



multicongress

Antalya

# BİLDİRİ TAM METİN KİTABI PROCEEDING BOOK

## CİLT 1 VOLUME I

5. ULUSLARARASI  
MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALARI  
KONGRESİ

2-3 Kasım 2018, Antalya, Türkiye

5<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
MULTIDISCIPLINARY STUDIES  
CONGRESS

2-3 November 2018, Antalya, Turkey

Editörler/ Editors

Prof. Dr. Mehmet CANBULAT  
Prof. Dr. Hilmi DEMİRKAYA  
Doç. Dr. Meriç ERASLAN  
Doç. Dr. Bekir DİREKÇİ

[www.multicongress.com](http://www.multicongress.com)





**5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları  
Kongresi**

02-03 Kasım 2018, Antalya-Türkiye

**5<sup>th</sup> International Congress on Multidisciplinary  
Studies**

02<sup>th</sup>-03<sup>th</sup> November 2018, Antalya, Turkey

**CİLT I**  
**VOLUME I**

**Editörler / Editors**

Prof. Dr. Mehmet Canbulat

Prof. Dr. Hilmi Demirkaya

Doç. Dr. Meriç Eraslan

Doç. Dr. Bekir Direkci

**Birinci Basım / First Edition • © Kasım 2018 // November 2018**

**ISBN:**

## **KURULLAR**

### **DÜZENLEYEN KURUMLAR**

Akdeniz Üniversitesi

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

### **DESTEKLEYENLER**

Akademik İletişim

ASOS Journal

Asos Yayınları

Akademisyen Yayınevi

SOBIAD

### **ONUR KURULU**

Prof. Dr. Mustafa ÜNAL, Akdeniz Üniversitesi Rektörü

Prof. Dr. Adem KORKMAZ, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Rektörü

### **KONGRE BAŞKANI**

Prof. Dr. Mehmet CANBULAT, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

## **KONGRE DÜZENLEME KURULU**

Prof. Dr. Ellie ABDI, MontclairState Üniversitesi, ABD

Prof. Dr. Roger ENOKA, Colarado Üniversitesi, ABD

Prof. Dr. Tomasz NIZNIKOWSKI, Josef Pilsudski Üniversitesi,  
Romanya

Doç. Dr. Bekir DİREKÇİ, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Meriç ERASLAN, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa KILINÇ, Burdur Mehmet Akif Ersoy  
Üniversitesi, Türkiye

## **DAVETLİ KONUŞMACILAR**

Prof. Dr.Mohammad Ahmad QUDAH, Jordan University, Jordan

Assoc. Prof. Dr. Nihada DELIBEGOVIĆ DŽANIĆ

Dr. Zelfira ŞÜKRÜVCIYEVA, Kırım Mühendislik ve Pedagoji  
Üniversitesi, Rusya

Asst. Prof. Dr. Mir Hamid SLEAIHAN, Islamic Azad University, Iran

Dr. Hatixhe AHMEDI, National Archives of Kosovo, Kosovo

## **BİLİM VE HAKEM KURULU**

Prof. Dr. Abdildacan AKMATALİEV, Kırgız Milli Devlet Akademisi,  
Kırgızistan

Prof. Dr. Akmaral İBRAYEVA, M. Kozybayev Kuzey Kazakistan Devlet  
Üniversitesi, Kazakistan

Prof. Dr. Ali YAKICI, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Alparslan DAYANGAÇ, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Bahram GADIMI, İslamic Azad Üniversitesi İran

Prof. Dr. Beykan ÇİZEL Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Birgit PEPIN, Sor-Trondelag University, Norveç

Prof. Dr. Çiğdem ÜNAL, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Dana BABAU, Medicine and Pharmacy of Targu Mures Üniversitesi, Romanya

Prof. Dr. Danny Wyffels, KATHO University, Belçika

Prof. Dr. David BRIDGES, Cambridge University, İngiltere

Prof. Dr. Dimitris CHATZOPOULOS, Aristotle University of Thessaloniki, Yunanistan

Prof. Dr. Dušan MITIĆ, Belgrade Üniversitesi, Sırbistan

Prof. Dr. Elif ÇADIRCI, Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Emanuele ISIDORI, University of Rome Foro Italico, İtalya

Prof. Dr. Fatma Ebru İkiz, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Farshad TOJARI, İslamic Azad Üniversitesi İran

Prof. Dr. Fedat Rehimov Hannanoğlu, Bakü Devlet Üniversitesi, Azerbaycan

Prof. Dr. Gencay ZAVOTÇU, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Georgi GAGANİDZE, Ivane Javakhishvili Tiflis Devlet Üniversitesi, Gürcistan

Prof. Dr. Haluk BODUR, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hilmi DEMİRKAYA, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Kamal ABDULLAYEV, Azerbaycan Diller Akademisi,  
Azerbaycan

Prof. Dr. Kamil BEŞİROV, Azerbaycan Pedagoji Üniversitesi,  
Azerbaycan

Prof. Dr. Levent SON, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Marufjon YULDASHEV, Alişer Nevai Özbek Dili ve Edebiyatı  
Üniversitesi, Özbekistan

Prof. Dr. Michael LEİTNER, California State University, ABD

Prof. Dr. Mehmet Kayhan KURTULDU, Karadeniz Teknik Üniversitesi,  
Türkiye

Prof. Dr. Mine YAZICI, İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Muradov Reşad ŞAHBAZOĞLU, Azerbaycan Devlet İktisat  
Üniversitesi, Azerbaycan

Prof. Dr. Murat ATAN, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa ATMACA, Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,  
Türkiye

Prof. Dr. Muzaffer SÜMBÜL, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mühsin NAĞISOYLU, Azerbaycan Bilimler Akademisi,  
Azerbaycan

Prof. Dr. Münir YILDIRIM, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Naciye YILDIZ, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nasriddin Sadriddinov TALBAKOVİCH, Kurgan Tube Devlet  
Üniversitesi, Tacikistan

Prof. Dr. Nergis BİRAY, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof.Dr. Neşe ÇEĞİNDİR, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Olga Nosova VALENTYNOVNA, Khrakov Üniversitesi,  
Ukrayna

Prof. Dr. Orhan BAŞ, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Orhan SÖYLEMEZ, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Pelin YILDIZ, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Rajabov Rajab KUCHAKOVICH, Tacik Devlet Ticaret  
Üniversitesi, Tacikistan

Prof. Dr. Ramazan SEVER, Giresun Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ramazan KAZAN, Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Rauf AMİROV, Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Rıdvan KARAPINAR, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,  
Türkiye

Prof. Dr. Roger ENOKA, Colarado Üniversitesi, ABD

Prof. Dr. Sayfulina FLERA, Kazan Federal Üniversitesi,  
Tataristan/Rusya

Prof. Dr. Shadmehr MİRDAR, Mazandaran Üniversitesi, İran

Prof. Dr. Simon GELASHVİLİ, Ivane Javakhishvili Tiflis Devlet  
Üniversitesi, Gürcistan

Prof. Dr. Sven PERSSON, Malmö University, İsveç

Prof. Dr. Svetlana Tyutyunnykova VLADİMİROVNA, Khrakiv Ulusal  
Üniversitesi, Ukrayna

Prof. Dr. Tamara Merkulova VYKTOROVNA, Khrakiv Ulusal  
Üniversitesi, Ukrayna

Prof. Dr. Teimuraz BERİDZE, Ivane Javakhishvili Tiflis Devlet Üniversitesi, Gürcistan

Prof. Dr. Tologon OMOSHEV, Kırgızistan İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Kırgızistan

Prof. Dr. Turgay BİÇER, Marmara Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Tülin ARSEVEN, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ursula CASANOVA, Arizona State University, ABD

Prof. Dr. Zekai HALICI, Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Zuhâl YÜKSEL, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Abdülmecit ALBAYRAK, Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ahmet ÇOBAN, Dicle Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ainur NOGAYEVA, Avrasya Milli Üniversitesi, Kazakistan

Doç. Dr. Ali AYBEK, Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ali KORKMAZ, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Asiman GULİYEV, Azerbaycan İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Azerbaycan

Doç. Dr. Ayhan HORUZ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Aysel ÇİMEN, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Aytekin ÇIBIK, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Bekir MAMUT, Kırım Mühendislik ve Pedagoji Üniversitesi, Kırım/Rusya

Doç. Dr. Berna BALCI İZGİ, Gaziantep Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Burak ÇAMURDAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye



Doç. Dr. Burhan YILMAZ, Düzce Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Bülent ELİTOK, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Cırgalbek İSMANOV, Kırgızistan İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Kırgızistan

Doç. Dr. Davran YOLDAŞEV, Kırgızistan İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Kırgızistan

Doç. Dr. Evşen NAZİK, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Fariz AHMADOV , Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi, Azerbaycan

Doç. Dr. Ferah SEFEROVA, Kırım Mühendislik ve Pedagoji Üniversitesi, Kırım/Rusya

Doç. Dr. Firdaus NOROV, Kurgan Tube Devlet Üniversitesi, Tacikistan

Doç. Dr. Füzuan ASLAN, İnönü Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Gaini MUKHANOVA, T. Riskulıva Kazakistan İktisat Üniversitesi, Kazakistan

Doç. Dr. Gökçe KEÇECİ, Yakınoğu Üniversitesi, KKTC

Doç. Dr. Hamdi ERCAN, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Haşim AKÇA, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Hatice AKKOÇ, Marmara Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Hilale CAFEROVA, AMEA, Azerbaycan

Doç. Dr. Hülya YÜCEER, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. H. Turgay ÜNALAN, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. İbrahim GİRİTLİOğLU, Gaziantep Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Kadir BAYRAMLI, Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi,  
Azerbaycan

Doç. Dr. Lilya MEMETOVA, Kırım Mühendislik ve Pedagoji  
Üniversitesi, Kırım/Rusya

