



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ANKARA İLİ ANDEZİT (GÖLBAŞI), BAZALT
(ETİMESGUT) VE KİREÇTAŞLARININ
(MAMAK) TUZA KARŞI DAYANIMLARI VE
BAZİ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Gülsüm DİNÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this seminar document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Gülsüm DİNÇ

Tarih: 06.11.2020



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA İLİ ANDEZİT (GÖLBAŞI), BAZALT (ETİMESGUT) VE KİREÇTAŞLARININ (MAMAK) TUZA KARŞI DAYANIMLARI VE BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Gülsüm DİNÇ

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Veysel ZEDEF

Yıl, 2020 Sayfa 114

Jüri: Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÖZŞEN
Dr. Öğr. Üyesi Havvanur UÇBEYİAY

Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Yüksek lisans projesi kapsamında Ankara ilinde Büyükşehir Belediyesine ait 3 farklı maden ocağını gezdim. Andezit, Bazalt ve Kireçtaşı ocakları hakkında üretim ve genel işleyişler hakkında bilgiler öğrendim. 3 farklı ocaktan Andezit (Gölbaşı), Bazalt (Etimesgut) ve Kireçtaşı (Mamak) 'larından örnek numuneler getirdim. Bu tez kapsamında örnek numuneler üzerinde 4 farklı deney yaparak andezit, bazalt ve kireçtaşı numuneleri hakkında bilgiler verdik.

Numuneler üzerine yaptığımız deneylerde;

Tek Eksenli Basınç Dayanımları andezit numunesi 152,30 Mpa, kireçtaşı numunesi 122,72 Mpa, bazalt numunesi 136,15 Mpa çıkmıştır.

Basınç dayanımı (Mpa) en yüksek numunemiz Gölbaşı ocağı'na aittir. En düşük numunemiz ise Mamak ocağı'na aittir.

Schmidt Çekici Deneyinde andezit numunesi 223,82 Mpa, bazalt numunesi 178,95 Mpa, kireçtaşı numunesi 211,57 Mpa çıkmıştır.

Schmidt Çekici Deneyinde ortalama (Mpa) en yüksek numunemiz Gölbaşı ocağı'na aittir. En düşük numunemiz ise Etimesgut Ocağı'na aittir.

Donma Çözünme Deneyinde ağırlık kayıpları % olarak, andezit numunesi %0,06 kireçtaşı numunesi %0,02 bazalt numunesi %0,10'luk ağırlık kayıpları yaşanmıştır.

En fazla ağırlık kaybı yaşayan bazalt numunesi %0,10 ortalama kayıp değeriyle olmuştur. En az ağırlık kaybını ise kireçtaşı numunesi %0,02 'lik ağırlık kaybı yaşamıştır.

İspanyol Kuru Ağırlık Kaybı (Dry Weight Loss = DWL) Deneyinde ağırlık kayıpları % olarak, andezit numunesi % 11,70, bazalt numunesi % 0,18, kireçtaşı numunesi % -0,59 'luk ağırlık kayıpları yaşanmıştır.

En fazla ağırlık kaybı yaşayan kireçtaşı numunesi %-0,59 ortalama kayıp değeriyle olmuştur. En az ağırlık kaybını ise andezit numunesi %11,70 'lik ağırlık kaybı yaşamıştır.

Anahtar Kelimeler: Andezit, Bazalt, Kireçtaşı

ABSTRACT

MS THESIS

COMPARISON OF SOME PHYSICAL PROPERTIES AND STRENGTH OF ANDESITE(GÖLBAŞI), BASALT(ETİMESGUT) AND LIME STONE(MAMAK) IN ANKARA

Gülsüm DİNÇ

**KONYA TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Veysel ZEDEF

Year, 2020 Pages 114

Jury: Assoc. Dr. Hakan ÖZŞEN
Assoc. Dr. Havvanur UÇBEYİAY

Within the scope of Konya Technical University Mining Engineering Department master's project, I visited 3 different mines belonging to Metropolitan Municipality in Ankara. I learned about the production and general operations of Andesite, Basalt and Limestone quarries. I brought samples of Andesite (Gölbaşı), Basalt (Etimesgut) and Limestone (Mamak) from 3 different quarries. Within the scope of this thesis, we gave information about andesite, basalt and limestone samples by doing 4 different experiments on sample samples.

In our experiments on samples;

Uniaxial Compressive Strengths were found to be 152.30 Mpa for the andesite sample, 122.72 Mpa for the limestone sample, 136.15 Mpa for the basalt sample.

Our sample with the highest compressive strength (Mpa) belongs to Gölbaşı quarry. Our lowest sample belongs to Mamak quarry.

In the Schmidt Hammer Test, the andesite sample was 223.82 Mpa, the basalt sample was 178.95 Mpa, and the limestone sample was 211.57 Mpa.

Our highest average (Mpa) sample in the Schmidt Hammer Test belongs to Gölbaşı quarry. Our lowest sample belongs to Etimesgut Quarry.

In the Freeze-Dissolution Test, weight losses of 0.06%, limestone sample 0.02%, and basalt sample 0.10% weight loss were observed in%.

The basalt sample that experienced the most weight loss was with an average loss value of 0.10%. The least weight loss was experienced by the limestone sample of 0.02%.

In the Spanish Dry Weight Loss (DWL) Test, weight loss was% 11.70 for andesite sample, 0.18% for basalt sample, -0.59% for limestone sample.

The limestone sample that experienced the highest weight loss was with an average loss value of -0.59%. The least weight loss was experienced by the andesite sample of 11.70%.

Keywords: Andesite, Basalt, Limestone

ÖNSÖZ

Bu çalışma kapsamında Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Programı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle çalışmalarım sırasında hiçbir konuda yardım ve desteğini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Veysel ZEDEF 'e ve Ankara Büyükşehir Belediyesinde görev yapan meslektaşım Hamza Güneş'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gülsüm DİNÇ

KONYA-2020



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLOLAR DİZİNİ.....	xv
GRAFİKLER DİZİNİ	xv
BÖLÜM I.....	1
1.GİRİŞ	1
1.1.Doğal Yapı Taşlarında Fiziksel ve Mekanik Özellikler Arasındaki İlişki.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2
1.3. Çalışmanın Önemi	3
1.4. Çalışmanın Kapsamı	4
1.5. Önceki Çalışmalar.....	5
BÖLÜM II	12
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	12
2.1. Doğal Taşlar.....	12
2.1.1. Doğal Taş Tanımı	12
2.1.2. Oluşumları	13
2.1.3. Özellikleri	14
2.1.4. Sınıflandırılması.....	14
2.1.5. Kullanım Alanları	15
2.1.6. Türkiye’de Doğal Taşlar (Kazancı & Gürbüz, 2014).....	17
2.3. Taşların Bozunması	20

2.3.1. Fiziksel Ayrışma	22
2.3.2. Kimyasal Ayrışma	25
2.3.3. Biyolojik Çözünme	27
2.4. Bozunmaya Sebep Olan Doğal Faktörler	30
2.4.1. Abiyotik Faktörler.....	31
2.4.2. Biyotik Faktörler.....	31
2.5. Bozunma Türleri	32
2.5.1. Çatlaklar ve Deformasyon	32
2.5.2. Materyalin Eksilmesi ve Kaybı.....	33
2.5.3. Renk Değişimi	33
BÖLÜM III.....	34
3. ÇALIŞMADA KULLANILAN MALZEMELER VE YÖNTEMLER.....	34
3.1. Numune Alınan Bölgenin Genel Jeolojisi,Coğrafi Yapısı ve Tektonik Yapısı ...	34
3.2. Araştırmada Kullanılan Taşlar	34
3.2.1. Andezit(Gölbaşı).....	34
3.2.2 Bazalt (Etimesgut)	35
3.2.3 Kireçtaşı(Mamak)	36
3.4. Çalışmada Kullanılan Yöntemler.....	39
3.4.1.Numuların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	39
3.4.2. Numunelerin Fiziksel Özelliklerinin Tayininde Kullanılan Yöntemler	39
BÖLÜM IV	42
4. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	42
4.1. Numunelerin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	42
4.1.1. Fiziksel Deneyler Ve Sonuçları	42
4.1.2. Mekanik Deneyler Ve Sonuçları.....	48

BÖLÜM V	61
5. DENEY VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	61
5.1 Birim-Hacim Yoğunluk İle Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	61
5.1.1 Birim-Hacim Yoğunluk İle Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması.....	61
5.1.2 Birim-Hacim Yoğunluk İle Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması	61
5.1.3 Birim-Hacim Yoğunluk İle Hacimce Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması	62
5.1.4 Birim-Hacim Yoğunluk İle Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması .	62
5.1.5 Birim-Hacim Yoğunluk İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması	63
5.1.6 Birim-Hacim Yoğunluk İle Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması	63
5.1.7 Birim-Hacim Yoğunluk İle DWL Değerlerinin Karşılaştırılması	64
5.2 Gözeneklilik İle Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	64
5.2.1 Gözeneklilik İle Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması.....	64
Gözeneklilik değeri arttıkça, birim-hacim yoğunluk değeri azalmaktadır.	64
5.2.2 Gözeneklilik İle Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması	65
5.2.3 Gözeneklilik İle Hacimce Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması	65
5.2.4 Gözeneklilik İle Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması	66
5.2.5 Gözeneklilik İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması	66
5.2.6 Gözeneklilik İle Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması	67
5.2.7 Gözeneklilik İle DWL Değerlerinin Karşılaştırılması.....	67
5.3 Ağırlıkça Su Emme İle Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	68
5.3.1 Ağırlıkça Su Emme İle Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması	68
5.3.2 Ağırlıkça Su Emme İle Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması	68

5.3.3	Ağırlıkça Su Emme İle Hacimce Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması ..	69
5.3.4	Ağırlıkça Su Emme İle Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması	69
5.3.5	Ağırlıkça Su Emme İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması	70
5.3.6	Ağırlıkça Su Emme İle Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması	70
5.3.7	Ağırlıkça Su Emme İle DWL Değerlerinin Karşılaştırılması	71
5.4	Hacimce Su Emme ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	71
5.4.1	Hacimce Su Emme ile Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması	71
5.4.2	Hacimce Su Emme ile Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması	72
5.4.3	Hacimce Su Emme ile Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması ..	72
5.4.4	Hacimce Su Emme ile Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması	73
5.4.5	Hacimce Su Emme ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması	73
5.4.6	Hacimce Su Emme ile Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması	74
5.4.7	Hacimce Su Emme ile DWL Değerlerinin Karşılaştırılması	74
5.5	Schmidt Sertlik Değeri ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	75
5.5.1	Schmidt Sertlik Değeri ile Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması	75
5.5.2	Schmidt Sertlik Değeri ile Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması	75
5.5.3	Schmidt Sertlik Değeri ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması	76
5.5.4	Schmidt Sertlik Değeri ile Hacimce Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması	76
5.5.5	Schmidt Sertlik Değeri ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması	77
5.5.6	Schmidt Sertlik Değeri ile Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması ..	77
5.5.7	Schmidt Sertlik Değeri ile DWL Değerlerinin Karşılaştırılması	78

5.6 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	78
5.6.1 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması	78
5.6.2 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması	79
5.6.3 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması	79
5.6.4 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Hacimce Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması	80
5.6.5 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Schmidt Sertlik Değeri Değerlerinin Karşılaştırılması	80
5.6.6 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması	81
5.6.7 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile DWL Değerlerinin Karşılaştırılması	81
5.7 Donma-Çözülme ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	82
5.7.1 Donma-Çözülme ile Birim-Hacim Yoğunluk Verilerinin Karşılaştırılması ..	82
5.7.2 Donma-Çözülme ile Gözeneklilik Verilerinin Karşılaştırılması	82
5.7.3 Donma-Çözülme ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması	83
5.7.4 Donma-Çözülme ile Hacimce Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması	83
5.7.5 Donma-Çözülme ile Schmidt Sertlik Değeri Verilerinin Karşılaştırılması ...	84
5.7.6 Donma-Çözülme ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Verilerinin Karşılaştırılması	84
5.7.7 Donma-Çözülme ile DWL Verilerinin Karşılaştırılması	85
5.8 DWL ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması	85
5.8.1 DWL ile Birim-Hacim Yoğunluk Verilerinin Karşılaştırılması	85
5.8.2 DWL ile Gözeneklilik Verilerinin Karşılaştırılması	86
5.8.3 DWL ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması	86
5.8.4 DWL ile Hacimce Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması	87

5.8.5 DWL ile Schmidt Sertlik Değeri Verilerinin Karşılaştırılması	87
5.8.6 DWL ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Verilerinin Karşılaştırılması	88
5.8.7 DWL ile Donma-Çözölme Verilerinin Karşılaştırılması.....	88
BÖLÜM VI.....	89
6. GENEL VERİLER	89
BÖLÜM VII	93
7.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
8.KAYNAKÇA.....	95
ÖZGEÇMİŞ	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kaya(ç) Döngüsü	14
Şekil 2. Doğal Taşların Sınıflandırılması	15
Şekil 3. Ülkemizdeki jeomiras nitelikli bir kısım doğal taşların yerleri	17
Şekil 4. Taşların Bozunmasına Neden Olan Ayrışmaların Genel Bir Sınıflandırması... 21	
Şekil 5. Taşların Ayrışmasına Neden Olan Faktörler	22
Şekil 6. Taşlar Üzerindeki Bakteri Etkileri	29
Şekil 7. Etimesgut Bazalt Ocağı	35
Şekil 8. Mamak Kireçtaşı Ocağı	36
Şekil 9. Numunelerin Ebatlandırılmış Hali	37
Şekil 10. Ocaktan Alınan Bazalt Numunesi	37
Şekil 11. Ocaktan Alınan Kalker Numunesi	38
Şekil 12. Ocaklardan Alınan Bazalt-Kalker-Andezit Numuneleri	38
Şekil 13. Hidrolik Basınç Presi	48
Şekil 14. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Numuneleri	49
Şekil 15. Andezit Numunesinin Kırılma Anı Kayaç Görüntüsü	49
Şekil 16. Bazalt Numunesinin Kırılma Anı Kayaç Görüntüsü	50
Şekil 17. Kireçtaşı Numunesinin Kırılma Anı Kayaç Görüntüsü	50
Şekil 18. Donma-Çözünme Deneyi İçin Andezit Numunesi	52
Şekil 19. Donma-Çözünme Deneyi İçin Kireçtaşı Numunesi	53
Şekil 20. Donma-Çözünme Deneyi İçin Bazalt Numunesi	53
Şekil 21. Andezit Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü	54
Şekil 22. Bazalt Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü	54
Şekil 23. Kireçtaşı Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü	55
Şekil 24. İspanyol Kuru Ağırlık (DWL) Deneyi Numuneleri	57
Şekil 25. Andezit Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü	58
Şekil 26. Kireçtaşı Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü	58
Şekil 27. Bazalt Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü	59

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye Maden Rezervleri.....	18
Tablo 2. Doğal Taşa Etki Eden Canlılar	28
Tablo 3. Schmidt Çekici Özellikleri	40
Tablo 4. Yoğunluk-Birim Hacim Ağırlığı Değerleri	43
Tablo 5. Gözeneklilik (Porozite) Değerleri	44
Tablo 6. Ağırlıkça Su Emme-Hacimce Su Emme Oranı Değerleri	45
Tablo 7. Kaynar Suda Ağırlıkça Su Emme-Hacimce Su Emme Oranı Değerleri	46
Tablo 8. Numunelerin Schmidt Sertlik Çekici Değerleri	47
Tablo 9. Numunelerin Tek eksenli Basınç Dayanımı Değerleri.....	51
Tablo 10. Numunelerin Donma-Çözünme Yüzde Bağlı Ağırlık Kayıpları Değerleri....	56
Tablo 11. Numunelerin İspanyol Kuru Ağırlık Kaybı (DWL) Değerleri.....	59
Tablo 12. Verilerden Elde Edilen R ₂ Değerleri	89

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1 Birim-Hacim Yoğunluk-Gözeneklilik Grafiği	61
Grafik 2 Birim-Hacim Yoğunluk-Ağırlıkça Su Emme Grafiği	61
Grafik 3 Birim-Hacim Yoğunluk-Hacimce Su Emme Grafiği.....	62
Grafik 4 Birim-Hacim Yoğunluk- Schmidt Sertlik Grafiği.....	62
Grafik 5 Birim-Hacim Yoğunluk-Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği.....	63
Grafik 6 Birim-Hacim Yoğunluk- Donma-Çözülme Grafiği	63
Grafik 7 Birim-Hacim Yoğunluk-DWL Grafiği.....	64
Grafik 8 Gözeneklilik İle Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği	64
Grafik 9 Gözeneklilik İle Ağırlıkça Su Emme Grafiği.....	65
Grafik 10 Gözeneklilik İle Hacimce Su Emme Grafiği.....	65
Grafik 11 Gözeneklilik İle Schmidt Sertlik Grafiği.....	66
Grafik 12 Gözeneklilik İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği.....	66
Grafik 13 Gözeneklilik İle Donma-Çözülme Grafiği	67
Grafik 14 Gözeneklilik İle DWL Grafiği	67
Grafik 15 Ağırlıkça Su Emme İle Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği	68
Grafik 16 Ağırlıkça Su Emme İle Gözeneklilik Grafiği.....	68
Grafik 17 Ağırlıkça Su Emme İle Hacimce Su Emme Grafiği.....	69
Grafik 18 Ağırlıkça Su Emme İle Schmidt Sertlik Grafiği	69
Grafik 19 Ağırlıkça Su Emme İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği.....	70
Grafik 20 Ağırlıkça Su Emme İle Donma-Çözülme Grafiği	70
Grafik 21 Ağırlıkça Su Emme İle DWL Grafiği	71
Grafik 22 Hacimce Su Emme ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği	71
Grafik 23 Hacimce Su Emme ile Gözeneklilik Grafiği	72
Grafik 24 Hacimce Su Emme ile Ağırlıkça Su Emme Grafiği.....	72
Grafik 25 Hacimce Su Emme ile Schmidt Sertlik Grafiği.....	73
Grafik 26 Hacimce Su Emme ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği.....	73
Grafik 27 Hacimce Su Emme ile Donma-Çözülme Grafiği	74
Grafik 28 Hacimce Su Emme ile DWL Grafiği	74
Grafik 29 Schmidt Sertlik Değeri ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği	75
Grafik 30 Schmidt Sertlik Değeri ile Gözeneklilik Grafiği.....	75
Grafik 31 Schmidt Sertlik Değeri ile Ağırlıkça Su Emme Grafiği.....	76
Grafik 32 Schmidt Sertlik Değeri ile Hacimce Su Emme Grafiği.....	76

Grafik 33 Schmidt Sertlik Değeri ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği.....	77
Grafik 34 Schmidt Sertlik Değeri ile Donma-Çözölme Grafiği	77
Grafik 35 Schmidt Sertlik Değeri ile DWL Grafiği	78
Grafik 36 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği	78
Grafik 37 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Gözeneklilik Grafiği	79
Grafik 38 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Grafiği.....	79
Grafik 39 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Hacimce Su Emme Oranı Grafiği.....	80
Grafik 40 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Schmidt Sertlik Grafiği.....	80
Grafik 41 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Donma-Çözölme Grafiği	81
Grafik 42 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile DWL Grafiği	81
Grafik 43 Donma-Çözölme ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği.....	82
Grafik 44 Donma-Çözölme ile Gözeneklilik Grafiği	82
Grafik 45 Donma-Çözölme ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Grafiği	83
Grafik 46 Donma-Çözölme ile Hacimce Su Emme Oranı Grafiği.....	83
Grafik 47 Donma-Çözölme ile Schmidt Sertlik Grafiği.....	84
Grafik 48 Donma-Çözölme ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Grafiği	84
Grafik 49 Donma-Çözölme ile DWL Grafiği.....	85
Grafik 50 DWL ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği	85
Grafik 51 DWL ile Gözeneklilik Grafiği.....	86
Grafik 52 DWL ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Grafiği	86
Grafik 53 DWL ile Hacimce Su Emme Oranı Grafiği	87
Grafik 54 DWL ile Schmidt Sertlik Grafiği	87
Grafik 55 DWL ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Grafiği	88
Grafik 56 DWL ile Donma-Çözölme Grafiği.....	88

BÖLÜM I

1.GİRİŞ

Endüstriyel olan pek çok ürün, doğadan alınan maddelerin işlenmesi ve/veya bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır. Doğadan alınan taşlar ile hem yapılar yapılmakta, hem de dekoratif düzenlemeler gerçekleştirilmektedir. Özellikle kent yaşamı, insanların daha fazla doğal olanı talep etmesine neden olmaktadır. Hem binalarda, hem turistik alanlarda hem de park ve bahçelerde sıklıkla kullanılan doğal yapı taşlarının fiziksel özelliklerini tanımak ve onların çeşitli faktörler karşısında nasıl davrandığını bilmek, sağlamlık, verimli ve uzun süre kullanım ve doğru kullanım alanlarını belirlemek açısından önemlidir.

1.1.Doğal Yapı Taşlarında Fiziksel ve Mekanik Özellikler Arasındaki İlişki

Kayaçların doku özellikleri ile fiziki ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenerek, kayaçların davranışları hakkında daha sağlıklı bilgi edinebilmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır ve bu tür çalışmalar teknolojiye gelişmelerle birlikte hız kazanmıştır.

Kayaçların mekanik davranışlarının belirlenmesinde dokusal özelliklerin büyük faktör olduğu belirtilmektedir (Özçelik, 2002). Burada belirtilen ana dokusal faktörler, tane boyu, tane şekli, tane yönelimi, tanelerin birbirlerine oranı ve matriks maddesidir.

Doğal yapı taşları, yapı sektöründe farklı kullanım alanlarına bağlı olarak doğrudan veya dolaylı çevresel etkileşimler sonucu bozunuma maruz kalırlar. Bozunma; genel olarak kayaçların hidrosfer ve atmosferin doğrudan etkisi altında kalarak ayrışması olayı olarak tanımlanmaktadır (Fookes, Dearman, & Franklin, 1971). Çevresel etkenlere bağlı olarak bozunma mekanizması, birçok araştırmacı (Beavis , 1985) tarafından, fiziksel ayrışma, kimyasal ve biyolojik bozunma olmak üzere üç ana grup altında toplanmıştır (Ünal & Ünver, 1995).

Kayaçalarda bozunma, yukarıda da belirtildiği üzere, farklı şekillerde oluşabilmektedir. Bozunmayı önlemek için öncelikle bozunmaya neden olan faktörlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Günümüzde, bozunmaya neden olan

faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmaların çeşitlenerek arttığı görülmektedir. Önceden yapılmış çalışmalar incelendiğinde, bozunmaya neden olan; deprem, yangın, su baskını, rüzgar, donma-çözünme, sıcaklık dalgalanmaları, kimyasal malzemeler, kirlilik, tuz kristalleşmesi ve biyolojik bozunma ile ilgili çalışmaları görmek mümkündür. Bununla birlikte, son yıllarda yapılan çalışmaların daha çok freze-thaw (donma çözünme), hava kirliliği, tuzlar ve biyolojik bozunma ile ilgili olduğu görülmektedir (Ünal M. , 2006).

Tuzların kayaçlar üzerindeki zararları, tuzların kristalleşmesi ve hidrasyonu olmak üzere genellikle bu iki nedene bağlı olarak oluşmaktadır. Kristalleşme basıncı, çözeltinin doyma derecesine ve kayaç gözeneklerinin büyüklüğüne bağlı olarak tanımlanmaktadır. Tuzlara bağlı bozunma özellikle denizler çevresinde ve ılık iklim koşullarında yaygın olarak görülmektedir. Tuzlar, belirtilen bu ortamlarda rüzgar ile birleştiği zaman, en güçlü bozunma malzemesi olarak işlev görmektedir (Jefferson, 1993). Tuzlar, yağmur, nem ve sis gibi etmeler aracılığıyla yapı taşları ile etkileşime girmektedirler. Tuz kristalleşmesine bağlı bozunma, özellikle gözenekli kayaçlar üzerinde etkili olmakla birlikte çatlak ve mikro çatlak içeren kayaçlar üzerinde de önemli etkilere sahiptir (Benavente, 2001). Gözenekli ortamlardaki tuzlar, taneler ve bağlayıcı malzeme arasındaki yapışkanlığın yani çimentolaşmanın zayıflamasına neden olur. Çözünme ve kristalleşme döngüsü, kayaçta ağırlık kaybına, tane ve gözenek boyutlarında değişime, ayrımına derecesine gözle görülebilir yüzey bozunumlarına neden olmaktadır (Benavente, 2001) (Ünal M. , 2006). Bu çalışmada, Ankara bölgesinden alınan ve yapı taşı olarak kullanılan andezit, bazalt, kireçtaşı tuz kristalleşmesine bağlı bozunma özellikleri, ağırlık kaybı hesaplanması ile kestirilmeye çalışılmıştır. Deneyler; laboratuvar ortamında, doğal ortama uygun olarak, üç farklı örnek çeşidi üzerinde gerçekleştirilmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Kayaçlar doğada tuz kristallenmesi, ıslanma kuruma, donma-çözülme ve termal etki gibi değişik çevresel etkilere bağlı olarak bozunmaya uğramaktadırlar. Kayaçları doğal şartlar altında bozunmaya uğratan en önemli çevresel etkilere biri tuz kristallenmesidir. Doğada gerçekleşen tuz kristallenmesinin birçok çeşidi bulunabilmektedir. Bunlardan en yaygın olanı sodyum klorür (NaCl)'dür. Sodyum klorür; yağmur, yeraltı suyu ve deniz suyunda doğal olarak bulunduğu gibi değişik amaçlar için birçok alanda kullanılmasından dolayı yapı taşlarını etkilemektedir.

Yeryüzünde doğal şartlar altında bozunmaya uğrayan yapı taşlarının mühendislik parametrelerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle “atmosferik” koşulları yansıtan tuz (NaCl) kristallenmesinin kayaçların fiziksel ve mühendislik özelliklerinde meydana getirdiği değişimlerin anlaşılması için yapay bozunma deneyleri yapılmaktadır. Bu bağlamda, laboratuvarında sodyum klorür kullanarak yapay tuz kristallenme deneyi yapmak, doğada meydana gelecek bozunma sonucunda kayaçta meydana gelen değişikliklerin anlaşılması açısından bir kılavuzdur. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, kayaçların tuz kristallenmesine maruz kalacağı birçok ortam mevcuttur. Örneğin liman dolgularında kullanılan 3 kayacın tuzlu su ile teması, denizlerden gelen nem ve rüzgar ile taşınan tuzların kayaç ile olan etkileşimi, İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde ise kış mevsiminde buzlanmaya karşı yoğun tuz kullanımı, kıyı kesimlerde buzlanmaya karşı deniz suyunun doğrudan kullanımı ve bunun gibi birçok faktör bulunmaktadır.

Bu nedenle bu çalışmada Ankara çevresini yüzeyleyen ve yapıtaşı, bina iç-dış cephe kaplama taşı, beton agregası, yol kaplama ve asfalt malzemesi olarak kullanılan çeşitli kayaçların tuz kristallenmesine bağlı bozunma karşısında fiziksel ve mühendislik özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

1.3. Çalışmanın Önemi

Doğal taş deyimi yer kabuğunda bulunan, değişik kökendeki her türlü kayaç için kullanılan genel bir terimdir. Doğal taşların benzerlikleri olsa da bunların birbirlerinden ayrılmasına neden olan pek çok faktör vardır. Bu faktörler taşların kullanım alanlarını, işlenme biçimlerini ve hatta endüstriyel olarak işlenebilmeleri için alınması gereken izinleri dahi çeşitlendiren bir durumdur. Bunun yanı sıra doğal taşlar ekonomik zenginlik anlamına da gelmektedir. Ülkemizde pek çok yörede çıkarılan doğal taşlar mevcuttur ve bunları doğru analiz etme ile uluslararası alanda ekonomik fayda sağlamak da mümkündür.

Doğal taşların hangi etkenler karşısında bozunmaya maruz kaldığının anlaşılması, ürün haline gelen taşların nasıl değerlendirilmesi gerektiği hususunda da bizlere yol göstermektedir. Örneğin İç Anadolu bölgesinden çıkarılan bir doğal taşın, deniz kenarındaki bir binanın yapımında kullanılmasının sağlıklı olup olmayacağını bilmesi

bu taşın kullanım alanının sınırlandırılması ve hem doğa hem de insan sağlığının korunması açısından önemlidir.

Tuzlara bağlı olarak bozunma özellikleri denizler çevresinde ve ılık iklim koşullarında yaygın olarak görülmektedir. Tuzlar belirtilen bu ortamlarda nem ve rüzgar ile birleştiği zaman en güçlü bozunma sebebine dönüşebilmektedir. Tuz kristalleşmesi, bozunma özellikle gözenekli kayalarda önemli etkilere sahiptir. Gözenekli ortamdaki tuzlar; taneler ve bağlayıcı malzeme arasındaki yapışkanlığın yani çimentolaşmanın zayıflamasına neden olur. Çözüm ve kristalleşme döngüsü kayada ağırlık kaybına, tane ve gözenek boyutlarında değişme, ayrışma derecesine ve gözle görülebilir yüzey bozunmasına neden olmaktadır. Tüm bu etkenler, doğal taşın kullanım ömrünü değiştiren etkenlerdir. Dolayısıyla taşın ne amaçla kullanılabileceğini de doğrudan etkilemektedir. Taşların bilimsel olarak özelliklerinin ve hangi koşullar altında bozunacaklarının detaylı incelenmesi, bunların değerlendirildiği alanların sınırlandırılması/genişletilmesi ve insan başta olmak üzere çevre sağlığının, güvenliğinin ve görünümünün korunması açısından hayati öneme sahiptir.

1.4. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada, Doğal taşların ne olduğu, nasıl oluştuğu, kullanım alanları, özellikleri ve sınıflandırılma biçimleri açıklanmaktadır. Güncel akademik geçerliliği olan bilgilerin derlenmesi ile hazırlanan bu bölümde ayrıca çalışmanın uygulama bölümünde numuneleri ile deneyler yapılacak olan bazalt, andezit ve kireçtaşı'nın nasıl oluştuğu, hangi bölgelerde toplanabildiği gibi detaylara da yer verilmektedir. Literatür taraması bölümünde bunların yanı sıra, taşların fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak bozunmaları ile bozunmaya sebep olan doğal faktörlerin neler olduğu sorularına yanıt aranmıştır. Bu bölümde son olarak taşlar üzerinde ne tür bozunmaların olduğu araştırılmıştır. Bu çalışmada, uygulama aşamasında doğal taşların tuza karşı dayanımlarının incelenmesi amacıyla Ankara İl'inden alınan Andezit (Gölbaşı), Bazalt (Etimesgut) ve Kireçtaşı (Mamak) numunelerine çeşitli mekanik deneyler yapılmıştır. Bu deneyler, Donma Çözünme Deneyi, İspanyol Kuru Ağırlık Kaybı(Dry Weight Loss= DWL) Deneyi, Schmidt Çekici Deneyi ve Tek Eksenli Basma Dayanımı şeklindedir. Basınç dayanımı testinde, küp biçimde kesilen yapı taşlarına bası uygulanmakta; bunların dayanıklılıkları ölçülmektedir. Ölçüm esnasında $\sigma_c = F_c/A$ (kg/cm²) formülü ile hesaplamalar yapılmakta ve çıkan sonuçlar, numuneler arasında karşılaştırılmaktadır. Schmidt çekici kullanılarak

yapılan Schmidt çekici deneyinde amaç numunelerin tek eksenli sıkışma dayanımlarının anlaşılmasıdır. Yine aynı deney ile beton ve kayaçların yüzey sertliklerinin belirlenmesi de mümkün olmaktadır. İspanyol kuru ağırlık kaybı (Dry Weight Loss=DWL) deneyinde, numuneler 24 saat boyunca 60°C’de bekletilmektedir. Numunelerin ağırlıklarının ne kadarını kayb ettiklerinin saptanması için tartım yapıldıktan sonra bunların 4 saat süre ile yüzde 14’lük sodyum sülfat Na₂SO₄ çözeltisinde bekletme yapılmaktadır. Örnek çözeltiden çıkarılarak 60°C’de 16 saat bekletilmekte ve bu işlemler 15 defa tekrarlanmaktadır. Numunelerin ağırlıklarındaki değişim bitene dek 24 saat boyunca tartılmaya devam edilmekte, bu sayede örnek türlerinden hangilerinin daha fazla ağırlık kaybettiği anlaşılabilir. Yapılacak son deney olan donma çözünme deneyinde ise 16 saat boyunca dondurucuda bekletilen numuneler ardından 8 saat süre ile suda bekletilmektedir. 15 kez işlemler tekrarlandıktan sonra donma ve çözünme öncesindeki ağırlıklar kıyaslanarak numune üzerinde donma ve çözünme gibi fiziksel değişimlerin nasıl etki ettiği saptanmaktadır.

1.5. Önceki Çalışmalar

Kayaçların fiziksel parçalanma, kimyasal bozunma ve biyolojik aktiviteler ile bozunması sonucu mühendislik özellikleri değişmektedir. Kayaçlardaki bozunmanın iyi tanımlanması mühendislik yapısının performansı açısından önem arz etmektedir. Çeşitli araştırmacılar tarafından bugüne kadar hem kaya kütlesi hem de kaya maddelerindeki bozunma ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Kayaçların bozunması üzerine özellikle tuz (NaCl) kristallenmesi deneyleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar:

Schaffer (1932), doğal yapı taşlarının bozuluşması adlı çalışmasında, yüksek oranda mikro boşluklara sahip kayaçların, yüksek oranlarda geniş boşluklara sahip kayaçlara göre tuz aşındırmalarına karşı daha hassas olduğunu belirtmiştir.

Carretero ve Galan (1996), deniz suyuna ve yağmura maruz kalan yapıtaşlarında, sıcaklık ve nispi nem değerlerine bağlı olarak kayaçların gözeneklerindeki tuz kristalleşmelerinin etkisi ile bozunmalar görüldüğünü söylemişlerdir. Sıcaklığın ve nispi nem farklılığının olduğu yerlerde ise farklı oranlarda bozulmalar gözlenebileceğini söylemişlerdir.

Price (1996), dünyanın en büyük anıtlarının çoğunda gözlenen bozunmada tuzların etkisinin yüksek olduğunu belirterek yapıtaşlarında bozunmaya neden olan tuz kaynaklarının en önemlilerinden birinin hava kirliliği, bunun yanında deniz suyu veya çöllerden rüzgârla taşınan tuz, uygun olmayan kimyasal iyileştirme ve çimento gibi yapı malzemeleri ve ortaçağ yapılarında et ve barut muhafazası için tuz depolama teknikleri olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca tuzun yapı taşlarındaki etkisinin yalnızca dış ortamlarda olmayıp aynı zamanda iç ortamlarda da olduğunu vurgulamıştır.

