

**MÜHENDİSLİK BİLİMLERİNDE  
GÜNCEL AKADEMİK ÇALIŞMALAR-2018**

**CURRENT ACADEMIC STUDIES  
IN ENGINEERING SCIENCES-2018**

**VOLUME / CİLT: II**

**Editörler / Editors**

**Prof. Dr. Serdar SALMAN  
Prof. Dr. Rıdvan KARAPINAR  
Assoc. Prof. Dr. Duygu KAVAK  
Dr. Ali KILIÇER**

**CURRENT ACADEMIC STUDIES**  
**IN ENGINEERING SCIENCES-2018**

*MÜHENDİSLİK BİLİMLERİNDE*  
*GÜNCEL AKADEMİK ÇALIŞMALAR-2018*

Volume/Cilt: II

**Editors/ Editörler**

Prof. Dr. Serdar SALMAN- Doç. Dr. Duygu KAVAK

Dr. Ali KILIÇER

Cetinje 2018



**Editors / Editörler**

Prof. Dr. Serdar SALMAN- Doç. Dr. Duygu KAVAK

Dr. Ali KILIÇER

**First Edition** •© December 2018 /Cetinje-Montenegro

**ISBN • 978-9940-540-51-7**

© copyright

**All Rights Reserved**

**Ivpe**

web: [www.ivpe.me](http://www.ivpe.me)

Tel. +382 41 234 709

e-mail: [office@ivpe.me](mailto:office@ivpe.me)



**Print**

Ivpe

Cetinje, Montenegro

**CONTENTS / İÇİNDEKİLER**

**VOLUME / CİLT: I**

**PREFACE / ÖNSÖZ / I**

**CONTENTS / İÇİNDEKİLER / III**

**REFEREE BOARD / HAKEM KURULU / XVII**

&

**COMPUTER ENGINEERING / BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**Arduino İle Yangın İhbar Sistemi / Y.Yurtay – H.Demirci - S.Yılmaz & Aslı İtir / 3**

**Açık Kaynak Çizge Analiz Araçları ile Sosyal Ağlardaki Etkili Bireylerin Tespiti / L. Sabah – M. Şimşek / 15**

**Mobil İşletim Sistemlerinin Kullanıcı Açısından Değerlendirilmesi Ve Karşılaştırılması: Android-iOS / F. Aslay – E- Yıldız – A. Baran – F. Akar / 27**

**Sosyal Ağlarda Etki Maksimizasyonu İçin Ego-Ağ Analizi // L. Sabah – M. Şimşek / 43**

**A Performance Comparison of Neural EEG Signal Classifiers Based on Extreme Learning Machine and Heuristic Optimization Algorithms / N. Yalçın – C. Karakuzu / 53**

**3B Tarayıcı İçin Optik Polygonal Lazer Işını Üretimi / A.G Kalaycı - S. Ceylan / 61**

&

**ENVIRONMENTAL ENGINEERING / ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Sera Atıklarının Yönetimi / E. T. Köse / 79**

**Petrol Sektöründeki Deniz Kazalarının Çevresel Etkileri ve Acil Müdahale Planları / E. T. Köse / 93**

**Removal of Organic Contaminants Using Anaerobic Haloalkali Bacteria / S. F. Alsaadawi – G. Uslu Şenel / 114**

&

**LEATHER ENGINEERING / DERİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Tabakhane Atıkları; Çevreye Potansiyel Etkileri ve Minimizasyonu / S. Menteş Çolak / 126**

**Co-Combustion of Turkish Lignite, Şırnak Asphaltite and Agricultural Biowaste in Fluidized Bed - Cost Assesment for Power Generation / Y. İ. Tosun / 669**

**Design and Modeling of Two Sequential Circulation Systems for Solid Fuel Mixture Combustion - Toxic gas/CO<sub>2</sub> capture in Fluidized Bed / Y. İ. Tosun / 679**

**Microwave Caustic Leaching of Coal Slimes with Agricultural wastes - Production of Humate Pellets / Y. İ. Tosun / 689**

**The Antibacterial Effect of Composite Material Obtained From Sea Urchin Against E-Coli Bacteria / S. Sezer – A. Yücel – E. Birhanli –F. Okuşluk - F. B.Emre / 701**

## **VOLUME / CİLT: II**

### **CIVIL ENGINEERING / İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**Bor Katkılı Harman Tuğlasının Enerji Tasarrufuna Etkisi; Kastamonu Aktekke Konağı Örneği / A. ÇağlarN- H. Çağlar - H. Demircan - S. Çimen / 711**

**Uçucu Kül Tabanlı, Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Harman Tuğlasının Su Emme Özelliği Üzerine Deneysel Araştırma / A. Çağlar - H. Çağlar - A. Şahin - H. Uzunalioğlu / 719**

**Trafik Etki Analizi / H. F. Bayata – G. Ş. Mengi – E. S. Coşkun / 727**

**Termal Şok İşleminin Yapı Taşı Olarak Kullanılan İscehisar Andezitinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi / M. Y. Çelik – M. Sert – Z. Arsoy / 731**

**Investigating The Effect of Different Waste Materials on High Temperature Resistance of Mortars / M. Y. Durgun - A. H. Sevinç / 747**

**Investigating The Effect of Silica Fume on Afşin-Elbistan Fly Ash Based Geopolymer Concretes / A. H. Sevinç - M. Y. Durgun - / 759**

