dömealtı (Antalya) ile Ermenek (Karaman) arasında benzerlik görülmektedir. Emler içbükeyden çok doğrusala yakındırlar. Tek eksenli basınç dayanımı ile birlikte P dalga hızı da artmaktadır. Bucak (Burdur) numunelerine ait grafikte ise değeri dübükeydir ve değeri im noktası 38 MPa dolaylarındadır.

Çizelge 4.12. 2.Grup (Na_2SO_4) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım değerlerinin istatistiksel dağılımı (MPa).

40. DÖNGÜ SONRASI	Antalya	Burdur	Karaman
En düşük	24.26	24.93	14.87
En yüksek	63.59	49.40	42.32
Ortalama	39.30	35.47	28.43
Standart Sapma	12.54	7.42	9.23



ekil 4.10. 2.Grup (Na_2SO_4) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.

4.4.4. 3. Grup (NaCl) numunelerin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım de erleri

Çizelge 4.13’de 3.Grup (NaCl) numunelerinin tek eksenli basınç dayanım de erlerinin istatistiksel da ılımı verilmi tir. ekil 4.11’de ise aynı numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri görülmektedir.

Dö emealtı (Antalya) 38.85, Bucak (Burdur) 35.87 ve Ermenek (Karaman) 28.58 MPa ortalama tek eksenli basınç dayanım de erine sahiptir. 2. Grup numunelerden elde edilen de erlere yakındır. ekil 26’deki P dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımının korelasyonunda birbirinden ba ımsız e riler elde edilmi tir.

Dömealtı (Antalya)'ya ait e ride neredeyse do rusal bir ili ki göze çarpmaktadır. Bucak (Burdur) numunelerine ait grafikte durum neredeyse tam tersidir ve tek eksenli basınç dayanımı arttıkça, P dalga hızı azalmaktadır. Ermenek (Karaman) numunelerine ait e ri içbükeydir ve de i im noktasından sonra (yakla ık 26 MPa) do rusal ili kiye geçmektedir.

Çizelge 4.13. 3.Grup (NaCl) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanım de erlerinin istatistiksel da ılımı (MPa).

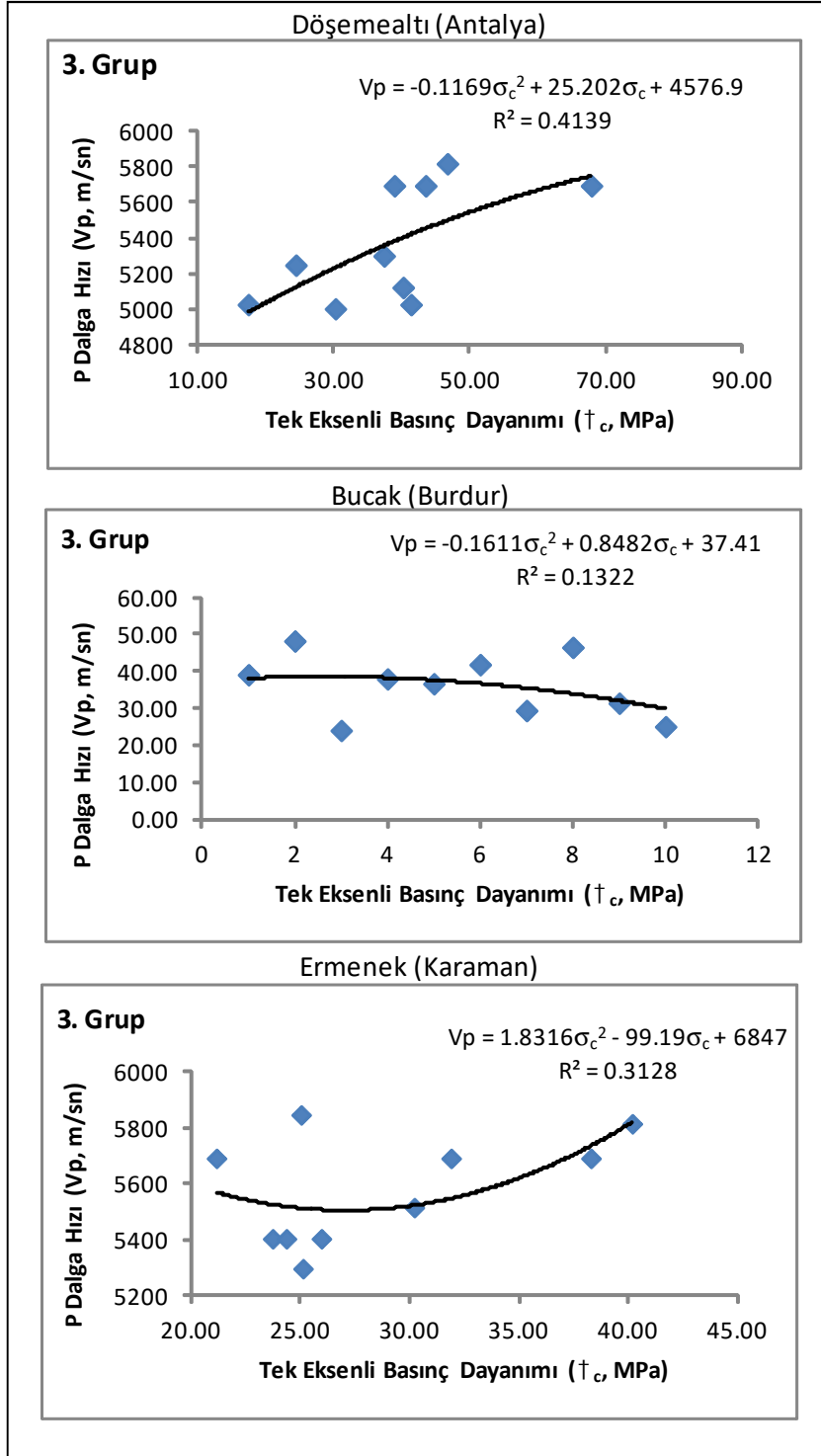
40. DÖNGÜ SONRASI	Antalya	Burdur	Karaman
En dü ük	17.48	23.88	21.14
En yüksek	67.93	48.09	40.17
Ortalama	38.85	35.87	28.58
Standart Sapma	13.65	8.41	6.42

4.5. Suda Da ılmaya Kar ı Duraylılık ndeksi Deneyi

ndeks türünde olan bu deney, kayaların sınıflaması ve birbirleriyle kar ıla tırılması için kullanılır. Kaya örne inin standart iki çevrim süresince kurumaya ve ıslanmaya bırakılması durumunda, parçalanmaya ve zayıflamaya kar ı gösterdi i duraylılı ın belirlenmesi amacıyla yapılan bu deney, hem kontrol numunelerine hem de 40. döngü sonrasında tüm grup numunelerine uygulanmı ; sonuçlar da kar ıla tırılmı tır. Elde edilen verilerin tümü EK 5'de sunulmu tur. Da ılma dayanım de erleri Çizelge 4.14'de verilmi tir. Kontrol numunelerine ait suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deney sonuçları Çizelge 4.15'de; 40. döngü sonrası, grupların suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deney sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmi tir.

Çizelge 4.14. Da ılma dayanım de erleri (Gamble, 1971).

ndeks De eri (I_{d1})	ndeks De eri (I_{d2})	Da ılma Dayanım Sınıflaması
< 60	0-30	Çok Dü ük
60-85	30-60	Dü ük
85-95	60-85	Orta Derecede
95-98	85-95	Orta – Yüksek
98-99	95-98	Yüksek
99	98	Çok Yüksek



ekil 4.11. 3.Grup (NaCl) numunelerinin 40. döngü sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga yayılım hızı arasındaki korelasyon grafikleri.

Çizelge 4.15. Kontrol numunelerine ait suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deney sonuçları

KONTROL					
NO	I _{d1}	I _{d2}	K2	99.61	99.30
A6	99.45	99.04	K7	99.61	99.34
A7	99.73	99.48	K12	92.20	91.99
A11	99.42	99.05	K13	99.69	99.28
A14	99.50	99.16	K14	99.63	99.41
A16	99.72	99.45	K15	99.64	99.41
A18	99.75	99.50	K20	99.53	99.22
A23	99.49	99.17	K21	99.60	99.33
A28	99.56	99.10	K22	99.62	99.32
A29	99.38	98.88	K24	99.49	99.28
A31	99.37	98.96	K25	99.30	98.96
A32	99.33	98.92	K27	99.54	99.21
A37	99.71	99.52	K30	99.52	99.12
			K31	99.52	99.12
			K32	99.28	98.91
B3	98.97	98.39	B17	99.43	98.97
B4	99.50	99.11	B23	99.66	99.37
B6	99.61	99.25	B27	99.57	99.31
B7	99.60	99.34	B32	99.73	99.52
B8	99.48	99.15	B34	99.12	98.60
B9	99.81	99.50	B40	99.55	99.26
B10	99.79	99.48	B41	99.44	98.98
B13	99.59	99.39	B44	99.61	99.33

Çizelge 4.16. 40. döngü sonrası, grupların suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deney sonuçları

GRUP 1			GRUP 2			GRUP 3		
NO	I _{d1}	I _{d2}	NO	I _{d1}	I _{d2}	NO	I _{d1}	I _{d2}
A1	99.65	99.41	A15	99.35	98.93	A30	99.50	99.23
A2	99.61	99.31	A17	99.44	99.24	A33	99.53	99.30
A3	99.50	99.22	A19	99.44	99.08	A34	99.55	99.33
A4	99.58	99.22	A20	99.04	98.73	A35	99.55	99.31
A5	99.42	98.96	A21	99.26	98.88	A36	99.58	99.27
A8	99.64	99.30	A22	99.55	99.28	A38	99.64	99.39
A9	99.65	99.44	A24	99.14	98.83	A39	99.60	99.41
A10	99.46	99.05	A25	99.68	99.45	A40	99.61	99.39
A12	99.50	99.00	A26	99.50	99.21	A41	99.60	99.41
A13	99.46	99.12	A27	99.41	99.18	A42	99.63	99.43
B1	99.47	99.07	B20	99.31	98.88	B33	99.46	99.15
B2	99.54	99.32	B21	99.39	98.92	B35	99.34	98.98
B5	99.13	98.81	B22	99.06	98.84	B36	99.33	98.98
B11	99.36	98.94	B24	99.42	98.95	B37	99.66	99.42
B12	99.43	99.11	B25	99.69	99.48	B38	99.54	99.27
B14	93.16	93.12	B26	99.30	98.99	B39	99.44	99.17
B15	99.44	99.08	B28	99.37	98.98	B42	99.64	99.38
B16	99.32	99.09	B29	99.60	99.53	B43	99.50	99.16
B18	99.33	98.81	B30	99.34	98.89	B45	99.54	99.23
B19	99.41	99.12	B31	99.12	98.83	B46	98.96	98.56
K1	99.52	99.04	K17	99.66	99.34	K36	99.61	99.33
K3	99.41	99.10	K18	99.52	99.06	K37	99.61	99.33
K4	99.47	99.20	K19	99.48	99.13	K38	99.37	98.89
K5	99.33	98.93	K23	99.45	99.22	K39	99.51	99.18
K6	99.45	99.10	K26	99.36	99.06	K40	99.48	99.14
K8	99.58	99.13	K28	99.34	99.06	K41	99.37	98.98
K9	99.66	99.27	K29	99.50	99.15	K42	99.58	99.35
K10	99.38	98.89	K33	99.19	98.80	K43	99.66	99.39
K11	99.33	98.86	K34	99.28	99.08	K44	99.57	99.24
K16	99.52	99.07	K35	99.32	98.84	K45	99.59	99.31

5. TARTI MA

Antalya ve çevresindeki karbonatlı kayaçların ayrı ma tipleri ve derecelerini belirleyerek sınıflandırmak; ayrı ma veya ayrı manın kayaçların mühendislik davranı ma etkilerini ara tırmak, farklı mühendislik yapıları için yapı malzemesi olarak kullanılma olanaklarını irdelemek, gerek ayrı manın kentle me alanı seçimine etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalı mada elde edilen bulguları a a ıdaki gibi özetlemek mümkündür.

İlk olarak taze kayaç örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Kuru birim a ırlık de erleri birbirine yakın olmakla birlikte, en yüksek de er ortalama 24.25 ile Ermenek (Karaman) numunelerine aittir. Gözeneklilik açısından de erlendirildi inde ise; Dö emealtı (Antalya) numuneleri ortalama 3.39 ile di erlerinden oldukça yüksek bir de ere sahiptir. Dö emealtı (Antalya) ve Ermenek (Karaman) numuneleri birbirine çok yakın bo luk oranına sahipken, Bucak (Burdur) numuneleri çok daha dü ük de erdedir. Her üç numune için doygun birim hacim a ırlık de erleri çok yakındır. A ırlıkça ve hacime su emme oranları oldukça farklı olmakla birlikte, en yüksek de er Dö emealtı (Antalya) numunelerinden elde edilmiştir (ortalama 1.39 ve 3.39). Ayrıca gözeneklilik (n) ile hem kuru birim hacim a ırlık (ρ_k) hem de doygun birim hacim a ırlık (ρ_d) arasında yapılan korelasyon sonucunda do rusal bir ili ki oldu u görülmü tür. Di er bir ifadeyle; gözeneklilik oranı arttıkça birim hacim a ırlık de erleri azalmaktadır.

