DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI KAYA TÜRLERİ ÜZERİNDE UYGULANAN STATİK KAYA DURABİLİTE İNDEKSİ YÖNTEMİNDE SAPTANAN ANOMALİLERİN ARAŞTIRILMASI

Rabiye DAĞ

Ekim, 2019
İZMİR

FARKLI KAYA TÜRLERİ ÜZERİNDE UYGULANAN STATİK KAYA DURABİLİTE İNDEKSİ YÖNTEMİNDE SAPTANAN ANOMALİLERİN ARAŞTIRILMASI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Uygulamalı Jeoloji Programı

Rabiye DAĞ

Ekim, 2019
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

RABİYE DAĞ, tarafından **PROF.DR. ALİ BAHADIR YAVUZ** yönetiminde hazırlanan **"FARKLI KAYA TÜRLERİ ÜZERİNDE UYGULANAN STATİK KAYA DURABİLİTE İNDEKSİ YÖNTEMİNDE SAPTANAN ANOMALİLERİN ARAŞTIRILMASI"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Bahadır YAVUZ

Yönetici

Doç. Dr. Cem KINCAL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Tamer TOPAL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tezimin sonuçlanması için her türlü teşviki ve desteği sağlayan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım saygı değer danışmanım Prof. Dr. Ali Bahadır YAVUZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli tavsiyeleri için Doç. Dr. Cem KINCAL'a, mineralojik çalışmalarda katkısından dolayı Doç. Dr. Cüneyt AKAL'a, XRD analizlerinde katkısı olan Prof. Dr. Mümtaz ÇOLAK'a, projenin prosedür aşamalarının yürütülmesinde yardımcı olan Araş. Gör. Seher ALOĞLU SARI'ya, laboratuvarda yaşanılan teknik aksaklıkları çözerek yardımcı olan Jeoloji Mühendisliği Bölümü Teknikeri Salim ÖZCAN'a, numunelerin hazırlanması ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını benden esirgemeyen değerli arkadaşım Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Muhammed Nurullah ECE'ye, çalışmam boyunca pozitif enerjisiyle bana destek olan Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Sungeni TEMBO'ya, teşekkürü bir borç bilirim.

Aliağa ve Menemen taş ocaklarından blok kaya örneklerinin temin edilmesini sağlayan Kırkpınar Filoğlu Group ve Tuntaş Andezit Madencilik İnşaat San. Tic. Ltd. Şti. firmalarına teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde desteklerini esirgemeyen, özellikle eğitim hayatıma sabırla verdikleri destekten dolayı ailemin tüm fertlerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma 2018.KB.FEN.018 nolu Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Rabiye DAĞ

FARKLI KAYA TÜRLERİ ÜZERİNDE UYGULANAN STATİK KAYA DURABİLİTE İNDEKSİ YÖNTEMİNDE SAPTANAN ANOMALİLERİN ARAŞTIRILMASI

ÖZ

Kayaçların durabilitelerinin doğru olarak sınıflandırılması onların mühendislik projelerindeki hizmet süresini doğrudan etkilediği için son derece önemlidir. Kayaçların durabiliteleri genellikle donma-çözülme, tuz kristallenmesi ve ıslanma-kuruma gibi hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile incelenmekte ve kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksi gibi durabilite saptama yöntemlerine göre de sınıflandırılmaktadırlar. Kayaçların hızlandırılmış ayrıştırma testlerinden elde edilen sonuçlar ile farklı durabilite sınıflandırma yöntemlerinden elde edilen durabilite sınıflarının uyumlu olması oldukça önemlidir. Ayrıca kullanıldıkları alanlardaki uzun dönem saha performansları bilinen kayaçlar için farklı durabilite saptama yöntemlerinden elde edilen sonuçların, kayaçların uzun dönem saha performansları ile uyumlu olması beklenmelidir.

Durabilite saptama yöntemleri içerisinde kayaçların, ağırlıkça su emme ve kuru yüzey doygun birim hacim ağırlığı gibi fiziksel özellikleri ile kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması gibi mekanik özelliklerinin ve tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı gibi hızlandırılmış ayrıştırma testi sonuçlarını girdi olarak kullanıldığı statik kaya durabilite indeksi, diğer yöntemlere göre daha komplike ve kapsamlı görülmektedir. Önceki çalışmalara bakıldığında statik kaya durabilite sınıflandırma sisteminden elde edilen verilerin, kayaçların hızlandırılmış ayrıştırma testleri ve uzun dönem saha performansları ile bir kısım çalışmada uyumlu sonuçlar vermediği görülmektedir.

Bu çalışmada İzmir Aliağa, Foça, Menemen ve Çeşme yörelerinde halihazırda kırma ve blok taş üretimi yapılmakta olan farklı ocaklardan temin edilen 6 volkanik kaya türü üzerinde yürütülen çalışmalarla, statik kaya durabilite indeksi durabilite

sınıflandırma yöntemindeki yetersizliklerin nedeni araştırılmış ve bu yöntemde girdi olarak kullanılan parametreler değiştirilerek çok sayıda eşitlik denenmiş ve sonuçta volkanik kayaçların sahip oldukları durabiliteye uygun olarak daha hassas sınıflandırma yapabilen ve Modifiye Statik Kaya Durabilite İndeksi olarak isimlendirilen yeni bir durabilite saptama yöntemi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Durabilite, Andezit, Tüf, Statik kaya durabilite indeksi

THE INVESTIGATIONS OF THE ANOMALIES OBTAINED FROM THE STATIC ROCK DURABILITY INDEX CARRIED OUT ON DIFFERENT ORIGINATED STONE

ABSTRACT

Accurate classification of the durability of rocks is extremely important as it directly affects their service life in engineering projects. The durability of the rocks is generally examined by accelerated weathering tests such as freezing-thawing, salt crystallization and wetting-drying, and they are also classified according to durability determination methods such as dry and saturated uniaxial compressive strength ratio, saturation coefficient, slake durability index and static rock durability index. It is very important that the results obtained from the accelerated weathering tests of the rocks are compatible with the durability classes obtained from different durability classification methods. In addition, the results obtained from different durability determination methods should be expected to be compatible with the long-term field performances of the rocks.

In the durability determination methods, the physical properties of rocks such as water absorption by weight and weight of dry surface saturated volume, mechanical properties such as dry and saturated point load strength index, and accelerated weathering test results such as mass loss after salt crystallization are used as input for durability determination, the static rock durability index is more complicated and comprehensive than other methods. When the previous studies are examined, it is seen that the data obtained from the static rock durability classification system does not give concordant results in some studies with accelerated weathering tests and long term field performances of the rocks.

In this study, the cause of insufficiency of static rock durability index durability classification method is investigated with the studies carried out on 6 volcanic rock types obtained from different quarries which are currently being produced in crushing and block stone production in Izmir Aliağa, Foça, Menemen and Çeşme regions. In

this method, the parameters used as input have been changed and many equations have been tried. As a result, a new durability determination method called Modified Static Rock Durability Index is proposed which can make more accurate classification according to the durability of the volcanic rocks.

Keywords: Durability, Andesite, Tuff, Static rock durability index

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ii

TEŞEKKÜR iii

ÖZ iv

ABSTRACT vi

ŞEKİLLER LİSTESİ xi

TABLOLAR LİSTESİ xxi

BÖLÜM BİR-GİRİŞ 1

1.1 Giriş 1

1.2 Çalışma Alanı 1

1.3 Çalışmanın Amacı 5

1.4 Literatür Özeti 7

1.5 Yöntem 9

BÖLÜM İKİ-MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLER 11

2.1 Mineralojik Özellikler 11

2.1.1 Aliağa Pembe Andezit 11

2.1.2 Aliağa Gri Andezit 15

2.1.3 Menemen Pembe Andezit 20

2.1.4 Alaçatı Tüf 23

2.1.5 Foça Beyaz Tüf 25

2.1.6 Foça Sarı Tüf 28

2.2 X-Işını Kırınım (XRD) Analizleri 30
2.2.1 Aliağa Pembe Andezit (APA) 30
2.2.2 Aliağa Gri Andezit (AGA) 31
2.2.3 Menemen Pembe Andezit (MPA) 31
2.2.4 Foça Beyaz Tüf (FBT) 32
2.2.5 Foça Sarı Tüf (FST) 33
2.2.6 Alaçatı Tüf (AT) 33
2.3 Kimyasal Analiz 34

BÖLÜM ÜÇ-FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER 37

3.1 Giriş 37
3.2 Fiziksel Özellikler 39
3.2.1 Özgül Ağırlık 39
3.2.2 Atmosferik Basınç Altında Ağırlıkça Su Emme 42
3.2.3 Vakum Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme 45
3.2.4 Porozite 48
3.2.5 Birim Hacim Ağırlık 53
3.2.6 Boşluk Oranı 56
3.2.7 Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği 57
3.3 Mekanik Özellikler 62
3.3.1 Tek Eksenli Basınç Direnci 62
3.3.2 Nokta Yükü Dayanım İndeksi 65
3.3.3 Brazilian (İndirekt) Çekme Direnci 73
3.3.4 Böhme Yüzeysel Aşınma Kaybı 78
3.3.5 Disk Aşınma Kaybı 81

BÖLÜM DÖRT-HIZLANDIRILMIŞ AYRIŞTIRMA TESTLERİ 85

4.1 Islanma-Kuruma Deneyi.....86

4.1.1 Islanma-Kuruma Deneyi Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri 94

4.2 Donma-Çözülme Deneyi 107

4.2.1 Donma-Çözülme Deneyi Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri 113

4.3 Tuz Kristallenmesi Deneyi 126

4.3.1 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deneyi.....126

4.3.2 Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deneyi 140

BÖLÜM BEŞ-DURABİLİTE SAPTAMA YÖNTEMELERİ.....156

5.1 Doygunluk Katsayısı 157

5.2 Kuru ve Doygun Tek Eksenli Basınç Direnci Oranı 158

5.4 Suda Dağılmaya Karşı (Slake) Durabilite İndeksi Deneyi 161

5.4 Statik Kaya Durabilite İndeksi 171

BÖLÜM ALTI-MODİFİYE STATİK KAYA DURABİLİTE İNDEKSİ.....176

BÖLÜM YEDİ- DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR 186

KAYNAKLAR.....192

EKLER.....198

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Taş ocaklarının yer bulduru haritası ..……2
Şekil 1.2 Aliağa taş ocağının genel görünümü……..2
Şekil 1.3 Aliağa gri andezit ocağının genel görünümü……..3
Şekil 1.4 Foça taş ocağının genel görünümü ……3
Şekil 1.5 Foça beyaz tüf taş ocağı…….……4
Şekil 1.6 Foça sarı tüf taş ocağı…….……4
Şekil 2.1 Aliağa pembe andeziti genel görünümü……12
Şekil 2.2 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü +N (a) polisentetik ikiz (b) zonlu yapı……..…….…13
Şekil 2.3 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü……13
Şekil 2.4 Aliağa pembe andezitine ait ince kesitte amfibol mineralleri görünümü +N (a) kızıl kahverenginde lamprobolit (b) çift yönlü dilinim gösteren amfibol minerali……...……..…...14
Şekil 2.5 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki biyotit minerali görünümü (a) +N (b) //N…….……...……...14
Şekil 2.6 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü (a) +N'de genel görünümü (b) //N'de kayacın matriks görünümü (c) kuvars kaması devredeyken matriks görünümü (c) cam fazı+mikrolit görünümü…..15
Şekil 2.7 Aliağa gri andeziti genel görünümü…….……16
Şekil 2.8 Aliağa gri andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü +N'de (a) ve (c) //N'de (b) ve (d)' de opaklaşmış amfibol ve biyotit mineralleri görünümü……...…….…….16
Şekil 2.9 Aliağa gri andezitinin polarizan mikroskop altında piroksen ve plojiyoklas minerallerinin görünümü (a) +N (b) //N……..……17
Şekil 2.10 Aliağa gri andeziti içerisinde matriksi kesen ve kılcallaşarak birbirlerine bağlanan kalsit dolgulu çatlaklar..……..…..…….17
Şekil 2.11 Aliağa gri andeziti içerisinde gözlenen hipokristalen mikrolitik doku.…….…….18
Şekil 2.12 Aliağa gri andezitin polarizan mikroskop altındaki görünümü……..…..19

Şekil 2.13 Menemen pembe andezit genel görünümü……20
Şekil 2.14 Menemen pembe andezitin polarizan mikroskop altındaki genel görünümü (a) +N'de olivin, amfibol ve plajiyoklas mineralleri (b) //N.……..…21
Şekil 2.15 Şekil 2.15 Menemen pembe andezitin polarizan mikroskop altında olivin mineralinin görünümü (a) ve (c) +N (b) ve (d) //N (b) özşeklini korumuş olivin minerali (d) altere olmuş olivinde gözlenen sosuritleşme……..….21
Şekil 2.16 Menemen pembe andeziti (a) +N'de piroksen, amfibol, plajiyoklas (b) //N'de akma dokusu (c) kuvars kaması görünümünde, fenokristaller etrafında mikrolitlerin yönlenmesiyle oluşan akma dokusu.....22
Şekil 2.17 Menemen pembe andeziti kuvars kaması aktifken (a) matriksin genel görünümü (b) mikrolit oranının yüksek olduğu kısımlar (c) cam fazının yüksek olduğu kısımlar ve (d) cam+mikrolit oranının yarı yarıya olduğu kısımların görünümü…...…….22
Şekil 2.18 Alaçatı tüfünün genel görünümü……23
Şekil 2.19 Alaçatı tüfünün polarizan mikroskop altındaki görünümü (a) +N (b) //N'de mineral kırıntıları ve volkanik kaya parçaları……...…….24
Şekil 2.20 Alaçatı tüfünün (a ve b) volkanik külden oluşan matriksi, pümeks parçaları, kireçtaşı ve volkanik kaya parçaları (c ve d) riyolitik kaya parçası ve volkanik kül (e ve f) volkanik kaya parçaları ve kireçtaşı kırıntıları……..25
Şekil 2.21 Foça beyaz tüfün genel görünümü……26
Şekil 2.22 Foça beyaz tüfünün beyaz bölümlerinin polarizan mikroskop altındaki görünümü...……..27
Şekil 2.23 Foça beyaz tüfünün yeşil bölümlerinin polarizan mikroskop altındaki görünümü…...……..27
Şekil 2.24 Foça sarı tüfün genel görünümü……..28
Şekil 2.25 Foça sarı tüfünün ve içerdiği 1 mm'lik andezit dasit bileşimli volkanik kaya parçasının mikroskop altındaki görünümü (//N)….……..……..28
Şekil 2.26 Foça sarı tüfün polarizan mikroskop altında genel görünümü……29
Şekil 2.27 Aliağa pembe andezitin XRD analiz profili……30
Şekil 2.28 Aliağa gri andezitin XRD analiz profili……31
Şekil 2.29 Menemen pembe andezitin XRD analiz profili……..31
Şekil 2.30 Foça beyaz tüfün XRD analiz profili……..32

Şekil 2.31 Foça sarı tüfün XRD analiz profili……..32
Şekil 2.32 Alaçatı tüfünün XRD analiz profili……33
Şekil 2.33 Toplam alkali-silis diyagramı (TAS)…….35
Şekil 3.1 Deneylerde kullanılmak üzere hazırlanan karot örneklerinin genel görünümü……...…..39
Şekil 3.2 Özgül ağırlık deneyinde kullanılan piknometre ve vakum cihazının görünümü …….……...……...……..…….…..40
Şekil 3.3 Kayaçların özgül ağırlık sonuç grafiği…….41
Şekil 3.4 Deney numunelerinin etüv ve su içerisindeki görünümleri …….……..43
Şekil 3.5 Kayaçların atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme sonuç grafiği……44
Şekil 3.6 Kayaçların vakum basıncı altında ağırlıkça su emme deneyi görünümü…….……..46
Şekil 3.7 Vakum basıncı altında ağırlıkça su emme sonuç grafiği…….….47
Şekil 3.8 Atmosferik ve basınç altında ağırlıkça su emme değerlerinin karşılaştırılma grafiği ……...……...……47
Şekil 3.9 Kayaçların görünür (etkin) porozite sonuç grafiği……51
Şekil 3.10 Kayaçların toplam porozite sonuç grafiği……...53
Şekil 3.11 Kayaçların kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerleri grafiği…...…...……..…..56
Şekil 3.12 Kayaçların boşluk oranı sonuç grafiği……..…..57
Şekil 3.13 Kayaçların kuru ve doygun ultrasonik p-dalga hızı sonuç grafiği……..60
Şekil 3.14 Tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası numunelerin genel görünümü…62
Şekil 3.15 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci deney sonuçları grafiği…….64
Şekil 3.16 Nokta yükü dayanım indeksi deney cihazı görünümü……66
Şekil 3.17 Nokta yükü dayanım indeksi deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görünümü ……...…...……...66
Şekil 3.18 Kuru ve doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi deneyi sonrası numunelerin genel görünümü (a)Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Foça beyaz tüf (e) Menemen pembe andezit (f) Alaçatı tüfü ……...……...……...……67
Şekil 3.19 Kuru ve doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi deneyi sonrası numunelerin genel görünümü (a)Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe

andezit (c) Foça sarı tüf (d) Foça beyaz tüf (e) Menemen pembe andezit (f) Alaçatı tüfü……...……...…68
Şekil 3.20 Kuru ve doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi deney sonuç grafiği.68
Şekil 3.21 Kuru ve doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi deney sonuç grafiği..70
Şekil 3.22 Eksenel ve çapsal nokta yükü dayanım indeksi ortalaması grafiği…….72
Şekil 3.23 Brazilian(indirekt) çekme direnci deney cihazı görünümü……73
Şekil 3.24 Brazilian çekme direnci deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görünümü ……...……..74
Şekil 3.25 Brazilian çekme direnci deneyi öncesi ve sonrası numune görünümleri, Alaçatı tüfü (a ve b) Foça beyaz tüf (c ve d) Menemen pembe andezit (e ve f) Foça sarı tüf (g ve h) Aliağa gri andezit (ı ve i) Aliağa pembe andezit (k ve l) ……...…….……...75
Şekil 3.26 Kuru ve doygun brazilian çekme direnci deney sonuç grafiği……..76
Şekil 3.27 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deneyinde kullanılan numunelerin genel görünümü ……...……..78
Şekil 3.28 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney cihazı görünümü……78
Şekil 3.29 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney sonuç grafiği……79
Şekil 3.30 Disk aşınma kaybı deneyinde kullanılan numunelerin (a) deney öncesi (b) deney sonrası görünümleri …….……...……81
Şekil 3.31 Disk aşınma kaybı deney sonuç grafiği……..83
Şekil 4.1 Islanma-kuruma deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görünümü ……...……..87
Şekil 4.2 Islanma-kuruma deneyi; (a) numunelerin etüvde kurutulması (b) numunelerin suya doygun hale getirilmesi ……...……...88
Şekil 4.3 Dört döngü ıslanma kurumaya tabi tutulan Foça beyaz tüfü numunelerinin anizotropi düzlemleri boyunca parçalanma göstermesi……...……..88
Şekil 4.4 Islanma-kuruma deneyi (80. döngü) sonrası kaya numunelerinin görüntüsü (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Foça beyaz tüf 20.döngü sonrası görünümü (e) Menemen pembe andezit (f) Alaçatı tüf.……...……..89
Şekil 4.5 Islanma-kuruma deneyine (80. döngü) tabi tutulan numunelerinin tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası görünümleri (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa

pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Alaçatı tüf (e) Menemen pembe andezit…….…….……...90
Şekil 4.6 Islanma-kuruma deneyi sonrası kütle kaybı grafiği…….92
Şekil 4.7 Islanma-kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci grafiği……93
Şekil 4.8 Islanma-kuruma sonrası kayaçların kuru birim hacim ağırlıklarındaki değişimler……..…….96
Şekil 4.9 Islanma-kuruma sonrası kayaçların doygun birim hacim ağırlıklarındaki değişimler……...…….97
Şekil 4.10 Islanma-kuruma deneyi sonrası kayaçlarda ağırlıkça su emme değerlerindeki değişimler……..98
Şekil 4.11 Islanma-kuruma sonrası kayaçların görünür porozite değerlerindeki değişimler……..…….99
Şekil 4.12 Islanma-kuruma deneyi sonrası kayaçların boşluk oranı değerlerinde gözlenen değişimler……...……100
Şekil 4.13 Islanma- kuruma deneyi sonrası kuru p-dalga hızı değişimi …...……..101
Şekil 4.14 Islanma-kuruma deneyi sonrası doygun p-dalga hızı değişim grafiği….102
Şekil 4.15 Islanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların kuru ve doygun p-dalga hızındaki değişim grafiği…….....……..102
Şekil 4.16 Taze ve ıslanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki ağırlıkça su emme ile porozite ilişkisi……103
Şekil 4.17 Taze ve ıslanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki kuru p-dalga hızı ile ağırlıkça su emme ilişkisi…….104
Şekil 4.18 Taze ve ıslanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki kuru p-dalga hızı ile görünür porozite ilişkisi……..104
Şekil 4.19 Taze ve ıslanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerlerindeki değişimler…….……...105
Şekil 4.20 Donma-çözülme deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görüntüsü…….……108
Şekil 4.21 Donma-çözülme ayrıştırma deneyinde numunelerin donma süreci görünümü ……..…….……108

Şekil 4.22 Donma-çözülme deneyinde Alaçatı tüfünün deney sonu görünümleri (a) donma-çözülmenin 35.döngü sonu numune görünümleri (b) 35.döngü sonu tek eksenli basınç direnci (c) donma-çözülmenin 45.döngü sonu numune görünümleri ……....109
Şekil 4.23 Donma-çözülme ayrıştırma testi sonrası Foça beyaz tüf görünümleri (b) 15.döngü sonu görünümleri …….……...109
Şekil 4.24 Donma-çözülme 45.döngü sonu deney numunelerinin görünümü (a)Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Menemen pembe andezit (d) Foça sarı tüf …….……110
Şekil 4.25 Donma-çözülme (45.döngü) testine tabi tutulan kayaç numunelerinin tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası görünümü (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Menemen pembe andezit (d) Foça sarı tüf.……...…….110
Şekil 4.26 Donma-çözülme deneyi sonrası kütle kaybı sonuç grafiği……..…….111
Şekil 4.27 Donma-çözülme deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci sonuç grafiği…….…….…112
Şekil 5.28 Donma-çözülme deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık grafiği…….116
Şekil 4.29 Donma-çözülme deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık grafiği……117
Şekil 4.30 Donma-çözülme deneyi sonrası atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme grafiği……...……..……..118
Şekil 4.31 Donma-çözülme deneyi sonrası görünür porozite grafiği…….119
Şekil 4.32 Donma-çözülme deneyi sonrası boşluk oranı grafiği……120
Şekil 4.33 Donma-çözülme deneyi sonrası ultrasonik kuru p-dalga hızı grafiği……121
Şekil 4.34 Donma-çözülme deneyi sonrası ultrasonik doygun p-dalga hızı grafiği.…….…….……...122
Şekil 4.35 Donma-çözülme deneyi sonrası kuru ve doygun ultrasonik p-dalga hızları değişim grafiği……..……..……122
Şekil 4.36 Taze ve donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 45. döngüdeki atmosferik basınç altında su emme ile porozite ilişkisi…….…….123

Şekil 4.37 Taze ve donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 45. döngüdeki atmosferik basınç altında ağırlıkça su emmesi ile kuru p-dalga hızı ilişkisi……..……..…….124
Şekil 4.38 Taze ve donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 45. döngüdeki kuru p-dalga hızı ile görünür porozite ilişkisi…….……..124
Şekil 4.39 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney öncesi numuneler……127
Şekil 4.40 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi Alaçatı tüfü görünümü (a) deney öncesi (b) birinci döngü sonu (c) ikinci döngü sonu……....128
Şekil 4.41 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Aliağa gri andezit numuneleri ……..……..129
Şekil 4.42 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Aliağa pembe andezit……..……..…….……129
Şekil 4.43 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Menemen pembe andezit numuneleri...……..130
Şekil 4.44 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça sarı tüf numuneleri……..……..130
Şekil 4.45 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça beyaz tüf numunelerinin birinci döngü sonu görünümleri…….…….……..131
Şekil 4.46 Magnezyum sülfat (5 döngü) tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyine tabi tutulan numunelerin tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası görünümleri (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Menemen pembe andezit……..…….132
Şekil 4.47 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi 5.döngü sonrası kütle kaybı grafiği…...……..……..133
Şekil 4.48 Taze numunelerin tek eksenli basınç dirençleri ile magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci grafiği……..134
Şekil 4.49 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kuru birim hacim ağırlığı grafiği……..132
Şekil 4.50 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası doygun birim hacim ağırlığı grafiği……..136

Şekil 4.51 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kuru ve doygun birim hacim ağırlığı grafiği…….……137
Şekil 4.52 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası ağırlıkça su emme grafiği..138
Şekil 4.53 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası görünür porozite grafiği….139
Şekil 4.54 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası boşluk oranı grafiği……...140
Şekil 4.55 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Alaçatı tüfü numunelerinin görünümü (a) birinci döngü sonu (b) ikinci döngü sonu (c) üçüncü döngü sonu…….……..……141
Şekil 4.56 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça beyaz tüfü numunelerinin görünümü (a) birinci döngü sonu (b) ikinci döngü sonu…….……142
Şekil 4.57 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça sarı tüfü numunelerinin görünümü (a) de ney öncesi (b) birinci döngü sonu (c) ikinci döngü sonu (d) üçüncü döngü sonu (e) beşinci döngü sonu (f) altıncı döngü sonu …….……...……143
Şekil 4.58 Sodyum sülfat tuz kristallenme deneyi sonrası deney numuneleri görünümü…….……144
Şekil 4.59 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı……145
Şekil 4.60 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci grafiği……..146
Şekil 4.61 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık grafiği……..147
Şekil 4.62 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık grafiği……..148
Şekil 4.63 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru ve doygun birim hacim ağırlık grafiği……...……148
Şekil 4.64 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası ağırlıkça su emme grafiği…….……..……....149
Şekil 4.65 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası görünür porozite grafiği……....…….…….....150
Şekil 4.66 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası boşluk oranı sonuç grafiği……..……..……..……...151

Şekil 4.67 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru p-dalga hızı grafiği……..……..……..……..152
Şekil 4.68 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun p-dalga hızı grafiği……...…...……..……153
Şekil 4.69 Hızlandırılmış ayrıştırma testleri sonrası kayaçlarda belirlenen kütle kayıplarının karşılaştırılması ……...…….154
Şekil 5.1 Doygunluk katsayısı değerleri……156
Şekil 5.2 Su emme değerlerinin (Watm ve Wvac) doygunluk katsayısı ilişkisi…….157
Şekil 5.3 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı.……159
Şekil 5.4 Tek eksenli basınç direnci oranı, brazilian basınç direnci oranı, nokta yükleme (eksenel ve çapsal) direnç oranı değerlerinin karşılaştırılması……..…….160
Şekil 5.5 Slake durabilite deneycihazı …….……162
Şekil 5.6 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Aliağa gri andezit deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu……..…….……...…...……162
Şekil 5.7 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Aliağa pembe andezit deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu…….……..….163
Şekil 5.8 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Alaçatı tüfü deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu…...……...164
Şekil 5.9 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Menemen pembe andezit deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu……..……..…….....165
Şekil 5.10 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Foça sarı tüf deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu

(c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu……..……..…….....…..166
Şekil 5.11 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Foça beyaz tüf deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu……..……..….167
Şekil 5.12 Statik kaya durabilite indeksi sonuç grafiği……..…173
Şekil 6.1 Statik kaya durabilite indeksi (RDI_s) yöntemi ile önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi yönteminin karşılaştırılması…….……...180
Şekil 6.2 Çalışılan kayaçların ve önceki çalışmaların önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi yönteminde değerlendirilmesi…….…...……182
Şekil 6.3 Önceki çalışmaların önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi yönteminde değerlendirilmesi…….182

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 Çalışmada kullanılan kaya türleri ve temin edildikleri lokasyonlar 1
Tablo 2.1 Çalışma kapsamında incelenen kayaçların kimyasal analiz sonuçları.....36
Tablo 3.1 Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler ve uygulanan yöntemler 38
Tablo 3.2 Özgül ağırlık deney sonuçları.....41
Tablo 3.3 Atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme deney sonuçları 44
Tablo 3.4 Vakum basıncı altında ağırlıkça su emme.....46
Tablo 3.5 Görünür (etkin) porozite deney sonuçları.....49
Tablo 3.6 Kayaçların görünür porozite değerlerine göre sınıflandırılması.....50
Tablo 3.7 Kayaçların görünür porozite değerlerine göre sınıflandırılması.....51
Tablo 3.8 Kayaçların toplam porozite değerleri.....52
Tablo 3.9 Kuru ve doygun birim hacim ağırlık deney sonuçları.....54
Tablo 3.10 Kayaçların kuru birim hacim ağırlığına göre sınıflamaları 55
Tablo 3.11 Boşluk oranı deney sonuçları.....57
Tablo 3.12 Ultrasonik ses hızı iletkenliği deney sonuçları 59
Tablo 3.13 Kayaçların p-dalga hızına göre kaya sınıflandırılması.....60
Tablo 3.14 İncelenen kayaçların fiziksel özellikleri.....61
Tablo 3.15 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci deney sonuçları 62
Tablo 3.16 Kayaçların tek eksenli basınç direnci sınıflamaları 63
Tablo 3.17 Kuru ve doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları...69
Tablo 3.18 Kayaçların nokta yükü dayanım indeksi sınıflamaları 69
Tablo 3.19 Kuru ve doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları 71
Tablo 3.20 Kayaçların nokta yükleme dayanım indeksi sınıflamaları 71
Tablo 3.22 Brazilian (indirekt) çekme direnci deney sonuçları 77
Tablo 3.22 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney sonuçları.....80
Tablo 3.23 Disk aşınma kaybı deney sonuçları.....82
Tablo 3.24 İncelenen kayaçların mekanik özellikleri.....84
Tablo 4.1 Hızlandırılmış ayrıştırma testleri ve uygulanan standartlar.....91
Tablo 4.2 Islanma kuruma deneyi sonrası kütle kaybı değerleri.....91

Tablo 4.3: Islanma kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri 92
Tablo 4.4 Islanma kuruma sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri.....94
Tablo 4.5 Islanma kuruma sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri 95
Tablo 4.6 Islanma kuruma sonrası atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri 96
Tablo 4.7 Islanma kuruma sonrası görünür (etkin) porozite değerleri 97
Tablo 4.8 Islanma kuruma sonrası boşluk oranı değerleri 98
Tablo 4.9 Islanma kuruma sonrası kuru ultrasonik p-dalga hızı değerleri.....99
Tablo 4.10 Islanma kuruma sonrası doygun ultrasonik p-dalga hızı değerleri 100
Tablo 4.11 Islanma kuruma ayrıştırma testine tabi tutulan kayaçların deney öncesi ve sonrası belirlenen fiziksel özelliklerdeki değişim değerleri.....104
Tablo 4.12 Donma çözülme deneyi sonrası kütle kaybı değerleri 110
Tablo 4.13 Donma çözülme deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri.....111
Tablo 5.14 Donma çözülme deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri 112
Tablo 4.15 Donma çözülme deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri .113
Tablo 4.16 Donma çözülme deneyi sonrası atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerleri 114
Tablo 4.17 Donma çözülme deneyi sonrası görünür (etkin) porozite değerleri.....115
Tablo 4.18 Donma çözülme deneyi sonrası boşluk oranı değerleri.....116
Tablo 4.19 Donma çözülme deneyi sonrası kuru p-dalga hızı değerleri 117
Tablo 4.20 Donma çözülme deneyi sonrası doygun p-dalga hızı değerleri.....118
Tablo 4.21 Donma çözülme ayrıştırma testine tabi tutulan kayaçların deney öncesi ve sonrası belirlenen fiziksel özelliklerdeki değişim değerleri.....122
Tablo 4.22 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı değerleri 130
Tablo 4.23 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri.....131
Tablo 4.24 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri 132
Tablo 4.25 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri 132

Tablo 4.26 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası ağırlıkça su emme değerleri 134
Tablo 4.27 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası görünür porozite değerleri 134
Tablo 4.28 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası boşluk oranı değerleri 135
Tablo 4.29 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı 144
Tablo 4.30 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri 145
Tablo 4.31 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri 146
Tablo 4.32 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri 146
Tablo 4.33 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası ağırlıkça su emme değerleri.....148
Tablo 4.34 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası görünür porozite değerleri 148
Tablo 4.35 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası boşluk oranı değerleri149
Tablo 4.36 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru p-dalga hızı değerleri 150
Tablo 4.37 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun p-dalga hızı değerleri 151
Tablo 5.1 Durabilite saptama yöntemlerinde uygulanan standartlar 155
Tablo 5.2 Doygunluk katsayısı değerleri 156
Tablo 5.3 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı değerleri 158
Tablo 5.4 Kuru ve suya doygun kuru tek eksenli basınç direnci oranına göre kaya durabilite sınıflaması 159
Tablo 5.5 Kayaçların ikinci çevrime kadar suda dağılmaya karşı durabilite indeksi değerleri 169
Tablo 5.6 Suda dağılmaya karşı durabilite (slake durabilite) indeksi sınıflaması....169
Tablo 5.7 Kayaçların 15. çevrime kadar suda dağılmaya karşı durabilite indeksi deney sonuçları.....171

Tablo 5.8 Kayaçların statik durabilite indekslerine göre sınıflandırılmaları 173
Tablo 5.9 Statik kaya durabilite indeksi değerleri 174
Tablo 5.10 Çalışılan kayaçların malzeme özelliklerinin önceki çalışmalarla karşılaştırılması 175
Tablo 6.1 Modifiye statik kaya durabilite indeksi sonuç tablosu 180
Tablo 6.2 Önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi sınıflaması 184
Tablo 6.3 Önceki çalışmaların modifiye statik kaya durabilite indeksine göre sınıflaması 184

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

1.1 Giriş

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenen, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi kapsamında hazırlanmıştır.

1.2 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, İzmir İli metropolitan alanının kuzeybatısında Foça, batısında Alaçatı, kuzeyinde Aliağa ve Menemen ilçelerinde yürütülmüş olup, proje kapsamında yapılan ön çalışmalarla deneylerde kullanılacak kaya türlerinin temin edileceği taş ocakları tespit edilmiştir. Belirlenen 2 farklı taş ocağından 4 farklı volkanik kökenli kaya türünden blok kaya örnekleri alınmıştır. Menemen Andeziti ve Alaçatı Tüf blok kaya örnekleri ise yine aynı yörede bu kayaçların kesilerek işlendiği bir doğal taş fabrikasından temin edilmiştir. Tespit edilen taş ocaklarının koordinatları Tablo 1.1' de verilmiş ve lokasyonları Google Earth programı üzerinden belirtilmiştir (Şekil 1.1). Belirlenen taş ocaklarının genel görünümleri, Aliağa andezit taş ocağı (Şekil 1.2, 1.3), Foça tüf taş ocağı (Şekil 1.4, 1.5, 1.6)'da görülmektedir.

Tablo 1.1 Çalışmada kullanılan kaya türleri ve temin edildikleri lokasyonlar

Taş Ocakları	Kaya Türleri	Koordinatlar
Aliağa Taş Ocağı	Gri ve Pembe Andezit	38˚46'06.90"K/27˚04'12.08"D
Foça Taş Ocağı	Beyaz ve Sarı Tüf	38˚41'37.50"K/26˚51'06.44"D
Alaçatı Taş Ocağı	Tüf	38˚16'09.57"K/26˚23'47.94"D
Menemen Taş Ocağı	Pembe Andezit	38˚41'36.87"K/27˚02'25.38"D



Şekil 1.1 Taş ocaklarının yer bulduru haritası (a) Aliağa taş ocağı (b) Menemen taş ocağı (c) Foça taş ocağı (d) Alaçatı taş ocağı (Google Earth, 2019)



Şekil 1.2 Aliağa taş ocağının genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 1.3 Aliağa gri andezit ocağının genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 1.4 Foça taş ocağının genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 1.5 Foça beyaz tüf taş ocağı (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 1.6 Foça sarı tüf taş ocağı (Kişisel arşiv, 2019)

1.3 Çalışmanın Amacı

Tarihi dönemlerden beri gerek yüksek dayanımları gerekse de elde edilebilme kolaylıkları nedeniyle yapılarda yaygın olarak kullanılmış olan kayaçlar, günümüzde gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte üretim ve işletme maliyetlerinin düşmesine paralel olarak güncel mühendislik yapılarında kullanımları yaygınlaşmıştır.

Gerek kırmataş gerekse de boyutlandırılmış yapıtaşı (mermer) olarak günümüzde mühendislik yapılarının değişik bölümlerinde kullanılmakta olan doğal taşların, kullanıldıkları alanlardaki hizmet süreleri sahip oldukları malzeme özellikleri ve durabilitelerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle kayaçların mühendislik projelerinde farklı kullanım alanı ve amaçları doğrultusunda öngörülen sürelerde hizmet sunabilmesi için durabilitelerinin saptanması, mühendislik projelerinin uzun dönem davranışları açısından önemlidir.

Kayaçların orijinal boyutunun, şeklinin, dayanımının ve görünümünün geniş bir zaman aralığında çevresel ayrıştırıcı etkiler altında bozunmaya karşı direnme kabiliyetinin ölçüsü o kayacın durabilitesini olarak ifade edilmektedir (Bell, 1992). Kayacın zaman içerisinde bozunmasına neden olan etkilerin ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi gibi çevresel ayrıştırıcı faktörler olduğu bilinmektedir. Mühendislik projelerinde yapı malzemesi olarak kullanılan kayaçların uzun dönemde yüksek verimlilik sağlaması için çevresel ayrıştırıcı etkiler altındaki davranışlarının ve durabilite sınıflarının doğru olarak saptanması gerekmektedir (Topal ve Doyuran, 1997).

Kayaçların durabiliteleri genellikle donma-çözülme, tuz kristallenmesi ve ıslanma-kuruma gibi hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile incelenmekte ve durabilite sınıfları ortalama gözenek boyutu dağılımı, kuru ve suya doygun tek eksenli basınç direnci oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksi (RDI_S) gibi yöntemler kullanılarak belirlenmektedir (Topal ve Doyuran, 1997; Topal ve Sözmen, 2003; Yavuz, 2006; Yavuz, 2012; Yavuz, 2015).

Burada önemli olan unsur hızlandırılmış ayrıştırma testlerinden elde edilen sonuçlar ile kayaçların farklı durabilite sınıflandırma yöntemlerinden elde edilen durabilite sınıflarının uyumlu olmasıdır. Ayrıca kullanıldıkları alanlardaki uzun dönem saha performansları bilinen kayaçlar için farklı durabilite saptama yöntemlerinden elde edilen sonuçların, kayaçların saha performansları ile uyumlu olması beklenmelidir.

Önceki çalışmalara bakıldığında, kayaçların durabilitelerinin saptanması için kullanılmış olan durabilite sınıflandırma yöntemlerinden aynı kayaçlar için farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Topal ve Doyuran, 1997; Topal ve Sözmen, 2003; Yavuz, 2006; Yavuz, 2012; Yavuz, 2015).

Bu çalışmada kayaçların durabilitelerinin hassas bir şekilde saptanması amacıyla, İzmir İline bağlı Aliağa, Foça, Alaçatı ve Menemen ilçelerinde bulunan, 4 farklı taş ocağından alınan 6 farklı volkanik kökenli kaya türünden elde edilen 850 adet kaya numunesi üzerinde yürütülen laboratuvar çalışmaları ile bu kayaçların malzeme özellikleri ve bilinen yöntemler ile durabiliteleri saptanmıştır. Mineralojik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri saptanan kaya numunelerinin değişik çevresel ayrıştırıcı etkiler altındaki davranışları ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi (Na_2SO_4 ve $MgSO_4$) gibi hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile incelenmiş ve durabilite sınıfları kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksi (RDIs) gibi kaya durabilite belirleme yöntemleri ile saptanmıştır.

Daha sonra bu durabilite saptama yöntemlerinden kayaçların yüzey kuru doygun birim hacim ağırlık, atmosferik şartlarda ağırlıkça su emme ve kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması gibi fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra tuz kristallenmesi deneyi gibi hızlandırılmış ayrıştırma testi sonuçlarının girdi olarak kullanıldığı statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yöntemi üzerinde yoğunlaşılmış ve girdi parametreleri değiştirilerek üretilen çok sayıdaki eşitlik değerlendirilmiş ve sonuçta kayaçların durabilitelerinin daha hassas tahmin edilebildiği yeni bir durabilite saptama yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem Modifiye Statik Kaya Durabilite İndeksi olarak isimlendirilmiştir.

1.4 Literatür Özeti

Fookes ve diğer. (1988), statik kaya durabilite indeksini (RDI_S) doğal taşların durabilitelerinin belirlemesi için önermiştir. RDI_S, kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması ($Is_{(50)}$), sodyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı (%), atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme (%) ve doygun yüzey kuru birim hacim ağırlık gibi dört mühendislik parametresi kullanılarak hesaplanmaktadır (Topal ve Doyuran, 1997).

Bell (1992), yapıtaşlarının dayanıklılığı, kayaçların orijinal boyutunun, şeklinin, dayanımının ve görünümünün geniş bir zaman aralığında çevresel ayrıştırıcı etkiler altında bozunmaya karşı direnme kabiliyetinin ölçüsü o kayacın durabilitesi olarak ifade etmiştir.

Winkler (1973), yapıtaşı olarak kullanılan karbonatlı kayaçların çevresel ayrıştırıcı etkiler altında donma-çözülme, tuz kristallenmesi, asit birikimi ve nem gibi faktörler kayaçların durabilitesini doğrudan etkilediğini belirtmiştir.

Winkler (1993), kayaçların suya doygun ve kuru tek eksenli basınç direnci oranının, kayacın durabilitesinin saptanmasında kullanılabileceğini belirtmiştir.

Topal ve Doyuran (1997), kayaçların durabilitesinin sınıflandırılması için kullanılan yöntemlerin; ortalama gözenek boyutu dağılımı, kuru ve suya doygun tek eksenli basınç direnci oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksi olduğunu belirtmiştir.

Belirli bir süre içerisinde kayacın atmosferik şartlar altında ağırlıkça su emmesi (%) ve vakum altında ağırlıkça su emmesi (%) oranı o kayacın doygunluk katsayısı oranını verir (TS 699, 2009). Bu oran 0,8'den büyük olursa, kayaç donma-çözülme etkilerine karşı daha düşük durabilite gösterir (Topal ve Doyuran 1997; Yavuz 2012).

Topal ve Sözmen (2003), Eskişehir yöresine ait çalışmasından, incelediği iki farklı tüfün durabiliteleri için statik kaya durabilite indeksi yöntemi ile "düşük durabilite" doygunluk katsayısına göre "donmaya karşı hassas" ve slake durabilite indeksine göre de "yüksek durabilite" sonuçlarının saptandığını belirtmiştir. Durabilite saptama yöntemleri arasında bu tür tutarsızlıklara işaret eden araştırmacı kayaçların durabilitelerinin hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Topal ve Acir (2004), Sinop şehri Helaldı merkezde kıyıda kullanılacak zırh taşlarının (kalker ve kumtaşı) jeolojik malzeme olarak performanslarını incelediği çalışmasında, statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yöntemimin alt katmanda kullanılacak kayaçlar için daha uygunken, dinamik kaya durabilite indeksi yönteminin ise zırh tabaksı için kullanılacak kayaçların durabilitelerinin saptanmasında kullanımlarının daha uygun olduğunu belirtmiştir.

Yavuz (2006), İzmir şehir merkezinde kaldırım ve bordür taşı olarak kullanılan volkanik (andezit, tüf) kayaçların malzeme özellikleri incelenmiş ve bu özelliklere bağlı olarak çevresel ayrıştırıcı faktörler altında durabiliteleri saptanmıştır.

Erguler ve Ulusay (2009), kil içerikli kayaçlarda ıslanma-kuruma çevrimlerine karşı durabilitesini incelemiş ve bu kayaçların parçalanmaya karşı gösterdiği direncin kayaçların kil içeriğine bağlı olduğunu vurgulamıştır.

Molina ve diğer. (2011), gözenekli yapıya sahip kumtaşlarının donma-çözülme ve tuz kristallenmesi gibi iki ayrı hızlandırılmış ayrıştırma testleri uygulanarak durabiliteleri test edilmiştir.

Yavuz ve diğer. (2015), tüf gibi düşük dayanımlı taşlar genellikle sodyum sülfat tuz kristalleştirme testlerinin erken devirlerinde tamamen parçalanır. Düşük dayanımlı taşları açıkça ayırt etmek için tuz kristalleştirme testlerinden niceliksel sonuçlar elde etmek çok zordur. Bu belirsizlik, statik kaya durabilite indeksinin doğru tespitini etkiler.

Yavuz ve diğer. (2017), malzeme özellikleri belirlenen Buca yeşil andezitlerin doğal yapıtaşı standartlarıyla karşılaştırılarak durabiliteleri saptanmıştır.

1.5 Yöntem

Bu çalışmanın ilk aşaması, belirlenen 4 farklı taş ocağında yapılan saha çalışması kapsamında farklı 6 farklı volkanik kökenli kayaç üzerinde yürütülecek laboratuvar çalışmalarında kullanılmak üzere kaya blokları temin edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, saha çalışmasından temin edilen kaya bloklarından laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere kaya numuneleri hazırlanmıştır.

Hazırlanan kaya numunelerinin mineralojik ve petrografik özellikleri, birim hacim ağırlığı, görünür ve toplam porozite, ağırlıkça su emme, boşluk oranı, ultrasonik ses hızı iletkenliği ölçümü gibi fiziksel özellikleri ile tek eksenli basınç dayanımı, böhme yüzeysel aşınma kaybı, disk aşınma kaybı, nokta yükü dayanım indeksi ve brazilian çekme direnci gibi mekanik özellikler saptanarak, XRD ve kimyasal analiz yöntemleriyle kaya numunelerinin malzeme özellikleri belirlenmiştir. Bu aşamada elde edilen parametreler, doğal taş olarak kullanılacak olan farklı volkanik kökenli kayaçların malzeme özellikleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, malzeme özellikleri belirlenen kayaçların hızlandırılmış ayrıştırma testlerine tabi tutularak, ıslanma-kuruma sonrası kütle kaybı, donma-çözülme sonrası kütle kaybı, sodyum sülfat ve magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyleri sonrası kütle kayıpları belirlenmiş ve belirli döngü aşamalarında kayaçların fiziksel parametreleri saptanarak, deney sonrası kayaçlar tek eksenli basınç direnci testlerine tabi tutulmuştur.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, hızlandırılmış ayrıştırma testleri ışığında kayaçların durabiliteleri açısından, kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı, kuru ve doygun brazilian çekme direnci oranı, kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksi, yöntemleri kullanılarak sınıflandırılmışlardır.

Çalışmanın son aşamasında, durabilite saptama yöntemlerinden kayaçların yüzey kuru doygun birim hacim ağırlık, atmosferik şartlarda ağırlıkça su emme ve kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması gibi fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra tuz kristallenmesi deneyi gibi hızlandırılmış ayrıştırma testi sonuçlarının girdi olarak kullanıldığı statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yöntemi üzerinde yoğunlaşılmış ve girdi parametreleri değiştirilerek üretilen çok sayıdaki eşitlik değerlendirilmiş ve sonuçta kayaçların durabilitelerinin daha hassas tahmin edilebildiği yeni bir durabilite saptama yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem Modifiye Statik Kaya Durabilite İndeksi olarak isimlendirilmiştir.

BÖLÜM İKİ
MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

2.1 Mineralojik Özellikler

Belirlenen taş ocaklarından, Aliağa gri andezit (AGA), Aliağa pembe andezit (APA), Menemen pembe andezit (MPA), Foça beyaz tüf (FBT), Foça sarı tüf (FST) ve Alaçatı tüfü (AT) olmak üzere 6 farklı volkanik kökenli kaya blok örneklerinden alınmıştır (Şekil 2.1, 2.7, 2.13, 2.18, 2.21 ve 2.24). Alınan blok örnekler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında her bir kaya türü için 2 adet (paralel ve dik yönde) olmak üzere toplam 12 adet ince kesit hazırlanmış ve bu ince kesitler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikroskop Laboratuvarında alttan aydınlatmalı polarizan mikroskobunda incelenmiştir.

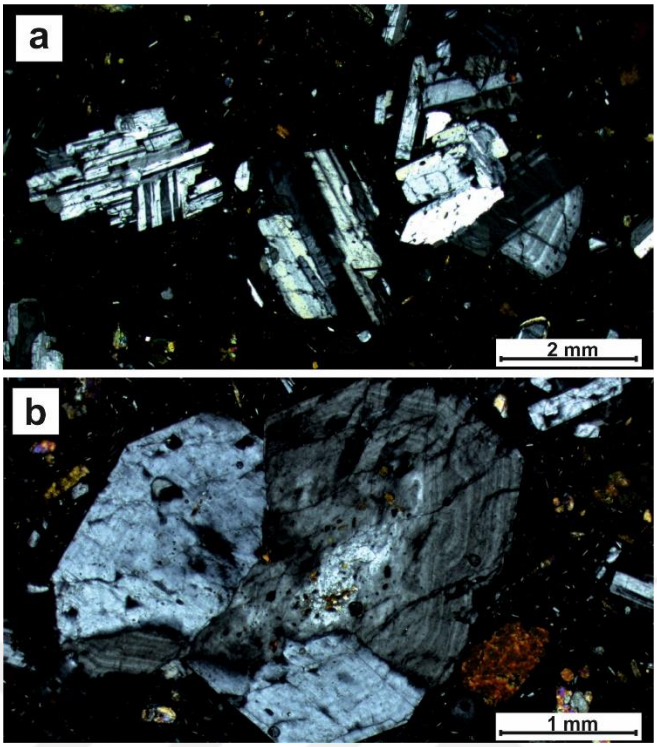
2.1.1 Aliağa Pembe Andezit

İncelenen ince kesitlerde, kayacın fenokristallerini plajioklas, piroksen (ortopiroksen ve klinopiroksen), amfibol ve biyotit oluşturmaktadır. Feldispatların hepsi plajiyoklas olarak belirlenmiştir. Plajiyoklaslar, polisentetik ikiz ve içerisinde piroksen inklüzyonlarından oluşan zonlu yapı, özşekillerini korumuş kristaller şeklinde görülmektedir (Şekil 2.2). Mikroskopta piroksenler sönme yönüne göre, ortopiroksen (dik sönme) ve klinopiroksen (eğik sönme) olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.3). Lamprobolit (bazik amfibol) kahverengi rengine sahip amfibol, özşekilli kristaller baklava dilinimi (çift yönlü) şeklinde görülmekte olup (Şekil 2.4), biyotitler ise kahverengi rengi ile tek yönlü dilinim gösteren kristaller özşeklini korumuş ve karakteristik kedigözü sönmesi ile ayırt edilmiştir (Şekil 2.5). Kayacın fenokristalleri genel olarak özşekilli olup, hipokristalen hyalopilitik doku göstermektedir.

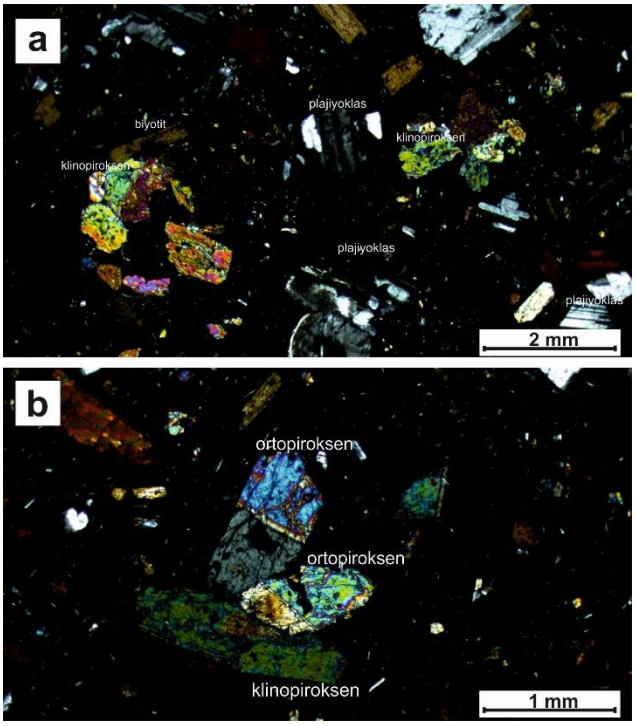
Mikroskopta kuvars levhasında incelenen ince kesitlerin matriksi volkanik cam ve mikrolitlerden oluşmuş ve cam fazının yaklaşık %70 civarında olduğu saptanmıştır. Mikroçatlak ve yönlenme görülmemektedir (Şekil 2.6). Aliağa pembe andezitinin kaya blok ve karot numunelerinin genel görünümü Şekil 2.1'de görülmektedir.



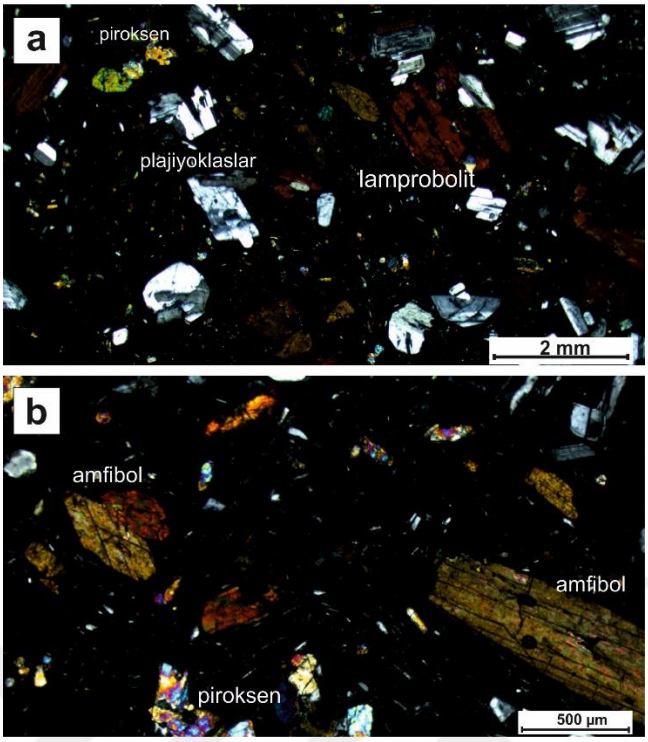
Şekil 2.1 Aliağa pembe andezitin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



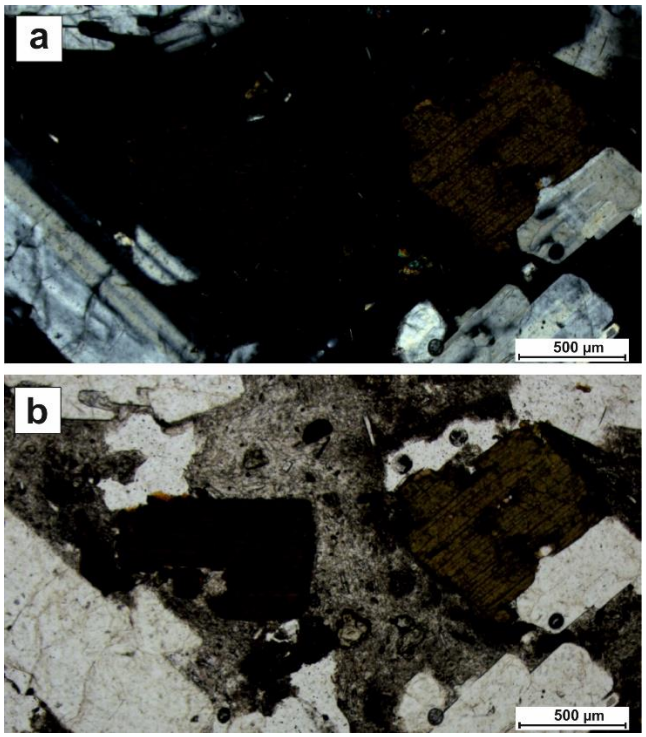
Şekil 2.2 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü +N (a) polisentetik ikiz (b) zonlu yapı



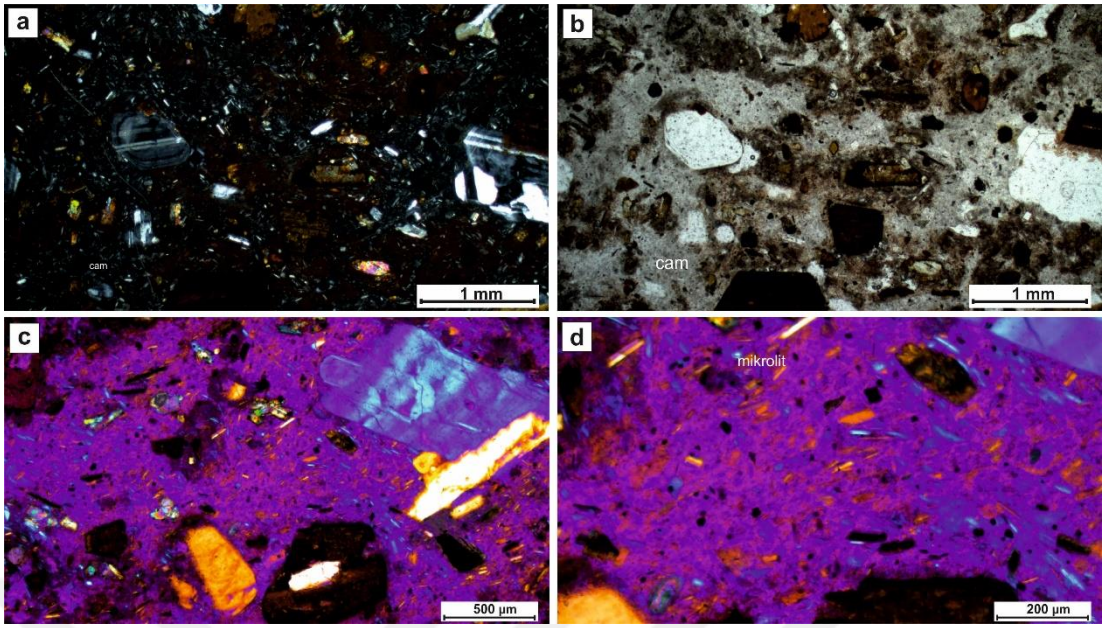
Şekil 2.3 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü (+N)



Şekil 2.4 Aliağa pembe andezitine ait ince kesitte amfibol mineralinin görünümü +N (a) kızıl kahverenginde lamprobolit (b) çift yönlü dilinim gösteren amfibol minerali



Şekil 2.5 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki biyotit mineralinin görünümü (a) +N (b) //N



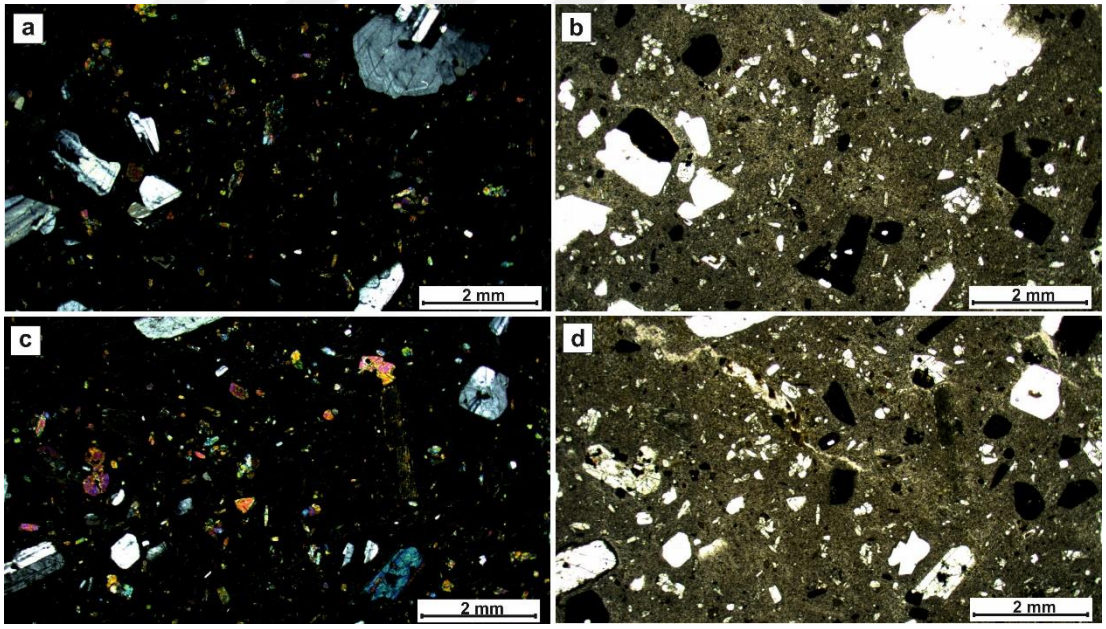
Şekil 2.6 Aliağa pembe andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü (a) +N'de genel görünümü (b) //N'de kayacın matriks görünümü (c) kuvars kaması devredeyken matriks görünümü (c) cam fazı+mikrolit görünümü

2.1.2 Aliağa Gri Andezit

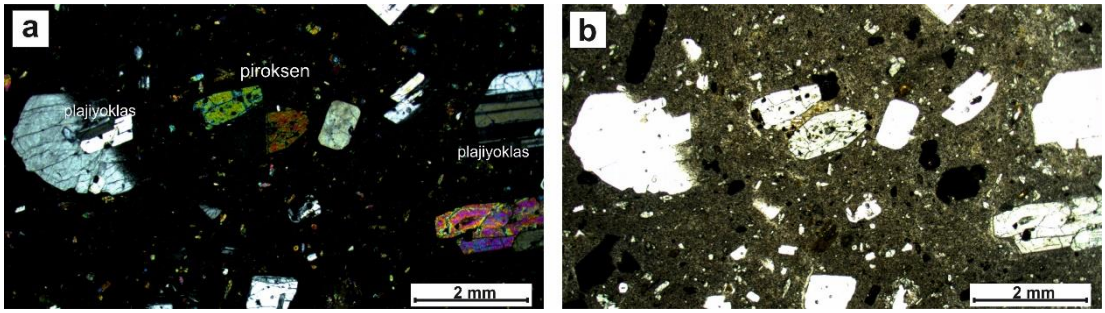
Aliağa gri andezitin fenokristalleri plajiyoklas, piroksen, amfibol ve biyotit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 2.8 ve 2.9). Gözlenen doku tipi ise hipokristalen mikrolitik dokudur. Mikrolitlerin yönlenmesi ile trakitik doku gözlemlenmiştir. Alterasyona bağlı olarak amfibol ve biyotit kristalleri demir kusması yaparak (FeO oluşumu) opaklaşma şeklinde görülmüş olup bu minerallerin varlığı şekilsel yorum yapılarak belirlenmiştir (Şekil 2.8). Kayacın dokusunda hem mineralleri hem de matriksi kesen kalsit dolgulu çatlaklar olduğu görülmekte ve bu çatlaklar kılcallaşarak birbirlerine bağlanmaktadır (Şekil 2.10). Hipokristalen mikrolitik dokuda olan gri andezitin matriksinde mikrokristallerin çok fazla (%85) olduğu, tespit edilmiştir (Şekil 2.11 ve 2.12). Bu durum, mikrokristallerin kafes sistemiyle birbirine kenetlenerek kayacın direncinin yüksek olmasına sebep olmuştur. Aliağa gri andezitinin kaya blok ve karot numunelerinin genel görünümü Şekil 2.7'de görülmektedir.



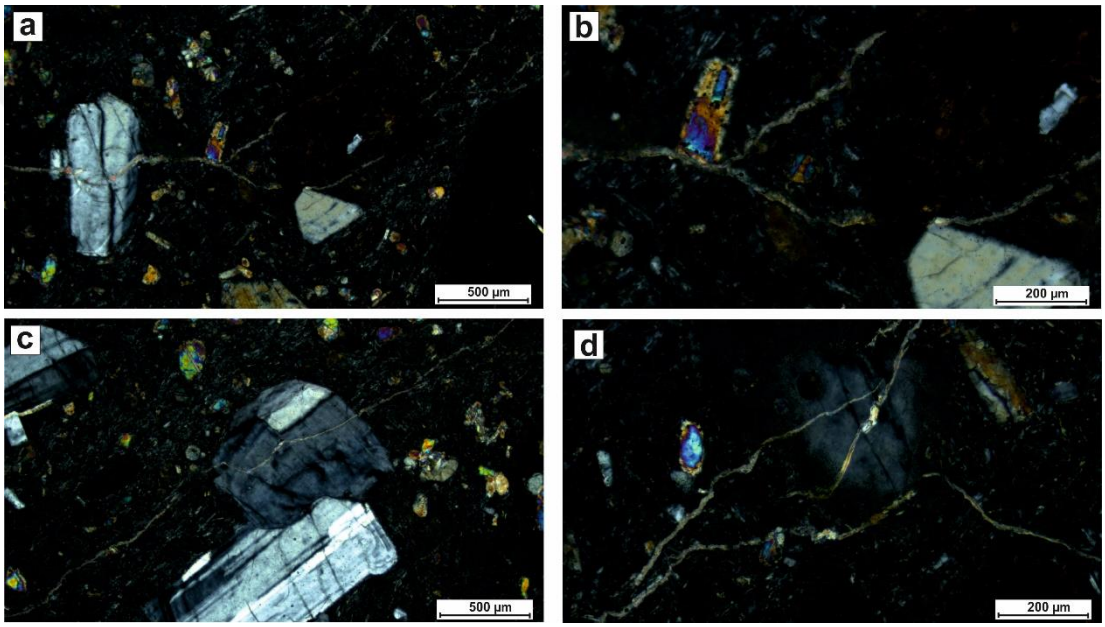
Şekil 2.7 Aliağa gri andezitin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



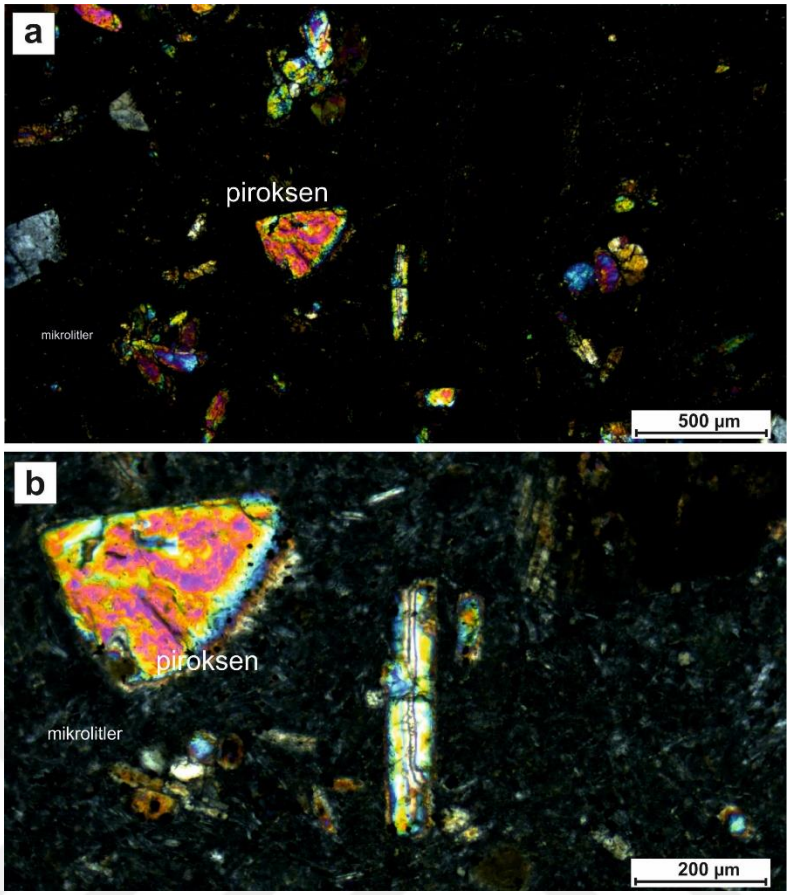
Şekil 2.8 Aliağa gri andezitinin polarizan mikroskop altındaki görünümü +N'de (a) ve (c) //N'de (b) ve (d)' de opaklaşmış amfibol ve biyotit mineralleri görünümü



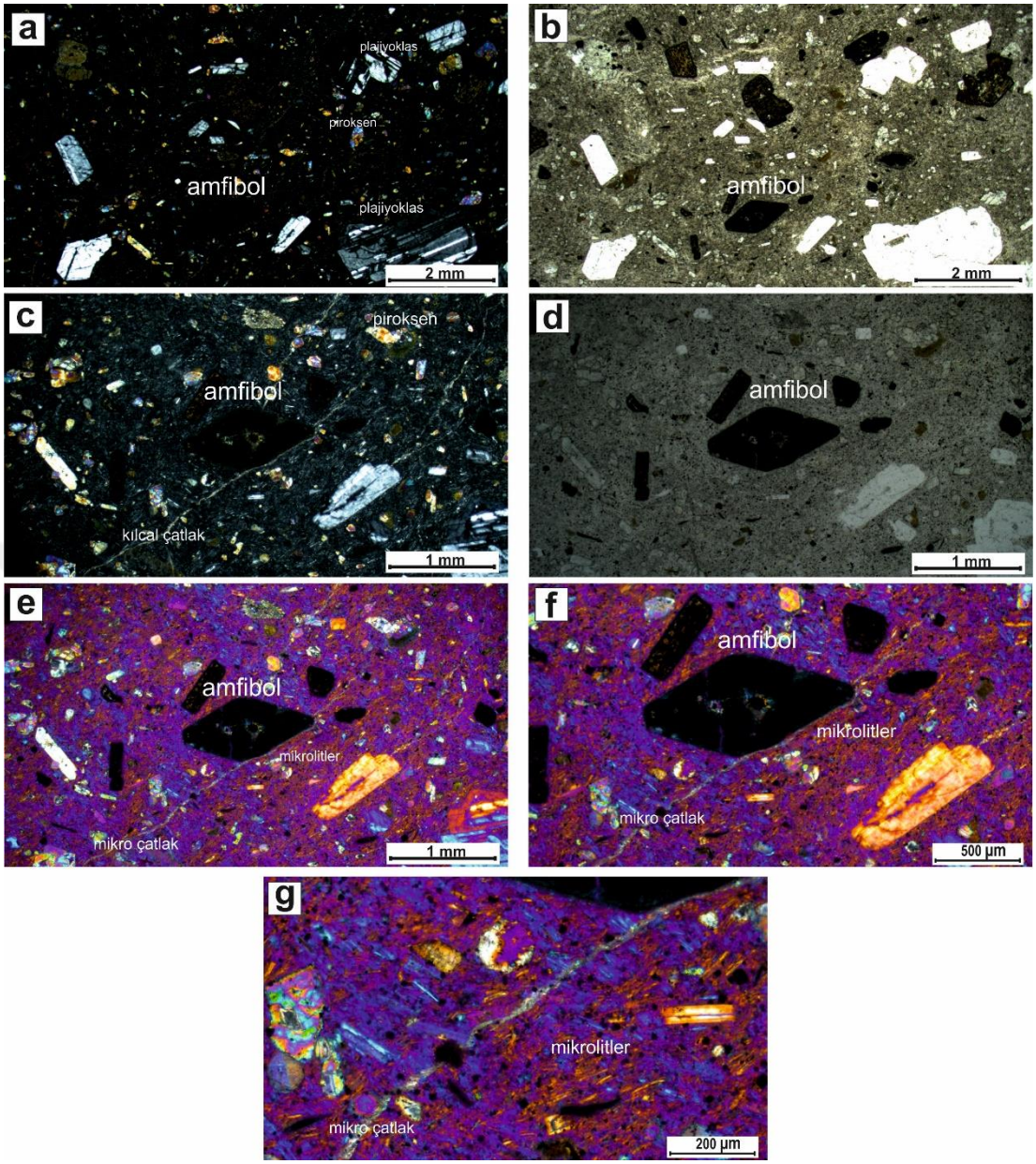
Şekil 2.9 Aliağa gri andezitinin polarizan mikroskop altında piroksen ve plojiyoklas minerallerinin görünümü (a) +N (b) //N



Şekil 2.10 Aliağa gri andeziti içerisinde matriksi kesen ve kılcallaşarak birbirlerine bağlanan kalsit dolgulu çatlaklar



Şekil 2.11 Aliağa gri andeziti içerisinde gözlenen hipokristalen mikrolitik doku



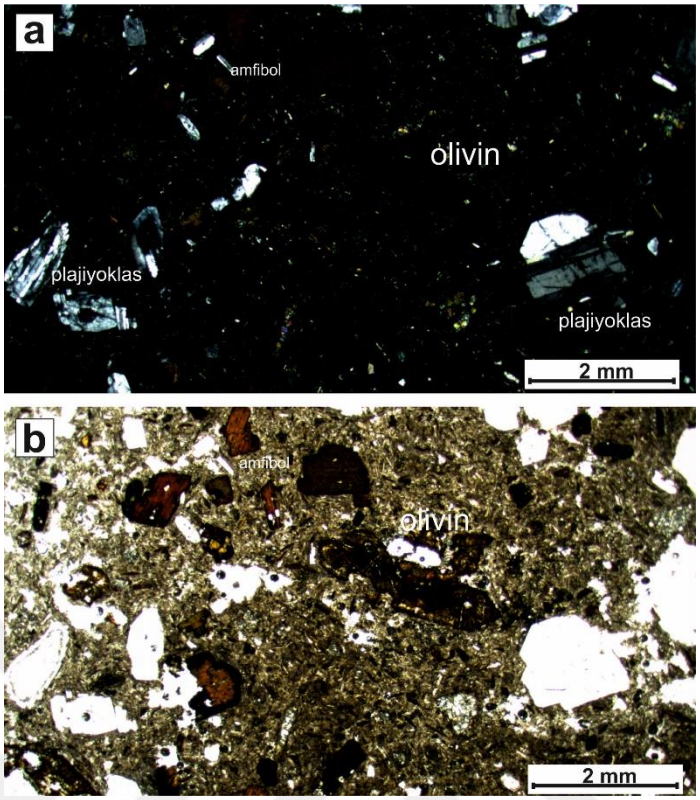
Şekil 2.12 Aliağa gri andezitin polarizan mikroskop altındaki görünümü (a) +N'de polisentetik ikiz gösteren plajiyoklaslar, piroksen ve opaklaşmış amfibol ve biyotit mineralleri (b) //N'de opaklaşmış amfibol minerali (c) +N'de kayacın dokusunda gelişen kalsit dolgulu kılcal çatlaklar (d) opaklaşmış amfibol minerali etrafında ki akma yapısı (e) kuvars kaması devredeyken kayacın dokusunun görünümü (f) mikro çatlak oluşumları ve mikrolitler (g) çatlak dolgusu

2.1.3 Menemen Pembe Andezit

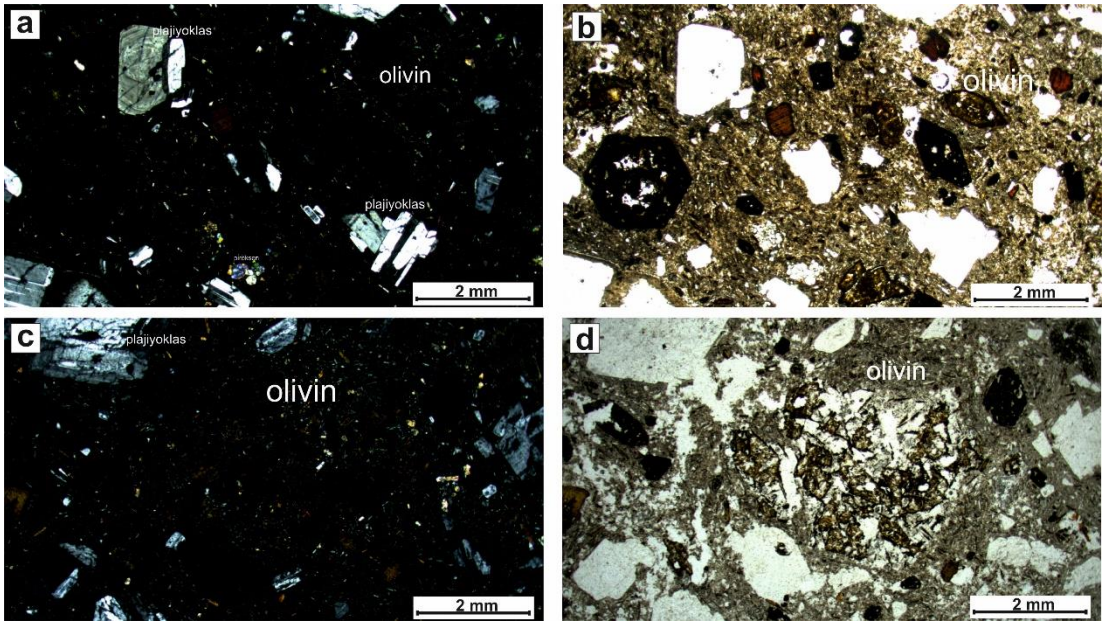
İncelenen ince kesitlerde kayacın fenokristalli makrodokusu plajiyoklas, amfibol ve olivin minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.14). Altere olmuş olivinlerde sosuritleşme görülmektedir (Şekil 2.15). Plajiyoklas ve amfibol mineralleri etrafında akma dokusu belirlenmiş olup, akma bandına paralel olarak mikrolitlerde belirgin bir yönlenme ile trakitik doku gözlemlenmiştir (Şekil 2.16). Kayacın matriksi cam fazı ve mikrolitlerden oluşmakta ve bölgesel olarak cam fazı ve mikrolit oranı değişmektedir. Kayacın matriksinde yer yer cam fazının yüksek mikrolitlerin az olduğu, mikrolit oranının yüksek olup cam fazının az olduğu ve cam+mikrolit oranının yarı yarıya olduğu saptanmıştır (Şekil 2.17). Menemen pembe andezitinin kaya blok ve karot numunelerinin genel görünümü Şekil 2.13'de görülmektedir.



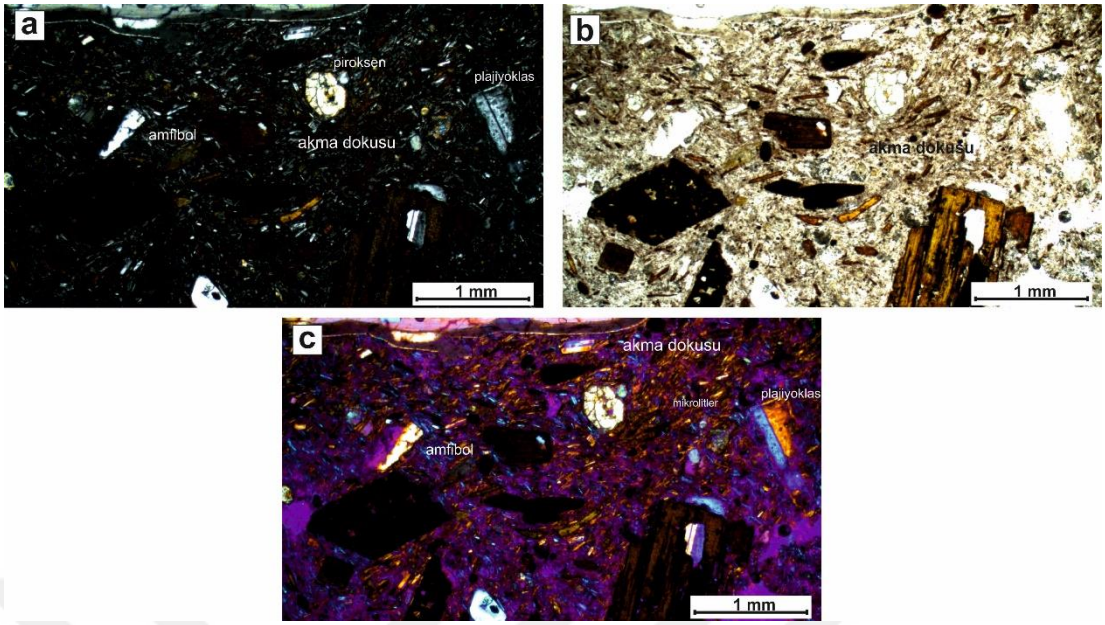
Şekil 2.13 Menemen pembe andezitinin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



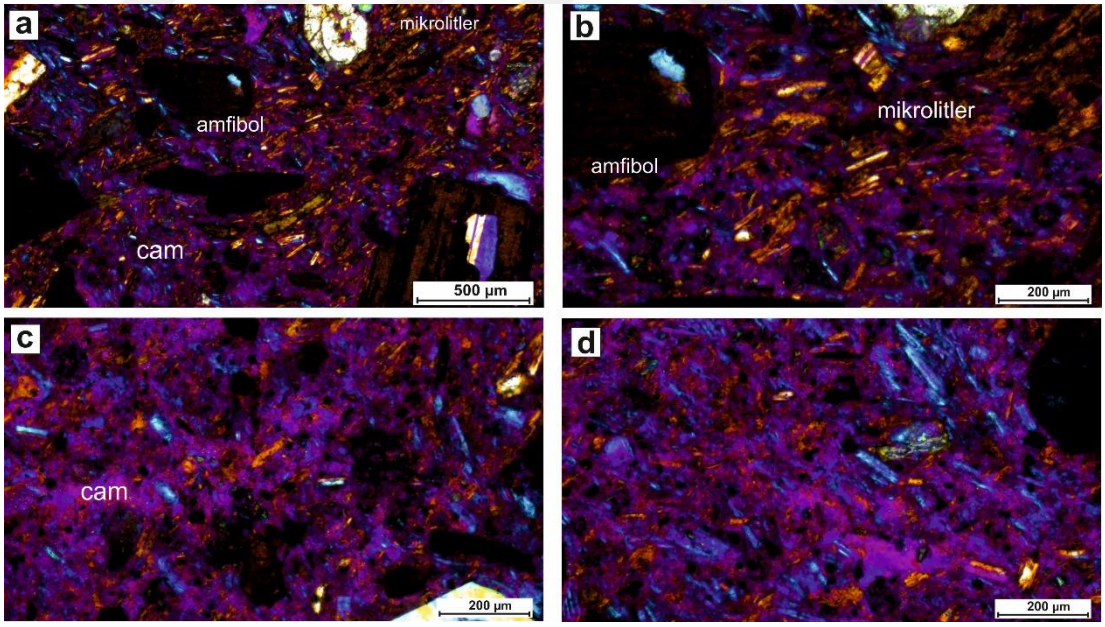
Şekil 2.14 Menemen pembe andezitin polarizan mikroskop altındaki genel görünümü (a) +N'de olivin, amfibol ve plajiyoklas mineralleri (b) //N



Şekil 2.15 Menemen pembe andezitin polarizan mikroskop altında olivin mineralinin görünümü (a) ve (c) +N (b) ve (d) //N (b) özşeklini korumuş olivin minerali (d) altere olmuş olivinde gözlenen sosuritleşme



Şekil 2.16 Menemen pembe andeziti (a) +N'de piroksen, amfibol, plajiyoklas (b) //N'de akma dokusu (c) kuvars kaması görünümünde, fenokristaller etrafında mikrolitlerin yönlenmesiyle oluşan akma dokusu



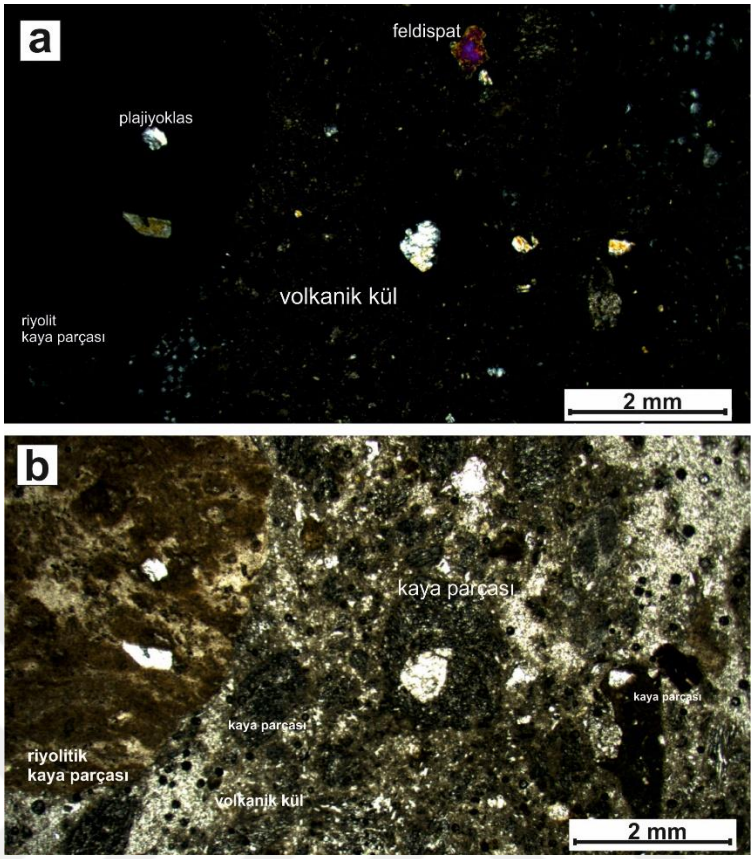
Şekil 2.17 Menemen pembe andeziti kuvars kaması aktifken (a) matriksin genel görünümü (b) mikrolit oranının yüksek olduğu kısımlar (c) cam fazının yüksek olduğu kısımlar ve (d) cam+mikrolit oranının yarı yarıya olduğu kısımların görünümü

2.1.4 Alaçatı Tüf

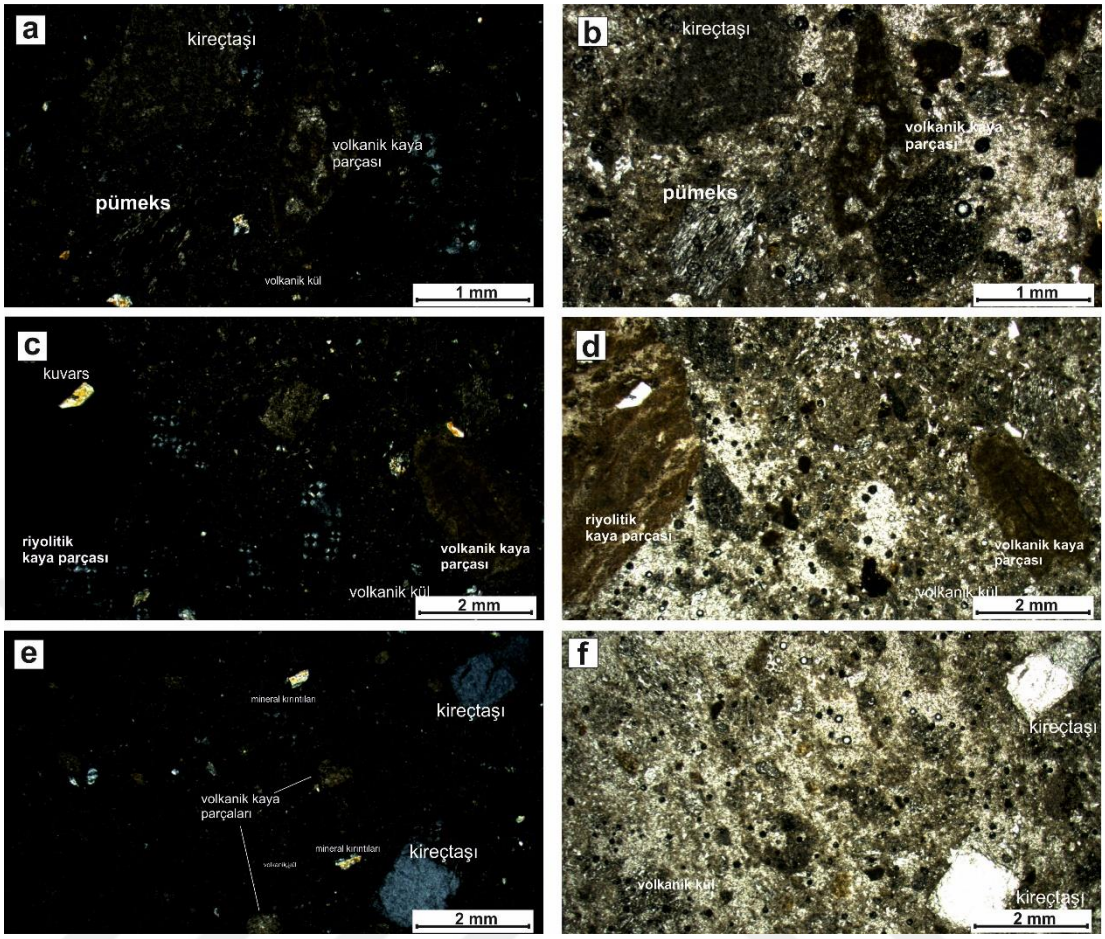
Alaçatı tüfü, volkanik kaya kırıntıları, pümeks parçaları ve mineral kırıntılarından oluşmaktadır. Andezit-dasit bileşimli volkanik kaya parçası içerisinde plajioklas mineralleri gözlemlenmiştir. Kayacın akma yapısıyla riyolitik kaya parçası vesiküler doku göstermektedir (Şekil 2.19). Kayaç içerisinde bol miktarda karbonat parçaları belirlenmiş olup, ışınsal uzun lifsi yapısıyla gözlenen pümeks parçaları gölsel kireçtaşı malzemesini içerisine almıştır. Mineral kırıntısı olarak gözlenen feldispatlar özşeklini korumuştur. Kayacın matriksinin volkanik külden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.20). Alaçatı tüfünün kaya blok ve karot numunelerinin genel görünümü Şekil 2.18'de görülmektedir.



Şekil 2.18 Alaçatı tüfünün genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 2.19 Alaçatı tüfünün polarizan mikroskop altındaki görünümü (a) +N (b) //N'de mineral kırıntıları ve volkanik kaya parçaları



Şekil 2.20 Alaçatı tüfünün (a ve b) volkanik külden oluşan matriksi, pümeks parçaları, kireçtaşı ve volkanik kaya parçaları (c ve d) riyolitik kaya parçası ve volkanik kül (e ve f) volkanik kaya parçaları ve kireçtaşı kırıntıları

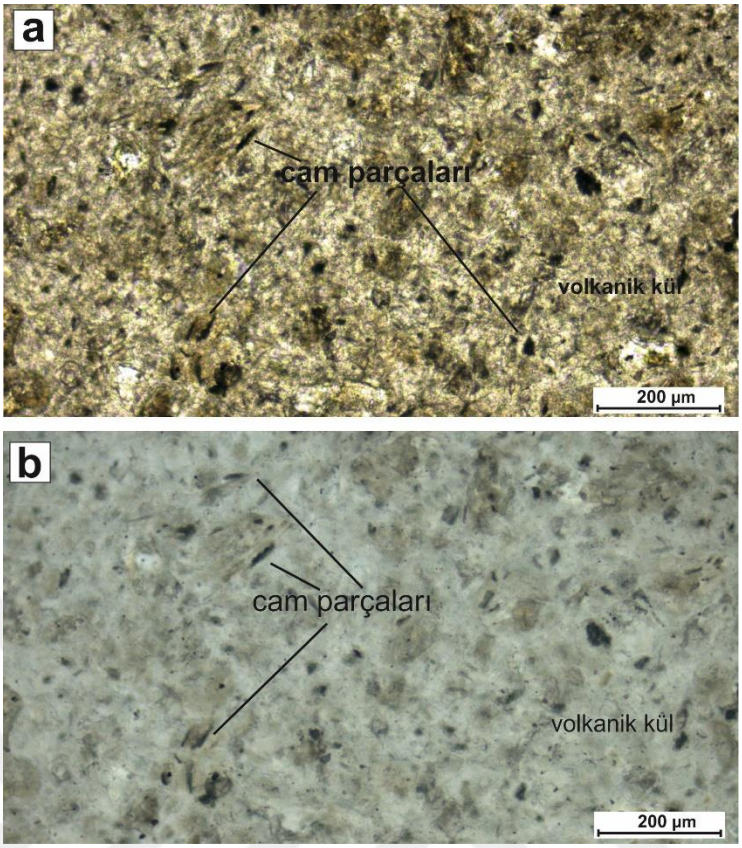
2.1.5 Foça Beyaz Tüf

Volkanizma sonucu havada asılı kalan kül göl ortamında çökelmiş ve kayaç tamamen çok ince volkanik kül malzemesinden oluşmuştur. Kayaç makroskobik olarak incelendiğinde katmanlı-laminalı yapıda olup beyaz ve yeşilimsi renkte görülmektedir (Şekil 2.21). Mikroskop altında incelenen ince kesitlerde, kayacın beyaz renkli kesimlerinde dokusunun, cam parçaları (glass shards) iğnemsi uzun riyolitik bileşimli pümeks parçaları şeklinde görülmüş ve çok ince volkanik külden oluştuğu saptanmıştır. 200 mikrondan daha küçük taneli mineral parçaları görülmüştür. İleri derecede killeşme (kaolinitleşme) belirlenmiştir (Şekil 2.22).

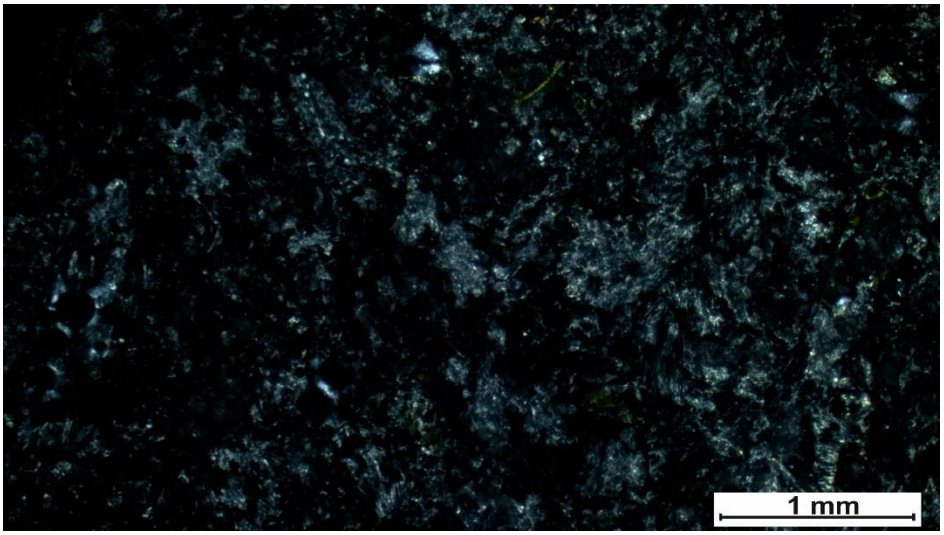
Makroskopik olarak kayacın yeşilimsi renkte görülen yapısının, mikroskop altında incelendiğinde dokusunun beyaz kısımlara oranla, volkanik kırıntılarca daha zengin, cam fazı daha yüksek ve killeşme fazının daha düşük olduğu saptanmıştır (Şekil 2.23). Bu laminalı yapı kayacın direncini olumsuz yönde etkilemiş olup, kayacın malzeme özelliklerini belirlemek için tabi tutulan deneylerde kayacın, anizotropiye sebep olan bu düzlemler boyunca, yenilmesine neden olmuştur.



Şekil 2.21 Foça beyaz tüfünün genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 2.22 Foça beyaz tüfünün beyaz bölümlerinin polarizan mikroskop altındaki görünümü



Şekil 2.23 Foça beyaz tüfünün yeşil bölümlerinin polarizan mikroskop altındaki görünümü

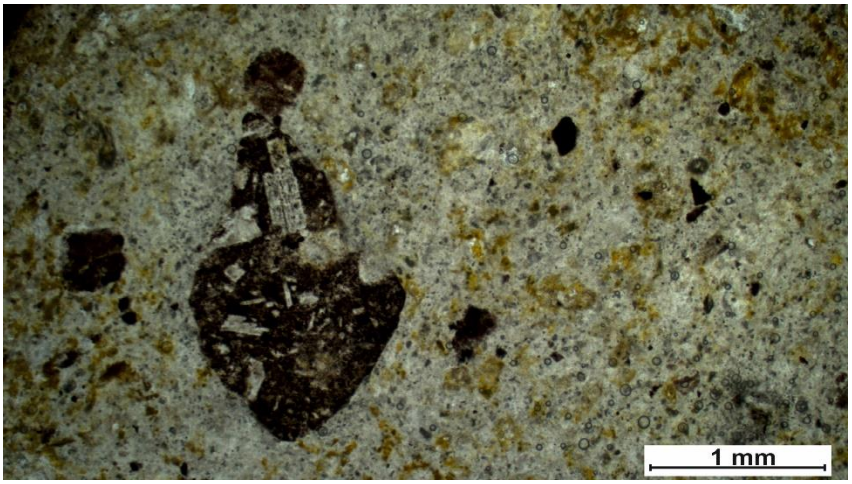
2.1.6 Foça Sarı Tüf

Volkanik faaliyetler sonucu çok ince volkanik kül malzemesinin gölsel ortam etrafında çökelmesiyle oluşmuş olan Foça sarı tüfünde belirgin bantlaşma görülmektedir (Şekil 2.24).