**Mermer Agregasıyla Üretilmiş Kilitli Parke Taşlarının Özelliklerine Kür Koşulunun Etkisi / T. Uygunoğlu / 769**

**Karbon Fiber Kumaşla Düşük Dayanımlı Betonların Güçlendirilmesi / T. Uygunoğlu – G. Körlek / 779**

**Trafik Yüklemesi Altında İdeal Kemer Kesitli Beton Yol Kaplaması / R. Koç – E. B. Pancar / 789**

**REFEREE BOAD / *HAKEM KURULU***

Prof. Dr. Rıdvan KARAPINAR, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Turkey

Prof. Dr. Serdar SALMAN, National Defense University, Turkey

Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Turkey

Prof. Dr. Şemsi YAZICI, Ege University, Turkey

Assoc. Prof. Duygu KAVAK, Eskişehir Osmangazi University, Turkey

Asst. Prof. Ph.D. Kemal KÖSEOĞLU- Ege University, Turkey

Dr. Ali KILIÇEL, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey

Dr. Serdar PAZARLIOĞLU, Marmara University, Turkey

**CIVIL ENGINEERING / İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

# Termal Şok İşleminin Yapı Taşı Olarak Kullanılan İncehisar Andezitinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Mustafa Yavuz Çelik<sup>1</sup> & Murat Sert<sup>2</sup> & Zeyni Arsoy<sup>3</sup>

## 1. Giriş

Günümüzde yapı taşı olarak kullanılan doğal taşlar, geleneksel yapı malzemelerine göre daha uzun ömürlü oldukları için, geçmişte de değişik uygarlıklar tarafından sıklıkla kullanılmıştır. Günümüze kadar gelebilen kültürel tarihi varlıkların da büyük bir çoğunluğunun doğal taşlardan yapıldığı görülmektedir. Bu doğal taşların birisi de andezittir. Andezitler, yapılarda yapı taşı, iç ve dış mekanlarda döşeme, kaplama ve dekoratif kullanımın yanı sıra çevre düzenlemeleri, yaya yolu ve kaldırımlarda da kullanılmaktadır.

Andezitler, diyoritlerin yüzey kayaçları olup plajiyoklas (andezin) ve amfibol (hornblend) grubu mineraller bileşimlerinde çoğunluğu oluşturmaktadır. Az olarak kuvars, piroksen grubu, olivin, biyotit gibi minerallerde bulunabilmektedir. Volkanik kayaçlar arasında çok bulunan bir kayaç türüdür. Ülkemizde yaygın bir şekilde yüzeylenen andezitler nötr kökenli bir magmadan oluşmaktadır (Çelik, 2015).

Sağlam ve dayanıklılık nedeniyle tercih edilen doğal yapı taşları kullanım yerlerinde ömürleri boyunca savunmasız bir şekilde değişik atmosfer etkilerine karşı maruz kalmaktadırlar. Yüzlerce yıl boyunca ısınma-soğuma, ıslanma-kuruma, su emme, tuz kristallenmesi ve donma-çözülme gibi olaylara maruz kalan doğal taşlar yapısal ve dokusal özelliklerine göre; az veya çok ayrışmaya uğramakta ve mevcut fiziksel ve kimyasal özelliklerini kaybedebilmektedirler. Doğal yapı taşlarının ayrışmasına sebep olan atmosfer etkilerinden birisi de termal şok etkisi (ani ısı değişiklikleri) olup gündüz ve gece ısı farklılığının çok olduğu iklimlerde, ısınma-soğumaya bağlı olarak gelişmektedir. Sıcak soğuk farklılıkları, yapı taşlarında zaman içerisinde tahribata yol açabilmektedir.

Termal şok hasarı, taş örneğinin mineralojik bileşenlerin ve iç ve dış kısımlarının diferansiyel ısı genleşmesi ve büzülmesinin bir sonucudur. Anizotropik termal genleşme, bu tür bir numunenin iç ve dış kısımlarının yanı sıra bireysel taneleri arasında da olabilir. Bu süreçler kümülatif yorgunluğa ve iç streslerin oluşmasına neden olur, bu da mikro kırılma için yeterli gerilme meydana getirebilir (Hale ve Shakoor, 2003). Termal şok

---

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Doğal Yapı Taşları Programı

<sup>2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü



ayrışması, büyük günlük sıcaklık değişimlerinin gözlemlendiği iklimlerde iyi bilinen bir olgudur ve güneş enerjisinin doğrudan etkisi altında kaya yüzeyinin alternatif ısınma ve soğumasının bir sonucudur (Yavuz vd., 2006).