% 14'lük $MgSO_4$, Na_2SO_4 ve $NaCl$ tuz çözeltilerinden sonra benzer özellikler irdelenmiştir. Kütle de i imi her üç numune tipi için geçerlidir. Dö emealtı (Antalya) numunelerinde kütle artı ı söz konusu iken, Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde kütle kaybı gözlenmiştir. Görünür gözeneklilik ise Dö emealtı (Antalya) numunelerinde azalma e ilimi gösterirken; Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) numunelerinde artı ile birlikte dalgalanma söz konusudur. Kütle artı ının ve görünür gözeneklili in bu de i iminin nedeninin kayaç yüzeyinde olu an tuz kristallenmesi oldu u dü ünülmektedir. A ırlıkça ve hacimce su emme e rileri burada da birbirine çok yakındır. Dö emealtı (Antalya) numunelerinde genel olarak bir azalma söz konusudur. Ermenek (Karaman) ve Bucak (Burdur) numunelerinde ise artı la birlikte dalgalanma mevcuttur. Dö emealtı (Antalya) traverteninin, Ermenek (Karaman) ve Bucak (Burdur) travertenlerinden farklı bir tepki verdi i, ayrı manın yanısıra tuz kristallenmesi gerçekleşti i, bunun da nedeninin kimyasal bile ime ba lı oldu u öngörülmü tür.

Örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile de i imlerini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri de P dalga yayılım hızının ölçülmesidir. P dalga yayılım hız ölçümleri, örneklerin çözeltilere yatırılmasından önce ve 40. döngü sonrasında olmak üzere 2 defa yapılmıştır. Tuz çözeltilerinde bekletilmeden önceki P dalga yayılım hız de erleri, 40. döngü sonrası elde edilen hız de erlerinden daha yüksek çıkmıştır.

Kayacın davranı mını etkileyen önemli parametrelerden biri olan tek eksenli basınç dayanım de erleri belirlenmiştir. Dö emealtı (Antalya) için ortalama 47.29, Bucak (Burdur) için ortalama 43.50 ve Ermenek (Karaman) için ortalama 40.19 MPa olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; ISRM (1979)'a göre her üç grup numunenin de "orta-dü ük dayanımlı" oldu u görülmü tür (Ulusay,2001).

Tuz çözeltilerininin 40. döngüsünden sonra yapılan deneyde bu de erler her üç grup için 40 MPa'ın altına dü mü tür. Tek eksenli basınç dayanımının dü mesine ra men, ISRM (1979)'un aynı sınıfına dahildirler. Ayrıca ortalama tek eksenli basınç

dayanımı %15.6 oranında azalmı tır. Bu arada en fazla dayanım kaybı; %16.8'lik oran ile NaCl tuzuna batırılan numunelerde gözlenmi tir. En az dayanım kaybı ise %14.4'lük oran ile Na₂SO₄ tuzuna batırılan numunelerde olmu tur. MgSO₄ tuzundaki dayanım kaybı ise %15.5'tir. Çizelge 5.1, Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'de bu durum görülebilmektedir.

Suda da ılmaya kar ı duraylılık indeksi deneyi sonuçlarına göre ise her üç grubun numunelerinde da ılma dayanım de erlerinde ciddi bir fark görülmemi tir. Gerek kontrol numunelerinin, gerek 40. döngü sonrasında kullanılan numunelerin da ılma dayanım de erleri en az 98.39 olmu tur ve buna göre, da ılma dayanım sınıflaması "yüksek – çok yüksek" olarak belirlenmi tir.

Çizelge 5.1. Dö emealtı (Antalya) Tek eksenli basınç dayanım deney sonuçlarının kar ıla tırılması

DÖ EMEALTI (ANTALYA)						
Kontrol	MgSO ₄	% fark	Na ₂ SO ₄	% fark	NaCl	% fark
62.75	38.36	38.86	31.71	49.46	67.93	-8.26
47.04	43.67	7.16	42.32	10.03	46.74	0.63
58.32	43.08	26.14	29.06	50.18	38.95	33.21
52.77	35.46	32.80	25.23	52.19	43.54	17.48
37.52	29.82	20.54	37.65	-0.34	37.44	0.22
43.16	33.56	22.24	24.26	43.80	41.40	4.10
32.72	29.27	10.55	63.59	-94.34	30.28	7.46
45.14	33.94	24.81	47.68	-5.61	40.24	10.87
50.24	39.80	20.79	39.71	20.96	17.48	65.21
42.45	40.72	4.07	51.84	-22.12	24.47	42.36
Ortalama						
47.21	36.77	20.80	39.30	10.42	38.85	17.33

Çizelge 5.2. Bucak (Burdur) Tek eksenli basınç dayanım deney sonuçlarının kar ıla tırılması

BUCAK (BURDUR)						
Kontrol	MgSO ₄	% fark	Na ₂ SO ₄	% fark	NaCl	% fark
30.28	41.31	-36.44	37.44	-23.64	38.95	-28.65
39.42	32.72	16.99	34.53	12.39	48.09	-22.01
37.52	44.30	-18.07	37.73	-0.56	23.88	36.36
56.64	29.35	48.18	24.93	55.99	37.82	33.23
45.27	44.22	2.33	25.40	43.89	36.52	19.33
39.04	30.30	22.37	37.98	2.70	41.69	-6.80
27.29	17.86	34.57	35.92	-31.64	29.27	-7.25
46.87	50.91	-8.63	29.65	36.75	46.37	1.08
48.26	34.91	27.66	41.69	13.61	31.25	35.25
49.19	49.94	-1.54	49.40	-0.43	24.90	49.38
Ortalama						
41.98	37.58	8.74	35.47	10.91	35.87	10.99

Çizelge 5.3. Ermenek (Karaman) Tek eksenli basınç dayanım deney sonuçlarının kar ıla tırılması

ERMENEK (KARAMAN)						
Kontrol	MgSO ₄	% fark	Na ₂ SO ₄	% fark	NaCl	% fark
29.65	27.08	8.66	41.69	-40.63	38.28	-29.12
34.15	18.61	45.50	29.52	13.56	23.71	30.58
36.13	27.67	23.43	33.94	6.06	24.34	32.63
43.46	33.23	23.55	15.96	63.28	31.88	26.65
40.55	30.95	23.68	14.87	63.34	25.01	38.32
36.89	30.74	16.67	24.64	33.22	40.17	-8.90
40.55	41.56	-2.49	42.32	-4.36	21.14	47.87
44.60	30.03	32.67	25.10	43.72	25.94	41.83
41.40	35.67	13.83	28.76	30.52	25.10	39.37
30.74	34.70	-12.88	27.54	10.41	30.19	1.78
Ortalama						
37.81	31.02	17.26	28.43	21.91	28.58	22.10

6. SONUÇ

Ülkenin önemli turizm merkezlerinden olan Antalya, nüfus artışı nedeniyle hızlı bir yapılaşmaya maruz kalmaktadır. şehrin büyük bir bölümünün üzerine kurulduğunu; litolojik ve mühendislik özellikleri ile diğer karbonatlı kayalardan ayrılan travertenin (tufa) gerek temel gerekse yapı malzemesi olarak kullanımını gittikçe yaygınlaştırmaktadır. Ancak ayrı manın traverten gibi karbonatlı kayaların yapı malzemesi (kaplama, dolgu yada riprap gibi) olarak kullanılmasına ya da temel olma özelliğine etkisi de unutulmamalıdır. Bu çalışmada; Antalya ve çevresindeki travertenlerin ayrıma (bozunma) tipleri ve derecelerini belirleyerek sınıflandırmak; ayrıma veya bozunmanın kayaların mühendislik davranışına etkilerini araştırmak, farklı mühendislik yapıları için yapı malzemesi olarak kullanılma olanaklarını irdelemek, gerek ayrı manın kentleşme alanı seçimine etkisini gerek kentleşmenin ayrımaya katkısını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Bunun için Dömealtı (Antalya), Ermenek (Karaman) ve Bucak (Burdur) bölgelerinden alınan numuneler kullanılmıştır. Önce taze kayaların, sonrasında ise tuz çözeltilerinde bekletilen kayaların indeks özellikleri ayrı ayrı belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Kayaların ayrıtılması için üç farklı tuz kullanılmıştır; sodyum klorür (NaCl), magnezyum sülfat ($MgSO_4$) ve sodyum sülfat (Na_2SO_4).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

- Taze kayaç örneklerinin hem kuru hem doygun birim hacim ağırlıklarının gözeneklilik ile ters orantılı olduğu ortaya konmuştur. Bununla birlikte Dömealtı (Antalya) travertenlerinin Bucak (Burdur) ve Ermenek (Karaman) travertenlerinden çok daha gözenekli olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Dömealtı (Antalya) travertenlerinin oluşum koşullarının ve ortamının diğerlerinden farklı olduğunu göstermektedir.
- Tuz çözeltilerinde yapılan deneylerden sonra, her üç tuzda da sadece Dömealtı (Antalya) travertenlerinin kütlelerinde artış olurken, diğer travertenlerin kütlelerinde azalma olmuştur. Böylece gözeneklerde oluşan tuz çökelmelerinin ayrımadı daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.
- Diğer taraftan, görünür gözeneklilik en çok Ermenek (Karaman) traverteninde azalmıştır. Bu da çözünen malzemenin gözenekleri doldurduğunu göstermektedir.
- Kuru birim hacim ağırlık özellikleri açısından her üç traverten her üç tuz çözeltisinde de benzer sonuçlar vermiştir.
- Gerek hacimce gerekse ağırlıkça su emme oranı Dömealtı (Antalya) travertenlerinde her üç tuz çözeltisinde azalırken, diğer travertenlerde özellikle Bucak (Burdur) numunelerinde, artmıştır. Bu da çökelmenin Dömealtı (Antalya) travertenlerinde en fazla, Bucak (Burdur) travertenlerinde ise en az olduğunu göstermektedir.

- Doygun birim hacim a ırlık $MgSO_4$ tuzunda ki Bucak (Burdur) numuneleri dı ndaki tüm numunelerde dü ü e ilimi göstermi tir. Bu sonucun su emme oranı ile ilgili oldu u dü ünülmektedir.
- Bo luk oranı açısından her üç traverten her üç tuz çözeltisinde de benzer sonuçlar vermi tir; Bucak (Burdur) numunelerinde artımı , di erlerinde azalmı tır.
- Tuz çözeltilerinde bekletilmeden önceki P dalga yayılım hız de erleri, 40. döngü sonrası elde edilen hız de erlerinden daha yüksek çıkmı tır. Buna göre; tuz çözeltileri genellikle numunelerin gözeneklili ini arttırmakta, dolayısıyla ayrı maya neden olmaktadır. Bununla birlikte; numunelerde belli bir süre sonra ayrı manın tuz çökeliminden daha az etkili oldu u da görülmü tür.
- Kayacın davranı mını etkileyen önemli parametrelerden biri olan tek eksenli basınç dayanım de erleri belirlenmi tir. Dö emealtı (Antalya) için ortalama 47.29, Bucak (Burdur) için ortalama 43.50 ve Ermenek (Karaman) için ortalama 40.19 MPa olarak belirlenmi tir. Bu sonuçlara göre; ISRM (1979)'a göre her üç grup numunenin de “orta-dü ük dayanımlı” oldu u görülmü tür (Ulusay,2001). Tuz çözeltilerinin 40. döngüsünden sonra yapılan deneyde bu de erler her üç grup için 40 MPa'nın altına dü mü tür. Buna göre, ortalama tek eksenli basınç dayanımı %15.6 oranında azalmı tır. Bu arada en fazla dayanım kaybı; %16.8'lik oran ile NaCl tuzuna batırılan numunelerde gözlenmi tir. En az dayanım kaybı ise %14.4'lük oran ile Na_2SO_4 tuzuna batırılan numunelerde olmu tur. $MgSO_4$ tuzundaki dayanım kaybı ise %15.5'tir.
- Suda da ılmaya kar ı duraylılık indeks deneyi sonuçlarında taze ve tuz çözeltisine batırılmı numuneler arasında önemli bir fark gözlenmemi tir.

