

IMCET 2019

1969 2019
50^{üç}
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 <i>NEW PARADIGMS IN THE DEVELOPMENT PROCESS OF WORLD AND TURKISH MINING SECTOR</i> M.S. Delibalta -----	130
TÜRKİYE’DE RÖDÖVANS UYGULAMALARI <i>RÖDÖVANS (REDEVANCE/ROYALTY) APPLICATIONS IN TURKEY</i> S. Leloğlu -----	139
YATIRIM TEŞVİK MEVZUATI BAĞLAMINDA MADENCİLİK SEKTÖRÜNE YÖNELİK YATIRIMLARIN DESTEKLENMESİ <i>SUPPORTING THE MINING SECTOR INVESTMENT WITHIN THE CONTEXT OF INVESTMENT INCENTIVE LEGISLATION</i> 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 <i>OPTIMUM PRODUCTION SCHEDULE FOR AN OPEN PIT MINE</i> K. Hasözdemir , S.G. Erçelebi -----	174
ANKARA’DA ŞEHİR İÇİNDE YERLEŞİM YERLERİ YAKINLARINDA YAPILAN KONTROLLÜ PATLATMA ÇALIŞMALAR <i>CONTROLLED BLASTING STUDIES CLOSE TO RESIDENCES IN CITY OF ANKARA</i> 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 <i>ANKARA-ISTANBUL HIGH SPEED RAILWAY PROJECT, THE PROBLEMS ENCOUNTERED AT T13 TUNNEL FAULT ZONE AND SOLUTION SUGGESTIONS</i> 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 İNELENMESİ <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. Gundoğdu , 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 İYİLEŞTİRMENİN 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. Hacifazlıoğlu, 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

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, 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

TUZ BUHARININ DÖĞER (İHSANİYE-AFYONKARAHİSAR) TÜFÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SALT MIST ON THE DÖĞER (İHSANİYE-AFYONKARAHİSAR) TUFF

M.Y. Çelik^{1,*}, M. Sert², Z. Arsoy²

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

Doğal yapı taşlarında meydana gelen ayrışmaların birçoğu atmosfer kaynaklıdır. Genellikle su içeriğine bağlı olarak kılcal su emme, ıslanma-kuruma ve donma-çözülme gibi olayların yanı sıra çeşitli gazlar ve buharlar da doğal yapı taşlarını etkilemektedir. Doğal yapı taşlarını etkileyen tuzlu atmosferik bileşiklerden birisi de tuz buharıdır. Döğer tüfleri, Afyonkarahisar yöresinde Selçuklu ve Osmanlı döneminden beri yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Yüksek gözenekli bir yapısı olan bu tüflerin atmosfer kaynaklı sıvı ve gazları absorbe etmesi nispeten daha kolay olmaktadır. Bu çalışmada, tuz buharı etkisine dayanım testleri için Döğer tüfleri kullanılmıştır. Bu tüflerin bazı fiziksel özellikleri belirlendikten sonra TS EN 14147 standardına uygun olarak tuz buharı etkisine dayanım testleri uygulanmıştır. Testler aynı zamanda silan esaslı yüzey koruyucu kimyasal madde sürülen örneklerde de gerçekleştirilmiştir. 60 döngü tuz buharı testi uygulandıktan sonra normal ve yüzey koruyucu sürülmüş örneklerin kütle kaybı, ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı değerleri belirlenerek deney programı tamamlanmıştır. Sonuçlar, Döğer tüflerinin fiziksel bütünlüğünün bozulmaması nedeniyle tuz buharına karşı dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur. Normal ve koruyucu madde sürülmüş örneklerde kütle artışı sırasıyla %0.2740 ve %0.1294 olarak gerçekleşmiştir. Ultra ses geçiş hızı, normal örneklerde %11.39 koruyuculu örneklerde ise %7.32 oranında azalmıştır.

Anahtar Sözcükler: tüf, yapı taşı, ayrışma, tuz buharı, koruyucu kimyasal madde

ABSTRACT

Many of the deterioration of natural building stones are atmospheric effects. Generally, depending on the water content, capillary water absorption, wetting-drying and freezing-thawing as well as various gases and vapors also affect the natural building stones. One of the atmospheric compounds affecting the natural building stones is the salt mist. Döğer tuff is used as a building stone in the Afyonkarahisar region since the Seljuk and Ottoman period. These tuffs with high porosity are relatively easy to absorb atmospheric liquids and gases. In this study, Döğer tuffs were used for the resistance to ageing by salt mist. After determining some physical properties of these tuffs, resistance tests to ageing by salt mist have been applied in accordance with TS EN 14147 standard. Tests were also carried out in silane-based surface protective chemicals. After the 60-cycle salt mist test was applied, the test program was completed by determining the mass loss, ultrasound transition rate and compressive strength values of untreated and treated samples. The results showed that, due to the physical integrity of the Döğer tuffs, they were resistant to salt mist. The mass increase in untreated and treated samples was 0.2740% and 0.1294%, respectively. The ultra-sound transition rate decreased by 7.32% in the treated samples with 11.39% untreated samples.