Literatürde, termal şok döngülerinin farklı yapı taşlarının özellikleri üzerindeki etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Hattema vd. 1998; Sousa vd. 2005; Yavuz 2011; Akbay vd. 2012; Khanlari ve Abdilor, 2015; Wang vd. 2016a; Wang vd. 2016b; Sarıcı ve Özdemir, 2017). İscehisar andezitlerinin termal şok etkileri üzerine bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Mahmutoğlu (1998) ve Ferrero Marini (2001), çatlaklı kayalarda termal etkinin mekanik davranışlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Hale ve Shakoore (2003), altı farklı kumtaşının ısıtma ve soğuma, ıslatma ve kurutma, dondurma ve çözülme (iklim değişiklikleri) üzerindeki etkilerinin basınç dayanım değerlerine etkisini araştırmış ve ölçmüşlerdir. Yavuz vd. (2006), 12 farklı karbonat kayasının laboratuvar koşullarında bozulma, donma-çözülme nedeniyle fiziksel ayrışma ve 20 döngü için termal şok etkisinin indeks özelliklerini araştırmışlardır. Labus ve Bochen (2012), kumtaşının petrografisini (kayaçların yapısı, dokusu ve gözenekliliği dahil) inceleyerek ayrışma etkisini incelemek amacıyla yaşlandırma odasında hızlandırılmış hava koşullandırma testleri gerçekleştirmişlerdir. Demirdağ (2013), travertende çimento dolgu yönteminin uygulanmasını ve donma-çözülme ve termal şok döngülerinin kaya yapısı üzerindeki etkilerini deneysel olarak araştırmıştır. Doldurulmamış ve doldurulmuş travertenler, donma-çözülme ve termal şok döngülerinden önce ve sonra kayaç parametrelerini karşılaştırmışlardır. Ghobadi ve Babazadeh (2015), Qazvin bölgesinden (batı İran) dokuz kumtaşının ayrışma davranışlarını incelemişlerdir. Bu amaçla, donma-çözülme, tuz kristallendirme, ısıtma-soğutma ve ısıtma-soğutma-ıslatma gibi hızlandırılmış ayrışma deneyleri gerçekleştirmişlerdir. Heidari vd. (2017) doğal koşullardaki kireçtaşlarının bozulmasında bozucu etkenlerin etkilerini değerlendirmek için, kireçtaşlarının ayrışmasını güvenilir bir şekilde tahmin edilmesine yönelik bir model geliştirmişler ve bir dizi hızlandırılmış yaşlandırma testleri (donma-çözülme, tuz kristallendirme, termal şok, ıslatma-kurutma) gerçekleştirmişlerdir.

Doğal taşlarda oluşan tahribat nedenlerinin bilinmesi, tarihi yapı ve eserin koruma ve onarımının yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yapı taşlarının uzun süreli dayanımını öngörmek, her taş türünün bozunma özelliklerini incelemek ve ayrışma üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla laboratuvar deneyleri yapılmaktadır. Bu çalışmada Afyonkarahisar yöresinde üretilen ve tarihi dönemlerden beri yapı taşı

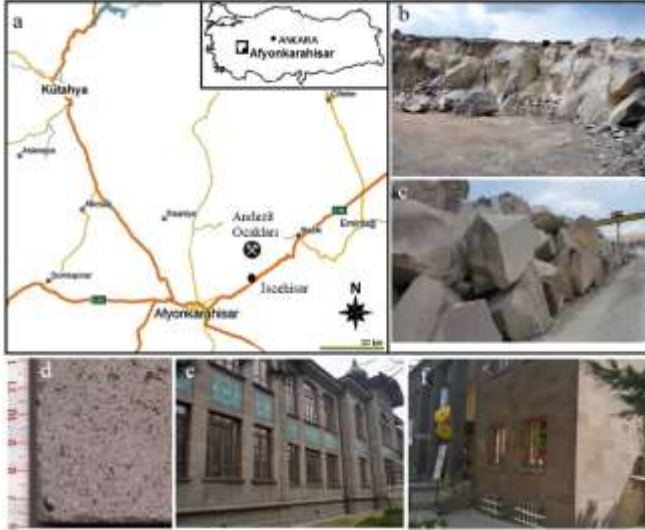
olarak kullanılan İschehisar andezitlerinin termal şok etkisine dayanımı, laboratuvar deneyleri yöntemiyle incelenmiştir. Çok geniş alanlara dağılmış ve büyük rezervleri olan bu kayaçların daha uzun yıllara yapı malzemesi olarak değerlendirilebileceği öngörülmektedir. Böylelikle gerek tarihi yapılarda kullanılmış olan gerekse günümüzde kullanılmakta olan bu andezitlerin, termal şok etkilerine karşı dirençleri belirlenmiş olacaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan andezit örnekleri İschehisar (Afyonkarahisar) kuzeyinde bulunan Ağın Dağı yöresindeki ocaklardan temin edilmiştir. Söz konusu ocaklar aktif olup üretilen andezitler bölgede yapıtaşı olarak kullanılmaktadır. Ocaklarda doğal çatlaklar yardımıyla elde edilen büyük kütleler, elmas tel kesme yöntem ile sayalama işlemi sonucunda kesilebilir boyutlu bloklara dönüştürülmektedir. Örneklerin alındığı lokasyonu gösteren yer bulduru haritası, ocağın ve andezitin yüzey görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Andezitler, alterasyona bağlı olarak pembemsi, kırmızımsı ve morumsu renklerde bulunurlar.

Termal şok deneylerinde, döngüleri kendi otomatik yapabilen, otomasyon sistemine sahip Mikrotest marka termal şok cihazı (test kabini) kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Deneylerde kullanılan andezitlerin temin edildiği ocak lokasyonu (a), ocak (b) ve blokların görünümü (c), andezitin yüzey görünümü (d) andezitlerin kullanıldığı Afyon Lisesi (1894 yılında yapılmıştır) (e) ve Afyon PTT binası (1940 yılında yapılmıştır) (f).

## 2.2. Yöntem

İscehisar andezitlerinin termal şok etkisiyle yıpranmaya direnç özelliklerini belirlemeden önce malzeme karakterizasyonu yapmak amacıyla örneklere bir dizi kimyasal, mineralojik, petrografik ve fiziko-mekanik test ve analizler yapılmıştır.



Şekil 2. Deneylerde kullanılan termal şok cihazı (a) ve örneklerin görünümü (b).