Doç. Dr. Mariya KOCHKORBAEVA, Kırgızistan İktisat ve Girişimcilik  
Üniversitesi, Kırgızistan

Doç. Dr. Mehmet Kasım ÖZGEN, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Mesut TEKŞAN, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Naime Filiz ÖZDİL, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Doç. Dr. Orçun ÇADIRCI, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Özgür SARI, TODAİE, Türkiye

Doç. Dr. Özlem SAĞIROĞLU, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Rabia ÇİZEL, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ragif QASİMOV , Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi,  
Azerbaycan

Doç. Dr. Ranetta GAFAROVA, Ardahan Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Rıza BİNZET, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Rovshan ALİYEV, Bakü Devlet Üniversitesi, Azerbaycan

Doç. Dr. Rustamov Shavkat RAKHİMOVİCH, Tacik Devlet  
Üniversitesi, Tacikistan

Doç. Dr. Saadet Gandilova TAGIKIZI, Azerbaycan Devlet İktisat  
Üniversitesi -UNEC, Azerbaycan

Doç. Dr. Sevgi AVCI, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Sevgi TÜZÜN RAD, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Sdabe SALİHOVA, Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi -  
UNEC, Azerbaycan

Doç. Dr. Şafak KAYPAK, Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Şebnem HELVACIOĐLU, İstanbul Teknik Üniversitesi,  
Türkiye

Doç. Dr. Tamila SEİTYAGYAYEVA, Tavriya Milli Üniversitesi,  
Ukrayna

Doç. Dr. Tarkan YAZICI, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Yahya BOZKURT, Marmara Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Yavuz DUVARCI, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

Doç. Dr. Zülküf KAYA, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah AKPINAR, Adnan Menderes Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah KARATAŞ, Niğde Ömer Halisdemir  
niversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Kürşat ERSÖZ, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet TAYLAN, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Aslı AKYILDIZ HATIRNAZ, Yeditepe Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Aqıl MEMMEDOV, Azerbaycan Devlet İktisat  
niversitesi -UNEC, Azerbaycan

Dr. Öğr. Üyesi Aydın EFE, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Behçet Yalın ÖZKARA, Eskişehir Osmangazi  
niversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Behzad DİVKAN, East Tahran Branch İslamic  
Üniversitesi, İran

Dr. Öğr. Üyesi Berrin GÜNER, Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Bilge Hakan AGUN, Trakya Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi M. Burhanettin COŞKUN, Osmaniye Korkut Ata  
Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Burcu GÜRKAN, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Çağrı Vakkas YILDIRIM, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Deniz GÜNER, Kırklareli Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Dilan ALP, Şırnak Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ebru DELİKAN, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Eda ÇINAROĞLU, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Elçin YILMAZKAYA, Niğde Ömer Halisdemir  
Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Emel TOZLU, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Emine AKSAN ALDANMAZ, Mustafa Kemal  
Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Esin YALÇIN, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Eray YAĞANAK, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Erhan AKDEMİR, Anadolu Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Eşref ARAÇ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÇAVDAR, Trakya Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Faruk TAŞKIN, Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Fethi NAS, Bartın Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gözde TANTEKİN ÇELİK, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gülbin ÇETİNKALE, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gülden SANDAL ERZURUMLU, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gülşah GÜVELOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Güner ÇİÇEK, Hitit Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gürol ZIRHLIOĞLU, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Hakkı ÇİFTÇİ, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi H. Nilüfer SÜZEN, Uşak Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Haydar ALINOK, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Hüsnü BİLİR, Aksaray Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi İlker KEFE, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi İrem TÖRE, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi İrfan DÖNMEZ, Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi İsmail Erim GÜLAÇTI, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Kadir ŞAHİN, Karabük Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ADEM, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Kenan BOZKURT, Batman Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Lütfi ALICI, Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mahdi REZAGOLİZADE, İslamic Azad Zanjân  
Üniversitesi, İran

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Bülent ÖNER, Gelişim Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇAKIR, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin KAHRAMAN, Yıldız Teknik Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hanifi DOĞRULUK, Gaziantep Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sedat UĞUR, Çankırı Karatekin Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Melike ÖZYURT, Gaziantep Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mir Hamid SALEHIAN, Tabriz Branch İslamic Azad  
Üniversitesi, İran

Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Fazıl HİMMETOĞLU, Osmaniye Korkut Ata  
Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed YAYLA, Kars Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZCAN, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa CANER, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi N. Müge SELÇUK, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Nalan Gülten AKIN, Bozok Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Nazan KOÇAK, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Nihat PAMUK, Bülent Ecevit Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Nil YAPICI, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Nurdin USEEV, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Kırgızistan

Dr. Öğr. Üyesi Nurkhodzha AKBULAEV, Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi, Azerbaycan

Dr. Öğr. Üyesi Oya ÖGENLER, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ramis KARABULUT, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Rıdvan DEMİR, Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Rıza ÇITIL, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Reza BEHDARİ, East Tahrán Branch İslamic Azad Üniversitesi, İran

Dr. Öğr. Üyesi Rozelin AYDIN, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Seçil TÜMEN AKYILDIZ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi, Shurubu KAYHAN, İstanbul Kültür Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Selda DOĞAN ÇALHAN, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Selda KARAVELİ ÇAKIR, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Serdar Vural UYGUN, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Servet TEKİN, Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Suna ÇETİN, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÖZMEN , İstanbul Rumeli Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Seda ÇELLEK, Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Sedat BOYACI, Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Selahattin BUDAK, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Senem SOYER, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Sevda DOLAPÇIOĞLU, Mustafa Kemal Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Şahin EKBEROV, Azerbaycan Devlet İktisat  
Üniversitesi, Azerbaycan

Dr. Öğr. Üyesi Toğrul NAĞIYEV, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Tolga AKAY, Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ümit AYATA, Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf OKŞAR, Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Doğan SÖZÜER, Haliç Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep GÜNEŞ ÖZİNAL, Maltepe Üniversitesi, Türkiye

Dr. A. Selçuk KÖYLÜOĞLU, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Dr. Ali BİRBİÇER, Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye

Dr. Elçin İBRAHİMOV, Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi,  
Azerbaycan

Dr. Elif Figen KOÇAK, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Emin BİLGİLİ, Doğu Akdeniz Tarımsal Araş. Müd. Adana, Türkiye

Dr. Esra ASICI, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye



Dr. Figen SEVİL KİLİMCİ, Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye

Dr. İlksun Didem ÜLBEĞİ, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Işıl AYDIN ÖZKAN, Sinop Üniversitesi, Türkiye

Dr. Lazslo MARACZ, Amsterdam Üniversitesi, Hollanda

Dr. Mehibe ŞAHBAZ, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Mehmet TÜTÜNCÜ, SOTA Research Centre for Turkish and Arabic World, Hollanda

Dr. Nermin TANBUROĞLU, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Neslihan BOLAT BOZASLAN, Gaziantep Üniversitesi, Türkiye

Dr. Nigar NAGİYEVA YORULMAZ, Girne Amerikan Üniversitesi, KKTC

Dr. Orhan ALTAN, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Özlem TOPRAK, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Türkiye

Dr. Pınar ÇAKIR, İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Dr. Rifat OYMAK, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Dr. Selçuk DUMAN, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Dr. Songül BARLAZ US, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Südabe SALİHOVA, Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi, Azerbaycan

Dr. Turgay AYAŞAN, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü, Türkiye

Dr. Zakir ÇOTAEV, Kırgızistan Manas Üniversitesi, Kırgızistan

Dr. Zelfira ŞÜKÜRÇİYEVA, Kırım Mühendislik ve Pedagoji Üniversitesi, Kırım/Rusya



**İÇİNDEKİLER / CONTENTS**

KURULLAR .....	III
DÜZENLEYEN KURUMLAR .....	III
DESTEKLEYENLER .....	III
ONUR KURULU .....	III
KONGRE BAŞKANI.....	III
KONGRE DÜZENLEME KURULU .....	IV
DAVETLİ KONUŞMACILAR .....	IV
BİLİM VE HAKEM KURULU .....	IV
ÖĞRETMENLİK MESLEĞİ VE ALAN SEÇİMİ MOTİVASYONLARI: BEDEN EĞİTİMİ ÖĞRETMEN ADAYLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME .....	1
PİYANO ÖĞRENME SÜRECİNİN ARKA PLANI: EBEVEYNİN ROLÜ .....	11
SEGMENTAL MASTEKTOMİDE PEKTORAL PLANE BLOĞUNUN POSTOPERATİF ANALJEZİYE OLAN ETKİSİ: OLGU SUNUMU..	19
BİTKİSEL TABAKLANMIŞ DERİ ÜRETİMİ İÇİN YEŞİL ÇÖZÜM: TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ İLE RETENAJ.....	21
GENOTOXIC AND BIOCHEMICAL EFFECTS OF IMIDACLOPRID ON .....	34
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARININ YAŞAM DOYUMLARINI YORDAYICI ROLÜNÜN İNCELENMESİ .....	45
ÜNİVERSİTELERDE AKADEMİSYEN LİDERLİĞİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	56
<sup>153</sup> SM ÇEKİRDEĞİNDE TABAN DURUM KARIŞIMLARININ MANYETİK MOMENTE ETKİSİ.....	64
TEK-A'LI DEFORME ÇEKİRDEKLERDE TABAN-DURUM MANYETİK MOMENTİNE SPİN POLARİZASYONUN ETKİSİ.....	77
ON CLOSED LIE IDEALS OF PRIME RINGS WITH GENERALIZE $\alpha, \alpha$ – DERIVATIONS .....	93
ATLAS DETECTOR OF LARGE HADRON COLLIDER .....	105

DEĞİŞKEN GECİKMELİ BİRİNCİ MERTEBEDEN DİFERANSİYEL DENKLEMLERİ ÇÖZMEK İÇİN BESSEL KOLLOKASYON METODU .....	110
GÖLLERİN BİR SİSTEMİNİN KİRLİLİK MODELİNİ ÇÖZMEK İÇİN HERMİTE POLİNOM YAKLAŞIMI.....	130
TAVŞANLARDA SUBAKUT ENDOSULFAN TOKSİKASYONUNDA KARDİYOTOKSİSİTE İLE APOPTOTİK AKTİVİTE VE VİTAMİN C'NİN KORUYUCU ETKİSİ: PATOLOJİK ÇALIŞMA .....	147
YENİ ZELANDA TAVŞANLARINDA ENDOSULFAN İLE OLUŞAN DALAK LEZYONLARI VE VİTAMİN C'NİN İYİLEŞTİRİCİ ETKİLERİ .....	156
TÜBERKÜLOZLU SIĞIRLARDA MEDIÁSTİNAL LENF DÜĞÜMLERİNDE C - REAKTİF PROTEİN, SERUM AMİLOİD-A, KASPAZ-3 VE TÜMÖR NEKROZ FAKTÖRÜ-A'NIN İMMÜNHİSTOKİMYASAL TESPİTİ .....	167
MULTİDİSİPLİNER AÇIDAN ÇALGI YAPIMI TASARIMI VE RESTORASYONU .....	177
MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALARIN TASARIM KÜLTÜRÜNE KATKILARI .....	185
DEVELOPMENT OF THE GARDEN CONCEPT AND THE EFFECT OF OTHER CULTURES IN THE FORMATION OF THE TURKISH GARDEN CONCEPT .....	190
USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN LANDSCAPE ARCHITECTURE .....	200
SIGNS OF CULTURAL HERITAGE REGARDING ARCHITECTURE IN TURKEY ON THE BASIS OF SUSTAINABLE USAGE .....	213
NANOTECHNOLOGY & NANOMATERIALS IN ARCHITECTURE .....	224
TURİSTİK BÖLGELERDE KÜLTÜREL VE SOSYAL YAŞANTININ DEĞİŞİMİ VE KORUMA SORUNLARI BAĞLAMINDA 'SEFERİHİSAR-SIĞACIK' ÖRNEĞİNİN İNCELENMESİ.....	230
KAZAKİSTAN'DA BAĞIMSIZLIKTAN SONRA ONAYLANMIŞ COĞRAFYA TERİMLERİ.....	239
İKİ MİLLET BİR ŞİİR.....	254
ÇOCUKLARLA KİŞİSEL İLİŞKİ KURULMASINA DAİR .....	261
AVRUPA SÖZLEŞMESİ .....	261

KAMU ÖZEL İŞBİRLİĞİ SÖZLEŞMELERİNDE UYARLAMA.....	282
6502 SAYILI TÜKETİCİNİN KORUNMASI HAKKINDA KANUNUN ÜÇÜNCÜ MADDESİ BAĞLAMINDA TÜZEL KİŞİLERİN TÜKETİCİ NİTELİĞİ SORUNU .....	298
BİRLEŞMİŞ MİLLETLER ULUSLARARASI HUKUK KOMİSYONU'NUN DEVLETİN SORUMLULUĞU HAKKINDAKİ ÇALIŞMASININ 21'İNCİ MADDESİ ÇERÇEVESİNDE MEŞRÛ MÜDÂFAA VE HUKUKA UYGUNLUK .....	316
SCREENING OF RADISH FOR THE REACTION TO <i>CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS</i> (CAMV).....	327
ULTRAVİYOLE IŞINI ETKİSİ İLE ERCİŞ ÜZÜM ÇEŞİDİNİN KALLUS KÜLTÜRLERİNDE ANTOSİYANİN ÜRETİMİNİN UYARILMASI.....	332
VAN İLİ EKOLOJİSİNDE YETİŞEN BAZI YERLİ ÜZÜM ÇEŞİTLERİNİN TOPLAM FENOLİK, ANTİOKSİDAN VE MİNERAL PROFİLİ.....	345
KARAERİK ( <i>VITIS VINIFERA</i> L.) KLONLARININ RESVERATROL ÜRETİM POTANSİYELİ.....	357
CEVİZ, MAUN, KESTANE VE IHLAMUR ODUNLARINDA VİDA TUTMA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ.....	364
DİŞBUDAK, DOĞU KAYINI, GÖKNAR VE AVRUPA MELEZİ AĞAÇ TÜRLERİNDE ÇİVİ TUTMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ .....	377
TÜRK BAHÇELERİNDE KULLANILAN BİTKİ MATERYALİ .....	387
BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERİN EROZYON KONTROLÜNDE KULLANIMI.....	397
ORMAN İÇİ REKREASYONEL FAALİYETLERİN ÇEVREYE VE TOPRAK ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİLERİ.....	404
WIM(WEİGH-IN-MOTION)-HAREKETLİ ARAÇ TARTIMI .....	415
ÇOK AŞAMALI ORTANCA SÜZGEÇ YÖNTEMİNE DAYALI BİR YAKLAŞIM.....	421
ULTRASOUND MICRO SELECTIVE COAGULATION OF COAL SLIME - DEASHING IN MODIFIED CENTRIFUGE SETTLING SEPARATOR.....	430
ULTRASOUND ACTIVATED DESULFURIZATION OF TURKISH COALS, LIGNITE - MODIFIED PNEUMATIC FLOTATION OF ŞIRNAK ASPHALTITE .....	446

DONMA-ÇÖZÜLMENİN FARKLI BOYUTLARDAKİ İSCEHİSAR ANDEZİTİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ.....	462
BALANCED SCORECARD AND APPLICATION PROBLEMS IN PUBLIC ADMINISTRATION .....	483
THE APPLICABILITY OF BALANCED SCORECARD IN PUBLIC SECTOR: THE CASE OF OMBUDSMAN INSTITUTION .....	501
BİZANS İMPARATORLUĞUNDA SPORTİF VE REKREATİF OYUNLAR .....	526

Yoon, R. H. 2000. The role of hydrodynamic and surface forces in bubble–particle interaction. *International Journal of Mineral Processing* 58(1): 129–143.

## **DONMA-ÇÖZÜLMENİN FARKLI BOYUTLARDAKİ İSCEHİSAR ANDEZİTİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Mustafa Yavuz ÇELİK\* - Zeyni ARSOY\*\* - Murat SERT\*\*\***

\* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Doğal Yapı Taşları Programı

\*\* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

\*\*\* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

### **ÖZ**

Doğal yapı taşları, farklı iklim şartlarına göre ıslanma-kuruma, su emme, tuz kristalleşmesi ve donma-çözülme gibi olaylardan etkilenmektedir. Bu şartlara göre de az veya çok ayrışmaktadır. Bu ayrışmaları benzetmek amacıyla laboratuvarlarda yaşlandırma deneyleri yapılmaktadır. Bu çalışmada ilk aşamada karakterizasyon deneyleri (kimyasal, mineralojik-petrografik, fiziko-mekanik) yapılmıştır. Daha sonra iki farklı boyuttaki (50x50x50 ve 300x50x50 mm) andezit örnekleri TS EN 12371 standartlarına göre 56 döngü donma ve çözülme deneyi uygulanmıştır. Son aşamada andezitlerin yoğunluk, gözeneklilik, kütle kaybı, ultrases geçiş hızı, basınç ve eğilme dayanımı gibi fiziksel ve mekanik parametrelerde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Deneysel verilere göre andezitlerin donma-çözülme etkilerine dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Andezit, Yapı Taşı, Donma-çözülme,

### **ABSTRACT**

Natural building stones have been affected by different conditions such as wetting-drying, salt crystallization and freezing-thawing. According to these conditions, it is subject to deterioration. To simulate these deteriorations, aging tests are carried out in laboratories. In this study, characterization experiments (chemical, mineralogical-petrographic, physico-mechanical) were carried out in the first stage. Then, two different sizes (50x50x50 and 300x50x50 mm) samples according to TS EN 12371 standards 56 cycles of freezing and thawing test was applied. In the final stage, changes in physical and mechanical parameters such as density, porosity, mass loss, ultrasound velocity speed, compressive and flexural strength of andesites were investigated. According to



experimental data, andesites were found to be resistant to freeze-thawing effects.

**Keywords:** Andesite, Building Stone, Freezing-Thawing

## 1. Giriş

Volkanik kayalar içerisinde önemli bir yer tutan andezitler Çankırı, Niğde, Kayseri, Ankara, Afyon, Isparta, Çanakkale, İzmir, Balıkesir ve Uşak illerinde yaygın bir şekilde bulunmakta ve üretilmektedir. İncehisar andeziti, Afyonkarahisar'da özellikle Osmanlı döneminden günümüze kadar gelen cami, çeşme, köprü, kamu binaları ve konutlar gibi kültür miraslarında yaygın olarak kullanılan volkanik bir kayadır (Şekil 1).

İncehisar ilçesi (Afyonkarahisar-Türkiye) kuzeyinde bulunan Ağin Dağı'nda üretilen bu andezitler, günümüzde de özellikle duvar ve cephelerde (dikey kaplama) ve binaların iç ve dış kısımlarında kaldırım ve döşeme (yatay kaplama) olarak da kullanılmaktadır. Merdiven basamakları, istinat duvarları, çeşitli profiller (harpuşta, takoz), tarihi binaların restorasyonu ve kent mobilyaları (oturma grupları, çiçeklik), yaya yollarında, park ve bahçelerde kaldırım, bordür ve parke taşı diğer kullanım alanları olarak sayılabilir. Bunların yanı sıra andezitler homojen ve solmayan renkleri ile cilasız, silinmiş, çekiçlenmiş veya kaba yontulmuş yüzey biçimleri ile son yıllarda yurtiçi ve yurtdışı doğal taş kullanıcılarının tercihi olmaktadır.



Şekil 1. İncehisar andezitinin yapı taşı olarak kullanımına örnekler: (a) Afyon PTT binası (1940), (b) Cürcani (Fakihpaşa) Camii çeşmesi (1827), (c) Afyon Lisesi (1894), (d) Afyonda bir kaldırım.

Doğal yapı taşları, kullanılmış olduğu yapılarda, hava şartlarına bağlı olarak zamanla ayrışarak değişime uğramaya başlar. 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 özelliklerini kaybedebilmektedirler. Ayrışmaya etki eden faktörler fiziksel, kimyasal veya biyolojik kökenli olabilmektedir. Ayrışmayı hızlandıran en önemli etkenlerden birisi su olup her üç ayrışma türünde de önemli rol oynamaktadır.

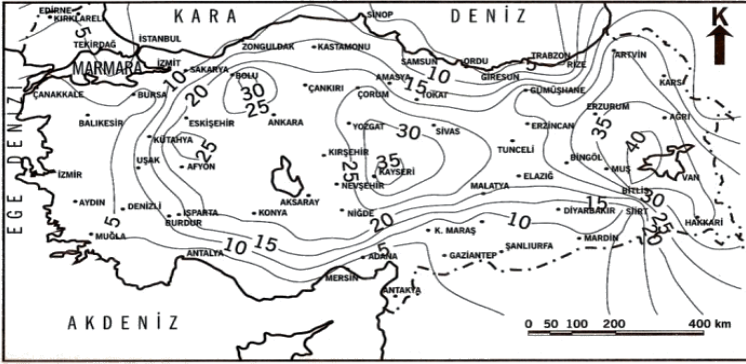
Doğal yapı taşlarının ayrışmasında etkin olan faktörlerin başında donma-çözülme olayları gelmektedir. Doğal taşların çatlakları veya boşlukları içerisine su emme veya kılcal yollarla giren sular, sıfırın altındaki sıcaklıklarda hacmini yaklaşık %9 arttırarak donmaktadır. İklimin soğuk olduğu bölgelerde defalarca tekrarlanan bu olaylar sonucunda gözenek basıncı yoluyla çatlak oluşumu başlamakta ve sonuç olarak da parçalanma ve dağınmalar meydana gelmektedir (Chen, 2004).

Çeşitli yapı taşı örneklerinin bozulmasına ilişkin donma-çözülme eylemini açıklamak için birçok deneysel ve teorik çalışma yapılmıştır (Nicholson ve Nicholson 2000; Hale ve Shakoor 2003; Mutlutürk vd. 2004; Altındağ vd. 2004; Chen ve ark. 2004; Akın ve Özsan 2011; Tan vd. 2011; Ruedrich vd. 2011; Barbera vd. 2012; Bayram 2012; Draebing ve Krautblatter 2012; Jamshidi vd. 2013; Martínez-Martínez vd. 2013; Çelik vd. 2014; Ghobadi ve Babazadeh 2015; Park vd. 2015; İnce ve Fener 2016; Gökçe vd. 2016; Çelik 2017).

Literatürde andezitlerin donma-çözülme dirençlerini konu alan çalışmalar da bulunmaktadır. Karpuz ve Pasamehmetoğlu (1997), Ankara andezitlerin ayrışması ile Schmidt çekici, porozite, sismik hız ve nokta yükü dayanımı arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Yavuz (2011), andezit örneklerinde donma-çözülme ve termal şok döngülerinin, fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisini araştırmışlardır. Liu vd. (2012), Qinghai-Tibet Platosu'ndaki sıcaklık ortamı benzetilerek granit ve andezitin fiziksel ve mekanik özelliklerinin donma-çözülme döngüleri altında değişme eğilimini tarif etmiştir. Fener ve İnce (2015), farklı donma-çözülme döngüleri sırasında Sille andezitinin mühendislik özelliklerinin varyasyonlarını araştırmışlardır. Heidari vd. (2017), donma-çözülme ve tuz kristalleştirme testlerinin Anahita Tapınağı'nın andezitlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkilerini değerlendirmişlerdir.

Donma-çözülme olayları, taşların mekanik özelliklerinde hızlı bir değişime neden olabilecek ve böylece dayanıklılıklarını azaltabilecek en güçlü ayrışma faktörlerinden birisidir. Ülkemiz iç ve doğu bölgelerinde yılda çok sayıda donma-çözülme olayları meydana gelmektedir (Şekil 2). Aşırı donma-çözülme döngülerine maruz kalacak dış mekanlarda kullanılacak doğal taşların bu etkiye karşı dirençli olması istenir. Bu amaçla laboratuvarlarda yaşlanma testleri yapılmaktadır. Yaşlanma

testlerinin amacı, yavaş ve doğal hava koşullarının laboratuvarında daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada iki farklı boyuttaki (50x50x50 ve 300x50x50 mm) andezit örneklerinin donma-çözölmeye karşı dirençleri incelenmiştir. Bu amaçla andezit örneklerine TS EN 12371 standartlarına göre 56 döngü donma-çözölmeye deneyi uygulanmıştır. Deney sonrası andezitlerin yoğunluk, gözeneklilik, kütle kaybı, ultrases geçiş hızı, basınç ve eğilme dayanımı gibi fiziksel ve mekanik parametrelerde meydana gelen değışiklikler incelenmiştir.

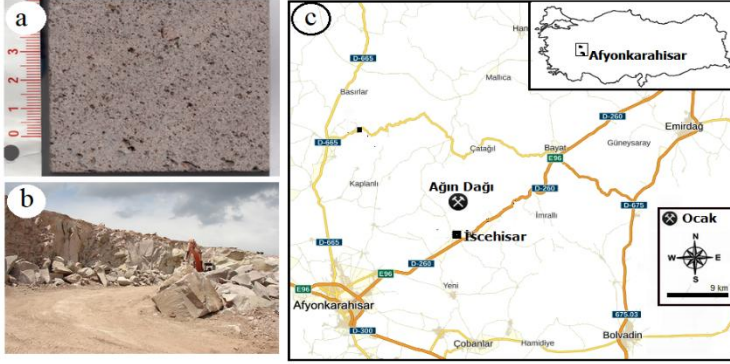


Şekil 2. Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözölmeye döngü sayısı kontur haritası (Binal vd. 1997).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan andezit örnekleri, İscehisar (Afyonkarahisar-Türkiye) kuzeyinde yer alan Ağın dağında bulunan ve faal olan andezit ocaklarından alınmıştır. Üretilen andezitler, kesme işleme tesislerinde kesilerek kaplama, döşeme malzemesi olarak kullanılmaktadır. Andezitler pembemsi kırmızı, morumsu renklerde bulunmaktadır. Söz konusu örneklerin alındığı lokasyonları gösteren yer bulduru haritası ve ocak görünümü Şekil 2'de verilmiştir. Fiziko mekanik deneylerde 50x50x50 mm, donma-çözölmeye deneylerinde de 50x50x50 mm kübik ve 300x50x50 mm prizmatik şekilli örnekler kullanılmıştır.



Şekil 3. Deneilerde kullanılan andezit örneklerinin (a) yüzey görünümü, (b) ocağın görünümü, (c) ocağın lokasyon haritası.

## 2.2. Yöntem

Donma-çözülme deneyleri öncesinde test edilecek andezit örneklerinin karakterizasyonu yapılmıştır. Bu amaçla örneklere kimyasal, mineralojik-petrografik (polarizan mikroskop, XRD, SEM) test ve analizleri uygulanmıştır. Kimyasal analizler, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği bölümü Doğaltaş Analiz Laboratuvarında bulunan Rigaku/ZSX Primus II marka XRF cihazında yapılmıştır. Petrografik incelemeleri için ince kesitler hazırlanmış ve Nikon Eclipse 2V100POL 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. Ultrases geçiş hızı ölçümleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan Proceq Pundit Lab marka ultrases test cihazı (P-dalgası) ile yapılmıştır (54 kHz). Andezit örneklerinin deney öncesi ve sonrası gözenek çap dağılımları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (TUAM) cıvalı porozimetre Micromeritics Auto Pore IV 9500 cihazında belirlenmiştir.

Deneilerde kullanılan andezitlerin yoğunluk, su emme, gözeneklilik, ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı gibi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla fiziksel ve mekanik deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler, Çizelge 1’de belirtilen TS EN standartlarına göre yapılmıştır. Fiziko-mekanik deneylerinde 6 ve donma-çözülme deneylerinde 12’şer adet (50x50x50 mm ve 300x50x50 mm) andezit örnekleri kullanılmıştır.

Çizelge 1. Andezit örneklerinin fiziko mekanik testlerinde kullanılan 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
Dona dayanım (%)	TS EN 12371

### 2.2.1. Donma-çözülme Deneyleri

Don tesirlerine dayanıklılık deneyleri TS EN 12371 standardına göre yapılmıştır. Don tesirlerine dayanıklılık deneyi prosedürü Şekil 4'de verilmiştir. Deneylerde 50x50x50 mm ve 300x50x50 mm boyutlarında 12 şer andezit örneği kullanılmıştır. Deney örnekleri 70±5 °C sıcaklıkta sabit tartıma gelene kadar bekletilerek 0,1 g hassasiyetli terazide tartılmış ve kuru ağırlıkları alınmıştır ( $m_0$ ). Daha sonra su emme deneyinde prosedür takip edilerek örnekler 48 saat su içerisinden alınan örnekler donma-çözülme test cihazının kabineye yerleştirilmiştir.

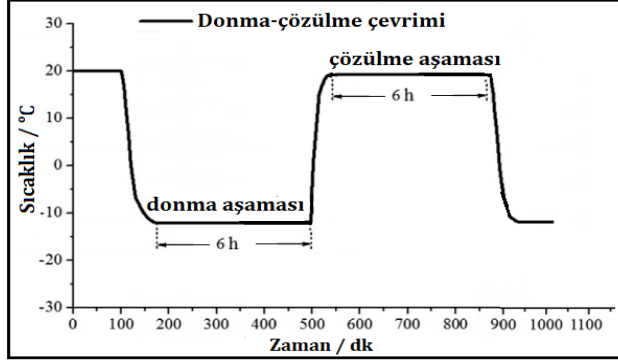
Örnekler toplam 56 döngüye tabi tutulmuştur. Her bir döngü, 20 °C'de havada 6 saatlik çözülme periyodu ve bunu takip eden örneklerin suya daldırılmış durumda bulunduğu 6 saatlik -12 °C'de donma periyodundan ibarettir. 56. döngü sonunda örnekler cihazdan çıkarılarak (70±5) °C sıcaklıkta sabit tartıma getirilmiştir. Don sonrası ağırlığı ( $m_f$ ) alınan örneklerde yoğunluk, gözeneklilik, kütle kaybı, ultrases geçiş hızı, basınç ve eğilme dayanımı gibi fiziksel ve mekanik parametre testleri yapılmıştır. Kütledeki değişim ( $\Delta_m$ ), %0,01 yaklaşımla (1) denklemi ile hesaplanmıştır.

$$\Delta_m = \frac{m_f - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

$m_0$ : Deney öncesi kuru örneğin kütlesi, g,

$m_f$ : Deney sonrası kuru örneğin kütlesi, g,

$\Delta_m$ : Döngü sonrası örneğin kütledeki değişim, %



Şekil 4. TS EN 12371 standardına göre yapılan donma-çözülme deneyleri prosedürü.

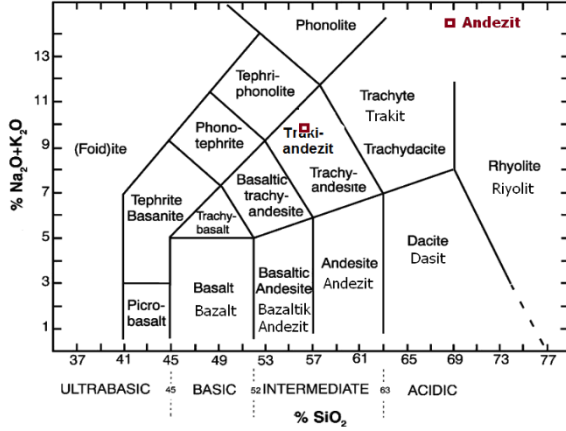
### 3. Bulgular ve Tartışmalar

#### 3.1. Kimyasal Analiz

Bu çalışma kapsamında incelenen andezit örneğinin ana element oksit içerikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Andezitin ana oksit analizi sonuçlarına göre en büyük bileşen  $\text{SiO}_2$  olup oranı %57 olarak tespit edilmiştir. İkinci en büyük bileşen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ’dir (%16). Kimyasal analiz verilerine göre, volkanik kökenli kayaların kökenini bulmak amacıyla Le Bas vd. (1992) tarafından önerilen toplam alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve silis ( $\text{SiO}_2$ ) diyagramı kullanılmaktadır. Andezitin traki-andezitik bileşimli olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan andezit örneğinin kimyasal bileşimi

Oksitler	(%)	Oksitler	(%)
$\text{Na}_2\text{O}$	3,320	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0,029
$\text{MgO}$	2,500	$\text{MnO}$	0,094
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16,000	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4,770
$\text{SiO}_2$	57,000	$\text{ZnO}$	0,069
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,998	$\text{Rb}_2\text{O}$	0,026
$\text{SO}_3$	0,028	$\text{SrO}$	0,112
$\text{K}_2\text{O}$	7,020	$\text{ZrO}_2$	0,047
$\text{CaO}$	5,310	$\text{BaO}$	0,146
$\text{TiO}_2$	1,050	A.Z.(LOI)	1,490

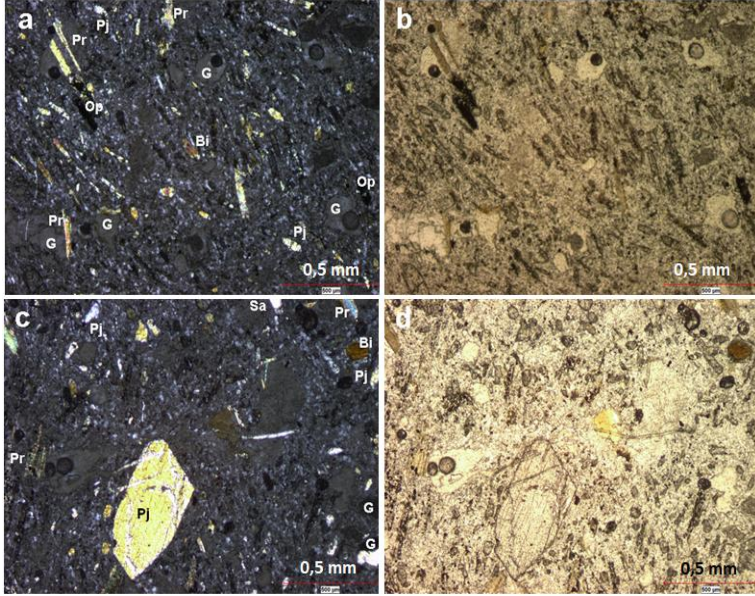


Şekil 5. Deneysel örneklerin toplam alkali içeriğine karşı silis diyagramına (Le Bas vd, 1992) göre traki-andezit kökenlidir.

## 3.2. Petrografik ve Mineralojik Analizler

### 3.2.1. Polarizan mikroskop analizi

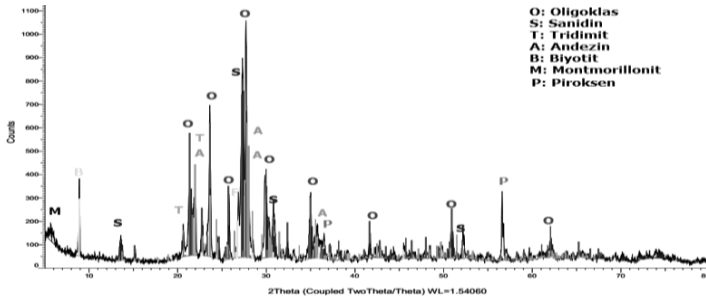
İncelenen andezit örneklerinin mineral bileşimi ve dokusal özellikleri Polarizan mikroskop incelemeleriyle belirlenmiştir. Elde edilen görüntüler Şekil 6'da verilmiştir. Yapılan incelemelerde, çok küçük kristalli mikrolitlerden oluşan hamur içerisinde fenokristaller bulunmaktadır. Andezit örneklerinin porfirik dokulu olduğu belirlenmiştir. Hamur genellikle mikro plajiyoklas ve piroksen minerallerinden oluşmuş olup az miktarda volkan camı içermektedir. Fenokristal olarak feldispat (oligoklas, sanidin), piroksen ve biyotit mineralleri bulunduğu gözlenmiştir. İnce kesitlerde bol miktarda gözenekler de bulunmaktadır. Andezit örneğinde gözlenen pembemsi-kırmızısı rengin mafik minerallerdeki alterasyondan kaynaklanmaktadır. Biyotit ve piroksenlerde yer yer ayrışma izleri görülmektedir. Alterasyon sonucunda mafik minerallerin etrafında demiroksit sıvamaları gözlenmektedir.



Şekil 6. Andezitte ince kesit görünümleri (a, c): Çift nikol, (b, d): Tek nikol. (Pr: piroksen ve Pj: plajiyoklas, Op: opak mineral, Bi: biyotit, G: gözenek)

### 3.2.2. XRD analizi

İncelenen andezit örneklerinin mineralojik bileşiminin belirlenmesi amacıyla XRD analiz yapılmış ve sonuçlar Şekil 7’de verilmiştir. XRD analizi sonucunda andezitlerin büyük oranda K-feldispat (oligoklas, sanidin) ve plajiyoklas (andezin) minerallerinden meydana geldiği belirlenmiştir. Bunlara ek olarak tridimit, piroksen, biyotit ve montmorillonit mineralleri de belirlenmiştir. Montmorillonit gibi kil minerallerinin varlığı ayrışmaların oluştuğunu ifade etmektedir. Yapılan analiz sonucunda andezitlerin %19,2 oranında amorf malzeme içerdiği belirlenmiştir. Bu durum mikroskop analizinde volkanik cam varlığı ile desteklenmektedir.





Şekil 7. Andezitin XRD analizi sonucu elde edilen piklerinin görünümü

### 3.3. Fiziko-mekanik Özellikleri

Deneylerde kullanılan andezit alınan örneklerinin bazı fiziksel ve mekanik değerleri ilgili standartlara göre belirlenmiştir. Deneylerde elde edilen sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Doğal yapı taşlarında bazı fiziksel özelliklerin mekanik ve diğer özellikleri doğrudan etkilemektedir. Örnek olarak yüksek gözeneklilik su emme ve dayanım gibi özellikleri olumsuz olarak etkilemektedir. Deneylerden elde edilen verilere göre andezitlerin gerçek yoğunluğu  $2782 \text{ kg/m}^3$ , açık gözeneklilik %4,74 ve toplam gözeneklilik %19,73 olarak ölçülmüştür. 3 nokta eğilme dayanımı 14,87 MPa iken tek eksenli basınç dayanımı da 70,00 MPa olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Andezit örneklerinin elde edilen fiziko mekanik verileri.

Testler	Ortalama
Yoğunluk ( $\text{kg/m}^3$ )	2782,00
Ağırlıkça su emme (%)	2,44
Açık Gözeneklilik (%)	4,74
Toplam Gözeneklilik (%)	19,73
Ultrasonik dalga hızı (km/s)	4,158
Basınç dayanımı (MPa)	70,00
Eğilme dayanımı (MPa)	14,87

#### 4. Donma-çözülme Deneyi Sonrası Meydana Gelen Değişiklikler

TS EN 12371 (Doğal taşlarda dona dayanım) standardında taşın ayrışması için kriterler;

(0): Numune bütün (bozulmamış) halde,

(1): Numunenin bütünlüğünü bozmayan çok küçük hasar (köşelerin ve kenarların çok az yuvarlaklaşması),

(2): Bir veya birkaç küçük çatlak ( $\leq 0,1 \text{ mm}$  genişliğinde) veya küçük parçaların kopması (kopan her parça  $\leq 30 \text{ mm}$ ),

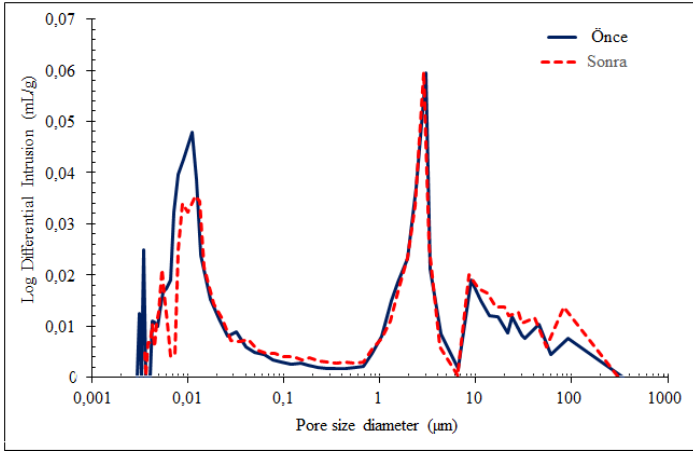
(3): Bir veya birkaç çatlak, delik veya skala 2’de belirtilenlerden daha büyük parçaların kopması veya damarlarda malzeme bozulması veya numunenin önemli miktarda ufalanma veya ayrışma göstermesi,

(4): Numunede büyük çatlaklar mevcut veya numune iki parçaya kırılmış veya ayrılmış, şeklinde tanımlanmıştır. Deneylerde kullanılan andezit örnekleri de deney sonrası gözle bu skalalara göre incelenmiştir.

#### 4.1. Donma-çözülme deneyi Sonrası Gözeneklilik Değişimi

Doğal yapı taşlarında donma-çözülme sürecinin etkisi bazı parametreler bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu parametreler suyun buz fazına geçtiğinde meydana gelen hacim artışı, emilen suyun miktarı, su emmeye uygun gözenek boyutu, gözenek boşluk miktarı, gözenek sisteminin yapısı ve donma-çözülme olayının tekrarlanma sayısı olarak sayılabilir.

Kayacın su emme miktarı ve donma sırasında gelişen gerilmelerin büyüklüğü gözenek yapısına bağlı olarak gelişir. Larsen ve Cady (1969), betonlarda donma-çözülme kararlığı için kritik gözenek çapının 0,005 mm olarak ifade etmişlerdir. Siegesmund ve Dürrast (2011), pratik olarak kılcal su emmenin 0,1  $\mu\text{m}$  ve 1 mm arasındaki gözeneklerle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu duruma göre doğal yapı taşlarının gözenek çapları küçüldükçe kılcal su emme özelliği de artmaktadır. Makro gözenekler ise çapı 1 mm'den büyük olup daha çok suyun malzeme içindeki hareketini sağlamaktadır.



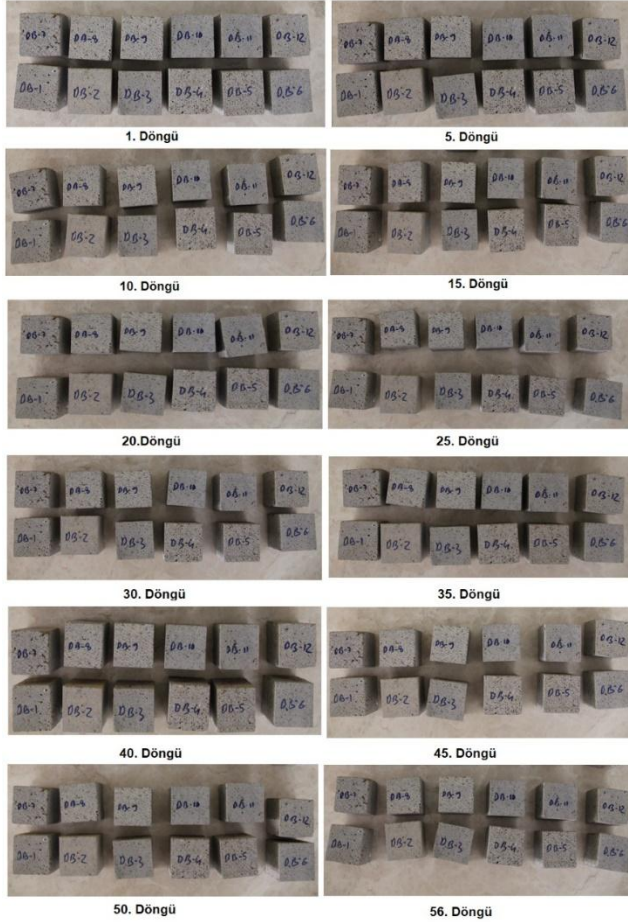
Şekil 8. Andezitlerde donma-çözülme deneyi öncesi ve sonrası gözeneklilik dağılımı grafiği.

İncelemelerde kullanılan andezitin donma-çözülme deneyi öncesi ve sonrası cıvalı porozimetre yöntemiyle ölçülen gözenek çapı dağılımı grafikleri Şekil 8'de verilmiştir. İncelenen örneğin deney öncesi 0,08  $\mu\text{m}$ -300  $\mu\text{m}$  arasında gözenek boyut dağılımına sahip olduğu görülmektedir. Andezitin gözenek boyut dağılımı, 0,01-8  $\mu\text{m}$  arasında yoğunlaşmıştır. Donma-çözülme deneyi sonrasında gözenek boyut dağılımında çok fazla

bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bu durum andezitin ayrışma miktarının da sınırlı olacağını göstermektedir.

#### 4.2. Kübik Örneklerde Donma-çözülme Deneyi

Kübik şekilli andezit örneklerinin donma-çözülme deneyi sırasındaki belirli döngüleri ait görünümü Şekil 9’da verilmiştir.

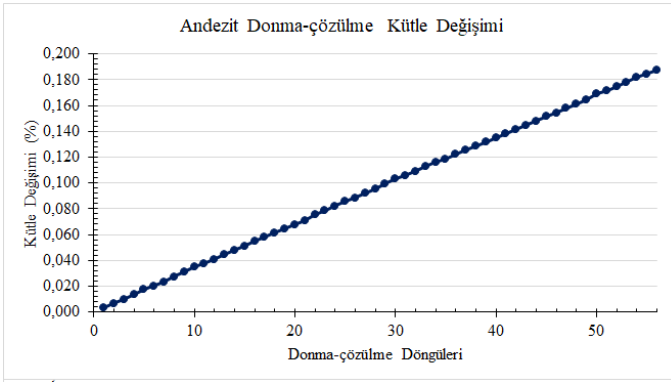


Şekil 9. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde kübik şekilli örneklerin görünümü

Andezit örneklerinde 56 döngü sonrasında yapılan gözle inceleme sonucunda fiziksel bir deformasyon ve bozulma gözlenmemiş olup örneklerin durumu, ilgili standartta yer alan verilere göre “skala (0): Numune bütün (bozulmamış) halde” olarak tanımlanmıştır.

#### 4.2.1. Kübik Örneklerde Donma-çözülme Sonrası Kütle Değişimi

Kübik andezit örneklerinde (12 adet) donma-çözülme döngüleri (56 döngü) sonrasında ortalama 275,35 g olan ağırlık 275,87 g olarak ölçülmüş olup %0,19 oranında kütle artışı meydana gelmiştir. 56 döngüye göre kütle değişim grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Grafikte doğrusal bir artış görülmekle beraber andezit örneklerinin 0,52 g kütle artışı donma çözülme sırasın çok fazla ayrışma meydana gelmemesinden ve boşluklarda kalan bir miktar sudan kaynaklanabilmektedir. Bu durum gözenek boyut dağılımında çok fazla değişim meydana gelmediğini de teyit etmiştir.

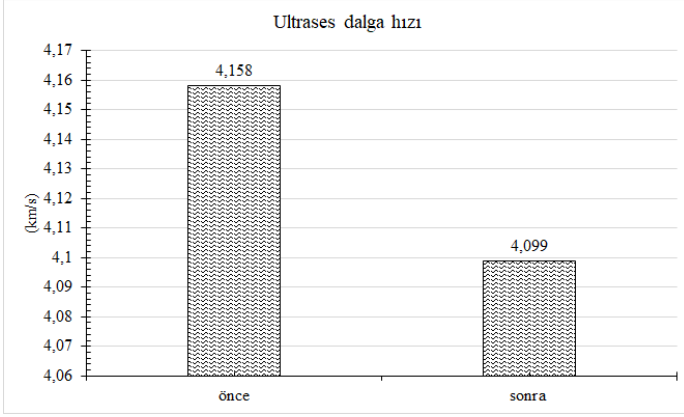


Şekil 10. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde kübik şekilli örneklerin kütle değişimi grafiği

#### 4.2.2. Kübik Örneklerde Donma-çözülme Sonrası Ultrases hızı Değişimi

İncelenen andezitlerin donma-çözülme döngüleri sonrasında meydana gelen değişiklikler ultrases yöntemiyle incelenmiştir. Bu amaçla örneklerin ultrases geçiş hızları ölçülmüştür. Kübik şekilli andezitlerde donma-çözülme döngüleri sonunda ultrases geçiş hızlarında meydana gelen değişimler Şekil 11'de verilmiştir. Donma-çözülme deneyleri öncesi 4,158 km/s olan ultrases geçiş hızı değeri deney sonrası %1,44 oranında azalarak 4,099 km/s olarak ölçülmüştür. Donma-çözülme döngüleri sonunda örneklerin fiziksel özelliğinde gözle görülen bir tahribat olmadığı için %1,44 oranında meydana gelen azalmanın makul sınırlar içerisinde olduğu değerlendirilebilir. Ultrases hızlarında meydana gelen kısmi azalmanın en önemli nedeni, donma-çözülme döngüleri sonucunda oluşan gözle görülemeyen mikro çatlaklar olabilir. Bilindiği

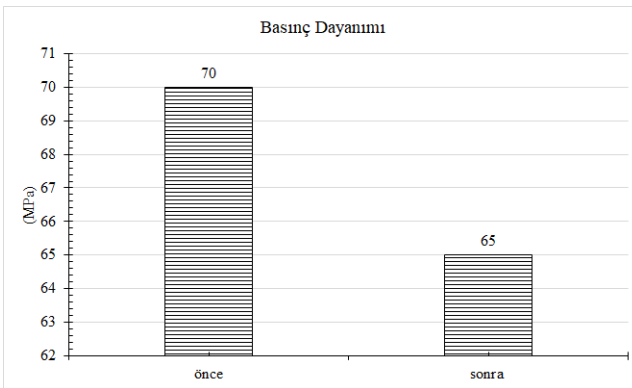
gibi çatlaklı ve gözenekli yapı arttıkça ultrases geçiş hızı değeri azalmaktadır.



Şekil 11. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde kübik şekilli örneklerin ultrases değişimi grafiği

#### 4.2.3. Kübik Örneklerde Donma-çözülme Deneyi Sonrası Basınç Dayanımı Değişimi

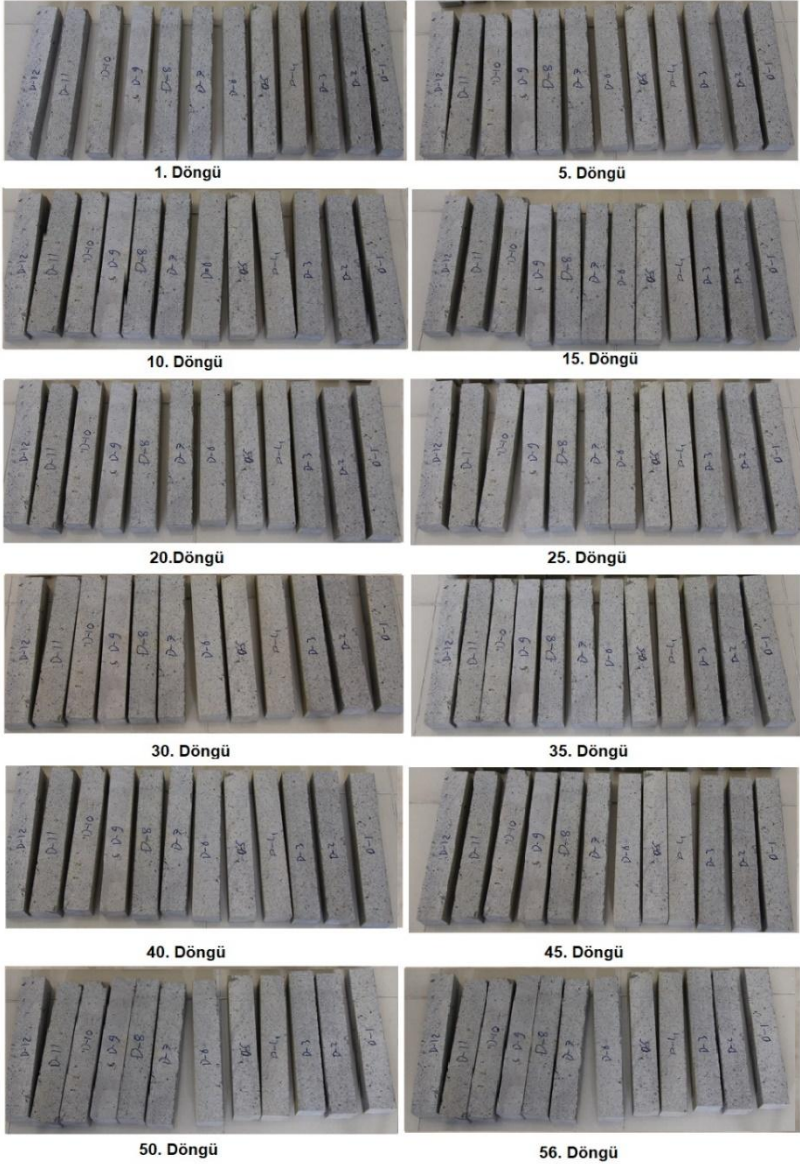
Andezit örneklerinin donma-çözülme deneyi sonunda ölçülen tek eksenli basınç dayanımı değerleri grafiği Şekil 12’de verilmiştir. Tek eksenli basınç dayanımı deneyi sonuçlarına göre; %7,69 oranında basınç dayanımı azalması belirlenmiştir.



Şekil 12. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde kübik şekilli örneklerin basınç dayanımı değişimi grafiği.

### 4.3. Prizmatik Örneklerde Donma-çözülme Deneyi

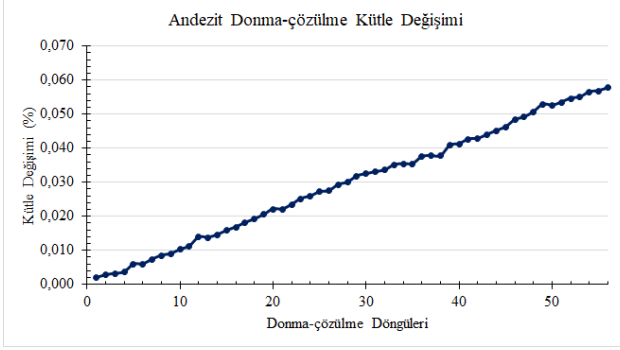
Prizmatik şekilli andezit örneklerinin donma-çözülme deneyi sırasındaki belirli döngülere ait görünümü Şekil 13’de verilmiştir. Prizmatik andezit örneklerinde de kübik örneklere benzer şekilde gözle görülebilen fiziksel bir deformasyon ve bozulmaya rastlanmamıştır.



Şekil 13. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde prizmatik şekilli örneklerin görünümü

#### 4.3.1. Prizmatik Örneklerde Donma-çözülme Deneyi Sonrası Kütle Değişimi

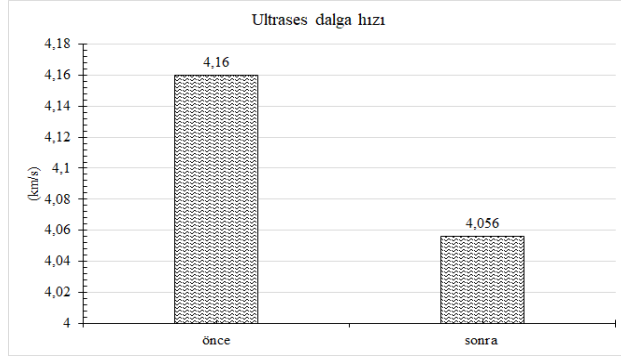
Prizmatik andezit örneklerinde (12 adet) donma-çözülme döngüleri (56 döngü) sonrasında ortalama 1733,95 g olan ağırlık 1734,95 g olarak ölçülmüş olup %0,06 oranında kütle artışı meydana gelmiştir. 56 döngüye göre kütle değişim grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Grafikte doğrusal bir artış görülmekle beraber andezit örneklerinin 1 g olan toplam kütle artışı ihmal edilebilir sınırlar içerisindedir.



Şekil 14. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde prizmatik şekilli örneklerin kütle değişimi grafiği.

#### 4.3.2. Prizmatik Örneklerde Donma-çözülme Deneyi Sonrası Ultrases hızı Değişimi

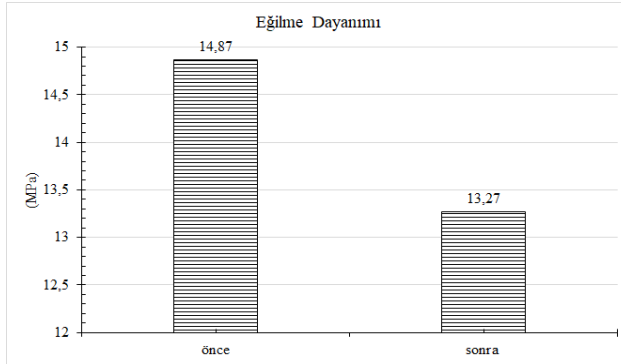
İncelenen prizmatik şekilli andezit örneklerinde donma-çözülme döngüleri sonrasında meydana gelen değişiklikler ultrases yöntemiyle incelenmiştir. Prizmatik şekilli andezitlerde donma-çözülme döngüleri sonunda ultrases geçiş hızlarında meydana gelen değişimler Şekil 15'de verilmiştir. Donma-çözülme deneyleri sonrasında ultrases geçiş hızı değeri %2,56 oranında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 15. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde prizmatik şekilli örneklerin ultras ses değ işimi grafiği.

#### 4.3.3. Prizmatik Örneklerde Donma-çözülme Deneyi Sonrası Eğ ilme Dayanımı Değ işimi

Prizmatik andezit örneklerinin donma-çözülme deneyi sonunda ölçülen eğ ilme dayanımı değ erleri grafiği Ş ekil 16'da verilmiştir. Eğ ilme dayanımı değ erleri %12,06 oranında azalmıştır. Donma-çözülme sürecinde suyun donmasıyla meydana gelen iç gerilmeler nedeniyle oluşan mikro çatlaklar bu azalmaya yol açmış olabilir.



Ş ekil 16. Andezitin donma-çözülme deneyi döngülerinde prizmatik şekilli örneklerin eğ ilme dayanımı değ işimi grafiği.

## 5. Sonuçlar

Doç al yapı taşlarında ayrışma, çevresel faktörlerle beraber zamanın bir fonksiyonu olarak gerçekleşmektedir. Bu faktörlerin etkisi altında kayalar fiziksel (mekaniksel), kimyasal ve biyolojik ayrışmalara



uğramaktadır. Doğal yapı taşlarını etkileyen atmosfer kaynaklı etkenlerin en önemlilerinden birisi sudur. Doğal taşlar içindeki çatlak ve boşluklarda hareket eden su, soğuk iklimlerde donma-çözülme yoluyla fiziksel ayrışmaya neden olmaktadır. Bu çalışmada İsehisar andezitlerinin iki farklı boyutlu (50x50x50 ve 300x50x50 mm) örneklerinde donma-çözülme olaylarına bağlı olarak gelişen değişiklikler deneysel olarak incelenmiştir. Mevsimsel değişimlerin andezit numuneleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla 56 döngü donma-çözülme döngüsü uygulanmıştır. Yapılan analiz ve deneyler neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kimyasal analiz sonuçlarından toplam alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) ve silis ( $\text{SiO}_2$ ) verileri kullanılarak andezitin traki-andezitik bileşimli olduğu belirlenmiştir. Andezitin porfirik dokulu olduğu belirlenmiş olup hamuru mikro plajiyoklas ve piroksen mineralleri oluşturmaktadır. XRD analizi sonucuna göre bileşimde büyük oranda K-feldispat (ortoklas, sanidin) ve plajiyoklas (andezin) mineralleri bulunmaktadır.

Fiziko-mekanik deneyler sonucunda yoğunluğu  $2782 \text{ kg/m}^3$ , açık gözeneklilik %4,74 ve toplam gözeneklilik %19,73 olarak ölçülmüştür. Eğilme dayanımı 14,87 MPa ve tek eksenli basınç dayanımı da 70,00 MPa olarak belirlenmiştir.

Deney öncesi 0,08  $\mu\text{m}$ -300  $\mu\text{m}$  arasında gözenek boyut dağılımına sahip olan andezitin donma-çözülme deneyi sonrasında gözenek boyut dağılımında çok fazla bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Andezit örneklerinde 56 döngü donma-çözülme deneyi sonrasında yapılan gözle inceleme sonucunda fiziksel bir deformasyon ve bozulma gözlenmemiş olup örneklerin durumu, ilgili standartta yer alan verilere göre “skala (0): Numune bütün (bozulmamış) halde” olarak tanımlanmıştır.

Donma-çözülme döngüleri sonrasında kübik ve prizmatik örneklerde kütle değişimi sırasıyla %0,19 ve %0,06 oranında artış olarak ölçülmüştür.

Deney sonrasında ultrases geçiş hızı değerleri kübik örneklerde %1,44, prizmatik örneklerde ise %2,56 oranında azalmıştır.

Kübik örneklerde tek eksenli basınç dayanımı %7,69 oranında ve prizmatik örneklerde eğilme dayanımı değerleri %12,06 oranında azalmıştır.

Deneysel çalışmalardan elde edilen verilere göre; test edilen andezit örneklerinin 56 donma-çözülme döngüsüne dayanıklı olduğu söylenebilir. Ayrışmayı gözlemek için daha fazla döngüye ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm örneklerin donma-çözülme sonrası ağırlık kaybı %1 değerinin altında

olmasından dolayı söz konusu andezitlerin, donma-çözülme etkilerine karşı dayanıklı olduğu ve dış mekanlarda kaplam malzemesi olarak kullanılabilmesi sonucuna varılabilir.

### **Kaynaklar**

Akin, M., Ozsan, A., 2011. Evaluation of the long-term durability of yellow travertine using accelerated weathering tests. *Bull Eng Geol Environ*, 70:101-114.

Altindag, R., Alyildiz, I.S., Onargan, T., 2004. Mechanical property degradation of ignimbrite subjected to recurrent freeze-thaw cycles. *Int J Rock Mech Min*, 41(6):6

Barbera, G., Barone, G., Mazzoleni, P., Scandurra, A., 2012. Laboratory measurement of P-wave velocity during accelerated aging tests: Implication for the determination of limestone durability. *Cons Build Mater*, 36:977-983

Bayram, F., 2012. Predicting mechanical strength loss of natural stones after freeze-thaw in cold regions. *Cold Reg Sci Technol*, 83, 98-102.

Binal, A., Kasapoğlu, K.E., Gökçeoğlu, C., 1997. The surficial physical deterioration behaviour of Neogene volcano-sedimentary rocks of Eskişehir Yazılıkaya, NW Turkey, *Proc. Int. Symp. on Engineering Geology and the Environment, Athens, Greece, A.A. Balkema, Rotherdam*, 3, 3065-3069.

Chen, T.C., Yeung, M.R., Mori, N., 2004. Effect of water saturation on deterioration of welded tuff due to freeze-thaw action. *Cold Regions and Technology*, 38, 127-136,

Çelik, M.Y., Akbulut, H., Ergül, A., 2014. Water absorption process effect on strength of Ayazini tuff, such as the uniaxial compressive strength (UCS), flexural strength and freeze and thaw effect, *Environ Earth Sci*, 71, 4247-4259.

Çelik, M.Y., 2017. Water absorption and P-wave velocity changes during freeze-thaw weathering process of cross cut travertine rocks. *Environ Earth Sci*, 76:409.

Draebing, D., Krautblatter, M., 2012. P-wave velocity changes in freezing hard low-porosity rocks: a laboratory-based time-average model. *The Cryosphere*, 6:1163-1174.

Fener, M., İnce, İ., 2015. Effects of the freeze-thaw (F-T) cycle on the andesitic rocks (Sille-Konya/Turkey) used in construction building. *Journal of African Earth Sciences*, 109, 96-106.

Hale, P.A., Shakoor, 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.

Heidari, M., Torabi-Kaveh, M., Mohseni, H., 2017. Assessment of the Effects of Freeze–Thaw and Salt Crystallization Ageing Tests on Anahita Temple Stone, Kangavar, West of Iran. *Geotech Geol Eng*, 35:121–136.

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.

Gökçe, M.V., İnce, İ., Fener, M., Taşkiran, T., Kayabali, K., 2016. The effects of freeze–thaw (F–T) cycles on the Gödene travertine used in historical structures in Konya (Turkey). *Cold Regions Science and Technology*, 127 65–75.

Jamshidi, A., Nikudel, M.R., Khamsehchiyan, M., 2013. Predicting the long-term durability of building stones against freeze–thaw using a decay function model. *Cold Reg. Sci. Technol.* 92, 29–36

Karpuz, C., Pasamehmetoglu, A.G., 1997. Field characterization of weathered Ankara andesites. *Eng Geol*, 46:1–17.

Larsen, T.D., Cady, P.D., 196., Identification of frost susceptible particles in concrete aggregates, National cooperative research program, Report 66, Highway Research Board, Washington DC.

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.

Liu, H., Niu, F.J., Xu, Z.Y., Lin, Z.J., Xu, J., 2012. Acoustic experimental study of two types of rock from the Tibetan Plateau under the condition of freeze-thaw cycles. *Sciences in Cold and Arid Regions*. 4(1), 0021–0027.

Martínez-Martínez, J., Benavente, D., Gomez-Heras, M., Marco-Castaño, L., Ángeles Garcíadel-Cura, M., 2013. Non-linear decay of building stones during freeze–thaw weathering processes. *Constr. Build. Mater.* 38, 443–454.

Mutlutürk, M., Altındag, R., Türk, G., 2004. A decay function model for the integrity loss of rock when subjected to recurrent cycles of

freezing-thawing and heating-cooling. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 41 (2), 237–244.

Nicholson, D.T., Nicholson, F.H., 2000. Physical deterioration of sedimentary rocks subjected to experimental freeze–thaw weathering. *Earth Surf. Process. Landforms*, 25: 1295–1307.

Park, J., Hyun, C.-U., Park, H.-D., 2015. Changes in microstructure and physical properties of rocks caused by artificial freeze–thaw action. *Bull Eng Geol Environ*, 74:555–565

Ruedrich, J., Kirchner, D., Siegesmund, S., 2011. Physical weathering of building stones induced by freeze–thaw action: a laboratory long-term study. *Environ Earth Sci*, 63:1573–1586.

Siegesmund S., Dürrast H., 2011. Physical and Mechanical Properties of Rocks. In: *Stone in Architecture*, 4th edition, Siegesmund S., Snethlage R. eds., Berlin: Springer, pp. 97–225.

Tan, X., Chen, W., Yang, J., Cao, J., 2011. Laboratory investigations on the mechanical properties degradation of granite under freeze–thaw cycles. *Cold Reg. Sci. Technol.* 68 (3), 130–138.

TS EN 1936., 2010. Türk Standartları, Doğal taşlar deney metotları, gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik. TSE, Ankara.

TS EN 13755., 2006. Türk Standartları, Doğal taşlar-deney metotları-atmosfer basıncında su emme tayini. TSE, Ankara.

TS EN 14579., 2006. Türk Standartları, Doğal taşlar- deney metotları-ses ilerleme hızı tayini”, TSE, Ankara.

TS EN 1926., 2013. Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Tek Eksenli Basınc Dayanımı Tayini, TSE, Ankara.

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

TS EN 12371., 2003. Türk Standartları, Doğal taşlar-deney metotları-dona dayanım tayini, TSE, Ankara.

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.