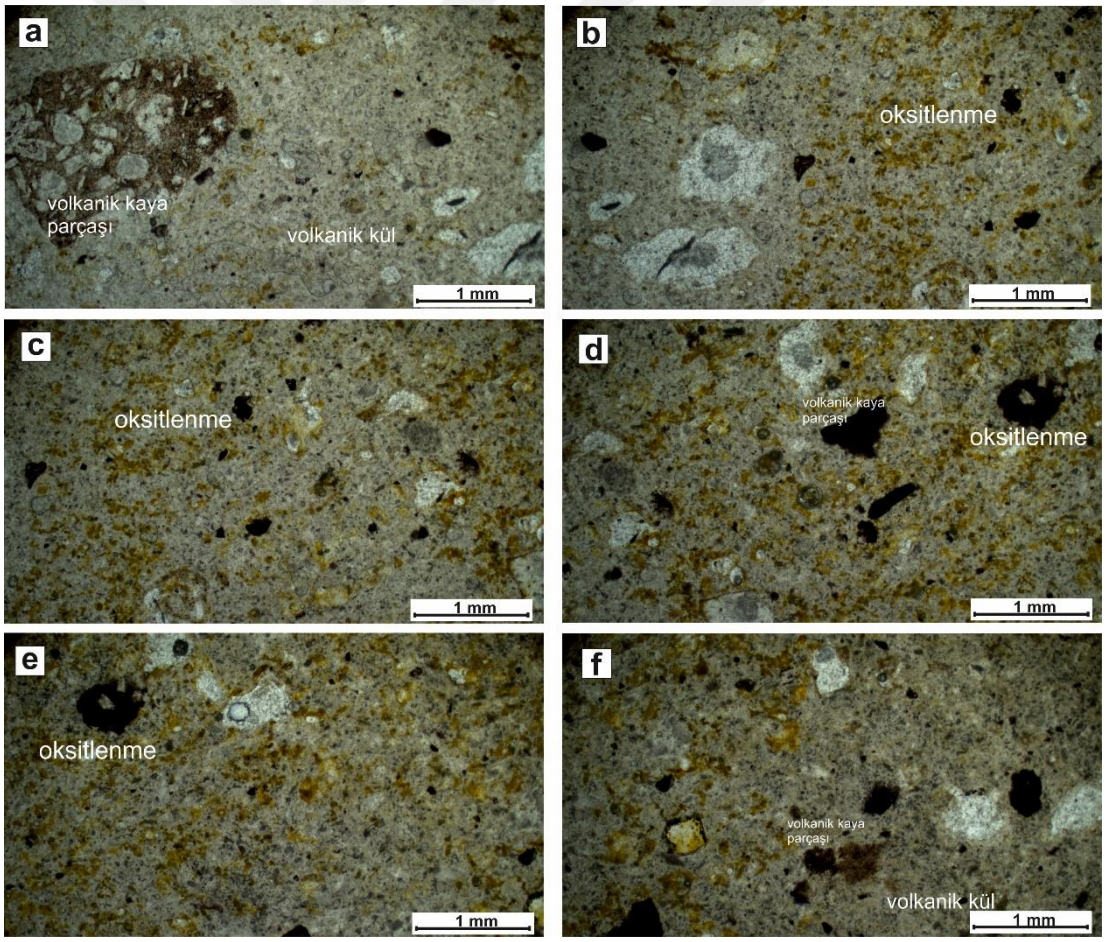
Kayacın dokusu çok ince kül malzemesinin yanı sıra bu matriks içerisinde yer alan 1 mm'lik andezit-dasit bileşimli kaya parçaları oluşturmaktadır (Şekil 2.25). Sedimanter ortamda çökelen ve alttan üstte doğru tane derecelenmesi gözlenen tüfte, sarı kısımların, volkanik külün birikimi sırasında veya birikimi sonrasında alterasyona bağlı bir oksitlenme sonucu geliştiği düşünülmektedir (Şekil 2.26).



Şekil 2.24 Foça sarı tüfünün genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 2.25 Foça sarı tüfünün ve içerdiği 1 mm'lik andezit dasit bileşimli volkanik kaya parçasının mikroskop altındaki görünümü (//N)



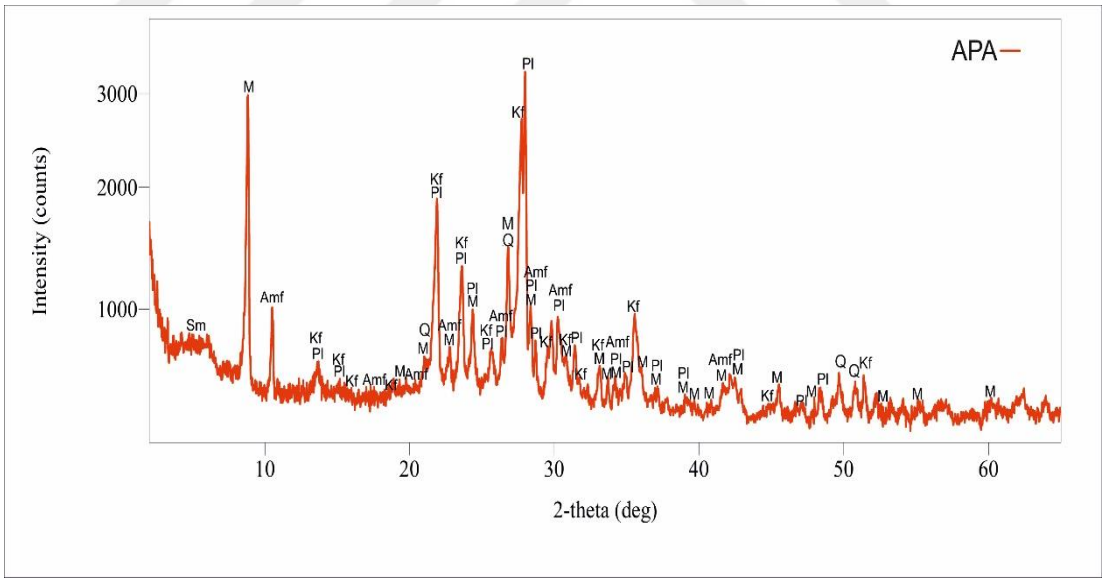
Şekil 2.26 Foça sarı tüfün polarizan mikroskop altında genel görünümü

2.2 X-Işını Kırınım (XRD) Analizleri

Çalışma kapsamında belirlenen volkanik kökenli 6 farklı kayacın, XRD analizleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarında yaptırılmış olup, XRD profil analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

2.2.1 Aliağa Pembe Andezit (APA)

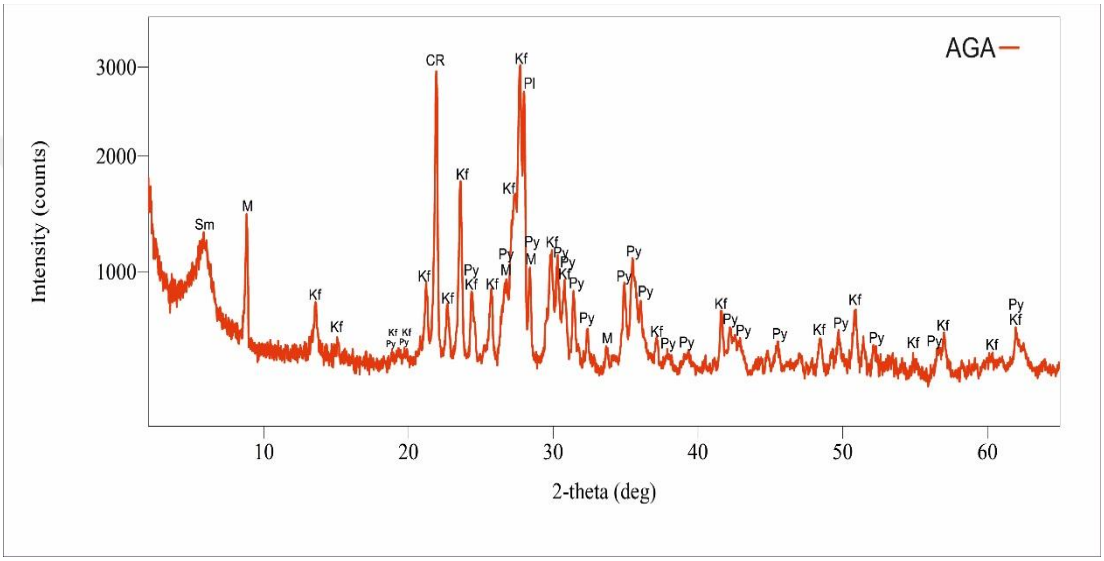
Aliağa pembe andezitinin XRD analiz sonuçlarına göre, plajiyoklas, K-feldispat, mika (biyotit), amfibol ve simektit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.27). Mineral kısaltmaları açıklaması: Pl: plajiyoklas; Kf: K-feldispat; Q: kuvars; M: mika (biyotit); Amf: amfibol; Sm: simektit).



Şekil 2.27 Aliağa pembe andezitin XRD analiz

2.2.2 Aliağa Gri Andezit (AGA)

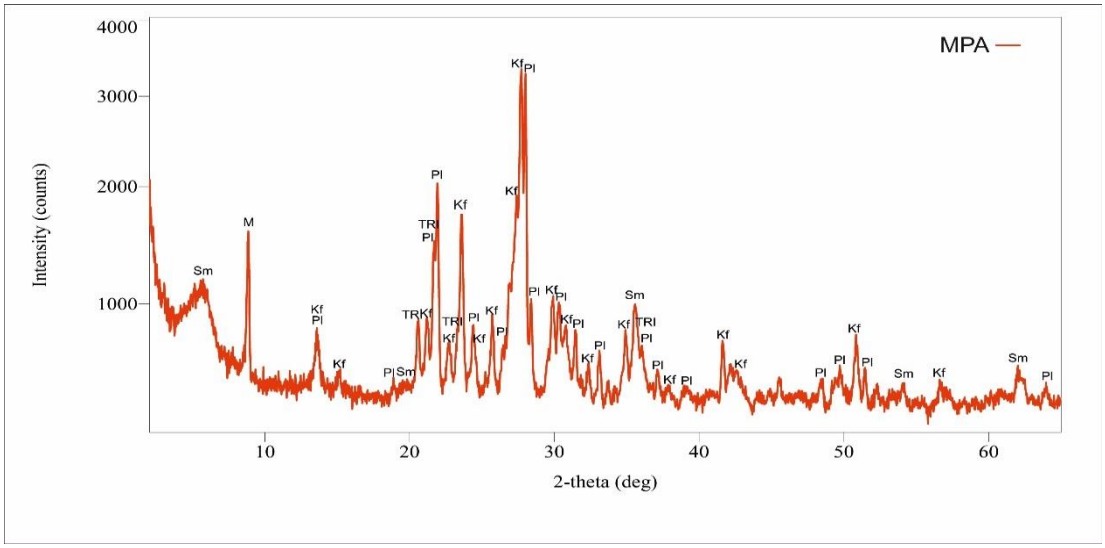
Aliağa gri andezit kayacının XRD analiz sonuçlarına göre kayacın, kristobalit, K-feldispat ve plajiyoklas, mika simektit ve piroksen minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.28). Mineral kısaltmaları açıklaması: (CR: kristobalit; Kf: K-feldispat; Pl: plajiyoklas; M: mika; Sm: simektit; Py: piroksen).



Şekil 2.28 Aliağa gri andezitin XRD analiz profili

2.2.3 Menemen Pembe Andezit (MPA)

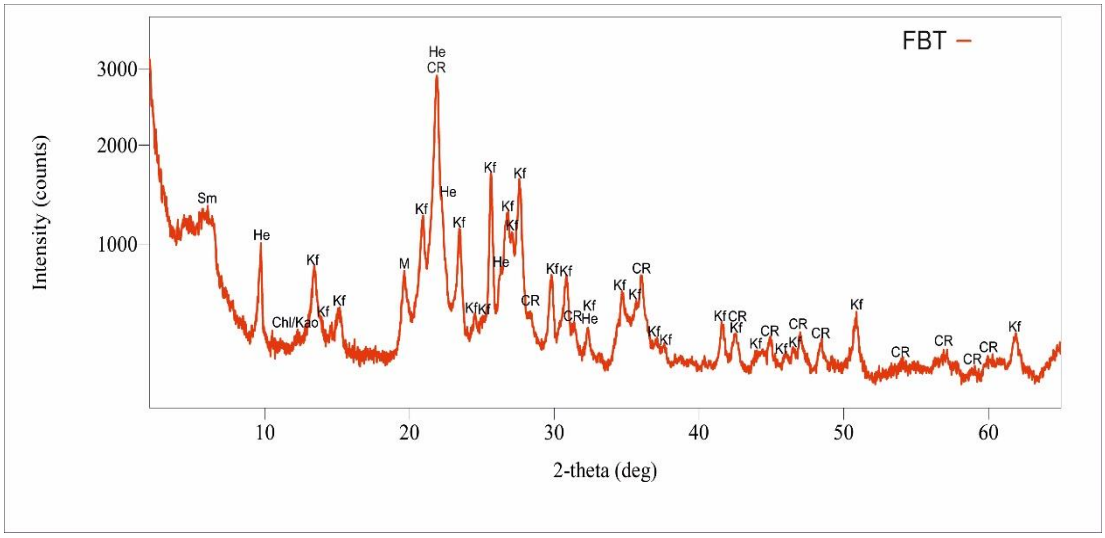
Menemen pembe andezitin XRD analiz sonuçlarına göre kayacın, K-feldispat, plajiyoklas, mika, tridimit ve simektit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.29). Mineral kısaltmaları açıklaması: (Kf: K-feldispat; Pl: plajiyoklas; M: mika; Sm: simektit; TRI: tridimit).



Şekil 2.29 Menemen pembe andezitin XRD analiz profili

2.2.4 Foça Beyaz Tüf (FBT)

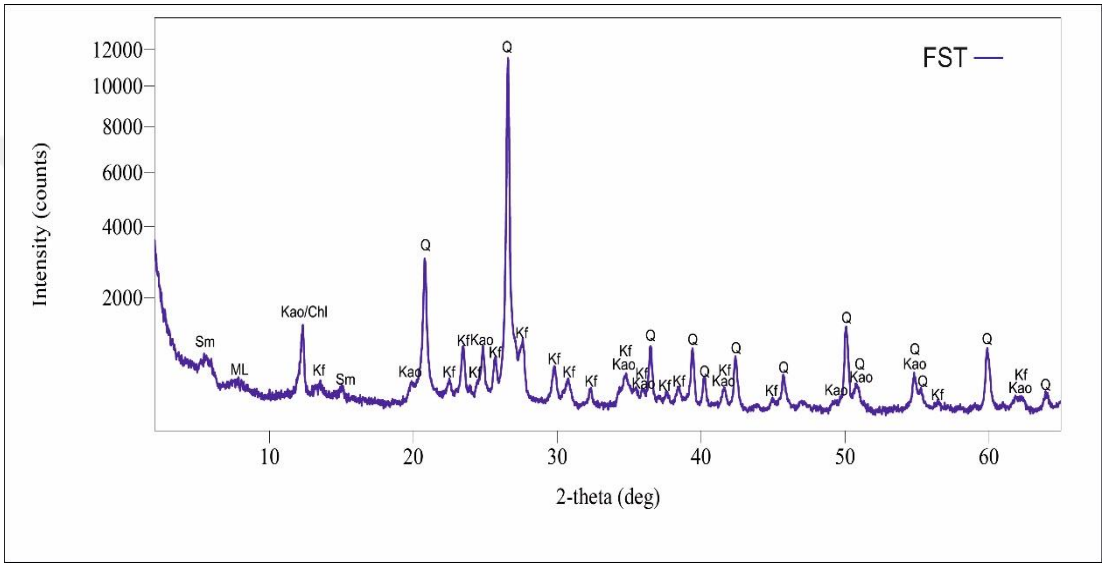
Foça beyaz tüfün XRD analiz sonuçlarına göre kayacın, kristobalit, helandit/klinoptilolit, k-feldispat, simektit, klorit ve/veya kaolinit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.30). Mineral kısaltmaları açıklaması: (CR: kristobalit; Kf: K-feldispat; He: helandit/klinoptilolit; Sm: simektit; Chl/Kao: klorit ve/veya kaolinit).



Şekil 2.30 Foça beyaz tüfün XRD analiz profili

2.2.5 Foça Sarı Tüf (FST)

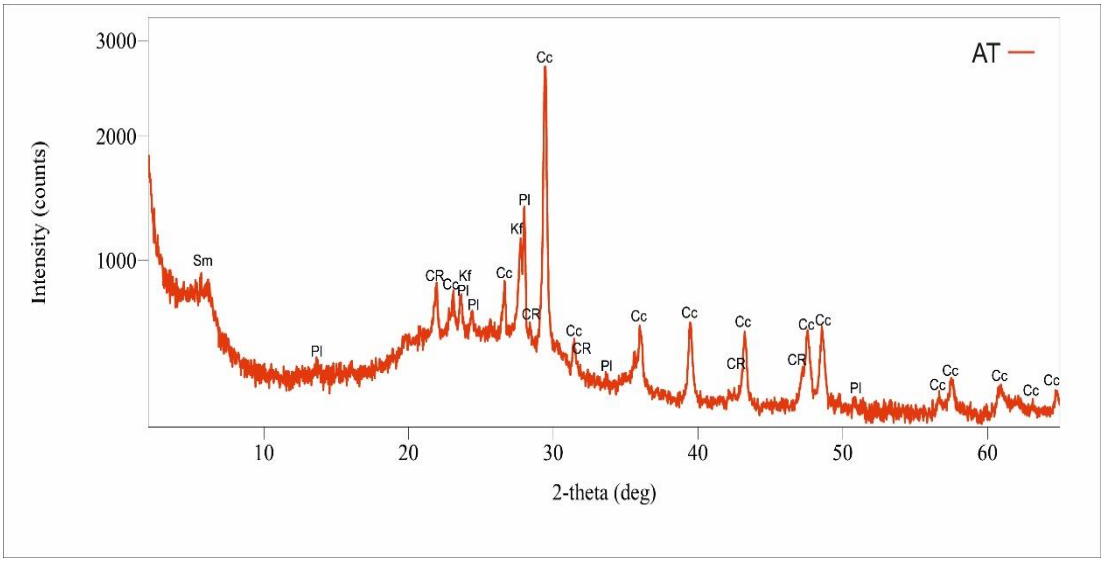
Foça sarı tüfün XRD analiz sonuçlarına göre kayacın, kuvars, kaolinit ve/veya klorit, simektit ve karışık tabakalı kil minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.31). Mineral kısaltmaları: (Q: kuvars; Kf: K-feldispat; Kao/Chl: kaolinit veya klorit; Sm: simektit; ML: karışık tabakalı kil minerali).



Şekil 2.31 Foça sarı tüfün XRD analiz profili

2.2.6 Alaçatı Tüf (AT)

Alaçatı tüfünün XRD analiz sonuçlarına göre kayacın, kalsit, plajiyoklas, k-feldispat, kristobalit ve simektit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.32). Mineral kısaltmaları açıklaması: (Cc: kalsit; Pl: plajiyoklas; Kf: K-feldispat; CR: kristobalit; Sm: simektit).



Şekil 2.32 Alaçatı tüfünün XRD analiz profili

2.3 Kimyasal Analiz

Çalışma kapsamında belirlenen volkanik kökenli 6 farklı kayacın, kimyasal analizleri, ALS Laboratuvar Hizmetleri Ltd.Sti. Gaziemir, İzmir'de yaptırılmış olup, kimyasal analiz sonuçları Tablo 2.1'de verilmiştir. Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre kayaçların ana elementleri belirlenmiş olan kayaç verileri Le Bas ve diğer.,1986'a tarafından önerilen toplam alkali silis diyagramına aktarılarak volkanik kayaçların tanımlaması yapılmıştır (Şekil 2.33).

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Aliağa pembe andeziti'nin (APA) ağırlık oranı (%) sırasıyla, (%61,3-SiO_2), (%15,5-Al_2O_3), (%5,47-Fe_2O_3), (%5,42-CaO), (%3,8-K_2O), (%2,84-MgO) ve (%2,78-Na_2O) elementlerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2.1). Bu veriler ışığında APA, Le Bas ve diğer., 1986'ya göre "andezit" olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.33).

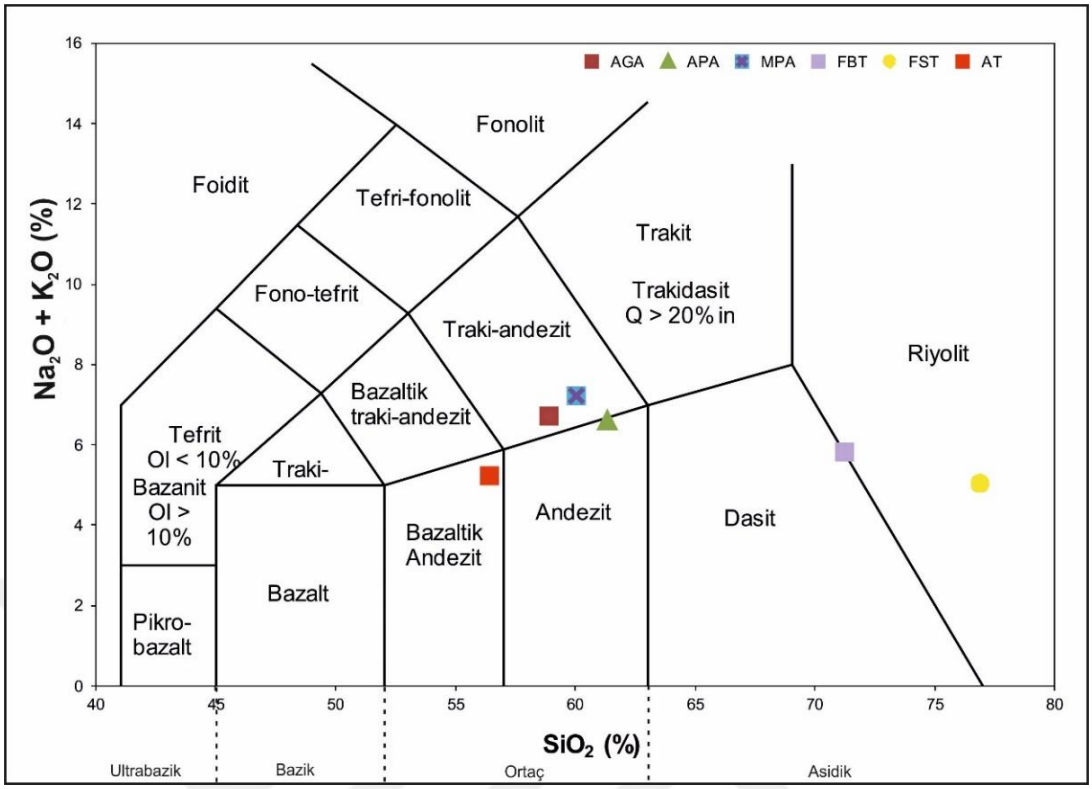
Kimyasal analiz sonuçlarına göre Aliağa gri andezit'nin (AGA) ağırlık oranı (%) sırasıyla, (%58,9-SiO_2), (%15,5-Al_2O_3), (%6,19-CaO), (%6,12-Fe_2O_3), (%3,83-K_2O), (%3,75-MgO), (%2,88-Na_2O) elementlerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2.1). Bu veriler ışığında AGA, Le Bas ve diğer., 1986'ya göre "traki-andezit" olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.33).

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Menemen pembe andezit'nin (MPA)'nın ağırlık oranı (%) sırasıyla, (%60-SiO_2), (%16,05-Al_2O_3), (%5,72-Fe_2O_3), (%5,5-CaO), (%3,97-K_2O), (%3,23-Na_2O), (%2,85-MgO) elementlerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2.1). Bu veriler ışığında AGA, Le Bas ve diğer., 1986'ya göre "traki-andezit" olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.33).

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Foça beyaz tüfü'nün (FBT) ağırlık oranı (%) sırasıyla, (%71,2-SiO_2), (%11,85-Al_2O_3), (%5,2-K_2O), (%1,07-CaO), (%0,74-Fe_2O_3), (%0,61-Na_2O), (%0,25-MgO) elementlerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2.1). Bu veriler ışığında AGA, Le Bas ve diğer.,1986'ya göre "dasit-riyolit" bileşimli olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.33).

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Foça sarı tüfü'nün (FST) ağırlık oranı (%) sırasıyla, (%76,9-SiO_2), (%13-Al_2O_3), (%4,91-K_2O), (%1,93-Fe_2O_3), (%0,12-Na_2O), (%0,1-MgO), (%0,08-CaO) elementlerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2.1). Bu veriler ışığında AGA, Le Bas ve diğer., 1986'ya göre "riyolit" bileşimli olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.33).

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Alaçatı tüfü'nün (AT) ağırlık oranı (%) sırasıyla, (%56,4-SiO_2), (%11,45-CaO), (%11,4-Al_2O_3), (%3,21-K_2O), (%1,99-Na_2O), (%1,56-Fe_2O_3), (%0,75-MgO) elementlerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2.1). Bu veriler ışığında AGA, Le Bas ve diğer., 1986'ya göre "bazaltik andezit" bileşimli olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.33).



Şekil 2.33 Toplam alkali-silis diyagramı (TAS) (LeBas ve diğer., 1986)

Tablo 2.1 Çalışma kapsamında incelenen kayaçların kimyasal analiz sonuçları

Kaya Türü / Element (%)	AGA	APA	MPA	FBT	FST	AT
SiO_2	58,9	61,3	60	71,2	76,9	56,4
Al_2O_3	15,5	15,5	16,05	11,85	13	11,4
Fe_2O_3	6,12	5,47	5,72	0,74	1,93	1,56
CaO	6,19	5,42	5,5	1,07	0,08	11,45
MgO	3,75	2,84	2,85	0,25	0,1	0,75
Na_2O	2,88	2,78	3,23	0,61	0,12	1,99
K_2O	3,83	3,8	3,97	5,2	4,91	3,21
Cr_2O_3	0,012	0,008	0,025	<0.002	0,002	0,004
TiO_2	0,72	0,68	0,79	0,07	0,11	0,18
MnO	0,09	0,09	0,1	0,02	0,01	0,09
P_2O_5	0,36	0,32	0,42	0,01	0,01	0,05
SrO	0,06	0,06	0,06	<0.01	<0.01	0,02
BaO	0,13	0,13	0,1	0,03	0,03	0,03
Kızdırma Kaybı	2,07	1,46	2,22	7,15	4,15	14,05
Toplam	100,61	99,86	101,04	98,2	101,35	101,18

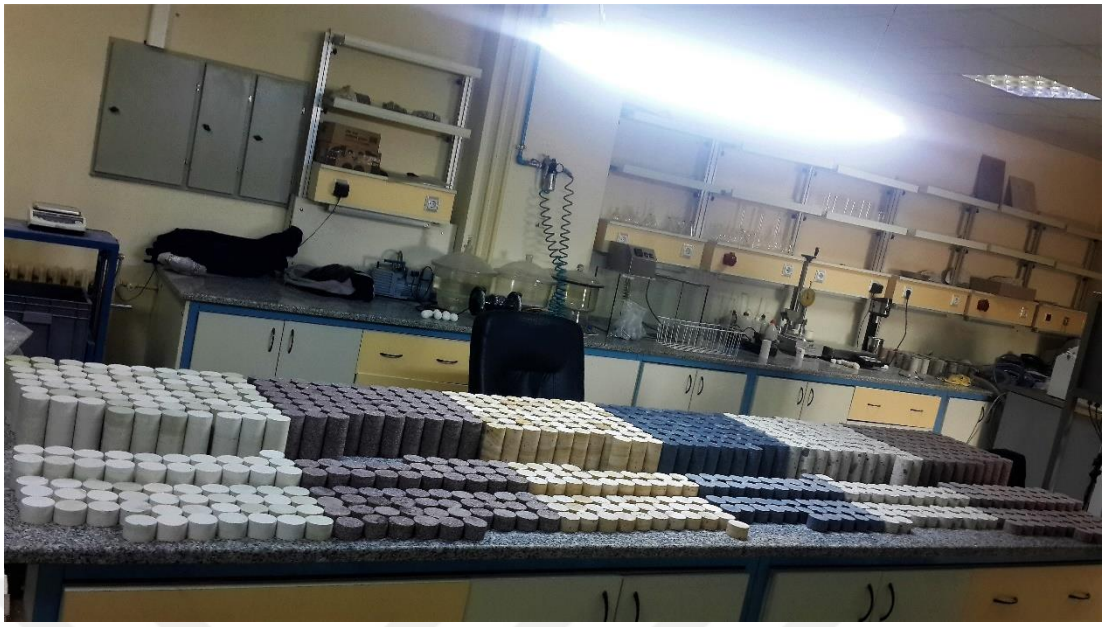
BÖLÜM ÜÇ
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

3.1 Giriş

İncelenen kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında taş ocaklarından temin edilen kaya bloklarından laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere 54 mm çapında boy/çap oranı 2 olan 450, boy/çap oranı 1 olan 160 adet silindirik karot numunesi, boy/çap oranı 0,50 olan 120 adet disk numune, 7×7×7 cm boyutlarında 30 adet, 100×70×40 mm boyutlarında 30 adet numune ve toplam 800 gr 0,063 mm'lik toz numune ilgili deney standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır (Tablo 3.1 ve Şekil 3.1). Bu numuneler üzerinde ilgili standartlarda öngörülen prosedüre uygun şekilde yürütülen deneylerle kayaçların, yoğunluk, kuru ve doygun birim hacim ağırlık, atmosferik ve vakum basıncı altında su emme, görünür (etkin) ve toplam porozite, özgül ağırlık, boşluk oranı, kuru ve doygun ultrasonik p-dalga hızı gibi fiziksel özellikleri ile tek eksenli basınç direnci, nokta yükü dayanım indeksi, brazilian (indirekt) çekme direnci, disk aşınma kaybı ve böhme yüzeysel aşınma kaybı gibi mekanik özellikleri saptanmıştır.

Tablo 3.1 Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler ve uygulanan standartlar

Fiziksel Özellikler	**Standartlar**
Kuru Birim Hacim Ağırlık	ISRM (2007)
Doygun Birim Hacim Ağırlık	ISRM (2007)
Özgül Ağırlık	TS EN 1936 (2006)
Görünür (Etkin) Porozite	ISRM (2007)
Toplam Porozite	TS EN 1936 (2006)
Boşluk Oranı	ISRM (2007)
Atmosferik Şartlar Altında Ağırlıkça Su Emme	TS EN 13755 (2003)
Vakum Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme	TS 699 (2009)
Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği	ISRM (2007)
Mekanik Özellikler	
Tek Eksenli Basınç Direnci	ISRM (2007)
Nokta Yükü Dayanım İndeksi	ISRM (2007)
Brazilian (İndirekt) Çekme Direnci	ISRM (2007)
Böhme Yüzeysel Aşınma Kaybı	BS EN 14157 (2004)
Disk Aşınma Kaybı	BS EN 14157 (2004)



Şekil 3.1 Deneylerde kullanılmak üzere hazırlanan karot örneklerinin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)

3.2 Fiziksel Özellikler

Kayaçların fiziksel özellikleri ilgili standartlarda belirtilen prosedüre uygun olarak toplam 412 kaya numunesi üzerinde yapılan deneylerle belirlenmiştir (Tablo 3.1).

3.2.1 Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık tayini deneyinde, çeneli kırıcı yardımıyla kırılan ve agat değirmende 0,063 mm göz açıklıklı elekten tümüyle geçebilecek şekilde öğütülen toz numuneler, 105±5 ℃ ki etüvde sabit kütleye erişinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra bu numune içerisinden deneyde kullanılmak üzere ± 0,01 gr hassasiyetli terazi yardımıyla 10 gr'lık toz numune alınmıştır (m_e). Temizlenip kurutulan boş piknometrenin ağırlığı belirlenerek, 10 gr'lık numune piknometre içerisine konulmuş ve piknometrenin yarısına gelinceye kadar saf su koyularak, numunenin dağılması için piknometre içerisindeki sıvı çalkalanmıştır.

Piknometre vakum cihazına bağlanmış ve su içerisinde oluşan hava kabarcıklarının tamamen çıkışı sağlanana kadar (2±0,7) kPa'lık vakum uygulanmıştır (Şekil 3.2). Daha sonra piknometre ağzına kadar saf su ile doldurulmuş ve numune çöküp, su berrak hale gelinceye kadar bekletilen piknometre ± 0,01 gr doğrulukla tartılmıştır (m_1). Son olarak tartımı yapılan piknometre boşaltılıp yıkanmış, saf su ile tamamen doldurulmuş ve saf su ile dolu piknometre ± 0,01 gr doğrulukla tartılmıştır (m_2). Çalışmada kullanılan kayaçların özgül ağırlık değerleri aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3.2'de verilmiştir (Eşitlik 3.1).



Şekil 3.2 Özgül ağırlık deneyinde kullanılan piknometre ve vakum cihazının görünümü (Kişisel arşiv, 2019)

$$Gs = \frac{m_e}{m_2 + m_e - m_1} \tag{3.1}$$

Gs: Özgül ağırlık

m_e: Numune ağırlığı (gr)

m_1: Piknometre + numune + saf su ağırlığı (gr)

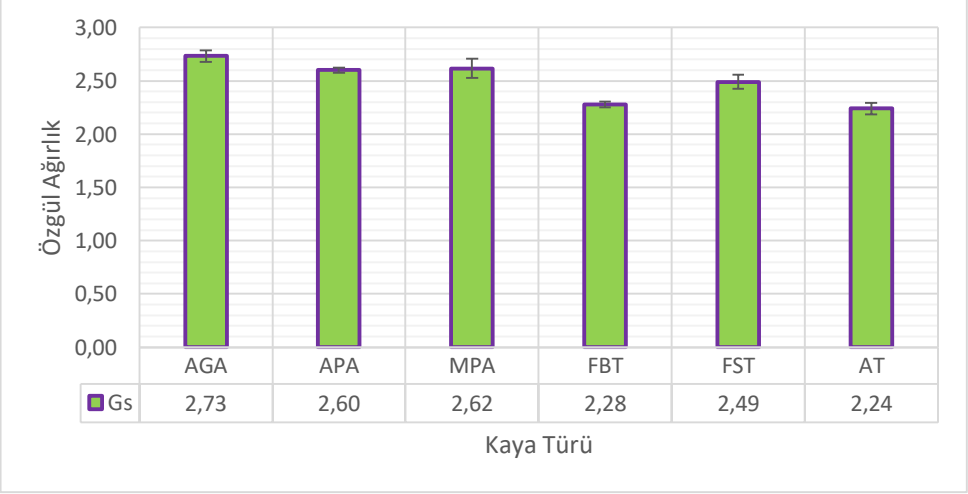
m_2: Piknometre + saf su ağırlığı (gr)

Çalışılan kayaçların özgül ağırlıklarına bakıldığında bu değerlerin 2.73 ile 2.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. 2,73 ile Aliağa gri andeziti (AGA) çalışılan kayaçlar içerisinde en yüksek özgül ağırlık değerine sahipken 2.24 ile en düşük özgül ağırlık değeri Alaçatı tüfü için belirlenmiştir (Tablo 3.2 ve Şekil 3.3).

Tablo 3.2 Özgül ağırlık deney sonuçları

Kayaç Türü	**N**	**Özgül Ağırlık**	
		Ortalama	Standart Sapma (±)
Aliağa Gri Andezit (AGA)	2	2,73	0,06
Aliağa Pembe Andezit (APA)	2	2,60	0,02
Menemen Pembe Andezit (MPA)	2	2,62	0,09
Foça Beyaz Tüf (FBT)	2	2,28	0,03
Foça Sarı Tüf (FST)	2	2,49	0,07
Alaçatı Tüf (AT)	2	2,24	0,05

N: deney sayısı



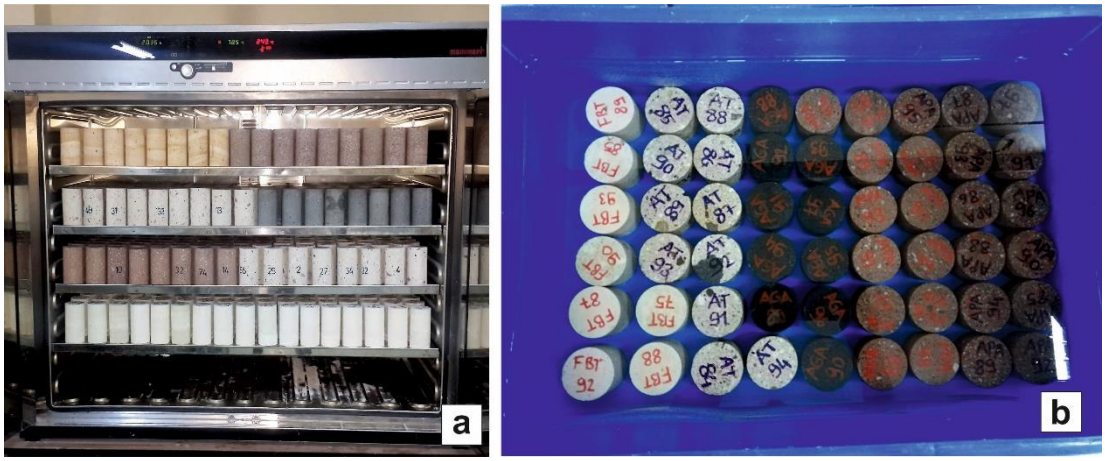
Şekil 3.3 Kayaçların özgül ağırlık sonuç grafiği

3.2.2 Atmosferik Basınç Altında Ağırlıkça Su Emme

Çevresel ayrıştırıcı faktörlerden biri ola su, kayaçların boşluklu yapısına nüfuz ederek gözenekler arasında ilerlemesi kayaçlarda önemli derecede bozunmalar meydana getirir (Winkler, 1986). Bir kayacın su emme kabiliyeti, gözenekliliği ile yakından ilgili olmasıyla birlikte, etkin gözenekliliğin değeri ne kadar yüksekse, toplam su emilimi o kadar yüksek olur (Siegesmund, 2014).

Bu nedenle, kayaçların su emme değerleri durabilite sınıflaması açısından oldukça önemlidir. Eğer kayacın su emme değeri yüksek ise çevresel ayrıştırıcı faktörlere karşı direnci zayıf olacağından kayacın durabilitesi de düşük olacaktır (Erdoğan ve Yavuz, 2004).

Ağırlıkça su emme deneyi TS EN 13755 (2003) standartlarına uygun olarak yürütülmüş olup toplam 412 karot örneğinde ağırlıkça su emme testi uygulanmıştır. Atmosfer basıncı altında tüm numuneler su içerisine konularak 24±2 saat süre bekletilmiş ve sudan çıkarılan karot örneklerinin yüzeyleri nemli bir bezle silinerek en az ± 0,01 gr yaklaşımla tartabilen hassas terazide yüzey kuru doygun ağırlıkları ölçülmüştür. Yüzey kuru doygun ağırlıkları ölçülen numuneler, sıcaklığı 105±5 ℃ de sabit tutabilen havalandırmalı etüvde 24±2 saat sabit kütleye erişinceye kadar kurutulduktan sonra, numunelerin kuru ağırlıkları hassas terazide ölçülmüştür (Şekil 3.4). Atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme değeri aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuş olup sonuçlar yüzde olarak Tablo 3.3'de verilmiştir (Eşitlik 3.2).



Şekil 3.4 Deney numunelerinin etüv ve su içerisindeki görünümleri (Kişisel arşiv, 2019)

$$Ağırlıkça\ Su\ Emme = \frac{W_d - W_k}{W_k} \times 100 \quad (3.2)$$

W_{atm}: Atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme (%)
W_d: Yüzey kuru doygun ağırlık (gr)
W_k: Kuru ağırlık (gr)

Elde edilen veriler sonucunda atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerlerinin %0,67 ile %18,18 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.3). Deney sonuçlarına göre çalışılan kayaçlardan Aliağa gri andezitinin (AGA) (%0,67) en düşük Alaçatı tüfünün (AT) ise (%18,18) en yüksek atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük standart sapma 0,10 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 1,60 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Tablo 3.3 ve Şekil 3.5).

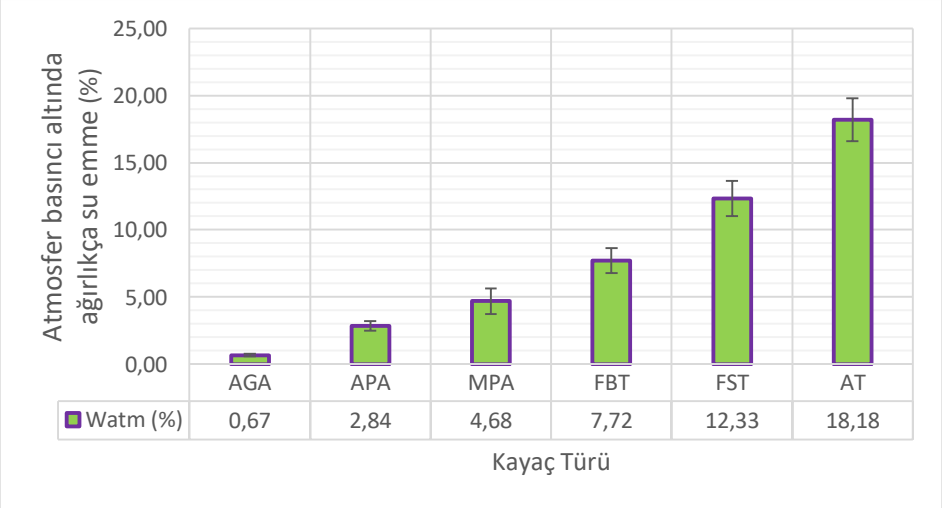
TS 1910 standardına göre, doğal taşların kaplama taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken ağırlıkça su emme sınır değeri (< % 0,75), TS 10835 standardına göre, volkanik kayaçların taşıma ve kaplama taşı olarak kullanılabilirliği için ağırlıkça su emme sınır değeri (< % 0,70) olarak, TS EN 1467 standardına göre ağırlıkça su emme sınır değeri (< %1,80) olarak belirtilmiştir.

Çalışılan kayaçların ağırlıkça su emme değerleri, TS 1910, TS 10835 ve TS EN 1467 (2005) standartlarına göre ele alındığında, ağırlıkça su emme değeri %0,67 ile Aliağa gri andezitin (AGA) standartlarda belirtilen ağırlıkça su emme sınır değerlerinin altında olduğu saptanmıştır. İncelenen diğer kaya türleri olan APA, MPA, FST, FBT ve AT standartlarda belirtilen ağırlıkça su emme sınır değerinin üstünde olduğu görülmektedir.

Tablo 3.3 Atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme deney sonuçları

Kayaç Türü	**Atmosferik Basınç Altında Ağırlıkça Su Emme (%)**		
	N	Ort.	S.S (±)
Aliağa Gri Andezit (AGA)	77	0,67	0,10
Aliağa Pembe Andezit (APA)	71	2,84	0,35
Menemen Pembe Andezit (MPA)	55	4,68	0,97
Foça Beyaz Tüf (FBT)	78	7,72	0,92
Foça Sarı Tüf (FST)	69	12,33	1,31
Alaçatı Tüf (AT)	62	18,18	1,60

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; Ort: Ortalama değer; S.S: Standart sapma



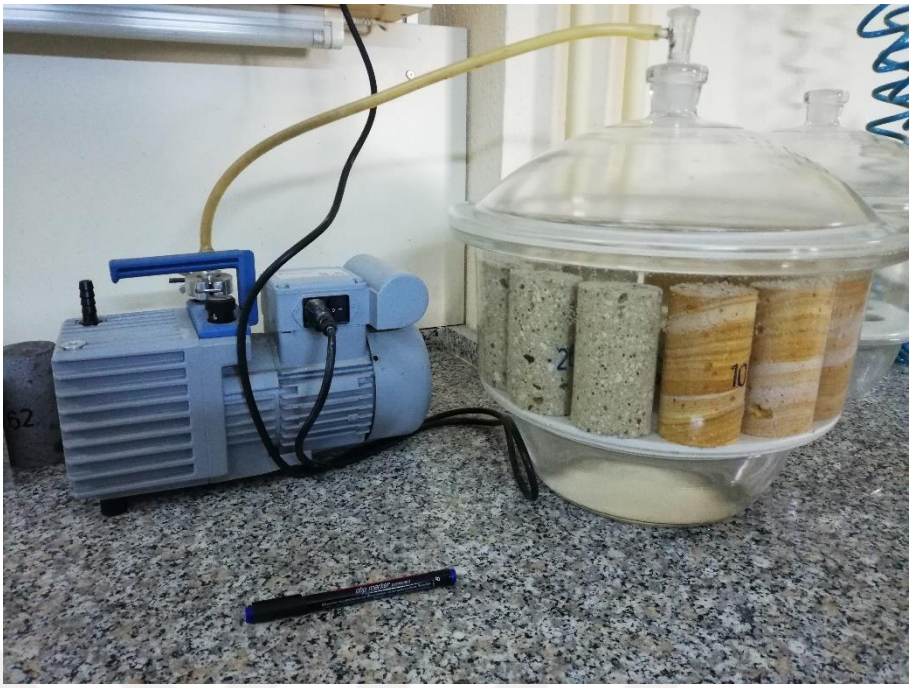
Şekil 3.5 Kayaçların atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme sonuç grafiği

3.2.3 Vakum Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme

Su emme, kılcal iletim mekanizmasına dayanarak kayaçların gözeneklerinin aşamalı olarak dolmasıyla sonuçlanan nispeten yavaş bir işlemdir (Künzel ve Krus, 1995).

Kayaçların gözeneklerindeki havanın bir vakumla boşaltılarak gözenekleri doygun hale getirmek için su altında bırakılması, önemli bir emme kuvveti yaratır (Siegesmund, 2014). Vakum altında su emme bir malzemenin toplam su emme gözenekliliğini değerlendiren bir yöntemdir (Wilson ve diğer., 1999).

Vakum basıncı altında ağırlıkça su emme deneyi TS 699 (2009) standardına uygun olarak yapılmıştır (Şekil 3.6). Elde edilen veriler sonucunda vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerlerinin %0,77 ile %21,06 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.4). Deney sonuçlarına göre çalışılan kayaçlardan Aliağa gri andezitinin (AGA) (%0,77) en düşük, Alaçatı tüfünün (AT) ise (%21,06) en yüksek vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük standart sapma 0,09 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 2,71 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Tablo 3.4 ve Şekil 3.7).

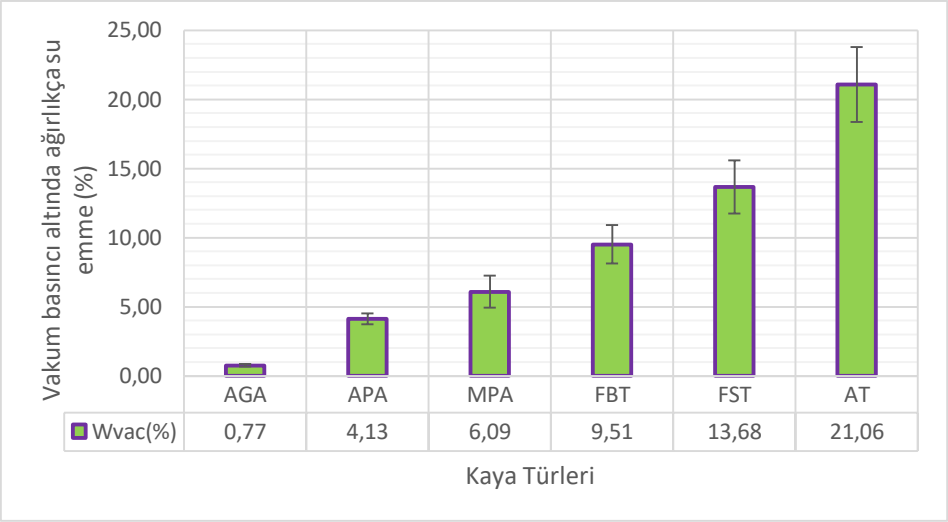


Şekil 3.6 Kayaçların vakum basıncı altında ağırlıkça su emme deneyi görünümü (Kişisel arşiv, 2019)

Tablo 3.4 Vakum basıncı altında ağırlıkça su emme

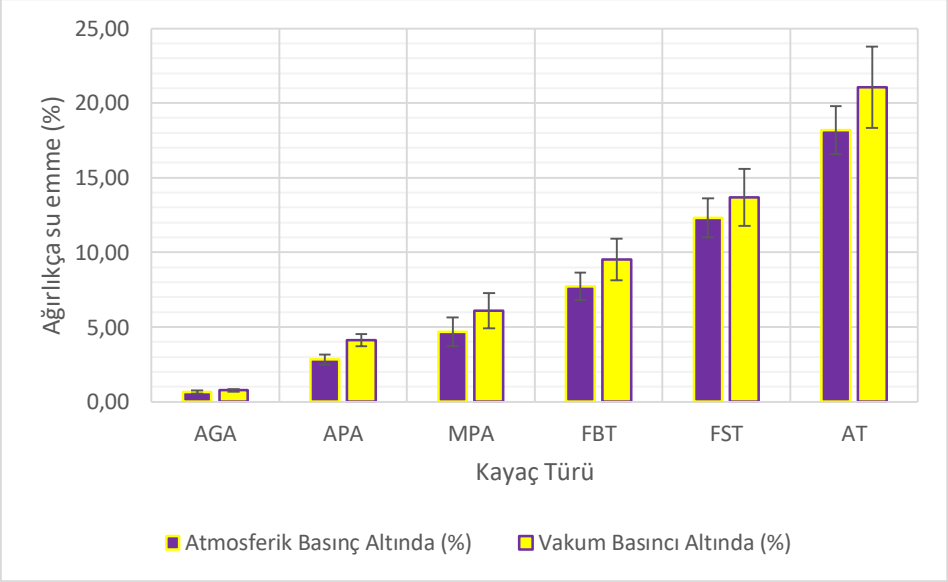
Kayaç Türü	**Vakum Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme (%)**		
	N	Ort.	S.S (±)
Aliağa Gri Andezit (AGA)	12	0,77	0,09
Aliağa Pembe Andezit (APA)	12	4,13	0,39
Menemen Pembe Andezit (MPA)	11	6,09	1,17
Foça Beyaz Tüf (FBT)	11	9,51	1,39
Foça Sarı Tüf (FST)	12	13,68	1,92
Alaçatı Tüf (AT)	12	21,06	2,71

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; Ort: Ortalama değer; S.S: Standart sapma



Şekil 3.7 Vakum basıncı altında ağırlıkça su emme sonuç grafiği

Kayaçların su emme deney sonuçları incelendiğinde, vakum basıncı altında su emme değerlerinin atmosferik basınç altında su emme değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Atmosferik ve vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerlerinin karşılaştırılma grafiği

3.2.4 Porozite

Kayaçların malzeme özelliklerini belirlemede en etkili rolü olan porozite, görünür (etkin) ve toplam porozite olarak değerlendirilir. Görünür porozite kayaç içerisinde birbiriyle bağlantılı olan gözeneklerin hacminin toplam hacme oranı olarak ifade edilirken, toplam porozite kayaç içerisinde birbiri ile bağlantılı veya bağlantısız, yani açık ve kapalı tüm gözenek hacminin, kayacın toplam hacmine oranı şeklinde saptanır. Bir kayacın porozitesi ne kadar yüksek ise ağırlıkça su emmesi de o kadar yüksek olacağı için, durabiliteside aynı tür kayaca göre daha düşük olacaktır (Erdoğan ve Yavuz, 2004).

Kayacın bünyesine su alım derecesi ve suya doygunluk derecesi esas olarak gözenek alanının kendisi, gözeneklilik, gözenek tipleri, gözenek geometrisi ve gözeneklerin birbirine bağlanabilirliği ile ilgilidir. Bozunmanın ilk aşamasında, sadece çok küçük ve yassı gözenekler açılır ve bu durum kılcal su alımına izin vermez. Artan bozunma ile gözenek büyüklüğü artar, ardından gözenekler birbirleriyle bağlanarak kılcallık oluşturur ve son olarak da bağlantılı gözenek alanı artar (Siegesmund, 2014).

4.2.4.1 Görünür (Etkin) Porozite

ISRM 2007 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilen deneyde kayaç numuneleri 24±2 saat su içerisinde bekletilerek suya doygun hale getirilmiş ve arşimet terazisi kullanılarak su içerisindeki ağırlığı ölçülmüştür. Daha sonra karot numunelerinin yüzeyleri nemli bir bez ile silinerek yüzeyleri kuruyuncaya kadar bekletilmiş ve ±0,01 gr yaklaşımla tartabilen hassas terazide tartılarak yüzey kuru doygun ağırlıkları saptanmıştır. Daha sonra kaya numuneleri, sıcaklığı 105±5 ℃ de sabit tutabilen havalandırmalı etüvde 24±2 saat bekletilerek sabit kütleye erişinceye kadar kurutulmuş ve numunelerin kuru ağırlıkları hassas terazi yardımıyla saptanmıştır. Deney sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki eşitlikler yardımıyla değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 3.5’ de verilmiştir (Eşitlik 3.3, 3.4 ve 3.5).

$$V_T = W_d - W_{ds} \quad (3.3)$$

$$V_V = W_d - W_k \quad (3.4)$$

$$n = \frac{V_V}{V_T} \times 100 \quad (3.5)$$

n: Görünür porozite (%)

W_d: Yüzey kuru doygun ağırlık (gr)

W_k: Kuru ağırlık (gr)

W_{ds}: Su içerisindeki ağırlığı (gr)

V_T: Toplam hacim (cm^3)

V_V: Boşluk hacmi (cm^3)

Tablo 3.5 Görünür (etkin) porozite deney sonuçları

Kayaç Türü	**Görünür Porozite (%)**		
	Su Emdirme Yöntemi (%)		
	N	Ortalama	S.S (±)
AGA	77	1,78	0,27
APA	71	6,70	0,75
MPA	55	10,76	1,91
FBT	78	14,32	1,67
FST	69	21,84	1,75
AT	62	25,60	1,32

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma

Tablo 3.5'te görüldüğü üzere çalışılan kayaçların görünür (etkin) porozite değerleri % 1,78 ile % 25,60 arasında belirlenmiştir. En düşük porozite değeri %1,78 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek görünür porozite değeri ise %25,60 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Şekil 3.9).

Ayrıca en düşük standart sapma 0,27 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 1,91 ile Menemen pembe andeziti için saptanmıştır.

Çalışılan kayaçların görünür porozite değerleri Anon (1979) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre değerlendirilmiş ve buna göre %1,78 görünür porozite değeriyle AGA ‘‘düşük poroziteli kayaç” APA, MPA ve FBT sırasıyla %6,70, %10,76 ve %14,32 görünür porozite değerleri ile ‘‘orta poroziteli kayaç”, FST ve AT ise sırasıyla %21,84 ve %25,60 görünür porozite değerleriyle ‘‘yüksek poroziteli kayaçlar” olarak sınıflandırılmışlardır (Tablo 3.6).

TS 10835 ve TS EN 1469 standartlarına göre volkanik kayaçların döşeme ve kaplama taşı olarak kullanılabilirliği açısından sahip olabilecekleri görünür porozite sınır değeri % 2 olarak belirtilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre çalışılan kayaçlardan sadece %1.78 görünür porozite değeriyle Aliağa gri andeziti bu sınır koşulu sağlamaktadır.

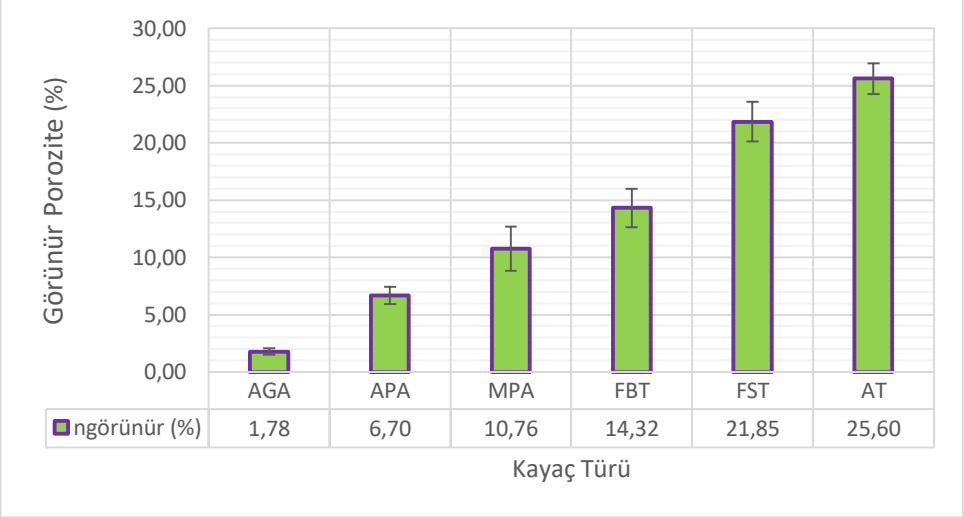
Tablo 3.6 Kayaçların görünür porozite değerlerine göre sınıflandırılması (Anon, 1979)

Kaya Sınıflaması	**Çalışılan Kayaç**	**Porozite (%)**
Çok Yüksek		<30
Yüksek	FST-AT	30-15
Orta	APA-MPA-FBT	15-5
Düşük	AGA	5-1
Çok Düşük		>1

Moos ve Quervain (1948) tarafından, kayaçların görünür porozitelerine göre önerilen sınıflandırmaya göre ise AGA az gözeneli, APA oldukça gözenekli, MPA ve FBT çok gözenekli, FST ve AT ise çok fazla gözenekli kayalar olarak tanımlanmışlardır (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 Kayaçların görünür porozite değerlerine göre sınıflandırılması (Moos ve Quervain, 1948)

Kaya Sınıflaması	**Çalışılan Kayaç**	**Porozite (%)**
Çok kompakt		< 1
Az gözenekli	AGA	1 - 2,5
Orta gözenekli		2,5 - 5
Oldukça gözenekli	APA	5 - 10
Çok gözenekli	MPA-FBT	10 - 20
Çok fazla gözenekli	FST-AT	> 20



Şekil 3.9 Kayaçların görünür (etkin) porozite sonuç grafiği

4.2.4.2 Toplam Porozite

TS EN 1936 (2006) standartlarına göre toplam porozite, numunenin içerdiği gözeneklerinin toplam (açık ve kapalı) hacminin, numune hacmine oranı şeklinde ifade edilir. Çalışılan kayaçların daha önce belirlenmiş olan fiziksel özelliklerine ait sonuçlar aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 3.6) yardımı ile değerlendirilmiş ve saptanan sonuçlar Tablo 3.8'de verilmiştir.

$$Toplam\ porozite = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_r}\right) \times 100 \quad (3.6)$$

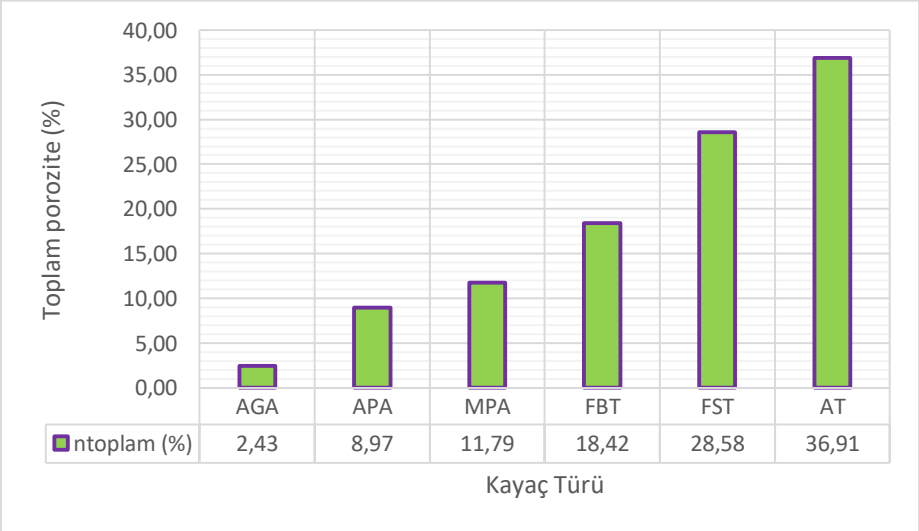
ρ_r: Gerçek yoğunluk (gr/cm^3)

ρ_b: Görünür yoğunluk (gr/cm^3)

Tablo 3.8 Kayaçların toplam porozite değerleri

Kayaç Türü	**Toplam Porozite (%)**
Aliağa Gri Andezit (AGA)	2,43
Aliağa Pembe Andezit (APA)	8,97
Menemen Pembe Andezit (MPA)	11,79
Foça Beyaz Tüf (FBT)	18,42
Foça Sarı Tüf (FST)	28,58
Alaçatı Tüf (AT)	36,91

Tablo 3.8 den de görüldüğü üzere çalışılan kayaçların toplam porozite değerleri sırasıyla, %2,43 AGA, %8,97 APA, %11,79 MPA, %18,42 FBT, %28,58 FST, %36,91 AT olarak belirlenmiştir. En düşük toplam porozite değeri %2.43 ile AGA, en yüksek toplam porozite ise %36,91 ile AT için bulunmuştur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Kayaçların toplam porozite grafiği

3.2.5 Birim Hacim Ağırlık

Birim hacim ağırlık genel olarak kayaçların ağırlıklarının hacimlerine oranı şeklinde ifade edilir. Bu anlamda kayaçların birim hacim ağırlıklarının yüksek olması aynı tür kayalar için çoğunlukla düşük su emme ve poroziteye sahip olduklarını göstermektedir. Bu da yüksek birim hacim ağırlığına sahip bir kayacın düşük birim hacim ağırlığına sahip aynı tür kaya için daha yüksek durabilite sınıfında olduğuna işaret etmektedir (Erdoğan ve Yavuz, 2004).

3.2.5.1 Kuru Birim Hacim Ağırlık

Kuru birim hacim ağırlık değerleri Tablo 3.1'de belirtilen standart prosedürüne uygun olarak saptanmıştır. Kayaçların kuru birim hacim ağırlıkları, numunenin kuru ağırlığının toplam hacme oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 3.7) yardımı ile hesaplanmıştır (Tablo 3.9).

$$\gamma_k = \frac{W_k}{V_T} \times 9{,}81 \qquad (3.7)$$

γ_k: Kuru birim hacim ağırlık (kN/m^3)
W_k: Kuru ağırlık (gr)
V_T: Toplam hacim (cm^3)

3.2.5.2 Doygun Birim Hacim Ağırlık

Doygun birim hacim ağırlık değerleri Tablo 3.1'de belirtilen standart prosedürüne uygun olarak saptanmıştır. Kayaçların doygun birim hacim ağırlıkları, aşağıdaki eşitlik (Eşitlik 3.8) yardımı ile hesaplanmıştır (Tablo 3.9)

$$\gamma_d = \frac{W_d}{V_T} \times 9{,}81 \quad (3.8)$$

γ_d: Doygun birim hacim ağırlık (kN/m^3)

W_d: Yüzey kuru doygun ağırlık (gr)

V_T: Toplam hacim (cm^3)

Tablo 3.9 Kuru ve doygun birim hacim ağırlık deney sonuçları

Kayaç Türü	**N**	**Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**		**Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**	
		Ort.	S.S (±)	Ort.	S.S (±)
Aliağa Gri Andezit (AGA)	77	26,12	0,15	26,30	0,14
Aliağa Pembe Andezit (APA)	71	23,20	0,21	23,85	0,15
Menemen Pembe Andezit (MPA)	55	22,69	0,76	23,74	0,59
Foça Beyaz Tüf (FBT)	78	18,21	0,50	19,62	0,53
Foça Sarı Tüf (FST)	69	17,42	0,45	19,57	0,32
Alaçatı Tüf (AT)	62	13,87	0,63	16,38	0,53

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; Ort: Ortalama değer; S.S: Standart sapma

Kayaçların kuru birim hacim ağırlıklarının 26,12 kN/m^3 ve 13,87 kN/m^3 arasında değiştiği ve en yüksek kuru birim hacim ağırlığına sahip kaya türünün 26,12 kN/m^3 ile AGA, en düşük kaya türünün ise 13,87 kN/m^3 ile AT olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük standart sapma 0,15 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 0,76 ile Menemen pembe andeziti için saptanmıştır (Tablo 3.9).

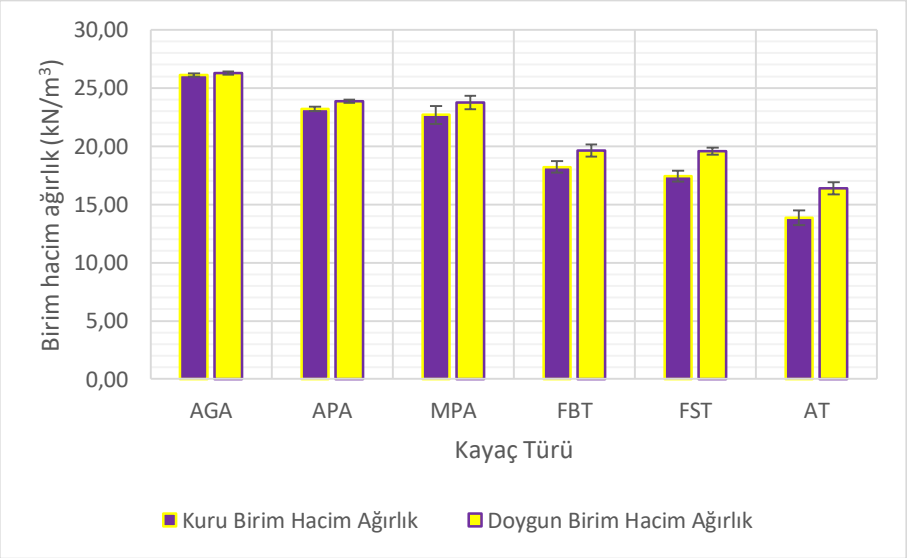
Kayaçların doygun birim hacim ağırlıklarının 26,30 kN/m^3 ve 16,38 kN/m^3 arasında değiştiği ve en yüksek kuru birim hacim ağırlığına sahip kaya türünün 26,30 kN/m^3 ile AGA, en düşük kaya türünün ise 16,38 kN/m^3 ile AT olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük standart sapma 0,14 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 0,59 ile Menemen pembe andeziti için saptanmıştır (Tablo 3.9).

Anon 1979 sınıflandırmasına göre AGA yüksek, APA ve MPA orta, FBT düşük, FST ve AT çok düşük kuru birim hacim ağırlığa sahip kaya olarak sınıflandırılır (Tablo 3.10).

Tablo 3.10 Kayaçların kuru birim hacim ağırlığına göre sınıflamaları IAEG (Anon, 1979)

Kaya Sınıflaması	**Çalışılan Kayaç**	**Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)**
Çok Düşük	FST-AT	< 1,8
Düşük	FBT	1,8-2,2
Orta	APA-MPA	2,2-2,55
Yüksek	AGA	2,55-2,75
Çok Yüksek		>2,75

Kayaçların kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerleri ele alındığında, doygun birim hacim ağırlık değerleri kuru birim hacim ağırlık değerlerine göre daha yüksek sonuçlar vermektedir. Bunun nedeni ise kayaç bünyesine giren suyun gözeneklerdeki etkisidir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Kayaçların kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerleri grafiği

3.2.6 Boşluk Oranı

Kayaçların boşluk oranı değerleri Tablo 3.1'de belirtilen standart prosedürüne uygun olarak saptanmıştır ve aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Eşitlik 3.9).

$$e = \left(\frac{n}{100-n}\right) \times 100 \tag{3.9}$$

e: Boşluk oranı (%)

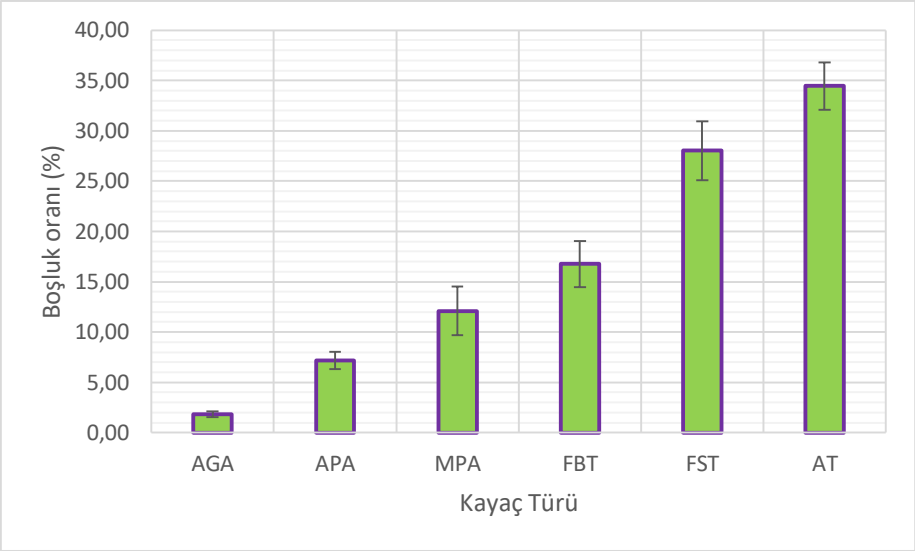
n: Görünür porozite (%)

Kayaçların boşluk oranı değerleri %1,81 ile %34,46 arasında değiştiği ve en düşük boşluk oranı değeri %1,81 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek boşluk oranı değeri ise %34,46 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Tablo 3.11 ve Şekil 3.12).

Tablo 3.11 Boşluk oranı deney sonuçları

Kayaç Türü	**Boşluk Oranı (%)**		
	N	Ortalama	Standart Sapma (±)
AGA	77	1,81	0,28
APA	71	7,18	0,87
MPA	55	12,11	2,40
FBT	78	16,75	2,28
FST	69	28,02	2,92
AT	62	34,46	2,37

N: Deneyde kullanılan numune sayısı;



Şekil 3.12 Kayaçların boşluk oranı sonuç grafiği

3.2.7 Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği

Kayaçların içinden geçen P-dalga hızı, malzemenin elastisitesine ve yoğunluğuna bağlıdır. Kayaç içinden geçen P-dalga hızının yüksek olması kayacın yoğunluğunun yüksek olmasına, malzemenin homojen olmasına ve az kırıklı ve çatlaklı olduğuna işaret eder (Goodman, 1989).

Suyun gözenekli bir kayaçta ultrasonik ses hızı üzerindeki fiziksel etkisi, kayacın matriksinin akışkan yüzeyinin sıkıştırılabilirliği ile etkileşime girerek katı matriksin elastik özelliklerine ilişkin etkilerin toplamıyla açıklanabilir. Yani, kayacın suya doygunluğundaki artış, p-dalgası hızı değerlerinde artışa sebep olur (Siegesmund, 2014).

Bu çalışmada kayaçların ultrasonik ses hızı iletkenliği deneyleri Proceq Pundit Lab Plus model pundit cihazı kullanılarak ISRM (2007) standartlarında belirtilen prosedüre uygun olarak saptanmıştır. Elde dilen sonuçlar aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Eşitlik 3.10). Kayaç numuneleri ilk olarak su içerisinde bekletilerek suya doygun hale getirilmiş ve p-dalga hızı ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Daha sonra etüvde değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulan kuru numunelerin p-dalga hızı ölçümleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.12'de verilmiştir.

$$V_p = \frac{L}{T} \tag{3.10}$$

V_p: P-dalga hızı (m/sn)
L: Numune boyu (sinyalin geçiş mesafesi, m)
T: Sinyalin geçiş zamanı (sn)

Deney sonucunda çalışılan kayaçların kuru haldeki p-dalga hızı değerlerinin sırasıyla AGA 5,03 km/sn, APA 3,81 km/sn, MPA 4,21 km/sn, FBT 3,22 km/sn, FST 3,04 km/sn ve AT 2,74 km/sn olduğu, doygun numunelerin p-dalga hızlarının ise AGA 5,08 km/sn, APA 4,13 km/sn, MPA 4,34 km/sn, FBT 2,61 km/sn, FST 2,61 km/sn ve AT 2,12 km/sn olduğu saptanmıştır (Tablo 3.12).

Saptanan değerler ele alındığında, andezitlerde su emme ile birlikte doygun p-dalga hızı değerlerinde artış olurken, tüflerde ise düşüş gözlenmektedir (Şekil 3.13).

Çalışılan kayaçlar p-dalga hızı değerleri açısından Anon (1979)'a göre sınıflandırılmışlar ve bu sınıflandırmaya göre kuru numuneler için AGA çok yüksek, MPA yüksek, APA orta, FBT, FST ve AT düşük p-dalga hızına sahip kayaçlar grubunda yer almışlardır. Suya doygun halde saptanan p-dalga hızı değerlerine bakıldığında ise AGA çok yüksek, APA ve MPA yüksek, FBT ve FST düşük ve AT ise çok düşük geçiş hızına sahip kayaçlar sınıfında yer almışlardır (Tablo 3.13). Tüm fiziksel özelliklere ait deney sonuçları Tablo 3.14'te özetlenmiştir.

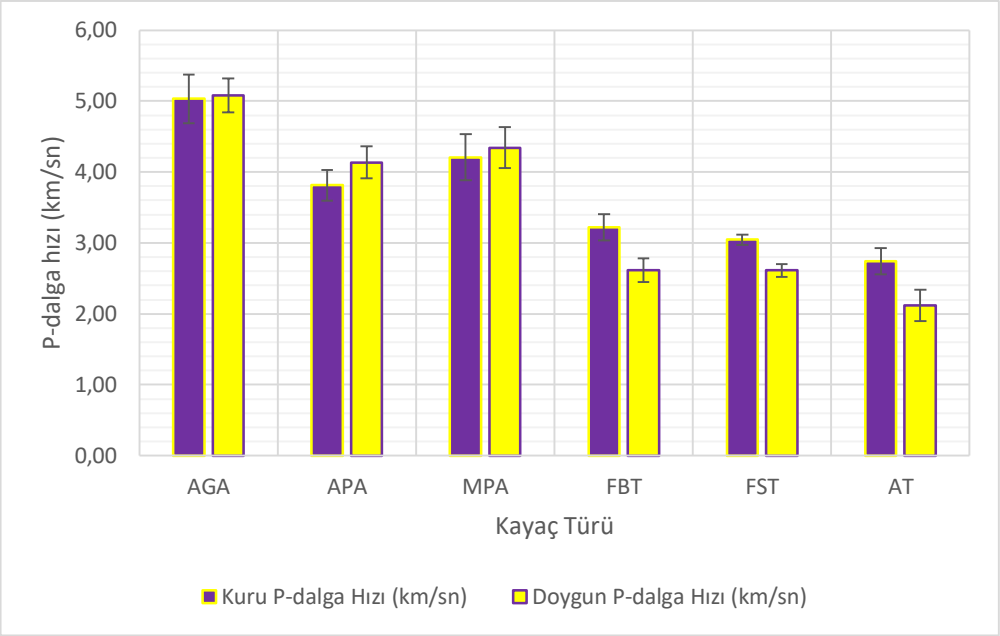
Tablo 3.12 Ultrasonik ses hızı iletkenliği deney sonuçları

Kayaç Türü	**Ultrasonik P-dalga Hızı (km/sn)**				
	N	**Kuru P-dalga Hızı (km/sn)**		**Doygun P-dalga Hızı (km/sn)**	
		Ortalama	S.S (±)	Ortalama	S.S (±)
AGA	77	5,03	0,34	5,08	0,24
APA	71	3,81	0,21	4,13	0,23
MPA	55	4,21	0,33	4,34	0,29
FBT	21	3,22	0,19	2,61	0,17
FST	69	3,04	0,07	2,61	0,09
AT	62	2,74	0,18	2,12	0,22

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma

Tablo 3.13 Kayaçların p-dalga hızına göre sınıflandırılması (Anon, 1979)

Kaya Sınıflaması	**Çalışılan Kayaç Kuru P-dalga**	**Çalışılan Kayaç Doygun P-dalga**	**Dalga Hızı (km/sn)**
Çok Düşük Hız		AT	<2,5
Düşük Hız	FBT-FST-AT	FBT-FST	2,5-3,5
Orta Hız	APA		3,5-4
Yüksek Hız	MPA	APA-MPA	4-5
Çok Yüksek Hız	AGA	AGA	>5



Şekil 3.13 Kayaçların kuru ve doygun ultrasonik p-dalga hızı sonuç grafiği

Tablo 3.14 İncelenen kayaçların fiziksel özellikleri

Kayaç Türü		**W_{atm} (%)**	**$n_{görünür}$ (%)**	**γk (kN/m^3)**	**γd (kN/m^3)**	**e (%)**	**Vpk (km/sn)**	**Vpd (km/sn)**	**Gs**	**n_{toplam} (%)**	**W_{vac} (%)**
AGA	Ort.	0,67	1,78	26,12	26,30	1,81	5,03	5,08	2,73	2,43	0,77
	S.S	0,10	0,27	0,15	0,14	0,28	0,34	0,24	0,06	-	0,09
APA	Ort.	2,84	6,70	23,20	23,85	7,18	3,81	4,13	2,60	8,97	4,13
	S.S	0,35	0,75	0,21	0,15	0,87	0,21	0,23	0,02	-	0,39
MPA	Ort.	4,68	10,76	22,69	23,74	12,11	4,21	4,34	2,62	11,79	6,09
	S.S	0,97	1,91	0,76	0,59	2,40	0,33	0,29	0,09	-	1,17
FBT	Ort.	7,72	14,32	18,21	19,62	16,75	3,22	2,61	2,25	18,42	9,51
	S.S	0,92	1,67	0,50	0,53	2,28	0,19	0,17	0,03	-	1,39
FST	Ort.	12,33	21,85	17,42	19,57	28,02	3,04	2,61	2,48	28,58	13,68
	S.S	1,31	1,75	0,46	0,32	2,92	0,07	0,09	0,07	-	1,92
AT	Ort.	18,18	25,60	13,87	16,38	34,46	2,74	2,12	2,23	36,91	21,06
	S.S	1,60	1,32	0,63	0,53	2,37	0,18	0,22	0,05	-	2,71

Ort: Ortalama, S.S: Standart sapma değeri; AGA: Aliağa Gri Andezit; APA: Aliağa Pembe Andezit; MPA: Menemen Pembe Andezit; FBT: Foça Beyaz Tüf; FST: Foça Sarı Tüf; AT: Alaçatı Tüf

3.3 Mekanik Özellikler

Çalışılan kayaçların mekanik özelliklerinin saptanması amacıyla ilgili standartlara uygun olarak hazırlanan kaya numuneleri üzerinde bir seri deney yapılmış kayaçların tek eksenli basınç direnci, nokta yükü dayanım indeksi, brazilian indirekt çekme direnci, böhme yüzeysel aşınma kaybı ve disk aşınma kaybı gibi mekanik özellikleri belirlenmiştir.

3.3.1 Tek Eksenli Basınç Direnci

Tek eksenli basınç direnci deneyi, ISRM (2007) standartlarına uygun olarak hazırlanan boy/çap oranı 2,0-2,5 arasında olan silindirik şekilli kaya numuneleri üzerinde, tam otomatik 200 tonluk hidrolik pres kullanılarak yapılmıştır. Deney öncesi alt ve üst yüzeyleri birbirine paralel ve pürüzsüz hale getirilen karot numunelerine 200 ton'luk pres altında 2 kN/s sabit hızla yükleme yapılmış ve yük numuneler kırılıncaya kadar uygulanmıştır (Şekil 3.14). Toplam 96 adet karot numunesinin kullanıldığı deneyde kayaçların tek eksenli basınç altında kırılma yükleri doygun ve kuru haldeki kaya numuneleri üzerinde tekrarlanan deneyler yardımıyla belirlenmiş, sonuçlar aşağıda verilen eşitlik (Eşitlik 3.11 ve 3.12) yardımıyla hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3.15'te verilmiştir

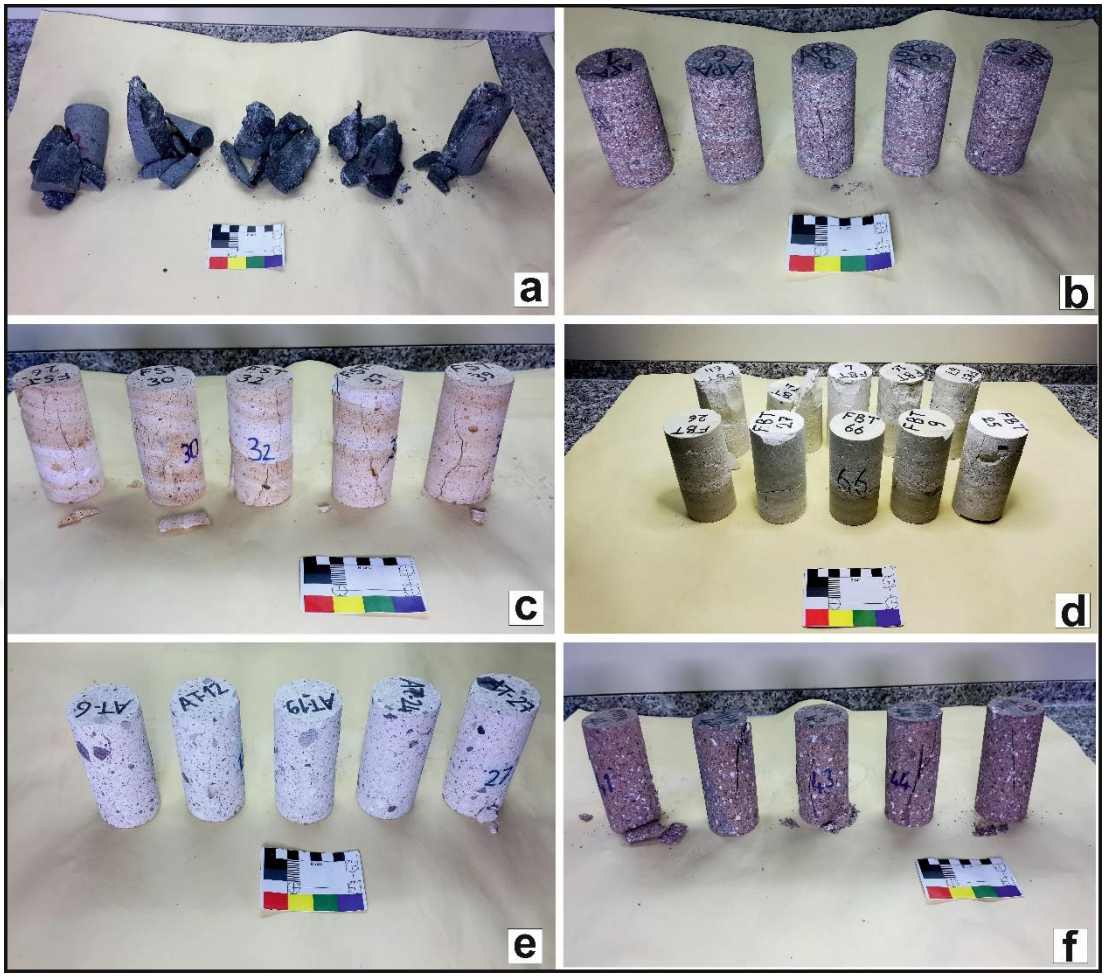
$$UCS = \frac{P}{A} \tag{3.11}$$

$$A = \pi \times (D/2)^2 \tag{3.12}$$

P: Yenilme anında kaydedilen maksimum yük (kN)

A: Karot numunesinin kesit alanı (cm^2)

D: Karot numune çapı (cm)



Şekil 3.14 Tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası numunelerin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)

Tablo 3.15 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Kayaç Türü	**Kuru Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)**			**Doygun Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)**		
	N	Ortalama	S.S (±)	N	Ortalama	S.S (±)
AGA	11	150,84	19,72	11	140,23	24,88
APA	9	55,17	7,55	10	45,15	8,46
MPA	7	49,65	6,53	7	40,10	4,83
FBT	5	20,08	2,62	5	12,66	4,04
FST	9	35,32	9,70	7	27,61	4,39
AT	8	14,06	2,70	7	6,06	1,94

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma

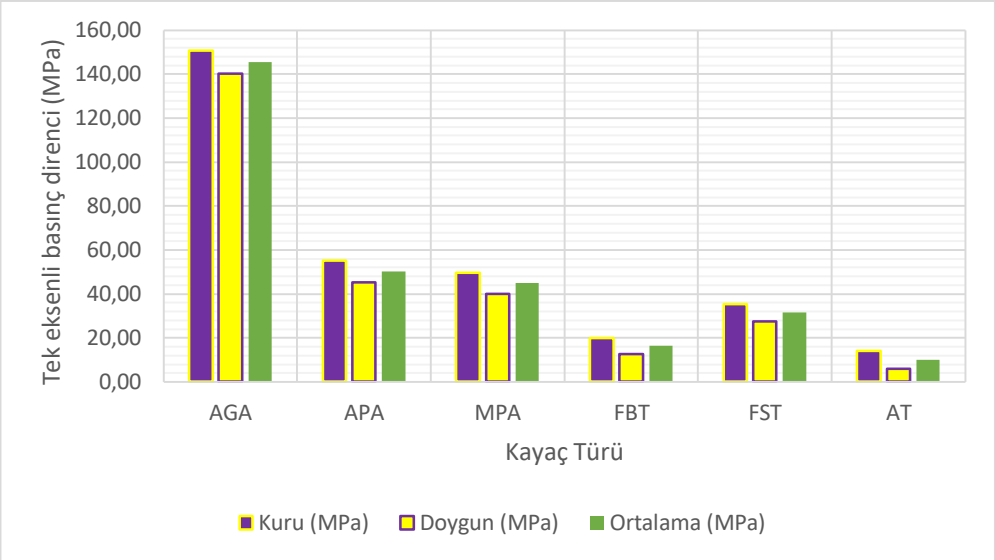
Kayaçların kuru tek eksenli basınç dirençlerinin 150,84 MPa ile 14,06 MPa arasında değiştiği ve en yüksek kuru tek eksenli basınç direncine sahip kaya türünün 150,84 MPa ile AGA, en düşük kaya türünün ise 14,06 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir. Doygun tek eksenli basınç dirençlerinin 140,23 MPa ile 6,06 MPa arasında değiştiği ve en yüksek kuru tek eksenli basınç direncine sahip kaya türünün 140,23 MPa ile AGA, en düşük kaya türünün ise 6,06 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.15).

ISRM (1981) sınıflandırmasına göre, hem doygun hem de kuru koşullarda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar için, AGA'nın "yüksek dirençli", APA, MPA ve FST'nin "orta dirençli" ve AT'nin "düşük dirençli" kaya grubunda yer aldıkları belirlenmiştir. Foça beyaz tüfü (FBT) ise kuru tek eksenli basınç direnci açısından aynı sınıflamada "orta dirençli" iken doygun tek eksenli basınç direnci değerlerine göre ise "düşük dirençli" kaya sınıfına girmektedir (Tablo 3.16).

Tablo 3.16 Kayaçların tek eksenli basınç direnci sınıflamaları (ISRM, 1981)

Kaya Sınıflaması	**Çalışılan Kayaç UCS-kuru**	**Çalışılan Kayaç UCS-doygun**	**Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)**
Çok Düşük Direnç			< 6
Düşük Direnç	AT	FBT-AT	6-20
Orta Direnç	APA-MPA-FST-FBT	APA-MPA-FST	20-60
Yüksek Direnç	AGA	AGA	60-200
Çok Yüksek Direnç			>200

Şekil 3.15'de görüldüğü üzere kayaçların suya duygun hale gelmeleri, tek eksenli basınç dirençlerinde değişen oranlarda düşmelere neden olmuştur. Suyun, kayaçların tek eksenli basınç dirençlerindeki düşüm etkisinin, genel olarak kayaçların ağırlıkça su emme değerlerine bağlı olduğu görülmüştür.



Şekil 3.15 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci deney sonuçları grafiği

3.3.2 Nokta Yükü Dayanım İndeksi

Nokta yükü dayanım indeksi kayaçların tek eksenli basınç ve brazilian indirekt çekme direnci gibi dayanım parametrelerinin dolaylı olarak tahmin edilmesinde kullanılır. Nokta yükü dayanım indeksi bazı kaya kütlesi sınıflama sisteminde, kaya malzemesinin dayanım parametresi olarak kullanılmaktadır (Ulusay ve diğer., 2011).

Nokta yükü dayanım indeksi parametresi, deney cihazının taşınabilir olması nedeniyle deneyin arazi koşullarında ve şekilsiz kaya numuneleri üzerinde yapılabilmesinin yanı sıra hızlı sonuç alınabilen bir deney olması gibi avantajları vardır (Bieniawski, 1984). Bieniawski (1984), nokta yükü dayanım indeksi parametresinin kaya kütle dayanım sınıflamasında kullanılabilir olduğu belirtmiştir.

Kayaçların nokta yükü dayanım indeksi parametreleri Tablo 3.1'de belirtilen standart prosedürüne uygun olarak hazırlanmış olan boy/çap oranı 1 olan 54 mm çapındaki toplam 120 karot numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kaya numunelerinin kuru ve suya doygun koşullardaki nokta yükü dayanım indeksleri eksenel ve çapsal deneyler yapılarak ayrı ayrı saptanmıştır (Şekil 3.16, 3.17).

Eksenel deneyde karot eksenine paralel yükleme yapılırken, çapsal deneyde karot eksenine dik yükleme yapılmıştır. Numunelerin yenilme şekillerine göre, bir yüzey boyunca kırılan numunelerin deneyleri geçerli sayılmıştır ve yenilme şekillerine göre bazı numunelerin deney verileri kullanılmamıştır (Şekil 3.18, 3.19). Deney sonucunda elde edilen veriler düzeltilmiş nokta yükü dayanım indeksi $I_{s(50)}$ aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Eşitlik 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16).

$$I_s = \frac{P}{{D_e}^2} \tag{3.13}$$

$${D_e}^2 = \frac{4A}{\pi} \tag{3.14}$$

I_s: Nokta yükü dayanım indeksi (kN/cm^2)

D_e: Eşdeğer karot çapı (cm)

P: Yükleme anındaki yenilme yükü (kN)

A: Konik başlıkların temas noktalarından geçen numunenin en küçük kesit alanı (cm^2)

$$I_{s(50)} = F \times I_s \tag{3.15}$$

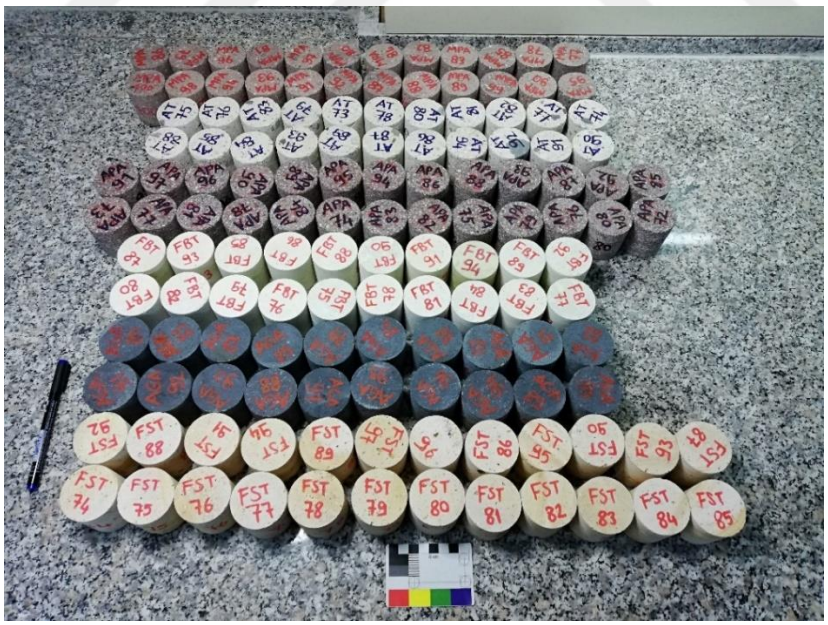
$$F = \left({D_e}/{50}\right)^{0,45} \tag{3.16}$$

$I_{s(50)}$: Düzeltilmiş nokta yükü dayanım indeksi (kN/cm^2)

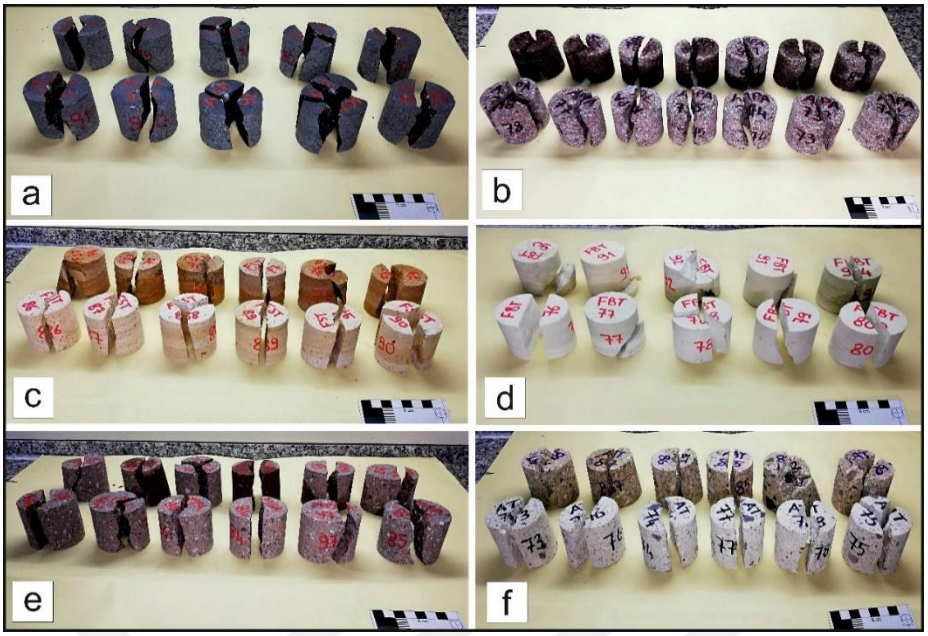
F: Düzeltme faktörü



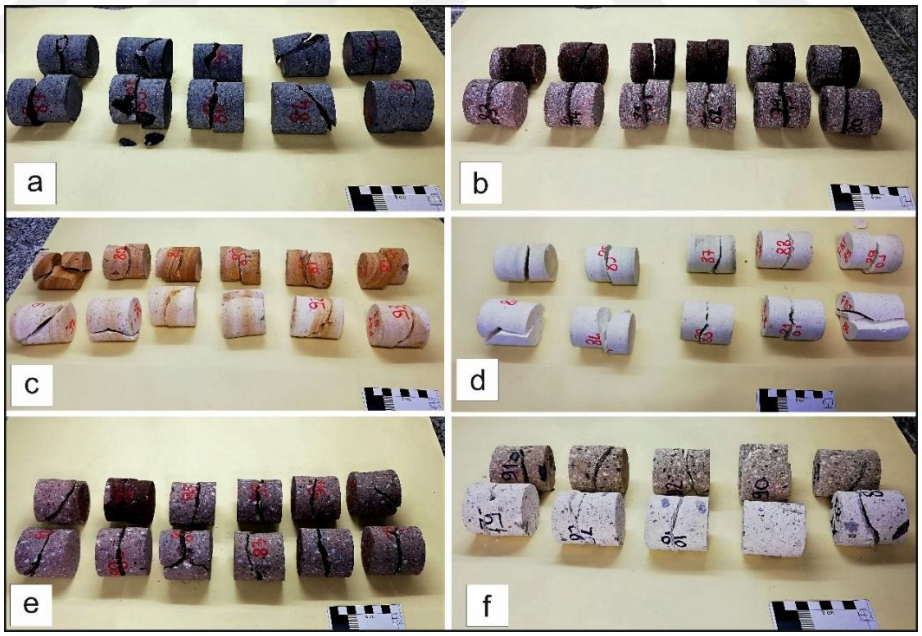
Şekil 3.16 Nokta yükü dayanım indeksi deney cihazı görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 3.17 Nokta yükü dayanım indeksi deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 3.18 Kuru ve doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi deneyi sonrası numunelerin genel görünümü (a)Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Foça beyaz tüf (e) Menemen pembe andezit (f) Alaçatı tüfü (Kişisel arşiv, 2019)



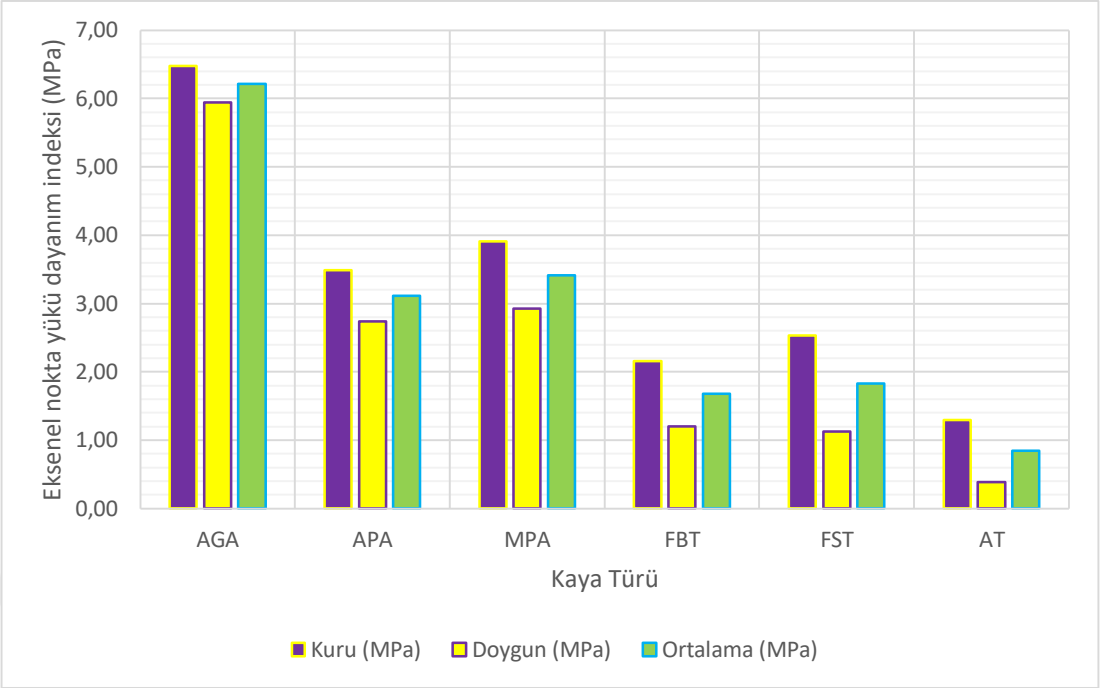
Şekil 3.19 Kuru ve doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi deneyi sonrası numunelerin genel görünümü (a)Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Foça beyaz tüf (e) Menemen pembe andezit (f) Alaçatı tüfü (Kişisel arşiv, 2019)

Kayaçların nokta yükü dayanım indeksi değerlerinin kuru numuneler ve eksenel yükleme koşullarında 1,30 ile 6,48 MPa arasında, suya doygun numunelerde ise 0,39 ile 5,94 MPa arasında değiştiği belirlenmiştir. Her iki koşulda da AGA için en yüksek nokta yükleme dayanım indeksi değeri saptanırken, en düşük değer AT'de elde edilmiştir (Tablo 3.17).