Kimyasal analizler, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Doğaltaş Analiz Laboratuvarında Rigaku/ZSX Primus II marka XRF cihazında yapılmıştır. Petrografik incelemeleri için 2 adet ince kesit hazırlanmış ve polarizan mikroskop incelemeleri, Nikon E200POL model polarizan mikroskop ile incelenmiştir. XRD analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarlarında, Bakır (Cu) X ışını tüpü kullanılarak Shimadzu marka XRD-6000 model cihaz ile yapılmıştır. Deneylerde kullanılan yapı taşlarının yoğunluk, su emme, gözeneklilik, ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı gibi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla TS EN standartlarına göre fiziksel ve mekanik deneyler yapılmıştır (Çizelge 1). Termal şok dışındaki her bir deney için 6'şar adet 50x50x50 mm boyutlarında örnek kullanılmıştır. Tüflerin ultrases geçiş hızı ölçümleri Proceq Pundit Lab marka ultrases test cihazı (P-dalgası) ile yapılmıştır (54 kHz).

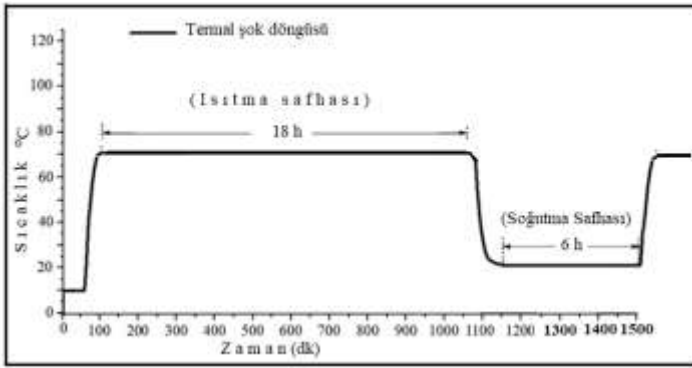
Çizelge 1. Fiziko mekanik testlerde kullanılan örnekler ve ilgili standartlar.

Testler	İlgili standart
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	TS EN 1936
Ağırlıkça su emme (%)	TS EN 13755
Gözeneklilik (%)	TS EN 1936
Ultrasonik dalga hızı (km/s)	TS EN 14579
Basınç dayanımı (MPa)	TS EN 1926
Eğilme dayanımı (MPa)	TS EN 12372
Termal şok direnç (%)	TS EN 14066

### 2.2.1. Termal Şok Deneyleri

Andezit örneklerinin termal şok etkisi ile yıpranmaya direnç deneyleri TS EN 14066 standardına göre belirlenmiştir. Deneylerde 12 adet 300x50x50 mm boyutlu andezit örneği kullanılmıştır.

Termal döngüler sonucunda gerçekleşen ağırlık kayıplarını belirlemek amacıyla deney öncesi ve sonrasında numuneler 105 °C de 24 saat süre ile kurutulmuş, kuru ağırlıkları kaydedilmiştir. 70°C sıcaklıkta 18 saat; takiben 20 °C sıcaklıktaki damıtık su içerisine 6 saat süreyle bekletilen örnekler 20 döngü sonunda tekrar sabit tartıma kadar kurutularak deney tamamlanmıştır. Deney prosedürü Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. TS EN 14066 standardına göre yapılan termal şok etkisi ile yıpranmaya direnci deney prosedürü.

## 3. Bulgular ve Tartışmalar

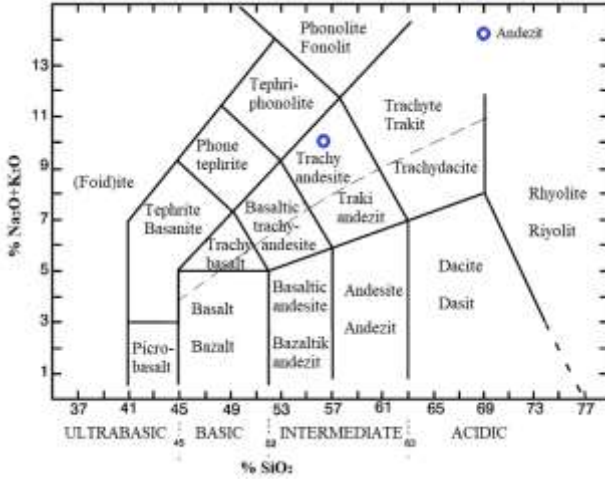
### 3.1. Kimyasal Analiz

Doğal yapı taşı olarak kullanılan ve bu çalışma kapsamında incelenen andezitin ana element oksit içerikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Kimyasal analiz verilerine göre andezitin en önemli bileşenleri sırasıyla SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O ve MgO’dur.

Kimyasal analiz verilerine göre, incelenen andezitin kökenini bulmak amacıyla Le Bas vd. (1992) tarafından önerilen toplam alkali (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) ve silis (SiO<sub>2</sub>) diyagramı kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan kayacın traki-andezitik bileşimli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 2. Andezitin kimyasal bileşimi

Oksitler	(%)	Oksitler	(%)
SiO <sub>2</sub>	57,5000	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,9530
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,9000	MnO	0,1420
K <sub>2</sub> O	6,9500	SrO	0,1130
CaO	5,2600	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0344
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,8600	Rb <sub>2</sub> O	0,0261
Na <sub>2</sub> O	3,2600	ZrO <sub>2</sub>	0,0553
MgO	2,3900	SO <sub>3</sub>	0,0152
TiO <sub>2</sub>	1,0600	ZnO	0,0073
		A.Z.(LOI)	1,5100



Şekil 4. Deneylerde kullanılan andezitlerin, toplam alkali içeriğine karşı silis (Le Bas vd. (1992)) diyagramındaki konumu.