Özetle; benzer litolojik özelliklere sahip olmasına ra men, farklı bölgelerdeki travertenler; bulundu u bölgeye, çökeli mi sırasındaki suyun sıcaklık ya da pH gibi kimyasal özelliklerine ba lı olarak, farklı mühendislik özellikleri sergilemektedir. Gerek temel gerek yapı malzemesi olma durumunda, hem atmosferik ko ulların hem de deniz gibi tuzlu ortamın, kimi zaman çökelle me kimi zaman çözünme nedeniyle ayrı maya yol açtı ı; ayrı manın travertenlerin dayanım ve ekonomik ömründe önemli rol alan mühendislik özelliklerine olumsuz etkileri oldu u sonucuna varılmı tır. Hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın; ayrı ma potansiyelinin ara tırılması ve planlamanın bu potansiyelin göz önünde tutularak yapılması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- AKBULUT, A. 1980. E irdir Gölü güneyinde, Çandır (Sütçüler, Isparta) yöresindeki Batı Torosların Jeolojisi. *T.J.K. Bülteni* 23/1.
- AKÇAL, N., ACAR, M.H. 2013. Determination of The Physical and Mechanical Properties of Travertines in Antalya Province. *Geoconference On Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining*, 2:55-102.
- AKIN, M. 2008. Eskipazar (Karabük) Travertenlerinin Bozunmasının Ara tırılması. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 292 s.
- ALTINLI, E. 1944. Antalya bölgesinin stratigrafik etüdü. *Ü Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri: B, 9(3), 227-238.
- ANON, 1995. The description and classification of weathered rocks for engineering purposes, Working Party Report. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, No. 28, pp. 207-242.
- ANON, 1977. The description of rock masses for engineering purposes, Working Party Report. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, No. 10, pp. 355-388.
- ANON M-1
http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/konya/index.php?id=burdur_bolgesel_jeoloji
- ANON M-2
http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/konya/index.php?id=karaman_bolgesel_jeoloji
- ANON M -3
<http://www.kirman.info/wp-content/uploads/2010/12/GunlenmeTasinma.pdf>
- ANTALYA L ÇEVRE DURUM RAPORU, 2011. Antalya Valili i Çevre ve ehircilik l Müdürlü ü.
- ARIKAN, F. 2002. Asidik volkanik kayalar için mühendislik amaçlı bozunma sınıflaması. Doktora tezi (basılmamıs), Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 244 s.
- ASTM, 1994. Annual Book of ASTM Standards – Construction: Soil and Rock, ASTM Publication, V.04.08, 978 p.
- ATABEY, E. 2004. Tufa ve Travertenlerin Genel Özellikleri, Sınıflaması, Depolanma Ortamları ve Antalya Tufa Çökelleri. Antalya' nın Jeolojisi ve Do al Afet Konferansları, 2-3 Aralık 2004, Antalya.
- AVIGAD, D., SANDLER, A., KOLODNER, K., STERN, R.J., McWILLAMS, M., MILLER, N. and BEYTH, M. 2005. Mass-production of Cambro–Ordovician quartz-rich sandstone as a consequence of chemical weathering of Pan-African

- terraces: Environmental implications, *Earth and Planetary Science Letters*, 240, 818–826.
- AYDAR, C., DUMONT, J. F. 1979. Antalya Travertenlerinde Görülen Dizilimlerden Elde Edilen Landsat Görüntüleri Üzerinde Yapılan Gözlemler: Neotektonik ve Hidrojeoloji arasında olabilecek Ba ıntıların Tartı ması. *MTA Dergisi*, 92, 131-135, Ankara.
- BA AL, A., EKMEKÇ , M. 2000. Antalya Traverten Platosu Toprak Zonunun Akifere Koruyucu Örtü Olarak Do al Arındırma Özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Ara tırma Merkezi Bülteni*, 22, 95-10.
- BEAVIS, F.C. 1985. *Engineering Geology*. Blackwell Publications.
- BELL, F.G. 1983. *Engineering Properties of Soils and Rocks*, 2nd Edition Butterworths.
- B LG N, A., ARSLAN, S., ENAY, Y., POLAT, S. 2012. Hasankeyf ve Yöresindeki Kayaçlardaki Ayrı ma ve Bu Ayrı manın Yerle im Alanına Olan Etkisi. Batman Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Bilim ve Kültür Sempozyumu, 18-20 Nisan 2012 Batman.
- BLUMENTHALL, M.M. 1944B. Kayseri-Malatya arasındaki Toros'un Permokarboniferi, *MTA Dergisi*, 1/31, 105-133, Ankara.
- BLYTH, F.G. and FREITHER. 1987. " A Geology for Engineers". Arnold, London, 325 pp.
- BRUNN, J.F., DUMONT, J., GRAC ANSKY, P.C., GUTN C, M., JUTEAU, T., MARCOUX, J., MONOD, O., PO SSON, A. 1971. Outline of the geology of the western Taurides: Geology and history of Turkey. A.S. Campbell (ed.) *Petroleum Exploration Soci. of Libya*, 225-255, Tripoli.
- BURDUR L ÇEVRE DURUM RAPORU, 2009. Burdur Valili i l Çevre ve Orman Müdürlü ü.
- BURGER, D. 1990. The travertine complex of Antalya, southwest Turkey. *Z. Geomorph.*, 77, 25-46.
- CANMET, 1977b. Laboratory tests for design parameters. In: *Pit Slope Manual of CANMET*, Supplement 3-2, Canada Centre for Mineral and Energy Technology Report 77-26, 74 p.
- CHANDLER, R.J. 1972. Lias Clay :Weathering Processes and Their Effects on Shear Strength. *Geotechnique*. 22 pp403-431.
- CHIGIRA, M. and OYAMA, T. 1999. Mechanism and effect of chemical weathering of sedimentary rocks, *Engineering Geology*, 55, 3–14.

- ÇAMLILAR, S. 2010. Antalya Bo açay Alüvyonların Mühendislik Özellikleri. Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- DARKOT, B., ER NÇ, S. 1951. Aksu Batısında Antalya traverten taraçaları, *st. Ün. Co r. Enst. Derg.*, 1(2):.55-65.
- DEARMAN, W.R. 1974. Weathering classification in the characterisation of rock for engineering purposes in British practice. *Bull. Int. Ass. Eng. Geo.*, No. 9, pp. 33-42.
- DEARMAN, W.R., BAYNES, F.J. and RFAN, T.Y. 1978. Engineering grading of weathered granite. *Engineering Geology*, 12: 345-374.
- D POVA, N. 1997. Konyaaltı (Antalya) bölgesindeki zemin davranı larının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, ODTÜ, Ankara.
- D POVA, N., DOYURAN, V. 2002. Antalya tufa çökellerinin çökme mekanizması. Orta Do u Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 197 s.
- D POVA, N., ACAR, M. H. 2003. Konyaaltı (Antalya) Liman Mahallesi kil zeminlerin ikincil sıkı abilirlik özelliklerinin belirlenmesi. XI. Ulusal Kil Sempozyumu, Ege ve Dokuz Eylül Üniversiteleri, zmir.
- D POVA, N., CANG R, B. 2011. Antalya li Yerle im Alanının Depremselli inin Ara tırılması, *Jeoloji Mühendisli i Dergisi* 35 (2).
- D POVA, N., YILDIRIM, M. 2005. Antalya Tufa Platolarının Olu umu ve Jeomorfolojik Özellikleri, *Jeoloji Mühendisli i Dergisi*, 29(2): 53-59.
- DS , 1985. Antalya-Kırkgöz kaynakları ve traverten platosu karst hidrojeolojik etüd raporu, DS Teknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Ba kanlı ı, Ankara.
- EHLEN, J. 2002. Some effects of weathering on joints in granitic rocks. *Catena*, 49, 91-109.
- EKMEKÇ , M., BA AL, A. 2000. Antalya Traverten platosu toprak zonunun hidrojeokimyasal özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 79 s.
- ERDO AN, M. 2013. Burdur-A lasun Havzasının Hidrojeoloji ncelemesi. Yüksek Lisans tezi, stanbul Teknik Üniversitesi, stanbul
- ES RTGEN, T. 2009. Bucakkı la Bölgesinin(Karaman Güneybatısı- Orta Toroslar) Tektonik Evrimi. Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- FOOKES, P.G. and HORSWILL, P. 1970. Discussion on the load deformation behaviour of the Middle Chalk at Mundford, Norfolk. In situ Investigations in Soils and Rocks, *British Geotechnical Society*, pp. 53-57, London.

- FOOKES, P.G., DEARMAN, W.R. and FRANKLIN, J. A. 1971. Some Engineering Aspects of Rock Weathering. *Quar. J. Eng. Geology*, 4:139-185.
- FOOKES, P.G., DEARMAN, W.R. and FRANKLIN, J.A. 1972. Some engineering aspects of weathering with field examples from Dartmoor and elsewhere. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 3:1-24.
- FORD, T.D. ve PEDLEY, H.M. 1996. A review of tufa and travertines deposits of the world. *Earth Sciences Reviews*, 41:117-175.
- FRANKLIN, J.A. and CHANDRA, R. 1972. The Slake Durability Test, *Int. Journal of Rock Mech. Min. Sci.*, 325- 341.
- GAMBLE, J.C. 1971. Durability-Plasticity Classification of Shales other Argillaceous Rocks, Ph. D. Thesis, University of Illinois, USA.
- GLOVER, C.P. and ROBERTSON, A.H.F. 1998. Role of regional extension and uplift in the Plio- Pleistocene evolution of the Aksu Basin, SW Turkey, *Journal of Geological Society*, London, 155:365-387.
- GLOVER, C., ROBERTSON, A.H.F. 2003. Origin of tufa (cool-water carbonate) and related terraces in the Antalya area, SW Turkey. *Geological Journal*, 38:329-359.
- GÖKÇEO LU C., ZORLU K., CERYAN S., NEFESL O LU, H.A. 2009. A comparative study on indirect determination of degree of weathering of granites from some physical and strength parameters by two soft computing techniques, *Materials Characterization*, 60:1317-1327.
- GÖKDEN Z, S. 1981. Recherches Geologiques Dans Les Taurides Occidentales Entre Karaman Et Ermenek, Turquie, Le titre de doctour 3 eme cycle, Universite de Paris-Sud Centre D'orsay, 202.
- GÖRMÜ , M. ve ÖZKUL, M. 1995. Gönen-Atabey (Isparta) ve A lasun (Burdur) arasındaki Bölgenin Stratigrafisi, *S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Derg.*, 1:23-45, Isparta.
- GÜNAY, Y., BÖLÜKBA I, S., YOLDEM R, O. 1982. Beyda larının Stratigrafisi ve Yapısı. *Turkiye Altıncı Petrol Kongresi*, 91- 101, Ankara.
- I DIR, I., GÖZLER, M. Z., ERGÜL, E. 1972. Fethiye-P23a3 ve P23c1 paftalarının jeolojisi. *MTA Raporu*, 6526 (yayınlanmamı), 24, Ankara.
- ILGAR, A. 2004. Zorunlu Regresyon, Transgresyon ve Sediman Getiriminin, Havza Kenarı Çökme Sistemlerinin Sedimantolojik ve stif Stratigrafik Geli imi Üzerindeki Kontrolü, Ermenek Havzası (Orta Toroslar), *MTA Dergisi* 128:49-78.

- ILLIEV, G.I. 1967. An Attempt to Estimate the Degree of Weathering of Intrusive Rocks From Their Physico-Mechanical Properties. ISRM, 1st Rock Mechanics Congress.
- ISRM, 1978. Suggested method for the quantitative description of discontinuities in rock mass. *Geo. 10, Standard of Lab. and field test., Int. Jour. Rock Mec. Min. Sct. Jeomec., Abs.Tr.V.15*, pp. 319-368.
- ISRM, 1981. Rock characterization, testing and monitoring. International Society of Rock Mechanics Suggested Methods, Pergamon Press, 211 pp., Oxford.
- ISRM, 2007. The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006. R. Ulusay and J.A. Hudson (eds.), Ankara. 628 pp.
- NAN, N. 1980. Antalya Travertenleri. MTA Raporu, No: 7175.
- NAN, A., U UR, M. 1981. Konya-Hadim (Kızılgiris)-Bozkır (Küçükusu) ve Antalya-Gazipasa (Muzvadi-Berem) yörelerindeki çinko-kursun cevherleşmelerine ait jeoloji raporu: MTA Enst, Maden Etüd Rp: 1754, 56 s, (yayımlanmamı).
- SMA LOV, T., ÖZÇEL K M., ENER, E. 2005. Evsel Sıvı Atıkların Yerle im Alanındaki Travertenlerin Geoteknik Özelliklerine Etkisi, Antalya Yöresinin n aat Mühendisli i Sorunları Kongresi, 22-24 Eylül 2005,s. 432- 440, Antalya.
- JOHNSON, R.B. and DEGRAFF, J.V. 1988. "Principles of Engineering Geology" John Willey & Sons.
- KAHRAMAN, S. 2002. Estimating the P-Wave Velocity Value of intact Rock From ndirect Laboratuary Measurements, *International Journal of Rock Mechanics and Minig Sciences*, 39:723-728.
- KAHRAMAN, S., GÜNAYDIN, O. and FENER, M. 2005. Determination of some physical properties of travertines from ultrasonic measurement. Proceedings of 1st International Symposium on Travertine, Özkul, M., Yagız, S. and Jones, B. (eds.), pp. 231-234, Denizli.
- KALAFATCIO LU, A. 1973. Antalya körfezi batı kısmının jeolojisi. MTA Dergisi, 81:82-131.
- KARAMAN L ÇEVRE DURUM RAPORU, 2011. Karaman Valili i Çevre ve ehircilik l Müdürlü ü.
- KARAMAN, K., C HANG R, F., ERÇIKDI, B., KES MAL, A. 2012. Kireçta larının A ırlıkça Su Emme Yüzdelerine Göre Bir Ayrı ma Sınıflaması. *stanbul Yerbilimleri Dergisi*, 24(2):119-128.

