

IMCET 2019

50
1969 2019
Anniversary

Türkiye 26. Uluslararası Madencilik
Kongresi ve Sergisi

26th International Mining
Congress and Exhibition of Turkey



Proceedings of the 26th International Mining Congress and Exhibition of Turkey

16-19

Nisan/April 2019

Antalya

Editors:

Dr. Hakan BENZER
Dr. Namık AYDOĞAN
Dr. Mehmet KARADENİZ
Dr. Okay ALTUN
Dr. Hakan DÜNDAR
Dr. Mehtap GÜLSÜN KILIC
Dr. Ece KUNDAK
Dr. Emre YILMAZKAYA
Pelin KERTMEN



TMMOB Maden Mühendisleri Odası
UCTEA Chamber of Mining Engineers

ISBN: 978-605-01-1273-3

Published by
Baskı

TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Cd. 19/4 Kızılay-Ankara

April/Nisan 2019

Ph/Tel: +90 312 425 10 80

Fax/Faks: +90 312 417 52 90

www.maden.org.tr

maden@maden.org.tr

All rights reserved © 2019

ISBN 978-605-01-1273-3



9 786050 112733

IMCET 2019

Proceedings of the 26th International Mining Congress and Exhibition of Turkey

Türkiye 26. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı

Editors

Editörler

Dr. Hakan BENZER
Dr. Namık AYDOĞAN
Dr. Mehmet KARADENİZ
Dr. Okay ALTUN
Dr. Hakan DÜNDAR
Dr. Mehtap GÜLSÜN KILIÇ
Dr. Ece KUNDAK
Dr. Emre YILMAZKAYA
Pelin KERTMEN



UCTEA Chamber of Mining Engineers
TMMOB Maden Mühendisleri Odası

Executive Committee of the Congress
Kongre Yürütme Kurulu

Chair <i>Başkan</i>	Dr. Hakan BENZER
Deputy Co-Chairs <i>Başkan Yardımcıları</i>	Dr. Namık AYDOĞAN Necmi ERGİN
Secretary <i>Yazman</i>	Niyazi KARADENİZ
Treasurer <i>Sayman</i>	Veyis SIR
Members <i>Üyeler</i>	M. Erşat AKYAZILI Dr. Okay ALTUN Selim ALTUN Emre DEMİR Dr. Hakan DÜNDAR Sinan GİRDAPLI Dr. Mehmet KARADENİZ Hakan KEMİKKIRAN Pelin KERTMEN Dr. Mehtap GÜLSÜN KILIÇ Dr. Ece KUNDAK Davut ÖZLEN İmge TÜMÜKLÜ Dr. Emre YILMAZKAYA

Board Members of UCTEA Chamber of Mining Engineers
Maden Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu

President <i>Başkan</i>	Ayhan YÜKSEL
Vice president <i>II. Başkan</i>	Emre DEMİR
Secretary <i>Yazman</i>	M. Erşat AKYAZILI
Treasurer <i>Sayman</i>	Veyis SIR
Members <i>Üyeler</i>	Öznur AKÇA Ümit KILIÇ Talat KARATAŞ

ÇAĞRILI BİLDİRİLER - INVITED PAPERS

ECONOMIC SUCCESSION PLANNING FOR MINES M.Solomon -----	2
FROTH FLOTATION TECHNOLOGY OF TURKEY WITH FOCUS ON LOCAL CELL MANUFACTURING İ. Bayraktar-----	12
HOW OUR CLIENTS WILL DRIVE THE NEED TO SLASH ENERGY USE IN MINING M. Powell -----	25
RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION IN THE SOUTHERN AFRICAN MINERALS INDUSTRY A.S. Macfarlane, N. Singh -----	39

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ - HEALTH and SAFETY

ANTHROPOGENIC MERCURY IN THE FORMER MINING AREA OF ABBADIA SAN SALVATORE (SIENA, CENTRAL ITALY) O.Vaselli, B. Nisi, D. Rappuoli, J. Cabass, F. Tassi -----	56
CEVHER HAZIRLAMA VE METALURJİ TESİSLERİNDE İŞ KAZASI VERİLERİNİN TANIMI VE ANALİZİ <i>DEFINITION AND ANALYSIS OF WORK ACCIDENT DATA IN MINERAL PROCESSING AND METALLURGICAL PLANTS</i> A.V. Korkmaz-----	63
DOĞALTAŞ İŞLEME TESİSLERİNDE GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMÜ VE ANALİZİ <i>MEASUREMENT AND ANALYSIS OF NOISE IN NATURAL STONE PROCESSING PLANTS</i> Z. Duran, T. Doğan, B. Erdem, M. Genç-----	76
STATISTICAL ANALYSIS OF THE ACCIDENTABILITY IN THE BRAZILIAN MINERAL INDUSTRY P.H.A. Campos, R.C. Candia, L.A. Silva -----	89
STUDY OF VENTILATION AND COOLING IN GOLD MINES IN SOUTH AFRICA AS A MEANS TO IMPROVE SAFETY AND PRODUCTIVITY T. Mapeta, S.M. Rupprecht -----	101

MADENCİLİK POLİTİKALARI ve MADEN HUKUKU - MINING POLITICS and MINE LEGISLATION

KÖMÜR KARŞITI LOBİ FAALİYETLERİ VE TEKNOLOJİK GERÇEKLİK <i>LOBBY ACTIVITIES AGAINST TO COAL AND TECHNOLOGICAL REALITY</i> M.S. Delibalta, Ö.Y. Toraman-----	113
---	-----

PLAUSIBLE POLICY FRAMEWORK TO PROMOTE SUSTAINABLE ARTISANAL AND SMALL-SCALE MINING
R. Denhere, T. Zvarivadza, F. Sengani----- 124

TÜRKİYE VE DÜNYA MADENLİK SEKTÖRÜ GELİŞİM SÜRECİNDE YENİ PARADİGMALAR
NEW PARADIGMS IN THE DEVELOPMENT PROCESS OF WORLD AND TURKISH MINING SECTOR
M.S. Delibalta ----- 130

TÜRKİYE’DE RÖDÖVANS UYGULAMALARI
RÖDÖVANS (REDEVANCE/ROYALTY) APPLICATIONS IN TURKEY
S. Leloğlu ----- 139

YATIRIM TEŞVİK MEVZUATI BAĞLAMINDA MADENCİLİK SEKTÖRÜNE YÖNELİK YATIRIMLARIN
DESTEKLENMESİ
*SUPPORTING THE MINING SECTOR INVESTMENT WITHIN THE CONTEXT OF INVESTMENT INCENTIVE
LEGISLATION*
V. Yaramış ----- 146

MADEN ARAMA ve MADENCİLİK FAALİYETLERİ -MINING EXPLORATION and ACTIVITIES

A RECONSIDERATION OF PRECONDITIONING PRACTICES IN ROCKBURST PRONE GROUND
CONDITIONS IN SOUTH AFRICA
F. Sengani, T. Zvarivadza----- 154

A VIEW ON RECENT DEVELOPMENTS FOR PRODUCTION SCHEDULING OPTIMIZATION
M.R. Moghaddam, E. Moosavi ----- 166

AÇIK İŞLETME YÖNTEMİ İLE ÜRETİM YAPACAK OLAN BİR MADEN İŞLETMESİNİN OPTİMUM ÜRETİM
PLANLAMASI
OPTIMUM PRODUCTION SCHEDULE FOR AN OPEN PIT MINE
K. Hasözdemir , S.G. Erçelebi ----- 174

ANKARA’DA ŞEHİR İÇİNDE YERLEŞİM YERLERİ YAKINLARINDA YAPILAN KONTROLLÜ PATLATMA
ÇALIŞMALAR
CONTROLLED BLASTING STUDIES CLOSE TO RESIDENCES IN CITY OF ANKARA
G. G. Uyar, H.İ. İşçen, B.C. Töngür, H. S. B. Efe----- 186

ANKARA-İSTANBUL YÜKSEK HIZLI TREN PROJESİ, T13 TÜNELİ FAY ZONUNDA KARŞILAŞILAN
SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
*ANKARA-ISTANBUL HIGH SPEED RAILWAY PROJECT, THE PROBLEMS ENCOUNTERED AT T13 TUNNEL
FAULT ZONE AND SOLUTION SUGGESTIONS*
E. B. Aygar, C. Gökçeoğlu ----- 197

ANKARA-İSTANBUL YÜKSEK HIZLI TREN PROJESİ, T26 TÜNELİNİN PROJELENDİRİLMESİ VE DESTEK SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ <i>ANKARA-ISTANBUL HIGH SPEED RAILWAY PROJECT, T26 TUNNEL DESIGN AND EVALUATION OF SUPPORT SYSTEMS</i> E. B. Aygar, C. Gökçeoğlu -----	206
APPLICATION OF GROUND PENETRATING RADAR IN DEEP TO ULTRA-DEEP LEVEL GOLD MINING IN SOUTH AFRICA F. Sengani, T. Zvarivadza -----	219
AŞIRI BASKILI SINIFTA BİR KAYA KÜTLESİNDE AÇILAN DERİN YERALTI AÇIKLIKLARINDA TAHKİMAT SİSTEMLERİNİN DAVRANIŞI <i>THE SUPPORT SYSTEM BEHAVIOUR OF DEEP UNDERGROUND OPENINGS IN AN EXTREMELY SQUEEZING ROCK MASS</i> İ.F. Öge, O.Kutay, A. Erel, E. Soyer, C. Tuz, C. Ersoy, E. Kahraman -----	230
AŞIRI DEFORMASYONA MARUZ KALAN GALERİDE ÇOK KATMANLI TAHKİMAT SİSTEMİNİN UYGULANMASI <i>THE IMPLEMENTATION OF A MULTI-LAYER SUPPORT SYSTEM IN AN EXCESSIVELY DEFORMED ROADWAY</i> İ.F. Öge, R. Yazar, M.A. Yazar, A. Hür, Ş. Tarhan, M. Göle -----	239
ATIM BÜYÜKLÜĞÜ VE ŞEKLİNİN PATLATMA KAYNAKLI YER SARSINTISI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ <i>EVALUATION OF BLAST SIZE AND SHAPE FOR BLAST INDUCED GROUND VIBRATIONS</i> T. Hüdaverdi, Ö. Akyıldız, A. Karadoğan, E. Bozkurtoğlu -----	247
AUTOKRIGEABLE FACTORS UNDER PROPORTIONAL VARIOGRAM MODEL A.E. Tercan , E. Karahan -----	256
AUTOMATIC EXTRACTION OF GEOLOGICAL LINEAMENTS IN ASSOCIATION WITH MINERALIZATION USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM M. A. Mahboob, B. Genc, and I. Atif -----	263
BAHÇE-NURDAĞI T2 TÜNELİ KESKİ TÜKETİMİNİN İNLENMESİ <i>INVESTIGATION OF CUTTER CONSUMPTION IN BAHCE-NURDAGI T2 TUNNEL</i> D. AYDIN, M.AYHAN-----	275
BURSA-YENİŞEHİR HIZLI TREN PROJESİ, T3 TÜNELİ DESTEK SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ-ZAYIF ZEMİN TÜNELLİĞİ VE TÜNELDE YAŞANAN SORUNLAR <i>BURSA-YENİŞEHİR HIGH SPEED RAILWAY PROJECT, EVALUATION OF T3 TUNNEL SUPPORT SYSTEMS-SOFT GROUND TUNNELLING AND PROBLEMS ENCOUNTERED IN TUNNEL</i> E. B. Ay -----	287
CBGUARD COMPLETE CONVEYOR BELT MONITORING SYSTEM B. Küsel -----	300
CONSTRUCTION OF PREPARATORY UNDERGROUND FACILITIES WITH COMBINE IN SPECIFIC MINERAL- GEOLOGICAL CONDITIONS OF COAL MINE „ MRAMOR“ O. Musić, K. Gutić, H. Čičkušić, E. Sejrančić -----	305

EPBM İLE YAPILAN ŞEHİRİÇİ METRO KAZILARINDA FARKLI AYNA BASINCININ YAPILARDA OLUŞTURACAĞI RİSKLER AÇISINDAN İNCELENMESİ <i>INVESTIGATION OF DIFFERENT FACE PRESSURE IN THE URBAN EXCAVATIONS BY EPBM IN TERMS OF RISKS THROUGH STRUCTURES</i> C. O. Aksoy, H.E. Yaman -----	317
ESTIMATION OF HORIZONTAL PRINCIPAL STRESS ORIENTATION USING FMI LOG FOR A MINING PROJECT K. E. Karadeniz , H. Ozturk -----	325
ETİ GÜBRE FOSFAT MADENİ PATLATMALI CEVHER KAZI UYGULAMALARI <i>IMPLEMENTING THE ORE BLASTS AT ETI GUBRE PHOSPHATE MINE</i> Ö.G. İlik, K. Özkan, H. Kaya, H. Karkaş-----	336
ETİ SODA A.Ş. TRONA SAHASINDA KAVERNA HEDEF DAMARI DEĞİŞTİRME UYGULAMALARI <i>APPLICATIONS OF CAVERN TARGET LAYER CHANGING IN ETİ SODA INC. TRONA FIELD</i> S.Kafadar, E.Yalçın, G. Yavuz-----	346
GENETIC ALGORITHM TO OPTIMISE ROCK FRAGMENTATION IN SELECTIVE BLASTING FOR GRADE ENGINEERING K. Usami, E. F. Salmi, E. J. Sellers -----	359
HİBRİT SİSTEM İSTİNAT YAPILARININ MADEN SAHALARINDA KULLANILMASI <i>USING OF HYBRID SYSTEM RETAINING WALLS IN MINING SITES</i> S. Kaymakçı , D. Gunduğdu , C. Demirel -----	373
HIGHER PRODUCTIVITY THROUGH DRILL TO MILL PLANT OPTIMISATION S. Esen -----	381
IMPROVING FINAL WALL AND WASTE BLASTING RESULTS AT ALTYNALMAS PUSTYNNNOYE GOLD MİNE B. Bachramov, B. Myrzakasyrov, A. Kalmatayev, S. Esen -----	391
INITIAL CRACK DETECTION OF BRAZILIAN DISCS BY THERMAL CHANGE FOR DIFFERENT TYPES OF ROCK SPECIMENS A. Kirmacı, M. Erkayaoğlu, C. Karpuz -----	399
İN SAR HIZ HARİTALARI KULLANILARAK AÇIK OCAKLARDA ŞEV YENİLMESİ OLABİLECEK BÖLGELERİN TESPİTİ <i>DETERMINATION OF THE SLOPE FAILURE REGIONS IN OPEN PIT MINE USING INSAR VELOCITY MAP</i> Z. Sertabipoğlu, Ü Özer, H. Tunçdemir -----	408
İZMİR BUCA – ONAT TÜNELİNDE UYGULANAN YENİ AVUSTURYA YÖNTEMİ VE DEFORMASYON ÖLÇÜMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ <i>İZMİR BUCA – ONAT TUNNEL NEW AUSTRIAN TUNNELING METHOD AND DEFORMATION MEASUREMENTS SURVEILLANCE</i> M.B. Çolak, C.O. Aksoy-----	419

- KARMAŞIK TİPİ KAYA KÜTLERİNDE EPBM AYNA BASINÇININ YERALTI SUYU SEVİYESİNE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI
INVESTIGATION OF THE CHANGES OF EPBM FACE PRESSURE ON THE GROUND WATER LEVEL IN COMPLEX TYPE ROCK MASS
C. O. Aksoy, G.G. Uyar, H.E. Yaman ----- 428
- KARSTLAŞMIŞ ALÇITAŞI SAHALARINDA AÇIK OAK İŞLETME PROBLEMLERİ, BALA-ANKARA
OPEN PIT MINING PROBLEMS AT KARSTIFIED GYPSUM IN BALA -ANKARA AREA
S. Kulaksız ----- 436
- KAYAŞ-YERKÖY YÜKSEK HIZLI TREN DEMİRYOLU POJESİ KAPSAMINDA AÇILAN T15 TÜNELİ AYNASINDA MALZEME BOŞALIMINA BAĞLI OLARAK YAŞANAN STABİLİTE SORUNLARI VE TÜNEL DESTEK SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
THE EVALUATION OF STABILITY PROBLEMS AND TUNNEL SUPPORT SYSTEMS DURING THE MATERIAL INFLOW IN T15 TUNNEL IN THE KAYAS-YERKOY HIGH-SPEED TRAIN RAILWAY
E. B. Aygar ----- 445
- KİREÇTAŞI LİTOLOJİSİNDE KIRMATAŞ DOLGU MALZEMESİ İLE KİLLİ BİR ZEMİNDE YÜZEYSEL İYİLEŞTİRMEİNİN UYGULANMASI
AN APPLICATION OF CRUSHED LIMESTONE FILLING MATERIAL IN CLAYEY SOIL IMPROVEMENT
İ. Çobanoğlu, S.B. Çelik ----- 457
- MADEN KAYNAK KESTİRİMİNDE HOMOJEN ORTAM MODELLEMESİNE YÖNELİK YENİ YÖNTEMLERİN GELİŞTİRİLMESİ
DEVELOPING NEW METHODS FOR DOMAIN MODELING IN MINERAL RESOURCE ESTIMATION
Dr. H. Kıvrak, A. E. Tercan ----- 468
- MADEN SEKTÖRÜNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM; BAKIRTEPE ALTIN İŞLETMESİ
DIGITAL TRANSFORMATION IN MINING INDUSTRY; A CASE STUDY, DEMİR EXPORT BAKIRTEPE GOLD MINE
B.Giray, H.Çınar, O.Ceylan, B.Aksarı----- 481
- MADENLİK FALİYETLERİNDE İNSANSIZ HAVA ARACFOTOGRAMETRİSİ UYGULAMALARI
UNMANNED AERIAL VEHICLE PHOTOGRAMMETRY APPLICATIONS IN MINING
Gül Y., Poyraz F., Hastaoğlu K.Ö. ----- 494
- MAKSİMUM PARÇACIK HIZINI MİNİMİZE EDEN YENİ BİR TEKNİĞİN GELİŞTİRİLMESİ
THE DEVELOPMENT OF A NEW TECHNIQUE MINIMIZED THE PEAK PARTICLE VELOCITY
A.Tosun ----- 502
- MONITORING OF MINE LANDSLIDE AND DEFORMATION USING SENTINEL-1 SAR DATA
SENTINEL-1 SAR VERİLERİ KULLANILANARAK MADEN KAYMALARINI VE DEFORMASYONLARINI İZLEME
M. Çavur, M. Camalan, H. Ketizmen, S. Agitoğlu ----- 509
- OPTIMIZED DESIGN OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS IN OPEN PIT MINES UNDER USING NEW SOFTWARE
E. Moosavi, A. Khosravi, R. Shirinabadi ----- 518

ÖZDÜZENLEYİCİ HARİTALARININ (SOM) NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN VERİ ANALİZİNDE UYGULANMASI <i>APPLICATION OF KOHONEN SELF-ORGANIZING MAPS (SOM) IN EXPLORATORY DATA ANALYSIS OF RARE EARTH ELEMENTS DEPOSIT</i> G. Ertunç-----	525
PATLATMA İZİNİ ALINMAMIŞ SAHALARDA YAPILACAK PATLATMALARIN OLASI ETKİLERİNİ ÖNGÖREBİLMEK İÇİN BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ <i>RECOMMENDED APPROACH TO PREDICT BLASTING POSSIBLE EFFECTS AT THE AREA IN WHICH THERE IS NOT BLASTING LICENSE</i> G. G. Uyar, C.O. Aksoy, A. İlhan -----	537
PATLATMANIN MALZEME ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ <i>INVESTIGATION OF BLASTING IMPACT ON MATERIAL</i> Y. Umucu, V. Ekmiş, D. Alp, O. Çağatay -----	548
PERFORMANCE EVALUATION OF INORGANIC SALTS ON SPONTANEOUS COMBUSTION LIABILITY M. Onifade, B. Genc -----	560
SEDİMANTER ZAYIF KAYA KÜTLESİNDE REÇİNELİ HALAT SAPLAMALARIN UYGULAMA PARAMETRELERİNİN ÇEKME DAYANIMINA ETKİSİ <i>THE INFLUENCE OF APPLICATION PARAMETERS ON PULL-OUT STRENGTH OF RESIN GROUTED CABLE BOLTS IN WEAK SEDIMENTARY ROCK MASS</i> O. Kutay, İ.F. Öge, C. Tuz, A. Erel, E. Kahraman -----	572
THE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ABSENTEEISM ON A PLATINUM MINE N M Mathebula, M Mpanza, S.M. Rupprecht -----	581
THE POTENTIAL BENEFITS OF THROW BLASTING SOUTH AFRICAN UNDERGROUND MINES S.M. Rupprecht -----	593
THE POTENTIAL OF AUTOMATIC SCRAPER WINCHES IN UNDERGROUND NARROW VEIN MININGSOUTH AFRICAN S.M. Rupprecht -----	603
THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL MODELING AND PRELIMINARY RESOURCE ESTIMATION IN SAGHEZ IRON DEPOSIT OF IRAN E. Moosavi, R. Shirinabadi, A. Ghasem_pour, R. Fallahi -----	612
TRABZON ŞEHİR GEÇİŞİ KANUNİ BULVARI PROJESİ-AKYAZI TÜNELİ DESTEK SİSTEMİ TASARIMI-(EN GENİŞ KARAYOLU TÜNELİ) <i>TRABZON CITY CROSSING KANUNI BOULEVARD PROJECT - AKYAZI TUNNEL SUPPORT SYSTEM DESIGN</i> E. B. Aygar -----	618
TÜRKİYE'DEKİ YERALTI MADENLERİNDE PERSONEL TAKİP SİSTEMLERİ KAVRAMLAR VE UYGULAMALAR <i>PERSONNEL TRACKING SYSTEMS for UNDERGROUND MINES in TURKEY.CONSEPTS and APPLICATIONS</i> İ.M. Er-----	628
ULTIMATE PIT SIZE SELECTION, WHERE IS THE OPTIMUM POINT? A. Ebrahimi -----	638

USING FAULT TREE ANALYSIS TO FOCUS MISFIRING AT OPEN PIT MINES BLASTING OPERATION E. Moosavi, A. Golzadeh -----	646
UZUN GALERİLERİN TALİ HAVALANDIRILMASI: POLYAK EYNEZ ÜRETİM DESANDRESİ ÖRNEĞİ <i>AUXILIARY VENTILATION FOR LONG DRIVAGES: EXAMPLE OF POLYAK EYNEZ DECLINE</i> E. Kahraman, C. Ersoy, E. Küçükali ve Ç. Koçak -----	653
ÜLKEMİZDE YERLİ İMKÂNLARLA ÜRETİLEN KALKAN TİPİ YÜRÜYEN TAHKİMATIN ÜRETİMİ VE UYGULAMASI <i>PRODUCTION AND APPLICATION OF THE ROOF SUPPORT PRODUCED BY LOCAL FACILITIES IN OUR COUNTRY</i> U. Çetinkaya, N. Bilim, M. Arslan -----	663
WORKING TECHNOLOGY OF LONG WALL EQUIPMENT IN VARIABLE DIMENSIONS OF EXCAVATION PANEL O. Musić, Dž. Dostović, K. Gutić, H. Čičkušić, Š. Sarajlić -----	672
YERALTI MADENLERİNDE SİNYALİZASYON SİSTEMİ İLE TRAFİK KONTROLÜ <i>TRAFFIC CONTROL WITH SIGNALIZATION SYSTEM IN UNDERGROUND MINES</i> N. Ölmez Özer, E. Ok -----	684
YERALTI SUYU SEVİYESİNİN AÇIK OCAKLARDA ŞEV DURAYLILIĞINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI <i>INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF GROUNDWATER LEVEL ON SLOPE STABILITY IN OPEN PITS</i> S. Eren, C.O. Aksoy -----	694
YERALTI VE AÇIK OCAK İŞLETMELERİNDE MADEN PLANLAMA OPTİMİZASYONU A TUTORIAL on OPEN PİT and UNDERGROUND MİNE SCHEDULİNG USİNG MICROMİNE SOFTWARE A. Eşiyok, B. Kahraman -----	702
YERÜSTÜ MACUN MALZEMENİN ÇİMENTO KATKISINA GÖRE STABİLİTE ANALİZİ <i>STABILITY ANALYSIS ACCORDING TO THE CEMENT ADDITIVES OF THE SURFACE PASTE MATERIAL</i> A. Başçetin, S. Tüylü, D. Adıgüzel, E. Odabaş ve Y. Baktarhan -----	714
ZEOLİTİN PUZOLANİK KATKI MALZEMESİ OLARAK ÇİMENTOLU MACUN DOLGUDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ <i>INVESTIGATION OF USABILITY AS POZZOLANIC ADDITIVE MATERIAL OF ZEOLITE IN CEMENTED PASTE BACKFILL</i> A. Başçetin, H. Eker, S. Tüylü, D. Adıgüzel, E. Odabaş -----	719

CEVHER HAZIRLAMA ve METALURJİK SÜREÇLER - MINERAL and METALLURGICAL PROCESSING

A FUNDAMENTAL CHANGE IN APPROACH – GRINDING ORES IN VERTICAL ROLLER MILLS PRESENTATION OF TEST RESULTS C. Schmitz, C. Gerold -----	725
AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON ROCK CRUSHABILITY USING JAW AND CONE CRUSHERS E. Köken, M. Bilen, A. Özarslan, K. Barış -----	734
AN INTRODUCTION OF THE HORIZONTAL AGITATED BEAD MILL “PAMIR” J. Roettle, U. Enderle -----	744
AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF OPERATING AND DESIGN VARIABLES ON SCREENING EFFICIENCY IN WET FINE SCREENING S. Mabote, A. M. Mainza, P. A. Bepswa -----	749
AN OVERVIEW ON HIGH-PRESSURE TECHNOLOGY AND ITS BENEFITS IN TAILINGS MANAGEMENT M. Vieira, M. Goich -----	761
CLASSIFICATION, FLUIDISATION AND FLOW WITHIN ECCENTRIC HIGH PRESSURE CENTRIFUGAL COMMUNITION (eHPCC) L. Roper, V. Borissenko -----	770
COLLECTORLESS FLOTATION APPROACH TO A LOW GRADE GOLD ORE S. Oluklulu, H.S. Gökçen, V. Bozkurt, Y. Ucbas -----	779
DÜZ ZİNCİRLİ KSANTATLARIN TOPLAYICI DERİŞİMİ VE HAVA AKIŞ HIZINA (HAH) BAĞLI OLARAK GALEN FLOTASYONUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ <i>INVESTIGATION OF THE EFFECT OF STRAIGHT-CHAIN XANTHATES ON GALENA FLOTATION DEPENDING ON COLLECTOR CONCENTRATION AND AIR FLOW RATE (AFR)</i> G. Ergen, S. Özün, W. Liu -----	787
EFFECT OF GRINDING CONDITIONS ON LEAD-ZINC FLOTATION I. Tokcan, V. Bozkurt -----	795
EFFECT OF OPERATIONAL CONDITIONS ON ENERGY EFFICIENCIES OF AIR-SWEPT BALL MILL AND CLASSIFICATION CIRCUITS IN CEMENT RAW MATERIAL PRODUCTION Ö. Genç, A.H. Benzer -----	806
EFFECT OF PH ON SUSPENSION STABILITY FOR PRODUCTION OF SUBMICRON PARTICLES BY MEANS OF MECHANICAL TREATMENT D. Katircioglu Bayel -----	817
EFFECT OF ULTRA-FINE GRINDING ON EXTRACTION OF GOLD AND SILVER FROM A REFRACTORY FLOTATION TAILINGS BY CYANIDE LEACHING O.Celep, E.Y.Yazici, M.Kuzu and H.Deveci -----	826

ENDÜSTRİYEL PROSELERDE KULLANILAN DEĞİRMEN [ÖĞÜTÜ] TIPLERİ VE ÇALIŞMA MEKANİZMALARI <i>MILLS [GRINDING] TYPES AND WORKING MECHANISMS USED IN INDUSTRIAL PROCESSES</i> A. V. Korkmaz, H. Hacifazlıoğlu-----	834
ERZURUM KARAYAZI MANGANEZ EVHERİNİN FİZİKSEL AYIRMA YÖNTEMLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ <i>ENRICHMENT BY PHYSICAL SEPARATION METHODS OF ERZURUM KARAYAZI MANGANESE ORE</i> T. Gül, E. İ. Cöcen, E. Tufan, E. Kılınç Aksay -----	846
FLOTATION AND ATMOSPHERIC ASID/BASE LEACHING OF HARD COALS FOR PRODUCTION OF LOW-ASH CLEAN COAL O. Onel, M. Tanrıverdi -----	854
HPGR GRINDING IN COPPER, LEAD AND ZINC ORE PROCESSING S. Önoel, Frank P. van der Meer -----	863
IMPORTANCE OF CRUSHER CONTROL AND CLOUD COMPUTING PROCESS MONITORING OF CRUSHERS G. Asbjörnsson, A. Bolander, E. Hulthén, M. Evertsson -----	873
INVESTIGATION OF CHROMITE PRECONCENTRATION BY COMMINUTION E. Polat, T. Güler, M.M.A Mohammed -----	877
KÜÇÜLTÜLMÜŞ TAMBUR TESTİ İLE DEMİR EVHERİ PELETLERİ AŞINMA DAYANIMI BELİRLENMESİ <i>DETERMINATION OF ABRASION RESISTANCE OF IRON ORE PELLETS BY THE SCALE-DOWN TUMBLER TEST</i> O. Sivrikaya, A.İ. Arol -----	884
LEACHING OF YAHYALI NON-SULPHIDE PB-ZN FLOTATION TAILING USING ORGANIC ACIDS S. Hussaini, S. Kursunoglu, M. Kaya -----	897
LEARNING FROM OTHER INDUSTRIES; WHY THE VRM TECHNOLOGY IS A SERIOUS ALTERNATIVE FOR ORE GRINDING C. Gerold, C. Schmitz-----	909
MALZEME DOLULUK ORANININ SİLİS KUMU KIRILMA PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI <i>AN INVESTIGATION OF THE EFFECT ON BREAKAGE PARAMETERS OF SILICA SAND OF POWDER FILLING</i> S. Haner -----	921
MODELING OF TRANSPORTATION IN ELECTROSLAG METALLURGY PROCESS H.F. Shen, H. Shi -----	930
OPTIMISATION OF THE CRUSHING CIRCUIT IN A COPPER OPERATION B. Sönmez, S. Lynch-Watson, S. Villalobos, H. Dünder, H. Benzer -----	937

PROPOSED FLOWSHEET DESIGN FOR A CEMENT GRINDING CIRCUIT BY CONSIDERING FINE GRINDING TECHNOLOGY O. Altun, C. E. Karahan, E. S. Zencirci, N. A. Toprak, H. Benzer -----	948
QUARTZ BLEACHING BY OXALIC ACID: RELATIONSHIP BETWEEN REJECTION RATE OF IMPURITIES AND COLOR RESPONSE M.M.A Mohammed, T. Güler, E. Polat, N. Çetin, Ü. Kuşcu -----	957
REJECTION OF IRON COLORING IMPURITIES OF QUARTZ ORE BY SULFURIC ACID BLEACHING M.M.A Mohammed, T. Güler, E. Polat -----	965
REPORT ON TAILINGS DEWATERING WITH HIGH PERFORMANCE DISC FILTERS J. Pridal , J. Hahn -----	972
SIMULATION OF SINGLE PARTICLE BREAKAGE USING NON-ROUND PARTICLES IN ROCKY DEM F.P. André, A. Potapov, C. Maliska Jr., L.M. Tavares -----	981
SİNERLİK DEMİR CEVHERİ KONSANTRESİNİN DRI PELET KEKİ ÜRETİMİNİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI <i>INVESTIGATION OF USABILITY OF SINTERING IRON ORE CONCENTRATE IN DRI PELLET CAKE PRODUCTION</i> A.H. Benzer, D. Altun, Ö. Özal, V. Cebeci -----	991
SÜLFÜRLÜ ALTIN CEVHERİ FLOTASYONUNDA ALTERNATİF KOLLEKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI <i>INVESTIGATION OF THE APPLICABILITY OF ALTERNATIVE COLLECTORS IN THE SULPHIDE GOLD ORE FLOTATION</i> İ. Kurşun, G. Erçelik, M. F. Eskibalçı, M. Terzi, O. Özdemir, R. Sezen -----	999
THE EFFECT OF DRY AND WET GRINDING ON GOLD ORE FLOTATION H.S. Gökçen, S. Oluklulu, V. Bozkurt, Y. Uçbaşı -----	1010
THE EFFECT OF STIRRER DESIGN IN DIFFERENT STIRRED MILL ORIENTATIONS S. Cayirli, H. S. Gokcen, N. Yüce -----	1017
THE INFLUENCE OF THE SAG/BALL MILL MODE OF OPERATION ON CIRCUIT OPERATIONS S. Bremner, A.N. Mainza, L.M. Tavares, A. Anyimadu, J.A. Dumont, G.C. Peixoto, V.M. Assis, M.G. Lemos , M.S. Pereira -----	1025
UP-GRADES AND OPTIMIZATION OF HARDROCK APPLICATIONS WITH HPGRs E. Burchardt, J. Remmers, K. Cura -----	1036
USE OF X-RAY MICRO-COMPUTED TOMOGRAPHY (μ CT) FOR 3-D ORE CHARACTERIZATION: A TURNING POINT IN PROCESS MINERALOGY P.I. Guntoro, Y. Ghorbani, J. Rosenkranz -----	1044
VARIATION IN THE WEAR CHARACTERISTICS AND THE GRINDING PERFORMANCE OF DIFFERENT BALLS C. E. Karahan, T. Sert, O. Altun -----	1055

- YÜKSEK MANYETİT İÇERİKLİ SİLİS CEVHERLERİNDEN GRAVİTE VE MANYETİK AYIRMA YÖNTEMLERİ İLE DEMİR KONSANTRESİ ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI
INVESTIGATION OF THE IRON CONCENTRATE PRODUCTION FROM HIGH MAGNETITE CONTAINING SILICATE ORES
İ. Kurşun, M. Çınar, M. Terzi, O. Özdemir ----- 1062

KÖMÜR VE ENERJİ - COAL AND ENERGY

- A MODIFIED METHODOLOGY FOR PRELIMINARY DESIGN OF WEAK ROCK SLOPES IN LIGNITE MINES
A.G. Yardimci, C. Karpuz ----- 1079
- ARGUVAN (MALATYA) LİNYİTİNDEN HÜMAT EKSTRAKSİYONU
HUMATE EXTRACTION FROM ARGUVAN (MALATYA) LIGNITE
K. Şentürk, M. Birinci ----- 1088
- ASSESSMENT OF SURFACE COAL MINING IMPACT ON AGRICULTURE USING LONG TERM REMOTE SENSING SATELLITE DATA: A SOUTH AFRICAN PERSPECTIVE
M. A. Mahboob, B. Genc ----- 1095
- BİR YERALTI KÖMÜR OCAĞINDA TALİ HAVALANDIRMA ETÜDÜ
AUXILIARY VENTILATION DESIGN FOR AN UNDERGROUND COAL MINE
N. Kurşunoğlu, M. Onder ----- 1106
- EXPLORATION AND EVALUATION OF OIL SHALE RESOURCES FROM ATTARAT AREA, CENTRAL JORDAN
Khalil M. Ibrahim, Samer Aljurf, Hanan Abdel Rahman and Cemal Gülamber ----- 1116
- GEOTHERMAL COMBINED HEAT & POWER PLANTS AND DIRECT USE APPLICATIONS IN TURKEY
E. Kaymakci, T. Koelbel ----- 1129
- IMPORTANCE OF COAL QUALITY FROM MINES TO POWER STATIONS
H. Arden ----- 1139
- INTRODUCTION OF ANALYTICAL METHODS FOR OIL SHALE RESOURCE EVOLUTION
C. Gülamber, K.M. Ibrahim, S. A., H.A. Rahman ----- 1154
- KÖMÜR FLOTASYONU İÇİN YEŞİL KOLLEKTÖR: ATIK BİTKİSEL YAĞ
GREEN COLLECTOR FOR COAL FLOTATION: WASTE VEGETABLE OIL
H. Hacıfazlıoğlu, A. Dikici ----- 1169
- KÖMÜR KAYNAKLI METAN EMİSYONLARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZİ İLE TAHMİNİ
FORECASTING OF COAL MINE METHANE EMISSIONS BY TIME SERIES ANALYSIS
G. Daloğlu, F. Çemrek, M. Önder ----- 1177
- NUMERICAL SIMULATIONS OF GAS PRODUCTION FROM COALBED METHANE RESERVOIRS IN TURKEY
Ş. Meray ----- 1184

- PARK TERMİK A.Ş ÇAYIRHAN LİNYİT İŞLETMESİ'NDE YAŞANAN İŞ KAZALARINA SAHA KOŞULLARININ ETKİLERİ
THE EFFECTS OF GEOLOGICAL CONDITIONS ON WORK ACCIDENTS IN PARK TERMİK INC. ÇAYIRHAN MINES
F. Ustabaş, Ç. Temel ----- 1197
- RELATIONSHIP BETWEEN TWO CONSECUTIVE SLOPE FAILURES AT ELBİSTAN OPEN CAST MINE AND A NEW PRODUCTION METHOD PROPOSAL
B. Ünver, M. A. Hindistan ----- 1208
- REVEALING CONCEALED HYDROTHERMAL ORE DEPOSITS THROUGH TRACE ELEMENT AND ISOTOPE GEOCHEMISTRY AND CLAY MINERALOGY
I. Tonguç Uysal----- 1219
- SOMA KÖMÜR HAVZASINDA BİR YERALTI İŞLETMESİNDE ALT TABAN YOLU DESTEK SİSTEMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ
THE IMPROVEMENT OF THE SUPPORT SYSTEMS USED IN MAIN GATE ENTRIES OF A MINE LOCATED IN SOMA COAL BASIN
T.S. Saral, İ.F. Öge, Ş. Tarhan, A. Hür, H.H. Çiçek ----- 1228
- TTK GELİK İŞLETMESİNDE DİK DAMAR MEKANİZASYONU UYGULANABİLİRLİĞİ
APPLICABILITY OF STEEP COAL SEAMS MECHANIZATION IN TTK GELİK REGION
K. Eroğlu, F. Uncu, C. Yamudi ----- 1235
- TÜRKİYE KÖMÜR HAVZALARINDAKİ MADENLİK ÇALIŞMALARINDA YÖNETİM STRATEJİLERİNİN ELEŞTİRİLMESİ
CRITICS OF THE MANAGEMENT STRATEGIES IN COALFIELDS OF TURKEY
V. Didari , N.A. Akçın ----- 1249
- TÜRKİYE KÖMÜRLERİNİN GAZLAŞTIRMA PROSESLERİ İLE SÜNGER DEMİR ÜRETİMİ İÇİN DRI FIRININDA İNDİRGEN GAZ OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI
INVESTIGATION OF USABILITY OF COAL RESOURCES OF TURKEY WITH GASIFICATION PROCESSES FOR DRI PRODUCTION IN DRI FURNACE
V. Cebeci, U. Malayoğlu, Ö. Özal ----- 1258
- TÜRKİYE'DE YERALTI KÖMÜR OAKLARINA YÖNELİK MADEN MEVZUATI VE UYGULAMALARININ HAVALANDIRMA VE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN KRİTİĞİ
THE CRITIQUE OF TURKISH MINING LEGISLATION AND ITS APPLICATIONS TOWARDS UNDERGROUND COAL MINES IN TERMS OF VENTILATION AND OCCUPATIONAL SAFETY
K. Barış, A. Fişne, Y. Aydın ----- 1270
- TÜRKİYE'DEKİ BAZI KÖMÜR HAVZALARINDA TASMAN MEKANİZMALARININ İNLENMESİ
INVESTIGATION OF THE MECHANISM OF THE SUBSIDENCE IN SOME COAL BASIN IN TURKEY
C.O. Aksoy ----- 1282
- YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MUĞLA-TINAZ KÖMÜR SAHASI KALORİ DEĞERLERİ TAHMİNİ
ESTIMATION OF CALORIFIC VALUE OF COAL FIELD IN MUĞLA-TINAZ WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
S. TORAMAN ----- 1294

YERALTI KÖMÜR MADENLERİNDE YAŞANAN BANT YANGINI İÇİN DENEYSEL VE SAYISAL ANALİZ
ÇALIŞMALARI
EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS STUDIES FOR BELT FIRE IN UNDERGROUND COAL MINES
C. O. Aksoy, G.G. Uyar, E. Kaya ----- 1305

ZONGULDAK KÖMÜRÜNDEN ULTRA TEMİZ KÖMÜR ÜRETİMİ
PRODUCTION OF ULTRA CLEAN COAL FROM ZONGULDAK COAL
H.Hacıfazlıoğlu, A. Dikici ----- 1313

DOĞAL TAŞ, ENDÜSTRİYEL MİNERALLER ve AGREGA ÜRETİMİ - NATURAL STONE, INDUSTRIAL MINERALS AND AGGREGATE PRODUCTION

3 T YÖNTEMİ İLE BİR MERMER FABRİKASINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ
RISK ASSESSMENT IN A MARBLE FACTORY WITH 3 T METHOD
S. Önder, M. Önder, F. Çiçek ----- 1321

AŞINDIRICI SUJETİ İLE KESME UYGULAMALARINDA GÜNCEL TEKNOLOJİK GELİŞMELER
CURRENT TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN CUTTING APPLICATIONS BY ABRASIVE WATERJET
İ. Karakurt, G. Aydın, F. Yıldırım, S. Kaya ----- 1334

AŞINDIRICI SUJETİ KESME PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK GELİŞTİRİLEN YÖNTEMLER
METHODS FOR IMPROVEMENT OF ABRASIVE WATERJET CUTTING PERFORMANCE
İ. Karakurt, G. Aydın, F. Yıldırım, S. Kaya ----- 1340

AŞINDIRICILI SUJETİ İLE MERMER KESMEDE AŞINDIRICI TİPİNİN KESME DERİNLİĞİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI
*INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ABRASIVE TYPE ON CUT DEPTH IN MARBLE CUTTING WITH
ABRASIVE WATER JET*
S. Kaya, G. Aydın, İ. Karakurt ----- 1346

DOĞAL TAŞ OCAKLARINDA BLOK TAKİBİNDE KULLANILMAK ÜZERE GELİŞTİRİLEN BİR YAZILIM
A SOFTWARE DEVELOPED FOR USING BLOCK TRACKING IN NATURAL STONE QUARRIES
E. Berber, A. Sakcalı, H. Cevizci, H. Yavuz ----- 1354

DOĞALTAŞ İŞLEME TESİSLERİNDE OLUŞAN GÜRÜLTÜNÜN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ
STATISTICAL ANALYSIS OF NOISE GENERATED IN NATURAL STONE PROCESSING PLANTS
T. Doğan, Z. Duran, Y. Karagöz, B. Erdem ----- 1363

EFFECTS OF TEMPERATURE ON MECHANICAL PROPERTIES OF SOME CARBONATE ROCKS FROM
TURKEY
Y. Özcelik, A. Özguven, E. Yilmazkaya, H. Sonmez, M. Ercanoğlu----- 1371

EMİRDAĞ (AFYONKARAHİSAR) TRAVERTENLERİNİN MİNERO-PETROGRAFİK, EOKİMYASAL VE FİZKO-
MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER
*ASSESSMENTS ON MINERO-PETROGRAPHICS, GEOCHEMICAL and PHYSICAL-MECHANICAL
PROPERTIES OF EMİRDAĞ (AFYONKARAHİSAR) TRAVERTINES*

T. Koralay, S.B. Çelik, K. Deniz ----- 1379

FELDSPAT KONSANTRESİNİN KURUTULMASI İÇİN KIZILÖTESİ ISITMALI YENİ BİR KURUTUCU TASARIMI
VE ENDÜSTRİYEL UYGULAMASI
*DESIGN AND INDUSTRIAL APPLICATION OF A NOVEL DRYER WITH INFRARED HEATING FOR THE
DRYING OF FELDSPAR CONCENTRATED*

D.U. Sert , H. Hacifazlıoğlu----- 1391

INVESTIGATION OF SURFACE ROUGHNESS USING TAGUCHI METHOD: AFYON WHITE AND MARMARA
WHITE MARBLES MILLED ON A CNC MILLING MACHINE

E. Özkan , O. Öz----- 1399

STUDY OF BEIGE PHOSPHATE ORE: KEF ES SENNOUN; DJEBEL ONK – TEBESSA; ALGERIA

N. Djamel, C. Mohamed, B. Ahcene, M. Zouhir ----- 1410

TEKTELLİ KESME PARAMETRELERİNİN ÇAMUR TANE BOYUNA ETKİLERİ

THE EFFECTS OF MONOWIRE CUTTING PARAMETERS ON MEAN SIZE OF SWARF

E. Yılmazkaya, O. Altun, Y. Özçelik ----- 1419

TRAVERTENİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE LEEB SERTLİK ÖLÇÜTÜNÜN
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

*INVESTIGATION OF THE USABILITY OF LEEB HARDNESS CRITERION IN THE DETERMINATION OF
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF TRAVERTINE*

S.B. Çelik, İ. Çobanoğlu, T. Koralay ----- 1434

TUZ BUHARININ DÖĞER (İHSANİYE-AFYONKARAHİSAR) TÜFÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SALT MIST ON THE DÖĞER (İHSANİYE-AFYONKARAHİSAR) TUFF

M.Y. Çelik, M. Sert, Z. Arsoy ----- 1446

MADEN EKONOMİSİ ve FİNANSAL KAYNAKLAR - MINING ECONOMICS and FINANCIAL SOLUTIONS

COST ANALYSIS OF MINE ROADWAYS DRIVEN BY DRILLING AND BLASTING METHOD
AND A ROADHEADER

O. Su, M. Akkaş ----- 1458

DELIMITATION OF DEVELOPMENT COST TOWARDS STOPE BOUNDARY LAYOUT OPTIMIZATION

A. M. Victor, A. H Onur ----- 1465

DERIVING BEST VALUE OUT OF ZIMBABWE'S MINERAL WEALTH TO ENHANCE SUSTAINABLE
ECONOMIC DEVELOPMENT

R. Denhere, T. Zvarivadza, F. Sengani ----- 1479

DOĞRUDAN BLOK PLANLAMA İLE OLUŞAN SONUÇLARIN MONTE-CARLO SİMULASYONU İLE SİMULE EDİLEREK KARŞILAŞTIRILMASI

SIMULATION AND COMPARING OF RESULTS BY DIRECT BLOCK SCHEDULING WITH MONTE-CARLO SIMULATION

F.K. Kasa, A. Dağ----- 1488

PRINCIPLES OF MINERALS MARKETING WITH RESPECT TO MARKETING OF IRON ORE

T. Zvarivadza, F. Sengani ----- 1500

MADENCİLİĞİN ÇEVRESEL ve TOPLUM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ - IMPACTS OF MINING ACTIVITIES ON ENVIRONMENTAL and COMMUNITY

ANKARA İLİ, AYAŞ İLÇESİNDE YAPILMASI PLANLANAN BİR KALKER OCAĞINDA OLASI ÇEVRESEL ETKİLERİN BELİRLENMESİ VE EN AZA İNDİRİLEBİLMESİ İÇİN KONTROLLÜ PATLATMALARIN TASARLANMASI

DESIGN OF CONTROLLED BLASTING TECHNIQUE TO MINIMISE POSSIBLE ENVIRONMENTAL EFFECTS IN A LIMESTONE QUARRY PLANNED TO BE CONSTRUCTED IN AYAS, ANKARA

G.G. Uyar, H.S.B. Efe, B.C. Töngür ----- 1512

FOSİL ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF FOSSIL ENERGY SOURCES

S. Kaya , G. Aydın, İ. Karakurt ----- 1523

KURU ATIK DEPOLAMA YÖNTEMİ

DRY TAILINGS STORAGE METHOD

Y.S. İnci, P. Kimball, G. Uzuncelebi, H. Ürkmez ----- 1530

MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE ÇALIŞAN KADINLARIN PSİKOSOSYAL TEHLİKELERİNİN BELİRLENMESİ: MANYEZİT ÖRNEĞİ

DETERMINATION OF PSYCHOSOCIAL HAZARDS OF WOMEN WORKING IN MINING INDUSTRY: EXAMPLE OF MAGNESITE

S. Önder, E. Kundak, M. Önder ----- 1541

MADENCİLİKTE SOSYAL ONAY, TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI VE ÖRNEK DERS İÇERİĞİ

SOCIAL LICENSE (SLO) IN MINING INDUSTRY, IMPLEMENTATIONS IN TURKEY AND TENTATIVE COURSE OUTLINE

A. Tufan-Demirel, G. Ertunç ----- 1552

TECHNOLOGY OF BIOTECHNICAL RECLAMATION OF DUSTING SURFACES OF WASTE ACCUMULATORS OF MINING ENTERPRISES OF KAZAKHSTAN

N. Zhalgasuly, A.V. Kogut, A.A. Ismailova., O.A. Ismailova, A.B. Darmenkulova A.B.----- 1564

THE ASSESSMENT OF FACTORS CONTRIBUTING TO RETENTION OF FEMALE MINING ENGINEERING GRADUATES (AN UNDERGROUND HARD ROCK MINES STUDY)

K. Munyai, M. Mpanza, S.M. Rupprecht ----- 1570

TOPLUMSAL CİNSİYET VE TÜRKİYE’DE MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMLERİNDE KADIN AKADEMİSYEN OLMAK

GENDER AND BEING A WOMAN ACADEMICIAN IN MINING ENGINEERING DEPARTMENTS IN TURKEY

T.D. Tombal Kara, M. Kara ----- 1583

VIBRATION CONTROL IN ENVIRONMENTALLY SENSITIVE AREAS DUE TO SMALL, MEDIUM AND EPIC BLASTS WITH SYSTEMATIC PLANNING AND DESIGN

P.P. Roy, R.C. Raj ----- 1595

ÇEŞİTLİ - MISCELLANEOUS

KNOWLEDGE BASED SYSTEM ON LABORATORY TESTS ON THE STATIC AND TENSILE PERFORMANCE OF STEEL WELDED MESH SUPPORT

F. Sengani , T. Zvarivadza ----- 1609

MEASURING AND IMPROVING OPERATOR PERFORMANCE ON LARGE MINING EQUIPMENT
BÜYÜK MADEN MAKİNELERİNDE OPERATÖR PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ VE GELİŞTİRİLMESİ

M.M. Kahraman ----- 1617

AYAZİNİ (AFYONKARAHİSAR) TÜFLERİNDE SICAKLIĞIN ZAMANA BAĞLI SU EMME ÖZELLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON WATER ABSORPTION PROPERTIES OF AYAZINI (AFYONKARAHİSAR) TUFFS

M. Y. Çelik, Z. Arsoy, M. Sert, B. Kahraman ----- 1625

TÜRKİYE’DE MADEN/CEVHER HAZIRLAMA MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNİN DURUMU:
İSTATİSTİKSEL VERİLER ve DEĞERLENDİRMELER

*SITUATION of MINING/MINERAL PROCESSING ENGINEERING EDUCATION in TURKEY:
STATISTICAL DATA and ASSESSMENTS*

A.E. Yüce, E. Kaymakçı ----- 1635

UÇUCU KÜL VE MERMER TOZUNUN DOLGU HARÇLARININ AKIŞKANLIK ÖZELLİKLERİNE VE BASMA DAYANIMA ETKİLERİ

EFFECT OF FLY ASH AND MARBLE POWDER ON AND FLOW PROPERTIES AND COMPRESSIONAL STRENGTH OF GROUTS

H. Sis, T. Kıyak, C. Fenerli, M. Genç ----- 1649

ULTRAFAST ANALYSIS IN THE MINING INDUSTRY

L.Ç. Özcan , K.Rifai, F.Doucet, F.Vidal ----- 1658

YENİ KURULMAKTA OLAN TÜRKİYE MADENCİLİK ENDÜSTRİSİ EĞİTİM SİSTEMİ İÇİN ÖNERİLER
RECOMMENDATIONS FOR THE NEWLY ESTABLISHING TRAINING SYSTEM FOR TURKISH MINING INDUSTRY

M.S. Ünal, B. Ünver, S.Y. Killioğlu----- 1666

AYAZINI (AFYONKARAHİSAR) TÜFLERİNDE SICAKLIĞIN ZAMANA BAĞLI SU EMME ÖZELLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON WATER ABSORPTION PROPERTIES OF AYAZINI (AFYONKARAHİSAR) TUFFS

M. Y. Çelik ^{1,*}, Z. Arsoy ², M. Sert ², B. Kahraman ²

¹*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Doğal Yapı Taşları Programı, Türkiye*
(*Sorumlu yazar: mycelik@aku.edu.tr)

²*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Türkiye*

ÖZET

Yapı taşlarının kullanım alanlarının belirlenmesinde çeşitli fiziksel ve mekanik özelliklerini bilmek gerekmektedir. Su emme miktarı mekanik ve fiziksel özellikleri etkilediği için bu özellikler arasında en önemlilerinden birisidir. Doğal yapı taşlarının su veya nemli ortamlardaki performansı su emme miktarı ile ilişkilidir. Yapı taşlarının belirli koşullar altında emdiği su miktarını belirlemek için su emme deneyleri yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Afyonkarahisar yöresinde yapı taşı olarak kullanılan Ayazini tüflerinin su emme özelliklerini belirlemek ve su emme oranına su sıcaklığının etkisini incelemektir. Su emilimini etkileyen en önemli faktör gözenek miktarı ve gözenek boyut dağılımıdır. Bu nedenle Ayazini tüflerinin gözenek boyut dağılımı da belirlenmiştir. Ayazini tüflerinin toplam gözenekliliği %52,05 olup gözenek boyut dağılımı 0,01-400 µm arasında geniş bir aralıkta yer almaktadır. Büyük bir çoğunluğu 1-9 µm civarında gözenek boyut dağılımına sahip olan Ayazini tüfleri 2880 dakika sonunda saf suda %46,56 ve 30 °C su sıcaklığında %48,11 su emmiştir. 40 °C ve daha yüksek sıcaklık değerlerinde ise su emme miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ayazini tüflerinin gözenekliliğine bağlı olarak yüksek su emme değerine sahip olması nedeniyle su ve nemli bölgelerde dikkatli kullanılması gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Ayazini Tüfü, Yapı Taşı, Su Emme, Ayrışma,

ABSTRACT

It is necessary to know the various physical and mechanical properties of building blocks in determining their usage areas. Water absorption is one of the most important of these properties because it affects mechanical and physical properties. The performance of natural building stones in water or humid environments is related to the amount of water absorption. Water absorption tests are carried out to determine the amount of water absorbed by building blocks under certain conditions. The aim of this study is to determine the water absorption properties of Ayazini tuffs used as building blocks in Afyonkarahisar region and to investigate the effect of water temperature on water absorption rate. The most important factor affecting water absorption is pore size and pore size distribution. Therefore, pore size distribution of Ayazini tuffs was also determined. The total porosity of ayazini tuffs is 52.05% and the pore size distribution is in a wide range between 0.01-400 µm. The majority of Ayazini tuffs, having a pore size distribution of 1-9 µm, absorbed 46.56% in pure water and 48.11% water at 30 °C water after 2880 minutes. At 40 °C and higher temperatures, it was determined that the amount of water absorption decreased. Due to the porosity of ayazini tuffs, due to their high water absorption value, caution should be used in water and damp areas.

Key Words: Ayazini Tuff, Building Stone, Water Absorption, Weathering,

GİRİŞ

Doğal yapı taşları, dayanıklılık ve estetik görünümünden dolayı yapıların birçok farklı alanında kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe temel ve duvarlarda yapı taşı olarak kullanılmasının yanı sıra iç ve dış mekanlarda çoğunlukla döşeme ve kaplama malzemesi olarak tercih edilmektedir. Doğal yapı taşlarının kullanım yerinde karar verme aşamasında kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin önemli rol oynadığı bilinmektedir.

Yapı taşların temel fiziksel özelliklerinden birisi olan gözeneklilik, su emme ve tutma kapasitesinin bir ölçüsü olduğu için çok önemlidir. Birçok doğal yapı taşı bünyesinde çeşitli şekil ve büyüklükte gözenekler ve mikro çatlaklar şeklinde boşluklar bulunmaktadır. Bu boş alanlar su emme, donma-çözülme, tuz kristallenmesi, asit yağmuru gibi malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştiren farklı olaylardaki davranışını etkilediği için yapı taşlarının öncelikli sorunları arasındadır (Cultrone G. vd., 2004).

Su, binalardaki yapı taşlarının içerisine zemin suyu, yağmur ve havadaki nemin yoğunlaşmasıyla ulaşabilir. Özellikle suyla temasın yoğun olarak gerçekleştiği alanlarda bulunan doğal taşlar yağmur, yüzey ve/veya yeraltı suyu ile temas ettiğinde, gözenekler ve mikro çatlaklara bağlı olarak kılcal su emme yoluyla nüfuz etmektedir. Su emilimi nedeniyle yapı taşlarında meydana gelen değişiklikler genellikle renk değişimleri olarak kendini göstermektedir (Brimblecombe P. ve Grossi C., 2005).

Tarihi veya kültürel değere sahip olan binaların taş duvarlarında yüzey rengi değişiklikleri, yapı taşının orijinal rengi bakımından çok önemlidir. Bina dış cephelerinde renk değişiminin en yaygın örneği olan kararma, söz konusu binanın görsel algısı açısından estetik bozulma olarak kabul edilmektedir (Young M.E., 2007). Suyun doğrudan veya dolaylı olarak etkili olduğu bütün ayrışma ve bozulmalar için ilgili yapı taşlarına sıklıkla restorasyon ve konservasyon çalışmaları gerekli olmaktadır.

Tüfler, volkanik kökenli piroklastik malzemelerden sedimanter ortamlarda meydana gelmiştir. Çökme ortamında iyi pekişmemiş tüfler, bol gözenekli bir yapı sunmaktadır. Bu yapı nedeniyle diğer yapı taşlarına göre daha kolay ayrışmaktadır. Tüflerin bileşiminde değişik oranlarda cam parçaları (pumis, cam), kristaller ve kayaç parçaları (litik) bulunmaktadır (Schmid R., 1981).

Literatürde tüflerin su emme özelliği de dahil olmak üzere fiziksel ve mekanik özelliklerini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Wedekind W. vd., (2013), tüflerin ayrışmasında su emmenin etkisini, Çelik vd. (2013), Ayazini tüflerinin su emmenin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisini, Çelik M. Y. ve Ergül A., (2015), yapı taşı olarak kullanılan tüflerde su emmenin dayanımına etkisini, Lubelli B. vd., (2017), su içeriğinin tüflerin ayrışmasına etkisini, Heap M. J. vd., (2018), Neapolitan tüflerinin su içeriğinin dayanım üzerine etkilerini, Unal M. ve Altunok E., (2019), içerisinde tüflerin de bulunduğu 20 farklı kayacın su emme miktarının gözeneklilik ile ilişkisini incelemişlerdir.

Doğal taşlarda zamana ve su sıcaklığına bağlı su emmesi ile ilgili bazı çalışmalar da bulunmaktadır. Karagiannis N. vd., (2016), sıcaklığın, taşlar, tuğlalar ve harçlar gibi farklı yapı malzemelerinin kılcal su emme katsayısının kestirimi üzerindeki etkisi üç farklı oda sıcaklığı (20, 25, 30 °C) için incelemişlerdir. Sıcaklık ve kılcal su emme katsayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğu bildirmişlerdir. Mukhopadhyaya P. vd., (2002), üç farklı yapı malzemesinin yüzeyinde dört değişik sıcaklık seviyesinde (3, 12, 21 ve 35 °C) su emme karakteristiğini, Lu Y. vd., (2017), suyun ve sıcaklığın kayaların mekanik davranışları üzerindeki etkisini 25 °C

(oda sıcaklığı), 50 °C, 75 °C sıcaklıklarda su ile kuru ve doymuş olmak üzere beş durum altındaki numunelerde araştırmışlardır. Aly N. vd., (2015), laboratuvarında farklı sıcaklıklarda %10 NaCl çözeltisinde (20, 30, 40 °C) tuz kristallenme testleri ile kireçtaşının ayrışmasını incelemişlerdir.

Tüflerin dayanımı, gözeneklilik oranına, minerallerin cins ve miktarına, kimyasal bileşimine ve camsı madde içeriğine göre değişmektedir. Yüksek gözenek oranı nedeniyle doğal nem içeriğinden dolayı tüfler, ocaktan çıkarıldığında kolay şekillendirilmektedir. Tüfler, Selçuklu ve Osmanlı mimarisinde bol miktarda kullanılmış ve o dönemlerden birçok tarihi yapı günümüze kadar gelmiştir. Tüflerin günümüze kadar sağlam gelmesinin en önemli nedeni işlendikten sonra hemen kullanılmamasına bağlıdır. Doğal seleksiyon yoluyla sağlam kalanların kullanılması amacıyla şekillendirilen tüfler, açık havada kurumaya bırakılmıştır. Bu işlem, atmosferden kaynaklanan ayrışmalardan etkilenen tüflerin yerinde dağılması ve dolayısıyla kullanımı engellemiş ve böylelikle sağlam kalan taşların kullanılması sağlanmıştır.

Afyonkarahisar bölgesinin büyük kısmı volkanik tüflerle kaplıdır. Günümüzde Frig Vadisi olarak bilinen bu bölge tapınak ve anıt inşa etmek için çok uygun bir yapıda olması nedeniyle Frigya döneminden beri yerleşim yeri olarak kullanılmıştır. Bu bölgede, doğal kaya oluşumları ve peribacalarının yanı sıra bol miktarda kayalara oyulmuş açık hava tapınakları, mezarlar, anıtlar, kiliselerin varlığı bilinmektedir. Kapadokya benzeri yapısıyla Frig vadisi ve özellikle Ayazini bölgesinde son yıllarda jeoturizm açısından önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Ayazini köyünde, volkanik tüflere oyulmuş birçok mağara yerleşimi yanı sıra bir Hristiyan kilisesi, antik dönemden kalma mezarlar ve Bizans dönemi mezarları bulunmaktadır (Şekil 1). Ayazini tüfleri, tarih öncesi zamanlardan bu yana bölgedeki yerel bina yapımında birçok alanda geleneksel yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde bölgede işletilen taş ocaklarının çoğu Ayazini bölgesinde bulunmaktadır.



Şekil 1. Ayazini tüflerinde yapılan a) Ayazini kaya yerleşimleri, b) Ayazini Oyma kilise, c) güncel bir duvar, d) Afyon kalesi restorasyonu.

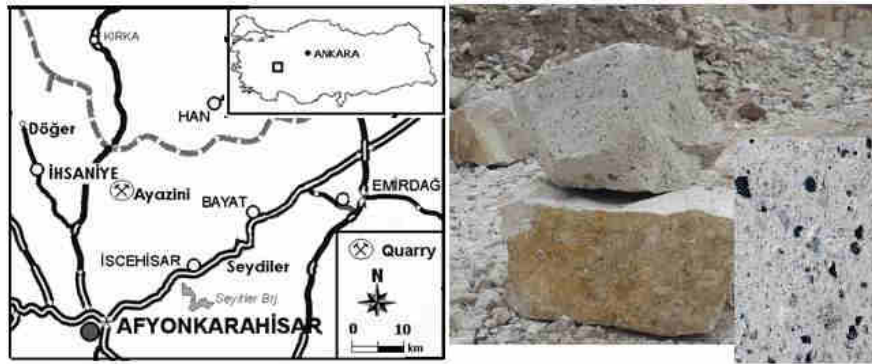
Gözenekli doğal taşlarda su emme ve taşıma kabiliyetinin karakterizasyonu için laboratuvar ortamında su emme miktarının ölçümü amacıyla atmosfer basıncında su emme deneyi yapılmaktadır. Söz konusu su emme deneyi, TS EN 13755 [15] standardına göre yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı normal oda

sıcaklığının yanı sıra dört farklı su sıcaklığı için (30, 40, 50 ve 60 °C) Afyonkarahisar yöresinde yapı taşı olarak kullanılan Ayazini tüflerinin su emme kapasitelerini incelemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Tüf örnekleri, Ayazini bölgesinden temin edilmiştir. Ayazini bölgesi ve ocakların lokasyon haritası Şekil 2’de verilmiştir. Ocaklardan elde edilen kaya kütleleri 50x50x50 mm ebatlı küplere kesme işlemleri Afyon Kocatepe Üniversitesi mermer atölyesinde yapılmıştır. Örneklerin farklı sıcaklıklarda su emme miktarlarının ölçülebilmesi için su banyosu cihazı kullanılmıştır. Su banyosu, suyu ısıtarak termostatı yardımıyla suyu verilen komutlarla istenilen sıcaklıkta tutmaya yarayan cihazdır.



Şekil 2. Deneylerde kullanılan Ayazini tüfünün üretildiği ocakların lokasyon haritası, ocakların ve tüfün yüzey görünümü

Yöntem

Ayazini tüflerinin su emme deneyleri öncesinde bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için standartlara uygun olarak testler yapılmıştır. Deneylerde kullanılan bu standartlar Çizelge 1’de verilmiştir. Su emme özelliklerine etki eden en önemli parametrelerden birisi de gözenek çapı ve dağılımıdır. Bu amaçla Ayazini tüf örneklerinin gözenek dağılımları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (TUAM) cıvalı porozimetre Micromeritics Auto Pore IV 9500 cihazında belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan Ayazini tüflerinin fiziko-mekanik testlerinde kullanılan standartlar

Testler	İlgili standart
Yoğunluk (kg/m ³)	TS EN 1936 [16]
Ağırlıkça su emme (%)	TS EN 13755 [15]
Gözeneklilik (%)	TS EN 1936[16]
Ultrasonik dalga hızı (km/s)	TS EN 14579 [17]
Basınç dayanımı (MPa)	TS EN 1926 [18]

Su Emme Deneyi

Doğal taşlarda malzemenin gözenekliliği ile ilgili bir parametre olan su emme miktarı TS EN 13755 [15] standardına göre yapılmıştır. Ancak zamana bağlı su emme miktarını belirlemek amacıyla kılcal su emme deneyinde kullanılan süreler baz alınarak her 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 480, 1440 ve 2880 dakikada

tartım yapılarak emilen su miktarları belirlenmiştir. Deneyler su banyosu cihazında saf su, 30, 40, 50 ve 60 °C su sıcaklıklarında yapılmıştır (Şekil 3).

Su emme deneyinde her bir su sıcaklık değeri için 50x50x50 mm boyutlar 6 adet örnek olmak üzere toplam 30 adet Ayazini tüfü örneği kullanılmıştır. Örnekler, 70±5 °C sıcaklıkta sabit kütleye erişinceye kadar kurutulmuştur. 24±2 saat aralıklarla birbirini izleyen iki tartım arasındaki fark numune kütlesinin %0,1' inden daha büyük değilse numunenin sabit kütleye eriştiği kabul edilmiştir.



Şekil 3. Su emme deneyi yapılan örnekler ve su banyosu deney seti

Örnekler, kurutulduktan sonra 0,01 gr hassasiyetle tartılmıştır (G_k). Her bir numune bitişiğindeki numunelerden en az 15 mm uzaklıkta olacak şekilde su kabında bulunan destekler üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra klasik su emme deneyi işlemi uygulanmıştır.

Önce, numunelerin yüksekliğinin yarısına kadar 20±10 °C sıcaklıkta su ilave edilmiş ve başlama zamanı kaydedilmiştir. (t_0) $t_0+(60±5)$ dk sonra numunelerin yüksekliğinin $\frac{3}{4}$ ü su içerisinde kalacak şekilde su ilave edilmiştir.

$t_0+(120±5)$ dk sonra, numuneler 25±5 mm derinlikte tamamen su içerisinde kalacak şekilde su ilave edilmiştir.

$t_0+(48±2)$ saat sonrasında numuneler sudan çıkarılmış, hemen nemli bir bezle kurulanmış ve 1 dk içerisinde 0,01 gr yaklaşımla tartılmıştır (G_d). Örnekler tekrar suya daldırılmış ve deneye yukarıda verilen dakikalara göre devam edilmiştir.

Deney sonunda aşağıdaki formüller kullanılarak ağırlıkça (S_k) su emme oranları hesaplanmıştır (Denklem 1)

$$S_k = \frac{G_d - G_k}{G_k} \times \quad (1)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fiziko-Mekanik Özellikleri

Ayazini tufünün su emme deneyleri öncesinde bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan Ayazini tüflerinin fiziko-mekanik özellikleri

Deney Adı	Ortalama Sonuç
Yoğunluk (gerçek) (kg/m^3)	2,562
Ağırlıkça su emme (%)	33,51
Açık gözenek (%)	41,16
Toplam gözenek (%)	52,05
Ultrases dalga hızı (km/s)	1,83
Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	13,25

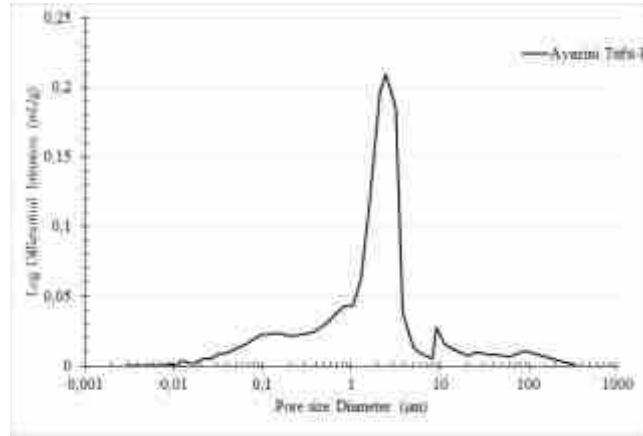
Deneylerde kullanılan Ayazini tüfü örnekleri çok yüksek gözeneklilik değerine sahiptir. Gözeneklilik değeri yüksek olan yapı taşlarında buna bağlı olarak da yüksek su emme değeri beklenmektedir. Bu duruma ters orantılı olarak da basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı verileri de düşük olacaktır.

Gözenek Boyut Dağılımı

Doğal yapı taşlarının su emme karakteristiğini en iyi açıklayan fiziksel özellik gözenek miktarı ve boyut dağılımıdır. Bu nedenle deneylerde kullanılan tüflerin gözenek boyut dağılımı cıvalı porozimetre yöntemiyle belirlenmiş olup elde edilen grafik Şekil 4’de verilmiştir.

Gözenekler, Klopfer H., (1985), tarafından boyutlarına göre: mikro ($<0.1 \mu\text{m}$), mezo (kılcal gözenek) ($0.1 \mu\text{m}-1 \text{mm}$) ve makro gözenek ($>1 \text{mm}$) şeklinde sınıflandırılmıştır. Kılcal su emme, $0.1 \mu\text{m}$ ve 1mm arasındaki gözeneklerle ilişkilidir. Yapı taşlarının gözenek çapları küçüldükçe kılcal ve normal su emme özelliği de artmaktadır. Çapı 1mm 'den daha büyük olan gözenekler ise kılcal su emmeden ziyade, malzeme içindeki suyun hareket etmesini sağlarlar (Siegesmund S. ve Dürrast H., 2011).

Ayazini tüflerinin toplam gözenekliliği %52,05’dir. Ayazini tüfleri, unimodal (tek doruklu) bir gözenek boyut dağılımı sergilemektedir. Bu dağılım $0,01-400 \mu\text{m}$ arasında çok geniş bir aralıktadır. Ancak bu gözeneklerin büyük bir çoğunluğu $1-9 \mu\text{m}$ civarında yoğunlaşmıştır. Su, genellikle kılcal gözenekler yoluyla malzeme içerisine girmektedir. Bu nedenle $0.1 \mu\text{m}-1 \text{mm}$ arasındaki gözenek dağılımı su emme açısından büyük önem taşımaktadır. Ayazini tüflerinin sahip olduğu gözeneklerin çok büyük bir kısmı da bu boyuttadır. Bu nedenle yüksek miktarda su emme oranı beklenmektedir.



Şekil 4. Ayazini tüfünün gözenek boyut dağılımı

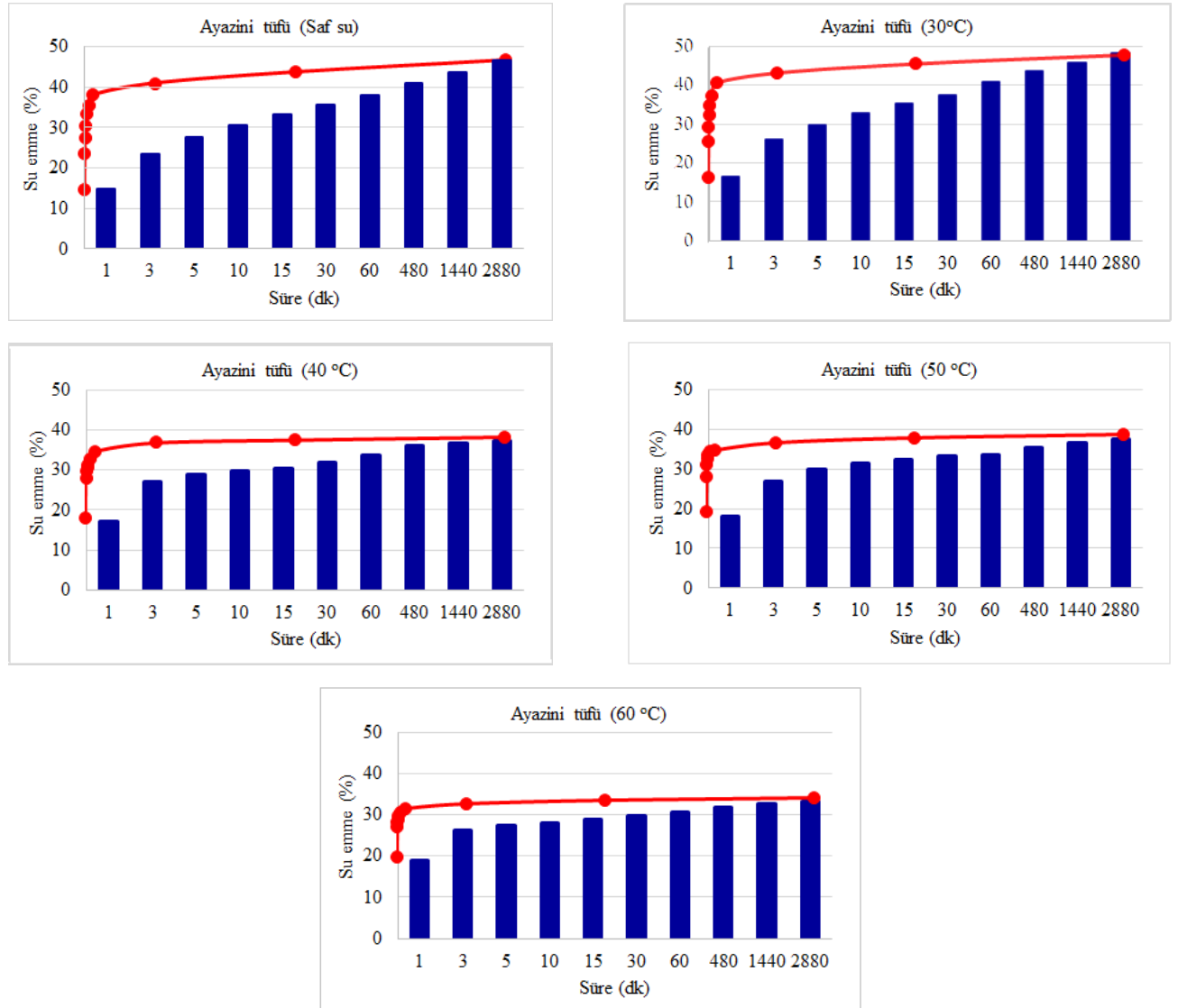
Su Emme Deneyi Sonuçları

Ayazini tüflerinin, su banyosu cihazında saf su, 30, 40, 50 ve 60 °C su sıcaklıklarında 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 480, 1440 ve 2880 dakikalarda emilen su miktarları belirlenmiştir. Deneylerden elde veriler Çizelge 3’de, elde edilen verilere ait grafikler ise Şekil 5-9 arasında verilmiştir.

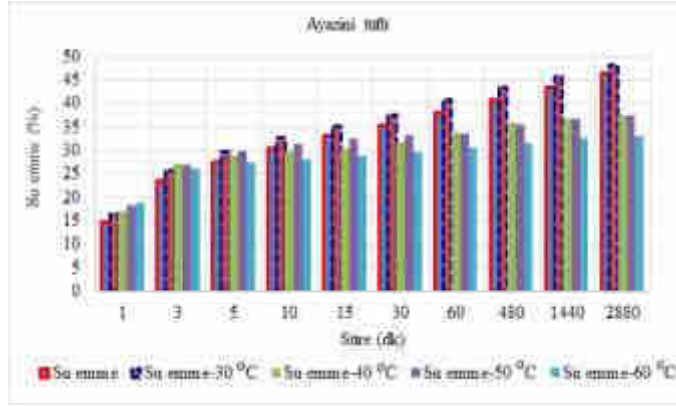
Çizelge 3. Deneilerde kullanılan Ayazini tüflerinin sıcaklığa bağlı su emme özellikleri

Sür	(dk)	1	3	5	10	15	30	60	480	1440	2880
Su emme (%)	Saf su	14,67	23,45	27,48	30,52	33,27	35,48	38,01	40,88	43,61	46,56
	30 °C	16,48	25,90	29,63	32,66	35,25	37,52	40,89	43,47	45,82	48,11
	40 °C	17,08	27,04	28,82	29,88	30,34	31,91	33,74	35,94	36,65	37,39
	50 °C	18,17	26,93	29,94	31,42	32,45	33,18	33,59	35,47	36,70	37,56
	60 °C	18,83	26,20	27,30	28,01	28,79	29,60	30,51	31,68	32,53	33,12

Ayazini tüflerinde saf suda, zamana bağlı olarak su emme %si sürekli olarak yükselmiştir. 2880 dakika sonunda su emme miktarı %46,56 olarak belirlenmiştir. 30 °C su sıcaklığında ise emilen su miktarı %48,11 olarak ölçülmüştür. Karagyannis vd. [11], üç farklı oda sıcaklığı (20, 25, 30 °C) için kılcal su emme katsayısının sıcaklıkla birlikte arttığını ifade etmektedir. Bu çalışmada da saf suya göre 30 °C sıcaklıkta su emme miktarı %3,32 artış göstermiştir. Ancak sıcaklık yükseldikçe su emme miktarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. 40, 50, 60 °C su sıcaklığında emilen su miktarı sırasıyla %37,39, %37,56 ve %33,12 olarak gerçekleşmiştir. Su emme miktarları sırasıyla %19,69, %19,32 ve %28,87 olarak azalmıştır. Bu durumda sıcaklık artışına bağlı olarak emilen su miktarı da düzenli olarak düşmüştür. Bu durum deneysel çalışmalarda elde edilen tüm su emme miktarlarının karşılaştırmalı olarak verildiği Şekil 10’da da görülmektedir.



Şekil 5. Ayazini tufunun farklı sıcaklıklardaki saf suda su emme grafiği



Şekil 6. Ayazini tüfünün değişik sıcaklıklardaki karşılaştırmalı su emme grafiği

SONUÇLAR

Afyonkarahisar yöresinde antik dönemlerden beri kaya yerleşimleri ve anıtsal amaçlı kullanılmış olan Ayazini tüflerinin su emme özelliklerini belirlemek amacıyla laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Deneylerde, saf suyun yanı sıra farklı sıcaklık derecelerine sahip (30, 40, 50 ve 60 °C) su kullanılmıştır. Su emmeyi doğrudan etkileyen gözenek boyut dağılımı da bu kapsamda belirlenmiştir. Ayazini tüfleri, gözenekli bir yapıya sahip olmasından dolayı yüksek su emme değerleri göstermiştir.

1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 480, 1440 ve 2880 dakikada emilen su miktarlarında düzenli bir artış görülmüştür. Ayazini tüflerinde saf suda, 2880 dakika sonunda %46,56 oranında su emmiştir. 30 °C su sıcaklığında ise emilen su miktarı %48,11 olarak gerçekleşmiştir. 40, 50, 60 °C su sıcaklık değerlerinde emilen su miktarlarında sırasıyla %19,69, %19,32 ve %28,87 olarak azalma meydana gelmiştir. Suyun yoğunluğunun, sıcaklığa göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Sıcaklık arttıkça genişlemeye bağlı olarak suyun hacmi artmaktadır. Hacim artışına bağlı olarak da suyun yoğunluğu azalmaktadır. Buna göre sıcaklıkla hacmi artan suyun aktivitesi de azaldığı ve gözenekler girişinin sınırlandığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Cultrone G., Sebastian E., Elert K., Torre M.J., Cazalla O., Navarro C.R. (2004), "Influence of mineralogy and firing temperature on the porosity of bricks", *J. Eur Ceram. Soc.* 24, 547- 564.
- Brimblecombe P., Grossi C., (2005) "Aesthetic thresholds and blackening of stone buildings". *Sci Total Environ*, 349:175–89.
- Young M.E., (2007), "Dampness penetration problems in granite buildings in Aberdeen, UK: causes and remedies". *Constr Build Mater*, 21:1846–59.
- Schmid R., (1981), "Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: recommendations of the IUGS Subcommision on the Systematics of Igneous rocks", *Geology*, 9, 41-3: 1432-1149.
- Wedekind W., López-Doncel R., Dohrmann R., (2013), "Weathering of volcanic tuff rocks caused by moisture expansion", *Environ Earth Sci*, 69:1203–1224.
- Çelik M.Y., Akbulut H., Ergül A., (2013), "Water absorption process effect on strength of Ayazini tuff, such as the uniaxial compressive strength (UCS), flexural strength and freeze and thaw effect", *Environmental Earth Sciences* 71(9):4247-4259.
- Çelik MY., Ergül, A., (2015), "The influence of the water saturation on the strength of volcanic tuffs used as building stones. *Environ Earth Sci*, 74:3223–3239.

- Lubelli B., Nijland T.G., Tolboom H.J., (2017) "Effect of moisture on tuffstone weathering". In T.G. Nijland (Ed.), Use and conservation of Rhenish tuff in the Netherlands, Germany, Flanders and Denmark: Proceedings of the symposium in Amersfoort (pp. 65-83). TNO, Delft.
- Heap M.J., Farquharson J.I., Kushnir A.R.L., Lavallée Y., Baud P., Gilg H.A., (2018), "The influence of water on the strength of Neapolitan Yellow Tuff, the most widely used building stone in Naples (Italy)", *Bulletin of Volcanology*, 80:51.
- Unal M., Altunok E., (2019), "Determination of water absorption properties of natural building stones and their relation to porosity", *Engineering Sciences*, 14: 1.
- Karagiannis N., Karoglou M., Bakolas A., Moropoulou A., (2016), Effect of temperature on water capillary rise coefficient of building materials, *Building and Environment* 106, 402e408.
- Mukhopadhyaya P., Goudreau P., Kumaran K. and Normandin N. (2002), "Effect of Surface Temperature on Water Absorption Coefficient of Building Materials", *Journal of Thermal Env. & Bldg. Sci.*, Vol. 26, No. 2.
- Y. Lu, L. Wang, X.Sun, J, Wang. Experimental study of the influence of water and temperature on the mechanical behavior of mudstone and sandstone, *Bull Eng Geol Environ*, 76: 645, 201
- N. Aly, M. Gomez–Heras, A. Hamed, M. Álvarez de Buergo, F. Soliman, The influence of temperature in a capillary imbibition salt weathering simulation test on Mokattam limestone, *Materiales de Construcción*, 65, 1111–1112. 2015.
- TS EN 13755, (2014), Doğal taşlar-Deney yöntemleri-atmosfer basıncında su emme tayini, TSE,
- TS EN 1936, (2010), Doğal taşlar-Deney yöntemleri-Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini, TSE.
- TS EN 14579, (2006), Doğal taşlar-Deney yöntemleri-ses hızı ilerlemesinin tayini, TSE.
- TS EN 1926, (2013), Doğal taşlar-Deney yöntemleri-tek eksenli basınç dayanımı tayini, TSE.
- Klopfer H., Feuchte. In: Lutz P et al (eds), (1985), *Lehrbuch der Bauphysik*. Teubner, Stuttgart, pp 329–472.
- 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,