### 3.2. Petrografik ve Mineralojik Analizler

#### 3.2.1. Polarizan mikroskop analizi

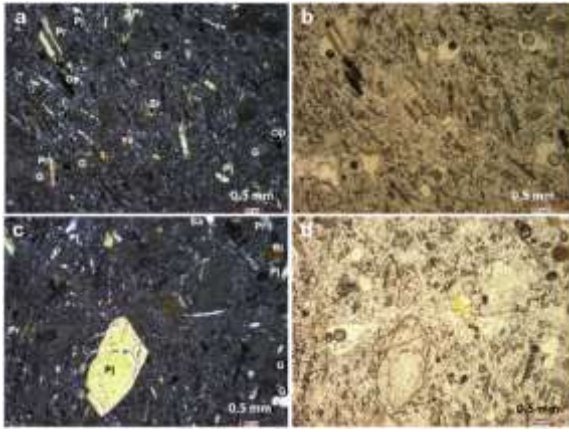
Petrografik tanımlama için iki adet andezit numunesinden ince kesitler hazırlanmış ve Polarizan mikroskop altında incelemeler yapılmıştır. Elde edilen görüntüler Şekil 5'de verilmiştir. Polarizan mikroskop incelemelerine göre; andezitlerin porfirik dokulu olduğu belirlenmiştir. Matris genellikle mikro plajiyoklas ve piroksen minerallerinden oluşmuş olup az miktarda volkan camı ve opak mineral varlığı da görülmektedir.

Fenokristal olarak feldispat, piroksen ve biyotit mineralleri gözlenmiştir. Piroksen minerallerinde kırık ve çatlaklar çok belirgindir. İnce kesitlerde bol miktarda gözenekler de bulunmaktadır. Andezitlerde gözlenen pembemsi-kırmızımsı renk, mafik minerallerin ayrışması sonucunda

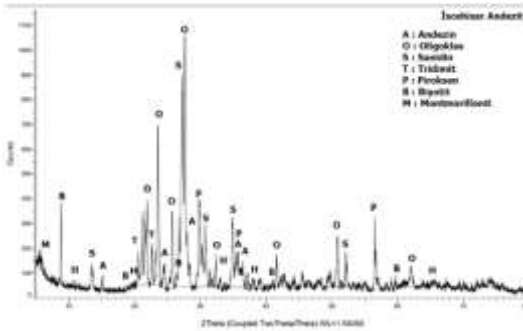
oluşmuştur. Ayrışma sonucunda mafik minerallerin etrafında demir oksit sıvıamaları gözlenmektedir.

### 3.2.2. XRD analizi

İncelenen andezit örneklerinin XRD analiz sonuçları Şekil 6’da verilmiştir. XRD analizi sonucunda andezitlerde feldispat (sanidin, oligoklas ve andezin), montmorillonit, biyotit, piroksen ve tridimit mineralleri tespit edilmiştir. Montmorillonit gibi kil minerallerinin varlığı volkanik cam bileşenlerin ve feldispatların yer yer bozduğunu göstermektedir. XRD grafiğinde Andezitlerde  $2\theta=0^\circ$  itibaren zeminin yükselmesi amorf malzeme (volkanik cam) varlığını desteklemektedir.



Şekil 5. Andezitin ince kesit mikro fotoları (a, c): Çift nikol, (b, d): Tek nikol. (Pr: piroksen ve Pj: plajiyoklaz, Op: opak mineral, Bi: biyotit, G: gözenek).



Şekil 6. Andezitin XRD piklerinin görünümü.

### 3.3. Fiziko-mekanik Özellikleri

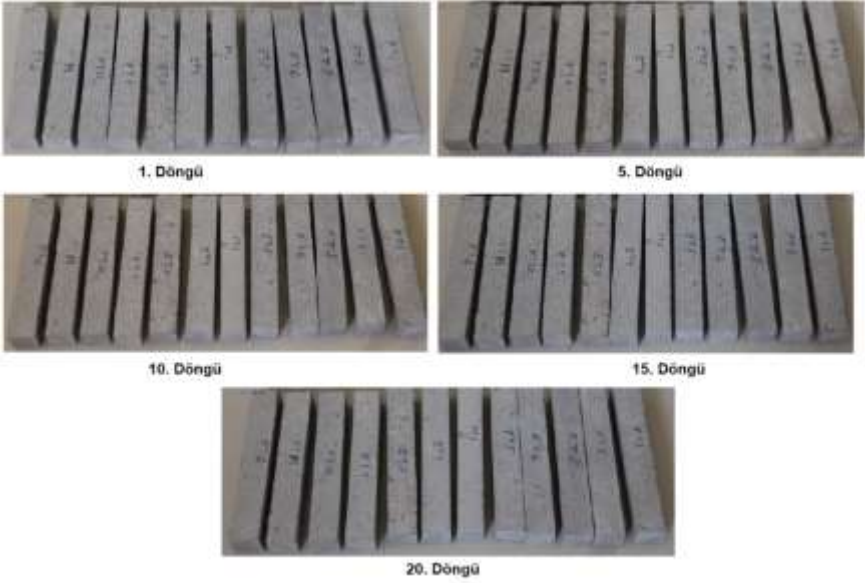
Ayrışmalar, doğal yapı taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinde dayanıklılık problemlerine neden olmaktadır. Andezit örneklerinin laboratuvar test yöntemleri kullanılarak fiziko-mekanik özellikleri incelenmiştir. İlgili standartlara göre yoğunluk, su emme, gözeneklilik, ultrases dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımı gibi fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için laboratuvar testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Andezitin açık gözenekliliği %4,63 iken toplam gözenekliliği %19,25 olarak belirlenmiştir. Andezitin ağırlıkça su emme yüzdesi %2,44’tür. Andezit örneklerinin tek eksenli basınç dayanımı ise 70 MPa olarak tespit edilmiştir. Kayaçların gözenek değerlerinin yüksek olması su emme, basınç dayanımı gibi parametreleri olumsuz etkilemektedir.