- KARAMAN, M. E. 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. TJK Bülteni, 33, 57-67, Ankara.
- KAZANCI, N., ÖZKAN, H., ALKAN, A., EROL, O. 1986. Burdur Havzası Pleyistosen deltayik kuvars kumlarının yüzey özellikleri, Elektron mikroskop uygulaması: *Do a*, 10(3):255 - 266.
- KILIÇ, R. and YAVUZ, S. 1994. Relationships between geotechnical properties of the Antalya travertine (Turkey). *Bull. of the Int. Ass. of Engineering Geology*, 50: 43-50.
- KIERSCH, G.A. and TREACHER, R.C. 1955. Investigations aerial and engineering geology- Folsom Dam Project, Central California. *Econ. Geology*, 50(3):271-310.
- KNILL, J.L. and JONES, K.S. 1965. The recording and interpretation of geological conditions in the foundations of the Roseires, Kariba and Latiyan Dams. *Geotechnique*, 15(1): 94-124.
- KO UN, E., SARIGÜL, A. 2006. Antalya Tufalarında Farklı Tip Giysili Tane Olu umları: Pizolitler ve Onkolitler.
- KO UN, E., SARIGÜL, A., VAROL, B. 2005. Antalya Tufalarının Litofasiyes Özellikleri. *MTA Dergisi*, 130:57-70.
- KU ÇU, M., VARKAL, M. 1991. Çamlık (Bucak-Burdur) travertenlerinin jeolojisi ve mermer olarak kullanılabilirli inin ara tırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 48s.
- KUN, N. ve TÜRKMEN, F. 2003. Burdur – Bucak çevresi travertenlerinin jeolojik özellikleri, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 19: 257 – 266.
- LALE, T. 2005. Antalya Travertenlerinin Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri. AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s.
- LEFEVRE, R. 1967. Nouvel element de la geologie du Taurus Lyccien Les nappesd Antalya (Turquie), *C.R.A.S.* 263:1365- 1368.
- LITTLE, A.L. 1969. The engineering classification of residual tropical soils. Proc. of 7th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng., 1:1-10, Mexico.
- MOYE, D.G. 1955. Engineering geology for Snowy Mountain scheme. *Journal Inst. of Engineers*, 27:287-298.
- NIEHOFF, W. 1960. Mut 126/1 numaralı harita paftasının revizyon neticeleri hakkında rapor: M.T.A. Der. Rap., No. 3390, Ankara, (yayımlanmamı).
- MTA, 2002. Türkiye Jeoloji Haritası, Konya paftası, 1/500.000 ölçekli, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

- NOSSIN, J.J. 1989. Spot stereo interpretation in karst terrain, Southern Turkey, ITC Journal, 2.
- OLIVIER, H.J. 1979. A New Engineering Geological Rock Durability Classification. *Eng. Geology.*, 14:255-279.
- OLLIER, CD. 1969. Weathering, Oliver & Boyd Publication, Edinburgh.
- OLLIER, C. 1984. Weathering, Geomorphology Texts. Ed. K.M. Clayton, Longman, London and New York, 270 p.
- ÖZÇEL K, M. ve KARAGÜZEL, R. 1992. Antalya Yerle im Merkezi 18L-19L Paftaları Mühendislik Jeolojisi Haritası, 7. Mühendislik Haftası 25-29 Mayıs 1992, Isparta.
- ÖZÇEL K, M. 2015a. Effect of wastewater on building foundation in karst travertine areas in Antalya, Turkey. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*. DOI 10.1007/s10064-014-0695-4.
- ÖZÇEL K, M. 2015b. Foundation investigation and design in a karst terrain for the Antalya Aquarium complex, Turkey. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, DOI:10.1144/qjegh2014-044.
- ÖZHAN, A. 1990. Görmel Barajı (Ermenek, GD-Konya) Kuvvet Tünel Güzergahının Mühendislik Jeolojisi ncelemesi, *Jeoloji Mühendisli i Dergisi*, s.5-10, Ankara.
- ÖZVAN, B. 2010. Süreksizlik Düzlemlerinde Ayrı manın Pürüzlülük Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi,
- PAREJAS, E. 1942. Sandıklı, Burdur, Dinar, Isparta ve E ridir bölgesinde yapılan jeolojik löveler hakkında rapor : MTA Rap., 7131 (yayımlanmamı), Ankara.
- PENCK, W. 1918. Die Tektonischen Grundzuge west Eiszeitalter, Leipzig.
- PERRY, H.R. 1986. Engineering Geology; An Environmental Approach. Elsevier.
- PHILLIPSON, A. 1918. Kleinasien, Handbuch der Regionalen Geologie, 2/2. Carl Winters Universita'tsbuchhandlung: Heidelberg.
- RICHARDS, L.R. 1972. Classification of Weathering of Near Surface Jointed Rock. PhD Thesis, Royal School at Mines.Imperial College, London , England, 165 P.
- RILEM, 1980. Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods. Commission 25-PEM, Material and Structures, 13:175-253.
- PLATEN, J.D. 1971. Stratigraphie Division of the Neogene and Oldest Pleistocene in Soutwest Anatolia. Nevsl., Stratigraphy, 1(3): 19-22.

- POISSON, A. 1977. Recheiches Geologive Dans Les Taurides Accidentales (Turguie) These Presente a Cuniversite de Paris Sude (Centre Dorsay) No'd'ordre, 1902, Orsay.
- POISSON, A., YA MURLU, F., BOZCU, M. ve ENTÜRK, M. 2003. New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey), *Geol. J.* 38: 257-282.
- PRICE, D.G. 1993. A suggested method for the classification of rock mass weathering by a rating system. *Quart. Journal of Engineering Geology*, 26 (1): 69-76.
- PRICE, D.G. 1995. Weathering and weathering process. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 28:243-252.
- RUXTON, B.P. and BERRY, L. 1957. Weathering of granite and associated erosional features in Hong Kong. *Bull. Geol. Soci. America*, 68: 1263-1292.
- SÜMER, E. 2001. Karaman'ın Güneybatısının Jeoloji ncelemesi ve Mermer Yatakları. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- ALLI, R. 2008. Ermenek Barajı ve HES Gövde Kazısı Patlatmalarının ncelenmesi. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- ENEL, M., DALKILIÇ, H., GED K, ., SERDARO LU, M., BÖLÜKBA I, S., MET N, S., ESENTÜRK, K., B LG N, A., Z., U UZ, M. F., KORUCU, M., ÖZGÜL, N. 1992. E irdir Yenisarbademli- Gebiz ve Geris- Köprülü (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi. MTA- TPAO Raporu, No: 3132 (yayınlanmamı), Ankara.
- ENEL, M., GED K, ., DALKILIÇ, H., SERDARO LU, M., B LG N, A.Z., U UZ, M.F., BÖLÜKBA I, A.S., KORUCU, M., ÖZGÜL, N. 1996. Isparta Büklümü do usunda otokton ve allokton birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar). *MTA Dergisi*, 118:111- 160.
- TU RUL, A. 1995. Niksar yöresindeki bazaltların mühendislik özelliklerine ayrı manın etkileri, Doktora Tezi (basılmamı), stanbul Üniversitesi, stanbul, s 168.
- TU RUL, A. 2004. The effect of weathering on pore geometry and compressive strength of selected rock types from Turkey, *Engineering Geology*, 75:215-227.
- TU RUL, A. and ZAR F, .H. 2000. The influence of weathering on the geological and geomechanical characteristics of the sandstone in Istanbul, Turkey, *Environmental and Engineering Geoscience*. 5(4): 403-412.
- TU RUL, A. stanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisli i Bölümü. Jeolojiye Giri , “Ayrı ma ve Erozyon.”, Ders Notu.

- TURKINGTON, V. A. and PARADISE, T. R. 2005. Sandstone weathering: a century of research and innovation, *Geomorphology*, 67(1-2): 229-253.
- TSE, 1978. Do al Yapı Ta larının Muayene ve Deney Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, 16 s.
- ULUSAY, R. 2001.Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, 5. Baskı, Ankara, 127 s.
- ULUSAY, R., GÖKÇEO LU, C. ve B NAL, A. 2011. Kaya Mekani i Laboratuvar Deneyleri. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisli i, 3. Baskı., Ankara.
- UZER ULV , A. 2006. Konyaaltı(Antalya) Lagün Killerinin Teorik ve Deneysel ncelenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- ÜNVER, B. ve ÜNAL, M. 1995. Kayaların Bozunma Özelliklerinin Yerüstü Kazıları ve Yeraltı Açıklıklarının Duraylı lı na Etkisi, *Madencilik*, 34(3):15-29.
- YALÇIN, A. ve ÖZÇEL K M. 2004. Kurna Deresi (Burdur) travertenlerinin fiziko-mekanik özellikleri ve yapı taşı olarak kullanılabilirlikleri, Bölgesel Kaya Mekani i Sempozyumu, Sivas, Türkiye.
- YALÇINKAYA, S., ERG N, A., AF AR, Ö. P. VE TANER, K. 1986. Batı Torosların jeolojisi, Isparta Projesi Raporu: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlü ü (Yayınlanmamı).
- ZAKHAROVA, E.A., POKROVSKY, O.S., DUPRÉ, A.B., GAILLARDET, J., EFIMOVA, L.E. 2007. Chemical weathering of silicate rocks in Karelia region and Kola peninsula, NW Russia: Assessing the effect of rock composition, wetlands and vegetation, *Chemical Geology* 242:255–277.
- WALTHAM, A.C. 1994. Foundation of Engineering Geology, Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall, 88 p.

ÖZGEÇM



Muzaffer ORHAN, 1982 yılında Mu la'da do du. İlk, orta ve lise e itimini Mu la 'da tamamladı. 2002 yılında girdi i Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisli i Bölümü'nden 2007 yılında "Jeoloji Mühendisi" ünvanını alarak mezun oldu. 2011 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisli i Anabilim Dalı'nda yüksek lisans ö renimine ba ladı. u an, zmir Çevre ve ehircilik l Müdürlü ü'nde Jeoloji Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Ek-1a. DÖ EMEALTI (ANTALYA)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m ³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m ³)	A_w (%)	H_w (%)
1	23,95	3,81	0,0396	24,33	1,56	3,81
2	24,18	4,00	0,0417	24,57	1,62	4,00
3	23,96	2,78	0,0286	24,23	1,14	2,78
4	24,30	3,78	0,0393	24,67	1,53	3,78
5	22,92	5,62	0,0596	23,47	2,41	5,62
6	24,85	2,02	0,0206	25,05	0,80	2,02
7	24,28	2,46	0,0252	24,52	0,99	2,46
8	24,00	3,46	0,0358	24,34	1,41	3,46
9	23,95	4,39	0,0459	24,38	1,80	4,39
10	22,74	6,35	0,0678	23,37	2,74	6,35
11	24,41	3,21	0,0331	24,73	1,29	3,21
12	22,91	2,72	0,0280	23,17	1,16	2,72
13	24,38	3,11	0,0321	24,68	1,25	3,11
14	24,51	2,22	0,0227	24,73	0,89	2,22
15	23,98	3,30	0,0342	24,30	1,35	3,30
16	24,12	3,19	0,0330	24,44	1,30	3,19
17	24,00	3,50	0,0363	24,34	1,43	3,50
18	24,61	2,21	0,0226	24,83	0,88	2,21
19	23,75	3,59	0,0372	24,10	1,48	3,59
20	23,59	3,93	0,0409	23,98	1,64	3,93
21	23,74	3,68	0,0383	24,10	1,52	3,68
22	24,41	3,45	0,0357	24,75	1,39	3,45
23	24,31	2,84	0,0293	24,59	1,15	2,84
24	24,31	2,79	0,0287	24,58	1,12	2,79
25	24,14	3,19	0,0330	24,36	1,30	3,19
26	24,30	3,61	0,0374	24,65	1,46	3,61
27	24,04	3,16	0,0326	24,35	1,29	3,16
28	23,73	3,72	0,0387	24,10	1,54	3,72
29	24,51	2,29	0,0234	24,73	0,92	2,29
30	23,91	3,25	0,0336	24,23	1,33	3,25
31	24,66	3,64	0,0378	25,02	1,45	3,64
32	24,69	2,41	0,0247	24,92	0,96	2,41
33	24,26	2,49	0,0255	24,50	1,01	2,49
34	23,91	2,44	0,0250	24,15	1,00	2,44
35	23,85	4,98	0,0524	24,34	2,05	4,98
36	24,03	3,53	0,0366	24,38	1,44	3,53
37	24,35	2,33	0,0239	24,58	0,94	2,33
38	23,58	4,20	0,0438	23,99	1,75	4,20
39	24,09	3,88	0,0404	24,47	1,58	3,88
40	23,23	4,31	0,0451	23,65	1,82	4,31
41	24,25	3,93	0,0410	24,64	1,59	3,93
42	24,07	2,72	0,0279	24,33	1,11	2,72