Drever ve Stillings (1997), yeraltı suyunun taşıdığı organik asitlerin kayalarda bulunan minerallerin dengesini bozarak onların daha kolay bozunmasına yol açacağını belirtmişlerdir.

Halsey ve ark. (1998), sıcaklık ve nem değişikliklerinin kayaların bozunmasında etkili olduğunu, minerallerin sıcaklığın düşmesi ile hacimlerindeki artma ve azalmanın alterasyonlarını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Topal ve Doyuran (1998), Kapadokya bölgesindeki peribacalarını oluşturan tüflerin fizikokimyasal ve mühendislik özelliklerini; ıslanma-kuruma, donma-çözünme ve tuz kristalleşmesi deneyleri yardımıyla incelemişlerdir.

Theoulakis ve Moropoulou (1997), tarihi yapılardaki gözenekli kayaların ayrışma mekanizmasında etkili olan tuz kristallerinin büyümeleri ile ilgili yaptıkları çalışmada Rodos'un Medieval şehrindeki tarihi yapılara ait 50 den fazla noktada örnekleme çalışması yapmışlardır. Örnekler üzerinde taramalı elektron mikroskop (SEM), elektron prob mikroanalizleri (EPMA) ve kimyasal analizler gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu ilk aşamada; tuz kristallerinin buharlaşma kanalları ile ilişkili daha büyük gözeneklerde büyüdüğünü ve daha küçük gözeneklerdeki çözeltiyle beslendiğini saptamışlardır. İkinci aşamada ise kristallerin gözenek boyutunu aştığını ve daha küçük gözenekleri örttüğünü belirterek evaporasyon oranının çözelti miktarından fazla olduğu zaman yüzeyin kurduğunu, çözelti ile kristalin temasının azalması sonucu kristal büyümesinin dışarıya doğru çok daha ince olduğunu savunmuşlardır.

Tuğrul ve Zarif (1999), İstanbul'da yapı taşı olarak kullanılan kireçtaşlarındaki bozunma üzerine yaptıkları çalışmada; kireçtaşlarındaki ayrışmanın özellikle çözünebilir tuz etkilerinden, biyolojik etki ve kapiler etkiyle yeraltı suyundaki artmaya bağlı

olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, sülfatlar ile Ca, Mg, Na ve K tuzları gibi zararlı çözünebilir tuzların kayalardaki ayrışmanın ana faktörleri olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar daha önceki yapılan çalışmalara da dayanarak kayaç yüzeyindeki pürüzlülük gelişiminin genellikle parlatılmış (cılalanmış) düz bir yüzeydeki çözültiden kaynaklandığını savunmuşlardır.

Marevelaki-Kalaitzaki ve Biscontin (1999), fiziksel ve kimyasal bozuşma (alterasyon) mekanizmalarının en önemli iki ögesinin su ve tuz olduğunu söylemişlerdir. Suyun taşıdığı kükürtlü ve karbonlu bileşiklerin ortamda pH düşmesine, asitlerin aktif hale gelmesine sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Goudie (1999), kayaç özellikleri ile ilişkili olarak, kireçtaşlarının deneysel tuz ayrışması isimli çalışmasında 21 adet kireçtaşı üzerinde doygun sodyum sülfat çözeltisi ile yaptığı deney sonucunda bu kireçtaşlarının parçalanmasının geniş bir çeşitlilik gösterdiğini belirterek, 3 grup altında toplamıştır. Birinci grup örneklerin hızlı ve yoğun bir şekilde iri taneli olarak parçalandığını, ikinci grup örneklerin büyük miktarda tuzu emdikten sonra parçalandığını ve üçüncü grup örneklerin ise az miktarda tuz emdiğini fakat ağırlığında bir azalma gözlenmediğini ve parçalanma olmadığını belirtmiştir. Fakat bu son grup örneklerin elastisite modülün de bir azalma gözlenmiştir. Yüksek elastisite modülüne, yüksek yoğunluğa, düşük su emme kapasitesine ve düşük tuz emme eğilimine sahip olan kayaçların dirençli olmasına rağmen, düşük elastik modülü olan, düşük yoğunluğa, yüksek su emme kapasitesine ve yüksek tuz emme eğiliminde olan kayaçların hassas (duyarlı, çabuk kırılabilen) olduğunu belirtmiştir. Yazar bu faktörlerin, tuz ayrıştırmasının etkili olduğu kayaçlarda açıklanması ve önceden tahmin edilmesinin tek başına yeterli olmayacağını ve boşluk özellikleri ve kabuk içerikleri gibi diğer faktörlerinde muhtemel etkisi olabileceğini belirtmiştir.

Rodriguez Navarro ve Doehne (1999) “Tuz bozuşması; evaporasyon, aşırı doygunluk ve kristalizasyon desenlerinin etkileri” isimli çalışmalarında mikro ve makro ölçekli gözlemler ve çalışmalar yapmışlardır. Halite (NaCl) karşı mirabilit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ve tenardit (Na_2SO_4)’in büyümesini/gelişimini karşılaştırdıklarında kristal morfolojisinde, kristalizasyon biçiminde, farklılıklar bulmuşlardır.

Mikro ölçekli çalışmalarında, sodyum sülfatın kristalizasyon biçiminin sodyum klorite göre bağıl nem ile çok daha güçlü şekilde etkilendiğini belirtmişlerdir. Makro

ölçekli çalışmaları ise bunu desteklemiştir, mirabilitin ve tenarditin sabit bağıl nem ve sıcaklık koşulları altında son derece sınırlı alanlarda kristal oluşturma eğiliminde olduklarını ve bu kristalizasyon biçimi halitin kristalizasyonundan çok daha fazla zarar verici olduğunu çünkü halitin homojen bir biçimde kayacın en küçük boşluklarını doldurarak veya dışa akış şeklinde büyüme eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir.

Benavente ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada genellikle kayaçlardaki tuz aşınımını belirlemek için örneklerin tamamının tuzlu bir solüsyon içine batırıldığını fakat bunun tuz ayrışma mekanizmasının yansıtıcısı olmadığını söyleyerek örnekleri kısmi bir batırma ile teste tabi tutmuşlardır. Bu testin tuz kristalizasyon kullanımı yüzünden ağırlık azalması ve dış görünüşteki azalmanın karşılaştırılabileceğini belirtmişlerdir. Amaçlanan testte üretilen ağırlık kaybı ve görünüş bozukluklarının bina yapı taşlarındaki ile çok daha benzer olduğu, ağırlık kaybının yapı taşlarındaki gibi örneğin belirli bir alanında (kapiler/kılcal zon) olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada kuru ağırlık kaybının bir sonucu olarak yeni dayanıklılık sınıflaması yapmışlardır.

Feng ve ark. (2001), granitin basınç gerilmesi ve mikro çatlaklarındaki su kimyasının etkileri isimli çalışmalarında, incelemiş oldukları örnekleri laboratuvar ortamında 105°C de ve 6 saat boyunca kurutarak örneklerde ısınmaya bağlı olarak çatlak gelişimini sağlamışlar, porozite ve permeabilitesini arttırmışlardır. Bu çalışma ile incelemiş oldukları granitlerdeki suyun varlığının nihai basınç dayanımını azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, incelenen kayaçta basınç gerilmesindeki azalmanın uygulanan solüsyonun (NaCl, NaHCO₃, CaCl₂) asitlik veya alkalin özelliğine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Gerilimin en az nötr sulara azaldığını ve solüsyonun asitik veya alkalin özelliğinin artmasına bağlı olarak gerilimin artacağını belirtmişlerdir.

Benavente ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada gözenekli yapıya sahip yapıtaşlarının duraylılık özelliklerinin tahmininde gözenek yapısı ve kayacın dayanım özelliklerini kullanmışlardır. Araştırmacılar önerdikleri petrofiziksel duraylılık belirleyici modelini yalnızca tuz ayrışması ile karşılaştırılarak diğer bozuşma mekanizmaları dikkate almamışlardır. Buna yönelik olarak gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalarla da tuz kristallenmesi sonucu gerçekleşen bozunma ile önerdikleri petrofiziksel duraylılık belirleyici modeli arasında yüksek bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tuz kristallenmelerinin bozunmayı hızlandıran en önemli faktörlerden biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Zedef ve ark. (2007), tuz kristalizasyonunun tarihi anıt ve binalarda kullanılan yapı taşları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, Konya çevresinden toplam 16 adet andezit, dasit ve tüflere ait bozuşmuş ve sağlam kayaç örneği üzerinde laboratuvar deneyleri yapmışlardır. Bozuşmuş dasit ve andezitlerin ateş kaybı değerlerinin (LOI) sağlam örneklerin ateş kaybı değerinden daha fazla olduğunu ve bunun bozuşmuş kayaçların yüksek su emme oranına sahip olmasından kaynaklandığını, en yüksek ateş kaybı değerinin ise tüflerde gözlendiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar tüflerin kuru ağırlık kaybı deneyinin 5. Gününden sonra tamamen bozduğunu söyleyerek tüflerin tuz kristallenmesine karşı en zayıf kayaç ve dasitlerin ise en sağlam kayaç olduğunu savunmuşlardır. Tuz kristallenmesi ve ayrışmaya karşı kayaçların duraylılığının; kayacın kimyasal ve fiziksel-mineralojik-petrografik özelliklerine de bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

Sousa ve ark. (2005), Portekiz'in kuzeydoğusundan alınan 9 farklı petrografik ve fiziksel özelliklere sahip granitlerin duraylılığı ve fiziko-mekaniksel özellikleri üzerinde gözenekliliğin etkisini araştırmışlardır. Tuz kristallenmesi ve termal şok gibi yapay bozunma deneyleri sonucunda çatlak yoğunluğu fazla olan granitlerde daha fazla malzeme kaybı olduğunu ve termal çatlakların ise daha az çatlak yoğunluğuna sahip granitlerdeki P dalga hızında daha büyük etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca düşük gözenekliliğe sahip granitlerin bozunmaya karşı yüksek gözenekliliğe sahip granitlere oranla daha dirençli olduğunu saptamışlardır.

Benavente ve ark. (2007), gözenekli kayalardaki tuz bozunmasının, kayaların petro-fiziksel özellikleri ile olan ilişkilerini araştırmışlardır. 18 adet kumtaşı ve çakıltaşından oluşan örnek üzerinde yaptıkları tuz kristallenmesi deneyleri sonucunda kaya dayanımının, istatistiksel olarak tuz bozunmasında, su dolaşımı ve gözenek yapısına oranla daha etkili olduğu ortaya konmuştur. Araştırmacılar 1-gözenek boyutu ile gözenekliliğin, 2-tuzun türünün, 3-çözeltilinin kaya içerisindeki hareketliliğinin ve 4- kaya dayanımının, gözenekli kayalarda, kristallenme basınçlarının etkisini kontrol eden dört önemli unsur olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca en büyük kristallenme basınçlarının küçük gözeneklerin oluşturduğu zonlarda meydana geldiğini ve tuz bozunmasının en çok küçük

gözenekli ve düşük su iletim katsayısına sahip gözenekli kayalarda etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Çözünebilen tuzların oluşturduğu kristallenme basınçlarının bir sonucu olan tuz bozunmasının ise yapıtaşlarının bozunmasını sağlayan en önemli faktörlerden birisi olduğu ifade edilmiştir.

Van ve ark. (2007), tuz kristallenmesi deneyleri sırasında, tuz çözeltisi içinde bekleyen örneklerin gözeneklerinde tuz birikimi olmasına karşın, deneyin kurutma aşamasında, gözeneklerdeki suyun buharlaştığı ve geriye kalan tuzların ikincil kristallenmesi sırasında basınçlar geliştiği belirtilmektedir. Yapılan deneyler sonucunda, kılcallık etkisinin daha fazla olduğu kireçtaşı türünde diğerine oranla tuz bozunmasının daha etkili olduğunu söyleyerek, kayadaki kılcal emilmenin ve su hareketinin bozunma etkisinin ortaya konmasında anahtar unsurlar olduğu vurgulamışlardır.

Yavuz ve Topal (2007), sıcaklık ve tuz kristallenmesinin mermerlerin bozunması üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Batı Anadolu'nun çeşitli yerlerinden alınan 6 farklı mermer üzerinde yaptıkları deneysel çalışmalarda, çevrimsel tuz kristallenmesi basınçları ve sıcaklık değişimlerinin bu mermerlerin bozunması üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Tuz kristallenmesi deneyleri sonucunda mermerlerin; tek eksenli sıkışma dayanımı, kuru ve ıslak P dalgası hızları, kuru birim hacim ağırlığında azalma olduğunu, su emme oranı ve efektif gözeneklilik oranlarında artış olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılar ayrıca ıslanma-kuruma ve donma-çözülme deneylerinin, sağlam ve yüksek duraylılığa sahip kayalar üzerinde fazla etkili olmadığını, fakat sıcaklık değişimlerinin de bir sonucu olan tuz kristallenmesi basınçlarının mermerlerin kötü iklim şartları karşısındaki duraylılığının belirlenmesinde etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Angeli ve ark. (2007), tuzların kristallenmesinin gözenekli kayalarda meydana gelen bozuşma üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, 4 kireçtaşı ve 5 kumtaşı olmak üzere toplam 9 farklı kayaç üzerinde tuz kristallenmesi deneyleri yaparak kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar tuz bozunmasının sayısal olarak ifade edilebilen bozunma indeksi (AI) ve bozunma hızı (AV) kavramlarını önermişlerdir. Bozunma indeksi (AI), tuz kristallenmesi deneyleri sırasında kayada meydana gelen bozunmanın/çatlağın ilk olarak görüldüğü çevrim

sayısını olarak tanımlanmış, bozunma hızı (AV) ise, bozunma indeksinden daha uzun çevrim sayısı ile kayaçta meydana gelen bozuşmaları değerlendirmek için kullanılmıştır.

Backstrom ve ark. (2008), tuzlu boşluk suyu içeren ve içermeyen, granitlerin tek eksenli basınç yeniliminin sayısal modellenmesi isimli çalışmasında, granitlerin mekaniksel dayanımındaki kimyasal ve zamana bağlı etkilerin yerini belirlemek ve tüm gerilme-basınç eğrilerini belirlemek için bir dizi laboratuvar deneyi yapmışlardır.

Granitler üzerinde mikro çatlak testleri uygulamışlar ve çatlak desenleri oluşturmuşlardır. Yapmış oldukları deneyler sonucunda tuzlu suya doygun hale getirilmiş olan örneklerde boşluk suyunun varlığı elastik modül, sıkışma dayanımı ve gerilme-basınç eğrisinin geometrisini etkilediğini belirtmişlerdir.

Angeli ve ark. (2010), tuz konsantrasyonu ve sıcaklığın kireçtaşlarında meydana gelen bozuşma üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu amaç ile yaptıkları deneylerde 12 adet kireçtaşı üzerinde farklı sıcaklıklarda (5, 25 ve 50°C) ve farklı konsantrasyonlarda (% 5, % 12, % 25) hazırlanan NaSO₄ çözeltisi kullanmışlardır. Deneyler sonucu sodyum sülfat çözeltisine maruz bırakılan kayaçların 5°C sıcaklıkta, oda sıcaklığından (25°C) daha fazla bozunmaya uğradığını belirtirken, sıcaklık ne olursa olsun kayaçların bünyelerine aldıkları tuzun doğrudan tuz konsantrasyonlarının yoğunluğu ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tuz konsantrasyonunun, kayaçtaki ayrışma desenini doğrudan etkilediğini savunmuşlardır.

Yu ve Oguchi (2010), Japonya'da yapı taşı olarak kullanılan kayaçların tuz duraylılığının tahmini ile tuz emilimi ve zararının kayaçların gözenek büyüklüğü ile ilişkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 2 farklı tüf, riyolit, 2 farklı kumtaşı, traverten, dolomit ve granit örneği üzerinde sodyum karbonat, sodyum sülfat ve magnezyum sülfat olmak üzere 3 farklı tuz çözeltisi kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda; toplam etkili porozitenin tuz emiliminde etkili olduğunu ve zararın miktarını kontrol eden faktör olduğunu, kayaçtaki 0.1 µm'den daha küçük mikro porozitelerin oranı ile kayacın kuru birim ağırlık kaybı arasında çok yüksek korelasyon olduğunu ve 5 µm den daha küçük çaplı mikroporozitenin en iyi tuz emilimini sağladığı belirtmişlerdir.

BÖLÜM II

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Doğal Taşlar

Doğal taşlar, gündelik yaşamın hemen her alanında yer alan, insanların var olduğu dönemden bu yana dayanıklılıkları, bol bulunmaları ve kalıcı olmaları sebebi ile sıklıkla kullanılan malzemelerdir. Bu taşlar, en ilkel dönemlerden günümüze dek çeşitli alanlarda kullanılmışlardır. Özellikle modern insanın kalite, doğallık, sağlamlık ve sağlık arayışı sebebi ile yapılardaki kullanımları ve kullanılan doğal taşların çeşitliliği her geçen gün artmaktadır (Hasbay & Hattap, 2017). Nitekim pek çok kimse doğal taşın ne olduğunu, neye göre sınıflandırıldığını, nasıl oluştuğunu ve hangi özellikleri taşıyabileceğini bilmemektedir. (TDK, 2019)

2.1.1. Doğal Taş Tanımı

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlüğe göre doğal kelimesi, “doğada bulunan, doğaya uygun ve doğada rastlandığı gibi” olan maddeleri ifade etmektedir. Taş ise “kimyasal veya fiziksel durumu değişiklikler gösteren, rengini içindeki maden, tuz ve oksitlerden alan sert ve katı madde” olarak açıklanmaktadır (TDK, 2019). Nitekim bu açıklamalar, doğal taşın tanımını yapmak için yeterli değildir. Taşlar, yer kabuğunu da oluşturan kayaların kimi etkenlerin ve sürecin etkisi ile oluşturmuş olduğu, kristal bir yapıya sahip olan, içinde çeşitli minerallerin de bulunduğu yapılardır. Taşlar, inorganik esastır (Ziyaettin, 2010). Doğal taş denildiğinde, doğada hali hazırda var olan kayaçlar akla gelmektedir. Oldukça fazla türü bulunan doğal taşların kimilerinin ticareti yapılmakta, kimileri ise ticari amaçlar ile kullanılmamaktadır. Bu nedenle doğal taş kavramı aslında oldukça geniş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Yüksel, 2018).

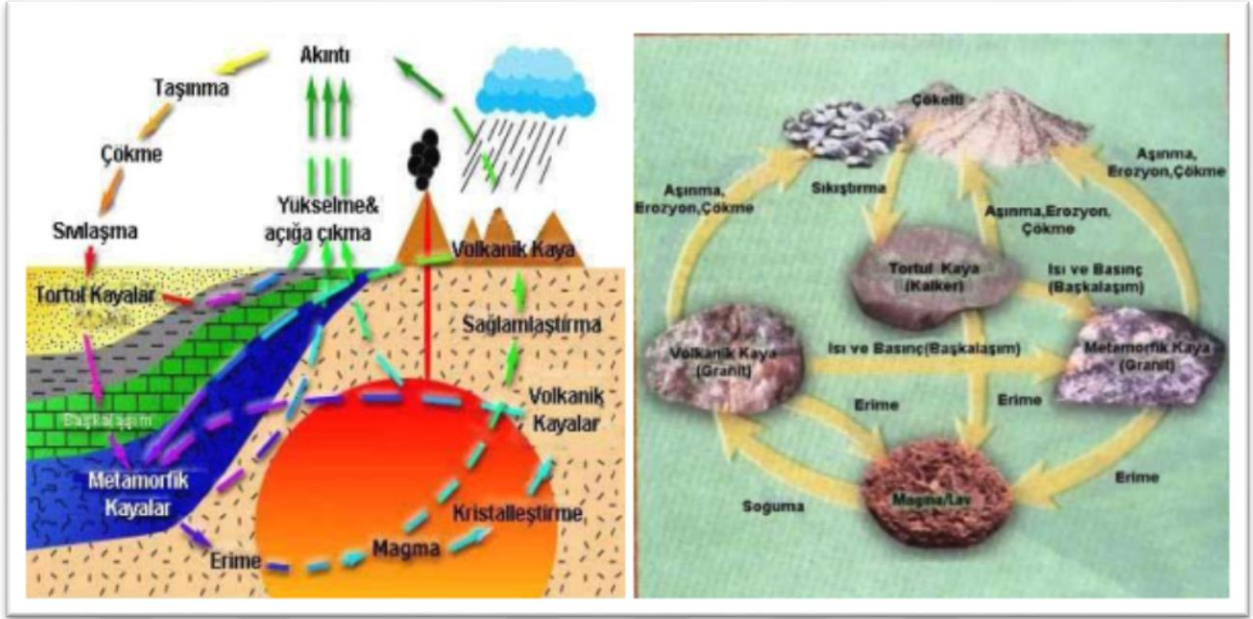
Taşlar, kayaçların kristallenmesi var olan taşların yeniden kristallenmesi veya çeşitli doğal olaylar ile (yağmur, akar su, rüzgar gibi) kayaç parçacıkları ve minerallerin taşınması ve/veya depolanması, sertleşmesi neticesinde oluşmaktadır. Oluşum biçimi, doğal taşların sınıflandırılmasında önemli bir etkidir (Öcal & Dal, 2012).

2.1.2. Oluşumları

Bugün taşlar, endüstriyel işlemlere tabi tutularak şekillendirilmekte ve insanların onları kullanması kolaylaştırılmaktadır. Ancak taşlar endüstriyel maddeler değildir. Yani insanlar tarafından değil, doğal süreçler sonucunda oluşmaktadırlar. Milyonlarca yıl sonrasında oluşan taşlar, oluştukları dönemlerin ve ortamların özelliklerini yansıtmaktadırlar. Bu yönleri ile taşların bilgi iletişimini sağlayan materyaller olduğu da unutulmamalıdır.

Büyük patlama (Big Bang) teorisine göre Hidrojen ve Helyum maddeleri gök adaları ve gezegenleri oluşturan ana maddelerdir. Dünyamız da bu maddelerden oluşmuş halde uzayda varlığını sürdürürken, yine en fazla kabul edilen bir teoriye göre benzer bir kütle ile çarpışmış ve büyük bir parça kopmuştur. Bu parçanın Ay olduğu varsayılmaktadır. Çarpışma neticesinde hem Ay hem de Dünyanın yer kabuğu kızgın bir eriyik haline dönüşmüştür. Yıllar içinde doğal hareketleri ile bu gök cisimleri soğumaya başlamış ve ilkel kayaçları meydana getirmişlerdir (Kubat, 2014). Litosfer adı verilen bir kabuk yeryüzünün dış katmanını oluşturmuştur. Volkanik lav akıntılarıyla, depremlerle, sıcaklık değişimleriyle ve meteorların düşmesiyle yer yüzeyi sürekli olarak kırılıp parçalanmış, lavlarla birlikte yeryüzüne çıkan volkanik gazlardan su buharı, karbondioksit ve azot dünyamızın etrafında atmosferimizi oluşturmuştur. Bu doğal oluşumlar, taşların da oluşmasını sağlayan ana etmenlerdir. Özellikle sıcaklık değişimleri, litosferin kalınlaşmasını, çıkan volkanik akıntıların da şekillenmesini sağlamıştır. Maddenin en küçük parçası atomlardan oluşan elementlerin bir araya gelmesiyle mineraller, minerallerin bir araya gelmesiyle de taşlar oluşmuştur, diğer bir deyişle doğal taşlar bir mineraller topluluğudur (Karahan, 2018).

Taşları temelde üç başlık altında incelemek mümkündür. Bu başlıklar, yoğunlukla taşların oluşum biçimlerine göre belirlenmiştir. Magmatik taşlar bu başlıklardan ilkidir. Magmatik taşlar, jeolojik süreçler neticesinde metamorfik ve tortul taşları oluşturmaktadırlar. Ancak bu oluşum tek yönlü değildir. Metamorfik taşlar ya da tortul taşlar magmatik taşlara ya da birbirlerine dönüşebilmektedirler. Bir başka deyişle dünyamızda sürekli olarak bir kaya(ç) döngüsü mevcuttur (Tuncer, 2012). Bu kaya(ç) döngüsü Şekil 1’de verilmiştir.



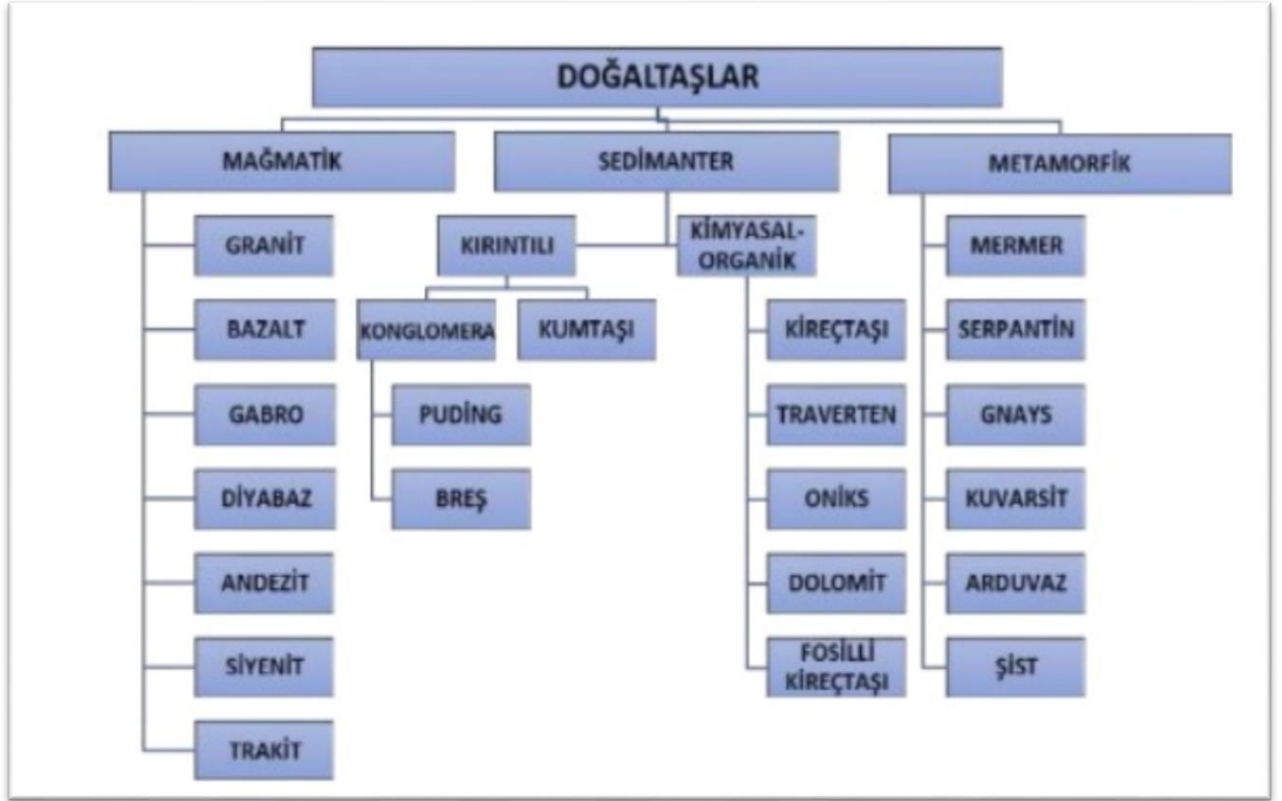
Şekil 1. Kaya(ç) Döngüsü (Karahana, 2018)

2.1.3. Özellikleri

Doğal taşların oluşum biçimleri ve onları oluşturan maddelerin kimyasal ve fiziksel özellikleri, onlara ayırt edici özellikler katmaktadır. Kimi maddelerin dizilimi oldukça düzgün, kimilerinininki ise karmaşıktır. Bu durum taşların sertliklerini, çeşitli fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkilere karşı dayanımlarını, taşın kullanım alanlarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle her taş türünün özelliği ayrı ayrı ele alınmalı ve incelenmelidir. Ancak, doğal bir ürün olan taşların, bazı genel özellikleri de mevcuttur. Kuşkusuz bunlardan ilki sertliktir. Doğadaki pek çok maddeye nazaran doğal taşlar, doğal olarak sert olan cisimlerdir (Harraz, 2016).

2.1.4. Sınıflandırılması

Doğal taşlar, Magmatik [Plütonik (derinlik kayaları), Volkanik (yüzey kayaları), Sub Volkanik (yarı derinlik kayaları)], Sedimanter (tortul-çökel) ve Metamorfik (başkalaşım) taşları şeklinde üç temel başlık altında sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflandırma Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Doğal Taşların Sınıflandırılması (Yüksel, 2018).

2.1.5. Kullanım Alanları

Doğal taşların geçmişten günümüze dek pek çok kullanım alanı olmuştur. Bunların kullanıldığı yerlerin özelliklerine göre doğru seçilmeleri lazımdır. Aksi halde, dayanım sorunları olacak, kullanım ömürleri azalabilecektir. Ülkemizde ve dünyada, doğal taşların nerelerde kullanılabileceğini belirten çeşitli standartlar mevcuttur. Bu standartlar sayesinde, doğru alanlarda, doğru doğal taşların seçilmesi de mümkün hale gelmektedir.

TS 699 Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları, TS 1910 Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, TS 2513 Doğal Yapı Taşları, TS 6809 Mohs Sertlik Cetveli vb). Taşların kullanım yerlerinin saptanabilmesi ve kullanılacak mekânda doğru taşın uygulanabilmesi için jeolojik (renk, doku, sertlik, homojenlik, mineralojik bileşim, çökme şekli, kristallenme derecesi), kimyasal (kimyasal bileşim, kimyasal maddelerin etkisi, suyun etkisi), fiziksel (birim ağırlık, özgül ağırlık, porozite, geçirgenlik, su emme), mekânîk (basınç direnci, donma dayanımı, aşınma dayanımı, çekme dayanımı, eğilme dayanımı), teknolojik (işletilme özellikleri, rezerv, taşıma olanakları), ekonomik (üretim

maliyeti, kullanılabilirliği) gibi özelliklerinin çok iyi bilinmesi hangi doğal taşın, hangi amaçla kullanılabilmesine karar verilebilmektedir. Bir taşın hangi özellikleri taşıdığı, bunların nerelerde kullanılabilmesini belirleyen en önemli etmendir. Aranılan özelliklerin varlığı, doğal taşlara ticari değer de katmaktadır. Doğal taşlarda aranılan özellikler, taşın kullanılacağı yere ve amaca göre değişmektedir.

Kimi taşlar binalarda (yapılarda) kaplama olarak tercih edilmektedirler. Bunlar genellikle binayı taşıyan taşlar değil; dekoratif amaçlar gözetilerek kullanılan taşlardır. Kullanılacak olan bölgenin iklimine, elde edilebilirliğe ve dekorasyon yapan kişilerin beğenilerine göre tercih edilebilirler. Yine de özellikle dış mekânlarda kullanılan kaplama taşlarının ayrışmalara ve donmaya karşı dirençli olanlarının tercih edilmesi lazımdır. İç mekânda kullanılan taşların ise sağlık bakımından homojen olmaları beklenmektedir. Örneğin merdivenler için tercih edilen taşların aşınmalara karşı dayanıklı olması, merdivenlerin uzun süre ve güvenli kullanılabilmeleri için önem taşımaktadır. Şayet bir dış mekânın kaplanması söz konusu ise buralarda tercih edilecek taşlarda, kullanım bölgesinin atmosfer etkilerine ve don dayanıklılık aranmalıdır. Binaların iç alanlarında kullanılacak kaplama taşlarında, eğilme mukavemeti, aşınma mukavemeti, işlenebilirlik özelliği ve estetik görüntü önemli unsurlar arasında sayılabilecektir.

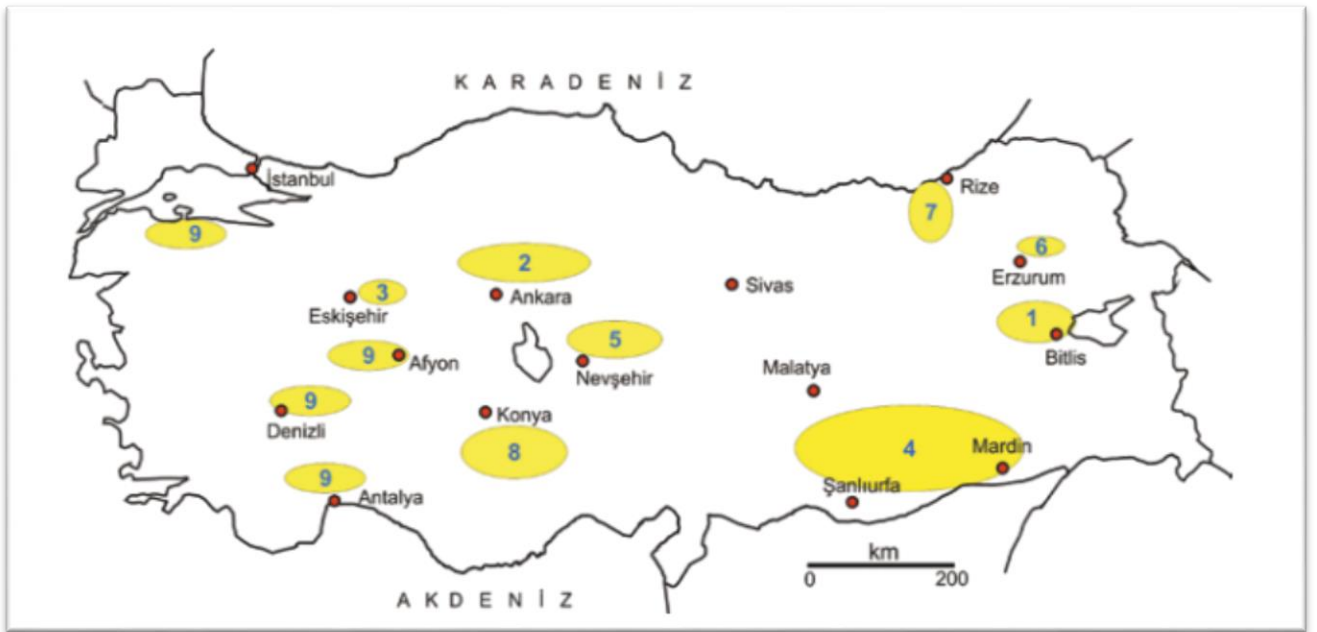
Taşların kullanımı için dikkat edilmesi gereken bir başka şey de, bunları çok fazla insanın sıklıkla kullanıp kullanmayacağı konusudur. Örneğin kamusal alanlar sürekli insan sirkülasyonunun olduğu ve dolayısıyla taşın kolaylıkla aşınabileceği alanlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Buralarda yine pek çok aracın kullanılabilmesi de unutulmamalıdır. Sert yapılı oldukları için genellikle kamusal alanlarda magmatik kökenli taşlar tercih edilmektedir. Granit, siyenit, gabro, diabaz, andezit buralarda kullanılan magmatik taşlara örnek verilebilecektir.