Çizelge 3. Andezitlerin fiziko-mekanik özellikleri

	min	max	ort
Yoğunluk (gerçek) (kg/m <sup>3</sup> )	2777,30	2787,20	2781,70
Ağırlıkça su emme (%)	1,97	3,78	2,44
Açık gözenek (%)	3,44	6,04	4,63
Toplam gözenek (%)	18,32	23,49	19,25
Ultrases dalga hızı (km/s)	3,84	4,31	4,16
Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	53,05	96,75	70,00
Eğilme dayanımı (MPa)	9,4	17,6	14,87

### 3.4. Termal Şok Deneyi Sonrası Meydana Gelen Değişiklikler

Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası andezitlerde meydana gelen değişiklikler bazı fiziksel ve mekanik parametreler yardımıyla incelenmiştir. Andezitin termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyi döngülerinde örneklerin görünümü Şekil 7’de verilmiştir. İlgili standarda göre 20 döngü olarak uygulanan termal şok deneyleri sonrasında andezit örneklerinde gözle görülebilen bir tahribata rastlanmamıştır. Örnekler prizmatik şekil bütünlüğünü korumuşlardır. Bazı örneklerde kısmi renk değişimleri olduğu görülmüştür.



Şekil 7. Andezitin termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyi döngülerinde örneklerin görünümü.

### 3.4.1. Termal Şok Sonrası Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik

Andezitlerde 20 döngü termal şok deneyi sonrası yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik gibi fiziksel özelliklerde meydana gelen değişiklikler Şekil 8’de verilmiştir. Yoğunluk verisi deney öncesi ve sonrası değişmemiş olup  $2781 \text{ kg/m}^3$  olarak ölçülmüştür. Deneylerden önce %4,63 olan açık gözeneklilik değeri deneylerden sonra %4,74’e yükselmiştir. Aynı şekilde %19,25 olan toplam gözeneklilik değeri de deneylerden sonra %19,73’e yükselmiştir. Açık ve toplam gözeneklilik değerlerinde sırasıyla %2,32 ve %2,43 oranında artış kaydedilmiştir.

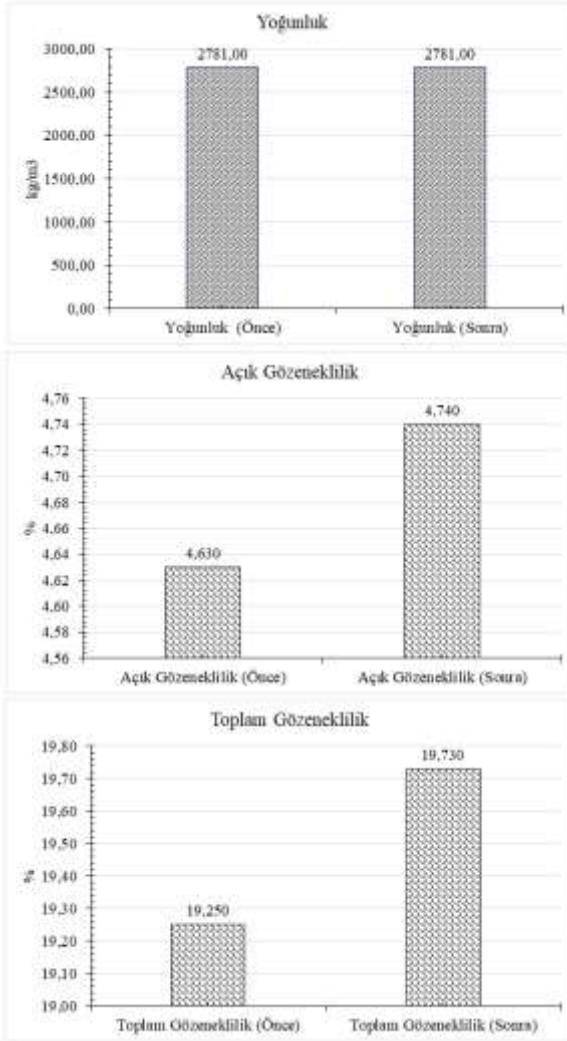
### 3.4.2. Termal Şok Sonrası Kütle Kaybı

Termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyi sonrası andezit örneklerinde herhangi bir fiziksel değişim gözlenmemiştir. Buna bağlı olarak da termal şok sonrası kütle kayıp değerlerinin çok az miktarda değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

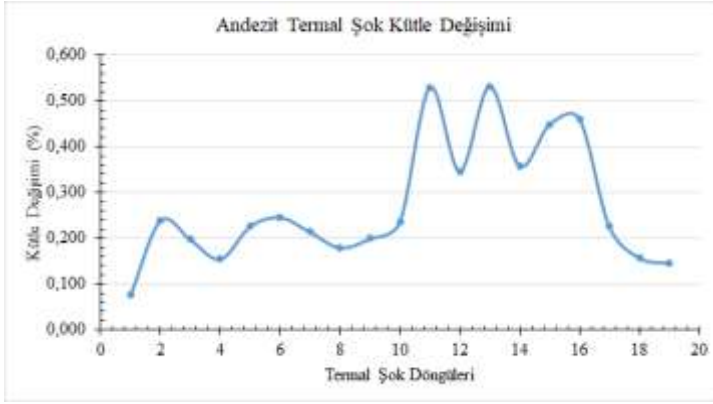
Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi döngülere göre kütle değişimi grafiği Şekil 9’da verilmiştir. Deney sonrasında kuru andezit örneklerinin kütle artışına sahip olduğu belirlenmiştir. Kütle artışı andezit örneklerinde ortalama %0,274 olarak gerçekleşmiştir. Çok az gerçekleşen kütle artışına gözeneklere giren suların ısıtma safhasında tam



olarak bünyeyi terk etmemesi sebep olmuş olabilir. Herhangi bir ayrışma olayı gözlenmediği için kütle kaybı meydana gelmemiştir.