Ek-1b. BUCAK (BURDUR)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m ³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m ³)	A_w (%)	H_w (%)
1	24,08	1,45	0,0147	24,22	0,59	1,45
2	24,31	1,07	0,0108	24,42	0,43	1,07
3	24,24	0,93	0,0094	24,33	0,38	0,93
4	24,33	0,59	0,0060	24,39	0,24	0,59
5	23,66	1,68	0,0170	23,82	0,69	1,68
6	24,05	1,00	0,0101	24,15	0,41	1,00
7	24,37	0,43	0,0043	24,41	0,17	0,43
8	24,98	0,31	0,0031	25,01	0,12	0,31
9	25,13	0,07	0,0007	25,14	0,03	0,07
10	24,77	0,16	0,0016	24,79	0,06	0,16
11	23,50	2,51	0,0257	23,75	1,05	2,51
12	24,39	0,59	0,0059	24,45	0,24	0,59
13	25,05	0,47	0,0047	25,10	0,18	0,47
14	24,02	1,37	0,0139	24,15	0,56	1,37
15	24,48	0,36	0,0036	24,51	0,14	0,36
16	24,60	0,32	0,0032	24,63	0,13	0,32
17	24,13	1,09	0,0110	24,24	0,44	1,09
18	24,73	0,41	0,0042	24,77	0,16	0,41
19	25,19	0,16	0,0016	25,20	0,06	0,16
20	23,24	2,01	0,0205	23,43	0,85	2,01
21	24,30	0,83	0,0083	24,38	0,33	0,83
22	24,22	0,96	0,0097	24,31	0,39	0,96
23	24,74	0,27	0,0027	24,76	0,11	0,27
24	23,60	1,61	0,0163	23,75	0,67	1,61
25	24,92	0,79	0,0079	25,00	0,31	0,79
26	24,34	1,06	0,0107	24,44	0,43	1,06
27	24,65	0,97	0,0098	24,75	0,39	0,97
28	23,99	1,83	0,0186	24,17	0,75	1,83
29	24,87	0,90	0,0090	24,96	0,35	0,90
30	24,09	1,51	0,0153	24,23	0,62	1,51
31	24,07	0,47	0,0047	24,11	0,19	0,47
32	24,77	0,04	0,0004	24,77	0,02	0,04
33	24,13	1,08	0,0109	24,23	0,44	1,08
34	24,65	0,72	0,0072	24,73	0,28	0,72
35	23,81	1,75	0,0179	23,98	0,72	1,75
36	22,88	1,59	0,0161	23,03	0,68	1,59
37	24,33	0,55	0,0055	24,38	0,22	0,55
38	24,22	1,46	0,0148	24,37	0,59	1,46
39	24,22	0,52	0,0052	24,27	0,21	0,52
40	24,97	0,30	0,0030	25,00	0,12	0,30
41	24,21	0,85	0,0086	24,30	0,35	0,85
42	24,05	0,51	0,0051	24,10	0,21	0,51
43	23,86	1,06	0,0107	23,96	0,44	1,06
44	24,74	1,26	0,0128	24,87	0,50	1,26
45	24,25	0,88	0,0089	24,34	0,36	0,88
46	22,92	3,31	0,0343	23,25	1,42	3,31

Ek-1c. ERMENEK (KARAMAN)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
1	24,02	1,56	0,0406	24,17	0,64	1,56
2	24,50	0,89	0,0225	24,59	0,36	0,89
3	23,42	2,07	0,0560	23,62	0,87	2,07
4	23,88	2,55	0,0695	24,13	1,05	2,55
5	23,69	2,14	0,0571	23,90	0,89	2,14
6	24,20	1,45	0,0373	24,34	0,59	1,45
7	24,65	1,24	0,0341	24,78	0,49	1,24
8	23,99	1,64	0,0438	24,15	0,67	1,64
9	24,50	1,12	0,0299	24,61	0,45	1,12
10	23,84	1,44	0,0363	23,98	0,59	1,44
11	23,69	2,16	0,0582	23,90	0,89	2,16
12	24,68	1,28	0,0331	24,81	0,51	1,28
13	24,61	1,41	0,0384	24,75	0,56	1,41
14	24,82	1,29	0,0341	24,95	0,51	1,29
15	24,57	1,64	0,0428	24,73	0,65	1,64
16	23,76	1,82	0,0471	23,93	0,75	1,82
17	24,59	1,34	0,0363	24,73	0,54	1,34
18	24,13	1,53	0,0395	24,28	0,62	1,53
19	23,92	1,87	0,0504	24,10	0,77	1,87
20	24,31	2,03	0,0549	24,51	0,82	2,03
21	24,63	1,13	0,0288	24,74	0,45	1,13
22	24,08	2,33	0,0627	24,31	2,88	7,06
23	23,70	1,48	0,0384	23,85	0,61	1,48
24	24,64	0,88	0,0225	24,73	0,35	0,88
25	24,81	1,20	0,0320	24,92	0,48	1,20
26	23,44	1,91	0,0482	23,62	0,80	1,91
27	24,80	0,96	0,0256	24,89	0,38	0,96
28	24,00	1,30	0,0331	24,13	0,53	1,30
29	24,47	1,82	0,0471	24,65	0,73	1,82
30	24,69	1,79	0,0471	24,86	0,71	1,79
31	24,76	1,00	0,0267	24,85	0,40	1,00
32	24,75	1,61	0,0428	24,91	0,64	1,61
33	24,15	1,13	0,0288	24,27	0,46	1,13
34	24,39	1,65	0,0438	24,55	0,66	1,65
35	23,55	0,66	0,0173	23,61	0,27	0,66
36	24,61	1,44	0,0384	24,76	0,58	1,44
37	24,36	0,93	0,0246	24,45	0,37	0,93
38	23,85	1,87	0,0504	24,04	0,77	1,87
39	23,89	1,54	0,0395	24,04	0,63	1,54
40	24,03	1,54	0,0384	24,18	0,63	1,54
41	24,53	1,57	0,0406	24,69	0,63	1,57
42	23,87	1,98	0,0515	24,07	0,81	1,98
43	24,14	0,89	0,0235	24,23	0,36	0,89
44	24,13	1,61	0,0428	24,29	0,65	1,61
45	25,00	1,73	0,0438	25,17	0,68	1,73

Ek-2a. 10. DÖNGÜ(MgSO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A1	24,05	1,84	0,0188	24,23	0,75	1,84
A2	24,32	1,67	0,0169	24,48	0,67	1,67
A3	24,07	0,94	0,0095	24,16	0,38	0,94
A4	24,42	1,63	0,0166	24,58	0,66	1,63
A5	23,00	3,29	0,0340	23,32	1,40	3,29
A8	24,12	1,67	0,0170	24,29	0,68	1,67
A9	24,08	2,10	0,0214	24,28	0,85	2,10
A10	22,80	4,58	0,0480	23,25	1,97	4,58
A12	22,96	1,60	0,0162	23,11	0,68	1,60
A13	24,45	1,43	0,0146	24,60	0,58	1,43
B1	24,02	1,30	0,0132	24,14	0,53	1,30
B2	24,22	1,78	0,0181	24,40	0,72	1,78
B5	23,53	0,95	0,0096	23,62	0,40	0,95
B11	23,56	1,47	0,0149	23,70	0,61	1,47
B12	24,33	0,82	0,0083	24,41	0,33	0,82
B14	24,04	1,95	0,0199	24,23	0,80	1,95
B15	24,40	0,79	0,0080	24,48	0,32	0,79
B16	24,52	1,44	0,0146	24,66	0,57	1,44
B18	24,67	0,54	0,0054	24,72	0,21	0,54
B19	25,16	0,66	0,0067	25,22	0,26	0,66
K1	23,91	1,60	0,0163	24,07	0,66	1,60
K3	23,14	3,01	0,0311	23,44	1,28	3,01
K4	23,76	2,04	0,0208	23,96	0,84	2,04
K5	23,54	2,26	0,0231	23,76	0,94	2,26
K6	24,16	1,49	0,0152	24,30	0,61	1,49
K8	23,92	1,65	0,0167	24,08	0,67	1,65
K9	24,45	1,08	0,0109	24,56	0,43	1,08
K10	23,73	1,81	0,0185	23,91	0,75	1,81
K11	23,72	1,42	0,0144	23,86	0,59	1,42
K16	23,67	1,66	0,0168	23,83	0,69	1,66

Ek-2a. 20. DÖNGÜ(MgSO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A1	24,07	2,13	0,0217	24,28	0,87	2,13
A2	24,32	1,78	0,0182	24,50	0,72	1,78
A3	24,07	1,18	0,0119	24,19	0,48	1,18
A4	24,43	2,07	0,0211	24,63	0,83	2,07
A5	23,00	4,57	0,0479	23,45	1,95	4,57
A8	24,14	1,67	0,0170	24,31	0,68	1,67
A9	24,10	2,42	0,0248	24,33	0,98	2,42
A10	22,81	5,09	0,0537	23,31	2,19	5,09
A12	22,94	2,06	0,0211	23,14	0,88	2,06
A13	24,47	1,39	0,0141	24,60	0,56	1,39
B1	24,03	1,30	0,0132	24,16	0,53	1,30
B2	24,24	1,78	0,0181	24,42	0,72	1,78
B5	23,54	2,44	0,0250	23,78	1,02	2,44
B11	23,58	1,54	0,0157	23,73	0,64	1,54
B12	24,36	1,02	0,0103	24,46	0,41	1,02
B14	24,05	1,91	0,0195	24,24	0,78	1,91
B15	24,43	0,95	0,0096	24,53	0,38	0,95
B16	24,54	1,24	0,0125	24,67	0,49	1,24
B18	24,68	0,62	0,0063	24,74	0,25	0,62
B19	25,14	0,55	0,0055	25,20	0,21	0,55
K1	23,93	1,76	0,0179	24,11	0,72	1,76
K3	23,11	3,05	0,0315	23,40	1,30	3,05
K4	23,76	2,51	0,0257	24,01	1,04	2,51
K5	23,56	2,34	0,0239	23,79	0,97	2,34
K6	24,19	1,45	0,0147	24,33	0,59	1,45
K8	23,93	1,76	0,0179	24,10	0,72	1,76
K9	24,44	1,00	0,0101	24,53	0,40	1,00
K10	23,72	1,65	0,0168	23,89	0,68	1,65
K11	23,75	1,42	0,0144	23,89	0,59	1,42
K16	23,65	1,74	0,0177	23,82	0,72	1,74

Ek-2a. 30. DÖNGÜ(MgSO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A1	24,06	1,56	0,0159	24,21	0,64	1,56
A2	24,32	1,55	0,0157	24,47	0,62	1,55
A3	24,06	0,78	0,0079	24,14	0,32	0,78
A4	24,44	1,15	0,0117	24,55	0,46	1,15
A5	23,02	3,45	0,0357	23,35	1,47	3,45
A8	24,14	1,40	0,0142	24,27	0,57	1,40
A9	24,08	1,85	0,0189	24,26	0,76	1,85
A10	22,80	4,15	0,0433	23,21	1,79	4,15
A12	22,94	1,48	0,0150	23,09	0,63	1,48
A13	24,46	1,16	0,0117	24,57	0,46	1,16
B1	24,03	1,15	0,0117	24,14	0,47	1,15
B2	24,23	1,38	0,0140	24,37	0,56	1,38
B5	23,51	2,82	0,0290	23,79	1,18	2,82
B11	23,58	1,08	0,0109	23,68	0,45	1,08
B12	24,37	0,71	0,0071	24,44	0,28	0,71
B14	24,05	1,41	0,0143	24,19	0,58	1,41
B15	24,45	0,63	0,0064	24,52	0,25	0,63
B16	24,53	1,24	0,0125	24,65	0,49	1,24
B18	24,69	0,50	0,0050	24,73	0,20	0,50
B19	25,14	0,47	0,0047	25,19	0,18	0,47
K1	23,93	1,84	0,0188	24,11	0,75	1,84
K3	23,09	3,01	0,0311	23,39	1,28	3,01
K4	23,75	2,27	0,0233	23,98	0,94	2,27
K5	23,57	2,18	0,0223	23,78	0,91	2,18
K6	24,19	1,33	0,0135	24,32	0,54	1,33
K8	23,93	1,65	0,0167	24,09	0,67	1,65
K9	24,44	0,92	0,0093	24,53	0,37	0,92
K10	23,72	1,69	0,0172	23,89	0,70	1,69
K11	23,76	1,42	0,0144	23,90	0,59	1,42
K16	23,65	1,62	0,0164	23,81	0,67	1,62