Estetik görünüme öncelik verilen özel yapılarda (otel, iş merkezleri, şirket binaları, dinlenme yerleri, alışveriş merkezleri, bina içi alanlar, kültür merkezleri, hamam vb.) mermerler, renkli kireçtaşları ve travertenler tercih edilmektedir. Peyzaj mimarisinde kayrak taşları (arduvaz-sleyt), metamorfik şistler, volkanik tüfler, değişik renklerdeki dere çakılları ve kumtaşı türündeki doğal taşlar parlatılmadan veya eskitme yapılarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Blok alınamayan, belirgin albenisi olmayan ve daha çok sert taş grubuna giren granit türlerinin bazalt gibi doğal taşların parke, bordur ve zar taşı

olarak, parke ve bahçe yollarının düzenlenmesi ile yaya kaldırımlarının yapımında çeşitli boyut ve şekillerde kullanımı yaygındır (Yüzer & Angı, 2007).

2.1.6. Türkiye’de Doğal Taşlar (Kazancı & Gürbüz, 2014)

650’ye yakın renk ve çeşidin bulunduğu ülkemizde, 300 çeşit mermer, 200 çeşit traverten, kireçtaşı ve granit bulunmaktadır. Üretim miktarı ve değeri göz önüne alındığında, Türkiye sahip olduğu potansiyelle doğal taş sektöründe dünyanın en büyük beş ülkesinden birisidir. Bugün, Türkiye 179 ülkeye, yaklaşık 2 milyar dolar değerinde mermer ve doğal taş ihracatı yapmaktadır. Ülkemizdeki jeomiras nitelikli bir kısım doğal taşların yerleri Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Ülkemizdeki jeomiras nitelikli bir kısım doğal taşların yerleri (Kazancı & Gürbüz, 2014)

Alp sıra dağlarının bir parçası olan Türkiye’nin sahip olduğu rezerv, doğal taş sektöründe uluslararası bir oyuncu olmasını sağlamaktadır. Sahip olunan rezervin büyük bir kısmı Batı Anadolu ve Trakya’da yer almaktadır. Rezervlerin toplu olarak bulunduğu iller Afyon, Balıkesir, Burdur, Bursa, Denizli, Tokat, Bilecik, Muğla, Eskişehir ve Çanakkale’dir. Son dönemde yapılan yatırımlarla Diyarbakır ili de adı geçen illere dâhil olmuştur. Uluslararası pazarda özellikle tanınan Türk ürünleri arasında, Süpren, Elazığ Vişne, Akşehir Siyah, Manyas Beyaz, Bilecik Bej, Kaplan Postu, Denizli Traverten, Ege Bordo, Milas Leylak, Gemlik Diyabaz, Afyon Şekeri, Burdur Beji sayılabilir. Doğal taş bakımından, jeolojik yapısı itibarıyla zengin bir potansiyele sahip olan ülkemizde,

bugünkü verilere göre 4 milyar m³ işletilebilir mermer, 2,8 milyar m³ işletilebilir traverten, 1 milyar m³ granit rezervi bulunmaktadır. Bu değerlere göre Türkiye dünya doğal taş rezervinin yaklaşık %40'ına sahiptir. Dünya pazarlarında beğeni kazanabilecek nitelikte doğal taş çeşidine sahip olan Türkiye’de, rezervler Anadolu ve Trakya boyunca geniş bir bölgeye yayılmıştır. Rezervlerin bölgelere göre dağılımı, Ege Bölgesi %32, Marmara %26, İç Anadolu %11, Doğu Anadolu Güneydoğu Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi %31 şeklindedir. (Güleç , 1967)Türkiye’deki maden rezervleri Tablo 1’de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 1. Türkiye Maden Rezervleri

TÜRKİYE MADEN REZERVLERİ		
TÜRKİYE MADEN REZERVLERİ (GÖRÜNÜR + MUHTEMEL)		
MADEN CİNSİ	REZERV (GÖR+MUH) (TON)	AÇIKLAMALAR
Altın	700	Au İçeriği
Alünit	4.000.000	%7.54 K ₂ O
Antimuan	103.306	Sb içeriği
Asfaltit	82.000.000	AİD.2896-5536 Kcal/kg
Asbest	29.646.379	Değişik lif boylarında, lif yüzdesi %4 ' un üzerinde
Bakır	1.786.000	Metal Cu
Barit	35.001.304	%71-99 BaSO ₄ içerikli
Bitümlü Şist	1.641.381.000	OrAİD.541-1390 Kcal/kg
Bentonit	250.543.000	Sondaj+Döküm+Ağartma
Boksit	87.375.000	%55Al ₂ O ₃ (25 667 000 ton metal Al)
Bor	3.066.300.000	% 24.4-35B ₂ O ₃ içeriği
Civa	3.820	Metal Hg
Çinko	2.294.479	Metal Zn
Demir	122.000.000	%55Fe (82 458 750 ton metal demir)
Diatomit	44.224.029	İyi kalite
Disten	3.840.000	% 21-52 Al ₂ O ₃
Dolomit	15.887.160.000	% 15 MgO ve üzeri
Feldspat	239.305.500	Albit ve Ortoklaz
Fosfat	70.500.000	% 19 P ₂ O ₅
Fluorit	2.538.000	% 40-80 CaF ₂ İçeriği
Grafit	90.000	% 2-17 Sabit karbon içerikli, zenginleşebilir
Gümüş	6.062	Metal Ag
Kaolen	89.063.770	% 15-37 Al ₂ O ₃
Kaya Tuzu	5.733.708.017	% 88,5 üzeri NaCl (200 000 000 tonu göl rezervi)
Kil (Ser+Ref)	354.362.650	Seramik+Refrakter
Krom	26.000.000	% 20 üzeri Cr ₂ O ₃
Kurşun	860.387	Pb İçeriği
Kuvars Kumu	1.307.414.250	% 90 Üzerinde SiO ₂

Kuarsit	2.270.287.821	% 90 Üzerinde SiO ₂
Kükürt	626.000	% 32 S içeriği
Linyit	13.300.000.000	AID.868-5000 Kcal/kg
Lületaşı	1.483.000(sandık)	İyi, orta kalite karışık
Manganez	3.200.000	% 34.54 Mn (Metal Mn içeriği 1 576 000)
Mermer	5.161.000.000 m ³	Toplam Potansiyel Rezerv
Manyezit	111.368.020	% 41-48 MgO içeriği
Perlit	5.690.027.600	Değişik genleşme oranlarında
Pomza	1.479.556.876 m ³	İyi Kalite
Profillit	6.644.000	Seramik+refrakter+ çimento
Sepiolit	13.546.450	% 50 üzeri Sepiolit
Sodyum Sülfat	16.536.000	% 81 NaSO ₄ (13.040.000 ton göl suyu rezervi)
Stronsiyum	665.082	% 72 Üzeri SrSO ₄ içerikli
Talk	482.736	İyi kalite
Taşkömürü	1.126.548.000	İyi kalite
Trona	836.317.680	% 56 ve üzeri Trona
Toryum	380.000	% 0.24 ThO ₂
Uranyum	9.129	% 0.05-0.1 U ₃ O ₈
Wolfram	36.719	Metal W
Zeolit	344.148.875	Klinopitilolit+ Höylandit
Zımpara	3.725.082	İyi kalite

Kaynak: (MTA Genel Müdürlüğü, 2013)

Sıra No	Maden Adı	DOĞAL TAŞ ÜRETİMLERİ						
		2016	2015	2014	2013	2012	2011	Birim
1	İğnimbirit	39.302	36.579	32.195	29.380	14.275	55.873	m3
2	Mermer	5.287.780	5.613.435	4.220.564	4.255.545	4.488.947	4.086.222	m3
3	Oniks	7.177	6.905	10.688	15.665	13.335	7.678	m3
4	Traverten	1.096.112	1.239.369	812.840	713.697	797.915	1.685.049	m3
Toplam		6.430.371	6.896.288	5.076.287	5.014.287	5.314.472	5.834.822	m3
m³ = 2,7 ton		17.362.002	18.619.978	13.705.974	13.538.575	14.349.074	15.754.019	Ton
1	Andezit	459.408	512.246	587.580	501.314	344.767	763.051	Ton
2	Bazalt	721.690	491.552	329.970	242.125	280.547	463.720	Ton
3	Granit	314.059	157.463	189.364	183.535	566.650	245.911	Ton
4	Dekoratif taş + Mozaik + Kayrak vd.	1.022.022	1.920.333	1.142.357	529.708	289.057	198.754	Ton
5	Serpantin	0	0	350	0	846	0	Ton
6	Yapıtaşı	85.790	68.302	33.553	37.945	65.756	270.270	Ton
7	Diyabaz	14.378	14.997	7.238	10.300	9.001	5.654	Ton
8	Gabro	1.774	975	1.431	1.081	0	0	Ton
Toplam		2.619.121	3.165.868	2.291.843	1.506.008	1.556.624	1.947.360	Ton
Genel Toplam		19.981.123	21.785.846	15.997.817	15.044.583	15.905.698	17.701.379	Ton

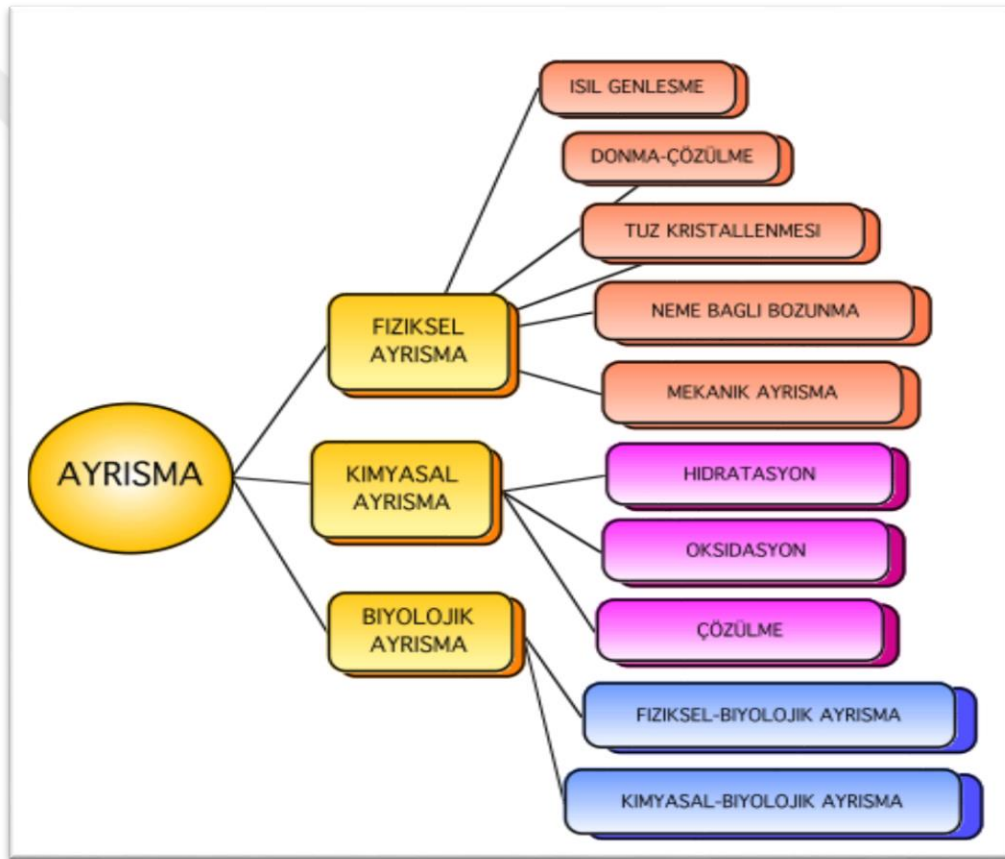
Kaynak: (MAPEG , 2019)

2.3. Taşların Bozunması

Taşlar, insanlık tarihi boyunca özellikle dayanıklı olmaları sebebi ile hem yapılarda hem de aletlerde en sık tercih edilen materyaller arasında yer almışlardır. Ancak bunların da çeşitli etkenler ile bozunabildikleri unutulmamalıdır. Kimi zaman kullanım alanlarının yanlış olması, kimi zaman kullanılan yerin özellikleri (iklim, nem gibi) taşların doğrudan ya da dolaylı olarak bozunmalarına sebebiyet verebilmektedir. Çevresel sebeplerle yaşanan bozunmaları genel olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozunma şeklinde incelemek mümkündür. Depremler, yağmurlar, su baskınları, yangınlar, sıcaklıklardaki değişimler, taşlara temas eden kimyasallar, kirlilik, tuz gibi pek çok

etmen, taşların bozunmasında rol oynayan faktörlere örnek olarak gösterilebilecektir (Dal, Yalçın, & Öcal , 2016) (Öcal & Dal, 2012).

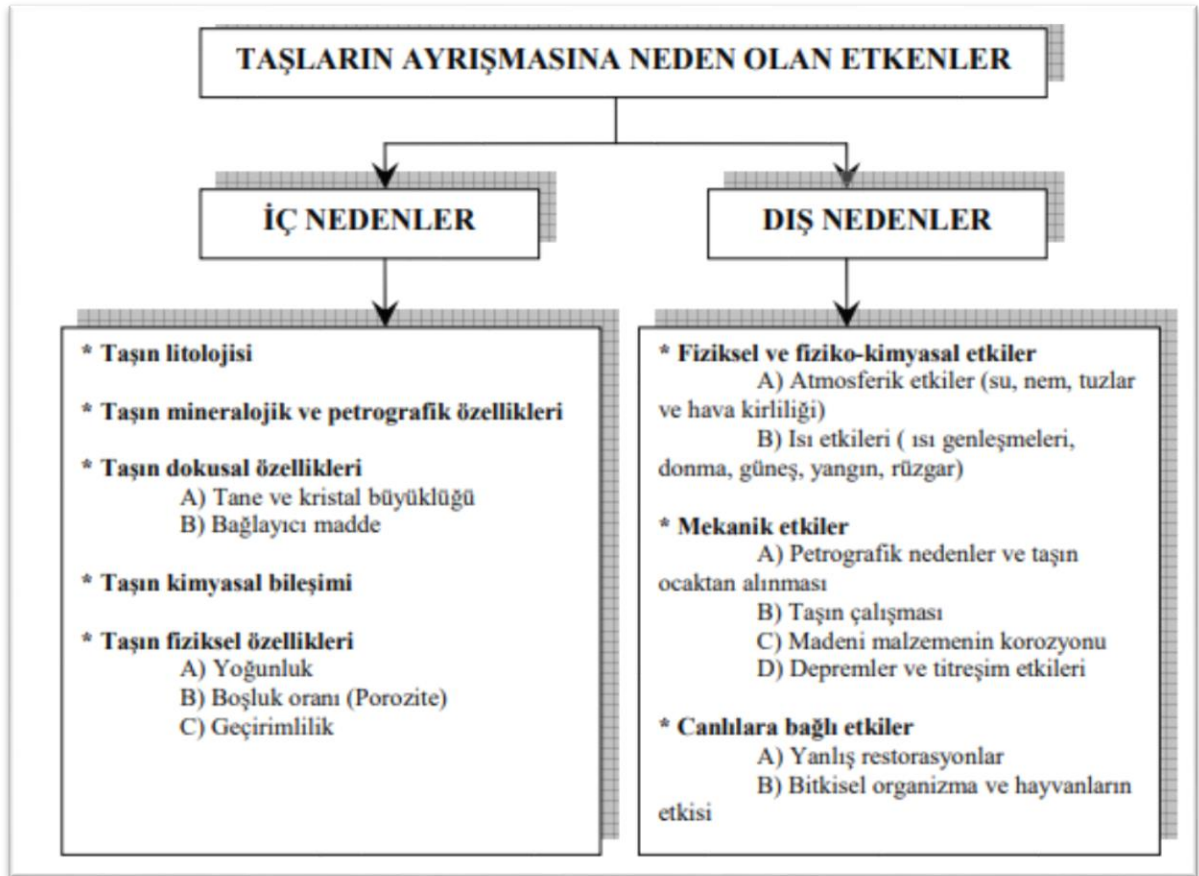
Bozunmalar neticesinde taşların kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değişime uğradığı ve bunun neticesinde de çoğunlukla dayanımlarının azaldığı söylenebilecektir. Çoğunlukla bozunmalar ayrışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Jeolojik anlamda ayrışma, yerkabuğunu oluşturan kayalarda yüzey ve yüzeye yakın kesimlerde yer değiştirmeye uğramadan, mekanik ve kimyasal süreçlerle meydana gelen nitelik değişimleri olarak tanımlanmaktadır. Taşların bozunmasına neden ayrışmaların sınıflandırılması Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Taşların Bozunmasına Neden Olan Ayrışmaların Genel Bir Sınıflandırması (Dal, Yalçın, & Öcal , 2016)

2.3.1. Fiziksel Ayırışma

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak taşların ayrışmalarının nasıl gerçekleştiğine değinmeden önce, ayrışmanın ne olduğu ve hangi iç ve dış sebepler ile gerçekleşebileceği konularına açıklık getirmek gerekmektedir. Taşın doğal yapısından kaynaklanan ayrışmalara iç nedenler ile ayrışma adı verilirken, taşın bulunduğu ortamda maruz kaldığı dış etkenlerin sebebiyet verdiği ayrışmalara ise dış nedenler adını vermek mümkündür.(Şekil 5)



Şekil 5. Taşların Ayrışmasına Neden Olan Faktörler (Ziyaettin, 2010)

Taşın litolojisi, mineralojik ve petrografik özellikleri, dokusal özellikleri, kimyasal bileşimi, fiziksel özellikleri, iç ayrışma nedenlerine örnek olarak gösterilebilecektir. Başka canlıların neden olduğu değişiklikler, mekanik sebepler ise dış ayrışma nedenleri arasında yer alan örneklerdir.

Fiziksel bozunmalar denildiğinde çoğunlukla akla dış etkenler gelmektedir. Çeşitli dış kuvvetler, taşlarda kırılmalara, şekil değişikliklerine neden olmaktadır. Bu bozunma türünde, minerallerin kimyasal yapılarında bir değişiklik görülmemekte; taşlar biçimsel olarak değişmektedir. Ancak biçimsel değişimin temelinde, taşı bir arada tutan

bağların zayıflaması bulunmaktadır. Bağların zayıflaması neticesinde, taş parçalara ayrılmakta ve/veya ufalanmaktadır (Dal, Yalçın, & Öcal , 2016). Fiziksel bozunmalara sebep olan taşla ilgili etmenler mevcuttur. Bunları şu şekilde sıralamak ve özetlemek mümkündür (Ziyaettin, 2010):

i. Yoğunluk:

Taşların yoğunlukları, onların ne kadar süre içinde yorulacaklarını ve sürtünme dirençlerini etkilemektedir. Örneğin bir binanın temelinde kullanılan taşlar ile inşaatın üst kısımlarında kullanılan taşların yoğunluklarında aranan özellikler bu nedenle farklıdır. Taşın saflığı, minerallerinin türleri gibi etkenler, yoğunluğunu etkilemektedir.

ii. Gözenek:

Bir taşın içinde çeşitli gözenekler bulunabilmektedir ve gözeneklilik derecesi, taşın içinde bulunan boşlukların hacimleri konusunda fikir vermektedir. Gözeneklilik derecesi fazla olan taşların, az olanlara göre atmosferik etkenlere daha dayanıksız olacağı bilinmelidir.

iii. Permeabilite:

Geçirimsizlik olarak da adlandırılan permeabilite, taşların bileşim ve yapısı bozulmadan, belli zamanlar içinde bir sıvıyı ve gazı (su buharı) geçirmesi özelliğini ifade etmektedir. Geçirimsizlik, taşın dayanıklılığı üzerinde oldukça büyük bir öneme sahiptir.

Fiziksel ayrışma, taşları oluşturan minerallerin yapılarında herhangi bir değişim meydana gelmeden, bağlarının zayıflaması parçalara ayrılarak ufalanmasıdır. Özellikle sıcaklık farkının varlığı, nem ve tuz, fiziksel ayrışmanın ana sebepleri arasında olmaktadır. Tamamen mekanik bir değişimdir.

i. Sıcaklık Değişimine Bağlı Fiziksel Ayrışma:

Taş kütlelerinin dış alanı ile iç alanının sıcaklık farkı aniden değişen hava koşullarında artmaktadır. Kayaların dış yüzeyleri gün içinde değişen sıcaklık farkına kolaylıkla uyum sağlarken, bu süreç iç kısımlarda çok daha yavaş

gerçekleşmektedir. Sıcaklığın yarattığı genleşmenin de etkisi ile taşın içeriğindeki bazı mineraller (uzama katsayısı daha yüksek olanlar) hızla uzar ve kısılrken, bazıları (uzama katsayısı düşük olanlar) daha zor değişim göstermektedir. Minerallerin boyutlarındaki farklılık, iç ve dış yüzeydeki sıcaklık farkı arttıkça artmaktadır. Taşın içyapısında meydana gelen bu fiziksel değişim, zamanla onu oluşturan mineraller arasındaki bağların zayıflamasına neden olmaktadır (Ünal, Berber, Yatağan, & Akkurt, 2007).

ii. Neme Bağlı Fiziksel Ayrışma:

Su, maddelerin fiziksel özelliklerini değiştiren ana etmenlerdendir. Kar, rutubet, yağmur gibi atmosferik nedenler, taş kütlelerinin içlerindeki nem düzeyini kolaylıkla değiştirmektedirler. Özellikle gözenekli taşların suyu kısa sürede ve diğer taşlara oranla daha fazla emdikleri açıktır. Difüzyonla gözenek içine taşınan su, taşın çözünmesine sebebiyet verebilmektedir. Kimi durumlarda suyun içindeki maddeler (asit ve tuz gibi) taşın daha kolay biçimde çözünmesini sağlamaktadır. Su sayesinde ayrıca taşın iç yapısında iyon alış verişi de kolaylaşmaktadır (Ziyaettin, 2010) (Siequesmund, 2016).

iii. Tuza Bağlı Ayrışma:

Doğal taşların içinde, su içinde çözünebilen tuzlara oldukça sık olarak rastlanmaktadır. Çözünebilen tuzların taş üzerinde iki türlü etkisi mevcuttur. Bunlardan ilki, çözünebilir tuzların ozmos yolu ile su çekmesi ve taşın içindeki su oranını arttırmasıdır. Su yüzeyinin artması ve sonra azalması (örneğin sıcaklık arttığında buharlaşması), tuzun önce çözünmesine sonra da kristalleşmesine sebep olmaktadır. Kristalleşme neticesinde taş üzerinde lekeler oluşabilmekte, çiçeklenme ve yüzey bozunmaları görülebilmektedir. Kimi durumlarda ise çeşitli etkenlerle suyunu yitirmiş olan tuz billurları ıslanmaktadır (nem, yağmur gibi). Tuzun su ile yeniden karşılaşması sonucunda hacmi genişlemektedir. Tuzların yeniden çözünmesi ve kristalleşmesi esnasında taşın içindeki basınç düzeyinde de değişimler meydana gelmektedir. Tuzların hareketleri, taşlarda mineralojik ve dokusal değişiklikleri beraberinde getirmektedir (Rothers, 2007) (Sleater, 1973).

2.3.2. Kimyasal Ayrışma

Karbondioksit, su, oksijen ve mikroorganizmalar, kayacın kimyasal bileşiminde meydana gelen değişim sonucunda kayacı oluşturan minerallerin başka minerallere dönüşmesine neden olabilmektedirler. Kimyasal ayrışmalar, ana kayacın partiküllere ayrılmasında kimyasal reaksiyonların etkili olduğu, dolayısıyla ana kayacın bileşiminde belirgin kimyasal değişmelerin gerçekleştiği ayrışma tipidir. Kimyasal ayrışmalara neden olan temel etkenler nem ve sıcaklıktır. Suyun içinde erimiş halde bulunan gazlar ve sıcaklık değişimleri, çeşitli kimyasal tepkimelerin oluşmasında rol oynamaktadırlar. Yaşanan tepkimeler, taşın içindeki minerallerin değişmesine ve bazı minerallerin zamanla yok olmasına neden olmaktadır. Çoğunlukla, nemin artması ile ortamda bulunan kükürt veya azot oksitlerin kimyasal reaksiyonu görülmektedir. Suyun içinde karbondioksitin varlığı, özellikle karbonatlı kayaların hızla erimesi anlamına gelmektedir. Buradan hareketle, havadaki karbondioksit miktarının artması (bunun yağmur, kara karışması), sera gazı etkisi, küresel ısınma gibi iklimsel değişikliklerin taşlara zarar veren temel etmenler olduğunu söylemek yanıltıcı olmayacaktır. Havadaki karbondioksit ile suyun birleşmesi neticesinde ortaya H_2CO_3 çıkmaktadır ve bu madde zayıf bir asit türüdür. Bu asidin taşa temas etmesi neticesinde çeşitli kimyasal olaylar görülebilmektedir. Gerek atmosferde ve gerekse de hidrosfer de (eğer varsa kayaç içinde) dolaşan, SO_2 , NO_x , CO_x gibi gazlar kayaç içinde ve yüzeyinde bulunan K^+ , Ca^+ , Na^+ , Mg^+ , Fe vb. katyonlarla birleşerek tuzları meydana getirmekte, ortamdan akışkanın uzaklaşmasıyla bu tuzlar kristalleşmekte, kristalleşme esnasında hacmi artan tuz mikro ve makro boyuttaki boşluk, çatlak ve kırıklarda basınca neden olmakta ve bu basınç da kayacın içsel direncini geçince kayaç parçalanmakta yani 'alterasyona' ayrılmaya uğramaktadır. Kimyasal ayrışma için ortamda suyun sıvı ya da buhar(nem) halinde bulunması olmazsa olmaz şartlardan biridir. Yukarıda anılan gazlar çevre ve çevre kirliliği ile doğrudan ilgili olduğu için kayaçların alterasyonu da doğrudan çevre ile bağlantılıdır. Çevre kirliliği ne kadar fazla ise ortamda o gazlardan bir veya bir kaç da o oranda artmakta ve kayaçların dolayısıyla da yapı taşlarının alterasyonu da o derece artmaktadır. Kayaçların cinsi de tuzun alterasyon etkisini artırmakta ya da azaltmaktadır. (Zedef, 2012). Kalkerli kütlelerde çatlaklar boyunca veya sert kısımların arasındaki yumuşak kısımlarda özel şekilli, kanal gibi ayrışmalar meydana gelebilmektedir. Bazen derinlere kadar inen erime boşlukları meydana gelmekte veya kartlaşma olmaktadır. Karbonik asitli sular yalnız kalkerleri değil aynı zamanda birçok diğer faktörün beraber etkilemesiyle, feldspatları da

ayrıştırılmaktadırlar. Burada kil minerallerini meydana getirmekte; kültelerin fizik ve mekanik özelliklerinin azalmasına ve değişmesine sebep olmaktadır (Öcal & Dal, 2012) (Gökaltun, 2004).

i. Oksidasyon:

Taşların bünyesindeki minerallerin çeşitli sebepler ile oksijenle birleşmesine ve bunun neticesinde kimyasal değişimler göstermesine oksidasyon adı verilmektedir. Mineraller ve oksijenin tepkimeye girmesine neden olan temel faktör, serbest oksijenin silikat mineralleri içerisindeki metalik elementlere ulaşması ve bunlarla reaksiyona girmesidir. Bu reaksiyonlar neticesinde minerallerin yapısı da bozulmakta, dolayısıyla taşın yapısı da değişmektedir. Genellikle oksidasyonun varlığında kahverengi ya da kıvımsı bir renk görülmektedir. Gündelik yaşamdaki metallerin paslanması ile aynı olaydır. Çoğunlukla içinde demir mineraller bulunduran taşların değişimine neden olan bir kimyasal olaydır.

ii. Karbonasyon:

Kimi kimyasal reaksiyonlar ise karbonatlı taşlarda meydana gelmektedir. Karbonatlı kayaların havadaki ya da suda çözülmüş CO₂ ile olan reaksiyonuna “karbonatlaşma” veya “karbonasyon” denilmektedir. Toprakta organik maddenin mikroorganizma faaliyeti ile ayrışması ve bitki köklerinin solunumu sonucunda açığa çıkan karbondioksitin toprakta bulunan bazlarla birleşerek karbonatları meydana getirmesidir ve özellikle kireçtaşlarındaki karstik yapıların gelişmesinde oldukça etkilidir. Hava kirliliği özellikle insan etkisi sebebi ile yağmur sularında da asitler bulunabilmekte; bunlar suyun PH düzeyini değiştirmekte ve karbon asidi, taşlar üzerinde tepkimelere neden olabilmektedir.

iii. Hidroliz:

Kimyasal ayrışmadan bahsederken, açıklanması gereken bir başka olay da hidrolizdir. Hidroliz, taş kütlelerinin yapısında su nedeni ile meydana gelen kimyasal değişimlere verilen genel isimdir. Hidroliz esnasında minerallerin bünyesinde yer alan katyonlar, hidrojenler ile yer değiştirmektedirler. Bu durum, su içinde ayrışmaların olmasına neden olan ana durumdur. Bu olay atomik

yapılarda değişim yarattığı için fiziksel değişimden farklıdır. Çünkü hidroliz esnasında hidrojen ile bazlarda yer değişimleri meydana gelmekte ve yeni bileşikler ortaya çıkmaktadır.

iv. Hidratasyon:

Taşların kimyasal açıdan değişmesine neden olan bir diğer faktör de hidratasyondur. Hidratasyon; minerallerin yapısına su moleküllerinin katılması ile meydana gelen kimyasal değişimdir ve bu durumda çoğunlukla mineralin hacminde artış gözlemlenmektedir. Hidratasyon, minerallerde yumuşamaların ve gevşemelerin de olmasına neden olmaktadır. Yaşanan bu değişim, minerallerin yeni reaksiyonlara girmesini de hızlandırmaktadır.

v. Redüksiyon:

Burada son olarak bahsedilmesi gereken bir diğer olay da redüksiyondur. Redüksiyon, oksidasyonun aksine oksijenin az olduğu ortamlarda meydana gelir. Bu olay toprak altında toprak tanecikleri arasındaki gözeneklerin tamamen su ile dolu olduğu zayıf drenajlı yerlerde meydana gelmektedir. Redüksiyonun ana nedeni, havalanmanın az olmasıdır. Redüksiyon esnasında karbondioksit, metan ve kükürtlü hidrojen açığa çıkabilmektedir.

2.3.3. Biyolojik Çözünme

Taşlar ve canlılar, birbirleri ile etkileşim halindedirler. Örneğin bir böceğin taş üzerinde yürümesi esnasında taşın yüzeyi ona tırmanma kolaylığı sunmakta, bu mekanik hareket ise taşın yüzeyinde çeşitli değişikliklere neden olabilmektedir. Bu basit örneğin yanı sıra, gözle görülmeyen canlılar, onların ortama çıkarttığı gaz ve diğer biyolojik atıklar, insanların gerçekleştirdiğı çevreyi kirletme, taşların durumlarında fiziksel ya da kimyasal değişikliklere yol açmaktadır. Aşağıdaki tablo, doğal taşlar üzerinde değişikliklere yol açan canlı türlerini ve bunların meydana getirdiğı etkilerin bazılarını açıklamaktadır.(Tablo 2)

Tablo 2. Doğal Taşa Etki Eden Canlılar

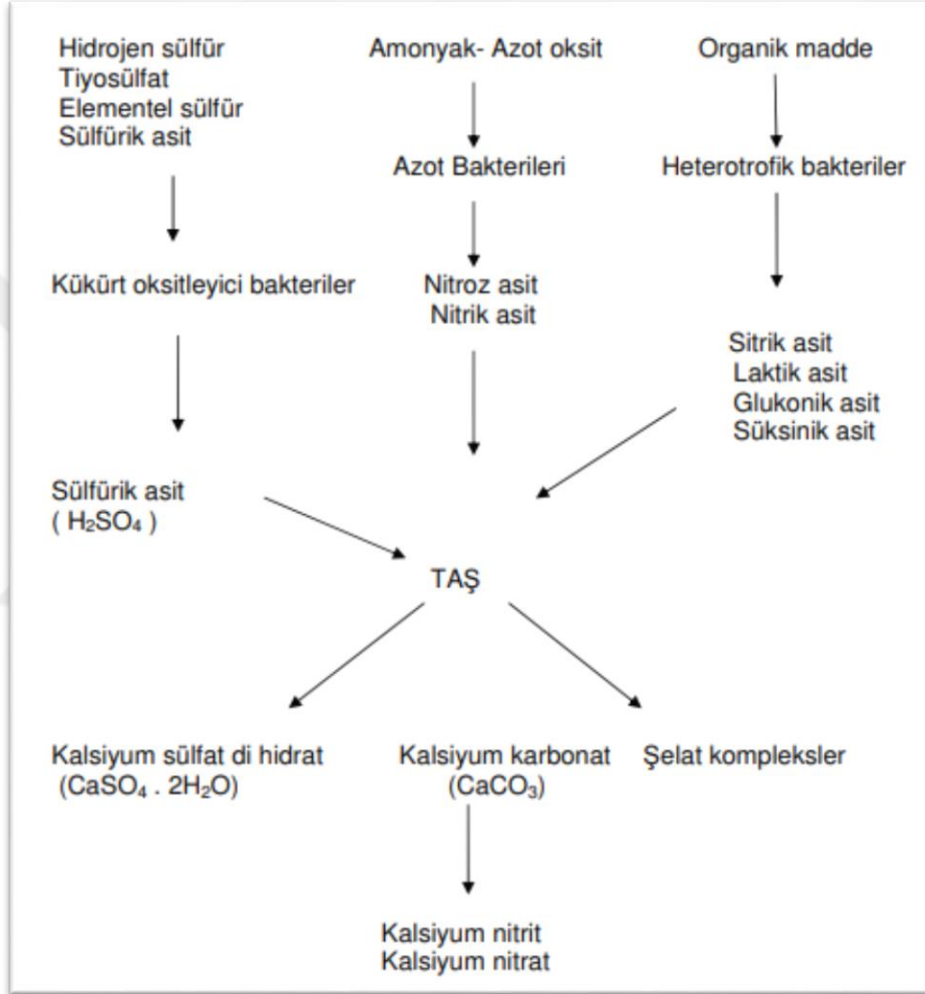
Biyolojik Organizma Türü	Doğal Taşa Etkileri
Ototrof Bakteriler	Siyah kabuklar, kahverengi siyah patinalar, pul pul dökülme, kabarma.
Heterotrof Bakteriler	Siyah kabuklar, kahverengi siyah patinalar, pul pul dökülme, renk değişimi.
Actinomycetesler	Beyaz-gri kabartı, patinalar, pul pul dökülme, beyaz lekeler.
Mantarlar	Renklenmiş tabakalar, pul pul dökülme, çukurlar.
Likenler	Kabuklar, parça kabuklaşmalar, çukurlar.
Yeşil Yosunlar	Değişik renkli ince film tabakası oluşumu ve patinalar.
Kara Yosunları	Yeşil-gri renkte geniş yüzeyleri kaplayan tabakalar.
Yüksek Bitkiler	Çimen, funda ve yarıklarda yetişen ağaçsı türler, malzemede kopma ve deformasyona neden olma.
Hayvanlar, böcekler, kuşlar	Tipik şekilli delikler, paslanmaya neden olabilecek maddelerin birikmesi, çatlaklar

Kaynak: (Dolar & Yılmaz, 2014)

i. Bakteriler

Ototrof ve heterotrof bakteriler, dünyanın hemen her noktasında bulunmakta ve doğal döngünün bir parçası olarak işlev görmektedirler. Kimyasal aktiviteler gerçekleştiren bakteriler, çevrelerinde var olan yapılarda da (ağaçlar, hava,

kayalar gibi) çeşitli değişikliklere sebep olabilmektedirler. Taşlarda, gözle görülemeyen ancak zaman içinde etkisi oldukça büyük olan mikrobiyolojik olayların gerçekleşmesinde ana rol bakterilere aittir. Çoğunlukla gerçekleştirdikleri etkiler, taşların ağırlıklarındaki kayıplardır. Yine, bu canlıların taşlarda hem kimyasal hem de fiziksel değişikliklere yol açtığını eklemek gerekmektedir (Moncmanova, 2007)(Şekil 6).