Çalışılan kayaçların nokta yükleme dayanım indeksi değerleri Bieniawski (1975) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre değerlendirilmiş ve bu sınıflamaya göre eksenel yükleme yapılmış kuru numunelerden AGA yüksek dirençli, APA, MPA, FBT ve FST orta dirençli, AT ise düşük dirençli kaya grubuna girerken, aynı yükleme koşullarında doygun numunelerde ise AGA yüksek dirençli, APA ve MPA orta dirençli, FBT ve FST düşük dirençli, AT ise çok düşük dirençli kaya grubuna girmiştir (Tablo 3.18).

Tablo 3.17 Kuru ve doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Nokta Yükü Dayanım İndeksi (MPa)						
Kayaç Türü	**Eksenel Deney (MPa) Kuru**			**Eksenel Deney (MPa) Doygun**		
	N	Ortalama	S.S (±)	N	Ortalama	S.S (±)
AGA	5	6,48	0,65	5	5,94	0,58
APA	7	3,49	0,38	7	2,74	0,63
MPA	6	3,91	0,44	6	2,92	0,64
FBT	5	2,16	0,33	5	1,20	0,36
FST	6	2,53	0,21	6	1,13	0,31
AT	6	1,30	0,18	6	0,39	0,07



Şekil 3.20 Kuru ve doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi deney sonuç grafiği

Tablo 3.18 Kayaçların nokta yükü dayanım indeksi sınıflamaları (Bieniawski, 1975)

Kaya Sınıflama	**Çalışılan Kayaç Eksenel Deney Kuru**	**Çalışılan Kayaç Eksenel Deney Doygun**	**Nokta Yükü Dayanım İndeksi (MPa)**
Çok Düşük Direnç		AT	< 1
Düşük Direnç	AT	FBT-FST	1-2
Orta Direnç	APA-MPA-FBT-FST	APA-MPA	2-4
Yüksek Direnç	AGA	AGA	4-8
Çok Yüksek Direnç			>8

Kayaçların nokta yükleme dayanım indeksi değerlerinin kuru numuneler ve çapsal yükleme koşullarında 1,03 MPa ile 6,34 MPa arasında, suya doygun numunelerde ise 0,33 MPa ile 5,72 MPa arasında değiştiği belirlenmiştir. Her iki koşulda da AGA için en yüksek nokta yükleme dayanım indeksi değeri saptanırken, en düşük değer AT'de elde edilmiştir (Tablo 3.19).

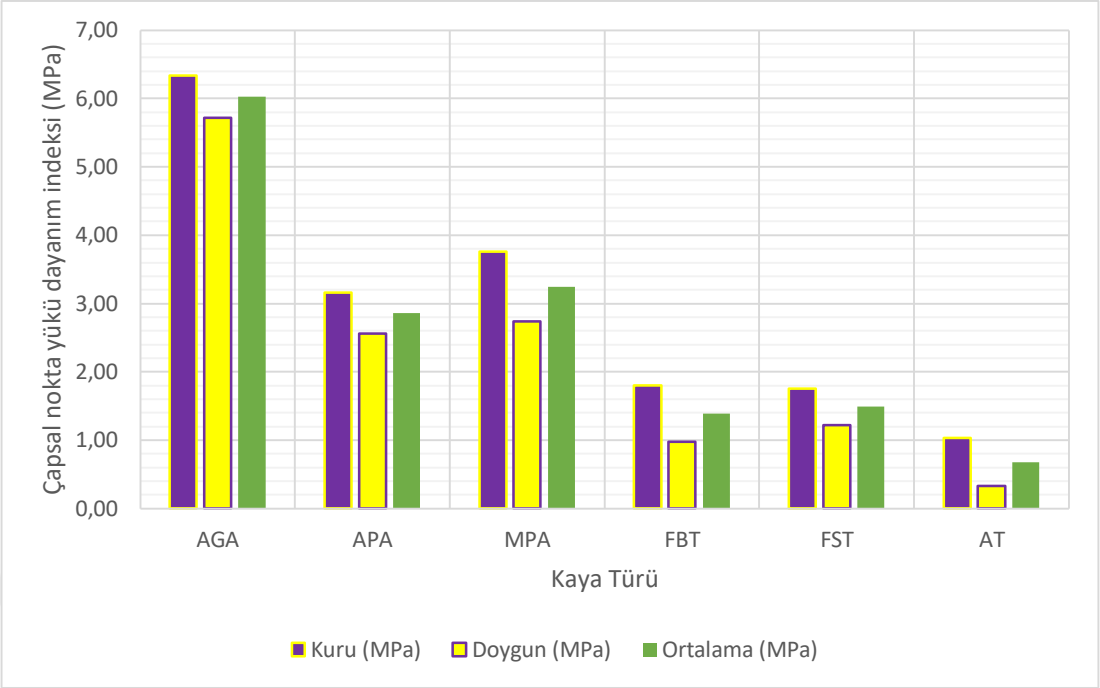
Çalışılan kayaçların nokta yükleme dayanım indeksi değerleri Bieniawski (1975) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre değerlendirilmiş ve bu sınıflamaya göre eksenel yükleme yapılmış kuru numunelerden AGA yüksek dirençli, APA ve MPA orta dirençli, FBT, FST ve AT ise düşük dirençli kaya grubuna girerken, aynı yükleme koşullarında doygun numunelerde ise AGA yüksek dirençli, APA ve MPA orta dirençli, FST düşük dirençli, FBT ve AT ise çok düşük dirençli kaya grubuna girmiştir (Tablo 3.20).

Doygun ve kuru kaya numuneleri üzerinde yapılan deneylerden elde edilen nokta yükü dayanım indeksi değerlerine bakıldığında, kayaçların porozite ve su emme gibi fiziksel özelliklerinin nokta yükü dayanım indeksi üzerindeki etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Su emme değeri en düşük kaya olan AGA'nın kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi değerlerinde direnç kaybının çok düşük olduğu görülürken, öte yandan tüflerde su emme değerlerinin yüksek olması sebebiyle kayacın direncinin azalmasına neden olduğu görülmektedir (Şekil 3.20, 3.21).

Tablo 3.19 Kuru ve doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Nokta Yükü Dayanım İndeksi (MPa)						
Kayaç Türü	**Çapsal Deney (MPa) Kuru**			**Çapsal Deney (MPa) Doygun**		
	N	Ortalama	S.S (±)	N	Ortalama	S.S (±)
AGA	5	6,34	1,09	5	5,72	0,47
APA	6	3,16	0,38	6	2,56	0,50
MPA	6	3,76	0,51	6	2,74	0,77
FBT	5	1,80	0,09	5	0,98	0,06
FST	6	1,75	0,37	6	1,22	0,20
AT	5	1,03	0,20	5	0,33	0,08

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma



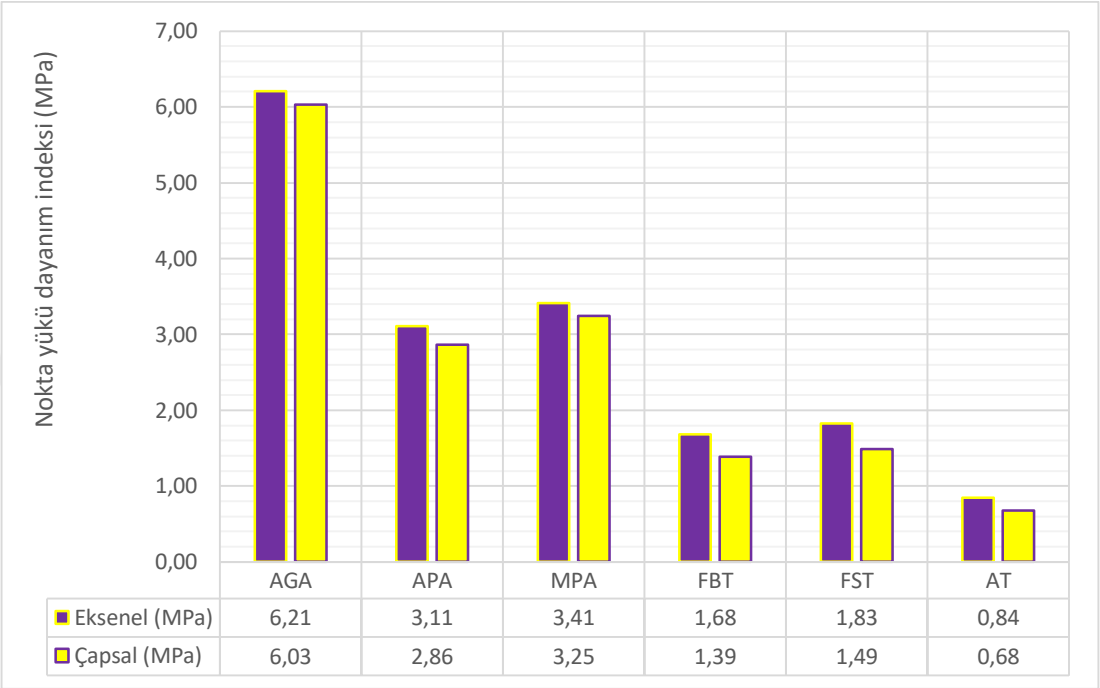
Şekil 3.21 Kuru ve doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi deney sonuç grafiği

Tablo 3.20 Kayaçların nokta yükleme dayanım indeksi sınıflamaları (Bieniawski, 1975)

Kaya Sınıflaması	**Çalışılan Kayaç Çapsal Deney Kuru**	**Çalışılan Kayaç Çapsal Deney Doygun**	**Nokta Yükü Dayanım İndeksi (MPa)**
Çok Düşük Direnç		FBT-AT	< 1
Düşük Direnç	FBT-FST-AT	FST	1-2
Orta Direnç	APA-MPA	APA-MPA	2-4
Yüksek Direnç	AGA	AGA	4-8
Çok Yüksek Direnç			>8

Saptanan değerler ele alındığında, kayaçların su emme değerlerinin yanı sıra kayaçların anizotropi düzlemlerinin nokta yükü dayanım indeksi üzerindeki etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Yüksek su emme değerinin yanı sıra anizotropi düzlemlerinden yenilme gösteren Foça beyaz tüfünün Bieniawski (1975) sınıflandırmasına göre çok düşük dirençli kaya olarak belirlenmiştir (Tablo 3.20).

Kuru ve doygun numuneler üzerinde uygulanan eksenel ve çapsal nokta yükü dayanım indeksi ortalamaları ilişkisi aşağıdaki grafikte belirtilmiştir (Şekil 3.22).



	AGA	APA	MPA	FBT	FST	AT
Eksenel (MPa)	6,21	3,11	3,41	1,68	1,83	0,84
Çapsal (MPa)	6,03	2,86	3,25	1,39	1,49	0,68

Şekil 3.22 Eksenel ve çapsal nokta yükü dayanım indeksi ortalaması grafiği

3.3.3 Brazilian (İndirekt) Çekme Direnci

Brazilian çekme direnci deneyi, disk şeklinde hazırlanmış kayaç örneklerinin çapsal yükleme altında çekilme gerilmelerine karşı dayanımlarının dolaylı yoldan tayini amacıyla yapılır. Brazilian çekme direnci deneyi Tablo 3.1'de belirtilen standart prosedürüne uygun olarak yürütülmüştür. Deneyde kullanılmak üzere 54 mm çapında boy/çap oranı 0,5 olan toplam 120 adet disk numune hazırlanmıştır (Şekil 3.24).

Her bir kaya türü için 10 adet numune kuru ve doygun koşullarda test edilmiştir. Nokta yükü dayanım cihazının konik uçları değiştirilip düz uçlar altında numunelere çapsal yükleme yapılmıştır (Şekil 3.23). Deney, çapsal yükleme sonucunda disk numunenin kırılma yükünün, örnek çapına ve kalınlığına oranı ile hesaplanır (Eşitlik 3.17).

$$\sigma_t = \frac{0{,}636 \times F}{D \times t} \quad (3.17)$$

σ_t: Brazilian çekme direnci (MPa)

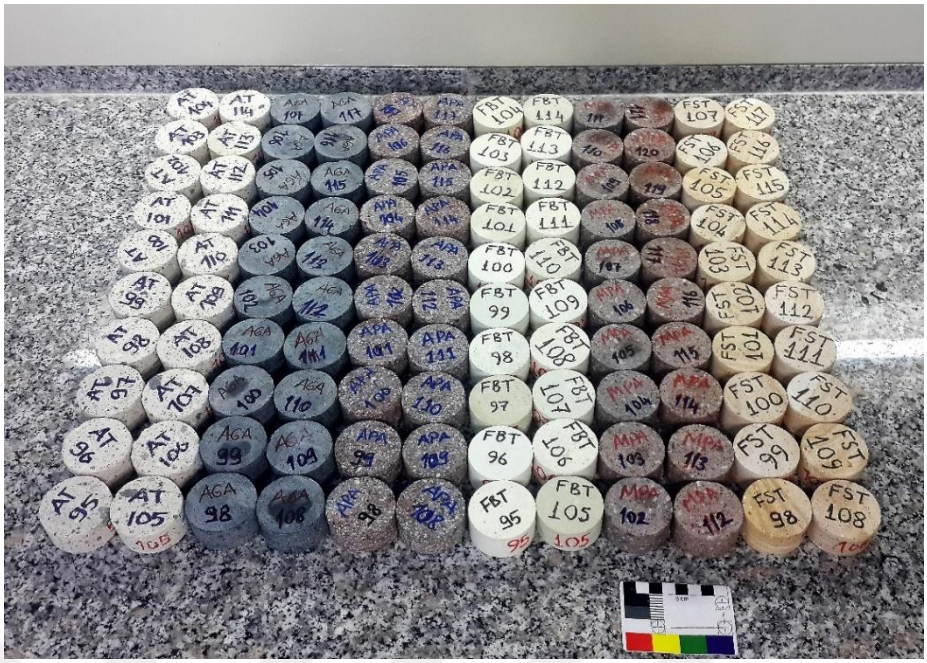
F: Numuneye yenilme anında uygulanan yük (kN)

D: Numune çapı (mm)

t: Numune kalınlığı (mm)



Şekil 3.23 Brazilian(indirekt) çekme direnci deney cihazı görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 3.24 Brazilian (indirekt) çekme direnci deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



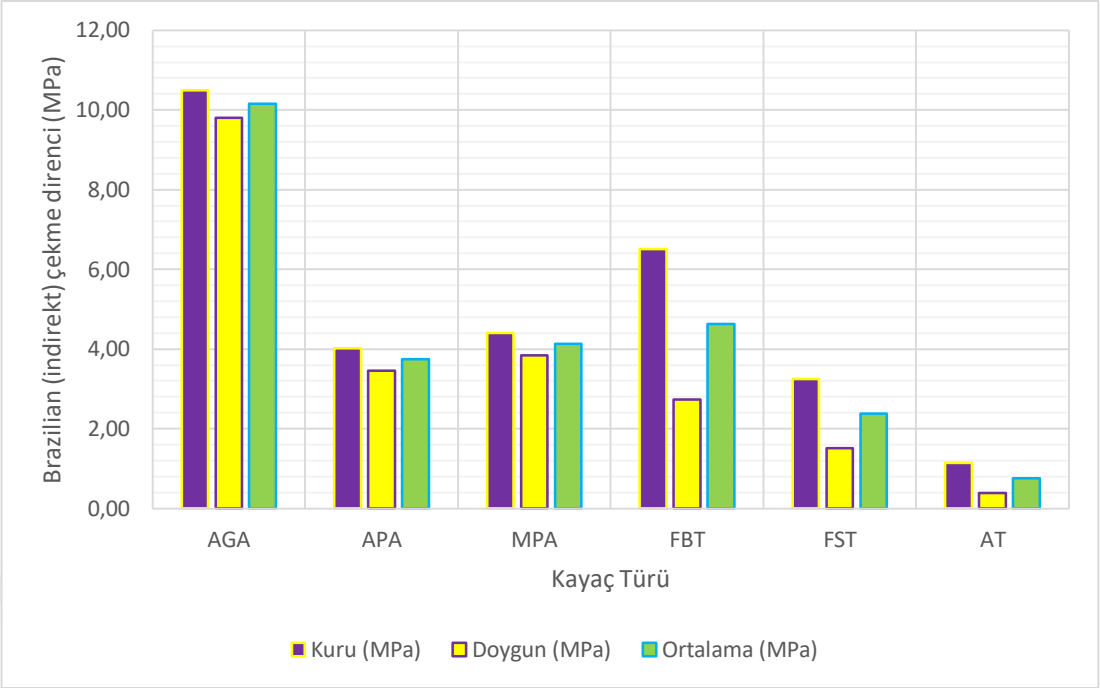
Şekil 3.25 Brazilian (indirekt) çekme direnci deneyi öncesi ve sonrası numune görünümleri, Alaçatı tüfü (a ve b) Foça beyaz tüf (c ve d) Menemen pembe andezit (e ve f) Foça sarı tüf (g ve h) Aliağa gri andezit (ı ve i) Aliağa pembe andezit (k ve l) (Kişisel arşiv, 2019)

Kayaçların kuru brazilian çekme dirençlerinin 10,50 MPa ile 1,15 MPa arasında değiştiği ve en yüksek kuru brazilian çekme direncine sahip kaya türünün 10,50 MPa ile AGA, en düşük kaya türünün ise 1,15 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir. Doygun brazilian çekme dirençlerinin 9,80 MPa ile 0,38 MPa arasında değiştiği ve en yüksek kuru brazilian çekme direncine sahip kaya türünün 9,80 MPa ile AGA, en düşük kaya türünün ise 0,38 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.21) (Şekil 3.25 ve 3.26).

Tablo 3.21 Brazilian (indirekt) çekme direnci deney sonuçları

Brazilian (İndirekt) Çekme Direnci (MPa)						
Kayaç Türü	**Kuru (MPa)**			**Doygun (MPa)**		
	N	Ortalama	S.S (±)	N	Ortalama	S.S (±)
AGA	10	10,50	1,36	10	9,80	1,38
APA	10	4,02	0,74	10	3,46	0,75
MPA	8	4,41	0,81	8	3,84	0,89
FBT	5	6,51	0,96	5	2,74	0,27
FST	10	3,25	0,80	10	1,52	0,48
AT	10	1,15	0,19	10	0,38	0,08

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma



Şekil 3.26 Kuru ve doygun brazilian çekme direnci deney sonuç grafiği

3.3.4 Böhme Yüzeysel Aşınma Kaybı

Doğal taşların taban ve merdiven kaplamalarında kullanılması, zaman içerisinde sürtünmenin etkisiyle aşınarak malzeme yüzeyinde bozunmalar meydana gelecektir. Kaplama amacıyla kullanılacak taşların aşınma kayıplarının belirlenmesi, uygun taş seçimi için oldukça önemli olup, doğal taşların aşınma kayıpları böhme yüzeysel aşınma kaybı testi ile belirlenmektedir (Erdoğan, 1991).

Böhme yüzeysel aşınma kaybı deneyi BS EN 14157 (2004) standardına uygun olarak yürütülmüştür. Deneyde kullanılmak üzere (71±1,5) mm boyutunda olan her bir kaya türü için 5 adet küp numune hazırlanmıştır (Şekil 3.27). Böhme yüzeysel aşınma deneyi her biri 22 devirden oluşan 16 döngü boyunca numuneyi kademeli olarak düşey eksen etrafında 90° döndürülerek, her defasında 20 gr aşındırıcı toz sürtünme şeridi üzerine dökülür ve her döngüden numune temas yüzeyi temizlenir (Şekil 3.28).

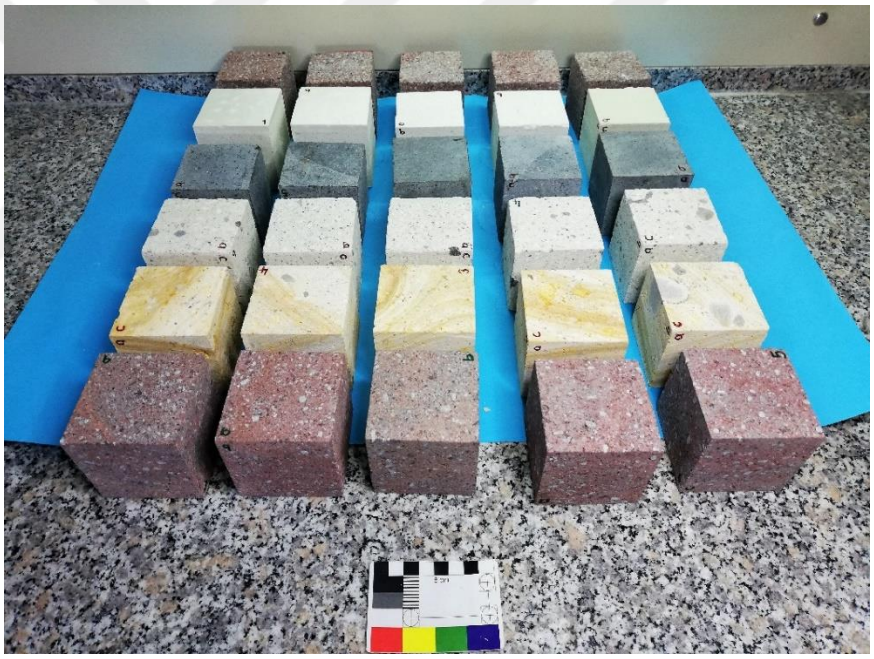
Böhme yüzeysel aşınma kaybı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Eşitlik 3.18). Numunenin taban alanı yaklaşık 50 cm^2 olduğu için tüm değerlendirmeler bu taban alanı baz alınarak yapılmaktadır.

$$\Delta_V = \frac{\Delta_m}{\rho_b} \tag{3.18}$$

Δv: Toplam hacim kaybı ($cm^3/50cm^2$);

Δm: Toplam kütle kaybı ($gr/50cm^2$)

ρb: Numunenin görünür yoğunluğu (gr/cm^3)



Şekil 3.27 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deneyinde kullanılan numunelerin genel görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 3.28 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney cihazı görünümü (Kişisel arşiv, 2019)

Deney sonuçları ele alındığında böhme yüzeysel aşınma kaybı sırasıyla, (7,21 $cm^3/50cm^2$ - AGA), (8,40 $cm^3/50cm^2$ - APA), (9,70 $cm^3/50cm^2$ - MPA), (11,52 cm3/$50cm^2$ - FBT), (15,09 $cm^3/50cm^2$ - FST) ve (38,17 $cm^3/50cm^2$ - AT) ile böhme yüzeysel aşınma kaybı değerleri belirlenmiştir (Tablo 3.22) ve (Şekil 3.29). Saptanan değerler ışığında kayaçların böhme aşınma kaybı değeri ne kadar düşükse, aşınmaya karşı gösterdiği direnç o kadar yüksektir, yani kayaç malzeme sınıflaması açısından yüksek dirençlidir.

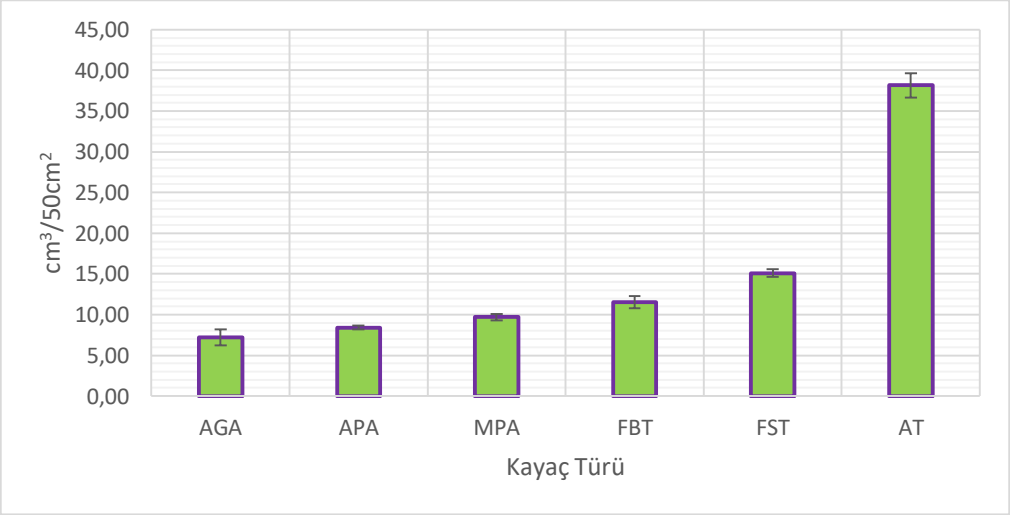
Kayaçların böhme yüzeysel aşınma kaybı değerlerinin 7,21 $cm^3/50cm^2$ ile 38,17 $cm^3/50cm^2$ arasında değiştiği ve en düşük böhme yüzeysel aşınma değerinin Aliağa gri andezit, en yüksek değerin ise Alaçatı tüfü için saptanmıştır.

En düşük aşınma kaybı gösteren Aliağa gri andezit kıyı yapılarında zırh taşı olarak kullanılmaktadır ve kayacın diğer malzeme özellikleri ele alındığın oldukça yüksek direnç gösteren durabilitesi yüksek bir taş olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.22 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney sonuçları

Kayaç Türü	Böhme Yüzeysel Aşınma Kaybı ($cm^3/50cm^2$)		
	N	Ortalama	S.S (±)
Aliağa Gri Andezit (AGA)	3	7,21	0,98
Aliağa Pembe Andezit (APA)	3	8,40	0,23
Menemen Pembe Andezit (MPA)	3	9,70	0,38
Foça Beyaz Tüf (FBT)	3	11,52	0,73
Foça Sarı Tüf (FST)	3	15,09	0,46
Alaçatı Tüf (AT)	3	38,17	1,50

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma

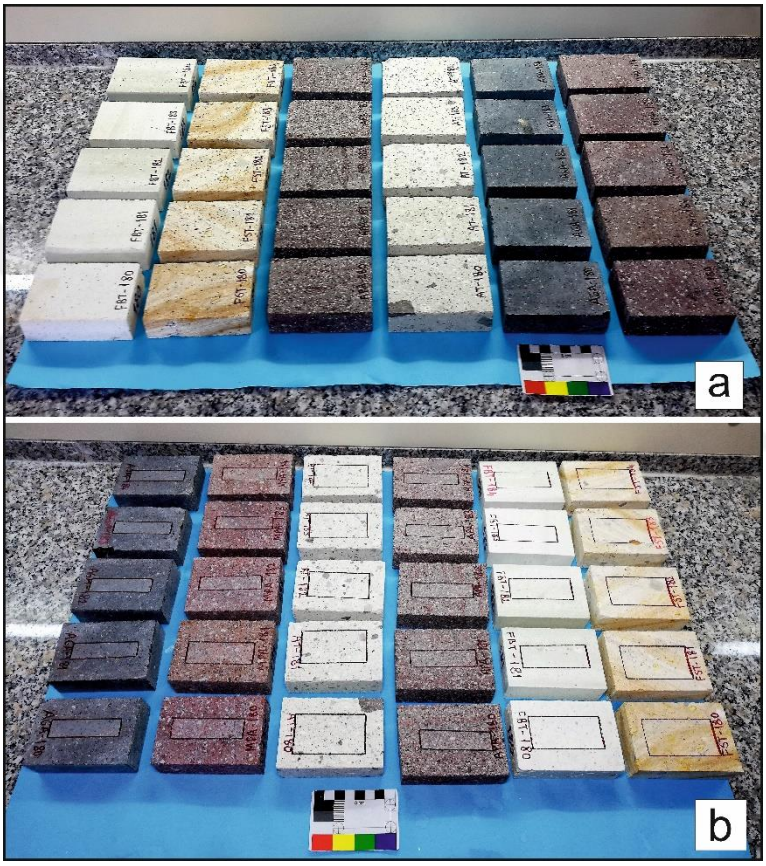


Şekil 3.29 Böhme yüzeysel aşınma kaybı deney sonuç grafiği

3.3.5 Disk Aşınma Kaybı

Disk aşınma kaybı deneyi, doğal taşların aşınmaya karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla yapılır. BS EN 14157 (2004) standartlarına uygun olarak yürütülen deneyde, en az 100×70×40 mm boyutlarında her bir kaya türü için 5 adet numune hazırlanmıştır (Şekil 3.30).

Disk aşındırma cihazı 60 ± 3 saniyede 75 devir yapacak şekilde ayarlanarak, cihazın çalışma prensibine göre aşındırıcı zımpara tozunun bulunduğu haznenin vanası deney sırasında sabit bir akış hızında açık tutulur ve aşındırıcı toz olmadan numune disk aşınma yüzeyiyle temas etmemelidir. Testte tabi tutulan numunelerde aşınmanın oluşturduğu derinlik çizgisi belirlenerek birbirine paralel olacak şekilde 3 noktadan uzunluk ölçüsü belirlenmiş ve belirlenen ölçümlerin ortalaması alınarak disk aşınma kaybı (mm) cinsinden hesaplanır.



Şekil 3.30 Disk aşınma kaybı deneyinde kullanılan numunelerin (a) deney öncesi (b) deney sonrası görünümleri (Kişisel arşiv, 2019)

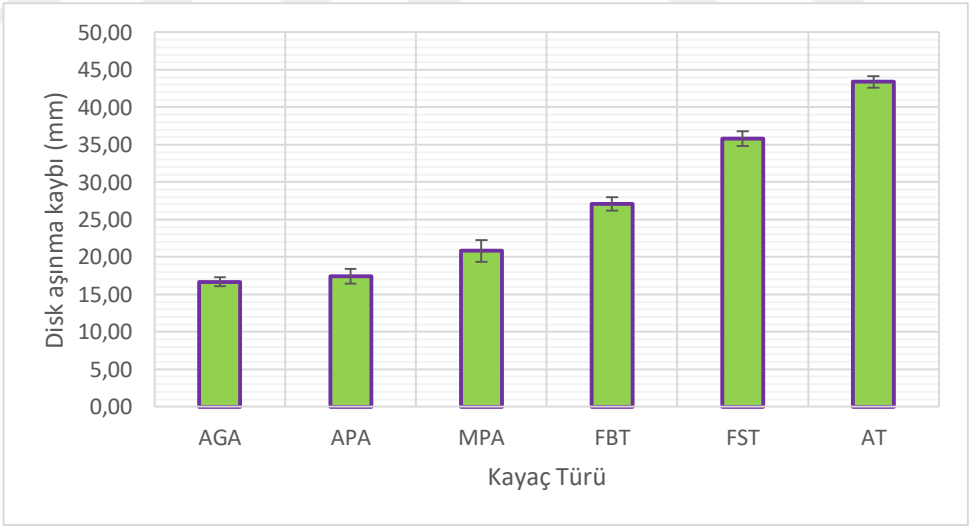
Kayaçların disk aşınma kaybı değerlerinin 16,68 mm ile 43,38 mm arasında değiştiği ve en düşük disk aşınma değerinin 16,68 mm ile Aliağa gri andezit, en yüksek aşınma değeri ise 43,38 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Tablo 3.23).

Bu değerler ışığında kayaçların disk aşınma kaybı değeri ne kadar yüksekse, aşınmaya karşı gösterdikleri direnç o kadar düşüktür, yani kayaç malzeme sınıflaması açısından zayıf dirençlidir. Tüm mekanik özelliklere ait deney sonuçları, Tablo 3.23'te özetlenmiştir.

Tablo 3.23 Disk aşınma kaybı deney sonuçları

Kayaç Türü	**Disk Aşınma Kaybı (mm)**		
	N	Ortalama	S.S (±)
Aliağa Gri Andezit (AGA)	10	16,68	0,59
Aliağa Pembe Andezit (APA)	10	17,43	0,96
Menemen Pembe Andezit (MPA)	10	20,82	1,44
Foça Beyaz Tüf (FBT)	10	27,08	0,89
Foça Sarı Tüf (FST)	10	35,80	1,00
Alaçatı Tüf (AT)	10	43,38	0,77

N: Deneyde kullanılan numune sayısı; S.S: Standart sapma



Şekil 3.31 Disk aşınma kaybı deney sonuç grafiği

Tablo 3.23 İncelenen kayaçların mekanik özellikleri

Deneyler	AGA	APA	MPA	FBT	FST	AT
Tek eksenli basınç direnci (kuru) (MPa)	150,84±19,72	55,17±7,55	49,65±6,53	20,08±2,62	35,32±9,70	14,06±2,70
Tek eksenli basınç direnci (doygun) (MPa)	140,23±24,88	45,15±8,46	40,10±4,83	12,66±4,04	27,61±4,39	6,06±1,94
Eksenel nokta yükü dayanım indeksi (kuru) (MPa)	6,48±0,65	3,49±0,38	3,91±0,44	2,16±0,33	2,53±0,21	1,30±0,18
Eksenel nokta yükü dayanım indeksi (doygun) (MPa)	5,94±0,58	2,74±0,63	2,92±0,64	1,20±0,36	1,13±0,31	0,39±0,07
Çapsal nokta yükü dayanım indeksi (kuru) (MPa)	6,34±1,09	3,16±0,38	3,76±0,51	1,80±0,09	1,75±0,37	1,03±0,20
Çapsal nokta yükü dayanım indeksi (doygun) (MPa)	5,72±0,47	2,56±0,50	2,74±0,77	0,98±0,06	1,22±0,20	0,33±0,08
Brazilian çekme direnci (kuru) (MPa)	10,50±1,36	4,02±0,74	4,41±0,81	6,51±0,96	3,25±0,80	1,15±0,19
Brazilian çekme direnci (doygun) (MPa)	9,80±1,38	3,46±0,75	3,84±0,89	2,74±0,27	1,52±0,48	0,38±0,08
Böhme yüzeysel aşınma kaybı (cm^3/50 cm^2)	7,21±0,98	8,40±0,23	9,70±0,38	11,52±0,73	15,09±0,46	38,17±1,50
Disk aşınma kaybı (mm)	16,68±0,59	17,43±0,96	20,82±1,44	27,08±0,89	35,80±1,00	43,38±0,77

AGA: Aliağa Gri Andezit; APA: Aliağa Pembe Andezit; MPA: Menemen Pembe Andezit; FBT: Foça Beyaz Tüf; FST: Foça Sarı Tüf; AT: Alaçatı Tüf

BÖLÜM DÖRT
HIZLANDIRILMIŞ AYRIŞTIRMA TESTLERİ

Çevresel ayrıştırıcı faktörlerden olan su, nem, ısı, tuz oluşumu, canlılar ve insan etkileri doğal taşların bozunmasında oldukça etkilidir. Su, güçlü bir eritici olup iyon alışverişini kolaylaştırır ve taşıdığı kimyasal bileşikler çeşitli tepkimelere yol açarak, açığa çıkan maddeler canlı organizmaların çoğalmasını kolaylaştırmakta, bu durum taş malzemesinin bozunmasına neden olmaktadır (Winkler, 1973).

Kayaçların farklı çevresel ayrıştırıcı koşullar altındaki davranışlarının belirlenmesi amacıyla kayaçlar üzerinde laboratuvar koşulları altında hızlandırılmış ayrıştırma deneyleri uygulanır. Islanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi deneyleri en yaygın kullanılan hızlandırılmış ayrıştırma deneyleridir (Topal ve Doyuran, 1997; Yavuz, 2006).

Bu çalışmada incelenen kayaçların değişik çevresel ayrıştırıcı etkiler altındaki davranışlarının belirlenmesi amacıyla kayaçlar ilgili standartlarda belirtilen prosedürlere uygun olarak ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi gibi hızlandırılmış ayrıştırma testlerine tabi tutulmuşlardır (Tablo 4.1). Bu deneyler esnasında deney süresinde kayaçların fiziksel özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla deney türüne bağlı olarak değişen döngü aralıklarında kayaçların birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme, porozite, boşluk oranı ve ultrasonik ses hızı iletkenliği gibi fiziksel özellikleri, yapılan ara ölçümler ile saptanmıştır. Deney sonucunda orijinal şeklini koruyan numuneler tek eksenli basınç direnci deneyine tabi tutularak uygulanan deneyin kayacın direnci üzerindeki etkisi saptanmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan tüfler hızlandırılmış ayrıştırma testlerinin bir kısmında, ilgili standartta öngörülen döngü sayısına ulaşılamadan tamamen bozunmuştur. Bu kayalar için tamamen bozunduğu döngü sayısı not edilmiştir.

Tablo 4.1 Hızlandırılmış ayrıştırma testleri ve uygulanan standartlar

Hızlandırılmış Ayrıştırma Testleri	
Islanma Kuruma Sonrası Kütle Kaybı	TS 699 (2009)
Donma Çözülme Sonrası Kütle Kaybı	TS 699 (2009)
Na_2SO_4 Tuz Kristallenme Sonrası Kütle Kaybı	TS EN 12370 (2001)
$MgSO_4$ Tuz Kristallenme Sonrası Kütle Kaybı	TS EN 1367-2 (1999)

4.1 Islanma-Kuruma Deneyi

Kayaçlar çeşitli farklı minerallerden oluşur ve her mineralin ısındığı zaman uzama katsayısı farklıdır. Minerallerin termal genleşme katsayıları farklı olduğu gibi farklı yönlerde genişleyerek birbirlerine karşıt kuvvetler oluştururlar. Isı değişimlerinden kaynaklanan genleşme ve büzülmeler sonucunda taneler arasında iç gerilmeler oluşur. Isınma ve soğumanın etkisinde kalan kayaçlarda uzama katsayısı fazla olan mineraller ısınma sırasında daha fazla genleşerek diğer minerallere basınç yapar. Sıcaklık değişimlerinin tekrarlanması sonucu oluşan her genleşme mineral sınırlarını biraz daha zayıflatarak kayaçta çatlamalara, kırılmalara ve dökülmelere neden olur (Küçükkaya, 1995).

Islanma-kuruma, gözenekli kaya malzemesi tarafından emilen suyun malzeme içindeki hareketidir. Yani, yağmur suyunun malzemenin boşluklu yapılarından sızarak gözenekler arasında ilerlemesi ve bu durumun tekrarlanmasıyla kaya malzemesinde bozunmalar meydana gelir. Suyun hareketi zaman içerisinde aşınmaya neden olarak gözenekler arasında kanallar oluşturur. Kayacın tamamen doygun hale gelme sürecine ıslanma, suyun ters yönde hareket ederek buharlaşması süreci ise kuruma olayıdır. Islanma-kurumanın hızı ve tekrarlanma sıklığı atmosferik şartlara ve gözenekli yapının özelliklerine (boyutu, dağılımı gibi) bağlıdır. Islanma-kuruma ayrıştırma deneyi doğal taşların durabilitesini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Yavuz, 2006; Topal ve Sözmen,2003; Ozden ve Topal, 2009).

Kil içerikli kayaçlarda ıslanma-kuruma çevrimlerine karşı durabilitesinin önemini bu kayaçların parçalanmaya karşı gösterdiği direnç belirler. Kil içeriği daha yüksek olan kayaçlarda parçalanma oranı yüksektir (Erguler ve Ulusay, 2009).

Islanma-kuruma deneyi, doğal taşların ıslanma-kuruma çevrimi koşullarında durabilitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir indeks deneydir (TS 699, 2009).

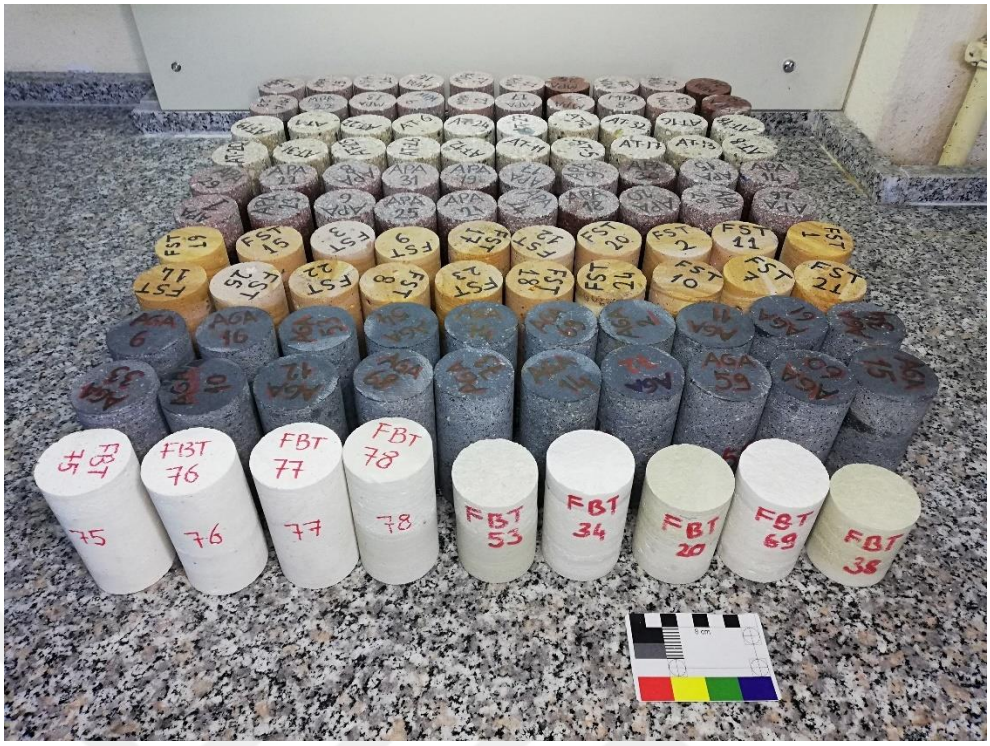
Islanma-kuruma deneyi TS 699 (2009) standartlarına uygun olarak yürütülmüştür. Deneyde kullanılmak üzere hazırlanan 54 mm çapında boy/çap oranı 2 olan, her bir kaya türü için 20 adet karot örneği hazırlanmıştır (Şekil 4.1). Her bir numunenin deney öncesi kütle değeri ve fiziksel parametreleri belirlenmiştir. Fiziksel özellikleri belirlenen numuneler, en az 16 saat suya doygun hale getirilmiştir. Sudan çıkartılan numuneler 65±5 ℃ sıcaklıktaki etüvde 8 saat kurutularak ıslanma-kuruma deneyinin bir döngüsü tamamlanmıştır (Şekil 4.2). Her 10 döngüde bir numunelerin tüm fiziksel özellikleri belirlenirken, 20 döngüde bir tek eksenli basınç direnci parametresi saptanmıştır.

Islanma-kurum döngüsü toplam 80 döngü sürdürülmüştür ve her 10 döngüde bir kütle kaybı belirlenmiştir (Tablo 4.2). Islanma-kuruma deneyi sonrası kütle kaybı hesaplaması aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Eşitlik 4.1).

$$Kütle\ Kaybı\ (\%) = \frac{A-B}{A} \times 100 \qquad (4.1)$$

A: Deney öncesi kuru ağırlık (gr)

B: Deney sonrası kuru ağırlık (gr)



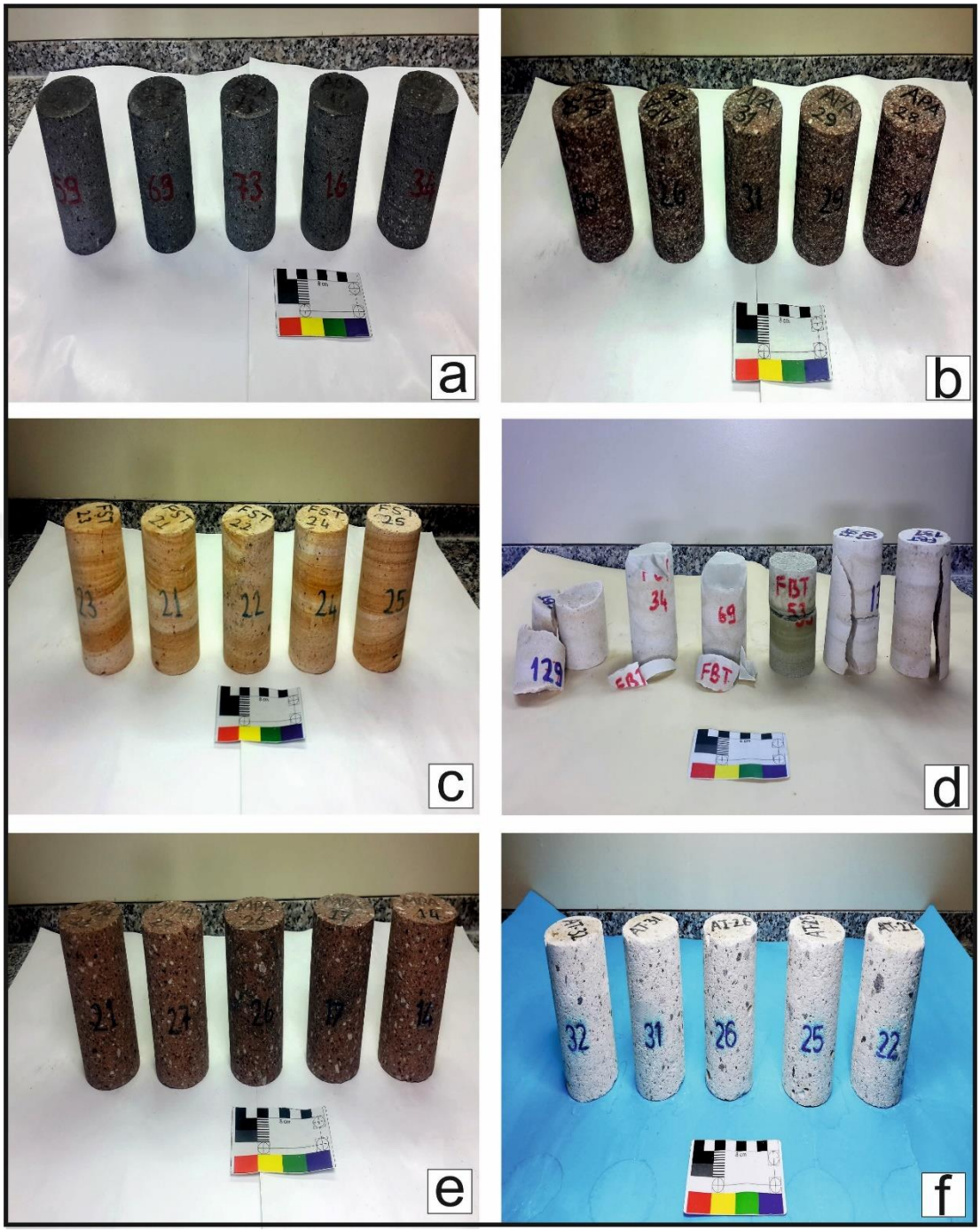
Şekil 4.1 Islanma-kuruma deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



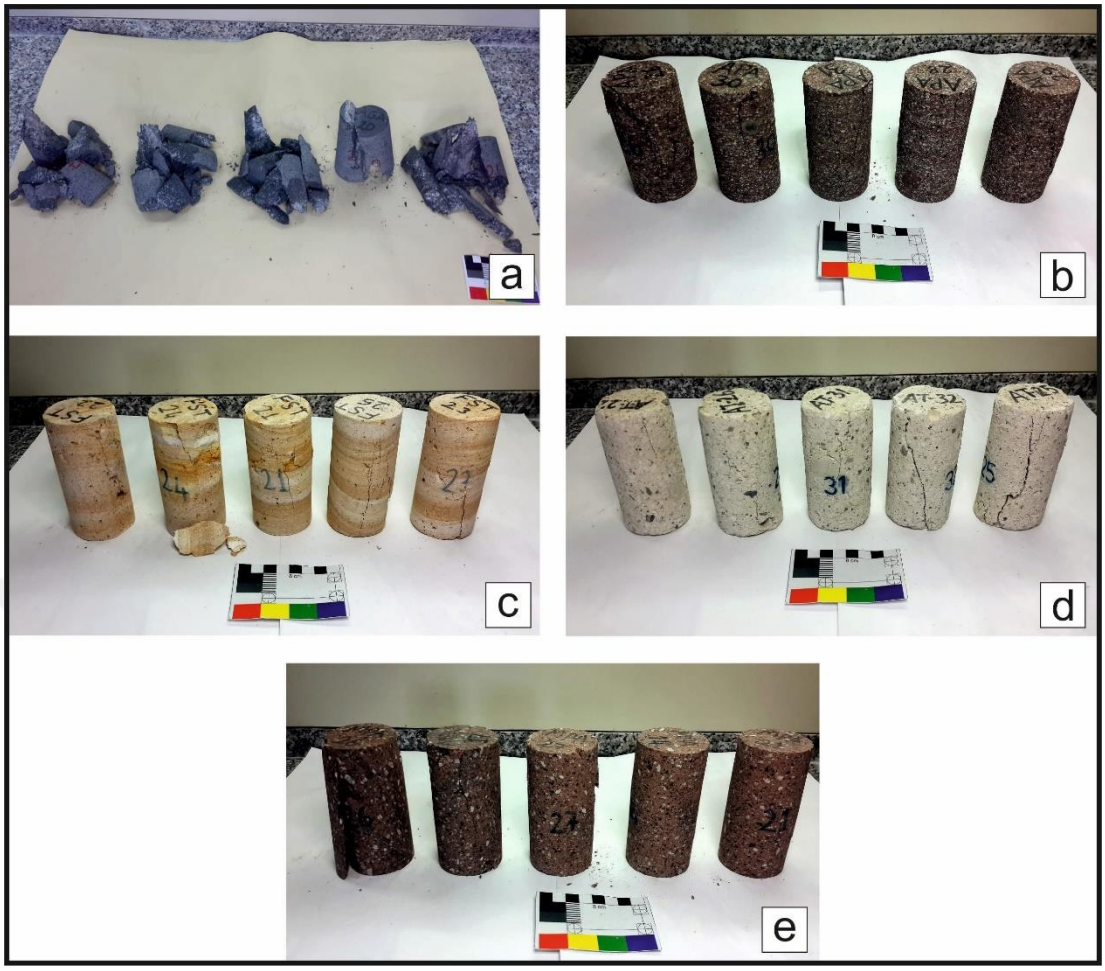
Şekil 4.2 Islanma-kuruma deneyi; (a) numunelerin etüvde kurutulması (b) numunelerin suya doygun hale getirilmesi (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.3 Dört döngü ıslanma-kurumaya tabi tutulan Foça beyaz tüfü numunelerinin anizotropi düzlemleri boyunca parçalanma göstermesi (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.4 Islanma-kuruma deneyi (80. döngü) sonrası kaya numunelerinin görüntüsü (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Foça beyaz tüf 20.döngü sonrası görünümü (e) Menemen pembe andezit (f) Alaçatı tüf (Kişisel arşiv, 2019)

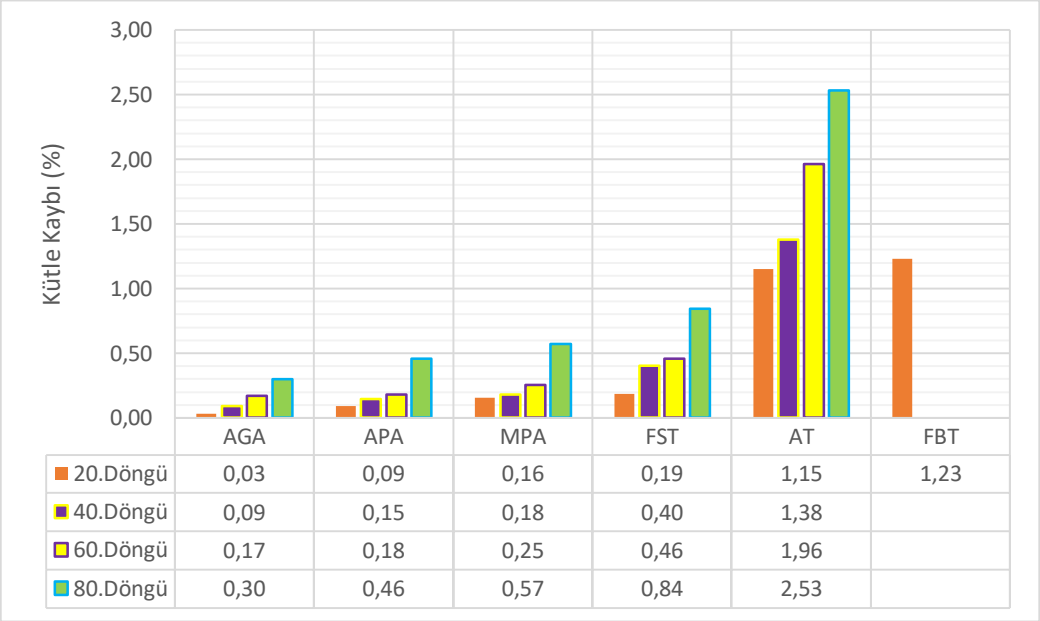


Şekil 4.5 Islanma-kuruma deneyine (80. döngü) tabi tutulan numunelerinin tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası görünümleri (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Foça sarı tüf (d) Alaçatı tüf (e) Menemen pembe andezit (Kişisel arşiv, 2019)

Islanma-kuruma deneyi (80 döngü) sonunda kayaçların kütle kaybı değerleri %0,30 ile %2,53 arasında değiştiği, en düşük kütle kaybı %0,30 ile AGA, en yüksek kütle kaybı ise %2,53 ile AT olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Foça beyaz tüfü anizotropi düzlemleri boyunca parçalanma göstermiş ve deney 20. döngüye kadar sürdürülmüştür. FBT'nin 20. döngü sonu kütle kaybı değeri ise %1,23 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2 ve Şekil 4.6).

Tablo 4.2 Islanma kuruma deneyi sonrası kütle kaybı değerleri

Kayaç Türü	Kütle Kaybı (%)							
	Döngü Sayısı							
	10	20	30	40	50	60	70	80
AGA	0,01	0,03	0,07	0,09	0,11	0,17	0,22	0,30
APA	0,08	0,09	0,11	0,15	0,16	0,18	0,31	0,46
MPA	0,14	0,16	0,18	0,18	0,17	0,25	0,44	0,57
FBT	0,25	1,23	-	-	-	-	-	-
FST	0,12	0,19	0,36	0,40	0,43	0,46	0,62	0,84
AT	0,63	1,15	1,21	1,38	1,42	1,96	2,23	2,53



Şekil 4.6 Islanma-kuruma deneyi sonrası kütle kaybı grafiği

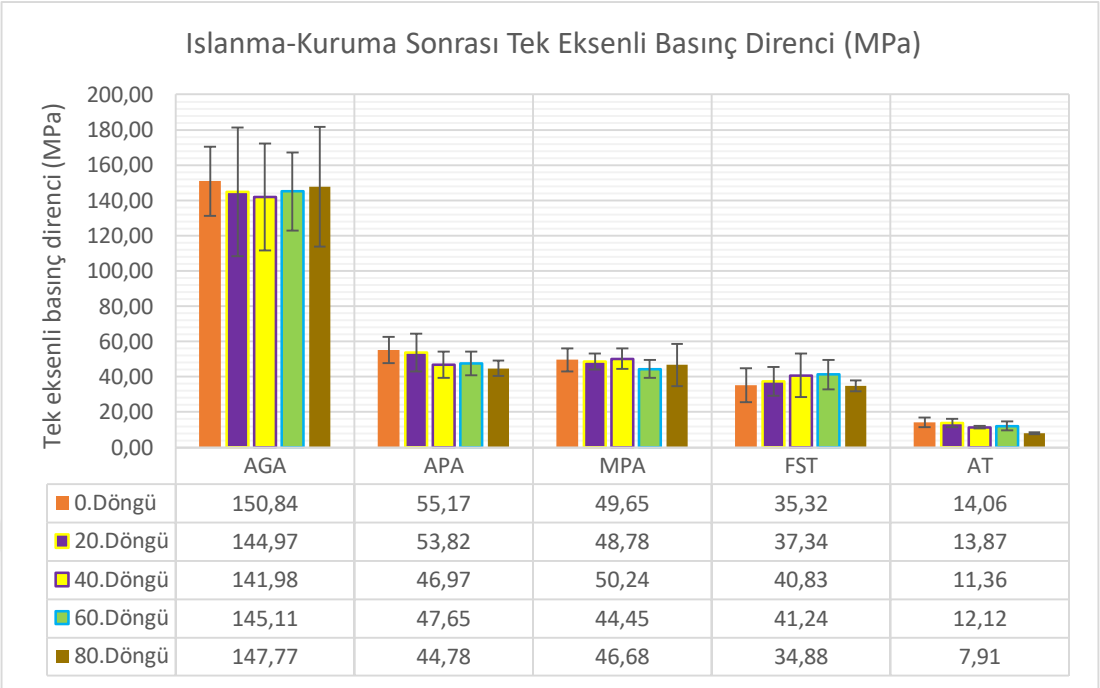
Islanma-kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci ölçümleri her 20 döngüde bir yapılarak, ıslanma-kurumanın kayacın dayanımı üzerinde ki etkisi saptanmıştır ve taze kayaçların tek eksenli basınç dirençleri ile mukayese edilmiştir (Şekil 4.7).

Islanma-kuruma deneyi (80 döngü) sonrası kayaçların tek eksenli basınç direnci değerleri 7,91 MPa ile 147,77 MPa arasında değiştiği, en yüksek tek eksenli basınç direnci 147,77 MPa ile AGA, en düşük tek eksenli basınç direnci ise 7,91 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük standart sapma 0,52 ile Alaçatı tüfü için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 33,81 ile Aliağa gri andeziti için saptanmıştır (Tablo 4.3).

Islanma-kuruma ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinde gözle görülebilir ciddi değişimler saptanmamakla birlikte, numunelerin orijinal renginin çok düşük seviyede koyulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, Foça beyaz tüfün de (FBT) anizotropi düzlemleri boyunca kırılmalar ve parçalanmalar meydana gelirken, Alaçatı tüfünün (AT) matriksinde ufalanmalar şeklinde ayrışma şekilleri saptanmıştır.

Tablo 4.3 Islanma kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri

Kayaç Türü	**Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)**				
	Taze Kaya	**20. Döngü**	**40.Döngü**	**60.Döngü**	**80.Döngü**
	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S
AGA	150,84±19,72	144,97±36,49	141,98±30,38	145,11±22,07	147,77±33,81
APA	55,17±7,55	53,82±10,79	46,97±7,47	47,65±6,73	44,78±4,30
MPA	49,65±6,53	48,78±4,57	50,24±5,80	44,45±5,16	46,68±11,84
FST	35,32±9,70	37,34±8,25	40,83±12,33	41,24±8,28	34,88±3,01
AT	14,06±2,70	13,87±2,28	11,36±0,73	12,12±2,50	7,91±0,52



	AGA	APA	MPA	FST	AT
0.Döngü	150,84	55,17	49,65	35,32	14,06
20.Döngü	144,97	53,82	48,78	37,34	13,87
40.Döngü	141,98	46,97	50,24	40,83	11,36
60.Döngü	145,11	47,65	44,45	41,24	12,12
80.Döngü	147,77	44,78	46,68	34,88	7,91

Şekil 4.7 Islanma-kuruma deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci grafiği

4.1.1 Islanma-Kuruma Deneyi Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri

Islanma-kuruma ayrıştırma deneyi sonrası kaya numunelerinin her 10 döngüde bir ölçümleri yapılarak, kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları, ağırlıkça su emme, kuru ve doygun p-dalga hızları, görünür porozite ve boşluk oranları gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Kayaçların ıslanma-kuruma deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri 13,18 kN/m^3 ile 26,03 kN/m^3 arasında değiştiği, doygun birim hacim ağırlık değerleri ise 16,28 kN/m^3 ile 26,28 kN/m^3 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.4 ve 4.5). Saptanan değerler ele alındığında en düşük birim hacim ağırlık değerine sahip kaya türü AT, en yüksek değere sahip kaya türünün ise AGA olduğu belirlenmiştir. Saptanan değerler ele alındığında, ayrışma sonrası kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerlerinde düşüş görülmektedir.

Islanma-kuruma hızlandırılmış ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinin atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerlerinde artış görülmekte olup, 80.döngü sonunda en fazla su emme değeri Alaçatı tüfünde (AT) görülmektedir. 0.döngüde %18,25 su emmesi olan AT, 80.döngüde %23,63 su emme değeri göstermektedir. En az su emmesi olan Aliağa gri andeziti 0.döngüde %0,65 iken 80.döngüde %0,98 su emme değeri göstermektedir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.10).

Kayaçların ıslanma-kuruma ayrıştırma testi sonrası görünür porozite değerleri %2,61 ile %31,65 arasında değiştiği, en düşük porozite değeri %2,61 ile AGA, en yüksek porozite değeri %31,65 ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7).

Anon (1979)'a göre kayaçların porozite sınıflamasında, ıslanma-kuruma ayrıştırma testi öncesi ve sonrası, AGA düşük poroziteli, APA ve MPA orta derecede poroziteli, FBT ayrışma öncesi orta dereceli porozite gösterirken ayrışma sonrası 20. döngüde yüksek porozite değeri gösterir. FST'nin ayrışma öncesi ve sonrası porozite sınıflaması yüksek porozitelidir. AT'nin ise ayrışma öncesi yüksek poroziteli iken ayrışma sonrası çok yüksek porozite göstermektedir.

Bu sınıflama ışığında kayaçlar incelendiğinde porozite değeri en düşük olan kaya türü AGA, porozite değeri en yüksek olan kaya türü ise AT olduğu belirlenmiştir. Diğer malzeme özellikleri de göz önüne alındığında porozite değeri arttıkça kaya dayanımının azaldığı görülmektedir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.9).

Islanma-kuruma deneyi sonrası kayaçların boşluk oranı değerleri %2,68 ile %46,36 arasında değiştiği ve en düşük boşluk oranı değeri %2,68 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek boşluk oranı değeri ise %46,36 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Tablo 4.8).

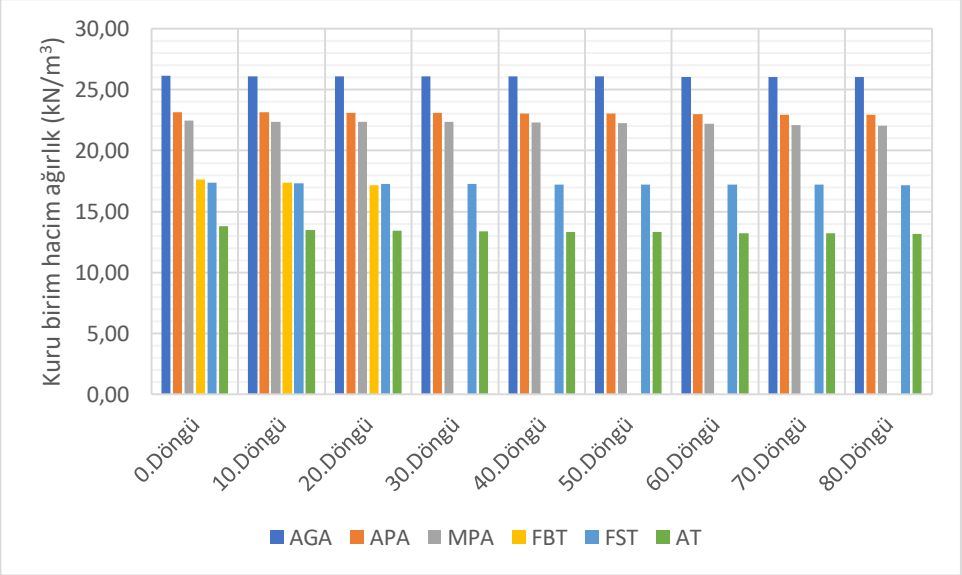
Islanma-kuruma deneyi sonrası ultrasonik ses hızı iletkenliği değerlerinde düşüş görülmektedir. Kuru p-dalga hızı değeri sırasıyla, AGA 4,68 km/sn, MPA 4,09 km/sn, APA 3,65 km/sn, FST 2,87 km/sn, AT 2,17 km/sn ve 20.döngüde FBT 2,75 km/sn ses hızı iletkenliği değerleri saptanmıştır.

Saptanan değerler ele alındığında, en yüksek p-dalga hızı değeri 4,68 km/sn ile AGA, en düşük p-dalga hızı değeri 2,17 km/sn ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.9 ve 4.10).

Islanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların deney öncesi ve sonrası tüm fiziksel özelliklere ait deney sonuçları, Tablo 4.11'de özetlenmiştir.

Tablo 4.4 Islanma kuruma sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri

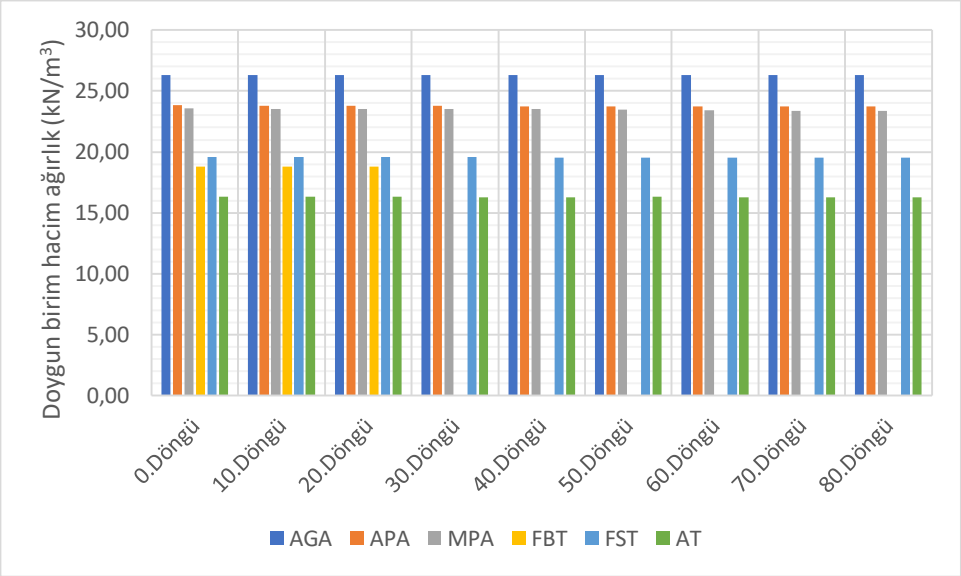
Kayaç Türü	**Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**								
	Döngü Sayısı								
	0	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**
AGA	26,14	26,11	26,11	26,09	26,09	26,08	26,06	26,04	26,03
APA	23,17	23,12	23,12	23,09	23,04	23,04	23,00	22,96	22,93
MPA	22,47	22,39	22,38	22,35	22,32	22,26	22,21	22,10	22,03
FBT	17,66	17,39	17,16	-	-	-	-	-	-
FST	17,39	17,31	17,29	17,26	17,24	17,24	17,22	17,20	17,14
AT	13,82	13,50	13,42	13,37	13,35	13,33	13,24	13,20	13,18



Şekil 4.8 Islanma-kuruma sonrası kayaçların kuru birim hacim ağırlıklarındaki değişimler

Tablo 4.5 Islanma kuruma sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri

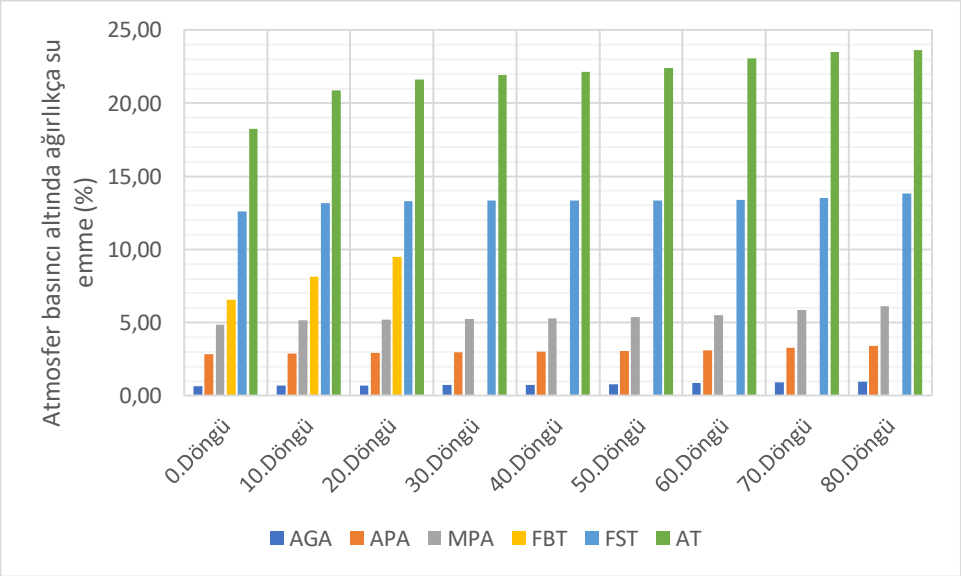
Kayaç Türü	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)								
	Döngü Sayısı								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
AGA	26,31	26,29	26,29	26,28	26,28	26,28	26,28	26,28	26,28
APA	23,83	23,79	23,79	23,77	23,74	23,74	23,71	23,71	23,71
MPA	23,56	23,54	23,54	23,51	23,49	23,45	23,43	23,38	23,37
FBT	18,82	18,80	18,78	-	-	-	-	-	-
FST	19,58	19,58	19,58	19,56	19,54	19,54	19,52	19,52	19,51
AT	16,33	16,31	16,31	16,29	16,29	16,30	16,29	16,29	16,28



Şekil 4.9 Islanma-kuruma sonrası kayaçların doygun birim hacim ağırlıklarındaki değişimler

Tablo 4.6 Islanma kuruma sonrası atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

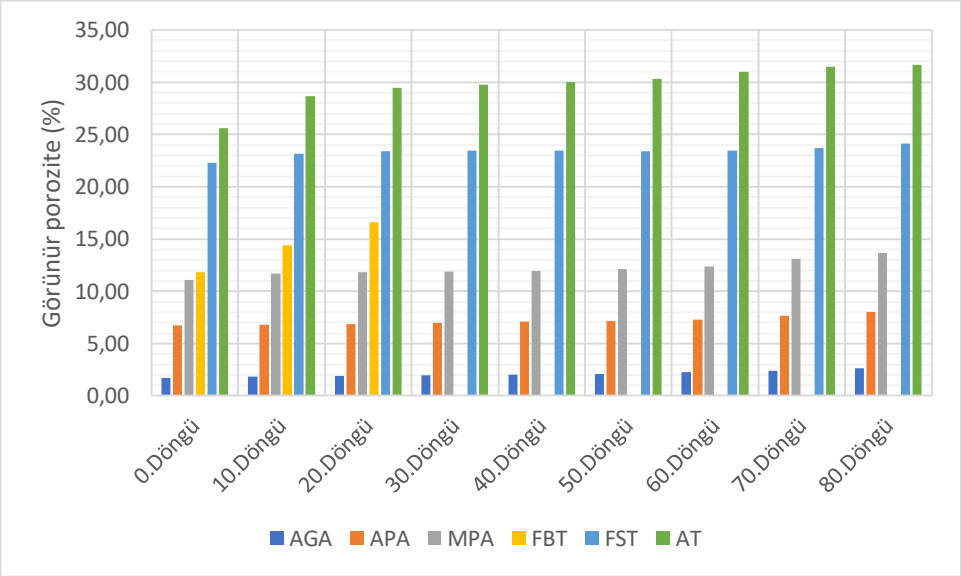
Kayaç Türü	Atmosfer Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme (%)								
	Döngü Sayısı								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
AGA	0,65	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,85	0,90	0,98
APA	2,85	2,88	2,91	2,96	3,02	3,06	3,11	3,26	3,43
MPA	4,87	5,17	5,21	5,25	5,29	5,39	5,51	5,84	6,11
FBT	6,55	8,12	9,49	-	-	-	-	-	-
FST	12,61	13,15	13,29	13,35	13,36	13,35	13,38	13,54	13,83
AT	18,25	20,88	21,61	21,92	22,15	22,41	23,05	23,48	23,63



Şekil 4.10 Islanma-kuruma deneyi sonrası kayaçlarda ağırlıkça su emme değerlerindeki değişimler

Tablo 4.7 Islanma kuruma sonrası görünür (etkin) porozite değerleri

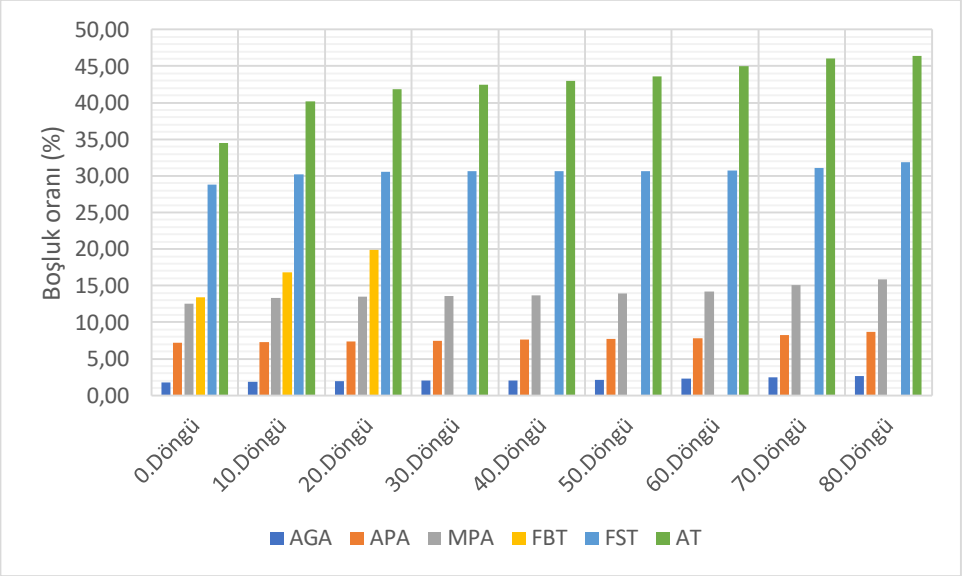
Kayaç Türü	Görünür (Etkin) Porozite (%)								
	Döngü Sayısı								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
AGA	1,73	1,82	1,89	1,96	2,02	2,11	2,27	2,40	2,61
APA	6,73	6,79	6,86	6,97	7,10	7,18	7,28	7,63	8,01
MPA	11,07	11,71	11,81	11,89	11,96	12,15	12,40	13,09	13,64
FBT	11,80	14,39	16,58	-	-	-	-	-	-
FST	22,32	23,16	23,38	23,45	23,44	23,42	23,46	23,71	24,12
AT	25,63	28,65	29,47	29,79	30,04	30,35	31,02	31,51	31,65



Şekil 4.11 Islanma-kuruma sonrası kayaçların görünür porozite değerlerindeki değişimler

Tablo 4.8 Islanma kuruma sonrası boşluk oranı değerleri

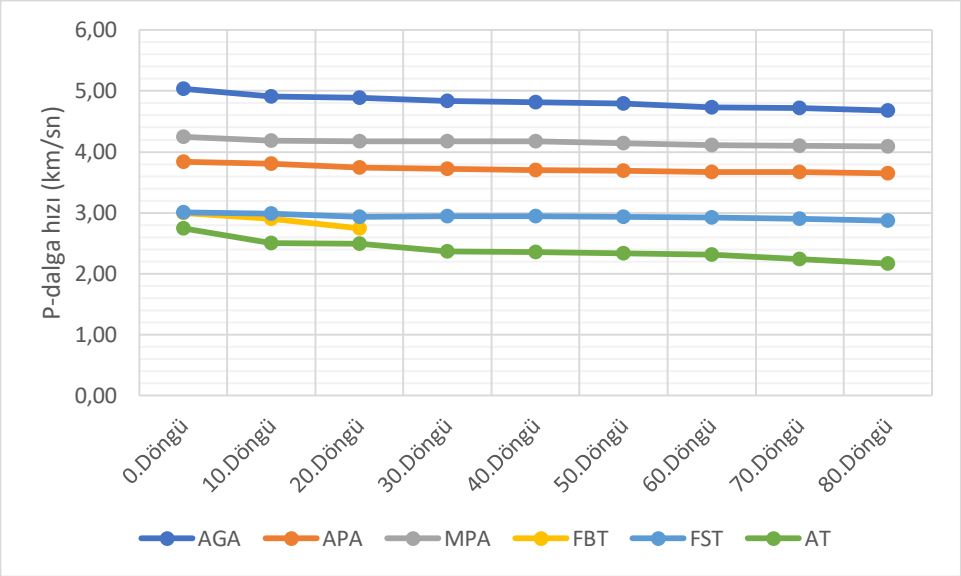
Kayaç Türü	Boşluk Oranı (%)								
	Döngü Sayısı								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
AGA	1,76	1,86	1,93	2,00	2,06	2,15	2,32	2,46	2,68
APA	7,22	7,29	7,37	7,50	7,64	7,73	7,85	8,26	8,72
MPA	12,50	13,33	13,46	13,56	13,65	13,90	14,21	15,11	15,84
FBT	13,39	16,82	19,91	-	-	-	-	-	-
FST	28,78	30,20	30,55	30,67	30,66	30,62	30,70	31,11	31,84
AT	34,50	40,18	41,82	42,46	42,98	43,61	45,02	46,06	46,36



Şekil 4.12 Islanma-kuruma deneyi sonrası kayaçların boşluk oranı değerlerinde gözlenen değişimler

Tablo 4.9 Islanma kuruma sonrası kuru ultrasonik p-dalga hızı değerleri

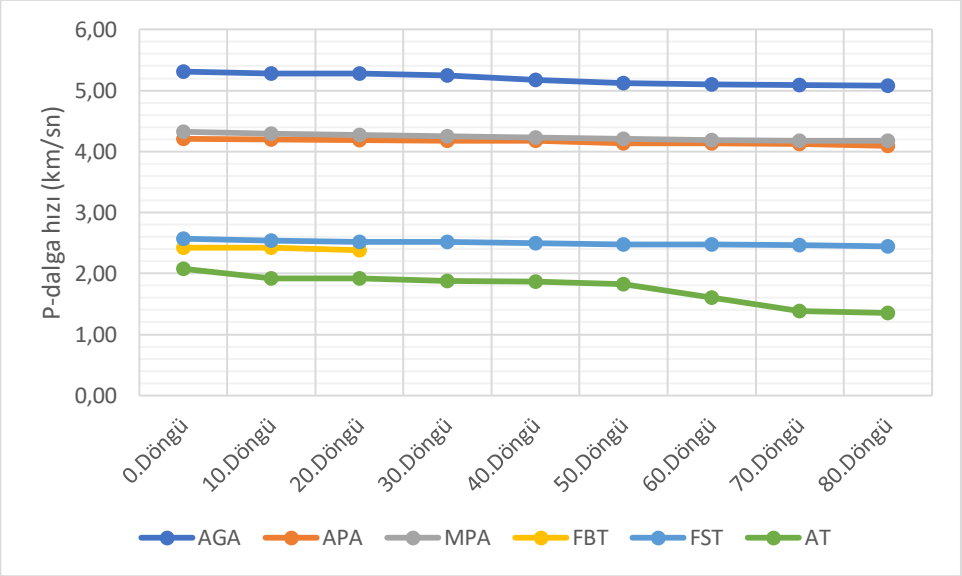
Kayaç Türü	Kuru P-dalga Hızı (km/sn)								
	Döngü Sayısı								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
AGA	5,04	4,91	4,89	4,83	4,82	4,80	4,73	4,72	4,68
APA	3,84	3,80	3,74	3,73	3,70	3,69	3,67	3,67	3,65
MPA	4,25	4,19	4,18	4,17	4,17	4,14	4,11	4,10	4,09
FBT	3,00	2,90	2,75	-	-	-	-	-	-
FST	3,01	2,99	2,94	2,94	2,94	2,93	2,92	2,90	2,87
AT	2,74	2,51	2,49	2,37	2,36	2,34	2,32	2,25	2,17



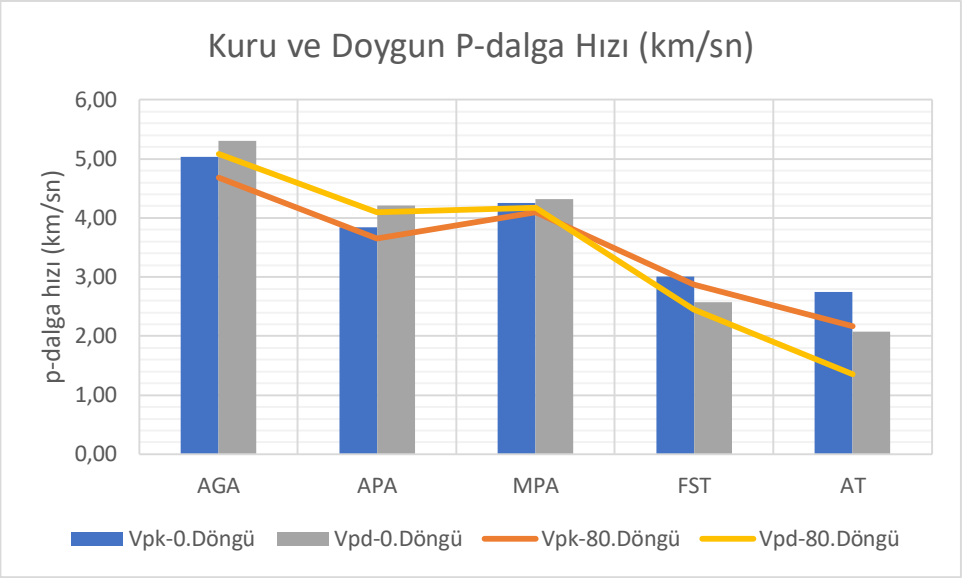
Şekil 4.13 Islanma- kuruma deneyi sonrası kuru p-dalga hızı değişimi

Tablo 4.10 Islanma kuruma sonrası doygun ultrasonik p-dalga hızı değerleri

Kayaç Türü	**Doygun P-dalga Hızı (km/sn)**								
	Döngü Sayısı								
	0	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**
AGA	5,31	5,28	5,28	5,24	5,17	5,12	5,10	5,09	5,08
APA	4,21	4,19	4,19	4,17	4,17	4,14	4,13	4,12	4,10
MPA	4,32	4,30	4,27	4,25	4,23	4,20	4,18	4,18	4,17
FBT	2,43	2,42	2,38	-	-	-	-	-	-
FST	2,57	2,54	2,52	2,52	2,50	2,48	2,47	2,47	2,45
AT	2,07	1,92	1,92	1,88	1,87	1,83	1,60	1,38	1,35



Şekil 4.14 Islanma-kuruma deneyi sonrası doygun p-dalga hızı değişim grafiği

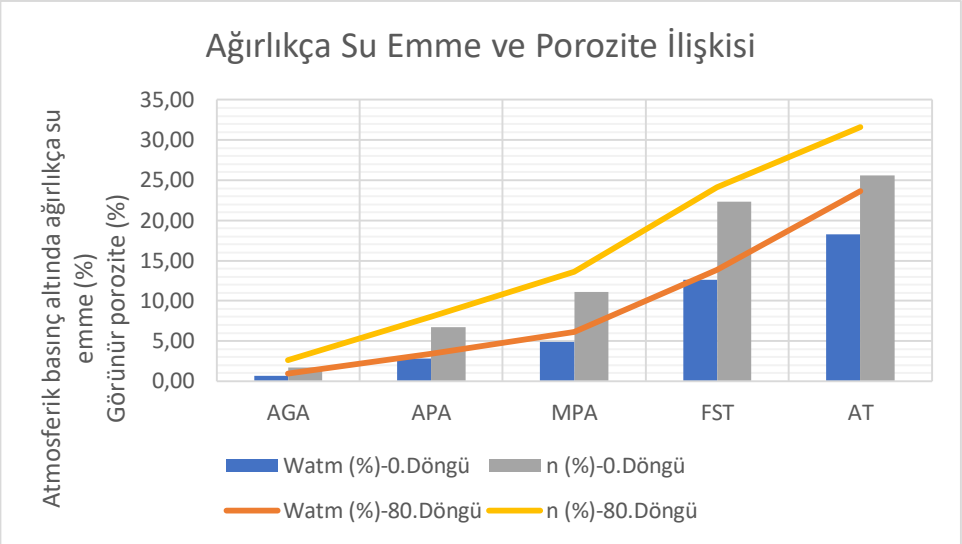


Şekil 4.15 Islanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların kuru ve doygun p-dalga hızındaki değişim grafiği (Vpk: kuru p-dalga hızı, Vpd: doygun p-dalga hızı)

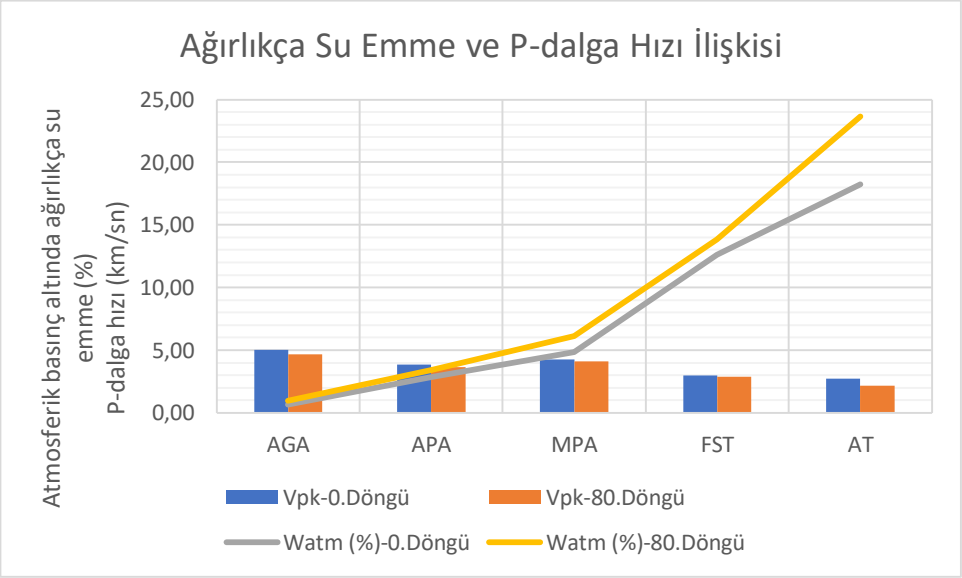
Islanma-kuruma ayrıştırma testi sonunda kaya numunelerinin ağırlıkça su emme, porozite, birim hacim ağırlıkları ve ultrasonik p-dalga hızı gibi fiziksel parametreleri saptanmıştır.

Kayaçların ıslanma-kuruma ayrıştırma testi sonunda fiziksel özellikleri ele alındığında, atmosferik şartlarda ağırlıkça su emme ve porozite değerleri artmış, ultrasonik p-dalga hızı iletkenliğinde ve birim hacim ağırlık değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

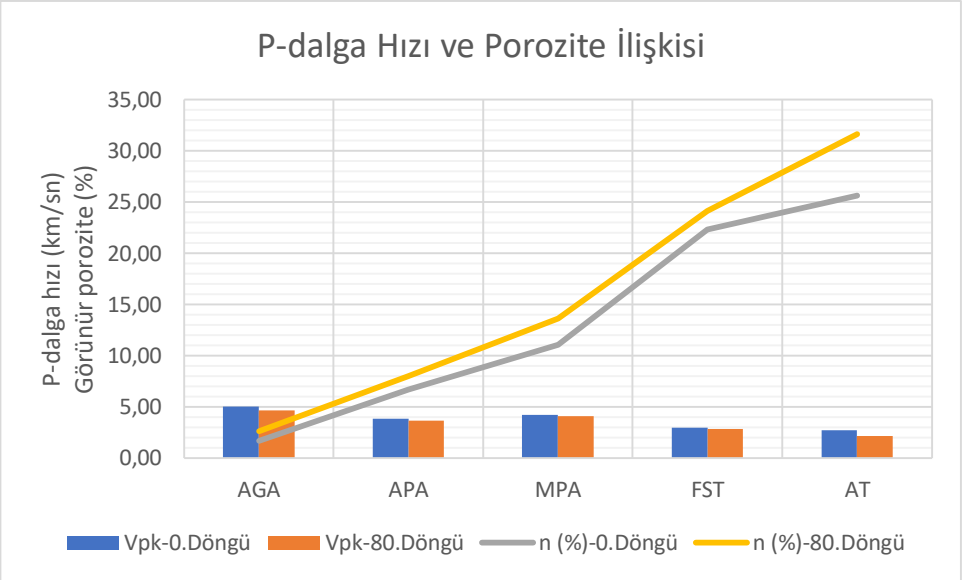
Elde edilen veriler ışığında, ağırlıkça su emme ve porozite ilişkisine bakıldığında, kayaçların porozitesi arttıkça ağırlıkça su emme değerlerinin de doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir (Şekil 4.16). Ağırlıkça su emme ve porozitesi artan kayaçların ultrasonik p-dalga hızı iletkenliği değerlerinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4.17, 4.18).



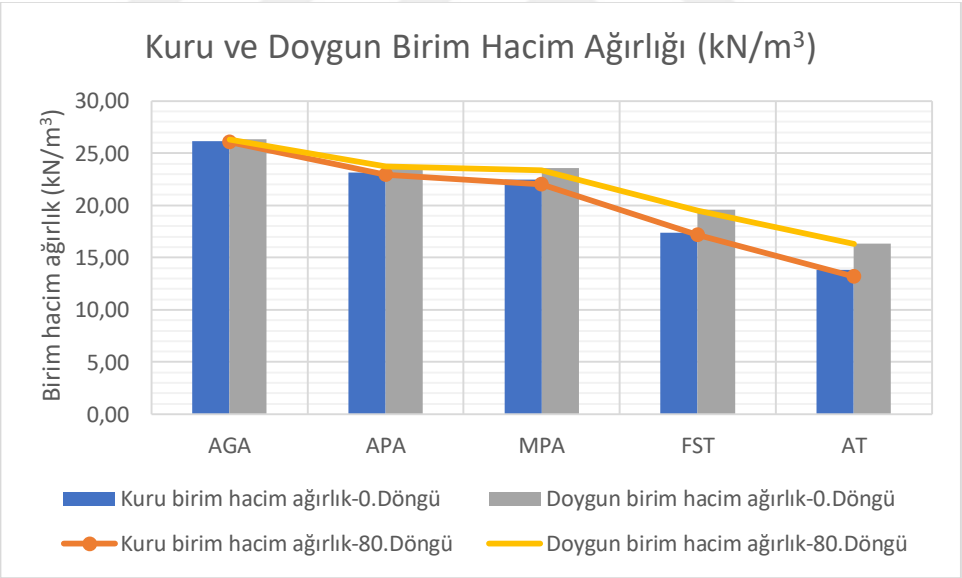
Şekil 4.16 Taze ve ıslanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki ağırlıkça su emme ile porozite ilişkisi (Watm: atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme, n: görünür porozite)



Şekil 4.17 Islanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki kuru p-dalga hızı ile ağırlıkça su emme ilişkisi (Watm: atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme, Vpk: kuru p-dalga hızı)



Şekil 4.18 Islanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki kuru p-dalga hızı ile görünür porozite ilişkisi (Vpk: kuru p-dalga hızı, n: görünür porozite)



Şekil 4.19 Taze ve ıslanma-kuruma ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 80. döngüdeki kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerlerindeki değişimler

Tablo 4.11 Islanma kuruma ayrıştırma testine tabi tutulan kayaçların deney öncesi ve sonrası belirlenen fiziksel özelliklerdeki değişim değerleri

Islanma-Kuruma Öncesi ve Sonrası Fiziksel Özellikler													
Deneyler		**AGA**		**APA**		**MPA**		**FBT**		**FST**		**AT**	
		N: 5		N:5		N:4		N:4		N:4		N:5	
		Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S
Taze Kaya	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,14	0,07	23,17	0,11	22,47	0,73	17,66	0,07	17,39	0,38	13,82	0,55
	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,31	0,08	23,83	0,07	23,56	0,55	18,82	0,14	19,58	0,28	16,33	0,44
	Görünür (Etkin) Porozite (%)	1,73	0,23	6,73	0,44	11,07	1,91	11,80	1,80	22,32	1,33	25,63	1,22
	Ağırlıkça Su Emme (Atmosfer) (%)	0,65	0,09	2,85	0,20	4,87	1,00	6,55	0,60	12,61	1,01	18,25	1,50
	Boşluk Oranı (%)	1,76	0,24	7,22	0,50	12,50	2,43	13,39	1,39	28,78	2,22	34,50	2,17
	Kuru P-dalga Hızı (km/sn)	5,04	0,39	3,84	0,12	4,25	0,23	3,00	0,00	3,01	0,07	2,74	0,16
	Doygun P-dalga Hızı (km/sn)	5,31	0,22	4,21	0,09	4,32	0,25	2,43	0,04	2,57	0,09	2,07	0,26
80. Döngü (*) 20.Döngü	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,03	0,08	22,93	0,12	22,03	0,72	17,16*	0,27	17,14	0,39	13,18	0,56
	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,28	0,08	23,71	0,08	23,37	0,55	18,78*	0,19	19,51	0,29	16,28	0,44
	Görünür (Etkin) Porozite (%)	2,61	0,39	8,01	0,46	13,64	1,78	16,58*	1,53	24,12	1,43	31,65	1,44
	Ağırlıkça Su Emme (Atmosfer) (%)	0,98	0,15	3,43	0,21	6,11	1,00	9,49*	1,00	13,83	1,12	23,63	1,89
	Boşluk Oranı (%)	2,68	0,42	8,72	0,54	15,84	2,40	19,91*	2,22	31,84	2,50	46,36	3,01
	Kuru P-dalga Hızı (km/sn)	4,68	0,49	3,65	0,18	4,09	0,31	2,75*	0,02	2,87	0,11	2,17	0,10
	Doygun P-dalga Hızı (km/sn)	5,08	0,32	4,10	0,18	4,17	0,38	2,38*	0,03	2,45	0,10	1,35	0,17

(*)20.Döngü: (FBT) Foça beyaz tüf numuneleri 20.döngüde parçalandığı için deney sonlandırılmıştır, N: Deneyde kullanılan numune sayısı, S.S: Standart sapma değeri, Ort: Ortalama değer

4.2 Donma-Çözülme Deneyi

Hızlandırılmış ayrıştırma testi olan donma–çözülme deneyi doğal taşlarda iklimsel değişimler sonrasında meydana gelen kütle kaybı ile fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimleri önceden tahmin etmemize olanak sağlar (Topal ve Doyuran 1997, Siegesmund 2014).