Ek-2a. 40. DÖNGÜ(MgSO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A1	24,05	2,13	0,0217	24,26	0,87	2,13
A2	24,30	2,58	0,0265	24,55	1,04	2,58
A3	24,04	1,41	0,0143	24,18	0,58	1,41
A4	24,41	1,99	0,0203	24,60	0,80	1,99
A5	22,98	4,97	0,0523	23,47	2,12	4,97
A8	24,13	1,90	0,0194	24,31	0,77	1,90
A9	24,06	1,17	0,0118	24,17	0,48	1,17
A10	22,78	5,41	0,0571	23,32	2,33	5,41
A12	22,94	1,87	0,0190	23,12	0,80	1,87
A13	24,45	1,63	0,0166	24,62	0,66	1,63
B1	24,01	1,90	0,0193	24,20	0,78	1,90
B2	24,20	2,21	0,0226	24,42	0,90	2,21
B5	23,46	3,54	0,0367	23,81	1,48	3,54
B11	23,58	1,50	0,0153	23,72	0,63	1,50
B12	24,35	1,22	0,0123	24,47	0,49	1,22
B14	24,03	1,99	0,0203	24,22	0,81	1,99
B15	24,43	1,03	0,0104	24,54	0,41	1,03
B16	24,51	1,60	0,0162	24,67	0,64	1,60
B18	24,67	0,87	0,0088	24,76	0,35	0,87
B19	25,14	0,51	0,0051	25,19	0,20	0,51
K1	23,92	2,20	0,0225	24,13	0,90	2,20
K3	23,07	3,80	0,0395	23,44	1,61	3,80
K4	23,74	2,98	0,0307	24,03	1,23	2,98
K5	23,54	2,77	0,0285	23,81	1,15	2,77
K6	24,16	1,77	0,0181	24,34	0,72	1,77
K8	23,92	1,72	0,0175	24,09	0,71	1,72
K9	24,42	1,23	0,0125	24,55	0,49	1,23
K10	23,71	2,02	0,0206	23,91	0,84	2,02
K11	23,75	1,81	0,0185	23,93	0,75	1,81
K16	23,65	2,10	0,0215	23,85	0,87	2,10

Ek-2b. 10. DÖNGÜ(Na₂SO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A15	24,08	2,34	0,0239	24,31	0,95	2,34
A17	24,13	1,85	0,0188	24,31	0,75	1,85
A19	23,89	2,30	0,0236	24,12	0,95	2,30
A20	23,72	3,06	0,0316	24,02	1,26	3,06
A21	23,80	3,00	0,0309	24,09	1,24	3,00
A22	24,52	1,82	0,0186	24,70	0,73	1,82
A24	24,41	1,35	0,0137	24,54	0,54	1,35
A25	24,26	1,68	0,0171	24,43	0,68	1,68
A26	24,41	2,83	0,0291	24,69	1,14	2,83
A27	24,16	2,04	0,0208	24,36	0,83	2,04
B20	23,12	2,25	0,0230	23,34	0,95	2,25
B21	24,29	1,16	0,0117	24,40	0,47	1,16
B22	24,07	2,13	0,0218	24,28	0,87	2,13
B24	23,49	2,14	0,0219	23,70	0,90	2,14
B25	24,96	0,87	0,0088	25,05	0,34	0,87
B26	24,30	1,14	0,0115	24,41	0,46	1,14
B28	23,89	3,38	0,0350	24,22	1,39	3,38
B29	24,79	1,33	0,0134	24,92	0,52	1,33
B30	24,03	2,04	0,0208	24,23	0,83	2,04
B31	24,02	0,97	0,0098	24,12	0,40	0,97
K17	24,53	1,23	0,0124	24,65	0,49	1,23
K18	24,09	1,65	0,0168	24,25	0,67	1,65
K19	23,90	1,64	0,0166	24,06	0,67	1,64
K23	23,61	2,77	0,0285	23,88	1,15	2,77
K26	23,30	2,33	0,0239	23,53	0,98	2,33
K28	23,92	1,92	0,0195	24,11	0,79	1,92
K29	24,42	2,10	0,0214	24,62	0,84	2,10
K33	24,06	1,69	0,0172	24,23	0,69	1,69
K34	24,35	1,37	0,0139	24,49	0,55	1,37
K35	23,19	2,83	0,0292	23,47	1,20	2,83

Ek-2b. 20. DÖNGÜ(Na₂SO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A15	24,14	1,93	0,0197	24,33	0,79	1,93
A17	24,15	1,89	0,0193	24,33	0,77	1,89
A19	23,92	2,19	0,0223	24,14	0,90	2,19
A20	23,69	3,42	0,0354	24,02	1,41	3,42
A21	23,78	3,36	0,0348	24,11	1,39	3,36
A22	24,53	1,59	0,0161	24,68	0,63	1,59
A24	24,44	1,23	0,0125	24,56	0,50	1,23
A25	24,31	1,29	0,0131	24,44	0,52	1,29
A26	24,41	2,67	0,0274	24,67	1,07	2,67
A27	24,19	1,96	0,0200	24,38	0,80	1,96
B20	23,14	2,89	0,0298	23,42	1,23	2,89
B21	24,30	1,20	0,0121	24,41	0,48	1,20
B22	24,07	2,01	0,0205	24,26	0,82	2,01
B24	23,50	2,26	0,0231	23,72	0,94	2,26
B25	24,99	0,87	0,0088	25,08	0,34	0,87
B26	24,35	1,14	0,0115	24,46	0,46	1,14
B28	23,92	2,27	0,0232	24,14	0,93	2,27
B29	24,79	1,40	0,0142	24,92	0,56	1,40
B30	24,05	1,96	0,0200	24,25	0,80	1,96
B31	24,02	1,01	0,0102	24,12	0,41	1,01
K17	24,53	1,38	0,0140	24,66	0,55	1,38
K18	24,10	1,61	0,0164	24,26	0,66	1,61
K19	23,92	1,91	0,0195	24,11	0,78	1,91
K23	23,61	2,33	0,0238	23,84	0,97	2,33
K26	23,31	2,46	0,0252	23,55	1,03	2,46
K28	23,94	1,79	0,0183	24,11	0,74	1,79
K29	24,43	1,82	0,0185	24,61	0,73	1,82
K33	24,10	1,53	0,0156	24,25	0,62	1,53
K34	24,36	1,53	0,0156	24,51	0,62	1,53
K35	22,85	6,56	0,0702	23,49	2,82	6,56

Ek-2b. 30. DÖNGÜ(Na₂SO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A15	24,13	1,77	0,0181	24,30	0,72	1,77
A17	24,10	2,09	0,0213	24,31	0,85	2,09
A19	23,91	2,07	0,0211	24,12	0,85	2,07
A20	23,68	3,14	0,0324	23,98	1,30	3,14
A21	23,72	3,12	0,0322	24,02	1,29	3,12
A22	24,51	1,59	0,0161	24,66	0,63	1,59
A24	24,42	1,11	0,0113	24,53	0,45	1,11
A25	24,28	1,21	0,0123	24,40	0,49	1,21
A26	24,41	2,17	0,0222	24,63	0,87	2,17
A27	24,16	1,73	0,0176	24,33	0,70	1,73
B20	23,15	2,41	0,0247	23,38	1,02	2,41
B21	24,28	0,99	0,0100	24,38	0,40	0,99
B22	24,01	1,93	0,0197	24,20	0,79	1,93
B24	23,48	2,07	0,0211	23,68	0,86	2,07
B25	24,99	0,83	0,0084	25,07	0,33	0,83
B26	24,33	0,95	0,0096	24,43	0,38	0,95
B28	23,91	2,35	0,0240	24,14	0,96	2,35
B29	24,77	1,25	0,0126	24,89	0,49	1,25
B30	24,05	1,81	0,0185	24,22	0,74	1,81
B31	24,01	0,82	0,0082	24,09	0,33	0,82
K17	24,53	1,27	0,0128	24,65	0,51	1,27
K18	24,07	1,82	0,0185	24,25	0,74	1,82
K19	23,91	1,56	0,0158	24,06	0,64	1,56
K23	23,64	2,13	0,0217	23,85	0,88	2,13
K26	23,27	2,25	0,0230	23,49	0,95	2,25
K28	23,92	1,96	0,0200	24,11	0,80	1,96
K29	24,42	1,61	0,0164	24,57	0,65	1,61
K33	24,08	1,41	0,0143	24,22	0,57	1,41
K34	24,37	1,30	0,0131	24,49	0,52	1,30
K35	23,17	2,76	0,0283	23,44	1,17	2,76

Ek-2b. 40. DÖNGÜ(Na₂SO₄)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m³)	A_w (%)	H_w (%)
A15	24,12	0,52	1,30	24,17	0,21	0,52
A17	24,13	2,40	6,10	24,37	0,98	2,40
A19	23,89	3,24	8,30	24,21	1,33	3,24
A20	23,66	3,46	8,70	24,00	1,43	3,46
A21	23,72	3,28	8,10	24,04	1,36	3,28
A22	24,50	2,26	5,70	24,72	0,90	2,26
A24	24,38	1,75	4,40	24,56	0,70	1,75
A25	24,28	1,37	3,50	24,41	0,55	1,37
A26	24,35	3,69	9,00	24,71	1,49	3,69
A27	24,15	2,54	6,60	24,40	1,03	2,54
B20	23,11	3,09	7,70	23,41	1,31	3,09
B21	24,26	1,45	3,50	24,40	0,59	1,45
B22	23,96	2,53	6,30	24,21	1,04	2,53
B24	23,45	3,18	8,30	23,76	1,33	3,18
B25	24,98	1,03	2,60	25,08	0,40	1,03
B26	24,30	1,52	4,00	24,45	0,61	1,52
B28	23,86	2,87	7,20	24,14	1,18	2,87
B29	24,76	1,52	3,90	24,91	0,60	1,52
B30	24,00	2,27	6,00	24,22	0,93	2,27
B31	23,97	1,28	3,30	24,09	0,52	1,28
K17	24,52	1,46	3,80	24,66	0,58	1,46
K18	24,07	2,34	5,80	24,30	0,95	2,34
K19	23,89	2,22	5,70	24,11	0,91	2,22
K23	23,55	3,33	8,30	23,88	1,39	3,33
K26	23,25	2,91	7,00	23,54	1,23	2,91
K28	23,90	2,28	5,60	24,13	0,94	2,28
K29	24,39	2,18	5,40	24,61	0,88	2,18
K33	24,07	1,77	4,40	24,25	0,72	1,77
K34	24,36	2,08	5,30	24,56	0,84	2,08
K35	23,15	3,57	9,20	23,50	1,51	3,57

Ek-2c. 10. DÖNGÜ(NaCl)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m ³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m ³)	A_w (%)	H_w (%)
A30	24,01	2,56	0,0263	24,27	1,05	2,56
A33	24,28	1,74	0,0177	24,45	0,70	1,74
A34	23,93	2,01	0,0205	24,13	0,82	2,01
A35	23,91	3,48	0,0361	24,25	1,43	3,48
A36	24,12	2,23	0,0229	24,34	0,91	2,23
A38	23,67	2,44	0,0250	23,91	1,01	2,44
A39	24,20	2,53	0,0260	24,45	1,03	2,53
A40	23,41	2,91	0,0300	23,70	1,22	2,91
A41	24,33	2,77	0,0285	24,61	1,12	2,77
A42	24,13	1,34	0,0136	24,27	0,54	1,34
B33	24,03	1,47	0,0149	24,17	0,60	1,47
B35	23,72	2,56	0,0262	23,97	1,06	2,56
B36	22,70	2,94	0,0303	22,99	1,27	2,94
B37	24,24	1,10	0,0111	24,35	0,45	1,10
B38	24,20	1,99	0,0204	24,40	0,81	1,99
B39	24,09	1,83	0,0187	24,27	0,75	1,83
B42	23,83	2,12	0,0217	24,04	0,87	2,12
B43	23,74	1,77	0,0180	23,91	0,73	1,77
B45	24,18	1,25	0,0127	24,30	0,51	1,25
B46	22,71	6,26	0,0668	23,33	2,71	6,26
K36	24,55	1,45	0,0147	24,70	0,58	1,45
K37	24,29	1,24	0,0125	24,41	0,50	1,24
K38	23,73	2,03	0,0207	23,93	0,84	2,03
K39	23,77	2,03	0,0207	23,97	0,84	2,03
K40	23,92	2,37	0,0243	24,15	0,97	2,37
K41	24,44	2,14	0,0218	24,65	0,86	2,14
K42	23,74	2,83	0,0291	24,01	1,17	2,83
K43	24,05	1,16	0,0117	24,16	0,47	1,16
K44	24,04	1,53	0,0155	24,19	0,62	1,53
K45	24,83	2,56	0,0263	25,08	1,01	2,56