Şekil 6. Taşlar Üzerindeki Bakteri Etkileri (Dolar & Yılmaz, 2014)

ii. Algler ve Siyanobakteriler:

iii. Mantarlar:

iv. Likenler:

v. Bitkiler:

İklim değişiklikleri, farklı bölgelerde, farklı bitkilerin yaşaması anlamına gelmektedir. Bitkilerin doğal yaşam döngüsü içerisindeki nem tartışılmazdır. Ancak, bunların kaya üzerlerinde ve aralarında yetişebildikleri de unutulmamalıdır. Bitki köklerinin neden olduğu parçalanmaların yanı sıra, bunların getirdiği su ve nem, taş kütlelerinde kimyasal ve fiziksel değişimlere neden olabilmektedir. Kimi bitkiler, taşlarda renk değişimlerine de sebebiyet verebilmektedir.

vi. Hayvanlar:

2.4. Bozunmaya Sebep Olan Doğal Faktörler

Bitki ve mikroorganizmaların neden olduğu biyotik etmenler ile su, güneş ve rüzgârın neden olduğu abiyotik doğal etmenler, fiziksel ve kimyasal etkiler sonucunda taştan yapılmış eser ve yapılarda ayrışmaya neden olmaktadır. Güneşin etkisiyle kayalar orijinal renklerinden farklı başka renklere dönüşebilirler. Yine organik madde içeren kayalar güneşin etkisiyle koyulaşabilirler. Açık havada güneş altında bulunan anıtlar da ısı genleşmesi nedeniyle bozunmaya uğrarlar. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farklılıkları taşlarda genleşmeye neden olarak taş yapısında bir gevşeme oluşturur. Bu da kayaların taneleri arasında basınç oluşturur. Bu olayların tekrarında da taş yapısında kılcal çatlakların sayısı artarak sonrasında taştan parçalar ayrılmasına ortam hazırlar. Taş eserler ile taş yapılar uzun yıllar doğanın değişik etkileri altında yıpranır ve sürekli bakım sağlanmazsa önemli hasarlar gözlenir. Sıcak yaz günlerinde aşırı sıcak karşısında genleşen malzemeler, soğuk kış günlerinde donma maruz kalır; ısı farkları, donma çözünme döngüleriyle malzemeler yorulur, yıpranır. Suyun kapillarite ile bina içindeki hareketi de yapı malzemelerinde hasara neden olmaktadır. Zeminden yükselen nem strüktürü ıslatarak taşıyıcı sisteme gelen yükü fazlalaştırdığı gibi, ayrıca içinde taşıdığı tuzların duvar yüzeyinde buharlaşması sonucu çiçeklenmelere, duvarın fiziksel ve kimyasal yapısını bozucu etkilere neden olabilmektedir. Eski eserler tıpkı canlılar gibi,

buldukları çevreyle sürekli olarak etkileşim halindedirler. Belli bir bölgede yaşayan ve birbirleriyle devamlı etkileşim içinde olan canlılar ile bunların cansız çevrelerinin oluşturduğu bir bütün olarak bilinen karmaşık sistemi tanımlayan sözcük olan “ekosistem”, tarihi çevre ve arkeolojik sit alanlarını da eklemek hatalı bir yaklaşım olmaz. Ekosistemin devamı için gerekli olan tüm elementler aynı zamanda eski eserin de bozunmasına neden olan faktörlerdir. Ekosistemi de abiyotik faktörler (toprak, su, hava, iklim gibi cansız faktörler) ve biyotik (üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar) faktörler olmak üzere iki faktör oluşturur. Bu tanımlamadaki organizmalar; diğer bir deyim ile canlılar veya canlı çevre, insan, hayvan ve bitkilere ait bireyleri veya bunlardan oluşmuş toplumları ifade etmektedir. Tanımlamanın içinde geçen organizmaların içinde yaşadıkları ortam deyimini ise cansız çevre olarak da ifade edilir ve hava, su, toprak, ışık gibi faktörleri kapsar. Yapı ve anıtların bozunmasında etken olan ekolojik faktörleri “abiyotik” ve “biyotik” olmak üzere iki alt bölüme ayırmak mümkündür. Abiyotik etmenleri organik ve inorganik maddeler, iklimik faktörler ve topoğrafik etmenler oluştururken; biyotik etmenleri ise tüm canlı (bitkiler ve hayvanlar) dünyası oluşturur. (Öcal & Dal, 2012).

2.4.1. Abiyotik Faktörler

“Dış etkenler” denilen abiyotik faktörler yeryüzünde canlıların yaşama alanlarını sınırlandıran en önemli etkenlerdir. Abiyotik faktörlerin en önemlisi olan iklimsel etmenler, yeryüzünün belirli noktalarında, hava olaylarının ortalama değerlerini ifade eder. İklimsel olmayan abiyotik faktörler ise hidrografik ve edafik özelliklerdir. Taştan yapılmış yapı ve eserlerin bozunması ile iklimsel faktörler (yağış, rüzgâr, sıcaklık ve nem) arasında bir ilişkinin olduğu bilinmektedir.

2.4.2. Biyotik Faktörler

Ekolojide virüslerden bakterilere ve insanlara kadar bütün canlı popülasyonlar biyotik faktörler olarak adlandırılır. Biyotik faktörler canlı ve cansız faktörleri yapılarına katarak enerji elde ederler. Bu enerjiyi besin zinciri oluşturarak diğer canlılara aktarırlar. Uygun habitatlar üzerinde hayat tabakaları oluştururlar. Biyotik faktörler, popülasyon, komünite ve ekosistem olarak adlandırılan birimlere ayrılarak incelenir. Birçok bitki ve hayvan, salgıladıkları asidik bileşiklerle taş eserlerde kimyasal çözünme yaratırlar. Bitki köklerinin salgıladığı karbondioksitin oluşturduğu karbonik asit (H_2CO_3) ve fizyolojik eylemleri sırasında oluşturdukları asitlerle taş minerallerini kullanarak toprak oluşumunu

sağlayan yosun, liken ve algler yüzey yapısının bozunmasına, mikro çatlakların büyümesine yol açmaktadırlar. Doğanın ayrılmaz bir ögesi olan bitki örtüsünü oluşturan ağaç, çalı, ot, mantar, liken ve algler, gerek kök ve gövdeleriyle yaptıkları mekanik basınç ve gerekse salgıladıkları organik asitlerle biyokimyasal ayrışmaya neden olmaktadır. Biyokimyasal ayrışma olaylarındaki mekanizmalar, kimyasal ayrışmada olduğu gibi biyolojik olarak oluşan oksalik asit, liken asidi, şarap asidi, elma asidi ve limon asidi gibi düşük molekülü asitlerle başlar. Taş eserlerin ayrışmasına neden olan faktörlerden birisi de canlıların neden olduğu biyolojik çözünmedir. Çeşitli hayvan ve böcekler, kazıma ve tırmanma gibi mekanik olguların yanında çıkardıkları asitler dolayısı ile kimyasal ayrışmaya neden olurlar. Kuşlar, tırmanıcılar, solucan vb. gibi büyük hayvanlar kazıma ve tırmanma yoluyla mekanik olarak taşlarda delikler ve oyuklar meydana getirebilirler veya çıkardıkları asitler dolayısı ile kimyasal ayrışmaya sebep olurlar. Bunlardan başka organik madde ve atmosferden nitrojen tutan bakteriler de taşlara etkir. Bunlar bilhassa ayrılmış taş yüzlerinde ve çatlaklarda yığılır.

2.5. Bozunma Türleri

2.5.1. Çatlaklar ve Deformasyon

Bu ayrışma grubu adı altında, taşa eklenen bir materyal veya taştan bir eksilme söz konusu olmadan, taşın kendi yapısında oluşan değişimler sonucundaki ayrışma türleri ele alınmaktadır. Genel olarak “çatlaklar” ve “deformasyon” olmak üzere iki ayrışma formu halinde gözlenir.

2.5.1.1. Çatlaklar

Birçok doğal taşta tozu ve nemi içine çeken, taş yüzeyini ve kesitini çaprazlamasına geçen ince, kılcal çatlaklar bulunmaktadır. Bununla birlikte taşta çeşitli nedenlerden dolayı oluşan ince ve küçük (kılcal), tek çatlak veya çatlaklar sistemi yine bir ayrışma türü olarak nitelendirilmektedir. Bazı taşlar gözle görülür belirgin çatlakları olmamasına rağmen kırılabilirlik eğilimi gösterirler. Bu çatlaklar bazen taş yapısını izleyerek bazen da taş yapısından tamamen bağımsız olarak gelişerek eserlerde kırılmaya neden olur. Taş yüzeyinde bozunma sonucu olarak görülen çatlaklar sistemi ya doğal nedenlerden dolayı ya da taşın işlenişi sırasında darbelerden dolayı oluşabilmektedir ve çıplak gözle hemen görülebilecek türde gelişir. Bazı tip çatlaklar ise kil ve benzeri malzeme içerir ki buralardaki bozunma süreci daha hızlı gelişir. Özellikle traverten ve

bazı bej renkli mermerlerde çeşitli büyüklüklerde doğal gözenekler, hatta delikler bulunabilmektedir. Bu grup altında yer alan ayrıntılı tanımlara kırılma, yıldız şeklindeki kırılma, kılcal çatlaklar, çatlaklar ağı ile yarıklar dahil edilebilir. Kırılma, çatlakların taş üzerinde boydan boya gelişerek parçaların düşmeden birbirinden ayrılması anlamında kullanılmaktadır. Bu tip ayrılmaya, taşın işlenmesi sırasındaki oluşan kılcal çatlakların zaman içerisinde büyüyerek neden olabileceği kırılmalar yanında, Vandalizm ve savaş gibi insan kaynaklı veya deprem gibi doğal afetler de neden olabilmektedir. Yıldız şeklindeki kırılma, daha çok mekanik bir darbe sonucunda oluşan bir çatlak şeklidir. Kılcal çatlaklar, aralığı 0,1 milimetreyi aşmayan çatlaklara verilen isimdir. Çatlaklar ağı, birbirlerine bağlı kısa formda bir ağ görünümünde olan çatlak oluşumudur ve daha çok kireçtaşlarında gözlenir. Bu tip çatlaklar taşta kırılmalar yaratmazlar. Yüzeyde açıklıklara yol açan bu “kanal” tipi çatlaklar aslında bir çeşit gözenek olarak da kabul edilebilir. Yarıklar, çatlakların bir sonraki aşaması olarak daha geniş yapıdaki aralıklardır. Taşın zayıf yapıda olduğu bölgelerde, kil minerallerinin yoğunlaştığı alanlarda oluşur ve genellikle taşa dikey durumda gelişir.

2.5.1.2. Deformasyon

Şekil değişikliği veya bükülme olarak da bilinen bu bozunma türü taşlar üzerinde bazen konveks bazen da konkav şeklinde görülür. Özellikle mermerde görülen bükülme gibi plastik değişimler sonucunda oluşan bir bozunma türüdür.

2.5.2. Materyalin Eksilmesi ve Kaybı

Taş eserden çözünme yoluyla materyal ayrılması bu grup altında ele alınmaktadır. Materyal çözünmesiyle ilgili alt grupları ise kabarma, patlama, tabakalaşma, dağılma, parçalanma, soyulma ile kabuklanma adı altında ele alınmaktadır.

2.5.3. Renk Değişimi

Üçüncü bir bozunma grubu olarak taşta oluşan renk değişimleri ve yabancı madde birikmeleri ele alınmaktadır. Kirlenmeler, tuzlanma, tabakalaşma ve biyolojik birikme alt grubunu oluşturmaktadır. Gerek taşın içerdiği minerallerinin ayrışması yoluyla ve gerekse dış biyolojik etmenlerden dolayı, taşın orijinal renginin değişime uğrayarak rengini değiştirmesi veya renginin açılması, renk değişimi adı altında ele alınır. Değişik nedenlerle taşınan sedimenter materyalin taş yüzeyinde üst üste yığılması veya birikmesi, depolanma ya da çökelme olarak tanımlanır.

BÖLÜM III

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN MALZEMELER VE YÖNTEMLER

3.1. Numune Alınan Bölgenin Genel Jeolojisi, Coğrafi Yapısı ve Tektonik Yapısı

Bu çalışma kapsamında, Ankara İli sınırları içinde bulunan Gölbaşı İlçesi'nden Andezit, Etimesgut İlçesi'nden Bazalt ve Mamak İlçesi'nden Kireçtaşı numuneleri alınarak çalışılmıştır. Ankara çevresinde yaş aralığı olarak Geç Kretase'den Pliyosen'e kadar volkanik kayaç bulunmaktadır. Bu durum kenti taş rezervi bakımından oldukça zenginleştirmektedir. Bu taş kaynaklarının bir kısmı Tekke volkanitleri olarak adlanmış ve stratigrafik konumlarına dayanılarak Genç Miyosen yaşı verilmiştir. K-Ar yaşlandırmasında ise bunların bir bölümü Eosen olarak çıkmış ve birçok jeoloji haritasında ayırım yapılmaksızın hepsi birlikte haritalanmıştır. Özetle, Ankara civarındaki volkanik kayaçlar bilinenlerden çok daha karmaşıktır, yaşı ve bileşimleri konusunda daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır (Kazancı & Gürbüz, 2014).

3.2. Araştırmada Kullanılan Taşlar

3.2.1. Andezit(Gölbaşı)

Gölbaşı bölgesinde çıkan andezit, kimi kaynaklarda Ankara taşı olarak da belirtilmekte olan, pembe renkli bir doğal taş çeşididir (Kazancı & Gürbüz, 2014). 1932'de başkent Ankara'yı modern bir şehir olarak planlayan Alman mimar Hermann Jensen buradaki önemli binaların çevrede bol bulunan, güzel görünümlü bu kayalarla yapılmasını önermiştir ve o dönemden günümüze, andezit binalarda ve mimari tasarımlarda en fazla tercih edilen taşlar arasına girmiştir. Magmatik kökenli taşlar sınıfında yer alan andezit; ülkemizde özellikle Ankara Gölbaşı çevresinde bulunmaktadır (MTA, 2018). Bu taşların pembe rengi, kayaç içinde yer alan plajiyoklaslardan ileri gelmektedir. Sert ve sık dokuludur. Ancak bu özelliklerine karşın kolay işlenebilen taşlar arasındadır. Gözenekli olmamasından dolayı oldukça dayanıklı bir taş olarak bilinmektedir. Bu taşların ıslakken parlak olduklarını da belirtmek lazımdır. Bu taşlara İç Anadolu bölgesinde oldukça yaygın olarak rastlanmakta olmasına karşın; her yerde ocaklardan blok çıkarılmadığını ve bu nedenle de rezervlerin sınırlı olduğunu belirtmek gerekmektedir.

3.2.2 Bazalt (Etimesgut)

Bazalt taşı Türkiye'nin pek çok yerinde kullanılan ve çıkarılabilen bir taş türüdür (Dağtekin, 2018). Doğada en yaygın bulunan taş türleri arasında yer alan bazalt, volkanik kayaç grubu içinde yer almaktadır. Çok geniş alanlarda yayılıma sahip lav akıntıları olup, bazen yüzlerce kilometrekarelik alanları kaplayacak şekilde (plato bazaltları) bulunabilmektedirler. Bu tür lav akıntılarının kalınlığı, üzerinde aktığı topografyaya da bağlı olarak metre veya kilometre düzeyinde olabilmektedir. Bazaltlar ayrıca sub volkanik koşullar altında gelişmiş dayk, sil ve baca dolguları şeklinde de bulunabilmektedirler. Oldukça koyu (siyah ya da siyaha yakın) renkli olan bazalt, ufak kristalli ya da camsıdır. Volkanik bir kayaç olan bu taşların birleşiminde plajiolaz (labrador, andezin, oligoklaz veya albit), ojit, olivin, nadiren kuvars, manyetit ve ilmenit bulunabilmektedir. Volkanik olmalarının bir sonucu da, yüzeye çıkmaları esnasında içlerindeki gazların dışarıya çıkmasıdır. Bu durum taşların içlerinde bazı boşlukların bulunmasına neden olmaktadır. Bu boşluklar zaman içinde çeşitli minerallerle dolmaktadır. Bu mineraller, bazaltların kendi içlerinde sınıflandırılmasına ve isimlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Kahveci, 2008). Bazalt ocağına ait görüntüler Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Etimesgut Bazalt Ocağı

3.2.3 Kireçtaşı(Mamak)

Mamak ilçesi civarında bazaltik, andezitik ve riolititik bileşimde piroklastik ve lav akmaları şeklinde püskürük kayalar yer almaktadır. Kireçtaşı bunların arasında yer alan, kimyasal ve organik etkilerle akarsularda çöken maddelerin oluşturduğu bir kayaç türü olarak basitçe açıklanabilecektir. Yaklaşık olarak yer kabuğunun yüzde 3-4'ünü kireçtaşları oluşturduğundan, bu taşlar için yaygındır demek yanıltıcı olmayacaktır. Bu taşların ne zaman oluştuğuna dair net bir bilgi vermek imkansızdır. Yapılan araştırmalar, farklı jeolojik süreçlerde farklı kireç taşlarının oluştuğunu göstermektedir. Kimyasal bileşiminde en az %90 CaCO₃ (kalsiyum karbonat) içeren kayalar olan kireçtaşlarının türlerine örnek olarak kalsiyum içeriği yüksek kireçtaşı (yaklaşık % 95); dolomit (%20 ile %46 aralığında magnezyum karbonat), killi kireçtaşı (kil, SiO₂ ve Al₂O₃) verilebilecektir. Çoğunlukla kristal yapıda olan kireçtaşları, hidrotermal etkiler neticesinde oluşmaktadır (Ziyaettin, 2010).Kireçtaşı ocağına ait görüntüler Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Mamak Kireçtaşı Ocağı

3.3. Numunelerin hazırlanması

Yukarıda belirttiğimiz mevkilerde bulunan ocaklardan aldığımız numuneleri laboratuvar da yapacağımız deneyler için gerekli ebatlarda Konya Sanayiinde numunelerimizi kestirdik.

Numunelerimiz 7*7*7 ebatlarına getirilmiş ve aşağıda gösterilmiştir.(Şekil 9-10-11-12)



Şekil 9. Numunelerin Ebatlandırılmış Hali



Şekil 10. Ocaktan Alınan Bazalt Numunesi



Şekil 11.Ocaktan Alınan Kalker Numunesi



Şekil 12.Ocaklardan Alınan Bazalt-Kalker-Andezit Numuneleri

3.4. Çalışmada Kullanılan Yöntemler

3.4.1. Numuların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri ISRM (1981), ASTM(1980), TS 699 (1987), TS EN 1925(2000), TS EN 1926, TS EN 12370 ve ASTM D 5312-04 standartlarına uygun olarak belirlenmiştir.

3.4.2. Numunelerin Fiziksel Özelliklerinin Tayininde Kullanılan Yöntemler

Numunelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılacak yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

3.4.2.1. Tek Eksenli Basma Dayanımı

Bu deney ile genellikle silindirik şekle sahip olan kayaç numunelerinin dayanım karakteristiklerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir deneydir. Tek eksenli basınç dayanım değeri aşağıda verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanabilmektedir.

Basınç dayanımı,

$$\sigma_c = F_c / A \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

S= tek eksenli basınç dayanımı (Mpa)

F_c= Numune yenilme yük değeri (MN)

A= Numune yüzey alanı (m²)

3.4.2.2. Schmidt Çekici Deneyi

Bu deney, Schmidt çekici kullanılarak, kayaçların Schmidt geri sıçrama (Schmidt sertliği) sertliğinin tayini ve dolaylı olarak tek eksenli sıkışma dayanımlarının saptanması amacıyla yapılır (Ulusay, Gökçeoğlu, & Binal, 2001). Schmidt çekici 1948 yılında beton numunelerinin tek eksenli basınç dayanımı (σ) tahmini için geliştirilmiş basit bir deney düzeneğidir (Schmidt, 1951). 1960'lı yıllardan itibaren de kaya mekaniği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Schmidt çekici aynı zamanda beton ve kayaç numunelerinin yüzey sertliklerinin de belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Schmidt çekiçleri darbe enerjilerine göre sınıflandırıldığında 2'ye ayrılmaktadır. Bunlar; L ve N tipi çekiçlerdir. L tipi çekiçlerin darbe enerjisi 0,735 Nm'dir ve N tipi Schmidt çekicinin darbe enerjisi 2,207 Nm'dir. Ancak laboratuvarında karot numuneleri

üzerine sertlik deneyi yapılırken N tipi çekiç yerine L tipi çekiç kullanılmaktadır. Schmidt çekicinin özellikleri Tablo 3’de detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 3. Schmidt Çekici Özellikleri

Parametre	ISRM(1981)
Karot Boyu	NX veya daha büyük
Blok Numune Kenar Boyutu	6 cm
Uygulama Sınırı	Önemli değil
Darbe Sayısı	Farklı Noktalara 20 Darbe
Hesaplama Yöntemi	Ölçülen 20 darbe büyükten küçüğe sıralanarak en büyük 10 tanenin ortalaması alınır.

3.4.2.3 İspanyol Kuru Ağırlık Kaybı(Dry Weight Loss=DWL) Deneyi

- Deneye tabii tutulacak örnekler 60°C’de 24 saat etüvde kurutulur ve tartılır.
- % 14’lük çözeltisi hazırlanır(çözelti 1 lt saf suya 140 gr Na₂SO₄ ilave edilerek hazırlanır ve Na₂SO₄ iyice eriyene kadar karıştırılır). Örnekler oda sıcaklığında (20°C’de) bu çözelti içine tamamen batacak şekilde daldırılır ve 4 saat bekletilir.(çözeltinin üst seviyesinin örnek yüksekliğinin % kadar yukarıda olmasına dikkat edilir, böylece çözeltinin basınç etkisiyle kapiler boşluklardan örnek içine nüfuz etmesi sağlanır).
- Örnek çözeltiden çıkarılarak 60°C’de 16 saat etüvde bekletilir.
- Örnekler etüvden çıkarılarak 4 saat oda sıcaklığında bekletilerek soğutulur.
- Açıklamaları yukarıda verilen 3,4 ve 5 no’lu işlemler 15 kez tekrarlanır.

NOT: Örnekler çözeltiyi absorbe edeceğinden çözelti seviyesi düşer, bu nedenle kaptaki çözelti seviyesinin korunması için her gün çözelti ilave edilmelidir.

- 15 günün sonunda 16. gün örnekler saf su ile yıkanır, 60°C’de 24 saat kurutulur ve tartılır. 24 saat aradan sonra tekrar tartılır. Eğer ağırlıkta bir değişme yoksa deney bitmiştir, varsa 24 saat ara ile tartımlara devam edilir ve ağırlık değişimi sabitlenene kadar devam edilir. Bu aşamadan sonra hesaplamaya geçilir.

3.4.2.4. Donma Çözünme Deneyi

- Numuneler 16 saat boyunca dondurucuya konulur ve bekletilir.
- 16 saat dondurucuda bekletilen numuneler çıkarıldıktan sonra 8 saat beklemek üzere suyun içine bırakılır.
- 1 ve 2 no'lu işlemler 15 kez tekrarlanır.
- Hesaplama da örneklerin deney öncesi ağırlıkları ile deney sonu ağırlıkları bulunur ve ağırlık kayıpları % ile ifade edilir.



BÖLÜM IV

4. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

4.1. Numunelerin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Bu çalışmada kullanılan andezit, bazalt, kireçtaşı örnekleri üzerinde fiziksel ve mekanik deneyler yapılmıştır. Bu deneyler ve sonuçları aşağıda açıklanarak değerlendirilmiştir.

4.1.1. Fiziksel Deneyler Ve Sonuçları

Bu çalışmada kullanılan andezit, bazalt ve kireçtaşı numunelerinin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yoğunluk-birim hacim ağırlığı, gözeneklilik, ağırlıkça su emme, kaynar suda ağırlıkça su emme ve sertlik deneyleri olmak üzere 5 farklı deney yapılmıştır. Bu deney ve sonuçları aşağıda alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1.1.1. Numunelerin Yoğunluk-Birim Hacim Ağırlığı, Gözeneklilik, Ağırlıkça Su Emme, Kaynar Suda Ağırlıkça Su Emme Özelliklerinin Belirlenmesi

Kullanılan örnek andezit, bazalt ve kireçtaşı numunelerinin yoğunluk-birim hacim ağırlığı, gözeneklilik (porozite), ağırlıkça su emme, suda ağırlıkça su emme özelliklerini belirlemek için her bir örnek numuneden 7x7x7 cm 'lik küp numuneler hazırlanmış ve deneyler ISRM (1981) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu deneyler sonucunda andezit, bazalt ve kireçtaşı numunelerinin kuru ağırlık, yoğunluk, birim hacim ağırlık, suya doymun ağırlığı, porozite (gözeneklilik), ağırlıkça su emme oranı, hacimce su emme oranı, kaynar suda ağırlıkça su emme, hacimce su emme oranı değerleri elde edilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler aşağıda Tablo 4/5/6/7 'de sunulmuştur.

Tablo 4.Yoğunluk-Birim Hacim Ağırlığı Değerleri

ÖRNEK NO. Sample No.	YÜKSEKLİK Height H (mm)	EN Width W (mm)	BOY Length L (mm)	HACİM Volume V (cm ³)	KURU AĞIRLIK Dried Weight (g)	YOĞUNLUK Density ra (g/cm ³)	BİRİM HACİM AĞIRLIK Unit Weight g (kN/m ³)
Andezit-1	70,60	72,40	71,14	363,6	817,22	2,25	22,05
Andezit-2	70,70	70,54	70,63	352,2	783,13	2,22	21,81
Andezit-3	70,70	71,67	72,41	366,9	838,63	2,29	22,42
Andezit-4	71,22	72,68	70,60	365,4	831,5	2,28	22,32
Andezit-5	70,83	70,43	70,55	351,9	778,27	2,21	21,69
					Ortalama	2,25	22,06
Kireçtaşı-1	70,35	70,24	71,32	352,42	970,74	2,75	27,02
Kireçtaşı-2	71,12	70,31	70,30	351,53	961,50	2,74	26,83
Kireçtaşı-3	70,50	71,40	70,04	352,56	971,04	2,75	27,02
Kireçtaşı-4	70,70	70,37	71,42	355,33	947,06	2,67	26,15
Kireçtaşı-5	71,39	70,47	71,39	359,15	953,33	2,65	26,04
					Ortalama	2,71	26,61
Bazalt-1	70,35	70,65	70,52	350,50	927,36	2,65	25,96
Bazalt-2	70,63	71,03	70,05	351,43	940,01	2,67	26,24
Bazalt-3	70,02	71,25	70,70	352,72	934,24	2,65	25,98
Bazalt-4	70,93	71,44	70,03	354,86	949,46	2,68	26,25
Bazalt-5	70,37	70,80	69,70	347,26	923,38	2,66	26,09
					Ortalama	2,66	26,10

Tablo 4 'de görüldüğü gibi, andezit en düşük yoğunluğa, kireçtaşı ise en yüksek yoğunluğa sahiptir. Birim hacim ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek birim hacim ağırlığı kireçtaşı, en düşük birim hacim ağırlığı andezit 'in sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Gözeneklilik (Porozite) Değerleri

ÖRNEK NO. Sample No.	YÜKSEKLİK Height H (mm)	EN Width W (mm)	BOY Length L (mm)	HACİM Volume V (cm ³)	KURU AĞIRLIK Dry Weight W _d (g)	SUYA DOYGUN AĞIRLIK Saturated Weight W _s (g)	BOŞLUKLARIN HACMİ Volume of Voids V _v = (W _s - W _d)/r _w (cm ³)	POROZİTE Porosity n=(V _v /V) x100 (%)	BOŞLUK ORANI Void Ratio e = n/(100-n)
Andezit-1	70,60	72,40	71,14	363,6	817,22	841,2	24,0	6,6	0,07
Andezit-2	70,70	70,54	70,63	352,2	783,13	820,92	37,8	10,7	0,12
Andezit-3	70,70	71,67	72,41	366,9	838,63	862,37	23,7	6,5	0,07
Andezit-4	71,22	72,68	70,60	365,4	831,5	855,99	24,5	6,7	0,07
Andezit-5	70,83	70,43	70,55	351,9	778,27	816,56	38,3	10,9	0,12
						Ortalama	29,7	8,3	0,09
Kireçtaşı-1	70,35	70,24	71,32	352,42	970,74	976,97	6,2	1,8	0,02
Kireçtaşı-2	71,12	70,31	70,30	351,53	961,50	969,47	8,0	2,3	0,02
Kireçtaşı-3	70,50	71,40	70,04	352,56	971,04	977,4	6,4	1,8	0,02
Kireçtaşı-4	70,70	70,37	71,42	355,33	947,06	956,1	9,1	2,6	0,03
Kireçtaşı-5	71,39	70,47	71,39	359,15	953,33	964,48	11,2	3,1	0,03
						Ortalama	8,2	2,3	0,02
Bazalt-1	70,35	70,65	70,52	350,50	927,36	938,91	11,6	3,3	0,03
Bazalt-2	70,63	71,03	70,05	351,43	940,01	950,15	10,1	2,9	0,03
Bazalt-3	70,02	71,25	70,70	352,72	934,24	945,69	11,5	3,2	0,03
Bazalt-4	70,93	71,44	70,03	354,86	949,46	960,44	11,0	3,1	0,03
Bazalt-5	70,37	70,80	69,70	347,26	923,38	935,36	12,0	3,4	0,04
						Ortalama	11,2	3,2	0,03

Tablo 5 'de gözeneklilik deneyi incelendiğinde, en yüksek gözenekliliğe andezit, en düşük gözenekliliğe kireçtaşı'nın sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Ağırlıkça Su Emme-Hacimce Su Emme Oranı Değerleri

ÖRNEK NO. Sample No.	YÜKSEKLİK Height H (mm)	EN Width W (mm)	BOY Length L (mm)	HACİM Volume V (cm ³)	KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI Weight of Dry Sample W _a (g)	SUYA DOYURULMU ÖRNEĞİN AĞIRLIĞI Weight of Sample After Immersion W _s (g)	AĞIRLIKÇA SU EMME ORANI Ratio of Water Absorbtion by Weight $A_w = ((W_s - W_a) / W_a) \times 100$ (%100)	HACİMCE SU EMME ORANI Ratio of Water Absorbtion by Volume $H_w = ((W_s - W_a) / V) \times 100$ (%)
Andezit-1	70,60	72,40	71,14	363,6	817,22	841,2	2,9	6,6
Andezit-2	70,70	70,54	70,63	352,2	783,13	820,92	4,8	10,7
Andezit-3	70,70	71,67	72,41	366,9	838,63	862,37	2,8	6,5
Andezit-4	71,22	72,68	70,60	365,4	831,5	855,99	2,9	6,7
Andezit-5	70,83	70,43	70,55	351,9	778,27	816,56	4,9	10,9
						Ortalama	3,7	8,3
Kireçtaşı-1	70,35	70,24	71,32	352,42	970,74	976,97	0,6	1,8
Kireçtaşı-2	71,12	70,31	70,30	351,53	961,50	969,47	0,8	2,3
Kireçtaşı-3	70,50	71,40	70,04	352,56	971,04	977,4	0,7	1,8
Kireçtaşı-4	70,70	70,37	71,42	355,33	947,06	956,1	1,0	2,6
Kireçtaşı-5	71,39	70,47	71,39	359,15	953,33	964,48	1,2	3,1
						Ortalama	0,9	2,3
Bazalt-1	70,35	70,65	70,52	350,50	927,36	938,91	1,25	3,3
Bazalt-2	70,63	71,03	70,05	351,43	940,01	950,15	1,08	2,9
Bazalt-3	70,02	71,25	70,70	352,72	934,24	945,69	1,23	3,2
Bazalt-4	70,93	71,44	70,03	354,86	949,46	960,44	1,16	3,1
Bazalt-5	70,37	70,80	69,70	347,26	923,38	935,36	1,30	3,4
						Ortalama	1,2	3,2

Tablo 6 'da ağırlıkça ve hacimce su emme oranı incelendiğinde, en düşük ağırlıkça su emme oranı kireçtaşı, en yüksek ağırlıkça su emme oranı andezit'in sahip olduğu görülmektedir. En düşük hacimce su emme oranı kireçtaşı, en yüksek hacimce su emme oranı andezit'in sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Kaynar Suda Ağırlıkça Su Emme-Hacimce Su Emme Oranı Değerleri

ÖRNEK NO. Sample No.	SUYA DOYGUN SU İÇİNDE Kİ AĞIRLIK (g)	KAYNAR SU DENEYİ SONRASI KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI (g)	HACİM Volume V (cm ³)	KAYNAR SU DENEYİ SONRASI SUYA DOYURULMUŞ ÖRNEĞİN AĞIRLIĞI (g)	AĞIRLIKÇ A SU EMME ORANI Ratio of Water Absorbtion by Weight $A_w = ((W_s - W_d) / W_d) \times 100$ (%)	HACİMCE SU EMME ORANI Ratio of Water Absorbtion by Volume $H_w = ((W_s - W_d) / V) \times 100$ (%)
Andezit-1	411,57	711,36	299,79	766,62	7,8	18,4
Andezit-2	507,13	844,37	337,24	873,46	3,4	8,6
Andezit-3	475,80	802,18	326,38	840,45	4,8	11,7
Andezit-4	497,92	827,83	329,91	857,8	3,6	9,1
Andezit-5	479,57	808,04	328,47	847,2	4,8	11,9
				Ortalama	4,9	12,0
Kireçtaşı-1	589,25	923,93	334,68	936,25	1,3	3,7
Kireçtaşı-2	599,60	931,44	331,84	941,75	1,1	3,1
Kireçtaşı-3	626,64	974,49	347,85	979,8	0,5	1,5
Kireçtaşı-4	588,77	920,49	331,72	936,2	1,7	4,7
Kireçtaşı-5	621,50	966,80	345,30	974,86	0,8	2,3
				Ortalama	1,1	3,1
Bazalt-1	615,04	946,52	331,48	969,65	2,44	7,0
Bazalt-2	609,24	936,31	327,07	957,78	2,29	6,6
Bazalt-3	604,50	928,41	323,91	951,30	2,47	7,1
Bazalt-4	605,42	929,74	324,32	952,60	2,46	7,0
Bazalt-5	606,74	932,92	326,18	956,12	2,49	7,1
				Ortalama	2,4	7,0

Tablo 7 'de kaynar suda ağırlıkça ve hacimce su emme oranı incelendiğinde, en düşük ağırlıkça su emme oranı kireçtaşı, en yüksek ağırlıkça su emme oranı andezit'in sahip olduğu görülmektedir. En düşük hacimce su emme oranı kireçtaşı, en yüksek hacimce su emme oranı andezit'in sahip olduğu görülmektedir.