Sıcaklık değişiklikleri büyük olmasa bile, taşın tekrar tekrar ısınması ve soğuması zamanla bozunmasına neden olur (Siegesmund, 2014).

Donma-çözülme, sıcaklık farklarından dolayı kayacın gözeneklerine nüfuz eden su, sıcaklık düşmesiyle donarak %9 oranında genleşme göstererek, gözenekler arasında iç basınç artar ve mikro çatlaklar gelişerek kayacın parçalanmasına neden olur (Yavuz, 2006).

Donma-çözülme deneyi, doğal taşların donma-çözülme çevrimi koşullarında, kayaların aşınmaya karşı duraylılığının belirlenmesi amacıyla yapılan bir indeks deneyi, TS 699 (2009) standartlarına uygun olarak yürütülmüştür. Deneyde kullanılmak üzere hazırlanan 54 mm çapında boy/çap oranı 2 olan, her bir kaya türü için 15 adet karot örneği hazırlanmıştır. Deney öncesi her bir numunenin deney öncesi kütle değeri belirlenmiş olup, tüm kayaç örneklerinin deney öncesi fiziksel parametreleri belirlenmiştir. Fiziksel özellikleri belirlenen numuneler, döngü başlangıcında en az 12 saat suya doygun hale getirilerek, -20 ℃ dereceye kadar soğutabilen dondurucuya koyulmuş ve en az 17 saat donma işlemine maruz bırakılmıştır. Dondurucudan çıkarılan numunelerin çözülmesi için 20 ℃ laboratuvar sıcaklığında su içerisinde 7 saat bekletilerek donma-çözülme deneyinin bir döngüsü tamamlanmış olur. Her 5 döngüde bir numunelerin tüm fiziksel özellikleri belirlenirken, 15 döngüde bir tek eksenli basınç direnci parametresi saptanmıştır (Tablo 4.13). Donma-çözülme deney döngüsü toplam 45 döngü sürdürülmüş olup, her 5 döngüde bir kütle kaybı belirlenmiştir (Tablo 4.12). Donma-çözülme deneyi sonrası numunelerdeki kütle kaybı aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirtilmiştir (Eşitlik 4.2).

$$Kütle\ Kaybı\ (\%) = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (4.2)$$

A: Deney öncesi kuru ağırlık (gr)

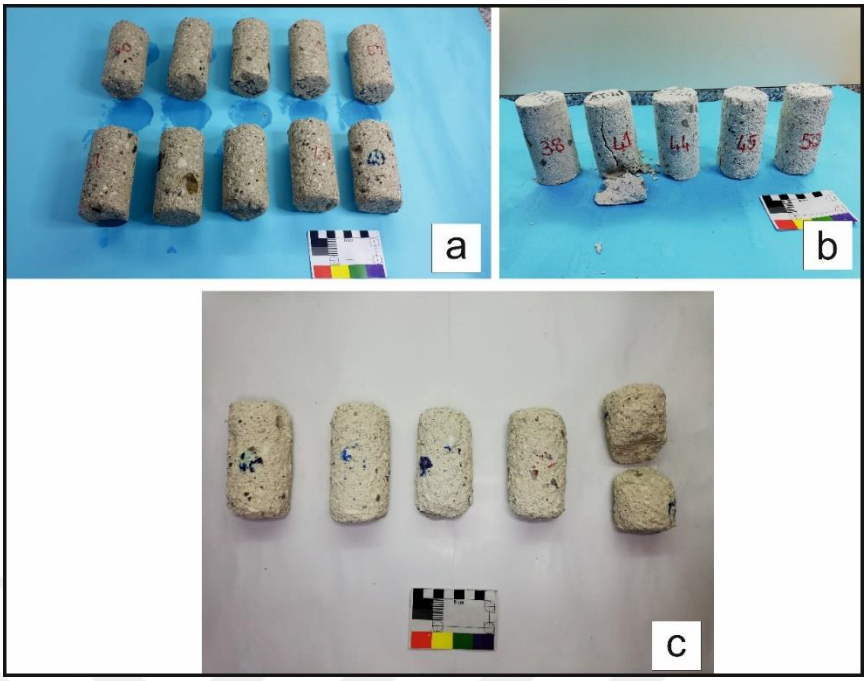
B: Deney sonrası kuru ağırlık (gr)



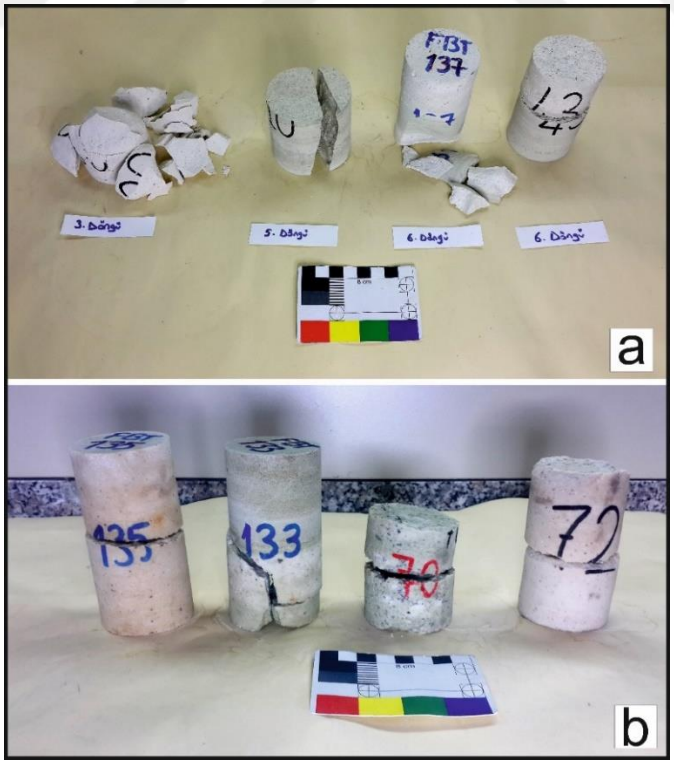
Şekil 4.20 Donma-çözülme deneyinde kullanılan numunelerin deney öncesi görüntüsü (Kişisel arşiv, 2019)



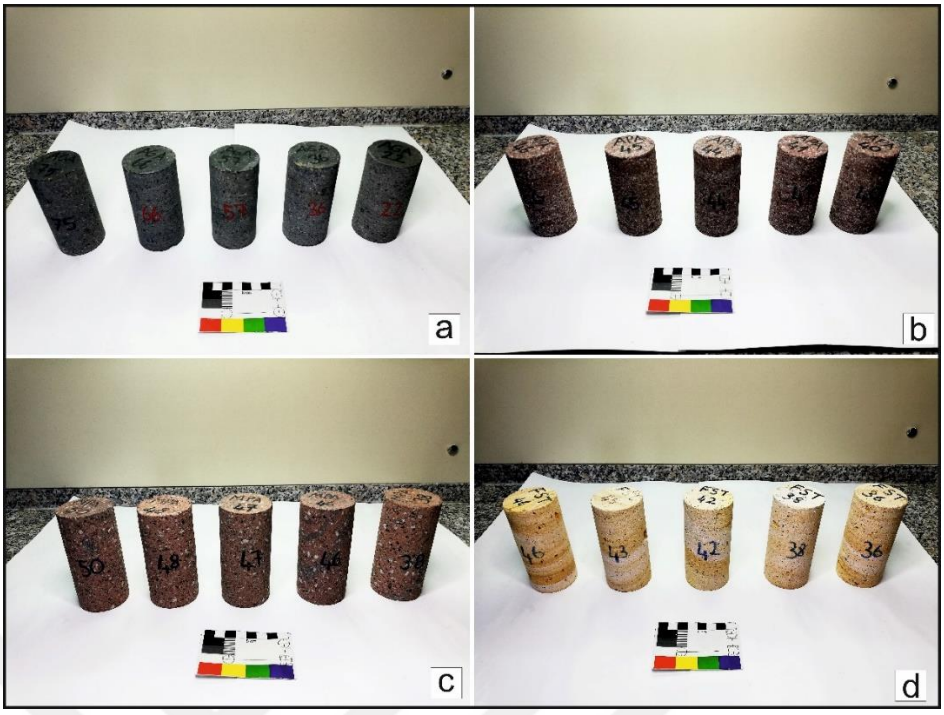
Şekil 4.21 Donma-çözülme ayrıştırma deneyinde numunelerin donma süreci görünümü (Kişisel arşiv, 2019)



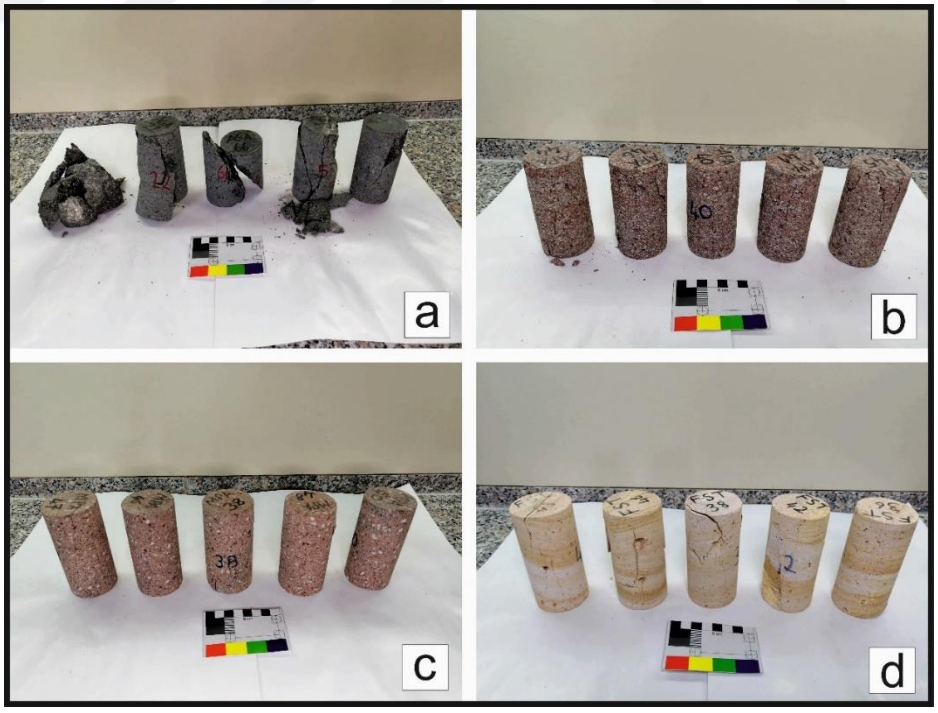
Şekil 4.22 Donma-çözülme deneyinde Alaçatı tüfünün deney sonu görünümleri (a) donma-çözülmenin 35.döngü sonu numune görünümleri (b) 35.döngü sonu tek eksenli basınç direnci (c) donma-çözülmenin 45.döngü sonu numune görünümleri (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.23 Donma-çözülme ayrıştırma testi sonrası Foça beyaz tüf görünümleri (b) 15.döngü sonu görünümleri (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.24 Donma-çözülme 45.döngü sonu deney numunelerinin görünümü (a)Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Menemen pembe andezit (d) Foça sarı tüf (Kişisel arşiv, 2019)

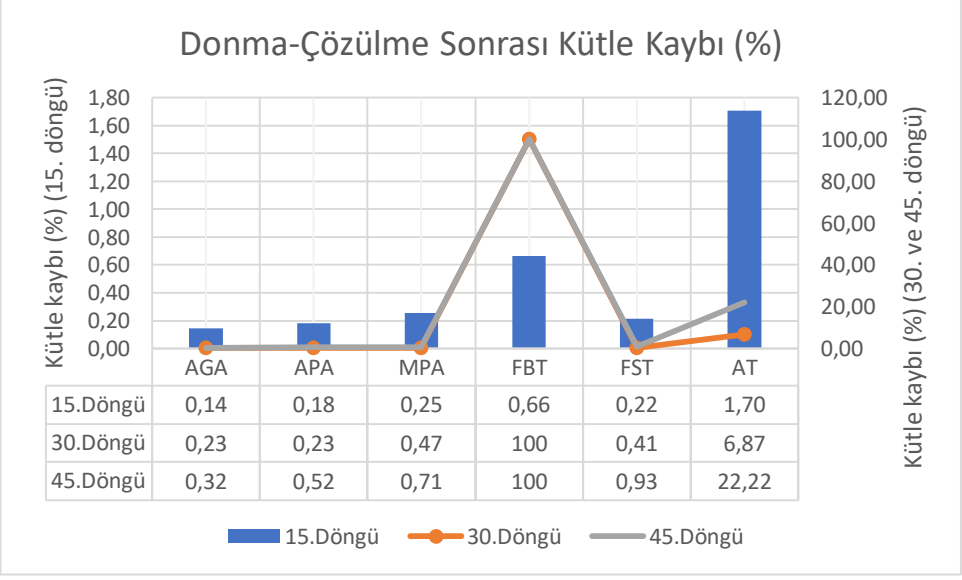


Şekil 4.25 Donma-çözülme (45.döngü) testine tabi tutulan kayaç numunelerinin tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası görünümü (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Menemen pembe andezit (d) Foça sarı tüf (Kişisel arşiv, 2019)

Donma-çözülme ayrıştırma testi (45 döngü) sonrası kayaçların sırasıyla, %0,32 AGA, %0,52 APA, %0,71 MPA, %0,93 FST ve %22,22 AT kütle kaybı değerleri belirlenmiştir. Donma-çözülme ayrıştırma testine tabi tutulan Foça beyaz tüfü (FBT) kaya numuneleri anizotropi düzlemleri boyunca parçalanma göstermiştir ve bu sebeple deney 15.döngüye kadar sürdürülmüştür. FBT'nin 15. döngü sonu kütle kaybı ise %0,66 olarak belirlenmiştir. Donma-çözülme 45. döngü sonunda kayaçların kütle kaybı ele alındığında, en düşük kütle kaybı % 0,32 ile AGA gösterirken, en yüksek kütle kaybını % 22,22 ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.12 ve Şekil 4.26).

Tablo 4.12 Donma çözülme deneyi sonrası kütle kaybı değerleri

Kayaç Türü	**Kütle Kaybı (%)**								
	Döngü Sayısı								
	5	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	0,05	0,06	0,14	0,19	0,22	0,23	0,27	0,29	0,32
APA	0,10	0,12	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,35	0,52
MPA	0,05	0,13	0,25	0,35	0,40	0,47	0,57	0,64	0,71
FBT	0,25	0,37	0,66	-	-	-	-	-	-
FST	0,13	0,17	0,22	0,27	0,34	0,41	0,57	0,70	0,93
AT	1,10	1,21	1,70	2,34	3,30	6,87	9,75	16,14	22,22



Şekil 4.26 Donma-çözülme deneyi sonrası kütle kaybı sonuç grafiği

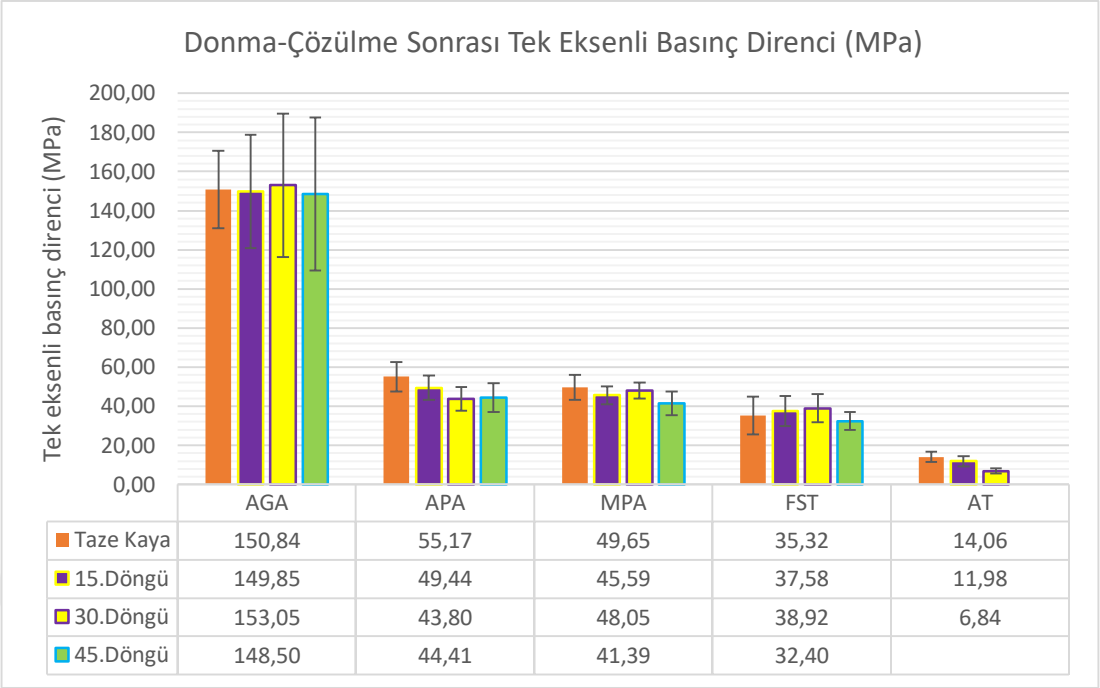
Andezit türü olan kayaçlar AGA, APA ve MPA'da kayaçların 45.döngü sonunda tek eksenli basınç direnci kayıpları düşüktür. En yüksek direnç kaybı Alaçatı tüfünde (AT) olduğu belirlenmiştir. 45. döngü sonu Alaçatı tüfü karot numunelerinde meydana gelen ufalanmalar ve parçalanmalar sonucunda karot bütünlüğü bozulan numunelerin tek eksenli basınç direnci ölçümleri 30. döngüye kadar yapılabilmiştir.

Donma-çözülme deneyi (30 döngü) sonrası kayaçların tek eksenli basınç değerleri 6,84 MPa ile 153,05 MPa arasında değiştiği, en yüksek tek eksenli basınç direnci 153,05 MPa ile AGA, en düşük tek eksenli basınç direnci ise 6,84 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük standart sapma 1,37 ile Alaçatı tüfü için saptanırken en yüksek standart sapma değeri ise 36,64 ile Aliağa gri andeziti için saptanmıştır (Tablo 4.13).

Donma-çözülme ayrıştırma deneyi sonrası andezit türü olan AGA, APA ve MPA o kayaç numunelerinde gözle görülebilir ciddi değişimler saptanmamakla birlikte, numunelerin orijinal renginin çok düşük seviyede koyulaştığı belirlenmiştir. Foça beyaz tüfünde (FBT) anizotropi düzlemleri boyunca kırılmalar ve parçalanmalar görülürken, Alaçatı tüfünün (AT) matriksinde ufalanmalar şeklinde bozunmalar saptanmıştır.

Tablo 4.13 Donma çözülme deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri

Kayaç Türü	**Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)**			
	Taze Kaya	**15. Döngü**	**30.Döngü**	**45.Döngü**
	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S
AGA	150,84 ± 19,72	149,85 ± 28,89	153,05 ± 36,64	148,50 ± 39,07
APA	55,17 ± 7,55	49,44 ± 6,21	43,80 ± 6,12	44,41 ± 7,30
MPA	49,65 ± 6,53	45,59 ± 4,49	48,05 ± 4,08	41,39 ± 6,13
FST	35,32 ± 9,70	37,58 ± 7,81	38,92 ± 7,16	32,40 ± 4,68
AT	14,06 ± 2,70	11,98 ± 2,61	6,84 ± 1,37	-



	AGA	APA	MPA	FST	AT
Taze Kaya	150,84	55,17	49,65	35,32	14,06
15.Döngü	149,85	49,44	45,59	37,58	11,98
30.Döngü	153,05	43,80	48,05	38,92	6,84
45.Döngü	148,50	44,41	41,39	32,40	

Şekil 4.27 Donma-çözülme deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci sonuç grafiği

4.2.1 Donma-Çözülme Deneyi Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri

Donma-çözülme ayrıştırma deneyi 45 döngü sonrası kaya numunelerinin her 5 döngüde bir ölçümleri yapılarak, kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları, ağırlıkça su emme, kuru ve doygun p-dalga hızları, görünür porozite ve boşluk oranları gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Donma-çözülme ayrıştırma testine tabi tutulan Foça beyaz tüfü (FBT) numunelerinde parçalanmalar meydana geldiği için fiziksel özellikleri 10. döngüye kadar ölçümü yapılmıştır.

Kayaçların donma-çözülme deneyi (45 döngü) sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri 12,39 kN/m^3 ile 25,94 kN/m^3 arasında değiştiği, doygun birim hacim ağırlık değerleri ise 15,97 kN/m^3 ile 26,21 kN/m^3 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.14 ve 4.15). Saptanan değerler ele alındığında en düşük birim hacim ağırlık değerine sahip kaya türü AT, en yüksek değere sahip kaya türünün ise AGA olduğu belirlenmiştir. Ayrışma sonrası kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerlerinde düşüş görülmektedir.

Donma-çözülme ayrışma deneyi sonrası kayaç numunelerinin atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerlerinde artış görülmekte olup, 45.döngü sonunda en fazla su emme değeri Alaçatı tüfünde (AT) görülmektedir. 0.döngüde %19,55 su emmesi olan AT, 45.döngüde %28,90 su emme değeri göstermektedir. En az su emmesi olan Aliağa gri andeziti 0.döngüde %0,77 iken 45.döngüde %1,06 su emme değeri göstermektedir (Tablo 4.16 ve Şekil 4.30).

Kayaçların donma-çözülme ayrıştırma testi sonrası görünür poroziteleri sırasıyla, AGA (%2,05 iken %2,79), APA (%6,45 iken %7,64), MPA (%11,06 iken 13,09), FBT (%12,38 iken 10.döngüde %14,97), FST (%22,57 iken %26,66) ve AT (%26,73 iken %36,49) olduğu belirlenmiştir. Saptanan değerler ele alındığında, görünür porozite değerleri %2,79 ile %36,49 arasında değiştiği, en düşük porozite değeri %2,79 ile AGA, en yüksek porozite değeri %36,49 ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.17 ve Şekil 4.31).

Anon (1979)'a göre kayaçların porozite sınıflamasında, donma-çözülme ayrıştırma testi öncesi ve sonrası AGA düşük poroziteli, APA ve MPA orta derecede poroziteli, FST ise ayrışma öncesi ve sonrası yüksek porozitelidir. AT ise ayrışma öncesi yüksek poroziteli iken ayrışma sonrası çok yüksek porozite göstermektedir. 10. döngüye kadar ölçümü yapılmış olan FBT ise orta derece porozite göstermektedir. Bu sınıflama ışığında kayaçlar incelendiğinde porozite değeri en düşük olan kayaç AGA, porozite değeri en yüksek olan kayaç AT olduğu belirlenmiştir.

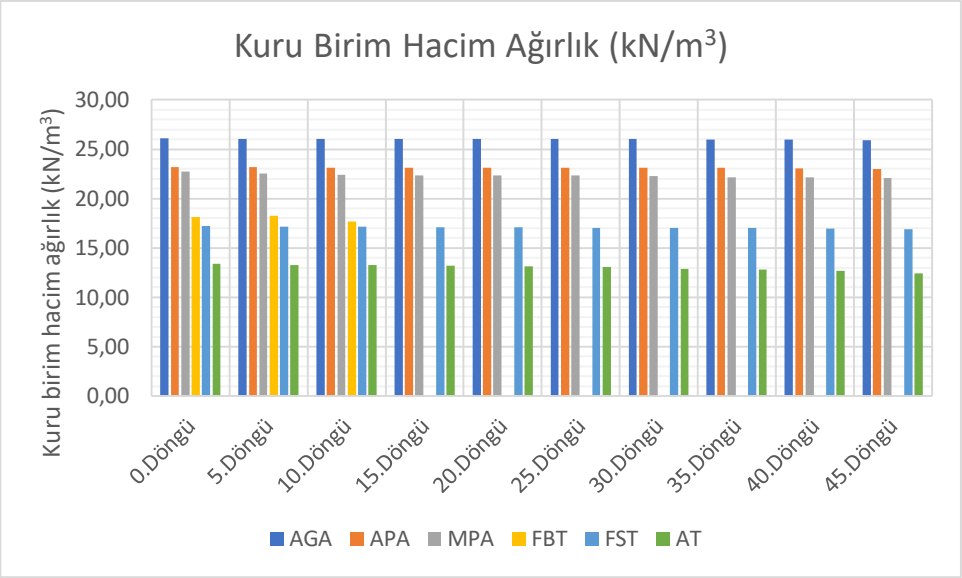
Kayaçların donma-çözülme ayrıştırma testi sonrası boşluk oranı değerleri artmış olup sırasıyla, AGA (%2,09 iken %2,88), APA (%6,89 iken %8,27), MPA (%12,48 iken 15,15), FBT (%14,14 iken 10.döngüde %17,62), FST (%29,23 iken %36,48) ve AT (%36,51 iken %57,50) olduğu belirlenmiştir. Saptanan değerler ele alındığında, boşluk oranı değerleri %2,88 ile %57,50 arasında değiştiği ve en düşük boşluk oranı değeri %2,88 ile Aliağa gri andeziti için saptanırken en yüksek boşluk oranı değeri ise %57,50 ile Alaçatı tüfü için saptanmıştır (Tablo 4.18 ve Şekil 4.32).

Donma-çözülme deneyi sonrası ultrasonik ses hızı iletkenliği değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir. Kuru p-dalga hızı değerleri sırasıyla, AGA 4,52 km/sn, MPA 3,76 km/sn, APA 3,41 km/sn, FST 2,79 km/sn, 25.döngü sonu AT 2,02 km/sn ve 10.döngüde FBT 2,87 km/sn ses hızı iletkenliği değerleri saptanmıştır. Doygun p-dalga hızı değerleri sırasıyla AGA 4,66 km/sn, MPA 3,81 km/sn, APA 3,89 km/sn, FST 2,37 km/sn, 25.döngü sonu AT 1,40 km/sn ve 10.döngüde FBT 2,24 km/sn ses hızı iletkenliği değerleri saptanmıştır. Saptanan değerler ele alındığında en yüksek p-dalga hızı değeri gösteren kaya türü AGA, en düşük p-dalga hızı değeri ile AT olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.19 ve 4.20).

Donma-çözülme ayrıştırma deneyi sonrası kayaçların Anon (1979) sınıflandırmasına göre, (4 ve 5 km/sn) arasında yüksek ses hızı sınıflaması yaparak AGA, APA ve MPA'yı bu sınıflamaya dahil ederken, (2,5-3,5 km/sn) arasında olan FST düşük hız, (2,5 km/sn)'den küçük olan AT ise çok düşük hız sınıflamasına girmektedir.

Tablo 4.14 Donma çözülme deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri

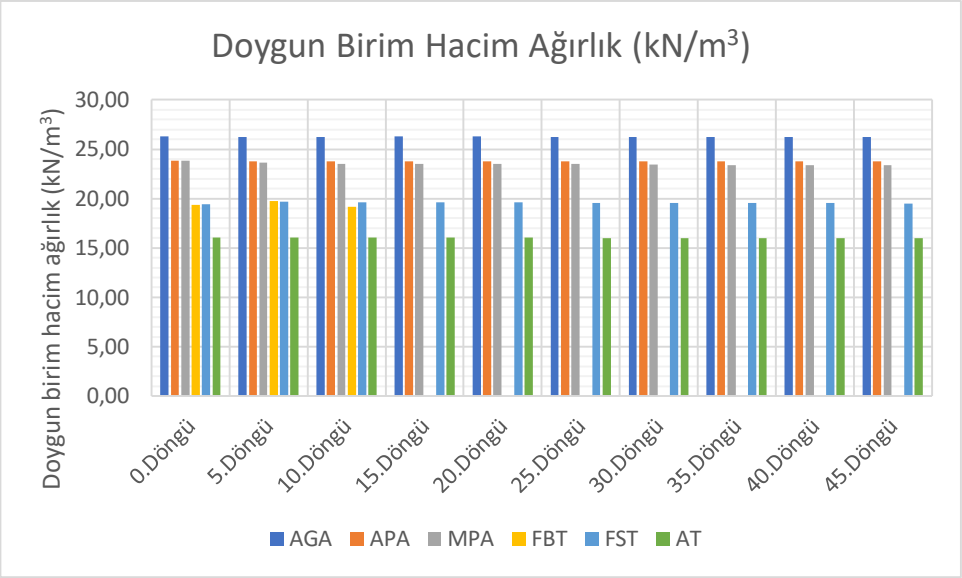
Kayaç Türü	**Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	26,09	26,05	26,03	26,05	26,05	26,01	26,02	26,00	25,99	25,94
APA	23,22	23,15	23,14	23,13	23,13	23,13	23,10	23,10	23,07	23,02
MPA	22,74	22,53	22,40	22,34	22,32	22,31	22,26	22,18	22,13	22,09
FBT	18,13	18,26	17,70	-	-	-	-	-	-	-
FST	17,22	17,16	17,13	17,10	17,08	17,03	17,02	17,02	16,99	16,88
AT	13,42	13,27	13,25	13,19	13,15	13,08	12,91	12,80	12,68	12,39



Şekil 4.28 Donma-çözülme deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık grafiği

Tablo 4.15 Donma çözülme deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri

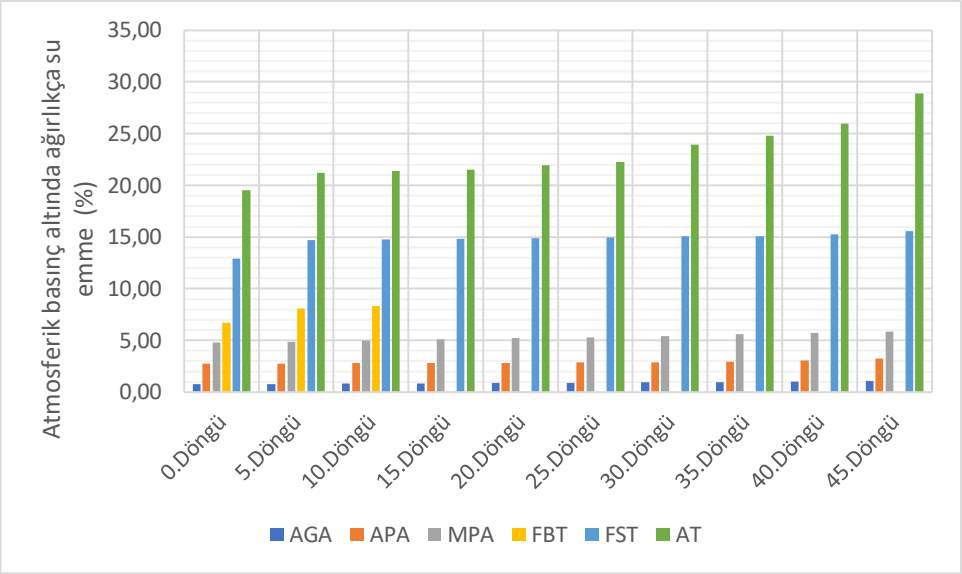
Kayaç Türü	**Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	26,29	26,26	26,24	26,27	26,28	26,25	26,27	26,25	26,25	26,21
APA	23,85	23,79	23,79	23,78	23,78	23,78	23,77	23,77	23,77	23,77
MPA	23,82	23,62	23,52	23,48	23,48	23,48	23,46	23,41	23,38	23,37
FBT	19,34	19,73	19,17	-	-	-	-	-	-	-
FST	19,43	19,67	19,65	19,62	19,61	19,57	19,57	19,58	19,57	19,50
AT	16,05	16,08	16,07	16,03	16,03	15,99	15,99	15,98	15,97	15,97



Şekil 4.29 Donma-çözülme deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık grafiği

Tablo 4.16 Donma çözülme deneyi sonrası atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerleri

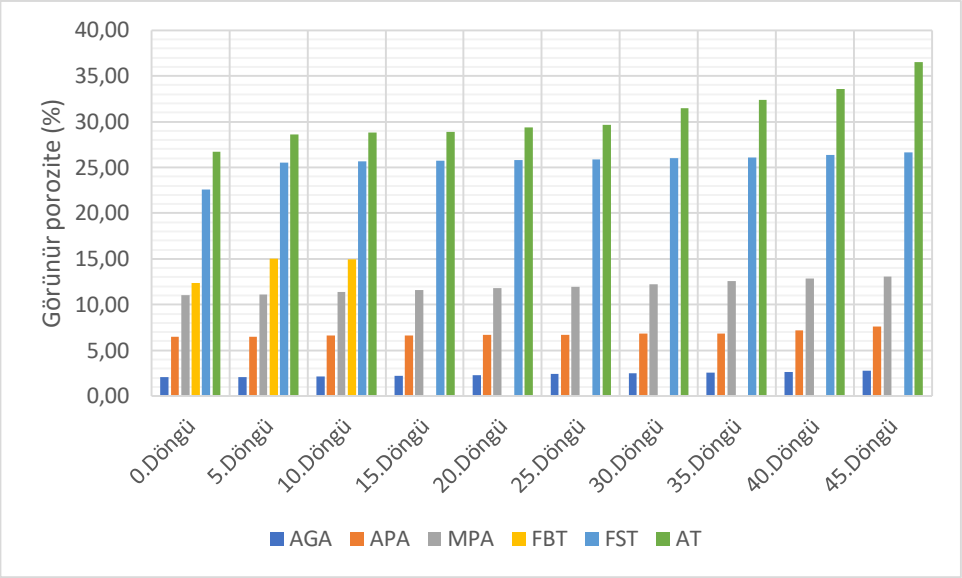
Kayaç Türü	**Atmosferik Basınç Altında Ağırlıkça Su Emme (%)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	0,77	0,79	0,81	0,84	0,87	0,91	0,93	0,97	1,00	1,06
APA	2,73	2,75	2,79	2,82	2,83	2,85	2,90	2,91	3,05	3,25
MPA	4,80	4,88	5,00	5,13	5,20	5,26	5,42	5,58	5,71	5,84
FBT	6,70	8,08	8,30	-	-	-	-	-	-	-
FST	12,92	14,68	14,79	14,84	14,90	14,97	15,06	15,10	15,28	15,56
AT	19,55	21,17	21,36	21,50	21,94	22,26	23,96	24,81	25,97	28,90



Şekil 4.30 Donma-çözülme deneyi sonrası atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme grafiği

Tablo 4.17 Donma çözülme deneyi sonrası görünür (etkin) porozite değerleri

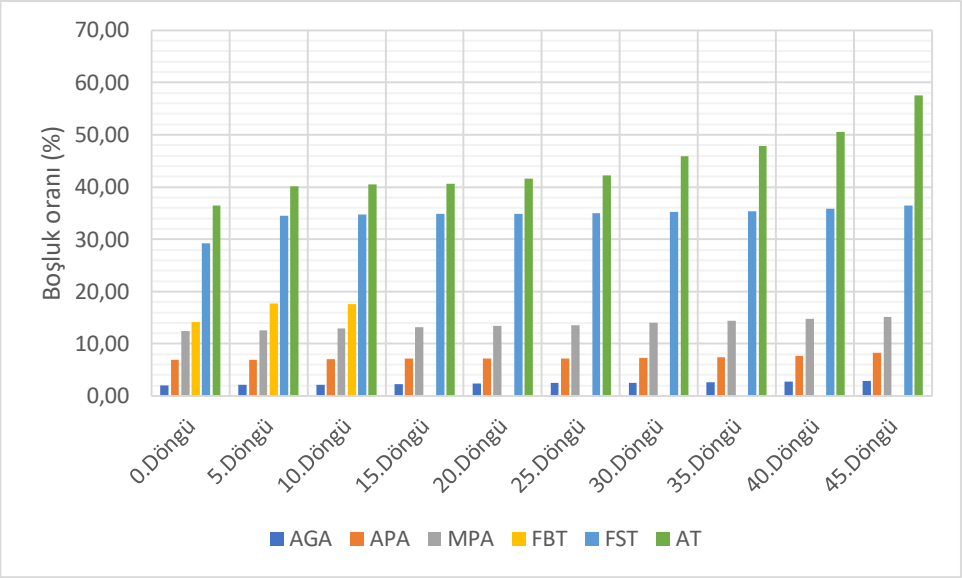
Kayaç Türü	**Görünür (Etkin) Porozite (%)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	2,05	2,09	2,15	2,23	2,31	2,41	2,47	2,56	2,65	2,79
APA	6,45	6,49	6,59	6,65	6,67	6,71	6,82	6,86	7,16	7,64
MPA	11,06	11,13	11,36	11,62	11,78	11,91	12,22	12,55	12,82	13,09
FBT	12,38	15,04	14,97	-	-	-	-	-	-	-
FST	22,57	25,56	25,69	25,76	25,83	25,86	26,00	26,07	26,34	26,66
AT	26,73	28,63	28,82	28,89	29,40	29,67	31,45	32,37	33,55	36,49



Şekil 4.31 Donma-çözülme deneyi sonrası görünür porozite grafiği

Tablo 4.18 Donma çözülme deneyi sonrası boşluk oranı değerleri

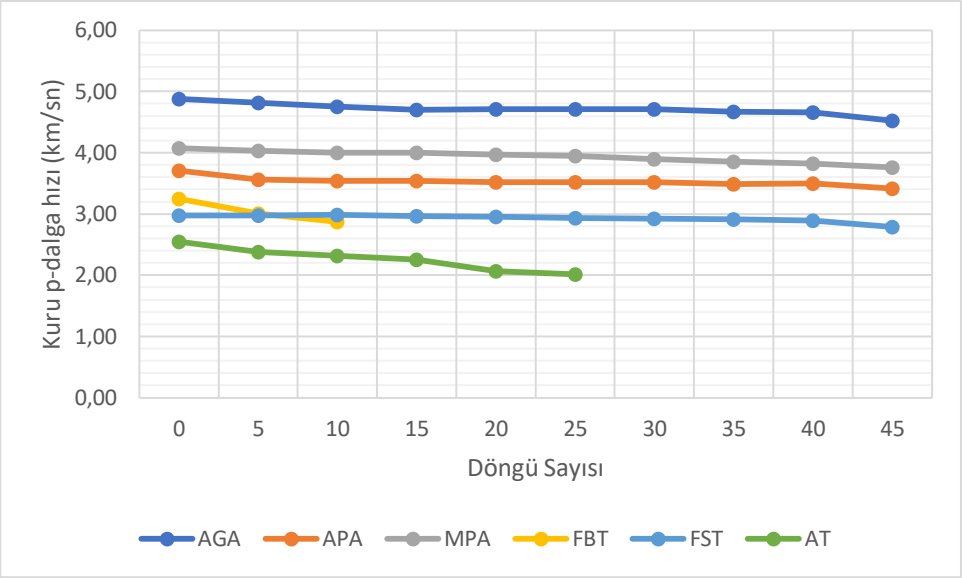
Kayaç Türü	**Boşluk Oranı (%)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	2,09	2,13	2,20	2,28	2,37	2,47	2,53	2,63	2,72	2,88
APA	6,89	6,94	7,05	7,13	7,15	7,19	7,33	7,37	7,72	8,27
MPA	12,48	12,60	12,89	13,22	13,43	13,60	14,01	14,44	14,79	15,15
FBT	14,14	17,72	17,62	-	-	-	-	-	-	-
FST	29,23	34,45	34,68	34,81	34,93	35,00	35,24	35,39	35,89	36,48
AT	36,51	40,14	40,51	40,64	41,64	42,19	45,94	47,90	50,54	57,50



Şekil 4.32 Donma-çözülme deneyi sonrası boşluk oranı grafiği

Tablo 4.19 Donma çözülme deneyi sonrası kuru p-dalga hızı değerleri

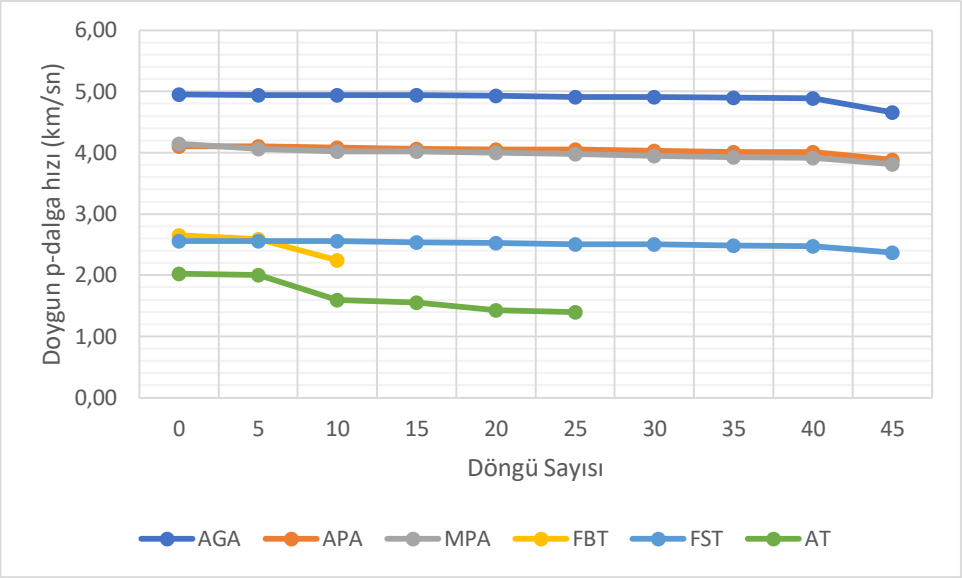
Kayaç Türü	**Kuru P-dalga Hızı (km/sn)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	4,88	4,81	4,76	4,71	4,71	4,71	4,71	4,67	4,66	4,52
APA	3,70	3,56	3,54	3,54	3,52	3,52	3,52	3,49	3,49	3,41
MPA	4,08	4,03	4,00	4,00	3,97	3,95	3,89	3,86	3,82	3,76
FBT	3,24	3,01	2,87	-	-	-	-	-	-	-
FST	2,98	2,98	2,98	2,97	2,96	2,94	2,93	2,91	2,89	2,79
AT	2,55	2,38	2,32	2,26	2,07	2,02	-	-	-	-



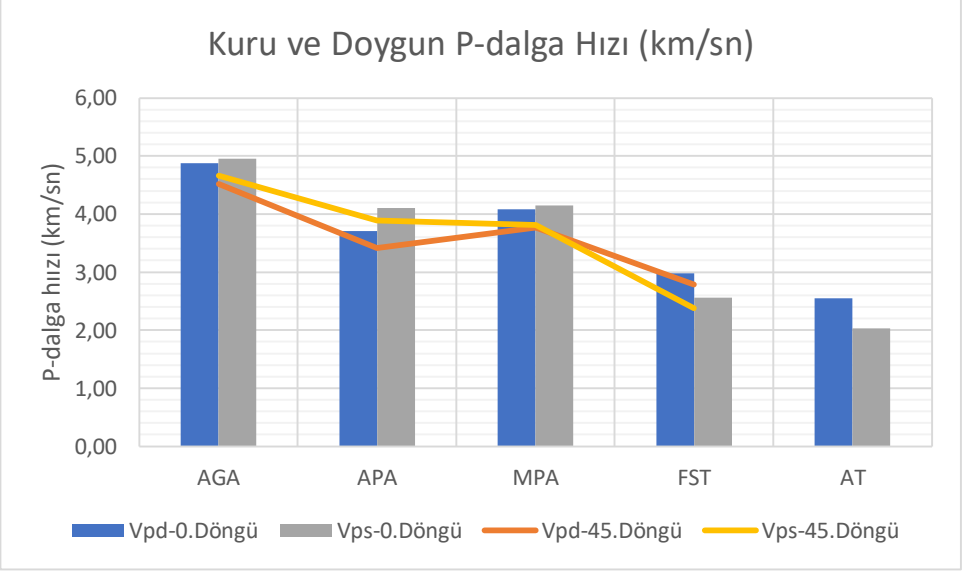
Şekil 4.33 Donma-çözülme deneyi sonrası ultrasonik kuru p-dalga hızı grafiği

Tablo 4.20 Donma çözülme deneyi sonrası doygun p-dalga hızı değerleri

Kayaç Türü	**Doygun P-dalga Hızı (km/sn)**									
	Döngü Sayısı									
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**
AGA	4,96	4,94	4,94	4,94	4,93	4,91	4,91	4,90	4,89	4,66
APA	4,10	4,10	4,09	4,06	4,05	4,05	4,03	4,01	4,01	3,89
MPA	4,15	4,06	4,02	4,02	3,99	3,98	3,94	3,93	3,91	3,81
FBT	2,65	2,59	2,24	-	-	-	-	-	-	-
FST	2,56	2,56	2,55	2,53	2,52	2,50	2,50	2,49	2,48	2,37
AT	2,03	2,00	1,60	1,55	1,43	1,40	-	-	-	-



Şekil 4.34 Donma-çözülme deneyi sonrası ultrasonik doygun p-dalga hızı grafiği

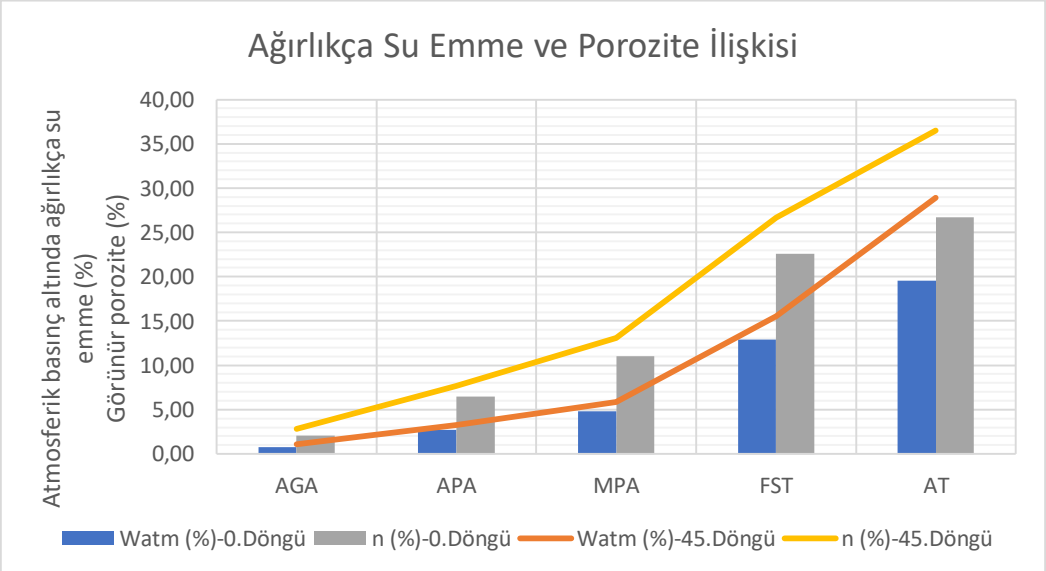


Şekil 4.35 Donma-çözülme deneyi sonrası kuru ve doygun ultrasonik p-dalga hızları değişim grafiği (Vpd: kuru p-dalga hızı, Vps: doygun p-dalga hızı)

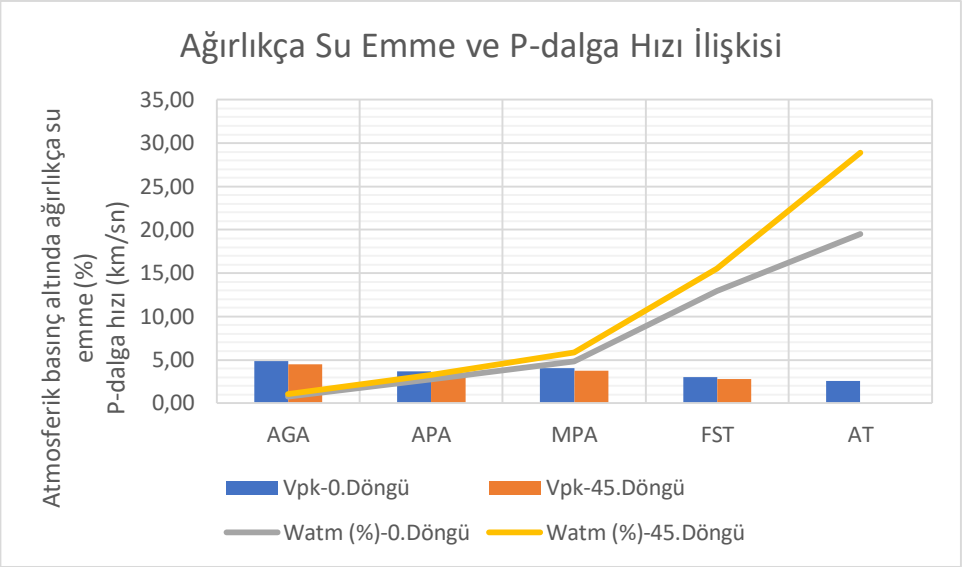
Donma-çözülme ayrıştırma testi sonunda kaya numunelerinin ağırlıkça su emme, porozite, birim hacim ağırlıkları ve ultrasonik p-dalga hızı gibi fiziksel parametreleri saptanmış ve bu değerler ele alındığında, atmosferik şartlarda ağırlıkça su emme ve porozite değerleri artmış, ultrasonik p-dalga hızı iletkenliğinde ve birim hacim ağırlık değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, ağırlıkça su emme ve porozite ilişkisine bakıldığında, kayaçların porozitesi arttıkça ağırlıkça su emme değerlerinin de doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir (Şekil 4.36). Ağırlıkça su emme ve porozitesi artan kayaçların ultrasonik p-dalga hızı iletkenliği değerlerinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4.37, 4.38).

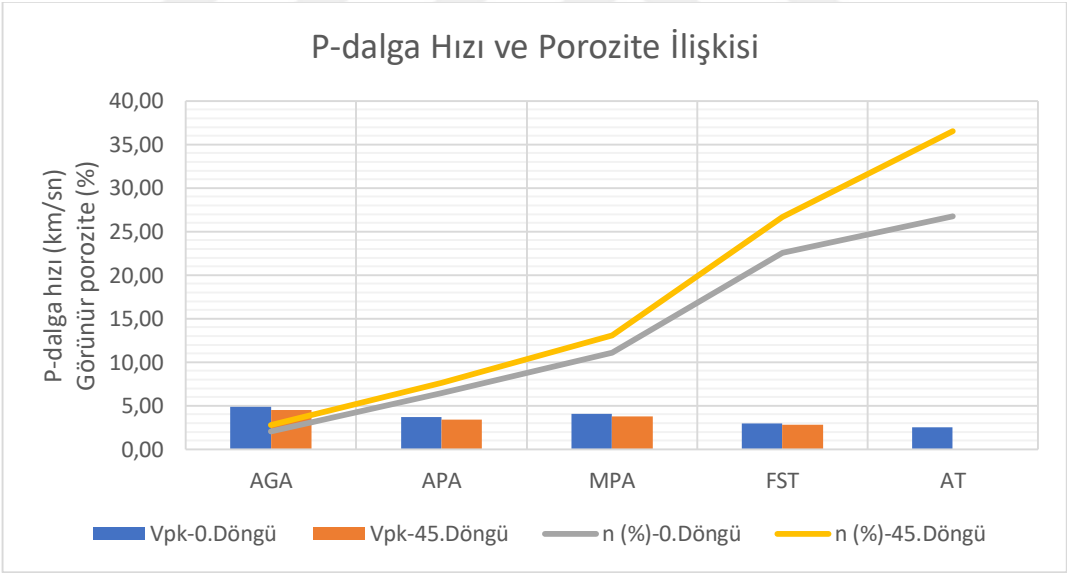
Donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların deney öncesi ve sonrası tüm fiziksel özelliklere ait deney sonuçları, Tablo 4.21'de özetlenmiştir.



Şekil 4.36 Taze ve donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 45. döngüdeki atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme ile porozite ilişkisi (Watm: atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme, n: görünür porozite)



Şekil 4.37 Taze ve donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 45. döngüdeki atmosferik basınç altında ağırlıkça su emmesi ile kuru p-dalga hızı ilişkisi (Vpk: kuru p-dalga hızı, Watm: atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme)



Şekil 4.38 Taze ve donma-çözülme ayrıştırma deneyine tabi tutulan kayaçların, 0 ve 45. döngüdeki kuru p-dalga hızı ile görünür porozite ilişkisi (Vpk: kuru p-dalga hızı, n: görünür porozite)

Tablo 4.21 Donma çözülme ayrıştırma testine tabi tutulan kayaçların deney öncesi ve sonrası belirlenen fiziksel özelliklerdeki değişim değerleri

Donma-Çözülme Öncesi ve Sonrası Fiziksel Özellikler													
Deneyler		**AGA**		**APA**		**MPA**		**FBT**		**FST**		**AT**	
		N: 5		N:5		N:5		N:5		N:5		N:5	
		Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S	Ort.	S.S
Taze Kaya	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,09	0,16	23,22	0,12	22,74	0,90	18,13	0,50	17,22	0,67	13,42	0,24
	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,29	0,15	23,85	0,08	23,82	0,76	19,34	0,55	19,43	0,50	16,05	0,20
	Görünür (Etkin) Porozite (%)	2,05	0,37	6,45	0,42	11,06	1,81	12,38	1,10	22,57	2,00	26,73	0,95
	Ağırlıkça Su Emme (Atmosfer) (%)	0,77	0,14	2,73	0,19	4,80	0,94	6,70	0,55	12,92	1,69	19,55	0,92
	Boşluk Oranı (%)	2,09	0,39	6,89	0,49	12,48	2,31	14,14	1,43	29,23	3,41	36,51	1,77
	Kuru P-dalga Hızı (km/sn)	4,88	0,30	3,70	0,14	4,08	0,48	3,24	0,20	2,98	0,09	2,55	0,10
	Doygun P-dalga Hızı (km/sn)	4,96	0,26	4,10	0,09	4,15	0,42	2,65	0,17	2,56	0,09	2,03	0,15
45. Döngü (*) 10.Döngü	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	25,94	0,20	23,02	0,13	22,09	0,54	17,70*	0,69	16,88	0,64	12,39	0,24
	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	26,21	0,18	23,77	0,10	23,37	0,35	19,17*	0,74	19,50	0,45	15,97	0,26
	Görünür (Etkin) Porozite (%)	2,79	0,61	7,64	0,59	13,09	2,34	14,97*	0,86	26,66	2,15	36,49	1,01
	Ağırlıkça Su Emme (Atmosfer) (%)	1,06	0,24	3,25	0,26	5,84	1,16	8,30*	0,41	15,56	1,87	28,90	0,92
	Boşluk Oranı (%)	2,88	0,65	8,27	0,69	15,15	3,09	17,62*	1,21	36,48	4,06	57,50	2,51
	Kuru P-dalga Hızı (km/sn)	4,52	0,42	3,41	0,14	3,76	0,49	2,87*	0,25	2,79	0,05	2,02	0,08
	Doygun P-dalga Hızı (km/sn)	4,66	0,34	3,89	0,13	3,81	0,54	2,24*	0,35	2,37	0,06	1,40	0,10

(*)10.Döngü: (FBT) Foça beyaz tüf numuneleri 10.döngüde parçalandığı için deney sonlandırılmıştır, N: Deneyde kullanılan numune sayısı, S.S: Standart sapma değeri, Ort: Ortalama değer

4.3 Tuz Kristallenmesi Deneyi

Tuz kapilerite ile topraktan, asit yağmurlarıyla ya da direk olarak denizden gelmesiyle, kaya gözeneklerine giren tuz, devamlı olarak bünyesine su alır ve artık suyu dışarı atarak hidrostatik basınç oluşturur, yani gözenekler arasında iç basınç oluşturur (Winkler, 1973).

Kayaç gözeneklerine giren tuz çözeltileri sıcaklık değişimleri ile kristalleşerek, gözeneklerde genleşme ve büzülme etkisi yaratarak kayaca zarar verir (Winkler, 1986).

Gözenekler arasına yerleşen tuz ısındığı zaman kayaç içerisindeki bütün minerallerden daha çok genleşerek kayacın bozunmasına ve parçalanmasına neden olur (Arnold, 1999).

Tuz, kaya yüzeyini sıvayarak kayacın hava almasını engellemesi sürekli bir nemli ortam oluşturarak malzemenin her türlü kimyasal reaksiyon oluşumu için ortam sağlar. Nemli bir ortamda ısı 10 ℃ artınca kimyasal reaksiyon hızı iki kat artar (Yavuz ve Topal, 2007).

Kayaçların bozunmasında tuz çözeltilerinin ayrıştırıcı özellikleri çok yüksektir. Çözülebilen tuzlar, su ile kayaçların bünyesine kılcallık etkisiyle nüfuz ederek gözenekler arasında tuz kristallenmesine neden olarak, kayaçlarda çatlama, ufalanma gibi bozunmalara neden olur (Topal ve Doyuran, 1997).

4.3.1 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deneyi

Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi TS EN 1367-2 (1999) standartlarına göre çözelti, 1 litre saf su için 1500 gr magnezyum sülfat tuzu ilave edilerek çözelti iyice karıştırılır ve çözelti hazırlandıktan sonra 20℃'de 48 saat boyunca muhafaza edilir. Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyinde 54 mm çapında boy/çap oranı 2 olan her bir kaya türü için 5 adet karot numunesi kullanılmıştır.

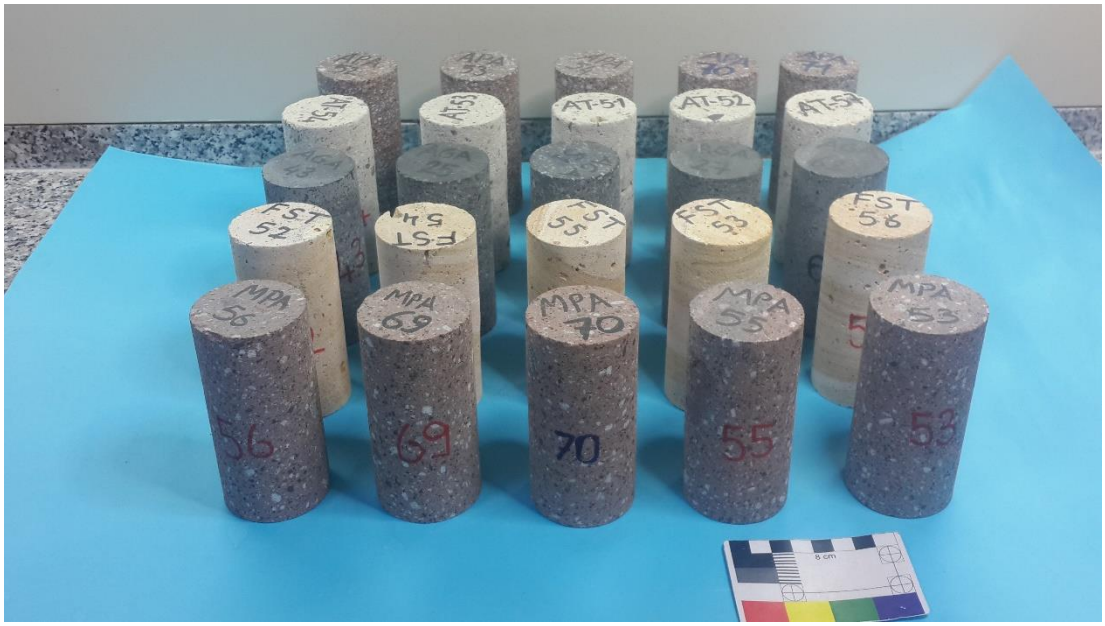
Deney öncesi hazırlanan bütün numunelerin fiziksel özellikleri saptanarak, her bir numunenin deney öncesi kuru kütlesi belirlenmiştir. Hazırlanan magnezyum sülfat çözeltisi içerisine daldırılan numuneler 17 saat boyunca çözelti ile kaplanacak şekilde doygun hale getirilir. Daldırılma işleminden sonra çözeltiden çıkarılan numuneler 2 saat boyunca kapalı bir kap içerisine koyularak suları süzülür. Suları süzülen numuneler 105±5 ℃'lik etüvde 24 saat boyunca kurutulur ve kurutulan numuneler etüvden çıkarılıp 5 saat boyunca laboratuvar ortamında soğutularak, magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi için 1 döngü tamamlanmıştır. Deney 5 kez tekrarlanarak, 5. döngü sonu tuzdan arındırılan numunelerin kuru ağırlıkları ölçülerek deney sonrası kütle kayıpları belirlenmiştir. Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı aşağıdaki eşitlik yardımı ile belirlenmiştir (Eşitlik 4.3).

$$MS = \left(\frac{M_1 - M_2}{M_1}\right) \times 100 \qquad (5.3)$$

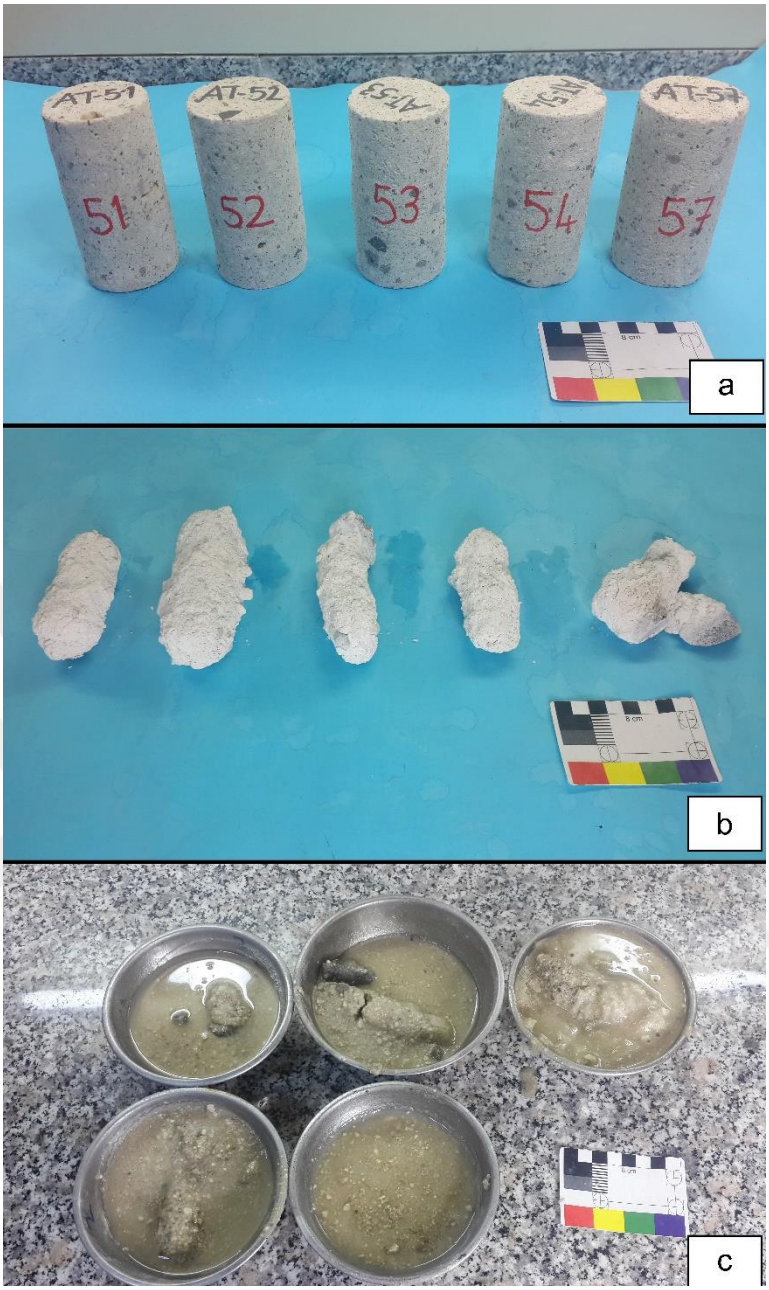
MS : Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı (%)

M_1 : Deney öncesi kuru ağırlık (gr)

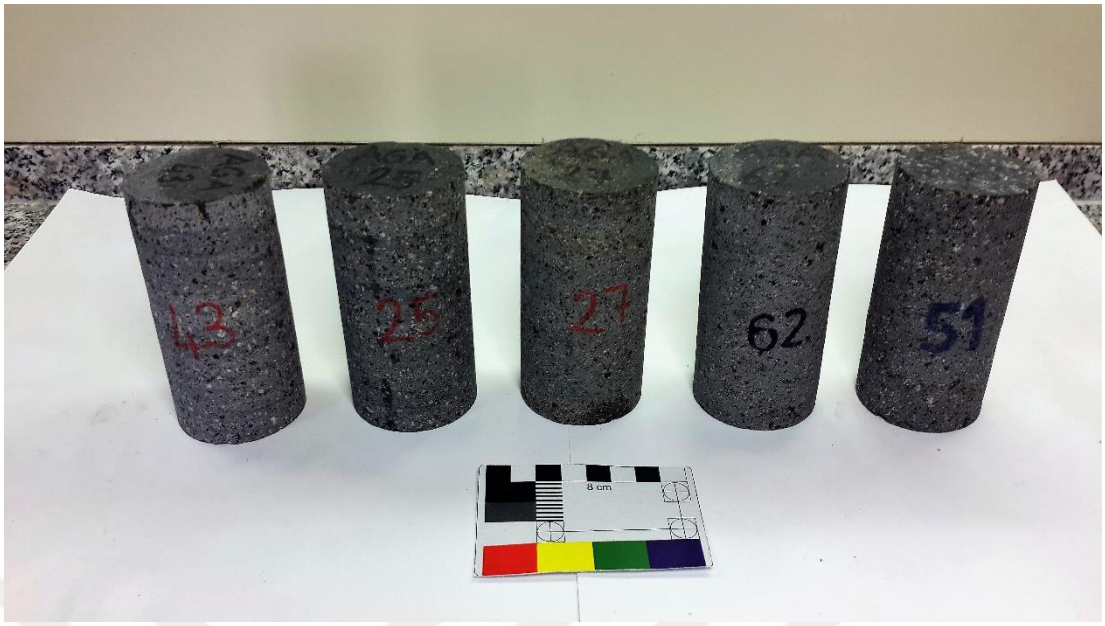
M_2 : Deney sonrası kuru ağırlık (gr)



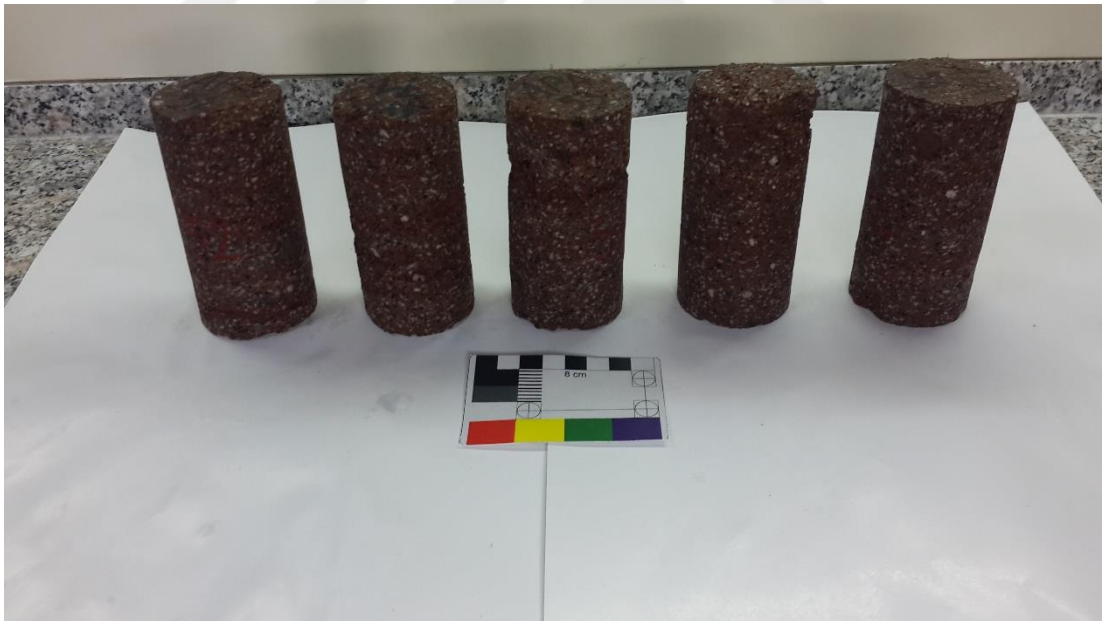
Şekil 4.39 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deney öncesi numuneler (Kişisel arşiv, 2019)



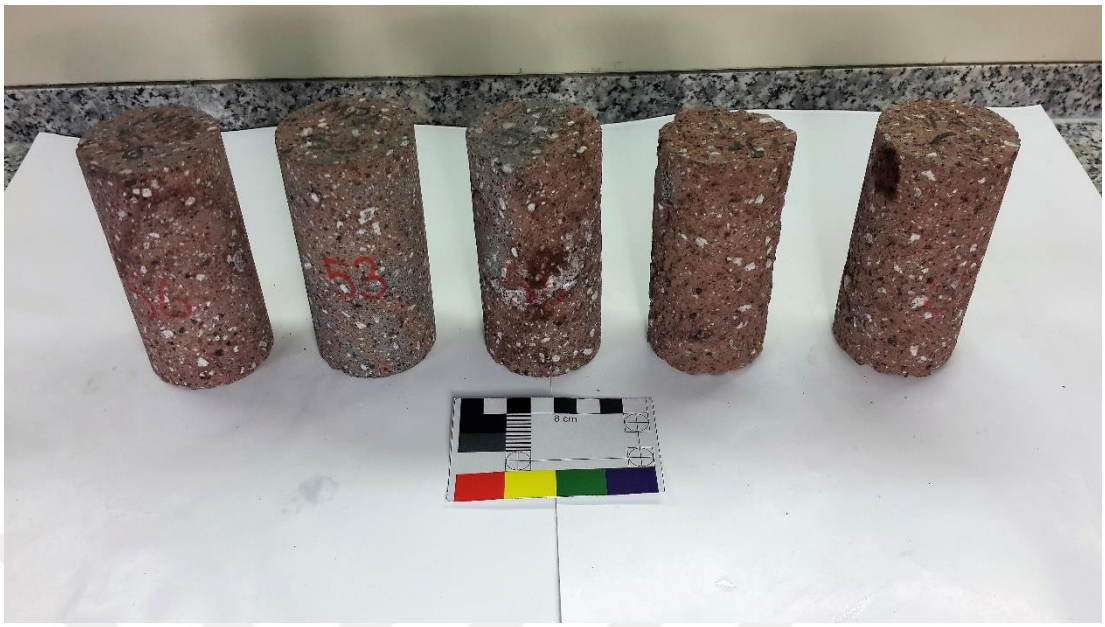
Şekil 4.40 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi Alaçatı tüfü görünümü (a) deney öncesi (b) birinci döngü sonu (c) ikinci döngü sonu (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.41 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Aliağa gri andezit numuneleri (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.42 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Aliağa pembe andezit (Kişisel arşiv, 2019)



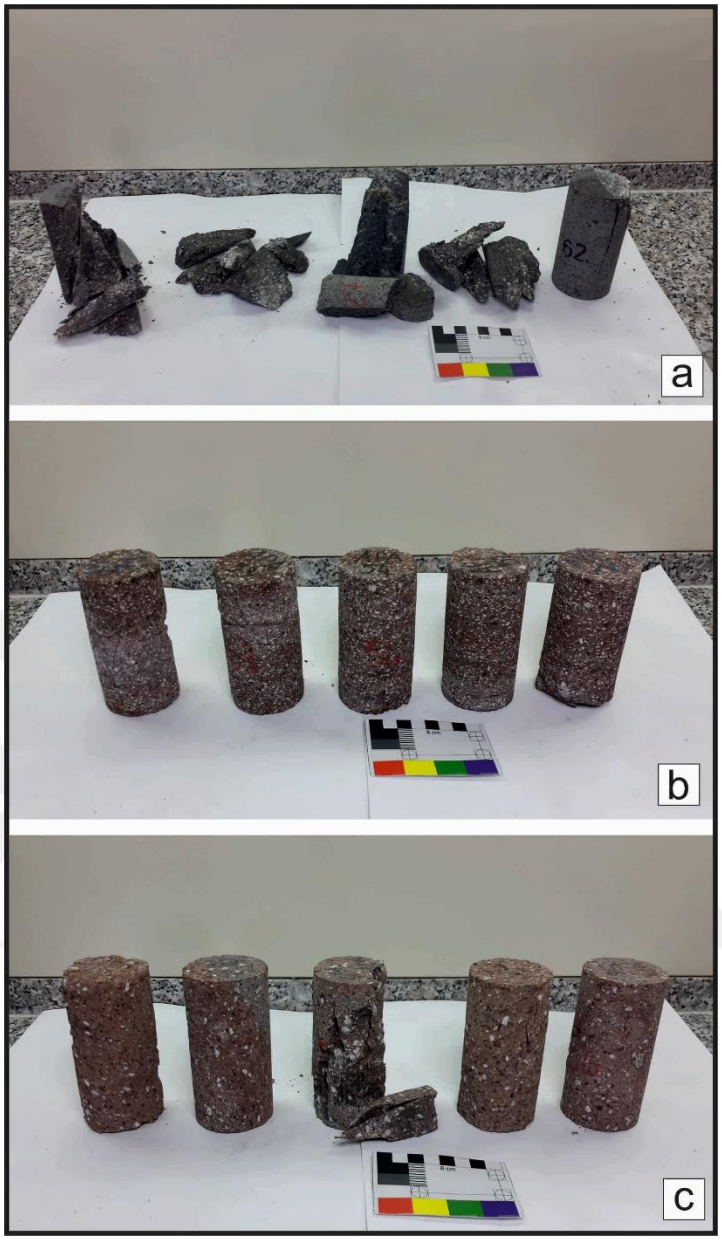
Şekil 4.43 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Menemen pembe andezit numuneleri (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.44 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça sarı tüf numuneleri (a) birinci döngü (c) ikinci döngü (b) üçüncü döngü sonu numune görünümleri (Kişisel arşiv, 2019)



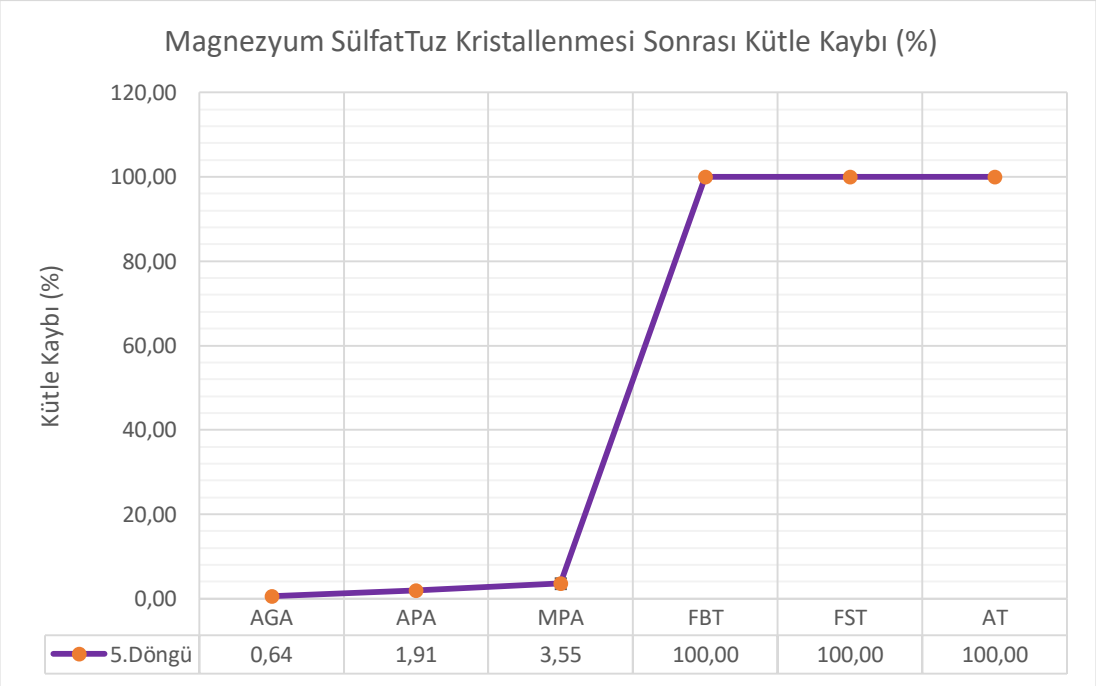
Şekil 4.45 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça beyaz tüf numunelerinin birinci döngü sonu görünümleri (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.46 Magnezyum sülfat (5 döngü) tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyine tabi tutulan numunelerin tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası görünümleri (a) Aliağa gri andezit (b) Aliağa pembe andezit (c) Menemen pembe andezit (Kişisel arşiv, 2019)

Tablo 4.22 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı değerleri

Kayaç Türü	Kütle Kaybı (%)		
	N	Ortalama	Standart Sapma
AGA	5	0,64	0,12
APA	5	1,91	0,32
MPA	5	3,55	1,31
FBT	5	100	0,00
FST	5	100	0,00
AT	5	100	0,00



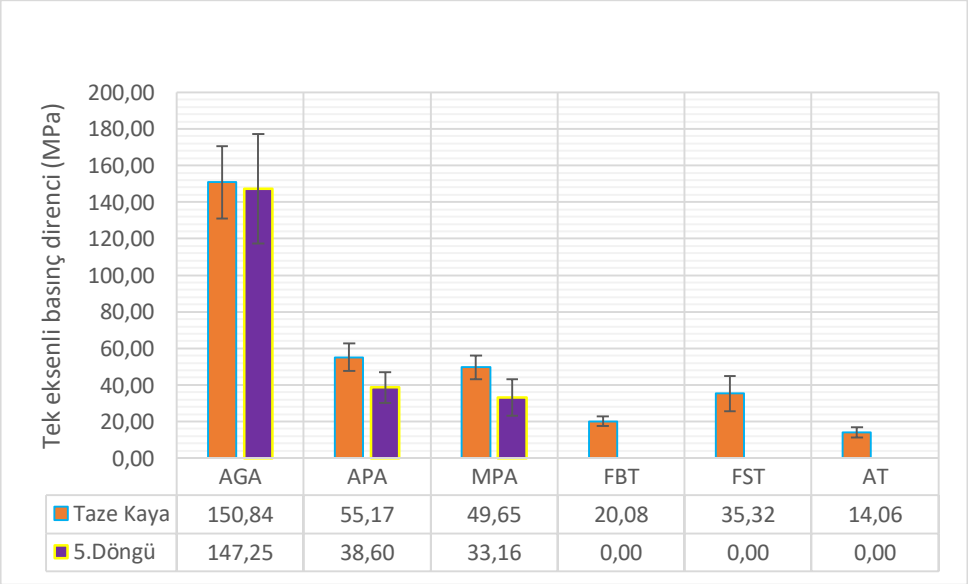
Şekil 4.47 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi 5.döngü sonrası kütle kaybı grafiği

$MgSO_4$ (5 Döngü) tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybında, çalışılan 3 farklı andezit olan Aliağa gri andezit (AGA), Aliağa pembe andezit (APA) ve Menemen pembe andezit (MPA)'nın 5. periyot sonunda kütle kaybı ölçülürken, 3 farklı tüf olan Foça sarı tüf (FST), Foça beyaz tüf (FBT) ve Alaçatı tüf (AT)'nin 5. periyot sonunda kütle kaybı ölçümleri yapılamamıştır.

Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi 5. döngü sonu kütle kayıpları sırasıyla, %0,64 AGA, %1,91 APA, %3,55 MPA olarak belirlenmiş olup, Foça sarı tüfü (FST) 5 döngü olan $MgSO_4$ tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybında 4. döngüde %100 kütle kaybına ulaşırken, Foça beyaz tüfü (FBT) 1. döngüde, Alaçatı tüfü (AT) 2. döngüde %100 kütle kaybına ulaşır (Tablo 4.22) ve (Şekil 4.47).

Tablo 4.23 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri

Kayaç Türü	**Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)**				
	N	**Taze Kaya**		**5.Döngü**	
		Ort.	**S.S**	**Ort.**	**S.S**
AGA	5	150,84	19,72	147,25	30,01
APA	5	55,17	7,55	38,60	8,34
MPA	5	49,65	6,53	33,16	10,00
FBT	5	20,08	2,62	-	-
FST	5	35,32	9,70	-	-
AT	5	14,06	2,70	-	-



Şekil 4.48 Taze numunelerin tek eksenli basınç dirençleri ile magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci grafiği

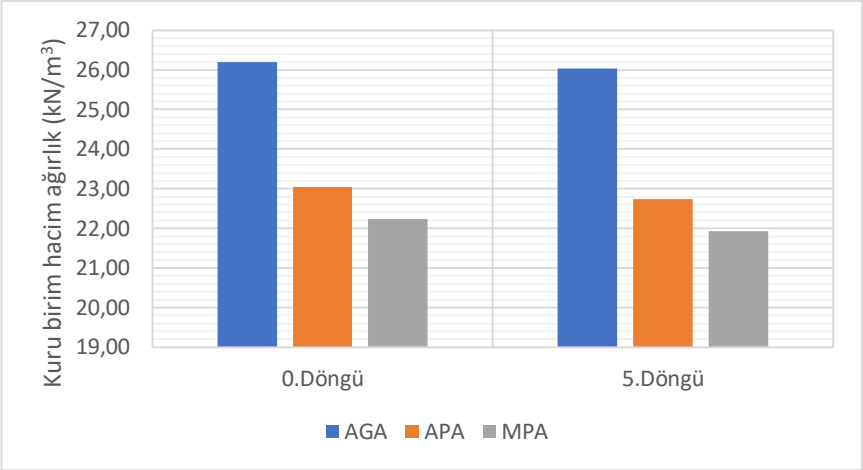
Magnezyum sülfat tuz kristallenmesine tabi tutulan kayaçların 5. döngü sonu tek eksenli basınç dirençleri sırasıyla, AGA 147,25 MPa, APA 38,60 MPa, MPA 33,16 MPa olarak belirlenmiştir. Saptanan değerler ele alındığında magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kayaçların direnç kaybına uğradığı görülmektedir. Taze kaya numunelerinin tek eksenli basınç direnci ile 5 döngü magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma testine tabi tutulan kaya numunelerinin tek eksenli basınç dirençleri mukayese edildiğinde, AGA yüksek dirençli, APA ve MPA ise orta dirençli kaya olarak belirlenmiştir. %100 kütle kaybına uğrayan tüflerin tek eksenli basınç direnci ölçümleri yapılamamıştır (Tablo 4.23) ve (Şekil 4.48).

4.3.1.1 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri

Magnezyum sülfat tuz kristallenme deneyine tabi tutulan kayaçların 5. döngü sonu kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları, ağırlıkça su emme, görünür porozite ve boşluk oranı gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Tablo 4.24 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri

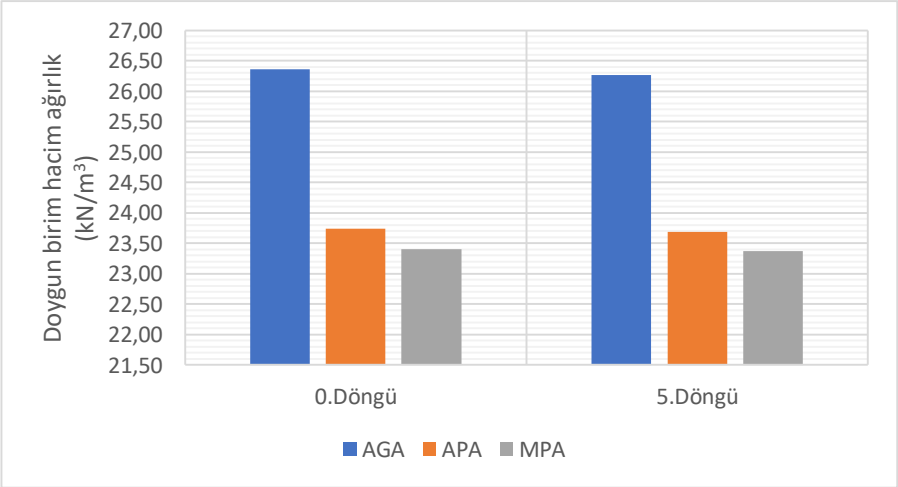
Kayaç Türü	**Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**				
		0. Döngü		**5. Döngü**	
	N	Ort.	S.S	Ort.	S.S
AGA	5	26,19	0,16	26,04	0,17
APA	5	23,05	0,38	22,73	0,28
MPA	5	22,60	0,90	21,92	0,60



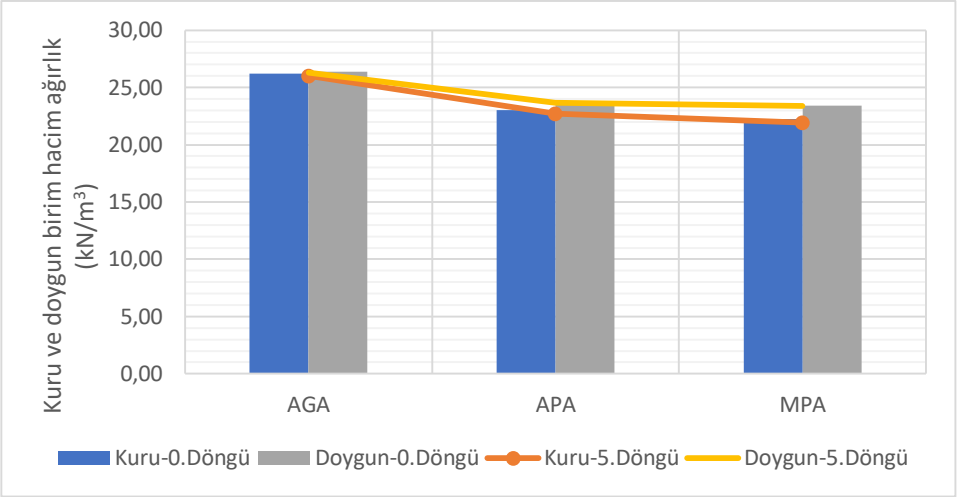
Şekil 4.49 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kuru birim hacim ağırlığı grafiği

Tablo 4.25 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri

Kayaç Türü	**Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m³)**				
	N	**0. Döngü**		**5. Döngü**	
		Ort.	S.S	Ort.	S.S
AGA	5	26,36	0,17	26,27	0,18
APA	5	23,74	0,26	23,69	0,24
MPA	5	23,69	0,70	22,37	0,57



Şekil 4.50 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası doygun birim hacim ağırlığı grafiği

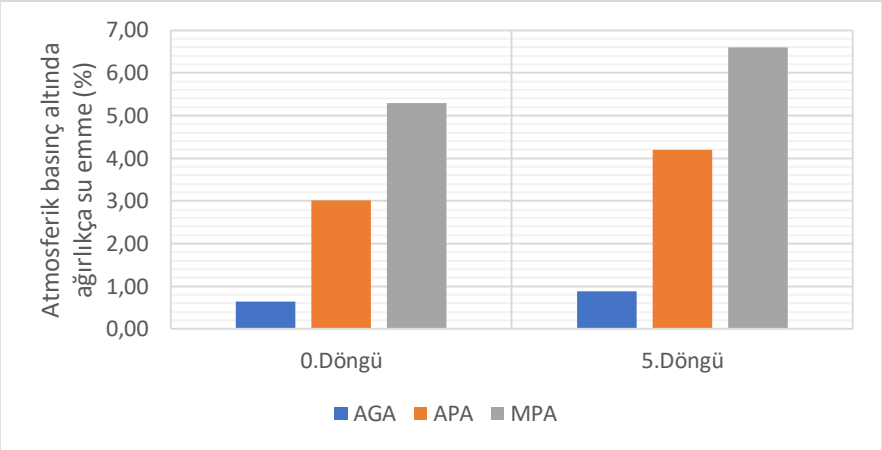


Şekil 4.51 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kuru ve doygun birim hacim ağırlığı grafiği

Saptanan değerler ele alındığında, magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi 5.döngü sonu kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.24, 2.5 ve Şekil 4.24, 4.25).

Tablo 4.26 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası ağırlıkça su emme değerleri

Kayaç Türü	**Atmosfer Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme (%)**				
	N	**0. Döngü**		**5. Döngü**	
		Ort.	S.S	Ort.	S.S
AGA	5	0,64	0,03	0,88	0,09
APA	5	3,02	0,57	4,20	0,36
MPA	5	4,86	1,08	6,60	0,64

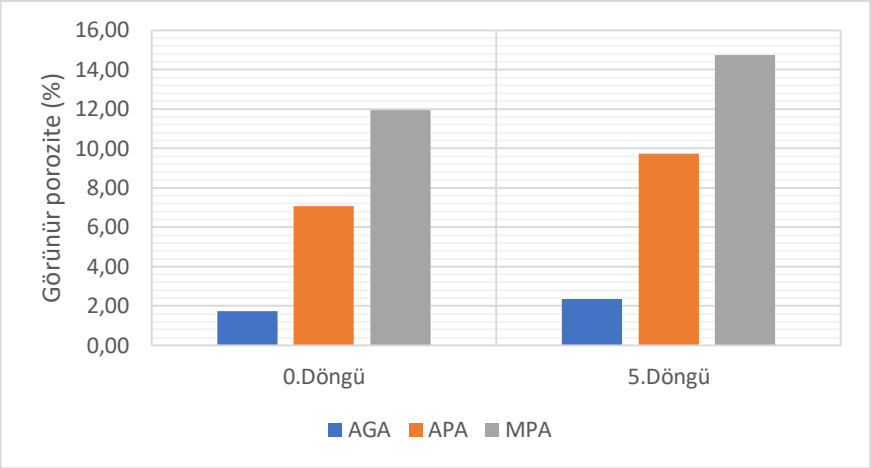


Şekil 4.52 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası ağırlıkça su emme grafiği

Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası kaya numunelerinin ağırlıkça su emme değerlerinde artış görülmekte olup, 5.döngü sonunda su emme değerleri sırasıyla, %0,88 AGA, %4,20 APA ve %6,60 MPA olarak belirlenmiştir (Tablo 4.26 ve Şekil 4.52).

Tablo 4.27 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası görünür porozite değerleri

Kayaç Türü	**Görünür (Etkin) Porozite (%)**				
	N	**0. Döngü**		**5. Döngü**	
		Ort.	S.S	Ort.	S.S
AGA	5	1,72	0,09	2,34	0,24
APA	5	7,06	1,20	9,73	0,76
MPA	5	11,09	2,09	14,72	1,26

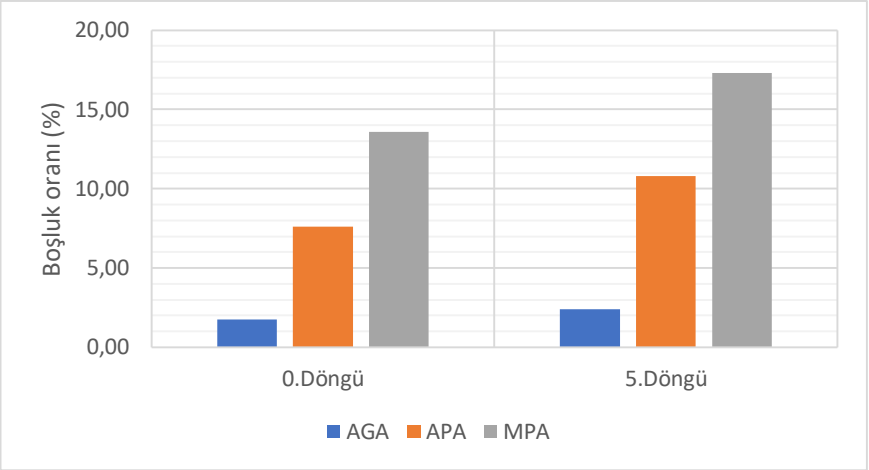


Şekil 4.53 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası görünür porozite grafiği

Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinin görünür porozite değerlerinde artış görülmekte olup, 5.döngü sonunda görünür porozite değerleri sırasıyla, %2,34 AGA, %9,73 APA ve %14,72 MPA değerleri saptanmıştır (Tablo 4.27 ve Şekil 4.53).

Tablo 4.28 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası boşluk oranı değerleri

Kayaç Türü	**Boşluk Oranı (%)**				
	N	**0. Döngü**		**5. Döngü**	
		Ort.	S.S	Ort.	S.S
AGA	5	1,75	0,09	2,40	0,25
APA	5	7,62	1,41	10,79	0,94
MPA	5	12,53	2,63	17,29	1,71



Şekil 4.54 Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası boşluk oranı grafiği

Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinin boşluk oranı değerlerinde artış görülmekte olup, 5.döngü sonunda boşluk oranı değerleri sırasıyla, %2,40 AGA, %10,79 APA ve %17,29 MPA değerleri saptanmıştır (Tablo 4.28 ve Şekil 4.54).

4.3.2 Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deneyi

Doğal taşların tuz kristallenmesine karşı direncini belirlemek için TS EN 12370 (2001) standardına uygun olarak numuneler Na_2SO_4 tuz kristallenmesi deneyine tabi tutulmuştur. Bu standart, EN 1936'ya göre belirlenmiş açık gözenekliliği %5'den daha büyük olan doğal taşlarda tuzların kristallenmesi sonucu oluşan hasara karşı bağıl direncin tayinine ilişkin bir deney metodunu kapsar (TS EN 12370, 2001).

Deney için hazırlanan, 54 mm çapında boy/çap oranı 2 olan her bir kaya türü için 15 adet karot numunesinin, deney öncesi fiziksel özellikleri belirlenmiş olup, % 14' lük sodyum sülfat çözeltisi (her 86 gr saf su için 14 gr $Na_2SO_4.10H_2O$) hazırlanarak, numuneler 20±5 ℃'de çözelti içerisinde 2 saat bekletilmiştir. Çözeltiden çıkarılan numuneler en az 16 saat süreyle etüvde kurutularak, sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyinin bir döngüsü tamamlanmıştır.