Keywords: tuff, building stone, deterioration, salt mist, surface protective chemicals

GİRİŞ

Anıtlarda ve tarihi yapılarda kullanılmış olan yapı taşlarının ayrışmasına, fiziksel, kimyasal veya biyolojik faktörlerin etkisi neden olabilir. Atmosferik ve çevresel şartlar başta olmak üzere, yapı taşlarının cinsi, yapısal özellikleri, bulunduğu konum ve koruma durumu gibi çeşitli faktörler de ayrışma işleminde önemli rol oynamaktadır. Taşlarda bulunan su ve çözünebilir tuzlar, çatlak ve gözeneklerde oluşan kimyasal işlemler ve bunlara eşlik eden fiziksel ve mekanik etkiler nedeniyle bozulmalara katkıda bulunmaktadır. Gözeneklerde defalarca tekrarlanan kimyasal reaksiyonlarla oluşan tuz kristallerinin iç basıncı, uzun yıllar boyunca fiziksel hasarlara neden olabilir. Fiziksel hasarlar genellikle granül parçalanması ve ufalanma gibi malzeme kaybı ile neticelenmektedir.

Sodyum sülfat, magnezyum sülfat ve sodyum klorür gibi çözünebilir tuzlar, yapı taşlarının ayrışmasına bağlı olarak parçalanmasında en yıkıcı tuzlar olarak kabul edilmektedir. Bu tuzlar, kıyı bölgeleri, kurak ve çöl bölgeleri gibi doğal ortamlarda oluşur ve anıtlar ve kültürel miraslarda kullanılan yapı taşlarını etkileyebilir. Tuz kristallerinin oluşumunu kontrol altına almak için yapı taşlarının su emme özelliklerini sınırlamak gerekmektedir. Bu amaçla yapı taşlarının yüzeylerine koruyucu ve su itici kimyasal maddeler sürülmektedir (Delgado vd., 2016).

Şiddetli rüzgarlar, çöllerden kum tanelerini denizlerden de 0.4-10 µm boyut aralığında çözünebilir tuz tanelerini taşıyabilmektedir. Mikro boyutlu çözünebilir tuzlar, kar ve buz tanelerine bağlı olarak da taşınabilmektedir. Atmosferdeki olaylara bağlı olarak eriyen bu tuzlar yağmurlarla beraber tuz spreyi olarak yer yüzüne inmekte ve yapı taşları yüzeyinde birirmektedir (Knipping and Dabdub, 2003; Yang vd., 2017). 4 m/s'nin altındaki rüzgâr hızlarında bile denizlerde aerosol üretimi gözlenmektedir (Prijith vd., 2014).

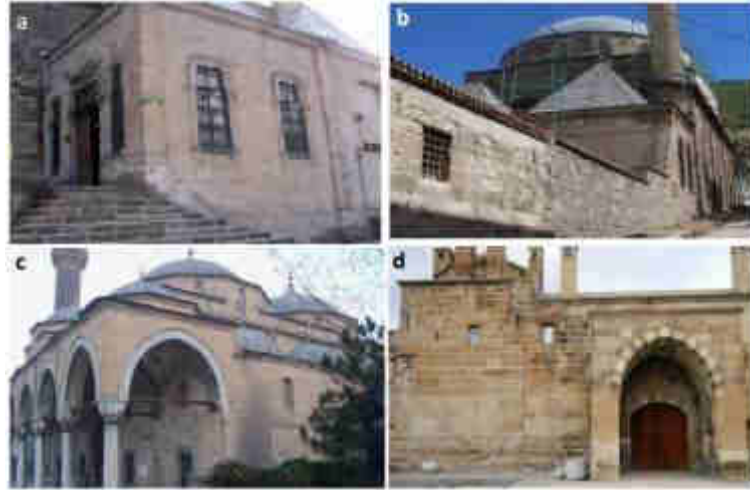
Doğal yapı taşlarının, farklı koşullardaki ayrıştırma performansının deneysel testi için, kontrollü laboratuvar koşullarında yapay yaşlandırma testleri yapılmaktadır. Yaşlandırma testleri, yapı taşlarının doğal ortamda ayrışmasını hızlandırmayı amaçlayan ve değişken koşulların hızlı bir şekilde etkilerine maruz bırakan standartlaştırılmış prosedürlerdir. Bu testler, tuz kristalizasyonu, termal şok çevrimleri, donma-çözülme, SO₂'nin nem varlığında etkisi ve tuz buharı etkisi olarak sayılabilir. Yaşlandırma testlerinden birisi olan tuz buharı testi, NaCl tuz çözeltisi kullanılarak TS EN 14147 (2004) ile standartlaştırılmıştır. Tuz buharı testi, atmosferden mikro tuz tanelerinin serpinti ve sis şeklinde yağın tuzların ayrışma etkisini benzetmek amacıyla laboratuvarlarda hızlandırılmış olarak yapılmaktadır. Yapı taşlarında sıklıkla görülen tuz kristallenmesine bağlı ayrışmalarda, kontrollü koşullar altında tuzlu su-yapı taşı etkileşimlerini incelemek için kullanılmaktadır (Alves vd., 2017).

Literatürde çeşitli yapı taşlarına tuz buharı etkisi inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Frasca ve Yamamoto (2006), Brezilya granitlerinde, iklim değişikliğinin, atmosferik kirleticilerin, tuz buharının ve tuz kristalleşmesinin (çiçeklenme) etkisini, Vavouraki ve Koutsoukos (2010), kireçtaşı ve kumtaşlarının tuz buharı ile ayrışmasına organo-fosfat bileşimli koruyucu madde etkisini, Klopotoska ve Łukaszewski (2014), bazı taşların tuz buharı etkisiyle jeomekanik özelliklerin değişimini, Alves vd. (2017), tuz buharı ve tuz kristallenmesi laboratuvar testlerinin yapı malzemelerinin petrolojik özelliklere duyarlılığını inlemişlerdir. Carvalho vd. (2018), tuz buharı testinde kireçtaşlarının ayrışma davranışlarında açık gözenekliliğinin belirleyici bir rol oynadığını bildirmişlerdir.