4.1.1.2. Numunelerin Yüzey Sertliğinin(Schmidt Çekici) Belirlenmesi

Numunelerin Schmidt sertlik değerleri, laboratuvara getirilen 150x150 mm boyutlarındaki bloklar üzerinde LD tipi dijital Schmidt çekici kullanılarak yaklaşık 4 cm aralıklarla, her bir noktadan 1'er değer okunarak toplam 20 noktadan alınan değerlerin ortalaması hesaplanarak tespit edilmiştir. (Tablo 8). Bu deney, ISRM (1981) tarafından önerilen esaslar dikkat edilerek yapılmıştır.

Tablo 8. Numunelerin Schmidt Sertlik Çekici Değerleri

ÖRNEK NO. Sample No.	DARBE SAYILARI, N Rebound Numbers (10 adet / 10 rebounds)	ORTALAMA N Average N	BİRİM HACİM AĞIRLIK Unit Weight g (kN/m ³)	** σ _c (MPa)	KAYAÇ TANIMI Rock Description
1) Andezit	62-65-65-60-58-57-59-58-66-64	64	21,8	223,8 2	
	55-63-63-60-59-60-66-64-59-63				
2) Kireçtaş	51-50-49-43-46-43-54-52-43-48	50	25,3	211,5 7	
	46-36-45-50-46-51-42-45-42-43				
3) Bazalt	42-31-43-40-28-35-33-20-20-21	36	24,8	178,9 5	
	24-31-44-33-24-28-27-27-33-26				

Tablo 8’de görüldüğü gibi numuneler Schmidt sertlik değerlerine göre sınıflandırıldığında, en yüksek sertlik değerinin andezit numunesine ait olduğu, en düşük sertlik değerinin ise bazalt numunesine ait olduğu belirlenmiştir.

4.1.2. Mekanik Deneyler Ve Sonuçları

Bu bölümde, andezit, bazalt ve kireçtaşı numunelerinin tek eksenli basınç dayanımı, donma-çözünme deneyi ve İspanyol kuru ağırlık kaybı deneyi (DWL) olmak üzere 3 farklı mekanik deney yapılmış ve sonuçları ile birlikte alt başlıklar halinde aşağıda özetlenmiştir.

4.1.2.1. Numunelerin Tek Eksenli Basınç Dayanımının Belirlenmesi

Tek eksenli basınç dayanımı deneyi için standart koşulları sağlayan her bir kayaktan 5’er adet 7x7x7 cm’lik küp numuneler hazırlanmıştır. Numunelere tek eksenli basma dayanımı testleri uygulanmış ve bu numuneler toplu olarak Şekil 14’de gösterilmiştir. Tek eksenli basınç deneyleri TS EN 1926 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 13.Hidrolik Basınç Presi



Şekil 14. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Numuneleri



Şekil 15. Andezit Numunesinin Kırılma Anı Kayaç Görüntüsü



Şekil 16. Bazalt Numunesinin Kırılma Anı Kayaç Görüntüsü



Şekil 17. Kireçtaşı Numunesinin Kırılma Anı Kayaç Görüntüsü

Numunelerin tek eksenli basınç dayanımı deneyleri 300 kN kapasiteli hidrolik pres (Şekil 13) kullanarak gerçekleştirilmiş ve kırılma anı görüntüleriyle kaydedilmiştir. (Şekil 15-16-17). Yükleme hızı 0,7 MPa/sn olarak seçilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Numunelerin Tek eksenli Basınç Dayanımı Değerleri

ÖRNEK NO. Sample No.	Yükseklik Height H (mm)	En Width W (mm)	BOY Length L (mm)	KESİT ALANI Cross Sectional Area $A = p (D/2)^2$ (mm ²)	YÜKLEM E HIZI Rate of Loading MPa/sn	YÜKLEME SÜRESİ (dk) Duration of Loading (min)	YENİLME YÜKÜ Failure Load P (kN)	TEK EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI Uniaxial Compressive Strength $s_c = (P/A) \times 10$ (MPa)
Andezit-1	73,12	71,24	70,66	5033,82	0,7	10	494,4	124,03
Andezit-2	71,75	72,12	70,64	5094,56	0,7	7	737,1	180,44
Andezit-3	70,85	70,74	71,71	5072,77	0,7	6	603,1	153,45
Andezit-4	72,5	71,1	70,5	5016,79	0,7	6	601,3	151,28
Andezit-5	71,18	70,26	71,65	5034,13	0,7	6	357,3	92,16
							Ortalama	152,30
Kireçtaşı-1	70,33	70,90	70,14	4972,93	0,7	10	550,8	139,51
Kireçtaşı-2	70,24	70,89	70,57	5002,71	0,7	7	645,5	163,54
Kireçtaşı-3	70,4	70,45	71,66	5048,45	0,7	8	560,0	143,67
Kireçtaşı-4	70,73	70,28	70,36	4944,90	0,7	5	247,0	63,67
Kireçtaşı-5	70,44	70,52	71,04	5009,74	0,7	7	403,1	103,20
							Ortalama	122,72
Bazalt-1	70,75	70,04	71,57	5012,76	0,7	8	513,7	133,33
Bazalt-2	69,85	70,65	70,41	4974,47	0,7	9	565,2	144,17
Bazalt-3	70,66	70,43	70,14	4939,96	0,7	10	499,7	128,26
Bazalt-4	70,58	70,08	71,30	4996,70	0,7	10	569,5	147,64
Bazalt-5	70,53	70,47	69,78	4917,40	0,7	10	496,6	127,32
							Ortalama	136,15

Tablo 9 'da verilen tek eksenli basınç dayanım değerlerine göre örnekler içerisinde andezit numunesi en yüksek, kireçtaşı numunesinin en düşük basınç dayanımına sahip olduğu görülmektedir.

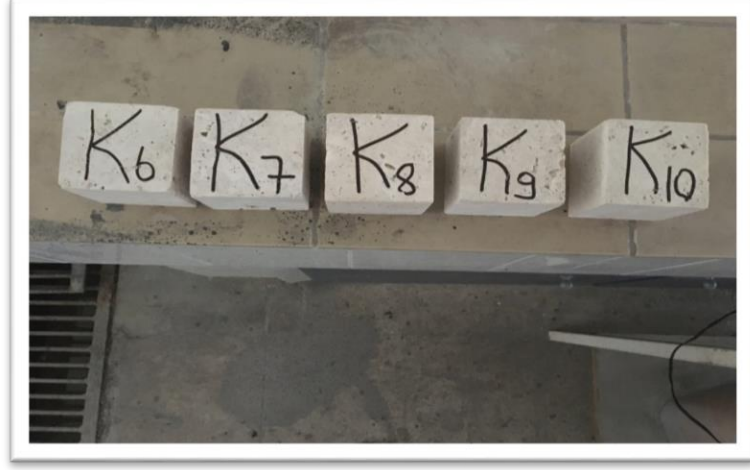
4.1.2.2. Numunelerin Donma-Çözünmeye Bağlı Bozunmanın Değerlendirilmesi

Bu bölümde, numunelerin donma çözünme sonucu % bağıl ağırlık kayıp değerleri hesaplanmıştır. Bu deney bölüm 3’de verilen yöntemle bağıl olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler, döngü sayısının numunelerin bozunumu üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 15 döngü yapılmıştır.

Yapılan deneyde her bir ocaktan 5’er numune toplamda 15 numune kullanılmıştır. (Şekil 18-19-20). Bu deney ile numunelerin yüzde bağıl ağırlık kayıpları hesaplanmıştır (Şekil 21-22-23). Deneyin yapılması ile ilgili olarak ASTM D 5312-04 standartında verilen yöntem esas alınmıştır.



Şekil 18. Donma-Çözünme Deneyi İçin Andezit Numunesi



Şekil 19. Donma-Çözünme Deneyi İçin Kireçtaşı Numunesi



Şekil 20. Donma-Çözünme Deneyi İçin Bazalt Numunesi



Şekil 21. Andezit Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü



Şekil 22. Bazalt Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü



Şekil 23.Kireçtaşı Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü



Numunelerin üzerinde yapılan deney aşağıda Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Numunelerin Donma-Çözünme Yüzde Bağlı Ağırlık Kayıpları Değerleri

ÖRNEK NO. <i>Sample No.</i>	ÇEVİRİM SAYISI <i>The Number of Cycle</i>	EN Widht W (mm)	BOY Leng th L (mm)	ÖRNEĞİN DENEY ÖNCESİ KURU AĞIRLIĞI <i>Dry Weight of Sample Before Test</i> A (g)	ÖRNEĞİN DENEY SONRASI KURU AĞIRLIĞI <i>Dry Weight of Sample After Test</i> B (g)	AĞIRLIK KAYBI <i>Weight Loss</i> $((A - B) / A) \times 100$ (%)
Andezit-6	15	72,40	71,14	817,77	817,22	0,07
Andezit-7	15	70,54	70,63	783,62	783,13	0,06
Andezit-8	15	71,67	72,41	839,19	838,63	0,07
Andezit-9	15	72,68	70,60	831,81	831,50	0,04
Andezit-10	15	70,43	70,55	778,84	778,27	0,07
					Ortalama	0,06
Kireçtaşı-6	15	70,24	71,32	970,74	970,36	0,04
Kireçtaşı-7	15	70,31	70,30	961,50	961,42	0,01
Kireçtaşı-8	15	71,40	70,04	971,04	970,99	0,01
Kireçtaşı-9	15	70,37	71,42	947,06	946,85	0,02
Kireçtaşı-10	15	70,47	71,39	953,33	953,08	0,03
					Ortalama	0,02
Bazalt-6	15	70,65	70,52	928,39	927,36	0,11
Bazalt-7	15	71,03	70,05	940,91	940,01	0,10
Bazalt-8	15	71,25	70,70	935,28	934,24	0,11
Bazalt-9	15	71,44	70,70	950,29	949,46	0,09
Bazalt-10	15	70,80	69,70	924,46	923,38	0,12
					Ortalama	0,10

Tablo 10 ‘da verilen donma çözünme yüzde bağlı ağırlık kaybı değerlerine göre örnekler içerisinde en fazla ağırlık kaybı yaşayan bazalt numunesi, en düşük ağırlık kaybı yaşayan kireçtaşı numunesinin olduğu görülmektedir.

4.1.2.3. Numunelerin İspanyol Kuru Ağırlık Kaybına(Dry Weight Loss=DWL) Bağlı Bozunmanın Değerlendirilmesi

Bu bölümde, numunelerin tuz kristalleşmesi sonucu yüzde bağıl ağırlık kayıp (BAK) değerleri hesaplanmıştır. Bu deney Bölüm 3’de belirtilen yöntemle bağıl olarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu deneyde 3 farklı numuneden her birinden 5’er adet olmak üzere 15 adet numune hazırlanmıştır (Şekil 24). Bu deney ile numunelerin yüzde bağıl ağırlık kayıpları (YBAK) hesaplanmıştır (Şekil 25-26-27). Ayrıca numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ve donma çözünme deney değerleri belirlenerek, tuz kristalleşmesinin numunelerin mekanik özellikleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Bu çalışmada, numuneler TS EN 1926 standartlarına uygun olarak hazırlanmış ve deneyler TS EN 12370 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 24. İspanyol Kuru Ağırlık (DWL) Deneyi Numuneleri



Şekil 25. Andezit Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü



Şekil 26. Kireçtaşı Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü



Şekil 27. Bazalt Numunesinin Deney Öncesi Ağırlık Ölçümü

Numunelerin üzerinde yapılan deney aşağıda Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Numunelerin İspanyol Kuru Ağırlık Kaybı (DWL) Değerleri

Sample No	W ₀ (g)	W ₁ (g)	W _{loss} (%)
Andezit-1	810,43	747,33	7,79
Andezit-2	714,11	585,15	18,06
Andezit-3	860,65	864,99	-0,50
Andezit-4	721,43	603,75	16,31
Andezit-5	718,67	597,44	16,87
		Ortalama	11,70
Kireçtaşı-1	979,01	982,93	-0,40
Kireçtaşı-2	971,23	975,31	-0,42
Kireçtaşı-3	970,54	973,37	-0,29
Kireçtaşı-4	916,56	925,76	-1,00
Kireçtaşı-5	928,15	935,72	-0,82
		Ortalama	-0,59
Bazalt-1	924,96	925,34	-0,04
Bazalt-2	928,40	929,52	-0,04
Bazalt-3	935,08	939,73	-0,12
Bazalt-4	931,70	933,38	-0,50
Bazalt-5	930,32	930,76	-0,18
		Ortalama	-0,18

Tablo 11’de verilen deney sonuçlarına göre andezit numunesinin tuza karşı dayanımı en zayıf olduğu, Bazalt numunesinin andezit numunesine göre daha dayanıklı ve tuza karşı dayanımının en yüksek olduğu deney sonuçlarına göre elde edilmiştir.

Sonuç olarak Na_2SO_4 çözeltisinin andezit numunesi üzerinde aşındırıcı olduğu görülmüştür.



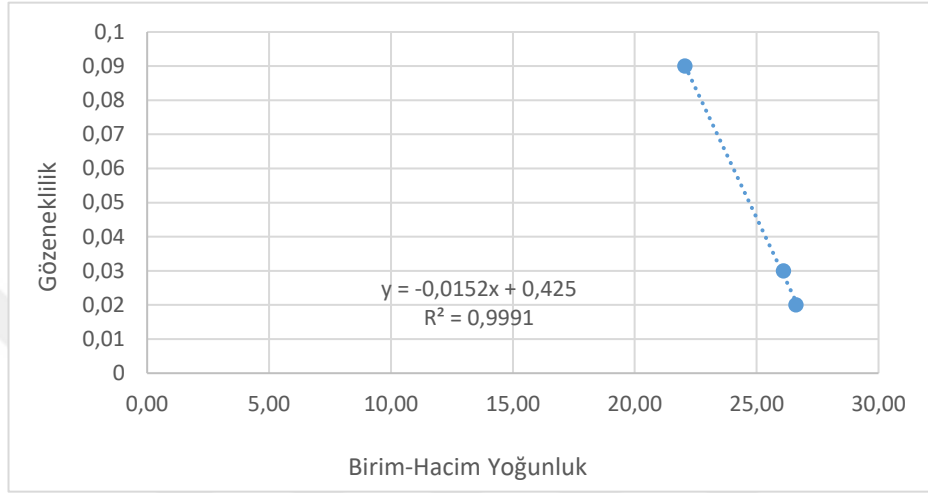
BÖLÜM V

5. DENEY VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Birim-Hacim Yoğunluk İle Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.1.1 Birim-Hacim Yoğunluk İle Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması

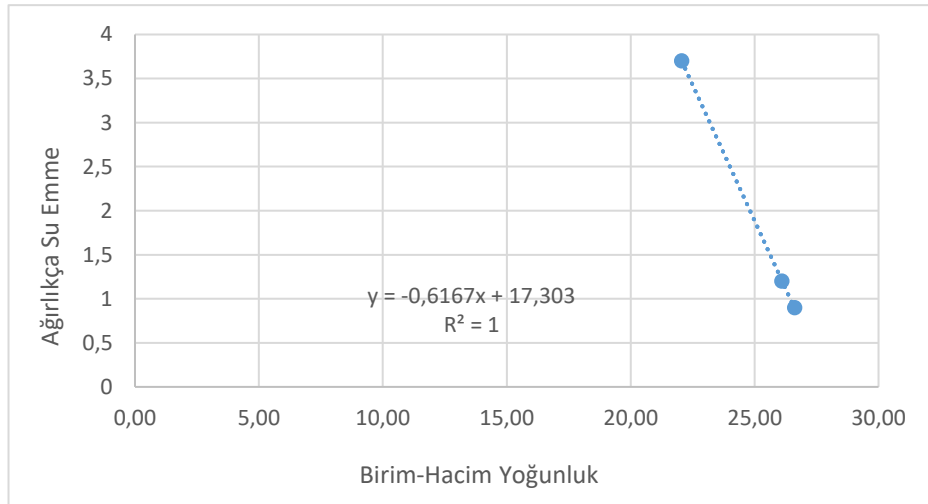
Grafik 1. Birim-Hacim Yoğunluk-Gözeneklilik Grafiği



Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, gözeneklilik oranı azalmaktadır.

5.1.2 Birim-Hacim Yoğunluk İle Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

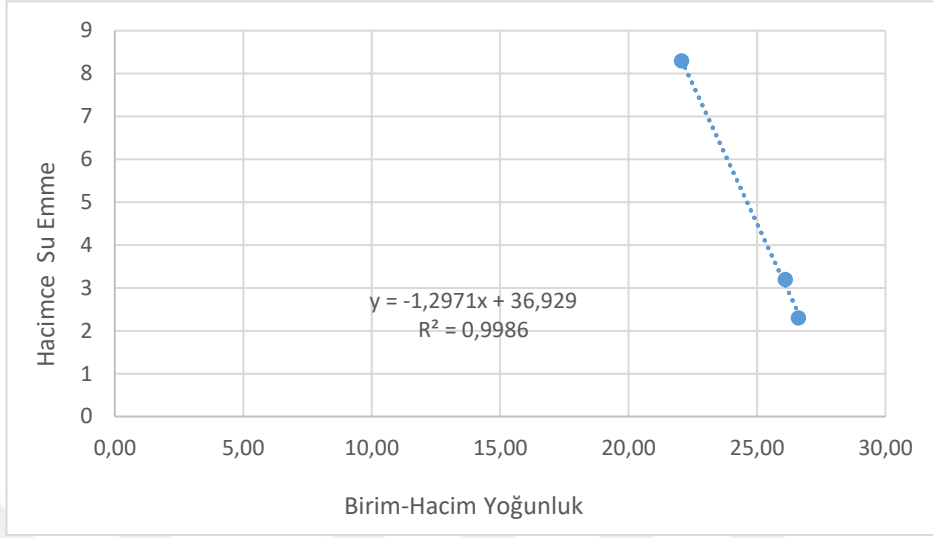
Grafik 2 Birim-Hacim Yoğunluk-Ağırlıkça Su Emme Grafiği



Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, ağırlıkça su emme oranı azalmaktadır.

5.1.3 Birim-Hacim Yoğunluk İle Hacimce Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

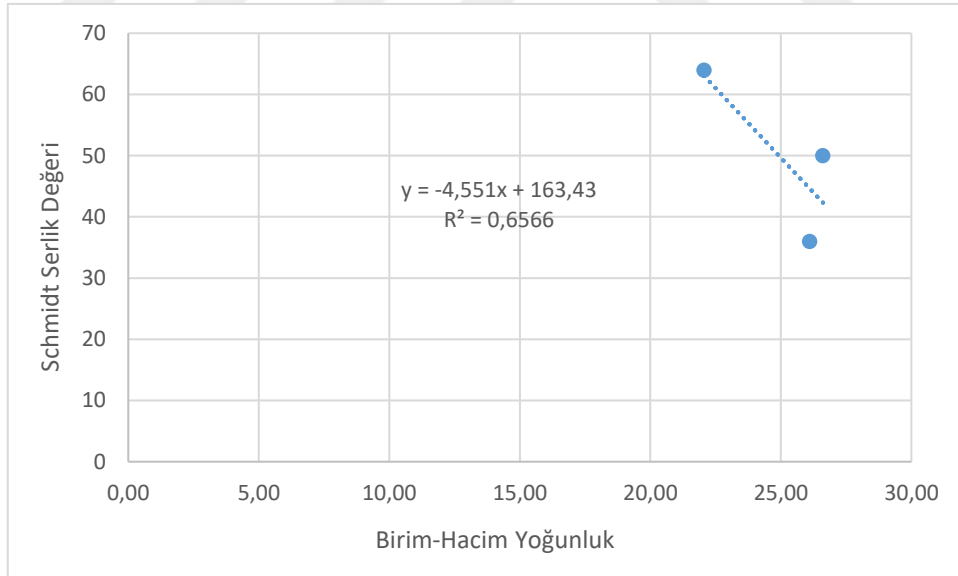
Grafik 3 Birim-Hacim Yoğunluk-Hacimce Su Emme Grafiği



Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, hacimce su emme oranı azalmaktadır.

5.1.4 Birim-Hacim Yoğunluk İle Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması

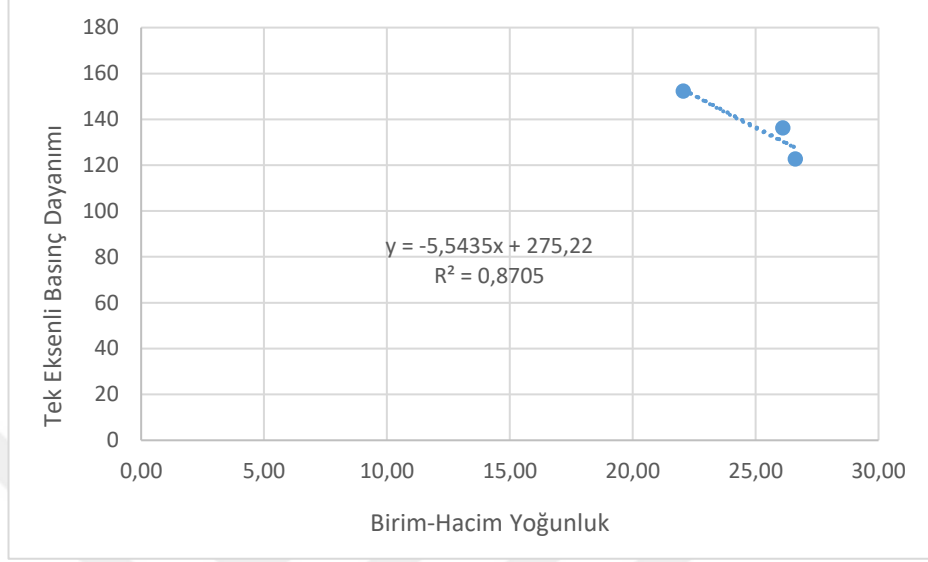
Grafik 4 Birim-Hacim Yoğunluk- Schmidt Sertlik Grafiği



Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, Schmidt sertlik değeri azalmaktadır.

5.1.5 Birim-Hacim Yoğunluk İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması

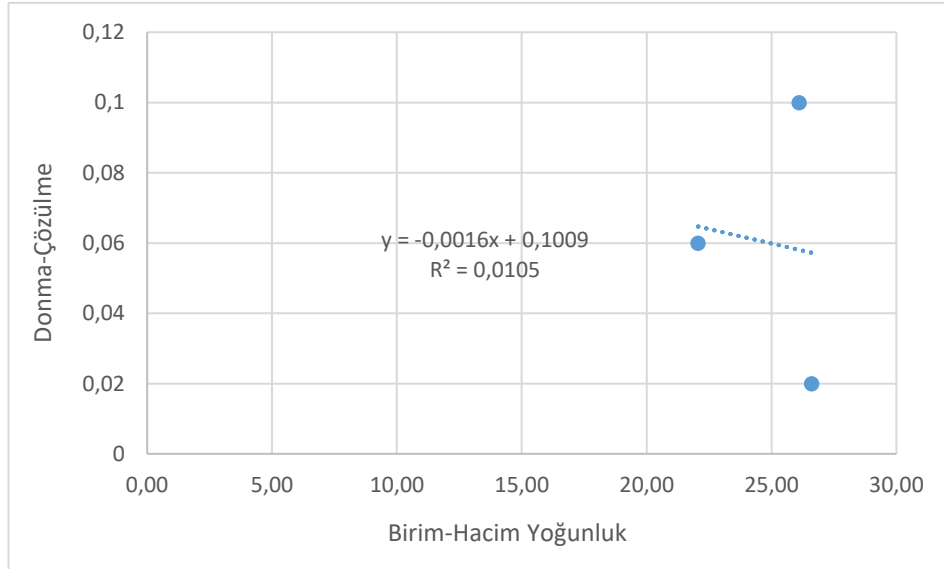
Grafik 5 Birim-Hacim Yoğunluk-Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği



Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, Tek eksenli basınç dayanım değeri azalmaktadır.

5.1.6 Birim-Hacim Yoğunluk İle Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması

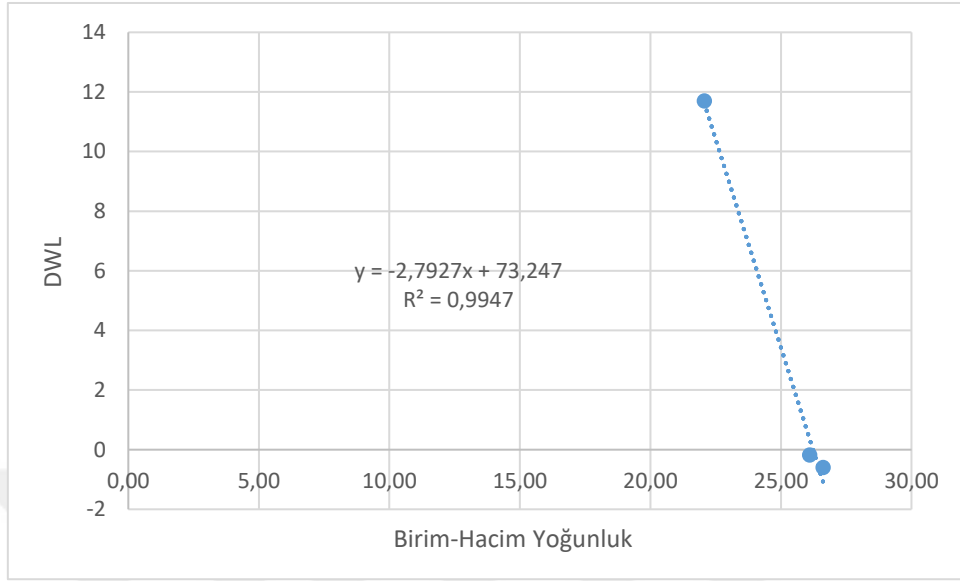
Grafik 6 Birim-Hacim Yoğunluk- Donma-Çözülme Grafiği



Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, donma-çözülme değerlerinde çok fazla bir değişim gözlenmemektedir.

5.1.7 Birim-Hacim Yoğunluk İle DWL Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafik 7 Birim-Hacim Yoğunluk-DWL Grafiği

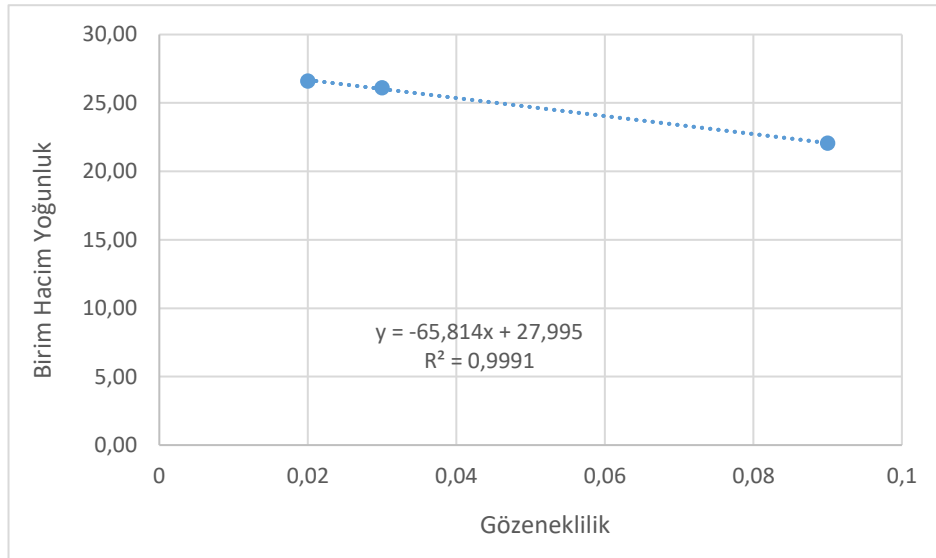


Birim-Hacim Yoğunluk değeri arttıkça, DWL değerleri azalmaktadır.

5.2 Gözeneklilik İle Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.2.1 Gözeneklilik İle Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması

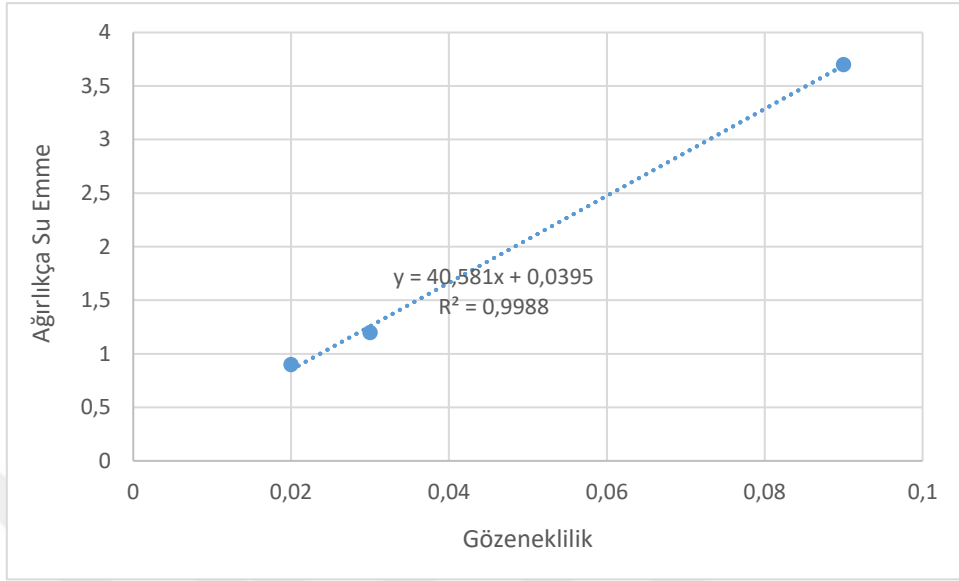
Grafik 8 Gözeneklilik İle Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



Gözeneklilik değeri arttıkça, birim-hacim yoğunluk değeri azalmaktadır.

5.2.2 Gözeneklilik İle Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

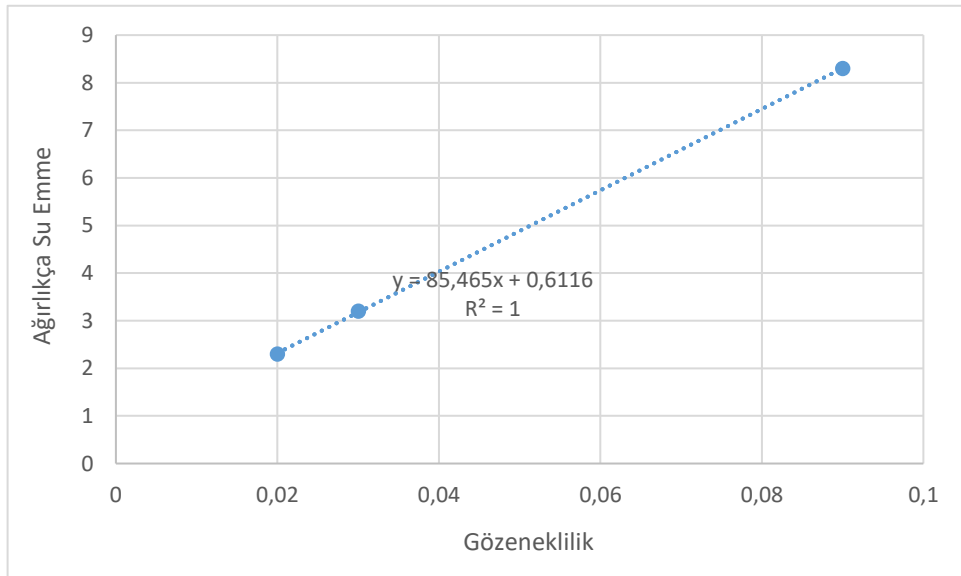
Grafik 9 Gözeneklilik İle Ağırlıkça Su Emme Grafiği



Gözeneklilik değeri arttıkça, ağırlıkça su emme oranı artmaktadır.

5.2.3 Gözeneklilik İle Hacimce Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

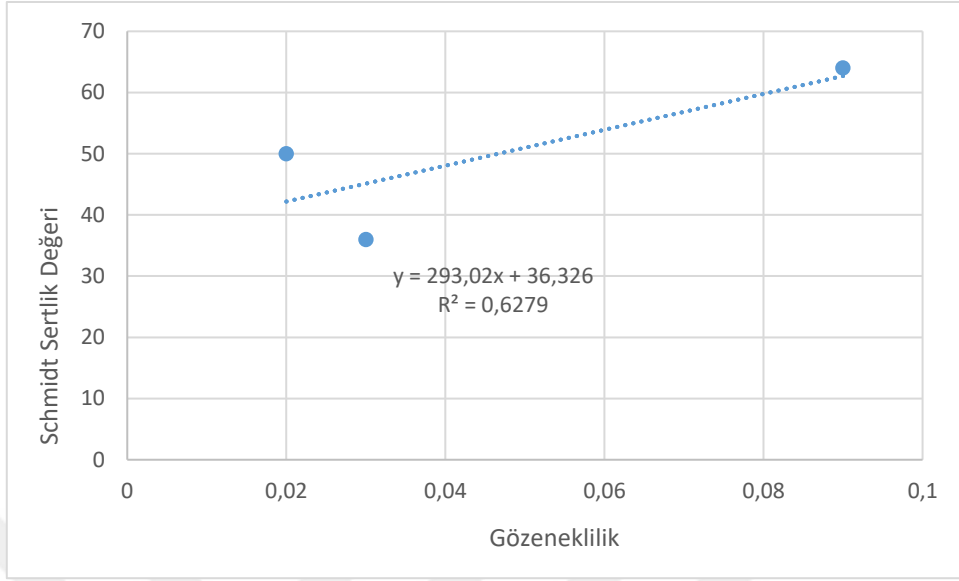
Grafik 10 Gözeneklilik İle Hacimce Su Emme Grafiği



Gözeneklilik değeri arttıkça, hacimce su emme oranı artmaktadır.