Deney numunenin dağılma parçalanma gibi durumları hariç 15 kez tekrarlanır. Her 5 döngüde bir fiziksel parametreleri belirlenen kayaçların, 15. döngü sonunda kütle kaybı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Eşitlik 4.4).

$$Kütle\ Kaybı_{Na2SO4}\ (\%) = \frac{M_f - M_d}{M_f} \times 100 \qquad (4.4)$$

M_d : Kuru numunenin kütlesi (gr)

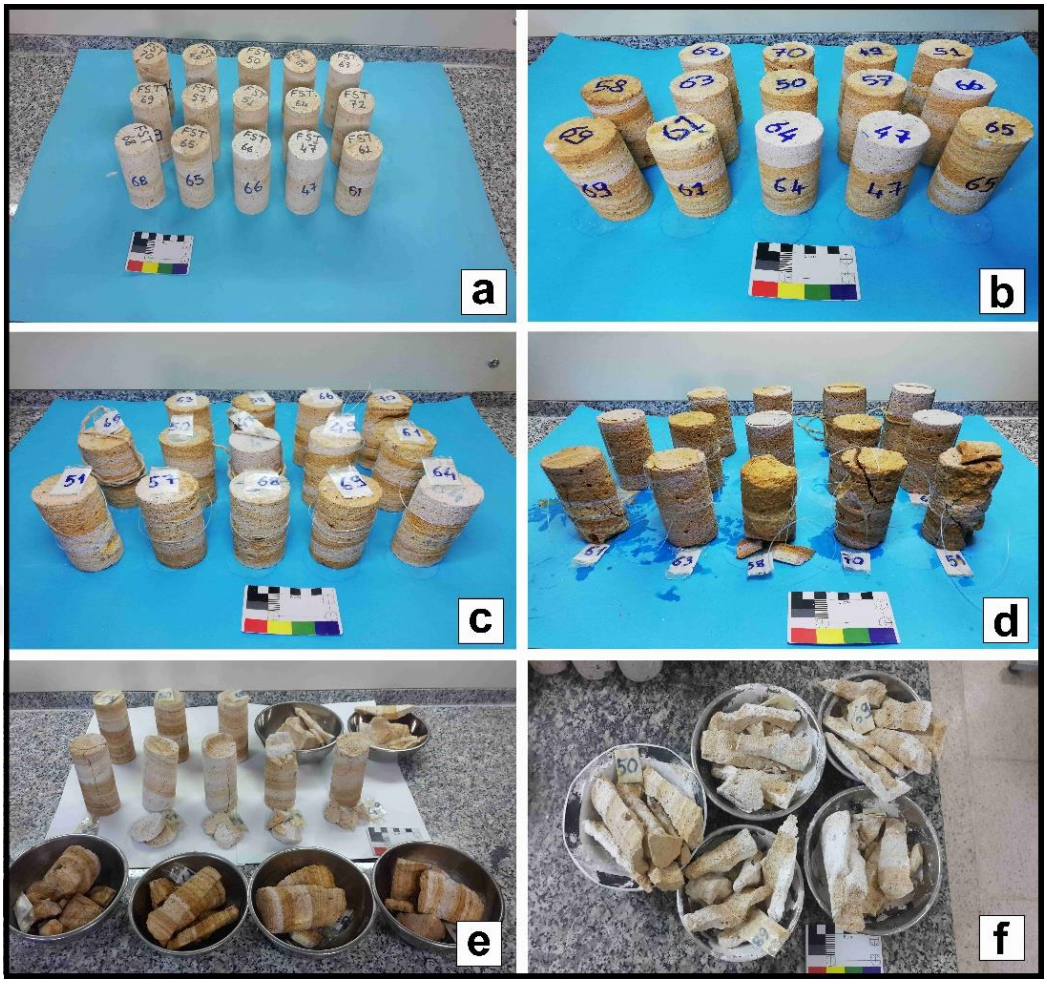
M_f : 15. döngü sonu kuru ağırlık (gr)



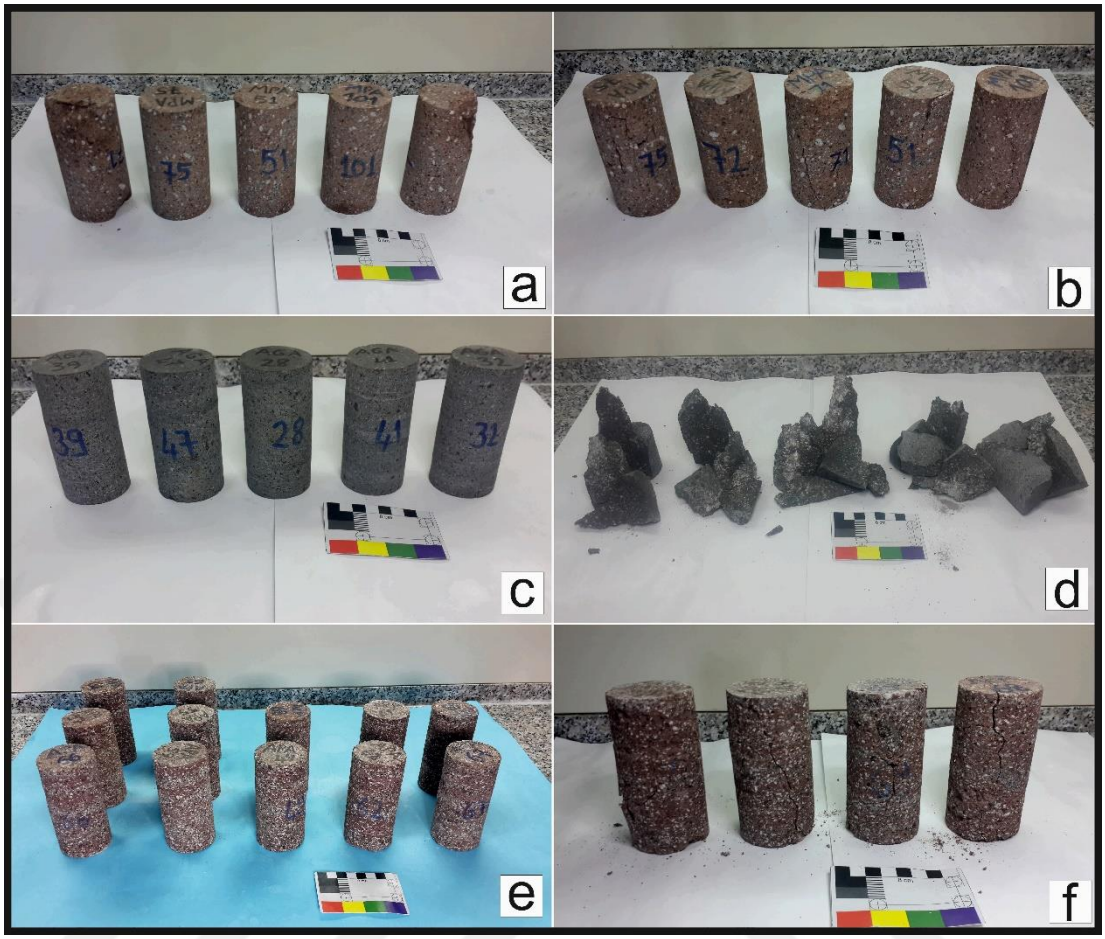
Şekil 4.55 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Alaçatı tüfü numunelerinin görünümü (a) birinci döngü sonu (b) ikinci döngü sonu (c) üçüncü döngü sonu (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.56 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça beyaz tüfü numunelerinin görünümü (a) birinci döngü sonu (b) ikinci döngü sonu (Kişisel arşiv, 2019)



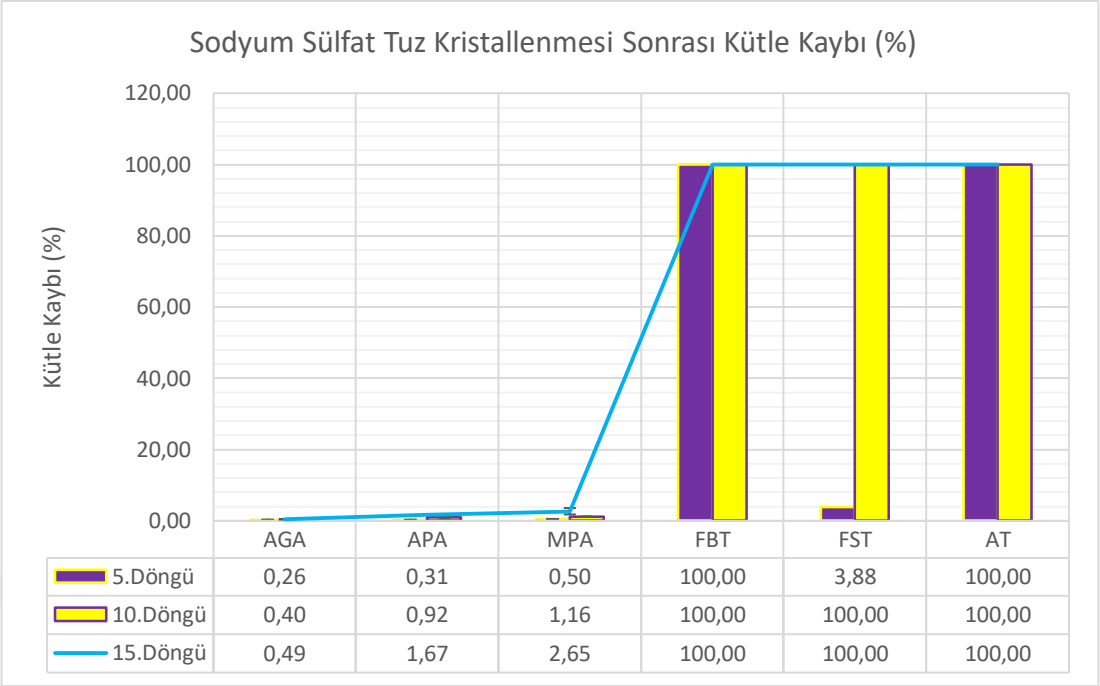
Şekil 4.57 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası Foça sarı tüfü numunelerinin görünümü (a) deney öncesi (b) birinci döngü sonu (c) ikinci döngü sonu (d) üçüncü döngü sonu (e) beşinci döngü sonu (f) altıncı döngü sonu (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.58 Sodyum sülfat tuz kristallenme deneyi sonrası deney numuneleri görünümü (a) Menemen pembe andezit döngü sonu (b) Menemen pembe andezit döngü sonu tek eksenli basınç direnci deneyi (c) Aliağa gri andezit döngü sonu (d) Aliağa gri andezit döngü sonu tek eksenli basınç direnci deneyi (e) Aliağa pembe andezit döngü sonu (f) Aliağa pembe andezit döngü sonu tek eksenli basınç direnci deneyi (Kişisel arşiv, 2019)

Tablo 4.29 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı

Kayaç Türü	**Kütle Kaybı (%)**		
	5.Döngü	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	0,26	0,40	0,49
APA	0,31	0,92	1,67
MPA	0,50	1,16	2,65
FBT	3,88	100,00	100,00
FST	100,00	100,00	100,00
AT	100,00	100,00	100,00

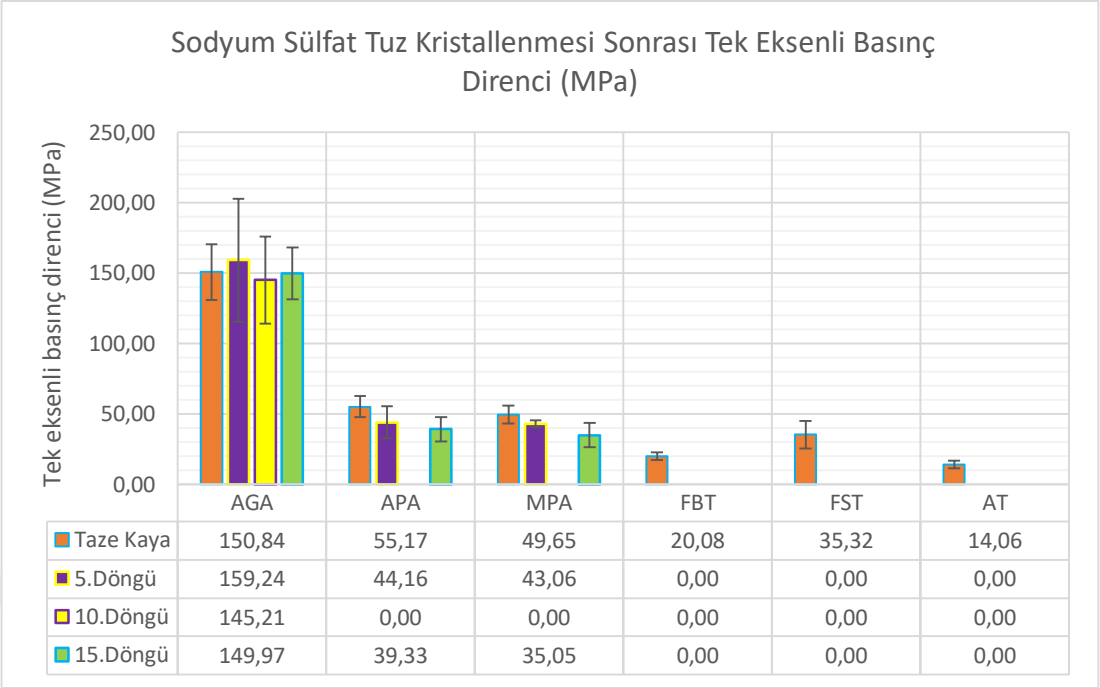


Şekil 4.59 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı

$NaSO_4$ (15 Döngü) tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybında, çalışılan 6 farklı volkanik kökenli kayaçların 15 döngü sonunda kütle kayıpları farklılık göstermektedir. 3 farklı andezit olan Aliağa gri andezit (AGA) %0,49, Aliağa pembe andezit (APA) %1,67 ve Menemen pembe andezit (MPA)'nın %2,65 kütle kaybı 15. döngü sonunda ölçülürken, Foça sarı tüf (FST), Foça beyaz tüf (FBT) ve Alaçatı tüf (AT)'nin 15. döngü sonunda kütle kaybı ölçümleri yapılamamıştır. Foça sarı tüfü 15 döngü olan Na_2SO_4 tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybında 6. döngüde %100 kütle kaybına ulaşırken, Foça beyaz tüfü 2. döngüde, Alaçatı tüfü 3. döngüde %100 kütle kaybına ulaşmıştır (Tablo 4.29 ve Şekil 4.59).

Tablo 4.30 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci değerleri

Kayaç Türü	**Taze Kaya**	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S	Ort. (±) S.S
AGA	150,84±19,72	159,24±43,61	145,21±30,96	149,97±18,50
APA	55,17±7,55	44,16±11,16	-	39,33±8,58
MPA	49,65±6,53	43,06±2,30	-	35,05±8,61



	AGA	APA	MPA	FBT	FST	AT
Taze Kaya	150,84	55,17	49,65	20,08	35,32	14,06
5.Döngü	159,24	44,16	43,06	0,00	0,00	0,00
10.Döngü	145,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15.Döngü	149,97	39,33	35,05	0,00	0,00	0,00

Şekil 4.60 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası tek eksenli basınç direnci grafiği

Sodyum sülfat tuz kristallenmesine tabi tutulan kayaçların 15. döngü sonu tek eksenli basınç dirençleri sırasıyla, AGA 149,97 MPa, APA 39,33 MPa, MPA 35,05 MPa olarak belirlenmiştir. Saptanan değerler ele alındığında sodyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası AGA hariç diğer kayaçların direnç kaybına uğradığı belirlenmiştir. Andezitlerde en yüksek direnç kaybı MPA da belirgin oranda olduğu belirlenmiştir.

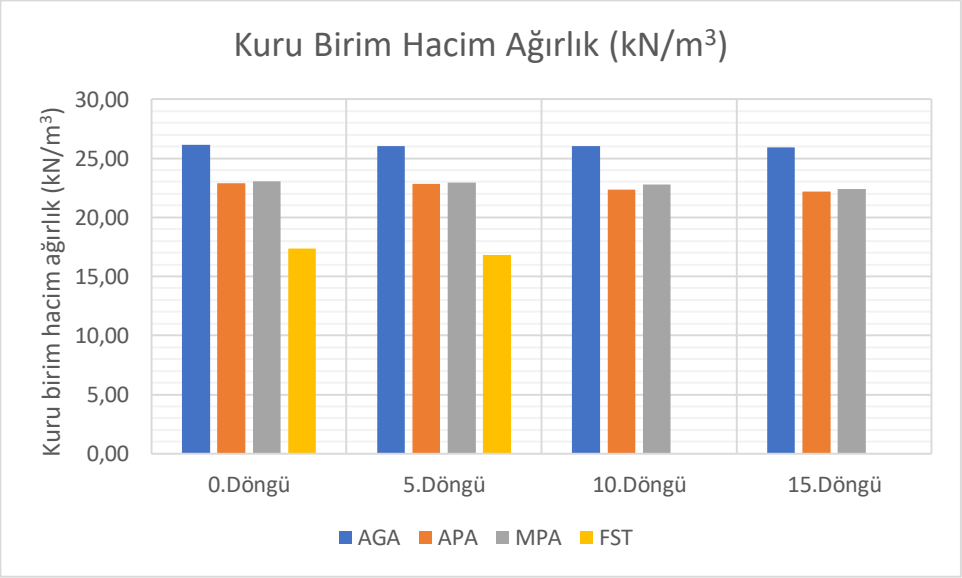
Taze kaya numunelerinin tek eksenli basınç direnci ile 15 döngü magnezyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma testine tabi tutulan kaya numunelerinin tek eksenli basınç dirençleri mukayese edildiğinde, AGA yüksek dirençli, APA ve MPA ise orta dirençli kaya olarak belirlenmiştir. %100 kütle kaybına uğrayan tüflerin tek eksenli basınç direnci ölçümleri yapılamamıştır (Tablo 4.30) ve (Şekil 4.60).

4.3.2.1 Sodyum Tuz Kristallenmesi Deneyi Sonrası Kayaçların Fiziksel Özellikleri

Sodyum sülfat tuz kristallenme deneyine (15 döngü) tabi tutulan kayaçların her 5 döngü sonu kuru ve doygun birim hacim ağırlıkları, ağırlıkça su emme, görünür porozite ve boşluk oranı gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Tablo 4.31 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık değerleri

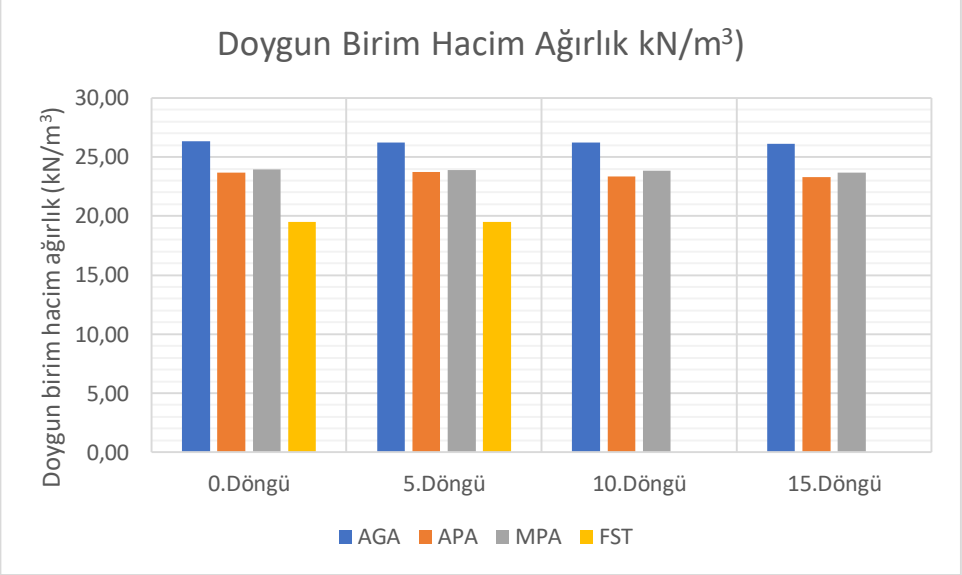
Kayaç Türü	**Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**			
	0.Döngü	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	26,12	26,02	26,03	25,91
APA	22,89	22,83	22,32	22,18
MPA	23,05	22,95	22,78	22,40
FST	17,34	16,80	-	-



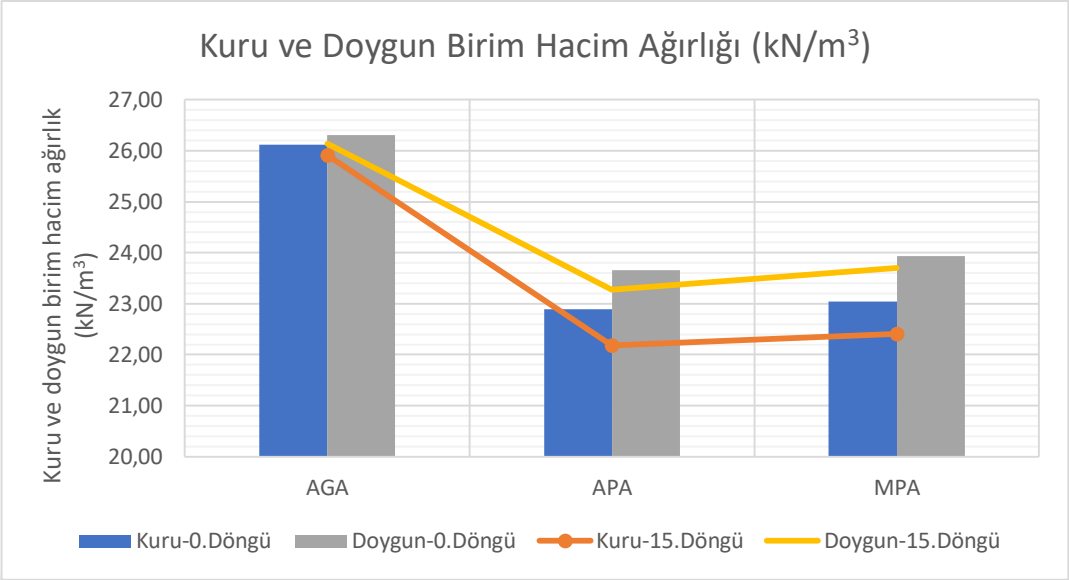
Şekil 4.61 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru birim hacim ağırlık grafiği

Tablo 4.32 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık değerleri

Kayaç Türü	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)			
	0.Döngü	5.Döngü	10.Döngü	15.Döngü
AGA	26,31	26,22	26,24	26,14
APA	23,65	23,75	23,36	23,27
MPA	23,93	23,90	23,82	23,70
FST	19,51	19,49	-	-



Şekil 4.62 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun birim hacim ağırlık grafiği

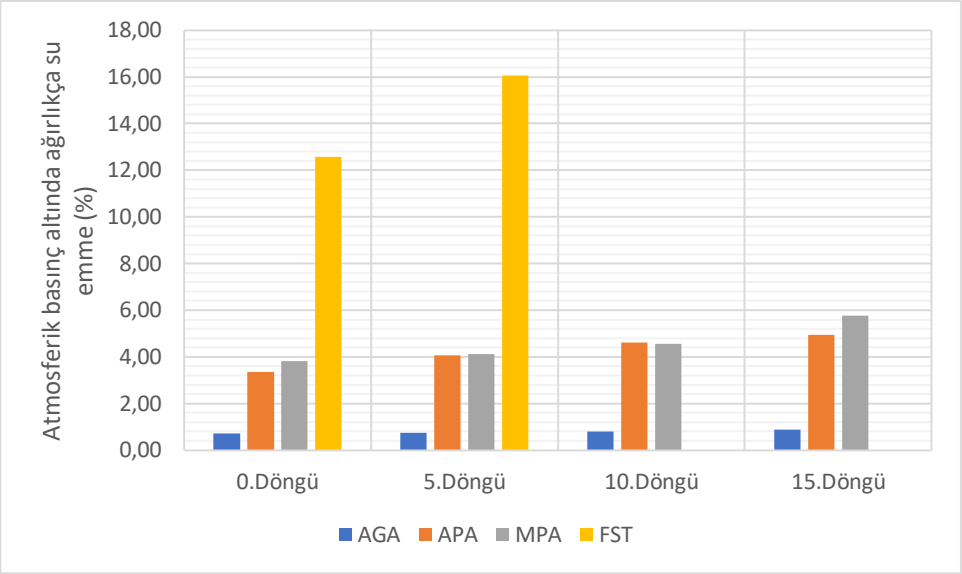


Şekil 4.63 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru ve doygun birim hacim ağırlık grafiği

Saptanan değerler ele alındığında, sodyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi 15.döngü sonu kuru ve doygun birim hacim ağırlık değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.31, 4.32) ve (Şekil 4.61, 4.62).

Tablo 4.33 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası ağırlıkça su emme değerleri

Kayaç Türü	**Atmosferik Basınç Altında Su Emme (%)**			
	0.Döngü	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	0,71	0,75	0,81	0,88
APA	3,35	4,06	4,62	4,93
MPA	3,83	4,13	4,55	5,77
FST	12,56	16,05	-	-

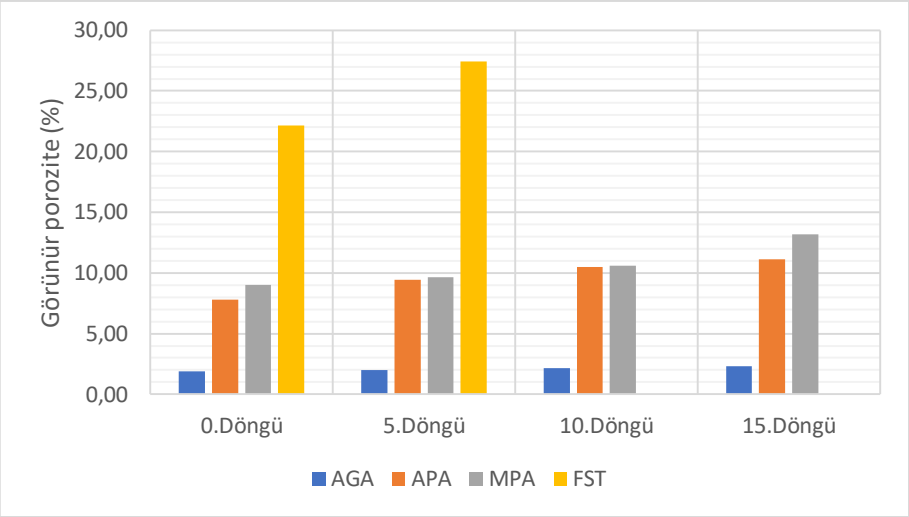


Şekil 4.64 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası ağırlıkça su emme grafiği

Sodyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinin atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. 15.döngü sonunda ağırlıkça su emme değerleri sırasıyla, %0,88 AGA, %4,93 APA ve %5,77 MPA saptanmıştır. FST'nin 5. döngü ağırlıkça su emme ölçümleri ise %16,05 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.33) ve (Şekil 4.64).

Tablo 4.34 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası görünür porozite değerleri

Kayaç Türü	**Görünür Porozite (%)**			
	0.Döngü	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	1,90	1,98	2,14	2,33
APA	7,81	9,45	10,51	11,15
MPA	9,00	9,66	10,57	13,16
FST	22,14	27,42	-	-



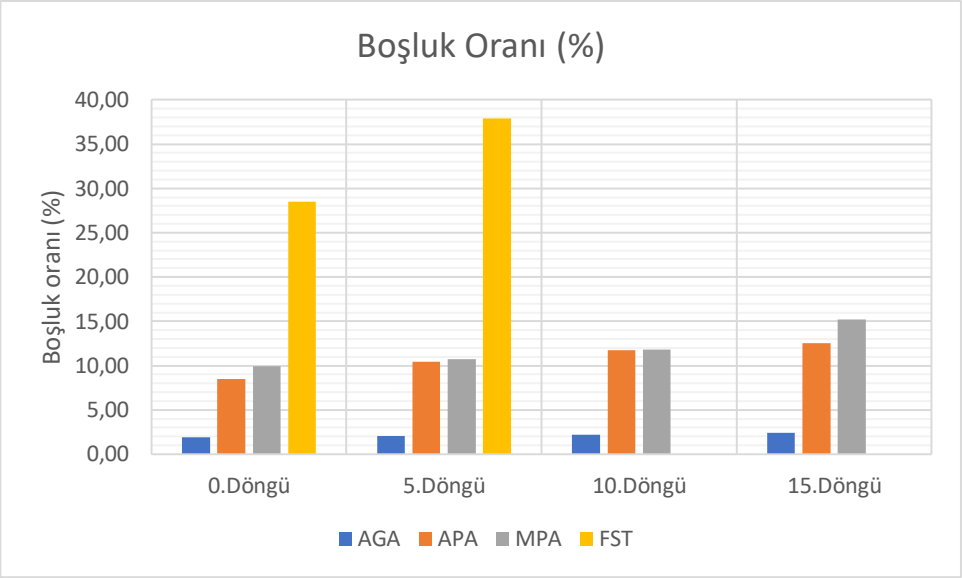
Şekil 4.65 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası görünür porozite grafiği

Sodyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinin görünür porozite değerlerinde artış görülmekte olup, 15.döngü sonunda görünür porozite değerleri sırasıyla, %2,33 AGA, %11,15 APA ve %13,16 MPA saptanmıştır. FST'nin 5.döngü sonu görünür porozite değeri ise %27,42 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.34) ve (Şekil 4.65).

Anon 1979'a göre kayaçların porozite sınıflamasında, sodyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma testi öncesi ve sonrası AGA düşük poroziteli, APA ve MPA orta derecede poroziteye sahip kaya sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 4.35 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası boşluk oranı değerleri

Kayaç Türü	**Boşluk Oranı (%)**			
	0.Döngü	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	1,94	2,02	2,19	2,38
APA	8,48	10,44	11,75	12,55
MPA	9,89	10,70	11,83	15,21
FST	28,51	37,90	-	-

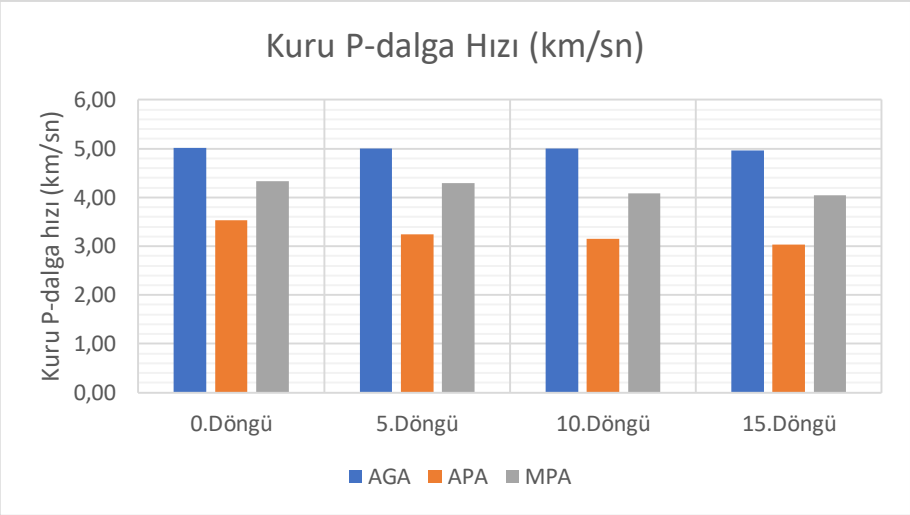


Şekil 4.66 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası boşluk oranı sonuç grafiği

Sodyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası kayaç numunelerinin boşluk oranı değerlerinde artış görülmekte olup, 15.döngü sonunda boşluk oranı değerleri sırasıyla, %2,38 AGA, %12,55 APA ve %15,21 MPA saptanmıştır. FST'nin 5.döngü sonu boşluk oranı ise %37,90 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.35) ve (Şekil 4.66).

Tablo 4.36 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru p-dalga hızı değerleri

Kayaç Türü	**Kuru P-dalga Hızı (km/sn)**			
	0.Döngü	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	5,01	5,00	5,00	4,97
APA	3,53	3,25	3,16	3,03
MPA	4,34	4,29	4,08	4,05

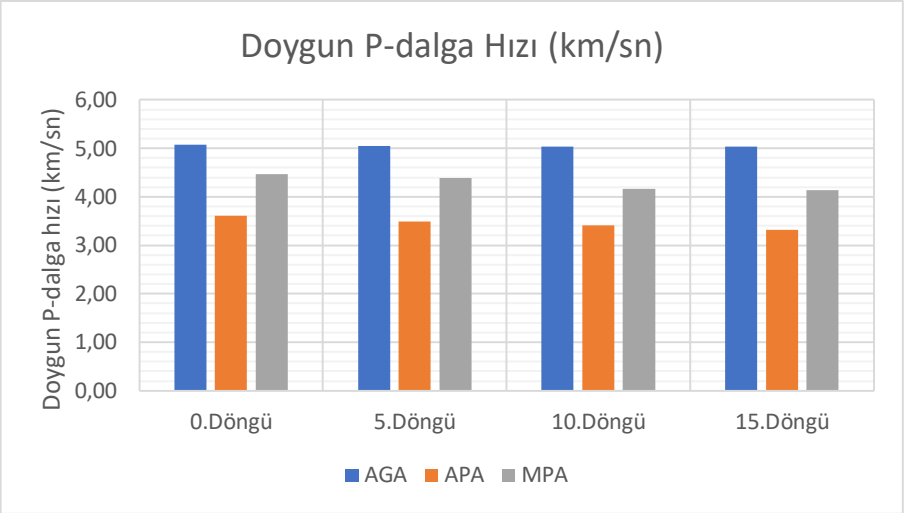


Şekil 4.67 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kuru p-dalga hızı grafiği

Sodyum sülfat tuz kristallenmesi ayrıştırma deneyi sonrası ultrasonik ses hızı iletkenliği değerlerinde düşüş görülmektedir. Kuru p-dalga hızı değeri sırasıyla, AGA 4,97 km/sn, MPA 4,05 km/sn, APA 3,03 km/sn ses hızı iletkenliği değerleri saptanmıştır (Tablo 4,36) ve (Şekil 4.67). Doygun p-dalga hızı değeri sırasıyla, AGA 5,03 km/sn, MPA 4,13 km/sn, APA 3,32 km/sn ses hızı iletkenliği değerleri saptanmıştır (Tablo 4,37) ve (Şekil 4.68).

Tablo 4.37 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun p-dalga hızı değerleri

Kayaç Türü	**Doygun P-dalga Hızı (km/sn)**			
	0.Döngü	**5.Döngü**	**10.Döngü**	**15.Döngü**
AGA	5,07	5,05	5,04	5,03
APA	3,60	3,49	3,41	3,32
MPA	4,47	4,39	4,016	4,13

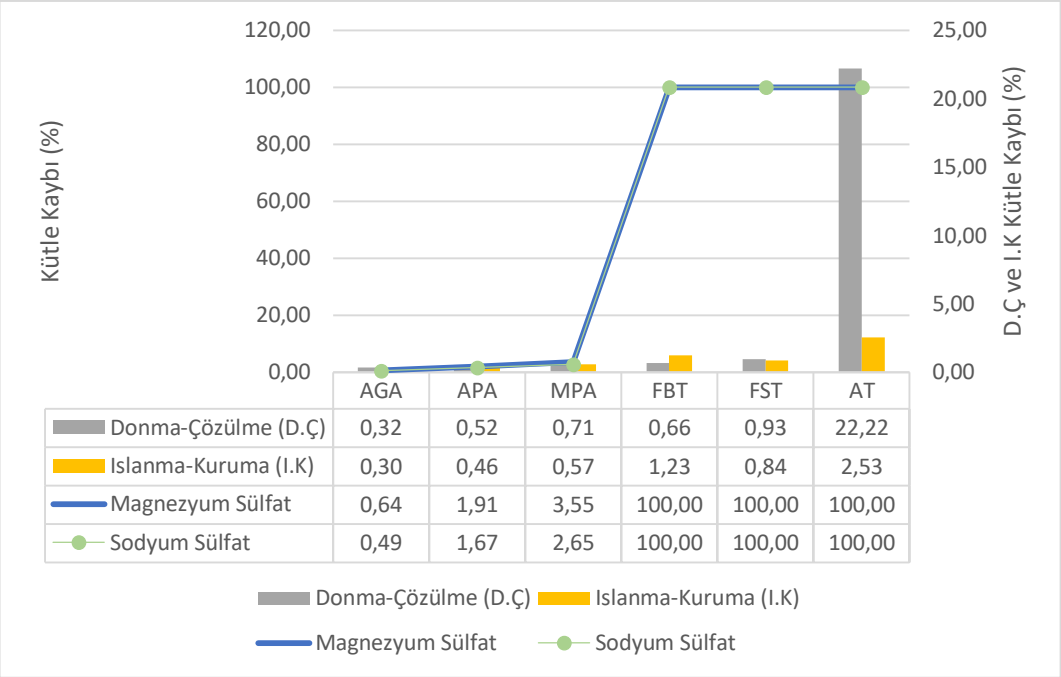


Şekil 4.68 Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası doygun p-dalga hızı grafiği

Hızlandırılmış ayrıştırma deneyleri kapsamında, laboratuvar ortamında standartlara uygun şekilde, ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi (sodyum sülfat ve magnezyum sülfat) ayrıştırma deneyleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; Islanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi ayrıştırma deneylerinde kayaçların belirgin bir şekilde porozitesi ve su emme değerleri artarken, birim hacim ağırlık ve ultrasonik ses hızı iletkenlik değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen parametreler incelendiğinde kayaçların gözenekliliğinin artması su emme değerini artırmakta olup, ses hızı iletkenliğini düşürmektedir. Gözenekli kayaçlar yüksek su emme oranı gösterirken, su emme oranı arttıkça p-dalga hızı yüksek bir eğilim gösterir (Siegesmund, 2014).

Kayaçların bozunmasında en etkin rolü tuz kristallenmesi deneyleri göstermektedir. Kütle kayıpları genel anlamda ele alındığında sırasıyla kayaçlarda en etkili ayrışma testi, magnezyum sülfat tuz kristallenmesi, sodyum sülfat tuz kristallenmesi, donma-çözülme ve ıslanma-kuruma olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.69).



Şekil 4.69 Hızlandırılmış ayrıştırma testleri sonrası kayaçlarda belirlenen kütle kayıplarının karşılaştırılması

BÖLÜM BEŞ
DURABİLİTE SAPTAMA YÖNTEMLERİ

Doğal taş en geleneksel yapı malzemelerinden biri olarak kullanımı antik çağlara uzanmakta ve günümüze kadar devam etmektedir. Yapı inşaatlarında doğal taş kullanımı halen çok değerlidir ve giderek önemi artmaktadır. Doğal taşların yüksek durabiliteleri olması nedeniyle kullanımları daha ekolojik ve ekonomiktir (Fort, 2008).

Yapılan son çalışmalarda kayaçların orijinal boyutunun, şeklinin, dayanımının ve görünümünün geniş bir zaman aralığında çevresel ayrıştırıcı etkiler altında bozunmaya karşı direnme kabiliyetinin ölçüsü o kayacın durabilitesini ifade etmiştir (Bell, 1992).

Kayaçların durabilitesinin değerlendirilmesinin birkaç yolu vardır (Tablo 5.1). Bunlar; ortalama gözenek boyutu dağılımı, kuru ve suya doygun tek eksenli basınç direnci oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksidir (Topal ve Doyuran 1997).

İzmir şehir merkezinde kaldırım ve bordür taşı olarak kullanılan volkanik (andezit, tüf) kayaçların malzeme özellikleri incelenmiş ve bu özelliklere bağlı olarak çevresel ayrıştırıcı faktörler altında durabiliteleri saptanmıştır (Yavuz, 2006).

Tablo 5.1 Durabilite saptama yöntemlerinde uygulanan standartlar

Durabilite Saptama Yöntemleri	
Doygunluk Katsayısı	TS 699 (2009)
Doygun Kuru Tek Eksenli Basınç Direnci Oranı	Winkler (1993)
Statik Kaya Durabilite İndeksi	Fookes (1988)
Slake Durabilite İndeksi	TS 699 (2009)

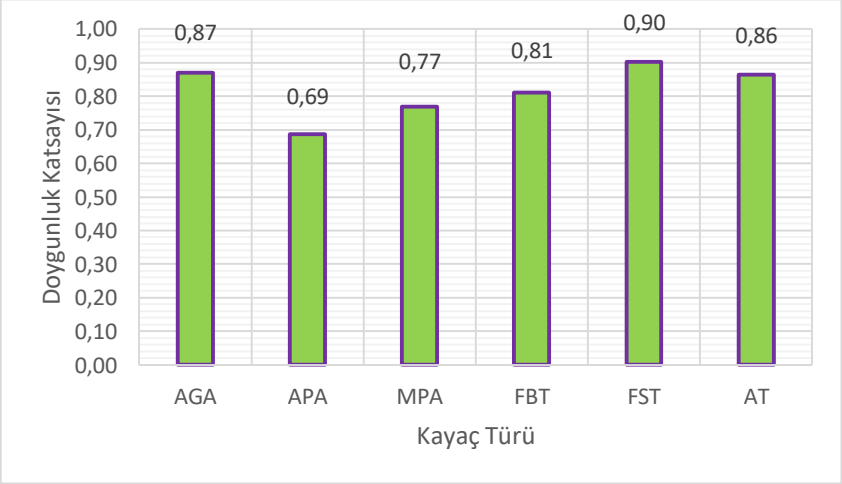
5.1 Doygunluk Katsayısı

Kayacın atmosferik basınç altında ağırlıkça su emmesi (%) ve vakum basıncı altında ağırlıkça su emmesi (%) oranı o kayacın doygunluk katsayısı oranını verir (TS 699). Bu oran 0,8'den büyük olursa, kayaç donma-çözülme etkilere karşı daha düşük durabilite gösterir (Topal ve Doyuran, 1997; Yavuz, 2012).

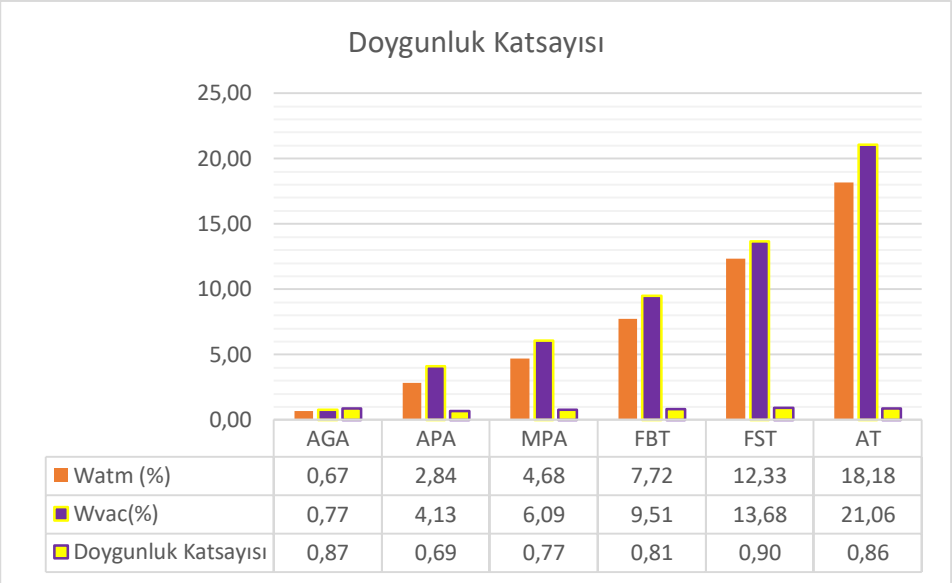
$$Doygunluk\ Katsayısı = \frac{Atmosferik\ basınç\ altında\ ağırlıkça\ su\ emme\ \%}{Vakum\ basıncı\ altında\ ağırlıkça\ su\ emme\ \%} \quad (5.1)$$

Tablo 5.2 Doygunluk katsayısı değerleri

Kayaç Türü	Watm (%)	Wvac(%)	Doygunluk Katsayısı
AGA	0,67	0,77	0,87
APA	2,84	4,13	0,69
MPA	4,68	6,09	0,77
FBT	7,72	9,51	0,81
FST	12,33	13,68	0,90
AT	18,18	21,06	0,86



Şekil 5.1 Doygunluk katsayısı değerleri



	AGA	APA	MPA	FBT	FST	AT
Watm (%)	0,67	2,84	4,68	7,72	12,33	18,18
Wvac(%)	0,77	4,13	6,09	9,51	13,68	21,06
Doygunluk Katsayısı	0,87	0,69	0,77	0,81	0,90	0,86

Şekil 5.2 Su emme değerlerinin (Watm ve Wvac) doygunluk katsayısı ilişkisi

Kayaçların doygunluk katsayı değerleri 0,69 ile 0,90 arasında değiştiği ve en yüksek doygunluk katsayısı değeri 0,90 ile FST, en düşük değer 0,69 ile APA olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.2).

Elde edilen veriler ele alındığında, APA ve MPA'nın doygunluk katsayısı <0,8 den düşüktür. Bu durumda bu kayaçların donma-çözülmeye karşı durabiliteleri yüksektir. AGA, FBT, FST ve AT'nin doygunluk katsayısı >0,8'den büyüktür ve dolayısıyla donma etkisine karşı zayıf durabiliteleri vardır (Tablo 5.2).

5.2 Kuru ve Doygun Tek Eksenli Basınç Direnci Oranı

Kayaçların kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı, kayacın ayrışma derecisine bağlı olarak durabilitesini göstermekle birlikte, kuru ve doygun direnç oranı ne kadar yüksekse o kayacın durabilitesi o kadar yüksektir. Bu durum kayacın suya karşı dayanımını ayrıca ifade etmektedir (Winkler, 1993).

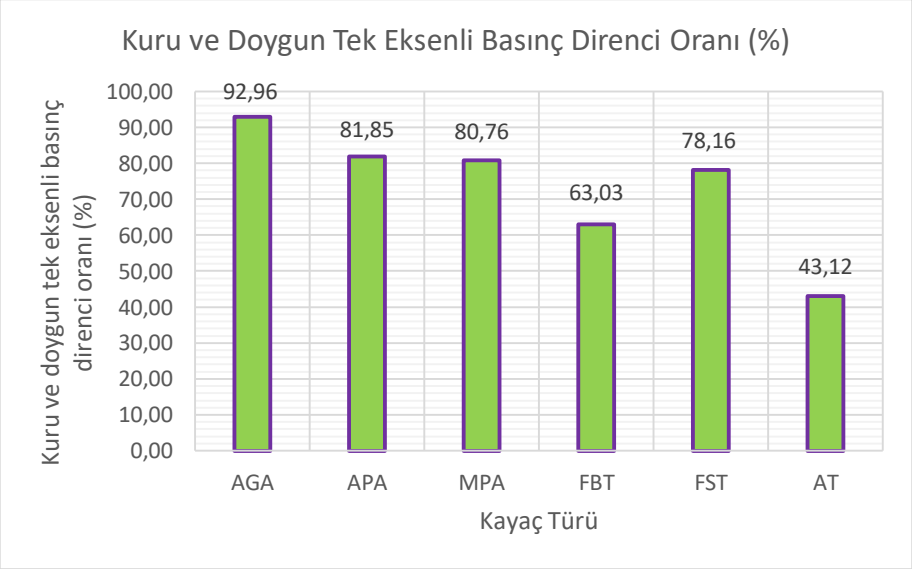
Bir diğer deyişle, bir kayacın doygun tek eksenli basınç direnci ile kuru tek eksenli basınç direnci birbirlerine ne kadar yakın ise o kayacın durabilitesi o kadar yüksektir. Kuru ve doygun basınç direnci oranı ne kadar düşük ise o kayacın suya karşı ayrışma direnci o kadar düşük olacaktır (Winkler, 1993; Topal ve Doyuran, 1997).

Kil içerikli kayaçlar su çekme eğiliminden dolayı neme maruz kalırlar ve bu nem taşın büyük ölçüde dayanımı azaltır (Topal ve Doyuran, 1997). Winkler (1993), kayaçların suya doygun ve kuru tek eksenli basınç direnci oranının, kayacın durabilitesinin saptanmasında kullanılabileceğini belirtmiştir.

$$Direnç\ Oranı\ (\%) = \frac{Doygun\ Tek\ Eksenli\ Basınç\ Direnci}{Kuru\ Tek\ Eksenli\ Basınç\ Direnci} \times 100 \qquad (5.2)$$

Tablo 5.3 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı değerleri

Kayaç Türü	**Direnç Oranı (%)**
Aliağa Gri Andezit (AGA)	92,96
Aliağa Pembe Andezit (APA)	81,85
Menemen Pembe Andezit (MPA)	80,76
Foça Beyaz Tüf (FBT)	63,03
Foça Sarı Tüf (FST)	78,16
Alaçatı Tüf (AT)	43,12



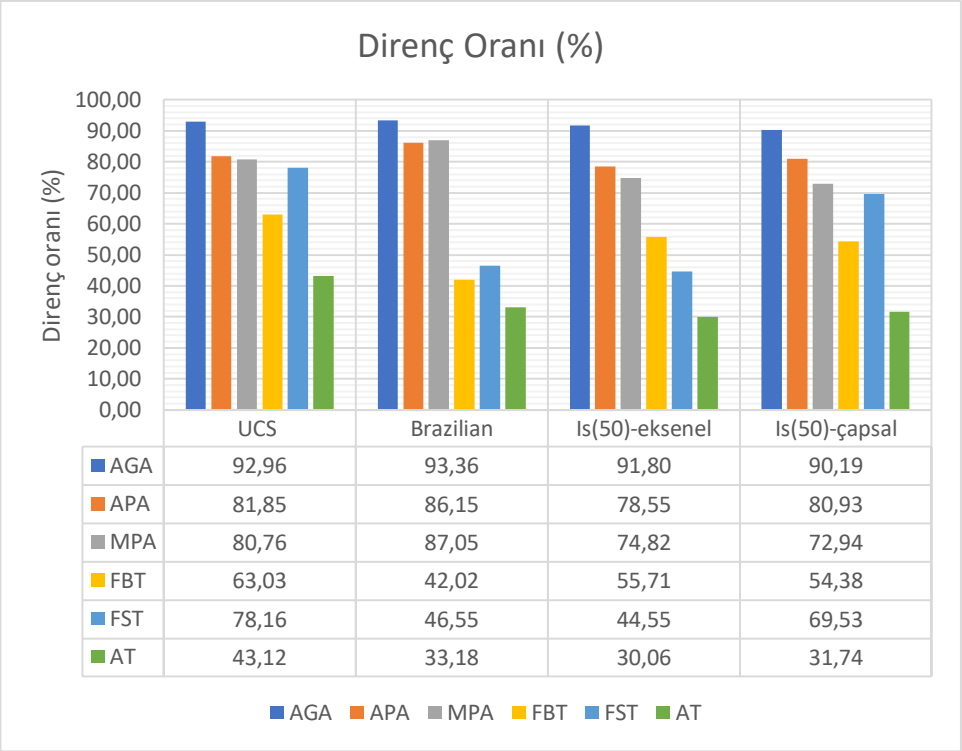
Şekil 5.3 Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı

Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı değerleri, %43,12 ile %92,96 arasında değişen, en düşük direnç oranı %43,12 ile AT, en yüksek direnç oranı %92,96 ile AGA olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.3).

Tablo 5.4 Kuru ve suya doygun kuru tek eksenli basınç direnci oranına göre kaya durabilite sınıflaması (Winkler, 1993)

Direnç Oranı (%)	**Sınıflandırma**
>90	Çok İyi
90-80	İyi ve Güvenli
80-70	Daha Fazla Deney Gerekli
70-60	Hidrik Kuvvetler ve Donma Etkisine Karşı Güvensiz
<60	Çok Düşük Kalite

Winkler 1993 sınıflandırmasına göre direnç oranları ele alındığında, %92,96 ile AGA, % 81,85 ile APA ve % 80,76 ile MPA‘‘ Çok İyi ’’ durabilite belirtirken, %78,16 ile FST ‘‘ Orta derece ’’, % 63,03 ile FBT ‘‘ Düşük derece ’’ ve % 43,12 direnç oranı ile AT ‘‘ Çok düşük derece ’’ durabiliteli kaya sınıfında yer alır (Tablo 5.4).



	UCS	Brazilian	Is(50)-eksenel	Is(50)-çapsal
AGA	92,96	93,36	91,80	90,19
APA	81,85	86,15	78,55	80,93
MPA	80,76	87,05	74,82	72,94
FBT	63,03	42,02	55,71	54,38
FST	78,16	46,55	44,55	69,53
AT	43,12	33,18	30,06	31,74

Şekil 5.4 Tek eksenli basınç direnci oranı, brazilian çekme direnci oranı ve nokta yükü (eksenel ve çapsal) direnç oranı değerlerinin karşılaştırılması

5.4 Suda Dağılmaya Karşı (Slake) Durabilite İndeksi Deneyi

Suda dağılmaya karşı durabilite deneyi, numunelerin standart iki çevrim süresince kurumaya ve ıslanmaya bırakılması durumunda, parçalanma ve zayıflamaya karşı gösterdiği dirençtir (Ulusay ve diğer., 2011; ISRM, 2007).

Slake durabilite deneyinde kullanılan numunelerin köşesiz ve yuvarlağa yakın olması oldukça önemli olmasının nedeni, tambur içerisine koyulan numunelerin tamburun dönme anında kayaç numunelerinin birbirine çarparak parçalanmalarını en aza indirgemesi olup, deney TS 699 (2009) ve ISRM (2007) standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Deneyde kullanılmak üzere her biri 40-60 gr arasında olan toplam 450-550 gr numuneyi temsil edecek 10 adet numune hazırlanmıştır. Deneyde her bir kaya türü için 20 adet toplam 120 adet numune hazırlanarak, her bir kaya türü için 2 deney sayısı gerçekleştirilmiştir. Standartlara göre deney çevrim süresi 2 olan slake durabilite deneyi 15 çevrime kadar devam ettirilmiştir.

Kayaçların malzeme özellikleri ele alındığında bazı kayaçların iki çevrim sonunda oluşan kütle kaybı gerçeği yansıtmadığı belirtilmiş, bu nedenle çevrim sayısının 4 veya daha fazla yapılması önerilmiştir (Ulusay ve diğer., 1995).

Temizlenip etüvde kurutulan tamburun hassas terazide tartılarak ağırlığı belirlenerek, deney için hazırlanan numuneler değişmez kütleye erişinceye kadar kurutulup tambur ile birlikte deney öncesi kuru ağırlıkları belirlenir.

Deney öncesi kuru ağırlıkları belirlenen tambur ve numuneler, 20 devirde 10 dakika boyunca su içerisinde döndürülür ve 1.çevrim sonunda etüve koyulan tambur 24 saat sonra kuru ağırlığı ölçülerek, kayaçların 1.çevrim suda dağılmaya karşı durabilite indeksi tayin edilir (Eşitlik 5.3 ve 5.4).

$$I_{d2} = \frac{C-D}{A-D} \times 100 \tag{5.3}$$

$$I_{d1} = \frac{B-D}{A-D} \times 100 \tag{5.4}$$

D : Tamburun ağırlığı (g)

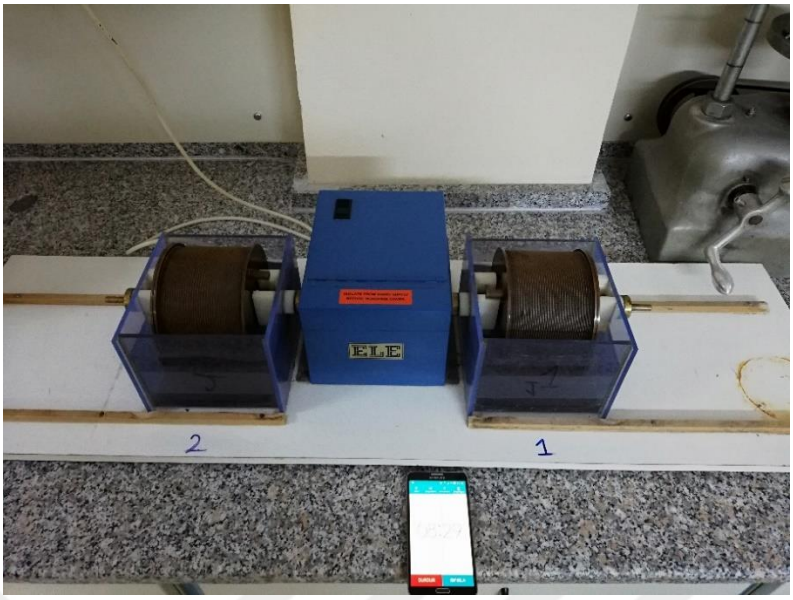
A : Deney öncesi kuru numune ve tamburun ağırlığı (gr)

B : 1.çevrim sonunda tambur ve numunenin kuru ağırlığı (gr)

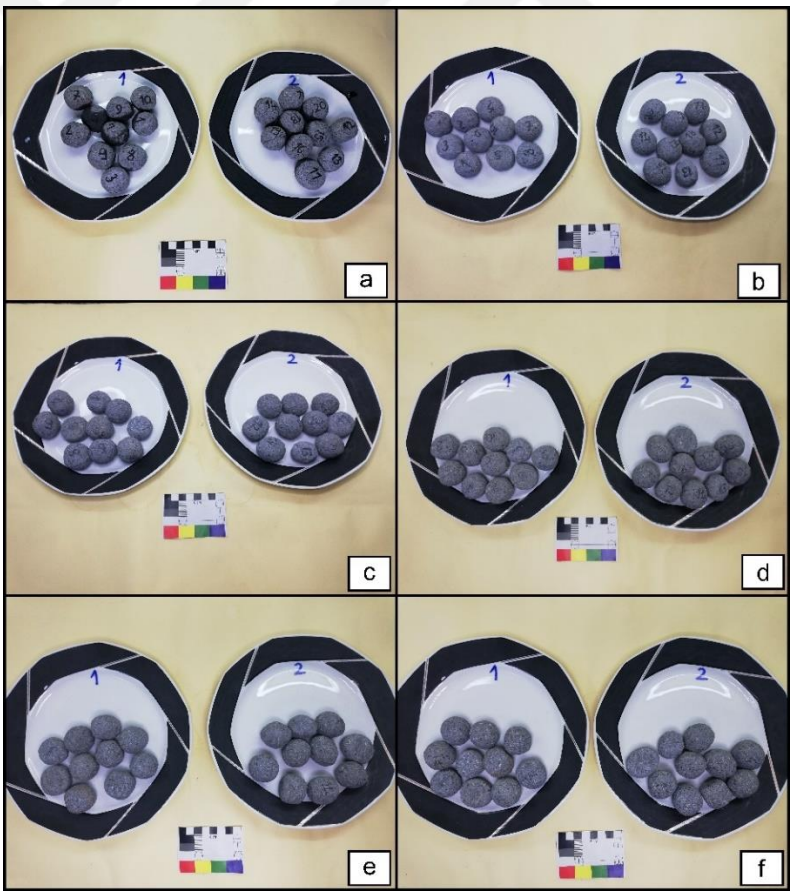
C : 2.çevrim sonunda tamburun ve numunenin kuru ağırlığı (gr)

I_{d1} : 1.çevrim suda dağılmaya karşı durabilite indeksi (%)

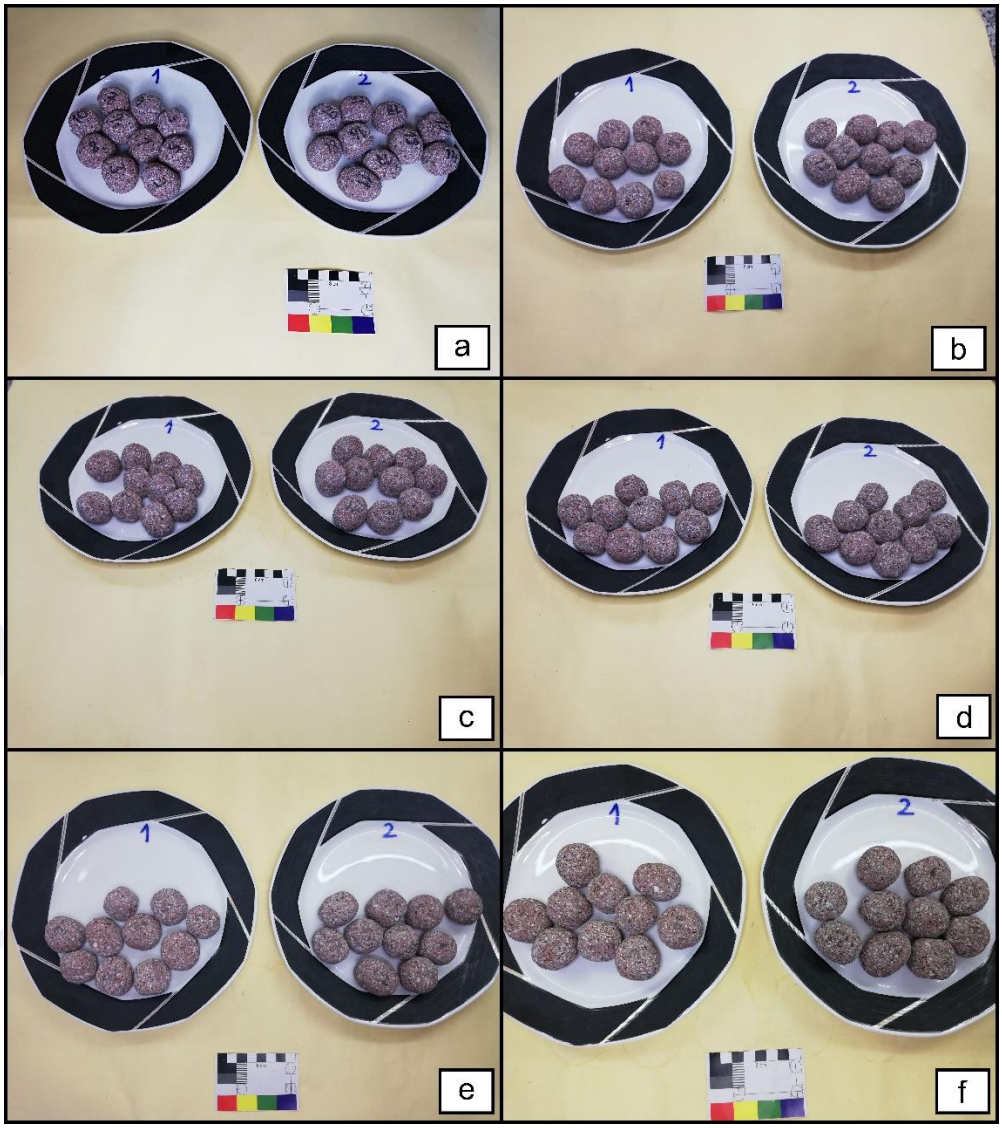
I_{d2} : 2.çevrim suda dağılmaya karşı durabilite indeksi (%)



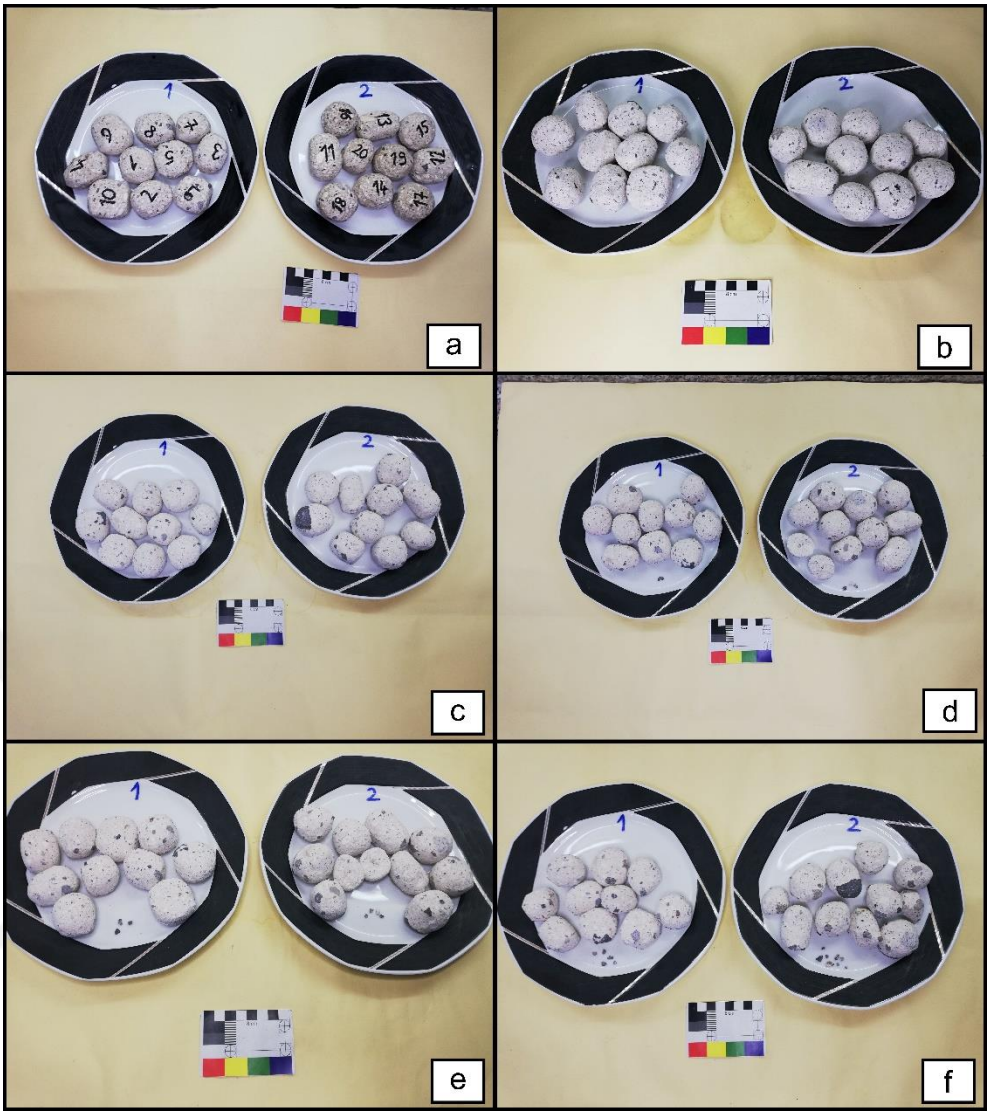
Şekil 5.5 Slake durabilite deney cihazı (Kişisel arşiv, 2019)



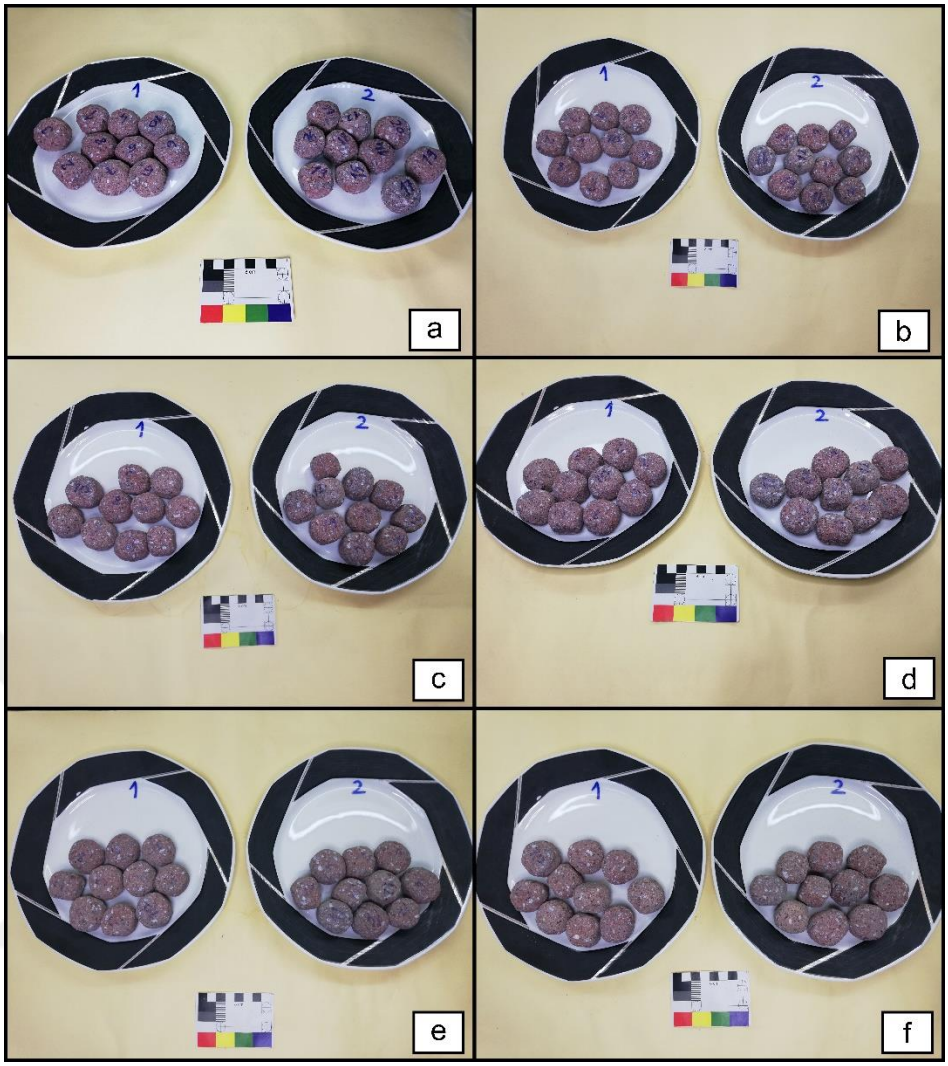
Şekil 5.6 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Aliağa gri andezit deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu (Kişisel arşiv, 2019)



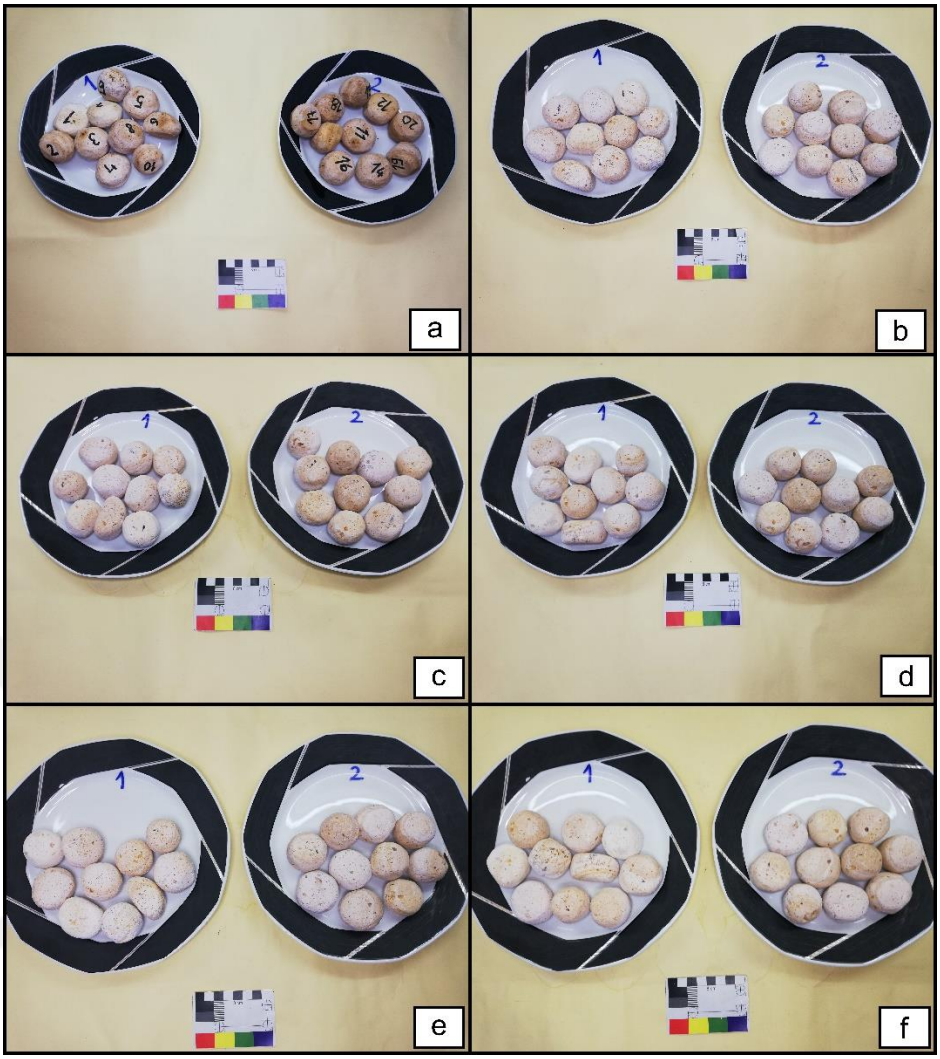
Şekil 5.7 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Aliağa pembe andezit deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu (Kişisel arşiv, 2019)



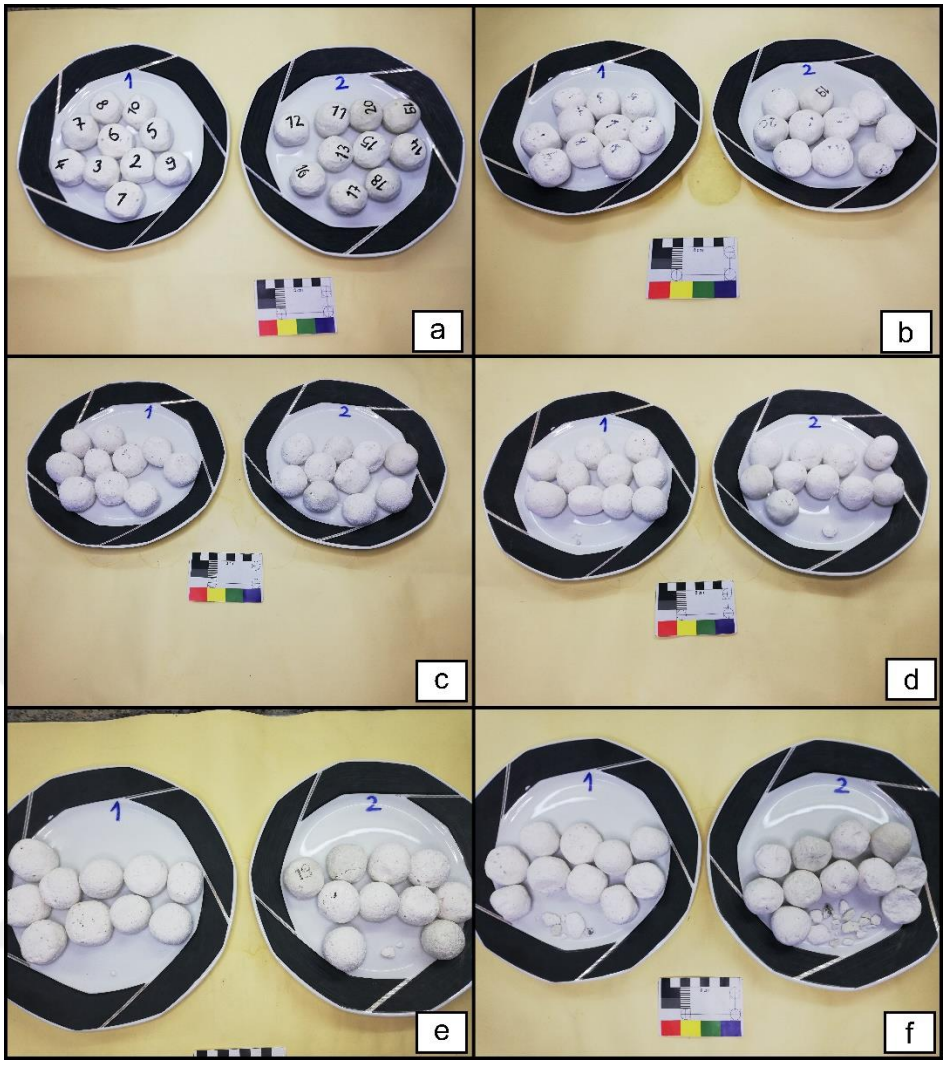
Şekil 5.8 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Alaçatı tüfü deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 5.9 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Menemen pembe andezit deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 5.10 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Foça sarı tüf deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 5.11 Slake durabilite indeki deneyinde çevrim sonu Foça beyaz tüf deney numunelerinin görünümü (a) deney öncesi görünüm (b)ikinci çevrim sonu (c) dördüncü çevrim sonu (d) sekizinci çevrim sonu (e) on ikinci çevrim sonu (f) on beşinci çevrim sonu (Kişisel arşiv, 2019)

Tablo 5.5 Kayaçların ikinci çevrime kadar suda dağılmaya karşı durabilite indeksi değerleri

Suda Dağılmaya Karşı Durabilite (Slake Durabilite) İndeksi (%)				
Kayaç Türü	**I_{d1} (%)**		**I_{d2} (%)**	
	Ort.	**S.S (±)**	**Ort.**	**S.S (±)**
AGA	99,97	0,01	99,72	0,00
APA	99,79	0,01	99,59	0,02
MPA	99,39	0,02	99,17	0,00
FBT	99,95	0,03	98,15	0,11
FST	99,68	0,02	99,36	0,05
AT	98,85	0,03	95,20	0,12

Tablo 5.6 Suda dağılmaya karşı durabilite (slake durabilite) indeksi sınıflaması (Gamble, 1971)

1.Çevrimde (I_{d1}) Suda Dağılmaya Karşı Durabilite İndeksi (%)	**2.Çevrimde (I_{d2}) Suda Dağılmaya Karşı Durabilite İndeksi (%)**	**Durabilite Sınıflaması**
> 99	> 98	Çok Yüksek Durabilite
98 - 99	95 - 98	Yüksek Durabilite
95 - 98	85 - 95	Orta-Yüksek Durabilite
85 - 95	60 - 85	Orta Durabilite
60 - 85	30 - 60	Düşük Durabilite
< 60	< 30	Çok Düşük Durabilite

Gamble (1971)'e göre 2.çevrim sonu slake durabilite indeks değeri % > 98'den büyükse kayaçlar çok yüksek durabilite sınıfında yer alır. Deney sonucu, %99,72 AGA, %99,59 APA, %99,17 MPA, %99,36 FST, %98,15 FBT ve %95,20 AT slake durabilite 2.çevrim sonu indeks değerleri belirlenmiştir. Bu değerler ele alındığında, AGA, APA, MPA, FST ve FBT Gamble 1971 sınıflamasına göre 'Çok Yüksek Durabiliteli' kaya sınıfı olarak belirlenmektedir (Tablo 5.5 ve 5.6).

Tablo 5.7 Kayaçların 15. çevrime kadar suda dağılmaya karşı durabilite indeksi deney sonuçları

Suda Dağılmaya Karşı Durabilite (Slake Durabilite) İndeksi (%)						
Çevrim Sayısı	**AGA**	**APA**	**MPA**	**FBT**	**FST**	**AT**
I_{d1} (%)	99,97	99,79	99,39	99,95	99,68	98,85
I_{d2} (%)	99,72	99,59	99,17	98,15	99,36	95,20
I_{d3} (%)	99,67	99,49	99,02	97,95	99,16	93,08
I_{d4} (%)	99,55	99,26	98,77	96,18	98,75	91,16
I_{d5} (%)	99,48	99,16	98,78	95,41	98,57	89,14
I_{d6} (%)	99,41	98,95	98,27	94,26	98,13	87,20
I_{d7} (%)	99,30	98,80	98,00	93,36	97,88	85,40
I_{d8} (%)	99,26	98,65	97,76	92,68	97,51	83,44
I_{d9} (%)	99,24	98,52	97,58	91,60	97,23	81,82
I_{d10} (%)	99,21	98,39	97,38	90,71	96,99	80,38
I_{d11} (%)	99,18	98,24	97,14	89,77	96,59	78,81
I_{d12} (%)	99,13	98,12	96,98	87,72	96,13	76,85
I_{d13} (%)	99,07	97,95	96,72	86,16	95,85	75,36
I_{d14} (%)	99,01	97,76	96,44	84,74	95,19	72,85
I_{d15} (%)	98,95	97,62	96,22	82,96	94,90	69,46

Slake durabilite indeksi deneyi 15.çevrime kadar sürdürülmüştür ve Gamble 1971 suda dağılmaya karşı durabilite 2.çevrim indeksi sınıflamasına göre değerlendirilmiştir. Deney sonucu, %98,95 AGA, %97,62 APA, %96,22 MPA, %94,90 FST, %82,96 FBT ve %69,46 AT slake durabilite 15.çevrim sonu indeks değerleri belirlenmiştir. Bu değerler ele alındığında Gamble 1971 sınıflamasına göre, AGA çok yüksek durabiliteli, APA ve MPA yüksek durabiliteli, FST orta-yüksek durabiliteli, FBT ve AT orta durabiliteli olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.7).

Saptanan değerler ele alındığında, kütle kaybının en fazla Alaçatı tüfünde olduğu belirlenmiş olup, deney numunelerinin boyutsal olarak gösterdiği değişim (parçalanma, ufalanma) en fazla Foça beyaz tüfünde olduğu saptanmıştır (Şekil 5.11).

Çevrim sırasında numunenin irili ufaklı parçalanmış kısmı tambur içerisinden çıkamıyor ve bu durum kayacın kütle kaybındaki değişimi hassas bir şekilde yansıtmıyor. Bir diğer deyişle, suda dağılmaya karşı durabilite indeksi deneyinde kütle kaybı kadar numunelerdeki boyutsal değişim (parçalanma) oldukça önemlidir.

Değerlendirmeler ışığında slake durabilite indeksi 15. çevrim sonunda yapılan kaya sınıflaması kayaçların diğer malzeme özellikleriyle karşılaştırıldığında daha gerçekçi sonuçlar vermektedir.

5.4 Statik Kaya Durabilite İndeksi

Fookes ve diğer. (1988), statik kaya durabilite indeksini (RDI_S) doğal taşların durabilitelerinin belirlemesi için önermiştir. RDI_S, kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması ($Is_{(50)}$), magnezyum sülfat tuz kristallenmesi (5 döngü) sonrası kütle kaybı (%), atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme (%) ve yüzey kuru doygun birim hacim ağırlık gibi dört mühendislik parametresi kullanılarak hesaplanır (Topal ve Doyuran, 1997).

Proje kapsamında yürütülmüş jeolojik çalışmalar incelendiğinde kayaçların farklı malzeme özelliklerinin girdi olarak kullanıldığı (kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması ($Is_{(50)}$), magnezyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı (%), atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme (%) ve yüzey kuru doygun birim hacim ağırlık) "RDI_S" kaya durabilite sınıflandırma yöntemi ile elde edilen durabilite sınıfları bazı kaya türleri için gerçeği yansıtmamaktadır. Statik kaya durabilite indeksi her kaya türü için güvenilir sonuç vermediği, Alaçatı tüflerinin yapı taşı olarak kullanımlarının karakterize edildiği çalışmada belirtilmiştir (Yavuz, 2015a).

Dayanıklılık değerlendirmelerine dayanarak statik kaya durabilite indeksi ele alınan her iki farklı tüf örneği için de düşük durabilite verir. Doygunluk katsayısı da her iki tüf için donmaya karşı hassasiyet gösterirken, slake durabilite indeksi her iki tüf için yüksek durabilite önerir. Durabilite yöntemleri arasında bu tür tutarsızlıklar, durabilite değerlendirmelerinin, hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Topal ve Sözmen, 2003).

Tüfler üzerinde yapılan sodyum sülfat dayanıklılık testinde dört döngüden sonra bazı tüfler tamamen %100 kütle kaybına uğramaktadır (Topal ve Doyuran, 1997). Tüf gibi düşük dayanımlı taşlar genellikle sodyum sülfat tuz kristalleştirme testlerinin erken devirlerinde tamamen parçalanır. Düşük dayanımlı taşları açıkça ayırt etmek için tuz kristallenmesi testlerinden niceliksel sonuçlar elde etmek çok zordur. Bu belirsizlik, statik kaya durabilite indeksinin doğru tespitini etkiler (Yavuz, 2015a).

Çevresel ayrıştırıcı faktörlerden biri olan tuz, kayacın durabilitesi üzerinde etkin bir rolü vardır. Bunu belirlemek adına, kaya malzemesi tuz kristallenmesine tabi tutularak deney sonrası kütle kaybı belirlenir. Belirlenen tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı her kaya için %100 kütle kaybı vermeyecektir. Tuz kristallenmesi döngü sonucunda kayacın durabilitesine bağlı olarak değişik oranlarda kütle kaybı görülürken, bazı kayalar ise ilk birkaç döngü esnasında %100 kütle kaybına uğramaktadır. Bu durum RDI_s yönteminde birbirine yakın durabilitesi olan veya düşük durabiliteli kayaçlarda anlamlı sonuçlar vermemektedir.

Fookes ve diğer. (1988)'e göre kayaçların statik kaya durabilite indeksi değerleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanır (Eşitlik 5.5).

$$RDI_S = \frac{I_{S(50)} - 0{,}1(SST + 5.WA)}{SGssd} \qquad (5.5)$$

RDI_S: Statik kaya durabilite indeksi

$Is_{(50)}$: Kuru ve suya doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması

SST: Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kaybı (5 döngü)

WA: Atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme

SGssd: Yüzey kuru doygun birim hacim ağırlık

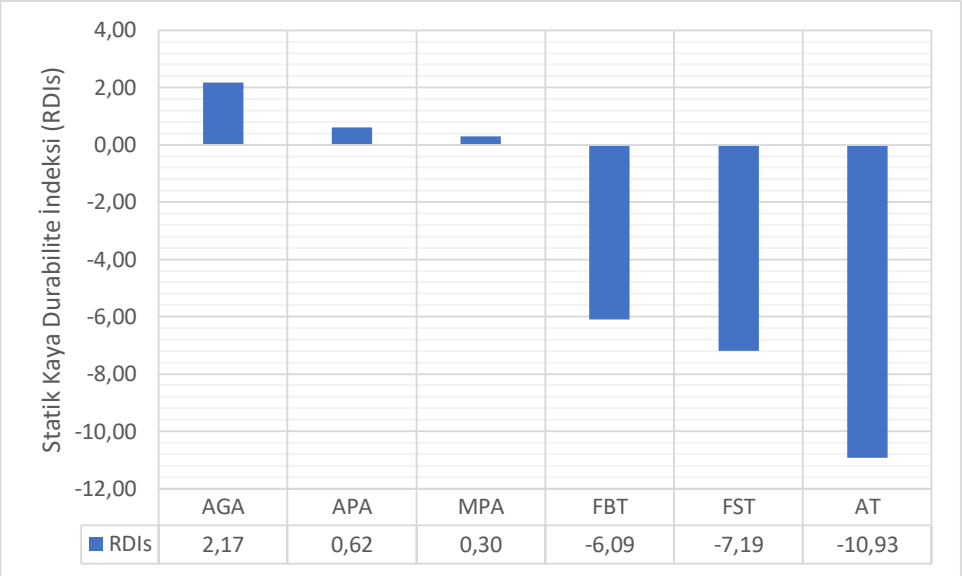
Tablo 5.8 Kayaçların statik durabilite indekslerine göre sınıflandırılmaları (Fookes, 1988)

RDI_S	**Durabilite Sınıfı**
>2.5	Mükemmel
2.5 - (-1)	İyi
(-1) - (-3)	Orta
<(-3)	Zayıf

Tablo 5.9 Çalışılan kayaçların statik kaya durabilite indeksi değerleri

Kaya Türü	SGssd	$Is_{(50)ort.}$	WA	$MgSO_4$ (%)	RDIs	(Fookes, 1988) Sınıflama
AGA	2,68	6,21	0,67	0,64	2,17	İyi
APA	2,43	3,11	2,84	1,91	0,62	İyi
MPA	2,42	3,41	4,68	3,55	0,30	İyi
FBT	2,00	1,68	7,72	100,00	-6,09	Zayıf
FST	1,99	1,83	12,33	100,00	-7,19	Zayıf
AT	1,67	0,84	18,18	100,00	-10,93	Zayıf

Kayaçların statik kaya durabilite indeks değerleri AGA (2,17), APA (0,62) MPA (0,30), FBT (-6,09), FST (-7,19) AT (-10,93) olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.8). Fookes ve diğer. (1988) sınıflandırmasına göre, AGA, APA ve MPA 'İyi Durabilite' gösterirken, FBT, FST ve AT 'Zayıf Durabilite' sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Tablo 5.9 ve Şekil 5.12).



Şekil 5.12 Statik kaya durabilite indeksi sonuç grafiği

Tablo 5.10 Çalışılan kayaçların malzeme özelliklerinin önceki çalışmalarla karşılaştırılması

Deneyler	Çalışılan Kayalar						(Yavuz, 2006)				(Yavuz,2015a)		(Yavuz, 2017)
	AGA	APA	MPA	FBT	FST	AT	GA	KA	KT	ST	AT1	AT2	YA
Kuru birim hacim ağırlık (kN/m^3)	26,12	23,20	22,69	18,21	17,42	13,87	23,39	21,75	19,63	16,58	14,89	15,20	23,2
Doygun birim hacim ağırlık (kN/m^3)	26,30	23,85	23,74	19,62	19,57	16,38	24,09	22,98	21,78	19,33	17,52	18,01	23,7
Görünür porozite (%)	1,78	6,70	10,76	14,32	21,85	25,60	6,99	12,23	21,51	27,51	26,26	28,03	4,90
Boşluk oranı (%)	1,81	7,18	12,11	16,75	28,02	34,46	7,53	13,95	27,41	38,03	35,63	38,96	5,15
Ultrasonik kuru P-dalga (km/sn)	5,03	3,81	4,21	3,22	3,04	2,74	3,22	2,75	2,41	2,05	2,66	3,12	4,20
Ultrasonik doygun P-dalga (km/sn)	5,08	4,13	4,34	2,61	2,61	2,12	-	-	-	-	2,21	2,64	4,29
Atmosferik şartlarda ağırlıkça su emme (%)	0,67	2,84	4,68	7,72	12,33	18,18	2,99	5,63	10,95	16,62	17,65	18,44	2,12
Tek eksenli basınç direnci (kuru)(MPa)	150,84	55,17	49,65	20,08	35,32	14,06	119,8	70,55	61,13	40,25	14,9	20,06	89,9
Tek eksenli basınç direnci (doygun)(MPa)	140,23	45,15	40,10	12,66	27,61	6,06	102,6	61,13	42,57	22,86	6,90	11,23	82,6
Nokta yükü dayanım indeksi (kuru)(MPa)	6,48	3,49	3,91	2,16	2,53	1,30	-	-	-	-	1,47	1,94	6,05
Nokta yükü dayanım indeksi (doygun)(MPa)	5,94	2,74	2,92	1,20	1,13	0,39	-	-	-	-	0,48	1,28	3,45
Brazilian çekme direnci (kuru)(MPa)	10,50	4,02	4,41	6,51	3,25	1,15	11,0	6,84	5,91	3,11	1,35	1,76	9,83
Brazilian çekme direnci (doygun)(MPa)	9,80	3,46	3,84	2,74	1,52	0,38	9,46	5,69	4,17	1,43	0,43	1,19	5,93
Böhme yüzeysel aşınma kaybı (cm^3/50cm^2)	7,21	8,40	9,70	11,52	15,09	38,17	11,89	14,35	15,36	19,19	39,06	24,20	7,05
Disk aşınma kaybı (mm)	16,68	17,43	20,82	27,08	35,80	43,38	-	-	-	-	51,55	30,08	19,21
Islanma-kuruma sonrası kütle kaybı (%)	0,30	0,46	0,57	-	0,84	2,53	-	-	-	-	0,84	0,92	1,17
Donma-çözülme sonrası kütle kaybı (%)	0,32	0,52	0,71	-	0,93	22,22	0,146	0,466	1,07	1,78	32,7	13,0	1,14
Tuz kristallenmesi (Na_2SO_4) sonrası kütle kaybı (%)	0,49	1,67	2,65	100[a]	100[b]	100[c]	0,34	1,59	2,57	4,18	100[d]	100[e]	3,5
Tuz kristallenmesi ($MgSO_4$) sonrası kütle kaybı (%)	0,64	1,91	3,55	100[g]	100[f]	100[a]	-	-	-	-	100[d]	100[e]	-
Tek eksenli basınç direnci oranı (%)	92,96	81,85	80,76	63,03	78,16	43,12	-	-	-	-	46,3	55,9	91,88
Doygunluk katsayısı	0,87	0,69	0,77	0,81	0,90	0,86	-	-	-	-	0,93	0,87	0,90
Slake durabilite indeksi 2.çevrim (%)	99,72	99,59	99,17	98,15	99,36	95,20	-	-	-	-	92,51	98,22	98,75
Statik kaya durabilite indeksi (RDIs)	2,17	0,62	0,30	-6,09	-7,19	-10,93	-	-	-	-	-10,19	-9,78	1,41

GA: Gri Andezit; KA: Kırımızı Andezit; KT: Kırmızı Tüf; ST: Siyah Tüf; AT1:Alaçatı Tüf (var olan ocak); AT2: Alaçatı Tüf (terk edilmiş ocak); YA: Yeşil Andezit

a: 2.çevrim sonu, b: 6.çevrim sonu, c: 3. çevrim sonu, d: 3.çevrim sonu, e: 5.çevrim sonu, f:4.çevrim sonu; g: 1.çevrim sonu

BÖLÜM ALTI
MODİFİYE STATİK KAYA DURABİLİTE İNDEKSİ

Kayaçların durabilitelerinin sınıflandırılması amacıyla kullanılan farklı durabilite sınıflandırma yöntemleri mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılanları kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı, doygunluk katsayısı, slake durabilite indeksi ve statik kaya durabilite indeksidir. Kayaçların durabilitelerinin doğru olarak sınıflandırılması onların mühendislik projelerindeki hizmet süresini doğrudan etkilediği için son derece önemlidir.

Kayaçların durabiliteleri genellikle kayaçların donma çözülme, tuz kristallenmesi ve ıslanma kuruma gibi hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile incelenmekte ve yukarıda belirtilen yöntemlere göre de sınıflandırılmaktadırlar. Burada önemli olan unsur hızlandırılmış ayrıştırma testlerinden elde edilen sonuçlar ile aynı kayaçların farklı durabilite sınıflandırma yöntemlerinden elde edilen durabilite sınıflarının uyumlu olmasıdır. Ayrıca kullanıldıkları alanlardaki uzun dönem saha performansları bilinen kayaçlar için farklı durabilite saptama yöntemlerinden elde edilen sonuçların, kayaçların saha performansları ile uyumlu olması beklenmelidir. Önceki çalışmalara bakıldığında, kayaçların durabilitelerinin saptanması için kullanılmış olan durabilite sınıflandırma yöntemlerinden farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Topal ve Doyuran, 1997; Topal ve Sözmen, 2003; Yavuz, 2006; Yavuz, 2012; Yavuz, 2015a).

Bu çalışmada kayaçların durabilitelerinin gerçeği yansıtır ve daha hassas bir şekilde saptanabilmesi için yeni bir durabilite saptama yönteminin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu anlamda halihazırda yaygın kullanımı olan ve kayaçların değişik fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra hızlandırılmış ayrıştırma test sonuçlarının da girdi olarak kullanıldığı Fookes ve diğer. (1988) tarafından önerilen statik kaya durabilite indeksi yöntemi ele alınmıştır.

Kayaçların, atmosferik şartlarda ağırlıkça su emme ve kuru yüzey doygun birim hacim ağılığı gibi kayaçların fiziksel özellikleri, kuru ve doygun nokta yükü dayanım indeksi ortalaması gibi mekanik özelliklerinin ve tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı gibi hızlandırılmış ayrıştırma testi sonuçlarını girdi olarak kullanıldığı statik kaya durabilite indeksi diğer yöntemlere göre daha komplike ve kapsamlı görülmektedir. Ancak önceki çalışmalara bakıldığında statik kaya durabilite sınıflandırma sisteminden elde edilen verilerin kayaçların gerek hızlandırılmış ayrıştırma testleri gerekse de uzun dönem saha performansları ile uyumlu sonuçlar vermediği görülmektedir. Özellikle andezit ve tüf gibi orta-düşük durabiliteli kayaçlarda statik kaya durabilite saptama yöntemi genellikle birbirlerine yakın sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Topal ve Sözmen, 2003; Yavuz, 2006).

Bu çalışmada ilk etapta statik kaya durabilite indeksi durabilite sınıflandırma yöntemindeki aksamanın nedeni araştırılmış ve daha sonra bu yöntemde girdi olarak kullanılan parametreler değiştirilerek çok sayıda eşitlik denenmiş ve sonuçta kayaçların sahip oldukları durabilitelerine uygun olarak sınıflandırma yapabilen yeni bir durabilite saptama yöntemi önerilmiştir. Bu yöntem Modifiye Statik Kaya Durabilite İndeksi olarak isimlendirilmiştir (Eşitlik 6.1).

Statik kaya durabilite indeksi yöntemi girdi parametrelerine bakıldığında kayaçların direnç özelliklerinden nokta yükleme indeksi parametresinin kullanıldığı görülmektedir. Yönteme göre kayaçların doygun ve kuru nokta yükleme direnci ortalaması kullanılmaktadır. Bilindiği üzere nokta yükleme dayanım indeksi değeri kayaçların tek eksenli basınç dirençlerinin tahmin edilmesinde kullanılan bir deneydir ve kayaçların tek eksenli basınç dirençlerinin tahmini için kullanılan katsayı kayaç türüne de bağlı olarak oldukça geniş bir aralık sunmaktadır. Bu çalışma esnasında da farklı boyut ve jeolojik kökene sahip kaya parçaları içeren tüf gibi kayaçlarda konik ucun değdiği yere ve özellikle yükleme hızına bağlı olarak nokta yükleme indeksi değerlerinde sapmalar olduğu görülmüştür.