Literatürde, tarihi yapılarda kullanılan doğal yapıtaşlarının konservasyonu amacıyla, su itici ve koruyucu kimyasal maddelerin kullanımı konusunda çalışmalar da bulunmaktadır. Tsakalof vd. (2007), tarihi anıtlarda taş yüzeylerin korunması için farklı kaplama türlerinin etkinliğini, Vacchiano vd. (2008), İtalya'da yapı malzemeleri olarak kullanılan sarı ve gri tüflerde, farklı polimerik maddelerin koruyucu etkilerini, Ferreira Pinto vd. (2012), dört farklı karbonat taşı kullanarak, üç farklı koruyucu sağlamaştırıcı maddenin etkisini, Thomas vd. (2013), dört ticari su itici ve sağlamaştırıcı malzemeyi kullanarak İspanya'daki Riva Herrera Sarayına ait iki kumtaşı ve iki kireçtaşı örneğinde, donma-çözülme ve kapiler su

emmenin etkisini incelemişlerdir. Salazar-Hernández vd. (2015), yüzeyine kimyasal sürülmemiş tüflerle, çeşitli kimyasal maddelerle (tetraetil ortosilikat (TEOS), koloidal silika ve hidroksil-polidimetilsiloksan (PDMS-OH)) yüzeyleri kaplanmış tüflerin tuz kristallenmesine dirençlerini karşılaştırmışlardır.

Bu çalışmada, Afyonkarahisar (Türkiye) yöresinde yapıtaşı olarak kullanılan Döğer tüflerinin tuz buharıyla yıpranmaya karşı direnci incelenmiştir. Su itici kimyasal madde sürülen ve sürülmeyen örnekler üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Tuz buharıyla Döğer tüflerinde meydana gelen değişiklikler bazı fiziksel ve mekanik özellikler yardımıyla belirlenmiştir. Döğer tüfleri, Afyonkarahisar yöresinde Selçuklu ve Osmanlı döneminden beri yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Döğer tüflerinin kullanıldığı tarihi yapılara örnekler Şekil 1’de verilmiştir.

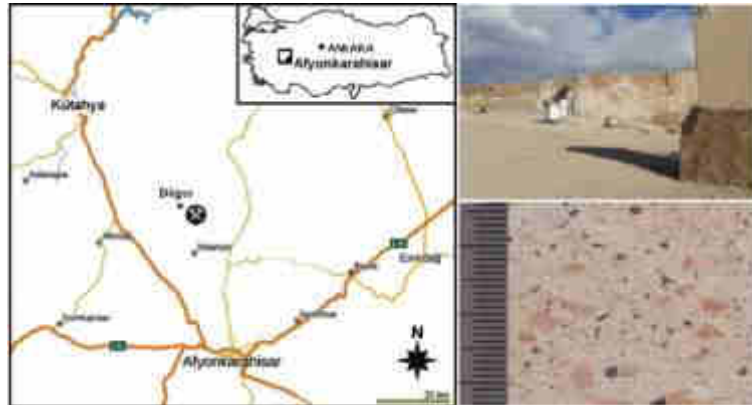


Şekil 1. Afyonkarahisar yöresinde Döğer tüflerinin kullanıldığı tarihi yapılar a-b) Mevlevi Türbe Cami (1905), c) İmaret Cami (1472), d) Döğer kervansarayı (1434).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Deneysel çalışmalarda kullanılan tüf örnekleri, Döğer–İhsaniye’de bulunan tüf ocağından alınmıştır. Tüf ocağın lokasyonu ve görünümü Şekil 2’de verilmiştir. Alınan örnekler, Afyon Meslek Yüksekokulu mermer atölyesinde deneylerin yapılacağı standartlara uygun boyutlara getirilmiştir.



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

Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi %85 saflıkta NaCl çözeltisi ile yürütülmüştür. Su itici kimyasal madde olarak Teknosil marka şeffaf, siloksan esaslı, solvent bazlı ticari kimyasal madde kullanılmıştır. Su itici kimyasal madde; örnekler yıkanıp kurutulduktan sonra yüzeyine fırça ile tüm yüzeylere bir kat olarak uygulanmıştır. Örnekler, polimerizasyon işlemini sağlaması için 48 saat bekletildikten sonra kullanılmıştır.

Yöntem

Döğür tüflerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için standartlara uygun olarak testler yapılmıştır. Deneylerde kullanılan bu standartlar Çizelge 1’de belirtilmiştir. Tuz buharı yıpranması özelliklerine etki eden en önemli parametrelerden birisi de gözenek çapı ve dağılımıdır. Bu amaçla Döğür tüfü örneklerinin gözenek dağılımları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (TUAM) cıvalı porozimetre Micromeritics Auto Pore IV 9500 cihazında belirlenmiştir. Tuz buharı deneyleri sonrası tuzların etkisinin belirlenmesi amacıyla SEM incelemeleri yapılmıştır. SEM analizleri için örnekler karbonla kaplanmış ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan LEO 1430 VP model SEM cihazı ile incelenmiştir. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyleri Qualitest marka test kabini gerçekleştirilmiştir. Test kabini döngülere göre otomatik tuz çözeltisi püskürtme özelliğine sahiptir (Şekil 3).