5.2.4 Gözeneklilik İle Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması

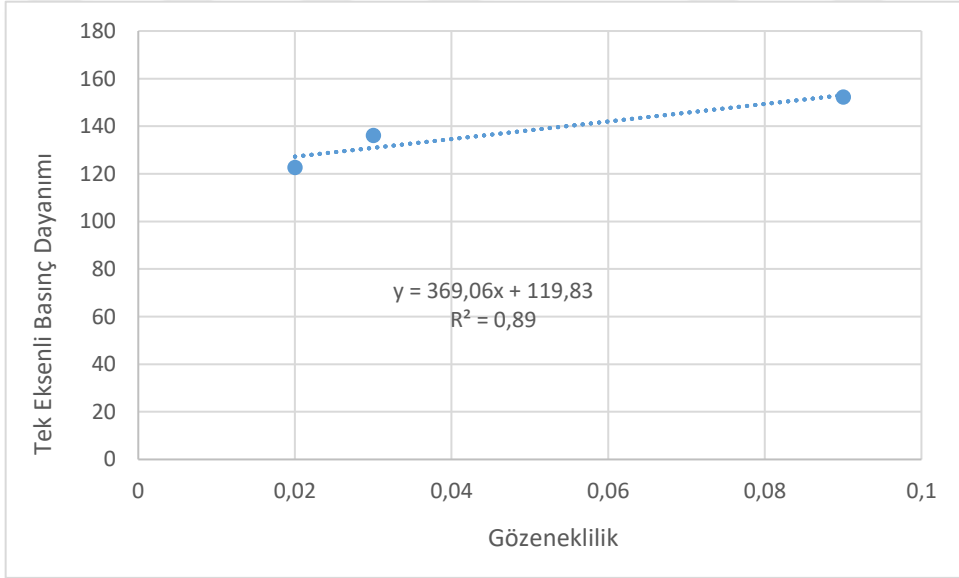
Grafik 11 Gözeneklilik İle Schmidt Sertlik Grafiği



Gözeneklilik değeri arttıkça, Schmidt sertlik değeri artmaktadır.

5.2.5 Gözeneklilik İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması

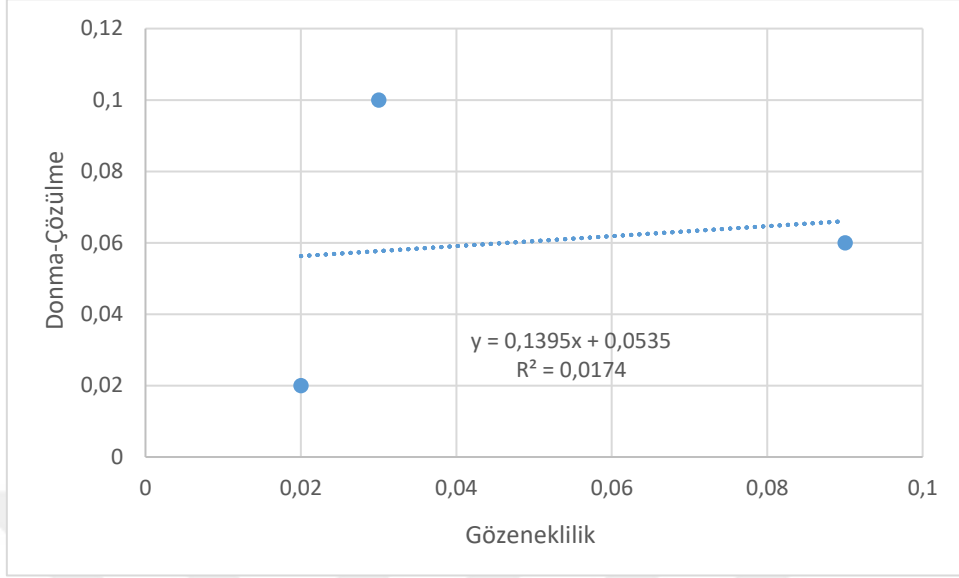
Grafik 12 Gözeneklilik İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği



Gözeneklilik değeri arttıkça, Tek eksenli basınç dayanım değeri artmaktadır.

5.2.6 Gözeneklilik İle Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması

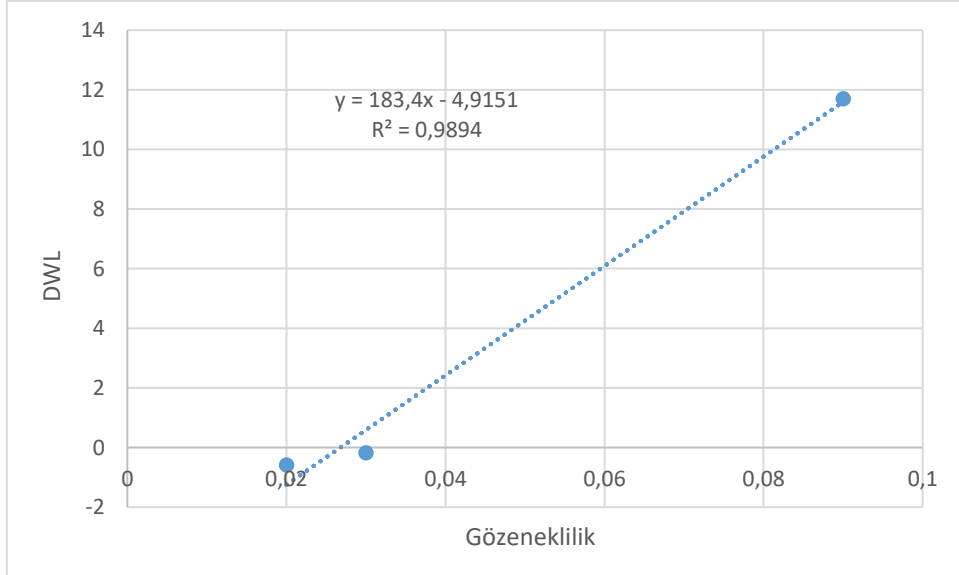
Grafik 13 Gözeneklilik İle Donma-Çözülme Grafiği



Gözeneklilik değeri arttıkça, donma-çözülme değerlerinde çok fazla bir değişim gözlenmemektedir.

5.2.7 Gözeneklilik İle DWL Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafik 14 Gözeneklilik İle DWL Grafiği

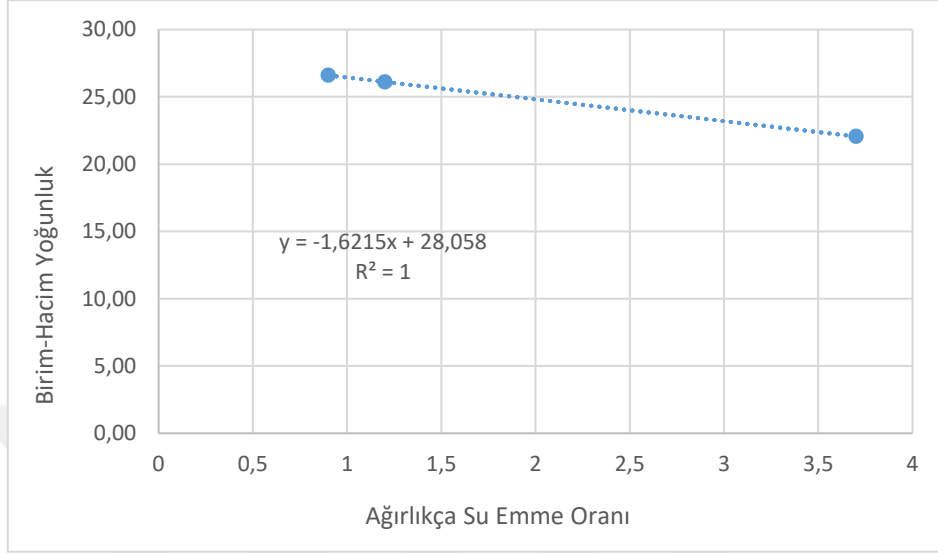


Gözeneklilik değeri arttıkça, DWL değeri artmaktadır.

5.3 Ağırlıkça Su Emme İle Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.3.1 Ağırlıkça Su Emme İle Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması

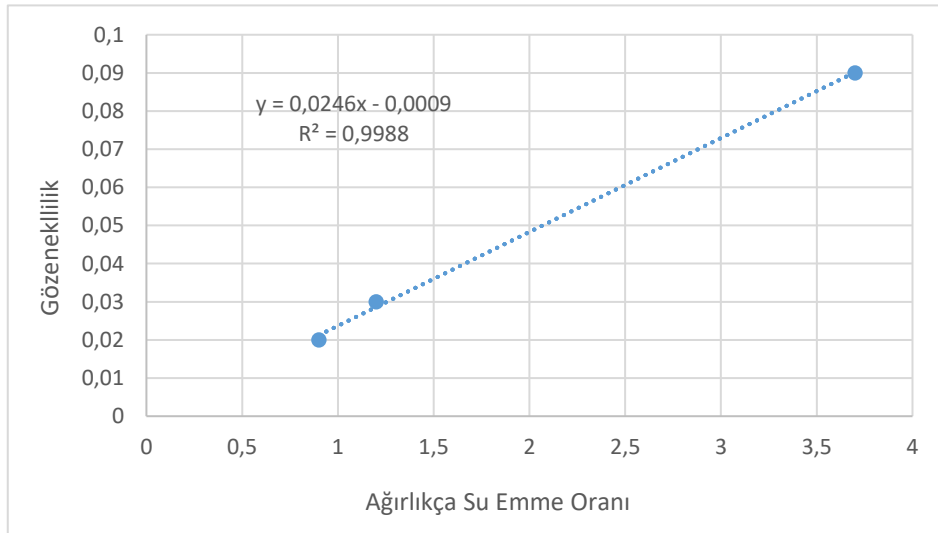
Grafik 15 Ağırlıkça Su Emme İle Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, Birim-Hacim yoğunluk değerleri azalmaktadır.

5.3.2 Ağırlıkça Su Emme İle Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması

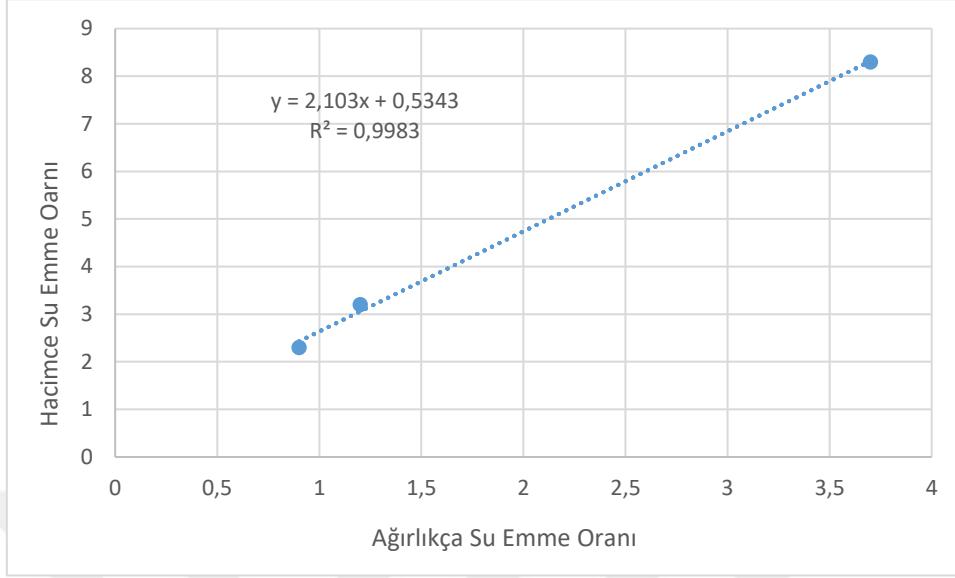
Grafik 16 Ağırlıkça Su Emme İle Gözeneklilik Grafiği



Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, gözeneklilik oranı da artmaktadır.

5.3.3 Ağırlıkça Su Emme İle Hacimce Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

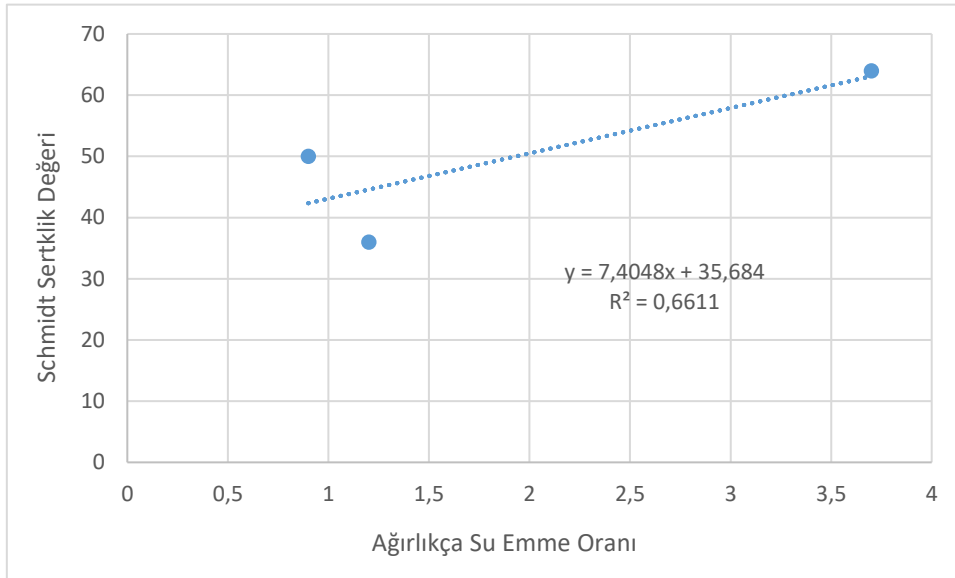
Grafik 17 Ağırlıkça Su Emme İle Hacimce Su Emme Grafiği



Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, hacimce su emme oranı da artmaktadır.

5.3.4 Ağırlıkça Su Emme İle Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması

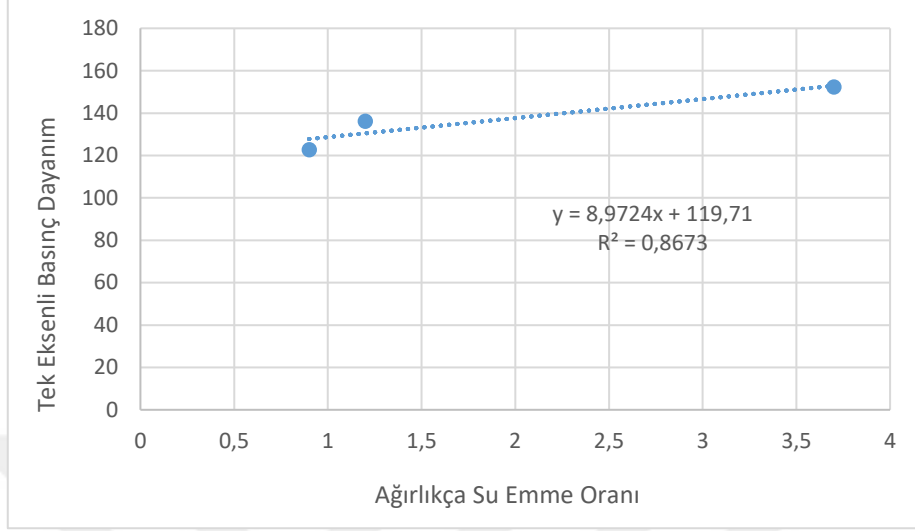
Grafik 18 Ağırlıkça Su Emme İle Schmidt Sertlik Grafiği



Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, Schmidt sertlik değeri de artmaktadır.

5.3.5 Ağırlıkça Su Emme İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması

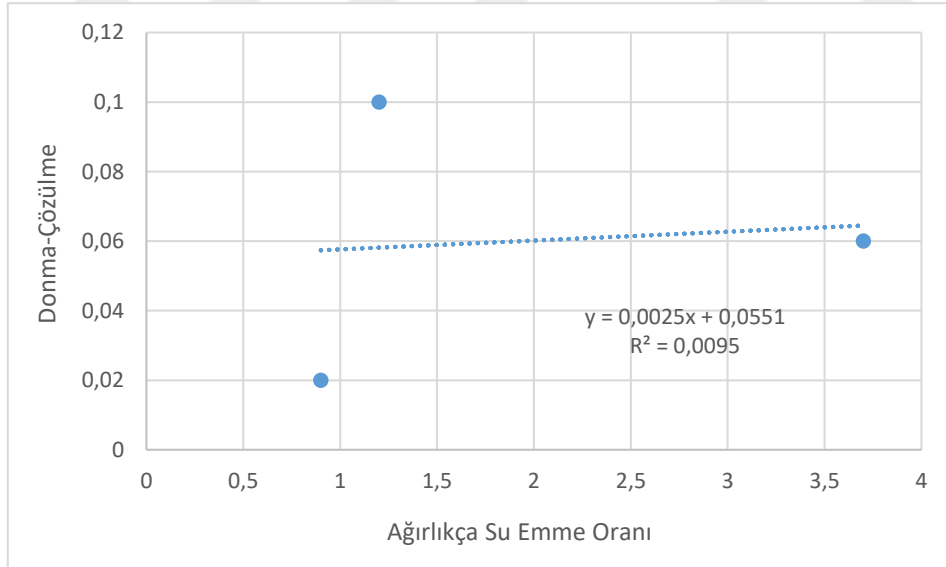
Grafik 19 Ağırlıkça Su Emme İle Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği



Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, tek eksenli basınç dayanımı da artmaktadır.

5.3.6 Ağırlıkça Su Emme İle Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması

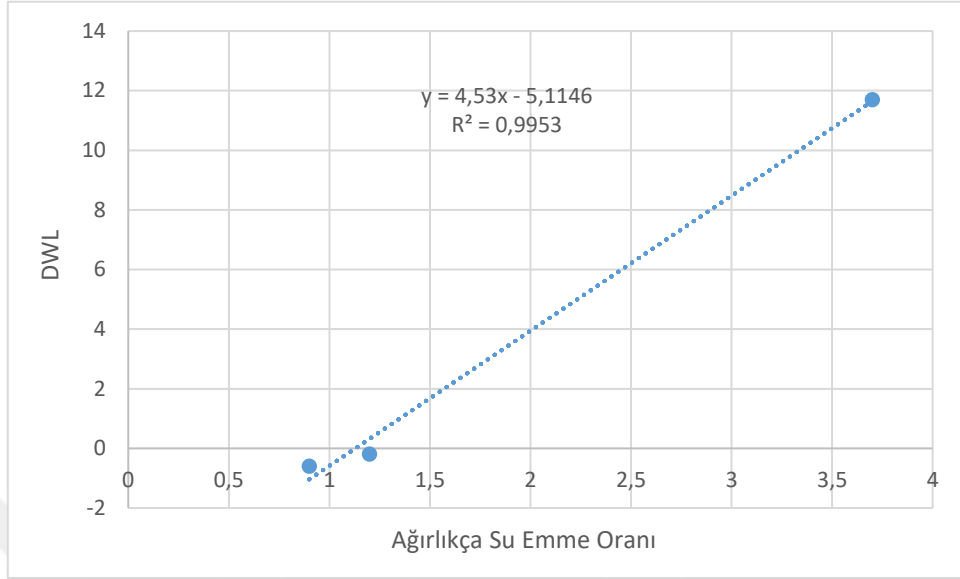
Grafik 20 Ağırlıkça Su Emme İle Donma-Çözülme Grafiği



Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, donma-çözülme değerleri hafif bir artış göstermektedir.

5.3.7 Ağırlıkça Su Emme İle DWL Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafik 21 Ağırlıkça Su Emme İle DWL Grafiği

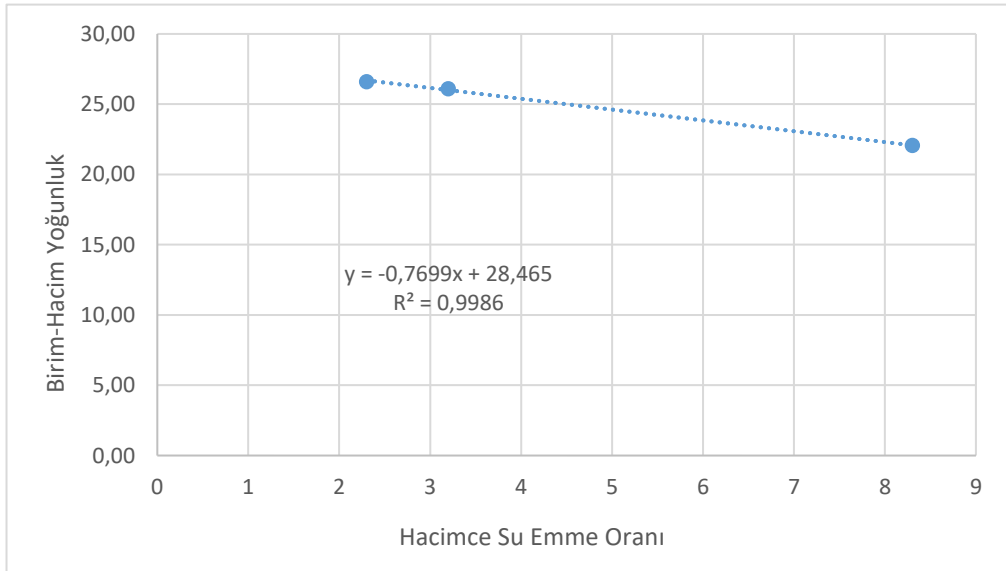


Ağırlıkça Su Emme Oranı arttıkça, DWL değerleri artmaktadır.

5.4 Hacimce Su Emme ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.4.1 Hacimce Su Emme ile Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması

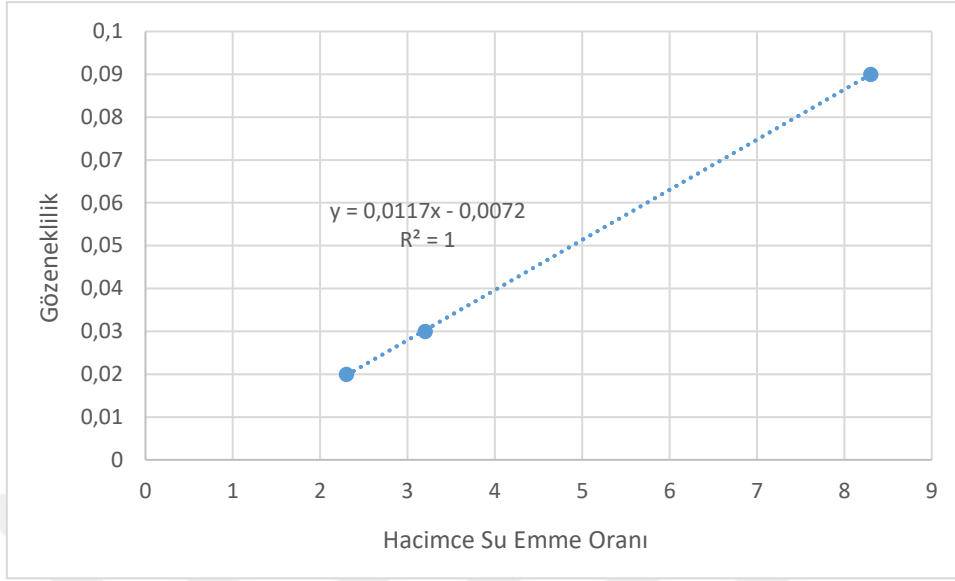
Grafik 22 Hacimce Su Emme ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, birim-hacim yoğunluk değeri azalmaktadır.

5.4.2 Hacimce Su Emme ile Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması

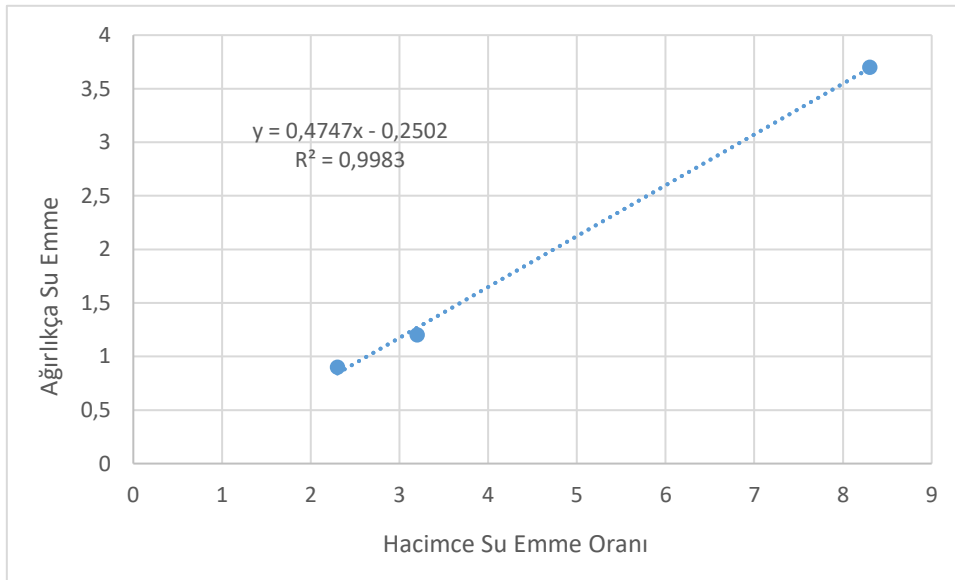
Grafik 23 Hacimce Su Emme ile Gözeneklilik Grafiği



Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, gözeneklilik değeri de artmaktadır.

5.4.3 Hacimce Su Emme ile Ağırlıkça Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

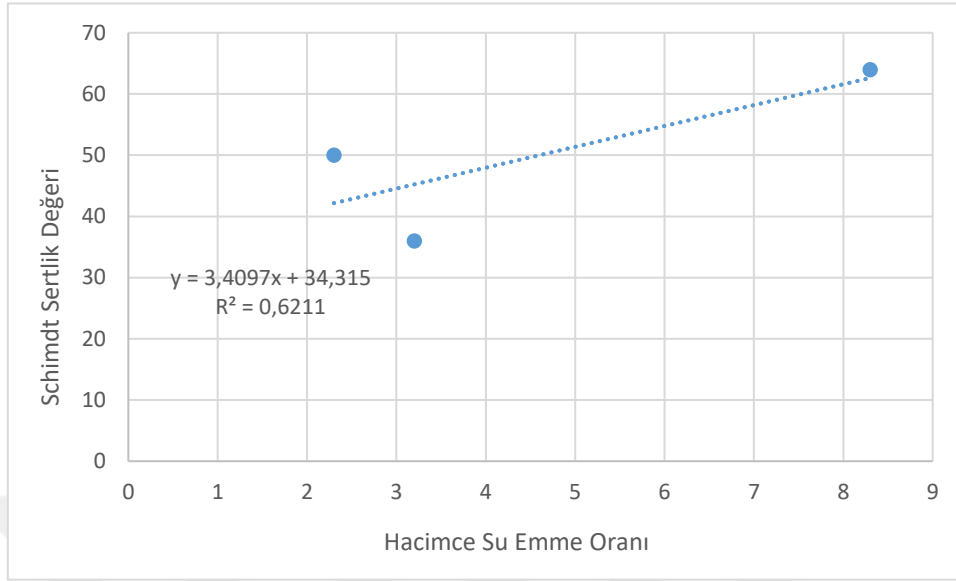
Grafik 24 Hacimce Su Emme ile Ağırlıkça Su Emme Grafiği



Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, ağırlıkça su emme oranı da artmaktadır.

5.4.4 Hacimce Su Emme ile Schmidt Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması

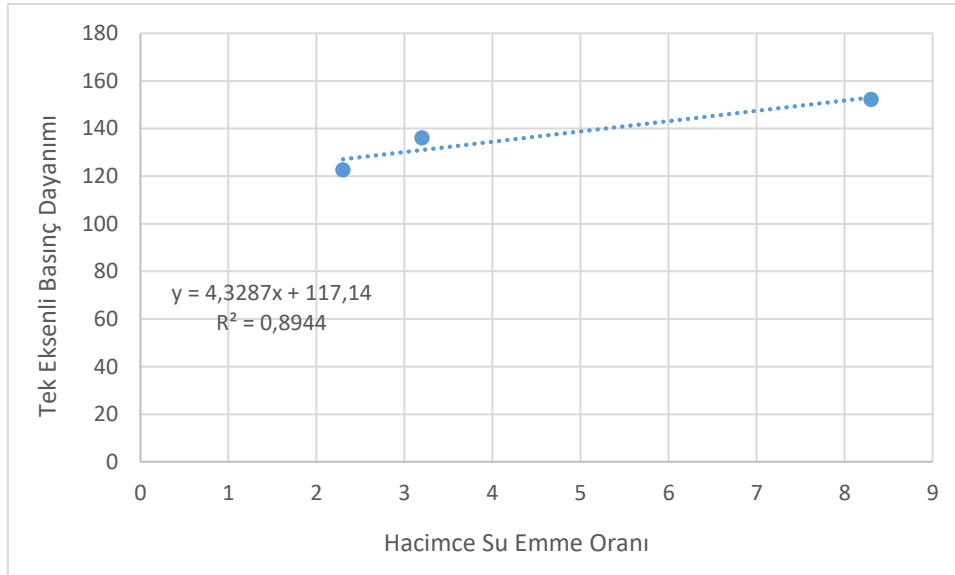
Grafik 25 Hacimce Su Emme ile Schmidt Sertlik Grafiği



Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, Schmidt sertlik değeri artmaktadır.

5.4.5 Hacimce Su Emme ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması

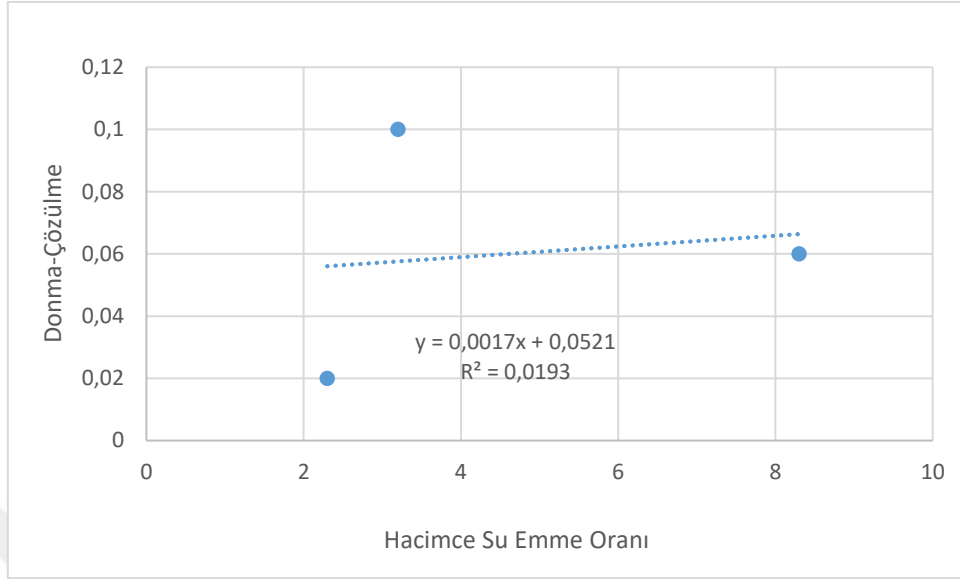
Grafik 26 Hacimce Su Emme ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği



Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, Tek eksenli basma dayanımı artmaktadır.

5.4.6 Hacimce Su Emme ile Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması

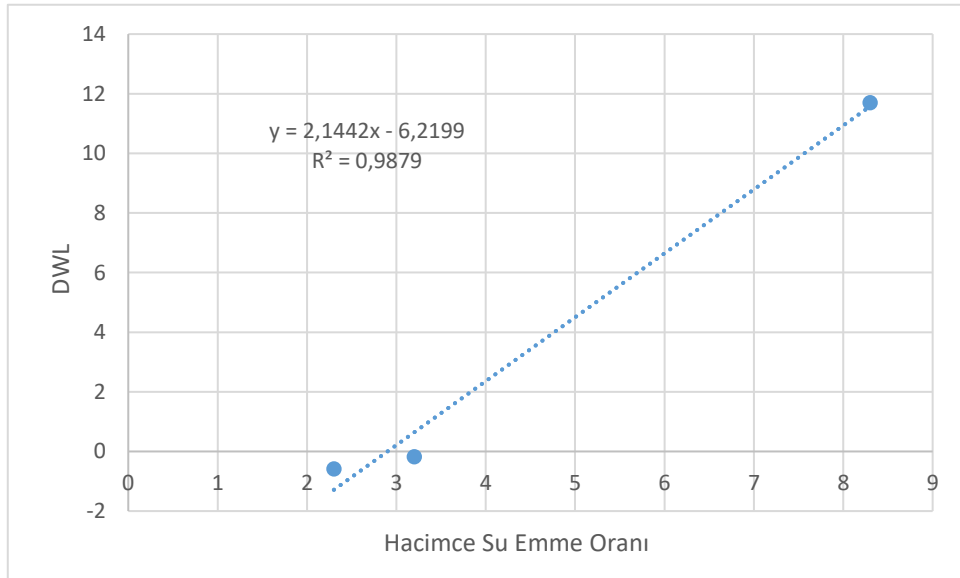
Grafik 27 Hacimce Su Emme ile Donma-Çözülme Grafiği



Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, donma-çözülme değerlerinde çok fazla bir değişim gözlenmemektedir.

5.4.7 Hacimce Su Emme ile DWL Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafik 28 Hacimce Su Emme ile DWL Grafiği

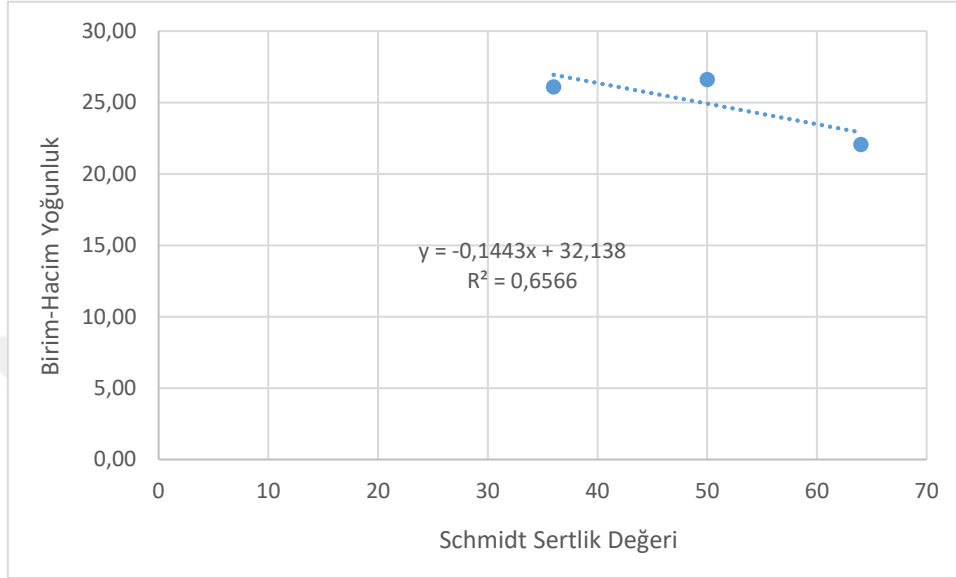


Hacimce Su Emme Oranı arttıkça, DWL değerleri artmaktadır.