Ek-2c. 20. DÖNGÜ(NaCl)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m ³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m ³)	A_w (%)	H_w (%)
A30	24,02	1,58	0,0161	24,18	0,65	1,58
A33	24,28	2,21	0,0226	24,50	0,89	2,21
A34	23,92	2,74	0,0282	24,19	1,12	2,74
A35	23,90	3,73	0,0387	24,26	1,53	3,73
A36	24,19	1,37	0,0139	24,32	0,56	1,37
A38	23,68	3,36	0,0348	24,01	1,39	3,36
A39	24,19	3,09	0,0319	24,49	1,25	3,09
A40	23,40	3,30	0,0341	23,72	1,38	3,30
A41	24,32	3,57	0,0371	24,67	1,44	3,57
A42	24,16	1,14	0,0116	24,27	0,46	1,14
B33	24,06	1,85	0,0189	24,24	0,76	1,85
B35	23,71	2,29	0,0234	23,94	0,95	2,29
B36	22,70	3,09	0,0319	23,00	1,34	3,09
B37	24,24	0,91	0,0091	24,33	0,37	0,91
B38	24,21	2,79	0,0286	24,48	1,13	2,79
B39	24,05	1,60	0,0162	24,21	0,65	1,60
B42	23,83	2,12	0,0217	24,04	0,87	2,12
B43	23,75	2,01	0,0205	23,95	0,83	2,01
B45	24,18	1,10	0,0111	24,29	0,45	1,10
B46	22,64	6,39	0,0682	23,26	2,77	6,39
K36	24,55	1,33	0,0135	24,68	0,53	1,33
K37	24,28	1,12	0,0113	24,39	0,45	1,12
K38	23,73	2,11	0,0215	23,94	0,87	2,11
K39	23,79	1,95	0,0199	23,98	0,80	1,95
K40	23,92	2,04	0,0208	24,12	0,84	2,04
K41	24,45	2,42	0,0248	24,69	0,97	2,42
K42	23,75	2,83	0,0291	24,03	1,17	2,83
K43	24,05	1,51	0,0153	24,20	0,61	1,51
K44	24,05	1,77	0,0180	24,22	0,72	1,77
K45	24,82	2,93	0,0302	25,11	1,16	2,93

Ek-2c. 30. DÖNGÜ(NaCl)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m ³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m ³)	A_w (%)	H_w (%)
A30	24,02	1,58	0,0161	24,17	0,65	1,58
A33	24,33	1,36	0,0138	24,47	0,55	1,36
A34	23,91	2,05	0,0210	24,12	0,84	2,05
A35	23,88	3,93	0,0409	24,27	1,61	3,93
A36	24,18	1,73	0,0176	24,35	0,70	1,73
A38	23,69	2,60	0,0267	23,95	1,07	2,60
A39	24,19	2,53	0,0260	24,43	1,03	2,53
A40	23,39	2,84	0,0292	23,67	1,19	2,84
A41	24,32	2,65	0,0272	24,58	1,07	2,65
A42	24,18	0,83	0,0083	24,27	0,34	0,83
B33	24,07	1,39	0,0141	24,20	0,57	1,39
B35	23,73	2,17	0,0222	23,94	0,90	2,17
B36	22,68	2,67	0,0274	22,94	1,15	2,67
B37	24,26	0,71	0,0071	24,33	0,29	0,71
B38	24,23	1,96	0,0200	24,42	0,79	1,96
B39	24,05	1,56	0,0158	24,20	0,63	1,56
B42	23,85	1,53	0,0156	24,00	0,63	1,53
B43	23,74	1,30	0,0132	23,87	0,54	1,30
B45	24,20	1,07	0,0108	24,30	0,43	1,07
B46	22,56	6,91	0,0743	23,24	3,01	6,91
K36	24,55	1,29	0,0131	24,68	0,52	1,29
K37	24,29	1,27	0,0129	24,41	0,51	1,27
K38	23,74	1,87	0,0191	23,92	0,77	1,87
K39	23,78	2,07	0,0212	23,98	0,86	2,07
K40	23,92	2,04	0,0208	24,12	0,84	2,04
K41	24,44	2,26	0,0231	24,66	0,91	2,26
K42	23,76	2,18	0,0223	23,98	0,90	2,18
K43	24,06	1,20	0,0121	24,18	0,49	1,20
K44	24,05	1,77	0,0180	24,22	0,72	1,77
K45	24,82	2,81	0,0289	25,09	1,11	2,81

Ek-2c. 40. DÖNGÜ(NaCl)						
ÖRNEK NO.	χ_k (kN/m ³)	n (%)	e (%)	χ_d (kN/m ³)	A_w (%)	H_w (%)
A30	24,08	1,66	0,02	24,25	0,68	1,66
A33	24,37	1,23	0,01	24,49	0,50	1,23
A34	23,92	2,01	0,02	24,12	0,82	2,01
A35	23,89	3,89	0,04	24,27	1,60	3,89
A36	24,17	2,08	0,02	24,38	0,84	2,08
A38	23,67	2,18	0,02	23,88	0,90	2,18
A39	24,17	2,93	0,03	24,46	1,19	2,93
A40	23,38	3,76	0,04	23,75	1,58	3,76
A41	24,31	2,97	0,03	24,60	1,20	2,97
A42	24,18	1,77	0,02	24,35	0,72	1,77
B33	24,09	1,47	0,01	24,23	0,60	1,47
B35	23,72	3,05	0,03	24,02	1,26	3,05
B36	22,67	3,05	0,03	22,97	1,32	3,05
B37	24,26	1,26	0,01	24,38	0,51	1,26
B38	24,20	2,15	0,02	24,41	0,87	2,15
B39	24,02	1,75	0,02	24,20	0,72	1,75
B42	23,85	1,69	0,02	24,02	0,69	1,69
B43	23,75	1,93	0,02	23,94	0,80	1,93
B45	24,18	1,18	0,01	24,29	0,48	1,18
B46	22,56	7,32	0,08	23,28	3,18	7,32
K36	24,55	1,45	0,01	24,70	0,58	1,45
K37	24,29	1,12	0,01	24,40	0,45	1,12
K38	23,72	2,19	0,02	23,93	0,90	2,19
K39	23,78	2,48	0,03	24,03	1,02	2,48
K40	23,91	2,17	0,02	24,13	0,89	2,17
K41	24,43	2,62	0,03	24,68	1,05	2,62
K42	23,75	2,87	0,03	24,03	1,18	2,87
K43	24,05	1,20	0,01	24,17	0,49	1,20
K44	24,04	1,77	0,02	24,21	0,72	1,77
K45	24,80	3,34	0,03	25,13	1,32	3,34

Ek-3. DÖ EMEALTI (ANTALYA) (LKSEL)			
ÖRNEK NO.	BOY (L, m)	P - Dalgasının Etkin lerleme Zamanı (Tp,µs)	P - Dalgasının Yayılma Hızı (Vp, m/s)
1	0,105	18,40	5707
2	0,106	18,40	5761
3	0,107	17,90	5978
4	0,106	18,30	5792
5	0,105	18,10	5801
6	0,106	17,90	5922
7	0,106	17,90	5922
8	0,108	18,70	5775
9	0,104	17,70	5876
10	0,107	18,80	5691
11	0,100	17,30	5780
12	0,108	17,60	6136
13	0,105	17,70	5932
14	0,106	17,90	5922
15	0,104	17,40	5977
16	0,110	19,20	5729
17	0,107	18,80	5691
18	0,100	17,20	5814
19	0,108	17,90	6034
20	0,106	18,70	5668
21	0,104	18,30	5683
22	0,106	18,20	5824
23	0,102	16,40	6220
24	0,106	17,80	5955
25	0,108	18,20	5934
26	0,102	17,80	5730
27	0,109	18,60	5860
28	0,110	18,70	5882
29	0,103	17,70	5819
30	0,104	16,90	6154
31	0,108	18,30	5902
32	0,107	17,90	5978
33	0,099	15,90	6226
34	0,098	17,20	5698
35	0,104	17,40	5977
36	0,107	18,20	5879
37	0,114	19,70	5787
38	0,110	19,30	5699
39	0,106	18,80	5638
40	0,110	19,00	5789
41	0,105	17,40	6034
42	0,107	18,80	5691

Ek-3. BUCAK (BURDUR) (LKSEL)			
ÖRNEK NO.	BOY (L, m)	P - Dalgasının Etkin lerleme Zamanı (Tp,µs)	P - Dalgasının Yayılma Hızı (Vp, m/s)
1	0,113	18,90	5979
2	0,106	18,40	5761
3	0,108	19,90	5427
4	0,106	18,30	5792
5	0,110	19,80	5556
6	0,105	18,80	5585
7	0,107	17,90	5978
8	0,110	19,20	5729
9	0,115	20,90	5502
10	0,105	17,90	5866
11	0,109	19,80	5505
12	0,107	18,20	5879
13	0,107	17,40	6149
14	0,110	18,40	5978
15	0,110	17,60	6250
16	0,105	17,80	5899
17	0,104	18,30	5683
18	0,101	17,30	5838
19	0,108	17,80	6067
20	0,105	18,20	5769
21	0,102	17,90	5698
22	0,105	17,70	5932
23	0,105	18,30	5738
24	0,110	19,40	5670
25	0,107	17,90	5978
26	0,111	18,70	5936
27	0,113	19,30	5855
28	0,106	18,80	5638
29	0,108	17,80	6067
30	0,111	19,40	5722
31	0,108	18,80	5745
32	0,100	16,70	5988
33	0,109	18,20	5989
34	0,100	16,80	5952
35	0,110	19,20	5729
36	0,109	18,30	5956
37	0,107	18,90	5661
38	0,112	19,30	5803
39	0,106	18,20	5824
40	0,112	18,80	5957
41	0,108	18,80	5745
42	0,105	18,30	5738
43	0,107	18,30	5847
44	0,100	17,30	5780
45	0,114	19,60	5816

Ek-3. ERMENEK (KONYA) (LKSEL)			
ÖRNEK NO.	BOY (L, m)	P - Dalgasının Etkin lerleme Zamanı (Tp,µs)	P - Dalgasının Yayılma Hızı (Vp, m/s)
1	0,105	18,30	5738
2	0,104	17,40	5977
3	0,108	18,60	5806
4	0,107	18,30	5847
5	0,106	18,20	5824
6	0,104	17,80	5843
7	0,116	18,80	6170
8	0,108	18,20	5934
9	0,109	18,80	5798
10	0,102	16,90	6036
11	0,107	17,40	6149
12	0,115	17,70	6497
13	0,110	18,80	5851
14	0,108	18,40	5870
15	0,105	17,70	5932
16	0,104	17,60	5909
17	0,110	18,80	5851
18	0,104	17,70	5876
19	0,108	18,80	5745
20	0,108	18,30	5902
21	0,104	17,90	5810
22	0,107	18,30	5847
23	0,105	18,20	5769
24	0,105	16,90	6213
25	0,108	17,90	6034
26	0,101	15,90	6352
27	0,110	18,80	5851
28	0,103	17,70	5819
29	0,104	17,40	5977
30	0,105	18,40	5707
31	0,109	18,8	5798
32	0,107	18,3	5847
33	0,105	17,2	6105
34	0,107	18,8	5691
35	0,109	17,9	6089
36	0,108	16,4	6585
37	0,109	18,6	5860
38	0,108	18,8	5745
39	0,104	17,8	5843
40	0,101	17,2	5872
41	0,104	17,9	5810
42	0,104	17,7	5876
43	0,109	18,2	5989
44	0,107	18,7	5722
45	0,102	18,3	5574

Ek-3. 1. GRUP (40. DÖNGÜ SONRASI)			
ÖRNEK NO.	BOY (L, m)	P - Dalgasının Etkin lerleme Zamanı (Tp,µs)	P - Dalgasının Yayılma Hızı (Vp, m/s)
A1	0,107	18,90	5661
A2	0,107	18,40	5815
A3	0,107	19,40	5515
A4	0,107	19,90	5377
A5	0,107	20,30	5271
A8	0,107	19,90	5377
A9	0,107	18,90	5661
A10	0,107	19,70	5431
A12	0,107	18,90	5661
A13	0,107	20,30	5271
B1	0,107	19,30	5544
B2	0,107	17,90	5978
B5	0,107	18,80	5691
B11	0,107	19,30	5544
B12	0,107	18,40	5815
B14	0,107	19,30	5544
B15	0,107	17,90	5978
B16	0,107	17,90	5978
B18	0,107	16,90	6331
B19	0,107	17,90	5978
K1	0,107	18,80	5691
K3	0,107	19,70	5431
K4	0,107	18,80	5691
K5	0,107	18,80	5691
K6	0,107	17,90	5978
K8	0,107	18,80	5691
K9	0,107	18,90	5661
K10	0,107	18,20	5879
K11	0,107	18,90	5661
K16	0,107	18,30	5847

Ek-3. 2. GRUP (40. DÖNGÜ SONRASI)			
ÖRNEK NO.	BOY (L, m)	P - Dalgasının Etkin lerleme Zamani (Tp,µs)	P - Dalgasının Yayılma Hızı (Vp, m/s)
A15	0,107	19,90	5377
A17	0,107	20,40	5245
A19	0,107	18,80	5691
A20	0,107	22,30	4798
A21	0,107	22,80	4693
A22	0,107	21,80	4908
A24	0,107	19,90	5377
A25	0,107	19,90	5377
A26	0,107	22,60	4735
A27	0,107	20,30	5271
B20	0,107	18,80	5691
B21	0,107	18,40	5815
B22	0,107	18,30	5847
B24	0,107	21,30	5023
B25	0,107	18,40	5815
B26	0,107	19,30	5544
B28	0,107	18,90	5661
B29	0,107	18,90	5661
B30	0,107	20,40	5245
B31	0,107	18,90	5661
K17	0,107	20,40	5245
K18	0,107	20,00	5350
K19	0,107	21,90	4886
K23	0,107	21,20	5047
K26	0,107	21,70	4931
K28	0,107	20,40	5245
K29	0,107	20,20	5297
K33	0,107	21,30	5023
K34	0,107	20,40	5245
K35	0,107	22,20	4820

Ek-3. 3. GRUP (40. DÖNGÜ SONRASI)			
ÖRNEK NO.	BOY (L, m)	P - Dalgasının Etkin lerleme Zamamı (Tp,µs)	P - Dalgasının Yayılma Hızı (Vp, m/s)
A30	0,107	18,80	5691
A33	0,107	18,40	5815
A34	0,107	18,80	5691
A35	0,107	18,80	5691
A36	0,107	20,20	5297
A38	0,107	21,30	5023
A39	0,107	21,40	5000
A40	0,107	20,90	5120
A41	0,107	21,30	5023
A42	0,107	20,40	5245
B33	0,107	18,90	5661
B35	0,107	19,90	5377
B36	0,107	19,30	5544
B37	0,107	18,40	5815
B38	0,107	19,90	5377
B39	0,107	18,90	5661
B42	0,107	18,80	5691
B43	0,107	18,00	5944
B45	0,107	19,90	5377
B46	0,107	18,30	5847
K36	0,107	18,80	5691
K37	0,107	19,80	5404
K38	0,107	19,80	5404
K39	0,107	18,80	5691
K40	0,107	18,30	5847
K41	0,107	18,40	5815
K42	0,107	18,80	5691
K43	0,107	19,80	5404
K44	0,107	20,20	5297
K45	0,107	19,40	5515

Ek-4. KONTROL NUMUNELER		
ÖRNEK NO.	YEN LME YÜKÜ (F, kN)	TEK EKSENL SIKI MA DAYANIMI (f_c, Mpa)
A6	149,00	62,75
A7	111,70	47,04
A11	138,50	58,32
A14	125,30	52,77
A16	89,10	37,52
A18	102,50	43,16
A23	77,70	32,72
A28	107,20	45,14
A29	119,30	50,24
A31	100,80	42,45
A32	118,40	49,86
A37	108,10	45,52
B3	71,90	30,28
B4	93,60	39,42
B6	89,10	37,52
B7	134,50	56,64
B8	107,50	45,27
B9	92,70	39,04
B10	64,80	27,29
B13	111,30	46,87
B17	114,60	48,26
B23	116,80	49,19
B27	118,90	50,07
B32	130,50	54,96
B34	120,00	50,53
B40	104,60	44,05
B41	89,10	37,52
B44	92,90	39,12
K2	70,40	29,65
K7	81,10	34,15
K12	85,80	36,13
K13	103,20	43,46
K14	96,30	40,55
K15	87,60	36,89
K20	96,30	40,55
K21	105,90	44,60
K22	98,30	41,40
K24	73,00	30,74
K25	130,50	54,96
K27	78,00	32,85
K30	109,20	45,99
K31	101,60	42,79
K32	114,40	48,17

Ek-4. 1. GRUP(MgSO₄)		
ÖRNEK NO.	YEN LME YÜKÜ (F, kN)	TEK EKSENL SIKI MA DAYANIMI (†_c, Mpa)
A1	91,10	38,36
A2	103,70	43,67
A3	102,30	43,08
A4	84,20	35,46
A5	70,80	29,82
A8	79,70	33,56
A9	69,50	29,27
A10	80,60	33,94
A12	94,50	39,80
A13	96,70	40,72
B1	98,10	41,31
B2	77,70	32,72
B5	105,20	44,30
B11	69,70	29,35
B12	105,00	44,22
B14	71,70	30,30
B15	42,40	17,86
B16	120,90	50,91
B18	82,90	34,91
B19	118,60	49,94
K1	64,30	27,08
K3	44,20	18,61
K4	65,70	27,67
K5	78,90	33,23
K6	73,50	30,95
K8	73,00	30,74
K9	98,70	41,56
K10	71,30	30,03
K11	84,40	35,67
K16	82,40	34,70

Ek-4. 2. GRUP(Na₂SO₄)		
ÖRNEK NO.	YEN LME YÜKÜ (F, kN)	TEK EKSENL SIKI MA DAYANIMI (†_c, Mpa)
A15	75,30	31,71
A17	100,50	42,32
A19	69,00	29,06
A20	59,90	25,23
A21	89,40	37,65
A22	57,60	24,26
A24	151,00	63,59
A25	112,80	47,68
A26	94,30	39,71
A27	123,10	51,84
B20	88,90	37,44
B21	82,00	34,53
B22	89,60	37,73
B24	59,20	24,93
B25	60,10	25,40
B26	90,20	37,98
B28	85,30	35,92
B29	70,40	29,65
B30	99,00	41,69
B31	117,30	49,40
K17	99,00	41,69
K18	70,10	29,52
K19	80,60	33,94
K23	37,90	15,96
K26	35,30	14,87
K28	58,50	24,64
K29	100,50	42,32
K33	59,60	25,10
K34	68,30	28,76
K35	65,40	27,54

Ek-4. 3. GRUP(NaCl)		
ÖRNEK NO.	YEN LME YÜKÜ (F, kN)	TEK EKSENL SIKI MA DAYANIMI (\dagger_c, Mpa)
A30	161,30	67,93
A33	111,00	46,74
A34	92,50	38,95
A35	103,40	43,54
A36	88,90	37,44
A38	98,30	41,40
A39	71,90	30,28
A40	95,20	40,24
A41	41,50	17,48
A42	58,10	24,47
B33	92,50	38,95
B35	114,20	48,09
B36	56,70	23,88
B37	89,80	37,82
B38	86,40	36,52
B39	99,00	41,69
B42	69,50	29,27
B43	110,10	46,37
B45	74,20	31,25
B46	58,70	24,90
K36	90,90	38,28
K37	56,30	23,71
K38	57,80	24,34
K39	75,70	31,88
K40	59,40	25,01
K41	95,40	40,17
K42	50,20	21,14
K43	61,60	25,94
K44	59,60	25,10
K45	71,70	30,19

Ek-5. SUDA DA İLMAYA KAR İ DURAYLILIK NDEKS DENEY

GRUP 1 (MgSO₄)			1.DÖNGÜ	2.DÖNGÜ
NO	KAP	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE
K11	30	461,4	458,5	456,5
K9	30	469,7	468,2	466,5
A1	30	403,3	402,0	401,1
K1	30	404,2	402,4	400,6
B1	30	406,4	404,4	402,9
A13	30	494,4	491,9	490,3
B14	30	495,1	463,3	463,1
A8	30	447,1	445,6	444,2
B2	30	398,1	396,4	395,6
A9	30	403,9	402,6	401,8
K6	30	409,7	407,6	406,3
K8	30	363,9	362,5	361,0
K16	30	492,0	489,8	487,7
A5	30	424,4	422,1	420,3
A10	30	420,5	418,4	416,8
A2	30	419,3	417,8	416,6
K5	30	431,2	428,5	426,9
B5	30	398,3	395,1	393,9
B12	30	447,4	445,0	443,7
B18	30	459,8	456,9	454,7
K3	30	385,9	383,8	382,7
B16	30	414,2	411,6	410,7
B15	30	474,8	472,3	470,7
B19	30	437,7	435,3	434,1
K10	30	417,8	415,4	413,5
A3	30	454,0	451,9	450,7
A4	30	412,8	411,2	409,8
B11	30	389,5	387,2	385,7
A12	30	431,5	429,5	427,5
K4	30	330,2	328,6	327,8

Ek-5. SUDA DA İLMAYA KAR İ DURAYLILIK NDEKS DENEY				
GRUP 2(Na₂SO₄)			1.DÖNGÜ	2.DÖNGÜ
NO	KAP	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE
K33	30	387,4	384,5	383,1
K28	30	391,2	388,8	387,8
B22	30	400,8	397,3	396,5
B29	30	430,0	428,4	428,1
K23	30	376,6	374,7	373,9
B24	30	392,0	389,9	388,2
K19	30	411,1	409,1	407,8
A24	30	413,0	409,7	408,5
B25	30	414,2	413,0	412,2
B26	30	417,1	414,4	413,2
K29	30	406,6	404,7	403,4
A26	30	369,7	368,0	367,0
B21	30	390,2	388,0	386,3
K18	30	421,9	420,0	418,2
A15	30	386,0	383,7	382,2
B31	30	371,0	368,0	367,0
A20	30	438,1	434,2	432,9
K26	30	422,6	420,1	418,9
A22	30	389,4	387,8	386,8
A27	30	470,7	468,1	467,1
A19	30	389,5	387,5	386,2
B28	30	392,8	390,5	389,1
A17	30	425,9	423,7	422,9
A21	30	379,0	376,4	375,1
B20	30	361,7	359,4	358,0
K17	30	380,7	379,5	378,4
K35	30	383,4	381,0	379,3
A25	30	375,6	374,5	373,7
B30	30	436,2	433,5	431,7
K34	30	430,8	427,9	427,1

Ek-5. SUDA DA İLMAYA KAR İ DURAYLILIK NDEKS DENEY

GRUP 3(NaCl)			1.DÖNGÜ	2.DÖNGÜ
NO	KAP	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE
B38	30,0	358,5	357,0	356,1
K40	30,0	436,9	434,8	433,4
K39	30,0	420,6	418,7	417,4
A38	30,0	421,8	420,4	419,4
B39	30,0	403,9	401,8	400,8
A41	30,0	450,7	449,0	448,2
B42	30,0	449,4	447,9	446,8
B37	30,0	408,1	406,8	405,9
K43	30,0	437,0	435,6	434,5
A40	30,0	391,1	389,7	388,9
K41	30,0	442,4	439,8	438,2
B33	30,0	455,7	453,4	452,1
A30	30,0	408,0	406,1	405,1
B36	30,0	344,3	342,2	341,1
K42	30,0	293,3	292,2	291,6
K37	30,0	419,4	417,9	416,8
A35	30,0	407,1	405,4	404,5
B35	30,0	361,8	359,6	358,4
A42	30,0	465,8	464,2	463,3
K45	30,0	422,4	420,8	419,7
B46	30,0	412,8	408,8	407,3
A34	30,0	342,5	341,1	340,4
K36	30,0	461,3	459,6	458,4
K44	30,0	400,1	398,5	397,3
A36	30,0	411,5	409,9	408,7
A33	30,0	388,0	386,3	385,5
K38	30,0	380,1	377,9	376,2
B45	30,0	460,9	458,9	457,6
A39	30,0	403,1	401,6	400,9
B43	30,0	433,8	431,8	430,4

Ek-5. SUDA DA İLMAYA KAR İ DURAYLILIK NDEKS DENEY

KONTROL NUMUNELER			1. DÖNGÜ	2. DÖNGÜ
NO	KAP	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE	KAP+NUMUNE
K21	31,0	404,7	403,2	402,2
K13	31,0	418,3	417,1	415,5
B6	31,0	389,9	388,5	387,2
K15	31,0	389,3	388,0	387,2
A28	31,0	396,0	394,4	392,7
K30	31,0	382,4	380,7	379,3
A29	31,0	369,3	367,2	365,5
A11	31,0	358,9	357,0	355,8
B40	31,0	407,7	406,0	404,9
B3	31,0	390,2	386,5	384,4
B17	31,0	362,0	360,1	358,6
K31	31,0	428,0	426,1	424,5
B9	31,0	392,1	391,4	390,3
B34	31,0	337,1	334,4	332,8
B7	31,0	381,6	380,2	379,3
B32	31,0	364,4	363,5	362,8
A37	31,0	341,1	340,2	339,6
A16	31,0	357,0	356,1	355,2
B44	31,0	361,4	360,1	359,2
K14	31,0	384,0	382,7	381,9
B4	31,0	390,4	388,6	387,2
A23	31,0	382,0	380,2	379,1
B23	31,0	382,3	381,1	380,1
K20	31,0	389,2	387,5	386,4
A32	31,0	446,4	443,6	441,9
A18	31,0	393,7	392,8	391,9
A14	31,0	434,0	432,0	430,6
K2	31,0	386,8	385,4	384,3
K12	31,0	396,6	368,1	367,3
K27	31,0	425,8	424,0	422,7
B41	31,0	404,9	402,8	401,1
B27	31,0	405,7	404,1	403,1
K24	31,0	365,7	364,0	363,3
K25	31,0	433,2	430,4	429,0
A6	31,0	469,9	467,5	465,7
K32	31,0	389,9	387,3	386,0
K22	31,0	400,5	399,1	398,0
A7	31,0	360,8	359,9	359,1
B13	31,0	394,0	392,5	391,8
B10	31,0	453,8	452,9	451,6
B8	31,0	359,7	358,0	356,9
A31	31,0	366,1	364,0	362,6
K7	31,0	442,6	441,0	439,9