Nokta yükleme indeksi deneyinde karşılaşılan aletsel (konik ucun keskin ve sivri olması, konik uçlarda kütleşme, yağ kaçırma, gösterge hataları vb.) ve kullanıcı kaynaklı problemler görülmektedir. Konik uçların uç kısımları keskin, sivri olması ve yeterli sertlikte çelikten yapılmamış olması gibi durumlar konik uçta zamanla kütleşmeler meydana getirmekte ve bu durum yenilme yükünde daha yüksek sonuçlar vermesine, ayrıca yükleme hızının el ile ayarlanması çok hızlı veya çok yavaş yükleme hızının olması gerekenden farklı yenilme yükleri vermektedir (Topal, 2000).

Bu nedenle önerilen yöntemde statik kaya durabilite indeksi durabilite sınıflandırma sisteminde girdi olarak kullanılan doygun/kuru nokta yükleme dayanım ortalaması yerine, kayaçların doygun kuru tek eksenli basınç direnci ortalaması değerinin kullanılması önerilmiştir.

Jeolojik malzeme olarak kullanılan kayaçlar değişik şekillerde yüzeysel aşınma etkilerine maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle bu çalışmada önerilen durabilite sınıflandırma yönteminde kayaçların gerek mineral bileşimi gerekse de dokusal özelliklerinin bir bileşkesi olan yüzeysel aşınma özelliklerinin de bir parametre olarak kullanılması önerilmiştir. Kayaçların yüzeysel aşınma dirençleri BS EN 14157 (2004) standardına göre böhme yüzeysel aşınma ve disk aşınma metotları yardımı ile belirlenebilmektedir. Bu çalışmada eski bir yöntem olduğu için daha iyi bilinen, yaygın olarak kullanılmakta olan ve sarf malzemesi açısından daha düşük maliyetli bir deney olan böhme yüzeysel aşınma metodu tercih edilmiştir.

Ayrıca kayaçların tek eksenli basınç dirençleri ile yüzeysel aşınma dirençleri arasında bir uyum vardır (Yavuz, 2001). Ancak bazı durumlarda ve özellikle düşük durabiliteli tüf ve andezit gibi kayalarda, kayacın mineral içeriği ve özellikle dokusal kompozisyonuna bağlı olarak, tek eksenli basınç direnci ile yüzeysel aşınma dirençleri arasında farklılıklar olabilir. Örneğin, kayacın anizotropik yapısının ya da içerdiği kılcal çatlakların tespit edilemediği durumlarda yüksek ya da düşük tek eksenli basınç direnci değerleri saptanabilmektedir. Benzer durumda yukarıda belirtilen gerekçelerle düşük tek eksenli basınç direncine sahip bir kayaç için yüksek yüzeysel aşınma direnci (düşük aşınma kaybı) değerlerinin elde edilmesi mümkündür.

Bu durum sadece tek eksenli basınç direnci ya da yüzeysel aşınma kaybı parametrelerinin göz önüne alınması ile yapılacak durabilite saptama çalışmalarında yanlış sonuçların ortaya çıkmasına sebebiyet verebilir. Bu nedenle bu çalışmada Fookes (1988) tarafından önerilen statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yönteminde girdi parametresi olan ortalama suya doygun ve kuru nokta yükleme dayanım indeksi parametresi önerilen çalışmada ortalama suya doygun ve kuru tek eksenli basınç direnci/böhme yüzeysel aşınma şekilde önerilmiştir.

Fookes (1988) tarafından önerilen statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yönteminde göze çarpan en önemli eksikliklerden biri de $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi sonrası kütle kayıplarında görülmektedir. Örneğin, andezit ve tüf gibi düşük durabiliteli kayaçların büyük bir kısmı tuz döngüsü esnasında 5. döngüye kadar orijinal formunu koruyamamakta ve farklı döngülerde tamamen bozunmaktadır. Bu nedenle mevcut yöntem ile durabiliteleri farklı olan ve 1. döngü ile 5. döngüde tamamen bozunan kayaçlar durabiliteleri açısından Fookes (1988) tarafından önerilen yöntemde sağlıklı bir şekilde sınıflandırılamamaktadır. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında önerilen yöntemde, kayaçların tuz kristallenmesi deneyi esnasında %100 dağılmalarına neden olan döngü sayısının hesaba katılması önerilmiştir. Ayrıca $MgSO_4$ tuz kristallenmesi deneyi TS 1367-2 (1999) standardına göre 5 döngü şeklinde uygulanırken, Na_2SO_4 tuz kristallenmesi deneyi TS EN 12370 (2001) standardına göre 15 döngü şeklinde uygulanmaktadır. Döngü aralığının geniş olması kayaçların %100 dağılmalarına neden olan döngü sayısının daha hassas saptanabilmesi amacıyla, bu çalışmada önerilen durabilite sınıflandırma yöntemimde tuz kristallenmesi deneyinde $MgSO_4$ yerine Na_2SO_4'ün kullanılması önerilmiştir.

Örneğin bu çalışma kapsamında kaya numuneleri üzerinde uygulanan Na_2SO_4 tuz kristallenmesi deneyi sonrası Aliağa gri andezit (AGA), Aliağa pembe andezit (APA) ve Menemen pembe andezit (MPA) kayaçlarının 15. döngü sonunda orijinal şekillerini korumaları nedeniyle deney sonrası kütle kaybı değerleri ölçülebilirken, Foça sarı tüf (FST), Foça beyaz tüf (FBT) ve Alaçatı tüf (AT) kayaçlarının tuz kristallenmesi deneyi esnasında farklı döngülerde orijinal yapılarını tamamen kaybetmeleri nedeniyle kütle kaybı ölçümleri yapılamamış ve 3 kaya içinde kütle kaybı %100 olarak hesaplanmıştır.

Oysa Foça sarı tüfü Na_2SO_4 tuz kristallenmesi deneyi esnasında 6. döngüde, Foça beyaz tüfü 2. döngüde ve Alaçatı tüfünün ise 3. döngüde %100 kütle kaybına uğradığı saptanmıştır. Fookes (1988) tarafından önerilen mevcut yöntemde malzeme özellikleri ve durabiliteleri farklılık sunan bu 3 tüf türünün aynı kategoride değerlendirilmesi ve eşitlikte bu üç kaya türü için tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybının %100 olarak girilmesi, özellikle durabiliteleri birbirlerine yakın olan düşük durabiliteli kayaçların sınıflandırılması açısından sorun teşkil etmektedir.

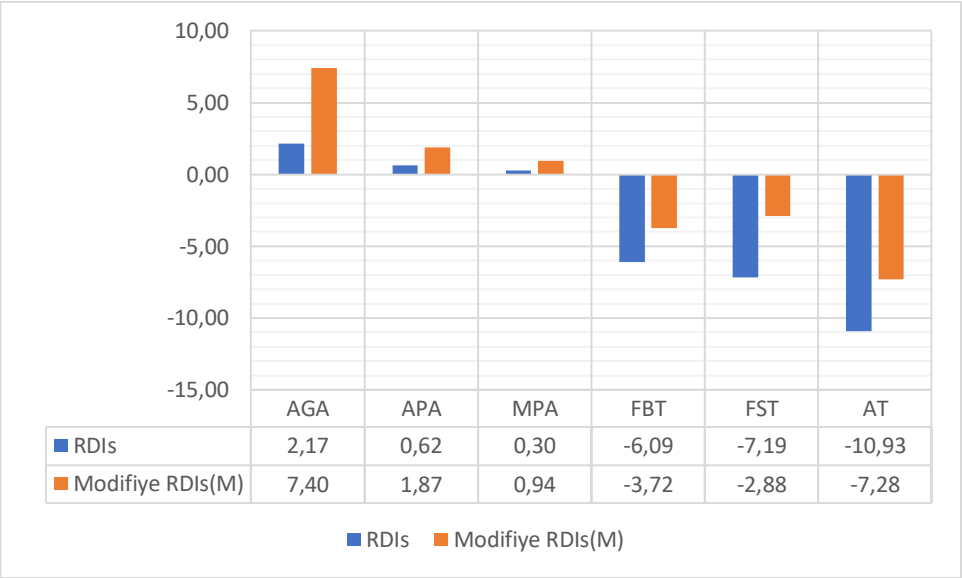
Yukarıda belirtilen görüşler doğrultusunda bu çalışmada önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi kaya durabilite sınıflandırma yönteminde kayaçların, kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci ortalaması, böhme yüzeysel aşınma kaybı, sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi sonucunda saptanan kütle kaybının deneyin sonlandırıldığı döngü sayısı oranı gibi özellikleri girdi parametresi olarak kullanılmıştır ve eşitlik aşağıda sunulmuştur (Eşitlik 6.1).

$$\mathrm{MRDI_S} = \frac{(\mathrm{UCS}_{ort}/\Delta\mathrm{V}) - 0{,}1((\mathrm{SST}/DDS) + 5.\mathrm{WA})}{\mathrm{SGssd}} \qquad (6.1)$$

$MRDI_{S(M)}$: Modifiye statik kaya durabilite indeksi
UCS_{ort}: Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci ortalaması (MPa)
ΔV: Böhme yüzeysel aşınma kaybı ($cm^3/50cm^2$)
WA: Atmosferik basınç altında ağırlıkça su emme (%)
SGssd: Yüzey kuru doygun birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
SST: Sodyum sülfat tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybı (15.döngü) (%)
DDS: Tuz kristallenmesi deneyinin sonlandırıldığı döngü sayısı

Tablo 6.1 Modifiye statik kaya durabilite indeksi (MRDIs) sonuç tablosu

Kaya Türü	SGssd	$UCS_{ort}/\Delta V$	WA	SST_{DDS}	MRDIs
AGA	2,68	20,18	0,67	0,03	7,40
APA	2,43	5,97	2,84	0,11	1,87
MPA	2,42	4,62	4,68	0,18	0,94
FBT	2,00	1,42	7,72	50,00	-3,72
FST	1,99	2,09	12,33	16,77	-2,88
AT	1,67	0,26	18,18	33,33	-7,28



Şekil 6.1 Statik kaya durabilite indeksi (RDI_s) yöntemi ile önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi yönteminin karşılaştırılması

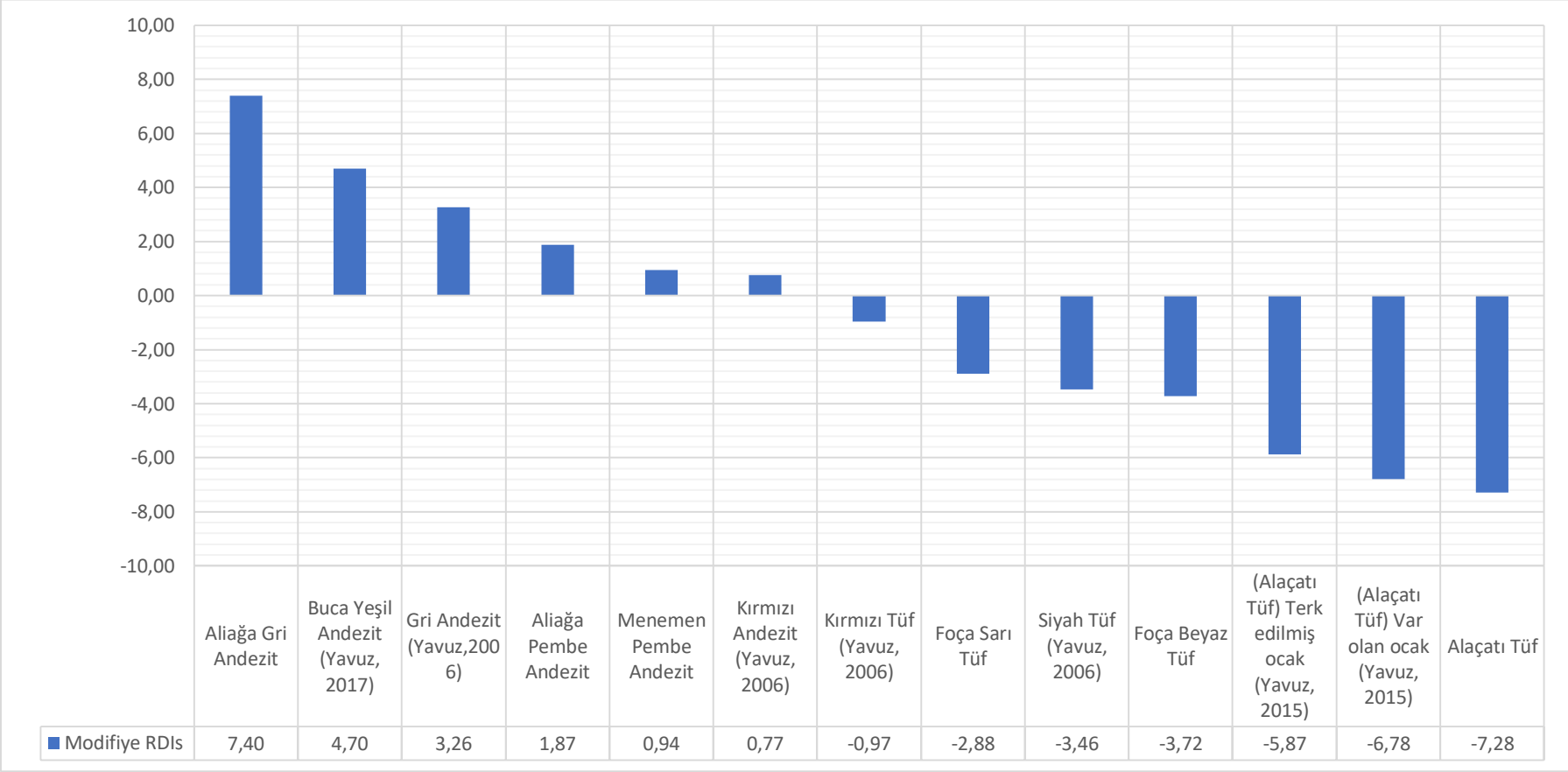
Bu çalışmada önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi yöntemi ile çalışılan kayaçların durabiliteleri saptanmış ve elde edilen sonuçlar, Fookes (1988) tarafından önerilen statik kaya durabilite indeksi yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile mukayese edilmiştir (Şekil 6.1).

Şekil 6.1 de görüldüğü üzere standart kaya durabilite indeksi ile saptanan durabilite sınıfı ile önerilen yöntemle saptanan durabilite sınıfları andezitler için uyum içerisindedir. Ancak standart yöntemle saptanan durabilite değeri ile önerilen yöntemle saptanan durabilite değerleri arasındaki fark az oranda da olsa açılmaktadır.

Örneğin AGA'nın çalışılan kayaçlar içerisinde en yüksek durabiliteli andezit türü kayaç olması nedeniyle, diğer andezit türlerinin durabilite AGA'ya göre normalize edilmiştir. Sonuç olarak standart yöntemle AGA ile APA arasında 3,5 kat, MPA ile arasında 7,23 kat fark bulunmuşken bu fark önerilen yöntemde AGA ile APA arasında 3,95 kat, MPA ile ise 7,87 kat olarak belirlenmiştir.

Tüfler ele alındığında ise kayaçların durabilite sınıfları standart ve önerilen yöntemde belirgin farklılık sunmaktadır. Örneğin standart yönteme göre FBT'nin en yüksek durabiliteye sahip tüf türü olarak görünürken, önerilen yöntemde ise FST'nin en yüksek durabiliteye sahip tüf olarak görünmektedir. Bu çalışma esnasında kayaçlar üzerinde yürütülen hızlandırılmış ayrıştırma testi sonuçları, FST'nin durabilitesinin FBT'den daha yüksek olduğuna işaret etmiştir. Her iki yöntemle de AT'nin en düşük durabiliteye sahip kayaç olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde kayaçların durabilitelerinin saptanması ve sınıflandırılması üzerine yürütülmüş olan önceki çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalarda sunulan veriler ile ilgili kayaçların bu çalışma kapsamında önerilen Modifiye statik kaya durabilite indeksi yöntemi ile durabiliteleri saptanmıştır (Şekil 6.2). Bu çalışmaların tamamına yakınında kayaçların durabilitelerinin yanı sıra saha performansları hakkında da bilgiler verilmiş olup ilgili kayaçlar saha performansları açısından da birbirleri ile mukayese edilmiştir.



Şekil 6.2 Çalışılan kayaçların ve önceki çalışmaların önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi yönteminde değerlendirilmesi

Yavuz (2006)'da İzmir ili şehir merkezinde döşenen volkanik kayaçların malzeme özellikleri ve 5 yıllık bir kullanım ömrü sonrası bu kayaçlarda gözlenen bozunmaları belirtmiştir. Bu çalışmada gri andezitlerin pembe andezitlere göre daha yüksek durabilitede olduğunu hızlandırılmış ayrıştırma testleri ile sunulmuş ayrıca bu kayaçların saha performansları arasında da belirgin bir farklılık olduğu belirtilmiştir (Tablo 6.3 ve Şekil 6.3).

Aynı çalışmada benzer karşılaştırma kırmızı ve siyah tüfler için yapılmış ve kırmızı tüflerin gerek laboratuvar gerekse de arazi performansları göz önüne alınarak kırmızı tüflerin siyah tüflere oranla daha yüksek durabiliteli olduğu belirtilmiştir (Tablo 6.3 ve Şekil 6.3).

Yavuz ve diğer. (2015)'te Çeşme Alaçatı tüfleri üzerinde yürüttüğü çalışmada, Alaçatı merkezinde tarihi binalarda yapı taşı olarak kullanılan ve farklı bir ocaktan elde edilen tüfler ile güncel binalarda kullanılan ve güncel bir ocaktan elde edilen tüfleri durabiliteleri ve saha performansları açısından mukayese etmiştir. Bu çalışmada tarihi binalarda kullanılan tüflerin durabiliteleri açısından laboratuvar ve saha performansları mukayese edilmiş ve sonuç olarak tarihi binalarda kullanılan tüflerin güncel ocaktan elde edilen tüflere oranla daha yüksek durabiliteye sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 6.3 ve Şekil 6.3).

Yavuz ve diğer. (2017)'de İzmir ili Buca ilçesindeki tarihi binalarda kullanılan andezitlerin yüksek durabiliteli kayaçlar olduğunu ve bu kayaçların döşendiği mühendislik yapılarında 100 yılı aşkın bir süredir kullanılıyor olmalarına rağmen belirgin bir bozunma görülmediğini vurgulamıştır (Tablo 6.3 ve Şekil 6.3).

Önceki çalışmalardan elde edilen verilerin, bu çalışmada önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yöntemi ile saptanan durabilitelerinin ilgili çalışmalarda belirtilen değerlendirme ve sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Buradan hareketle, bu çalışmada kullanılan 6 farklı volkanik kaya türü ile önceki çalışmalarda, durabiliteleri hakkında detaylı bilgiler verilmiş olan kaya türlerine ait veriler birlikte değerlendirilmiş ve modifiye statik durabilite saptama yöntemi için bir sınıflandırma tablosu geliştirilmiştir (Tablo 6.2). Bu çalışmada incelenen 6 farklı volkanik kaya türü ile önceki çalışmalarda incelenmiş olan 5 farklı kaya türünün durabilitesi, modifiye statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yöntemi ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 6.2 ve 6.3'de belirtilmiştir.

Tablo 6.2 Önerilen modifiye statik kaya durabilite indeksi sınıflaması

Durabilite Sınıfı	**Çalışılan Kayaç**	**$MRDI_s$**
Mükemmel	AGA	> 6
İyi		6 – 3
Orta	APA - MPA	3 – 0
Zayıf	FST	0 – (-3)
Oldukça Zayıf	FBT	(-3) – (-6)
Çok Zayıf	AT	< (-6)

Tablo 6.3 Önceki çalışmaların modifiye statik kaya durabilite indeksine (MRDIs) göre sınıflaması

Durabilite Sınıfı	**Önceki Çalışmalar**	**$MRDI_s$**
Mükemmel		> 6
İyi	Buca Yeşil Andezit Alsancak Gri Andezit	6 – 3
Orta	Alsancak Kırmızı Andezit	3 – 0
Zayıf	Alsancak Kırmızı Tüf	0 – (-3)
Oldukça Zayıf	Alsancak Siyah Tüf Alaçatı Tüf (Terk edilmiş ocak)	(-3) – (-6)
Çok Zayıf	Alaçatı Tüf (Var olan ocak)	< (-6)

BÖLÜM YEDİ
DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

İzmir İline bağlı Aliağa, Foça, Alaçatı ve Menemen ilçelerinden elde edilen 6 farklı volkanik kayaç türünün mineralojik ve kimyasal incelemeleri sonucunda bu kayaçların Aliağa gri andezit (AGA)'nın Traki-andezit, Aliağa pembe andezit (APA)'nın Andezit, Menemen pembe andezit (MPA)'nın Traki-andezit, Foça beyaz tüf (FBT)'nin Dasit-Riyolit, Foça sarı tüf (FST)'nin Riyolit ve Alaçatı tüf (AT)'nin Bazaltik Andezit bileşimli kayaçlar olduğu belirlenmiştir.

Kayaçların kuru birim hacim ağırlıklarının 26,12 kN/m^3 ve 13,87 kN/m^3 arasında değiştiği ve en yüksek kuru birim hacim ağırlığına sahip kaya türünün 26,12 kN/m^3 ile AGA, en düşük kaya türünün ise 13,87 kN/m^3 ile AT olduğu belirlenmiştir. Anon (1979) sınıflandırmasına göre AGA yüksek, APA ve MPA orta, FBT düşük, FST ve AT çok düşük kuru birim hacim ağırlığa sahip kaya olarak sınıflandırılır.

Kayaçların ağırlıkça su emme değerlerinin % 0,67 ile % 18,18 arasında değiştiği ve en düşük ağırlıkça su emme değeri %0,67 ile Aliağa Gri Andeziti için saptanırken en yüksek ağırlıkça su emme değeri ise %18,18 ile Alaçatı Tüfü için saptanmıştır. Volkanik kayaçların taşıma ve kaplama taşı olarak kullanılabilirliği için ağırlıkça su emme sınır değeri, TS 10835 standardına göre (< % 0,70), TS EN 1467 standardına göre (< %1,80) olarak belirtilmiştir. Aliağa Gri Andezitin standartlarda belirtilen ağırlıkça su emme sınır değerlerinin altında iken APA, MPA, FST, FBT ve AT ağırlıkça su emme sınır değerinin üstünde olduğu saptanmıştır.

Kayaçların görünür porozitelerinin % 1,78 ile % 25,60 arasında değiştiği ve en düşük porozite değeri %1,78 ile Aliağa Gri Andeziti için saptanırken en yüksek görünür porozite değeri ise %25,60 ile Alaçatı Tüfü için saptanmıştır. Anon (1979) porozite sınıflandırmasına göre AGA düşük poroziteli, APA, MPA ve FBT orta poroziteli, FST ve AT ise yüksek poroziteli kayaçlar grubuna girdiği belirlenmiştir.

Kayaçların kuru tek eksenli basınç dirençlerinin 150,84 MPa ve 14,06 MPa arasında değiştiği ve en yüksek kuru tek eksenli basınç direncine sahip kaya türünün 150,84 MPa ile AGA, en düşük kaya türünün ise 14,06 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir. Doygun tek eksenli basınç dirençlerinin 140,23 MPa ve 6,06 MPa arasında değiştiği ve en yüksek kuru tek eksenli basınç direncine sahip kaya türünün 140,23 MPa ile AGA, en düşük kaya türünün ise 6,06 MPa ile AT olduğu belirlenmiştir. ISRM (1981) sınıflandırmasına göre, hem doygun hem de kuru koşullarda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar için, AGA'nın "yüksek dirençli", APA, MPA ve FST'nin "orta dirençli" ve AT'nin "düşük dirençli" kaya grubunda yer aldıkları belirlenmiştir. Foça beyaz tüfü (FBT) ise kuru tek eksenli basınç direnci açısından aynı sınıflamada "orta dirençli" iken doygun tek eksenli basınç direnci değerlerine göre ise "düşük dirençli" kaya sınıfına girmektedir.

Kayaçların eksenel yükleme yapılmış kuru numunelerin nokta yükü dayanım indeksi değerleri 6,48 MPa ile 1,30 MPa arasında, doygun numunelerin eksenel nokta yükü dayanım indeksi değerleri ise 5,94 MPa ve 0,39 MPa arasında değiştiği ve en yüksek nokta yükü dayanım indeksi değerine sahip kaya türünün AGA, en düşük kaya türünün ise AT olduğu belirlenmiştir. Bieniawski (1975) sınıflandırmasına göre, hem doygun hem de kuru koşullarda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar için, AGA'nın "yüksek dirençli", APA ve MPA'nın "orta dirençli" kaya sınıfına girmektedir. Kuru numunelerde yapılan deney sonuçları için FST ve FBT "orta dirençli", AT ise "düşük dirençli" kaya grubunda yer alır. Doygun numunelerde yapılan deney sonuçları için FST ve FBT "düşük dirençli", AT ise "çok düşük dirençli" kaya sınıfına girmektedir.

Kayaçların böhme yüzeysel aşınma kaybı değerlerinin 7,21 $cm^3/50cm^2$ ve 38,17 $cm^3/50cm^2$ arasında değiştiği ve en düşük böhme yüzeysel aşınma değerinin Aliağa gri andezit, en yüksek yüzeysel aşınma değeri ise Alaçatı tüfü için saptanmıştır.

Islanma-kuruma deneyi (80 döngü) sonrası kütle kayıpları en düşük %0,30 ile AGA ve en yüksek kütle kaybı %2,53 ile AT saptanmıştır. Foça beyaz tüfü anizotropi düzlemleri boyunca parçalanma göstermiş ve deney 20.döngüye kadar sürdürülmüştür ve 20. Döngü sonu kütle kaybı değeri %1,23 olarak belirlenmiştir.

Donma-çözülme deneyi (45 döngü) sonrası kayaçların sırasıyla, %0,32 AGA, %0,52 APA, %0,71 MPA, %0,93 FST ve %22,22 AT kütle kaybı değerleri belirlenmiştir. Foça beyaz tüfü (FBT) anizotropi düzlemleri boyunca parçalanma göstererek 15.döngüye kadar deney sürdürülmüştür. FBT'nin 15. döngü sonu kütle kaybı ise %0,66 olarak belirlenmiştir.

Sodyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi 15.döngü sonu kütle kaybı değerleri, %0,49 ile AGA, %1,67 ile APA ve %2,65 ile MPA olarak belirlenmiştir. 3 farklı tüf olan Foça sarı tüf (FST), Foça beyaz tüf (FBT) ve Alaçatı tüf (AT)'nin 15. Döngü sonunda kütle kaybı ölçümleri yapılamamıştır. Foça sarı tüfü 15 döngü olan Na_2SO_4 tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybında 6. döngüde %100 kütle kaybına ulaşırken, Foça beyaz tüfü 2. döngüde, Alaçatı tüfü 3. döngüde %100 kütle kaybına uğradığı saptanmıştır.

Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyi 5.döngü sonu kütle kayıpları sırasıyla, %0,64 AGA, %1,91 APA, %3,55 MPA olarak belirlenmiştir. Foça sarı tüfü (FST) 5 döngü olan $MgSO_4$ tuz kristallenmesi sonrası kütle kaybında 4. döngüde %100 kütle kaybına ulaşırken, Foça beyaz tüfü (FBT) 1. döngüde, Alaçatı tüfü (AT) 2. döngüde %100 kütle kaybına uğradığı belirlenmiştir.

Kayaçlar üzerinde uygulanan hızlandırılmış ayrıştırma testlerinde kayaçların en çok Magnezyum sülfat tuz kristallenmesi deneyinden etkilendiği ve en yüksek kütle kaybının bu deney sonrasında oluştuğu belirlenmiştir. Kayaçların tamamı ıslanma-kuruma, donma-çözülme deneylerinde deney sonuna kadar orijinal şekillerini korudukları, tuz kristallenmesi deneyinde ise andezitler hariç tüflerin deney esnasında değişik döngülerde tamamen bozunduğu saptanmıştır.

Hızlandırılmış ayrıştırma testleri esnasında değişik döngüler sonrası yapılan ara ölçümler ile kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinde belirgin değişimler gözlendiği saptanmıştır. Ağırlıkça su emme ve porozite değerlerinde artış görülürken, birim hacim ağırlık ve p-dalga hızı değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

Kayaçların doygunluk katsayı değerleri 0,69 ile 0,90 arasında değiştiği ve en yüksek doygunluk katsayısı değeri 0,90 ile FST, en düşük değer 0,69 ile APA olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler ele alındığında, APA ve MPA'nın doygunluk katsayısı <0,8 den düşüktür. Bu durumda bu kayaçların donma-çözülmeye karşı durabiliteleri yüksektir. AGA, FBT, FST ve AT' nin doygunluk katsayısı >0,8 den büyüktür ve dolayısıyla donma etkisine karşı zayıf durabiliteleri olduğu belirlenmiştir.

Kuru ve doygun tek eksenli basınç direnci oranı değerleri, %43,12 ile %92,96 arasında değişen, en düşük direnç oranı %43,12 ile AT, en yüksek direnç oranı %92,96 ile AGA olduğu belirlenmiştir. Winkler (1993) sınıflandırmasına göre direnç oranları ele alındığında AGA, APA ve MPA çok iyi durabilite belirtirken, FST orta derecede, FBT düşük derece ve AT ise çok düşük derecede durabiliteli kaya sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Slake durabilite 2. çevrim sonu indeks değerleri, %99,72 AGA, %99,59 APA, %99,17 MPA, %99,36 FST, %98,15 FBT ve %95,20 AT olarak belirlenmiştir. Gamble (1971) sınıflandırmasına göre AGA, APA, MPA, FST ve FBT çok yüksek durabiliteli kaya iken, AT ise yüksek durabiliteli kaya sınıfı olarak belirlenmiştir.

Kayaçların statik kaya durabilite indeks değerleri AGA (2,17), APA (0,62) MPA (0,30), FBT (-6,09), FST (-7,19) AT (-10,93) olduğu belirlenmiştir. Fookes ve diğer. (1988) sınıflandırmasına göre, AGA, APA ve MPA 'İyi Durabilite' gösterirken, FBT, FST ve AT 'Zayıf Durabilite' sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Kayaçların durabiliteleri değişik durabilite saptama yöntemlerine göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmalara göre AGA kayacının en yüksek durabiliteli AT kayacının ise en düşük durabiliteli kayaç olduğu görülmüştür. Ancak bu sınıflandırmalarda kayaçların durabiliteleri kullanılan sınıflandırma yöntemine göre farklılık sunduğu görülmüştür.

Fookes ve diğer. (1988) tarafından önerilen statik kaya durabilite indeksi kaya durabilite saptama yöntemi önceki çalışmalarda ve bu çalışma elde edilen sonuçlar ışığında detaylıca değerlendirilmiş ve sonuç olarak bu yöntemin, kayaçların durabilitelerinin saptanmasında ve özellikle durabiliteleri birbirlerine yakın olan volkanik kayaçlar üzerinde uygulanmasında gerçeği yansıtmayan sonuçlara ulaşılabildiği görülmüştür.

Bu çalışmada Fookes ve diğer. (1988) tarafından önerilen statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yönteminde girdi parametresi olarak kullanılan bazı parametreler değiştirilerek modifiye edilmiş ve volkanik kayaçların durabilitelerinin saptanması için modifiye statik durabilite indeksi olarak adlandırılan yeni bir kaya durabilite indeksi yöntemi önerilmiştir.

Bu çalışma ve önceki çalışmalarda kullanılmış olan volkanik kayalara ait verilerin değerlendirilmesi sonucunda modifiye statik kaya durabilite indeksi durabilite saptama yönteminin, kayaçların hızlandırılmış ayrıştırma testleri ve saha performansları ile uyumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

Malzeme özellikleri açısından benzer nitelikte olan ancak, gerek hızlandırılmış ayrıştırma testleri, gerekse de önceki çalışmalarda vurgulanan saha performansları açısından durabilite farklılığı olan volkanik kayaçların durabiliteleri açısından, kayaçların modifiye statik kaya durabilite indeksi değerlerine göre bu çalışmada önerilen sınıflandırma tablosunda, farklı sınıflarda yer aldığı belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında sadece volkanik kayaçlar üzerinde yapılan deneyler ve önceki çalışma verilerinin değerlendirildiği bu çalışmanın, mühendislik projelerinde değişik amaçlar ile jeolojik malzeme olarak kullanılan magmatik derinlik, sedimanter ve metamorfik kayaçlar için de sınanması, önerilen durabilite saptama yönteminin kullanım alanının yaygınlaşması açısından, faydalı olacaktır

KAYNAKLAR

Anon, (1979). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part 1: Rock and soil materials, report of the commission of engineering Geological mapping. *International Association for Engineering Geology and the Environment, 19*, 364-71.

Arnold, A. (1999). *Methodology of the study on decay, weathering and conservation of monuments.* ICCROM, *(*13th ed.) international course on the technology of stone conservation, Unpublish Lecture Notes, Venice.

Bell, F. G. (1992). The durability of sandstone as building stone, especially in urban environments. *Bulletin Association Engineering Geologists, 29* (1), 49-60.

Bieniawski, Z.T. (1975). Rock mass classification in rock engineering. *Symposium Proceedings of Exploration for Rock Engineering. Johannessburg, 1*, 97-106.

Bieniawski, Z.T. (1984). *Rock mechanics design in mining and tunnelling*. Balkema, Rotterdam.

BS EN 14157 (2004). Natural Stones, determination of abrasion resistance, Method A, Wide wheel Abrasion Test.

BS EN 14157 (2004). Natural Stones, Determination of abrasion resistance, Method B, Böhme Abrasion Test.

Erdoğan, B. (1991). Mermerlerde aşınma kaybına ilişkin düşünceler. *Mermer Yapı ve Dekorasyon Dergisi, 12*, 11-14.

Erdoğan, B., Yavuz, A.B. (2004). Kayaçların yapı taşı olarak kullanılabilirliğini belirlemede fiziko-mekanik özelliklerinin önemi. *Natural Stone Dergisi, 6*, 22-229.

Erguler, Z.A. ve Ulusay, R. (2009). Water-induces variations in mechanical properties of clay-bearing rocks. *Internation Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 46* (2), 355-370.

Fookes, P.G., Gourley, C.S. ve Ohikere, C. (1988). Rock weathering in Engineering time. *Quarterly Journal of Engineering Geology, 21*, 33-57.

Fookes, P.J., Gourley, C.S. ve Ohikere, C. (1988). Rock weathering in Engineering time. *Quarterly Journal of Engineering Geology, 21*, 33-57.

Fort, R. (2008). Introduccion: la piedra natural y el patrimonio construido: un mismo campo de investigación. *Materiales de Construccion, 58,* 289-290.

Gamble, J.C. (1971*). Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks.* PhD Thesis, University of Illinois at Urbana-Champain.

Goodman R. E. (1989). *Introduction to rock mechanics*, (2th ed.). New York, John Wiley.

ISRM (1981). Rock charakterization, testing and monitoring: ISRM suggested methods, E. T. Brown, E.T. (Ed), Pergamon Pres, 211 pp.

ISRM (2007). The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974-2006. Suggested methods prepared by the commission on testing methods, ınternational society for rock mechanics, compilation arranged by the ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey.

Küçükkaya, A.G. (1995). Taşların bozulma nedenleri koruma yöntemleri. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 58,* 43-95.

Künzel, H.M. ve Krus, M. (1995). Beurteilung des feuchteverhaltens von natursteinfassaden durch kombination von rechnerischen und esperimentellen untersuchungsmethoden. *Intern Z Bauinstandsetzen 1*, 5-20.

LeBas, M.J., LeMaitre, R.W., Streckeisen, A. ve Zanettin, B. (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology, 27*, 745-750.

Molina, E., Cultrone, G., Sebastian, E., Alonso, F.J., Carrizo, L., Gisbert, J. ve Buj, O. (2011). The pore system of sedimentary rocks as a key factor in the durability of building materials. *Engineering Geology, 118*, 110-121.

Moos, A.V. ve Quervain, F.D. (1948). Technische Gesteinkunde. Verlag Birkhauser, Basel.

Ozden U.A. ve Topal, T. (2009), Evaluation of andesite source as armourstone for a rubble mound breakwater (Hisarönü-Turkey). *Environmental Earth Sciences, 59 (1)*, 39-49.

RILEM, (1980). Recommended tests to measure the deterioration of stone, and assesses the effectiveness of treatment methods. *Material et construction, 13* (75), 175-253.

Siegesmund, S. ve Snethlage, R. (Ed.). (2014). *Stone in Architecture Properties, Durability* (5th ed.). New York, London: Springer.

The Complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring:1974-2006. Edited by R. Ulusay and J.A. Hudson.

Topal, T. ve Acir, Ö. (2004). Quality assessment of armourstone for a rouble mound breakwater (Sinop-Turkey). *Environmental Geology, 46*, 905-913.

Topal, T. ve Doyuran, V. (1997). Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff. *Engineering Geology, 47*, 175-187.

Topal, T. ve Sözmen, B. (2003). Deterioration mechanism of tuffs in Midas monument. *Engineering Geology, 68,* 201-223.

Topal, T. (2000). Nokta yükleme deneyi ile ilgili uygulamada karşılaşılan problemler. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 23/24* (1), 73-86.

TS 10835 (1993). Doğal yapı taşları deney metotları, andezitlerin yapı ve kaplama taşı olarak kullanımı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 1910 (1977). Doğal yapı taşları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 699 (2009). Doğal yapı taşları-inceleme ve laboratuvar deney yöntemleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12370 (2001). Doğal taşlar deney metotları tuz kristallenmesine direncin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1367-2 (1999). Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler magnezyum sülfat deneyi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 13755 (2003). Doğal taşlar-deney metotları-atmosfer basıncında su emme tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1467 (2005). Doğal taşlar-ham bloklar-özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1936 (2006). Doğal taşlar-deney metotları-gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Ulusay, R., Arıkan, F., Yoleri, M.F. ve Çağlayan, D. (1995). Engineering geological characterization of coal mine waste material and an evaluation in the context of back-analysis of spoil pile instabilities in a strip mine, SW Turkey. *Engineering Geology, 40,* 77-1001.

Ulusay, R., Gökçeoğlu, C. ve Binal, A. (2011). *Kaya mekaniği laboratuvar deneyleri*. (3.baskı). Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.

Wilson, M.A., Carter, M.A. ve Hoff, W.D. (1999). British standart and RILEM water absorption tests: A critical evaluation. *Materials and Structures, 32* (8), 571-578.

Winkler, E.M. (1973). *Stone: Properties, Durability in Man's Environment* (1th ed.). Wien, New York: Springer-Verlag.

Winkler, E. M. (1993). Discussion and reply on "the durability of sandstone as a building stone, especially in urban environments". *Bulletin Association Engineering Geologists, 30,* 99-101.

Winkler, E.M. (1986). A durability index for stone. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 23,* 344-347.

Yavuz, A.B., (2001). *Muğla Yöresi Mermer Ocaklarında Blok Mermer Üretimini Etkileyen Jeolojik Parametreler.* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Yavuz, A.B. (2006). Deterioration of volcanic kerb and pavement Stones in a humid environment in the city centre of Izmir, Turkey. *Environmental Geology, 51,* 211-227.

Yavuz, A. B. (2012). Durability assessment of the Alaçatı tuff (Izmir) in western Turkey. *Environmental Earth Sciences, 67,* 1909-1925.

Yavuz, A.B. ve Topal, T. (2007). Thermal and salt crystallization effects on marble deterioration: examples from Western Anatolia, Turkey. *Engineering Geology, 90,* 30-40.

Yavuz, A.B. ve Topal, T. (2016). Effects of different drying temperatures on the physical and mechanical properties of some marbles (Mugla, Turkey) during salt crystallization tests. *Environmental Earth Sciences*, 75, 982.

Yavuz, A.B., Akal, C., Türk, N., Çolak, M. ve Tanyu, B.F. (2015). Investigation of discrepancy between tuff used as building stones in historical and modern buildings in western Turkey. *Construction and Building Materials*, *93*, 439-448.

Yavuz, A.B., Kaputoglu, S.A., Çolak, M., ve Tanyu, B.F. (2017). Durability assessments of rare green andesite widely used as building Stones in Buca (Izmir) Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 76, 211.

EKLER

A Fiziksel Özellikler

Tablo A.1 Aliağa gri andezitlerin fiziksel özellikleri

Örnek No	W_{ds} (g)	W_d (g)	W_k (g)	W_{atm} (%)	n (%)	ρ_k (g/cm^3)	ρ_d (g/cm^3)	γ_k (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	e (%)
AGA1	407,51	652,02	648,11	0,60	1,60	2,65	2,67	26,00	26,16	1,63
AGA2	409,42	654,5	650,52	0,61	1,62	2,65	2,67	26,04	26,20	1,65
AGA3	409,85	654,53	650,84	0,57	1,51	2,66	2,68	26,09	26,24	1,53
AGA4	411,28	657,19	653,5	0,56	1,50	2,66	2,67	26,07	26,22	1,52
AGA5	393,99	628,61	624,6	0,64	1,71	2,66	2,68	26,12	26,28	1,74
AGA6	392,01	625,6	621,56	0,65	1,73	2,66	2,68	26,10	26,27	1,76
AGA7	409,77	654,4	650,8	0,55	1,47	2,66	2,68	26,10	26,24	1,49
AGA8	406,38	650,23	645,95	0,66	1,76	2,65	2,67	25,99	26,16	1,79
AGA9	408,5	653,05	649,35	0,57	1,51	2,66	2,67	26,05	26,20	1,54
AGA10	409,04	653,01	648,87	0,64	1,70	2,66	2,68	26,09	26,26	1,73
AGA11	407,72	651,69	648,26	0,53	1,41	2,66	2,67	26,07	26,20	1,43
AGA12	411,56	656,85	653,08	0,58	1,54	2,66	2,68	26,12	26,27	1,56
AGA13	409,81	654,85	651,16	0,57	1,51	2,66	2,67	26,07	26,22	1,53
AGA14	390,54	621,86	618,38	0,56	1,50	2,67	2,69	26,22	26,37	1,53
AGA15	408,8	653,02	649,15	0,60	1,58	2,66	2,67	26,08	26,23	1,61
AGA16	391,07	623,83	620,54	0,53	1,41	2,67	2,68	26,15	26,29	1,43
AGA17	409,06	653,84	650,67	0,49	1,30	2,66	2,67	26,08	26,20	1,31
AGA18	408,18	652,45	648,94	0,54	1,44	2,66	2,67	26,06	26,20	1,46
AGA19	409,24	654,31	650,55	0,58	1,53	2,65	2,67	26,04	26,19	1,56
AGA20	386,19	615,59	611,94	0,60	1,59	2,67	2,68	26,17	26,32	1,62
AGA21	385,16	615,6	611,47	0,68	1,79	2,65	2,67	26,03	26,21	1,82
AGA22	399,7	638,22	634,93	0,52	1,38	2,66	2,68	26,11	26,25	1,40
AGA23	394,19	626,39	623,14	0,52	1,40	2,68	2,70	26,33	26,46	1,42
AGA24	392,78	626,48	622,62	0,62	1,65	2,66	2,68	26,14	26,30	1,68
AGA25	413,81	657,43	653,04	0,67	1,80	2,68	2,70	26,30	26,47	1,84
AGA26	388,67	619,99	615,9	0,66	1,77	2,66	2,68	26,12	26,29	1,80
AGA27	407,37	652,28	648,45	0,59	1,56	2,65	2,66	25,97	26,13	1,59
AGA28	408,46	653,37	649,27	0,63	1,67	2,65	2,67	26,01	26,17	1,70
AGA29	390,22	622,85	618,85	0,65	1,72	2,66	2,68	26,10	26,27	1,75
AGA30	399,15	639,91	635,15	0,75	1,98	2,64	2,66	25,88	26,07	2,02
AGA31	390,27	623,56	619,15	0,71	1,89	2,65	2,67	26,04	26,22	1,93
AGA32	392,09	621,87	617,83	0,65	1,76	2,69	2,71	26,38	26,55	1,79

Tablo A.1 devamı

AGA33	385,16	616,72	612,39	0,71	1,87	2,64	2,66	25,94	26,13	1,91
AGA34	388,00	618,15	613,34	0,78	2,09	2,66	2,69	26,14	26,35	2,13
AGA35	389,77	621,17	616,62	0,74	1,97	2,66	2,68	26,14	26,33	2,01
AGA36	394,99	629,06	623,84	0,84	2,23	2,67	2,69	26,15	26,36	2,28
AGA37	394,46	626,08	622,03	0,65	1,75	2,69	2,70	26,35	26,52	1,78
AGA38	394,55	625,92	621,97	0,64	1,71	2,69	2,71	26,37	26,54	1,74
AGA39	383,31	614,24	608,98	0,86	2,28	2,64	2,66	25,87	26,09	2,33
AGA40	393,92	626,32	621,67	0,75	2,00	2,68	2,70	26,24	26,44	2,04
AGA41	384,79	614,44	610,04	0,72	1,92	2,66	2,68	26,06	26,25	1,95
AGA42	385,8	617,08	612,77	0,70	1,86	2,65	2,67	25,99	26,17	1,90
AGA43	387,88	620,08	615,9	0,68	1,80	2,65	2,67	26,02	26,20	1,83
AGA44	393,12	625,26	620,96	0,69	1,85	2,67	2,69	26,24	26,42	1,89
AGA45	415,29	661,08	656,64	0,68	1,81	2,67	2,69	26,21	26,39	1,84
AGA46	392,09	623,61	620,09	0,57	1,52	2,68	2,69	26,27	26,42	1,54
AGA47	412,99	656,23	651,66	0,70	1,88	2,68	2,70	26,28	26,47	1,91
AGA48	392,02	623,78	618,87	0,79	2,12	2,67	2,69	26,20	26,40	2,16
AGA49	385,03	615,7	611,41	0,70	1,86	2,65	2,67	26,00	26,18	1,90
AGA50	391,98	623,77	619,44	0,70	1,87	2,67	2,69	26,22	26,40	1,90
AGA51	393,69	624,62	620,63	0,64	1,73	2,69	2,70	26,36	26,53	1,76
AGA52	392,94	626,63	622,59	0,65	1,73	2,66	2,68	26,14	26,31	1,76
AGA53	390,45	623,55	620,07	0,56	1,49	2,66	2,68	26,10	26,24	1,52
AGA54	385,62	618,15	613,34	0,78	2,07	2,64	2,66	25,88	26,08	2,11
AGA55	381,89	614,36	607,32	1,16	3,03	2,61	2,64	25,63	25,93	3,12
AGA56	392,62	624,74	621,15	0,58	1,55	2,68	2,69	26,25	26,40	1,57
AGA57	384,6	617,26	611,46	0,95	2,49	2,63	2,65	25,78	26,03	2,56
AGA58	381,34	611,7	606,74	0,82	2,15	2,63	2,66	25,84	26,05	2,20
AGA59	395,28	628,46	624,14	0,69	1,85	2,68	2,70	26,26	26,44	1,89
AGA60	412,61	656,77	652,26	0,69	1,85	2,67	2,69	26,21	26,39	1,88
AGA61	412,97	655,94	651,69	0,65	1,75	2,68	2,70	26,31	26,48	1,78
AGA62	407,23	646,96	642,86	0,64	1,71	2,68	2,70	26,31	26,47	1,74
AGA63	415,68	660,67	655,67	0,76	2,04	2,68	2,70	26,25	26,45	2,08
AGA64	391,22	623,73	619,57	0,67	1,79	2,66	2,68	26,14	26,32	1,82
AGA65	413,79	657,36	653,3	0,62	1,67	2,68	2,70	26,31	26,48	1,70
AGA66	413,19	657,16	652,28	0,75	2,00	2,67	2,69	26,23	26,42	2,04
AGA67	404,79	649,72	644,61	0,79	2,09	2,63	2,65	25,82	26,02	2,13
AGA68	385,12	616,46	612,65	0,62	1,65	2,65	2,66	25,98	26,14	1,67
AGA69	391,28	624,39	620,75	0,59	1,56	2,66	2,68	26,12	26,28	1,59
AGA70	391,37	623,55	619,08	0,72	1,93	2,67	2,69	26,16	26,35	1,96
AGA71	414,66	658,92	654,63	0,66	1,76	2,68	2,70	26,29	26,46	1,79
AGA72	414,74	659,09	654,31	0,73	1,96	2,68	2,70	26,27	26,46	2,00
AGA73	397,76	635,73	631,64	0,65	1,72	2,65	2,67	26,04	26,21	1,75
AGA74	398,68	633,60	629,04	0,72	1,94	2,68	2,70	26,27	26,46	1,98

Tablo A.1 devamı

AGA75	390,66	621,70	616,79	0,80	2,13	2,67	2,69	26,19	26,40	2,17
AGA76	394,34	626,75	622,01	0,76	2,04	2,68	2,70	26,25	26,46	2,08
AGA77	391,87	622,10	617,96	0,67	1,80	2,68	2,70	26,33	26,51	1,83
Ortalama				0,67	1,78	2,66	2,68	26,12	26,30	1,81
Standart Sapma				0,10	0,27	0,02	0,01	0,15	0,14	0,28

Tablo A.2 Aliağa pembe andezitleri fiziksel özellikleri

Örnek No	W_{ds} (g)	W_d (g)	W_k (g)	W_{atm} (%)	n (%)	ρ_k (g/cm^3)	ρ_d (g/cm^3)	γ_k (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	e (%)
APA1	345,28	586,67	571,31	2,69	6,36	2,37	2,43	23,22	23,84	6,80
APA2	347,75	589,93	573,18	2,92	6,92	2,37	2,44	23,22	23,90	7,43
APA3	350,05	592,95	575,88	2,96	7,03	2,37	2,44	23,26	23,95	7,56
APA4	349,97	592,96	577,82	2,62	6,23	2,38	2,44	23,33	23,94	6,64
APA5	344,87	584,74	570,34	2,52	6,00	2,38	2,44	23,33	23,91	6,39
APA6	351,31	593,59	579,32	2,46	5,89	2,39	2,45	23,46	24,03	6,26
APA7	349,89	592,07	576,78	2,65	6,31	2,38	2,44	23,36	23,98	6,74
APA8	351,31	593,64	579,86	2,38	5,69	2,39	2,45	23,47	24,03	6,03
APA9	348,3	591,42	572,29	3,34	7,87	2,35	2,43	23,09	23,86	8,54
APA10	350,75	592,98	578,88	2,44	5,82	2,39	2,45	23,44	24,01	6,18
APA11	345,06	586,95	570,91	2,81	6,63	2,36	2,43	23,15	23,80	7,10
APA12	350,57	593,18	578,51	2,54	6,05	2,38	2,44	23,39	23,99	6,44
APA13	345,55	587,89	571,26	2,91	6,86	2,36	2,43	23,12	23,80	7,37
APA14	339,44	581,56	562,67	3,36	7,80	2,32	2,40	22,80	23,56	8,46
APA15	349,27	591,37	576,11	2,65	6,30	2,38	2,44	23,34	23,96	6,73
APA16	349,09	590,67	575,55	2,63	6,26	2,38	2,45	23,37	23,99	6,68
APA17	342,2	578,64	563,61	2,67	6,36	2,38	2,45	23,38	24,01	6,79
APA18	341,43	583,6	565,58	3,19	7,44	2,34	2,41	22,91	23,64	8,04
APA19	347,69	590,26	575,02	2,65	6,28	2,37	2,43	23,25	23,87	6,70
APA20	345,5	585,65	570,68	2,62	6,23	2,38	2,44	23,31	23,92	6,65
APA21	353,82	596,17	582,12	2,41	5,80	2,40	2,46	23,56	24,13	6,15
APA22	348,37	590,17	574,46	2,73	6,50	2,38	2,44	23,31	23,94	6,95
APA23	338,71	575,01	560,01	2,68	6,35	2,37	2,43	23,25	23,87	6,78
APA24	346,52	589,89	570,4	3,42	8,01	2,34	2,42	22,99	23,78	8,71
APA25	347,41	588,99	573,67	2,67	6,34	2,37	2,44	23,30	23,92	6,77
APA26	343,6	584,6	567,92	2,94	6,92	2,36	2,43	23,12	23,80	7,44
APA27	341,92	583,93	565,85	3,20	7,47	2,34	2,41	22,94	23,67	8,07
APA28	345,99	587,94	572,63	2,67	6,33	2,37	2,43	23,22	23,84	6,76
APA29	347,8	589,46	574,27	2,65	6,29	2,38	2,44	23,31	23,93	6,71
APA30	343,42	585,46	567,38	3,19	7,47	2,34	2,42	23,00	23,73	8,07
APA31	345,13	585,85	569,88	2,80	6,63	2,37	2,43	23,22	23,87	7,11
APA32	347,73	589,74	574,77	2,60	6,19	2,37	2,44	23,30	23,91	6,59
APA33	348,65	591,16	574,79	2,85	6,75	2,37	2,44	23,25	23,91	7,24

Tablo A.2 devamı

APA34	349,41	592,34	573,24	3,33	7,86	2,36	2,44	23,15	23,92	8,53
APA35	347,91	589,44	574,74	2,56	6,09	2,38	2,44	23,34	23,94	6,48
APA36	347,67	589,15	574,09	2,62	6,24	2,38	2,44	23,32	23,93	6,65
APA37	343,79	585,5	568,12	3,06	7,19	2,35	2,42	23,06	23,76	7,75
APA38	351	594,02	579,18	2,56	6,11	2,38	2,44	23,38	23,98	6,50
APA39	348,11	591,1	574,81	2,83	6,70	2,37	2,43	23,21	23,86	7,19
APA40	347,85	589,41	574,62	2,57	6,12	2,38	2,44	23,34	23,94	6,52
APA41	341,03	581,39	564,35	3,02	7,09	2,35	2,42	23,03	23,73	7,63
APA42	349,83	591,17	576,77	2,50	5,97	2,39	2,45	23,44	24,03	6,35
APA43	344,64	583,42	569,95	2,36	5,64	2,39	2,44	23,42	23,97	5,98
APA44	348,78	590,89	575,82	2,62	6,22	2,38	2,44	23,33	23,94	6,64
APA45	344,18	585,62	569,18	2,89	6,81	2,36	2,43	23,13	23,79	7,31
APA46	345,45	586,79	572,32	2,53	6,00	2,37	2,43	23,26	23,85	6,38
APA47	347,25	588,26	572,47	2,76	6,55	2,38	2,44	23,30	23,94	7,01
APA48	346,66	588,02	572,49	2,71	6,43	2,37	2,44	23,27	23,90	6,88
APA49	350,56	592,42	577,8	2,53	6,04	2,39	2,45	23,44	24,03	6,43
APA50	348,39	591,7	576,12	2,70	6,40	2,37	2,43	23,23	23,86	6,84
APA51	338,5	579,37	560,14	3,43	7,98	2,33	2,41	22,81	23,60	8,68
APA52	352,8	596,81	581,9	2,56	6,11	2,38	2,45	23,39	23,99	6,51
APA53	342,5	582,73	566,33	2,90	6,83	2,36	2,43	23,13	23,80	7,33
APA54	349,68	591,42	577,39	2,43	5,80	2,39	2,45	23,43	24,00	6,16
APA55	337,7	574,67	558,33	2,93	6,90	2,36	2,43	23,11	23,79	7,41
APA56	350,42	592,67	578,43	2,46	5,88	2,39	2,45	23,42	24,00	6,25
APA57	341,33	578,12	563,93	2,52	5,99	2,38	2,44	23,36	23,95	6,37
APA58	347,61	589,29	575,17	2,45	5,84	2,38	2,44	23,35	23,92	6,20
APA59	347,3	589,15	573,33	2,76	6,54	2,37	2,44	23,26	23,90	7,00
APA60	344,45	586,64	569,67	2,98	7,01	2,35	2,42	23,07	23,76	7,53
APA61	343,28	584,89	568,36	2,91	6,84	2,35	2,42	23,08	23,75	7,34
APA62	340,61	581,96	563,45	3,29	7,67	2,33	2,41	22,90	23,65	8,31
APA63	346,82	588,51	573,14	2,68	6,36	2,37	2,43	23,26	23,89	6,79
APA64	334,63	571,92	553,04	3,41	7,96	2,33	2,41	22,86	23,64	8,64
APA65	337,07	574,93	556,93	3,23	7,57	2,34	2,42	22,97	23,71	8,19
APA66	331,05	568,05	547,91	3,68	8,50	2,31	2,40	22,68	23,51	9,29
APA67	324,78	554,65	536,85	3,32	7,74	2,34	2,41	22,91	23,67	8,39
APA68	333,5	570,18	550,98	3,48	8,11	2,33	2,41	22,84	23,63	8,83
APA69	335	570,14	555,1	2,71	6,40	2,36	2,42	23,16	23,79	6,83
APA70	338,26	579,03	561,31	3,16	7,36	2,33	2,40	22,87	23,59	7,94
APA71	313,37	541,15	520,18	4,03	9,21	2,28	2,38	22,40	23,31	10,14
Ortalama				2,84	6,70	2,36	2,43	23,20	23,85	7,18
Standart Sapma				0,35	0,75	0,02	0,01	0,21	0,15	0,87

Tablo A.3 Menemen pembe andezitin fiziksel özellikleri

Örnek No	W_{ds} (g)	W_d (g)	W_k (g)	W_{atm} (%)	n (%)	ρ_k g/cm^3	ρ_d g/cm^3	γ_k kN/m^3	γ_d kN/m^3	e (%)
MPA1	339,49	578,87	550,12	5,23	12,01	2,30	2,42	22,54	23,72	13,65
MPA2	340,54	579,63	551,92	5,02	11,59	2,31	2,42	22,65	23,78	13,11
MPA3	327,60	566,69	538,72	5,19	11,70	2,25	2,37	22,10	23,25	13,25
MPA4	356,57	595,10	576,28	3,27	7,89	2,42	2,49	23,70	24,47	8,57
MPA5	318,84	553,96	525,05	5,51	12,30	2,23	2,36	21,91	23,11	14,02
MPA6	338,21	578,84	548,80	5,47	12,48	2,28	2,41	22,37	23,60	14,26
MPA7	339,66	579,50	550,76	5,22	11,98	2,30	2,42	22,53	23,70	13,61
MPA8	349,13	582,64	565,48	3,03	7,35	2,42	2,50	23,76	24,48	7,93
MPA9	345,33	581,32	559,25	3,95	9,35	2,37	2,46	23,25	24,17	10,32
MPA10	344,75	580,69	559,92	3,71	8,80	2,37	2,46	23,28	24,14	9,65
MPA11	321,42	558,18	531,69	4,98	11,19	2,25	2,36	22,03	23,13	12,60
MPA12	335,49	570,97	547,37	4,31	10,02	2,32	2,42	22,80	23,79	11,14
MPA13	338,87	574,44	548,13	4,80	11,17	2,33	2,44	22,83	23,92	12,57
MPA14	318,27	556,97	523,78	6,34	13,90	2,19	2,33	21,53	22,89	16,15
MPA16	360,88	600,40	579,30	3,64	8,81	2,42	2,51	23,73	24,59	9,66
MPA17	340,93	576,64	554,83	3,93	9,25	2,35	2,45	23,09	24,00	10,20
MPA18	361,67	597,50	575,45	3,83	9,35	2,44	2,53	23,94	24,85	10,31
MPA21	319,37	554,16	526,63	5,23	11,73	2,24	2,36	22,00	23,15	13,28
MPA22	360,94	599,99	581,87	3,11	7,58	2,43	2,51	23,88	24,62	8,20
MPA23	322,04	562,00	533,05	5,43	12,06	2,22	2,34	21,79	22,98	13,72
MPA26	345,93	581,88	559,68	3,97	9,41	2,37	2,47	23,27	24,19	10,39
MPA28	347,01	586,41	561,98	4,35	10,20	2,35	2,45	23,03	24,03	11,36
MPA30	358,13	596,20	575,13	3,66	8,85	2,42	2,50	23,70	24,57	9,71
MPA31	320,93	556,48	530,42	4,91	11,06	2,25	2,36	22,09	23,18	12,44
MPA33	347,28	587,39	566,35	3,72	8,76	2,36	2,45	23,14	24,00	9,60
MPA35	318,03	552,66	522,08	5,86	13,03	2,23	2,36	21,83	23,11	14,99
MPA36	339,48	575,17	550,49	4,48	10,47	2,34	2,44	22,91	23,94	11,70
MPA37	326,14	565,58	536,74	5,37	12,04	2,24	2,36	21,99	23,17	13,69
MPA38	324,40	563,03	529,44	6,34	14,08	2,22	2,36	21,77	23,15	16,38
MPA42	350,97	584,74	566,60	3,20	7,76	2,42	2,50	23,78	24,54	8,41
MPA43	326,75	565,59	534,18	5,88	13,15	2,24	2,37	21,94	23,23	15,14
MPA44	344,88	580,15	557,22	4,12	9,75	2,37	2,47	23,23	24,19	10,80
MPA45	348,24	587,61	563,24	4,33	10,18	2,35	2,45	23,08	24,08	11,33
MPA46	341,96	577,14	552,85	4,39	10,33	2,35	2,45	23,06	24,07	11,52
MPA47	366,83	601,41	581,31	3,46	8,57	2,48	2,56	24,31	25,15	9,37
MPA48	319,08	554,84	529,72	4,74	10,65	2,25	2,35	22,04	23,09	11,93
MPA49	369,29	608,42	589,36	3,23	7,97	2,46	2,54	24,18	24,96	8,66
MPA50	336,07	574,03	546,31	5,07	11,65	2,30	2,41	22,52	23,66	13,18
MPA51	349,19	588,93	564,96	4,24	10,00	2,36	2,46	23,12	24,10	11,11
MPA55	338,70	577,42	549,84	5,02	11,55	2,30	2,42	22,60	23,73	13,06

Tablo A.3 devamı

MPA56	343,28	581,33	556,25	4,51	10,54	2,34	2,44	22,92	23,96	11,78
MPA57	335,49	574,27	548,41	4,72	10,83	2,30	2,41	22,53	23,59	12,15
MPA59	343,57	579,10	558,72	3,65	8,65	2,37	2,46	23,27	24,12	9,47
MPA60	339,38	578,40	551,15	4,94	11,40	2,31	2,42	22,62	23,74	12,87
MPA61	319,84	559,00	525,82	6,31	13,87	2,20	2,34	21,57	22,93	16,11
MPA64	323,02	557,97	532,94	4,70	10,65	2,27	2,37	22,25	23,30	11,92
MPA66	323,90	563,99	531,94	6,03	13,35	2,22	2,35	21,73	23,04	15,41
MPA68	321,27	559,78	528,12	5,99	13,27	2,21	2,35	21,72	23,02	15,31
MPA69	323,42	561,86	534,24	5,17	11,58	2,24	2,36	21,98	23,12	13,10
MPA70	315,47	553,47	519,85	6,47	14,13	2,18	2,33	21,43	22,81	16,45
MPA71	340,96	580,45	557,95	4,03	9,39	2,33	2,42	22,85	23,78	10,37
MPA72	337,01	570,74	550,75	3,63	8,55	2,36	2,44	23,12	23,95	9,35
MPA74	319,32	554,29	524,78	5,62	12,56	2,23	2,36	21,91	23,14	14,36
MPA76	302,37	528,80	495,17	6,79	14,85	2,19	2,34	21,45	22,91	17,44
MPA101	336,25	570,49	551,65	3,42	8,04	2,36	2,44	23,10	23,89	8,75
Ortalama				4,68	10,76	2,31	2,42	22,69	23,74	12,11
Standart Sapma				0,97	1,91	0,08	0,06	0,76	0,59	2,40

Tablo A.4 Alaçatı tüfünün fiziksel özellikleri

Örnek No	W_{ds} (g)	W_d (g)	W_k (g)	W_{atm} (%)	n (%)	ρ_k g/cm^3	ρ_d g/cm^3	γ_k kN/m^3	γ_d kN/m^3	e (%)
AT1	165,56	413,8	347,04	19,24	26,89	1,40	1,67	13,71	16,35	36,79
AT2	153,96	403,27	338,82	19,02	25,85	1,36	1,62	13,33	15,87	34,86
AT3	153,64	395,68	332,26	19,09	26,20	1,37	1,63	13,47	16,04	35,51
AT4	156,75	396,21	332,07	19,32	26,79	1,39	1,65	13,60	16,23	36,58
AT5	147,52	387,91	325,27	19,26	26,06	1,35	1,61	13,27	15,83	35,24
AT6	154,23	392,73	330,17	18,95	26,23	1,38	1,65	13,58	16,15	35,56
AT8	151,32	394,92	332,13	18,91	25,78	1,36	1,62	13,38	15,90	34,73
AT9	146,93	387,57	325,46	19,08	25,81	1,35	1,61	13,27	15,80	34,79
AT11	154,21	398,21	333,13	19,54	26,67	1,37	1,63	13,39	16,01	36,37
AT12	159,42	402,06	339,78	18,33	25,67	1,40	1,66	13,74	16,26	34,53
AT13	180,63	420,71	361	16,54	24,87	1,50	1,75	14,75	17,19	33,10
AT14	148,19	390,6	322,29	21,20	28,18	1,33	1,61	13,04	15,81	39,24
AT15	151,37	393,88	330,53	19,17	26,12	1,36	1,62	13,37	15,93	35,36
AT16	155,61	397,68	337,12	17,96	25,02	1,39	1,64	13,66	16,12	33,36
AT17	157,65	399,17	336,76	18,53	25,84	1,39	1,65	13,68	16,21	34,84
AT18	151,1	391,56	329,87	18,70	25,65	1,37	1,63	13,46	15,97	34,51
AT19	185,2	426,36	369,93	15,25	23,40	1,53	1,77	15,05	17,34	30,55
AT20	190,35	432,79	378,72	14,28	22,30	1,56	1,79	15,32	17,51	28,70
AT22	152,2	389,48	326,45	19,31	26,56	1,38	1,64	13,50	16,10	36,17
AT23	192,21	435,06	378,33	14,99	23,36	1,56	1,79	15,28	17,57	30,48

Tablo A.4 devamı

AT25	150,87	391,72	329,82	18,77	25,70	1,37	1,63	13,43	15,96	34,59
AT26	179,98	419,94	363,67	15,47	23,45	1,52	1,75	14,87	17,17	30,63
AT28	189,4	434,34	378,97	14,61	22,61	1,55	1,77	15,18	17,40	29,21
AT30	153	396,99	335,42	18,36	25,23	1,37	1,63	13,49	15,96	33,75
AT31	160,08	398,93	338,05	18,01	25,49	1,42	1,67	13,88	16,38	34,21
AT32	148,67	381,97	319,09	19,71	26,95	1,37	1,64	13,42	16,06	36,90
AT33	151,41	390,44	328,76	18,76	25,80	1,38	1,63	13,49	16,02	34,78
AT34	185,88	430,77	376,2	14,51	22,28	1,54	1,76	15,07	17,26	28,67
AT35	150,87	394,71	331,74	18,98	25,82	1,36	1,62	13,35	15,88	34,82
AT36	169,6	413,72	356,34	16,10	23,50	1,46	1,69	14,32	16,63	30,73
AT37	159,5	405,8	340,08	19,32	26,68	1,38	1,65	13,55	16,16	36,39
AT38	177,33	419,31	356,56	17,60	25,93	1,47	1,73	14,46	17,00	35,01
AT39	159,23	398,83	337,58	18,14	25,56	1,41	1,66	13,82	16,33	34,34
AT40	144,09	382,79	320,11	19,58	26,26	1,34	1,60	13,16	15,73	35,61
AT41	165,52	406,11	344,31	17,95	25,69	1,43	1,69	14,04	16,56	34,57
AT42	153,6	393,61	325,88	20,78	28,22	1,36	1,64	13,32	16,09	39,31
AT43	162,73	403,39	341,71	18,05	25,63	1,42	1,68	13,93	16,44	34,46
AT44	171,12	415,93	352,66	17,94	25,84	1,44	1,70	14,13	16,67	34,85
AT45	153,07	396,13	334,76	18,33	25,25	1,38	1,63	13,51	15,99	33,78
AT46	155,49	395,75	330,8	19,63	27,03	1,38	1,65	13,51	16,16	37,05
AT48	158,61	397,74	337,09	17,99	25,36	1,41	1,66	13,83	16,32	33,98
AT49	150,66	391,92	326,46	20,05	27,13	1,35	1,62	13,27	15,94	37,24
AT50	167,03	410,91	346,9	18,45	26,25	1,42	1,68	13,95	16,53	35,59
AT51	155,39	396,4	333,39	18,90	26,14	1,38	1,64	13,57	16,13	35,40
AT53	155,87	399,7	337,2	18,53	25,63	1,38	1,64	13,57	16,08	34,47
AT54	169,5	415,2	349,62	18,76	26,69	1,42	1,69	13,96	16,58	36,41
AT55	171,93	412,92	348,81	18,38	26,60	1,45	1,71	14,20	16,81	36,24
AT56	153,24	391,48	329,33	18,87	26,09	1,38	1,64	13,56	16,12	35,29
AT57	152,68	396,47	331,69	19,53	26,57	1,36	1,63	13,35	15,95	36,19
AT58	152,34	391,18	328,65	19,03	26,18	1,38	1,64	13,50	16,07	35,47
AT59	153,59	392,18	325,01	20,67	28,15	1,36	1,64	13,36	16,13	39,18
AT60	160,13	398,55	338,79	17,64	25,07	1,42	1,67	13,94	16,40	33,45
AT61	174,65	423,65	359,97	17,69	25,57	1,45	1,70	14,18	16,69	34,36
AT62	154,5	400,6	337,44	18,72	25,66	1,37	1,63	13,45	15,97	34,52
AT63	146,52	387,37	325,04	19,18	25,88	1,35	1,61	13,24	15,78	34,91
AT64	203,56	452,47	396,72	14,05	22,40	1,59	1,82	15,64	17,83	28,86
AT65	160,49	407,93	341,57	19,43	26,82	1,38	1,65	13,54	16,17	36,65
AT67	162,01	400,5	343,09	16,73	24,07	1,44	1,68	14,11	16,47	31,70
AT68	160,93	403,45	341,11	18,28	25,71	1,41	1,66	13,80	16,32	34,60
AT69	164,52	404,41	346,17	16,82	24,28	1,44	1,69	14,16	16,54	32,06

Tablo A.4 devamı

AT71	195,24	441,56	380,51	16,04	24,78	1,54	1,79	15,15	17,59	32,95
AT72	180,99	421,69	363,37	16,05	24,23	1,51	1,75	14,81	17,19	31,98
Ortalama				18,18	25,60	1,41	1,67	13,87	16,38	34,46
Standart Sapma				1,60	1,32	0,06	0,05	0,63	0,53	2,37

Tablo A.5 Foça sarı tüfün fiziksel özellikleri

Örnek No	W_{ds} (g)	W_d (g)	W_k (g)	W_{atm} (%)	n (%)	ρ_k g/cm^3	ρ_d g/cm^3	γ_k kN/m^3	γ_d kN/m^3	e (%)
FST1	235,41	468,07	416,56	12,37	22,14	1,79	2,01	17,56	19,74	28,43
FST2	232,00	464,64	408,42	13,77	24,17	1,76	2,00	17,22	19,59	31,87
FST3	232,85	465,75	410,79	13,38	23,60	1,76	2,00	17,30	19,62	30,89
FST4	226,92	459,21	406,51	12,96	22,69	1,75	1,98	17,17	19,39	29,34
FST5	239,89	473,43	426,94	10,89	19,91	1,83	2,03	17,93	19,89	24,85
FST7	224,42	456,00	396,70	14,95	25,61	1,71	1,97	16,80	19,32	34,42
FST8	223,61	455,17	404,68	12,48	21,80	1,75	1,97	17,14	19,28	27,88
FST9	241,70	475,29	427,12	11,28	20,62	1,83	2,03	17,94	19,96	25,98
FST10	231,50	464,21	406,98	14,06	24,59	1,75	1,99	17,16	19,57	32,61
FST11	223,32	456,61	406,00	12,47	21,69	1,74	1,96	17,07	19,20	27,70
FST12	233,48	466,30	414,69	12,45	22,17	1,78	2,00	17,47	19,65	28,48
FST13	235,20	468,84	422,42	10,99	19,87	1,81	2,01	17,74	19,69	24,79
FST14	234,97	467,71	414,53	12,83	22,85	1,78	2,01	17,47	19,71	29,62
FST15	210,09	443,15	384,98	15,11	24,96	1,65	1,90	16,20	18,65	33,26
FST16	221,69	453,28	399,07	13,58	23,41	1,72	1,96	16,90	19,20	30,56
FST17	231,04	463,53	412,43	12,39	21,98	1,77	1,99	17,40	19,56	28,17
FST18	234,01	467,61	421,46	10,95	19,76	1,80	2,00	17,70	19,64	24,62
FST19	238,09	471,40	422,62	11,54	20,91	1,81	2,02	17,77	19,82	26,43
FST22	231,53	464,60	416,33	11,59	20,71	1,79	1,99	17,52	19,56	26,12
FST23	234,73	466,47	414,70	12,48	22,34	1,79	2,01	17,56	19,75	28,77
FST24	220,75	452,79	396,21	14,28	24,38	1,71	1,95	16,75	19,14	32,25
FST25	238,44	470,51	419,79	12,08	21,86	1,81	2,03	17,75	19,89	27,97
FST26	235,06	468,17	418,12	11,97	21,47	1,79	2,01	17,60	19,70	27,34
FST27	232,36	464,91	419,00	10,96	19,74	1,80	2,00	17,68	19,61	24,60
FST28	235,14	468,24	420,94	11,24	20,29	1,81	2,01	17,72	19,71	25,46
FST29	231,45	464,68	408,29	13,81	24,18	1,75	1,99	17,17	19,55	31,89
FST30	236,61	469,06	422,21	11,10	20,15	1,82	2,02	17,82	19,80	25,24
FST31	237,42	469,85	420,88	11,64	21,07	1,81	2,02	17,76	19,83	26,69
FST32	231,81	464,31	418,53	10,94	19,69	1,80	2,00	17,66	19,59	24,52
FST33	233,76	466,55	414,96	12,43	22,16	1,78	2,00	17,49	19,66	28,47
FST34	232,82	466,03	419,57	11,07	19,92	1,80	2,00	17,65	19,60	24,88
FST35	240,37	473,98	424,71	11,60	21,09	1,82	2,03	17,83	19,90	26,73
FST36	227,39	460,10	407,03	13,04	22,81	1,75	1,98	17,16	19,40	29,54

Tablo A.5 devamı

FST37	237,92	472,00	425,74	10,87	19,76	1,82	2,02	17,84	19,78	24,63
FST38	232,46	465,85	418,25	11,38	20,40	1,79	2,00	17,58	19,58	25,62
FST39	233,64	467,00	421,71	10,74	19,41	1,81	2,00	17,73	19,63	24,08
FST40	220,23	451,99	395,12	14,39	24,54	1,70	1,95	16,72	19,13	32,52
FST42	206,41	439,34	378,35	16,12	26,18	1,62	1,89	15,93	18,50	35,47
FST41	236,41	469,24	420,29	11,65	21,02	1,81	2,02	17,71	19,77	26,62
FST43	234,41	466,82	417,72	11,75	21,13	1,80	2,01	17,63	19,70	26,79
FST44	240,14	473,44	422,24	12,13	21,95	1,81	2,03	17,75	19,91	28,12
FST45	237,56	470,48	422,01	11,49	20,81	1,81	2,02	17,77	19,82	26,28
FST46	241,03	473,98	421,97	12,33	22,33	1,81	2,03	17,77	19,96	28,74
FST47	233,26	466,86	420,65	10,99	19,78	1,80	2,00	17,67	19,61	24,66
FST48	240,19	473,29	424,47	11,50	20,94	1,82	2,03	17,86	19,92	26,49
FST49	236,91	469,85	421,05	11,59	20,95	1,81	2,02	17,73	19,79	26,50
FST50	236,87	470,38	419,95	12,01	21,60	1,80	2,01	17,64	19,76	27,55
FST51	222,46	454,96	398,65	14,13	24,22	1,71	1,96	16,82	19,20	31,96
FST52	235,66	468,88	423,27	10,78	19,56	1,81	2,01	17,80	19,72	24,31
FST53	210,88	444,21	386,61	14,90	24,69	1,66	1,90	16,25	18,68	32,78
FST54	216,14	448,22	396,12	13,15	22,45	1,71	1,93	16,74	18,95	28,95
FST55	237,57	470,86	419,99	12,11	21,81	1,80	2,02	17,66	19,80	27,89
FST56	236,91	470,60	421,73	11,59	20,91	1,80	2,01	17,70	19,76	26,44
FST57	235,53	469,04	422,28	11,07	20,02	1,81	2,01	17,74	19,70	25,04
FST58	223,57	455,32	395,52	15,12	25,80	1,71	1,96	16,74	19,27	34,78
FST59	229,57	462,31	416,07	11,11	19,87	1,79	1,99	17,54	19,49	24,79
FST60	240,42	473,94	422,86	12,08	21,87	1,81	2,03	17,76	19,91	28,00
FST61	224,36	457,00	400,02	14,24	24,49	1,72	1,96	16,87	19,27	32,44
FST62	239,35	473,03	425,79	11,09	20,22	1,82	2,02	17,87	19,86	25,34
FST63	224,35	457,80	406,42	12,64	22,01	1,74	1,96	17,08	19,24	28,22
FST64	236,76	470,20	419,68	12,04	21,64	1,80	2,01	17,64	19,76	27,62
FST65	241,09	474,66	426,18	11,38	20,76	1,82	2,03	17,90	19,94	26,19
FST66	235,45	469,19	419,55	11,83	21,24	1,79	2,01	17,61	19,69	26,96
FST67	233,14	465,32	418,08	11,30	20,35	1,80	2,00	17,66	19,66	25,54
FST68	235,74	468,13	420,49	11,33	20,50	1,81	2,01	17,75	19,76	25,79
FST69	221,16	452,56	402,82	12,35	21,50	1,74	1,96	17,08	19,19	27,38
FST70	232,51	464,20	412,33	12,58	22,39	1,78	2,00	17,46	19,65	28,85
FST72	212,96	444,31	385,95	15,12	25,23	1,67	1,92	16,37	18,84	33,74
FST73	236,31	469,95	422,02	11,36	20,51	1,81	2,01	17,72	19,73	25,81
Ortalama				12,33	21,85	1,78	1,99	17,42	19,57	28,02
Standart Sapma				1,31	1,75	0,05	0,03	0,46	0,32	2,92

Tablo A.6 Foça beyaz tüfün fiziksel özellikleri

Örnek No	W_{ds} (g)	W_d (g)	W_k (g)	W_{atm} (%)	n (%)	ρ_k g/cm^3	ρ_d g/cm^3	γ_k kN/m^3	γ_d kN/m^3	e (%)
FBT1	226,47	467,25	434,71	7,49	13,51	1,81	1,94	17,71	19,04	15,63
FBT2	261,49	503,02	473,05	6,34	12,41	1,96	2,08	19,21	20,43	14,17
FBT3	236,49	477,54	437,65	9,11	16,55	1,82	1,98	17,81	19,43	19,83
FBT5	257,35	498,38	466,45	6,85	13,25	1,94	2,07	18,98	20,28	15,27
FBT6	260,19	500,94	466,7	7,34	14,22	1,94	2,08	19,02	20,41	16,58
FBT7	256,68	497,8	466,74	6,65	12,88	1,94	2,06	18,99	20,25	14,79
FBT8	234,24	466,78	433,23	7,74	14,43	1,86	2,01	18,28	19,69	16,86
FBT9	223,98	458,39	427,26	7,29	13,28	1,82	1,96	17,88	19,18	15,31
FBT10	220,85	461,22	428,74	7,58	13,51	1,78	1,92	17,50	18,82	15,62
FBT11	225,7	465,87	432,68	7,67	13,82	1,80	1,94	17,67	19,03	16,04
FBT12	227,46	469,93	437,95	7,30	13,19	1,81	1,94	17,72	19,01	15,19
FBT13	253,94	495,25	459,09	7,88	14,98	1,90	2,05	18,66	20,13	17,63
FBT14	235,46	477,3	441,83	8,03	14,67	1,83	1,97	17,92	19,36	17,19
FBT15	245,23	479,04	441,28	8,56	16,15	1,89	2,05	18,51	20,10	19,26
FBT16	228,49	469,02	436,81	7,37	13,39	1,82	1,95	17,82	19,13	15,46
FBT18	243,1	474,88	441,72	7,51	14,31	1,91	2,05	18,70	20,10	16,70
FBT19	229,12	469,91	438,61	7,14	13,00	1,82	1,95	17,87	19,14	14,94
FBT20	226,77	469,49	438,63	7,04	12,71	1,81	1,93	17,73	18,98	14,57
FBT21	250,29	492,61	461,79	6,67	12,72	1,91	2,03	18,69	19,94	14,57
FBT22	239,04	473,05	436,03	8,49	15,82	1,86	2,02	18,28	19,83	18,79
FBT23	238,84	480,95	443,42	8,46	15,50	1,83	1,99	17,97	19,49	18,34
FBT24	245,07	478,8	441,95	8,34	15,77	1,89	2,05	18,55	20,10	18,72
FBT26	228,47	468,8	433,92	8,04	14,51	1,81	1,95	17,71	19,14	16,98
FBT27	234,66	475,3	432,75	9,83	17,68	1,80	1,98	17,64	19,38	21,48
FBT28	257,47	499,04	464,96	7,33	14,11	1,92	2,07	18,88	20,27	16,42
FBT29	231,54	469,00	429,12	9,29	16,79	1,81	1,98	17,73	19,38	20,18
FBT30	237,84	472,56	437,28	8,07	15,03	1,86	2,01	18,28	19,75	17,69
FBT31	235,75	476,48	436,09	9,26	16,78	1,81	1,98	17,77	19,42	20,16
FBT32	235,68	478,4	437,24	9,41	16,96	1,80	1,97	17,67	19,34	20,42
FBT33	236,31	476,55	437,05	9,04	16,44	1,82	1,98	17,85	19,46	19,68
FBT34	254,93	497,1	462,03	7,59	14,48	1,91	2,05	18,72	20,14	16,93
FBT35	244,17	476,76	441,2	8,06	15,29	1,90	2,05	18,61	20,11	18,05
FBT36	249,59	489,97	452,45	8,29	15,61	1,88	2,04	18,46	20,00	18,50
FBT37	231,69	473,53	442,66	6,97	12,76	1,83	1,96	17,96	19,21	14,63
FBT38	224,18	464,97	430,83	7,92	14,18	1,79	1,93	17,55	18,94	16,52
FBT39	254,18	498,42	464,03	7,41	14,08	1,90	2,04	18,64	20,02	16,39
FBT40	220,95	452,89	418,33	8,26	14,90	1,80	1,95	17,69	19,16	17,51
FBT41	225,88	467,18	435,8	7,20	13,00	1,81	1,94	17,72	18,99	14,95
FBT42	229,36	467,08	435,5	7,25	13,28	1,83	1,96	17,97	19,28	15,32
FBT43	223,2	457,47	422,81	8,20	14,79	1,80	1,95	17,71	19,16	17,36

Tablo A.6 devamı

FBT45	245,04	479,16	442,33	8,33	15,73	1,89	2,05	18,53	20,08	18,67
FBT47	255,96	497,35	464,53	7,07	13,60	1,92	2,06	18,88	20,21	15,74
FBT48	245,21	477,99	440,95	8,40	15,91	1,89	2,05	18,58	20,14	18,92
FBT49	233,38	471,78	442,05	6,73	12,47	1,85	1,98	18,19	19,41	14,25
FBT51	233,07	472,66	431,32	9,58	17,25	1,80	1,97	17,66	19,35	20,85
FBT52	228,35	468,8	433,77	8,08	14,57	1,80	1,95	17,70	19,13	17,05
FBT53	228,2	469,71	436,08	7,71	13,92	1,81	1,94	17,71	19,08	16,18
FBT54	234,12	473,1	430,88	9,80	17,67	1,80	1,98	17,69	19,42	21,46
FBT55	245,46	478,83	440,93	8,60	16,24	1,89	2,05	18,54	20,13	19,39
FBT56	256,43	497,42	462,34	7,59	14,56	1,92	2,06	18,82	20,25	17,04
FBT57	256,56	497,66	459,63	8,27	15,77	1,91	2,06	18,70	20,25	18,73
FBT58	248,01	489,84	451,71	8,44	15,77	1,87	2,03	18,32	19,87	18,72
FBT59	257,62	499,08	466,82	6,91	13,36	1,93	2,07	18,97	20,28	15,42
FBT60	245,81	479,75	440,81	8,83	16,65	1,88	2,05	18,48	20,12	19,97
FBT61	256,74	497,09	465,46	6,80	13,16	1,94	2,07	19,00	20,29	15,15
FBT62	268,01	510,19	473,35	7,78	15,21	1,95	2,11	19,17	20,67	17,94
FBT63	224,27	467,85	438,25	6,75	12,15	1,80	1,92	17,65	18,84	13,83
FBT64	238,79	482,63	451,57	6,88	12,74	1,85	1,98	18,17	19,42	14,60
FBT66	234,35	475,48	444,54	6,96	12,83	1,84	1,97	18,09	19,34	14,72
FBT67	221,84	453,85	421,01	7,80	14,15	1,81	1,96	17,80	19,19	16,49
FBT68	258,14	500,2	466,28	7,27	14,01	1,93	2,07	18,90	20,27	16,30
FBT69	259,14	501,17	465,74	7,61	14,64	1,92	2,07	18,88	20,31	17,15
FBT72	228,43	460,62	421,24	9,35	16,96	1,81	1,98	17,80	19,46	20,42
FBT73	255,74	497,35	461,95	7,66	14,65	1,91	2,06	18,76	20,19	17,17
FBT74	223,71	464,76	434,88	6,87	12,40	1,80	1,93	17,70	18,91	14,15
FBT128	204,01	427,01	401,48	6,36	11,45	1,80	1,91	17,66	18,78	12,93
FBT129	235,85	460,61	428,48	7,50	14,30	1,91	2,05	18,70	20,10	16,68
FBT130	242,8	468,12	430,5	8,74	16,70	1,91	2,08	18,74	20,38	20,04
FBT131	224,79	448,85	410,77	9,27	17,00	1,83	2,00	17,98	19,65	20,48
FBT132	202,19	427,44	404,3	5,72	10,27	1,79	1,90	17,61	18,62	11,45
FBT133	211,75	434,88	408,62	6,43	11,77	1,83	1,95	17,97	19,12	13,34
FBT134	211,43	440	415,58	5,88	10,68	1,82	1,93	17,84	18,88	11,96
FBT135	225,6	443,19	412,89	7,34	13,93	1,90	2,04	18,62	19,98	16,18
FBT136	226,61	444,84	417,49	6,55	12,53	1,91	2,04	18,77	20,00	14,33
FBT137	185,34	386,17	361,19	6,92	12,44	1,80	1,92	17,64	18,86	14,21
FBT138	183,17	386,37	363,5	6,29	11,25	1,79	1,90	17,55	18,65	12,68
FBT139	196,39	392,61	365,32	7,47	13,91	1,86	2,00	18,26	19,63	16,15
FBT141	158,63	314,24	293,44	7,09	13,37	1,89	2,02	18,50	19,81	15,43
Ortalama				7,72	14,32	1,86	2,00	18,21	19,62	16,75
Standart Sapma				0,92	1,67	0,05	0,05	0,50	0,53	2,28

B Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği

Tablo B.1 Aliağa gri andezitin p-dalga ses hızı ölçümleri

Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk (µs)	Td (µs)	Vpk (km/sn)	Vpd (km/sn)
AGA1	107,88	53,88	20,40	20,40	5,29	5,29
AGA2	108,33	53,87	20,40	20,40	5,31	5,31
AGA3	108,13	53,89	19,90	19,90	5,43	5,43
AGA4	108,46	53,88	20,30	20,40	5,34	5,32
AGA5	109,12	52,54	20,40	20,90	5,35	5,22
AGA6	108,31	52,55	20,40	20,50	5,31	5,28
AGA7	108,12	53,91	19,80	20,40	5,46	5,30
AGA8	107,55	53,92	20,40	20,90	5,27	5,15
AGA9	108,13	53,86	20,40	20,40	5,30	5,30
AGA10	107,95	53,86	19,90	20,40	5,42	5,29
AGA11	107,72	53,90	19,90	20,40	5,41	5,28
AGA12	108,52	53,87	20,40	20,40	5,32	5,32
AGA13	108,47	53,82	20,40	20,40	5,32	5,32
AGA14	108,29	52,45	19,90	20,80	5,44	5,21
AGA15	108,12	53,85	20,40	20,40	5,30	5,30
AGA16	108,43	52,44	19,90	19,40	5,45	5,59
AGA17	108,22	53,88	20,40	20,40	5,30	5,30
AGA18	107,99	53,83	19,90	20,40	5,43	5,29
AGA19	108,35	53,90	20,40	20,40	5,31	5,31
AGA20	107,03	52,48	20,40	20,40	5,25	5,25
AGA21	107,47	52,58	20,40	20,80	5,27	5,17
AGA22	105,89	53,90	19,40	19,40	5,46	5,46
AGA23	108,42	52,43	19,90	19,90	5,45	5,45
AGA24	108,59	52,55	20,40	20,90	5,32	5,20
AGA25	107,80	53,82	25,60	23,10	4,21	4,67
AGA26	108,37	52,44	22,30	21,90	4,86	4,95
AGA27	108,05	53,92	20,90	20,90	5,17	5,17
AGA28	108,16	53,91	20,40	20,90	5,30	5,18
AGA29	108,32	52,45	20,40	20,90	5,31	5,18
AGA30	108,25	53,37	21,90	21,40	4,94	5,06
AGA31	108,32	52,52	21,40	21,30	5,06	5,09
AGA32	107,99	52,22	21,70	21,30	4,98	5,07
AGA33	108,34	52,33	22,20	21,80	4,88	4,97
AGA34	107,70	52,24	25,10	21,90	4,29	4,92
AGA35	108,18	52,37	23,10	23,80	4,68	4,55
AGA36	108,28	52,60	23,10	22,30	4,69	4,86
AGA37	108,65	52,32	21,30	21,60	5,10	5,03
AGA38	108,73	52,25	20,80	21,30	5,23	5,10

Tablo B.1 devamı

AGA39	108,27	52,30	20,90	20,90	5,18	5,18
AGA40	108,33	52,48	22,40	21,80	4,84	4,97
AGA41	108,18	52,16	20,80	20,90	5,20	5,18
AGA42	108,35	52,40	21,80	21,90	4,97	4,95
AGA43	108,05	52,57	20,90	20,80	5,17	5,19
AGA44	108,37	52,42	25,20	24,60	4,30	4,41
AGA45	108,87	53,87	21,90	21,30	4,97	5,11
AGA46	108,42	52,38	20,40	20,30	5,31	5,34
AGA47	108,12	53,66	24,60	22,70	4,40	4,76
AGA48	108,55	52,34	22,30	21,80	4,87	4,98
AGA49	108,40	52,23	21,30	21,30	5,09	5,09
AGA50	108,58	52,43	21,80	22,10	4,98	4,91
AGA51	107,93	52,34	23,90	22,70	4,52	4,75
AGA52	108,43	52,58	20,40	20,90	5,32	5,19
AGA53	108,51	52,52	20,90	20,90	5,19	5,19
AGA54	108,22	52,52	20,40	21,30	5,30	5,08
AGA55	107,76	52,57	23,30	22,80	4,63	4,73
AGA56	108,44	52,40	19,90	20,40	5,45	5,32
AGA57	108,21	52,50	22,40	22,30	4,83	4,85
AGA58	108,04	52,31	22,20	21,80	4,87	4,96
AGA59	108,64	52,48	21,40	20,30	5,08	5,35
AGA60	108,61	53,73	23,90	22,70	4,54	4,78
AGA61	108,08	53,68	23,20	22,10	4,66	4,89
AGA62	108,74	53,27	21,90	21,30	4,97	5,11
AGA63	108,75	53,81	25,70	23,80	4,23	4,57
AGA64	108,66	52,45	22,50	22,30	4,83	4,87
AGA65	108,16	53,78	21,20	20,80	5,10	5,20
AGA66	108,63	53,66	23,70	23,00	4,58	4,72
AGA67	108,40	53,81	21,30	21,80	5,09	4,97
AGA68	108,21	52,37	20,80	20,80	5,20	5,20
AGA69	108,41	52,54	20,90	20,40	5,19	5,31
AGA70	108,38	52,44	24,10	23,00	4,50	4,71
AGA71	108,17	53,80	22,60	21,70	4,79	4,98
AGA72	108,57	53,63	24,40	23,10	4,45	4,70
AGA73	108,14	53,10	20,90	20,10	5,17	5,38
AGA74	108,97	52,62	22,20	22,30	4,91	4,89
AGA75	107,98	52,48	22,30	22,10	4,84	4,89
AGA76	108,76	52,39	24,20	22,40	4,49	4,86
AGA77	107,97	52,32	24,50	22,30	4,41	4,84
Ortalama					5,03	5,08
Standart Sapma					0,34	0,24

Tablo B.2 Aliağa pembe andezitin p-dalga ses hızı ölçümleri

Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk (µs)	Td (µs)	Vpk (km/sn)	Vpd (km/sn)
APA1	108,27	53,66	30,00	25,80	3,61	4,20
APA2	108,06	53,77	26,40	24,80	4,09	4,36
APA3	108,35	53,78	25,80	24,70	4,20	4,39
APA4	108,35	53,80	28,80	25,60	3,76	4,23
APA5	107,42	53,66	27,60	25,20	3,89	4,26
APA6	108,02	53,78	28,10	25,60	3,84	4,22
APA7	108,09	53,81	26,60	25,20	4,06	4,29
APA8	108,65	53,72	26,70	25,30	4,07	4,29
APA9	108,32	53,82	26,60	24,70	4,07	4,39
APA10	108,66	53,62	27,20	25,20	3,99	4,31
APA11	108,13	53,77	29,00	26,20	3,73	4,13
APA12	108,59	53,71	27,20	25,60	3,99	4,24
APA13	108,46	53,71	28,70	26,60	3,78	4,08
APA14	108,64	53,80	31,30	28,10	3,47	3,87
APA15	108,36	53,65	27,60	26,10	3,93	4,15
APA16	108,26	53,68	26,20	24,70	4,13	4,38
APA17	108,11	53,19	27,70	25,20	3,90	4,29
APA18	108,61	53,70	30,90	27,40	3,51	3,96
APA19	108,42	53,69	27,70	25,70	3,91	4,22
APA20	107,75	53,66	26,50	24,70	4,07	4,36
APA21	108,48	53,68	26,30	24,30	4,12	4,46
APA22	108,40	53,71	27,70	26,60	3,91	4,08
APA23	108,03	53,19	28,20	25,50	3,83	4,24
APA24	108,51	53,86	29,50	26,80	3,68	4,05
APA25	108,48	53,68	28,70	26,60	3,78	4,08
APA26	108,11	53,62	29,00	27,00	3,73	4,00
APA27	108,34	53,67	29,60	26,90	3,66	4,03
APA28	108,33	53,74	27,70	26,20	3,91	4,13
APA29	108,15	53,79	27,70	25,20	3,90	4,29
APA30	108,32	53,73	29,50	27,10	3,67	4,00
APA31	108,62	53,60	27,20	25,60	3,99	4,24
APA32	107,98	53,74	27,70	25,70	3,90	4,20
APA33	108,49	53,77	28,20	25,60	3,85	4,24
APA34	108,18	53,77	26,70	25,20	4,05	4,29
APA35	108,15	53,72	28,60	26,90	3,78	4,02
APA36	108,11	53,69	27,70	25,50	3,90	4,24
APA37	108,13	53,78	29,40	26,20	3,68	4,13
APA38	108,20	53,81	28,30	25,50	3,82	4,24
APA39	108,58	53,73	28,50	25,70	3,81	4,23
APA40	108,37	53,65	29,20	26,30	3,71	4,12
APA41	107,75	53,61	31,40	27,40	3,43	3,93

Tablo B.2 devamı

APA42	107,83	53,73	27,70	25,10	3,89	4,30
APA43	106,86	53,67	27,80	25,60	3,84	4,17
APA44	108,03	53,76	28,60	25,70	3,78	4,20
APA45	108,13	53,60	28,20	26,10	3,83	4,14
APA46	107,98	53,70	28,70	26,20	3,76	4,12
APA47	107,95	53,70	28,10	26,60	3,84	4,06
APA48	108,13	53,69	27,70	25,20	3,90	4,29
APA49	108,19	53,68	26,70	25,20	4,05	4,29
APA50	108,89	53,77	28,10	26,20	3,88	4,16
APA51	108,00	53,65	27,70	26,60	3,90	4,06
APA52	108,74	53,84	31,80	26,70	3,42	4,07
APA53	108,02	53,54	28,20	25,70	3,83	4,20
APA54	108,41	53,63	27,70	25,20	3,91	4,30
APA55	108,32	53,18	27,20	25,70	3,98	4,21
APA56	108,60	53,63	26,80	24,70	4,05	4,40
APA57	107,92	53,17	26,20	24,80	4,12	4,35
APA58	108,18	53,65	29,20	26,10	3,70	4,14
APA59	108,45	53,69	26,20	24,70	4,14	4,39
APA60	108,23	53,69	28,60	26,60	3,78	4,07
APA61	108,29	53,70	29,70	26,40	3,65	4,10
APA62	108,19	53,70	29,50	27,10	3,67	3,99
APA63	108,37	53,73	28,00	25,70	3,87	4,22
APA64	107,43	53,35	31,80	28,60	3,38	3,76
APA65	107,62	53,32	30,20	27,10	3,56	3,97
APA66	107,43	53,34	30,40	32,00	3,53	3,36
APA67	107,65	52,41	32,50	32,40	3,31	3,32
APA68	107,59	53,38	32,80	30,60	3,28	3,52
APA69	107,71	53,10	28,90	26,30	3,73	4,10
APA70	107,81	53,75	29,50	27,20	3,65	3,96
APA71	107,27	52,42	32,70	31,50	3,28	3,41
Ortalama					3,81	4,13
Standart Sapma					0,21	0,23

Tablo B.3 Menemen pembe andezitin p-dalga ses hızı ölçümleri

Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk (µs)	Td (µs)	Vpk (km/sn)	Vpd (km/sn)
MPA1	108,74	53,16	25,70	25,30	4,23	4,30
MPA2	108,71	53,11	25,30	24,90	4,30	4,37
MPA3	108,54	53,17	27,80	25,90	3,90	4,19
MPA4	108,11	53,21	23,40	23,30	4,62	4,64
MPA5	108,71	52,96	27,80	26,60	3,91	4,09
MPA6	109,26	53,26	26,30	25,80	4,15	4,23
MPA7	109,01	53,13	26,30	24,70	4,14	4,41
MPA8	108,87	52,51	23,90	22,90	4,56	4,75
MPA9	108,82	52,74	24,30	23,80	4,48	4,57
MPA10	108,91	52,72	24,30	23,40	4,48	4,65
MPA11	109,19	52,74	27,70	26,30	3,94	4,15
MPA12	108,75	52,71	26,30	25,30	4,13	4,30
MPA13	108,78	52,73	24,80	24,90	4,39	4,37
MPA14	108,29	53,26	27,60	27,20	3,92	3,98
MPA16	108,49	53,28	23,80	22,90	4,56	4,74
MPA17	108,79	52,80	24,30	23,90	4,48	4,55
MPA18	108,85	52,71	23,30	22,60	4,67	4,82
MPA21	108,63	52,73	26,30	26,00	4,13	4,18
MPA22	108,90	53,08	23,40	22,80	4,65	4,78
MPA23	108,84	53,24	28,30	26,90	3,85	4,05
MPA26	108,96	52,76	24,40	23,80	4,47	4,58
MPA28	109,24	53,11	24,90	24,80	4,39	4,40
MPA30	108,81	53,15	23,40	22,70	4,65	4,79
MPA31	108,78	52,76	28,60	25,80	3,80	4,22
MPA33	108,89	53,19	25,30	24,30	4,30	4,48
MPA35	108,41	52,71	27,80	26,30	3,90	4,12
MPA36	108,81	52,73	25,30	24,40	4,30	4,46
MPA37	108,64	53,21	29,20	26,70	3,72	4,07
MPA38	108,41	53,22	27,70	27,00	3,91	4,02
MPA42	108,94	52,47	23,80	22,30	4,58	4,89
MPA43	108,60	53,22	28,10	27,00	3,86	4,02
MPA44	108,89	52,75	23,80	23,80	4,58	4,58
MPA45	108,89	53,14	24,40	24,30	4,46	4,48
MPA46	108,79	52,73	24,40	24,40	4,46	4,46
MPA47	108,94	53,23	23,80	23,70	4,58	4,60
MPA48	108,30	53,19	33,40	31,80	3,24	3,41
MPA49	108,31	53,23	22,80	22,40	4,75	4,84
MPA50	108,28	53,20	25,80	25,30	4,20	4,28
MPA51	109,29	53,19	24,40	24,20	4,48	4,52
MPA55	108,44	53,24	24,80	24,80	4,37	4,37
MPA56	108,78	52,90	24,70	24,70	4,40	4,40

Tablo B.3 devamı

MPA57	108,46	53,20	26,80	25,00	4,05	4,34
MPA59	108,65	52,80	24,80	24,30	4,38	4,47
MPA60	108,73	53,17	24,30	24,30	4,47	4,47
MPA61	108,51	53,20	28,70	27,30	3,78	3,97
MPA64	108,52	52,72	27,30	25,80	3,97	4,21
MPA66	108,90	53,31	28,20	26,80	3,86	4,06
MPA68	108,44	53,24	28,20	26,80	3,85	4,05
MPA69	108,37	53,18	27,80	26,30	3,90	4,12
MPA70	108,24	53,14	29,20	27,70	3,71	3,91
MPA71	108,59	53,22	25,80	24,70	4,21	4,40
MPA72	108,16	52,72	25,30	23,90	4,28	4,53
MPA74	108,50	52,67	27,20	26,30	3,99	4,13
MPA76	105,16	52,63	28,70	27,90	3,66	3,77
MPA101	108,30	52,71	24,70	24,40	4,38	4,44
Ortalama					4,21	4,34
Standart Sapma					0,33	0,29

Tablo B.4 Foça sarı tüfün p-dalga ses hızı ölçümleri

Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk (µs)	Td (µs)	Vpk (km/sn)	Vpd (km/sn)
FST1	108,82	52,49	35,90	41,30	3,03	2,63
FST2	108,70	52,50	36,80	43,80	2,95	2,48
FST3	109,06	52,48	36,40	42,20	3,00	2,58
FST4	108,57	52,48	35,30	40,20	3,08	2,70
FST5	108,95	52,51	34,80	39,80	3,13	2,74
FST7	108,56	52,47	37,80	45,00	2,87	2,41
FST8	108,09	52,48	35,20	40,70	3,07	2,66
FST9	108,94	52,48	34,90	40,20	3,12	2,71
FST10	108,77	52,47	37,40	46,30	2,91	2,35
FST11	109,10	52,47	36,40	42,60	3,00	2,56
FST12	108,77	52,52	35,30	41,30	3,08	2,63
FST13	109,15	52,51	34,90	40,30	3,13	2,71
FST14	109,06	52,48	36,90	42,70	2,96	2,55
FST15	109,09	52,45	36,80	44,10	2,96	2,47
FST16	108,62	52,43	36,20	41,70	3,00	2,60
FST17	108,76	52,51	34,90	40,70	3,12	2,67
FST18	109,28	52,49	34,80	40,20	3,14	2,72
FST19	108,90	52,54	36,40	42,30	2,99	2,57
FST22	108,96	52,48	35,40	40,90	3,08	2,66
FST23	108,77	52,46	35,90	41,70	3,03	2,61

Tablo B.4 devamı

FST24	108,77	52,48	37,70	45,00	2,89	2,42
FST25	108,73	52,49	35,80	41,70	3,04	2,61
FST26	109,17	52,53	34,30	39,30	3,18	2,78
FST27	108,78	52,47	34,90	40,80	3,12	2,67
FST28	108,79	52,44	35,30	40,80	3,08	2,67
FST29	108,81	52,49	35,90	42,60	3,03	2,55
FST30	108,45	52,49	34,70	40,30	3,13	2,69
FST31	108,66	52,49	35,30	40,60	3,08	2,68
FST32	108,62	52,48	34,70	40,30	3,13	2,70
FST33	108,64	52,54	36,80	43,20	2,95	2,51
FST34	108,76	52,51	35,30	40,80	3,08	2,67
FST35	108,97	52,49	35,60	42,20	3,06	2,58
FST36	108,71	52,50	35,80	41,70	3,04	2,61
FST37	109,22	52,49	35,80	39,30	3,05	2,78
FST38	108,88	52,47	35,70	41,70	3,05	2,61
FST39	108,93	52,49	34,40	40,60	3,17	2,68
FST40	108,46	52,51	37,30	44,20	2,91	2,45
FST41	108,95	52,45	36,10	42,70	3,02	2,55
FST43	108,94	52,52	36,30	41,70	3,00	2,61
FST44	108,85	52,49	36,80	43,00	2,96	2,53
FST45	109,02	52,42	35,80	41,10	3,05	2,65
FST46	108,99	52,43	36,30	42,20	3,00	2,58
FST47	109,04	52,50	35,40	41,30	3,08	2,64
FST48	109,00	52,51	34,20	40,10	3,19	2,72
FST49	109,03	52,49	35,80	41,80	3,05	2,61
FST50	108,92	52,57	35,80	41,20	3,04	2,64
FST51	108,93	52,43	35,20	40,70	3,09	2,68
FST52	108,95	52,45	35,30	40,50	3,09	2,69
FST53	109,27	52,43	36,70	43,00	2,98	2,54
FST54	109,21	52,42	34,80	40,20	3,14	2,72
FST55	108,99	52,52	36,00	42,40	3,03	2,57
FST56	109,10	52,45	35,80	41,90	3,05	2,60
FST57	108,86	52,49	34,90	40,10	3,12	2,71
FST58	108,39	52,45	37,80	45,60	2,87	2,38
FST59	108,78	52,50	35,40	41,20	3,07	2,64
FST60	108,88	52,47	35,90	42,60	3,03	2,56
FST61	108,95	52,47	36,30	43,10	3,00	2,53
FST62	109,05	52,43	35,40	40,70	3,08	2,68
FST63	108,99	52,49	36,30	42,30	3,00	2,58
FST64	108,87	52,48	35,90	42,70	3,03	2,55
FST65	109,16	52,46	35,40	41,80	3,08	2,61
FST66	109,08	52,54	34,90	39,80	3,13	2,74

Tablo B.4 devamı

FST67	108,31	52,50	35,50	41,80	3,05	2,59
FST68	108,76	52,44	34,90	40,30	3,12	2,70
FST69	108,15	52,47	36,30	42,60	2,98	2,54
FST70	109,18	52,51	36,40	42,70	3,00	2,56
FST72	108,13	52,44	36,30	42,00	2,98	2,57
FST73	109,10	52,48	34,90	39,90	3,13	2,73
Ortalama					3,04	2,61
Standart Sapma					0,07	0,09

Tablo B.5 Foça beyaz tüfün p-dalga ses hızı ölçümleri

Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk (µs)	Td (µs)	Vpk (km/sn)	Vpd (km/sn)
FBT9	109,56	52,41	34,30	43,40	3,19	2,52
FBT16	109,05	53,28	35,20	43,10	3,10	2,53
FBT26	108,82	53,26	34,40	43,10	3,16	2,52
FBT27	109,04	53,32	32,30	43,50	3,38	2,51
FBT64	110,04	53,37	34,30	41,80	3,21	2,63
FBT66	108,66	53,40	33,90	41,80	3,21	2,60
FBT67	108,63	52,41	35,60	41,60	3,05	2,61
FBT74	109,26	53,27	35,30	43,60	3,10	2,51
FBT128	101,21	53,29	33,80	42,50	2,99	2,38
FBT129	101,56	53,27	28,80	36,00	3,53	2,82
FBT130	101,60	53,40	28,30	33,50	3,59	3,03
FBT131	101,28	53,39	31,80	39,90	3,18	2,54
FBT132	102,06	53,24	34,00	41,30	3,00	2,47
FBT133	101,22	53,21	32,20	38,60	3,14	2,62
FBT134	101,96	53,64	33,30	40,20	3,06	2,54
FBT135	101,55	52,41	29,20	36,90	3,48	2,75
FBT136	98,65	53,27	28,30	33,70	3,49	2,93
FBT137	91,85	53,08	30,20	37,90	3,04	2,42
FBT138	90,78	53,62	30,30	37,10	3,00	2,45
FBT139	88,74	53,25	26,20	31,50	3,39	2,82
FBT141	70,56	53,26	20,90	26,20	3,38	2,69
Ortalama					3,22	2,61
Standart Sapma					0,19	0,17

Tablo B.6 Alaçatı tüfü p-dalga ses hızı ölçümleri

Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk (µs)	Td (µs)	Vpk (km/sn)	Vpd (km/sn)
AT1	110,88	53,80	40,70	58,80	2,72	1,89
AT2	111,25	53,88	41,60	60,70	2,67	1,83
AT3	108,06	53,80	37,90	51,20	2,85	2,11
AT4	107,96	53,75	41,90	49,60	2,58	2,18
AT5	107,36	53,82	42,20	49,70	2,54	2,16
AT6	106,46	53,87	38,80	54,60	2,74	1,95
AT8	109,01	53,86	39,40	52,30	2,77	2,08
AT9	108,19	53,72	44,20	50,40	2,45	2,15
AT11	109,07	53,84	42,20	49,80	2,58	2,19
AT12	108,76	53,86	38,90	49,80	2,80	2,18
AT13	106,96	53,83	38,00	49,10	2,81	2,18
AT14	108,21	53,91	44,50	51,80	2,43	2,09
AT15	108,14	53,78	40,90	56,80	2,64	1,90
AT16	108,32	53,74	41,50	57,20	2,61	1,89
AT17	107,81	53,89	40,40	57,40	2,67	1,88
AT18	107,19	53,87	38,90	48,70	2,76	2,20
AT19	107,59	53,82	34,20	39,50	3,15	2,72
AT20	107,97	53,84	34,80	43,20	3,10	2,50
AT22	108,21	53,86	40,30	57,10	2,69	1,90
AT23	108,78	53,90	34,20	40,40	3,18	2,69
AT25	108,67	53,89	41,20	57,20	2,64	1,90
AT26	108,20	53,88	35,40	42,90	3,06	2,52
AT28	108,97	53,86	35,60	46,50	3,06	2,34
AT30	109,00	53,82	39,80	50,10	2,74	2,18
AT31	108,51	53,86	40,40	58,90	2,69	1,84
AT32	106,77	53,69	40,20	48,20	2,66	2,22
AT33	106,48	53,89	39,10	56,00	2,72	1,90
AT34	109,10	53,84	34,70	43,90	3,14	2,49
AT35	108,87	53,87	41,70	60,40	2,61	1,80
AT36	108,64	53,85	37,50	47,90	2,90	2,27
AT37	110,11	53,82	41,40	50,80	2,66	2,17
AT38	108,38	53,73	37,70	47,80	2,87	2,27
AT39	107,53	53,80	38,10	50,00	2,82	2,15
AT40	106,52	53,88	42,30	58,00	2,52	1,84
AT41	107,69	53,74	39,40	47,50	2,73	2,27
AT42	107,87	53,76	45,40	58,40	2,38	1,85
AT43	107,83	53,82	38,60	51,20	2,79	2,11
AT44	109,40	53,88	40,80	53,60	2,68	2,04
AT45	108,79	53,87	41,90	59,30	2,60	1,83
AT46	107,42	53,83	39,50	58,90	2,72	1,82

Tablo B.6 devamı

AT48	107,11	53,89	41,20	49,80	2,60	2,15
AT49	107,88	53,88	41,90	50,70	2,57	2,13
AT50	109,56	53,81	40,60	50,10	2,70	2,19
AT51	108,42	53,75	39,60	52,30	2,74	2,07
AT53	109,38	53,79	41,40	48,80	2,64	2,24
AT54	110,01	53,85	38,90	57,80	2,83	1,90
AT55	107,60	53,84	36,20	49,50	2,97	2,17
AT56	106,49	53,93	39,40	48,60	2,70	2,19
AT57	109,08	53,88	40,90	57,80	2,67	1,89
AT58	106,82	53,81	38,50	53,00	2,77	2,02
AT59	107,17	53,86	43,10	62,40	2,49	1,72
AT60	106,59	53,91	39,30	53,20	2,71	2,00
AT61	111,05	53,86	40,30	50,60	2,76	2,19
AT62	110,26	53,86	42,30	49,80	2,61	2,21
AT63	108,15	53,86	42,40	49,70	2,55	2,18
AT64	110,73	53,87	35,80	44,00	3,09	2,52
AT65	110,64	53,89	42,30	50,40	2,62	2,20
AT67	106,63	53,70	38,80	50,10	2,75	2,13
AT68	108,62	53,81	40,90	58,20	2,66	1,87
AT69	107,62	53,88	37,80	49,70	2,85	2,17
AT71	109,94	53,83	35,90	45,10	3,06	2,44
AT72	107,68	53,89	34,90	44,60	3,09	2,41
Ortalama					2,74	2,12
Standart Sapma					0,18	0,22

C Vakum Basıncı Altında Ağırlıkça Su Emme

Tablo C.1 Aliağa gri andezit vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Wvac (%)
AGA2	409,59	654,64	649,88	0,73
AGA6	392,58	625,81	621,11	0,76
AGA12	411,64	656,92	652,46	0,68
AGA15	409,03	653,22	648,56	0,72
AGA20	386,69	616,01	611,42	0,75
AGA23	394,47	626,46	622,47	0,64
AGA45	415,38	661,11	656,05	0,77
AGA51	393,73	624,66	620,08	0,74
AGA57	384,62	617,25	611,13	1,00
AGA61	412,9	655,98	651,07	0,75
AGA68	384,96	616,45	611,54	0,80
AGA75	390,68	621,76	616,35	0,88
Ortalama				0,77
Standart Sapma				0,09

Tablo C.2 Aliağa pembe andezit vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Wvac (%)
APA1	353,46	595,67	570,91	4,34
APA6	358,65	601,05	578,78	3,85
APA15	356,52	598,92	575,6	4,05
APA18	350,08	592,72	565,11	4,89
APA21	358,65	601,13	581,48	3,38
APA22	354,95	597,06	573,89	4,04
APA23	345,82	582,45	559,48	4,11
APA30	350,93	593,22	566,72	4,68
APA34	354,82	597,94	572,63	4,42
APA46	353,66	595,28	571,74	4,12
APA54	356,39	598,47	576,95	3,73
APA57	348,46	585,69	563,42	3,95
Ortalama				4,13
Standart Sapma				0,39

Tablo C.3 Menemen pembe andezit vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Wvac (%)
MPA17	346,01	581,83	552,68	5,27
MPA22	359,37	603,25	577,11	4,53
MPA37	329,16	569,85	534,22	6,67
MPA42	350,78	588,41	563,27	4,46
MPA45	352,15	592,56	561,88	5,46
MPA50	341,45	579,63	545,03	6,35
MPA64	321,8	559,76	529,81	5,65
MPA66	330,81	570,95	530,09	7,71
MPA69	329,11	569,01	532,99	6,76
MPA70	323,19	560,35	518,5	8,07
Ortalama				6,09
Standart Sapma				1,17

Tablo C.4 Foça sarı tüfün vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Wvac(%)
FST3	241,47	474,92	409,92	15,86
FST7	234,02	465,78	396,04	17,61
FST9	243,48	477,3	425,43	12,19
FST10	240,89	473,71	406,07	16,66
FST19	239,22	473,8	422,08	12,25
FST26	242,44	475,63	417,18	14,01
FST28	236,98	471,2	420,02	12,19
FST30	238,45	471,98	421,05	12,10
FST35	240,11	474,83	423,58	12,10
FST37	238,82	474,42	423,16	12,11
FST66	244,74	478,75	418,85	14,30
FST68	239,76	473,35	419,61	12,81
Ortalama				13,68
Standart Sapma				1,92

Tablo C.5 Foça beyaz tüfün vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Wvac (%)
FBT1	84,53	177	163,36	8,35
FBT7	102,05	197,35	180,23	9,50
FBT8	111,65	224,49	201,11	11,63
FBT12	102,3	210,69	194,46	8,35
FBT28	142,39	273,5	249,77	9,50
FBT30	139,57	276,14	251,11	9,97
FBT40	169,7	347,24	322,09	7,81
FBT42	92,49	193,53	175,48	10,29
FBT51	131,2	259,93	232,26	11,91
FBT52	139,17	290,82	264,55	9,93
FBT63	87,57	181,81	169,24	7,43
Ortalama				9,51
Standart Sapma				1,39

Tablo C.6 Alaçatı tüfün vakum basıncı altında ağırlıkça su emme değerleri

Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Wvac (%)
AT8	169,86	413,38	334,55	23,56
AT12	165,94	408,83	337,52	21,13
AT17	167,84	409,36	333,27	22,83
AT19	193,61	434,78	368,24	18,07
AT20	196,17	438,11	374,95	16,84
AT26	184,5	426,67	360,14	18,47
AT31	168,3	411,36	333,58	23,32
AT33	164,32	403,62	326,2	23,73
AT35	160,55	404,8	328,46	23,24
AT48	170,43	409,6	334,16	22,58
AT54	181,19	426,94	348,04	22,67
AT64	209,38	458,81	394,68	16,25
Ortalama				21,06
Standart Sapma				2,71

D Tek Eksenli Basınç Direnci Deney Sonuçları

Tablo D.1 Aliağa gri andezit kuru tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
AGA1	107,88	53,88	331,70	2,00	22,79	1484,20	148,42
AGA3	108,13	53,89	350,90	2,01	22,80	1569,68	156,97
AGA4	108,46	53,88	401,10	2,01	22,78	1795,07	179,51
AGA8	107,55	53,92	287,00	1,99	22,82	1282,40	128,24
AGA67	108,40	53,81	282,10	2,01	22,73	1265,55	126,56
AGA77	107,97	52,32	309,00	2,06	21,49	1466,45	146,65
AGA13	108,47	53,82	390,70	2,02	22,74	1751,94	175,19
AGA48	108,55	52,34	263,70	2,07	21,50	1250,51	125,05
AGA49	108,40	52,23	336,90	2,08	21,42	1604,07	160,41
AGA50	108,58	52,43	375,00	2,07	21,58	1772,21	177,22
AGA52	108,43	52,58	287,40	2,06	21,70	1350,48	135,05
Ortalama						1508,41	150,84
Standart Sapma						197,22	19,72

Tablo D.2 Aliağa gri andezit doygun tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
AGA5	109,12	52,54	242,00	2,08	21,67	1138,88	113,89
AGA7	108,12	53,91	407,60	2,01	22,81	1821,79	182,18
AGA9	108,13	53,86	213,30	2,01	22,77	955,13	95,51
AGA38	108,73	52,25	303,40	2,08	21,43	1443,60	144,36
AGA40	108,33	52,48	356,70	2,06	21,62	1682,20	168,22
AGA58	108,04	52,31	337,80	2,07	21,48	1603,90	160,39
AGA64	108,66	52,45	292,20	2,07	21,60	1379,59	137,96
AGA76	108,76	52,39	312,40	2,08	21,55	1478,49	147,85
AGA55	107,76	52,57	230,80	2,05	21,69	1084,83	108,48
AGA56	108,44	52,40	312,70	2,07	21,56	1479,20	147,92
AGA63	108,75	53,81	302,60	2,02	22,73	1357,39	135,74
Ortalama						1402,27	140,23
Standart Sapma						248,82	24,88

Tablo D.3 Aliağa pembe andezit kuru tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
APA3	108,35	53,78	138,40	2,01	22,70	621,58	62,16
APA4	108,35	53,80	94,20	2,01	22,72	422,83	42,28
APA5	107,42	53,66	101,10	2,00	22,60	456,09	45,61
APA7	108,09	53,81	114,30	2,01	22,73	512,72	51,27
APA11	108,13	53,77	144,70	2,01	22,70	650,06	65,01
APA13	108,46	53,71	137,80	2,02	22,65	620,50	62,05
APA56	108,60	53,63	127,70	2,03	22,58	576,74	57,67
APA16	108,26	53,68	132,60	2,02	22,62	597,75	59,78
APA51	108,00	53,65	112,30	2,01	22,59	506,85	50,69
Ortalama						551,68	55,17
Standart Sapma						75,51	7,55

Tablo D.4 Aliağa pembe andezit doygun tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
APA2	108,06	53,77	131,50	2,01	22,69	590,87	59,09
APA10	108,66	53,62	122,80	2,03	22,57	554,81	55,48
APA12	108,59	53,71	76,40	2,02	22,64	344,09	34,41
APA27	108,34	53,67	90,10	2,02	22,61	406,28	40,63
APA32	107,98	53,74	98,40	2,01	22,67	442,59	44,26
APA60	108,23	53,69	71,90	2,02	22,63	323,97	32,40
APA63	108,37	53,73	103,10	2,02	22,66	463,99	46,40
APA43	106,86	53,67	94,40	1,99	22,61	425,79	42,58
APA50	108,89	53,77	122,10	2,03	22,70	548,58	54,86
APA58	108,18	53,65	91,80	2,02	22,59	414,29	41,43
Ortalama						451,53	45,15
Standart Sapma						84,65	8,46

Tablo D.5 Menemen pembe andezit kuru tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
MPA1	108,74	53,16	84,90	2,05	22,18	390,28	39,03
MPA4	108,11	53,21	98,60	2,03	22,23	452,37	45,24
MPA9	108,82	52,74	99,80	2,06	21,83	466,12	46,61
MPA16	108,49	53,28	118,90	2,04	22,29	544,02	54,40
MPA18	108,85	52,71	129,60	2,07	21,81	605,93	60,59
MPA30	108,81	53,15	105,30	2,05	22,17	484,25	48,42
MPA49	108,31	53,23	116,10	2,03	22,24	532,21	53,22
Ortalama						496,45	49,65
Standart Sapma						65,26	6,53

Tablo D.6 Menemen pembe andezit doygun tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
MPA2	108,71	53,11	98,80	2,05	22,14	455,08	45,51
MPA3	108,54	53,17	95,90	2,04	22,19	440,60	44,06
MPA5	108,71	52,96	85,80	2,05	22,02	397,33	39,73
MPA66	108,90	53,31	73,60	2,04	22,31	336,44	33,64
MPA57	108,46	53,20	97,20	2,04	22,22	446,16	44,62
MPA68	108,44	53,24	88,40	2,04	22,25	405,12	40,51
MPA76	105,16	52,63	69,50	2,00	21,74	325,96	32,60
Ortalama						400,95	40,10
Standart Sapma						48,35	4,83

Tablo D.7 Foça sarı tüf kuru tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
FST5	108,95	52,51	76,30	2,07	21,64	359,52	35,95
FST16	108,62	52,43	62,20	2,07	21,58	293,92	29,39
FST34	108,76	52,51	78,30	2,07	21,65	368,84	36,88
FST40	108,46	52,51	54,20	2,07	21,65	255,32	25,53
FST41	108,95	52,45	75,50	2,08	21,60	356,50	35,65
FST44	108,85	52,49	68,90	2,07	21,63	324,84	32,48
FST45	109,02	52,42	55,90	2,08	21,57	264,30	26,43
FST59	108,78	52,50	74,70	2,07	21,64	352,02	35,20
FST73	109,10	52,48	127,90	2,08	21,62	603,29	60,33
						353,17	35,32
						96,98	9,70

Tablo D.8 Foça sarı tüf doygun tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
FST4	108,57	52,48	59,90	2,07	21,62	282,57	28,26
FST13	109,15	52,51	77,60	2,08	21,64	365,58	36,56
FST29	108,81	52,49	51,90	2,07	21,63	244,69	24,47
FST48	109,00	52,51	52,40	2,08	21,65	246,84	24,68
FST72	108,13	52,44	65,20	2,06	21,59	307,95	30,80
FST62	109,05	52,43	53,90	2,08	21,58	254,70	25,47
FST67	108,31	52,50	48,80	2,06	21,63	230,03	23,00
Ortalama						276,05	27,61
Standart Sapma						43,89	4,39

Tablo D.9 Foça beyaz tüf kuru tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
FBT9	109,56	52,41	32,50	2,09	21,56	153,68	15,37
FBT25	109,25	53,30	50,80	2,05	22,30	232,28	23,23
FBT26	108,82	53,26	43,50	2,04	22,27	199,20	19,92
FBT27	109,04	53,32	44,50	2,05	22,31	203,36	20,34
FBT66	108,66	53,40	47,30	2,03	22,38	215,49	21,55
Ortalama						200,80	20,08
Standart Sapma						26,22	2,62

Tablo D.10 Foça beyaz tüf doygun tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
FBT4	109,12	53,30	21,20	2,05	22,30	96,95	9,70
FBT16	109,05	53,28	45,00	2,05	22,29	205,90	20,59
FBT64	110,04	53,37	22,40	2,06	22,36	102,16	10,22
FBT67	108,63	52,41	22,90	2,07	21,56	108,32	10,83
FBT74	109,26	53,27	26,10	2,05	22,27	119,49	11,95
Ortalama						126,56	12,66
Standart Sapma						40,37	4,04

Tablo D.11 Alaçatı tüf kuru tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
AT14	108,21	53,91	27,10	2,01	22,82	121,11	12,11
AT15	108,14	53,78	32,20	2,01	22,70	144,64	14,46
AT23	108,78	53,90	42,70	2,02	22,80	190,94	19,09
AT28	108,97	53,86	26,20	2,02	22,77	117,34	11,73
AT30	109,00	53,82	36,90	2,03	22,74	165,49	16,55
AT39	107,53	53,80	23,90	2,00	22,72	107,28	10,73
AT64	110,73	53,87	34,90	2,06	22,78	156,25	15,62
AT71	109,94	53,83	27,10	2,04	22,74	121,50	12,15
Ortalama						140,57	14,06
Standart Sapma						26,95	2,70

Tablo D.12 Alaçatı tüf doygun tek eksenli basınç direnci

Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (kg/cm^2)	UCS (MPa)
AT3	108,06	53,80	12,50	2,01	22,72	56,09	5,61
AT4	107,96	53,75	11,40	2,01	22,68	51,26	5,13
AT9	108,19	53,72	10,30	2,01	22,65	46,37	4,64
AT36	108,64	53,85	14,50	2,02	22,76	64,96	6,50
AT46	107,42	53,83	11,40	2,00	22,75	51,10	5,11
AT55	107,60	53,84	10,80	2,00	22,75	48,40	4,84
AT61	111,05	53,86	23,70	2,06	22,77	106,14	10,61
Ortalama						60,62	6,06
Standart Sapma						19,43	1,94

E Nokta Yükü Dayanım İndeksi Deney Sonuçları

Tablo E.1 Aliağa gri andezit kuru eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AGA78	5,44	5,38	21,32	1,01	22,76	28,99	1,03	0,74	7,35	0,76	7,60
AGA79	5,46	5,38	17,79	1,01	22,75	28,98	1,03	0,61	6,14	0,63	6,34
AGA80	5,45	5,25	15,39	1,04	21,67	27,60	1,02	0,56	5,58	0,57	5,70
AGA81	5,46	5,39	18,75	1,01	22,80	29,05	1,03	0,65	6,46	0,67	6,68
AGA82	5,42	5,38	16,97	1,01	22,76	28,99	1,03	0,59	5,85	0,61	6,05
Ortalama								0,63	6,28	0,65	6,48
Standart Sapma								0,06	0,61	0,06	0,65

Tablo E.2 Aliağa gri andezit doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AGA88	5,48	5,26	18,01	1,04	21,69	27,63	1,02	0,65	6,52	0,67	6,67
AGA89	5,48	5,25	16,93	1,04	21,67	27,60	1,02	0,61	6,13	0,63	6,27
AGA90	5,41	5,39	14,01	1,00	22,82	29,07	1,03	0,48	4,82	0,50	4,99
AGA91	5,48	5,38	17,21	1,02	22,74	28,97	1,03	0,59	5,94	0,61	6,14
AGA92	5,39	5,39	15,89	1,00	22,80	29,05	1,03	0,55	5,47	0,57	5,66
Ortalama								0,58	5,78	0,59	5,94
Standart Sapma								0,06	0,59	0,06	0,58

Tablo E.3 Aliağa gri andezit kuru çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AGA83	5,39	5,38	14,20	1,00	22,76	28,99	1,03	0,49	4,90	0,51	5,06
AGA84	5,34	5,39	16,63	0,99	22,85	29,10	1,03	0,57	5,71	0,59	5,91
AGA85	5,40	5,40	18,32	1,00	22,85	29,11	1,03	0,63	6,30	0,65	6,51
AGA86	5,50	5,33	16,28	1,03	22,28	28,39	1,03	0,57	5,74	0,59	5,90
AGA87	5,56	5,25	22,41	1,06	21,66	27,59	1,02	0,81	8,12	0,83	8,30
Ortalama								0,62	6,15	0,63	6,34
Standart Sapma								0,11	1,08	0,11	1,09

Tablo E.4 Aliağa gri andezit doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AGA93	5,48	5,38	17,66	1,02	22,74	28,97	1,03	0,61	6,10	0,63	6,30
AGA94	5,46	5,36	14,27	1,02	22,59	28,77	1,03	0,50	4,96	0,51	5,12
AGA95	5,54	5,24	15,56	1,06	21,55	27,46	1,02	0,57	5,67	0,58	5,79
AGA96	5,47	5,25	16,50	1,04	21,61	27,52	1,02	0,60	6,00	0,61	6,13
AGA97	5,42	5,39	14,73	1,01	22,77	29,00	1,03	0,51	5,08	0,53	5,25
Ortalama								0,56	5,56	0,57	5,72
Standart Sapma								0,05	0,46	0,05	0,47

Tablo E.5 Aliağa pembe andezit kuru eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
APA72	5,54	5,38	9,44	1,03	22,72	28,94	1,03	0,33	3,26	0,34	3,37
APA73	5,49	5,38	11,16	1,02	22,70	28,92	1,03	0,39	3,86	0,40	3,99
APA74	5,53	5,34	8,31	1,03	22,40	28,53	1,03	0,29	2,91	0,30	3,00
APA75	5,47	5,38	10,93	1,02	22,72	28,94	1,03	0,38	3,77	0,39	3,90
APA76	5,48	5,38	10,52	1,02	22,70	28,91	1,03	0,36	3,64	0,38	3,76
APA77	5,52	5,39	8,29	1,02	22,78	29,02	1,03	0,29	2,86	0,30	2,95
APA78	5,52	5,38	9,59	1,03	22,68	28,90	1,03	0,33	3,32	0,34	3,43
Ortalama								0,34	3,37	0,35	3,49
Standart Sapma								0,04	0,37	0,04	0,38

Tablo E.6 Aliağa pembe andezit doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
APA85	5,46	5,37	5,31	1,02	22,65	28,85	1,03	0,18	1,84	0,19	1,90
APA86	5,46	5,38	10,04	1,02	22,69	28,90	1,03	0,35	3,47	0,36	3,59
APA87	5,47	5,38	6,91	1,02	22,72	28,94	1,03	0,24	2,39	0,25	2,47
APA88	5,49	5,38	7,84	1,02	22,70	28,92	1,03	0,27	2,71	0,28	2,80
APA89	5,46	5,38	9,46	1,01	22,74	28,97	1,03	0,33	3,27	0,34	3,38
APA90	5,44	5,38	5,26	1,01	22,72	28,94	1,03	0,18	1,82	0,19	1,88
APA91	5,56	5,39	8,85	1,03	22,79	29,03	1,03	0,30	3,05	0,32	3,15
Ortalama								0,26	2,65	0,27	2,74
Standart Sapma								0,06	0,61	0,06	0,63

Tablo E.7 Aliağa pembe andezit kuru çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
APA79	5,46	5,38	7,95	1,02	22,68	28,89	1,03	0,28	2,75	0,28	2,84
APA80	5,50	5,32	9,80	1,04	22,20	28,27	1,03	0,35	3,46	0,36	3,56
APA81	5,54	5,37	7,07	1,03	22,66	28,87	1,03	0,25	2,45	0,25	2,53
APA82	5,52	5,38	9,98	1,03	22,75	28,98	1,03	0,34	3,44	0,36	3,56
APA83	5,49	5,37	8,75	1,02	22,67	28,88	1,03	0,30	3,03	0,31	3,13
APA84	5,49	5,38	9,39	1,02	22,75	28,98	1,03	0,32	3,24	0,34	3,35
Ortalama								0,31	3,06	0,32	3,16
Standart Sapma								0,04	0,37	0,04	0,38

Tablo E.8 Aliağa pembe andezit doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
APA92	5,46	5,37	7,10	1,02	22,67	28,88	1,03	0,25	2,46	0,25	2,54
APA93	5,53	5,38	6,08	1,03	22,69	28,90	1,03	0,21	2,10	0,22	2,17
APA94	5,48	5,38	9,73	1,02	22,72	28,95	1,03	0,34	3,36	0,35	3,47
APA95	5,47	5,39	5,48	1,02	22,77	29,01	1,03	0,19	1,89	0,20	1,95
APA96	5,45	5,38	6,55	1,01	22,73	28,96	1,03	0,23	2,26	0,23	2,34
APA97	5,50	5,37	8,03	1,02	22,63	28,83	1,03	0,28	2,78	0,29	2,87
Ortalama								0,25	2,48	0,26	2,56
Standart Sapma								0,05	0,48	0,05	0,50

Tablo E.9 Menemen pembe andezit kuru eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
MPA77	5,47	5,33	12,18	1,03	22,30	28,40	1,03	0,43	4,29	0,44	4,41
MPA84	5,45	5,33	9,61	1,02	22,27	28,37	1,03	0,34	3,39	0,35	3,49
MPA85	5,55	5,33	10,99	1,04	22,28	28,38	1,03	0,39	3,87	0,40	3,98
MPA86	5,46	5,33	12,31	1,03	22,27	28,37	1,03	0,43	4,34	0,45	4,46
MPA96	5,39	5,32	8,98	1,01	22,21	28,29	1,03	0,32	3,17	0,33	3,26
MPA97	5,48	5,32	10,55	1,03	22,25	28,34	1,03	0,37	3,72	0,38	3,83
Ortalama								0,38	3,80	0,39	3,91
Standart Sapma								0,04	0,43	0,04	0,44

Tablo E.10 Menemen pembe andezit doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
MPA87	5,47	5,31	9,36	1,03	22,16	28,23	1,03	0,33	3,32	0,34	3,41
MPA88	5,46	5,32	6,83	1,03	22,22	28,30	1,03	0,24	2,41	0,25	2,48
MPA89	5,48	5,32	7,72	1,03	22,21	28,29	1,03	0,27	2,73	0,28	2,81
MPA90	5,50	5,32	8,35	1,03	22,23	28,32	1,03	0,29	2,95	0,30	3,03
MPA91	5,45	5,33	5,25	1,02	22,28	28,39	1,03	0,19	1,85	0,19	1,90
MPA92	5,49	5,32	10,74	1,03	22,20	28,28	1,03	0,38	3,80	0,39	3,90
Ortalama								0,28	2,84	0,29	2,92
Standart Sapma								0,06	0,62	0,06	0,64

Tablo E.11 Menemen pembe andezit kuru çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
MPA78	5,47	5,32	9,95	1,03	22,22	28,30	1,03	0,35	3,52	0,36	3,62
MPA79	5,50	5,32	10,14	1,03	22,21	28,29	1,03	0,36	3,58	0,37	3,68
MPA80	5,45	5,32	8,82	1,03	22,20	28,27	1,03	0,31	3,12	0,32	3,21
MPA81	5,47	5,32	11,11	1,03	22,23	28,32	1,03	0,39	3,92	0,40	4,03
MPA82	5,44	5,32	12,98	1,02	22,21	28,29	1,03	0,46	4,59	0,47	4,72
MPA83	5,46	5,32	9,04	1,02	22,25	28,34	1,03	0,32	3,19	0,33	3,28
Ortalama								0,37	3,65	0,38	3,76
Standart Sapma								0,05	0,49	0,05	0,51

Tablo E.12 Menemen pembe andezit doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
MPA93	5,48	5,32	5,91	1,03	22,24	28,33	1,03	0,21	2,08	0,21	2,14
MPA94	5,43	5,32	6,15	1,02	22,20	28,27	1,03	0,22	2,17	0,22	2,23
MPA95	5,46	5,31	10,89	1,03	22,16	28,23	1,03	0,39	3,86	0,40	3,96
MPA98	5,45	5,32	6,17	1,02	22,24	28,33	1,03	0,22	2,18	0,22	2,24
MPA99	5,47	5,28	9,97	1,04	21,85	27,83	1,02	0,36	3,58	0,37	3,67
MPA100	5,47	5,32	6,03	1,03	22,23	28,32	1,03	0,21	2,13	0,22	2,19
Ortalama								0,27	2,67	0,27	2,74
Standart Sapma								0,07	0,75	0,08	0,77

Tablo E.13 Foça beyaz tüf kuru eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FBT76	5,57	5,33	4,45	1,04	22,31	28,43	1,03	0,16	1,56	0,16	1,61
FBT77	5,61	5,30	6,80	1,06	22,08	28,12	1,03	0,24	2,42	0,25	2,48
FBT78	5,60	5,24	6,29	1,07	21,57	27,47	1,02	0,23	2,29	0,23	2,34
FBT79	5,61	5,33	5,41	1,05	22,30	28,40	1,03	0,19	1,91	0,20	1,96
FBT80	5,58	5,33	6,61	1,05	22,28	28,38	1,03	0,23	2,33	0,24	2,40
Ortalama								0,21	2,10	0,22	2,16
Standart Sapma								0,03	0,32	0,03	0,33

Tablo E.14 Foça beyaz tüf doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FBT90	5,59	5,33	2,48	1,05	22,32	28,43	1,03	0,09	0,87	0,09	0,90
FBT91	5,63	5,33	5,19	1,06	22,26	28,36	1,03	0,18	1,83	0,19	1,88
FBT92	5,59	5,32	3,21	1,05	22,20	28,28	1,03	0,11	1,14	0,12	1,17
FBT93	5,52	5,32	3,23	1,04	22,20	28,28	1,03	0,11	1,14	0,12	1,17
FBT94	5,62	5,32	2,45	1,06	22,20	28,28	1,03	0,09	0,87	0,09	0,89
Ortalama								0,12	1,17	0,12	1,20
Standart Sapma								0,04	0,35	0,04	0,36

Tablo E.15 Foça beyaz tüf kuru çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FBT81	5,63	5,34	4,99	1,05	22,42	28,57	1,03	0,17	1,75	0,18	1,80
FBT82	5,61	5,34	4,91	1,05	22,35	28,47	1,03	0,17	1,72	0,18	1,77
FBT83	5,41	5,35	4,58	1,01	22,43	28,58	1,03	0,16	1,60	0,17	1,65
FBT84	5,58	5,34	5,33	1,05	22,35	28,48	1,03	0,19	1,87	0,19	1,93
FBT86	5,63	5,32	5,11	1,06	22,25	28,34	1,03	0,18	1,80	0,19	1,85
Ortalama								0,17	1,75	0,18	1,80
Standart Sapma								0,01	0,09	0,01	0,09

Tablo E.16 Foça beyaz tüf doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FBT75	5,59	5,33	2,63	1,05	22,33	28,44	1,03	0,09	0,93	0,10	0,95
FBT85	5,56	5,33	3,00	1,04	22,30	28,40	1,03	0,11	1,05	0,11	1,09
FBT87	5,55	5,38	2,77	1,03	22,69	28,90	1,03	0,10	0,96	0,10	0,99
FBT88	5,63	5,34	2,54	1,06	22,36	28,48	1,03	0,09	0,89	0,09	0,92
FBT89	5,57	5,33	2,63	1,05	22,26	28,36	1,03	0,09	0,93	0,10	0,96
Ortalama								0,10	0,95	0,10	0,98
Standart Sapma								0,01	0,06	0,01	0,06

Tablo E.17 Foça sarı tüf kuru eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FST86	5,50	5,25	6,94	1,05	21,61	27,53	1,02	0,25	2,52	0,26	2,58
FST87	5,46	5,25	6,18	1,04	21,61	27,53	1,02	0,22	2,25	0,23	2,29
FST88	5,48	5,25	7,86	1,04	21,60	27,52	1,02	0,29	2,86	0,29	2,92
FST89	5,48	5,24	7,04	1,05	21,59	27,50	1,02	0,26	2,56	0,26	2,61
FST90	5,46	5,25	6,59	1,04	21,63	27,56	1,02	0,24	2,39	0,24	2,45
FST91	5,54	5,25	6,31	1,06	21,61	27,53	1,02	0,23	2,29	0,23	2,34
Ortalama								0,25	2,48	0,25	2,53
Standart Sapma								0,02	0,20	0,02	0,21

Tablo E.18 Foça sarı tüf doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FST74	5,50	5,24	2,19	1,05	21,59	27,51	1,02	0,08	0,79	0,08	0,81
FST75	5,49	5,25	2,87	1,05	21,60	27,51	1,02	0,10	1,04	0,11	1,06
FST76	5,49	5,25	2,25	1,05	21,63	27,55	1,02	0,08	0,82	0,08	0,83
FST77	5,57	5,25	4,68	1,06	21,60	27,51	1,02	0,17	1,70	0,17	1,74
FST78	5,49	5,25	3,32	1,04	21,64	27,57	1,02	0,12	1,20	0,12	1,23
FST79	5,48	5,25	2,94	1,04	21,63	27,55	1,02	0,11	1,07	0,11	1,09
Ortalama								0,11	1,10	0,11	1,13
Standart Sapma								0,03	0,30	0,03	0,31

Tablo E.19 Foça sarı tüf kuru çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FST92	5,50	5,24	3,89	1,05	21,58	27,49	1,02	0,14	1,41	0,14	1,44
FST93	5,51	5,24	4,44	1,05	21,58	27,49	1,02	0,16	1,61	0,16	1,65
FST94	5,43	5,25	6,53	1,03	21,64	27,57	1,02	0,24	2,37	0,24	2,42
FST95	5,49	5,25	3,39	1,05	21,60	27,52	1,02	0,12	1,23	0,13	1,26
FST96	5,37	5,25	4,99	1,02	21,65	27,58	1,02	0,18	1,81	0,18	1,85
FST97	5,47	5,25	5,15	1,04	21,67	27,61	1,02	0,19	1,86	0,19	1,91
Ortalama								0,17	1,72	0,18	1,75
Standart Sapma								0,04	0,36	0,04	0,37

Tablo E.20 Foça sarı tüf doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
FST80	5,45	5,25	2,60	1,04	21,62	27,54	1,02	0,09	0,94	0,10	0,96
FST81	5,49	5,25	3,05	1,05	21,64	27,57	1,02	0,11	1,11	0,11	1,13
FST82	5,49	5,25	3,50	1,05	21,64	27,57	1,02	0,13	1,27	0,13	1,30
FST83	5,47	5,24	3,55	1,04	21,56	27,47	1,02	0,13	1,29	0,13	1,32
FST84	5,50	5,25	2,78	1,05	21,64	27,57	1,02	0,10	1,01	0,10	1,03
FST85	5,50	5,26	4,25	1,05	21,68	27,62	1,02	0,15	1,54	0,16	1,58
Ortalama								0,12	1,19	0,12	1,22
Standart Sapma								0,02	0,20	0,02	0,20

Tablo E.21 Alaçatı tüfü kuru eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AT73	5,48	5,39	3,53	1,02	22,85	29,10	1,03	0,12	1,21	0,13	1,26
AT74	5,49	5,39	4,19	1,02	22,79	29,03	1,03	0,14	1,44	0,15	1,49
AT75	5,49	5,39	4,46	1,02	22,79	29,03	1,03	0,15	1,53	0,16	1,59
AT76	5,47	5,40	3,17	1,01	22,86	29,12	1,03	0,11	1,09	0,11	1,13
AT77	5,50	5,40	3,51	1,02	22,85	29,11	1,03	0,12	1,21	0,12	1,25
AT78	5,51	5,39	3,02	1,02	22,78	29,02	1,03	0,10	1,04	0,11	1,08
Ortalama								0,13	1,25	0,13	1,30
Standart Sapma								0,02	0,18	0,02	0,18

Tablo E.22 Alaçatı tüfü doygun eksenel nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AT84	5,49	5,39	0,94	1,02	22,83	29,08	1,03	0,03	0,32	0,03	0,34
AT85	5,48	5,38	1,42	1,02	22,75	28,98	1,03	0,05	0,49	0,05	0,51
AT86	5,49	5,39	1,17	1,02	22,84	29,09	1,03	0,04	0,40	0,04	0,42
AT87	5,48	5,39	1,12	1,02	22,82	29,07	1,03	0,04	0,39	0,04	0,40
AT88	5,47	5,39	0,78	1,01	22,83	29,08	1,03	0,03	0,27	0,03	0,28
AT89	5,50	5,39	1,14	1,02	22,79	29,03	1,03	0,04	0,39	0,04	0,41
Ortalama								0,04	0,38	0,04	0,39
Standart Sapma								0,01	0,07	0,01	0,07

Tablo E.23 Alaçatı tüfü kuru çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AT79	5,50	5,38	2,75	1,02	22,71	28,93	1,03	0,10	0,95	0,10	0,98
AT80	5,48	5,39	2,49	1,02	22,83	29,09	1,03	0,09	0,85	0,09	0,88
AT81	5,50	5,39	3,94	1,02	22,83	29,08	1,03	0,14	1,36	0,14	1,40
AT82	5,52	5,38	2,39	1,03	22,75	28,98	1,03	0,08	0,82	0,09	0,85
AT83	5,51	5,39	2,94	1,02	22,77	29,00	1,03	0,10	1,01	0,10	1,05
Ortalama								0,10	1,00	0,10	1,03
Standart Sapma								0,02	0,19	0,02	0,20

Tablo E.24 Alaçatı tüfü doygun çapsal nokta yükü dayanım indeksi

Örnek No	L (cm)	D (cm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	De^2 (cm^2)	F	Is kN/cm^2	Is (MPa)	Is_{50} kN/cm^2	Is_{50} MPa
AT90	5,42	5,38	1,30	1,01	22,72	28,94	1,03	0,04	0,45	0,05	0,46
AT91	5,52	5,37	0,99	1,03	22,62	28,82	1,03	0,03	0,34	0,04	0,35
AT92	5,49	5,38	0,70	1,02	22,74	28,97	1,03	0,02	0,24	0,02	0,25
AT93	5,57	5,38	0,83	1,04	22,74	28,97	1,03	0,03	0,29	0,03	0,30
AT94	5,49	5,37	0,77	1,02	22,62	28,81	1,03	0,03	0,27	0,03	0,27
Ortalama								0,03	0,32	0,03	0,33
Standart Sapma								0,01	0,07	0,01	0,08

F Brazilian (İndirekt) Çekme Direnci Deney Sonuçları

Tablo F.1 Aliağa gri andezit kuru brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
AGA98	24,86	28,47	53,86	0,53	1,03	10,33
AGA99	30,03	29,63	52,46	0,56	1,23	12,30
AGA100	19,74	28,73	53,54	0,54	0,82	8,17
AGA101	25,25	28,43	52,46	0,54	1,08	10,78
AGA102	24,66	26,86	52,48	0,51	1,11	11,15
AGA103	26,68	26,80	52,75	0,51	1,20	12,02
AGA104	19,29	26,05	53,03	0,49	0,89	8,90
AGA105	24,64	27,07	53,85	0,50	1,08	10,77
AGA106	26,52	26,76	53,88	0,50	1,17	11,72
AGA107	19,61	27,00	52,40	0,52	0,88	8,83
Ortalama					1,05	10,50
Standart Sapma					0,14	1,36

Tablo F.2 Aliağa gri andezit doygun brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
AGA108	20,04	27,72	52,26	0,53	0,88	8,81
AGA109	18,20	27,34	52,48	0,52	0,81	8,08
AGA110	24,96	28,41	52,51	0,54	1,07	10,66
AGA111	18,81	27,49	53,87	0,51	0,81	8,09
AGA112	21,85	27,68	53,87	0,51	0,93	9,34
AGA113	26,18	26,32	52,60	0,50	1,20	12,05
AGA114	18,86	27,53	52,14	0,53	0,84	8,37
AGA115	26,11	27,30	52,62	0,52	1,16	11,58
AGA116	25,38	29,05	53,72	0,54	1,04	10,36
AGA117	26,15	28,99	53,85	0,54	1,07	10,67
Ortalama					0,98	9,80
Standart Sapma					0,14	1,38

Tablo F.3 Aliağa pembe andezit kuru brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
APA98	10,66	26,17	53,65	0,49	0,48	4,83
APA99	8,42	25,83	53,76	0,48	0,39	3,86
APA100	7,43	26,05	53,83	0,48	0,34	3,37
APA101	9,49	25,94	53,46	0,49	0,44	4,36
APA102	10,17	25,46	53,49	0,48	0,48	4,76
APA103	7,13	25,89	53,90	0,48	0,33	3,25
APA104	6,22	25,85	53,33	0,48	0,29	2,88
APA105	10,54	26,34	53,41	0,49	0,48	4,77
APA106	7,33	26,60	53,63	0,50	0,33	3,27
APA107	10,50	25,92	53,70	0,48	0,48	4,81
Ortalama					0,40	4,02
Standart Sapma					0,07	0,74

Tablo F.4 Aliağa pembe andezit doygun brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
APA108	8,75	25,91	53,66	0,48	0,40	4,01
APA109	6,95	25,81	52,49	0,49	0,33	3,27
APA110	5,89	26,41	53,73	0,49	0,26	2,65
APA111	6,67	26,26	53,62	0,49	0,30	3,02
APA112	10,55	25,90	52,49	0,49	0,49	4,94
APA113	6,19	25,64	53,88	0,48	0,29	2,85
APA114	5,28	27,07	53,41	0,51	0,23	2,32
APA115	8,65	26,53	53,58	0,50	0,39	3,88
APA116	7,60	26,01	52,40	0,50	0,36	3,55
APA117	9,12	26,22	53,81	0,49	0,41	4,12
Ortalama					0,35	3,46
Standart Sapma					0,08	0,75

Tablo F.5 Menemen pembe andezit kuru brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
MPA102	12,98	27,86	53,10	0,52	0,56	5,59
MPA103	10,32	27,78	53,20	0,52	0,44	4,45
MPA104	13,42	28,93	53,22	0,54	0,56	5,55
MPA105	10,27	28,16	53,18	0,53	0,44	4,37
MPA106	10,88	28,18	52,70	0,53	0,47	4,67
MPA117	7,41	26,78	53,25	0,50	0,33	3,31
MPA118	8,00	28,51	52,70	0,54	0,34	3,39
MPA120	9,43	28,48	53,16	0,54	0,40	3,97
Ortalama					0,44	4,41
Standart Sapma					0,08	0,81

Tablo F.6 Menemen pembe andezit doygun brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
MPA107	13,10	27,73	52,41	0,53	0,57	5,74
MPA108	10,51	28,92	53,13	0,54	0,44	4,36
MPA109	9,43	29,05	53,26	0,55	0,39	3,88
MPA110	8,67	29,07	52,70	0,55	0,36	3,60
MPA111	10,21	29,28	52,91	0,55	0,42	4,20
MPA112	7,59	28,70	53,15	0,54	0,32	3,17
MPA113	6,75	29,06	52,77	0,55	0,28	2,80
MPA115	7,07	28,64	52,90	0,54	0,30	2,97
Ortalama					0,38	3,84
Standart Sapma					0,09	0,89

Tablo F.7 Foça beyaz tüf kuru brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
FBT97	16,94	27,66	53,13	0,52	0,73	7,34
FBT98	11,47	27,62	53,24	0,52	0,50	4,97
FBT99	13,75	27,67	53,21	0,52	0,60	5,95
FBT100	15,02	26,79	53,25	0,50	0,67	6,71
FBT102	17,23	27,24	53,16	0,51	0,76	7,58
Ortalama					0,65	6,51
Standart Sapma					0,10	0,96

Tablo F.8 Foça beyaz tüf doygun brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
FBT105	5,92	27,23	52,97	0,51	0,26	2,62
FBT108	5,56	26,77	53,18	0,50	0,25	2,49
FBT111	6,59	28,97	53,32	0,54	0,27	2,72
FBT112	7,79	28,63	53,27	0,54	0,33	3,25
FBT114	6,00	27,55	53,28	0,52	0,26	2,60
Ortalama					0,27	2,74
Standart Sapma					0,03	0,27

Tablo F.9 Foça sarı tüf kuru brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
FST98	4,01	28,14	52,33	0,54	0,17	1,73
FST99	10,34	28,47	52,45	0,54	0,44	4,41
FST100	9,81	28,96	52,44	0,55	0,41	4,12
FST101	9,27	28,89	52,47	0,55	0,39	3,90
FST102	7,40	28,72	52,47	0,55	0,31	3,13
FST103	8,99	28,82	52,46	0,55	0,38	3,79
FST104	5,65	27,50	52,46	0,52	0,25	2,49
FST105	7,45	28,77	52,44	0,55	0,31	3,15
FST106	5,46	26,96	52,39	0,51	0,25	2,46
FST107	8,03	28,93	52,45	0,55	0,34	3,37
Ortalama					0,33	3,25
Standart Sapma					0,08	0,80

Tablo F.10 Foça sarı tüf doygun brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
FST108	3,36	27,90	52,47	0,53	0,15	1,46
FST109	2,73	28,30	52,47	0,54	0,12	1,17
FST110	3,38	28,90	52,51	0,55	0,14	1,42
FST111	4,90	28,32	52,45	0,54	0,21	2,10
FST112	5,47	28,87	52,46	0,55	0,23	2,30
FST113	2,56	27,91	52,48	0,53	0,11	1,11
FST114	2,83	28,43	52,42	0,54	0,12	1,21
FST115	2,44	28,49	52,48	0,54	0,10	1,04
FST116	5,33	28,57	52,45	0,54	0,23	2,27
FST117	2,52	28,59	52,51	0,54	0,11	1,07
Ortalama					0,15	1,52
Standart Sapma					0,05	0,48

Tablo F.11 Alaçatı tüf kuru brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
AT95	2,77	27,96	53,78	0,52	0,12	1,17
AT96	2,50	28,16	53,81	0,52	0,10	1,05
AT97	2,91	28,62	53,76	0,53	0,12	1,20
AT98	1,85	27,59	53,79	0,51	0,08	0,79
AT99	2,29	28,13	53,62	0,52	0,10	0,97
AT100	2,76	28,86	53,63	0,54	0,11	1,14
AT101	3,49	27,92	53,75	0,52	0,15	1,48
AT102	3,18	28,61	53,71	0,53	0,13	1,32
AT103	2,45	28,29	53,62	0,53	0,10	1,03
AT104	3,07	27,63	53,58	0,52	0,13	1,32
Ortalama					0,11	1,15
Standart Sapma					0,02	0,19

Tablo F.12 Alaçatı tüf doygun brazilian çekme direnci

Örnek No	P (kN)	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	Brazilian (kN/cm^2)	Brazilian (MPa)
AT105	0,73	28,25	53,76	0,53	0,03	0,31
AT106	0,87	28,29	53,52	0,53	0,04	0,36
AT107	0,79	28,18	53,64	0,53	0,03	0,33
AT108	1,35	28,70	53,67	0,53	0,06	0,56
AT109	0,77	28,73	53,77	0,53	0,03	0,32
AT110	0,78	28,62	53,74	0,53	0,03	0,32
AT111	1,23	28,69	53,66	0,53	0,05	0,51
AT112	0,93	29,88	53,71	0,56	0,04	0,37
AT113	0,84	28,10	53,73	0,52	0,04	0,35
AT114	0,89	28,27	53,74	0,53	0,04	0,37
Ortalama					0,04	0,38
Standart Sapma					0,01	0,08

G Disk Aşınma Kaybı Deney Sonuçları

Tablo G.1 Aliağa gri andezit disk aşınma kaybı

Örnek No	L^1(mm)	L^2(mm)	L^3(mm)	Disk (mm)
AGA180	16,50	16,50	16,50	16,50
AGA181	17,00	17,00	16,00	16,67
AGA182	16,00	16,50	16,50	16,33
AGA183	17,50	17,50	17,00	17,33
AGA184	17,00	17,50	17,50	17,33
AGA185	16,00	15,50	15,50	15,67
AGA186	16,00	16,00	16,00	16,00
AGA187	17,00	17,00	17,50	17,17
AGA188	17,50	17,50	17,50	17,50
AGA189	16,50	16,50	16,00	16,33
Ortalama				16,68
Standart Sapma				0,59

Tablo G.2 Aliağa pembe andezit disk aşınma kaybı

Örnek No	L^1(mm)	L^2(mm)	L^3(mm)	Disk (mm)
APA180	17,00	17,50	17,50	17,33
APA181	18,00	18,00	18,00	18,00
APA182	16,50	17,00	17,50	17,00
APA183	17,50	17,50	17,00	17,33
APA184	17,50	18,00	18,00	17,83
APA185	17,00	16,50	16,00	16,50
APA186	20,50	20,00	19,00	19,83
APA187	17,00	17,00	17,00	17,00
APA188	17,00	17,50	17,50	17,33
APA189	16,00	16,00	16,50	16,17
Ortalama				17,43
Standart Sapma				0,96

Tablo G.3 Menemen pembe andezit disk aşınma kaybı

Örnek No	L^1(mm)	L^2(mm)	L^3(mm)	Disk (mm)
MPA180	20,00	19,50	19,50	19,67
MPA181	21,00	21,50	21,50	21,33
MPA182	22,00	22,00	22,50	22,17
MPA183	18,50	18,00	17,50	18,00
MPA184	20,50	20,50	21,00	20,67
MPA185	21,00	21,00	21,00	21,00
MPA186	22,00	22,00	22,50	22,17
MPA187	21,50	21,50	21,00	21,33
MPA188	19,00	19,00	19,00	19,00
MPA189	22,50	23,00	23,00	22,83
Ortalama				20,82
Standart Sapma				1,44

Tablo G.4 Foça sarı tüf disk aşınma kaybı

Örnek No	L^1(mm)	L^2(mm)	L^3(mm)	Disk (mm)
FST180	35,50	36,00	36,00	35,83
FST181	35,50	35,50	36,00	35,67
FST182	36,50	36,50	36,50	36,50
FST183	34,50	35,00	35,00	34,83
FST184	34,50	34,00	34,00	34,17
FST185	37,00	37,50	37,50	37,33
FST186	34,50	35,00	35,50	35,00
FST187	35,00	35,00	35,00	35,00
FST188	37,00	37,00	37,00	37,00
FST189	37,00	36,50	36,50	36,67
Ortalama				35,80
Standart Sapma				1,00

Tablo G.5 Foça beyaz tüf disk aşınma kaybı

Örnek No	L^1(mm)	L^2(mm)	L^3(mm)	Disk (mm)
FBT180	28,00	28,00	28,50	28,17
FBT181	26,50	26,50	26,00	26,33
FBT182	26,00	26,50	26,50	26,33
FBT183	27,00	27,50	27,50	27,33
FBT184	26,50	26,50	26,00	26,33
FBT185	28,00	28,00	27,50	27,83
FBT186	26,00	26,00	26,00	26,00
FBT187	28,50	28,00	28,00	28,17
FBT188	26,50	26,00	26,00	26,17
FBT189	28,50	28,00	28,00	28,17
Ortalama				27,08
Standart Sapma				0,89

Tablo G.6 Alaçatı tüfü disk aşınma kaybı

Örnek No	L^1(mm)	L^2(mm)	L^3(mm)	Disk (mm)
AT180	42,5	42,50	43,00	42,67
AT181	43	43,00	43,50	43,17
AT182	43	43,00	42,50	42,83
AT183	44	44,00	44,50	44,17
AT184	43	43,00	43,50	43,17
AT185	42,5	42,50	43,00	42,67
AT186	44,5	44,50	45,00	44,67
AT187	42,5	42,50	43,00	42,67
AT188	43	43,00	43,50	43,17
AT189	44,5	44,50	45,00	44,67
Ortalama				43,38
Standart Sapma				0,77

H Böhme Yüzeysel Aşınma Kaybı Deney Sonuçları

Tablo H.1 Aliağa gri andezit böhme yüzeysel aşınma kaybı

Örnek No	V1 (mm^3)	M1 (g)	M2 (g)	V2 (mm^3)	Δm (%)	ΔV ($cm^3/50cm^2$)
AGA151	371475,25	1023,38	1013,50	363001,11	0,97	5,94
AGA152	370700,62	1012,45	1001,95	358844,38	1,04	8,34
AGA153	374753,27	997,06	987,68	364249,14	0,94	7,35
Ortalama					0,98	7,21
Standart Sapma					0,04	0,98

Tablo H.2 Aliağa pembe andezit böhme yüzeysel aşınma kaybı

Örnek No	V1 (mm^3)	M1 (g)	M2 (g)	V2 (mm^3)	Δm (%)	ΔV ($cm^3/50cm^2$)
APA152	354018,40	844,68	833,10	341825,29	1,37	8,72
APA153	370287,93	879,91	871,48	358667,68	0,96	8,18
APA154	378704,57	870,94	862,12	366830,98	1,01	8,30
Ortalama					1,11	8,40
Standart Sapma					0,18	0,23

Tablo H.3 Menemen pembe andezit böhme yüzeysel aşınma kaybı

Örnek No	V1 (mm^3)	M1 (g)	M2 (g)	V2 (mm^3)	Δm (%)	ΔV ($cm^3/50cm^2$)
MPA151	392866,43	880,65	869,97	379581,96	1,21	9,17
MPA152	382973,49	782,04	768,58	368588,95	1,72	10,03
MPA155	379385,50	818,14	806,86	365219,21	1,38	9,91
Ortalama					1,44	9,70
Standart Sapma					0,21	0,38

Tablo H.4 Alaçatı tüfü böhme yüzeysel aşınma kaybı

Örnek No	V1 (mm^3)	M1 (g)	M2 (g)	V2 (mm^3)	Δm (%)	ΔV ($cm^3/50cm^2$)
AT151	354318,76	504,95	487,95	316900,62	3,37	37,42
AT153	357683,89	475,45	459,35	320856,36	3,39	36,83
AT154	358958,02	477,85	454,28	318693,57	4,93	40,26
Ortalama					3,90	38,17
Standart Sapma					0,73	1,50

Tablo H.5 Foça sarı tüf böhme yüzeysel aşınma kaybı

Örnek No	V1 (mm^3)	M1 (g)	M2 (g)	V2 (mm^3)	Δm (%)	ΔV ($cm^3/50cm^2$)
FST151	356715,04	604,31	592,40	335340,23	1,97	15,38
FST153	352906,08	609,06	596,82	332884,57	2,01	14,44
FST154	343514,47	587,65	572,58	322358,38	2,56	15,44
Ortalama					2,18	15,09
Standart Sapma					0,27	0,46

Tablo H.6 Foça beyaz tüf böhme yüzeysel aşınma kaybı

Örnek No	V1 (mm^3)	M1 (g)	M2 (g)	V2 (mm^3)	Δm (%)	ΔV ($cm^3/50cm^2$)
FBT153	341959,76	607,74	598,71	324832,97	1,49	12,46
FBT154	357243,48	640,76	629,78	341287,81	1,71	11,41
FBT155	339983,09	609,86	601,62	325282,09	1,35	10,69
Ortalama					1,52	11,52
Standart Sapma					0,15	0,73

I Donma-Çözülme Deneyi

I.1 Donma Çözülme Sonrası Kütle Kaybı

Tablo I.1.1 Aliağa gri andezit

5.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	634,5	0,07
AGA36	623,84	623,79	0,01
AGA57	611,46	610,84	0,10
AGA66	652,28	652,21	0,01
AGA75	616,79	616,51	0,05
Ortalama			0,05
Standart Sapma			0,04
10.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	634,3	0,10
AGA36	623,84	623,71	0,02
AGA57	611,46	610,67	0,13
AGA66	652,28	652,14	0,02
AGA75	616,79	616,48	0,05
Ortalama			0,06
Standart Sapma			0,04
15.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	633,74	0,19
AGA36	623,84	622,99	0,14
AGA57	611,46	610,41	0,17
AGA66	652,28	651,63	0,10
AGA75	616,79	616,03	0,12
Ortalama			0,14
Standart Sapma			0,03
20.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	633,58	0,21
AGA36	623,84	622,79	0,17
AGA57	611,46	609,97	0,24
AGA66	652,28	651,34	0,14
AGA75	616,79	615,79	0,16
Ortalama			0,19
Standart Sapma			0,04

Tablo I.1.1 devamı

25.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	633,47	0,23
AGA36	623,84	622,56	0,21
AGA57	611,46	609,73	0,28
AGA66	652,28	651,12	0,18
AGA75	616,79	615,66	0,18
Ortalama			0,22
Standart Sapma			0,04
30.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	633,34	0,25
AGA36	623,84	622,37	0,24
AGA57	611,46	609,64	0,30
AGA66	652,28	651,14	0,17
AGA75	616,79	615,57	0,20
Ortalama			0,23
Standart Sapma			0,04
35.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	632,91	0,32
AGA36	623,84	622,13	0,27
AGA57	611,46	609,48	0,32
AGA66	652,28	650,95	0,20
AGA75	616,79	615,46	0,22
Ortalama			0,27
Standart Sapma			0,05
40.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	632,57	0,37
AGA36	623,84	622,03	0,29
AGA57	611,46	609,36	0,34
AGA66	652,28	650,89	0,21
AGA75	616,79	615,22	0,25
Ortalama			0,29
Standart Sapma			0,06

Tablo I.1.1 devamı

45.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA22	634,93	632,32	0,41
AGA36	623,84	621,98	0,30
AGA57	611,46	609,08	0,39
AGA66	652,28	650,74	0,24
AGA75	616,79	615,17	0,26
Ortalama			0,32
Standart Sapma			0,07

Tablo I.1.2 Aliağa pembe andezit

5.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	574,1	0,09
APA41	564,35	563,84	0,09
APA44	575,82	575,36	0,08
APA45	569,18	568,6	0,10
APA46	572,32	571,67	0,11
Ortalama			0,10
Standart Sapma			0,01
10.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	573,95	0,12
APA41	564,35	563,7	0,12
APA44	575,82	575,2	0,11
APA45	569,18	568,45	0,13
APA46	572,32	571,53	0,14
Ortalama			0,12
Standart Sapma			0,01
15.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	573,56	0,18
APA41	564,35	563,35	0,18
APA44	575,82	574,81	0,18
APA45	569,18	568,15	0,18
APA46	572,32	571,25	0,19
Ortalama			0,18
Standart Sapma			0,00

Tablo I.1.2 devamı

20.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	573,48	0,20
APA41	564,35	563,23	0,20
APA44	575,82	574,51	0,23
APA45	569,18	568,24	0,17
APA46	572,32	571,38	0,16
Ortalama			0,19
Standart Sapma			0,02
25.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	573,31	0,23
APA41	564,35	563,14	0,21
APA44	575,82	574,46	0,24
APA45	569,18	568,11	0,19
APA46	572,32	571,29	0,18
Ortalama			0,21
Standart Sapma			0,02
30.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	573,19	0,25
APA41	564,35	563,01	0,24
APA44	575,82	574,37	0,25
APA45	569,18	568,01	0,21
APA46	572,32	571,19	0,20
Ortalama			0,23
Standart Sapma			0,02
35.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	573,04	0,27
APA41	564,35	562,93	0,25
APA44	575,82	574,28	0,27
APA45	569,18	567,96	0,21
APA46	572,32	571,03	0,23
Ortalama			0,25
Standart Sapma			0,02

Tablo I.1.2 devamı

40.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	572,41	0,38
APA41	564,35	562,27	0,37
APA44	575,82	574,02	0,31
APA45	569,18	567,34	0,32
APA46	572,32	570,35	0,34
Ortalama			0,35
Standart Sapma			0,03
45.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA40	574,62	571,99	0,46
APA41	564,35	561,14	0,57
APA44	575,82	572,17	0,63
APA45	569,18	566,21	0,52
APA46	572,32	569,89	0,42
Ortalama			0,52
Standart Sapma			0,08

Tablo I.1.3 Menemen pembe andezit

5.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	528,93	0,10
MPA46	552,85	552,58	0,05
MPA47	581,31	581,17	0,02
MPA48	529,72	529,55	0,03
MPA50	546,31	546,14	0,03
Ortalama			0,05
Standart Sapma			0,03
10.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	528,25	0,22
MPA46	552,85	552,02	0,15
MPA47	581,31	580,93	0,07
MPA48	529,72	529,07	0,12
MPA50	546,31	545,89	0,08
Ortalama			0,13
Standart Sapma			0,06

Tablo I.1.3 devamı

15.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	527,86	0,30
MPA46	552,85	551,57	0,23
MPA47	581,31	579,53	0,31
MPA48	529,72	528,72	0,19
MPA50	546,31	544,96	0,25
Ortalama			0,25
Standart Sapma			0,04
20.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	527,02	0,46
MPA46	552,85	551,61	0,22
MPA47	581,31	579,09	0,38
MPA48	529,72	528,18	0,29
MPA50	546,31	544,05	0,41
Ortalama			0,35
Standart Sapma			0,08
25.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	526,79	0,50
MPA46	552,85	551,25	0,29
MPA47	581,31	578,74	0,44
MPA48	529,72	528,06	0,31
MPA50	546,31	543,89	0,44
Ortalama			0,40
Standart Sapma			0,08
30.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	526,49	0,56
MPA46	552,85	550,87	0,36
MPA47	581,31	578,35	0,51
MPA48	529,72	527,91	0,34
MPA50	546,31	543,23	0,56
Ortalama			0,47
Standart Sapma			0,10

Tablo I.1.3 devamı

35.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	526,02	0,65
MPA46	552,85	549,85	0,54
MPA47	581,31	577,86	0,59
MPA48	529,72	527,37	0,44
MPA50	546,31	542,91	0,62
Ortalama			0,57
Standart Sapma			0,07
40.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	525,84	0,68
MPA46	552,85	549,64	0,58
MPA47	581,31	577,15	0,72
MPA48	529,72	527,01	0,51
MPA50	546,31	542,51	0,70
Ortalama			0,64
Standart Sapma			0,08
45.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA38	529,44	525,47	0,75
MPA46	552,85	549,11	0,68
MPA47	581,31	576,76	0,78
MPA48	529,72	526,81	0,55
MPA50	546,31	541,93	0,80
Ortalama			0,71
Standart Sapma			0,09

Tablo I.1.4 Foça sarı tüf

5.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	406,66	0,09
FST38	418,25	417,87	0,09
FST42	378,35	377,78	0,15
FST43	417,72	416,94	0,19
FST46	421,97	421,35	0,15
Ortalama			0,13
Standart Sapma			0,04
10.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	406,57	0,11
FST38	418,25	417,75	0,12
FST42	378,35	377,55	0,21
FST43	417,72	416,79	0,22
FST46	421,97	421,2	0,18
Ortalama			0,17
Standart Sapma			0,05
15.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	406,36	0,16
FST38	418,25	417,57	0,16
FST42	378,35	377,34	0,27
FST43	417,72	416,62	0,26
FST46	421,97	421,05	0,22
Ortalama			0,22
Standart Sapma			0,05
20.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	406,2	0,20
FST38	418,25	417,31	0,22
FST42	378,35	377,05	0,34
FST43	417,72	416,41	0,31
FST46	421,97	420,9	0,25
Ortalama			0,27
Standart Sapma			0,05

Tablo I.1.4 devamı

25.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	406,4	0,15
FST38	418,25	417,04	0,29
FST42	378,35	376,12	0,59
FST43	417,72	416,26	0,35
FST46	421,97	420,71	0,30
Ortalama			0,34
Standart Sapma			0,14
30.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	405,89	0,28
FST38	418,25	416,85	0,33
FST42	378,35	376,03	0,61
FST43	417,72	415,84	0,45
FST46	421,97	420,39	0,37
Ortalama			0,41
Standart Sapma			0,12
35.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	404,49	0,62
FST38	418,25	416,22	0,49
FST42	378,35	375,87	0,66
FST43	417,72	415,33	0,57
FST46	421,97	419,76	0,52
Ortalama			0,57
Standart Sapma			0,06
40.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	404,03	0,74
FST38	418,25	415,34	0,70
FST42	378,35	375,47	0,76
FST43	417,72	414,75	0,71
FST46	421,97	419,45	0,60
Ortalama			0,70
Standart Sapma			0,06

Tablo I.1.4 devamı

45.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST36	407,03	403,38	0,90
FST38	418,25	414,12	0,99
FST42	378,35	374,61	0,99
FST43	417,72	414,07	0,87
FST46	421,97	418,12	0,91
Ortalama			0,93
Standart Sapma			0,05

Tablo I.1.5 Foça beyaz tüf

5.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FBT134	415,58	414,9	0,16
FBT136	417,49	416,95	0,13
FBT41	238,47	237,37	0,46
Ortalama			0,25
Standart Sapma			0,15
10.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FBT134	415,58	414,68	0,22
FBT136	417,49	416,15	0,32
FBT41	238,47	237,12	0,57
Ortalama			0,37
Standart Sapma			0,15
15.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FBT134	415,58	413,47	0,51
FBT136	417,49	414,25	0,78
FBT41	238,47	236,78	0,71
Ortalama			0,66
Standart Sapma			0,11

Tablo I.1.6 Alaçatı tüfü

5.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	336,76	0,98
AT40	320,11	316,12	1,25
AT42	325,88	322,05	1,18
AT48	337,09	333,78	0,98
AT49	326,46	322,87	1,10
Ortalama			1,10
Standart Sapma			0,11
10.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	336,28	1,12
AT40	320,11	315,79	1,35
AT42	325,88	321,6	1,31
AT48	337,09	333,53	1,06
AT49	326,46	322,54	1,20
Ortalama			1,21
Standart Sapma			0,11
15.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	334,77	1,56
AT40	320,11	313,08	2,20
AT42	325,88	320,52	1,64
AT48	337,09	331,63	1,62
AT49	326,46	321,57	1,50
Ortalama			1,70
Standart Sapma			0,25
20.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	332,63	2,19
AT40	320,11	309,53	3,31
AT42	325,88	319,21	2,05
AT48	337,09	329,58	2,23
AT49	326,46	320,16	1,93
Ortalama			2,34
Standart Sapma			0,49

Tablo I.1.6 devamı

25.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	326,82	3,90
AT40	320,11	304,85	4,77
AT42	325,88	317,36	2,61
AT48	337,09	328,02	2,69
AT49	326,46	318,19	2,53
Ortalama			3,30
Standart Sapma			0,89
30.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	305,62	10,13
AT40	320,11	289,52	9,56
AT42	325,88	307,85	5,53
AT48	337,09	321,49	4,63
AT49	326,46	311,76	4,50
Ortalama			6,87
Standart Sapma			2,46
35.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	292,14	14,10
AT40	320,11	279,57	12,66
AT42	325,88	300,64	7,75
AT48	337,09	310,23	7,97
AT49	326,46	306,03	6,26
Ortalama			9,75
Standart Sapma			3,06
40.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	265,91	21,81
AT40	320,11	254,03	20,64
AT42	325,88	275,55	15,44
AT48	337,09	297,25	11,82
AT49	326,46	290,64	10,97
Ortalama			16,14
Standart Sapma			4,43

Tablo I.1.6 devamı

45.Döngü			
Örnek No	Deney Öncesi Kuru Ağırlık (g)	Deney Sonrası Kuru Ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT37	340,08	238,7	29,81
AT40	320,11	237,6	25,78
AT42	325,88	253,13	22,32
AT48	337,09	278,04	17,52
AT49	326,46	275,33	15,66
Ortalama			22,22
Standart Sapma			5,20

I.2 Donma-Çözülme Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi

Tablo I.2.1 Aliağa gri andezit

15.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA17	108,22	53,88	410,50	2,01	22,78	183,71
AGA18	107,99	53,83	366,70	2,01	22,74	164,40
AGA19	108,35	53,90	373,70	2,01	22,81	167,07
AGA20	107,03	52,48	219,60	2,04	21,62	103,58
AGA21	107,47	52,58	277,60	2,04	21,70	130,46
Ortalama						149,85
Standart Sapma						28,89
30.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA35	108,18	52,37	259,80	2,07	21,53	123,06
AGA37	108,65	52,32	457,20	2,08	21,49	216,94
AGA65	108,16	53,78	375,10	2,01	22,70	168,46
AGA70	108,38	52,44	246,80	2,07	21,59	116,59
AGA71	108,17	53,80	312,40	2,01	22,72	140,21
Ortalama						153,05
Standart Sapma						36,64
45.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA22	105,89	53,90	379,70	1,96	22,80	169,80
AGA36	108,28	52,60	448,90	2,06	21,72	210,76
AGA57	108,21	52,50	278,40	2,06	21,63	131,23
AGA66	108,63	53,66	211,10	2,02	22,60	95,25
AGA75	107,98	52,48	287,10	2,06	21,62	135,44
Ortalama						148,50
Standart Sapma						39,07

Tablo I.2.2 Aliağa pembe andezit

15.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA34	108,18	53,77	121,80	2,01	22,70	54,72
APA36	108,11	53,69	118,30	2,01	22,63	53,30
APA42	107,83	53,73	112,00	2,01	22,66	50,39
APA47	107,95	53,70	83,00	2,01	22,63	37,39
APA48	108,13	53,69	114,00	2,01	22,63	51,37
Ortalama						49,44
Standart Sapma						6,21
30.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA33	108,49	53,77	100,30	2,02	22,70	45,06
APA35	108,15	53,72	85,30	2,01	22,65	38,40
APA37	108,13	53,78	78,50	2,01	22,70	35,26
APA38	108,20	53,81	109,00	2,01	22,73	48,91
APA39	108,58	53,73	114,20	2,02	22,66	51,38
Ortalama						43,80
Standart Sapma						6,12
45.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA40	108,37	53,65	100,20	2,02	22,59	45,22
APA41	107,75	53,61	83,60	2,01	22,56	37,79
APA44	108,03	53,76	124,50	2,01	22,69	55,96
APA45	108,13	53,60	78,60	2,02	22,55	35,53
APA46	107,98	53,70	105,50	2,01	22,64	47,52
Ortalama						44,41
Standart Sapma						7,30

Tablo I.2.3 Menemen pembe andezit

15.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA42	108,94	52,47	102,30	2,08	21,61	48,27
MPA43	108,60	53,22	83,50	2,04	22,24	38,29
MPA44	108,89	52,75	107,30	2,06	21,84	50,10
MPA45	108,89	53,14	99,40	2,05	22,17	45,72
Ortalama						45,59
Standart Sapma						4,49
30.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA33	108,89	53,19	112,70	2,05	22,21	51,74
MPA35	108,41	52,71	107,00	2,06	21,81	50,02
MPA36	108,81	52,73	105,50	2,06	21,82	49,29
MPA37	108,64	53,21	89,70	2,04	22,22	41,16
Ortalama						48,05
Standart Sapma						4,08
45.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA38	108,41	53,22	73,10	2,04	22,24	33,52
MPA46	108,79	52,73	80,10	2,06	21,83	37,42
MPA47	108,94	53,23	112,80	2,05	22,24	51,71
MPA48	108,30	53,19	94,20	2,04	22,20	43,26
MPA50	108,28	53,20	89,40	2,04	22,22	41,04
Ortalama						41,39
Standart Sapma						6,13

Tablo I.2.4 Foça sarı tüf

15.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST26	109,17	52,53	77,20	2,08	21,66	36,35
FST30	108,45	52,49	76,40	2,07	21,63	36,02
FST32	108,62	52,48	85,40	2,07	21,62	40,28
FST37	109,22	52,49	105,50	2,08	21,63	49,74
FST39	108,93	52,49	54,10	2,08	21,62	25,51
Ortalama						37,58
Standart Sapma						7,81
30.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST27	108,78	52,47	70,50	2,07	21,61	33,26
FST28	108,79	52,44	104,40	2,07	21,59	49,32
FST31	108,66	52,49	61,40	2,07	21,63	28,95
FST33	108,64	52,54	85,80	2,07	21,67	40,37
FST35	108,97	52,49	90,60	2,08	21,63	42,71
Ortalama						38,92
Standart Sapma						7,16
45.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST36	108,71	52,50	55,50	2,07	21,64	26,16
FST38	108,88	52,47	71,50	2,08	21,61	33,74
FST42	108,83	52,44	59,20	2,08	21,59	27,96
FST43	108,94	52,52	75,30	2,07	21,65	35,46
FST46	108,99	52,43	81,90	2,08	21,58	38,70
Ortalama						32,40
Standart Sapma						4,68

Tablo I.2.5 Alaçatı tüfü

15.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AT33	106,48	53,89	25,40	1,98	22,79	11,14
AT34	109,10	53,84	36,40	2,03	22,76	15,99
AT35	108,87	53,87	27,40	2,02	22,78	12,03
AT43	107,83	53,82	19,90	2,00	22,73	8,75
Ortalama						11,98
Standart Sapma						2,61
30.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AT38	108,38	53,73	18,50	2,02	22,66	8,16
AT41	107,69	53,74	13,90	2,00	22,67	6,13
AT44	109,40	53,88	19,30	2,03	22,79	8,47
AT45	108,79	53,87	10,80	2,02	22,78	4,74
AT50	109,56	53,81	15,20	2,04	22,73	6,69
Ortalama						6,84
Standart Sapma						1,37

I.3 Donma-Çözülme Sonrası Fiziksel Özellikler

Tablo I.3.1 Aliağa gri andezit

0. Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	399,70	638,22	634,93	0,52	1,38	26,11	26,25	1,40
AGA36	394,99	629,06	623,84	0,84	2,23	26,15	26,36	2,28
AGA57	384,60	617,26	611,46	0,95	2,49	25,78	26,03	2,56
AGA66	413,19	657,16	652,28	0,75	2,00	26,23	26,42	2,04
AGA75	390,66	621,70	616,79	0,80	2,13	26,19	26,40	2,17
				0,77	2,05	26,09	26,29	2,09
				0,14	0,37	0,16	0,15	0,39
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	398,92	637,60	634,50	0,49	1,30	26,08	26,21	1,32
AGA36	394,69	629,06	623,79	0,84	2,25	26,11	26,33	2,30
AGA57	384,20	617,22	610,84	1,04	2,74	25,72	25,98	2,82
AGA66	412,84	656,99	652,21	0,73	1,96	26,21	26,40	2,00
AGA75	390,36	621,59	616,51	0,82	2,20	26,16	26,37	2,25
				0,79	2,09	26,05	26,26	2,13
				0,18	0,47	0,17	0,15	0,49

Tablo I.3.1 devamı

10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	398,71	637,77	634,30	0,55	1,45	26,03	26,17	1,47
AGA36	394,78	628,95	623,71	0,84	2,24	26,13	26,35	2,29
AGA57	383,29	617,57	610,67	1,13	2,95	25,57	25,86	3,03
AGA66	412,97	656,91	652,14	0,73	1,96	26,23	26,42	1,99
AGA75	390,44	621,52	616,48	0,82	2,18	26,17	26,39	2,23
				0,81	2,15	26,03	26,24	2,20
				0,19	0,48	0,24	0,21	0,51
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	398,27	636,72	633,74	0,47	1,25	26,07	26,20	1,27
AGA36	394,80	628,97	622,99	0,96	2,55	26,10	26,35	2,62
AGA57	384,15	616,94	610,41	1,07	2,81	25,72	26,00	2,89
AGA66	412,96	656,93	651,63	0,81	2,17	26,20	26,42	2,22
AGA75	390,41	621,49	616,03	0,89	2,36	26,15	26,38	2,42
				0,84	2,23	26,05	26,27	2,28
				0,20	0,53	0,17	0,15	0,55
20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	398,31	636,70	633,58	0,49	1,31	26,07	26,20	1,33
AGA36	394,80	628,80	622,79	0,97	2,57	26,11	26,36	2,64
AGA57	384,29	616,86	609,97	1,13	2,96	25,73	26,02	3,05
AGA66	412,98	656,87	651,34	0,85	2,27	26,20	26,42	2,32
AGA75	390,47	621,40	615,79	0,91	2,43	26,16	26,40	2,49
				0,87	2,31	26,05	26,28	2,37
				0,21	0,55	0,17	0,15	0,57
25.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA 22	397,77	636,39	633,47	0,46	1,22	26,04	26,16	1,24
AGA 36	394,71	629,05	622,56	1,04	2,77	26,06	26,33	2,85
AGA 57	383,96	616,95	609,73	1,18	3,10	25,67	25,98	3,20
AGA 66	412,87	657,00	651,12	0,90	2,41	26,16	26,40	2,47
AGA 75	390,25	621,53	615,66	0,95	2,54	26,11	26,36	2,60
				0,91	2,41	26,01	26,25	2,47
				0,24	0,64	0,17	0,16	0,66

Tablo I.3.1 devamı

30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	398,03	636,50	633,34	0,50	1,33	26,05	26,18	1,34
AGA36	394,81	629,00	622,37	1,07	2,83	26,07	26,35	2,91
AGA57	384,26	617,14	609,64	1,23	3,22	25,68	26,00	3,33
AGA66	412,96	656,91	651,14	0,89	2,37	26,18	26,42	2,42
AGA75	390,44	621,56	615,57	0,97	2,59	26,13	26,38	2,66
				0,93	2,47	26,02	26,27	2,53
				0,24	0,64	0,18	0,16	0,67
35.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	397,77	636,42	632,91	0,55	1,47	26,02	26,16	1,49
AGA36	394,74	629,09	622,13	1,12	2,97	26,04	26,33	3,06
AGA57	384,11	617,13	609,48	1,26	3,28	25,66	25,98	3,39
AGA66	412,88	657,00	650,95	0,93	2,48	26,16	26,40	2,54
AGA75	390,34	621,50	615,46	0,98	2,61	26,12	26,38	2,68
				0,97	2,56	26,00	26,25	2,63
				0,24	0,61	0,18	0,16	0,64
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	397,85	636,30	632,57	0,59	1,56	26,02	26,18	1,59
AGA36	394,75	629,08	622,03	1,13	3,01	26,04	26,34	3,10
AGA57	384,48	617,32	609,36	1,31	3,42	25,67	26,01	3,54
AGA66	412,77	657,11	650,89	0,96	2,55	26,13	26,38	2,61
AGA75	389,99	621,48	615,22	1,02	2,70	26,07	26,34	2,78
				1,00	2,65	25,99	26,25	2,72
				0,24	0,62	0,16	0,14	0,65
45.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA22	397,00	636,56	632,32	0,67	1,77	25,89	26,07	1,80
AGA36	394,79	629,33	621,98	1,18	3,13	26,02	26,32	3,24
AGA57	383,87	617,56	609,08	1,39	3,63	25,57	25,92	3,77
AGA66	412,92	657,22	650,74	1,00	2,65	26,13	26,39	2,72
AGA75	390,23	621,59	615,17	1,04	2,77	26,08	26,36	2,85
				1,06	2,79	25,94	26,21	2,88
				0,24	0,61	0,20	0,18	0,65

Tablo I.3.2 Aliağa pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	347,85	589,41	574,62	2,57	6,12	23,34	23,94	6,52
APA41	341,03	581,39	564,35	3,02	7,09	23,03	23,73	7,63
APA44	348,78	590,89	575,82	2,62	6,22	23,33	23,94	6,64
APA45	344,18	585,62	569,18	2,89	6,81	23,13	23,79	7,31
APA46	345,45	586,79	572,32	2,53	6,00	23,26	23,85	6,38
				2,73	6,45	23,22	23,85	6,89
				0,19	0,42	0,12	0,08	0,49
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,97	588,85	574,10	2,57	6,10	23,28	23,88	6,49
APA41	340,11	580,92	563,84	3,03	7,09	22,97	23,67	7,63
APA44	348,00	590,64	575,36	2,66	6,30	23,26	23,88	6,72
APA45	343,33	584,93	568,60	2,87	6,76	23,09	23,75	7,25
APA46	344,64	586,68	571,67	2,63	6,20	23,17	23,78	6,61
				2,75	6,49	23,15	23,79	6,94
				0,17	0,38	0,12	0,08	0,43
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	347,00	589,04	573,95	2,63	6,23	23,26	23,87	6,65
APA41	340,17	580,89	563,70	3,05	7,14	22,97	23,67	7,69
APA44	348,06	590,71	575,20	2,70	6,39	23,25	23,88	6,83
APA45	343,33	585,10	568,45	2,93	6,89	23,07	23,74	7,40
APA46	344,71	586,75	571,53	2,66	6,29	23,16	23,78	6,71
				2,79	6,59	23,14	23,79	7,05
				0,17	0,36	0,11	0,08	0,41
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,81	588,61	573,56	2,62	6,22	23,27	23,88	6,64
APA41	340,09	580,97	563,35	3,13	7,31	22,94	23,66	7,89
APA44	347,75	590,92	574,81	2,80	6,62	23,19	23,84	7,10
APA45	343,15	584,86	568,15	2,94	6,91	23,06	23,74	7,43
APA46	344,61	586,17	571,25	2,61	6,18	23,20	23,80	6,58
				2,82	6,65	23,13	23,78	7,13
				0,20	0,43	0,12	0,08	0,49

Tablo I.3.2 devamı

20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,53	589,01	573,48	2,71	6,40	23,20	23,83	6,84
APA41	340,08	580,74	563,23	3,11	7,28	22,96	23,67	7,85
APA44	348,05	590,36	574,51	2,76	6,54	23,26	23,90	7,00
APA45	343,13	585,07	568,24	2,96	6,96	23,04	23,72	7,48
APA46	344,54	586,29	571,38	2,61	6,17	23,19	23,79	6,57
				2,83	6,67	23,13	23,78	7,15
				0,18	0,40	0,11	0,08	0,46
25.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,46	589,00	573,31	2,74	6,47	23,19	23,82	6,92
APA41	340,12	580,83	563,14	3,14	7,35	22,95	23,67	7,93
APA44	347,92	590,35	574,46	2,77	6,55	23,25	23,89	7,01
APA45	343,24	584,99	568,11	2,97	6,98	23,05	23,74	7,51
APA46	344,58	586,22	571,29	2,61	6,18	23,19	23,80	6,59
				2,85	6,71	23,13	23,78	7,19
				0,19	0,41	0,11	0,07	0,47
30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,36	589,21	573,19	2,79	6,60	23,15	23,80	7,06
APA41	340,22	581,13	563,01	3,22	7,52	22,93	23,66	8,13
APA44	347,82	590,43	574,37	2,80	6,62	23,22	23,87	7,09
APA45	343,34	585,12	568,01	3,01	7,08	23,05	23,74	7,62
APA46	344,43	586,45	571,19	2,67	6,31	23,15	23,77	6,73
				2,90	6,82	23,10	23,77	7,33
				0,19	0,43	0,10	0,07	0,49
35.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,24	588,97	573,04	2,78	6,56	23,16	23,80	7,02
APA41	340,16	580,83	562,93	3,18	7,44	22,95	23,68	8,04
APA44	348,01	590,65	574,28	2,85	6,75	23,22	23,88	7,23
APA45	343,39	585,35	567,96	3,06	7,19	23,03	23,73	7,74
APA46	344,49	586,44	571,03	2,70	6,37	23,15	23,78	6,80
				2,91	6,86	23,10	23,77	7,37
				0,18	0,40	0,10	0,07	0,46

Tablo I.3.2 devamı

40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,67	588,90	572,41	2,88	6,81	23,18	23,85	7,30
APA41	340,26	580,97	562,27	3,33	7,77	22,91	23,68	8,42
APA44	347,85	590,79	574,02	2,92	6,90	23,18	23,86	7,41
APA45	343,38	585,92	567,34	3,27	7,66	22,95	23,70	8,30
APA46	344,53	586,49	570,35	2,83	6,67	23,12	23,78	7,15
				3,05	7,16	23,07	23,77	7,72
				0,21	0,46	0,12	0,07	0,53
45.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA40	346,46	589,11	571,99	2,99	7,06	23,12	23,82	7,59
APA41	340,32	581,13	561,14	3,56	8,30	22,86	23,67	9,05
APA44	348,62	590,83	572,17	3,26	7,70	23,17	23,93	8,35
APA45	343,29	586,22	566,21	3,53	8,24	22,86	23,67	8,98
APA46	344,53	586,55	569,89	2,92	6,88	23,10	23,78	7,39
				3,25	7,64	23,02	23,77	8,27
				0,26	0,59	0,13	0,10	0,69

Tablo I.3.3 Menemen pembe andezit

0. Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	324,40	563,03	529,44	6,34	14,08	21,77	23,15	16,38
MPA46	341,96	577,14	552,85	4,39	10,33	23,06	24,07	11,52
MPA47	366,83	601,41	581,31	3,46	8,57	24,31	25,15	9,37
MPA48	319,08	554,84	529,72	4,74	10,65	22,04	23,09	11,93
MPA50	336,07	574,03	546,31	5,07	11,65	22,52	23,66	13,18
				4,80	11,06	22,74	23,82	12,48
				0,94	1,81	0,90	0,76	2,31
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	324,69	563,53	528,93	6,54	14,49	21,73	23,15	16,94
MPA46	342,32	578,17	552,58	4,63	10,85	22,98	24,05	12,17
MPA47	356,51	599,30	581,17	3,12	7,47	23,48	24,21	8,07
MPA48	319,11	554,71	529,55	4,75	10,68	22,05	23,10	11,96
MPA50	336,19	575,28	546,14	5,34	12,19	22,41	23,60	13,88
				4,88	11,13	22,53	23,62	12,60
				1,11	2,28	0,63	0,46	2,88

Tablo I.3.3 devamı

10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	322,88	563,54	528,25	6,68	14,66	21,53	22,97	17,18
MPA46	341,16	578,82	552,02	4,85	11,28	22,79	23,89	12,71
MPA47	355,01	599,55	580,93	3,21	7,61	23,30	24,05	8,24
MPA48	319,46	554,75	529,07	4,85	10,91	22,06	23,13	12,25
MPA50	335,64	575,48	545,89	5,42	12,34	22,33	23,54	14,07
				5,00	11,36	22,40	23,52	12,89
				1,12	2,29	0,61	0,42	2,89
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA 38	323,05	563,62	527,86	6,77	14,86	21,53	22,98	17,46
MPA 46	341,17	578,91	551,57	4,96	11,50	22,76	23,89	12,99
MPA 47	353,05	598,93	579,53	3,35	7,89	23,12	23,90	8,57
MPA 48	319,38	554,69	528,72	4,91	11,04	22,04	23,12	12,41
MPA 50	335,52	575,71	544,96	5,64	12,80	22,26	23,51	14,68
				5,13	11,62	22,34	23,48	13,22
				1,12	2,29	0,56	0,38	2,92
20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	323,03	563,79	527,02	6,98	15,27	21,47	22,97	18,03
MPA46	341,02	578,92	551,61	4,95	11,48	22,75	23,87	12,97
MPA47	353,11	598,75	579,09	3,39	8,00	23,13	23,91	8,70
MPA48	319,37	554,74	528,18	5,03	11,28	22,01	23,12	12,72
MPA50	335,09	574,88	544,05	5,67	12,86	22,26	23,52	14,75
				5,20	11,78	22,32	23,48	13,43
				1,16	2,36	0,57	0,38	3,03
25.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA 38	323,09	563,82	526,79	7,03	15,38	21,47	22,98	18,18
MPA 46	341,12	578,98	551,25	5,03	11,66	22,74	23,88	13,20
MPA 47	353,19	598,83	578,74	3,47	8,18	23,11	23,92	8,91
MPA 48	319,42	554,87	528,06	5,08	11,39	22,00	23,12	12,85
MPA 50	335,05	574,95	543,89	5,71	12,95	22,24	23,51	14,87
				5,26	11,91	22,31	23,48	13,60
				1,15	2,34	0,57	0,38	3,01

Tablo I.3.3 devamı

30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	323,40	564,02	526,49	7,13	15,60	21,46	22,99	18,48
MPA46	341,06	579,28	550,87	5,16	11,93	22,69	23,85	13,54
MPA47	353,23	599,14	578,35	3,59	8,45	23,07	23,90	9,24
MPA48	319,39	554,99	527,91	5,13	11,49	21,98	23,11	12,99
MPA50	334,82	576,18	543,23	6,07	13,65	22,08	23,42	15,81
				5,42	12,22	22,26	23,46	14,01
				1,17	2,38	0,56	0,37	3,08
35.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	323,10	564,54	526,02	7,32	15,95	21,37	22,94	18,98
MPA46	340,69	579,47	549,85	5,39	12,40	22,59	23,81	14,16
MPA47	353,13	599,32	577,86	3,71	8,72	23,03	23,88	9,55
MPA48	319,24	555,23	527,37	5,28	11,81	21,92	23,08	13,39
MPA50	334,22	576,54	542,91	6,19	13,88	21,98	23,34	16,11
				5,58	12,55	22,18	23,41	14,44
				1,19	2,39	0,57	0,38	3,12
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	323,55	564,81	525,84	7,41	16,15	21,38	22,97	19,26
MPA46	340,34	579,98	549,64	5,52	12,66	22,50	23,74	14,50
MPA47	352,96	599,74	577,15	3,91	9,15	22,94	23,84	10,08
MPA48	319,02	555,45	527,01	5,40	12,03	21,87	23,05	13,67
MPA50	334,13	576,74	542,51	6,31	14,11	21,94	23,32	16,43
				5,71	12,82	22,13	23,38	14,79
				1,15	2,32	0,54	0,35	3,04
45.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA38	323,63	565,15	525,47	7,55	16,43	21,34	22,96	19,66
MPA46	340,41	580,36	549,11	5,69	13,02	22,45	23,73	14,97
MPA47	352,85	599,97	576,76	4,02	9,39	22,90	23,82	10,37
MPA48	319,05	555,62	526,81	5,47	12,18	21,85	23,04	13,87
MPA50	334,17	576,97	541,93	6,47	14,43	21,90	23,31	16,87
				5,84	13,09	22,09	23,37	15,15
				1,16	2,34	0,54	0,35	3,09

Tablo I.3.4 Alaçatı tüf

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	159,50	405,80	340,08	19,32	26,68	13,55	16,16	36,39
AT40	144,09	382,79	320,11	19,58	26,26	13,16	15,73	35,61
AT42	153,60	393,61	325,88	20,78	28,22	13,32	16,09	39,31
AT48	158,61	397,74	337,09	17,99	25,36	13,83	16,32	33,98
AT49	150,66	391,92	326,46	20,05	27,13	13,27	15,94	37,24
				19,55	26,73	13,42	16,05	36,51
				0,92	0,95	0,24	0,20	1,77
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	161,44	407,84	336,76	21,11	28,85	13,41	16,24	40,54
AT40	145,45	383,58	316,12	21,34	28,33	13,02	15,80	39,53
AT42	153,38	393,19	322,05	22,09	29,67	13,17	16,08	42,18
AT48	160,23	399,73	333,78	19,76	27,54	13,67	16,37	38,00
AT49	150,66	392,51	322,87	21,57	28,79	13,10	15,92	40,44
				21,17	28,63	13,27	16,08	40,14
				0,78	0,70	0,24	0,21	1,37
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	161,20	407,92	336,28	21,30	29,04	13,37	16,22	40,92
AT40	145,55	383,61	315,79	21,48	28,49	13,01	15,81	39,84
AT42	153,41	393,39	321,60	22,32	29,91	13,15	16,08	42,68
AT48	159,97	399,84	333,53	19,88	27,64	13,64	16,35	38,21
AT49	150,51	392,89	322,54	21,81	29,02	13,05	15,90	40,89
				21,36	28,82	13,25	16,07	40,51
				0,82	0,75	0,23	0,20	1,47
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT 37	159,69	405,87	334,77	21,24	28,88	13,34	16,17	40,61
AT 40	143,68	381,05	313,08	21,71	28,63	12,94	15,75	40,12
AT 42	151,28	390,99	320,52	21,99	29,40	13,12	16,00	41,64
AT 48	160,03	399,13	331,63	20,35	28,23	13,61	16,38	39,34
AT 49	149,50	392,97	321,57	22,20	29,33	12,96	15,83	41,49
				21,50	28,89	13,19	16,03	40,64
				0,66	0,44	0,25	0,23	0,86

Tablo I.3.4 devamı

20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	159,48	404,68	332,63	21,66	29,38	13,31	16,19	41,61
AT40	143,34	379,85	309,53	22,72	29,73	12,84	15,76	42,31
AT42	151,08	389,74	319,21	22,10	29,55	13,12	16,02	41,95
AT48	159,38	398,48	329,58	20,91	28,82	13,52	16,35	40,48
AT49	149,31	391,65	320,16	22,33	29,50	12,96	15,85	41,84
				21,94	29,40	13,15	16,03	41,64
				0,62	0,31	0,24	0,22	0,62
25.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT 37	157,11	399,77	326,82	22,32	30,06	13,21	16,16	42,99
AT 40	140,75	375,96	304,85	23,33	30,23	12,71	15,68	43,33
AT 42	150,46	389,27	317,36	22,66	30,11	13,04	15,99	43,09
AT 48	158,05	396,87	328,02	20,99	28,83	13,47	16,30	40,51
AT 49	147,55	388,24	318,19	22,02	29,10	12,97	15,82	41,05
				22,26	29,67	13,08	15,99	42,19
				0,77	0,58	0,25	0,22	1,17
30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	148,30	377,57	305,62	23,54	31,38	13,08	16,16	45,73
AT40	135,68	368,78	289,52	27,38	34,00	12,18	15,52	51,52
AT42	147,77	381,06	307,85	23,78	31,38	12,95	16,02	45,73
AT48	157,44	392,94	321,49	22,22	30,34	13,39	16,37	43,55
AT49	146,59	383,04	311,76	22,86	30,15	12,93	15,89	43,16
				23,96	31,45	12,91	15,99	45,94
				1,79	1,38	0,40	0,28	2,99
35.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	143,83	369,08	292,14	26,34	34,16	12,72	16,07	51,88
AT40	130,73	347,52	279,57	24,31	31,34	12,65	15,73	45,65
AT42	145,23	375,78	300,64	24,99	32,59	12,79	15,99	48,35
AT48	152,61	384,51	310,23	23,94	32,03	13,12	16,27	47,13
AT49	144,95	380,96	306,03	24,48	31,75	12,72	15,83	46,52
				24,81	32,37	12,80	15,98	47,90
				0,83	0,98	0,17	0,19	2,17

Tablo I.3.4 devamı

40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	131,55	339,45	265,91	27,66	35,37	12,55	16,02	54,73
AT40	118,61	316,22	254,03	24,48	31,47	12,61	15,70	45,92
AT42	134,43	349,34	275,55	26,78	34,34	12,58	15,95	52,29
AT48	148,34	369,99	297,25	24,47	32,82	13,16	16,38	48,85
AT49	139,62	367,54	290,64	26,46	33,74	12,51	15,82	50,92
				25,97	33,55	12,68	15,97	50,54
				1,28	1,33	0,24	0,23	3,00
45.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd (g)	Wk (g)	Watm (%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT37	122,20	309,67	238,70	29,73	37,86	12,49	16,20	60,92
AT40	113,36	304,83	237,60	28,30	35,11	12,17	15,62	54,11
AT42	126,03	329,18	253,13	30,04	37,44	12,22	15,90	59,83
AT48	141,70	354,59	278,04	27,53	35,96	12,81	16,34	56,15
AT49	134,64	354,83	275,33	28,87	36,11	12,27	15,81	56,51
				28,90	36,49	12,39	15,97	57,50
				0,92	1,01	0,24	0,26	2,51

Tablo I.3.5 Foça sarı tüf

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST36	227,39	460,10	407,03	13,04	22,81	17,16	19,40	29,54
FST38	232,46	465,85	418,25	11,38	20,40	17,58	19,58	25,62
FST42	206,41	439,34	378,35	16,12	26,18	15,93	18,50	35,47
FST43	234,41	466,82	417,72	11,75	21,13	17,63	19,70	26,79
FST46	241,03	473,98	421,97	12,33	22,33	17,77	19,96	28,74
				12,92	22,57	17,22	19,43	29,23
				1,69	2,00	0,67	0,50	3,41
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST36	234,11	467,19	406,66	14,88	25,97	17,12	19,66	35,08
FST38	238,89	472,61	417,87	13,10	23,42	17,54	19,84	30,58
FST42	213,20	446,46	377,78	18,18	29,44	15,89	18,78	41,73
FST43	239,14	471,78	416,94	13,15	23,57	17,58	19,89	30,84
FST46	246,91	480,65	421,35	14,07	25,37	17,68	20,17	33,99
				14,68	25,56	17,16	19,67	34,45
				1,87	2,18	0,67	0,48	4,04

Tablo I.3.5 devamı

10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST36	233,52	467,50	406,57	14,99	26,04	17,05	19,60	35,21
FST38	239,58	473,12	417,75	13,25	23,71	17,55	19,87	31,08
FST42	212,64	446,78	377,55	18,34	29,57	15,82	18,72	41,98
FST43	239,15	471,94	416,79	13,23	23,69	17,56	19,89	31,05
FST46	246,68	480,73	421,20	14,13	25,43	17,65	20,15	34,11
				14,79	25,69	17,13	19,65	34,68
				1,89	2,15	0,69	0,49	4,00
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST 36	234,30	467,65	406,36	15,08	26,27	17,08	19,66	35,62
FST 38	238,24	473,95	417,57	13,50	23,92	17,38	19,73	31,44
FST 42	212,69	445,85	377,34	18,16	29,38	15,88	18,76	41,61
FST 43	238,91	471,92	416,62	13,27	23,73	17,54	19,87	31,12
FST 46	246,31	480,88	421,05	14,21	25,51	17,61	20,11	34,24
				14,84	25,76	17,10	19,62	34,81
				1,77	2,05	0,64	0,46	3,80
20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST36	233,84	467,56	406,20	15,11	26,25	17,05	19,63	35,60
FST38	238,16	474,26	417,31	13,65	24,12	17,34	19,71	31,79
FST42	212,58	445,89	377,05	18,26	29,51	15,85	18,75	41,86
FST43	238,36	471,55	416,41	13,24	23,65	17,52	19,84	30,97
FST46	246,66	480,86	420,90	14,25	25,60	17,63	20,14	34,41
				14,90	25,83	17,08	19,61	34,93
				1,79	2,07	0,64	0,47	3,85
25.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST 36	233,76	467,74	406,40	15,09	26,22	17,04	19,61	35,53
FST 38	238,19	473,82	417,04	13,62	24,10	17,36	19,73	31,75
FST 42	211,87	445,97	376,12	18,57	29,84	15,76	18,69	42,53
FST 43	237,66	471,22	416,26	13,20	23,53	17,48	19,79	30,77
FST 46	245,49	481,06	420,71	14,34	25,62	17,52	20,03	34,44
				14,97	25,86	17,03	19,57	35,00
				1,91	2,22	0,66	0,46	4,14

Tablo I.3.5 devamı

30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST36	233,35	467,56	405,89	15,19	26,33	17,00	19,58	35,74
FST38	238,46	473,95	416,85	13,70	24,25	17,37	19,74	32,01
FST42	211,99	445,80	376,03	18,55	29,84	15,78	18,70	42,53
FST43	237,41	471,67	415,84	13,43	23,83	17,41	19,75	31,29
FST46	245,60	480,94	420,39	14,40	25,73	17,52	20,05	34,64
				15,06	26,00	17,02	19,57	35,24
				1,85	2,13	0,64	0,46	4,00
35.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST 36	233,20	467,22	404,49	15,51	26,81	16,96	19,59	36,62
FST 38	239,03	473,70	416,22	13,81	24,49	17,40	19,80	32,44
FST 42	212,06	445,99	375,87	18,66	29,97	15,76	18,70	42,81
FST 43	236,69	470,15	415,33	13,20	23,48	17,45	19,76	30,69
FST 46	245,04	479,82	419,76	14,31	25,58	17,54	20,05	34,38
				15,10	26,07	17,02	19,58	35,39
				1,93	2,25	0,66	0,46	4,20
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST 36	233,28	467,99	404,03	15,83	27,25	16,89	19,56	37,46
FST 38	239,24	473,64	415,34	14,04	24,87	17,38	19,82	33,11
FST 42	212,08	445,90	375,47	18,76	30,12	15,75	18,71	43,11
FST 43	236,95	470,34	414,75	13,40	23,82	17,43	19,77	31,27
FST 46	244,50	479,83	419,45	14,40	25,66	17,49	20,00	34,51
				15,28	26,34	16,99	19,57	35,89
				1,91	2,20	0,65	0,45	4,14
45.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk(kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST 36	232,77	468,34	403,38	16,10	27,58	16,80	19,50	38,08
FST 38	238,10	474,01	414,12	14,46	25,39	17,22	19,71	34,02
FST 42	211,24	445,52	374,61	18,93	30,27	15,69	18,66	43,40
FST 43	235,19	470,42	414,07	13,61	23,96	17,27	19,62	31,50
FST 46	244,46	479,55	418,12	14,69	26,13	17,45	20,01	35,37
				15,56	26,66	16,88	19,50	36,48
				1,87	2,15	0,64	0,45	4,06

Tablo I.3.6 Foça beyaz tüf

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FBT133	211,75	434,88	408,62	6,43	11,77	17,97	19,12	13,34
FBT134	211,43	440,00	415,58	5,88	10,68	17,84	18,88	11,96
FBT135	225,60	443,19	412,89	7,34	13,93	18,62	19,98	16,18
FBT136	226,61	444,84	417,49	6,55	12,53	18,77	20,00	14,33
FBT41	121,76	255,87	238,47	7,30	12,97	17,44	18,72	14,91
				6,70	12,38	18,13	19,34	14,14
				0,55	1,10	0,50	0,55	1,43
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FBT133	218,69	442,34	408,32	8,33	15,21	17,91	19,40	17,94
FBT134	229,73	447,71	414,90	7,91	15,05	18,67	20,15	17,72
FBT135	231,31	449,88	412,84	8,97	16,95	18,53	20,19	20,40
FBT136	228,72	446,52	416,95	7,09	13,58	18,78	20,11	15,71
FBT41	122,81	256,64	237,37	8,12	14,40	17,40	18,81	16,82
				8,08	15,04	18,26	19,73	17,72
				0,61	1,12	0,52	0,54	1,56
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FBT133	214,34	441,83	407,78	8,35	14,97	17,58	19,05	17,60
FBT134	210,24	448,89	414,68	8,25	14,33	17,05	18,45	16,73
FBT135	228,25	449,29	412,51	8,92	16,64	18,31	19,94	19,96
FBT136	229,22	447,92	416,15	7,63	14,53	18,67	20,09	17,00
FBT41	119,20	256,92	237,12	8,35	14,38	16,89	18,30	16,79
				8,30	14,97	17,70	19,17	17,62
				0,41	0,86	0,69	0,74	1,21

K Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deneyi

K.1 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Kütle Kaybı

Tablo K.1 Kütle kaybı

Aliağa Gri Andezit			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA25	653,04	649,11	0,60
AGA27	648,45	642,78	0,87
AGA43	615,90	612,74	0,51
AGA51	620,63	617,02	0,58
AGA62	642,86	638,92	0,61
Ortalama			0,64
Standart Sapma			0,12
Aliağa Pembe Andezit			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA52	581,90	571,55	1,78
APA53	566,33	557,18	1,62
APA54	577,39	565,77	2,01
APA70	561,31	547,35	2,49
APA71	520,18	511,52	1,66
Ortalama			1,91
Standart Sapma			0,32
Menemen Pembe Andezit			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA55	549,84	535,48	2,61
MPA56	556,25	543,98	2,21
MPA69	534,24	513,97	3,79
MPA70	519,85	490,81	5,59
Ortalama			3,55
Standart Sapma			1,31

K.2 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi

Tablo K.2 Tek Eksenli Basınç Direnci

Aliağa Gri Andezit						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA25	107,80	53,82	468,60	2,00	22,74	206,10
AGA27	108,05	53,92	325,30	2,00	22,82	142,52
AGA43	108,05	52,57	287,00	2,06	21,70	132,28
AGA51	107,93	52,34	282,60	2,06	21,50	131,42
AGA62	108,74	53,27	276,10	2,04	22,28	123,93
Ortalama						147,25
Standart Sapma						30,01
Aliağa Pembe Andezit						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA52	108,74	53,84	99,90	2,02	22,75	43,91
APA53	108,02	53,54	88,90	2,02	22,50	39,51
APA54	108,41	53,63	110,30	2,02	22,58	48,85
APA70	107,81	53,75	54,70	2,01	22,68	24,12
APA71	107,27	52,42	79,00	2,05	21,57	36,63
Ortalama						38,60
Standart Sapma						8,34
Menemen Pembe Andezit						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA55	108,44	53,24	92,70	2,04	22,25	41,66
MPA56	108,78	52,90	96,40	2,06	21,97	43,88
MPA69	108,37	53,18	60,60	2,04	22,20	27,30
MPA70	108,24	53,14	43,90	2,04	22,17	19,81
Ortalama						33,16
Standart Sapma						10,00

K.3 Magnezyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Fiziksel Özellikler

Tablo K.3.1 Aliağa gri andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA25	413,81	657,43	653,04	0,67	1,80	26,30	26,47	1,84
AGA27	407,37	652,28	648,45	0,59	1,56	25,97	26,13	1,59
AGA43	387,88	620,08	615,90	0,68	1,80	26,02	26,20	1,83
AGA51	393,69	624,62	620,63	0,64	1,73	26,36	26,53	1,76
AGA62	407,23	646,96	642,86	0,64	1,71	26,31	26,47	1,74
				0,64	1,72	26,19	26,36	1,75
				0,03	0,09	0,16	0,17	0,09
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA25	412,41	655,91	649,11	1,05	2,79	26,15	26,42	2,87
AGA27	403,86	648,50	642,78	0,89	2,34	25,78	26,00	2,39
AGA43	385,54	617,73	612,74	0,81	2,15	25,89	26,10	2,20
AGA51	391,07	621,93	617,02	0,80	2,13	26,22	26,43	2,17
AGA62	404,76	644,42	638,92	0,86	2,29	26,15	26,38	2,35
				0,88	2,34	26,04	26,27	2,40
				0,09	0,24	0,17	0,18	0,25

Tablo K.3.2 Aliağa pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA52	352,80	596,81	581,90	2,56	6,11	23,39	23,99	6,51
APA53	342,50	582,73	566,33	2,90	6,83	23,13	23,80	7,33
APA54	349,68	591,42	577,39	2,43	5,80	23,43	24,00	6,16
APA70	338,26	579,03	561,31	3,16	7,36	22,87	23,59	7,94
APA71	313,37	541,15	520,18	4,03	9,21	22,40	23,31	10,14
				3,02	7,06	23,05	23,74	7,62
				0,57	1,20	0,38	0,26	1,41
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA52	350,62	594,68	571,55	4,05	9,48	22,97	23,90	10,47
APA53	339,05	578,04	557,18	3,74	8,73	22,87	23,73	9,56
APA54	348,88	590,74	565,77	4,41	10,32	22,95	23,96	11,51
APA70	332,33	569,33	547,35	4,02	9,27	22,66	23,57	10,22
APA71	310,27	536,05	511,52	4,80	10,86	22,23	23,29	12,19
				4,20	9,73	22,73	23,69	10,79
				0,36	0,76	0,28	0,24	0,94

Tablo K.3.3 Menemen pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA55	338,70	577,42	549,84	5,02	11,55	22,60	23,73	13,06
MPA56	343,28	581,33	556,25	4,51	10,54	22,92	23,96	11,78
MPA69	323,42	561,86	534,24	5,17	11,58	21,98	23,12	13,10
MPA70	315,47	553,47	519,85	6,47	14,13	21,43	22,81	16,45
				5,29	11,95	22,23	23,40	13,60
				0,72	1,33	0,57	0,46	1,73
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA55	330,34	572,94	535,48	7,00	15,44	21,65	23,17	18,26
MPA56	336,55	573,89	543,98	5,50	12,60	22,48	23,72	14,42
MPA69	310,60	549,93	513,97	7,00	15,03	21,07	22,54	17,68
MPA70	310,61	524,70	490,81	6,90	15,83	22,49	24,04	18,81
				6,60	14,72	21,92	23,37	17,29
				0,64	1,26	0,60	0,57	1,71

L Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Deneyi

L.1 Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Kütle Kaybı

Tablo L.1.1 Aliağa gri andezit

5.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA28	649,27	647,98	0,35
AGA32	617,83	616,37	0,24
AGA39	608,98	607,41	0,26
AGA41	610,04	608,49	0,25
AGA47	651,66	650,27	0,21
Ortalama			0,26
Standart Sapma			0,05
10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA28	649,27	647,59	0,26
AGA32	617,83	615,10	0,44
AGA39	608,98	606,16	0,46
AGA41	610,04	607,43	0,43
AGA47	651,66	649,07	0,40
Ortalama			0,40
Standart Sapma			0,07
15.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA28	649,27	645,20	0,63
AGA32	617,83	614,98	0,46
AGA39	608,98	606,11	0,47
AGA41	610,04	607,26	0,46
AGA47	651,66	648,97	0,41
Ortalama			0,49
Standart Sapma			0,07

Tablo L.1.2 Aliağa pembe andezit

5.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA55	558,33	556,46	0,33
APA66	547,91	546,27	0,30
APA67	536,85	534,50	0,44
APA68	550,98	550,09	0,16
Ortalama			0,31
Standart Sapma			0,10
10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA55	558,33	554,50	0,69
APA66	547,91	541,76	1,12
APA67	536,85	532,52	0,81
APA68	550,98	545,10	1,07
Ortalama			0,92
Standart Sapma			0,18
15.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA55	558,33	549,95	1,50
APA66	547,91	538,02	1,81
APA67	536,85	528,62	1,53
APA68	550,98	540,79	1,85
Ortalama			1,67
Standart Sapma			0,16

Tablo L.1.3 Menemen pembe andezit

5.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA51	564,96	562,28	0,47
MPA71	557,95	555,26	0,48
MPA72	550,75	548,02	0,50
MPA101	551,65	548,72	0,53
Ortalama			0,50
Standart Sapma			0,02
10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA51	564,96	558,98	1,06
MPA71	557,95	552,21	1,03
MPA72	550,75	543,08	1,39
MPA101	551,65	545,19	1,17
Ortalama			1,16
Standart Sapma			0,14
15.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA51	564,96	554,75	1,81
MPA71	557,95	543,08	2,67
MPA72	550,75	528,20	4,09
MPA101	551,65	540,44	2,03
Ortalama			2,65
Standart Sapma			0,89

Tablo L.1.4 Foça sarı tüf 5. döngü kütle kaybı

Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST47	420,65	405,77	3,54
FST49	421,05	402,91	4,31
FST50	419,95	398,41	5,13
FST51	398,65	387,65	2,76
FST57	422,28	410,23	2,85
FST58	395,52	383,37	3,07
FST61	400,02	389,42	2,65
FST63	406,42	387,62	4,63
FST64	419,68	388,92	7,33
FST65	426,18	401,12	5,88
FST66	419,55	402,65	4,03
FST68	420,49	408,69	2,81
FST69	402,82	392,46	2,57
FST70	412,33	400,73	2,81
Ortalama			3,88
Standart Sapma			1,38

L.2 Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci

Tablo L.2.1 Aliağa gri andezit

5.döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA23	108,42	52,43	421,70	2,07	21,57	199,31
AGA24	108,59	52,55	257,40	2,07	21,68	121,09
AGA31	108,32	52,52	375,30	2,06	21,65	176,74
AGA44	108,37	52,42	200,90	2,07	21,57	94,98
AGA45	108,87	53,87	455,90	2,02	22,78	204,09
						159,24
						43,61
10.döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA26	108,37	52,44	298,30	2,07	21,58	140,93
AGA29	108,32	52,45	416,90	2,07	21,60	196,85
AGA30	108,25	53,37	313,20	2,03	22,36	142,86
AGA42	108,35	52,40	210,00	2,07	21,55	99,36
AGA46	108,42	52,38	308,50	2,07	21,54	146,06
						145,21
						30,96

Tablo L.2.1 devamı

15.döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA28	108,16	53,91	336,30	2,01	22,82	150,30
AGA32	107,99	52,22	377,00	2,07	21,40	179,60
AGA39	108,27	52,30	310,20	2,07	21,47	147,33
AGA41	108,18	52,16	254,00	2,07	21,36	121,26
AGA47	108,12	53,66	335,60	2,01	22,61	151,39
						149,97
						18,50

Tablo L.2.2 Aliağa pembe andezit

5.döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA57	107,92	53,17	131,90	2,03	22,19	60,60
APA59	108,45	53,69	76,40	2,02	22,63	34,43
APA64	107,43	53,35	73,10	2,01	22,34	33,36
APA65	107,62	53,32	105,60	2,02	22,31	48,26
						44,16
						11,16
15.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA49	108,19	53,68	107,80	2,02	22,62	48,60
APA61	108,29	53,70	58,90	2,02	22,63	26,54
APA62	108,19	53,70	81,50	2,01	22,63	36,72
APA69	107,71	53,10	98,70	2,03	22,13	45,47
						39,33
						8,58

Tablo L.2.3 Menemen pembe andezit

5.döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA59	108,65	52,80	96,10	2,06	21,88	44,78
MPA64	108,52	52,72	95,40	2,06	21,82	44,59
MPA74	108,50	52,67	85,00	2,06	21,78	39,80
						43,06
						2,30
15.döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA51	109,29	53,19	71,60	2,05	22,21	32,88
MPA71	108,59	53,22	48,30	2,04	22,23	22,15
MPA72	108,16	52,72	85,90	2,05	21,82	40,14
MPA101	108,30	52,71	96,30	2,05	21,81	45,03
						35,05
						8,61

L.3 Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Fiziksel Özellikler

Tablo L.3.1 Aliağa gri andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA28	408,46	653,37	649,27	0,63	1,67	26,01	26,17	1,70
AGA32	392,09	621,87	617,83	0,65	1,76	26,38	26,55	1,79
AGA39	383,31	614,24	608,98	0,86	2,28	25,87	26,09	2,33
AGA41	384,79	614,44	610,04	0,72	1,92	26,06	26,25	1,95
AGA47	412,99	656,23	651,66	0,70	1,88	26,28	26,47	1,91
				0,71	1,90	26,12	26,31	1,94
				0,08	0,21	0,19	0,17	0,22
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA28	408,10	652,85	647,98	0,75	1,99	25,97	26,17	2,03
AGA32	390,16	620,94	616,37	0,74	1,98	26,20	26,39	2,02
AGA39	380,66	611,83	607,41	0,73	1,91	25,78	25,96	1,95
AGA41	382,71	612,71	608,49	0,69	1,83	25,95	26,13	1,87
AGA47	412,33	655,62	650,27	0,82	2,20	26,22	26,44	2,25
				0,75	1,98	26,02	26,22	2,02
				0,04	0,12	0,17	0,18	0,13

Tablo L.3.1 devamı

10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA28	407,90	652,58	647,59	0,77	2,04	25,96	26,16	2,08
AGA32	390,01	619,67	615,10	0,74	1,99	26,27	26,47	2,03
AGA39	380,45	611,19	606,16	0,83	2,18	25,77	25,98	2,23
AGA41	382,44	612,01	607,43	0,75	2,00	25,96	26,15	2,04
AGA47	411,89	655,14	649,07	0,94	2,50	26,18	26,42	2,56
				0,81	2,14	26,03	26,24	2,19
				0,07	0,19	0,18	0,18	0,20
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA28	407,56	652,71	645,20	1,16	3,06	25,82	26,12	3,16
AGA32	389,10	619,26	614,98	0,70	1,86	26,21	26,39	1,89
AGA39	379,42	610,97	606,11	0,80	2,10	25,68	25,88	2,14
AGA41	381,53	611,95	607,26	0,77	2,04	25,85	26,05	2,08
AGA47	410,17	655,28	648,97	0,97	2,57	25,97	26,23	2,64
				0,88	2,33	25,91	26,14	2,38
				0,17	0,44	0,18	0,17	0,46

Tablo L.3.2 Aliağa pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA55	337,70	574,67	558,33	2,93	6,90	23,11	23,79	7,41
APA66	331,05	568,05	547,91	3,68	8,50	22,68	23,51	9,29
APA67	324,78	554,65	536,85	3,32	7,74	22,91	23,67	8,39
APA68	333,50	570,18	550,98	3,48	8,11	22,84	23,63	8,83
				3,35	7,81	22,89	23,65	8,48
				0,28	0,59	0,16	0,10	0,70
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA55	340,03	577,04	556,46	3,70	8,68	23,03	23,88	9,51
APA66	333,37	570,24	546,27	4,39	10,12	22,62	23,62	11,26
APA67	327,01	556,67	534,50	4,15	9,65	22,83	23,78	10,68
APA68	335,72	572,17	550,09	4,01	9,34	22,82	23,74	10,30
				4,06	9,45	22,83	23,75	10,44
				0,25	0,52	0,14	0,10	0,64

Tablo L.3.2 devamı

10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA55	336,46	577,51	554,50	4,15	9,55	22,57	23,50	10,55
APA66	328,47	568,84	541,76	5,00	11,27	22,11	23,22	12,70
APA67	323,32	556,76	532,52	4,55	10,38	22,38	23,40	11,59
APA68	330,78	571,19	545,10	4,79	10,85	22,24	23,31	12,17
				4,62	10,51	22,32	23,36	11,75
				0,31	0,64	0,17	0,11	0,80
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA55	333,91	575,22	549,95	4,59	10,47	22,36	23,38	11,70
APA66	326,27	567,31	538,02	5,44	12,15	21,90	23,09	13,83
APA67	320,97	553,59	528,62	4,72	10,73	22,29	23,35	12,03
APA68	328,31	567,68	540,79	4,97	11,23	22,16	23,26	12,66
				4,93	11,15	22,18	23,27	12,55
				0,32	0,64	0,18	0,11	0,82

Tablo L.3.3 Menemen pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA51	349,19	588,93	564,96	4,24	10,00	23,12	24,10	11,11
MPA71	340,96	580,45	557,95	4,03	9,39	22,85	23,78	10,37
MPA72	337,01	570,74	550,75	3,63	8,55	23,12	23,95	9,35
MPA101	336,25	570,49	551,65	3,42	8,04	23,10	23,89	8,75
				3,83	9,00	23,05	23,93	9,89
				0,33	0,75	0,11	0,12	0,91
5.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA51	348,21	587,92	562,28	4,56	10,70	23,01	24,06	11,98
MPA71	339,60	579,03	555,26	4,28	9,93	22,75	23,72	11,02
MPA72	335,88	569,30	548,02	3,88	9,12	23,03	23,93	10,03
MPA101	335,51	569,54	548,72	3,79	8,90	23,00	23,87	9,77
				4,13	9,66	22,95	23,90	10,70
				0,31	0,71	0,11	0,12	0,87

Tablo L.3.3 devamı

10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA51	347,20	586,89	558,98	4,99	11,64	22,88	24,02	13,18
MPA71	337,74	577,60	552,21	4,60	10,59	22,58	23,62	11,84
MPA72	333,82	567,30	543,08	4,46	10,37	22,82	23,84	11,57
MPA101	333,87	567,87	545,19	4,16	9,69	22,86	23,81	10,73
				4,55	10,57	22,78	23,82	11,83
				0,30	0,70	0,12	0,14	0,88
15.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA51	345,50	584,74	554,75	5,41	12,54	22,75	23,98	14,33
MPA71	334,71	574,89	543,08	5,86	13,24	22,18	23,48	15,27
MPA72	331,04	565,51	528,20	7,06	15,91	22,10	23,66	18,92
MPA101	331,47	566,15	540,44	4,76	10,96	22,59	23,67	12,30
				5,77	13,16	22,40	23,70	15,21
				0,84	1,79	0,27	0,18	2,40

L.4 Sodyum Sülfat Tuz Kristallenmesi Sonrası Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği

Tablo L.4.1 Aliağa gri andezit

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA28	108,16	53,91	20,40	20,90	5,30	5,18
AGA32	107,99	52,22	21,70	21,30	4,98	5,07
AGA39	108,27	52,30	20,90	20,90	5,18	5,18
AGA41	108,18	52,16	20,80	20,90	5,20	5,18
AGA47	108,12	53,66	24,60	22,70	4,40	4,76
					5,01	5,07
					0,33	0,16
5.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA28	108,16	53,91	20,90	20,90	5,18	5,18
AGA32	107,99	52,22	21,30	21,70	5,07	4,98
AGA39	108,27	52,30	21,60	21,30	5,01	5,08
AGA41	108,18	52,16	20,40	20,90	5,30	5,18
AGA47	108,12	53,66	24,30	22,30	4,45	4,85
					5,00	5,05
					0,29	0,13

Tablo L.4.1 devamı

10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA28	108,16	53,91	20,90	21,00	5,18	5,15
AGA32	107,99	52,22	21,40	21,70	5,05	4,98
AGA39	108,27	52,30	21,40	21,40	5,06	5,06
AGA41	108,18	52,16	21,30	20,90	5,08	5,18
AGA47	108,12	53,66	23,40	22,40	4,62	4,83
					5,00	5,04
					0,19	0,13
15.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA28	108,16	53,91	20,40	21,10	5,30	5,13
AGA32	107,99	52,22	21,30	21,60	5,07	5,00
AGA39	108,27	52,30	21,90	21,40	4,94	5,06
AGA41	108,18	52,16	21,80	20,80	4,96	5,20
AGA47	108,12	53,66	23,70	22,70	4,56	4,76
					4,97	5,03
					0,24	0,15

Tablo L.4.2 Aliağa pembe andezit

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA55	108,32	53,18	27,20	25,70	3,98	4,21
APA66	107,43	53,34	30,40	32,00	3,53	3,36
APA67	107,65	52,41	32,50	32,40	3,31	3,32
APA68	107,59	53,38	32,80	30,60	3,28	3,52
					3,53	3,60
					0,28	0,36
5.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA55	108,32	53,18	27,10	26,80	4,00	4,04
APA66	107,43	53,34	32,80	29,80	3,28	3,61
APA67	107,65	52,41	39,40	35,20	2,73	3,06
APA68	107,59	53,38	36,10	33,10	2,98	3,25
					3,25	3,49
					0,47	0,37

Tablo L.4.2 devamı

10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA55	108,32	53,18	29,10	27,90	3,72	3,88
APA66	107,43	53,34	32,80	29,80	3,28	3,61
APA67	107,65	52,41	39,40	35,20	2,73	3,06
APA68	107,59	53,38	37,10	34,90	2,90	3,08
					3,16	3,41
					0,38	0,35
15.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA55	108,32	53,18	32,40	28,10	3,34	3,85
APA66	107,43	53,34	34,90	30,90	3,08	3,48
APA67	107,65	52,41	38,40	36,90	2,80	2,92
APA68	107,59	53,38	37,10	35,60	2,90	3,02
					3,03	3,32
					0,21	0,37

Tablo L.4.3 Menemen pembe andezit

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA51	109,29	53,19	24,40	24,20	4,48	4,52
MPA71	108,59	53,22	25,80	24,70	4,21	4,40
MPA72	108,16	52,72	25,30	23,90	4,28	4,53
MPA101	108,30	52,71	24,70	24,40	4,38	4,44
					4,34	4,47
					0,10	0,05
5.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA51	109,29	53,19	24,80	24,20	4,41	4,52
MPA71	108,59	53,22	25,70	25,90	4,23	4,19
MPA72	108,16	52,72	25,90	24,30	4,18	4,45
MPA101	108,30	52,71	24,80	24,60	4,37	4,40
					4,29	4,39
					0,10	0,12

Tablo L.4.3 devamı

10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA51	109,29	53,19	24,90	24,50	4,39	4,46
MPA71	108,59	53,22	27,90	27,30	3,89	3,98
MPA72	108,16	52,72	28,80	28,40	3,76	3,81
MPA101	108,30	52,71	25,20	24,60	4,30	4,40
					4,08	4,16
					0,27	0,28
15.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA51	109,29	53,19	24,90	24,50	4,39	4,46
MPA71	108,59	53,22	28,40	27,70	3,82	3,92
MPA72	108,16	52,72	28,90	28,50	3,74	3,80
MPA101	108,30	52,71	25,60	24,90	4,23	4,35
					4,05	4,13
					0,27	0,28

M Islanma-Kuruma Deneyi

M.1 Islanma-Kuruma Deneyi Sonrası Kütle Kaybı

Tablo M.1.1 Aliağa gri andezit

10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	620,53	0,00
AGA34	613,34	613,31	0,00
AGA59	624,14	624,10	0,01
AGA69	620,75	620,68	0,01
AGA73	631,64	631,58	0,01
			0,01
			0,00
20.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	620,39	0,02
AGA34	613,34	613,11	0,04
AGA59	624,14	623,98	0,03
AGA69	620,75	620,49	0,04
AGA73	631,64	631,44	0,03
			0,03
			0,01
30.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	619,94	0,10
AGA34	613,34	612,92	0,07
AGA59	624,14	623,71	0,07
AGA69	620,75	620,36	0,06
AGA73	631,64	631,35	0,05
			0,07
			0,02
40.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	619,86	0,11
AGA34	613,34	612,75	0,10
AGA59	624,14	623,62	0,08
AGA69	620,75	620,11	0,10
AGA73	631,64	631,16	0,08
			0,09
			0,01

Tablo M.1.1 devamı

50.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	619,82	0,12
AGA34	613,34	612,64	0,11
AGA59	624,14	623,49	0,10
AGA69	620,75	619,97	0,13
AGA73	631,64	630,93	0,11
			0,11
			0,01
60.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	619,69	0,14
AGA34	613,34	611,97	0,22
AGA59	624,14	622,99	0,18
AGA69	620,75	619,74	0,16
AGA73	631,64	630,65	0,16
			0,17
			0,03
70.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	619,43	0,18
AGA34	613,34	611,58	0,29
AGA59	624,14	622,77	0,22
AGA69	620,75	619,59	0,19
AGA73	631,64	630,17	0,23
			0,22
			0,04
80.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AGA16	620,54	618,92	0,26
AGA34	613,34	611,03	0,38
AGA59	624,14	622,16	0,32
AGA69	620,75	619,11	0,26
AGA73	631,64	629,88	0,28
			0,30
			0,04

Tablo M.1.2 Aliağa pembe andezit

10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	567,57	0,06
APA28	572,63	572,25	0,07
APA29	574,27	573,74	0,09
APA30	567,38	566,73	0,11
APA31	569,88	569,58	0,05
			0,08
			0,02
20.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	567,5	0,07
APA28	572,63	572,13	0,09
APA29	574,27	573,68	0,10
APA30	567,38	566,64	0,13
APA31	569,88	569,46	0,07
			0,09
			0,02
30.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	567,36	0,10
APA28	572,63	572,05	0,10
APA29	574,27	573,57	0,12
APA30	567,38	566,6	0,14
APA31	569,88	569,34	0,09
			0,11
			0,02
40.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	567,16	0,13
APA28	572,63	571,85	0,14
APA29	574,27	573,37	0,16
APA30	567,38	566,41	0,17
APA31	569,88	569,15	0,13
			0,15
			0,02

Tablo M.1.2 devamı

50.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	567,07	0,15
APA28	572,63	571,77	0,15
APA29	574,27	573,28	0,17
APA30	567,38	566,39	0,17
APA31	569,88	569,13	0,13
			0,16
			0,02
60.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	566,93	0,17
APA28	572,63	571,62	0,18
APA29	574,27	573,18	0,19
APA30	567,38	566,28	0,19
APA31	569,88	568,92	0,17
			0,18
			0,01
70.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	566,49	0,25
APA28	572,63	571,14	0,26
APA29	574,27	572,13	0,37
APA30	567,38	565,48	0,33
APA31	569,88	568,06	0,32
			0,31
			0,05
80.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
APA26	567,92	565,53	0,42
APA28	572,63	570,19	0,43
APA29	574,27	571,46	0,49
APA30	567,38	564,06	0,59
APA31	569,88	567,81	0,36
			0,46
			0,08

Tablo M.1.3 Menemen pembe andezit

10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	522,34	0,27
MPA17	554,83	554,42	0,07
MPA21	526,63	526,03	0,11
MPA26	559,68	559,1	0,10
			0,14
			0,08
20.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	522,21	0,30
MPA17	554,83	554,21	0,11
MPA21	526,63	526,08	0,10
MPA26	559,68	559,06	0,11
			0,16
			0,08
30.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	522,08	0,32
MPA17	554,83	554,03	0,14
MPA21	526,63	525,93	0,13
MPA26	559,68	558,98	0,13
			0,18
			0,08
40.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	522,1	0,32
MPA17	554,83	554,12	0,13
MPA21	526,63	525,87	0,14
MPA26	559,68	558,96	0,13
			0,18
			0,08
50.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	522,04	0,33
MPA17	554,83	554,6	0,04
MPA21	526,63	525,8	0,16
MPA26	559,68	558,95	0,13
			0,17
			0,11

Tablo M.1.3 devamı

60.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	521,77	0,38
MPA17	554,83	553,86	0,17
MPA21	526,63	525,37	0,24
MPA26	559,68	558,48	0,21
			0,25
			0,08
70.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	520,88	0,55
MPA17	554,83	553,03	0,32
MPA21	526,63	524,45	0,41
MPA26	559,68	557,17	0,45
			0,44
			0,08
80.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
MPA14	523,78	520,26	0,67
MPA17	554,83	552,37	0,44
MPA21	526,63	523,88	0,52
MPA26	559,68	556,08	0,64
			0,57
			0,09

Tablo M.1.4 Foça beyaz tüf

10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FBT20	308,47	307,23	0,40
FBT38	245,81	244,98	0,34
FBT128	401,48	400,63	0,21
FBT132	404,30	404,17	0,03
			0,25
			0,14
20.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FBT20	308,47	305,38	1,00
FBT38	245,81	243,04	1,13
FBT128	401,48	393,15	2,07
FBT132	404,3	401,38	0,72
			1,23
			0,51

Tablo M.1.5 Foça sarı tüf

10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	415,72	0,15
FST23	414,7	414,17	0,13
FST24	396,21	395,8	0,10
FST25	419,79	419,42	0,09
			0,12
			0,02
20.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	415,33	0,24
FST23	414,7	413,91	0,19
FST24	396,21	395,58	0,16
FST25	419,79	419,13	0,16
			0,19
			0,03

Tablo M.1.5 devamı

30.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	414,76	0,38
FST23	414,7	413,13	0,38
FST24	396,21	394,99	0,31
FST25	419,79	418,22	0,37
			0,36
			0,03
40.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	414,58	0,42
FST23	414,7	413,08	0,39
FST24	396,21	394,74	0,37
FST25	419,79	417,97	0,43
			0,40
			0,02
50.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	415,3	0,25
FST23	414,7	412,86	0,44
FST24	396,21	394,53	0,42
FST25	419,79	417,25	0,61
			0,43
			0,13
60.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	414,76	0,38
FST23	414,7	413,84	0,21
FST24	396,21	394,15	0,52
FST25	419,79	416,74	0,73
			0,46
			0,19
70.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	414,1	0,54
FST23	414,7	413,01	0,41
FST24	396,21	393,88	0,59
FST25	419,79	415,89	0,93
			0,62
			0,19

Tablo M.1.5 devamı

80.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
FST22	416,33	413,10	0,78
FST23	414,7	412,39	0,56
FST24	396,21	392,89	0,84
FST25	419,79	414,74	1,20
			0,84
			0,23

Tablo M.1.6 Alaçatı tüf

10.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	324,93	0,47
AT25	329,82	328,4	0,43
AT26	363,67	360,62	0,84
AT31	338,05	334,38	1,09
AT32	319,09	318,1	0,31
			0,63
			0,29
20.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	323,16	1,01
AT25	329,82	326,47	1,02
AT26	363,67	359,14	1,25
AT31	338,05	332,54	1,63
AT32	319,09	316,34	0,86
			1,15
			0,27
30.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	322,96	1,07
AT25	329,82	326,23	1,09
AT26	363,67	358,95	1,30
AT31	338,05	332,39	1,67
AT32	319,09	316,08	0,94
			1,21
			0,26

Tablo M.1.6 devamı

40.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	322,42	1,23
AT25	329,82	325,46	1,32
AT26	363,67	358,64	1,38
AT31	338,05	331,58	1,91
AT32	319,09	315,75	1,05
			1,38
			0,29
50.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	322,13	1,32
AT25	329,82	325,35	1,36
AT26	363,67	358,55	1,41
AT31	338,05	331,48	1,94
AT32	319,09	315,69	1,07
			1,42
			0,29
60.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	320,04	1,96
AT25	329,82	323,7	1,86
AT26	363,67	356,75	1,90
AT31	338,05	329,45	2,54
AT32	319,09	314,14	1,55
			1,96
			0,32
70.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	319,04	2,27
AT25	329,82	322,96	2,08
AT26	363,67	356,33	2,02
AT31	338,05	328,18	2,92
AT32	319,09	313,07	1,89
			2,23
			0,36

Tablo M.1.6 devamı

80.Döngü			
Örnek No	Deney öncesi kuru ağırlık(g)	Deney sonrası kuru ağırlık (g)	Kütle Kaybı (%)
AT22	326,45	318,03	2,58
AT25	329,82	322,04	2,36
AT26	363,67	355,42	2,27
AT31	338,05	327,00	3,27
AT32	319,09	312,11	2,19
			2,53
			0,39

M.2 Islanma-Kuruma Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci

Tablo M.2.1 Aliağa gri andezit

20.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA2	108,33	53,87	409,10	2,01	22,78	183,12
AGA6	108,31	52,55	226,40	2,06	21,68	106,49
AGA10	107,95	53,86	385,70	2,00	22,77	172,69
AGA11	107,72	53,90	373,80	2,00	22,80	167,16
AGA12	108,52	53,87	213,10	2,01	22,78	95,39
						144,97
						36,49
40.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA14	108,29	52,45	227,60	2,06	21,59	107,49
AGA33	108,34	52,33	405,90	2,07	21,50	192,52
AGA54	108,22	52,52	267,40	2,06	21,65	125,95
AGA68	108,21	52,37	262,80	2,07	21,53	124,46
AGA74	108,97	52,62	339,90	2,07	21,74	159,46
						141,98
						30,38
60.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA15	108,12	53,85	285,70	2,01	22,76	127,98
AGA53	108,51	52,52	259,60	2,07	21,65	122,25
AGA60	108,61	53,73	346,80	2,02	22,66	156,03
AGA61	108,08	53,68	302,60	2,01	22,62	136,42
AGA72	108,57	53,63	404,90	2,02	22,58	182,85
						145,11
						22,07

Tablo M.2.1 devamı

80.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AGA16	108,43	52,44	250,40	2,07	21,59	118,28
AGA34	107,70	52,24	326,80	2,06	21,42	155,58
AGA59	108,64	52,48	237,20	2,07	21,62	111,88
AGA69	108,41	52,54	310,70	2,06	21,67	146,19
AGA73	108,14	53,10	449,00	2,04	22,13	206,89
						147,77
						33,81

Tablo M.2.2 Aliağa pembe andezit

20.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA1	108,27	53,66	95,60	2,02	22,60	43,13
APA6	108,02	53,78	137,80	2,01	22,70	61,89
APA8	108,65	53,72	138,10	2,02	22,66	62,16
APA9	108,32	53,82	85,60	2,01	22,74	38,39
APA21	108,48	53,68	141,00	2,02	22,62	63,56
						53,82
						10,79
40.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA14	108,64	53,80	85,30	2,02	22,72	38,28
APA15	108,36	53,65	123,20	2,02	22,59	55,61
APA17	108,11	53,19	112,50	2,03	22,21	51,65
APA18	108,61	53,70	83,70	2,02	22,63	37,71
APA19	108,42	53,69	114,50	2,02	22,63	51,60
						46,97
						7,47
60.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA20	107,75	53,66	134,20	2,01	22,60	60,54
APA22	108,40	53,71	102,00	2,02	22,65	45,93
APA23	108,03	53,19	89,30	2,03	22,21	41,00
APA24	108,51	53,86	98,80	2,01	22,77	44,24
APA25	108,48	53,68	103,20	2,02	22,62	46,53
						47,65
						6,73

Tablo M.2.2 devamı

80.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
APA26	108,11	53,62	89,90	2,02	22,57	40,61
APA28	108,33	53,74	111,40	2,02	22,67	50,12
APA29	108,15	53,79	110,40	2,01	22,72	49,56
APA30	108,32	53,73	87,90	2,02	22,66	39,55
APA31	108,62	53,60	97,40	2,03	22,55	44,04
						44,78
						4,39

Tablo M.2.3 Menemen pembe andezit

20.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA6	109,26	53,26	100,70	2,05	22,26	46,12
MPA7	109,01	53,13	97,80	2,05	22,15	45,01
MPA10	108,91	52,72	118,10	2,07	21,81	55,21
						48,78
						4,57
40.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA11	109,19	52,74	122,50	2,07	21,83	57,21
MPA12	108,75	52,71	92,00	2,06	21,81	43,01
MPA13	108,78	52,73	108,10	2,06	21,83	50,50
						50,24
						5,80
60.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA23	108,84	53,24	109,10	2,04	22,25	50,01
MPA28	109,24	53,11	81,60	2,06	22,14	37,58
MPA31	108,78	52,76	98,10	2,06	21,85	45,77
						44,45
						5,16
80.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
MPA14	108,29	53,26	82,50	2,03	22,26	37,79
MPA17	108,79	52,80	109,70	2,06	21,89	51,11
MPA21	108,63	52,73	72,50	2,06	21,83	33,87
MPA26	108,96	52,76	137,00	2,07	21,85	63,94
						46,68
						11,84

Tablo M.2.4 Foça sarı tüf

20.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST1	108,82	52,49	84,10	2,07	21,63	39,65
FST2	108,70	52,50	62,60	2,07	21,63	29,51
FST3	109,06	52,48	75,10	2,08	21,62	35,42
FST7	108,56	52,47	63,70	2,07	21,61	30,06
FST8	108,09	52,48	110,40	2,06	21,62	52,08
						37,34
						8,25
40.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST9	108,94	52,48	124,70	2,08	21,62	58,81
FST10	108,77	52,47	56,60	2,07	21,61	26,71
FST11	109,10	52,47	66,40	2,08	21,61	31,33
FST12	108,77	52,52	75,50	2,07	21,65	35,55
FST14	109,06	52,48	109,70	2,08	21,62	51,73
						40,83
						12,33
60.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST15	109,09	52,45	63,20	2,08	21,60	29,84
FST17	108,76	52,51	79,00	2,07	21,64	37,22
FST18	109,28	52,49	99,20	2,08	21,63	46,76
FST19	108,90	52,54	108,60	2,07	21,67	51,11
						41,24
						8,28
80.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
FST22	108,96	52,48	79,40	2,08	21,62	37,45
FST23	108,77	52,46	79,20	2,07	21,60	37,39
FST24	108,77	52,48	63,70	2,07	21,62	30,05
FST25	108,73	52,49	73,50	2,07	21,63	34,66
						34,88
						3,01

Tablo M.2.5 Alaçatı tüf

20.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AT6	106,46	53,87	27,80	1,98	22,78	12,44
AT12	108,76	53,86	27,00	2,02	22,77	12,09
AT19	107,59	53,82	38,10	2,00	22,74	17,08
						13,87
						2,28
40.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AT1	110,88	53,80	26,90	2,06	22,72	12,07
AT2	111,25	53,88	26,20	2,06	22,79	11,72
AT5	107,36	53,82	22,20	1,99	22,74	9,96
AT8	109,01	53,86	25,50	2,02	22,77	11,42
AT11	109,07	53,84	25,90	2,03	22,75	11,61
						11,36
						0,73
60.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AT13	106,96	53,83	23,30	1,99	22,74	10,45
AT16	108,32	53,74	24,90	2,02	22,67	11,20
AT17	107,81	53,89	25,20	2,00	22,80	11,27
AT18	107,19	53,87	23,70	1,99	22,78	10,61
AT20	107,97	53,84	38,10	2,01	22,75	17,07
						12,12
						2,50
80.Döngü						
Örnek No	L (mm)	D (mm)	P (kN)	L/D	A (cm^2)	UCS (MPa)
AT22	108,21	53,86	16,50	2,01	22,77	7,39
AT25	108,67	53,89	18,70	2,02	22,80	8,36
AT26	108,20	53,88	19,40	2,01	22,78	8,68
AT31	108,51	53,86	16,80	2,01	22,77	7,52
AT32	106,77	53,69	16,80	1,99	22,63	7,57
						7,91
						0,52

M.3 Islanma-Kuruma Sonrası Fiziksel Özellikleri

Tablo M.3.1 Aliağa gri andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	391,07	623,83	620,54	0,53	1,41	26,15	26,29	1,43
AGA34	388,00	618,15	613,34	0,78	2,09	26,14	26,35	2,13
AGA59	395,28	628,46	624,14	0,69	1,85	26,26	26,44	1,89
AGA69	391,28	624,39	620,75	0,59	1,56	26,12	26,28	1,59
AGA73	397,76	635,73	631,64	0,65	1,72	26,04	26,21	1,75
				0,65	1,73	26,14	26,31	1,76
				0,09	0,23	0,07	0,08	0,24
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	391,03	623,98	620,53	0,56	1,48	26,13	26,28	1,50
AGA34	387,97	618,54	613,31	0,85	2,27	26,09	26,32	2,32
AGA59	395,19	628,44	624,10	0,70	1,86	26,25	26,43	1,90
AGA69	391,19	624,65	620,68	0,64	1,70	26,08	26,25	1,73
AGA73	397,75	635,90	631,58	0,68	1,81	26,02	26,19	1,85
				0,69	1,82	26,11	26,29	1,86
				0,10	0,26	0,08	0,08	0,27
20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	391,04	623,97	620,39	0,58	1,54	26,13	26,28	1,56
AGA34	387,95	618,64	613,11	0,90	2,40	26,07	26,31	2,46
AGA59	395,19	628,59	623,98	0,74	1,98	26,23	26,42	2,01
AGA69	391,18	624,50	620,49	0,65	1,72	26,09	26,26	1,75
AGA73	397,73	635,79	631,44	0,69	1,83	26,02	26,20	1,86
				0,71	1,89	26,11	26,29	1,93
				0,11	0,29	0,07	0,07	0,30
30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	390,92	623,85	619,94	0,63	1,68	26,11	26,27	1,71
AGA34	387,80	618,61	612,92	0,93	2,47	26,05	26,29	2,53
AGA59	395,06	628,41	623,71	0,75	2,01	26,22	26,42	2,06
AGA69	391,06	624,51	620,36	0,67	1,78	26,07	26,24	1,81
AGA73	397,58	635,75	631,35	0,70	1,85	26,00	26,19	1,88
				0,74	1,96	26,09	26,28	2,00
				0,10	0,28	0,07	0,08	0,29

Tablo M.3.1 devamı

40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	390,95	623,86	619,86	0,65	1,72	26,11	26,28	1,75
AGA34	387,83	618,38	612,75	0,92	2,44	26,07	26,31	2,50
AGA59	395,08	628,39	623,62	0,76	2,04	26,22	26,42	2,09
AGA69	391,18	624,67	620,11	0,74	1,95	26,05	26,25	1,99
AGA73	397,41	635,75	631,16	0,73	1,93	25,98	26,17	1,96
				0,76	2,02	26,09	26,28	2,06
				0,09	0,24	0,08	0,08	0,25
50.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	390,97	623,92	619,82	0,66	1,76	26,10	26,27	1,79
AGA34	387,97	618,48	612,64	0,95	2,53	26,07	26,32	2,60
AGA59	395,12	628,42	623,49	0,79	2,11	26,22	26,42	2,16
AGA69	391,12	624,74	619,97	0,77	2,04	26,03	26,23	2,08
AGA73	397,48	635,89	630,93	0,79	2,08	25,96	26,17	2,12
				0,79	2,11	26,08	26,28	2,15
				0,09	0,25	0,08	0,09	0,26
60.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	391,08	623,95	619,69	0,69	1,83	26,11	26,28	1,86
AGA34	387,91	618,52	611,97	1,07	2,84	26,03	26,31	2,92
AGA59	395,10	628,39	622,99	0,87	2,31	26,20	26,42	2,37
AGA69	391,20	624,84	619,74	0,82	2,18	26,02	26,24	2,23
AGA73	397,37	635,86	630,65	0,83	2,18	25,94	26,16	2,23
				0,85	2,27	26,06	26,28	2,32
				0,12	0,33	0,09	0,09	0,34
70.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	390,93	623,97	619,43	0,73	1,95	26,08	26,27	1,99
AGA34	387,87	618,68	611,58	1,16	3,08	25,99	26,30	3,17
AGA59	395,19	628,28	622,77	0,88	2,36	26,21	26,44	2,42
AGA69	391,20	624,95	619,59	0,87	2,29	26,00	26,23	2,35
AGA73	397,39	635,71	630,17	0,88	2,32	25,94	26,17	2,38
				0,90	2,40	26,04	26,28	2,46
				0,14	0,37	0,09	0,09	0,39

Tablo M.3.1 devamı

80.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AGA16	390,88	623,93	618,92	0,81	2,15	26,05	26,26	2,20
AGA34	387,76	618,71	611,03	1,26	3,33	25,95	26,28	3,44
AGA59	395,14	628,32	622,16	0,99	2,64	26,17	26,43	2,71
AGA69	390,92	624,97	619,11	0,95	2,50	25,95	26,20	2,57
AGA73	398,03	635,60	629,88	0,91	2,41	26,01	26,25	2,47
				0,98	2,61	26,03	26,28	2,68
				0,15	0,39	0,08	0,08	0,42

Tablo M.3.2 Aliağa pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	343,60	584,60	567,92	2,94	6,92	23,12	23,80	7,44
APA28	345,99	587,94	572,63	2,67	6,33	23,22	23,84	6,76
APA29	347,80	589,46	574,27	2,65	6,29	23,31	23,93	6,71
APA30	343,42	585,46	567,38	3,19	7,47	23,00	23,73	8,07
APA31	345,13	585,85	569,88	2,80	6,63	23,22	23,87	7,11
				2,85	6,73	23,17	23,83	7,22
				0,20	0,44	0,11	0,07	0,50
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	342,97	584,38	567,57	2,96	6,96	23,06	23,75	7,48
APA28	345,51	587,89	572,25	2,73	6,45	23,16	23,79	6,90
APA29	347,43	589,34	573,74	2,72	6,45	23,27	23,90	6,89
APA30	342,25	584,54	566,73	3,14	7,35	22,95	23,67	7,93
APA31	344,83	585,86	569,58	2,86	6,75	23,18	23,84	7,24
				2,88	6,79	23,12	23,79	7,29
				0,16	0,34	0,11	0,08	0,39
20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	343,12	584,40	567,50	2,98	7,00	23,07	23,76	7,53
APA28	345,58	588,05	572,13	2,78	6,57	23,15	23,79	7,03
APA29	347,47	589,39	573,68	2,74	6,49	23,26	23,90	6,94
APA30	342,32	584,62	566,64	3,17	7,42	22,94	23,67	8,02
APA31	344,87	585,92	569,46	2,89	6,83	23,18	23,85	7,33
				2,91	6,86	23,12	23,79	7,37
				0,15	0,33	0,11	0,08	0,39

Tablo M.3.2 devamı

30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA 26	342,98	584,90	567,36	3,09	7,25	23,01	23,72	7,82
APA 28	345,46	588,18	572,05	2,82	6,65	23,12	23,77	7,12
APA 29	347,49	589,42	573,57	2,76	6,55	23,26	23,90	7,01
APA 30	342,38	584,79	566,60	3,21	7,50	22,93	23,67	8,11
APA 31	344,40	586,07	569,34	2,94	6,92	23,11	23,79	7,44
				2,96	6,97	23,09	23,77	7,50
				0,17	0,36	0,11	0,08	0,42
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	342,84	585,04	567,16	3,15	7,38	22,97	23,70	7,97
APA28	345,37	588,31	571,85	2,88	6,78	23,09	23,76	7,27
APA29	347,03	589,59	573,37	2,83	6,69	23,19	23,85	7,17
APA30	341,88	584,87	566,41	3,26	7,60	22,87	23,61	8,22
APA31	344,38	586,16	569,15	2,99	7,04	23,09	23,78	7,57
				3,02	7,10	23,04	23,74	7,64
				0,16	0,35	0,11	0,08	0,40
50.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	343,01	585,41	567,07	3,23	7,57	22,95	23,69	8,19
APA28	345,49	588,38	571,77	2,91	6,84	23,09	23,76	7,34
APA29	347,15	589,71	573,28	2,87	6,77	23,19	23,85	7,27
APA30	341,93	584,94	566,39	3,28	7,63	22,86	23,61	8,26
APA31	344,43	586,25	569,13	3,01	7,08	23,09	23,78	7,62
				3,06	7,18	23,04	23,74	7,73
				0,17	0,36	0,11	0,08	0,42
60.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	342,62	585,52	566,93	3,28	7,65	22,90	23,65	8,29
APA28	345,23	588,49	571,62	2,95	6,93	23,05	23,73	7,45
APA29	346,93	589,87	573,18	2,91	6,87	23,15	23,82	7,38
APA30	341,98	585,11	566,28	3,33	7,74	22,85	23,61	8,40
APA31	344,31	586,32	568,92	3,06	7,19	23,06	23,77	7,75
				3,11	7,28	23,00	23,71	7,85
				0,17	0,36	0,11	0,08	0,42

Tablo M.3.2 devamı

70.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	342,66	585,69	566,49	3,39	7,90	22,87	23,64	8,58
APA28	345,28	588,58	571,14	3,05	7,17	23,03	23,73	7,72
APA29	346,94	589,94	572,13	3,11	7,33	23,10	23,82	7,91
APA30	342,09	585,25	565,48	3,50	8,13	22,81	23,61	8,85
APA31	344,36	586,48	568,06	3,24	7,61	23,02	23,76	8,23
				3,26	7,63	22,96	23,71	8,26
				0,17	0,35	0,11	0,08	0,42
80.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
APA26	342,56	585,76	565,53	3,58	8,32	22,81	23,63	9,07
APA28	345,31	588,67	570,19	3,24	7,59	22,98	23,73	8,22
APA29	347,08	589,99	571,46	3,24	7,63	23,08	23,83	8,26
APA30	342,19	585,38	564,06	3,78	8,77	22,75	23,61	9,61
APA31	344,43	586,62	567,81	3,31	7,77	23,00	23,76	8,42
				3,43	8,01	22,93	23,71	8,72
				0,21	0,46	0,12	0,08	0,54

Tablo M.3.3 Menemen pembe andezit

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	318,27	556,97	523,78	6,34	13,90	21,53	22,89	16,15
MPA17	340,93	576,64	554,83	3,93	9,25	23,09	24,00	10,20
MPA21	319,37	554,16	526,63	5,23	11,73	22,00	23,15	13,28
MPA26	345,93	581,88	559,68	3,97	9,41	23,27	24,19	10,39
				4,87	11,07	22,47	23,56	12,50
				1,00	1,91	0,73	0,55	2,43
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	318,59	557,21	522,34	6,68	14,61	21,47	22,91	17,11
MPA17	341,06	577,79	554,42	4,22	9,87	22,97	23,94	10,95
MPA21	320,07	555,87	526,03	5,67	12,65	21,88	23,13	14,49
MPA26	345,79	582,02	559,10	4,10	9,70	23,22	24,17	10,74
				5,17	11,71	22,39	23,54	13,33
				1,07	2,05	0,73	0,53	2,65

Tablo M.3.3 devamı

20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	318,36	557,33	522,21	6,73	14,70	21,44	22,88	17,23
MPA17	341,12	577,87	554,21	4,27	9,99	22,96	23,94	11,10
MPA21	320,85	555,92	526,08	5,67	12,69	21,95	23,20	14,54
MPA26	345,77	582,42	559,06	4,18	9,87	23,18	24,14	10,95
				5,21	11,81	22,38	23,54	13,46
				1,06	2,01	0,71	0,52	2,61
30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	318,18	557,26	522,08	6,74	14,71	21,42	22,87	17,25
MPA17	341,01	578,19	554,03	4,36	10,19	22,92	23,91	11,34
MPA21	320,42	556,01	525,93	5,72	12,77	21,90	23,15	14,64
MPA26	345,59	582,44	558,98	4,20	9,91	23,15	24,12	10,99
				5,25	11,89	22,35	23,51	13,56
				1,04	1,97	0,71	0,52	2,56
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	317,92	557,24	522,10	6,73	14,68	21,40	22,84	17,21
MPA17	340,87	578,49	554,12	4,40	10,26	22,88	23,88	11,43
MPA21	320,96	556,72	525,87	5,87	13,09	21,88	23,17	15,06
MPA26	345,14	582,27	558,96	4,17	9,83	23,12	24,09	10,90
				5,29	11,96	22,32	23,49	13,65
				1,06	2,01	0,71	0,51	2,60
50.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	317,68	558,57	522,04	7,00	15,16	21,26	22,75	17,88
MPA17	340,91	578,89	554,60	4,38	10,21	22,86	23,86	11,37
MPA21	320,70	556,86	525,80	5,91	13,15	21,84	23,13	15,14
MPA26	345,14	582,91	558,95	4,29	10,08	23,06	24,05	11,21
				5,39	12,15	22,26	23,45	13,90
				1,13	2,13	0,74	0,53	2,78
60.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	317,08	558,41	521,77	7,02	15,18	21,21	22,70	17,90
MPA17	340,78	578,93	553,86	4,53	10,53	22,81	23,85	11,77
MPA21	320,43	557,15	525,37	6,05	13,43	21,77	23,09	15,51
MPA26	345,70	583,34	558,48	4,45	10,46	23,05	24,08	11,68
				5,51	12,40	22,21	23,43	14,21
				1,08	2,00	0,75	0,56	2,63

Tablo M.3.3 devamı

70.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	317,45	558,57	520,88	7,24	15,63	21,19	22,73	18,53
MPA17	340,09	579,48	553,03	4,78	11,05	22,66	23,75	12,42
MPA21	320,64	558,14	524,45	6,42	14,19	21,66	23,05	16,53
MPA26	345,75	584,60	557,17	4,92	11,48	22,88	24,01	12,97
				5,84	13,09	22,10	23,38	15,11
				1,03	1,90	0,70	0,52	2,52
80.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
MPA14	317,59	559,07	520,26	7,46	16,07	21,14	22,71	19,15
MPA17	340,70	580,64	552,37	5,12	11,78	22,58	23,74	13,36
MPA21	320,09	558,77	523,88	6,66	14,62	21,53	22,97	17,12
MPA26	346,43	584,91	556,08	5,18	12,09	22,87	24,06	13,75
				6,11	13,64	22,03	23,37	15,84
				1,00	1,78	0,72	0,55	2,40

Tablo M.3.4 Foça sarı tüf

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,53	464,60	416,33	11,59	20,71	17,52	19,56	26,12
FST23	234,73	466,47	414,70	12,48	22,34	17,56	19,75	28,77
FST24	220,75	452,79	396,21	14,28	24,38	16,75	19,14	32,25
FST25	238,44	470,51	419,79	12,08	21,86	17,75	19,89	27,97
				12,61	22,32	17,39	19,58	28,78
				1,01	1,33	0,38	0,28	2,22
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,90	465,31	415,72	11,93	21,25	17,47	19,56	26,98
FST23	235,17	468,09	414,17	13,02	23,15	17,44	19,71	30,12
FST24	222,46	455,33	395,80	15,04	25,56	16,67	19,18	34,34
FST25	239,18	472,34	419,42	12,62	22,70	17,65	19,87	29,36
				13,15	23,16	17,31	19,58	30,20
				1,16	1,55	0,38	0,26	2,66

Tablo M.3.4 devamı

20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	233,36	466,95	415,33	12,43	22,10	17,44	19,61	28,37
FST23	235,33	468,40	413,91	13,16	23,38	17,42	19,72	30,51
FST24	221,54	454,49	395,58	14,89	25,29	16,66	19,14	33,85
FST25	238,89	472,26	419,13	12,68	22,77	17,62	19,85	29,48
				13,29	23,38	17,29	19,58	30,55
				0,96	1,19	0,37	0,27	2,05
30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	232,49	466,13	414,76	12,39	21,99	17,41	19,57	28,18
FST23	234,78	467,80	413,13	13,23	23,46	17,39	19,69	30,65
FST24	220,35	453,41	394,99	14,79	25,07	16,63	19,09	33,45
FST25	239,32	472,58	418,22	13,00	23,30	17,59	19,87	30,39
				13,35	23,45	17,26	19,56	30,67
				0,89	1,09	0,37	0,29	1,87
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,51	465,95	414,58	12,39	21,91	17,35	19,50	28,06
FST23	234,34	467,43	413,08	13,16	23,32	17,39	19,67	30,41
FST24	220,84	453,67	394,74	14,93	25,31	16,63	19,11	33,89
FST25	239,10	472,11	417,97	12,95	23,24	17,60	19,88	30,27
				13,36	23,44	17,24	19,54	30,66
				0,95	1,21	0,36	0,28	2,09
50.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,46	465,75	415,30	12,15	21,53	17,39	19,50	27,44
FST23	234,04	466,98	412,86	13,11	23,23	17,39	19,67	30,27
FST24	221,06	453,92	394,53	15,05	25,50	16,62	19,12	34,24
FST25	238,66	471,80	417,25	13,07	23,40	17,56	19,85	30,54
				13,35	23,42	17,24	19,54	30,62
				1,06	1,41	0,36	0,27	2,41
60.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,57	465,97	414,76	12,35	21,85	17,36	19,50	27,95
FST23	234,24	466,96	413,84	12,84	22,83	17,44	19,68	29,58
FST24	220,80	453,55	394,15	15,07	25,52	16,61	19,12	34,27
FST25	238,11	472,10	416,74	13,28	23,66	17,47	19,79	30,99
				13,38	23,46	17,22	19,52	30,70
				1,03	1,35	0,35	0,26	2,32

Tablo M.3.4 devamı

70.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,24	465,78	414,10	12,48	22,03	17,32	19,48	28,26
FST23	234,16	466,88	413,01	13,04	23,15	17,41	19,68	30,12
FST24	220,72	453,30	393,88	15,09	25,55	16,61	19,12	34,32
FST25	238,41	472,25	415,89	13,55	24,10	17,45	19,81	31,76
				13,54	23,71	17,20	19,52	31,11
				0,97	1,29	0,34	0,26	2,22
80.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FST22	231,16	465,82	413,10	12,76	22,47	17,27	19,47	28,98
FST23	234,85	466,10	412,39	13,02	23,23	17,49	19,77	30,25
FST24	220,33	454,25	392,89	15,62	26,23	16,48	19,05	35,56
FST25	237,59	472,41	414,74	13,91	24,56	17,33	19,74	32,55
				13,83	24,12	17,14	19,51	31,84
				1,12	1,43	0,39	0,29	2,50

Tablo M.3.5 Alaçatı tüf

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	152,20	389,48	326,45	19,31	26,56	13,50	16,10	36,17
AT25	150,87	391,72	329,82	18,77	25,70	13,43	15,96	34,59
AT26	179,98	419,94	363,67	15,47	23,45	14,87	17,17	30,63
AT31	160,08	398,93	338,05	18,01	25,49	13,88	16,38	34,21
AT32	148,67	381,97	319,09	19,71	26,95	13,42	16,06	36,90
				18,25	25,63	13,82	16,33	34,50
				1,50	1,22	0,55	0,44	2,17
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,03	395,77	324,93	21,80	29,30	13,19	16,06	41,45
AT25	152,93	397,68	328,40	21,10	28,31	13,16	15,94	39,48
AT26	182,17	425,14	360,62	17,89	26,55	14,56	17,17	36,16
AT31	162,43	405,92	334,38	21,39	29,38	13,47	16,35	41,61
AT32	150,87	388,69	318,10	22,19	29,68	13,12	16,03	42,21
				20,88	28,65	13,50	16,31	40,18
				1,54	1,14	0,54	0,45	2,21

Tablo M.3.5 devamı

20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,24	395,92	323,16	22,52	30,11	13,12	16,07	43,07
AT25	153,47	398,26	326,47	21,99	29,33	13,08	15,96	41,50
AT26	182,25	425,39	359,14	18,45	27,25	14,49	17,16	37,45
AT31	162,70	406,21	332,54	22,15	30,25	13,40	16,36	43,38
AT32	150,19	388,97	316,34	22,96	30,42	13,00	15,98	43,71
				21,61	29,47	13,42	16,31	41,82
				1,62	1,17	0,55	0,45	2,31
30.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,29	396,12	322,96	22,65	30,25	13,10	16,07	43,37
AT25	153,46	399,94	326,23	22,59	29,91	12,98	15,92	42,66
AT26	182,42	426,52	358,95	18,82	27,68	14,43	17,14	38,28
AT31	162,62	406,84	332,39	22,40	30,48	13,35	16,34	43,85
AT32	150,34	389,19	316,08	23,13	30,61	12,98	15,98	44,11
				21,92	29,79	13,37	16,29	42,46
				1,57	1,08	0,55	0,45	2,15
40.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,52	396,93	322,42	23,11	30,74	13,05	16,06	44,38
AT25	153,21	400,09	325,46	22,93	30,23	12,93	15,90	43,33
AT26	182,35	426,12	358,64	18,82	27,68	14,43	17,15	38,28
AT31	162,45	405,94	331,58	22,43	30,54	13,36	16,35	43,97
AT32	150,93	389,84	315,75	23,46	31,01	12,97	16,01	44,95
				22,15	30,04	13,35	16,29	42,98
				1,70	1,21	0,56	0,45	2,41
50.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	155,19	397,53	322,13	23,41	31,11	13,04	16,09	45,17
AT25	153,84	400,88	325,35	23,21	30,57	12,92	15,92	44,04
AT26	182,52	427,17	358,55	19,14	28,05	14,38	17,13	38,98
AT31	162,72	406,21	331,48	22,54	30,69	13,36	16,37	44,28
AT32	151,22	390,63	315,69	23,74	31,30	12,94	16,01	45,56
				22,41	30,35	13,33	16,30	43,61
				1,68	1,18	0,55	0,44	2,38

Tablo M.3.5 devamı

60.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,80	397,17	320,04	24,10	31,82	12,95	16,08	46,68
AT25	153,09	400,52	323,70	23,73	31,05	12,83	15,88	45,03
AT26	182,19	427,09	356,75	19,72	28,72	14,29	17,11	40,30
AT31	162,49	406,37	329,45	23,35	31,54	13,25	16,35	46,07
AT32	151,51	390,59	314,14	24,34	31,98	12,89	16,03	47,01
				23,05	31,02	13,24	16,29	45,02
				1,70	1,19	0,54	0,44	2,45
70.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,97	397,24	319,04	24,51	32,28	12,92	16,09	47,66
AT25	153,65	400,66	322,96	24,06	31,46	12,83	15,91	45,89
AT26	182,07	426,93	356,33	19,81	28,83	14,28	17,10	40,51
AT31	163,18	407,76	328,18	24,25	32,54	13,16	16,36	48,23
AT32	151,36	390,68	313,07	24,79	32,43	12,83	16,01	47,99
				23,48	31,51	13,20	16,29	46,06
				1,85	1,39	0,55	0,43	2,89
80.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
AT22	154,23	396,21	318,03	24,58	32,31	12,89	16,06	47,73
AT25	153,12	399,34	322,04	24,00	31,39	12,83	15,91	45,76
AT26	181,85	426,18	355,42	19,91	28,96	14,27	17,11	40,77
AT31	162,93	407,51	327,00	24,62	32,92	13,12	16,35	49,07
AT32	150,88	390,30	312,11	25,05	32,66	12,79	15,99	48,50
				23,63	31,65	13,18	16,28	46,36
				1,89	1,44	0,56	0,44	3,01

Tablo M.3.6 Foça beyaz tüf

0.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FBT20	159,11	329,31	308,47	6,76	12,24	17,78	18,98	13,95
FBT38	126,91	263,92	245,81	7,37	13,22	17,60	18,90	15,23
FBT128	204,01	427,01	401,48	6,36	11,45	17,66	18,78	12,93
FBT132	202,19	427,44	404,30	5,72	10,27	17,61	18,62	11,45
				6,55	11,80	17,66	18,82	13,39
				0,60	1,08	0,07	0,14	1,39
10.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FBT20	159,31	330,35	307,23	7,53	13,52	17,62	18,95	15,63
FBT38	128,10	265,52	244,98	8,38	14,95	17,49	18,95	17,57
FBT128	208,17	436,30	400,63	8,90	15,64	17,23	18,76	18,53
FBT132	205,05	435,10	404,17	7,65	13,44	17,23	18,55	15,53
				8,12	14,39	17,39	18,80	16,82
				0,56	0,94	0,17	0,16	1,28
20.Döngü								
Örnek No	Wds (g)	Wd(g)	Wk (g)	Watm(%)	n (%)	γk (kN/m^3)	γd (kN/m^3)	e (%)
FBT20	160,01	331,03	305,38	8,40	15,00	17,52	18,99	17,64
FBT38	128,42	266,34	243,04	9,59	16,89	17,29	18,94	20,33
FBT128	208,04	438,86	395,15	11,06	18,94	16,79	18,65	23,36
FBT132	205,96	437,18	401,38	8,92	15,48	17,03	18,55	18,32
				9,49	16,58	17,16	18,78	19,91
				1,00	1,53	0,27	0,19	2,22

M.4 Islanma-Kuruma Sonrası Ultrasonik Ses Hızı İletkenliği

Tablo M.4.1 Aliağa gri andezit

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	19,90	19,40	5,45	5,59
AGA34	107,70	52,24	25,10	21,90	4,29	4,92
AGA59	108,64	52,48	21,40	20,30	5,08	5,35
AGA69	108,41	52,54	20,90	20,40	5,19	5,31
AGA73	108,14	53,10	20,90	20,10	5,17	5,38
					5,04	5,31
					0,39	0,22
10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	19,40	19,90	5,59	5,45
AGA34	107,70	52,24	26,20	21,70	4,11	4,96
AGA59	108,64	52,48	22,20	20,40	4,89	5,33
AGA69	108,41	52,54	21,90	20,30	4,95	5,34
AGA73	108,14	53,10	21,70	20,40	4,98	5,30
					4,91	5,28
					0,47	0,16
20.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,40	19,90	5,32	5,45
AGA34	107,70	52,24	26,20	21,70	4,11	4,96
AGA59	108,64	52,48	22,20	20,40	4,89	5,33
AGA69	108,41	52,54	21,30	20,30	5,09	5,34
AGA73	108,14	53,10	21,50	20,30	5,03	5,33
					4,89	5,28
					0,41	0,17
30.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,40	19,90	5,32	5,45
AGA34	107,70	52,24	26,60	22,20	4,05	4,85
AGA59	108,64	52,48	22,40	20,50	4,85	5,30
AGA69	108,41	52,54	22,20	20,40	4,88	5,31
AGA73	108,14	53,10	21,40	20,40	5,05	5,30
					4,83	5,24
					0,42	0,20

Tablo M.4.1 devamı

40.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,40	19,90	5,32	5,45
AGA34	107,70	52,24	26,00	22,80	4,14	4,72
AGA59	108,64	52,48	23,10	20,90	4,70	5,20
AGA69	108,41	52,54	22,30	20,90	4,86	5,19
AGA73	108,14	53,10	21,40	20,40	5,05	5,30
					4,82	5,17
					0,39	0,24
50.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,40	19,90	5,32	5,45
AGA34	107,70	52,24	26,40	22,80	4,08	4,72
AGA59	108,64	52,48	22,80	21,20	4,77	5,12
AGA69	108,41	52,54	22,20	21,20	4,88	5,11
AGA73	108,14	53,10	21,90	20,80	4,94	5,20
					4,80	5,12
					0,40	0,23
60.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,40	19,90	5,32	5,45
AGA34	107,70	52,24	28,40	23,70	3,79	4,54
AGA59	108,64	52,48	23,20	21,20	4,68	5,12
AGA69	108,41	52,54	22,20	21,30	4,88	5,09
AGA73	108,14	53,10	21,80	20,50	4,96	5,28
					4,73	5,10
					0,51	0,30
70.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,30	19,90	5,34	5,45
AGA34	107,70	52,24	28,70	23,60	3,75	4,56
AGA59	108,64	52,48	23,20	20,90	4,68	5,20
AGA69	108,41	52,54	22,20	21,90	4,88	4,95
AGA73	108,14	53,10	21,90	20,50	4,94	5,28
					4,72	5,09
					0,53	0,31

Tablo M.4.1 devamı

80.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AGA16	108,43	52,44	20,40	19,90	5,32	5,45
AGA34	107,70	52,24	28,20	23,40	3,82	4,60
AGA59	108,64	52,48	23,30	20,30	4,66	5,35
AGA69	108,41	52,54	22,80	22,40	4,75	4,84
AGA73	108,14	53,10	22,30	20,90	4,85	5,17
					4,68	5,08
					0,49	0,32

Tablo M.4.2 Aliağa pembe andezit

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,00	26,70	3,73	4,05
APA28	108,33	53,74	27,70	25,20	3,91	4,30
APA29	108,15	53,79	27,70	25,20	3,90	4,29
APA30	108,32	53,73	29,50	26,10	3,67	4,15
APA31	108,62	53,60	27,20	25,60	3,99	4,24
					3,84	4,21
					0,12	0,09
10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,20	26,00	3,70	4,16
APA28	108,33	53,74	28,20	25,70	3,84	4,22
APA29	108,15	53,79	28,00	25,20	3,86	4,29
APA30	108,32	53,73	28,80	26,70	3,76	4,06
APA31	108,62	53,60	28,20	25,60	3,85	4,24
					3,80	4,19
					0,06	0,08
20.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,50	26,60	3,66	4,06
APA28	108,33	53,74	28,80	25,30	3,76	4,28
APA29	108,15	53,79	28,20	25,30	3,84	4,27
APA30	108,32	53,73	30,10	27,10	3,60	4,00
APA31	108,62	53,60	28,20	25,20	3,85	4,31
					3,74	4,19
					0,10	0,13

Tablo M.4.2 devamı

30.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,70	26,50	3,64	4,08
APA28	108,33	53,74	29,00	25,70	3,74	4,22
APA29	108,15	53,79	27,90	25,50	3,88	4,24
APA30	108,32	53,73	30,10	26,70	3,60	4,06
APA31	108,62	53,60	28,70	25,40	3,78	4,28
					3,73	4,17
					0,10	0,09
40.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	30,40	26,20	3,56	4,13
APA28	108,33	53,74	29,40	25,60	3,68	4,23
APA29	108,15	53,79	28,20	25,30	3,84	4,27
APA30	108,32	53,73	30,40	27,00	3,56	4,01
APA31	108,62	53,60	28,10	25,70	3,87	4,23
					3,70	4,17
					0,13	0,09
50.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,10	26,30	3,72	4,11
APA28	108,33	53,74	29,60	26,00	3,66	4,17
APA29	108,15	53,79	28,80	25,60	3,76	4,22
APA30	108,32	53,73	30,50	27,10	3,55	4,00
APA31	108,62	53,60	28,70	26,00	3,78	4,18
					3,69	4,14
					0,08	0,08
60.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,70	26,10	3,64	4,14
APA28	108,33	53,74	29,10	26,10	3,72	4,15
APA29	108,15	53,79	29,30	25,70	3,69	4,21
APA30	108,32	53,73	30,70	27,60	3,53	3,92
APA31	108,62	53,60	28,70	25,70	3,78	4,23
					3,67	4,13
					0,09	0,11

Tablo M.4.2 devamı

70.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,90	26,40	3,62	4,10
APA28	108,33	53,74	29,60	26,00	3,66	4,17
APA29	108,15	53,79	28,20	25,50	3,84	4,24
APA30	108,32	53,73	32,10	28,20	3,37	3,84
APA31	108,62	53,60	28,10	25,40	3,87	4,28
					3,67	4,12
					0,18	0,15
80.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
APA26	108,11	53,62	29,90	26,30	3,62	4,11
APA28	108,33	53,74	29,60	26,50	3,66	4,09
APA29	108,15	53,79	28,90	25,90	3,74	4,18
APA30	108,32	53,73	32,40	28,70	3,34	3,77
APA31	108,62	53,60	28,00	25,10	3,88	4,33
					3,65	4,10
					0,18	0,18

Tablo M.4.3 Menemen pembe andezit

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	27,60	27,20	3,92	3,98
MPA17	108,79	52,80	24,30	23,90	4,48	4,55
MPA21	108,63	52,73	26,30	26,00	4,13	4,18
MPA26	108,96	52,76	24,40	23,80	4,47	4,58
					4,25	4,32
					0,23	0,25
10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	27,90	27,60	3,88	3,92
MPA17	108,79	52,80	24,60	24,00	4,42	4,53
MPA21	108,63	52,73	26,90	26,20	4,04	4,15
MPA26	108,96	52,76	24,70	23,80	4,41	4,58
					4,19	4,30
					0,24	0,27

Tablo M.4.3 devamı

20.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	27,90	27,80	3,88	3,90
MPA17	108,79	52,80	24,60	23,90	4,42	4,55
MPA21	108,63	52,73	27,10	26,80	4,01	4,05
MPA26	108,96	52,76	24,80	23,80	4,39	4,58
					4,18	4,27
					0,24	0,30
30.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	28,20	28,00	3,84	3,87
MPA17	108,79	52,80	24,50	24,20	4,44	4,50
MPA21	108,63	52,73	27,40	26,90	3,96	4,04
MPA26	108,96	52,76	24,60	23,60	4,43	4,62
					4,17	4,25
					0,27	0,31
40.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	28,20	28,30	3,84	3,83
MPA17	108,79	52,80	24,40	24,40	4,46	4,46
MPA21	108,63	52,73	27,00	26,90	4,02	4,04
MPA26	108,96	52,76	24,90	23,80	4,38	4,58
					4,17	4,23
					0,25	0,31
50.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	28,80	29,20	3,76	3,71
MPA17	108,79	52,80	24,30	24,30	4,48	4,48
MPA21	108,63	52,73	27,50	26,80	3,95	4,05
MPA26	108,96	52,76	24,90	23,80	4,38	4,58
					4,14	4,20
					0,30	0,35
60.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	28,80	29,30	3,76	3,70
MPA17	108,79	52,80	24,70	24,30	4,40	4,48
MPA21	108,63	52,73	27,90	27,30	3,89	3,98
MPA26	108,96	52,76	24,80	23,80	4,39	4,58
					4,11	4,18
					0,29	0,36

Tablo M.4.3 devamı

70.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	29,10	29,20	3,72	3,71
MPA17	108,79	52,80	24,70	24,80	4,40	4,39
MPA21	108,63	52,73	27,90	27,40	3,89	3,96
MPA26	108,96	52,76	24,80	23,40	4,39	4,66
					4,10	4,18
					0,30	0,37
80.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
MPA14	108,29	53,26	29,40	29,40	3,68	3,68
MPA17	108,79	52,80	24,60	24,40	4,42	4,46
MPA21	108,63	52,73	27,90	27,60	3,89	3,94
MPA26	108,96	52,76	24,90	23,60	4,38	4,62
					4,09	4,17
					0,31	0,38

Tablo M.4.4 Foça sarı tüf

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,40	40,90	3,08	2,66
FST23	108,77	52,46	35,90	41,70	3,03	2,61
FST24	108,77	52,48	37,70	45,00	2,89	2,42
FST25	108,73	52,49	35,80	41,70	3,04	2,61
					3,01	2,57
					0,07	0,09
10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,80	41,90	3,04	2,60
FST23	108,77	52,46	38,20	42,20	2,85	2,58
FST24	108,77	52,48	35,80	45,30	3,04	2,40
FST25	108,73	52,49	35,90	42,30	3,03	2,57
					2,99	2,54
					0,08	0,08

Tablo M.4.4 devamı

20.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,40	41,90	3,08	2,60
FST23	108,77	52,46	38,90	42,30	2,80	2,57
FST24	108,77	52,48	38,30	46,10	2,84	2,36
FST25	108,73	52,49	35,90	42,70	3,03	2,55
					2,94	2,52
					0,12	0,09
30.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,40	42,20	3,08	2,58
FST23	108,77	52,46	38,40	42,30	2,83	2,57
FST24	108,77	52,48	38,40	46,00	2,83	2,36
FST25	108,73	52,49	35,90	42,50	3,03	2,56
					2,94	2,52
					0,11	0,09
40.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,60	42,30	3,06	2,58
FST23	108,77	52,46	38,30	42,70	2,84	2,55
FST24	108,77	52,48	38,40	46,20	2,83	2,35
FST25	108,73	52,49	35,90	43,40	3,03	2,51
					2,94	2,50
					0,10	0,09
50.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,10	42,40	3,10	2,57
FST23	108,77	52,46	38,90	43,30	2,80	2,51
FST24	108,77	52,48	38,80	46,60	2,80	2,33
FST25	108,73	52,49	35,90	43,60	3,03	2,49
					2,93	2,48
					0,14	0,09
60.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,90	42,70	3,04	2,55
FST23	108,77	52,46	39,10	44,10	2,78	2,47
FST24	108,77	52,48	38,30	46,10	2,84	2,36
FST25	108,73	52,49	35,90	43,30	3,03	2,51
					2,92	2,47
					0,11	0,07

Tablo M.4.4 devamı

70.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	35,90	42,20	3,04	2,58
FST23	108,77	52,46	39,40	44,70	2,76	2,43
FST24	108,77	52,48	38,90	46,20	2,80	2,35
FST25	108,73	52,49	36,20	43,50	3,00	2,50
					2,90	2,47
					0,12	0,08
80.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
FST22	108,96	52,48	36,90	42,50	2,95	2,56
FST23	108,77	52,46	39,80	44,60	2,73	2,44
FST24	108,77	52,48	38,90	47,30	2,80	2,30
FST25	108,73	52,49	36,40	43,80	2,99	2,48
					2,87	2,45
					0,11	0,10

Tablo M.4.5 Alaçatı tüf

0.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	40,30	57,10	2,69	1,90
AT25	108,67	53,89	41,20	57,20	2,64	1,90
AT26	108,20	53,88	35,40	42,90	3,06	2,52
AT31	108,51	53,86	40,40	58,90	2,69	1,84
AT32	106,77	53,69	40,20	48,20	2,66	2,22
					2,74	2,07
					0,16	0,26
10.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	42,00	58,80	2,58	1,84
AT25	108,67	53,89	44,50	59,90	2,44	1,81
AT26	108,20	53,88	40,60	45,60	2,66	2,37
AT31	108,51	53,86	44,70	61,90	2,43	1,75
AT32	106,77	53,69	43,90	59,40	2,43	1,80
					2,51	1,92
					0,10	0,23

Tablo M.4.5 devamı

20.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	43,40	60,40	2,49	1,79
AT25	108,67	53,89	44,30	59,60	2,45	1,82
AT26	108,20	53,88	39,70	44,70	2,73	2,42
AT31	108,51	53,86	45,70	60,30	2,37	1,80
AT32	106,77	53,69	44,20	60,00	2,42	1,78
					2,49	1,92
					0,12	0,25
30.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	46,20	61,20	2,34	1,77
AT25	108,67	53,89	47,20	62,10	2,30	1,75
AT26	108,20	53,88	41,30	44,70	2,62	2,42
AT31	108,51	53,86	46,70	64,20	2,32	1,69
AT32	106,77	53,69	47,30	61,00	2,26	1,75
					2,37	1,88
					0,13	0,27
40.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	46,30	61,20	2,34	1,77
AT25	108,67	53,89	47,30	62,00	2,30	1,75
AT26	108,20	53,88	42,10	44,90	2,57	2,41
AT31	108,51	53,86	46,80	64,80	2,32	1,67
AT32	106,77	53,69	47,10	61,20	2,27	1,74
					2,36	1,87
					0,11	0,27
50.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	47,20	52,90	2,29	2,05
AT25	108,67	53,89	47,00	64,80	2,31	1,68
AT26	108,20	53,88	42,20	50,10	2,56	2,16
AT31	108,51	53,86	48,30	67,60	2,25	1,61
AT32	106,77	53,69	47,20	64,40	2,26	1,66
					2,34	1,83
					0,12	0,23

Tablo M.4.5 devamı

60.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	47,30	71,20	2,29	1,52
AT25	108,67	53,89	47,80	77,20	2,27	1,41
AT26	108,20	53,88	43,10	51,60	2,51	2,10
AT31	108,51	53,86	48,70	71,40	2,23	1,52
AT32	106,77	53,69	46,70	72,30	2,29	1,48
					2,32	1,60
					0,10	0,25
70.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	49,10	82,90	2,20	1,31
AT25	108,67	53,89	48,70	87,80	2,23	1,24
AT26	108,20	53,88	44,60	60,40	2,43	1,79
AT31	108,51	53,86	51,10	85,50	2,12	1,27
AT32	106,77	53,69	47,60	81,90	2,24	1,30
					2,25	1,38
					0,10	0,21
80.Döngü						
Örnek No	Boy (mm)	Çap (mm)	Tk(µs)	Td(µs)	Vpk(km/sn)	Vpd(km/sn)
AT22	108,21	53,86	50,90	83,60	2,13	1,29
AT25	108,67	53,89	49,70	88,20	2,19	1,23
AT26	108,20	53,88	46,30	63,80	2,34	1,70
AT31	108,51	53,86	53,10	86,40	2,04	1,26
AT32	106,77	53,69	49,60	84,20	2,15	1,27
					2,17	1,35
					0,10	0,17