5.5 Schmidt Sertlik Değeri ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.5.1 Schmidt Sertlik Değeri ile Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması

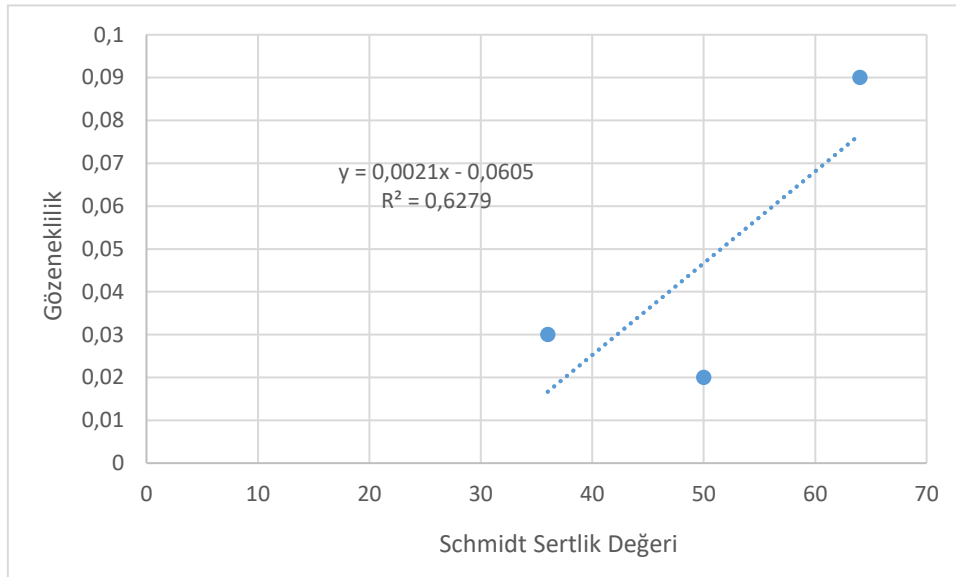
Grafik 29 Schmidt Sertlik Değeri ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



Schmidt Sertlik Değeri arttıkça, birim-hacim yoğunluk değeri azalmaktadır.

5.5.2 Schmidt Sertlik Değeri ile Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması

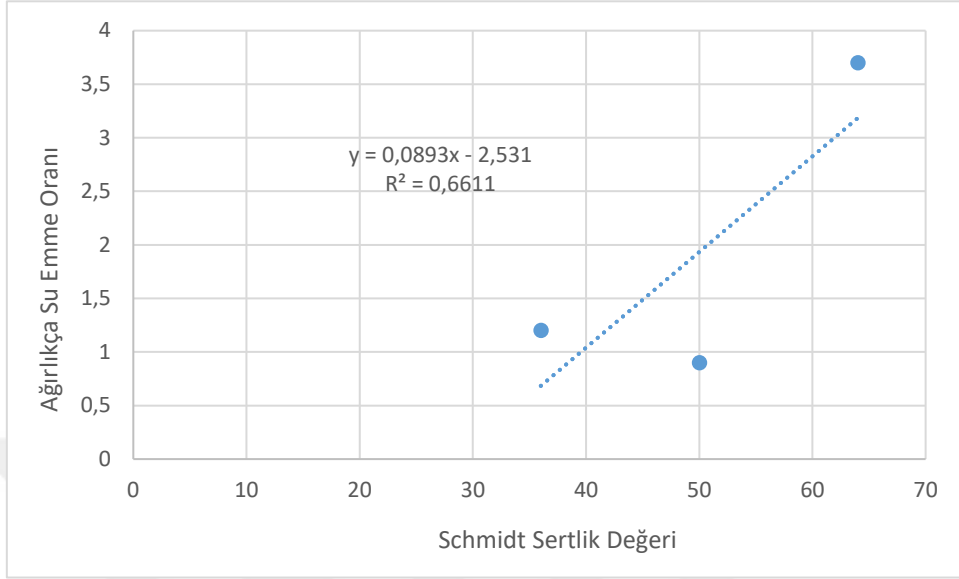
Grafik 30 Schmidt Sertlik Değeri ile Gözeneklilik Grafiği



Schmidt Sertlik Değeri arttıkça, gözeneklilik değeri de artmaktadır.

5.5.3 Schmidt Sertlik Değeri ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

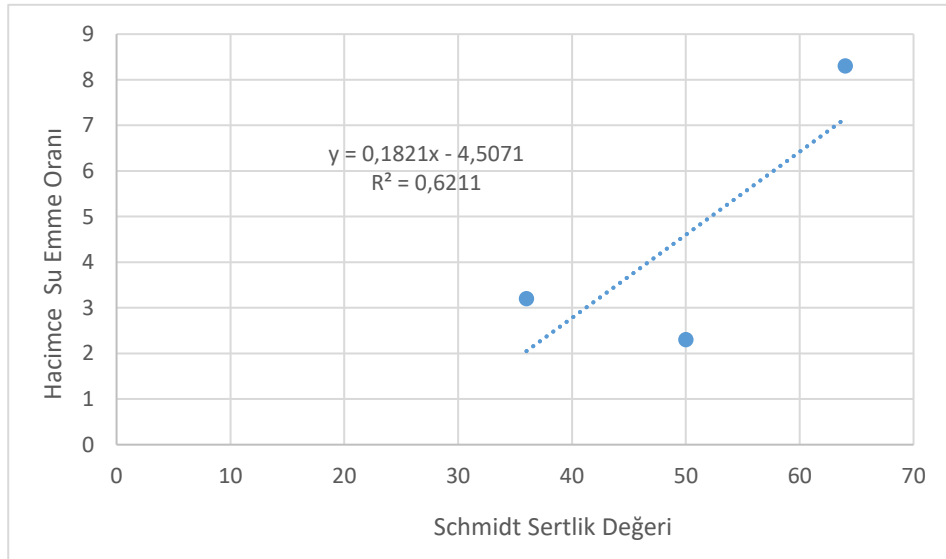
Grafik 31 Schmidt Sertlik Değeri ile Ağırlıkça Su Emme Grafiği



Schmidt Sertlik Değeri arttıkça, ağırlıkça su emme oranı da artmaktadır.

5.5.4 Schmidt Sertlik Değeri ile Hacimce Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

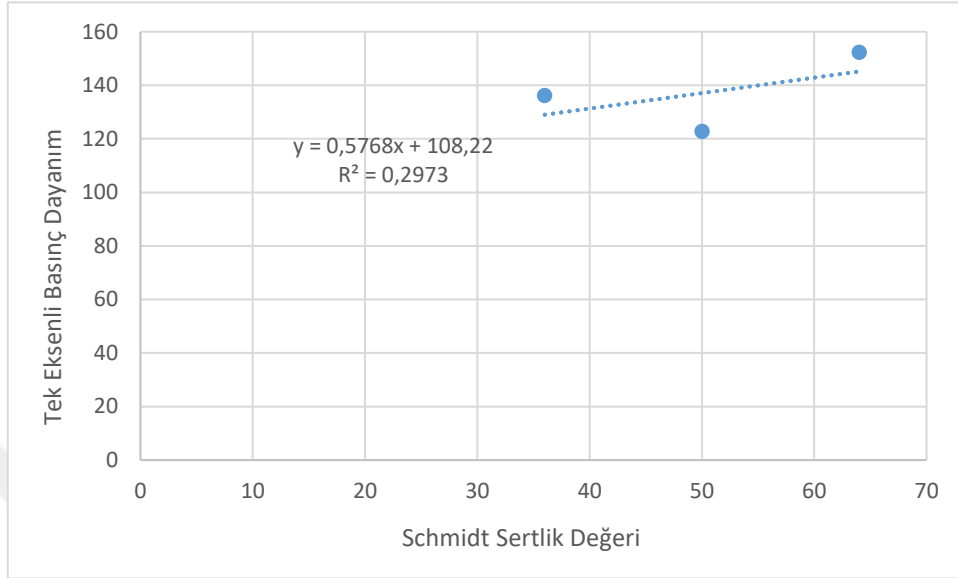
Grafik 32 Schmidt Sertlik Değeri ile Hacimce Su Emme Grafiği



Schmidt Sertlik Değeri arttıkça, hacimce su emme oranı da artmaktadır.

5.5.5 Schmidt Sertlik Değeri ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerlerinin Karşılaştırılması

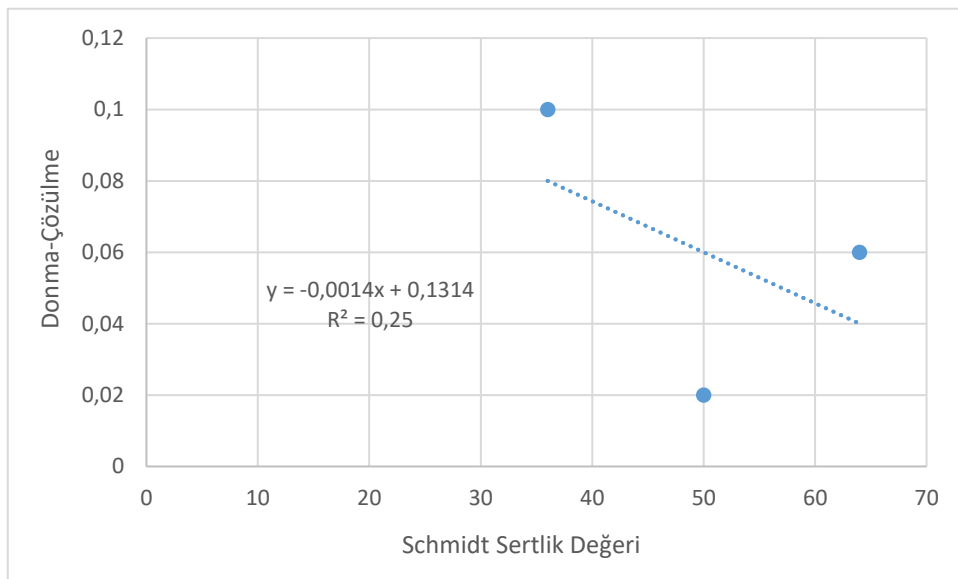
Grafik 33 Schmidt Sertlik Değeri ile Tek Eksenli Basınç Dayanımı Grafiği



Schmidt sertlik değeri arttıkça, Tek eksenli basma dayanımı değerinde çok fazla bir değişim gözlenmemektedir.

5.5.6 Schmidt Sertlik Değeri ile Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması

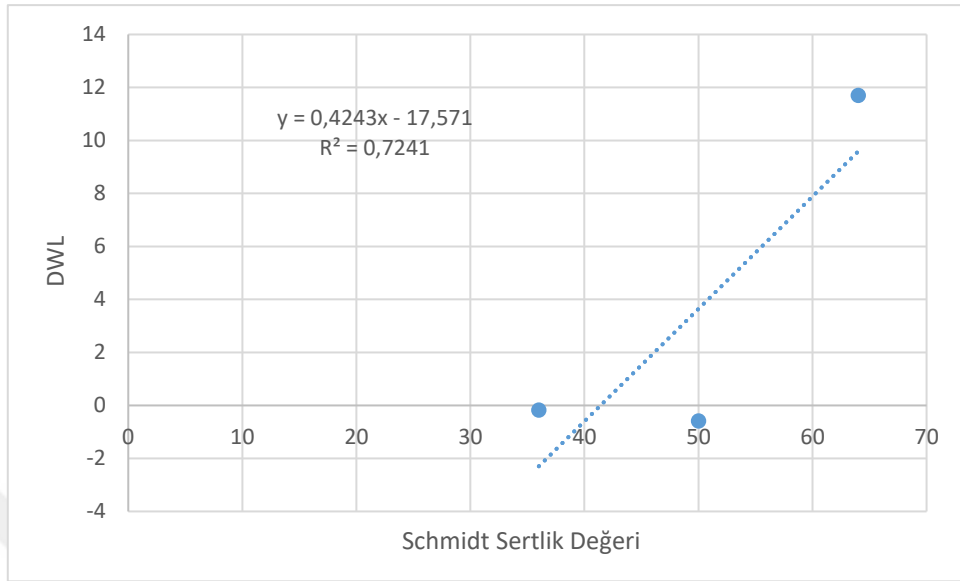
Grafik 34 Schmidt Sertlik Değeri ile Donma-Çözülme Grafiği



Schmidt sertlik değeri arttıkça, donma-çözülme değerinde çok fazla bir değişim gözlenmemektedir.

5.5.7 Schmidt Sertlik Değeri ile DWL Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafik 35 Schmidt Sertlik Değeri ile DWL Grafiği

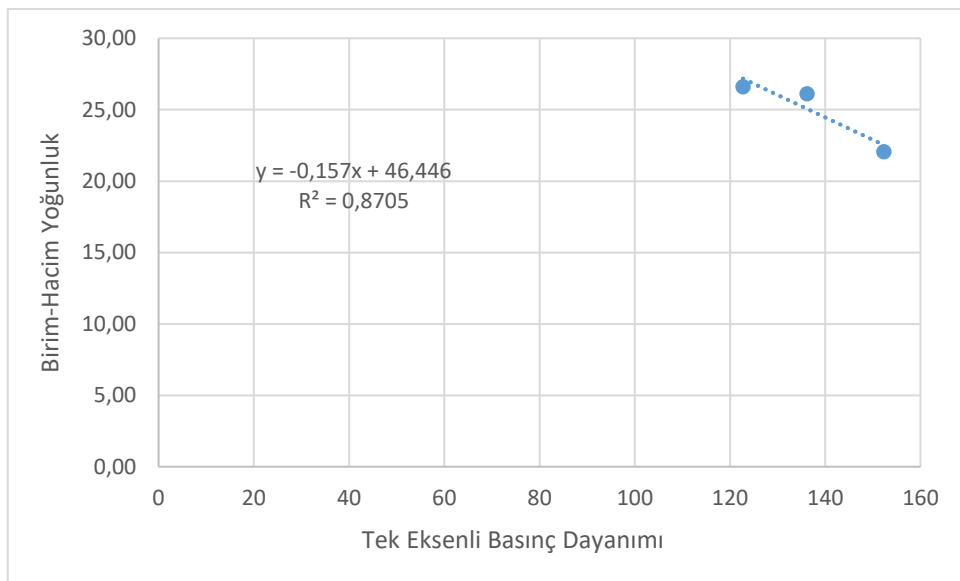


Schmidt sertlik değeri arttıkça, DWL değeri de artmaktadır

5.6 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.6.1 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Birim-Hacim Yoğunluk Değerlerinin Karşılaştırılması

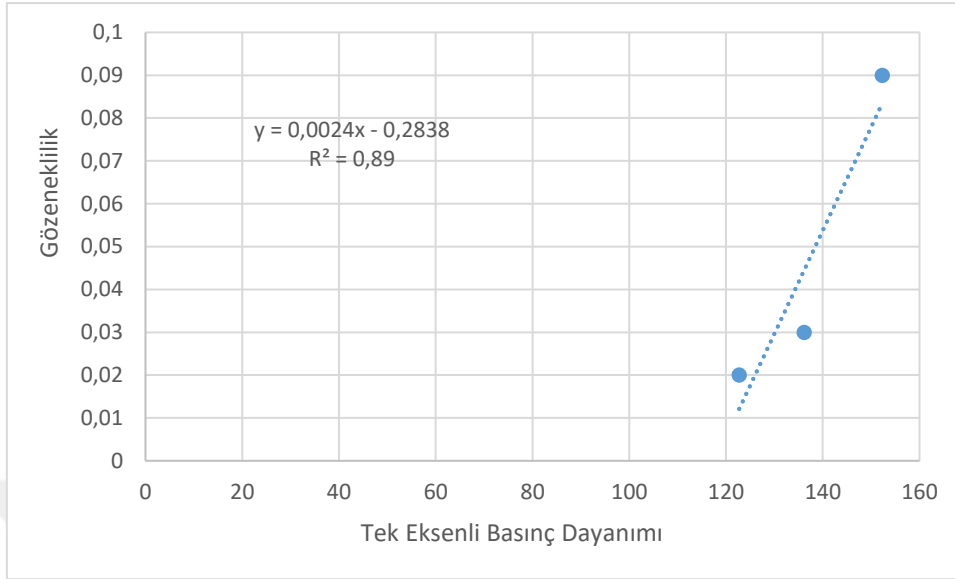
Grafik 36 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, birim-hacim yoğunluk değeri azalmaktadır.

5.6.2 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Gözeneklilik Değerlerinin Karşılaştırılması

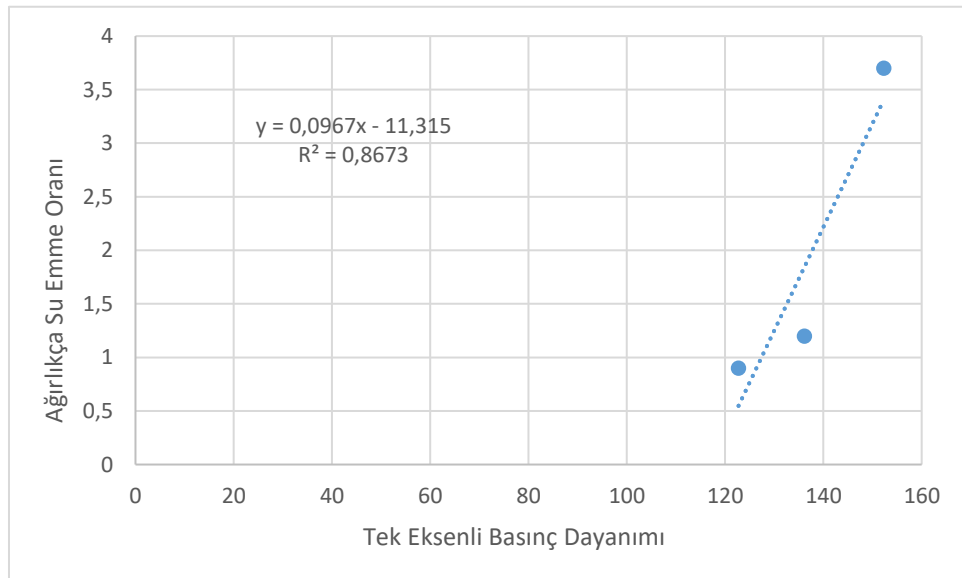
Grafik 37 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Gözeneklilik Grafiği



Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, gözeneklilik değeri artmaktadır.

5.6.3 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

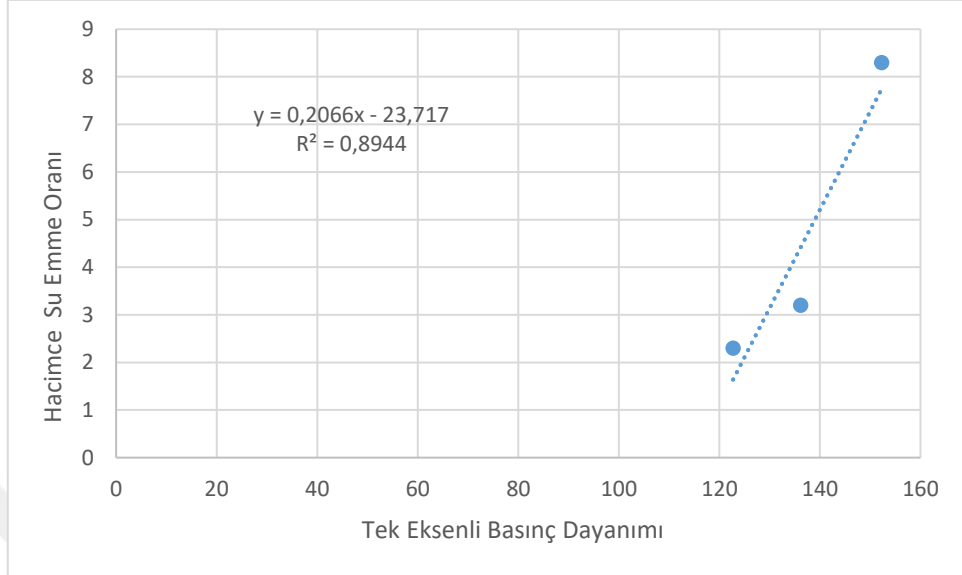
Grafik 38 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Grafiği



Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, ağırlıkça su emme oranı artmaktadır.

5.6.4 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Hacimce Su Emme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

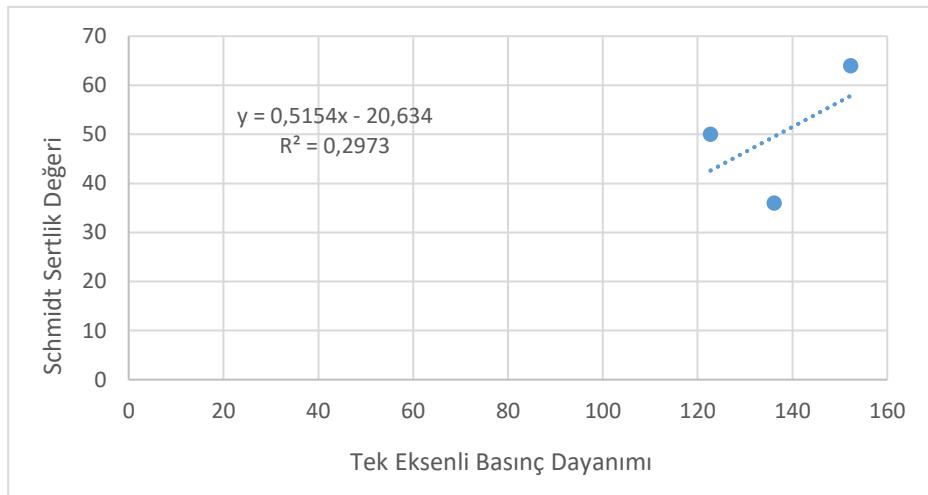
Grafik 39 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Hacimce Su Emme Oranı Grafiği



Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, hacimce su emme oranı artmaktadır.

5.6.5 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Schmidt Sertlik Değeri Değerlerinin Karşılaştırılması

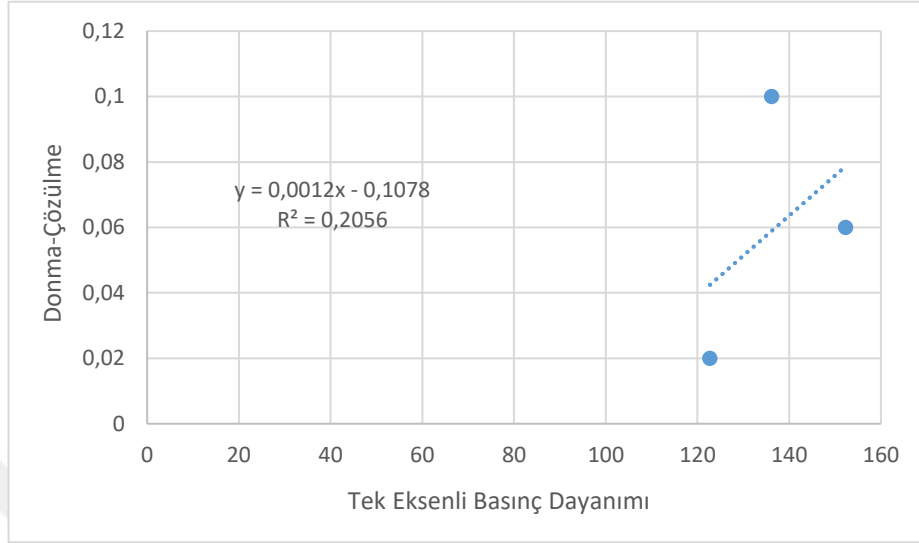
Grafik 40 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Schmidt Sertlik Grafiği



Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, Schmidt sertlik değerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.6.6 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Donma-Çözülme Değerlerinin Karşılaştırılması

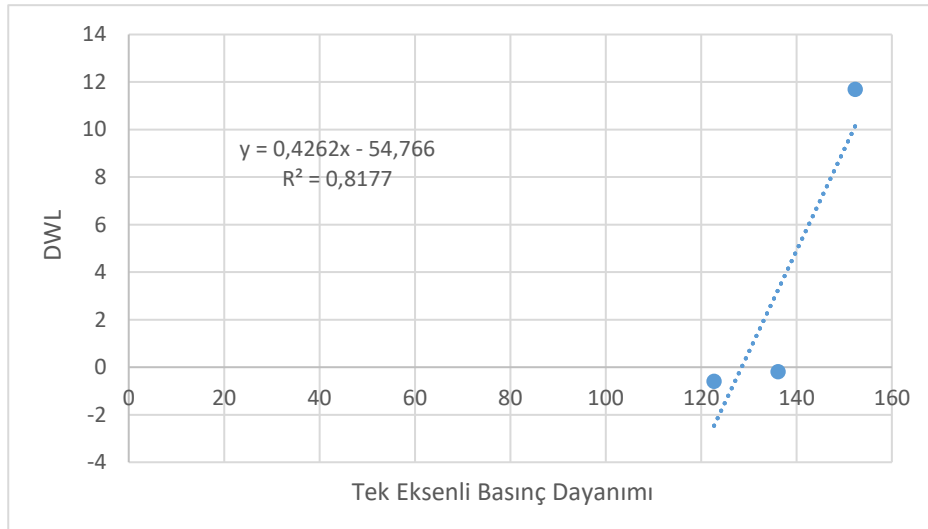
Grafik 41 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile Donma-Çözülme Grafiği



Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, donma-çözülme değerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.6.7 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile DWL Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafik 42 Tek Eksenli Basma Dayanımı ile DWL Grafiği

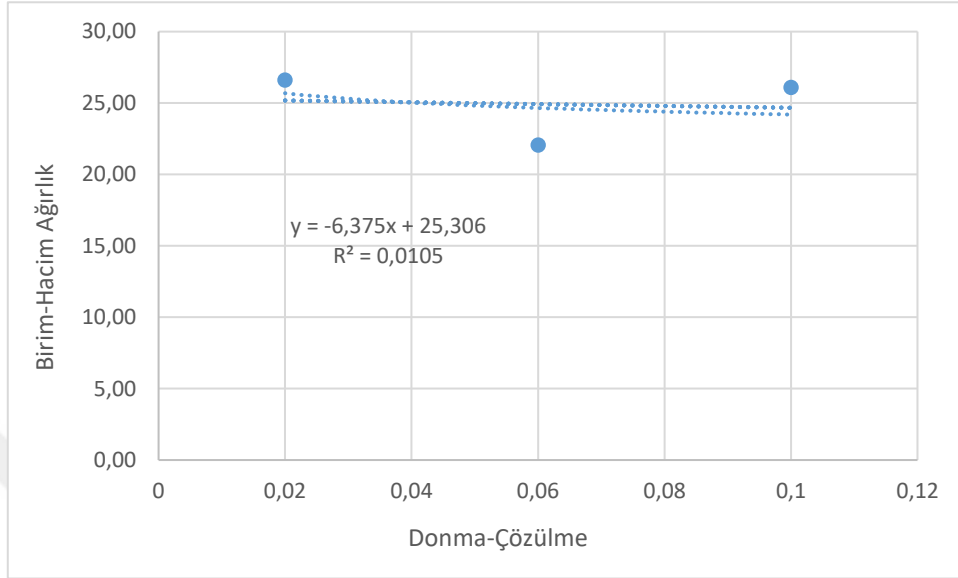


Tek eksenli basma dayanımı arttıkça, DWL değeri artmaktadır.

5.7 Donma-Çözülme ile Diğer Deney Verilerinin Karşılaştırılması

5.7.1 Donma-Çözülme ile Birim-Hacim Yoğunluk Verilerinin Karşılaştırılması

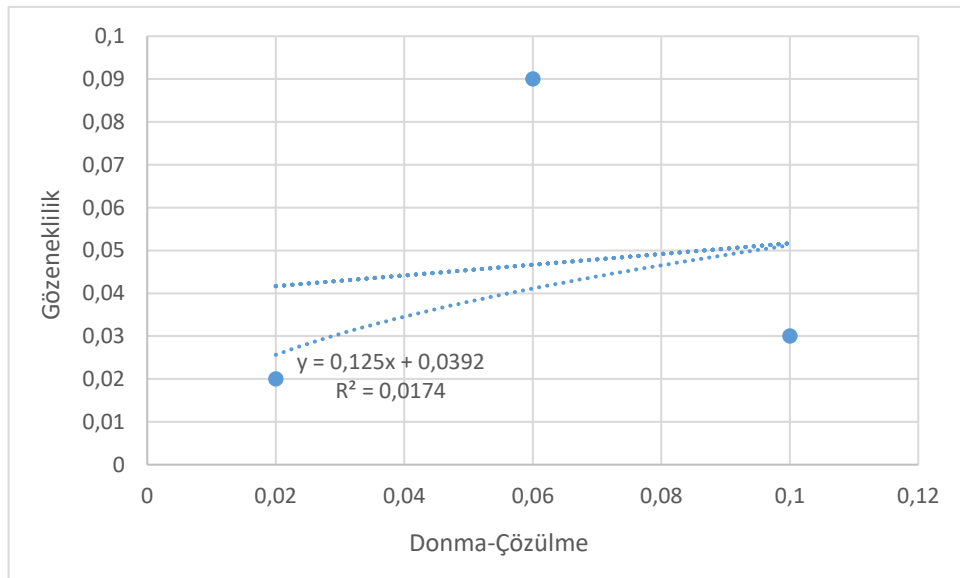
Grafik 43 Donma-Çözülme ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



Donma-Çözülme değeri arttıkça, birim-hacim yoğunluk değerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.7.2 Donma-Çözülme ile Gözeneklilik Verilerinin Karşılaştırılması

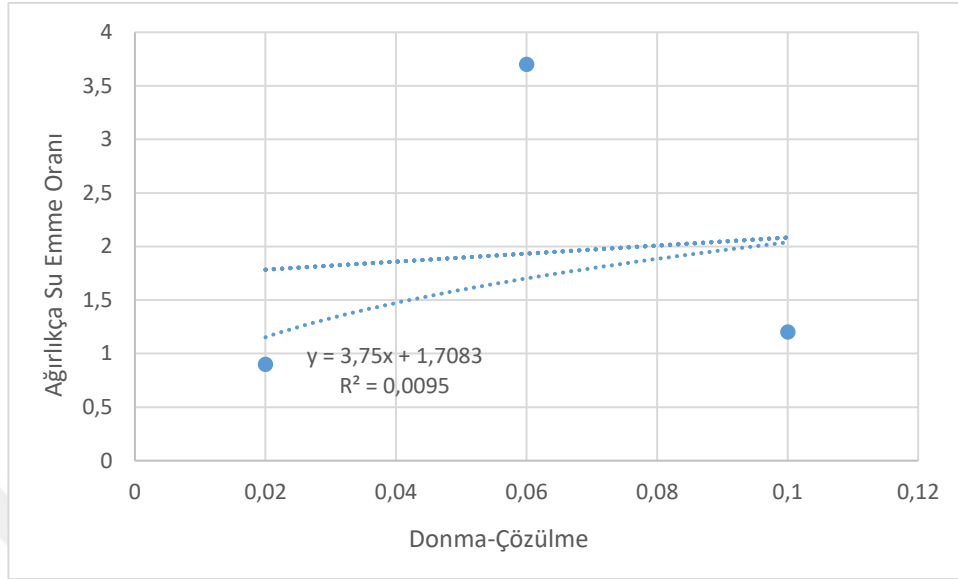
Grafik 44 Donma-Çözülme ile Gözeneklilik Grafiği



Donma-Çözülme değeri arttıkça, gözeneklilik değerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.7.3 Donma-Çözülme ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması

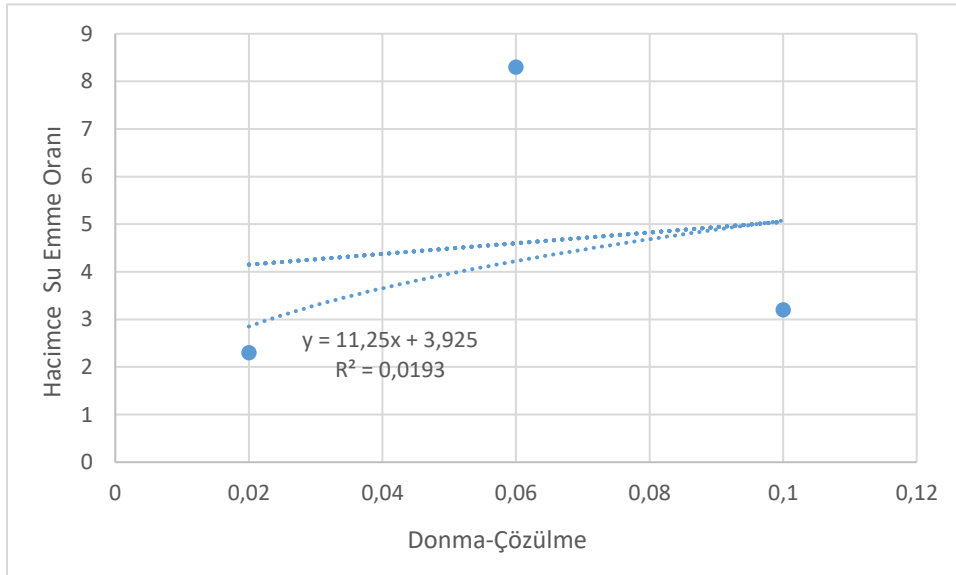
Grafik 45 Donma-Çözülme ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Grafiği



Donma-Çözülme değeri arttıkça, ağırlıkça su emme oranında çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.7.4 Donma-Çözülme ile Hacimce Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması

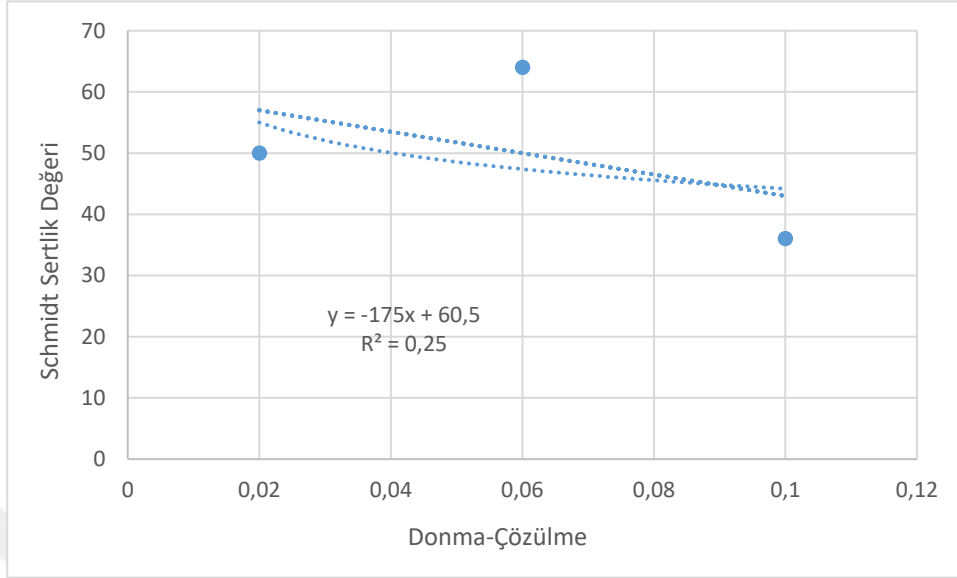
Grafik 46 Donma-Çözülme ile Hacimce Su Emme Oranı Grafiği



Donma-Çözülme değeri arttıkça, hacimce su emme oranında çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.7.5 Donma-Çözülme ile Schmidt Sertlik Değeri Verilerinin Karşılaştırılması

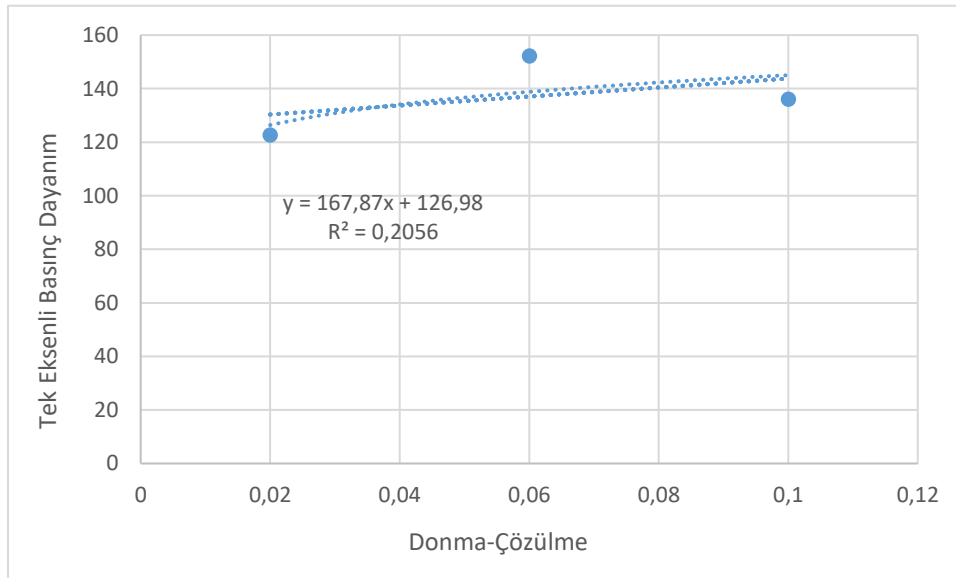
Grafik 47 Donma-Çözülme ile Schmidt Sertlik Grafiği



Donma-Çözülme değeri arttıkça, Schmidt sertlik değeri azalmaktadır.