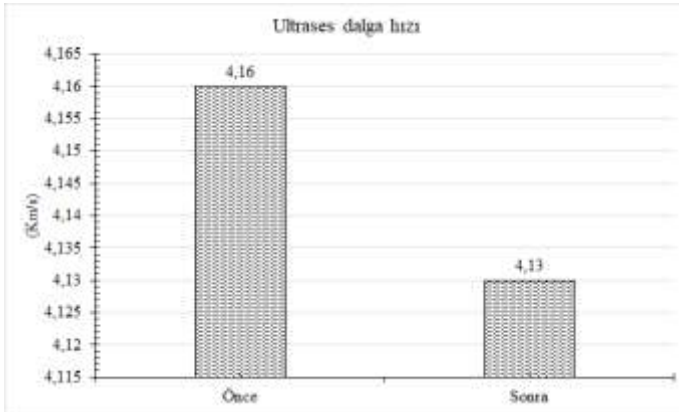
Şekil 8. Termal şok deneyi sonrası fiziksel özelliklerde meydana gelen değişiklikler.



Şekil 9. Andezitin termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyi kütle kaybı grafiği.

### 3.4.3. Termal Şok Sonrası Ultrases hızı

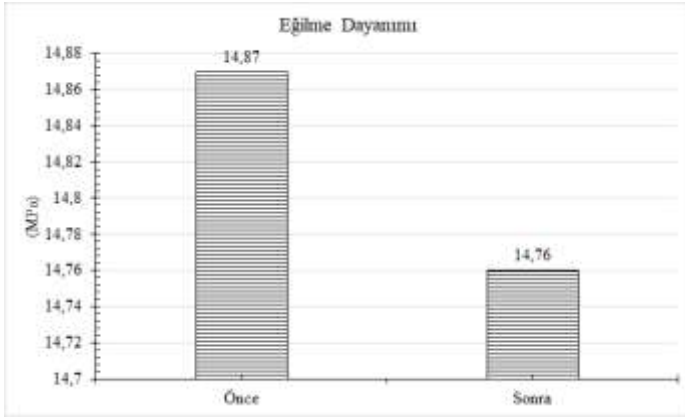
Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası ultrases hızı geçişleri ölçülmüştür. Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası meydana gelen ultrases geçiş hızı değişiklikleri grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Andezit örneklerinin ultrases hızı geçişleri ortalaması 4,13 km/s olarak ölçülmüştür. Deney öncesi 4,16 km/s olarak ölçülen ultrases geçiş hızı değerinin %0,73 azaldığı belirlenmiştir. Bu durum andezit örneklerinin termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyinde ayrışmadığını göstermektedir.



Şekil 10. Andezitin termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyi ultrases geçiş hızı değişikliği.

### 3.4.4. Termal Şok Sonrası Eğilme Dayanımı

Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası meydana gelen eğilme dayanımı değişimi grafiği Şekil 11’de verilmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda andezit örneklerinin eğilme dayanımı ortalaması 14,76 MPa olarak ölçülmüştür. Deney öncesi 14,87 MPa olarak ölçülen eğilme dayanımı değerinin %0,75 azaldığı belirlenmiştir. Deneysel çalışmalar, andezit örneklerinin termal şok etkisine dayanıklı olduğunu göstermektedir.



Şekil 11. Andezitin termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyi eğilme dayanımı değişikliği.

## 4. Sonuçlar

Doğal taşların kullanım yerlerine göre doğal taş seçiminde öncelikle doğal taşların kimyasal, mineralojik, petrografik, fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Kullanım alanlarına ve bulunduğu coğrafik konumlara göre farklı atmosferik olaylara maruz kalan doğal taşlar değişik ayrışma özellikleri göstermektedir. Bu ayrışmaların büyük bir çoğunluğu çevresel ve atmosferik faaliyetlerle ilişkilidir.

Bu çalışmada, Afyonkarahisar bölgesinde yapı taşı olarak kullanılan İncehisar andezitlerinin kimyasal, mineralojik ve petrografik, fiziko-mekanik ve gözenek özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklerin yanında yaşlandırma deneyleri yapılarak andezitlerin ayrışma parametreleri termal şok etkisi ile yıpranmaya direncin tayini deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası yoğunluk verisi deney öncesi ve sonrası değişmemiş olup 2781 kg/m<sup>3</sup>

olarak ölçülmüştür. Açık ve toplam gözeneklilik değerleri de sırasıyla %2,32 ve %2,43 oranında artmıştır.

Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrasında kuru andezit örneklerinin çok az kütle artışına sahip olduğu belirlenmiştir. Kütle artışı andezit örneklerinde ortalama %0,274 olarak gerçekleşmiştir. Herhangi bir ayrışma olayı gözlenmediği için kütle kaybı meydana gelmemiştir.

Termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası ultrases hızı geçişleri ölçülmüştür. Deney öncesi 4,16 km/s olan andezit örneklerinin ultrases hızı geçişleri ortalaması 4,13 km/s olarak ölçülmüştür. Her iki ölçümün de birbirine çok yakın olmasından dolayı andezit örneklerinin termal şok etkisi ile yıpranmaya karşı direncin tayini deneyinde ayrışmadığı söylenebilir.

DeneySEL çalışmalar, andezit örneklerinin termal şok etkisine dayanıklı olduğunu göstermektedir. Bu durumda ani ısı değişikliğine sahip olan iklimsel bölgelerde İscehisar andezitleri fiziksel bütünlüğü bozulmadan ve ayrışmaya uğramadan kullanılabilir.

## Kaynaklar

Akbay, D., Efe, T., Şengün, N., Demirdağ, S., Altındağ, R., Koççaz, C.E., 2012. Donma-çözülme ve termal şok koşullarının bazı mermerler üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *MERSEM'2012 8. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi*, 13-15 Aralık 2012.

Çelik, M.Y. 2015. Mermer Jeolojisi Ders Notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yayınlanmamış.

Demirdağ, S. 2013. Effects of freezing-thawing and thermal shock cycles on physical and mechanical properties of filled and unfilled travertines. *Constr Build Mater*, 47, 1395–1401.

Ferrero, A.M., Marini, P. 2001. Experimental studies on the mechanical behaviour of two thermal cracked marbles. *Rock Mech Rock Eng*, 34, 57–66.

Ghobadi, M.H., Babazadeh, R., 2015. Experimental studies on the effects of cyclic freezing–thawing, salt crystallization, and thermal shock on the physical and mechanical characteristics of selected sandstones. *Rock Mech. Rock. Eng.* 48, 1001–1016.

Hale, P.A., Shakoob, A., 2003. A laboratory investigation of the effects of cyclic heating and cooling, wetting and drying, and freezing and thawing on the compressive strength of selected sandstones. *Environ Eng Geosci*, 9 (2), 117–130.

Hattema, M.H.H., Wolf, K-H.A.A., De Pater, C.J. 1998. The influence of steam pressure on thermal spalling of sedimentary rock: theory and experiments. *Int J Rock Mech Min Sci*, 35, 3–15.

Heidari, M., Chastre, C., Torabi-Kaveh, M., Ludovico-Marques, M., Mohseni, H. 2017. Application of fuzzy inference system for determining weathering degree of some monument stones in Iran. *Journal of Cultural Heritage*, 25, 41–55.

Khanlari, G., Abdilor Y, 2015. Influence of wet–dry, freeze–thaw, and heat–cool cycles on the physical and mechanical properties of Upper Red sandstones in central Iran. *Bull Eng Geol Environ*, 74, 1287–1300.

Labus, M., Bochen, J. 2012. Sandstone degradation: an experimental study of accelerated weathering, *Environ Earth Sci*, 67, 2027-2042.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Woolley, A.R., 1992. The construction of the total alkali-silica chemical classification of volcanic rocks. *Miner Petrol*, 46, 1-22.

Mahmutoglu, Y. 1998. Mechanical behaviour of cyclically heated fine-grained rock. *Rock Mech Rock Eng*, 31, 169–79.

Sarıcı, D.E. 2016. Thermal deterioration of marbles: Gloss, color changes. *Construction and Building Materials*, 102, 416–421.

Sarıcı, D.E., Özdemir, E. 2017. Termal değişikliklerin mermerlerde renk ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin belirlenmesi. *Yerbilimleri*, 38 (1), 57-70

Sousa, L.M.O., Suarez del Rio, L., Calleja, L., Ruiz de Argondona, V.G., Rey, A.R. 2005. Influence of microfractures and porosity on the physicommechanical properties and weathering of ornamental granites. *Eng Geol*, 77, 153–68.

TS EN 1936. 2010. Doğal taşlar-deney yöntemleri-gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini, TSE, Ankara.

TS EN 13755. 2014. Doğal taşlar-deney yöntemleri-atmosfer basıncında su emme tayini, TSE, Ankara.

TS EN 14579. 2006. Doğal taşlar-deney yöntemleri-ses hızı ilerlemesinin tayini, TSE, Ankara.

TS EN 1926. 2013. Doğal taşlar-deney yöntemleri-tek eksenli basınç dayanımı tayini, TSE, Ankara.

TS EN 12372. 2007. Doğal taşlar-Deney metotları-Yoğun yük altında bükülme dayanımı tayini, TSE, Ankara.

TS EN 14066. 2004. Doğal Taşlar-Deney Metotları-Termal Şok Etkisiyle Yıpranmaya Direncin Tayini. TSE. Ankara.

Wang, P., Xu, J., Liu, S., Wang, H., Liu, S. 2016a. Static and dynamic mechanical properties of sedimentary rock after freeze-thaw or thermal shock weathering, *Engineering Geology*, 210, 148–157.

Wang, P., Xu, J., Liu, S., Wang, H. 2016b. Dynamic mechanical properties and deterioration of red-sandstone subjected to repeated thermal shocks. *Engineering Geology*, 212, 44-52.

Yavuz, H., Altındağ, R., Sarac, S., Uğur, I., Şengun, N., 2006. Estimating the index properties of deteriorated carbonate rocks due to freeze–thaw and thermal shock weathering. *Int J Rock Mech Min Sci*, 43, 767–775.

Yavuz, H. 2011. Effect of freeze–thaw and thermal shock weathering on the physical and mechanical properties of an andesite stone. *Bull Eng Geol Environ* 70, 187–192.