Çizelge 1. Döğür tüflerinin fiziko mekanik testlerinde kullanılan ilgili standartlar

Testler	İlgili standart
Yoğunluk (kg/m^3)	TS EN 1936 (2010)
Ağırlıkça su emme (%)	TS EN 13755 (2014)
Gözeneklilik (%)	TS EN 1936 (2010)
Ultrasonik dalga hızı (km/s)	TS EN 14579 (2006)
Basınç dayanımı (MPa)	TS EN 1926 (2013)



Şekil 3. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini test kabini

Tuz Buharıyla Yıpranmaya Karşı Direncin Tayini Deneyi

Döğür tüflerinin tuz buharıyla yıpranmaya karşı direnç deneyleri TS EN 14147 (2006) standardına göre yapılmıştır. Deneylerde 50x50x50 mm boyutlarında 6 adet örnek ve NaCl çözeltisi kullanılmıştır. Sodyum klorür çözeltisi, saflık derecesi %95’ten daha az olmayan sodyum klorür ile saf su kullanılarak hazırlanan çözelti, (100 ± 10) g/l’lik bir derişim elde etmek amacıyla, 10 ± 1 kısım sodyum klorürün, 90 kısım saf su içerisinde çözülmesiyle hazırlanmıştır.

70±5 °C sıcaklıkta sabit kütleye kadar kurutulan örnekler, test kabini içinde 4 saat±15 dakika süreyle tuz buharına maruz bırakılmış; daha sonra tuz püskürtme sistemi durdurulmuş ve örnekler odada 8 saat±15 dakika süreyle kurutulmuştur. Bu işlem, bir döngü olmak üzere tuz buharıyla yıpranmaya karşı direnç deneyleri, 60 döngü olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyin sonunda, örnekler, test kabini içinde çıkartılmış ve tüm tuz birikintilerinin uzaklaştırılması amacıyla saf suya daldırılmıştır. Tuzun örneklerden uzaklaştırılması amacıyla her gün su değişimi yapılmıştır. Bu işlemden sonra, örnekler, (70±5) °C sıcaklıkta sabit kütleye kadar kurutulmuş; oda sıcaklığına soğutulmuş, tartılmış (M_n) ve gözle muayene edilmiştir. Her bir örnek için kütle kaybı, yüzde olarak Eşitlik 1 yoluyla hesaplanmıştır.

$$\Delta_M = \frac{(M_o - M_n)}{M_o} \times 100 \quad (1)$$

(M_o: Deney öncesi kuru örneğin kütlesi, g, M_n: Deney sonrası kuru örneğin kütlesi, g, Δ_M: Kurutulmuş örneğin kütlesindeki değişim, %).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fiziko-mekanik Özellikleri

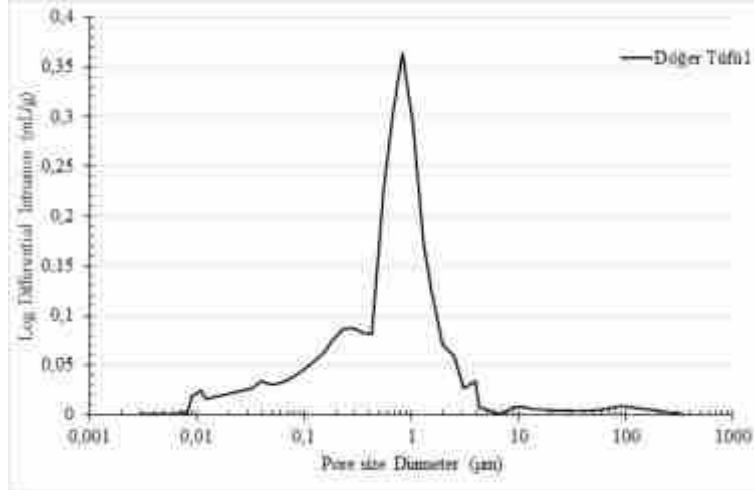
Döğür tüfü örneklerinin fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Döğür tüfü, yüksek gözeneklilik değerlerine sahiptir. Gözeneklilik değeri yüksek olan taşlar yüksek su emme değeri verirken daha düşük yoğunluk, ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımına sahiptir.

Çizelge 2. Döğür tüflerinin fiziko-mekanik özellikleri

	min	max	ort
Yoğunluk (gerçek) (kg/m ³)	2557	2567	2561
Ağırlıkça su emme (%)	20.15	20.91	20.49
Açık gözenek (%)	25.33	27.11	26.12
Toplam gözenek (%)	42.14	42.90	42.03
Ultrases dalga hızı (km/s)	2.590	2.304	2.441
Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	20.69	29.73	25.58

Gözenek Boyut Dağılımı

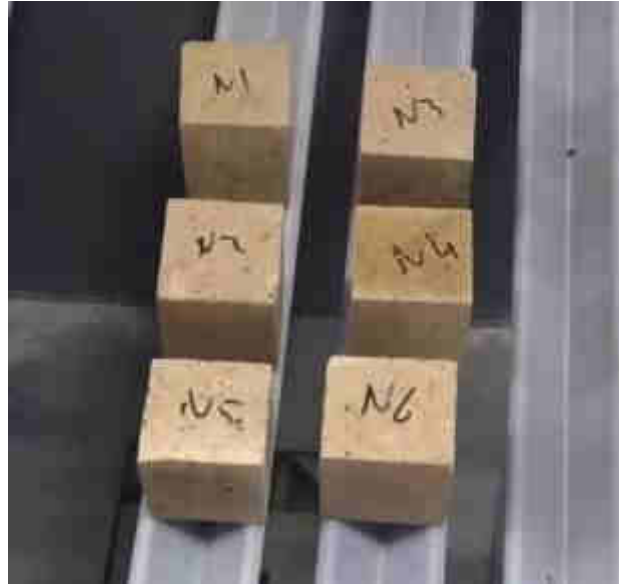
Çözünabilir tuzların malzeme içerisine girmesine yol açan en önemli parametre gözenek boyut dağılımıdır ve doğal taşların ayrışma mekanizmaları ile doğrudan ilişkilidir. Donma-çözülme, su emme ve kılcal su emme gibi olaylarının yanı sıra tuz kristallenme hasarları da gözenek boyut dağılımına bağlıdır. Bu nedenle deneylerde kullanılan tüflerin gözenek boyut dağılımı cıvalı porozimetre yöntemiyle belirlenmiş olup elde edilen grafik Şekil 4’te verilmiştir. Döğür tüflerinin toplam gözenekliliği %42.03’dür. Döğür tüfleri, unimodal (tek doruklu) bir dağılım sergilemektedir. 0.01-0.8 µm arasında bir gözenek boyut aralığı göstermektedir.



Şekil 4. Döğer tüfünün gözenek boyut dağılımı

Tuz Buharıyla Yıpranmaya Karşı Direncin Tayini Deneyi Sonuçları

TS EN 14147 (2004) standardına uygun olarak yapılan tuz buharı deneyi 50x50x50 cm boyutlarında 6'şar adet normal ve koruyucu sürülmüş Döğer tüf ile gerçekleştirilmiştir. Deneyde tuz çözeltisi olarak sodyum klorür kullanılmıştır. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyinde örnekler, 4 saat tuz buharına maruz bırakma ve sonrasında odada 8 saat kurutma işleminden oluşan toplam 60 döngüde tamamlanmıştır. Döğer tüfünün tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası normal örneklerin görünümü Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası normal örneklerin görünümü

Deney sonrası tüf örneklerinde fiziksel bir değişiklik ve ayrışma gözlenmemiştir. Örneklerin yüzeyinde noktalar ve kümeler halinde tuz birikintileri olduğu izlenmiştir ancak bu birikintiler önemli bir hasar oluşturmamıştır. Atmosferde meydana gelen çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan ve doğal taşların ayrışmasında önemli rolü olduğu kabul edilen tuz kristallerinin taş içerisinde ve yüzeylerinde oluşumunun engellenmesi gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli kimyasal su itici ve koruyucu kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu çalışmada da kullanılan kimyasal maddelerin tuz oluşumunu önemli bir oranda engellediği görülmüştür.

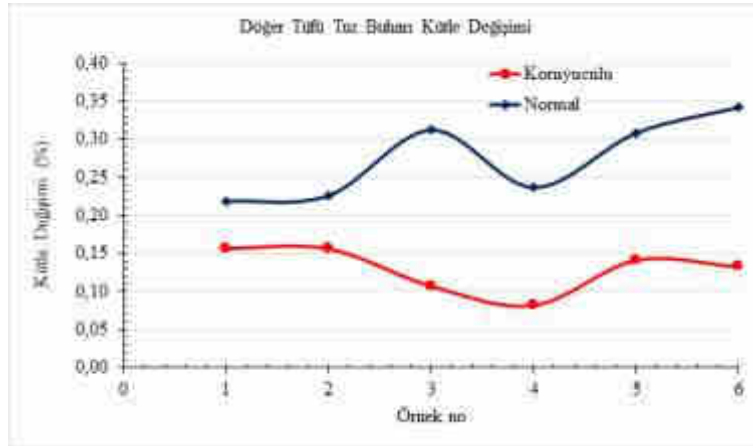
Çözeltiden NaCl kristalizasyonu, deneysel çalışmaların tuz buharına maruz bırakma ve sonrasında odada kurutma aşamalarında meydana gelmektedir. Tekrarlanan döngüler sırasında yüzeyde biriken tuz kristalleri, ıslatma fazı olan püskürtme aşamasında ortamda su artışına bağlı olarak çözünür ve örnek yüzeyinde bir tuzlu su oluşur. Sonra bu çözelti malzemenin gözenekliliğine bağlı olarak kılcal su emme yoluyla örneklerde belli bir derinliğe kadar girer ve kurutma aşamasında çöker.

Tuz buharı deneyinde meydana gelen hasar mekanizması tuz kristallendirme deneyi ile aynıdır. Meydana gelen hasar, gözeneklerde biriken ve tekrarlanan döngülere bağlı olarak büyüyen tuz kristallerinin gözenek duvarına yaptığı basınçtan kaynaklanmaktadır (Birginie, 2000). Kristallenme basıncının yanı sıra, kristallenmenin konumu ve malzemedeki tuzların miktarı da önemlidir. Bu faktörlerin her ikisi de katıdaki çözelti kinetiği ile belirlenir (Chabas and Jeannette, 2001). Burada ilki ıslanmada, ikincisi kurutma aşamasında olmak üzere hem sıvı hem de buhar fazında tuzların taşınması önemli bir rol oynamaktadır. Sıvının taşınması gözenekliliğe bağlı olarak kılcallık kuvvetleri tarafından yönetilmektedir. Burada büyük gözenekler, suyun hızlı bir şekilde buharlaşmasını, taşların derinliklerinde tuzların kristalleşmesini ve hasara neden olmasını sağlar (Lewin, 1982; Cardell vd., 2008; Goudie and Viles, 1997).

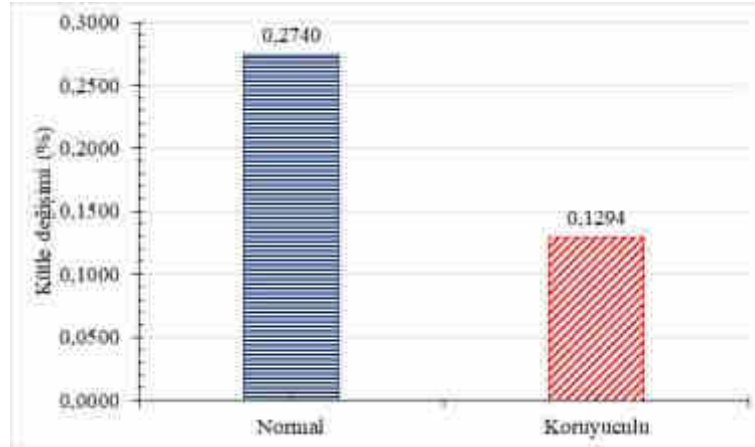
Tuz Buharıyla Yıpranmaya Karşı Direncin Tayini Deneyi Sonrası Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi

Kütle Değişimi

Döğer tüflerinin tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyinde 60 döngü sonrasında örneklerde görülen kütle değişimleri Şekil 6'da normal ve koruyucu tüflerde kütle ağırlık değişiklikleri grafiği Şekil 7'de verilmiştir. Deneyler sonucunda normal tüflerde %0.2740 kütle artışı ölçülürken koruyucu örneklerde bu oran %0.1294 olarak gerçekleşmiştir. Kütle artışı tuz yıkama işlemine rağmen mikro gözeneklerde kalan tuz kristalleri ile ilişkilidir. Çok düşük oranda gerçekleşen bu artış tüf örneklerinin bozulmamasını da açıklamaktadır. Eğer önemli ölçüde bir ayrışma gerçekleşmiş olsaydı kütle kaybı meydana gelmesi gerekirdi. Koruyucu sürülmüş örneklerde kütle değişiminin daha az oranda gerçekleşmiş olması da tuzlu sıvıların malzeme içine girişinin sınırlandırıldığı anlamına gelmektedir. Nitekim kimyasal koruyucu maddeler tamamen sıvı ve çözelti girişine engel olamamakta ancak belirli oranlarda azaltabilmektedirler. Bu açıdan kimyasal koruyucu maddenin koruma görevini yerine getirdiği söylenebilir.



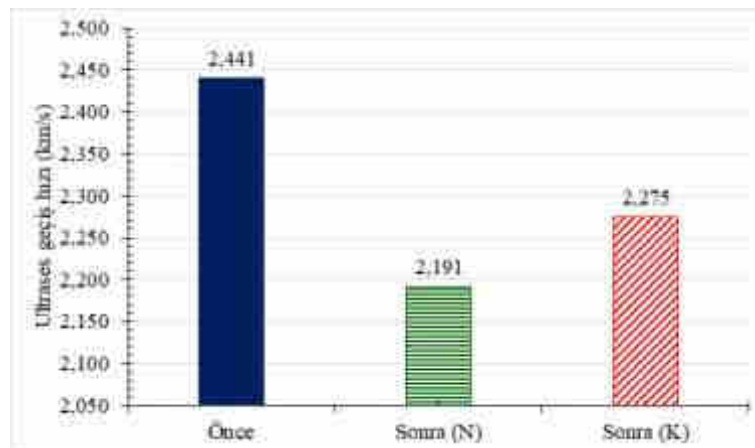
Şekil 6. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası örneklerde meydana gelen kütle ağırlık değişiklikleri grafiği



Şekil 7. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası meydana gelen normal ve koruyuculu tüflerde kütle ağırlık değişiklikleri grafiği

Ultrases Geçiş Hızı Değişimi

Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası tüflerin iç yapısında meydana gelen mikro süreksizliklerin belirlenmesi amacıyla ultrases geçiş hızı deneyleri yapılmıştır. Ultrases geçiş hızında ölçülen değişiklikler iç yapıda meydana gelen süreksizliklerin en önemli göstergesidir. Deney sonrası meydana gelen ultrases geçiş hızı değişiklikleri grafiği Şekil 8’de verilmiştir. Deney öncesi 2441 km/s olan ultrases geçiş hızı değeri, koruyuculu andezit örneklerinde 2275 km/s iken koruyucu sürülmeyen normal örneklerde ise 2191 km/s’ye düşmüştür. Koruyuculu sürülmeyen örneklerde %11.39 olan ultra ses geçiş hızı azalması, koruyuculu örneklerde %7.32 km/s olarak ölçülmüştür. Ultrases geçiş hızı değerinin deneyden öncesi verilere göre azalması tüflerde mikro çatlakların geliştiği ve gözeneklerde de genişlemelerin meydana geldiğini göstermektedir. Tüflerde fiziksel bütünlüğün bozulmadığı ve ayrışmaya bağlı olarak dağılma ve parçalanma meydana gelmediği göz önüne alındığında kristallenen tuzların yeteri kadar iç basınç üretmediği söylenebilir.

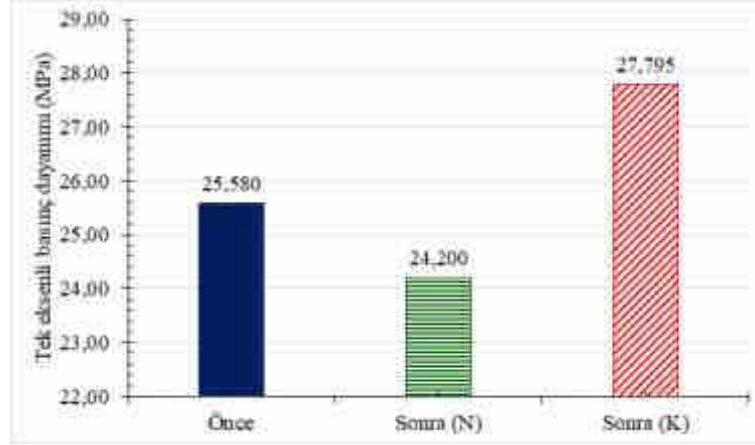


Şekil 8. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası meydana gelen ultrases geçiş hızı değişiklikleri grafiği

Tek eksenli Basınç Dayanımı Değişimi

Döğer tüflerinin tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyinde 60 döngü sonrasında meydana gelen tek eksenli basınç dayanımı değişiklikleri grafiği Şekil 9’da verilmiştir. Deneyler öncesi 25.38 MPa olan tek eksenli basınç dayanımı değeri, koruyuculu andezit örneklerinde 27.795 MPa iken

koruyucu sürülmeyen normal örneklerde ise 24.2 MPa değerine düşmüştür. Normal örneklerde %5.7 oranında meydana gelen tek eksenli basınç azalması tuz kristallenme basınçları sonrasında oluşan mikro gözenek ve çatlaklara bağlıdır. Kimyasal madde sürülen örneklerin basınç dayanımında ise %7.97 oranındaki artış, kimyasal maddenin yüzeydeki gözenekleri doldurmasının yanı sıra daha esnek bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 9. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası meydana gelen tek eksenli basınç dayanımı değişiklikleri grafiği

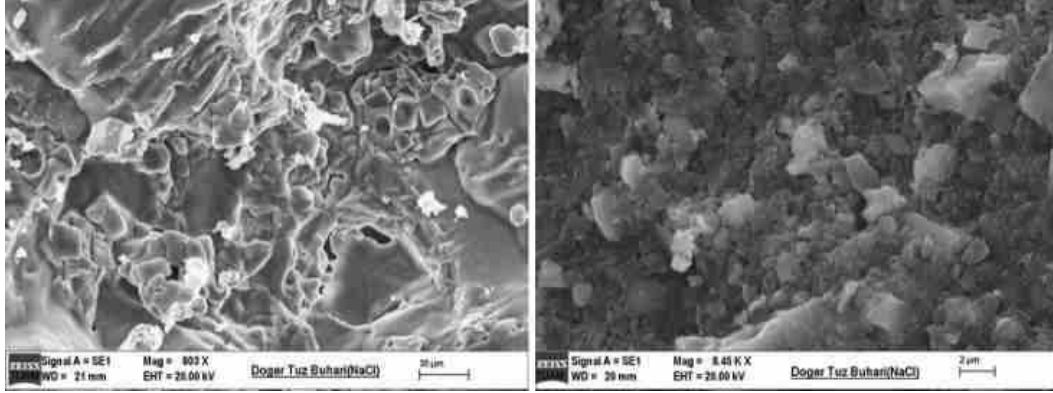
Tuz Buharıyla Yıpranmaya Karşı Direncin Tayini Deneyi Sonrası SEM İncelemeleri

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yüzeysel tuz kristalleşmesinden dolayı taşların ayrışması ayrıntılı olarak gözlenebilir. Bu amaç için tüf örnekleri, 60 döngüden sonra alınmış ve tuzları yıkanmadan incelenmiştir. Tuz minerallerinin tespit edilmesi amacıyla SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) incelemeleri yapılmıştır. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyinin en belirgin etkisi, yüzeylerde halit (NaCl) kristalleşmesidir. Örneklerin yüzeyinde farklı büyüklükte ve şekillerde tuz kristalleri gözlenebilir. Bazen tuz kristalleri, numunenin tüm yüzeyini kaplayarak neredeyse malzeme üzerinde homojen bir tabaka oluşturur, bu da malzemenin daha fazla hasara maruz kalmasını engelleyebilir (Şekil 10). Döğer tüflerinde hasarın az olmasının nedenlerinden birisi de bu durum olabilir.



Şekil 10. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası Döğer tüfü yüzeyinde oluşan tuz-halit (NaCl) tabakasının görünümü

Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası tuf örneği yüzeyinde ve gözeneklerde halit (NaCl) mineralleri birikintileri gözlenmiştir. Bu tuz birikintilerinin yakın görünümü Şekil 11’de verilmiştir. Halit kristalleri genellikle kübik öz şekilli olup yer yer erime boşlukludur.



Şekil 11. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi sonrası Döğer tüfü yüzeyinde oluşan tuz-halit (NaCl) kristallerinin görünümü

SONUÇLAR

Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi, ıslatma ve ardından kurutma işlemlerinden oluşan yapay olarak hızlandırılmış işlemler yardımıyla yapı taşlarının tuzlu atmosferik ortamlara dayanıklılığını test etmektedir. Bu amaçla Afyonkarahisar yöresinde yapı taşı olarak kullanılan Döğer tüflerine tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyi uygulanmıştır.

Döğer tüflerinin %42.03 olan toplam gözenekliliği, yüksek oranda su ve tuzlu çözelti emmesine imkân yaratmaktadır. Döğer tüfleri, unimodal (tek doruklu) bir dağılıma sahip olup gözenek boyut aralığı 0.01-0.8 µm arasında bir dağılım göstermektedir.

Deneyler sonucunda normal tüflerde %0.2740, koruyuculu örneklerde %0.1294 kütle artışı olarak ölçülmüştür. Tuz yıkama işlemine rağmen mikro gözeneklerde kalan tuz kristalleri kütle artışına yol açmıştır.

60 döngü sonrasında koruyucu sürülmeyen örneklerde %11.39 olan ultra ses geçiş hızı azalması, koruyuculu örneklerde %7.32 km/s olarak ölçülmüştür. Ultrases dalga hızının azalması, yapı tahribatına ve iç kusurların oluşumuna işaret eder. Bu durumu teyit etmek amacıyla analiz edilen Döğer tüflerinin tuz buharına duyarlılığı, basınç dayanımı testleri ile de değerlendirilmiştir. Normal örneklerde %5.7 oranında meydana gelen basınç dayanımı azalması tuz kristallenme basınçları sonrasında oluşan mikro gözenek ve çatlaklarla ilişkili olmalıdır. Koruyucu sürülen örneklerde ise basınç dayanımı ise %7.97 oranındaki artış göstermiştir. Koruyucu kimyasal madde tuz buharının yüzeyden itibaren gözeneklere girmesini sınırlandırarak hasar miktarını azaltmıştır.

KAYNAKLAR

- Delgado, J. M., Guimarães, A. S., de Freitas, V. P., Antepara, I., Kočí, V. and Černý, R. (2016). Salt damage and rising damp treatment in building structures. *Advances in Materials Science and Engineering*, Article ID 1280894.
- Knipping, E. M. and Dabdub, D. (2003). Impact of chlorine emissions from sea-salt aerosol on coastal urban ozone. *Environ. Sci. Technol.* 37, 2, 275-284.

- Yang, X., Neděla, V., Runštuk, J., Ondrušková, G., Krausko, J., Vetráková, L. and Heger, D. (2017). Evaporating brine from frost flowers with electron microscopy and implications for atmospheric chemistry and sea-salt aerosol formation, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 6291-6303.
- Prijith, S. S., Aloysius, M. and Mohan, M. (2014). Relationship between wind speed and sea salt aerosol production: a new approach, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 34-40,
- TS EN 14147. (2004). Doğal taşlar-Deney yöntemleri-Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini, TSE Std.
- Alves, C., Figueiredo, C. and Maurício, A. A. (2017). A Critical discussion of salt weathering laboratory tests for assessment of petrological features susceptibility. *Procedia Earth and Planetary Science* 17, 324–327,
- Frasca, M. H. B. O. and Yamamoto, J. K. (2006). Ageing tests for dimension stone-experimental studies of granitic rocks from Brazil". In: Proceedings 10th IAEG international congress. The Geological Society of London, IAEG2006 Paper number 224,
- Vavouraki, A. I. and Koutsoukos, P. G. (2010). Salt crystallization tests in building stone materials. 8th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin: Monument Damage Hazards & Rehabilitation Technologies,
- Kłopotowska, A.K. and Łukaszewski, P. (2014). The influence of the salt mist on the deterioration of rock materials. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 36(1): 37-45.
- Carvalho, C., Silva, Z. and Simão, J. (2018). Evaluation of Portuguese limestones' susceptibility to salt mist through laboratory testing. *Environmental Earth Sciences*, 77:523.
- Tsakalof, A., Manoudis, P., Karapanagiotis, I., Chryssoulakis, I. and Panayiotou, C. (2007). Assessment of synthetic polymeric coatings for the protection and preservation of stone monuments, *Journal of Cultural Heritage*, 8:69-72,
- Vacchiano, C. D., Incarnato, L., Scarfato, P. and Acierno D. (2008). Conservation of tuff-stone with polymeric resins, *Constr Build Mater*, 22(5):855-865,
- Ferreira Pinto, A. P. and Delgado Rodrigues, J. (2012). Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants, *J Cult Herit*, 13 154–166,
- Thomas, C., Lombillo, I., Setién, J., Polanco, J. A. and Villegas, L. (2013). Characterization of materials with repellents and consolidants from a historic building, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 25(11):742-1751.
- Salazar-Hernández, C., Cervantes, J., Puy-Alquiza, M. J. and Miranda, R. (2015). Conservation of building materials of historic monuments using a hybrid formulation, *J. Cult. Heritage*, 16, 185–191.
- TS EN 1936, (2010). Doğal taşlar-Deney yöntemleri-Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık porozite tayini, TSE Std.
- TS EN 13755, (2014). Doğal taşlar-Deney yöntemleri-atmosfer basıncında su emme tayini, TSE Std.
- TS EN 14579, (2006). Doğal taşlar-Deney yöntemleri-ses hızı ilerlemesinin tayini, TSE Std.
- TS EN 1926, (2013). Doğal taşlar-Deney yöntemleri-tek eksenli basınç dayanımı tayini, TSE Std.
- Birginie, J.M. (2000). Sea water absorption, permeability evolution and deterioration assessment of building stones subjected to marine exposure. 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Venice pp. 313-321,
- Chabas, A. and Jeannette, D. (2001). Weathering of marbles and granites in marine environment petrophysical properties and special role of atmospheric salts, *Environmentyl Geology*, 40 (3);359-368.
- Lewin, S.Z. (1982). The mechanism of masonry decay through crystallization – Conservation of Historic Stone Buildings and Monuments pp. 120 – 144.
- Cardell, C., Benavente, D. and Rodríguez Gordillo, J. (2008). Weathering of limestone building material by mixed sulphate solutions. Characterization of stone microstructure, reaction products and decay forms, *Materials Characterization*, 59 pp. 1371-1385.
- Goudie, A.S. and Viles H.A. (1997). Salt weathering hazards. John Wiley, Chichester,