5.7.6 Donma-Çözülme ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Verilerinin Karşılaştırılması

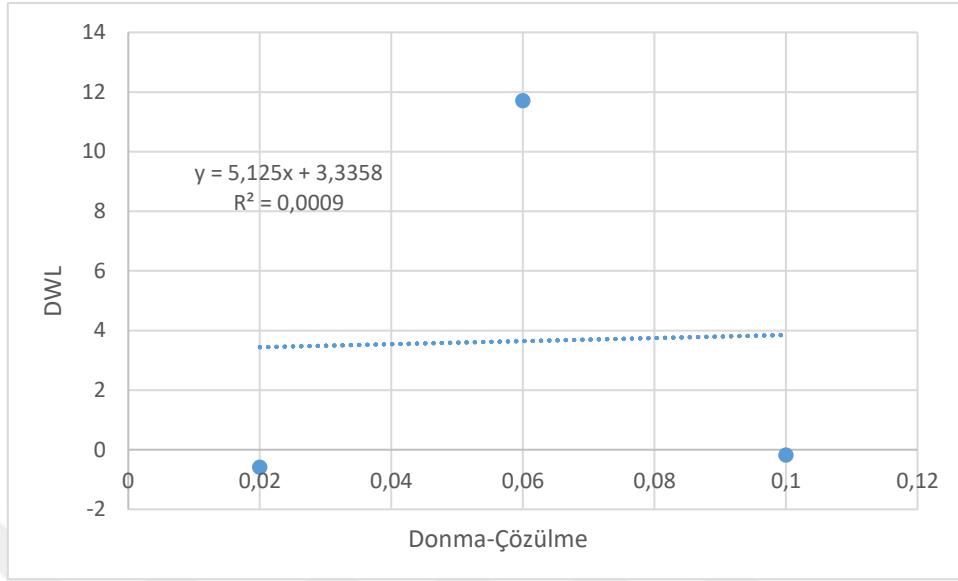
Grafik 48 Donma-Çözülme ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Grafiği



Donma-Çözülme değeri arttıkça, Tek eksenli basınç dayanımı azalmaktadır.

5.7.7 Donma-Çözülme ile DWL Verilerinin Karşılaştırılması

Grafik 49 Donma-Çözülme ile DWL Grafiği

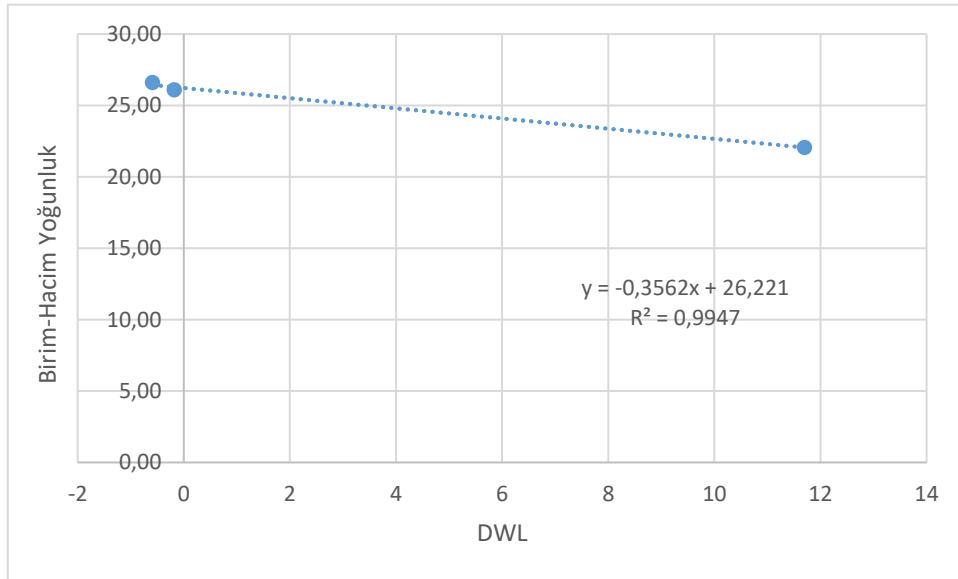


Donma-Çözülme değeri arttıkça, DWL değerlerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

5.8 DWL ile Diğer Dene Verilerinin Karşılaştırılması

5.8.1 DWL ile Birim-Hacim Yoğunluk Verilerinin Karşılaştırılması

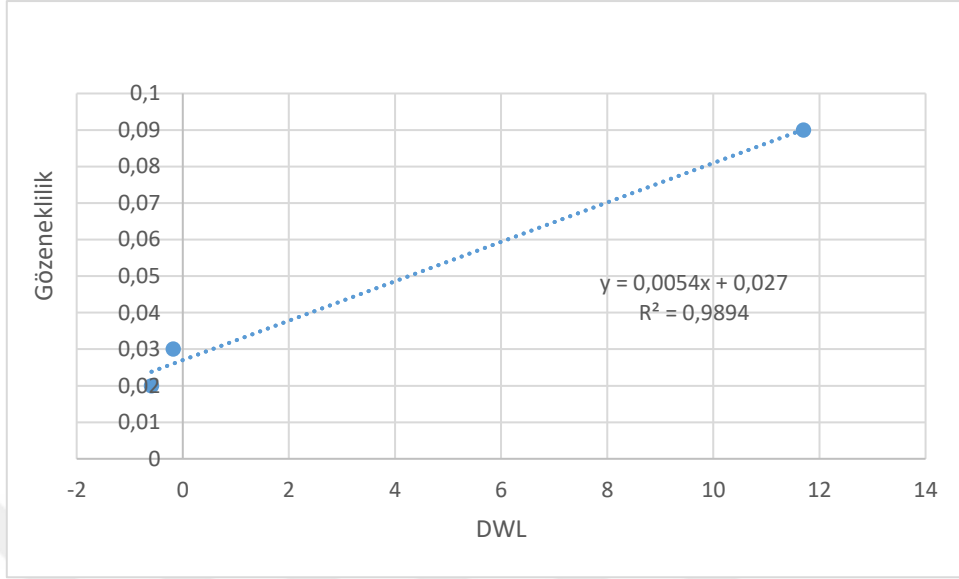
Grafik 50 DWL ile Birim-Hacim Yoğunluk Grafiği



DWL değeri arttıkça, birim-hacim yoğunluk değeri azalmaktadır.

5.8.2 DWL ile Gözeneklilik Verilerinin Karşılaştırılması

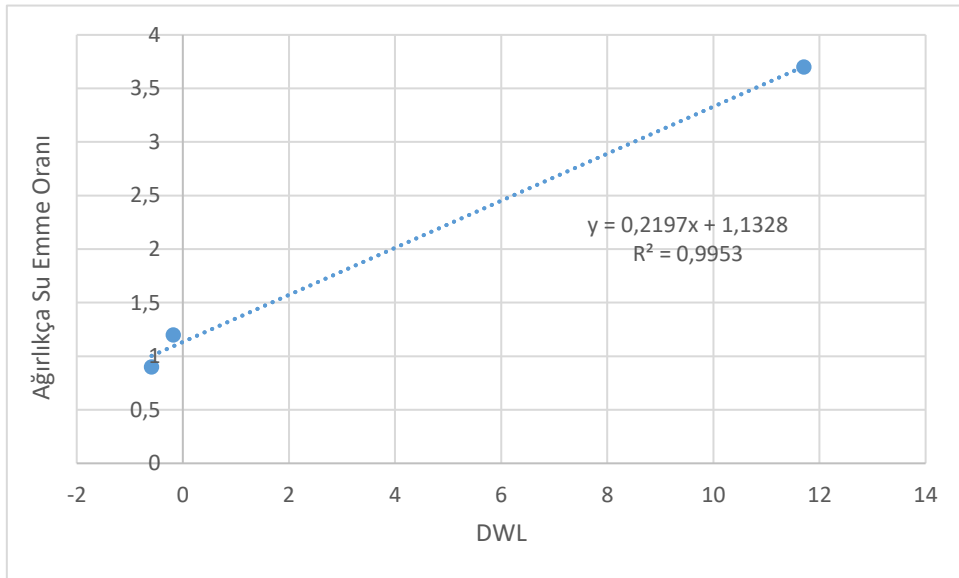
Grafik 51 DWL ile Gözeneklilik Grafiği



DWL değeri arttıkça, gözeneklilik değeri de artmaktadır.

5.8.3 DWL ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması

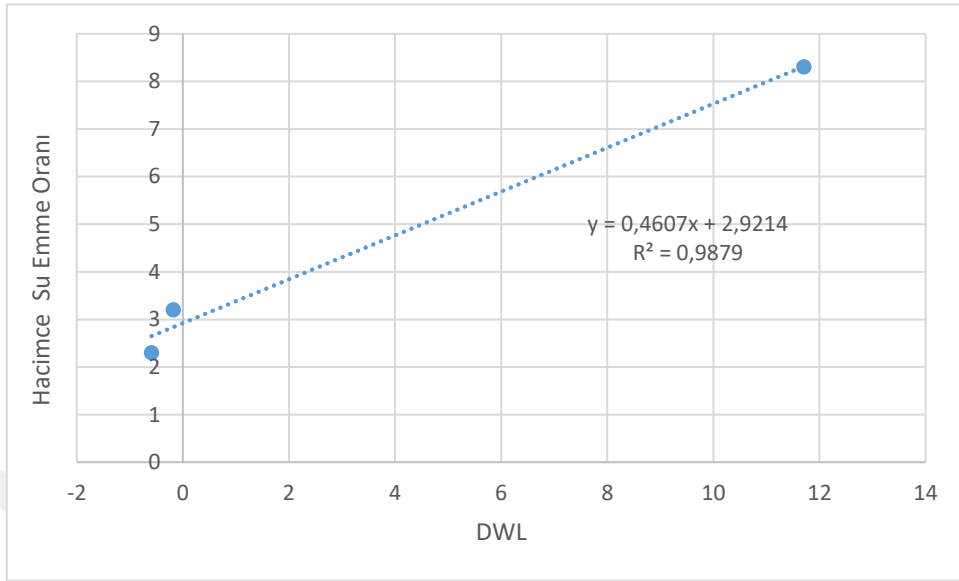
Grafik 52 DWL ile Ağırlıkça Su Emme Oranı Grafiği



DWL değeri arttıkça, ağırlıkça su emme oranı da artmaktadır.

5.8.4 DWL ile Hacimce Su Emme Oranı Verilerinin Karşılaştırılması

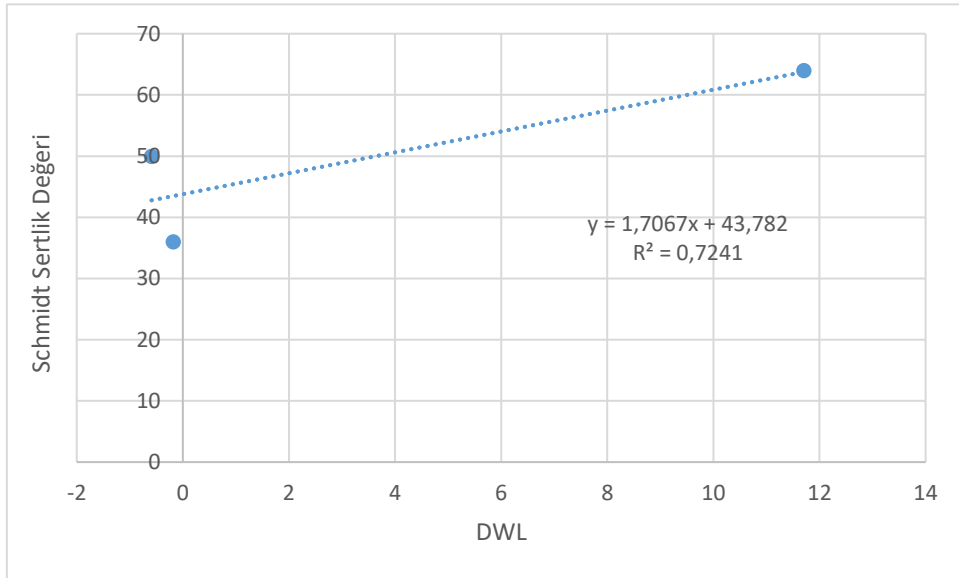
Grafik 53 DWL ile Hacimce Su Emme Oranı Grafiği



DWL değeri arttıkça, hacimce su emme oranı da artmaktadır.

5.8.5 DWL ile Schmidt Sertlik Değeri Verilerinin Karşılaştırılması

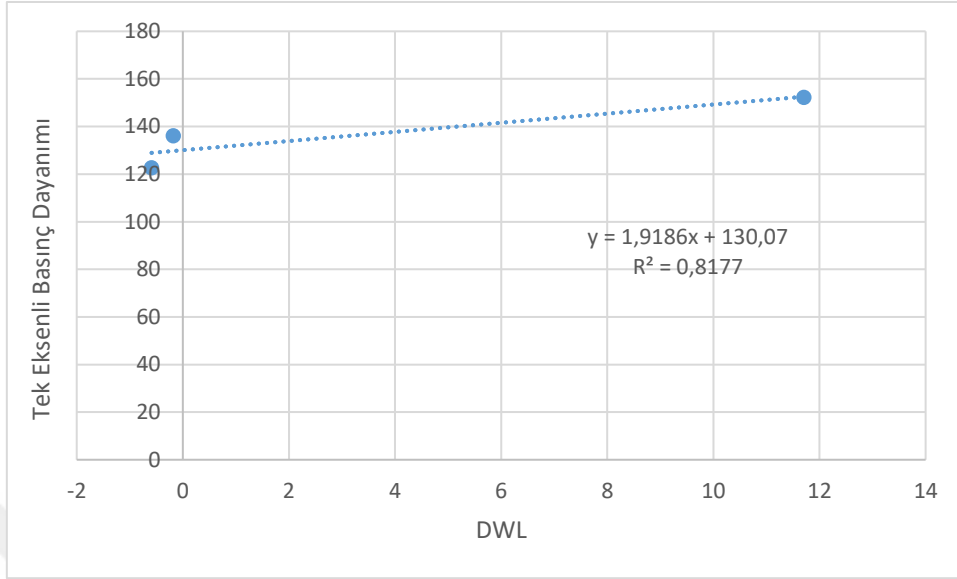
Grafik 54 DWL ile Schmidt Sertlik Grafiği



DWL değeri arttıkça, Schmidt sertlik değeri artmaktadır.

5.8.6 DWL ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Verilerinin Karşılaştırılması

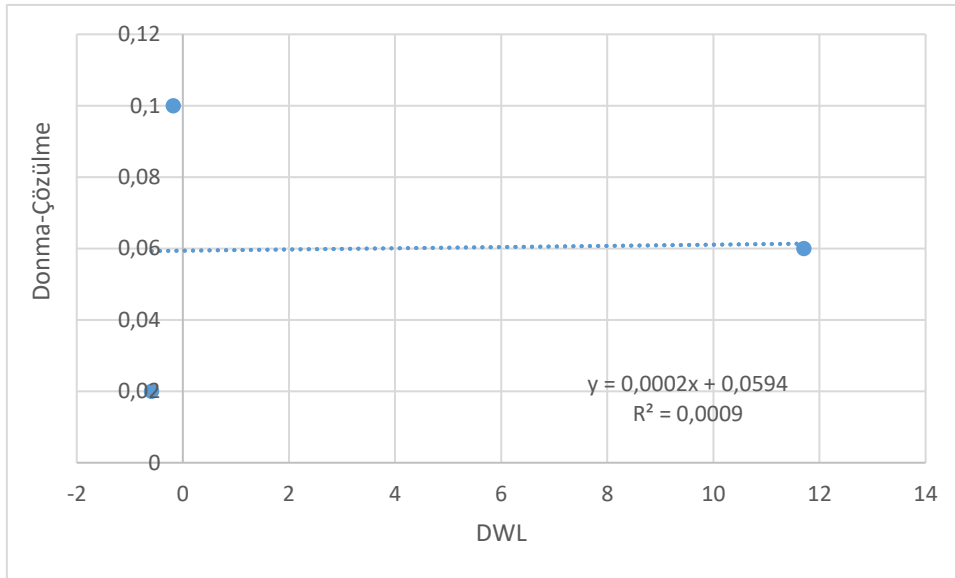
Grafik 55 DWL ile Tek Eksenli Basma Dayanımı Grafiği



DWL değeri arttıkça, Tek eksenli basınç dayanımı da artmaktadır.

5.8.7 DWL ile Donma-Çözülme Verilerinin Karşılaştırılması

Grafik 56 DWL ile Donma-Çözülme Grafiği



DWL değeri arttıkça, donma-çözülme değerlerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiştir.

BÖLÜM VI

6. GENEL VERİLER

Kayaçların elde edilen deney verileri sürecine bağlı olarak değişimini gösteren grafikler hazırlanarak bu grafikler için en yüksek belirlilik katsayısını (R_2) veren denklemler elde edilmiştir. Tablo 12’de bu R_2 değerlerini görmekteyiz.

Tablo 12. Verilerden Elde Edilen R_2 Değerleri

VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	R_2 DEĞERLERİ
Birim-Hacim Yoğunluk-Gözeneklilik	0,99
Birim-Hacim Yoğunluk-Ağırlıkça Su Emme Oranı	1
Birim-Hacim Yoğunluk-Hacimce Su Emme Oranı	0,99
Birim-Hacim Yoğunluk-Schmidt Sertlik	0,65
Birim-Hacim Yoğunluk-Tek Eksenli Basınç Dayanım	0,87
Birim-Hacim Yoğunluk-Donma-Çözülme	0,01
Birim-Hacim Yoğunluk-DWL	0,99
Gözeneklilik-Ağırlıkça Su Emme Oranı	0,99
Gözeneklilik-Hacimce Su Emme Oranı	1

Gözeneklilik-Schmidt Sertlik	0,62
Gözeneklilik-Tek Eksenli Basınç Dayanım	0,89
Gözeneklilik-Donma-Çözülme	0,01
Gözeneklilik-DWL	0,98
Ağırlıkça Su Emme Oranı-Gözeneklilik	0,98
Ağırlıkça Su Emme Oranı-Hacimce Su Emme Oranı	0,99
Ağırlıkça Su Emme Oranı-Schmidt Sertlik	0,66
Ağırlıkça Su Emme Oranı-Tek Eksenli Basınç Dayanım	0,86
Ağırlıkça Su Emme Oranı-Donma-Çözülme	0,009
Ağırlıkça Su Emme Oranı-DWL	0,99
Hacimce Su Emme Oranı-Gözeneklilik	1
Hacimce Su Emme Oranı-Ağırlıkça Su Emme Oranı	0,99
Hacimce Su Emme Oranı-Schmidt Sertlik	0,62
Hacimce Su Emme Oranı-Tek Eksenli Basınç Dayanımı	0,89

Hacimce Su Emme Oranı-Donma-Çözülme	0,01
Hacimce Su Emme Oranı-DWL	0,98
Schmidt Sertlik-Gözeneklilik	0,62
Schmidt Sertlik-Ağırlıkça Su Emme Oranı	0,66
Schmidt Sertlik-Hacimce Su Emme Oranı	0,62
Schmidt Sertlik-Tek Eksenli Basınç Dayanım	0,29
Schmidt Sertlik-Donma-Çözülme	0,25
Schmidt Sertlik-DWL	0,72
Tek Eksenli Basınç Dayanım-Gözeneklilik	0,89
Tek Eksenli Basınç Dayanım-Ağırlıkça Su Emme Oranı	0,86
Tek Eksenli Basınç Dayanım-Hacimce Su Emme Oranı	0,89
Tek Eksenli Basınç Dayanım-Schmidt Sertlik	0,29
Tek Eksenli Basınç Dayanım-Donma-Çözülme	0,2
Tek Eksenli Basınç Dayanım-DWL	0,81

Donma-Çözülme-Gözeneklilik	0,01
Donma-Çözülme-Ağırlıkça Su Emme Oranı	0,009
Donma-Çözülme-Hacimce Su Emme Oranı	0,01
Donma-Çözülme-Schmidt Sertlik	0,25
Donma-Çözülme-Tek Eksenli Basınç Dayanımı	0,2
Donma-Çözülme-DWL	0,0009
DWL-Gözeneklilik	0,98
DWL-Ağırlıkça Su Emme Oranı	0,99
DWL-Hacimce Su Emme Oranı	0,98
DWL-Schmidt Sertlik	0,72
DWL-Tek Eksenli Basınç Dayanımı	0,81
DWL-Donma-Çözülme	0,009

BÖLÜM VII

7.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında; numunelerin tuz kristalleşmesine bağlı bozunuma maruz bırakılmıştır. Bu bozunum sonunda ağırlık kayıpları değerleri belirlenmiştir. Mevcut veri ve değerlendirilmelere dayanarak şu sonuç elde edilmiştir.

- Tuz kristalleşmesi sonucu elde edilen yüzde ağırlık kayıp değerleri karşılaştırıldığında Na_2SO_4 çözeltisi andezit numunesinin bozunumunda önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir.
- İspanyol Kuru Ağırlık Kaybı(Dry Weight Loss= DWL) Deneyinde ağırlık kayıpları % olarak, Ankara Büyükşehir Belediyesine ait Mamak İlçesinden almış olduğumuz Kireçtaşı (Kalker) numunesi % 0,59, Gölbaşı İlçesinden almış olduğumuz Andezit numunesinde % 11,70, Etimesgut İlçesinden almış olduğumuz Bazalt numunesinde % 0,18'lik ağırlık kaybı yaşanmıştır.
- En az ağırlık kaybı yaşayan Bazalt (Etimesgut) numunesi - % 0,18 ortalama kayıp değeriyle olmuştur. En fazla ağırlık kaybını ise andezit numunesi (Gölbaşı) % 11,70'lik ağırlık kaybı yaşanmıştır.
- Donma çözünme deneyi sonucunda elde ettiğimiz verileri değerlendirdiğimizde sıcaklık değişimi ve suyun numunelerin bozunumunda önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir.
- Donma çözünme deneyinde ağırlık kayıpları % olarak, Ankara Büyükşehir Belediyesine ait Mamak İlçesinden almış olduğumuz Kireçtaşı(Kalker)numunesi % 0,02 Gölbaşı İlçesinden almış olduğumuz Andezit numunesinde % 0,06 Etimesgut İlçesinden almış olduğumuz Bazalt numunesinde % 0,10'lik ağırlık kaybı yaşanmıştır.
- En fazla ağırlık kaybı yaşayan Bazalt numunesi(Etimesgut) % 0,10 ortalama kayıp değeriyle olmuştur. En az ağırlık kaybını ise Kireçtaşı numunesi (Gölbaşı) % 0,02'lik ağırlık kaybı yaşanmıştır.
- Tek Eksenli Basınç Dayanımları Andezit numunesinin 152,30 Mpa, Bazalt numunesinin 136,15 Mpa, Kireçtaşı numunesinin 122,72 Mpa çıkmıştır.
- Basınç dayanımı (Mpa) en yüksek numunemiz Andezit (Gölbaşı) 'e aittir. En düşük numunemiz ise Kireçtaşı (Mamak)'na aittir.

- Schmidt Çekici Deneyinde Kireçtaşı (Mamak) 211,57 Mpa, Bazalt (Etimesgut) 178,95 Mpa, Andezit (Gölbaşı) 223,82 Mpa çıkmıştır.
- Schmidt Çekici Deneyinde ortalama (Mpa) en yüksek numunemiz Andezit Gölbaşı bölgesine aittir. En düşük numunemiz ise Bazalt Etimesgut bölgesine aittir.

Yapı malzemesi olarak tercih edilecek kaya malzemesinin bozunmasına sebep olan en önemli faktörler olan Donma-Çözülme sürecine karşı davranışının daha önceden belirlenmesi inşaat firmalarına prestij, kişi ve ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacaktır.

Tarihi yapılarda rekonstruksiyon yapılırken kullanılacak yapı taşlarının Donma-Çözülme sürecinden etkilenmeyen veya en az etkilenenlerin tercih edilmesi kültürel mirasın daha uzun süreyle korunmasına yardımcı olacaktır. Ülkemizde ve dünyada mevcut kültürel mirasın korunabilmesi için yapı taşında Donma-Çözülme süreci sonrası bozunmaya neden olan yeraltı ya da yüzey sularının mimari yapılardan uzaklaştırılması sağlanmalıdır.

Bu çalışmaya ilave olarak kayaçların sıcaklık etkileri, bakterilere karşı davranışları, biyolojik aktivitelerin alterasyona ne gibi etkisi olduğu, asit ve baz ortamındaki davranışları incelenmelidir. Tuz kristallerinde çalışılırken kayaçlar farklı fırın ortamında tutulabilir. Buradan da kayaçların nem miktarı hesaplanabilir.

Yapıtaşlarının özellikle de tarihi cami, medrese, türbe, kilise ve tapınaklarda kullanılmış olması, gelecek nesillere de ışık tutması için bu yerlerde drenaj çalışmaları yapılması ve onların korunması için gereken her türlü itina gösterilmelidir.

8.KAYNAKÇA

- Beavis , F. C. (1985). Engineering Geology. Blackwell Scientific Publications.
- Benavente, D. (2001). Quantification of Salt weathering in porous stanes using on experimental continuous partiol immer sion method . Hollanda(Amsterdam).
- Dağtekin , E. (2018). Coğrafi İşaret Olarak Diyarbakır Bazalt Taşı ve Tescili, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 17, Sayı: 66, s. 851-860.
- Dal, M., Yalçın, M., & Öcal , A. D. (2016). Gazi mağusa Kale içindeki Tarihi Taş Yapılarda Görülen Bozunmalar, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 31, Sayı: 2, s. 355-363. 355-363.
- Dolar, A., & Yılmaz, E. (2014). Kültürel Yapılarda Biyolojik Bozunma Mekanizmaları, Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, Cilt: 12 Sayı: 1, s. 1-19.
- Fookes, P. G., Dearman, W. R., & Franklin, J. A. (1971). Some engineering aspects of rocks weathering with field examples from Dart moor and else where.Quarterly Journol of Engineering Geology. . W. Dearman içinde, Engineering Geological Mapping (s. 139-185).
- Gökaltun, E. (2004). Atmosferik gaz ve asitlerin doğal taş yapı malzemeleri üzerindeki etkilerinin deneysel yöntemler ile analizi. Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi bildiriler kitabı, İstanbul, s. 149-160,.
- Güleç , K. (1967). Taşların Ayrışması ve Ayrışmanın Ölçülmesi.
- Harraz. (2016). Building Stone. <https://www.researchgate.net/publication/301863849> adresinden alındı.
- Hasbay, U., & Hattap, S. (2017). Doğal Taşlardaki Bozunma (Ayrışma) Türleri ve Nedenleri, Bilim ve Gençlik Dergisi Cilt:5,Sayı:1. Doğal Taşlardaki Bozunma (Ayrışma) Türleri ve Nedenleri, Bilim ve Gençlik Dergisi, 23-45.
- Jefferson, D. P. (1993). Building Stone; The GeologicalDimesion Quartely Journal of Engineering Geolog.26,. D. W.R.. içinde
- Kahveci, E. (2008). Diyarbakır Yöresinde Bazalt Taşının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, T.C. Süleyman Demiral Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Karahan, S. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de Doğal Taşlar,Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/dogaltas.pdf> adresinden alındı

- Kaygısız, M. (2010). Kayseri yöresindeki yapıtaşı olarak kullanılabilen bazı tuf ve bazalt kayalarının fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana, Türkiye.
- Kazancı, N., & Gürbüz, A. (2014). Jeolojik Miras Nitelikli Türkiye Doğal Taşları, Türkiye Jeoloji Bülteni Geological Bulletin of Turkey Cilt 57, Sayı 1, s. 19-44. 19-44.
- Kubat, L. (2014). Geçmişten Günümüze Doğal Taşlar ve Isparta Gönen Trakitinin Seramik Bünyelerde Kullanımı, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Sanat ve Tasarım, Sanatta Yeterlik Tezi.
- MAPEG . (2019). http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx adresinden alındı
- Moncmanova. (2007). Environmental factors that influence the deterioration of materials, WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering, Vol 28., <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/9781845640323/9781845640323001FU1.pdf> adresinden alındı
- MTA. (2018). MTA Genel Müdürlüğü. (2013). <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-rezervleri> adresinden alındı.
- Öcal, A. D., & Dal, M. (2012). Doğal Taşlardaki Bozunmalar, Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi Yayınları, 1. Baskı, Bogata/Kırklareli.
- Özçelik, Y. (2002). Assessment of The Wear of Diamond Beads in The Cutting of Different Rock Types by The Ridge Regression Journal of Materials Processing Technology.
- Rothers, E. (2007). Stone properties and weathering induced by salt cry stallization of Maltese Globigerina Limestone, Building Stone Decay: From Diagnosis to Conservation. Geological Society, London, Special Publications, No: 71, s. 189–198.
- Schmidt, E. (1951). A non-destructive concrete tester, Concrete, 59, 34–35.
- Siequesmund, S. (2016). Natural stone, weathering phenomena, conservation strategies and case studies: Introduction,. <https://www.researchgate.net/publication/249551062> adresinden alındı.
- Sleater, G. A. (1973). A Review of Natural Stone Preservation, National Park Service Department of the Interior Washington, Preliminary Report,. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/IR/nbsir74-444.pdf> adresinden alındı
- TDK. (2019). Tuncer, A. (2012). Fiziksel Jeoloji. <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~alaettintuncer/docs/FJG.pdf> adresinden alındı
- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., & Binal, A. (2001). Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, 1. Baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 161 s.

- Ünal , M. (2006). Tuz kristalleşmesi kaynaklı bozunumun yapı taşları üzerindeki çalışma raporu,Selçuk Üniversitesi . Konya.
- Ünal , M., & Ünver, B. (1995). Effect of Weathering Properties of Rocks on The Stability of Surface Excavations and Underground Openings. Mining Journal, Chamber of mining ANKARA.
- Ünal, M., Berber, E., Yatağan, İ., & Akkurt, S. (2007). Yüksek Sıcaklığın Yapı Taşlarının Dayanımı Üzerindeki Etkisinin Ultrasonik Ölçümler İle Kestirilmesi, S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 1-2, s. 131-139.
- Yüksel, U. (2018). Jeolojik Miras Niteliğindeki Doğal Taşların Peyzaj Mimarlığında Kullanım Alanları, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Yüzer, E., & Angı, S. (2007). Nerede Hangi Doğaltaş, Hanlar-Kervansaraylar Geleneksel ve Modern Mimaride Taş Sempozyumu, 29-30 Kasım 2007., (s. 155-164). Antalya.
- Zedef, V. (2012). Günümüz ve tarihte yapıtaşı olarak kullanılan kayaçların alterasyonu . Konya.
- Ziyaettin, N. (2010). Kimyasal Uygulamaların Kuzey Kıbrıs Yapı Taşlarının Dürabilitesi Üzerine Etkisi, T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilimleri Programı, Doktora Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gülsüm DİNÇ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : ANKARA, 28.03.1992
Telefon : 0553 086 14 64
Faks : 0312 395 53 34
e-mail : dnc.glsm.92@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batıkent Lisesi, Yenimahalle, Ankara	2010
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, Selçuklu, Konya	2015
Yüksek Lisans	: -	
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015	Kayra Metal	Yönetici

UZMANLIK ALANI

Göz ile Muayene Uzmanı,
Penetrant ile Muayene Uzmanı
Manyetik Partikül ile Muayene Uzmanı
Kaynak Mühendisliği

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR