

IMCET 2003

18th INTERNATIONAL MINING
CONGRESS & EXHIBITION

T
Ü
R
K
İ
Y
E

June 10-13, 2003

ANTALYA

10-13 Haziran 2003

O
F
T
U
R
K
E
Y

18. ULUSLARARASI MADENCİLİK
KONGRESİ VE SERGİSİ

Editör

Gülhan ÖZBAYOĞLU

TMMOB Maden Mühendisleri Odası
The Chamber of Mining Engineers of Turkey



IMCET 2003 / ANTALYA / TÜRKİYE / 10-13 HAZİRAN 2003

Türkiye 18. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi Türkçe Bildiriler Kitabı

Editör

G. ÖZBAYOĞLU

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

*Maden Mühendisleri Odası
Kütüphanesi*



TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

Bu kitabın basım giderlerine katkıda bulunan

DEMİR EXPORT A.Ş. 'ne

teşekkür ederiz.

DESTEK VEREN KURUMLAR

Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü
Eti Holding A.Ş.
Park Teknik A.Ş.
Normandy Madencilik
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Türkiye Taşkömürü Kurumu
Karadeniz Bakır İşletmeleri Genel Müdürlüğü
Demir Export Genel Müdürlüğü
Genç Madenciler Derneği
Nitromak A.Ş.
Orica-Nitro A.Ş.
Kalemaden Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş.
TÜPRAG Metal Madencilik LTD.
Labranda A.Ş.
Aydın Linyit Madencilik San. Tic. A.Ş.
Dedeman Madencilik ve Turizm A.Ş.
Yurt Madencilğini Geliştirme Vakfı

Tüm hakları saklıdır ©

TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın

bu kitap ya da bu kitabın bir kısmı herhangi bir biçimde yayımlanamaz.

ISBN 975-395-606-1

Kapak Tasarım: π^2

Baskı: Doğuşun Matbaacılık., Ankara

Tel: 0 (312) 311 22 24 Fax: 0 (312) 310 67 94

© TMMOB – Maden Mühendisleri Odası

Adres : Selanik Cad. No: 19/3 06650 – Kızılay, Ankara, Türkiye

Telefon : +90 (312) 425 10 80

Faks : +90 (312) 417 52 90

Web: www.maden.org.tr E-mail: maden@maden.org.tr

Önsöz

Geleneksel olarak iki yılda bir düzenlenen Türkiye Madencilik Kongresi ve Sergisi 1969'dan beri yurt madenciliğinin hizmetindedir.

17.'sinden itibaren uluslararası bir boyuta kavuşan kongrelerin 18.'si uluslararası niteliğine uygun olarak Akdeniz'in güzide tatil beldesi Antalya'da 10-13 Haziran 2003 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Kongreye dünyanın birçok ülkesinden gelen araştırmacılar, teknisyenler, uzmanlar ve mühendisler yalnızca çalışmalarının sonuçlarını değil, aynı zamanda madenciliğin geleceğini ve sorunlarını tartışmışlar ve fikir alışverişinde bulunmuşlardır.

Türkiye 18. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi'nde (IMCET 2003) 14 teknik oturumunda, 7 konu başlığı altında toplam 55 bildiri sunulmuş ve tartışılmıştır. Ayrıca dünyaca tanınmış 5 çağrılı konuşmacı uzmanlık dallarındaki gelişmeleri aksettiren konuşmalarıyla kongreye ayrı bir renk katmışlardır. Teknik oturumlara paralel olarak 42 bildiri de poster oturumunda sunulmuştur. Bütün sunumlar 2 ciltlik kongre kitabında yer almıştır.

Bildiriler, yirmi iki ülkeden gelen 160 özetin ön değerlendirilmesi sonucu seçilmiştir. İkinci değerlendirmeler tam metin üzerinden yapılmıştır. Kitabın oluşturulması bilimsel ve yürütme kurulu üyelerinin uzun ve yorucu çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır.

IMCET 2003'ün gerçekleştirilmesinde ve kitabın basımında mali destek veren organizasyon komitesindeki tüm kurum ve kuruluşlara, bilimsel ve yürütme kurulu üyelerine ve yazarlara şükranlarımı sunarım. Özellikle, özverili çalışmaları ile kitabın oluşturulmasında büyük emekleri geçen ODTÜ Maden Mühendisliği öğretim üye ve elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Prof. Dr. Gülhan Özbayoğlu
IMCET 2003 Başkanı

DÜZENLEME VE YÜRÜTME KURULU

Prof. Dr. Gülhan Özbayoğlu (Başkan)

Prof. Dr. Abdurrahim Özgenoğlu (Başkan Yardımcısı)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Atılım Üniversitesi

Nejat Tamzok

Ali Önemli

Oğuz Sönmezer

Zeynep Özdemir

Koray Önal

Aslı Sayılğan

Sinem şener

Ahmet Karakaş

Y. Ziya Akgök

L. Yaşar Tomsuk

Coşkun Demirtaş

Ali Özder

TMMOB Maden Mühendisleri Odası

TMMOB Maden Mühendisleri Odası

TMMOB Maden Mühendisleri Odası

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Karadeniz Bakır İşletmeleri

Türkiye Kömür İşletmeleri

Türkiye Kömür İşletmeleri

T.C. Başbakanlık Denetleme Kurumu

BİLİMSEL KURUL

Doç. Dr. A. İhsan Arol	Türkiye
Prof. Dr. Ümit Atalay	Türkiye
Prof. Dr. Najdat Aziz	Avustralya
Doç. Dr. H. Aydın Bilgin	Türkiye
Prof. Dr. Neş'e Çelebi	Türkiye
Prof. Dr. Halim Demirel	Türkiye
Prof. Dr. Şevket Durucan	İngiltere
Prof. Dr. İsmail Girgin	Türkiye
Dr. Güner Gürtunca	Güney Afrika
Prof. Dr. Tevfik Güyagüler	Türkiye
Prof. Dr. Cahit Hiçyılmaz	Türkiye
Prof. Dr. Çetin Hoşten	Türkiye
Dr. Ralf J. Jung	Almanya
Prof. Dr. Celal Karpuz	Türkiye
Prof. Dr. Seyfi Kulaksız	Türkiye
Lee B. Paterson	A.B.D
Roye Sage	Kanada
Prof. Dr. Levent Tutluoğlu	Türkiye
Prof. Dr. Erdal Ünal	Türkiye
Prof. Dr. Bahtiyar Ünver	Türkiye

İçindekiler

Önsöz	VII
Düzenleme ve Yürütme Kurulu	VIII
Bilimsel Kurul	IX
<i>Madencilik ve Çevre</i>	
Atık Azaltılması ve Çevresel Kontrol İçin İşletme Süresince Modelleme <i>S. Durucan, A. Korre, G. Munoz-Melendez & L. Chane-Kon</i>	3
Çevresel Etkenler ve Eko-Tabanlı Maden Planlaması <i>H.Y. Ersan, K. Dağdelen & T.G. Rozgonyi</i>	4
Mısır Abu-Tartour Fosfat Madeninin Çıkarılması Sırasında Karşılaşılan Çevresel Etkiler <i>S. S. Ahmed</i>	5
Gana'da Yeralan Küçük Ölçekli Altın Madenlerinin Problemlerinin İrdelenmesi <i>E.Y.Baafi & S.K.Agbeno</i>	6
Gol-E-Gohar Demir Madeninin, Üçüncü Anomalisinde Uygulanacak Maden Yönteminin Seçilmesi <i>F.S. Namin & K.Shahriar & S.Karimi Nasab</i>	7
Sarcheshmeh Madeni İkinci Sahasının Yığın Özütleme Duraylılık Analizi <i>S.K. Nasab, M.A. Nabizadeh, M.Ranjbar, B. Shadaie & M.R. Mollaei Fard</i>	8
Vanadyum Katalizörünün Kullanılmasının Ortaya Çıkardığı Çevresel Problemler <i>A.Zh. Terlikbayeva</i>	9
Demirdışı Metal Madenlerinde Çevre Koruma Teknolojileri ve Bunların Uygulanması <i>Sh.A.Altayev & M.Zh.Zhangaliyeva</i>	10
Romanya Tuz Endüstrisi'nde Sürdürülebilir Kalkınma <i>A.L. Drăgănescu</i>	11
Zebra Tipi Linyit Yataklarının Jeolojisinden Kaynaklanan Kayıpların Belirlenmesi <i>N.Kolovos, D.Sotiropoulos & A.Georgakopoulos</i>	12
<i>Kaya Mühendisliği</i>	
Yeni Binyılda Güney Afrika Madenciligi Ve Gelecekteki Yeni Teknolojilerin Tanıtılması <i>R.G.Gürtunca</i>	15

Yeni Bir Tahkimat Kavramı: Astar Üzerine İnce Püskürtme <i>H.Yılmaz, S.Saydam & A.Z.Toper</i>	16
Kaya Saplamlarının Yük Transfer Kapasitelerinin Kısa Kapalı Hücre İtme Testi İle Belirlenmesi <i>N.I.Aziz & B.J.Webb</i>	17
Sonlu Farklılık Metodu Kullanılarak Uzunayak Panosu Çevresindeki Streslerin 3-Boyutlu Tahmini <i>N.E.Yaşutlu & B.Ünver</i>	18
Ankara Andezitinde Çatlak Tokluğu Çalışması <i>S.Şener & L. Tutluoğlu</i>	19
Eski ve Yeni Tünel Yükü Tespit Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Örnek <i>C. Ağan, A. Turabik & M.M. Güven</i>	20
Endonezya Ombilin Kömür Madeninde Zemin Kontrol Problemleri ve Galeri Açma Makinasının Kullanımı <i>K.Matsui, H. Shimada, H. Furukawa & H.Z. Anwar</i>	21
Gol-E-Gohar Demir Madeninde Şev Dayanımı <i>A. Bagherian & K. Shahriar</i>	22
Classmass Bilgisayar Programı Kullanılarak Kaya Kütle Sınıflandırması Yapılması <i>A.H. Deliormanlı & T. Onargun</i>	23
Ayakdolgusu Numuneleri için Uygun Çimento Miktarının Belirlenmesi <i>E. Yılmaz, A.Kesimal, B.Erçaktı & I.Alp</i>	24
<i>Mekanizasyon</i>	
Küçük Ölçekli Metal Madenlerinde Mekanizasyonun Önemi ve Türk Maadin AŞ Örneği <i>Ş. Eskikaya, S. Aydın</i>	27
Tam Mekanize Uzunayaklarda Üretimi Etkileyen Faktörler <i>M. Yavuz & H. Ankara, S.G. Erçelebi</i>	35
Yeraltı Madenciligi ve Tünelcilikte Yakıt Hücrelerinin Kullanılması <i>R.Sage & M.Betournay</i>	43
Mekanik Kazıların Yeraltı Kromit Madeni Cevher Üretiminde Kullanılabilirliği ve İki Ayrı Örnek <i>H. Tunçdemir, N. Bilgin, H. Çopur & C. Feridunoğlu</i>	44
Yumuşak Yüzeylerde Geniş ve Hareketli Madencilik Ekipmanlarının Kullanılması <i>T.G.Joseph</i>	45
Çekme Kepçe Devir Zamanının Analizi <i>B.Erdem & A.G.Paşanehmetoğlu</i>	46
Çekme Kepçeler - Eski Hamam Eski Tas <i>L.B. Paterson</i>	47

Bir Avustralya Yeraltı Metal Madeninde Nakliye Optimizasyonu N.Aziz & W. Keilich	48
<i>Delme ve Patlatma</i>	
Kontrollü Patlatma Teknikleri ve Borçka Barajı Projesindeki Uygulamanın İncelenmesi O. Keser, G. Konak & A.H. Onur, Ü. Alpaslan	51
Sarcheshmeh Açık Ocağı'nda Van Ruth Wire Line Karot Yönlendirici Uygulaması S. K. Nasab, M. Assadipour & M. Maghami	58
Döner Delme Patlatma Deliklerinde Delinebilirliğin Tahmin Edilmesi N.Bilgin & S.Kahraman	59
Sıklama Tıkaçlarının Uygulanması ve Bir Kireçtaşı Ocağında Örneklendirilmesi D.Karakuş, A.H. Onur, G.Konak, H. Köse & M.Kızılcağaçlı	60
Açık Ocaklarda Delme ve Patlatma Optimizasyonu için Teknolojiler M.Karaca, D. Hopkins, J. Kemeny & J. Segui	61
Patlatma Gerektirmeyen Darbe Kırıcılı Makinalar E.K. Yedygenov	62
<i>İşçi Sağlığı ve Güvenlik</i>	
Beypazarı Yöresindeki Trona Formasyonlarının Gaz İçeriklerinin Ölçülmesi E. Kaymakçı & V. Didari	65
Taş Ocağı Çalışanlarında Solunum Sistemi Belirtilerinin Radyolojik Bulguların ve Serbest Radikallerin Araştırılması A. Saruşık, E. Turgut	69
Ovacık Maden İşletmesinde Sıfır Kaza Hedefi İçin Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi M. Kavak & Y. S. İnci, G. Konak, M. Doktan	77
Alev Bastırma Sistemleri Kullanılarak Kömür İşletmelerinde Patlama Sonucu Oluşan Alevin Bastırılması – Güney Afrika Tecrübesi B. Genç	83
Avustralya'daki Kömür İşletmelerinde Kapalı Devre Solunum Cihazı Kullanımının Değerlendirmesi N. Aziz & E.Y. Baafi	84
Doğal Havalandırma Basıncının Sürekli Kontrolü İçin Bir Yöntem F. Kopáček, R. Ceniga & M. Tabásek	85
Kostarika Bellavista Altın Madeninde Açık Ocak Madencilğinde Oluşan Tozların Yerel Hava Kalitesi Üzerindeki Etkisi C.B Arpacioğlu & C.Er	86

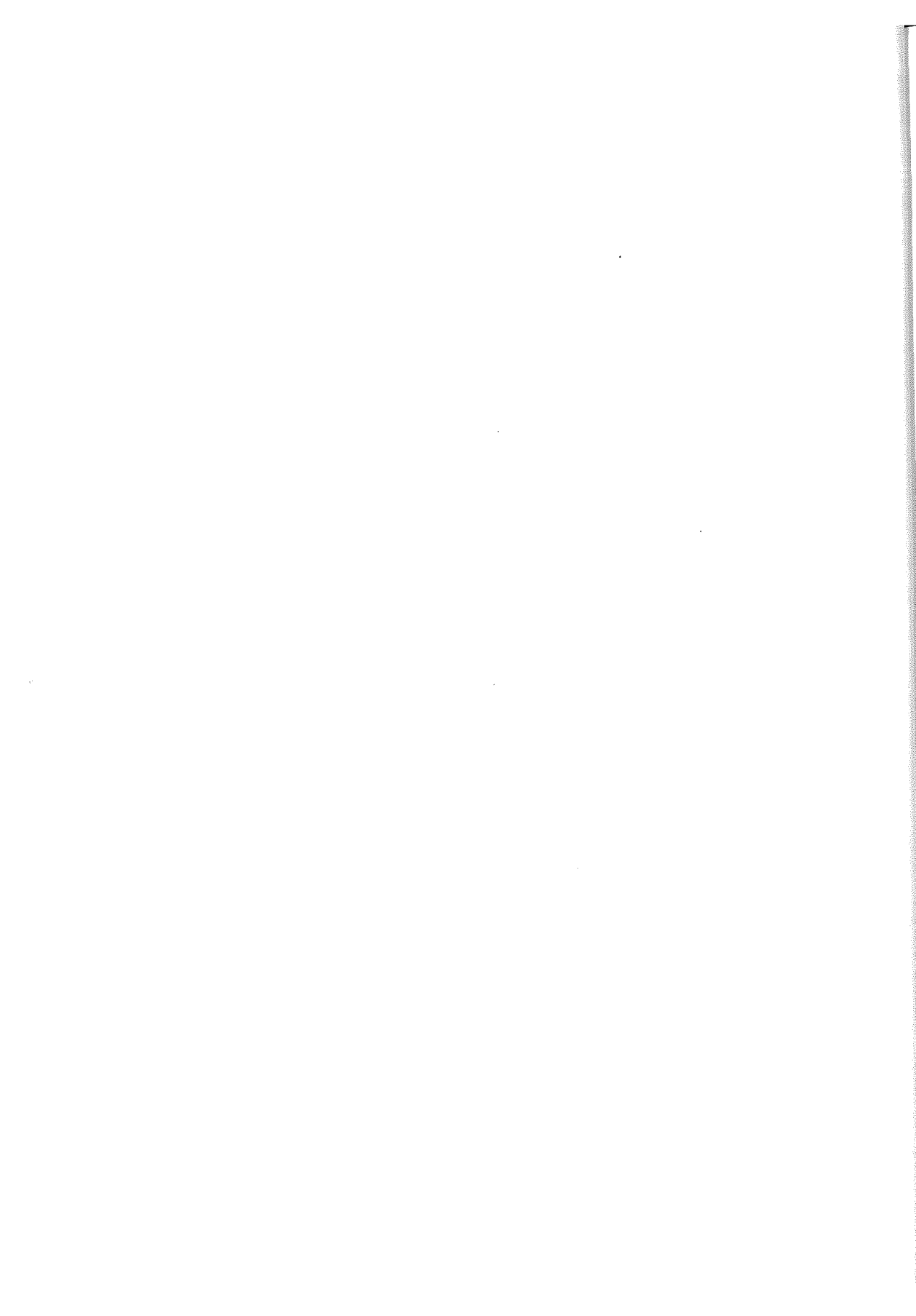
Derin Altın Madencilğinde Kaya Patlaması ve Göçüklerin Araştırılması: Güney Afrika Örneği <i>K.S.Koldaş</i>	87
Kömür Madenleri İçin Akustik Anemometre Kontrol Yöntemleri <i>S.Z.Shkundin, O.A. Kremleva, V.A. Rumyantseva</i>	88
Taşocaklarında Motorlu Araçlardan Çıkan Zehirli Maddelerin Azaltılması <i>P. Tchomakov, V. Bojilov & H. Mitko</i>	89
Galandroud Kömür Madeninin Havalandırma Sisteminin Tasarlanması <i>R.R.Osgoui & H.Madani</i>	90
Madenlerde İşçi Sağlığı, İş Güvenliği ve Çevresel Etkilerin Yönetimi: Rio-Tinto IMEx Türkiye İçin Bu Konuyla İlgili Yapılan Çalışma <i>H.Y. Ersan & A. Bayram</i>	91
Havalandırma Sisteminin Uzman Sistemler Kullanılarak Kontrolü <i>A.J. Koketayev</i>	92
<i>Modelleme Planlama</i>	
Mekanize Üretim Yöntemlerinde Kullanılan Ekipmanların "İşletme Maliyeti Hesabı" Modeli <i>Y. Gül, B. Eevli</i>	95
Bir Kireçtaşı Sahasının Sayısal Yöntemler ile Kalite Modellemesi <i>S. Yüksek, B. Erdem & F. Y. Açıkt</i>	103
Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi - Artan Bir Eğilim <i>L.B. Paterson</i>	111
Web'e Dayalı Bilgi Yönetim Sistemlerinin Mineral Endüstrisine Uygulanması <i>A.S.Atkins, N.I. Aziz & E.Y.Baafi</i>	112
SLO – Üretim Ayak Sınırlarının Optimizasyonunda Kullanılan Bir Uygulama Programı <i>M. Ataee-pour & E.Y. Baafi</i>	113
Yapay Sinir Ağlarının Metan Drenaj Kuyularının Testlerinde Elde Edilen Basınç Ölçümlerinin Analizinde Kullanılması <i>X.Dong & T.Ertekin</i>	114
Analitik-İmitasyon Sistemi İle Açık Ocaktaki Hazırlık ve Yükleme Trafiklerinin Planlanması <i>D.Bukeikhanov, U.Dzharlkaganov, B.Bekmurzayev & M.Zhanasov</i>	115
Bir Madenin Zemin Kontrol Yönetim Planı: Ovacık Altın Madeni Örneği <i>K.S. Koldaş</i>	116
Kuru Gaz Enjeksiyonu ve Yeraltı Gaz Depolaması <i>I.Jüttner, B.Kavedzija & I. Kruljac</i>	117
Açık Ocak Maden Planlama ve Programlamasının Optimizasyonu <i>I.K. Kapageridis</i>	118

Maden İşletmelerinin Bilgi Modellerinin Tasarımı <i>S.A. Kalıyev & D.A. Akhmetov</i>	119
Maden Endüstrisinde Sistem Dinamiği Uygulamaları <i>A.Alpagut & N.Çelebi</i>	120
Yeraltı Madencilik Metodu Seçimi İçin Bir Karar Destek Sistemi <i>M. Yavuz & Ş. Alpay</i>	121
<i>Cevher Hazırlama ve Kömür Yıkama</i>	
Asit Maden Drenajı Kestirim Yöntemlerinin Karşılaştırılması <i>A.Yörüköğlü & M. Karadeniz</i>	125
Isparta Yöresi Amorf Silika Oluşumlarının Beton Üretiminde Mineral Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilebilirliği <i>M. Davraz, L. Gündüz</i>	133
Kalsiyum Borat Analizlerinde Gelişmeler <i>M.Köküü, Ö.Özyetiş, D.Maraşlıoğlu, E.Yavuklu, B.Çelen, T.Tufan & M.Gündüz</i>	141
Minerolojik Yapının Cevher Zenginleştirme İşlemine Etkisi: Mastra ve Kaletaş (Gümüşhane) Altın Cevherleri Üzerine Örnek Çalışma <i>İ. Alp & O. Celep, N. Tüysüz, M. Vıcal & A. Lermi</i>	147
Taşkömürlerinin Mekanik Kömür Hazırlama Yöntemleri İle Kükürt Oksit Emisyonlarının Azaltılması <i>R.G.Jung, W.Riegermann & U.Hochheimer</i>	155
Sülfürlü Bir Cevherin Yüksek Hızlı Su Jetleri İle Flotasyonu <i>P. Carhini, R. Ciccu, M. Ghiani, C. Tilocca & F. Satta</i>	156
Fosfat Minerallerinin Flotasyonu için Yeni bir Kollektör <i>R.Asmatulu</i>	157
Río Tinto Borax'ın Madencilik Çalışmalarında Sürdürülebilir Kalkınma Üzerine Girişimi <i>T.S. Griffin</i>	158
Alkalinitenin Kuvars Flotasyonuna Olan Etkisi <i>A. Sayılğan & A.İ. Arol</i>	159
Aİşin/Elbistan ve Sorgun/Yozgat Linyitlerinin Bağlayıcı Eklenmeden Briketlenmesi <i>M. Yıldırım</i>	160
Na-K Feldispat'ın Seçimli Yöntemle Nefelin Syenit'ten Ayrımı <i>C. Karagüzel, C. Demir, İ. Gönülgül, İ. Bentli & M.S. Çelik</i>	161
Pirit'in Mikrodalga Isınma Özellikleri ve Mikrodalga Uygulamasının Manyetik Ayırma Üzerindeki Etkisi <i>T. Uslu & Ü. Atalay</i>	162
Türkiyedeki Üç Değişik Fosil Kökenli Yakıtların Yanma Özelliklerinin Karşılaştırılması <i>C. Hiçyılmaz & N.E. Altun</i>	163

Kömür Endüstrisinde Krebs gMAX Siklon Gelişimi <i>R. van Ommen & R.G. Moorehead</i>	164
Yüzey Alanı, Büyüme Ortamı ve İnert Katların Kompleks Çinko-Kurşun Sülfürlerinin Biyolojik Özütleme Üzerine Etkisi <i>H. Deveci, İ. Alp & T. Uslu</i>	165
Kalsit Mineralinin Yüzey Pürüzlülüğünün BET ve Surtronic3 ⁺ Teknikleri Kullanılarak Karakterize Edilmesi <i>U.Ulusoy, M.Yekeler & C.Hiçyılmaz</i>	166
Kimyasal İşlemin Pirinç Kabuğundan Aktif Silika Elde Edilmesi Üzerine Etkisi <i>H. Kurama & S. K. Kurama</i>	167
Düşük Kaliteli Pomzalardan Isı İzolasyonunda Kullanılabilecek Duvar Malzemelerinin Üretimi <i>A. Saruştık</i>	168
Kritik Hız Oranının Bir Laboratuvar Bilyalı Değirmeninde Klinker ve Kireçtaşının Kinetik Kırılma Parametreleri Üzerindeki Etkisi <i>V.Deniz, A.Gelir & A.Demir</i>	169
Kireçtaşı Örneğinde Öğütme Kinetik Parametreleri ve Bond Öğütülebilirliği Arasındaki İlişkiler <i>V. Deniz</i>	170
Manisa-Alaşehir Pegmatitlerinden Feldispat Kazanımı <i>S. Saklar, C.Oktay, M.Karadeniz & S. Gürsu</i>	171
Piritin Bakteri İle Özütleme <i>F. Göktepe & F.D. Pooley</i>	172
Reaktif Ekleme Noktalarının ve Havalandırmanın Sülfürlü Minerallerin Flotasyon Performansına Olan Etkisi <i>A. Aslan, Z.Ekmeççi, İ.Bayraktar & B.Aksarı</i>	173
Sülfürlü Kompleks Bir Cevherin Mezofilik ve Yüksek Termofilik Bakteriler ile Biyolojik-Özütleme: Ergun Test Kullanılarak Verilerin İstatistiksel Analizi <i>H.Deveci, M.A. Jordan & N.Powell</i>	174
Murgul-Çakmakkaya Bakır Cevherinin Flotasyonu ve Kapalı Devre Flotasyon Deney Sonuçlarının Belirlenmesi <i>V. Ç. Önen & H. Özşen</i>	175
Stokastik Yaklaşım Yöntemi Kullanılarak Cevher Harmanlama Sorununun Çözümü <i>M. Kumral</i>	176
Pirofilit Cevherinden Demir Ayrımı Liç Deneylerinin İstatistiksel Tasarımı ve Optimizasyonu <i>T.Şahin, M.Kumral & M.Erdemoğlu</i>	177
Sfalerit Konsantrasyonunun FeCl ₃ /HCl Çözeltilerinde Liç Şartlarının Belirlenmesi <i>A. Aras, S. Aydoğan, A. Özkan & M. Cambazoğlu</i>	178
İyonlaşmayan Organik Kirleticilerin Organo-Zeolit Tarafından Söğürülmesi <i>B.Ersoy, E.Sabah, U.Mart & M.S. Çelik</i>	179

Merzifon-Yeni Çelték Kömür İşletmeleri Yıkılmış İnce Kömürünün Briketlenmesi <i>G. Özbayoğlu, Ü. Atalay & C. Hiçiyılmaz</i>	180
Granit Kesim Çamuru ve Boraks Atıklarının Seramik Malzeme Olarak Değerlendirilmesi <i>M.S.Başpınar, A.Kartal, A.Evcin & S.Anasız</i>	181
Değerimenden Geri Dönen Yükün ve Test Elek Açıklığının Doğal Amorf Kuvarsın Öğütülmesinde Bond İndeksine Olan Etkisi <i>V. Deniz, N.Sitçi & Y.Umucu</i>	182
Kazakistanda İşlenmesi Zor Cevherlerin Bugünkü Durumu <i>Y.P., Yeryomin, O.R., Kim, A.A. Niyazov & M.Z. Zhansov</i>	183
Nano Tane Boyutlu Süspansiyonların Kontrollü Stabilizasyonu <i>G.B. Başın, I.U. Vakeraliski, P.K. Singh & B.M. Moudgil</i>	184
Madencilik Endüstrisinde Daha Basit ve Daha Düşük Maliyetli Katı-Sıvı Ayırımı <i>P. Costelloe & O. Kılavuz</i>	185
Karmaşık Kimyasal İşlemler Sonucunda Ortaya Çıkan Çeşitli Maden Kimyasallarının Fiyatlarının Belirlenmesi <i>M.Zh Bitimbaev, Zh.A Aldongarov, N.Zhalgassuly & B.A. Moldağulova</i>	186
<i>Genel</i>	
Pomza Kayacı Karakteristik Özellikleri ile Isı Yalıtım İlişkisinin Analizi <i>S.Demirdağ & L.Gündüz</i>	189
Maden Sahası Devralma Değerlendirmesi <i>A.Serđi</i>	197
Elektrik Üretiminde Linyit Sektörümüzün Yeri ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) <i>A.O.Yılmaz, E. Arıoğlu</i>	203
Madencilğin Tarihi "Oyuncuları" – Metalurjik Başlangıç <i>H. Sauku</i>	213
Madencilikte Katı Dolgu Yapma İşleminin Ekonomik Yönden İncelenmesi <i>V.S.Muzđina</i>	214
Yapı Taşlarının Isı İletkenliğinin P Dalga Hızları Kullanılarak Bulunması <i>H.T.Özkahraman & E.C.İşık</i>	215
Elmaslı Mermer Kesme Makinasının Kullanımına Kritik Bir Yaklaşım <i>F. Bayram, S. Kulaksız & Y. Özçelik</i>	216
Toryum Nükleer Bir Yakıt <i>M. Kaya & V. Bozkurt</i>	217
Hafif Pomza Agregası Betonlarının Dayanım Özelliklerinin Geliştirilmesi <i>İ. Uğur</i>	218
<i>İNDEKS</i>	129

Madencilik ve Çevre



Atık Azaltılması ve Çevresel Kontrol İçin İşletme Süresince Modelleme

S. Durucan, A. Korre, G. Munoz-Melendez & L. Chane-Kon

Imperial College London, United Kingdom

İşletme süresi değerlendirme metodolojisi, üretimde kullanılan malzemenin hacmi ve harcanan enerji girdi olarak kabul edilerek, değişik metallerin ekonomik kazançlarını ve atık üretimini karşılaştırmak için cevher hazırlama döngülerine uygulanır. Fakat, cevherin yerinin tespit edilmesinden, maden yatağının madencilik, cevher hazırlama, atık iyileştirme, kapatma ve kapatma sonrası bakım için geliştirilmesini kapsayan; cevher üretiminin tüm aşamaları için, geçerli olan, extractive endüstriler için holistic ömür döngüsü değerlendirme sistemi henüz geliştirilmemiştir. Avrupa Komisyonu, tam ömür döngüsünün metalik madenler üzerindeki etkisinin en aza indirilmesi için önemli miktarda bir fon ayırmış olup, üretim ve işleme tasarımı, fiyatlar ile birleştiren bir yaklaşım sergilemektedir. Bu bildiri, madencilikte üretim safhasının tasarımı ve bu projede geliştirilen katı atık elde edilmesi (LCA) ile ilgili prensipleri ortaya koymaktadır. İşletme süresi veri tabanı için geliştirilen bu metodoloji, modelden örnekler alınarak açıklanmıştır.

Çevresel Etkenler ve Eko-Tabanlı Maden Planlaması

H.Y. Ersan

Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Visiting Scholar, Department of Mining Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO, USA

K. Dağdelen & T.G. Rozgonyi

Department of Mining Engineering, Colorado School of Mines, Colorado, USA

Madencilik aktiviteleri yaşam standartlarımıza paha biçilmez kaynaklar sağlarken, önlenemez bir şekilde de çevreyi etkilemektedir. İnsanoğlu madencilik endüstrisi olmadan hayatta kalamayacağına göre, bizim yapmamız gereken onun çevresel etkilerini minimuma indirmek ve onu uzun süre korunacak bir yatırım haline getirmektir. Bu bildiride anlatılmak istenen şey madencilik endüstrisiyle ilgili başlıca çevresel atılımlar ve özellikle de dikkatli maden planlaması ile asit kaya drenajıyla nasıl mücadele edileceği ve bunun nasıl minimuma indirileceğidir.

Mısır Abu-Tartour Fosfat Madeninin Çıkarılması Sırasında Karşılaşılan Çevresel Etkiler

S. S. Ahmed

Mining and Metallurgical Engineering Department, Assuit University, Assuit, Egypt

Bildiri, Mısır'daki Abu-Tartour maden sahasında fosfat cevherinin çıkarılması ile doğan çevresel etkileri vurgulamaktadır. Maden çölde olmasına ve cevherin çıkarılması yerüstü ve yeraltı yöntemler uygulanarak yapılmasına rağmen, insanları, tarımı ve doğal kaynakları (yeraltı suları ve nadir hayvanları) etkileyecek birçok çevresel sorun doğurmuştur. Bu çevresel sorunlar yükleme, boşaltma, maden işletmesi (hazırlık, çıkarma, tahkimat, havalandırma, patlatma) ve cevherin yıkanması sırasında meydana gelmektedir. Bu bölgedeki bir diğer çevresel etki kum tepeliklerinin cevherin taşınması sırasında hareket etmeleridir. Bildiri, bölgede meydana gelen çevresel problemlerin daha iyi anlaşılması için uzaktan algılamaya ve GIS (Geographic Information System) tekniklerine dayanan izleme sistemlerini önermektedir.

Gana'da Yeralan Küçük Ölçekli Altın Madenlerinin Problemlerinin İrdelenmesi

E.Y.Baafi

Faculty of Engineering, University of Wollongong, NSW 2522, Australia

S.K.Agbeno

Department of Mining Engineering, Western University College, Tarkwa, Ghana

Gana'da yeralan küçük ölçekli altın madenlerinin başlıca problemi yatırım kaynaklarının çok kısıtlı olması ve son ürünün elde edilmesinde kullanılan sistemlerde minimum seviyede yeni teknolojilerin yerbulmasıdır. Bunların yanısıra diğer bazı problemler ise, bu madenlerin işletimi sırasında bulunduğu arazinin yüzey şekillerini değiştirmesi ve bazı kimyasal maddelerin (örneğin civa bileşikleri) çevreye etkisi olarak sıralayabiliriz. Bu tip problemlerin önlenmesi araştırma merkezleri ile madenin işbirliği yaparak en uygun yöntemlerin saptanması ile sağlanabilir. Bu bildiri, daha iyi bir çevresel etki stratejisinin belirlenebilmesi amacıyla geliştirilebilecek teknolojilerin neler olabileceğinin araştırılmasıyla ilgili konuları kapsamaktadır.

Gol-E-Gohar Demir Madeninin, Üçüncü Anomalisinde Uygulancak Maden Yönteminin Seçilmesi

F.S. Namin & K.Shahriar & S.Karimi Nasab

Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

Günümüzde kullanılacak maden yönteminin belirlenmesinde bulanık mantık uygulaması gittikçe önem kazanan ve uygulanan bir yöntem haline almıştır. Uygun olan madencilik yönteminin seçilmesinde kullanılacak sistem, girilecek değerlerin bulunmasındaki sınırların belirsizliğini gözönüne alır. İran'ın güneydoğusunda Kerman bölgesinde yer alan Gol-E-Gohar (GEG) demir madeni, altı adet anomali içermektedir. Bunların birincisi, açık ocak madenciliği ile işletilmektedir. Bu çalışmada, Gol-E-Gohar madeninde yer alan üçüncü anomali bölgesinin işletilmesinde kullanılacak yöntemin seçilmesinde Nicholas ve University of British Columbia tarafından önerilen bulanık mantık sistemi üzerinde yoğunlaşmıştır. Sonuçta yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bu bölgede uygulanabilecek en uygun madencilik tipi dilim katı kazı yöntemi yada açık ocak madencilik yöntemleridir.

Sarcheshmeh Madeni İkinci Sahasının Yığın Özütlemesi Duraylılık Analizi

S.K. Nasab & M.A. Nabizadeh & M.Ranjbar

Mining Engineering Department, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

B. Shadaie

Hydrometallurgical Division, National Iranian Copper Industries Company, Kerman, Iran

M.R. Mollaei Fard

Mining Division, National Iranian Copper Industries Company, Kerman, Iran

Sarcheshmeh madenin iki numaralı sahasının yığın özütleme alanı 300000m² olup madenin batısında dik bir vadide yer almaktadır. Bu yapının yüksekliği yaklaşık olarak 90 metre civarındadır. Bu bildiri, yığın özütleme yapısının duraylılığını incelemektedir. Bir başka deyişle, jeomembranlar ile eğik yüzeyler arasındaki tutma kuvveti ile ilgili bilgilerin elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Tutma gerilimi sürtünme ve kohezyon kuvvetlerinin tek tek veya aynı anda etkimesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada sınırlayıcı denge testlerinde Carter ve Janbu yöntemleri kullanılmış olup, elde edilen sonuçlar STABL ve CLARA adlı bilgisayar programlarında değerlendirilmiştir. Araştırmalar göstermiştir ki vadi boyunca yer alan bazı profiller, özütleme ve patlatma titreşimindeki PLS düzeylerinden dolayı sağlam gözükmemektedirler.

Vanadyum Katalizörünün Kullanılmasının Ortaya Çıkardığı Çevresel Problemler

A.Zh. Terlikbayeva

Complex Processing of Mineral Materials National Center of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan

Sülfirik asit üretiminde, nitrojen endüstrisinde, Clauss-prosesde ve amonyum kullanılarak NO_x gazlarının katalitik azaltılmasında vanadyum katalizör olarak kullanılmaktadır. Bu işlemler zehirleyici öğelere sahip olduğundan, doğaya etkisiz hale getirilmeden bırakılmaları yasaktır. Bu bildiri, vanadyum katalizörü kullanılan işlemlerin doğaya zararsız hale getirilmesi için endüstride uygulanan yöntemleri incelemektedir.

Demirdışı Metal Madenlerinde Çevre Koruma Teknolojileri ve Bunların Uygulanması

Sh.A.Altayev & M.Zh.Zhangaliyeva

SSE The Kunayev's Institute of Mining, Almaty, The Republic of Kazakhstan

Demirdışı metal madenleri katı,sıvı, toz ve gaz formlarında olmak üzere toprağa, su kaynaklarına ve atmosfere zarar vermektedir. Kirliliğin temel sebeplerini, ticari olmayan cevher atık yığınları ve parçalanmış kayalar, cevher hazırlama atıkları, maden içinde biriken sular, maden tozları, zararlı maden atıkları (asitler,demir parçacıkları) maden yerleşimlerinden gelen atıklar ve çeşitli maden yollarından gelen tozlar olarak sıralayabiliriz. Ocakların bulunduğu çevrelerin korunması için, kirliliği ortamdan uzaklaştıran ve faydalı, işletilebilir ürünler haline getiren teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Zhezkazgan maden yatağındaki okside olmuş bakır cevherinin Aktchiy-Spasskiy bölgesinde yığma-çözüldürme metodu ile işlenmesi tanıtılmıştır. Bu işlemde ortaya çıkan katı atığın % 60'ı dolgu malzemesi yapımında kullanılmaktadır. Toz bastırmada % 10-20 arasında yersakızlı kayalar kullanılmaktadır. Bu kayalar sodyum-silika ve aktif yüzey maddeleri içerir. Bu yöntem maden yollarında ve pasa sahalarında uygulanmaktadır. Bu teknolojiler, yatırım ve işletim masraflarını 2.5 kat oranında azaltmaktadır.

Romanya Tuz Endüstrisi'nde Sürdürülebilir Kalkınma

A.L. Drăgănescu

Salina Slănic, Prahova, Romania

Romanya'da 7 bölgede tuz çıkartılmaktadır. Bunların üçünden Katı tuz (Slanic Prahova, Ocna Dej, Praid), üçünden katı tuz ve tuz solüsyonu (Ramnicu Valcea, Ocna Mures, Targu Ocna) ve birinden ise yeniden kristalleştirilmiş tuz çıkarılmaktadır. 1989 yılından bu yana tuz endüstrisi, çalışanların büyük emekleri ve teknoloji yenilenmesi aracılığıyla derin bir yeniden yapılanma süreci içine girmiştir. Bu bildiri; ekonomik, teknik, sosyal yönler gibi pek çok açıdan, son 13 yılın kısa bir betimlemesini yapmaktadır.

Zebra Tipi Linyit Yataklarının Jeolojisinden Kaynaklanan Kayıpların Belirlenmesi

N.Kolovos & D.Sotiropoulos
Public Power Corporation of Greece, Greece

A.Georgakopoulos
Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Zebra tipi linyit yatakları, değişik ebatlardaki linyit oluşumları ve kil, kum ve marn'dan oluşan steril arakatlıklardan oluşmaktadır. Maksimum miktarda bu tip yataklardan linyit çıkarılması, o sahanın geometrisinin iyi bilinmesinin yanısıra linyit ve steril arakatlı oluşumlarının kalitesinin de iyi saptanmasına bağlıdır. Zebra tipi yataklarda, uygulanacak kazı yönteminin belirlenebilmesi için elde edilecek tipteki linyit blokların teknik ve kalite özelliklerinin iyice araştırılması gereklidir. Bu tip işlemlerin uygulanması 50 cm'den ince linyit damarlarında kayba sebep olmaktadır. Diğer bir kayıp da linyit ve steril bloklar arasındaki oluşumları temizlerken meydana gelir. Bu iki tip kayıp çeşidi de jeolojik linyit kayıpları olarak adlandırılır. Bu çalışma Batı Makedonyada yer alan Ptolemais linyit madeninde 2001 ile 2004 yılları arasında meydana gelen jeolojik kayıpların hesaplanmasını kapsamaktadır. Bu bölge balkan yarımadasında yer alan en büyük linyit yatağı olup yıllık 21 milyon tonluk üretim kapasitesine sahiptir. Bu çalışmada, 1179 linyit numunesi, 36 delikten alınmış ve nem, kül oranları ve kalori değerleri ASTM standartlarına göre hesaplanmıştır. Bir delikteki toplam linyit numune kalınlığı 5.95 metre ile 55.20 metre arasında değişmektedir. Herbir deliğe düşen jeolojik formasyon sayısı 9 ile 60 arasında çeşitlilik göstermektedir. Tüm linyit numuneleri "METAL" adı verilen bilgisayar programı ile geometrisi, teknik ve kalite özellikleri gözönünde bulundurularak incelenmiştir. Kalınlığı 50 cm'den büyük ve kül oranı % 40'dan küçük olan linyit blokları alınabilir olarak kabul edilmiştir. Ölçümlerin amacı, kül oranı % 30'dan küçük, kalori değeri 1300 kcal olan linyit elde edebilmektir. Numuneler değerlendirildikten sonra, 390 blok belirlenmiştir. Bu blokların kalınlıkları 5.5 metre ile 62.60 metre arasında değişmektedir. İnce oluşumlardan kaynaklanan toplam linyit kaybı 26.44 metre olup, ayırma yüzeylerinin temizlenmesinden oluşan kayıp ise 71.10 metredir.

Kaya Mühendisliği

107 11 107 11

Yeni Binyılda Güney Afrika Madenciliği Ve Gelecekteki Yeni Teknolojilerin Tanıtılması

R.G.Gürtunca

Miningtek, CSIR, Johannesburg, Republic of South Africa

Güney afrika madenciliği, madenciliğin daha verimli ve güvenli bir şekilde yapılabilmesi için sürekli olarak kendini geliştirme ve yenileme çalışmalarının içerisinde yer almaktadır. Bu ülkede, madencilik faaliyetlerinin verimli bir şekilde yeni yüzyılda da varlığını sürdürebilmesi, birtakım yeni teknoloji ve gelişmelerin oluşturulması ile mümkün olacaktır. Güney Afrika madenciliği ülke ekonomisine büyük katkısı olan bir sektördür. Örneğin 2001 yılında, ülke ekonomisine katkısı 15 milyar civarında olup toplam gelirin % 80'ini teşkil etmektedir. Bu bildiride, özellikle altın, kömür ve plutonyum grubu metal madenlerinin günümüzdeki durumu tartışılmaktadır. Bu konularla ilgili birtakım yeni araştırma girişimleri ve teknolojileri ayrıca bu çalışmada geniş bir şekilde yer almıştır.

Yeni Bir Tahkimat Kavramı: Astar Üzerine İnce Püskürtme

H.Yılmaz

University of Witwatersrand, School of Mining Engineering, Johannesburg, RSA

S.Saydam

University of Witwatersrand, School of Mining Engineering, Johannesburg, RSA
Maden Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

A.Z.Toper

Rock Engineering Programme, CSIR Division of Mining Technology (Miningtek), Johannesburg, RSA

Kaya düşmeleri, yeraltı madenlerinde meydana gelen ve yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan kazaların başlıca sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tip kazalar, işçilerin çalışma sürelerinin büyük bir kısmını geçirdikleri aktif üretim alanlarında olmaktadır. Uygun tahkimat yöntemlerinin kullanılması, bu tip kazaları önlemede yardımcı olacaktır fakat pahalı olmaları, zaman kaybına yol açmaları çoğunlukla tercih edilmemelerine sebep olmaktadır. Alternatif destek yöntemlerinden biri olan astar üzerine ince püskürtme sistemi, uzaktan ve hızlı püskürtme yaparak madencilik faaliyetlerindeki zorlukları minimuma indirip verimliliği arttırmaktadır. Bu sistem TSL (Thin-spray-on-liner) olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntem yeni geliştirilmiş olup, madencilik faaliyetlerinde hala çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeni galeri açıldıktan sonra, bu yöntem çok hızlı bir şekilde uygulanabilir ve arına uzaklığı ayarlanabilir. Bu tahkimat sisteminin yapısı hala tam olarak anlaşılammış olup, üreticilerin tanıtımları farklılık göstermektedir. Madenin kurulumunda yada ileriki aşamalarında belli edilen standart ve gerekliliklere, bu sistemin nasıl bir uyum sağlayacağı önceden belirlenebilir. TSL yönteminin test edilmesi ve performansının saptanması için herhangi bir standart test mevcut değildir. Bu tip testler belirlendikten sonra, bu yöntemin uygulanması daha verimli bir hal alacaktır. Bu bildiri TSL sisteminin özelliklerini incelemekte ve bu yöntemin geleceği ile ilgili tahminlerde bulunmaktadır.

Kaya Saplamlarının Yük Transfer Kapasitelerinin Kısa Kapalı Hücre İtme Testi İle Belirlenmesi

N.I.Aziz & B.J.Webb

Faculty of Engineering, University of Wollongong, NSW 2522, Australia

Bu çalışmada farklı profildeki tavan saplamlarının yük transfer kapasitelerinin kısa kapalı hücre itme testi ile belirlenmesi için çeşitli türlerdeki kaya saplamlar üzerinde laboratuvar şartlarında birçok deney yapılmıştır. Bu çalışmada 70 mm kesitinde, 150 mm uzunluğunda kaya saplama numuneleri 70 mm uzunluğunda paslanmaz çelik bir hücre boyunca reçine kullanılarak yapıştırılmıştır. Bu deneyler sırasında 6 adet farklı çentik profildeki ve 2 adet çentiksiz tavan saplama testi edilmiştir. Çalışma sonucunda daha yüksek profilli saplamların daha düşük profilli saplamlara göre daha yüksek bir makaslama dayanımı ve katılığı gösterdiği belirlenmiştir. Geniş aralıklı profilleri olan saplamların en yüksek makaslama değerinde daha çok deplasmana neden olduğu gözlemlenmiş, çentiksiz (düz ve pürüzlü) saplamların ise çok daha düşük yük taşıma kapasitesi olduğu belirlenmiştir. Pürüzlü yüzeyi olan kaya saplama yüzeyinin, düz yüzeyli saplama yüzeyine oranla daha çok yük taşıma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Bu durum paslı kaya saplamlarının kapasitelerinin değerlerine göre daha fazla olduğu inancını destekler yöndedir.

Sonlu Farklılık Metodu Kullanılarak Uzunayak Panosu Çevresindeki Streslerin 3-Boyutlu Tahmini

N.E.Yaşıtlı & B.Ünver

Maden Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Türkiye’de kalın damar şeklinde büyük bir linyit rezervi bulunmaktadır. Kalın damarlarda yapılan madencilik işlemleri sonucunda oluşan tabaka karakteristiklerini tahmin etmek oldukça güçtür. Bununla birlikte, verimli bir üretimin sağlanabilmesi için, özellikle ayak arkasından tavan kömürünün geçertilerek kazanıldığı yöntemde, tabaka davranışlarının ayrıntılı olarak daha önceden değerlendirilmesi gereklidir. Yer değiştirmelerin ve ikincil gerilmelerin ayrıntılı olarak modellenmesi, en uygun üretim stratejisi için çok önemlidir. Uzunayak çevresinde oluşan gerilmeler, yerinde ölçümlerle, fiziksel modellerle ve sayısal modelleme teknikleriyle belirlenebilir. Bu çalışmada, Ömerler Yeraltı Kömür Ocağı uzunayak panosunun sayısal modellemesi ile ilgili olan sayısal çalışmalar $FLAC^{3D}$ programında gerçekleştirilmiş, M3 panosunun 3-D modeli hazırlanmış ve pano çevresinde meydana gelen gerilmeler hesaplanmıştır.

Ankara Andezitinde Çatlak Tokluğu Çalışması

S. Şener & L. Tutluoğlu

Maden Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Çatlak oluşumu sırasında kayanın gösterdiği direnç olarak tanımlanan çatlak tokluğu (fracture toughness), kayaların kırılıp parçalanma işlerinde, jeotermal enerji, petrol ve gaz rezervuarlarında, hidrolik çatlatmada ve diğer bir çok alanda kullanılan bir malzeme özelliğidir. Açılma modu olarak tanımlanan mode-I (K_{Ic}) çalışması için Ankara andezitinden alınan karotlarla hazırlanmış halka şeklindeki silindirik numuneler kullanılmıştır. Farklı numune geometrisi, çatlağın başlaması ve gelişimi gibi durumlar bir sınır eleman programı olan TDLCR, sonlu eleman programı olan FRANC2D/L ve sonlu farklılıklar programı olan FLAC kullanılarak modellenmiş ve sayısal olarak analizleri yapılmıştır. Bildiride, bu sonuçlar karşılaştırılmaktadır.

Eski ve Yeni Tünel Yükü Tespit Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Örnek

C. Ağan, A. Turabik & M.M. Güven

DSİ Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Madencilik ve jeoteknik uygulamalarda, kaya yapılarının duraylılığı, yerinde gerilmelere, kayanın mekanik özelliklerine ve yapıların geometrisine bağlanmaktadır. Duraylılık ve tahkimat türü gibi ekipman seçimleri bu parametrelere göre incelenmektedir. Bu parametreler Presiyometre, Dilatometre, yerinde makaslama, flat-jack, fotoelastisite, hidrolik kırma, termal kırma, akustik emisyon, vs. gibi teknolojik yöntemlerle bulunabilmektedir. Ancak gerek ölçüm şartlarının zorluğu ve yüksek maliyetlerden dolayı, yerinde gerilme ölçümleri çok nadir olarak mühendisler tarafından tercih edilmektedir. Bundan dolayı, son yıllarda mühendisler daha çok bilgisayar teknolojilerine yönelmişlerdir. Bu programlar 2 veya 3 boyutlu olup, yerinde gerilmeleri ve deformasyonları simüle edilebilmektedirler. Ancak, bu teknolojinin güvenilirliğini mümkün olan en üst düzeyde tutabilmek için elastik modül, kohezyon, iç sürtünme açısı, v.s. gibi parametrelerin yerinde tespit edilmesi gerekmektedir. Çünkü laboratuvar deneyleriyle elde edilen parametreler, büyük saptamalara neden olmaktadır. Aynı zamanda bilgisayar teknolojisinin de bazı zorlukları bulunmaktadır. Yüksek program fiyatları ve bu programların yüksek tecrübe gerektirmesi, mühendisleri daha kolay yol olan eski yöntemlere ve abak kullanımına yöneltmektedir. Özellikle de temel dizaynı, tünel yükü tasarımı gibi zemin ve kaya mekaniği uygulama alanlarında bu eski ve basit yöntem tercih edilmektedir. Ancak, bu kolay kaçış beklenmeyen sonuçlara neden olmaktadır.

Bu çalışmada, laboratuvar sonuçları ve Terzaghi Kaya Yükü Sistemi kullanılarak dizaynı yapılan, kıltaşında kazılan bir enjeksiyon tünelineki problemler ve duraysızlıklar incelenmektedir. Daha sonra, bu eski yöntemlerin tercih edilmemesi gerektiğini vurgulamak için bilgisayar simülasyon programında, bu tünel yeniden dizayn edilmiştir.

Endonezya Ombilin Kömür Madeninde Zemin Kontrol Problemleri ve Galeri Açma Makinasının Kullanımı

K.Matsui & H. Shimada

Department of Earth Resources and Mining Engineering, Kyushu University, Fukuoka, Japan

H. Furukawa

Japan Coal Energy Center, Tokyo, Japan

H.Z. Anwar

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Bandung, Indonesia

Japon Kömür Enerji Merkezi, JCOAL (Japan Coal Energy Center) ve PTBA (PT. Tambang Batubara Bukit Asam) arasında. "Ombilin III Şev Projesi" ile ilgili sözleşme 1998 yılında yapılmıştır. Bu proje kapsamında desandrenin hazırlık sistemi yeni bir yeraltı kömür madeni açmak için önerildi ve Endonezya'nın yerel kömür üretimindeki artışı karşılayabilmek için Ombilin III 2000'li yıllarda faaliyetlerine başladı. Bildiride, Ombilin kömür madenlerindeki iki ana desandrenin hazırlık performansları ile zemin kontrol problemleri tartışılmaktadır.

Gol-E-Gohar Demir Madeninde Şev Dayanımı

A. Bagherian & K. Shahriar

Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

Derin sahalara kayan maden çalışmaları genellikle gerilim dağılımında değişikliğe yol açar. Bu tür değişiklikler, Sirjan'ın güneybatısına yaklaşık 60 km uzaklıkta İran'ın Kerman ilinde bulunan Gol-E-Gohar açık ocak demir madeninin farklı kısımlarında çökme ve dayanım problemlerine sebep olmaktadır. Bu sorunlar maden çalışmaları derinleştikçe daha görünür bir hal alacaktır. Yeraltı sularının yüksek basıncı ve şev duvarlarını kesen süreksizlik sistemleri (faylar, katmanlaşma yüzeyleri) madenin şev dayanımını etkileyen ana sebepler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için FLAC programı kullanılarak sayısal değerlendirmeler yapılmıştır. Modelleme için gerekli olan girdi değerleri arazi çalışmaları, süreksizliklerin haritalanması, nokta yükleme indeksi deneyi ve Schmidth çekiç deneyi ve laboratuvar deneyleri (basma ve makaslama dayanımlarını belirlemek için) yapılarak sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar madende gözlenen gerçek değerlerle iyi bir uyum göstermiştir.

Classmass Bilgisayar Programı Kullanılarak Kaya Kütle Sınıflandırması Yapılması

A.H. Deliormanlı & T. Onargan

Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

Bu çalışmada jeolojik dayanım indeksi (GSI), kaya kütle kalitesi (Q) ve MRMR kaya kütle sınıflamaları için geliştirilen bir bilgisayar programı olan ClassMass'in tanıtımı yapılmıştır. Program ana bilgi tabanı tarafından kontrol edilen çoklu alt bilgi tabanından oluşmaktadır. Bu bilgi tabanları, kayacın fiziksel ve yapısal bir çok özelliğini kullanarak hesaplama yapmaktadır. Program sonucu elde edilen kaya kütle sınıflamaları değerleri ile yeraltı yapılarının dizaynında kolaylıklar sağlanabilmektedir.

Ayakdolgusu Numuneleri için Uygun Çimento Miktarının Belirlenmesi

E. Yılmaz & A.Kesimal & B.Erçiktı & I.Alp

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

Bu çalışmada ağırlıkça yüzde 3 ile 7 arasında değişen çimento miktarının, ayak dolgusunu mekanik gerinimi üzerindeki etkisi 6'' ile 7'' arasında değişen farklı slump lar üzerinde incelenmiştir. Ayak dolgusu numuneleri, A ve B adındaki iki örnek hazırlama artığı kullanılarak yapılmıştır. Bu numuneler önceden belirlenmiş zaman aralıklarında sınırlanmamış sıkıştırma gerinim testine tabi tutulmuşlardır. Sonuçlar göstermiştir ki, A numunesi için optimal çimento miktarı, 1.387 Mpa basınç altında ve 28 günlük periyod içinde 7.0'' slump da ağırlıkça %7 oranındadır. B numunesi için, 28 günlük periyod ve 0.812 Mpa'lık en yüksek sıkıştırıcı basınç altında, 6.0'' slump da, ağırlıkça % 7'lik çimento miktarı olarak saptanmıştır. Bu iki numune arasında ortaya çıkan fark örneklerin hazırlanmasında kullanılan atıkların farklı minerolojik, kimyasal ve tane boyutunda olmalarına bağlanabilir.

Mekanizasyon

Küçük Ölçekli Metal Madenlerinde Mekanizasyonun Önemi ve Türk Maadin AŞ Örneği

Ş. Eskikaya

İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul

S. Aydın

Türk Maadin A.Ş., İstanbul

ÖZET: Ülkemizdeki madencilik faaliyetleri, büyük bir çoğunlukla "küçük ölçekli madencilik" çerçevesinde gerçekleşmektedir. Bunlar, genellikle emek-yoğun, yani düşük verimli olarak çalışmakta ve ekonomik şartlardaki ufak değişikliklerden bile etkilenerek, çalışmalarını geçici bir süre için veya bazen de tamamen durdurmaktadırlar. Ne var ki, küçük oldukları için esasen çeşitli zorluklar içinde olan "küçük ölçekli madenler" in varlıklarını sürdürebilmeleri için çalışmalarının ekonomik olması zorunludur. Bu husus, bilinen yüksek tenörlü cevher yataklarının giderek tükenmesi sonucu, daha düşük tenörlü cevher yataklarında çalışılmak mecburiyetinde kalınan ve buna ilaveten, başta işçilik olmak üzere, her kalemdeki ana girdilerin, hatta bazen enflasyonun bile üzerinde artış gösterdiği ülkemiz krom madenciliği için de geçerlidir.

Türk Maadin AŞ dünyadaki teknolojik gelişmeleri iyi takip ederek evvela Kavak'ta, sonra da Tavas'ta olmak üzere, tüm ocaklarında mekanizasyona geçmiştir. Bu geçişte temel araç "LHD makineleri" olup, temel yöntem de, "yukarıdan aşağıya dilimli suni tavanlı dolgu sistemi" dir. Bu iki değişiklikle ulaşılan mekanizasyon sonucunda elde edilen maliyet düşüşleri fevkalade olup, bugün Türk Maadin AŞ' nin ayakta kalmasının başlıca nedenidir.

ABSTRACT: Most of the mining companies in Turkey are in the categories of "small scale mines" . On the other hand, mining sector needs large capital requirement with considerable high rate of investment risk with a long period of return on investment and also quickly influenced by the world market price fluctuation. Thus, many small scale private mining companies hesitate, or even avoid, to pay attention to the technological developments and consequently, they face either a bottleneck in their business or go into bankruptcy upon a very minor crisis happened in the world market.

Until very recently, the Kavak and Tavas chromite Mines were, like most of the small scale mines in Turkey, unmechanised operations. However, especially in Kavak, as mining has gone deeper and deeper each year, so costs have gradually risen. About some 20 years ago, Türk Maadin AŞ set out to combat this escalation by introducing some system of mechanization, most importantly the use of LHD machines for ore handling.

1 GİRİŞ

Ülkemizdeki maden işletmelerinin önemli bir kısmı "küçük ölçekli", keza gene diğer önemli bir kısmı da "orta ölçekli" işletmeler sınıfına girmektedir. Bu sınıflamaya esas olan çeşitli kıstaslar olmakla birlikte, genellikle kabul görenlerden biri, yeraltı işletmeleri için yıllık 5.000–50.000 ton/yıl tuvenan üretim miktarı olmaktadır. Bu değer, orta ölçekli işletmeler için 50.000–500.000 ton/yıl olarak ifade edilmektedir. Ülkemizdeki belli başlı madenleri "işyeri sayısı, işyeri başına üretim, çalışan başına katma değer ve genel randıman" gibi verilerle gösteren Çizelge 1 incelendiğinde, "taşkömürü,

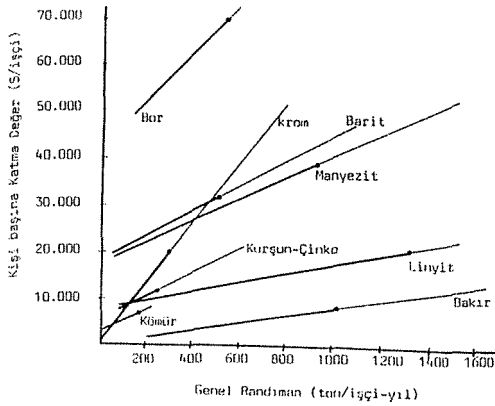
linyit, bor ve demir" bir yana bırakılacak olunursa, diğer madenlerin hepsinin de, üstelik alt sınıra yakın bir şekilde "küçük ölçekli madenler" sınıfına girdiği görülmektedir.(Arioğlu & Yılmaz, 2001) Bu "küçük" olmanın, hemen tüm dünyada aynı olan ve yapısından ileri gelen olumsuzluklarına ilaveten, ülkemizde bir de yatırım sorunu vardır: 1985'de işyeri başına 352.000\$ civarında olan yatırım miktarı, 1997'lerde 134.000\$a kadar düşmüştür.(Çizelge.1)

Gerek yatırım azlığı gerekse rezerv ve boyutların küçüklüğü, küçük ölçekli madenlerin, dolayısıyla ülkemiz madenciliğinin "başlıca handikapı" nı oluşturmaktadır. Kişi başına katma değer açısından

bakıldığında da, "bakır, kömür, kurşun-çinko, linyit ve krom" üretimi ile sağlanan katma değerın, kişi başına 20.000\$'ın da altında kaldığı görülmektedir.(Şekil.1)

Çizelge 1 Belli Başlı Madenlerimizle İlgili İşyeri Sayısı, İşyeri Başına Üretim, Katmadeger ve Randıman.(Arıoğlu & Yılmaz 2001)

Madenler	İşyeri Sayısı	İşyeri başına üretim (ton)	Katmad eğer (\$/çalışan).	Randıman (ton/çalışan)
T.kömürü	5	1.109.067	4.648	174.099
Bakır	5	575.099	12.583	1.060.633
Bor	6	290.365	63.265	593.514
Demir	19	265.524	28.251	2.038.840
Linyit	235	199.706	21.891	1.305.253
Manyezit	41	30.486	41.359	976.265
Barit	10	21.139	20.841	511.129
Krom	79	15.184	23.621	298.525
Kur-Çinko	21	12.644	8.006	251.452
Antimon	5	4.608	4.824	96.359



Şekil 1. Madencilik Sektöründe Çalışan Başına Düşen Katmadeger (Arıoğlu & Yılmaz 2001)

Bu olumsuzlukların giderilmesi için, küçük ölçekli madenlerin "emek-yoğun" nitelikten kurtulması, dolayısıyla da bir şekilde mekanizasyona geçmeleri şarttır.

2 TÜRK MAADİN AŞ (TMS)'DEKİ MEKANİZASYON UYGULAMASI

Ülkemizin en eski ve köklü maden şirketlerinden biri olan Türk Maadin AŞ zoru başarmış ve kısır

döngüyü kırarak mekanizasyona geçmiştir.1980'li yılların ortasında, Kavak'taki Erenler Ocağı'nda bir LHD makinesinin kullanımıyla başlayan uygulama, alınan çok iyi sonuçlar üzerine, önce Kavak'taki ana ocakta, sonra da Tavas'ta devam ettirilerek, bugün TMS' de 19 LHD' nin çalıştığı bir konuma gelmiştir. Bu durumun sektördeki diğer küçük ölçekli madenleri, mekanizasyona geçme yolunda cesaretlendirmesi halinde, ülke madencilikinin bundan çok büyük yarar sağlayacağında şüphe yoktur.

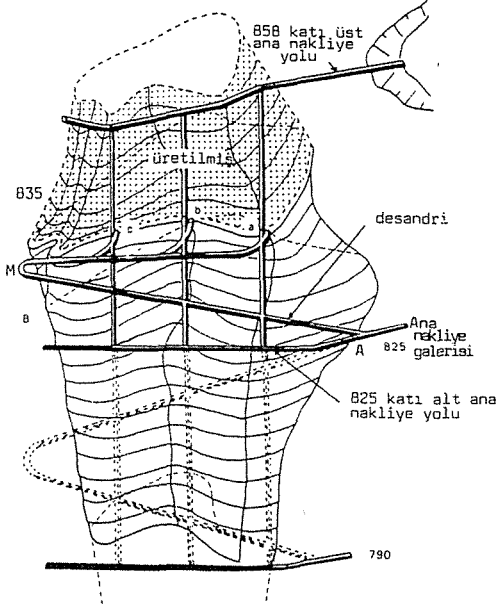
2.1 LHD Makinelerinin Kullanılmasında dikkat edilecek hususlar

En önemli şartlardan birisi, yürüdüğü zeminin sert olmasıdır. Bu sebeple Kavak'ta, kurulduğu günden beri uygulanmakta olan "aşağıdan yukarıya dilimli dolgulu metod" terk edilmiş ve yerini "yukarıdan aşağıya dilimli, dolgulu metod" a bırakmıştır. Böylece LHD'ler, gerek galerilerde gerekse üretim ceplerinde sağlam zemin üzerinde hareket etme imkanına kavuşmuşlardır. Sistemin getirdiği diğer yararlar da daha sonra değinilecektir. LHD uygulaması için gerekli diğer şartlardan birisi, yol meylinin hiçbir şekilde % 30'un (17° nin) üzerine çıkmaması, diğeri de, dönüşlerin kolay olabilmesi bakımından uygulamadaki "Wagner HST-1A Scooptram" modelleri için en az 3,5 m dış yarıçaplı kavislere ihtiyaç duyulmasıdır. Bir diğer önemli konu da, egzoz gazı dolayısıyla, havada meydana gelecek kirlenmedir. Bu sorun da, makinenin arka şasisine egzoz gazlarının sıcaklığı ile çalışan bir "platinum catalitic converter" konularak aşılacaktır. Bu alet karbonmonoksit ve hidrokarbon gazlarını okside ederek, zararsız derecede karbondioksit ve suya çevirmektedir. Alet makine çalıştığında veya egzoz gazları 200-250° C 'ye ulaştığında çalışmaya başlamaktadır. Çalışma ömürleri birkaç bin saat olarak verilmektedir.

2.2 Erenler Ocağı

İlk LHD uygulamasının yapıldığı Erenler Ocağı, ana ocağın 1 km kadar güneyinde olup 1983 yılında faaliyete geçmiştir. Cevher teşekkülü bantlı bir yapıdadır ve boyutları "67 m yükseklik, 65 m uzunluk ve 25 m genişlik" olacak şekildedir. 858 m kotundan başlayıp 60-65° meyille güneyden kuzeye doğru uzanmaktadır. Cevher tenörü % 35-42 Cr₂O₃ arasındadır. Erenler Ocağı'ndaki uygulamadan kısaca bahsedilecek, detay bilgiler, asıl uygulamanın yapıldığı, ana ocak anlatılırken verilecektir. Erenler' deki cevher kütlelerinin, 855 ile 825 ve 825 ile 790 kotları arasında iki bloka ayrılarak üretilmesi planlanmıştır (Şekil.2). 825 m kotundaki ana nakliye

galerisinden A noktasında %11 meyilli bir desandri ayrılmakta. 835 kotuna ulaştıktan sonra (M noktası). LHD' nin rahatça hareket edebileceği bir kavisle sağa dönmekte ve üst ana nakliye yolu olarak devam etmektedir.



Şekil 2: Erenler Ocağında LHD kullanımına uygun olarak yapılan hazırlıklar

İki kat, dolayısıyla buradaki iki ana nakliye yolu birbirlerine, şekilde a, b, c ile gösterilen 3 fere (bür) ile bağlanmaktadır. Dikdörtgen şekilli ve ağaç tahkimatlı olan bu ferelerin, üretim seviyesi ile üst ana yol arasında kalan kısmı 3 gözlü olup bunlardan ikisi malzeme ve dolgu nakliyesi için, bir tanesi de insan giriş-çıkışı için kullanılmaktadır. Üretim kotunda, ceplerden LHD ile alınan cevher ferelere getirilerek, alt ana nakliye yoluna akacak şekilde cevher gözüne boşaltılmaktadır. Azami LHD taşıma mesafesi, gerek cevher kitlesinin boyutlarının değişmesi gerekse ferelerin konumlarından dolayı değişmekle birlikte, ekonomiklik açısından bu mesafenin hiçbir şekilde 100 m'yi geçmemesine dikkat edilmelidir.

2.3 Kavak Ana Ocak' taki Uygulama

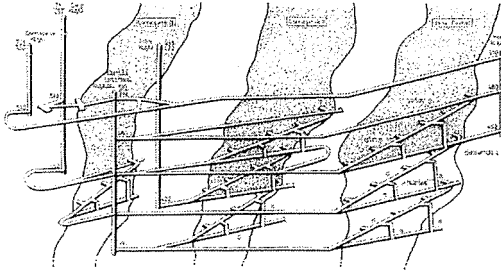
2.3.1 Cevher Bloklarının Konumu

1930 yılında faaliyete geçen *Kavak Krom İşletmesi*, halen ulaştığı deniz seviyesinden itibaren 375.ci metredeki üretimi ile dünyadaki en derin krom ocaklarından biri, belki de birincisidir. Keza m²'ye düşen 160 tondan fazla rezerv yoğunluğu ile de, benzer ocaklar içinde az rastlanır bir özellik göstermektedir. 450 ton/gün tuvenan cevher işleme kapasiteli konsantratörü ise, Türkiye'nin en eski konsantratörü olup halen % 87 randımanla çalışmakta ve % 54 Cr₂O₃ ile en zengin konsantre ürünü vermektedir.

Ana ocakta ikisi filon ve biri de, sonradan bulunmuş olan, adese şeklinde, sırasıyla "*Çamaşırılık II, Çamaşırılık III ve Yeni Cevher*" isimli üç cevher bloku bulunmaktadır. *Çamaşırılık II* cevherinin, 55° ile sürfazdan başlayan meyli, 573 kotundan itibaren 75-80° ye ulaşmakta ve dikleşerek, 422 kotuna kadar kuzey-batı güney-doğu istikametinde uzanmaktadır. Bu kottan itibaren meyil yeniden düşmekte ve 45-50° ile doğudan batıya doğru yatmaktadır. Kalınlığı en geniş ve en dar yerinde sırasıyla ortalama 50 ve 20 m. uzunluğu da, gene en büyük ve en küçük olduğu yerlerde 100 ve 50 m dolaylarındadır. Bu bloktaki üretim halen 375 kotunda devam etmektedir. *Çamaşırılık III* cevheri de sürfazdan itibaren 65-85° arasında değişen bir meyille kuzey-batı'dan güney-doğu' ya doğru yatmaktadır. % 20-25 Cr₂O₃ mertebesinde oldukça düşük tenörlü olan ve ihtiva ettiği silikatlar dolayısıyla sert ve sağlam yapılı karakterdeki bu cevher bloku en geniş ve en dar olduğu yerlerde 40 ile 10 m. en uzun ve kısa olduğu yerlerde de 75 ve 30 m boyutlara sahiptir. Bu blokta üretim, halen 422 kotunda devam etmektedir. *Çamaşırılık III* cevherine çok yakın olarak oluşan adese şeklindeki "*Yeni Cevher*" in boyutları ise, eni en dar yerinde 5 m. en geniş yerinde 12 m; boy ise en uzun olduğu yerde 200 m. en kısa olduğu yerde de 150 m şeklindedir. Bu bloktaki üretim de 409 kotunda sürmektedir.

2.3.2 İşletme Sistemi

"*Yukarıdan aşağıya dilimli, suni tavanlı, dolgulu*" olan bu yeni işletme sisteminin ana hatları Şekil 3.4 ve 5 de verilmiş bulunmaktadır. Şekil 3, ana ocaktaki üç cevher blokunu ve kuyularla ana yolları, batı tarafından bakılmış olarak izometrik görünüş şeklinde vermektedir. Şekil 4 ise sistemin detaylarını, "*Yeni Cevher*" e uygulandığı şekli ile ve kuzeydoğudan güneybatıya bakılmış olarak göstermektedir. İşletme metodunun ayrıntıları ise Şekil 5' de verilmiştir. Şekil 3, 4 ve 5 ayrıntıların daha iyi görülebilmesi için ayrıca, tam boyutlu halde metnin sonuna, Ek 1, Ek 2 ve Ek 3 olarak ilave edilmiştir. (Şekil 3)



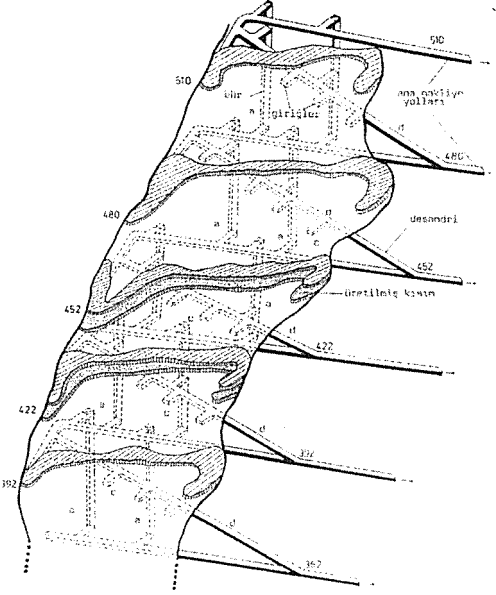
Şekil 3: Kavak Ana Ocak'taki Üç Cevher Blokunun ve Kuyularla Galeri ve Desandrilerin Batı'dan Bakılmış İzometrik Görünüşü. (Şeklin basitliği için bazı galeriler, desandriler ve fereler gösterilmemiştir. Aynı sebepten dolayı ferelerin üretim seviyesi üzerinde kalan kısımları da gösterilmemiştir.)

Bu yeni işletme sisteminde cevher blokları 30 m kalınlığında bölümlere ayrılmakta ve bu kalınlığa uygun olarak taban taşında kalacak şekilde, üst ve alt seviyelerde iki galeri sürülmektedir. Şekil 3 ve 4'deki, yukarıdan aşağıya 510, 480, 452, 422, 392... kotlarında sürülmüş olan galeriler bu türdendir. Şekil 5' de "üst ana yol" ve "alt ana yol" olarak gösterilen bu galeriler, birbirlerine ferelerle bağlanmışlardır. (Bu fereler Şekil 3 ve 4' de "a" ile, Şekil 5' de de u-p ile gösterilmiştir.). 30 m kot farklı bu iki seviye, dolayısıyla bu seviyelerde sürülen iki galeri veya üst ve alt ana yol ayrıca, şekillerde "d" ile gösterilen desandrilerle de birbirlerine bağlanmışlardır. Desandrilerin meyilleri, LHD'lerin çalışabilmesi açısından % 11-12 civarındadır. Dilim kalınlıkları 2.95~3 m olacağı için, desandrilerden, bu kalınlığa tekabül edecek şekilde cevhere girişler yapılmaktadır. Şekillerde bu girişler "c" ile gösterilmiştir.

İlk dilim, üst ana yolun 3 m kadar altında teşkil edilmektedir. Şekil 5b'de de görüldüğü gibi, "c" yoluyla cevhere girildikten sonra, cevher içinde sağa ve sola doğru cevher blokunun sınırlarına kadar ilerlenmekte, sonra da 3.36 x 2.69 x 2.56 m boyutunda trapez şekilli ceplerle cevher üretilmektedir. Şekil'den de anlaşılacağı gibi üretim cepleri, LHD'lerin kolayca girip çıkabilmeleri için, cevher içi yol ile 45° açı teşkil edecek şekilde, diyagonal olarak teşkil edilmişlerdir. Delme-patlama yoluyla üretilen cevher, LHD'ler tarafından alınarak, cevher içi yoldan "1" bağlantı yoluna getirilmekte ve fereye dökülmektedir. LHD'ler dönüşlerinde de, üst ana yoldan, gene feredeki dolgu gözünden üretim seviyesine indirilmiş olan dolgu

malzemesini almakta ve üretim cebinin yanındaki, dolgu yapılan cepe götürmektedir.

LHD'lerin böyle hem gidiş hem de dönüşlerinde taşıma yapmaları, tüm hareket periyodunun faydalı iş ile doldurulmuş olması sonucunu doğurur ki, ekonomiklik açısından önemli bir avantajdır. Üretimin, cevherin dış sınırlarından başlayarak merkeze doğru ilerletilmesi(Şekil 5b), cevher içi yolu başta olmak üzere, üretim seviyesindeki stabilite için gerekli ve önemli bir husustur.

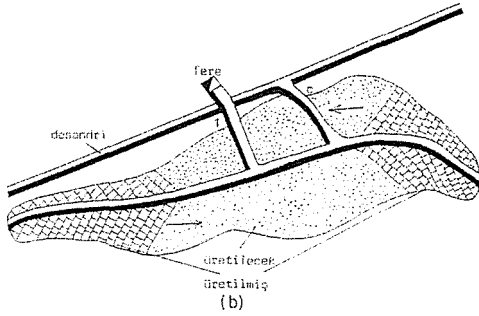
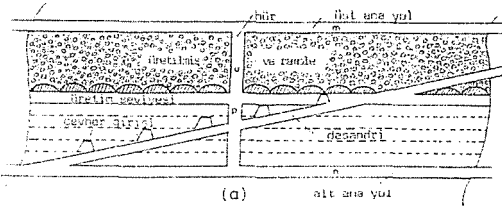


Şekil 4: Yeni İşletme Sistemi ve LHD Uygulaması İçin Yeni Cevherde Yapılan Hazırlık Çalışmaları. (Kuzeydoğudan güneybatı istikametindeki görünüş. Basitlik için cevher girişlerinin hepsi gösterilmemiştir.)

Aynı çerçevede önemli olan bir diğer husus da, sağlı sollu sürülen ceplerde önce tavan taşı tarafındaki ceplerin alınması lazım geldiğidir.

Ferelerden indirilen cevherler vagonlara doldurularak, dahili kuyular vasıtasıyla 452 katına getirilmekte, oradan da 6 ton kapasiteli bir skip tesisi ile yeryüzüne çıkarılmaktadır.

Cevheri alınmış cebin tabanına, suni tavanı teşkil etmek üzere ağaç kalaslar döşenmekte ve üzeri dolgu malzemesi ile doldurulmaktadır. Ocak içi hazırlıklardan veya arama amaçlı galeri sürmelerden elde edilen dolgu malzemesi, daha önce de değinildiği gibi, üst ana yoldan fereler vasıtasıyla üretim seviyesine indirilmektedir.



Şekil 5: Yeni İşletme Sisteminin Detayları
a) Kesit b) Plan

2.3.3 LHD Model seçimi ve LHD performans değerlendirmesi

Türk Maden AŞ' nin ocaklarında kullanılabilen en uygun LHD tipi, uzun, dikkatli ve mukayeseli bir araştırmadan sonra "Atlas Copco Wagner HST-1A scooptram" olarak seçilmiştir. Yüksekliği 186 cm, eni 122 cm olan 0.67 m³ kepçe kapasiteli ve minimum 180 cm dönme yarıçaplı olan bu LHD, dizel motoru ile çalışmakta ve hidrostatik bir transmisyon ile saatte 0-12 km hız yapabilmektedir. Cevherlerle dolduğu zaman kepçe yükü 1360 kg kadar olmaktadır.

Ana ocak şartlarında üretim cepleri ile fereler arasındaki en uzun taşıma mesafesinin 100 m olacağı ve LHD' lerin gidişte cevher, dönüşte de dolgu malzemesi taşıyacağı göz önünde bulundurularak yapılan bir çalışmaya göre, makinenin bir tam periyodu için gerekli süreler Çizelge 2' de verilmiştir.

Bu verilere dayanarak makine performansı konusunda yapılan detaylı bir analiz 2 no.lu kaynakta verilmiştir. Bu analize göre, 2 adet LHD makinesi ana ocakta üretilen günlük 220-230 tonluk üretimi ve gerekli dolgu malzemesini taşıdıktan başka, artan sürede de arama faaliyetlerinde kullanılmaktadırlar. Şu ana kadar makine çalışmalarında sürelerle ilgili herhangi bir sorunla karşılaşmamıştır. Şekil 6' da ana ocakta çalışan bir LHD makinesi için yapılan iş-zaman ettirdi sonuçları görülmektedir.

Çizelge.2 Ana Ocak' ta Kullanılan HST-1A Modeli LHD' nin Bir Tam Periyodu İçin Gerekli Süreler

Olay	Gerekli Süre	
	Minimum	Maximum
Kepçe Doldurma (Cevher)	5	10
Dolu Taşıma (Cevher)	40	50
Kepçe Boşaltma (Cevher)	5	10
Kepçe Doldurma(Dolgu)	5	10
Dönüş Yolu (Dolgu)	40	50
Kepçe Boşaltma(Dolgu)	5	10
Üretim Cebine Dönüş(Boş)	5	10
Toplam Periyod Süresi	105	150

Görüldüğü gibi, 6 saatlik fiili çalışma süresine göre, efektif iş yapma yüzdesi % 60 olmaktadır ki, bu dünyadaki uygulamalar içinde iyi bir orandır. 8 saatlik tüm vardiya süresini esas alan incelemede de, sonuçlar gene dikkate değer ölçüde iyi ve memnuniyet vericidir.

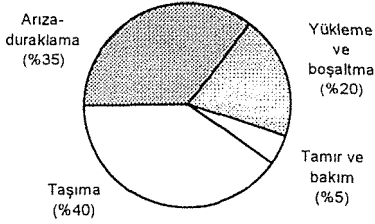
3 TAVAS OCAKLARINDAKİ UYGULAMA

3.1 Genel

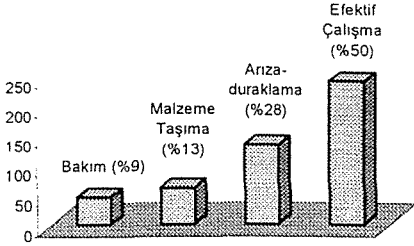
Tavas'da Türk Maden AŞ tarafından işletilen 6 adet ocak vardır. Bu ocaklarda daha önce çalışılmış, cevherli zonun bilinen kısımları alınmış ve artık cevher kalmadığı düşüncesiyle, ocaklar hemen hemen terk edilmişlerdir. LHD' lerin kullanılması sonucunda, arama işlerinin hem kolaylaşması ve kısılması hem de eskisine nispetle çok daha ucuz olması dolayısıyla, yoğun arama faaliyetleri yapılmış ve yeni rezervler bulunmuştur. İlk kullanıldığı ocak olması ve ayrıca, diğer ocaklardaki çalışmaların da benzerliği dolayısıyla, sadece Merkez Ocak' taki mekanizasyon uygulamasının anlatımıyla yetinilecektir.

Şekil 7 de, Merkez Ocak' ta LHD' lerin kullanılması sonucu bulunan cevherin sınırlarını gösteren plan görünüş (a) ile, hazırlık amacıyla sürülmüş olan galeriler ve desandrinin düşey projeksiyonu (b) görülmektedir. Eski üretim X ve Y noktalarındaki mostralardan girilerek yapılmıştır.

LHD' lerin kullanıldığı yeni çalışmalar ise A-A' yatay galerisinin altındaki bölgede gerçekleştirilmiştir. A-A' yatay galerisinin konumu ile, B noktasından başlayıp E noktasında dönüş yaparak F noktasında cevher sınırı dışına çıkan B-E-F desandrisinin durumu Şekil 7a ve b de verilmiştir. Desandri meyili, gene LHD hareketine uygunluk açısından % 11-12 kadardır. Şekil 7b' deki 1, 2, 3, 4... noktaları cevhere giriş yerlerini göstermektedir.

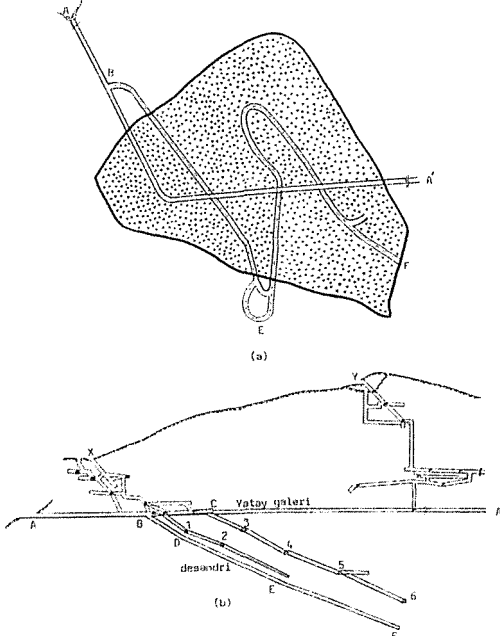


a) 6 saatlik çalışma süresine göre



b) 8 saatlik tüm vardiya süresine göre

Şekil 6: Kavak Krom Madeninde Çalışan Bir LHD Makinası İçin Yapılan İş-Zaman Etüdü Sonuçları.



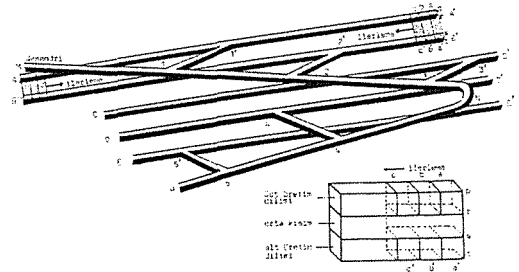
Şekil 7: Tavas Merkez Ocak'taki cevher görünüşü ve üretim hazırlıkları.

a) Plan b) Düşey Projeksiyon

3.2 Mekanizasyon Uygulaması

Tavas'taki uygulama Kavak ocaklarında olduğundan biraz farklıdır. Zira Tavas Cevheri'nin kalınlığı en büyük olduğu yerde 4 m olup, cevher içinde birkaç metre uzunluğunda yatay cep sürülmesine imkan vermektedir. Dolayısıyla üretim, deyim yerindeyse "dikey dilimler" halinde gerçekleştirilmektedir.

Sistemin ayrıntıları Şekil 8'de verilmiş bulunmaktadır. Daha iyi takip edilebilmesi açısından, keza bu şeklin de tam boyutlusu Ek 4 olarak metnin arkasına eklenmiştir. Meyili 30° olan Merkez Ocak Cevheri'nin boyutları, düşey olarak 40 m, eğim doğrultusunda da 80 m'dir. Şekil 8'de de görüldüğü gibi, cevher 10'ar metrelik dilimlere ayrılmış ve bu dilimlerin alt ve üstlerinden, taban taşında kalmak üzere, A-A', B-B', C-C', D-D' ve E-E' yatay galerileri sürülmüştür. Cevhere girişler, cevhere boydan boya kateden %12 eğimli M-N-P desandrisinden 1-1', 2-2', 3-3', 4-4' ve 5-5' kısa galerileri ile yapılmaktadır. 10 metrelik dilimin 3 m'lik üst dilimi (p-r) ve gene 3 m'lik alt dilimi (s-t), delme patlatma yapılarak alınmakta, ortada kalan kısım (r-s) ise sağılmak suretiyle alt dilimden alınmaktadır. (Şekil 8)



Şekil 8: Tavas Merkez Ocak'ta, Yeni Sistem ve LHD Kullanımı ile Yapılacak Üretim, Taban Taşında Gerçekleştirilmiş Olan Hazırlık Çalışmaları

4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Türk Maden AŞ sahip olduğu krom ocaklarında "yukarıdan aşağıya dilimli suni tavanlı dolgu" sisteme geçiş LHD' lerle uygulama başladıktan sonra, sağlanan faydaları şu şekilde sıralamak mümkündür:

-Kazaların ortadan kalkması

Madencilikte, özellikle de insan hayatını ilgilendiren emniyet konusunun ne kadar önemli olduğu

şüphesizdir. Bu açıdan bakıldığında yeni sistemde TMS`deki kaza oranının hemen hemen sıfıra inmesi, ilk sırada belirtilmesi gereken hususlardan biri olmaktadır.

-Üretim hızının ve verimliliğin artması

Eski sistemde 10.45 m³ olan cep hacmi, yeni sistemde % 144 artarak 25.46 m³ olmuştur. Hacim genişlemesinin sağladığı rahat çalışma ortamından dolayı verim artmıştır. Ayrıca aynanın daha stabil olmasından dolayı daha uzun delik delme imkanı doğmuş, bu da her patlatma sonucu alınan cevher miktarında artışa yol açmıştır. Artış oranı % 140 olup, 37 tondan 89 tona çıkmıştır.

-Ağaç sarfiyatında azalma

Eski sistemde, arazideki muazzam basınç dolayısıyla, gerek galerilerde gerekse ceplerde büyük deformasyonlar olmaktadır. Bu sebeple "galeri tahkimatı, arına kapak yapma ve tarama işleri"nden dolayı metre ilerleme başına 0.665 m³ ağaç sarfedilmekteydi. Yeni sistemde ise, arazi basıncındaki azalma dolayısıyla, normal tahkimatın dışındaki ağaç sarfiyatı tamamen kalkmıştır. Eskisine göre, suni tavan için ilave bir ağaç sarfiyatı doğmasına karşı, yeni sistemdeki sarfiyat, % 51 nispetinde azalarak, metre ilerleme başına 0.3286 m³ olmuştur. Birim değerler olarak, eski sistemde ton başına 0.0350 m³ veya 1.975\$ olan ağaç sarfiyatı yeni sistemde sırasıyla 0.0173 m³ ve 0.976 \$'a düşmüştür.

-İşçilikteki azalma

Gerek arazi basıncındaki düşme dolayısıyla tahkimat işçiliğindeki azalma, gerekse ve özellikle, LHD`lerin kullanılmasından dolayı yükleme taşıma işçiliğinde azalma, toplam olarak ton başına 4.55\$ mertebesinde bir tasarrufa yol açmıştır.

-Üretim kaybındaki azalma

Eski sistemde, gerek patlatma sonucu üretilen cevher, gerekse tavan basıncı dolayısıyla ezilip akan cevher tabandaki dolgu arasında karışmakta, dolayısıyla geri kazanılması da mümkün olmamaktaydı. Bu kayıp, *Yeni Cevher`in* özellikle yüksek tenörlü ve kırılan orta kısmında daha fazlaydı. Bu kaybın % 8-10 mertebede olduğu tahmin edilmektedir. Yeni sistemde bu tür kayıplar tamamen önlenmiştir. Yılda 100.000 ton üretim için elde edilen bu kazanç 8.000-10.000 ton cevher demektir.

-Düşük tenörlü cevherlerin ekonomik olarak üretilebilmesi imkanı

Maliyetlerin düşüşü ve verimin artması sonucu, eski sistemde ekonomik olmayan cevherler de, artık üretilebilir duruma gelmişlerdir. Bunun ise, hem ülke kaynaklarından daha çok yararlanma hem de yeni iş alanları açılması bakımından önemi aşıkardır.

-Arama kolaylığı ve yeni rezervler bulma imkanı

Maliyet ve randıman bakımından oluşan elverişli ortam dolayısıyla arama faaliyetleri artmakta ve yeni rezervlerin bulunması kolaylaşmaktadır. Son 15-20 yılda Türk Maadin AŞ`nin bulduğu yeni rezervlerin hemen tümü, LHD`ler kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. LHD`ler olmasaydı bu rezervlerin bulunması mümkün olmayacaktı.

Sonuç olarak, yeni işletme sistemi ve LHD kullanımı dolayısıyla önemli ölçüde tasarruflara gidildiği, *Kavak Ocağı* dikkate alındığında, bu tasarrufların, ton başına ağaç tüketiminde % 51, üretim-taşıma ve dolgu işçiliğinde % 71 ve tahkimat işçiliğinde de % 65 mertebesinde olduğu görülmektedir. Metinde sayılan diğer avantajlar da göz önüne alındığında, halen çeşitli ocaklarında çalışan toplam 19 LHD ile üretim ve arama faaliyetlerini sürdürmekte olan Türk Maadin AŞ`nin, krom sektörünün bugün içinde bulunduğu kriz ortamında bile varlığını ve faaliyetlerini sürdürmesinin sebebi anlaşılacaktır.

Hernekadar, Türk Maadin AŞ`deki uygulamaları yerinde tetkik edip örnek alarak, aynı metodu kullanıp mekanizasyona geçmiş bazı ocaklar varsa da, bunun daha da yaygınlaşması, gerek sektör gerekse ülke yararları açısından arzu edilen bir husustur. "*Hiç denenmemişe karşı olan doğal tereddüt*" ün, "*deneneni*" örnek olarak giderilmesi ve madencilik sektöründeki küçük ölçekli diğer ocakların da, şartların elverdiği ölçüde, bu uygulamalardan yararlanması, bu tebliğin başlıca amaçlarından biridir.

KAYNAKLAR

- Arioğlu, Engin & Yılmaz, Ali Osman 2001 Ülkemiz madencilik sektörünün küçük ve orta ölçekli işletmeler bazında incelenmesi. *Mamder* sayı:1 sayfa:55-72.
- Eskikaya, Şinasi & Aydın, Selahattin Ekim 2000 Expectation and realization: Fully achievement of the objectives in terms of profitability and safety in Kavak chrome mine 18th World Mining Congress, Las Vegas, USA.



Tam Mekanize Uzunayaklarda Üretimi Etkileyen Faktörler

M. Yavuz & H. Ankara

Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

S.G. Erçelebi

İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

ÖZET: Yakın bir gelecekte dünyanın birçok yerinde ekonomik olarak işletilebilecek açık ocak kömür rezervleri tükeneyeceği için yeraltı mekanize madenciliği uygun bir maliyetle insanlığın artan enerji ihtiyacını karşılamak zorunda kalacaktır. Bundan dolayı, madencilik şirketleri yeraltı kömür rezervlerinden üretim yapmak zorundadırlar. Üretim kapasitesini artırmak ve madencilik maliyetlerini düşürmek için ileri seviyede mekanizasyon uygulanması zorunludur. Bu çalışmada, tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörler belirlenmiş ve basit bir şekilde sınıflandırılmıştır. Bütün faktörler değerlendirilmiş ve tam mekanize kömür panolarının üretimine etki eden en önemli olanları belirtilmiştir.

ABSTRACT: Underground mechanized mining has to provide more coal for mankind's increasing energy demand, at a suitable cost, due to the fact that open pit reserves will not be operated economically in the near future in most part of the world. Therefore, mining companies have to produce coal from underground coal reserves. In order to increase the production capacity and to decrease the mining costs, high level of mechanization should be employed. In this study, factors that have great impact on longwall productions are determined and categorized. All of these factors are evaluated and the most important factors effecting longwall panels' production are stated.

1 GİRİŞ

Bu çalışmada, tam mekanize uzunayaklardan yapılan üretimin en üst seviyeye çıkartılabilmesi için neler yapılması gerektiği konusunda değerlendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla, tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörler belirlenmiştir. Tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörlerin bazılarının karar vericiler tarafından kontrol edilebildiği, bazılarının ise karar vericinin kontrolü dışında geliştiği gözlenmiştir. Genellikle, doğadan ve jeolojik sınırlamalardan kaynaklanan olumsuzluklar Kontrol edilemeyen faktörler başlığı altında toplanmaktadır. Karar verici tarafından kontrol edilebilen faktörler ise, genellikle mekanik veya başka bir değişle mühendislik sınırlamalarından kaynaklanan Mühendislik Faktörleri başlığı altında incelenmiştir. Tam mekanize uzunayakta üretimde problem yaşanmaması ve en yüksek üretim değerlerine erişilebilmesi için detaylı analizlerin yapılması son derece önemlidir.

2 KONTROL EDİLEMİYEN FAKTÖRLER

Karar verici tarafından değiştirilemeyen faktörler kontrol edilemeyen faktörler olarak adlandırılırlar. Uzunayak madenciliğinde üretimi etkileyen damarın derinliği, damarın kalınlığı, damarın karakteristikleri, bölgesel jeoloji ve tabaka mekaniği kontrol edilemeyen faktörlerdir. Ortamda bulunan su da kontrol edilmeyen faktörlerdendir. Kömür ve çevre kayalarındaki metan konsantrasyonu ve daha önce yapılan çalışmaların panolara olan etkileri yine birer kontrol edilemeyen faktör olarak ifade edilmektedir.

Kontrol edilemeyen faktörler:

1. Damarın derinliği.
2. Damarın kalınlığı ve karakteristikleri.
3. Bölgesel jeoloji,
4. Tabaka mekaniği.
5. Hidrolojik koşullar olarak ifade edilmektedir.

2.1 Damarın derinliği

Tam mekanize uzunayaklarda damar derinliği arttıkça tahkimat üzerine gelen yüksek basınç etkileri nedeniyle üretim olumsuz yönde etkilenir.

2.2 Damarın kalınlığı ve karakteristikleri

Kömür damarının kalınlığı ve doğrultusu, eğimi, sertliği, kayanın ince damarcıklara ayrılması ve ara kesmeler gibi damar karakteristikleri kesici makinenin seçiminde ve güç ihtiyaçlarının belirlenmesinde ana tasarım parametreleridir. Yüksek üretim seviyelerine erişilecek sorunsuz panolarda yada bölgenin özelliklerine göre seçilmiş ekipmanla çalışılması gereklidir.

2.3 Bölgesel jeoloji

Uzunayaklarda yaşanan en büyük problemlerden bir tanesi, belki de en önemlisi jeolojik yapıdır. Tam mekanize uzunayaklarda üretim sırasında ortaya çıkan jeolojik olumsuzluk direk olarak sistemin performansını incelediği için istenmeyen unsurlardır. Pano geometrisini belirleyen etkenlerden birincisi bölgesel jeoloji olduğu için üretimi etkileyen en önemli faktör dolayısıyla bölgesel jeolojidir.

2.4 Tabaka mekaniği

Üretimi yapılan uzunayak çevresinde daha önce çalışılmış olan panoların çevre kayalar üzerinde bırakmış olduğu basınç birikimleri uzunayaklarda üretimi etkileyen önemli unsurlardan birisidir. Tabaka mekaniğinin uzunayak üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için çevre kayalarının kaya kütle sınıflamaları, gerilme dağılımları, taban kabarması miktarı ve yeryüzü çöküntü miktarları belirlenmeli ve göçme mekaniği çalışmaları yapılmalıdır.

2.5 Hidrolojik koşullar

Tam mekanize uzunayaklarda üretim periyodu sırasında istenmeyen bir olumsuzluk da ayakta ortaya çıkan su problemidir. Özellikle tam mekanize kömür panolarında su gelirinün üretim sırasında ortaya çıkması üretimi aksatacaktır. Yürüyen tahkimat üniteleri tabana batacak, ayak ilerlemesinde problemler yaşanacak ve ayak ekipmanları sudan olumsuz yönde etkilenecektir. Bu nedenle, uzunayakta çalışmaya başlamadan önce detaylı hidrolojik analizler yapılmalıdır.

3 KONTROL EDİLEBİLEN FAKTÖRLER

Karar vericinin kontrolü altında olan faktörler kontrol edilebilen faktörler olarak adlandırılırlar.

Kontrol edilebilen faktörleri ayrıca Mühendislik faktörleri olarak da isimlendirebiliriz. Tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen başlıca faktörler;

1. Pano geometrisi,
2. Ekipmanların güvenilirliği ve kullanım oranı,
3. Zincirli oluk kapasitesi,
4. Zincirli oluk motor gücü,
5. Zincirli oluk kopma mukavemeti,
6. Damardan gelebilecek gaz emisyonu,
7. Ayaktaki tozluluk,
8. Ayak iklimi,
9. Kesici-yükleyici makine gücü,
10. Kesici-yükleyici makine kazı yüksekliği,
11. Kesici-yükleyici makine tur zamanı,
12. Dolgu sistemi,
13. Uzunayak taşınması.

olarak alt başlıklara ayrılmaktadır.

3.1 Pano geometrisi

Pano geometrisi tam mekanize uzunayaklarda üretilen en önemli faktördür. Gerek ayak uzunluğunun ve gerekse pano uzunluğunun değeri arttıkça ayaktaki üretim miktarının arttığı bilinen bir gerçektir. Daha yüksek üretim kapasitelerine daha uzun ayak boylarında ulaşılmaktadır. Ayak uzunluğu arttıkça makinelerden faydalanma daha artmakta yüksek üretim miktarlarına erişilmektedir. Pano uzunluğu değeri ise doğrudan ayak teçhizatının bir panodan diğerine taşınması ile ilişkili olduğundan üretimi etkilemektedir. Daha uzun pano boyutlarında mekanize uzunayak teçhizatı daha az taşınmakta ve dolayısıyla taşıma sırasındaki üretim kayıpları engellenmektedir.

3.2 Ekipmanların güvenilirliği ve kullanım oranı

Güvenilirlik bir ekipmanın işletme koşulları altında belirli bir zaman periyodu içerisinde arızasız veya amacına uygun olarak çalışma olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Erçelebi, 1991).

Kullanım oranı maden makineleri gibi tamir ve bakımı mümkün olan sistemlerde performans ölçümlerinde en çok kullanılan güvenilirlik kavramlarından bir tanesidir. Kullanım oranı, bir ekipman veya makinenin bulunduğu çalışma şartlarında kendisinden istenilen işlevi yerine getirebilme olasılığıdır. Kullanım oranı, amaca uygun olarak üç ana grupta incelenmektedir. Bunlar Mekanik kullanım oranı, Fiziksel kullanım oranı ve Efektif kullanım oranıdır. Makinenin gerçekte üretim için kullanıldığı süre Efektif kullanım oranı ile hesaplanmaktadır. Efektif kullanım oranı (K_{OE});

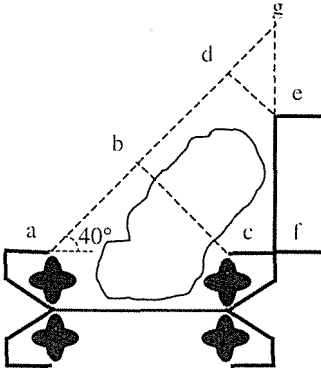
$$K_{OE} = \frac{S_E}{S_T} \times 100 \quad (1)$$

olarak ifade edilir ve burada S_F : Fiili iş süresi (dk). S_T : Toplam süre (dk) olarak ifade edilir. Eğer efektif kullanım oranı çok düşük ise, bu makinenin işletmeye gerçekte ne kadar faydalı olduğu detaylı olarak incelenmelidir. Oranın düşük olma nedenlerinin mekanik nedenlerden mi yoksa idari nedenlerden mi kaynaklandığı, uygun kullanım oranlarına bakılarak analiz edilmelidir (Erçelebi, vd., 1999).

3.3 Zincirli oluk kapasitesi

Tam mekanize uzunayaklarda üretim verimliliği zincirli oluk ile kesici-yükleyici makinenin uyumuna direk olarak bağlıdır. Kesici-yükleyici tarafından kazılarak zincirli oluk üzerine yüklenen kömürün hiçbir aksama olmadan taşınması gereklidir. Bu nedenle zincirli oluk taşıma kapasitesi ile kesici-yükleyici makinenin üretim kapasitesinin birbirleriyle orantılı olması gereklidir.

Zincirli oluk kapasitesini doğru bir biçimde hesaplayabilmek için, öncelikle zincirli oluk üzerinde taşınan malzemenin yığın açısının bilinmesi ve taşınan malzemenin gerçek kesit alanının hesaplanması gereklidir.



Şekil 1. Zincirli oluk faydalı kesit alanı (Guppy ve Whittaker, 1970).

Birim zamanda kesici-yükleyici makine tarafından üretilecek olan kömür hacmi (H_{CUK}):

$$H_{CUK} = D_K \times K_D \times H_{KYK} \quad (2)$$

olur. Burada, K_D : Damar kalınlığı (m). D_K : Kesici-yükleyici makine kazı derinliği (m), H_{KYK} : Kesici-yükleyici makine kesme hızı (m/dk) olarak ifade edilmiştir. Bu durumda, birim zamandaki kesici-yükleyici makine tarafından üretilen kömür hacminin, zincirli oluk tarafından taşınması gereklidir. Zincirli oluğun birim zamandaki taşıma kapasitesi (Kp_{ZO}) ise:

$$Kp_{ZO} = Ag_k \times (H_{ZO} \pm H_{KYK}) \quad (3)$$

olur. Burada, Ag_k : Zincirli oluk tarafından taşınacak maksimum yük yada başka bir deyişle zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (kg/m), H_{ZO} : Zincirli oluk hızı (m/dk), γ_k : Kömürün yoğunluğu (kg/m^3) olarak verilmiştir. Optimum koşullarda kesici-yükleyici makine ile zincirli oluk arasında bulunması gerekli olan uyum ilişkisi:

$$Ag_k \times (H_{ZO} \pm H_{KYK}) = D_K \times K_D \times H_{KYK} \times \gamma_k \quad (4)$$

olarak alınır (Guppy ve Whittaker, 1970). Eşitliğin sol tarafındaki " \pm " işareti kesici-yükleyici ile zincirli oluğun aynı veya ters yönde çalışmaları ile değişmektedir. Şayet ters yönde çalışma durumu varsa işaret "-", aynı yönde çalışma söz konusu ise işaret "+" olarak alınmalıdır. Tam mekanize uzunayaklarda zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (Ag_k);

$$Ag_k = \frac{Ge_{ZO} \times Y_{ZOT}}{2} \times \gamma_k \times Rd_y \quad (5)$$

olarak hesaplanır. Burada, Ge_{ZO} : Zincirli oluğun genişliği (m). Y_{ZOT} : Zincirli oluk talazlığının yüksekliği (m). Rd_y : Zincirli oluk yükleme randımanı olarak ifade edilmiştir.

3.4 Zincirli oluk motor gücü

Kesici-yükleyici makinenin tam kapasite ile çalıştığı herhangi bir üretim anında, ayak uzunluğu boyunca maksimum doluluk miktarına ulaşan zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığının motorlar tarafından çekilebilmesi dolayısıyla, motorların bu miktardaki kömürü çekebilecek güce sahip olması gereklidir. Aksi halde üretim direk olarak olumsuz bir şekilde etkilenecektir.

Zincirli oluk motor gücünün hesaplanması ve tasarımı yapılabilmesi için zincirli oluk ünitelerinde oluşan kayıpların, zincir ve paletler gibi yardımcı ünitelerdeki sürtünme kayıplarının, taşınan ürün yoğunluklarının, zincir hızının, taşınan malzeme ünite ağırlıklarının ve kesici-yükleyici makine performans verilerinin bilinmesi gereklidir. Zincirli oluk motor gücü hesaplaması için gerekli adımlar aşağıda verilmiştir (Davison ve Dawson, 1986). Boş haldeki zincirli oluk için kW cinsinden gerekli motor gücü (Gu_{BZO});

$$Gu_{BZO} = \frac{Ag_{ZP} \times 2 \times U_A \times k_{CCS} \times H_{ZO} \times Gu_{UKI}}{76,1 \times Rd_{MK}} \quad (6)$$

olarak hesaplanır. Burada, Ag_{ZP} : Zincirli oluk zincir ve palet ağırlıkları (kg/m), U_A : Uzunayak uzunluğu (m), k_{CCS} : Çelik ile çelik arasındaki sürtünme

katsayısı. H_{ZO} : Zincirli oluk hızı (m/dk). $G_{U_{ZK}}$: Uzunayakta oluşan kıvrımlar için gerekli ilave güç (yüzde olarak). Rd_{MK} : Zincirli oluk için mekanik randıman. olarak verilmiştir. Bu bağıntıda kullanılan ve "L" değerinin önünde ifade edilen "2" katsayısı zincirli oluğa ait olup boş zincirli olup için altta bulunan zincirlerin etkisini ifade etmek için kullanılmıştır.

Dolu durumdaki zincirli oluk için kW cinsinden gerekli motor gücü ($G_{U_{DZO}}$):

$$G_{U_{DZO}} = \frac{A_{gK} \times U_{ZOKY} \times k_{KCS} \times H_{ZO}}{76,1 \times Rd_{MK}} \quad (7)$$

olur. Burada, A_{gK} : Zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (kg/m). U_{ZOKY} : Zincirli olukta kömür ile dolu uzunluk (m). k_{KCS} : Kömür ile çelik arasındaki sürtünme katsayısıdır.

Hesaplanan motor güçleri statik sürtünme sabitleri ile hareketli sürtünme sabitlerinin bölümüyle çarpılarak toplam motor gücüne ulaşılmaktadır. Yani:

$$G_{U_{TZO}} = \frac{k_{CCDS}}{k_{CCS}} \times G_{U_{DZO}} + \frac{k_{KCS}}{k_{CCS}} \times G_{U_{DZO}} \quad (8)$$

olarak bulunur. Burada, $G_{U_{TZO}}$: Toplam zincirli oluk gücü (kW), k_{CCDS} : çelikle çelik arasındaki durgun haldeki sürtünme katsayısı. k_{KCS} : Kömürle çelik arasındaki durgun haldeki sürtünme katsayısıdır.

3.5 Zincirli oluk kopma mukavemeti

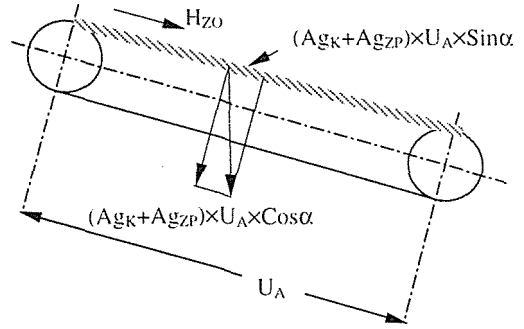
Tam mekanize uzunayaklarda üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen faktörlerden birisi de zincirli oluk zincirinin üretim faaliyetleri sırasında kopmasıdır. İyi bir tasarımı uygun özelliklerde zincir kullanılarak bu olumsuzluk giderilmelidir Şekil 2'de bir zincirli oluk üzerinde tasarım parametreleri yer almaktadır.

Zincir gerilmesi dört önemli nokta dikkate alınarak oluğun yüklü ve boş (alt) bölüm için hesaplanır. Zincirli oluğun yüklü olan üst bölümü için hesaplanan gerilme (Gr_{ZU}) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$G_{ZU} = (A_{gK} \times k_{KS} + A_{gZP} \times k_{CS}) \times U_A \times \cos \alpha \pm (A_{gK} + A_{gZP}) \times U_A \times \sin \alpha \quad (9)$$

burada, A_{gK} : Zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (kg/m), A_{gZP} : Zincirli oluk zincir ve palet ağırlıkları (kg/m), k_{KS} : Kömür ile çelik arasındaki sürtünme katsayısı. k_{CS} : Çelik ile çelik arasındaki sürtünme katsayısı. α : Ayağın eğimi ($^\circ$). olarak verilmiştir. Yukarıdaki bağıntıdan da görüldüğü gibi, kömür ayak eğimine karşı taşıyorsa bağıntıya

gelecek olan işaret "-" tam tersi yönde taşıyorsa da işaret "+" olarak alınır.



Şekil 2. Uzunayaktaki bir zincirli oluk için tasarım parametreleri (Peng ve Chiang, 1984).

Zincirli oluğun yüklü olmayan alt bölümü için hesaplanan gerilme (Gr_{ZA}) ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Gr_{ZA} = A_{gZP} \times U_A \times (k_{CCS} \times \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (10)$$

Ayakta üretim sırasında tahkimatların arına ötelenmesi ile zincirli oluk üzerindeki kıvrımlaşmanın da dikkate alınmasıyla zincirli oluk boyunca oluşacak maksimum statik gerilme:

$$Gr_M = 1,21 \times (Gr_{ZU} + Gr_{ZA}) \quad (11)$$

olarak bulunur.

Sonuç olarak zincir dayanımı, D_{YZ} (kg/cm^2), açıkça belirtilen minimum emniyet göstergesi kullanılarak seçilmiştir. Ortadan tek zincir düzenli oluk için (Peng ve Chiang, 1984):

$$D_{YZ} = \frac{D_{YZK}}{Gr_M} \geq 3,5 \quad (12)$$

ve ortada çift zincir düzenli oluk için ise:

$$D_{YZ} = \frac{2 \times D_{YZK} \times s_Y}{Gr_M} \geq 3,5 \quad (13)$$

olarak hesaplanmalıdır. Burada, D_{YZK} : Zincirin kırılma dayanımı (kg/cm^2), s_Y : Zincirli oluk için yükleme sabiti olup 0.85 olarak alınmaktadır.

3.6 Damardan gelebilecek gaz emisyonu

Damardan gelebilecek gaz emisyonu uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörlerin önemlerinden bir

tanesidir. Üretim sırasında damardan gelebilecek metan emisyonu üretim durmasına yada aksamasına neden olur. Uzunayaklarda ayak uzunluğu metan gazı içeren damarlarda metan emisyonuna göre boyutlandırılır. Damardan gelen gaz emisyonuna göre ayak uzunluğu aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilir (Vorobjev and Deshmukh, 1966):

$$U_A = \frac{864 \times H_{AMH} \times Ac_{UA} \times K_D \times \varphi \times Mk_{HDM}}{Em_{CH_4} \times S_{YGT} \times D_K \times \gamma_K \times Y_K \times s_V \times \delta} \quad (14)$$

burada, H_{AMH} : Ayak içindeki maksimum hava hızı (m/sn), Ac_{UA} : Uzunayak içindeki en dar açıklık (m), K_D : Kömür damarının kalınlığı (m), φ : Havalandırma sabiti (Çelik tahkimat kullanılan ocaklar için 0.85 olarak alınır), Mk_{HDM} : Hava dönüş yolunda izin verilen maksimum metan miktarı (%), Em_{CH_4} : Metan emisyonu (m^3/ton), S_{YGT} : Kesici yükleyici makinenin günlük tur sayısı, D_K : Kesici yükleyici makine kazı derinliği (m), γ_K : Kömürün yoğunluğu (ton/m^3), Y_K : Kazı yüksekliği (m), s_V : Havalandırma için verim sabiti, δ : Göçüğe kaçan hava için sabit olarak tanımlanmıştır.

3.7 Ayaktaki toz lülük

Uzunayak üretim faaliyetlerini kesintiye uğratan veya yavaşlatan olumsuzluklardan bir tanesi de ayakta oluşan toz durumudur. Tozun önlenmesi için yapılacak olan çalışmalar üretimi olumsuz yönde etkileyecektir. Üretilen ton başına tüvenan kömürden oluşan uçabilir toz miktarı (Mk_{KVOT}) aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilir (Peng ve Chiang, 1984);

$$Mk_{KVOT} = 0,02832 \times \frac{Kn_{VOT} \times H_{CTKHV} \times Z_{TO}}{Mk_{VV}} \quad (15)$$

burada, Kn_{VOT} : Vardiya başına ortalama toz konsantrasyonu (mg/m^3), H_{CTKHV} : Toz konsantrasyonunun ölçüldüğü yerde hava hacmi (m^3/dk), Z_{TO} : Toz örnekleme zamanı (dk), Mk_{VV} : Vardiyada yapılan üretim miktarıdır (ton).

3.8 Ocak iklimi

Ocak havasının hızı, sıcaklığı ve nemine ocak iklimi denir. Yerüstünden belirli bir sıcaklık ve nemde ocağa giren hava, ocak içerisinde dolaşırken büyük değişikliklere uğrar. Ocak iklimi, ocakta çalışanlar için son derece önemlidir. Ocak iklimindeki bozulmalar ocak çalışanları üzerinde olumsuz etkilere neden olacak ve dolayısıyla verimli bir üretim faaliyeti gerçekleştirilemeyecektir. Bu nedenle ocak içerisine istenilen kalitede hava verilmesi son derece önemlidir.

İstenilen derinlikteki "C^o" cinsinden kayaç sıcaklığının (Sc_{DK}) hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$Sc_{DK} = Sc_K + \frac{D_{KSB} - D_{KSO}}{Gr_J} \quad (16)$$

burada, Sc_K : Kayaç sıcaklığı (C°), D_{KSB} : Kayaç sıcaklığı bilinen derinlik (m), D_{KSO} : Kayaç sıcaklığının ölçüldüğü derinlik (m), Gr_J : Jeotermik gradyan olarak alınmıştır.

Yeraltında çalışan makinelerin elektrik motorlarından alınan her kilowatt güce karşılık 14.33 kcal/dk ısı açığa çıkar. Makinelere kaynaklanan °C cinsinden sıcaklık artışı (Ar_{MKS}) aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır (Önce ve Saraç, 1986);

$$Ar_{MKS} = \frac{Gu_{EMA} \times 860,4}{Is_{HV} \times \gamma_h \times Mk_{UAIHV} \times 60} \quad (17)$$

burada, Mk_{UAIHV} : Uzunayaktan geçen hava miktarı (m^3/dk), Is_{HV} : Havanın özgül ısısı (0.24 kcal/ m^3 °C), γ_h : Havanın yoğunluğu (1.25 kg/m^3), Gu_{EMA} : Elektrik motorundan alınan güç (kW), olarak alınmıştır. Sonuçta yukarıda verilen değerlerin yerine konması ile sıcaklık artışı (Ar_{MKS}) aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$Ar_{MKS} = \frac{48 \times Gu_{EMA}}{Mk_{UAIHV}} \quad (18)$$

3.9 Kesici-yükleyici makine gücü

Uzunayak içerisinde mekanize kazı aracı olarak kullanılan kesici-yükleyici makinenin performansı gerçekte direk olarak üretimi ifade etmektedir. Bu nedenle uygun kesici-yükleyici makine kullanılarak yüksek üretim kapasitelerine erişilmelidir. Kesici-yükleyici makinenin kW cinsinden güç ihtiyacı (Gu_{KY}) aşağıdaki bağıntı ile bulunabilir (Cominec, 1976);

$$Gu_{KY} = (T_{SE} \times H_{KY} \times Ge_T \times K_D) \times 60 \quad (19)$$

burada, T_{SE} : Kesici-yükleyici makinenin spesifik enerji tüketimi (kW/saat), H_{KY} : Kesici-yükleyici makine nakliyat hızı (m/dk), Ge_T : Tambur genişliğini (m), K_D : Kömür damarının kalınlığını (m), ifade etmektedir.

Kesici-yükleyici makine için spesifik enerji tüketimi (T_{SE}) ise kesme kuvvetinin bir fonksiyonudur ve aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir;

$$T_{SE} = \frac{(8,84 + 0,6776 \times K_V \cdot^{-2,7 \times D_K})}{1000} \quad (20)$$

burada, K_{VK} ; Kesme kuvvetini (N), D_K ; Kesici-yükleyici makinenin kazı derinliğini (m), ifade etmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde spesifik enerji tüketiminin orta sertliğe sahip kömür için 0.424 ve sert kömür için ise 0.840 kWsaat/m değerleri civarında olduğunu göstermiştir (Manula ve Mukherjee, 1978).

3.10 Kesici-yükleyici makine kazı yüksekliği

Tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörlerden birisi de kesici-yükleyici makinenin kazı yüksekliğinin damar şartlarına uygun olarak seçilmemesidir. İstenilen yükseklikteki kömürü kesemeyen kesici-yükleyici makine üretim kayıplarına neden olur. Bu nedenle, kazı yüksekliğine uygun makine seçilmelidir. Kazı yüksekliği metre cinsinden (Y_K) aşağıdaki bağıntı ile ifade edilebilir (Peng ve Chiang, 1984);

$$Y_K = Y_{KYG} - \frac{D_{KYG}}{2} + U_{KYKL} \times \sin \rho + \frac{C_{PT}}{2} \quad (21)$$

burada; Y_K : Kazı yüksekliği (m), Y_{KYG} : Kesici-yükleyicinin gövde yüksekliği (m), D_{KYG} : Kesici-yükleyicinin gövde derinliği (m), U_{KYKL} : Kesici-yükleyici kol uzunluğu (m), ρ : Kol maksimum yüksekliği yükseldiği zaman oluşan yatay çizgi ile kol arasındaki açı ($^\circ$), C_{PT} : Kesici-yükleyici tambur çapı (m), olarak ifade edilmiştir.

3.11 Kesici-yükleyici makine tur zamanı

Tur zamanı tam mekanize uzunayaklarda üretim fonksiyonları açısından son derece önemlidir. En kısa sürede bir havelik kömürün kesilmesi ve yeni havede kesime başlanması arzu edilen durumdur. Kesici-yükleyici makinenin belli bir kazı derinliğindeki kömürü bütün ayak boyunca kesme süresi veya bir have kömürü kazmak için harcadığı süreye tur zamanı denir. Tur zamanını hesaplarken kesici-yükleyici makinenin ayağın taban yolundan kesim işlemine başladığı kabul edilmiştir. Tur zamanının (Z_T) hesaplanması için gerekli parametreler şunlardır (Cominec, 1976); Y_K : Kazı yüksekliği (m), U_A : Ayak uzunluğu (m), U_{KYM} : Kesici-yükleyici makine manevra uzunluğu (m), U_{KYTA} : Kesici-yükleyici makinenin iki tamburu arasındaki uzunluk (m), H_{KYT} : Kesici-yükleyici makine temizleme hızı (m/dk), H_{KYK} : Kesici-yükleyici makine kesme hızı (m/dk), Z_{TB} : Tambur pozisyon değişim zamanı (dk), γ_K : Kömürün yoğunluğu (ton/m^3).

Yarım ayak yöntemi için tur zamanı;

$$Z_{YT} = \left[\frac{U_A}{H_{KYK}} + \frac{U_A}{H_{KYT}} + 2 \times Z_{TB} \right] \times \frac{1}{K_{OE}} \quad (22)$$

veya Kesici-yükleyici makinenin temizleme hızı ve kesme hızı arasında "c" gibi bir katsayının varlığı kabul edilirse;

$$H_{KYT} = c \cdot H_{KYK} \text{ olur ve;}$$

$$Z_{YT} = \left[\frac{U_A}{H_{KYK}} \times \left(\frac{1+c}{c} \right) + 2 \times Z_{TB} \right] \times \frac{1}{K_{OE}} \quad (23)$$

burada K_{OE} , efektif kullanım oranıdır.

Ayak başı yöntemi için tur zamanı;

$$Z_{AT} = \left[\frac{2 \times U_{KYM}}{H_{KYK}} + \frac{U_{KYM}}{H_{KYT}} + \frac{U_A + U_{KYM} + U_{KYTA}}{H_{KYK}} + 3 \times Z_{TB} \right] \times \frac{1}{K_{OE}} \quad (24)$$

veya

$$Z_{AT} = \left[\frac{U_{KYM}}{H_{KYK}} \left(\frac{1+2 \times c}{c} \right) + \frac{U_A + U_{KYM} + U_{KYTA}}{H_{KYK}} + 3 \times Z_{TB} \right] \times \frac{1}{K_{OE}} \quad (25)$$

olarak bulunur.

3.12 Dolgu sistemi

Tam mekanize kömür madencilğinde kazı hızı ile uyumlu olarak yapılan taban yollarının tahkimatı ve topuk bırakılmayan uygulamalarda bir önceki panonun alt taban yolunun bir sonraki panonun üst taban yolu olarak kullanılması durumunda dolgu uygulaması gerekli olmaktadır. Uzunayak ilerleme hızı ile dolgu hızının birbiri ile orantılı olması gereklidir. Eşzamanlı bir çalışma yapılmaz ise üretim faaliyetlerinin durdurulması gereklidir. Bu amaçla dolgu sisteminin bileşenlerinin tasarımı en uygun şekilde yapılmalıdır. Çeşitli araştırmacılar tarafından bu amaçla çalışmalar yapılmıştır.

Almanya'da yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda dolgu genişliği ile damar kalınlığı arasında aşağıdaki ilişkiler bulunmuştur. Damar kalınlığının 2 m'yi aşmadığı durumda (Tatar ve Köse, 1990);

$$G_{eD} = 0.6 \times K_D + 0.365 \quad (26)$$

burada; K_D : Kömür damarının kalınlığı (m), G_{eD} : Dolgu genişliği (m), olarak alınmıştır. Şayet damar kalınlığı (K_D) 2 m'yi aşarsa;

$$G_{eD} = 0.6 \times K_D \quad (27)$$

ifadesi kullanılmaktadır. Bu durumda, dolgu tesisinin kapasitesi (ton/saat), K_{PD} ;

$$Kp_D = \frac{3,6 \times A_{NBK} \times H_{DKP}}{I} + \frac{I}{\gamma_{BH} \times Kn_H \gamma_{DM}} \quad (28)$$

olarak hesaplanır. Burada: A_{NBK} : Nakliyat borusunun kesit alanı (m^2), H_{DKP} : Dolgu karışımının püskürtme hızı (m/sn), γ_{BH} : Basınçlı havanın özgül ağırlığı (kg/m^3), Kn_H : Havanın konsantrasyonu, γ_{DM} : Dolgu malzemesinin özgül ağırlığı (kg/m^3), olarak alınmıştır.

3.13 Uzunayak ekipmanının yeni bir panoya taşınması

Tam mekanize uzunayaklarda ayak taşınması üretimi etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesidir. Ayak ekipmanlarının sökülüp, yeni panoya taşınması ve monte edilmesi sırasında geçen zamanlar direk olarak üretim kesintisine neden olmaktadır. Uzunayak panolarının olabildiğince uzun seçilerek bir kömür sahasından en az ayak taşınması yapılarak üretim faaliyetlerinin tamamlanması arzu edilen durumdur. Çin'de uygulamada oluşturulan yaklaşık 5 km uzunluğundaki uzunayaklarda ayak taşınması yapılmamakta, zaten pano sınırında ekonomik ömrünü yitiren ekipmanlar yeraltında bırakılarak yeni üretim panosunda yeni ekipmanlar kullanılmaktadır (Taşkın).

4 ÜRETİM HESAPLAMALARI

Tam mekanize uzunayaklarda üretim hesaplamalarında dikkate alınacak temel ölçüt, pano rezervi ve günlük üretim miktarlarının belirlenmesidir. Uzunayakta kömür üretimi iki ana bölümde yapılmaktadır. Bunlardan birincisi uzunayak hazırlıkları sırasında sürülen taban yolları ve kılavuz galerilerinden elde edilen üretimdir. İkincisi ise uzunayak çalışması ile yapılan üretimdir.

Uzunayak üretimleri sırasında açılan hazırlık galerileri eğer kömür içerisinde açıyorsa hazırlık üretimleri söz konusudur. Hazırlık işleri sırasında yapılan üretimleri başlıca iki ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan birincisi olan ana nakliyat yolunun açılması sırasında yapılan üretim:

$$Ur_{ANY} = A_{ANY} \times U_S \times \gamma_K \quad (29)$$

burada; Ur_{ANY} : Ana nakliyat yolundan yapılan üretim (ton), A_{ANY} : Ana nakliyat yolu kesit alanı (m^2), U_S : Kömür sahasının uzunluğu (m), γ_K : Kömürün yoğunluğudur (ton/m^3).

İkincisi ise taban yollarının açılması sırasında yapılan üretimdir:

$$Ur_{TY} = A_{TK} \times S_{TY} \times U_P \times \gamma_K \quad (30)$$

burada; Ur_{TY} : Taban yollarından yapılan üretim (ton), S_{TY} : Her bir pano için sürülen taban yolu sayısı, A_{TK} : Taban yolu kesit alanı (m^2), U_P : Pano uzunluğu (m), γ_K : Kömürün yoğunluğu (ton/m^3) olarak ifade edilmiştir.

Uzunayaktan yapılan üretim pano boyutlarını da içine alan hacmi içerir. Pano uzunluğu, ayak uzunluğu ve damar kalınlığı veya başka bir deyişle kazı yüksekliği kadar hacim uzunayak çalışmaları ile üretilecektir. Uzunayaklarda yapılan üretimlerde iki durum söz konusudur. Bunlardan bir tanesi Damar kalınlığı ile kazı yüksekliğinin eşit olduğu durum:

$$Ur_{UAT} = (U_A \times (U_P - Ge_{ET}) \times K_D \times \gamma_K) \times S_{YP} \quad (31)$$

olarak bulunur. Burada Ur_{UAT} : Uzunayaktan yapılan toplam üretim (ton), Ge_{ET} : Taban yolunda bırakılan emniyet topuğunun genişliği (m), K_D : Damarın kalınlığı (m), γ_K : Kazı yüksekliği (m), γ_K : Kömürün yoğunluğu (ton/m^3), S_{YP} : Kömür sahasında oluşturulacak pano sayısıdır.

Bir diğeri de damar kalınlığı ile kazı yüksekliğinin eşit olmadığı durum (Göçertmeli yöntem):

$$Ur_{UAT} = [(Y_K + (K_D - Y_K) \times Y_{KZ}) \times (U_A \times (U_P - Ge_{ET}) \times \gamma_K)] \times S_{YP} \quad (32)$$

olarak bulunur. Burada Y_{KZ} : Arka kömürünün kazanım yüzdesidir.

Günlük üretim miktarının belirlenmesi için aşağıda verilen bağıntıdan faydalanılır.

$$Ur_{GU} = \frac{Z_{GC} \times 60}{Z_T} \times U_A \times K_D \times D_K \times \gamma_K \quad (33)$$

olarak hesaplanmıştır. Burada Z_{GC} : Günlük çalışma zamanı (saat) olarak alınmıştır.

5 SONUÇLAR

Bu çalışmada tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörler belirlenmiş ve detaylı olarak incelenmiştir. Sürekli bir çalışmanın yapıldığı tam mekanize uzunayaklarda istenilen üretim kapasitelerine ulaşabilmek, verimli ve emniyetli bir çalışma ortamı sağlayabilmek için uzunayak panolarının tasarımı ve üretim süreçlerinde son derece titiz davranmak gereklidir. Bu nedenden dolayı, uzunayak bileşenlerinin her birinin detaylı analizleri ile en uygun çalışma koşulları araştırılmalı ve üretimin en üst düzeye çıkarılması amacıyla çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Cominco. 1976. Conceptual Design of an Automated Longwall Mining System. *Final Report. Submitted to United States Department of The Interior Bureau of Mines*. Denver, Colorado, USA. pp. 409.
- Davison, I. and Dawson, B.. 1986. The Application of 2300 Volts to Longwall Equipment. *USA Longwall Conference*. Pennsylvania, USA. pp. 305-343.
- Erçelebi, S. G.. 1991. *A systematic reliability and availability analysis of mechanized coal mining systems*. PhD Thesis. Columbia University. USA.
- Erçelebi, S. G., Ergin, H. ve Yılmaz, M.. 1999. K.B.İ. Murgul İşletmesinde Kullanılan İş Makinelerinin Performans Analizi ve Optimum Yenilenme Zamanları. *Türkiye 16. Madencilik Kongresi*. 65-70.
- Guppy, G. A. and Whittaker, B. N.. 1970. Relationship Between Machine Output And Face Conveyor Capacity. *The Mining Engineer*, May. Paper No:4353. pp. 598-611.
- Manula, C. B. and Mukherjee, S. K.. 1978. A Longwall Simulation Model. *SME-AIME Fall Meeting*, Florida, USA. pn. 78-AU-330.
- Önce, G. ve Saraç, S.. 1986. *Madenlerde Havalandırma*. Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, No:30, 266.
- Peng, S. S. and Chiang, H. S.. 1984. *Longwall Mining*. A Wiley-Interscience Publication. New York. IDBN 0-471-86881-7. pp. 708.
- Taşkın, F. B.. 2001. *Kişisel görüşme*.
- Tatar, Ç. ve Köse, H.. 1990. O.A.L.'de Pnömatik Ramble Uygulaması, *6. Mühendislik Haftası*, Isparta. 97-117.
- Vorobjev, B. M. and Deshmukh, R. T.. 1966. *Advanced Coal Mining*. Asia Publishing House. London.
- Yavuz, 2002. *Yeraltı Mekanize Kömür Panolarının Boyutlarının Optimum Olarak Belirlenmesi*. O.G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. *Doktora Tezi*, s.206

Yeraltı Madenciliği ve Tünelcilikte Yakıt Hücrelerinin Kullanılması

R.Sage & M.Betournay

CANMET Mining and Mineral Sciences Laboratories, Ottawa, Canada

Kuzey Amerika yeraltı madenciliği günümüzde birçok değişiklikle karşı karşıya kalmıştır. Madencilik gittikçe daha derin ocaklarda yapılmaya başlanmış. iş güvenliği ve işçi sağlığı düzenlemeleri daha sıkı hale getirilmiştir. Bunlara ek olarak özellikle Kanadadaki madencilik şirketleri sera gazları emisyonunu azaltmak durumundadır. Bunu önlemenin en iyi yöntemlerinden bir tanesi, dizel motorlar yerine hidrojen yakıt pillerinin kullanılmasıdır. Böylece hem havalandırma için gerekli koşullar azaltılmış hem de zararlı gazların çıkışı önlenmiş olmaktadır. CANMET-MMSL, uluslararası yeraltı madenciliğinde kullanılan ve yakıt pilleri ile çalışan araçlar üreten bir konsorsiyumun üyesidir. Bu tip araçlar, CANMET-MMSL uygulama madeni ve Placer Dome's Campbell Red Lake madeninde denenmiş ve ticari kullanıma hazır hale getirilmiştir. Yakıt pilleri ile çalışan lokomotiflerin yeraltı madenciliğinde kullanılması ile ilgili herhangi bir sorun beklenmemektedir. Bu tip lokomotiflerin, dizel olanlara oranla daha ekonomik olduğu gözlemlenmiştir. İlk alış fiyatı yüksek olmasına rağmen, bunu kısa sürede amorti edebilmektedir. Çalışmanın ikinci basamağı ise, bu tip pillerle çalışan LHD ekipmanı geliştirmektir. Enerji pilleri geleceğin madenciliğinde çok önemli bir yer tutacaktır.

Mekanik Kazıcıların Yeraltı Kromit Madeni Cevher Üretiminde Kullanılabilirliği ve İki Ayrı Örnek

H. Tunçdemir, N. Bilgin, H. Çopur & C. Feridunoğlu
Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İ.T.Ü., İstanbul, Türkiye

Dünyada ekonomik krizlerin oluşturduğu dengesiz arz talep ilişkileri ve hurda metallerin yeniden kazanma teknolojilerinin gelişmesi ile özellikle metal maden fiyatları düşme eğilimine girmiştir. Bu yüzden, Türkiye yeraltı madenlerinde de mevcut üretim yöntemlerinin özellikle ekonomik cevher kazılabilirliği açısından gözden geçirilerek hızlı ve düşük maliyetli kazı teknolojilerine geçişin hızlandırılması gerekmektedir. Bu amaçla, Türkiye madencilik potansiyelinde önemli bir yer tutan kromit madeni için üretim ve hazırlık aşamalarında mekanik kazıcıların kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bunun için Kayseri-Pulpanar ve Eskişehir-Kavak'ta faaliyet gösteren iki kromit ocağında çeşitli incelemeler yapılmış; üretim yöntemleri ve çalışma koşulları hakkında bilgi toplanmış ve laboratuvarında tam ölçekli kesme deneyleri yapmak üzere blok numuneler alınmıştır. Ele alınan her bir cevher ve yankayaç için optimum kazı koşulları (FC= kesme kuvvetleri ortalaması, F^{*}C= maksimum kesme kuvvetlerinin ortalaması, FN= normal kuvvetlerin ortalaması, F^{*}N= maksimum normal kuvvetlerin ortalaması, SE_{opt}= optimum spesifik enerji, s/d_{opt}= optimum keskiiler arası mesafe kesme derinliği oranı) ve mekanik kayaç özellikleri (tek eksenli basınç dayanımı, çekme dayanımı, dinamik ve statik elastik modülü değerleri) belirlendikten sonra ampirik ve teorik performans tahmin yöntemleriyle, kullanılacak olası mekanik kazıcılar için kazı hızı ve keski tüketim tahminleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, mekanik kazıcı kullanılarak, mevcut üretim yönteminden 3 kat daha fazla cevher üretilebileceği tespit edilmiştir. Bunun yanında, mekanik kazıcılar ile kazı ortamı fazla örselenmediğinden tahkimat maliyetleri de düşük olacaktır.

Yumuşak Yüzeylerde Geniş ve Hareketli Madencilik Ekipmanlarının Kullanılması

T.G.Joseph

School of Mining & Petroleum Engineering, University of Alberta, Edmonton, Canada
James Progithin International Ltd., Edmonton, Alberta, Canada.

Alberta'nın kuzeyinde yer alan Kanada'nın petrol taşı (oilsand) yatakları geniş çaplı bir yüzey madenciliği operasyonu gerektirmesi, iklim ve jeolojik özellikler bakımından, birtakım zorluklar yaratmaktadır. Zemin, geniş tonajlı ekipmanlar için (327 tondan büyük mobil madencilik araçları ve 46 m³'den geniş hacimli elektrikli ve hidrolik kürekli yükleyiciler) kışın yeterince sert, yazın ise yumuşak olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tip yerlerde kullanılan ekipman genellikle beklenen çalışma ömrünün yarısı kadar faaliyet göstermektedir. Yumuşak zeminler çatlakların meydana gelmesine, durağan olmayan zeminler oluşmasına ve yanlış yükleme hesaplarının yapılmasına sebebiyet verir. Bu bildiri, yumuşak zeminde çalışan madencilik ekipmanlarının ömrünü uzatmaya ve yükleme işleminin bu zeminden etkilenme oranını bulmaya çalışmaktadır.

Çekme Kepçe Devir Zamanının Analizi

B.Erdem

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas,Türkiye

A.G.Paşamehmetoğlu

Atılım Üniversitesi, Ankara,Türkiye

Çekme kepçe belirli bir devinim içerisinde hareket eden bir özelliğe sahiptir. Bir çekme kepçe çalışma zamanını örtüyü kazmak ve onu yığıma alanına iletmek için harcar. Bu aletin bir yılda onbinlerce devinim yaptığı düşünülürse, devir zamanındaki herhangi ufak bir zaman kazanımı, toplamda hayli fazla bir kazanç sağlayacaktır. Bu yüzden bu zamanın detaylı bir şekilde incelenmesi hayli önemlidir. Bu çalışmada çekme kepçenin bir devinim süresi, şu operasyonlardan oluşmaktadır: kepçenin yüklenmesi, kepçenin önceden belirlenen ekseninde salınım yapması, yükün boşaltılması, boş kepçenin tekrar kazı bölgesine salınım yapması ve tekrar kepçeyi doldurması. Bu çalışma 6 farklı boy ve kapasitedeki çekme-kepçe aleti ile gerçekleştirilmiştir. Kesim alanının ebatları, kazı yapılan örtünün özellikleri, kepçenin cinsi, salınım açısı, operatörün tercihleri ve deneyimi, ayrıca gözönünde bulundurulmuştur. Elde edilen sonuçlar bu bildiriye verilmiştir.

Çekme Kepçeler - Eski Hamam Eski Tas

L.B. Paterson

P&H MinePro Services, Milwaukee, Wisconsin, USA

Bir çok kimse dragline yerkazaları “Endüstrinin Dinazorları” olarak adlandırmaktadır. Bu adlandırış, içinde geniş bir biçimde yer aldıkları endüstrinin gelişim hızına koşut gelişim gösteremedikleri izleniminden kaynaklanmaktadır. “Öngörülen 30 yıllık çalışma ömrünü tamamlamış hatta geçmiş bir makineden bugünün pazarının istemlerine uyum sağlamasını beklemek ne kadar adaletlidir?”

Dragline yerkazalarının uygulamaları ve teknik yönleri konusunda yapılmış olan araştırmaların çoğu Dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan Teknik Kongreler ve Dragline Kullanıcıları forumlarında sunulmuştur. Bu bildiriler, basamak durasılığından, değişiklik yapılmış motorların kullanımına, ve dragline yerkazaların kazağanlığının belirlenmesine kadar değişen çeşitli konuları kapsamaktadır. Bu makinelerin üretkenliklerini daha da yükseltmek için bugünlerde neler yapılmaktadır?

Bu yazı, bugün dragline yerkazalara uygulanabilecek üretkenliği artırıcı değişiklikler üstünde yapılan çalışmalara kısaca bir göz atmaktadır. Bu makineleri 21. yüzyıla taşımak için geliştirilmekte olan hareket kontrol teknolojisi ile birlikte bazı verim artırıcı değişiklikler, programlama paketleri ve diğer bilgisayar kaynaklı destekler, en son sayısal kontrol teknolojisini içeren sayısal güncellemeler, yeni erişken kol (bum) biçimleri gibi konuları kapsamaktadır. Bu yazının yazıldığı anda, bu teknolojilerin bazıları belki de hala geliştirme aşamasında bulunuyordu, ancak yapılmakta olan araştırmaların kapsamı ve ortaya çıkan ilk sonuçların büyüklüğü bunları dünya dragline kullanıcıları ile paylaşabileceğimizi göstermektedir.

Bir Avustralya Yeraltı Metal Madeninde Nakliye Optimizasyonu

N. Aziz & W. Keilich

Faculty of Engineering, University of Wollongong, NSW 2522, Australia

Bir yeraltı metal madeninın ekonomisinde en önemli faktörlerden biri cevher nakliyatı ile ilgili olan masraflardır. Metal cevheri depozitleri, cevher yatağı biçimlerinin doğasından ötürü, çoğunlukla yüzeyden hatırı sayılır derinliklere kadar ulaşılır. Tüm yeraltı operasyonlarında cevher nakliyatının artık ekonomik olamayacağı bir uç nokta vardır. Bu bildiri NSW'nin orta batısında bulunan bir madendeki nakliyat operasyonu hakkındadır. Bu optimizasyon, şu an kullanılmakta olan cevher nakliye sistemi, ekonomik limitine ulaşırken artan derinlikle birlikte madencilğin devam etmesine izin verecek, en etkili öneriye dayanmaktadır. Bu amaçla bir dizi senaryo incelenmiştir:

1. Şu anda varolan ve kamyon nakliyesi ve ihraç sisteminden oluşan ve kamyonlarla taşıma yapılan nakliye yapısının devam ettirilmesi.
2. Kamyon rotasının değiştirilmesi.
3. Bant konveyör ve kamyon rotalarının birleştirilmesi ve
4. Yüzeyden daha derin seviyelere indirilecek yeni bir nakliye kuyusunun incelenmesi.

Yukarıda belirtilen seçeneklerin ekonomik olarak incelenmesi sonucunda, daha yüksek kapasiteli maden kamyonları ile birlikte daha sığ seviyelerde konveyörlerin kullanılması kararlaştırılmıştır. Böyle bir düzenleme kısa vadede ekonomik olarak uygulanabilir olacaktır. Madenin uzun vadedeki geleceği için ise ilave bir nakliye kuyusu ve ihraç sisteminin daha detaylı bir incelemesinin yapılması tavsiye edilmektedir.

Delme ve Patlatma



Kontrollü Patlatma Teknikleri ve Borçka Barajı Projesindeki Uygulamanın İncelenmesi

O. Keser
İzmir, Türkiye

G. Konak & A.H. Onur
Maden Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Ü. Alpaslan
Yüksel İnşaat, Borçka Baraj Şantiyesi, Artvin, Türkiye

ÖZET: Madencilik, inşaat ve diğer alt yapı işlerinde yapılan patlatmalar sonucu, kalıcı (nihai) şevlerin duraylılığını olumsuz yönde etkileyen geri kırma, son kırma ve süreksizlikler gibi pek çok sorun ortaya çıkmaktadır. Kalıcı şevlerde oluşan hasarları önlemek amacıyla bir çok yöntem geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu yazıda kalıcı şevde meydana gelen hasarları önlemek amacıyla geliştirilen kontrollü özel patlatma teknikleri üzerinde durulmuş ve bu tekniklerden birisi olan Ön Kesme Patlatmasının Borçka Baraj projesinde yapılan uygulamaları incelenmiştir. Borçka Baraj projesinde Ön Kesme Patlatmalarında kullanılan patlayıcı madde cinsi, patlatma yöntemi ve delik dizaynı gibi teknik parametreler incelenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

ABSTRACT: There have been many problems on the final wall of mining, construction and infrastructure works induced by blasting such as back-break, end cracks and discontinuity propagation. Many methods have been developed and applied to avoid such problems in the final wall slopes. In this paper, after introducing several methods, pre-split blasting method and its application in Borçka dam project will be introduced in detail. The technical parameters of pre-splitting in Borçka project, such as type of the explosives, methods of blasting and blast pattern have been analysed and will be given later in the scope of this paper.

1 GİRİŞ

Madencilik, inşaat ve diğer altyapı işlerinde yapılan patlatmalar sonucu pek çok sorun ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar iki gruba ayrılabilir. Birinci grup, titreşim (yer sarsıntısı), hava şoku ve gürültü gibi çevreye rahatsızlık veren sorunlardır. İkinci grup ise patlatma sonrası geri kalan kayada oluşan geri kırma, son kırma ve kaya fırlaması gibi işletmeyi zora sokan sorunlardır. Birinci grup problemlerin patlayıcı madde miktarının azaltılması, patlayıcı şarjının delik içerisinde iyi dağıtılması, gecikmeli bir ateşleme sistemi kullanılması, sıkılama miktarının artırılması gibi yöntem değişikliği gerektirmeyen kısmi çözümleri olmasına rağmen ikinci grup sorunlar kontrollü özel patlatma teknikleri ile çözülebilmektedir.

Kalıcı şev oluşturulması gereken işletmelerde delme patlatma çalışmalarının birim maliyetleri azaltılmaya çalışılırken yapılan patlatma çalışmaları kalıcı şevleri olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Bu nedende kalıcı şevlerdeki hasarları önlemek amacı ile kontrollü patlatma teknikleri geliştirilerek

uygulamada kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerin ortak amacı, patlayıcı şarjının azaltılması ve daha iyi dağıtılması ile teorik kazı hattının ötesinde bulunan kayadaki kırıkları ve gerilmeyi en aza indirmektir. Önceleri deneme yanılma metodu ile yaklaşılan bu tür sorunlar, günümüzde başta gelişmiş ülkeler olmak üzere, bir çok ülkede bunun Kontrollü Özel Patlatma Teknikleri olarak tanımlanan yöntemlerle çözülebilmektedir.

Kontrollü patlatma teknikleri her türlü kazı işinde uzun yıllardan beri uygulanmaktadır. Son yüzyılların kontrollü, açık işletmelerde, yol şevlerinde, tünel kazılarında, baraj inşaatlarında ve kanal kazılarında hayati bir öneme sahiptir. Yüzey kırılmaları kontrol edilmezse bunun sonuçları belirgin bir şekilde yapının duraylılığını, işlemin etkin maliyetini ve verimliliğini etkileyebilir.

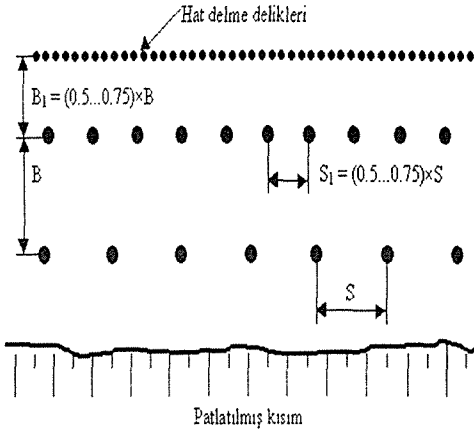
Kontrollü patlatma teknikleri, ülkemizde başta yol, baraj ve metro işleri olmak üzere diğer kazı işlerinde de kullanılmaktadır. Kontrollü patlatma teknikleri kullanılarak kazı yapılan uygulamalardan birisi de Borçka Baraj projesidir. Bu proje

kapsamında kontrollü patlatma teknikleri baraj inşaatı ve bir bölümü baraj suları altında kalacak olan Borçka – Murgul karayolunun yeni açılan bağlantısı için yapılan patlatmalı kazı işlerinde kullanılmıştır. Kontrollü patlatma yöntemlerinden Ön Kesme tekniğinin kullanıldığı bu projede patlatma deliklerinin çaplar 76 mm, ön kesme hattında delikler arası mesafe genellikle 80 cm civarında uygulanmıştır. Gerek baraj gerekse yol kazısı için ön kesme deliklerinde kullanılan özgül şarj miktarı değişken olmakla birlikte, yapılan patlatmalar sonucunda başarılı sonuçlar alınmıştır.

2 KONTROLLÜ PATLATMA TEKNİKLERİ

2.1 Hat Delme Yöntemi

Hat delme işleminde kazı hattı boyunca düzenli olarak delinen tek sıra, birbirine yakın, şarj edilmemiş küçük çaplı delikler, patlamanın birincil etkisinin kesilebilmesi için etkin bir zayıflık düzlemi oluşturur. Hat delme delikleri, kazı hattı boyunca genellikle 51 ile 76 mm arasındaki çaplarda ve bu çapların iki ile dört misli aralıklarla delinirler. Hat delme delikleri ile en yakın patlatma delikleri arasındaki mesafe genellikle normal dilim kalınlığının % 50-75'i kadardır (Olofsson, 1988).

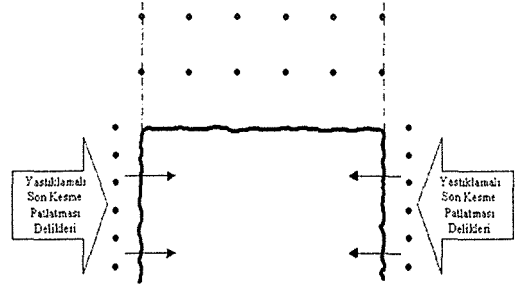


Şekil 1. Hat delme yöntemi (Olofsson, 1988).

2.2 Yastıklamalı Son Kesme Patlatması

Yastıklamalı son kesme delikleri ana patlatma sonucu oluşan patlatılmış malzeme kazıldıktan sonra ateşlenir. Delikler delik boyunca sıkılanmış, iyi dağıtılmış şarjlıdır ve kartuşlu patlayıcıların delik içerisinde bir infilaklı fitil ile bağlanmasıyla şarj edilir. Sıkılama patlayıcının kalan kayaya olan

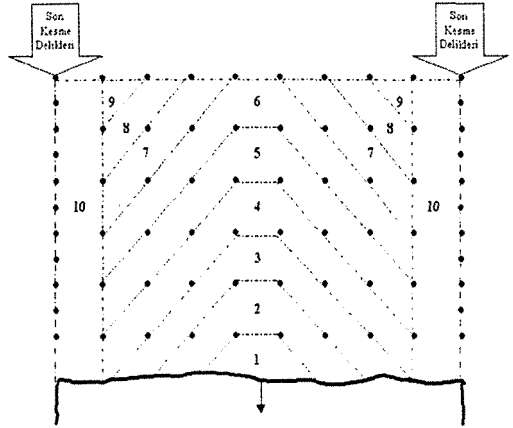
şokunun hızını keserek kalan kayadaki kırıkları ve çatlakları en aza indirir.



Şekil 2. Yastıklamalı son kesme patlatmasının prensibi (Naapuri, 1990).

2.3 Son Kesme Patlatması

Son kesme patlatması, ana patlatmaya ait diğer delik sıralarıyla bağlantılı olarak yapılır ve son kesme patlatmasının delikleri, ana patlatma deliklerinden daha yüksek bir gecikme süresiyle ateşlenir (Şek. 3). Son kesme delikleri hafif şarjlı olmalıdır. Son kesme deliklerine en yakın sıradaki komşu deliklerin şarj miktarı da az olmalıdır. Kalan kayanın kalitesi büyük oranda delikler arası mesafe (S) ile dilim kalınlığı (B) arasındaki ilişkiye bağlıdır. İyi bir sonuç için $S/B \leq 0.8$ olmalıdır (Olofsson, 1988).

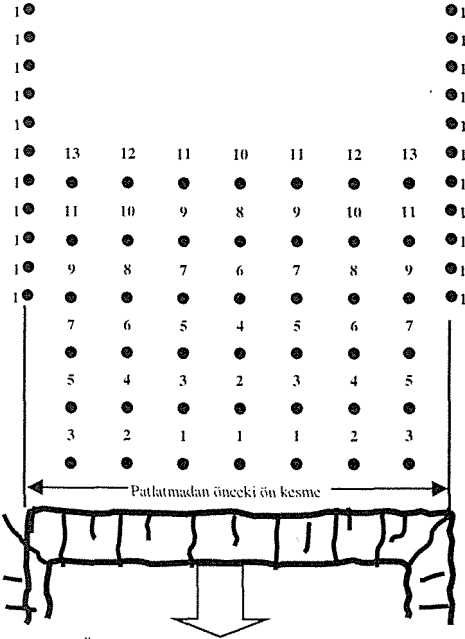


Şekil 3. Son kesme patlatmasının prensibi (Naapuri, 1990).

2.4 Ön Kesme Patlatması

Ön kesme patlatmasında teorik kazı düzlemi boyunca yapay bir kırık düzlemi oluşturarak, kalan kaya formasyonu patlatma bölgesinden ayrılır. Bu işlem, patlatmanın çevresi boyunca nispeten birbirine yakın deliklerin tek bir sıra halinde

delinmesiyle yapılır. Delik çapları genellikle 30 – 120 mm arasındadır. Ön kesme patlatmasında delikler ana patlatma deliklerinden önce ateşlenir (Olofsson, 1988).



Şekil 4. Ön kesme patlatması (Olofsson, 1988).

2.5 Birleşik Yöntemler

Sınır patlatmalarında, farklı yöntemlerin birlikte kullanımı gerekli olabilir. Homojen formasyonlarda, hat delme ile son kesme ya da ön kesme patlatması yöntemlerinin birlikte kullanılması daha iyi sonuç verir. Son kesme ya da ön kesme delikleri arasındaki hat delme, delikler arasındaki kesme işlemi için kılavuz vazifesi görür. 90° köşeli yerlerde ön kesme patlatması ya da hat delme kullanılabilir (Olofsson, 1988).

3 BORÇKA BARAJI PROJESİNDEKİ ÖN KESME PATLATMASI UYGULAMASI

3.1. Projenin Tanıtılması

Borçka projesi, Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Çoruh Nehri üzerinde yer almaktadır. Bu proje, hidroelektrik enerji üretimi amaçlı planlanmıştır. Baraj yeri Artvin İli'nin 25 km kuzey batısındadır. *Rezervuarın* (Barajın memba tarafında biriktirilen suyun bulunduğu göl alanı) toplam depolama kapasitesi ve aktif depolama kapasitesi sırasıyla $418.95 \times 10^6 \text{ m}^3$ ve $150.78 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'dür.

Toplam kurulu gücü 300 MW olarak planlanan santral, 2 üniteli olarak inşa edilecektir

3.2 Bölgenin Jeolojisi

Baraj yeri ve yardımcı yapıların altında, litik tuf ve aglomera gibi volkanik kayalar yayılır. Bu kayalar, Eosen yaşlı Borçka formasyonuna aittirler. Baraj yeri, aşağıda sıralanan üç bölgeye ayrılabilir (Yüksel İnşaat AŞ Arşiv Bilgileri, 2001).

- 35° eğimli ve ana kayanın başlıca mostra verdiği sağ sahil Kaya açığa çıkmadığı zaman, 3 m kalınlığa varan örtü malzemesiyle kaplanır.
- Nehir alanı, başlıca iri çakıllardan oluşan, 60-70m kalınlığında alüvyon dolgudan ibarettir.
- Ana kaya yüzü, Çoruh ve Murgul nehirlerinin aşındırmasıyla biçimlenmiş sol sahil : Eski nehir kanalları, sol sahilin kuzey yamacının altındadırlar. Bu kanallar, eski çakıllı alüvyon tarafından doldurulmuştur. Eski alüvyon, birkaç metre kalınlığında alüvyon kökenli olduğu zannedilen killi silt-siltli kil tabakaları tarafından örtülmüştür.

Ana kaya, litik tuf ve aglomerlardan oluşmuştur. Her iki kaya tipi, benzer mineralojik bileşim gösterirler. Hakim mineral, camsı kayalardan ayrışma ürünü olarak meydana gelen fillo silikatlardır, ayrıca, iri feldspat kristalleri, amfibol, piroksen ve oksitleri içerir. Aglomeraların yuvarlak taneli kaya parçaları 1-25 cm çapında olup, tüflü malzemeden oluşmuştur. Litik tuf ve aglomerların önemli bir özelliği, ayrışmaya az direnç gösteren, iyi gelişmiş mikro gözenekli olmalarıdır. Kaya, tabakalı ve eklemlidir. Tabakalanma düzlemlerinin eğimi 5°-10° kuzey-kuzeybatıya doğrudur. Kaya tabaka düzlemleri boyunca nadiren yarılmıştır. Eklemler sisteminde, iki ana sistem dike yakın eğimli olup, biri kuzey, diğeri kuzey-kuzeybatı doğrultuludur. Eklemler aralıkları 30 cm ile 80 cm arasında değişir. Eklemler çoğunlukla kapalı veya çok az açık olup, yüzeyleri pürüzlüdür. Yüzeğe yakın yerlerde eklemler açık olup, sistematik olarak ince kille sıvalıdırlar. Ana kayanın geçirimsizliği, eklemlerin sıklığına ve açıklığına bağlıdır. Temelden olacak sızıntılarla ilgili olarak kaya hamuru geçirimsizdir. Kaya kalitesi değeri (RQD), karotlarla yapılan ölçümlerde orta ile iyi arasında belirlenmiştir. Ölçülmüş karot boyunun %10'unda RQD değeri %60'dan daha düşük bulunmuştur. Kayanın ortalama yoğunluğu 2.58 t/m^3 'dür. Karotlar üzerinde tespit edilmiş tek eksenli basınç dayanımı 28 ile 158 MPa arasında değişir, ortalama basınç dayanımı 76 MPa'dır.

3.3 Uygulanan Kontrollü Patlatma Teknikleri

Borçka projesinde kullanılan patlatma yöntemleri, yapılan saha çalışmalarından elde edilen sonuçlara dayanmaktadır. Patlatma deliklerinin derinlik ve aralıkları, patlatmalardan elde edilen neticelere ve gerekli görülen ilave deneylere dayanarak iş sırasında geliştirilmiştir. Delik düzeni daimi işlerde ve *batardolarda* (Barajda gövde kısmının yükseldiği dolgular) kullanılacak dolgu malzemesinin tane iriliğine uygun bir üretim sağlayacak şekilde değiştirilmektedir.

Temel kazısı tesviye edilecek son yüzeye yaklaşınca patlatma deliklerinin derinliği ve her delikte kullanılacak patlayıcı miktarı giderek azaltılmaktadır. Beton yapıların oturacağı son kaya yüzeylerinin patlatma ile örselenmesi ve zarar görmesine karşı bu kısımların kazısı için deliklere doldurulacak patlayıcı miktarı daha az olmakta (patlayıcı yükü azaltılmış) ve kazı matkap, kesiciler veya diğer yöntemlerle tamamlanmaktadır.

Genellikle kaya yüzeylerinin kesilmesinde, ön kesme kontrollü patlatma yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem fazla kazı (aşırı kazı) miktarının azaltılmasında ve projelerde gösterilen son kazı yüzeylerinin temin edilmesinde kullanılmaktadır.

Kontrollü patlatma sonucunda kaya yüzeylerinin örselenmemiş olmasına ve yüzeylerin belirlenen toleranslar içinde kalmasına özen gösterilmektedir. Ön kesme işlemi, üzerine beton kaplama gelmeyen kaya yüzeylerinin projelerde gösterilen hatlardan ± 15 cm ve üzerine beton kaplama gelecek kaya yüzeylerinin ise ± 7.5 cm olacak şekilde gerçekleştirilmektedir.

Borçka Barajı projesi kapsamında servis yolları inşaatı için de kullanılan ön kesme patlatmasıyla kaya şevleri temizlenmekte ve kaya şevlerinde emniyetli çalışma için gerekli olacak bakım ve kontrol sistemini sağlamaktadır.

Borçka projesi kapsamında ön kesme patlatmaları kullanıldıkları yere göre:

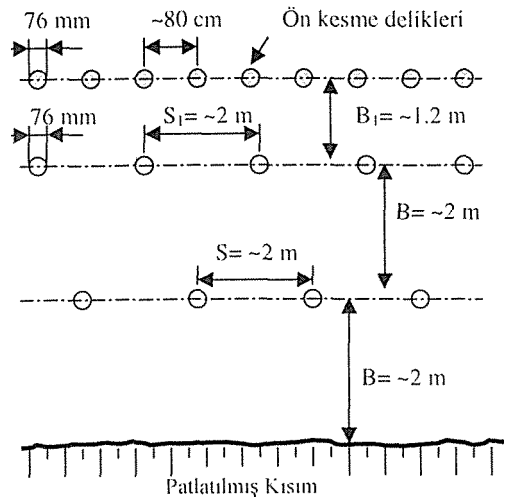
- Baraj inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları.
- Servis yollarının inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları olarak iki farklı grup altında incelenecektir.

3.3.1 Baraj İnşaatında Kullanılan Ön Kesme Patlatmaları

Baraj inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları genellikle ana patlatmanın yapıldığı atımdan bir önceki atımda yapılmaktadır. Baraj inşaatında kullanılan ön kesme deliklerinin çapları, ana patlatma deliklerinin çaplarıyla aynı olup, genelde 76 mm'dir (Şek. 5). Ön kesme hattında delikler arası

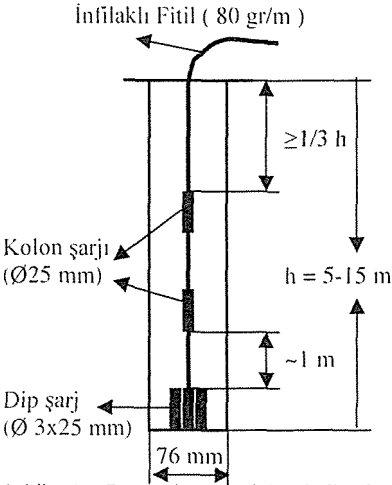
mesafe genellikle 80 cm civarındadır. Ön kesme patlatmalarında kullanılan delik boyları, projeye göre değişmekle beraber 5 ile 15 m arasındadır. Ateşleme elemanı olarak 80 gr/m gramajlı iniflaklı fitiller kullanılmaktadır. Bazı durumlarda gerek görülürse 10 gr/m gramajlı iniflaklı fitiller de kullanılmaktadır. Dip şarj olarak üç adet 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı, kolon şarjı olarak ise 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı, yaklaşık 1m aralıklarla iniflaklı fitile bant ile bağlanarak kullanılmaktadır. Ön kesme deliklerinde sıkılama yapılmamaktadır. Ancak delik yüzeyinden, delik boyunun yaklaşık 1/3'üne veya daha fazlasına kadar bir mesafede kolon şarjı yapılmamaktadır (Şek. 6).

Ön kesme patlatmaları bazen ana patlatma ile birlikte aynı atımda yapılmaktadır. Ana patlatma ile aynı atımda yapılan ön kesme patlatmasında, ön kesme hattı ile ana patlatma deliklerinin son sırası arasındaki mesafe yaklaşık 1.2 m civarındadır. Ana patlatmalarda delikler arası mesafe ile dilim kalınlığı eşit olup, yaklaşık 2 m civarındadır ve şaş beş delik düzeni kullanılmaktadır (Şek. 5). Ana patlatmalarda kullanılan delik boyları 5 ile 15 m arasında olup, projeye göre değişmektedir. Ateşleme elemanı olarak gecikmeli elektrikli kapstiller kullanılmaktadır. Ana patlatma için dip şarj olarak bir adet 60 mm çaplı Emülite 100 patlayıcısı, kolon şarjı olarak ise Anfo kullanılmaktadır. Delik boyunun yaklaşık 1/3'ü kadar bir mesafede sıkılama yapılmaktadır.



Şekil 5. Baraj inşaatında kullanılan kontrollü patlatmalara ait delik düzeni.

Baraj inşaatında, değişik kotlarda işletmenin belirli bir tolerans içerisinde seviyeleri tam olması gerektiğinden, ön kesme patlatmalarına ve ana patlatmalara ait kullanılan deliklerin boylarında taban payı delik boyunun 1/10'undan daha az veya hiç verilmeyip, sonra gerekirse turnak kısımları makine ile alınmaktadır.



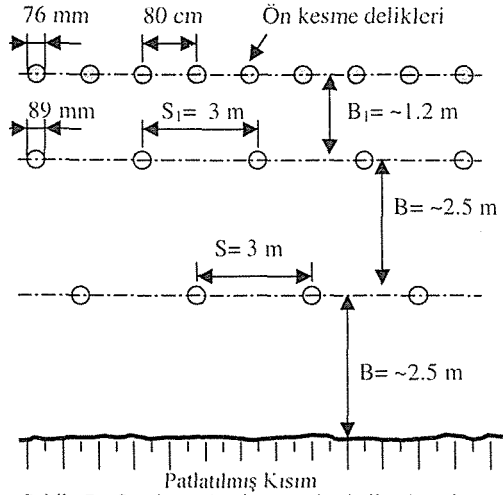
Şekil 6. Baraj inşaatı için kullanılan ön kesme patlatmasına ait delik kesiti.

3.3.2 Servis Yollarının İnşaatında Kullanılan Ön Kesme Patlatmaları

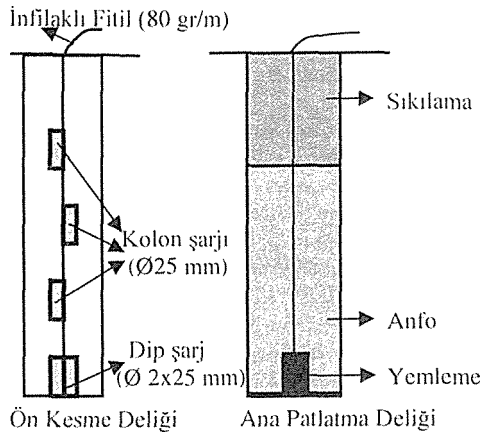
Servis yollarının inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları genellikle ana patlatma ile aynı atımda fakat ana patlatmadan daha düşük gecikme kullanılarak yapılmaktadır. Servis yollarının inşaatında kullanılan ön kesme deliklerinin çapları 76mm, ana patlatma deliklerinin çapları ise 89mm olmaktadır. Ön kesme deliklerinin boyları değişmekle beraber 5 ile 15 m arasındadır. Ön kesme hattındaki delikler arası mesafe 80 cm olarak uygulanmaktadır (Şek. 7). Ateşleme elemanı olarak 80 gr/m'lik infillikli fitiller kullanılmaktadır. Bazı durumlarda 10 gr/m gramajında infillikli fitiller de kullanılmaktadır. Dip şarj olarak 2 veya 3 adet 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı kullanılmaktadır. Kolon şarj olarak ise yaklaşık 1m ara ile infillikli fitile bağlanan 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı kullanılmaktadır (Şek. 8). Ön kesme deliklerinde sıkılama yapılmamaktadır. Ancak delik yüzeyinden delik boyunun yaklaşık 1/3'üne veya daha fazlasına kadar bir mesafe kolon şarjı yapılmadan boş bırakılmaktadır.

Ana patlatma deliklerinin son sırası ile ön kesme hattı arasında kalan dilim kalınlığı 1.2 m dir. Ana patlatmalarda, delikler arası mesafe 3 m, dilim kalınlığı 2.5 m olarak uygulanmakta ve delikler şaş

beş düzeninde delinmektedir (Şek.7). Ana patlatmalarda kullanılan delik boyları 5 ile 15 m arasında olup, projeye göre değişmektedir. Ateşleme elemanı olarak gecikmeli elektrikli kapsüller kullanılmaktadır. Ana patlatma için dip şarj olarak bir adet 60 mm çaplı Emülite 100 patlayıcısı, kolon şarj olarak ise Anfo kullanılmaktadır. Delik boyunun yaklaşık 1/3'ü kadar bir mesafede sıkılama yapılmaktadır.



Şekil 7. Servis yolu inşaatında kullanılan kontrollü patlatmalara ait delik düzeni.



Şekil 8. Servis yolu inşaatı için kullanılan ön kesme ve ana patlatma delikleri kesiti.

3.4 Kontrollü Patlatma Uygulama Örnekleri

Borçka barajı inşaatında ve baraj suları altında kalan Artvin - Borçka kara yolunun yenilenen bağlantısı

için yapılan kazılarda Ön Kesme kontrollü patlatma yöntemin kullanılmıştır. Bu yöntemle yapılan patlatmalardan ikisi ile ilgili kullanılan teknik parametreler örnek teşkil etmesi amacıyla aşağıda verilmektedir.

Örnek Atım 1

Atım Yeri: Borçka - Artvin servis yolu
 Atım Çeşidi: Ön kesme ve ana patlatma
 Tarih: 15 / 09 / 2000
 Atım yapılan kot: 255 m ile 241 m arası
 Delik çapı: Ø76 mm
 Delik sayısı (DS): 11 Adet
 Delikler arası mesafe (DAM): 0.8 m
 Delik boyu (DB): 14 m
 İnfilaklı fitil gramajı (İFG): 80 gr/m
 İnfilaklı fitil boyu (İFB): 160 m
 Kesme yüzey alanı = DS × DAM × DB
 (KYA) = 11 Adet × 0.8 m × 14 m
 = 123.2 m²
 Kullanılan Emülite 150 miktarı = 20 kg
 İnfilaklı fitil miktarı = İFB × İFG
 = 160 m × 0.080 kg/m
 = 12.8 kg
 Topl. Pat. Mik. = Em. 150 + İnfilaklı fitil
 = 20 kg + 12.8 kg = 32.8 kg
 Özg.Pat.Mik. = Topl.Pat.Mik./ DYA
 = 32.8 kg / 123.2 m²
 = 0.266 kg/m²

Örnek Atım 2

Atım Yeri: Derivasyon tüneli çıkışı yapısı
 Atım Çeşidi: Ön kesme ve ana patlatma
 Tarih: 18 / 10 / 2000
 Atım yapılan kot: 101 m ile 95.50 m arası
 Delik çapı: Ø76 mm
 Delik sayısı (DS): 24 Adet
 Delikler arası mesafe (DAM): 0.8 m
 Delik boyu (DB): 5.5 m
 İnfilaklı fitil gramajı (İFG): 80 gr/m
 İnfilaklı fitil boyu (İFB): 170 m
 Kesme yüzey alanı = DS × DAM × DB
 (KYA) = 24 Adet × 0.8 m × 5.5 m
 = 105.6 m²
 Kullanılan Emülite 150 miktarı = 13 kg
 İnfilaklı fitil miktarı = İFB × İFG
 = 170 m × 0.080 kg/m
 = 13.6 kg
 Topl. Pat. Mik. = Em. 150 + İnfilaklı fitil
 = 13 kg + 13.6 kg = 26.6 kg
 Özg.Pat.Mik. = Topl.Pat.Mik./ DYA
 = 26.6 kg / 105.6 m²
 = 0.252 kg/m²

Baraj kazıları için uygulanan kontrollü patlatmaların ilk 8 tanesi, yöntem geliştirilmesi amacı ile yapılmıştır. İlk atımlarda patlayıcı miktarları yüksek tutulup, ateşleme elemanı olarak 10 gr/m gramajlı infilaklı fitiller kullanılarak özgül patlayıcı miktarları düşürülmeye çalışılmıştır. Ancak bu yöntem yeterince başarılı olmadığından, daha sonraki atımlarda patlayıcı miktarları düşürülmüş ve özgül patlayıcı miktarlarının yeterli olabilmesi için ateşleme elemanı olarak 80 gr/m gramajlı infilaklı fitiller kullanılmıştır. Bu şekilde yapılan atımlar genellikle başarılı olmuştur. Aşağıda, ilk deneme atımları hariç baraj inşaatında ve yol yapımında kullanılan örnek atımlara ait başarılı sonuçlar alınan kontrollü patlatmalara ait özgül şarj miktarları baraj inşaatı için Tablo 1'de, servis yolu inşaatı için Tablo 2'de verilmiştir. Borçka projesinde yapılan kontrollü patlatmalar için ideal özgül patlayıcı miktarları yaklaşık olarak hesaplanmıştır.

Baraj inşaatı için:

$$\text{Ort.Öz.Pat.Mik.} = \text{Topl.Öz.Pat.Mik./At.Say.} \\ = 6.882 / 22 = 0.313 \text{ kg/m}^2$$

Yol inşaatı için:

$$\text{Ort.Öz.Pat.Mik.} = \text{Topl.Öz.Pat.Mik./At.Say.} \\ = 1.494 / 6 = 0.249 \text{ kg/m}^2$$

Tablo 1. Baraj kazısında kullanılan özgül şarj miktarları.

Atım no	Özgül şarj miktarı Kg/m ²	Atım no	Özgül şarj miktarı Kg/m ²
14	0.239	29	0.368
15	0.252	30	0.188
19	0.355	31	0.220
20	0.258	32	0.433
21	0.211	34	0.421
22	0.309	35	0.302
23	0.314	36	0.406
24	0.205	37	0.277
25	0.207	38	0.353
26	0.387	39	0.378
28	0.363	40	0.436

Tablo 2. Yol inşaatında kullanılan özgül şarj miktarları.

Atım no	Özgül şarj miktarı Kg/m ²
11	0.278
12	0.266
13	0.260
16	0.389
17	0.173
18	0.128

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Kontrollü patlatma yöntemleri uzun yıllardır yer altı ve yerüstü kazılarında kullanılmaktadır. Formasyona ve şartlara uygun yöntem ve patlatma düzeni ile başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Kullanım yerine bağlı olarak bazı değişiklikler yapıldıktan sonra kontrollü patlatma kullanılarak birçok uygulama alanında başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Kontrollü patlatmanın ideal koşulları jeolojik yapıya da bağlı olarak deneme yanılma yoluyla bulunur. Bu nedenle, patlatma konusunun içinde bulunan mühendisler kontrollü patlatmanın ideal koşullarını temel teorik bilgileri edindikten sonra, minimum deneme yanılma ile arazide bulacaklardır.

Borçka Barajı Projesinde uygulanan Ön Kesme patlatmaları, baraj inşaatında belirli toleranslar dahilinde kalınması gereken ölçüler nedeniyle işletme açısından son derece önemlidir. Ön kesme patlatmalarından ilk deneme atımları haricinde başarılı sonuçlar alınmıştır.

Başarılı sonuçlar alınan ön kesme patlatmalarında kullanılan özgül patlayıcı miktarı 0.20 kg/m² ile 0.45

kg/m² arasında değişmektedir. Kullanılan ortalama özgül patlayıcı miktarı baraj inşaatında 0.352 kg/m², yol yapımında ise 0.288 kg/m²'dir.

Ön kesme delikleri dışındaki ateşleme işlemleri ve ana patlatma deliklerindeki ateşleme işlemleri için kullanılan gecikmeli elektrikli kapsüller, bölgenin çok yağışlı olması nedeniyle hem patlatmaların verimi, hem de emniyet açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle ateşleme elemanı olarak Nonel kapsüllerin kullanımı tasarlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Konya, C. J., & Walter, E. J., 1990. *Controlled Blasting, Surface Blast Design*, Prentice-Hall, USA, s.217-240.
- Naapuri, J., 1990. *Trench Drilling and Blasting, Controlled Blasting on Construction Sites, Surface Drilling and Blasting*, Tamrock, Finland, s.198-208, 238-257.
- Olofsson, S. O., 1988. *Applied Explosives Technology for Construction and Mining*, Sweden, s.122-130, 174-187.
- Yüksel İnşaat A.Ş., 2001. *Borçka Barajı ve HES Tesistleri Şantiyesi Arşiv Bilgileri*, Borçka, Artvin.

Sarcheshmeh Açık Ocağı'nda Van Ruth Wire Line Karot Yönlendirici Uygulaması

S. K. Nasab

Mining Engineering Department, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

M. Assadipour & M. Maghami

Mining Division, National Iranian Copper Industries Company, Kerman, Iran

Sarcheshmeh açık ocak işletmesinde mevcut olan yeraltı suyu etkileri, dayk, fay ve eklem takımları gibi süreksizlikler dikkate alınmadan şev duraylılığı analizlerinin yapılması mümkün değildir. Bu yapıları daha iyi anlayabilmek amacıyla madenin batı, güney ve doğu kısımlarında bir dizi jeoteknik sondaj yapılmıştır. Konvansiyonel karot sondajlarında, karot oryantasyonu eksikliğinden dolayı, eksiksiz bir analiz yapılması mümkün değildir. Karot oryantasyonu bir karot yönlendiricisi aracılığıyla kolayca yapılabilir. Karotiyer tüpleri ve Van Ruth delik içi aparatı kullanılarak, karot geri alınabilir ve yönlendirilebilir. Bu bildiride Van Ruth cihazı kullanımı sırasında karşılaşılan zorluklar, yapılan ölçümler ve veri toplama yöntemleri ele alınmaktadır.

Van Ruth karot yönlendiricisi 7 adet hareketli pin içeren çekirdekle aynı yarıçapa sahip bir metal tutucudan oluşan Craelius karot yönlendirme cihazıyla benzerlik gösterir. Van Ruth cihazının bazı olağan mekanik sınırlamaları şunlardır: (i) delik dibinde yumuşak veya parçalı zeminin bulunması ve (ii) alet ucundaki pinlerin bükülmesi.

Döner Delme Patlatma Deliklerinde Delinebilirliğin Tahmin Edilmesi

N.Bilgin

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 80626 Maslak, Türkiye

S.Kahraman

Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51110 Niğde, Türkiye

Bu çalışmada patlatma delikleri 14 kaya çeşidinde ve 8 farklı ocakta gözlemlenmiştir. Delicilerin net ilerleme hızları hesaplanmış, kaya numuneleri deliklerden toplanmış ve bunların fiziksel ve mekanik özellikleri hem sahada hem de laboratuvarında incelenmiş ve saptanmıştır. Daha sonra ilerleme hızları, kaya çeşitleri ile karşılaştırılmış ve regrasyon eşitlikleri bulunmuştur. Baskı ve tek nokta yükleme dayanımlarının, Schmidt çekici değerlerinin, Cerchar sertlik oranlarının ve etki gerinimlerinin ilerleme hızı ile yakın ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Schmidt çekicinden ve darbe dayanım testinden elde edilen sonuçlar, basma dayanımı 25 Mpa üstündeki kayalar için geçerlidir. Brazil çekme dayanım ve konik indenter (çentik) sertlik testleri ilerleme hızı ile iyi bir uyum göstermektedir. Sonuç olarak, daha kolay olan tek nokta yükleme, Schmidt çekici ve darbe dayanım testleri döner delme patlatma deliklerindeki ilerleme hızı hakkında kısa sürede sonuç vermektedir.

Sıkılama Tıkaçlarının Uygulanması ve Bir Kireçtaşı Ocağında Örnekendirilmesi

D.Karakuş & A.H. Onur & G.Konak & H. Köse
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

M.Kızılcağağaçlı
Ak-Ege Madencilik LTD Şti. Türkiye

Açık ocak patlatmalarında sıkılama yapılması en verimli metodlardan bir tanesidir. Sıkılama tıkaçları patlayıcının özelliklerini değiştirmeden patlatma verimliliğini arttıran yeni teknolojilerden bir tanesidir. Bu yeni teknoloji, patlatma deliğinin sıkılma bölgesinde, patlayıcı gazların etkisini arttırmak için kullanılır. Bu işlem patlatma enerjisinin daha yüksek oranlarda kaya kütesine iletilmesini sağlamasının yanısıra ve daha iyi bir parçalanma işleminin gerçekleşmesinde yardımcı olur. Bu yeni teknolojinin kireçtaşı ocağına uygulanması amacıyla sahada birçok çalışma yapılmıştır. Bunun için bazı prototip tıkaçlar, polietilen bloklar yardımıyla deliklere yerleştirilmiş ve bunlarla çeşitli deneyler yapılmıştır. Deneyler boyunca farklı şarj sütun yükseklikleri kullanılmıştır. Tüm patlatma işlemleri dijital kamera ile kaydedilmiştir. Bu patlatma mekanizmasının daha iyi anlaşılmasında büyük kolaylıklar sağlamıştır. Ayrıca farklı yük mesafesi ve delikler arası uzaklıklarda çeşitli deneyler yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları detaylı bir şekilde, bildiride verilmiştir.

Açık Ocaklarda Delme ve Patlatma Optimizasyonu için Teknolojiler

M.Karaca & D. Hopkins

Engineering Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California, USA

J. Kemeny

University of Arizona, Tucson, Arizona, USA

J. Segui

Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre, Australia

Madencilik/değirmen/özütme operasyonlarının optimizasyonlarında önemli bir ihtiyaç: parçalanabilme/kırılabilme/öğütülebilme/özütlenebilme, şev duraylılığı ve emniyetin, her safhasında; bunların değerlendirilmesine izin verilecek şekilde devamlı ve doğru veri toplanmasıdır. İdeal bir sistemde, performansı artırmak amacı ile madencilik operasyonlarını ve işlem kontrol değişkenlerini değiştirmek için, bu veriler merkezi olarak analiz edilerek bir geri bildirim döngüsünde kullanılırlar.

Bildiride betimlenen projenin amacı, delme esnasında edinilen bilgi miktarını artıracak teknolojilerin gösterilmesi ve bu bilgilerin patlatma sonuçlarını geliştirmekte, patlatılan kayanın rotasını saptamakta nasıl kullanılacağına anlaşılması ve bunu takip eden cevher zenginleştirme işleminde verim artırılmasıdır.

Bu bildiri üç temel hedef ile kaya-kütle nitelmesi üzerine odaklanmıştır:

1. Delme esnasında çatlaklar ve kaya özellikleri üzerine daha iyi bilgi sağlamak.
2. Basamağın üç boyutlu mineralojik haritasının yapımı için, delme sırasında oluşan kaya/toz parçalarının toplanması ve analizine ilişkin teknolojileri geliştirmek.
3. Uygun patlatma dizaynı aracı geliştirmek.

Projenin önemli bir kısmı parçalamanın patlatma sonrası nitelendirilmesidir. Bu bilgi başlangıçta delme ve patlatma esnasında toplanan verilerin arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bunların doğruluğunun kanıtlanmasına yardımcı olmakta, ve patlatma modellerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Uzun vadede online parçalanma analizi, enformasyon sisteminin önemli bir parçası olarak görülmektedir. Bu, patlatma sonuçlarını denetlemek ve mevkiye özgü patlatma modellerini geliştirecek sürekli bir veri akışı sağlamaktadır.

Bu bildiride sunulan projenin teknolojik hedefleri, çeşitli sensörlerin geliştirilmesi veri kazanç sistemlerinin ve online analiz cihazlarının geliştirilmesidir. Bu cihazlar kaya kütlelerinin ve deliklerin mineral içeriğinin gerçek zamanlı olarak belirlenmesine yardımcı olacak şekildedir. Arazi çalışmaları Birleşik Devletler'in güney batısında bulunan iki açık bakır ocağında yapılmıştır.

Patlatma Gerektirmeyen Darbe Kırıcı Makinalar

E.K. Yedygenov

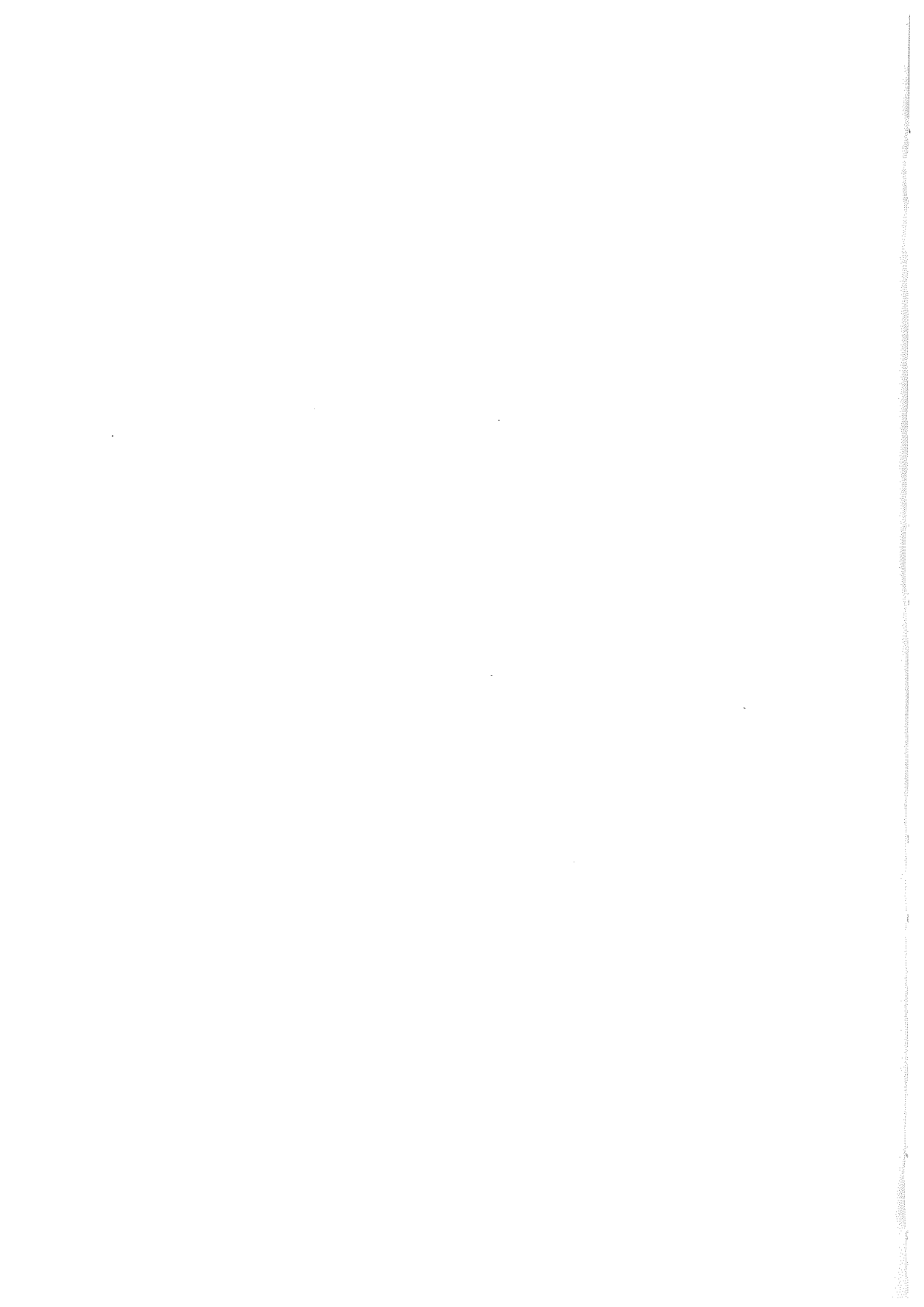
SSE the Kunayev's Institute of Mining, Almaty, the Republic of Kazakhstan

Kazakistan Cumhuriyeti'nde madencilik endüstrisinin gelişimi madenlerin açık metodlarla genişletilmesi üzerine yönlendirilmiştir. Açık metodlarla madencilik yapan kuruluşlar artarken, aynı zamanda, derin seviyelerde yapılan madencilik de artmaktadır.

Hem açık metodlarla hem de yeraltı madencilik metodları kullanılarak çıkarılan cevherin %90'ında patlatma yapılmaktadır. Artan derinliklerle birlikte patlayıcı kullanımı, çalışılan aynalar ve yeraltı yapıları üzerinde güçlü bir sismik etki oluşturmaktadır. Bu bağlamda, derin yeraltı ocaklarında patlatma yapılmamasından başka alternatif bulunmamaktadır.

Bu bildiriye kaya kırma metodlarının prensipleri çalışılmıştır. Elektromanyetik darbeli kırıcı önerilmiştir. Bu makinede yeni güç motorunun ana ünite bağlantıları geliştirilmiş ve hidrolik moloz-kırma makinesi ile karşılaştırılarak tüm boyutlar ve metal kapasitesi azaltılmıştır. Büyük boyutlu malzemenin kırılmasındaki etkiyi artırmak amacı ile teknik ayrıntılar üzerinde çalışılmıştır.

İşçi Sağlığı ve Güvenlik



Beypazarı Yöresindeki Trona Formasyonlarının Gaz İçeriklerinin Ölçülmesi

E. Kaymakçı & V. Didari
ZKÜ Mühendislik Fakültesi, Zonguldak

ÖZET: Beypazarı trona sahasında sürülen bir galeride önemli ölçüde ani gaz ve salamura çıkışı gözlenmiştir. Formasyonların gaz kapasiteleri hakkında bilgi sahibi olabilmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, taşkömürlerin içerdiği gaz miktarının ölçülmesinde kullanılan yöntemlere benzer bir uygulama yapılmıştır. Desorbe olan gaz miktarını ölçmek için doğrudan yöntem, gaz kromatografisi ile birlikte kullanılmıştır. Ölçümler süresince bazı özgün uyarlamalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada uygulanan örnekleme ve ölçme teknikleri ile deneylerin ilk sonuçları verilmiştir.

ABSTRACT: Due to serious salt and gas outburst observed during the development of a gallery through the formation of Beypazarı trona deposits it was necessary to have information about the gas capacities of those formations. A sampling procedure similar to the methods used in coal mining has been applied using similar sample containers. Direct gas measuring technique has been applied in combination with a gas chromatography system to measure the desorbable gas quantities. Some original adaptations have been developed during the tests. In this study, the sampling and measuring techniques and the initial results of the tests are being given.

1 GİRİŞ

Tuz madenlerinde CH_4 ile birlikte H_2S ve N_2 gazına da rastlandığı, metanın sadece kömür madenlerine özgü bir gaz olmadığı, bazen demir ve kompleks metal madenlerinde bile civardaki organik kökenli kayalardan çatlaklar yoluyla bir kısmı yıllar süren "sızıntı" tipi metan gelirlerinin görüldüğü bilinmektedir. Ayrıca birçok tuz yatağı birbirinden izole halde gaz kapanımları içermektedir. Bu tür yatakların işletilmesi; hacimce genişleyen, komşu maden açıklığını dolduran büyük miktarlardaki olası ani püskürmelerle engellenebilir. Dolayısıyla böyle yataklarda üretim çalışmaları sırasında yayılan gazlara karşı alınacak önlemlerin tasarımında öncelikle, formasyonların içerdiği gaz miktarlarının bilinmesi işletmelerin geleceği açısından oldukça önemlidir.

2 BEYPAZARI TRONA SAHASI

Uzun zamandır bilinen rezervleriyle dikkat çeken Beypazarı Trona Sahasında işletmeciliğe yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Saha Ankara'nın 115 km

kuzey batısında, Beypazarı ilçesinin yaklaşık 10 km kuzeyinde bulunmaktadır. Yatak, Orta-Üst Miosen yaşlı Neojen havzası içinde yer almaktadır.

Trona damarları, her biri 40 m olan iki ayrı zonda oluşmuştur. Zonlar arasında 30-40 metrelik soda içermeyen steril zon mevcuttur. Her iki zonda toplam 17 soda damarı vardır. Damarlar birbirlerinden bitümlü şeyl, tüfit ve kilttaşlarıyla ayrılmakta ve kalınlıkları 0,20-11,50m arasında değişmektedir. Zonlardaki toplam saf soda kalınlığı 40 m' dir (Şener 2002).

3 ÖRNEKLEME VE GAZ İÇERİĞİNİ SAPTAMA YÖNTEMİ

Söz konusu bölgede yapılan 901 nolu sondajdan faydalanarak, trona ve komşu formasyonları içeren 26 adet örnekleme yapılmış, alınan karotlar en kısa sürede özel olarak tasarımı yapılmış imal edilmiş örnek kaplarına yerleştirilerek sızdırmazlık sağlanmış ve laboratuvara taşınmıştır. Burada yaklaşık 15 günlük bir sürede desorbe olan gaz, kromatografide nitel ve nicel olarak analize tabi tutulmuştur. Daha sonraki aşamada bilyalı bir değirmen kullanılarak trona

örnekleri öğütülmüş ve çıkan gaz ölçülmüştür. Son olarak, öğütülen örnek tartılmış ve kimyasal analizi yapılmıştır.

Formasyonların gaz içeriklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem: taşkömürlerin içerdiği gaz miktarının ölçülmesinde kullanılan "doğrudan yöntem" tekniğinin bir uyarlamasıdır. Bu tür yöntemlerin özünü, söz konusu formasyondan olası en az gaz kaybı ile örnekler alınması ve bu örneklerden çözülen gaz miktarının ölçülmesi oluşturmaktadır (Didari & Ökten 1989).

Doğrudan yöntemlerin ilk uygulamaları Fransa'da (Cerchar Laboratuvarlarında) başlatılmış ve daha sonra ABD'de (Bureau of Mines) değiştirilmiş uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bugün pek çok ülkede gaz içeriklerinin ölçümünde birbirine benzer doğrudan yöntemler kullanılmaktadır (Didari & Ökten 1989).

Trona örneğinin damardan alınarak bir kap içine aktarılması ve kabin sızdırmaz bir biçimde kapatılması arasında geçen sürede çözülen gaz miktarı Q_1 , laboratuvarında yeterli süre bekleyen örnekten kabin içine yayılan gaz miktarı Q_2 ve örneğin laboratuvarında öğütülmesi sonucunda çıkan gaz miktarı Q_3 ise; örneğin toplam çözülebilir gaz içeriği (Q):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (1)$$

olacaktır (Didari & Ökten, 1989).

Q_1 değeri aşağıdaki görgül eşitlikle de hesaplanabilmektedir (Janas & Opahle 1986).

$$Q_1 = 0,1 (Q_2 + Q_3) \quad (2)$$

4 ÖLÇÜM SONUÇLARI

İlk aşama çalışmalarda 901 nolu sondajdan 26 adet trona örneği alınmıştır. Örneklerin çapları 5 cm olup ağırlıkları 637-1458 gr arasında değişmektedir. Bu örneklerin 25'i üzerinde gaz analizleri gerçekleştirilmiş, yayılan gaz oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Örneklerdeki metan gazı oranları %0.45-41.22 arasında değişirken, metan hariç diğer hidrokarbonlar %1.41-32.81 arasında değişmektedir. Azot, karbon dioksit ve karbon monoksit oranları ise sırasıyla %0.43-4.50, %1.22-55.08 ve %0.20-1.24 arasında değişim göstermektedir. Yayılan gaz oranları ölçülürken havadaki orana yakın azot ve oksijen ölçümü yapılmıştır. Dolayısıyla karotlar sızdırmaz kap içine konulurken, ortamın tam olarak havadan temizlenmediği ve içinde hava kaldığı anlaşılmıştır. Bu nedenle çıkan gazların havasız ortam analizleri yapılarak yayılan gazların gerçek değerleri bulunmuştur.

Çizelge 1. Yayılan gaz oranları (Q_2)

No	Karot Ağırlığı (gr)	CH ₄ (%)	Diğer Hidrokarbonlar (%)	CO ₂ (%)	CO (%)	N ₂ (%)
G1	937.2	12.8	32.8	17.3	-	22.0
G2	1433.5	41.2	4.9	2.2	1.2	50.1
G3	807.3	1.7	7.2	17.1	-	71.3
G4	807.2	1.2	4.9	19.9	-	71.2
G6	637.2	0.8	15.6	31.1	-	48.8
G7	846.0	3.1	8.8	44.4	-	41.7
G8	767.4	4.2	7.3	1.2	0.2	13.9
G9	1142.1	0.6	20.1	21.5	-	32.3
G10	724.2	0.9	9.0	24.6	-	61.4
G11	1233.0	11.1	19.2	55.1	-	4.3
G12	1134.9	1.9	1.4	1.2	-	30.8
G13	885.9	12.5	5.5	2.8	0.2	77.5
G14	1203.2	20.6	6.1	41.2	-	24.1
G15	1324.4	2.5	13.1	52.1	-	30.3
G16	1039.4	5.6	19.2	34.6	-	32.8
G17	750.0	6.0	6.9	30.9	-	50.1
G18	1458.7	0.4	6.5	16.0	-	64.7
G19	861.3	15.0	5.1	23.5	-	55.2
G20	671.3	3.0	15.7	30.9	-	49.9
G21	753.2	1.7	2.6	9.5	-	84.5
G22	824.1	3.0	14.2	40.5	-	35.1
G23	1028.8	1.6	3.4	6.8	-	0.4
G24	664.4	4.2	2.8	7.8	-	84.0
G25	1006.8	19.6	17.7	20.0	-	38.8
G26	726.4	8.7	8.5	26.5	-	39.4

Örneklerin öğütülmesi ve yayılan gazların analizi çalışmaları 15 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Önce çeneli bir kırıcıda belirli bir boyuta indirilen örnekler bilyalı değirmende havasız ortamda öğütülmüş ve yayılan gazların oranları ölçülmüştür (Çizelge 2).

Çizelgeden görüldüğü gibi sadece G14 ve G16 kodlu örnekler hariç diğerlerinde hidrokarbon dışında gaz çıkışı gözlenmemiştir.

Çizelge 2. Öğütme sonucu ölçülen gaz oranları (Q_3)

No	Numune Miktarı (gr)	CH ₄ (%)	Diğer Hidrokarbonlar (%)	Diğer Gazlar (%)
G1	500	4.0	96.0	-
G3	500	3.3	96.7	-
G4	500	0.8	99.2	-
G5	500	14.5	85.5	-
G6	500	2.9	97.1	-
G7	500	4.7	95.3	-
G13	500	3.7	96.3	-
G14	500	0.4	8.9	90.67
G15	500	7.8	92.2	-
G16	500	0.4	98.9	0.79
G17	500	31.5	68.5	-
G21	500	2.7	97.3	-
G24	500	11.5	88.5	-
G25	500	5.3	94.7	-
G26	500	5.6	94.4	-

Kaba alınma süresinde kaybedilmiş olan gaz oranları Eşitlik 2'den faydalanılarak hesaplanmıştır. Buna göre formasyonların toplam gaz içerikleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. Ölçülen gazların oranları: örnek ve örneklerin konulduğu sızdırmaz kapların hacimlerinden faydalanarak, miktara dönüştürülmüştür. Çizelge 3 bu işlem yapıldıktan sonra oluşturulmuştur.

Çizelge 3. Toplam gaz içerikleri

No	CH ₄ (cm ³ /gr)	Diğer Hidro. (cm ³ /gr)	CO ₂ (cm ³ /gr)	CO (cm ³ /gr)	N ₂ (cm ³ /gr)
G1	0,5	5,0	0,4		0,5
G2*	0,5	0,1	0,0	0,0	0,6
G3	0,2	4,6	0,4		1,8
G4	0,1	4,7	0,5		1,8
G6	0,2	5,3	1,1		1,7
G7	0,3	4,5	1,1		1,0
G8*	0,1	0,2	0,0	0,0	0,4
G9*	0,0	0,3	0,3		0,5
G10*	0,0	0,3	0,7		1,8
G11*	0,2	0,3	0,8		0,1
G12*	0,0	0,0	0,0		0,5
G13	0,5	4,4	0,1	0,0	1,8
G14	0,4	0,5	0,6		0,4
G15	0,3	3,7	0,7		0,4
G16	0,1	4,6	0,6		0,6
G17	1,7	3,4	0,9		1,4
G18*	0,0	0,1	0,2		0,7
G19*	0,4	0,1	0,6		1,3
G20*	0,1	0,5	1,0		1,6
G21	0,2	4,6	0,3		2,4
G22*	0,1	0,4	1,0		0,9
G23*	0,0	0,1	0,1		0,0
G24	0,7	4,3	0,3		2,7
G25	0,6	4,4	0,4		0,7
G26	0,5	4,7	0,8		1,2

Bu örneklerde öğütme işlemi yapılmamıştır. Analiz değerleri sadece desorbe olan gazları içermektedir.

5 SONUÇLAR

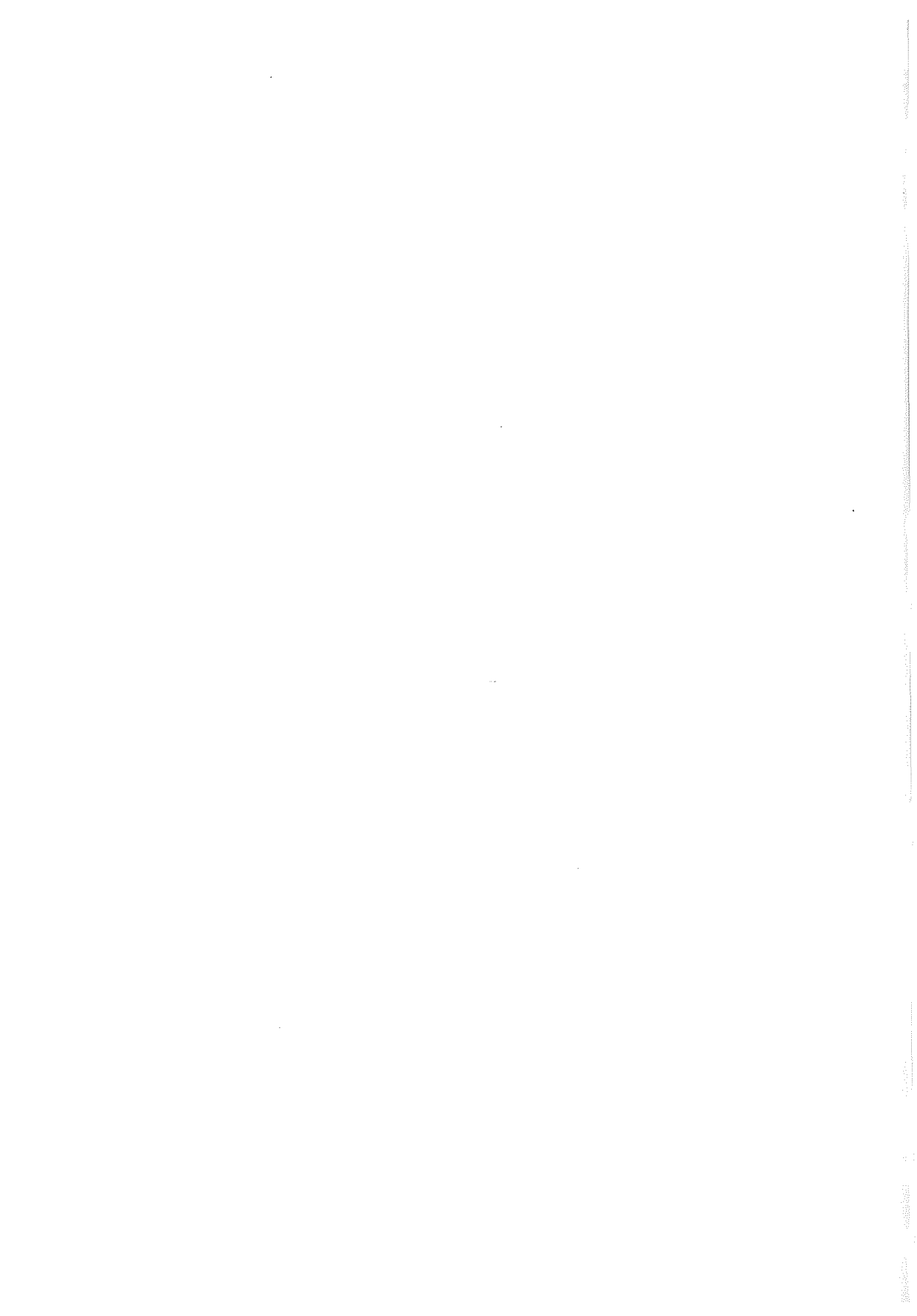
Trona, doğada doğal olarak bulunan soda minerallerinden en yaygın olanıdır. Oluşumu çok özel şartlar gerektiren trona yataklanmalarının hemen hemen hepsi başka amaçla yapılan arama çalışmalarından sonra tesadüfen ortaya çıkmıştır. Soda sahasında karşılaşılan durumlar ve literatür araştırmalarının ortaya koyduğu birkaç uç örnek ve lokasyon dışında, bu tip tuz yatakları genellikle temiz ve kurudurlar. Fakat bazı zonlarda tüm personel ve ocak için risk oluşturabilecek, çok kısa zamanda vuku bulabilecek ve sonu büyük olasılıkla göçük ve patlama ile sonuçlanabilecek gaz-salamura püskürmeleri olabilmektedir.

Bu tür olaylarla mücadele etmek durumunda olan teknik elemanların ihtiyacı olan temel bilgileri (formasyonların gaz içerikleri) sağlamayı hedeflemiş olan bu çalışmada, gaz ölçüm prosedürü sürecindeki çeşitli aşamalarda karşılaşılan sorunların aşılmasıyla

trona yataklarında kullanılabilir güvenilir bir ölçüm tekniğine varılmaya çalışılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Didari, V. & Ökten, G., 1989. Taşkömürün İçerdiği Gaz Miktarının Ölçülmesinde Uygulanan Yöntemler. *Madencilik, cilt sayı: 28,1, s. 17-23.*
- Janas, H.F. & Opahle, M., 1986. Verbesserung der Gasinhaltbestimmung. *Glückauf-Forschungshefte, c.47 (2), s. 83-89.*
- Şener, F., 2002. Beypazarı Trona Yatağı. *Trona ve Sentetik Soda Sempozyumu, s. 5-13.*



Taş Ocağı Çalışanlarında Solunum Sistemi Belirtilerinin Radyolojik Bulguların ve Serbest Radikallerin Araştırılması

A. Sarıışık

Mining Engineering Dept., Faculty of Engineering, Afyon Kocatepe University, 03000 Afyon, Turkey

E. Turgut

Isparta Sosyal Sigortalar Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Polikliniği, 32000 Isparta, Turkey

ABSTRACT: The frequency of the occupational lung diseases increases with industrialization. Pneumoconioses are most diagnosed occupational lung diseases, and silicosis, is the worldwide spread form of them. In this study, in order to examine the pathological changes in the respiratory system on the stone workers, we have searched laboratory findings and performed physical examination in all cases who had been working in a stone mining site. Additionally, apart from radiological and spirometrical evaluations, we analysed the changes of SOD, GpX, and MDA levels at the peripheric blood samples, so that we could investigate the changes of the antioxidant levels due to dust exposure, and the relationship between the changes of the free radicals and the destructive events in the lungs.

ÖZET: Mesleki akciğer hastalıklarının sıklığı, hızlı endüstrileşmeye paralel olarak giderek artmaktadır. Pnömokonyozlar; en çok tanı alan mesleki akciğer hastalıkları olup, dünya genelinde en yaygın görülen formu silikozistir. Çalışmamızda; taş ocağı çalışanlarında oluşan solunum sistemi patolojilerini detaylı bir şekilde incelemek amacıyla, yüksek üretim kapasitesine sahip taş kırma ocağında çalışan kişilerin, fiziksel muayeneleri ve laboratuvar bulguları araştırılmıştır. Ayrıca, toz maruziyetiyle gelişen antioksidan ve serbest radikallerdeki değişimleri ve oluşan destrüktif olaylarla ilişkisini araştırmak amacıyla; radyolojik ve spirometrik değerlendirmelerin yanısıra, periferik kan örneklerinde SOD, GpX ve MDA düzeyleri de incelenmiştir.

I GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, değişen pek çok olay gibi, insanlarda görülen hastalıkların özellikleri de farklılaşmaktadır. Geçtiğimiz yüzyıllarda enfeksiyon hastalıkları insanlık için büyük sorun oluştururken; günümüzde endüstrileşen toplumlar için; maligniteler, kronik inflamatuvar hastalıklar ve psikolojik bozukluklar ön plana çıkmaktadır. Endüstrileşmenin kaçınılmaz sonucu olan çevre kirliliği ise, başlı başına toplumsal bir sorun haline gelmiştir. Büyük şehirlerdeki hava kirliliği ve pasif sigara içimi insan sağlığını riske atmaktadır. Bunun yanında madencilik, ağır sanayi ve çimento üretimi gibi çeşitli iş alanlarında, çevre kirliliği göz ardı edilemeyecek düzeydedir, ve mesleki bir maruziyet söz konusudur. Gelişmiş batı toplumlarında, alınan toplumsal ve mesleki önlemler oldukça yetersiz kalmaktadır. Özellikle mesleki anlamda maruz kalan gürültü, gaz, toz ve kimyasal maddeler, bir çok insanın farkında olmadan ciddi ve tedavisi zor

ya da imkansız hastalıklara yakalanmasına yol açabilmektedir.

Ülkemiz için bu alandaki en önemli sorun, inhalasyonla alınan ve başlıca toz yapısındaki maddelere bağlı gelişen akciğer hastalıklarıdır. Bu durum ülkemizde en çok, mermer ve taş madenlerinde çalışanlarla, kömür madeni işçilerinde ortaya çıkmaktadır. Çeşitli madenlerin elde edilmesinde, ve özellikle yeraltı, kömür üretiminin de, maruz kalınan toz miktarı oldukça yüksek düzeylere ulaşmakta ve belli bir periyodun sonunda, "kömür işçisi prömokonyozu" gelişmektedir. Mermer ya da granit blokların yer üstü şartlarında işlenmesi sırasında da oldukça yoğun toz oluşmaktadır. Doğada en fazla bulunan mineral bulunan mineral olan silikadır, bu ve işlemler sırasında serbest partiküller halinde açığa çıkar. Bu partiküllerin solunmasıyla silikozis gelişmektedir. Toza maruz kalan olgularda silikozis gelişmese bile, en azından değişen derecelerde, kronik solunum yolu hastalığı ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada amaç, taş ocağında çalışanlarda oluşan solunum sistemi patolojilerini detaylı bir

şekilde incelemektir. Sürekli olarak, silika içeren yoğun toz maruziyetine bağlı gelişebilecek solunumsal bulguları ortaya koymak için: bölgemizde bulunan ve oldukça yüksek üretim kapasitesine sahip bir taş kırma ocağında çalışan kişilerin, fizik muayene ve laboratuvar bulgular araştırılmıştır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Silika ve Silikatlar

Silika (SiO₂); dünyada en çok bulunan mineraldir. Doğada kayaların %60 kadarını silika oluşturur. Doğada kristalin (kuvartz, kristobalid ve tridmit), kriptokristalin ve amorf formlarda bulunur. Silika türlerinin temel özellikleri Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Serbest silika, herhangi bir element ya da bileşik ile bir arada olmayan silikadır. Bileşik halindeki silika ise: genelde oksitler ile bağlanmış silika formu (silikon dioksit) olup, kayaç ve toprakta doğal olarak bulunur.

Çizelge 1. Silika türlerinin temel özellikleri

Silika Türleri	Özgül Ağırlık	Erime Derecesi	Kayma Derecesi
Kristalin Silika			
- Kuvartz	2,65	1470	2230
- Kristobalid	2,32	1710	2230
- Tridmit	2,28	1670	2230
Kriptokristalin	2,57	-	2230
Amorf	2,10	1600	2230

Kristalin silika: silikon ve oksijen atomları belli bir paternde dizilirken amorf silikada böyle bir özellik yoktur. Kriptokristalin silika formu ise her iki özelliği de gösterebilen ara bir formdur. Serbest silikanın kristalin formları, hegzagonal yapıdaki kuvartz, kübik ya da tetragonal yapıdaki kristobalid ve ortorombik yapıdaki tridmitdir. Kristalin silika, yer kabuğunda ısı ve basınç altında meydana gelir (Roach, 1983, Weber&Banks, 1994). Kristalin silika, tüm minerallerin ve kayaların çoğunun yapısında bulunur. Granit, feldspat ve mika başlıca kaynaklardır. Amorf silika ise kristal yapıda olmadığı için zararsızdır ve silikozise neden olmaz (Weber&Banks,1994).

2.2 Mesleki Solunum Sistemi Hastalıkları

Geçtiğimiz 10 yıl içinde, iş yeri ortamındaki zararlı maddelere maruziyet sonucu gelişen sağlık sorunlarında, önemli bir artış olmuştur. Akciğerler

geniş yüzey alanı, yüksek kan akımı ve ince alveoler epiteli ile, çevresel etkilerle karşı karşıya kalan en önemli organdır. Çalışılan ortamda maruz kalınan maddelerin etkisi ile gelişen hastalıklar yanında, bir grup hastalık ise bu maddelerin etkisi ile aigre ve olabilmektedir (Pınar,1997). Mesleki akciğer hastalıkları; maruz kalınan etkiye göre değişik klinik hastalıklar olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlar Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Pnömokonyozlar; en çok tanı alan mesleki akciğer hastalıklarıdır. Dünya genelinde en yaygın mesleki akciğer hastalığı, silikozistir.

Mesleki akciğer hastalıklarının tanı ve özellikle tedavileri, oldukça güç olduğundan hastalığın önlenmesi asıl amaç olmalıdır.

Belli bir etkiye maruziyetle, çalışma alanındaki bir çok insan risk altına girdiği için, gelişecek hastalığın kanuni, maddi ve sosyal sonuçları toplumun önemli bir kısmını etkileyebilir (Pınar,1997,Becklake,1994,Savaş&Özdemir,1996, Barış&Karakoca,1995).

Çizelge 2 Mesleki Akciğer Hastalıkları

Mesleki Akciğer Hastalığı	Sorumlu Ajan
Üst Hava Yolu İritasyonu	İrritan Gaz ve Solventler
Hava Yolu Bozuklukları Mesleki Astım Sensitizasyon ile -Düşük molekül ağırlıklı	Diözossiyanatlar, anhidritler, odun tozları
-Yüksek molekül ağırlıklı	Hayvan kaynaklı allerjenler, lateks
İrritanlar ile Bisinozis Tahıl Tozu Hastalığı Kronik Bronşit, KOAH	İrritan gazlar Pamuk tozu Tahıl Mineral tozlar, kömür
<u>Akut İnhalasyon Zedelenmesi</u> Toksit Pnömonitis	İrritan gazlar, metaller Metal oksitler: çinko ve bakır Plastik Patlama Ürünleri
Metal Dumanı Ateşi Polimer Dumanı Ateşi Duman İnhalasyonu	tüberküloz, virtis, bakteri
İnfeksiyöz Hastalıkları	bakteri, fungus, hayvan proteinleri
Hipersensitivite Pnömonisi	asbest, silika, kömür, berilyum, kobalt
Pnömokonyozlar	
<u>Maligniteler</u> - Sinonazal Kanseri - Akciğer Kanseri - Mezotelyoma	odun tozu asbest, radon asbest

2.3 Silika Maruziyetiyle Gelişen Solunum Sistemi Hastalıkları

Silikozi: ilk kez Yunan yazıtlarında karşılaşılan ve insanlık tarihi kadar eski olan bir hastalıktır. Tarih öncesi çağlarda, insanlar taşları işlemeye başlamasından bu yana, silikozi hastalığına ait bilgiler mevcuttur.

Silikozi tanısında üç temel faktör vardır. Bunlardan birincisi: hastalığa yol açabilecek düzeyde toz maruziyeti olması, ikincisi: silikozi bulgularının radyolojik olarak varlığı ve üçüncüsü de: bu bulgulara yol açabilecek fungal, mikobakteriyel bir enfeksiyon ya da sarkoidozis gibi başka bir hastalığın olmadığı gösterilmesidir.

Silikozi Hastalığının Çeşitleri:

- a- Kronik Silikozi
- b- Basit Silikozi
- c- Progresif Masif Fibrosis (PMF)
- d- Akselere Silikozi
- e- Akut Silikozi

Silikoze Eşlik Edebilen Diğer Hastalıklar:

- a- Mikobakteriyel Enfeksiyonlar
- b- Silikozi ve Akciğer kanser
- c- Bağ Doku Hastalıkları
- d- Akciğer Dışı Tutulum

Silikozi bir kere geliştikten sonra, olgun toz maruziyeti sonlandırılrsa bile, hastalığın ilerleme ve tbc enfeksiyonu gelişme riski devam etmektedir. Yine de tanı konduğunda ilk yapılacak iş hastanın tozlu ortamdan uzaklaştırılmasıdır. Hastada oluşabilecek solunum semptomlar ve radyolojik progresyon öncelikle tbc enfeksiyonu lehinde değerlendirilmeli ve agresif yaklaşımla tanı konmaya çalışılmalıdır. Yıllık ppd ve grafi kontrolleri ile takip şarttır.

2.4 Serbest Oksijen Radikaller

Bir hastalık da serbest oksijen radikallerinin etkisini göstermek için en doğru yöntem radikallerin ya da bu radikallerin katıldığı reaksiyonlardaki ürünleri lezyon alanında gösterilmesidir (Finci,1987,Con.,1987).

Serbest oksijen radikallerinin temel etkileri, öncelikle inflamatuvar olaylar sırasında gelişen hücre zedelenmesi sürecinde ortaya çıkmıştır. Organizmanın enfeksiyon etkilerine karşı temel savunma mekanizmalarının da asıl öldürücü etkisi "respiratory burst" (solunumsal patlama) adı verilen süreçle gerçekleşmektedir (Finci,R.1987. Weisse, S.J. &LoBuglio,1982). Serbest Oksijen Radikalleri ile İlişkili Hastalık Grupları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

3 GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışmanın Şekli ve Yeri

Öncelikle silika maruziyetiyle gelişen solunumsal bulguları araştırmak amacıyla kesitsel bir çalışma planlanmıştır. Bu amaçla yoğun silika maruziyetinin olduğu çalışma alanlarından, temel olarak taş ocağında; çalışanların genel sağlık taraması yanında, solunum sistemiyle ilgili semptomlar, klinik ve radyolojik bulgu ile serbest radikal düzeylerinin detaylarıyla araştırılması kararlaştırılmıştır.

Çizelge 3, Serbest oksijen radikallerinin ilişkili hastalık grupları

Hastalık Grupları	Örnekler
Solunum sistemi hastalıkları	sigara içimi, amfizem, pnömokonyozlar, hiperoksi, bronkopulmoner displazi, ARDS, bleomisin toksisitesi
Kardiovasküler sistem hastalıkları	ateroskleroz, alkolik kardiyomiopati, doksorubisin toksisitesi
Böbrek hastalıkları	antiglomerüler bazal membran hastalığı, aminoglikozid toksisitesi, ağır metal toksisitesi, renal greft reddi, glomerülo nefrit
GIS hastalıkları	endotoksinlere bağlı karaciğer zedelenmesi, ülseratif kolit, NSAID kullanımı
Kas, iskelet sistemi hastalıkları	romatrid artrit
Nörolojik hastalıkları	senil demans, parkinson hastalığı, hipertansif serebrovasküler zedelenme, serebral travma, ataksi-telenjektazi, A-beta-lipoproteinemi
Göz hastalıkları	katarakt oluşumu, dejeneratif retinal hasar
Cilt hastalıkları	solar radyasyon, termal zedelenme, porfiri, kontakt dermatit
Hematolojik hastalıkları	kurşun zehirlenmesi, malarya, orak hücreli anemi, Fanconi anemisi
Diğer	amiloid, kanser, alkol, yaşlanma, beslenme bozuklukları, diyabetes mellitus, otoimmün hastalıklar

Bu iş yeri Isparta il merkezinde, şehrin güneyinde kurulmuş. Isparta Belediyesi Kırmataş Tesisleri ve Asfalt Şantiyesidir. Çevresi kısmen de olsa yüksek tepelerle çevrili olup hava akımlarına yarı açık bir konumda bulunmaktadır. İç Anadolu ikliminin hakim olduğu bölgede yaz aylarında rüzgarlar daha da azaldığı için toz yoğunluğu artmaktadır.

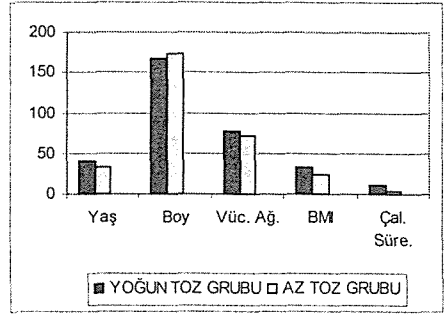
3.2 Çalışma Ortamının ve İş Yeri Çalışanlarının Genel Özellikleri

Çalışma ortamının ve iş yeri çalışanlarının genel özelliklerini saptama için iş yerinde bir ön inceleme yapılmıştır. İş yerinde yaz aylarında daha da yoğun olmak üzere sürekli olarak taş ocaklarından getirilen büyük kayaç blokları "konkasör" adı verilen büyük platformda mekanik yolla kırılarak küçük çakıl parçalarına dönüştürülerek boyutlandırılmaktadır. Bu işlem sırasında oldukça yoğun toz oluşmakta ve sulu sistemin kullanılmaması toz yoğunluğunun daha da artmasına yol açmaktadır. Bu tozlu ortamda 8 saatlik vardiye ile toplam 110 çalışan görev yapmaktadır. Elde edilen küçük taşlar bir ön elemenden geçirildikten sonra asfalt yapımında kullanılmaktadır. Bu amaçla kırılan taşlar uzun bant sistemleri ve yük araçlarıyla "plant" adı verilen sistemlere ulaştırılır. Burada bitüm (katran) ile karıştırılarak asfalt elde edilmektedir. İki adet plant sisteminin bulunduğu büyük çoğunlukla yüksek kapasiteden dolayı yeni plant adı verilen, daha gelişmiş olanı kullanılmaktadır. Üretilen asfalt aynı anda ve aynı yerde otomatik olarak kamyonlara yüklenip kullanım amacıyla iş yeriden çıkartılmaktadır. Günlük 500 ton taş kırılan tesisin ortalama asfalt üretimi günde yaklaşık 600 tondur. İş yerinde kapalı ortam olarak, idari görevlilerin büroları ve bir dinlenme salonunun bulunduğu merkez bina ve bitüm ısıtma merkezi mevcuttur. Merkez binada klimalarla havalandırma sağlanmaktadır. Buna karşın konkasör ve plantlar açık ortamda bulunmaktadır. Bitüm ısıtma merkezi ise klimalarla olmasa da nispeten iyi havalanmaktadır. İdari görevliler, şoförler ve bekçiler gibi aktif taş kırma işi yapmayan kişiler daha çok idari binada bulunmaktadır. Buna karşın konkasör ve plantlarla ileti bantlarında çalışan işçiler dinlenme saatleri dışında mesailerinin tamamını yoğun toz ortamında geçirmektedirler. İş yeri toplam 18 hektar alana kurulmuştur. Günün hemen her saatinde sürekli olarak tozlu bir görünüm sergilemektedir ve özellikle yaz aylarında artan asfalt ihtiyacını karşılamak için üretim daha da artırılmaktadır. İşçiler üç vardiye halinde çalıştığı ve üretim sürekli devam ettiği için yalnızca kuvvetli rüzgarlar esmeye başladığında toz bulutu kalkmakta ve ardından iş yeri yeniden eski haline gelmektedir. İdari görevli ve şoförler gibi aktif taş kırma işi yapmayan görevli sayısı 50 ve aktif olarak çalışan işçi sayısı 60'tır. İş yerinde ulaşım özel servis aracı

ile yapılmaktadır. Çalışan kişiler çoğunlukla bölgedeki değişik yerleşim yerlerinden gelmekte ve Isparta il merkezinde yaşamaktadırlar. Önemli bir kısmı daha önce başka işler yapmış olsa da uzun süredir bu iş yerinde çalışmaktadır.

Çizelge 5.Olguların genel özellikleri

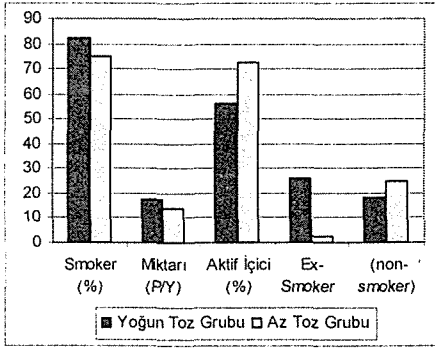
	Yoğun Toz Grubu	Az Toz Grubu
Yaş	39.54	33.77
Boy	167.1	172.1
Vücut Ağırlığı	77.34	72.22
BMI	33.77	24.36
Çalış. Süresi	11.88	2.8



Şekil 1. Olguların genel özellikleri

Çizelge 6. Olguların sigara alışkanlıkları

	Yoğun Toz Grubu	Az Toz Grubu
Toplam Olgu Sayısı	50	40
Sigara Kullanan Olgu Sayısı	41(%82)	30(%75)
Ortalama Sigara Kullanma Miktarı (P/Y)	17.72±15.74	14.02±12.52
Aktif İçici Sayısı	28(%56)	29(%72.5)
Ex-Smoker Sayısı	13(%26)	1(%2.5)
Sigara Kullanmayanların Sayısı (Non - smoker)	9(%18)	10(%25)



Şekil 2. Olguların Sigara Alışkanlıkları.

3.3 Çalışma Ortamında Yapılan Ölçümler ve İş Yeri Çalışanlarına Uygulanan Testler

3.3.1 Çalışma Ortamında Yapılan Ölçümler

İş yerinde yapılan ön değerlendirmede, açık havada çalışılmasına rağmen, ortamın oldukça tozlu olduğu görülmüştür. En yoğun toz oluşumu, büyük kayaç bloklarının konkasörde parçalanması sırasında ortaya çıkmaktadır. Ayrıca elde edilen küçük taş parçalarının otomatik taşıyıcı bantlara verilmesi ve nakli sırasında yayılan partiküller ile görme zorlaşmaktadır.

Bu ortamda bulunan kişilerin maruz kaldığı toz düzeyini ve maruz kalınan partiküllerin fizik özelliklerini belirlemek için iş yerinde, önceden saptanan değişik yerlerden örnekler alınarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Analiz ve ölçümler iki farklı yöntemle yapılmıştır. İlk olarak solunan havada bulunan toz ve silika miktarları ölçüldü. Bu ölçümler, ülkemizde alanında en önde gelen işçi sağlığı kuruluşu olan, İşçi Sağlığı ve Güvenliği Merkezi (İSGÜM) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kuruluş tarafından görevlendirilen yetkili kişiler tarafından iş yerinde bir tam gün boyunca ölçümler yapılmıştır. Çalışma ortamındaki toz konsantrasyonu dışında gaz ve gürültü ölçümleri de gerçekleştirilmiştir.

3.3.1.1 Solunabilir (Respirabl) Toz ve Silika Ölçümleri

Bu amaçla Personel Dust Sampler (kişisel toz toplama cihazı) Casella-London AFC 123, kullanılarak toz örnekleri alındı. Cihaz aktif çalışan işçinin kemerine takılan bir ölçüm parçasına, içinden hava akımının geçebildiği şeffaf bir boruyla bağlanmış toz toplama aparatından oluşmaktadır. Cihaz bir saat boyunca işçinin üzerinde kalmaktadır. Toplanan toz partikülleri buradan alınarak İSGÜM'ün Ankara'daki merkez laboratuvarlarında incelenmiştir. Serbest kristalin SiO₂ ihtiva eden

tozlar için zararlılık derecesi Z ile formüle edilmiştir. İşyeri ortamı Z değerinin:

0.2 < olması halinde TEHLİKESİZ

0.2 - 1 olması halinde KRİTİK,

1 > olması halinde TEHLİKELİ

İSGÜM tarafından yapılan toz ve respirabl silika ölçümlerinde alınan sonuçlar Çizelge 7'de ve Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 7 İşyeri Ortamındaki

Numune Alınan Yer	Solunabilir Toz Konsantras. (mg / m ³)	Silika Miktarı (mg)	Z (Zararlılık Derecesi)
Konkasör	10.81	0.09	7.15
Yeni Plant	12.29	0.07	11.25
İdari Bina	2.84	0.02	0.56

İşyerinden alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre, tespit edilen Z zararlılık dereceleri, Konkasör ve Yeni Plantta tehlikeli, İdari Binada ise kritik düzeyde olmuştur.

3.3.1.2 Agregâ Örneklerinin Mikroskopik İncelemesi

Çalışma ortamında yapılan ikinci toz analizi iş yeri zemininden alınan agregâ örnekleri incelenerek gerçekleştirilmiştir. Kayaç blokların kırılmasıyla açığa çıkan toz partiküller iş yerinin hemen hemen her tarafında çökerek kalın bir toz katmanı oluşturmaktadır. Analiz amacıyla, konkasör agregâ stok bunker ve darbeli kırıcı civarından, eski ve yeni plant çevresinden agregâ örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler ARL-8660 marka X-Ray Cihazı ile analiz edildi. Agregâ örneklerinin mineralojik analiz sonucunda ise en yüksek SiO₂ oranı eski ve yeni plant çevresinde saptanmıştır. Bu analizlerin sonuçları Çizelge 8'de sunulmuştur. Agregâ örneklerinde bulunan silika partiküllerinin fiziksel özellikleri ve mikroskopik görüntüleri incelendiğinde ise apatit, feldspat (silika bileşiği), kalsiyum karbonat, zirkon (silika bileşiği) ve dolomit (MgCaCO₃) bileşiklerinin kristalize yapılar halinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca demirleşmiş silika ve bazı organik partiküller görülmüştür. Kristalize yapıların boyutları oldukça değişken olup 4 µm ile 91 µm arasında ölçülmüştür.

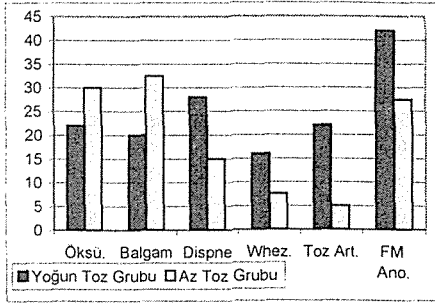
3.3.2 İş Yeri Çalışanlarına Uygulanan Testler

Çalışmaya alınan tüm bireyler önceden yapılan araştırma hakkında bilgilendirilmiştir. Her birey için anket formları doldurulmuştur. Bireylerin fiziksel

Çizelge 8. Agrega örneklerinin mineralojik analiz sonuçları (%)

Numune Alınan Yer	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	SO ₃	TiO ₂
Konkasör Agrega Stok Bunkeri	6.608	2.786	49.574	0.016	0.955	0.369	0.884	0.313	0.101	0.110
Darbeli Kırcı Cıvırı	6.612	2.700	48.467	0.016	0.927	0.379	2.118	0.311	0.113	0.301
Eski Plant Baca Çevresi	14.250	5.972	62.359	0.012	2.033	0.847	15.336	0.509	0.435	0.254
Yeni Baca Plant Çevresi	10.772	4.357	70.911	0.023	1.526	0.642	11.548	0.509	0.490	0.171

muayeneleri yapılmıştır. Bu sonuçlar ile laboratuvar incelemelerine geçilmiştir. Bu incelemelerde hematolojik, biokimyasal, radyolojik ve spirometrik veriler elde edilmiştir.



Şekil 5. Olgularda Saptanan Solunum Semptomları ve Anormal Fizik Muayene Bulguları

Çizelge 9. Olgularda saptanan solunum semptomları ve anormal fizik muayene bulguları.

	Yoğun Toz Grubu	Az Toz Grubu
Öksürük	11 (%22)	12 (%30)
Balgam	10 (%20)	13 (%32.5)
Dispne	14 (%28)	6 (%15)
Wheezing	8 (%16)	3 (%7.5)
Tozla Artış	11 (%22)	2 (%5)
FM'de Bulgu	21 (%42)	11 (%27.5)

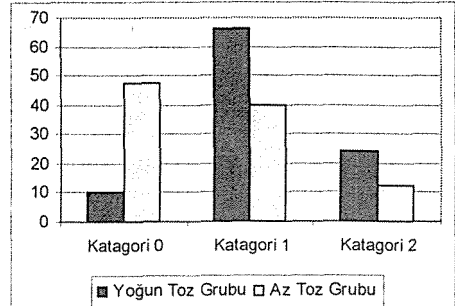
Çizelge 10. ILO sınıflamasına göre olguların PA Akciğer grafilerinin değerlendirilmesi

	0	1	2	3
Yoğun Toz Grubu	5 (%10)	33 (%66)	12 (%24)	0
Az Toz Grubu	19 (%47.5)	16 (%40)	5 (%12.5)	0

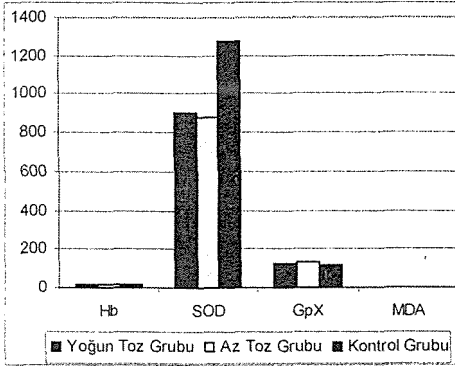
4 SONUÇLAR

Her iki grupta, ciddi oranda öksürük, balgam çıkarma, dispne ve wheezing gibi solunumsal belirtiler ve fiziksel muayenede solunum seslerinin kabaşması gibi anormal bulgular vardır. Gruplar arasında belirli ve bulguların sıklığı açısından istatistiki olarak fark saptanmadı. Tozlu ortamda bulunmanın bu semptomları artırıcı etkisi ise yoğun toz grubunda oldukça tozlu oranda bulunmuştur.

Mesleki akciğer hastalıklarının tanı ve özellikle tedavileri, oldukça güç olduğundan hastalığın önlenmesi asıl amaç olmalıdır. Silikozis, bir kere geliştikten sonra, olgunun toz maruziyeti sonlandırılrsa bile, hastalığın ilerleme riski devam etmektedir. Ayrıca yüksek toz yoğunluğu olan işyerlerinde, çalışan insan risk altına girmektedir. Bu nedenle gelişecek hastalığın kanuni, maddi ve sosyal sonuçları kitlesel sonuçlara yol açabilir. Günümüzde, teknolojik olanaklar kullanılarak maruz kalan toz hastalıkları azaltılabilir ve risk grupları duyarlı radyolojik yöntemlerle etkin şekilde takip edilebilir. Böylece silikozis, önemli bir sorun olmaktan çıkarılabilir.



Şekil 6. ILO sınıflamasına göre olguların PA Akciğer grafilerinin değerlendirilmesi



Şekil 7. Çalışma ve Kontrol Grupları Serbest Radikallerin Değerleri

KAYNAKLAR

Barış.Yİ. & Karakoca.Y. & Demir.AU. 1995. Çevresel ve mesleki akciğer hastalıkları. Barış.Yİ. ed. *Solumun Hastalıkları Temel Yaklaşım*. Ankara: Türkiye Akciğer Hastalıkları Vakfı Yayınları.

- Becklake. MR. 1994. *Pneumoconiosis*. In Murray JF, Nadel JA, ed *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine*. Philadelphia:WB. Saunders Company.
- Finci. R. 1987. Çevresel Hastalıklar. In. Uluoğlu. Ö. (Çev) ed Rabbins. SL. Kumar. V. *Basic pathology*. Philadelphia: WB. Saunders Company.
- Pınar. E. 1997. Solumun Sisteminin meslek hastalıkları. In Numanoglu. N. ed. *Klinik Solunum Sistemi ve Hastalıkları*. Ankara: Antip AŞ.
- Roach. SA. 1983. Silica and silicates. In. Parmeggiani. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and safety*. Geneva: ILO Publications.
- Savaş.İ. & Özdemir.Ö. & Numanoglu.N. 1996. Mesleki akciğer hastalıkları. In İlçin.G. & Ünal. S. & Biberoglu. K. ed. *Temel İç Hastalıkları*. Ankara: Güneş Kitapevi.
- Weber. SL. 1994. Banks DE. *Silicosis*. In Rosenstock L. Cullen MR. ed. *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine*. Philadelphia: WB. Saunders Company.
- Weisse. SJ. & LoBuglio. A. 1982. *Biology of Disease. Phagocyte - generated oxygen metabolites and cellular injury*. Laboratory Investigation.
- Turgut. ES. 1999. *Taş Ocağında Solunum Sistemi Belirtilerinin Radyolojik Bulguların ve Serbest Radikallerinin Araştırılması*.Isparta

Ovacık Maden İşletmesinde Sıfır Kaza Hedefi İçin Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi

M. Kavak & Y. S. İnci

Özdoğu İnş.ve Tic. Ltd.Şti., Ovacık, Bergama, İzmir, Türkiye

G. Konak

Maden Mühendisliği Bölümü, D.E.Ü., İzmir, Türkiye

M. Doktan

Centre for Mining Technology & Equipment, The University of Queensland, Brisbane, Qld, Australia

ÖZET : Ovacık Altın Madeni Türkiye'nin altın üreten ilk madenidir. Haziran 2001 tarihinde başlayan üretim faaliyeti halen devam etmektedir. Bu çalışma süresi içerisinde iş güvenliğine yönelik olarak Sıfır Kaza hedefi ile çalışmalar yürütülmüştür. Hedefe ulaşmak için her iş kolu için ayrı ayrı olmak üzere yönetmelikler hazırlanarak tüm çalışanların eğitimleri gerçekleştirilmiş ve bu yöndeki eğitimler halen devam etmektedir. Bu tebliğde Sıfır Kaza hedefine ulaşmak için Ovacık Altın Madeninde yapılan çalışmalar anlatılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca Türkiye de son yıllarda meydana gelen iş kazaları ile ilgili istatistikler incelenerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

ABSTRACT: Ovacık project is the only operating gold mine in Turkey. The operations devoted to gold ore production started in June 2001 has been carrying out since then. Operations had been targeted to obtain Zero Work accident during mining process in the first place. There are many methods developed to reach this target like constituting regulations separately for each item of working branches and arrangements of training courses on work safety and labour health. In this study, the ways of achieving Zero Accident target in Ovacık gold mine will be given together with the results of this study. Additionally, the statistical analysis on work accidents reported over recent years in Turkey will also be evaluated in the paper.

1 GİRİŞ

İşçi sağlığı ve iş güvenliği çalışma hayatının en önemli konularının başında gelmektedir. Çalışanlara güvenli bir çalışma ortamı sağlamak, meslek hastalıkları ve iş kazaları sonucu ortaya çıkan iş gücü ve iş günü kayıplarını azalttığı gibi çalışma ortamının işçiye verdiği güven nedeniyle işyeri verimi de artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde işçi sağlığı ve iş güvenliğine yönelik çalışmalar son derece önemsenmekte ve işyerlerindeki öncelikli konular arasında yer almaktadır. Ülkemizde yasal düzenlemeler (yaptırımlar) bulunmakla birlikte uygulamada işçi sağlığı ve iş güvenliği konusuna gerekli önem verilmemekte ve işyerlerinde genellikle ikinci plana atılmaktadır. Ancak son yıllarda profesyonel yönetim bilincinin gelişmesi ile birlikte bu konunun önemini kavrayan işyerleri gerekli çalışmaları yapmakta ve bunun işyerleri açısından olumlu sonuçlarını almaktadırlar. İş kazalarının en yoğun yaşandığı sektörlerin başında madencilik iş kolu gelmektedir (Ertürk & Tekelioğlu, 1996). Bu sektörde iş kazalarının önlenmesi ve/veya oluşmaması için daha yoğun

çalışmalar yapılarak güvenli çalışma ortamları sağlanmalıdır.

Bu amaçla, Haziran 2001 tarihinde üretim faaliyetlerine başlayan Ovacık Altın Madeninde Sıfır Kaza hedefi ile çalışmalar yürütülmüştür. Hedefe ulaşmak için her iş kolu için ayrı ayrı olmak üzere yönetmelikler hazırlanarak tüm çalışanlara eğitim verilmiş ve bu eğitimler halen devam etmektedir. İşletmeye başladığı andan itibaren kurumsal ve profesyonel çalışma ilkelerine yönelik yönetmelikler adım adım hazırlanmış bir yandan da bu yönetmeliklerin çalışanlarca benimsenebilmesi için eğitim çalışmaları yapılmış ve bu eğitim çalışmalarına kesintisiz devam edilmektedir. Çalışanların katılımını sağlamak için Kaza Rapor Formu hazırlanarak, kazaya yol açabilecek davranış biçimlerinin herkes tarafından rapor edilebilir olması amaçlanmıştır. Tüm çalışanlara Genel Eğitimin yanı sıra Açık Ocak Eğitimi verilmiştir. Bu eğitimi almayan kişilerin ocağa girmeleri ve çalışmaları yasaklanmıştır. Yukarıda anlatılan çalışmalar sonucunda Ovacık Altın Madeninde dekapaj ve cevher üretimi sırasında Sıfır Kaza hedefine ulaşılmıştır.

2 TÜRKİYEDE DURUM

Uluslararası Çalışma Teşkilatınca, dünyada her yıl 1.2 milyon insanın iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu hayatlarını kaybederken, 160 milyon işçinin ise iş kazaları ve meslek hastalıkları dolayısıyla yaralandığı ve hastalandığı, endüstrileşmiş ülkelerde iş kazaları ve meslek hastalıklarının toplam maliyetinin bu ülkelerin Gayrı Safi Milli Hasıllarının %1 ila %3ü oranında değiştiği belirtilmektedir.

Ülkemizde ise iş kazaları, çalışma yaşamının en önemli sorunu olmaya devam ediyor. 2001 yılı SSK istatistiklerine göre ülkemizde bir yılda 72.367 iş kazası meydana gelmiş ve 883 çalışan ise meslek hastalığına yakalanmıştır. Bu iş kazası ve meslek hastalıkları sonucu 991 çalışan yaşamını yitirmiş ve 2183 çalışanda ise sürekli iş göremezlik meydana gelmiştir. Ayrıca toplam 1.852.502 gün geçici iş göremezlik oluşmuş ve çalışanlar 52.764 günü hastanede geçirmişlerdir (SSK 2001).

Son yıllarda profesyonel yönetim bilincinin gelişmesi, özellikle kurumsallaşmış büyük firmalarda iş güvenliği ve işçi sağlığı konusu ile ilgili çalışmalar daha fazla önem kazanmaktadır. Bir çok kuruluş konu ile ilgili birimleri oluşturmakta ve bu birimleri işlevsel hale getirmek için en üst seviyedeki idari organlara bağlanmaktadır. Bu tür çalışmaların olumlu etkisi sınırlıda olsa istatistiklere yansımaktadır. Çizelge 1' de son beş yılda Türkiye de meydana gelen iş kazaları sayısı ve bu kazaların iş yerinde çalışan sigortalı işçi sayısına göre dağılımı verilmektedir.

Çizelgeden de görüleceği üzere 1997 yılında 98.318 olan toplam iş kazası sayısı yıllar itibarı ile azalarak 2001 yılında 72.367 olarak gerçekleşmiştir. Bu azalmada son yıllarda yaşanan ekonomik kriz nedeniyle işyerlerinde daralma ve sigortasız kaçak işçi çalıştırma eğiliminin artması etki ettiği gibi, iş güvenliği konusunda yapılan çalışmaların olumlu sonuçlarının yansması da etkili olmuştur. Çizelgede önemli olan diğer bir veri ise iş yerlerinde çalışan işçi sayısına göre iş kazalarının dağılımıdır. Son beş yıllık istatistiklere göre Türkiye de meydana gelen iş kazalarının yaklaşık % 40' ı 3 kişi veya daha az sigortalı işçinin çalıştığı küçük işyerlerinde meydana gelmiştir. Genellikle eğitimli teknik elemanların çok az çalıştığı bu işyerlerinde iş güvenliği ile ilgili eğitim ve iş kazalarının önlenmesine yönelik çalışmalar oldukça yetersiz kalmaktadır. Bunun sonucu olarak büyük, kurumsallaşmış ve iş güvenliği konusuna önem veren işletmelere göre bu tür küçük boyutlu işletmelerde iş kazaları daha yoğun bir şekilde yaşanmaktadır.

Çizelge 1. İş kazalarının çalışan sayısına göre dağılımı (SSK, 2001).

İşyerinde çalışan sigortalı sayısı	İş kazası sayıları				
	1997	1998	1999	2000	2001
1-3	42.424	38.245	33.121	32.140	27.525
4-9	11.219	9.605	8.392	7.437	8.450
10-20	8.617	8.040	6.709	6.201	6.656
21-50	10.291	9.428	8.205	7.764	8.259
51-100	6.961	6.636	5.746	5.163	5.090
101-200	6.623	6.701	5.041	5.672	6.454
201-500	6.864	7.226	5.847	5.786	5.531
501-1000	2.769	3.076	2.204	2.338	2.377
1001+	2.550	2.938	2.690	2.346	2.025
Toplam	98.318	91.895	77.955	74.847	72.367

3 OVACIK ALTIN MADENİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1 İşletmenin tanıtılması

Ovacık Altın Madeni, İzmir'in 100 km kuzeyinde, Bergama'nın 12 km batısında ve Dikili'nin 20 km doğusunda yer almaktadır. 100 hektarlık bir alan üzerinde kurulu olan işletmede Haziran 2001 tarihinde başlayan üretim faaliyetleri açık ocak madenciligi yöntemi ile sürdürülmektedir. Açık işletmenin yanı sıra, derin kotlarda bulunan cevherin üretilmesine yönelik olarak yeraltı işletmesinin de devreye alınması için gerekli çalışmalar devam etmektedir. Üretim faaliyetlerinin başladığı tarihten 28 Şubat 2003 tarihine kadar geçen süre içerisinde açık işletmede 3.260.866 m³'ü dekapaj ve 282.160 m³'ü cevher kazısı olmak üzere toplam 3.543.026 m³ kazı gerçekleştirilmiştir.

3.2 Sıfır Kaza hedefi için yapılan çalışmalar

Açık ocak kazı çalışmalarının başlaması ile birlikte iş güvenliği ve işçi sağlığı konusunda önemli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. İş güvenliği ve işçi sağlığı konusunun öneminin, hem kurum, hem de çalışanların gündeminde sürekli olarak tutulması amacıyla Hedef Sıfır Kaza adı ile bir slogan geliştirilmiş ve bu hedefi gerçekleştirmek için çalışmalar sürdürülmüştür.

İşletmeye başlandığı andan itibaren kurumsal profesyonel çalışma ilkeleri doğrultusunda işletmede yapılan işler tanımlanarak bu işlerin güvenli bir ortam içerisinde yürütülmesini sağlamak için her bir

iş için ayrı ayrı olmak üzere toplam 215 adet yönetmelik, çizelge ve formlar hazırlanmıştır. Çizelge 2'de bu yönetmeliklerden 46 tanesi örnek olarak verilmektedir. Yönetmeliklerin çalışanlar tarafından benimsenebilmesi için eğitim çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalar kesintisiz olarak devam etmektedir. Bütün personele işletmede yapılan çalışmalarla ilgili olarak Genel Eğitim ve Açık Ocak Eğitimi verilmektedir. Bu eğitimi almayan kişilerin çalışmalarına ve ocağa girmelerine izin verilmemektedir. Hazırlanan personel eğitim çizelgeleri ve eğitim katılım formları yardımı ile her bir çalışana verilen eğitimin türü ve süresi düzenli bir şekilde takip edilmektedir.

Çalışanların katılımını sağlamak ve kazaya yol açabilecek davranış biçimlerinin herkes tarafından rapor edilebilir olması amacıyla, tüm açık ocak personelinin, her türlü tehlike ve olayları resmi olarak rapor etmesi zorunlu hale getirilmiştir. Bu şekilde bütün çalışanların, birer iş güvenliği temsilcisi sorumluluğu içerisinde hareket etmeleri sağlanmıştır.

Her gün işe başlamadan önce, iş yeri emniyeti ile ilgili konuların görüşüldüğü ve tüm çalışanların katıldığı emniyet toplantıları düzenlenmektedir. Bu toplantılarda görüşülen konu ve öneriler kayıt altına alınmakta ve yapılması öngörülen çalışmalar çok kısa bir sürede yerine getirilmektedir. Özellikle çalışanlardan gelen önerilerin öncelikli olarak dikkate alınması konu ile ilgili motivasyonu en üst seviyede tutmaktadır. Bu amaçla hazırlanan Tehlike – İş Güvenliği Öneri Formu ve Sabah Emniyet Toplantısı Emniyet Önerileri Formları çalışanlar tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Günlük toplantıların yanı sıra, her hafta belirli bir saatte üretim durdurularak Haftalık Emniyet Değerlendirme (TOOLBOX) toplantıları düzenlenmektedir. Bu toplantılarda iş güvenliği ile ilgili genel politikalar konuşulmakta, getirilen öneriler ve görüşülen konular kayıt altına alınarak yapılması kararlaştırılan düzeltici faaliyetler anında yerine getirilmektedir.

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin en önemli temel öğesi olan baret, toz gözlüğü, toz maskesi, kulak tıkacı, çelik burunlu bot, reflektörlü yelek gibi işletmede kullanılması gerekli olan tüm kişisel koruyucular temin edilmiş ve işletme içerisindeki bütün açık alanlarda kullanımları zorunlu hale getirilmiştir. Kişisel koruyucuların kullanımı ve çalışanların emniyeti açısından ne denli önemli oldukları konusunda sürekli olarak eğitimler verilmektedir. Bu eğitim çalışmalarının sonucunda işletme içerisinde kişisel koruyucuların kullanımı konusunda tam bir başarı elde edilmiştir

İşletmede kullanılan tüm makine ve ekipmanların çalıştırılmadan ve/veya kullanılmadan önce yapılması gerekli kontrolleri tanımlayan listeler hazırlanmıştır. Bu listeler doğrultusunda, her gün işbaşı öncesi araç ve iş makinelerinin kontrolleri operatör ve şoförler tarafından yapılmakta ve listeler imzalanıp atölyeye teslim edilmektedir. Listeler atölye ekibi tarafından incelenip, gerekli bakım ve onarım çalışmaları yapılmaktadır. Ayrıca, araç performanslarının takibi için bir teknik büro oluşturularak gerekli teçhizatlarla donatılmıştır. Araç bakımları için günlük, haftalık, aylık yada aracın çalışma saatine göre ayrıntılı olarak Bakım Kontrol Listeleri hazırlanmıştır. Tüm bakımlar bu listeler doğrultusunda yerine getirilmekte ve yapılan işlemler ilgili bilgiler kayıt edilip imzalandıktan sonra arşivlenmektedir. Makine ve ekipmanlar ile ilgili olarak yapılan bu çalışmalarla makinelerdeki teknik eksikliklerden kaynaklanabilecek iş kazalarının önüne geçilirken aynı zamanda makinelerin daha verimli çalışmaları da sağlanmış olmaktadır.

İşletmede güvenli bir çalışma ortamı oluşturmak için yapılan çalışmaların ve alınan önlemlerin uygulanmasına yönelik olarak sürekli kontroller yapılmaktadır. Bu kontroller sayesinde sistemin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi temin edilmektedir.

3.3 İşyerinde meydana gelen ciddi olaylar

Açık işletme çalışmalarının başladığı Haziran 2001 tarihinden Şubat 2003 tarihine kadar geçen süre içerisinde işletmede bir takım iş kazaları meydana gelmiştir. Bu iş kazaları aşağıda tarih sırasına göre, oluş nedenleri ile birlikte verilmektedir.

15 Ocak 2002 tarihinde, yükleme sahasında bulunan ekskavatör yanına temizlik yapmak amacı ile yaklaşan lastik tekerlekli yükleyiciye çarpmıştır. Olay sonucunda lastik tekerlekli yükleyicinin çamurluğu eğilmiş, korkuluk ve dikiz aynası kırılmıştır. Meydana gelen kazada yaralanma olmamıştır. Olaydan sonra yapılan incelemede lastik tekerlekli yükleyici operatörünün, ekskavatör operatörü ile göz kontağı kurup onay almadan yanaşması sonucunda kazanın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu konu ile ilgili olarak gerekli eğitim çalışmaları yapılmıştır.

21 Ocak 2002 tarihinde, ağır iş kamyonunun park sahasında manevra sırasında arkasında bulunan mazot tankerine çarpmıştır. Kazada yaralanma olmamış, araçlarda küçük oranda hasar meydana gelmiştir. Kaza yerinde yapılan incelemede, ağır kamyon şoförünün park yerinde bulunan kamyonu çalıştırma öncesi kontrol yapmadan çalıştırarak manevra yapmasının olaya neden olduğu saptanmıştır. Kazanın meydana geliş nedeni ile ilgili konularda gerekli eğitim çalışmaları yapılmıştır.

Çizelge 2. İş güvenliği ile ilgili oluşturulan yönetmelik ve çizelgeler (Özdoğu, 2003).

Yönetmelik No	Yönetmelik Konusu
000	Maden emniyeti ve çevre taahhüdü yönetmeliği
001	İş güvenliği standartlarına uyum yönetmeliği
002	Yangın söndürme ekipmanlarının çalıştırılması yönetmeliği
003	İş güvenliği çalışmalarına katılım yönetmeliği
004	Etiketleme ve iş kapatım yönetmeliği
005	İlk yardım yapılması yönetmeliği
006	Kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması ve bakımı yönetmeliği
007	Yeni madencilerin yetiştirilmesi yönetmeliği
008	Eğiticiye yardımcı olma yönetmeliği
009	Vardiya amirlerinin madencileri idaresi yönetmeliği
010	Açık ocak amirine yardım yönetmeliği
011	Tehlikeli kazaların ve hadiselerin raporlanması yönetmeliği
012	Genel tertip, düzen yönetmeliği
013	Açık ocakta araç sürme kuralları yönetmeliği
014	Hafif araç çalıştırma öncesi kontrolleri yönetmeliği
015	Hafif araçların yol şartlarına göre kullanılması yönetmeliği
016	Açık ocak hafif araç kullanma yönetmeliği
017	Hafif araçların park edilmesi yönetmeliği
018	Hafif araçların bakım durumlarının izlenmesi yönetmeliği
019	Açık ocak hafif araçlarında fren tutmaması yönetmeliği
020	Yerüstü patlatma ağı yönetmeliği
021	Sıkılama malzemesinin dökülmesi yönetmeliği
022	Sıkılama malzemesinin torbalanması yönetmeliği
023	Patlayıcı kolunun yerleştirilmesi yönetmeliği
024	Anfo yüklenmesi yönetmeliği
025	Patlama deliklerinde yemleme yönetmeliği
026	Patlama deliklerinin yeniden delinmesi veya tekrar doldurulması yönetmeliği
027	Patlama delik derinliğinin kontrolü yönetmeliği
028	Açık ocak patlamalarında kaya savrulması ve titreşimi yönetmeliği
029	Yerüstü patlama bağlantılarının kontrolü yönetmeliği
030	Açık ocakta delme ve patlatma dizaynı yönetmeliği
031	Patlayıcı envanteri yönetmeliği
032	Patlayıcı maddelerin depolanması yönetmeliği
033	Patlayıcı madde deposunun temizliği / bakımı yönetmeliği
034	Patlayıcı maddelerle emniyetli çalışma yönetmeliği
035	Patlayıcı madde kamyonunun park edilmesi yönetmeliği
036	Patlayıcı madde nakliyesi yönetmeliği
037	Patlayıcı madde kamyonunun yol şartlarına göre kullanılması yönetmeliği
038	Patlayıcı madde kamyonunun çalıştırılma öncesi kontrolü yönetmeliği
040	Tehlikeleri bildirme prosedürü ve sorumluluğu yönetmeliği
041	İş emniyeti analizi formu ve tehlike kontrol listesi yönetmeliği
042	Kazi izni formu yönetmeliği
044	Delici makine denetleme formu yönetmeliği
046	Yükleme ve taşıma prosedürü yönetmeliği
145	Sağlık ve iş emniyeti politikası yönetmeliği
156	İş emniyeti analizi yönetmeliği
209	Çevresel risk değerlendirme (Risk matrisi)

16 Mayıs 2002 tarihinde su hattı için kanal açılması sırasında 380 volt akım taşıyan kablo, ekskavör kepçesi ile koparılmıştır. Olayda yaralanma ve herhangi bir makine hasarı meydana gelmemiştir. Kazadan sonra yapılan incelemede kazı izni formu düzenlenmeden kazı işleminin yapılması nedeniyle olayın meydana geldiği saptanmış ve bu tür faaliyetlerin yapılması ile ilgili gerekli eğitim çalışmaları yapılmıştır.

27 Mayıs 2002 tarihinde açık ocaktan atölyeye dönmekte olan pikap devrilerle hasar görmüştür. Kazada yaralanma olmamıştır. Olaydan sonra yapılan incelemede sürücünün, araç hareket halinde iken dikkatini başka yöne yöneltmesi ve teknik verilere göre işletme içerisinde belirlenen limitlerin (40 km/saat) üstünde bir hızla araç sürmesi sonucunda kazanın meydana geldiği saptanmıştır. Bu olaydan sonra işletmede uyulması gerekli iş güvenliği kurallarının önemini vurgulanması ve çalışanlarca daha iyi kavranabilmesi amacıyla üretime iki gün ara verilerek bütün personelle birlikte eğitim çalışmaları yapılmıştır.

4 Temmuz 2002 tarihinde ocaktan döküm (harman) sahasına malzeme taşıyan kamyo devrilmiştir. İşletmede uygulanan iş güvenliği kuralları gereği kamyon şoförünün emniyet kemeri kullanıyor olması sonucunda yaralanma olmamıştır. Olayın nedeni: kamyon şoförünün seyir halinde iken uyması olarak belirlenmiştir. Olayla ilgili olarak, gerek sabah Emniyet Toplantıları gerekse haftalık Emniyet Toplantılarında, görüşmeler yapılarak çalışanların dikkati çekilmiştir.

Kazı çalışmalarının başlamış olduğu tarihten 28 Şubat 2003 tarihine kadar geçen toplam 614 gün süre içerisinde, işletmede yukarıda anlatılan beş adet iş kazası meydana gelmiştir. İşletmede daha büyük boyutta kazaların yaşanmamasında ve oluşan kazalarda çalışanların her hangi bir şekilde yaralanmaması veya zarar görmemesinde iş güvenliği konusuna yapılan çalışmaların önemli bir katkısı olmuştur. Bununla birlikte meydana gelen

kazalar en iyi şekilde analiz edilmeye çalışılarak, işyerinde gerekli önlemler alınmış ve eğitim çalışmaları yerine getirilmiştir. En son 4 Temmuz 2002 tarihinde meydana gelen olaydan sonra işletmede herhangi bir kazada yaşanmamıştır. 28 Şubat 2003 tarihi itibarı ile, işletmede bir slogan haline gelen Sıfır Kaza hedefin de 239'uncu gününe ulaşılmıştır

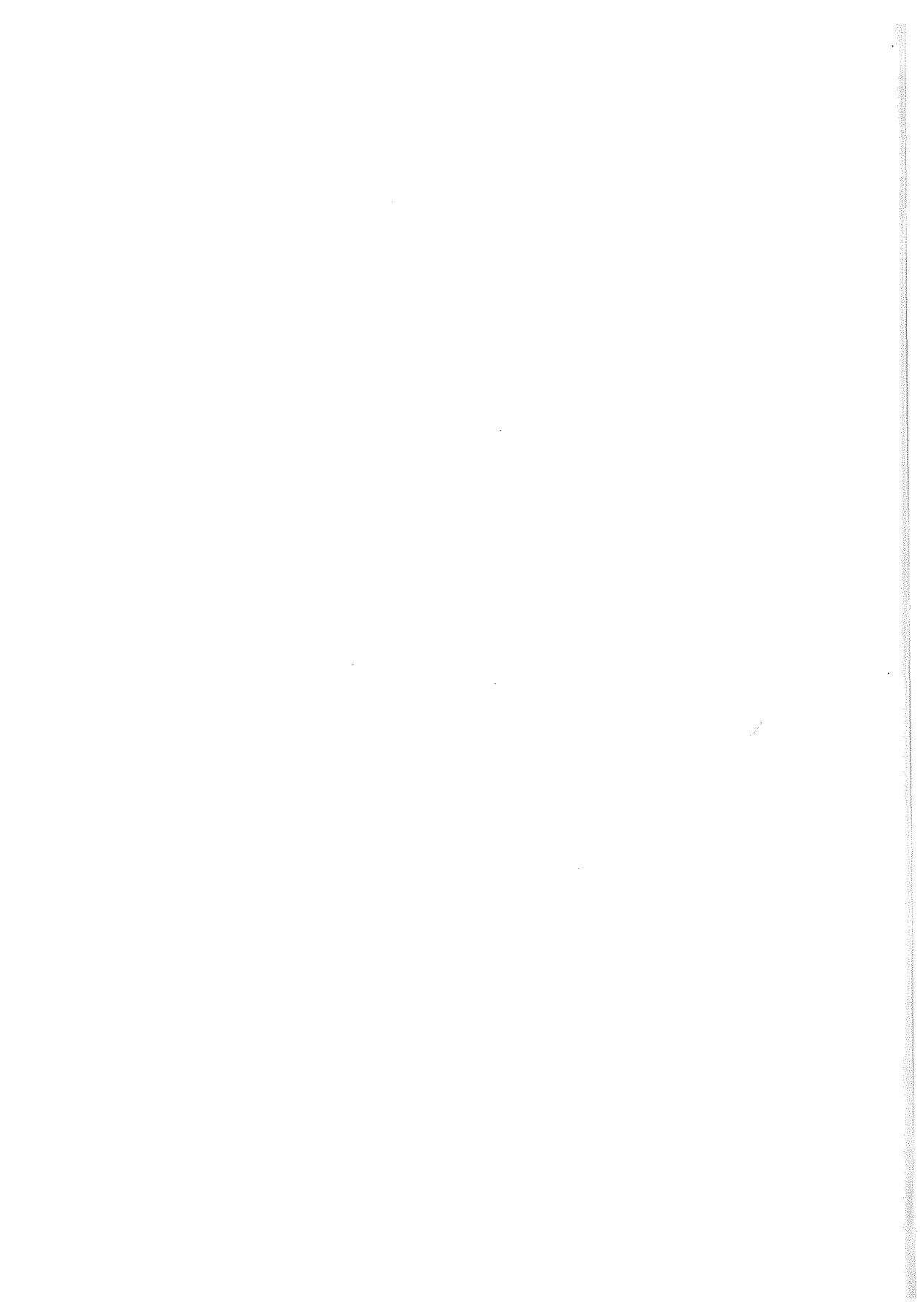
5 SONUÇ

İş kazalarını önlemek ve sayılarını en alt seviyelere çekmek mümkündür. Ülkemizde son yıllarda konuya verilen önemin kısmen de olsa arttığı ve bunun sonucunun iş kazası istatistiklerine olumlu olarak yansıtıldığı görülmektedir. Bu konu üzerine teknik eğitim görmüş kişilerin çalışmalar yapması somut çözümler bulması, kimi ülkelerin ileri deneyimlerinden faydalanılması, hem çalışanlara sağlıklı ve güvenli ortam sağlanması, hem de işletme veriminin artırılması için bir zorunluluktur.

Bu amaçla Ovacık Altın Madeninde işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda örtü kazası ve cevher üretimi sırasında Sıfır Kaza hedefine ulaşılmıştır. Bir slogan haline gelen Sıfır Kaza hedefinin gelecek yıllarda da elde edilebilmesi için eğitim çalışmaları kesintisiz olarak sürdürülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ertürk, A., Tekelioğlu, M., 1996. Delme patlatma kaynaklı iş kazalarına işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından bir yaklaşım. 2. *Delme ve Patlatma Sempozyumu*, s.48. TMMOB Maden Mühendisleri Odası., Ankara.
- Özdoğu İnşaat, 2003. *Ovacık Madeni İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetmelikleri*, Bergama, İzmir.
- SSK, 2001. *İstatistik Yıllığı*, SSK Genel Müdürlüğü, Sincan Matbaası, Ankara.



Alev Bastırma Sistemleri Kullanılarak Kömür İşletmelerinde Patlama Sonucu Oluşan Alevin Bastırılması – Güney Afrika Tecrübesi

B. Genç

School of Mining Engineering, University of Witwatersrand, Johannesburg, South Africa

Güney Afrika'da kömür madenciliği çalışmaları 1874 yılında başlamıştır. Güney Afrika kömür madenciliği endüstrisine 1970'lerin başında devamlı kazıcı/yükleyici işlevi gören makinelerin (Continuous Miner) tanıtılması ile, sürtünme kaynaklı patlama miktarı artmıştır. 1993 Mayıs'ında 53 kişinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan Middelbult Kömür Madeni'ndeki patlamadan sonra, Güney Afrika'daki kömür madeni işçilerinin güvenliğini artırmak için, Güney Afrika kömür madenciliği endüstrisi ve "Safety In Mines Research Advisory Committee" (SIMRAC) kuruluşu devamlı kazıcı/yükleyici ve tünel açma makinelerinin üzerinde alev bastırma sistemlerini geliştirmek için bir yerüstü tesisi kurmak amacıyla çalışmalara başlamışlardır. Bu testlerden ilki 1995 Temmuz'unda CSIR Klopperbos araştırma tesisinde yeni yapılmış olan test tüneline gerçekleştirildi. Temmuz 1995'ten Aralık 1997'ye kadar bu tesiste 42 adet test gerçekleştirildi. Bu testler sırasında devamlı kazıcı/yükleyici makineler üzerinde aktif ateşleme bastırma sistemleri üzerinde çalışıldı. Alev ilerleme hızı oldukça önemli bir parametre olduğundan dolayı CSIR-Miningtek programının sonuçlarını bu bildiriye sunmuştur. Bu bildiriye sunulan bastırma sistemi uygulaması kullanılarak veya kullanılmaksızın oluşan alev hızlarının analizidir.

Avustralya'daki Kömür İşletmelerinde Kapalı Devre Solunum Cihazı Kullanımının Değerlendirmesi

N. Aziz & E.Y. Baafi

Faculty of Engineering, University of Wollongong, NSW 2522, Australia

Günümüz pazarında Avustralya yeraltı işletmelerine yerleştirilmiş, değişik dayanma sürelerine sahip çok sayıda Kapalı Devre Solunum Cihazı (Self-Contained Self Rescuers – SCSR) bulunmaktadır. 37 kişilik gönüllü bir ekip bir ürünü hem laboratuvarında koşu bandında, hem de Avustralya'daki 4 yeraltı kömür ocağında simüle edilmiş kaçış rotalarında test etmişlerdir. Projenin amacı:

- Bir kişinin madenden kaçmak için ne kadar oksijene ihtiyacı olduğu hakkında bir metodoloji geliştirmek amacı ile. SCSR'lerin dayanımı, kaçış süreleri, katedilen mesafe ve ortalama kalp atışı ile ilgili veri toplamak,
- Yaş, kilo, fiziksel form durumu ve SCSR'lerin dayanma süreleri hakkındaki önceki tecrübeler gibi kişisel faktörlerin etkisini değerlendirmek,
- SCSR'lerin dayanma süresi hakkındaki çevresel faktörlerin etkilerini ölçmek,
- SCSR'lerin yetenek ve konfor durumunu değerlendirmek,
- Kömür ocaklarında pratik kaçış planlarını destekleyecek bir sistem geliştirmek,
- SCSR'ler ile ilgili eğitimlerde üzerinde durulacak önemli noktaları belirlemek.

Bu çalışma için sırtta taşınabilir tipte 60 dakika süreli bir SCSR ünitesi seçilmiştir. Avustralya yeraltı madenlerinde çalışan erkek madenciler için, oksijen tüketimi ile kalp atışı ve vücut ağırlığı arasında bundan önceki formüllerden daha doğru sonuç veren, deneysel bir ilişki elde edilmiştir.

Bu çalışmadan çıkarılan diğer sonuçlar şunları içermektedir:

- Oksijen tüketimi yapılan iş ile alakalı olduğu gibi kişisel faktörler de tüketilen oksijeni etkiler. Fizyolojik araştırmalar sonucunda daha genç ve formda kişilerin vücutlarının mikroskobik dokularında oksijeni daha iyi tükettikleri kanıtlanmıştır. Bu da yapılan birim işte, daha az oksijen tüketilmesine neden olur.
- Vücut ağırlığı da oksijen tüketiminde ana etkilere sahiptir. Daha ağır bireyler SCSR oksijenini daha hafif kişilere nazaran daha çabuk bitirme eğilimindedirler.
- Fiziksel olarak formda olmak SCSR oksijeninin bitmesinde küçük bir etkiye sahiptir. SCSR formda bireyin ihtiyacından fazla oksijen üreteceği için, fazla oksijen bir valf aracılığıyla atmosfere atılacaktır. Böylelikle, formda bireyin efektif oksijen kullanımı oksijenin atmosfere kaybıyla sonuçlanacaktır. Genel olarak bu denge oksijenin bitiş zamanında minimal bir etkiyle sonuçlanır.
- Yaş, oksijen tüketiminde çok küçük bir etkiye sahiptir. Fakat harcanan miktar daha iyi fiziksel form ve daha düşük vücut kütlesi ile modifiye edilmiştir.
- Nefes alma aparatının kullanılmasının hiçbir etkisi olmadığı görülmüştür.
- Hayatı tehdit eden yeraltı olaylarında, tıpkı bir patlamayı takiben veya bir yangın sonucunda olduğu gibi, bireyler ya hızlı yürümeye ya da bir panik sonucunda koşmaya eğilimlidirler. Bunun sonucunda oksijen daha çabuk tüketilebilir veya kimyasallar daha az etkili olarak kullanılabilir. Bunu takiben SCSR'nin süresinin azalması gibi bir risk oluşur. Oksijen tükenme zamanını önemli bir şekilde azaltan faktör budur. Bu nedenle korku, yol alma sürati kontrol edildiği sürece oksijen tüketimine fazla etkisi olmayan bir faktördür. Korku, hormonların sirkülasyona katılması ile sonuçlanabilir ve bunun sonucunda bireyin kalp atışları hızlanır. Fakat, yürüme ve koşmada kullanılan büyük kaslar çalışmadığı sürece, dokularda buna paralel bir oksijen tüketimi görülmez.
- Isı ve nem, deriye nem akışının hızlanması ile vücudun ısı kaybetmesinden dolayı kalp atışlarını hızlandırır. Fakat kalp atışlarının hızlanması oksijen tüketiminin artması ile ilişkilendirilemez.

Doğal Havalandırma Basıncının Sürekli Kontrolü İçin Bir Yöntem

F. Kopáček

VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mining and Geology, Ostrava, Czech Republic

R. Ceniga

OKD-Mine Darkov, Manager of Ventilation, Karviná, Czech Republic

M. Tabásek

Postgraduate doctoral student of the VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Czech Republic

Bu bildiride, sıcaklık derecesi ölçümü esas alınarak doğal havalandırma basıncının sürekli olarak kontrol edilmesi için bir yöntem sunulmuştur. Başaşağı ve başyukarı kuyulara konulan termometrelerin ölçüm değerleri kontrol bilgisayarına aktarılmaktadır. Barometrik basınç ve fan statik basınç değerleri, eş zamanlı olarak tüm veri girdilerinin bir bilgisayar algoritması ile işlendiği kontrol bilgisayarına gönderilmektedir. Elde edilen bu sonuçlar istenildiği takdirde kullanılabilir.

Kostarika Bellavista Altın Madeninde Açık Ocak Madenciliğinde Oluşan Tozların Yerel Hava Kalitesi Üzerindeki Etkisi

C.B Arpacıoğlu & C.Er
SRK Consulting, Ankara, Türkiye

Bu çalışmada Bellavista altın madeninde, madencilik çalışmaları sırasında oluşan tozun, hava kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiş ve sayısal değer olarak miktarı emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmıştır. Oluşan tozun etkileri USEPA tarafından geliştirilen FDM hava kalitesi ve dağılımı modeli kullanılarak incelenmiştir. Bu modelden elde edilen TSP VE PM₁₀ konsantrasyon değerleri Kostarika ve Dünya Bankası hava kalitesi standartları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, altın madeninde oluşan tozun, çevrede önemsenecek miktarda bir etki yarattığı gözlemlenmiştir.

Derin Altın Madenciliğinde Kaya Patlaması ve Göçüklerin Araştırılması: Güney Afrika Örneği

K.S.Koldaş

Belson Ltd, Ankara, Türkiye

Güney Afrika geniş ve çeşitli maden kaynaklarına sahiptir. Bu ülke alimünyum-silikatlar, krom, altın, mangan, platin grubu metaller ve vanadyum gibi çeşitli cevherlerde toplam dünya rezervinin üçte birinden fazlasına sahiptir. Bu kadar geniş ve çeşitli rezervlere hakim olması, dünya ihracatında ve üretiminde, önemli bir yere sahip olması sonucunu doğal olarak getirmektedir. Kayalarla ilgili kazalar, Güney Afrika madenciliğinde, uzun yıllardan beri önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. İstatistiklere göre, oluşan kazaların yüzde ellisi kaya patlamalarıyla ilgilidir. Endüstrideki kaza sayılarında önemli bir düşüş olmasına rağmen, kaya patlamaları ile ilgili kazalardaki oran halen istenilen seviyenin çok üstündedir. Bu bildiride, derin altın madenlerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bu tip kazaların başlıca sebepleri yetersiz tahkimat, yetersiz madencilik faaliyeti, tehlikeli bölgelerin belirlenmemiş olması, yetersiz ve zayıf planlama, işçilerin yeterince zemin hakkında eğitilmemesi olarak sıralanabilir. Bu çalışmanın temel amacı, Güney Afrika ekonomisi için madenciliğin öneminin anlatılması ve altın madenlerinde meydana gelen kaya patlamaları ile ilgili kazaların nedenlerinin belirlenmesidir.

Kömür Madenleri İçin Akustik Anemometre Kontrol Yöntemleri

S.Z.Shkundin, O.A. Kremleva, V.A. Rummyantseva

Department of Electro-engineering, Moscow State Mining University, Moscow, Russia

Yeni sınıf hava akım hızlarını kontrol eden araçlar MSMU Electro-engineering dpt tarafından geliştirilmektedir. Akustik yöntem ile akım hızını ölçmek hem en perspektif olanıdır hem de geleneksel yöntem hatalarından arındırılmıştır. Akustik anemometrelerin temel özellikleri şu şekilde dizayn edilmiştir: ölçüm genişliği (0.1-20.0 m/s); kesin sonuç (ölçüm hatası $0.02+0.02V/m/c$); süreklilik arz eden araç (tek ölçüm süresi 0.01s); bilgisayar ile çalışabilme imkanı; zaman aralıklarında ortalama alabilme özelliği; güvenilebilirliği. Bu özellikleri akustik anemometreyi hem manuel hem de otonom olarak optimum hava akım hızını kontrol eden cihaz yapar. Akım boyunca ve karşısında iletilen iki akustik sinyalin faz farklılığı ölçülebilmektedir. Işın yayan akustik sinyaller anemometrik kanalın duvarlarına monte edilen pizoelektrik transduserler tarafından alınmaktadır. Faz farklılıkları dalga kanalı içindeki hava akımının ortalama hızı ile doğru orantılıdır. Teorik ve deneysel araştırmalar metod, optimizasyon parametrelerinin kurulması, bazı tutarsızlıkların elenmesi (ör. Çevresel parametrelerin değişmesinden kaynaklanan) için bir temel oluşturur. Madenlerde çalışan anemometreler düzenli kontrole ihtiya duyarlar ve bu kontrol kurulumu MSMU’da dizayn edilmiştir. Geliştirilen cihazlar birçok madende zaten başarılı olarak çalışmaktadır. Sonuç olarak, akustik metod maden anemometresinde en perspektif yöndür.

Taşocaklarında Motorlu Araçlardan Çıkan Zehirli Maddelerin Azaltılması

P. Tchomakov

St. Ivan Rilski, University of Mining and Geology, Sofia, Bulgaria

V. Bojilov

Emerald-V-Ltd., Sofia, Bulgaria

H. Mitko

Eva-MH Ltd., Plovdiv, Bulgaria

Açık ocaklar derinleştikçe hava akış hızı yavaşlar ve çalışma alanlarındaki hava değişimi tozun ve zararlı gazların da etkisi ile kötü bir hal alır. Açık ocaklarda kullanılan damperli kamyonlar büyük miktarlarda zehirli maddelerin atmosfere karışmasına sebep olur. Bu kamyonlardan çıkan gazların zehir oranını azaltmak için, motor gücüne ve çalışma koşullarına uyan gama katalitik yansızlaştırıcılar yerleştirilmiş ve üretime sunulmuştur. MEDET açık cevher madeninde farklı kaldırma kapasitelerine sahip BelAZ damperli kamyonlarında H-2 katalitik yansızlaştırıcı kullanılmaktadır. H-2 yansızlaştırıcısı, küçük delikli alüminyumoksit kürelerinin üzerinde ince tabakalar şeklinde uzanan kobalt ve baktroksit içeriğine sahip katalizör ile yüklenir. Yol testleri sırasında egzoz gazlarındaki zehirli maddelerin azaltılması, platinli katalizörün değerlerine çok yakındır. H-2 sessizliğinin yanında düşük aerodinamik direnç özelliklerine sahip ve değerli metal içermediğinden ucuz ve kolay bulunabilen bir katalitik yansızlaştırıcıdır.

Galandroud Kömür Madeninin Havalandırma Sisteminin Tasarlanması

R.R.Osgoui

Maden Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

H.Madani

Department of Mining Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Galandroud, İran'ın kuzeyinde yer alan ve yüksek oranda gaz içeren, önemli bir kömür madenidir. Metangazı, bu madende en çok bulunan gaz çeşidi olup, aşağıdan yukarı havalandırma yöntemi, en uygun metod olarak karşımıza çıkmaktadır. Ocağın yukarı kesimlerinde, birçok galeri girişi olduğundan, madenin alt kesimlerinde basma havalandırma yöntemi kullanılmaktadır. Bunun için ilk olarak, ocağın ihtiyacı olan toplam temiz hava miktarı belirlenmiş, daha sonra toplam basınç kaybı hesaplanmıştır. Farklı havalandırma ağı seçeneklerinin değerlendirilmesi için bilgisayar programı kullanılmıştır. Sonuçta üfleli bir fan yukarıda hesaplanan gereksinimleri karşılamış ve gelecekteki ihtiyaçlarda ekonomik olarak incelenip uygun fan seçilmiştir.

Madenlerde İşçi Sağlığı, İş Güvenliği ve Çevresel Etkilerin Yönetimi: Rio-Tinto IMEx Türkiye İçin Bu Konuyla İlgili Yapılan Çalışma

H.Y. Ersan

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara, Türkiye
Visiting Scholar, Department of Mining Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO, USA

A. Bayram

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Madencilik faaliyetinin her aşamasında işçi sağlığı, iş güvenliği ve madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konularda başarılı bir yönetim göstermenin temel şartları iyi bir plan ve program hazırlanması, eğitim ve seminerler düzenlenmesi, görsel ve işitsel eğitici materyaller kullanılması olarak sıralanabilir. Maden arama çalışması en az çevresel etkiye sahip olmasına karşın yine de gözönünde bulundurulması gerekir. Madencilik faaliyetinin çevresel etkisi hususunda dünyanın pek çok ülkesinde ciddi izleme ve değerlendirme düzenlemeleri mevcuttur. Herhangi bir madencilik faaliyetine başlamadan önce, çevresel idare planının hazırlanması, bu madenin uzun süreli çevresel etkilerinin belirlenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada Rio-Tinto IMEX maden arama şirketi için hazırlanmış işçi sağlığı, iş güvenliği ve çevresel etki yönetimi sistemi ele alınmıştır.

Havalandırma Sisteminin Uzman Sistemler Kullanılarak Kontrolü

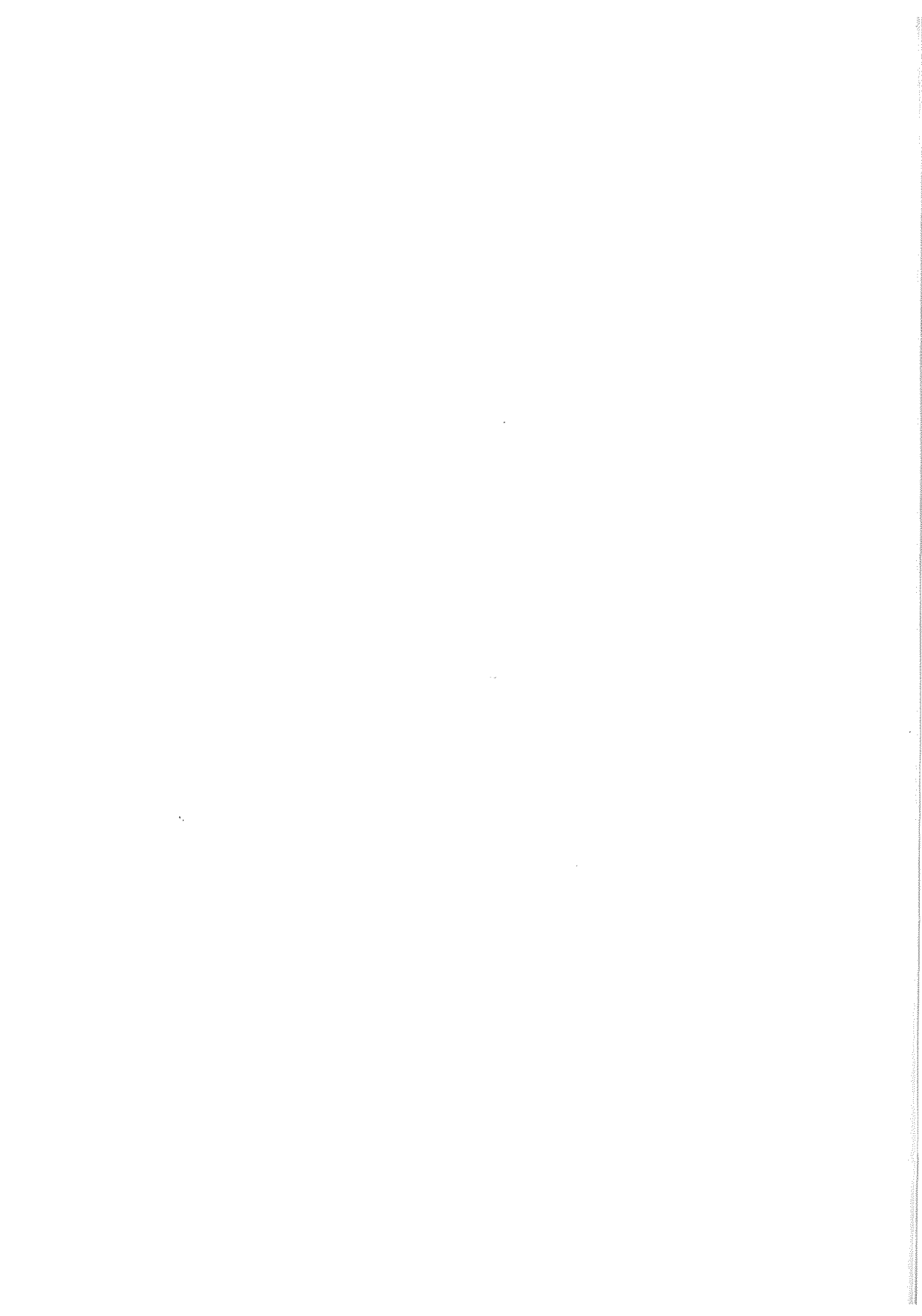
A.J. Koketayev

Complex Processing of Mineral Raw Materials National Center of the Republic of Kazakhstan RSE, Almaty, the Republic of Kazakhstan

Maden havalandırma sistemlerinde kullanılan geleneksel matematiksel modeller, tam olarak gerçek kontrol amacına hizmet etmezler. Spesifik olarak alanında uzman kişilerin deneyim ve bilgilerinin kullanımını gerektiren uzman sistemler kullanıldığında, bu dezavantajlar yok edilebilir. Tarafımızdan yapılan incelemeler, bizi: normal ve normal olmayan durumlarda, maden havalandırma sistemini kontrol eden bir bilgisayar sistemi kullanımına yöneltmiştir. Veri tabanı kullanımına yönelik program kabuğu fonksiyonları üzerinde çalışılmıştır. Bilgisayarın diğer blokları ile veri girdilerinin bulunduğu veri tabanı arasındaki bağlantılar belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar ışığında “Safety” uzman sisteminin tanıtım versiyonu yapılmıştır. Bu program hem normal hem de normal olmayan durumlarda, maden havalandırma sistemine ait problemlerin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Modelleme Planlama



Mekanize Üretim Yöntemlerinde Kullanılan Ekipmanların “İşletme Maliyeti Hesabı” Modeli

Y. Gül

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

B. Eevli

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET: Her alanda olduğu gibi, madencilik alanında da bilgisayarın varlığı kendini hissettirmektedir. Ancak, fiziksel olarak bilgisayarın işletmelerde bulunması fazla bir şey ifade etmemektedir. Bilgisayardan yararlanabilmek için, işlerin özelliğine bağlı olarak geliştirilmiş “Bilgisayar Programlarının” olması gereklidir. Sözkonusu bilgisayar programlarından, genel amaçlı olanları yaygın bir şekilde bulunulabilirken, özel amaçlı programlar piyasada bulunamamakta veya bulunsa da oldukça maliyetli olmaktadır. Bu durumda, işletmelerin bu programlardan yararlanmaları kısıtlı olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen bilgisayar programı özel amaçlı programlar kapsamına girmektedir. Programın amacı, yeraltı maden işletmelerinde mekanizasyona geçebilmek, ekipman seçebilmek veya mekanizasyona geçilmişse mevcut ekipmanların değerlendirmesini yapabilmek için verilen çalışma koşullarında üretim miktarı ve işletme maliyetini hesaplayarak yöneticiye yardımcı olmaktır.

EKMAL adı verilen program aracılığıyla kullanıcı (çoğunlukla maden mühendisi), yer altı mekanizasyonunda yaygın olarak kullanılan Jumbo delici, LHD ve yer altı kamyonu ile ilgili üretimleri ve maliyetleri kısa sürede hesaplayabilmekte, farklı ekipmanların üretim ve maliyetlerini mukayese edebilmektedir.

ABSTRACT: The impact of computers can be seen in every area as well as mining. However, the existence of computers does not mean anything. In order to utilize the power of computers, specific computers programs are needed. Although general purposed programs can be easily obtained, it is very hard to find specific programs or they are very expensive. In this case, the utilization of computers will be limited.

The program developed within the scope of this study, can be classified as a specific program. Objective of the program is to help the engineers in equipment selection by calculating production and production cost of some underground equipments.

The program called “EKMAL” will help the user (usually mining engineer) to calculate production and production cost of underground equipments, such as Jumbo, LHD and underground truck within very short time period, to compare the production costs of different brand equipments.

1 GİRİŞ

Madencilik rekabetin ve riskin yüksek, kar marjının düşük olduğu yatırımlardır. Üretilen ürünün satış fiyatı ise genellikle dünya piyasalarında belirlenmekte ve düşük maliyetli üreticiler pazardaki yerlerini koruyabilmektedirler. Bu pazarda rekabet edebilmek ve işletmenin ekonomikliğini sağlayabilmek içinde üretim maliyetlerini düşürmekten başka alternatif yoktur. Bunlara ilave olarak sağlık, emniyet ve çevre ile ilgili yasal düzenlemeler hem ilave maliyet getirmekte, hem de işçilerin üretim noktalarından uzaklaştırılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Hem üretim maliyetini azaltmak, hem de üretim noktalarındaki işçi sayısını azaltmak için, klasik emek - yoğun üretim yöntemlerini terk ederek mekanize üretim yöntemlerine geçmek gerekmektedir. Mekanize üretim yöntemine geçmek iki aşamalı bir problemdir. Birinci aşama, işletme şartlarına en uygun ekipman/ekipmanları seçmek, ikinci aşamada ise yatırım için yöneticinin ikna edilmesidir. İşletme yöneticisinin ikna edilmesi en iyi maliyet mukayesesi ile yapılır. Mevcut sistemin maliyetini hesaplamak kolay iken, hedeflenen sistemin maliyetini hesaplamak zordur. Mekanize bir üretim yönteminin maliyetini önceden hesaplayabilmek için bir takım kabuller yapılmalı ve geliştirilmiş maliyet modelleri kullanılmalıdır.

Yukarıda anlatılan sebeplerden görüleceği üzere, mekanize üretim yönteminde hem kullanılması planlanan ekipmanların seçiminde maliyet mukayesesi, hem de mekanize üretime geçilmesi durumunda oluşacak maliyetlerin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplamaların kolaylıkla, kısa sürede ve herkesin kabul edebileceği bir şekilde olması için, bir maliyet hesaplama modeli geliştirilmiştir. Oluşturulan bu model C++ yazılım dili kullanılarak bilgisayar programı haline getirilmiştir.

2 EKİPMAN SEÇİMİ KRİTERLERİ

2.1 Genel

Maden işletmelerinde makine-ekipman seçimi en kritik kararlardan birinin verilmesidir. Özellikle kazı ve nakliye ekipmanları, madendeki tüm işlemlerin merkezi olup, üretimle ilgili diğer işler bu ekipmanlara bağlıdır. Ayrıca rekabet ortamı, maden fiyatları ve buna bağlı olarak kar marjının düşük olduğu günümüzde, seçilen ekipmanların uygunluğu tüm işletmenin ekonomikliliğini etkilemektedir. Seçilen ekipmanlar istenen amaca uygun ve sistemin diğer elemanları ile uyumlu ise, işletmenin ekonomikliliğine pozitif bir katkı yapar. Aksi durumda ise işletmenin ekonomikliliğinin negatif olmasına sebep olur.

İşletmenin amacı kar etmek olduğuna göre, ekipman seçimi yapılırken teknik ve ekonomik kriterler detaylı bir şekilde analiz edilmelidir (Elevli 2002, Saydam 1996).

2.2 Teknik Kriterler

Teknik kriterler seçilecek ekipmanın işletme şartlarına uygun olup olmadığının tespitine yönelik kriterleri içermektedir. Bu kriterleri üç grupta incelemek mümkündür.

i. Mevcut enerji sistemi ile uygunluğu

Günümüzde ekipmanlar farklı enerji sistemlerine sahip olabilmektedirler. Yaygın olarak Basınçlı hava, elektrik enerjisi ve sıvı (motorin, benzin, vs.) enerji sistemleri kullanılmaktadır. Ancak maden işletmelerinde enerji sistemlerinin hepsi olmayabilmektedir. Seçilecek ekipmanın istediği enerji sisteminin işletmede mevcut olması gerekmektedir. Aksi takdirde ekipman boşa alınmış olur.

ii. Yeraltı boşluklarına fiziksel uygunluğu

Yeraltı işletmelerinde, yeraltında açılan boşlukların boyutu çok önemlidir. Seçilecek/alınacak ekipman ya mevcut bir işletme için veya yeni planlanan bir işletme içindir. Bu durumda seçilecek ekipman

mevcut boşluklara sığabilmelidir. Çünkü ekipmanı sığdırmak için yapılacak ilave kazılar toplam maliyeti artıracaktır. Ayrıca, kazılan kayacın mekanik özellikleri de açılan boşluğun boyutlarını kontrol etmektedir. İstedığımız büyüklükte boşluk açmamız bazen mümkün olamamakta veya o boşluğu ayakta tutmak için çok fazla tahkimat gerekmektedir. Bu husus özellikle yeni işletmeler için seçilecek ekipmanlarda önem kazanır. Yeraltı hazır değilse bile ekipman seçiminden önce yeraltında oluşturulacak boşlukların yaklaşık boyutları tespit edilmeli ve ekipman buna göre seçilmelidir.

Seçilen ekipman, hem kullanım yerine rahatlıkla nakledilebilmeli, hem de çalışacağı yerde rahat hareket edebilmelidir. Burada en büyük kısıtlayıcı çoğunlukla mevcut kuyulardır.

Burada gözönüne alınacak boyutlar:

- Yeraltındaki boşluğun genişliği ile ekipmanın genişliği.
- Yeraltındaki boşluğun yüksekliği ile ekipmanın yüksekliği.
- Yeraltındaki dönüşlerin yarıçapı ile ekipmanın dönme yarıçapı.

Uyumlu olmalı ve aradaki fark ekipmanın rahat hareket etmesine olanak tanımalıdır. Zaten üretici firmalar kataloglarında mutlaka bu boyutları verirler.

iii. İstenen üretimi/işi gerçekleştirilmesi

Fiziksel boyutu çalışma şartlarına uygun ekipmanlar seçildikten sonra, seçilen ekipmanların istenen üretimi/işi gerçekleştirip gerçekleştiremeyeceği analiz edilmelidir. Bu aşamada

- Ekipmanın teknik özelliklerine.
- Çalışma şartlarına.

bağlı olarak ekipmanla ilgili birim miktarı hesaplanmalıdır. Bu hesaplamaları yaparken kullanılan kabullerin gerçekçi olması çok önemlidir. Yanlış veya eksik kabuller hoş olmayan sonuçlar doğurur.

Bu şekilde elde edilen sonuçlar sonunda hangi ekipmanlarla hedeflenen üretim miktarına ulaşılabileceği konusunda karar verilir. Bu hesaplamalara paralel olarak alınması düşünülen ekipmanın sistemdeki diğer ekipmanlarla kapasite uyumunun olup olmadığı da analiz edilir.

2.3 Ekonomik Kriterler

Ekipmanların ekonomik değerleri farklılıklar arz edecektir. Ekonomik kriterler bazında, ekipmanla ilgili maliyetlerin mukayese edilmesi gerekir. Mevcut sistemdeki bir ekipmanın maliyetini hesaplamak kolaydır Ancak seçim yapmak amaçlı yani işletmede faal olmayan bir ekipmanın

maliyetini hesaplamak zordur. Oldukça detay ve titiz bir çalışma gerektirir.

Ekipmanları ekonomik bazda mukayese edebilmek için aşağıdaki maliyetlerin hesaplanması gerekmektedir.

- Ekipmanın ilk yatırım maliyeti.
- Ekipmanın işletme maliyeti.
- Ekipmanın toplam birim maliyeti.

İşletmenin kendi finansal koşullarına göre bu kriterlerin hangisinin ağırlıklı olacağı değişebilir. Ama yaygın olarak tercih edilen toplam birim maliyet mukayesesidir. Bu birim maliyet ekipmanın yaptığı işe bağlı olarak, TL/ton , TL/m^3 , TL/m şekillerinde ifade edilir.

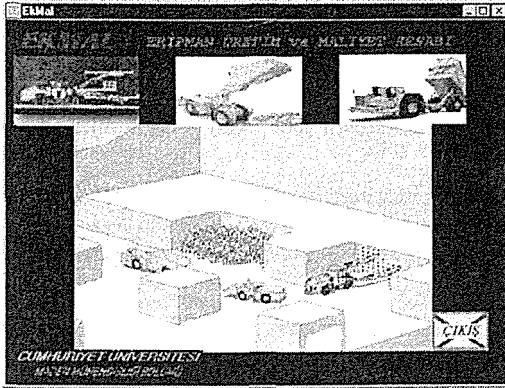
Teknik ve ekonomik kriterlerin yanı sıra, ekipman seçimi yapılırken yasal kriterler (işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili) ve satış sonrası servis ağıda göz önünde bulundurulmalıdır. Satış sonrası teknik destek sağlayan ve güvenilirliği tescil edilmiş firmaların ekipmanları seçimlerde dikkate alınmalıdır.

3 PROGRAMIN TANITILMASI

3.1 Genel Kullanım

Görsel C++ (Borland C++ Builder) dili kullanılarak geliştirilen EKMAL programı, "pencere" mantığı ile hazırlanmış olup, bir ana ve 11 alt pencereden meydana gelmiştir.

EKMAL programı çalıştırıldığı zaman, ekrana Şekil 1'de görülen pencere gelir.



Şekil 1. EKMAL programı ana penceresi.

Bu pencere üzerinde görülen üç adet küçük resim (Delici, Yükleyici, Kamyon) alt menülere ulaşımı sağlar. Bu menülerden herhangi birine tıklanırsa, menü ile ilgili yeni bir pencere açılır.

Tüm pencerelerin ortak olan özelliklerinden birincisi, pencerelerde bulunan renkli kutucuklardır. Bu renkli kutucuklara, kullanıcı müdahale edemez.

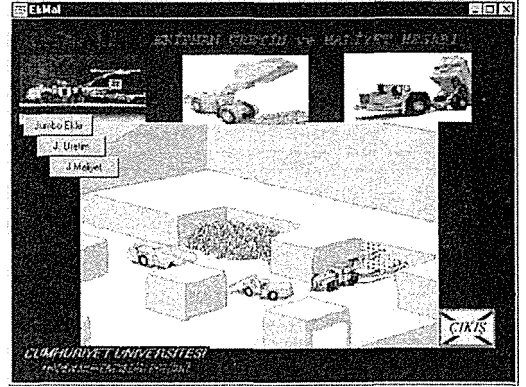
O kutucuklar programın hesaplamaları sonucu elde edilen değerlerdir. Kullanıcı ancak, renkli olmayan kutucuklardaki verileri değiştirebilir. İkinci özellik ise, herhangi bir pencere ilk açıldığında, en son yapılan işlemlerin sonuçları ile ekrana gelir. Bu konuda kullanıcının dikkatli olması gereklidir.

3.2 Delici Seçimi

Ana pencere üzerinde bulunan delici resminin üzerine gidilirse üç adet menü ortaya çıkar (Şekil 2).

Bunlar;

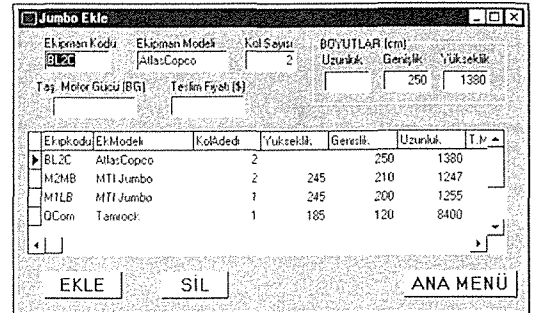
- a. Jumbo Ekle
- b. Delici Üretim
- c. Delici Maliyeti



Şekil 2. Resim üzerine gidince oluşan görüntü.

a. Delici ekle seçeneği

Bu pencere aracılığı ile, işletmede bulunan veya alınması düşünülen delici ile ilgili teknik özellikler veri tabanına eklenir. Bu pencere görüntüsü Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3. Delici ekle penceresi.

b. Delici üretimi seçeneği

Şekil 4'de bir örneği gösterilen bu pencere aracılığı ile seçilen delicinin üretimi hesaplanır. Bu hesapların yapılabilmesi için gerekli verilerin aşağıda verilen talimatlar doğrultusunda girilmesi gerekmektedir.

Şekil 4. Delici üretim penceresi.

- Jumbo tipi seçilir. (Veri tabanında kayıtlı olan Jumbolardan biri seçilir)
- *Park Yeri- Aynaya Gidiş* : Aracın katalogdaki ortalama hareket hızı ve mesafeye göre kullanıcı tarafından hesaplanarak programa girilir.
- *Taahhüt Toplam Manevra Süresi* : Yaklaşık 2 – 4 dakikadır.
- *Ekipman Hazırlama Süresi* : 5 – 7 dakikadır.
- *Delik Manevra Süresi* : Delme esnasında bir delikten diğerine geçen harcanan süre olup, kullanıcı tarafından delinecek delik sayısı ve delicideki kol sayısına göre hesaplanarak girilir.
- *Delici Manevra ve Uzaklaşma* : 3 – 6 dakika/atım'dır.
- *Delik Verimi* : İlerleme miktarının, Delik boyuna oranı olup kullanıcı tarafından tahmini olarak girilir. (0.7 – 0.99).

c. Delici maliyeti seçeneği

Bu pencere aracılığı ile en son seçilen Jumbonun maliyeti hesaplanır. Şekil 5'de bir örneği görülen bu pencerede veri girişi yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

Şekil 5. Delici maliyet penceresi.

- Makinanın yıllık çalışma süresi tahmini olarak veya üretim menüsünde çıkan sonuçlar gözönüne alınarak.
- Makina ve lastik fiyatı alınan bilgilere göre. Amortisman süresi, Faiz Oranı ve Sigorta oranı ise piyasa koşullarına göre.
- Tij, Matkap, Şank ve Manşon fiyat ve ömürleri üretici firmalardan ve katalog bilgilerinden bulunarak.
- Taahhüt enerji gideri, Delici enerji gideri, Yağ ve Hidrolik gideri işletme koşulları dikkate alınarak

kullanıcı tarafından hesaplanarak, programa girilir.

3.3 Yükleyici Seçimi

Ana menüde Yükleyici Resmî'nin üzerine gidildiği zaman dört adet alt seçenek çıkar. Bu seçenekler:

- Yükleyici ekle
- Yol
- Yükleyici Üretimi
- Yükleyici maliyeti

Bu seçeneklerin her biri aşağıda açıklanmıştır.

a. Yükleyici ekle seçeneği (Ekipman girişi)

Bu seçenek seçildiğinde Şekil 6'da görülen ekran görüntüsü gelir.

Şekil 6. Ekipman veri girişi penceresi (LHD ve Kamyon için).

Bu menü aracılığı ile işletmede bulunan veya alınması düşünülen LHD'lerin fiyatı, tipi ve teknik özellikleri veri tabanına kayıt edilir. Üretim ve maliyet hesapları bu veri tabanında bulunan yükleyicilerden seçim yapılarak gerçekleştirilir.

b. Yol Ek/Dz seçeneği

Bu seçenek "Yol Ekle" ve "Yol Düzelt" olmak üzere iki alt seçenekten oluşmaktadır.

- Yol ekle seçeneği:

"Yol Ekle" seçeneği seçildiğinde Şekil 7'de ki ekran görüntüsü görülür. Bu ekran aracılığı ile işletmede, yükleyicilerin kullanacağı yol güzergahları veri tabanına kayıt edilir. Kayıt yapılırken yükleyicinin gidiş ve dönüş güzergahının, yol koşullarına ve eğime göre parçalara ayrılmış olması gerekmektedir. Her yol parçası içinde, kullanılacak ekipmanın ulaşabileceği maksimum hızın, yolun uzunluğu, eğim ve yol direncine bağlı hız faktörünün kullanıcı tarafından programa girilmesi gerekmektedir.

Yol direnci : Yol koşullarına bağlıdır.

Nakliyat yolu tanımı (Gül, 1998)

Yol Durumu	Yol Direnci
Kuru, düzgün ve geniş	3,5
Çamurlu ve Orta genişlikte	5
Çamurlu, sulu ve dar	10

Hız Faktörü : Makina kataloglarındaki mesafe-hız faktörü ilişkisi grafiklerinden kullanıcı tarafından tespit edilir.

Yol parçası	Uzunluk	Eğim	Direnc	Max. Hız	Hız Faktörü	Süre
-						

Şekil 7. Yol ekleme penceresi.

- Yol düzelt seçeneği:

Bu seçenek seçildiği zaman Şekil 8'de görülen görüntü ekrana gelir.

Index	Yol parçası	Uzunluk	Eğim	Direnc	Max. Hız	Hız Faktörü
PINLHD	g1	41,5	0	3,5	4,134	1
PINLHD	g2	10	0	3,5	1,363	1
PINLHD	d1	10	0	3,5	1,713	1
PINLHD	d2	41,5	0	3,5	3,296	1
PINKAM	g1	75	9	3,5	8	0,7
PINKAM	g2	90	9	3,5	10	0,8
PINKAM	g3	100	5	3,5	13	0,9

Şekil 8. Yol düzelt penceresi.

Bu menüde daha önce kullanıcı tarafından girilen yol parçalarında meydana gelebilecek yol ile ilgili değişiklikler yapılabilir. Fakat yol ismi ile yol parça adı değiştirilemez. Ayrıca pencerede herhangi bir değişiklik yapıldıktan sonra, yapılan değişikliğin geçerli olması için, değişikliğin yapıldığı satırın üstüne veya altına tıklamak gerekmektedir.

c. Yükleyici üretim seçeneği

Şekil 9'da görüntüsü olan bu seçenek ile, daha önce kaydı girilen bir yükleyicinin, seçilen yol şartlarında ki üretim miktarı hesaplanabilir. Hesaplar için gerekli veriler, kullanıcı tarafından aşağıda verilen talimatlar doğrultusunda girilmelidir.

- Daha önce girilen veriler doğrultusunda LHD ve Yol seçimi yapılmalıdır.
- İşletme Şartları : Burada Yükleme, Boşaltma Alanı ve Yığın Tanımı yapılmalıdır.

Yükleme ve Boşaltma alanı seçilen LHD'nin boyutlarının, çalışma alanı boyutlarına uygunluğu gözönüne alınarak belirlenir (*Makine boyutlarının çalışma boyutlarına göre, sağ'dan, sol'dan ve Üst'den 0,5 m daha küçük olması en ideal koşullardır*). Yığın tanımı yapılırken de kepçe genişliği baz alınmalıdır; parça boyutu, kepçe genişliğinin yarısından küçük olan malzeme oranı %80 ve daha yukarı ise "İYİ", %50 - 60 arası ise "ORTA", %50 ve aşağısı ise "KÖTÜ" denilebilir (Gül, 1998).

LHD Üretim

LHD Seçimi
Kodu: LHD01
Modeli: M5000p
K.Hacmi (m3): 0.4

İşletme Şartları
Yükleme Alanı: Geniş Orta Dar
Boşaltma Alanı: Geniş Orta Dar
Yığın Tanımı: İyi Orta Kötü

Sefer Sayısı: Yol Seç: PINLHD
Fili Çalışma Süresi (dk/saat): 50
Toplam Manevra Süresi (dk): 1.10
Gidiş/Geliş Süresi (dk): 2.01
Sefer Süresi (dk): 3.11
Saatlik Sefer Sayısı: 16.09

Üretim
Yoğunluk (ton/m3): 2.67
Kabarma Faktörü: 1.92
Dolma Faktörü: 0.90
Mekanik Hz. Bul: 0.9
Üretim (ton/s): 7.25

ANA MENÜ **MALİYET**

Şekil 9. LHD üretim penceresi.

- **Fili Çalışma Süresi** : Çalışma ortamı ve şartlarına bağlı olarak: "KÖTÜ" = 45 dk/sa. "ORTA" = 50 dk/sa. "İYİ" = 55 dk/sa alınabilir.
- **Toplam Manevra Süresi** : Yol ve çalışma şartlarına bağlı olarak: "KÖTÜ"=1.4 dk/sefer. "ORTA"=1.1 dk/sefer. "İYİ"=0.855 dk/sefer alınabilir.
- **Kabarma Faktörü** : Yerinde malzeme hacminin, gevşetilmiş malzeme hacmine oranıdır (1.25-1.70 arasındadır)

Kabarma Faktörü= Yerinde Birim. Ağr./Gevşek Birim. Ağr.

- **Dolma Faktörü** : Kepçenin tam kapasitesinin ne oranda dolduğunun tespitidir. Yığın tanımına bağlı olarak program: "KÖTÜ"=0.8. "ORTA"=0.90. "İYİ"=1.0 kendisi alır veya bu faktörü kullanıcı kendisi girebilir.
- **Mekanik Hazır Bulunma** : Makinanın tamir-bakım'da geçen süreler dışında çalışma yerinde hazır bulunduğu süredir. Kullanıcı tarafından tahmini olarak alınabilir (0.8-0.95 arasında bir değerdir).

$$\text{Mekanik Haz. Bulunma} = \frac{\text{Makinanın Çalışma Süresi}}{\text{Mak. Çalış. Sür. + Tamir - Bakım Sür.}}$$

d. Yükleyici maliyet seçeneği

Bu seçenek seçildiği zaman Şekil 10'daki görüntü ekrana gelir. Bu ekran aracılığı ile üretimi hesaplanan yükleyicinin üretim maliyeti hesaplanır. Hesaplamaların gerçekleşmesi için, kullanıcı aşağıda verilen açıklamalar doğrultusunda, gerekli verileri programa girmelidir.

- **Makinanın yıllık çalışma süresi** tahmini olarak veya üretim menüsünde çıkan sonuçlar gözönüne alınarak, Makinanın fiyatı ve lastik fiyatı alınan bilgilere göre, Amortisman süresi, Faiz Oranı ve

Sigorta oranı, Yakıt fiyatı, Lastik kaplama fiyatı, Operatör ücreti piyasa koşullarına göre, vardiya sayısı ve süresi ise işletme şartlarına göre kullanıcı tarafından programa girilmelidir.

- **Programlı zaman kaybı** : İşletme tarafından makina için öngörülen periyodik bakım – onarım süresidir.
- **Programsız Zaman Kaybı** : Vardiya içerisinde nakliyeciyi aksatabilecek çeşitli aksaklık ve arızalar, iş dağılımı ve üretim yöntemi gibi nedenlerden kaynaklanabilecek zaman kaybıdır. Kullanıcı tarafından tahmini olarak alınabilir.

LHD Maliyet

Zaman Çizelgesi: Suresi (Saat) 3, Saçıcı/Gün 3
Vardiya (\$) 3

Birim Değerler: Birim Operasyon /atması 0.7, Lastik Kaplama Sayısı 1
Yakıt Fiyatı (/l) 0.6, Bedel (\$) 1000
Lastik Oranı (saat) 1750, Operatör Ücreti (/saat) 50, Oranı (\$) 1500
Yakıt Tüketimi (/t) 5, Yakıt Tüket. Birim

Programlı Zaman Kaybı (Saat/Arz) 1.5
Programsız Zaman Kaybı (Saat/Arz) 1
Ekipman Çalışma Süresi (saat/Arz) 5.5
Yıllık Çalışma Süresi (Gün/Yıl) 300
Yıllık Çalışma Süresi (Saat/Yıl) 4950.0

Değişken Maliyetler: Ort. yakıt maliyeti \$/saat \$/ton 3.569 0.5474
Ekipman, işçik. ve malz. 2.003 0.2933
Yakıt, Hidrolik, vs. 0.356 0.0520
Lastik maliyeti 0.765 0.1066
Lastik tamir maliyeti 0.113 0.0159
Operatör maliyeti 0.091 0.0128

Stabil Maliyetler: Fiyat (t) 2000, Lastikler (t) 1500
Amort Süre (Yıl) 5, Amort. 13345, \$/Yıl 2.70
Faiz Oranı (%) 10, Faiz 4800, \$/Yıl 0.97
Sig. Oranı (%) 4, Sigorta 2200, \$/Yıl 0.45

Toplam Maliyet: \$/Yıl 10334.0, \$/ton 13.29

Tutarların S.M. 10334.0, \$/Yıl 0.6925, \$/ton 8.29

ANA MENÜ **GERİ**

Şekil 10. LHD maliyet penceresi.

Bu programlı ve programsız zaman kaybı seçenekleri program kullanıcısına makina vardiya içerisinde kullanabildiği süreye göre maliyet oluşumunu göstermesi açısından önemlidir.

Operasyon katsayısı : Çalışma koşullarına bağlı makina motor güç kullanım faktörü olup, yakıt tüketim hesaplamasında kullanılır. 0.5 – 0.95 arasında bir değerdir, kullanıcı tarafından tahmini olarak alınabilir.

Yakıt tüketimi : Eğer işletmede mevcut bir ekipman için maliyet hesabı yapılıyor ve bu ekipmanında saatlik yakıt tüketimi biliniyorsa, bu değer maliyet penceresinde istenilen yakıt tüketimi veri kutusuna girilerek, bu kutunun yanındaki (Yakıt tüketimi biliniyor) kutusu işaretlenmelidir. Ekipmanın yakıt tüketimi bilinmiyor ve bu değer program tarafından hesaplanmasını istiyorsanız bu kutu işaretlenmemelidir. Bu durumda sadece: yakıt fiyatı ve operasyon katsayısının girilmesi yeterlidir.

3.4 Kamyon Seçimi

Ana menüde Kamyon Resmî'nin üzerine gidildiği zaman dört adet alt seçenek çıkar. Bu seçenekler:

- Kamyon ekle
- Yol
- Kamyon Üretimi
- Kamyon maliyeti

Bu seçeneklerin her biri aşağıda açıklanmıştır.

a. Kamyon ekle seçeneği

Bu seçenek "Yükleyici Ekle" seçeneği ile aynıdır. (Bölüm 3.3.).

b. Yol Ek/Dz seçeneği

Bu seçenek yükleyicideki "Yol Ek/Dz Seçeneği" ile aynıdır (Bölüm 3.3.).

c. Kamyon üretim seçeneği

Şekil 11'de görüntüsü olan bu seçenek ile, daha önce teknik özellikleri veri tabanına girilen bir kamyonun, seçilen yol şartlarında ki üretim miktarı hesaplanabilir. Hesaplar için gerekli veriler, kullanıcı tarafından aşağıda verilen talimatlar doğrultusunda girilmelidir.

- Fürl Çalışma Süresi** : Çalışma ortamı ve şartlarına bağlı olarak; "KÖTÜ" = 45 dk/sa. "ORTA" = 50 dk/sa. "İYİ" = 55 dk/sa alınabilir.
- Yanaşma Manevra Süresi** : 1- 3 dakikadır.
- Dolma Süresi** : LHD Üretim menüsünde hesaplama yapıldıysa o penceredeki sefer süresi alınabilir veya kullanılabilir LHD kepçe hacmi ve kamyonu doldurmak için gerekli kepçe sayısı dikkate alınarak kullanıcı tarafından hesaplanarak programa girilmelidir.
- Boşaltma Manevra Süresi** : Boşaltma alanının genişliğine bağlı olarak 0.15 – 1 dk arasındadır.
- Çalışma Süresi** : Vardiya içerisindeki programlı ve programsız zaman kayıpları dikkate alınarak kullanıcı tarafından girilmesi gereken tahmini bir değerdir.
- İş Yeri Çalışma Faktörü** : İşletme koşullarına bağlı verimlilik faktörüdür (0.7 - 0.99 arasında değişir).
- Mekanik Hazır Bulunma** : Makinanın tamir-bakım'da geçen süreler dışında çalışma yerinde hazır bulunduğu süredir. Kullanıcı tarafından tahmini olarak alınabilir (0.8–0.95 arasında bir değerdir).
- Kamyon Dolma Faktörü** : Kamyonu yüklemek için gerekli kepçe hacmi ve sayısına ve doluluk oranına bağlıdır (0.8–1 arasında değişir).

Kodu	Modeli	Kapasite (ton)	Yol Seç
M1408	Wagner	7.98	PINKAM

Sefer Sayısı	Üretim Hesabı
Fürl Çalışma Süresi (dk/saat) : 55	Çalışma Süresi (s/Arad) : 6.5
Yanaşma Manevra Süresi (dk) : 1	İş Yeri Çalışma Faktörü : 0.8
Dolma Süresi (dk) : 8.5	Mekanik Hazır Bulunma : 0.9
Gidiş/Geliş Süresi (dk) : 3.59	Kamyon Dolma Faktörü : 0.95
Boşaltma Manevra Süresi (dk) : 0.5	Ton/Saat : 65.39
Boşaltma Süresi (dk) : 0.5	Üretim : 425.04
Saatlik Sefer Sayısı : 11.99	

ANA MENÜ MALİYET

Şekil 11. Kamyon üretim penceresi.

d. Kamyon maliyet seçeneği

Bu seçenek seçildiği zaman Şekil 12'deki görüntü ekrana gelir. Daha önce üretimi hesaplanan kamyonun üretim maliyeti bu pencerede hesaplanır.

Zaman Çizelgesi	Stüres (Saat)	Sayı/Gün	Etiler Değerleri	Ort. Değer	Lokali Kaplama	
Vardiya	0	0	Operasyon Faktörü	0.75	Sayı	1
Program Çıkarma Süresi (S/Arad)	6.5		Yol A Farkı (S/Arad)	0.6	Bedel	1000
Yük Çalışma Süresi (S/Arad)	275	3605.58	Lokali Günlük (saat)	1.75	Ortal	1500
Yük Çalışma Süresi (S/Arad)	1787.5		Operatör Ücreti (S/Arad)	50	Yük A Takımı (t/Arad)	11

Üretim	Seçilen Kamyon	M1408	Diğer Üretim Maliyetleri	S/Arad	t/Arad
Ton/saat			Ort. yük maliyeti	7.749	0.1185
Ton/wd			Ekstrüzyon, işç. ve malz.	13.410	0.2051
Üretim		425.04	Yük, Hük. ve	1.162	0.0178

Seçil Maliyetler	Fiyat (t) <th>Lokali (t)<th>Toplam Maliyet</th><th>M/Arad</th><th>S/Arad</th><th>t/Arad</th></th>	Lokali (t) <th>Toplam Maliyet</th> <th>M/Arad</th> <th>S/Arad</th> <th>t/Arad</th>	Toplam Maliyet	M/Arad	S/Arad	t/Arad
Fiyat (t)	10000	Lokali (t)	73.382	5821.303		
Amort Süre (Yıl)	5	Amort	31980	17.68		
Fazla Oran (%)	10	Fazla	11400	6.33		
Sig. Oran (%)	4	Sigorta	10000	4.25		
Totale Maliyet	20.51	S/Arad	425			
		t/Arad	0.4360			

ANA MENÜ GERİ

Şekil 12. Kamyon maliyet penceresi.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında hazırlanan EKMAL programı ile, Jumbo delici, LHD ve Yeraltı Kamyonlarının çalışma şartlarına bağlı üretimleri ve üretim maliyetleri hesaplanabilmektedir. Program kullanılarak aynı çalışma koşullarında farklı tip ve özelliklerdeki ekipmanların üretim miktarları ve maliyetleri hesaplanarak, kolaylıkla mukayese edilebilmektedir. Söz konusu hesaplamalar ve mukayeseler oldukça kısa bir sürede yapılabilmektedir.

Bundan sonraki aşamalarda ise bu program daha da geliştirilerek, kısa vadede aşağıdaki fonksiyonlar eklenebilir.

- Ekipmanların teknik seçimi
- Çalışma verileri kayıt edilerek, performans takibi
- Tamir – bakım kayıtları
- Ekipmanlar birbirleriyle ilişkilendirilerek toplam üretim maliyeti.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, CÜ Bilimsel Araştırmalar fonuna maddi destekleri nedeniyle teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Anonim, 1999. *Borland C++ Builder 4 Developer's Guide*, Inprise Corp. Ca.USA.

- Elevli, B. ve Gül, Y., 2002. Mekanize Üretim Yöntemlerinde Kullanılan Ekipmanların İşletme Maliyeti Hesabı Modeli. *CÜ Bilimsel Araştırma Projeleri*, M-124, Sivas.
- Gül, Y., 1998. *Bazı Yeraltı Ocaklarında Yükle-Taşı-Boşalt Makinalarının Performans Ölçümleri ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, C.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas, 100s.
- Saydam, D., 1996. *Yeraltında Kullanılan Jumbo Deliciler, LHD'ler ve Yeraltı Kamyonları*. Y. Lisans Semineri, C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 87 s.
- Kişisel Görüşmeler 1. Çayeli Bakır İşletmesi, Rize.
- Kişisel Görüşmeler 2. Kavak Yeraltı Krom İşletmesi, Eskişehir.
- Kişisel Görüşmeler 3. Pınarbaşı-Pulpanar Yeraltı Krom İşletmesi, Kayseri.
- Kişisel Görüşmeler 4. Demir Export Lahanos Cu-Pb İşletmesi, Giresun

Bir Kireçtaşı Sahasının Sayısal Yöntemler ile Kalite Modellemesi

S. Yüksek, B. Erdem & F.Y. Açık

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

ÖZET: Günümüz maden işletmeciliği anlayışında maden yatağının özellikle endüstriyel hammadde kaynağının tonajını belirlemekten çok hammaddenin kalite dağılımının belirlenmesi esastır. Bu işlemin klasik yaklaşımlar ile tamamlanması güçtür. Jeohammadde ve cevher gövdesinde bulunan empürileri tanımlayan parametrelerin kısa mesafeler ve farklı doğrultular boyunca değişimlerinin sayısal olarak belirlenebilmesi ancak bilgisayar destekli yaklaşımlar kullanılarak yapılabilmektedir.

Bu çalışmada bir kireçtaşı sahasında yapılan sondajlardan elde edilen veriler kullanılmış ve hammadde kalite dağılımı, bilgisayar ortamında üç boyutlu sayısal analizler yapılarak, belirlenmiştir. Bu amaca yönelik olarak sondaj verileri jeolojik ve istatistiksel açılardan değerlendirilmiştir. Daha sonra mesafeyle ters ağırlıklı metot (Id) ve kriging gibi interpolasyon teknikleri aracılığıyla, oluşturulan blok model içerisindeki 25 m×25 m×4 m boyutlarındaki bloklar ile 12,5 m×12,5 m×4 m boyutlarındaki alt-bloklara tenör ataması yapılmıştır. Kriging yöntemi için yapılan variogram analizlerinde, serbest kireç (CaO) için değişik variogram grafikleri çizilerek sondaj boyunca matematiksel variogram'ın madogram ve buna en uygun modelin periyodik model olduğu belirlenmiştir. Diğer yönlerde ise farklı matematiksel denklem ve modellerin denenmesi sonucunda colleogram ve covariogram grafiklerine küresel veya üssel modelin uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Oluşturulan topografya modeli dikkate alınarak, düşey ve yatay boyutta kalite dağılımları belirlenmiştir. Çapraz-doğrulama analizi ile de tahminlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

ABSTRACT: In current understanding of mining designation of quality distribution of raw material is essential rather than determining the total tonnage of a mineral deposit. Completion of this operation with traditional approach is difficult. Numerical description of changes in parameters, which define geomaterial and impurities in the ore body along short distances and different directions, can only be done via computer-aided approaches.

In this study data obtained from drilling works, which were done on a limestone field are utilized and quality distribution of raw material is determined by conducting three-dimensional numerical analyses on the computer. Towards this aim, drilling data were evaluated in geological and statistical views. Then, via interpolation techniques like inverse distance weighing and kriging, grades were assigned to blocks of 25 m×25 m×4 m and sub-blocks of 12,5 m×12,5 m×4 m dimensions within the block model. Variogram analyses were conducted for Kriging. Various variogram types were experimented for free lime (CaO) and graphs drawn. The most appropriate mathematical variogram along drill holes was concluded as madogram and the most appropriate model for madogram being periodical model. After conducting anisotropic studies with various mathematical models on different directions colleogram and covariogram graphs were best fitted with spherical or power models.

I GİRİŞ

Bir maden yatağının değerlendirilmesinde en önemli işlemlerden birisi veya birincisi arama veya sondaj verilerinin doğru, hassas ve güvenilir şekilde analiz edilerek rezervinin belirlenmesidir. Gerçekte rezerv

miktarından çok, tenör veya kalite dağılımının yüksek güvenilirlik ile bilinmesi önem taşımaktadır. Bir projenin başlangıcında yapılacak hataların büyük ekonomik kayıplara yol açacağı açıktır.

Bilgisayar teknolojisinin ve programlarının gelişmesi maden projesinin değerlendirilmesinde çoğunlukla avantaj ve faydalar sağlanmasının

yanında genellikle, paket program kullanımında bir çok hatalara düşülebilmektedir. Bu durum daha çok kullanıcının bilgi eksikliğinden ve program algoritmasını veya mantığını yanlış anlamasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan çoğu blok model çalışmalarında genellikle metalik cevher modelleri ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda endüstriyel hammaddelerin kalite dağılımının bilgisayar destekli olarak değerlendirilmesi yaygın hale gelmiştir.

Çimento sektörünün en önemli hammaddelerinden kireçtaşı içerisindeki CaO değerinin iki boyut (2D) yerine üç boyutta (3D) dağılımının interpolasyon teknikleriyle değerlendirilmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu tekniklerden istatistiksel ve jeostatistiksel metotlar maden yatağının mineralizasyonundaki değişiklikleri göz önüne alan kalite tahmini ve/veya hesaplaması ile ilgili belirsizlikleri sayısallaştırmakta daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Rendu ve Mathieson 1992).

Bu çalışmada bir çimento fabrikasının kireçtaşı sahasında yapılmış olan araştırma sondajları bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak değerlendirilmiştir. Öncelikle kalite dağılımının doğru ve güvenilir olarak yapılabilmesi için, maden yatağı jeolojik açıdan incelenmiş, mevcut mineralleşmenin doğası ile sürekliliğini ortaya koymak için istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Bu bilgiler ışığında mesafeye ters ağırlıklı metot ile 4 m yüksekliğindeki bloklara CaO tenör atamaları yapılmıştır. Yine istatistiksel verilerden faydalanarak sondajlar boyunca ve tüm yönlerde değişik variogram tipleri ve modelleri ile analizler yapılmıştır. Daha sonra kriging tekniği kullanılarak 25m×25m×4 m boyutlarındaki blokların CaO değerleri hesaplanmıştır.

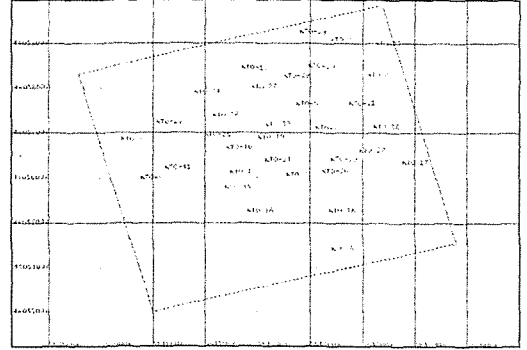
2 JEOLOJİ ve İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Çalışma sahası Sivas il merkezinin 10 km batısında yer almaktadır. Bölgede daha önce yapılmış olan jeolojik çalışmalar (Özer 1988, Özdemir 1992) sahadaki kireçtaşı oluşumlarının kalınlığı 135 m ile 165 m arasında değişen travertenler olduğunu göstermektedir. Özdemir (1992) kayaçların, bej renkli ve gözenekli olduğunu, gözeneklerin yer yer ikincil kalsit ve aragonit ile dolduğunu, tabakalı yapının görülmesine rağmen masif kütlelerin yer yer kalınlaşıp incelendiğini, X-Ray incelemesinde ise hakim mineralin kalsit olduğunu belirtmektedir.

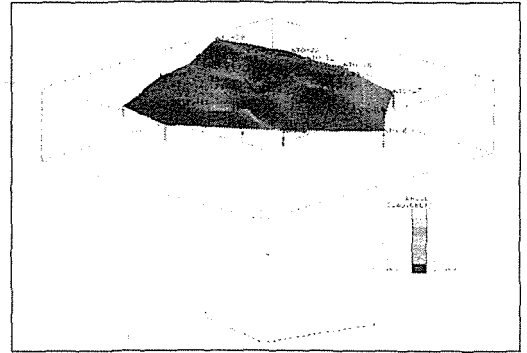
2.1 İstatistiksel değerlendirme

Kalite dağılımını belirlemek amacıyla çalışma sahasında 1999-2000 yılları arasında 41 adet

araştırma ve geliştirme sondajı yapılmıştır. Derinlikleri 15 m (en kısa) ile 60.5 m (en uzun) arasında değişen sondajlar sık olup, çoğunlukla faaliyetler başladıktan sonra yapıldıklarından, giriş kotları 1531 m ile 1353 m arasında değişmektedir ve düzensiz bir dağılıma sahip bulunmaktadırlar. Bu nedenle bu çalışmada sahanın belirli bir bölgesinde yoğunlaşan ve görece düzenli bir dizilime sahip olan 31 adet sondajın değerlendirmesi yapılmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. Sondaj lokasyonları ve blok model sınırları



Şekil 2. Topografya ve blok model sınırları

Sondaj verileri bilgisayar ortamında bir tablolama programında düzenlenmiş ve maden tasarım paket programında kullanılmak üzere aktarılmıştır. Veri dosyası; sondaj koordinatları, metraj bazında kimyasal analiz değerleri, hammadde kalite değişkenleri (%CaO, %C₃S, vb.) ile empiyrite değişkenlerini (%Fe₂O₃, %Al₂O₃, %Mg₂O₃, %SiO₂) kapsamaktadır.

Geleneksel istatistiksel metotlar verilerin mevcut maden yatağının özelliklerini eşit olarak temsil ettiği kabulüne dayanmakta ve örneklerin birbirlerine görece fiziksel pozisyonları göz önüne alınmamaktadır. Bu nedenle istatistiksel yöntemler,

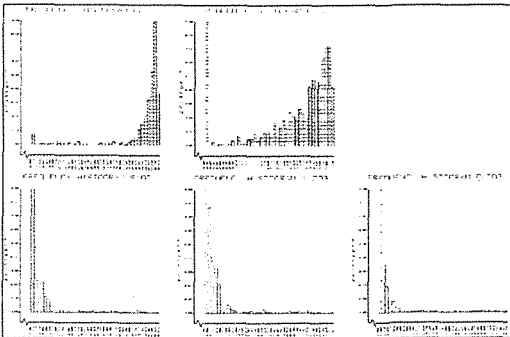
maden yatağının değerlendirilmesinde ön bilgi vermelerinin yanı sıra kriging hesaplamalarının da temelini oluşturmaktadır (Clark 2002).

Sahadaki sondajların genel doğrultusu N75°E'dir. Bu nedenle blok model doğrultusu bu yönde seçilmiştir. Sondaj analiz değerlerine ait istatistiksel sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sondaj analiz sonuçlarına ait istatistikler.

Veri	CaO	C ₃ S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Örnek adedi	656	656	656	656	656
Aritmetik ortalama	48.68	2.81	5.84	1.58	0.69
Varyans	151.70	1.51	101.56	6.63	2.06
Standart sapma	12.32	1.23	10.08	2.58	1.44
Varyasyon katsayısı	0.25	0.44	1.73	1.63	2.08
En küçük	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
En büyük	56.57	4.04	56.64	15.42	8.37
Aralık	56.57	4.04	56.64	15.42	8.37
Çarpıklık	-0.11	-0.05	0.12	0.13	0.14
Kurtosis	10.08	3.51	12.19	13.32	14.95

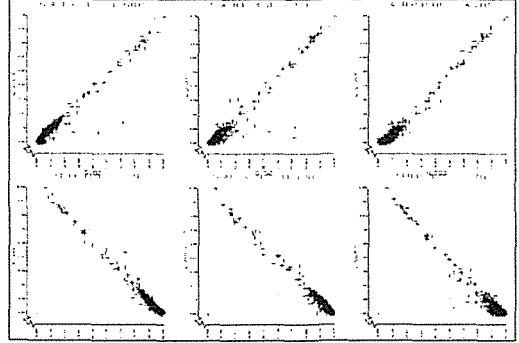
Tüm analiz sonuçlarına ait frekans dağılımları Şekil 3'de görülmektedir. CaO ve C₃S değerleri yüksek değerlerde yoğunlaşmış ve sola çarpık bir dağılım göstermektedir. Buna karşın diğer değerler düşük değerlerde yoğunlaşarak sağa çarpık bir dağılım göstermektedir. CaO için 4. m'lik kompozit değerlerin dağılımı da benzer şekilde sola çarpık bir dağılımdır. CaO - Fe₂O₃, CaO - Al₂O₃ ve CaO - SiO₂ arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Buna karşın CaO dışındaki parametrelerin birbirleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 3. Analiz değerlerinin frekans dağılım grafikleri

Grafiklerden de görüleceği üzere CaO değerleri logaritmik bir dağılım gösterdiği için normal dağılım teorisinin uygulanması sorunlara neden olmaktadır.

Bu tür dağılımlar ilk olarak Afrika'daki altın yataklarının değerlendirilmesinde oluşturulmuştur (Sichel 1952). Daha sonra lognormal dağılımlar Krige (1960) ve Rendu (1981) tarafından tartışılmıştır. Krige (1960) lognormal dağılımlarda sabit bir değer ekleyerek dağılıma "üç parametrelili lognormal dağılım" adını vermiştir. Bu parametreler: ortalama, logaritmik varyans ve additive constant'dır. Bu sabit, kümülatif frekans dağılım grafiğinden deneme yanılma yöntemi ile belirlenmektedir (Rendu ve Mathieson 1992).



Şekil 4. Analiz değerlerinin korelasyon grafikleri

3 TOPOGRAFİK MODEL VE BLOK MODEL

Çalışma sahasındaki sondajların tümünü kapsayacak şekilde sol alt köşe noktası: x:584000, y:4405300 ve z:1300 koordinatları arasında x:600 m, y:550 m ve z:176 m boyutlarında büyük bir blok oluşturulmuştur. Bu bloğun içerisine x:25 m, y:25 m ve z:4 m olan küçük bloklar ile x:12.5 m, y:12.5 m ve z:4 m boyutlarında alt-bloklar teşkil edilmiştir. Sahanın sondajlar yapıldığı sıradaki topografyasına ait veri edinilemediğinden sondaj ağız koordinatları kullanılmış ve arazi rölyefi, tasarım paket programının üçgenleme tekniği aracılığıyla, modellenmiştir (Bkz. Şekil 2). Böylece, büyük blok içerisinde bulunan ancak topografyanın üzerinde kalan sanal boş bloklara değer atanması engellenmiştir.

3.1 Id Metodu ile Bloklara Değer Ataması

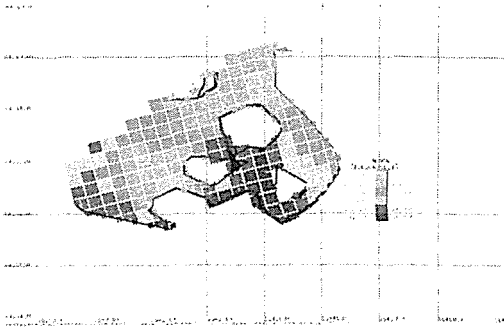
Mesafeyle ters ağırlıklı yöntem (Id), ara değer yöntemlerinden en yaygın olanıdır. Bu metod, herhangi bir bloğa etrafında bulunan ve değeri bilinen sondajların mesafelerinin üssel ($n=1, 2, 3$) bir fonksiyonu şeklinde belirlenen ağırlıkları arasında katkıları ile değer atama esasına dayanmaktadır (Crawford ve Hustrulid 1989).

Bu çalışmada yalnızca CaO'e ait kompozit değerleri kullanılarak değişik Id parametreleri programa girilerek bloklar ve alt-blokların değerleri hesaplanmıştır. Şekil 5'te tenör değerleri Id tekniği ile hesaplanan tüm blokların plan düzlemindeki görüntüsü verilmiştir. Topografya ile 1444 basamağındaki bloklar ise Şekil 6'da sunulmuştur. Kat bazında rezerv hesabına bir örnek olarak, 1344 basamağında oluşturulan poligon içerisindeki bloklar Şekil 7'de verilmiştir. Bu basamakta yerinde rezerv, %52-%54 CaO aralığında 90000 ton ve %54-%58 CaO aralığında 850000 ton olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama en alt basamaktan en üst kota kadar 4 metre aralıklarla kolaylıkla program aracılığıyla belirlenmektedir. Böylece her basamak için kalite-tonaj dağılımları bilinebilmektedir. Benzer hesaplamalar kesit düzlemi için de yapılabilmektedir.

Tasarım paket programda Id parametreleri değiştirilerek çok sayıda deneme yapılmış, çapraz doğrulama ile de tahmin değerlerinin doğruluğu incelenmiştir.



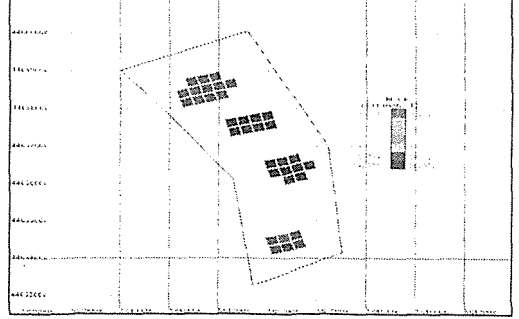
Şekil 5. Tenörleri Id metodu ile hesaplanan tüm bloklar



Şekil 6. 1444 katında tenör atanan bloklar ve topografya

3.2 Variogram Analizleri

Jeostatistik'in temel öğelerinden olan variogram analizlerinin hatalı olarak yapılması kriging işlemlerinden de beklenmedik sonuçların elde edilmesine yol açmaktadır.



Şekil 7. Poligonla sınırlandırılmış 1344 katı blokları

Kireçtaşı sahasındaki sondajlardan elde edilen örnek çiftleri arasındaki uzaysal ilişki, aşağıda listelenen variogram denklemleri kullanılarak araştırılmıştır:

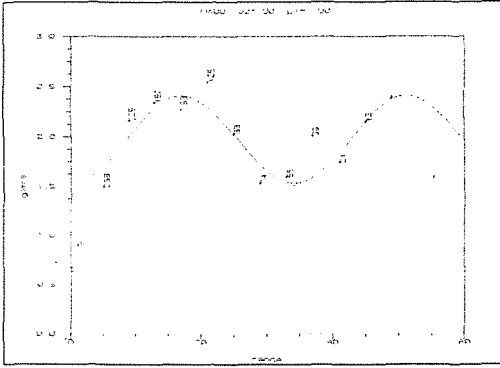
- General relative semivariogram
- Pairwise relative semivariogram
- Semivariogram
- Cross-semivariogram
- Covariance
- Correlogram
- Rodogram
- Madogram
- Semivariogram of logarithms
- Indicator semivariogram

Her variogram için değişik (küresel, tıssel, Gaussian, lineer, deWijsian, periyodik) modeller uydurulmuş ve bu modeller için en uygun parametreler belirlenmiştir. Şekil 8'de bu variogramlardan sondaj boyunca hesaplanan deneysel variogramlardan madogram grafiği görülmektedir.

Sondaj boyunca yapılan madogram grafiğinden, periyodik modelin en uygun model olduğu görülmektedir. Burada, 20 m ile 45 m arasında değişen mesafelerde varyans değerlerinin yüksek, 30 m mesafede düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum sahadaki kireçtaşının iki veya üç değişik şekilde tabakalandığına işaret etmektedir. Diğer bir deyişle derinlik boyunca (Z boyutunda) mineralleşme, tabakalar içinde süreklilik göstermektedir.

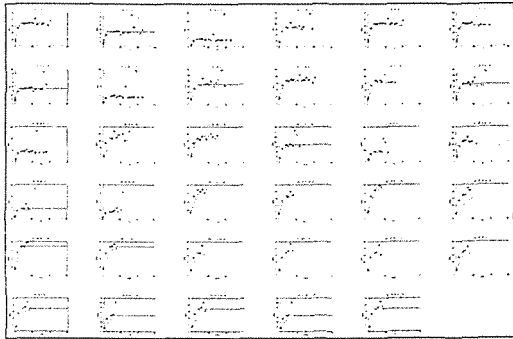
Benzer şekilde plan düzleminde (0° - 180°) 15° ve düşey doğrultularda da 15° aralıklarla çizilen değişik

covariogram ve correlogram grafikleri analiz edilmiştir (Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11).

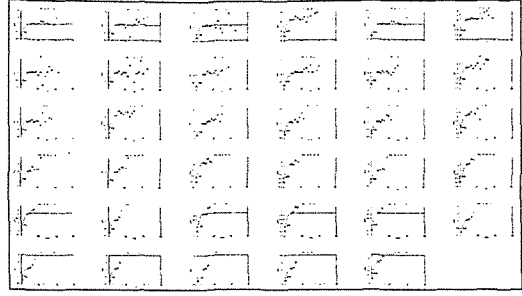


Şekil 8. Sondaj boyunca çizilen madogram grafiği

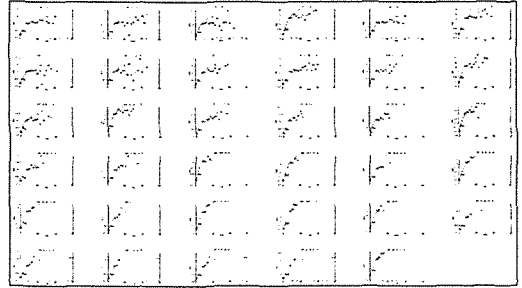
Belirtilen grafiklerde değişik doğrultu ve dalımdaki covariogram ve correlogram parametrelerinin (r , c ve c_0) birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Genelde tüm yönlerdeki sözkonusu variogramlara uydurulan küresel veya üssel modellerin uygun olduğu görülmüştür. Bunlardan 90° doğrultudaki 0° ve 0° doğrultudaki -30° dalımdaki covariogram grafikleri sırasıyla Şekil 12 ve Şekil 13'de verilmiştir. Benzer şekilde 0° ve 180° doğrultusunda 0° ve -90° dalımdaki correlogram grafikleri Şekil 14 ve Şekil 15'te görülmektedir. Yapılan analizlere göre mineralleşme yatay yönde bir süreklilik göstermekte olup ana eksen etki yarıçapı 50 m ile 200 m arasında değişmektedir. Değişik yönlerdeki variogram değerleri kullanılarak izovariogram grafiği çizilmiştir. Buna göre kriging için kullanılacak elipsoidin yarıçapları belirlenmiştir.



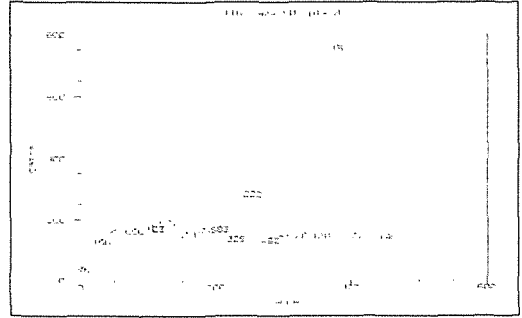
Şekil 9. Üç boyutta çizilmiş covariogram-küresel grafikleri



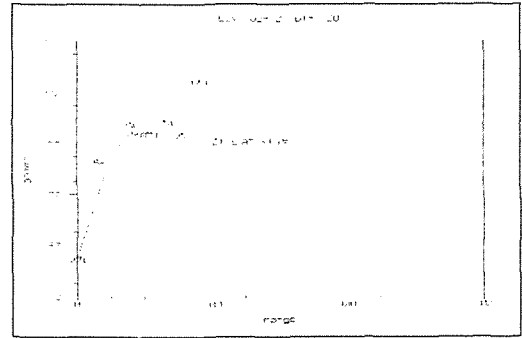
Şekil 10. Üç boyutta çizilmiş correlogram-küresel grafikleri



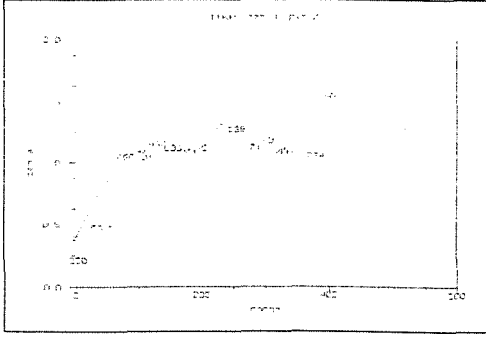
Şekil 11. Üç boyutta çizilmiş correlogram-üssel grafikleri



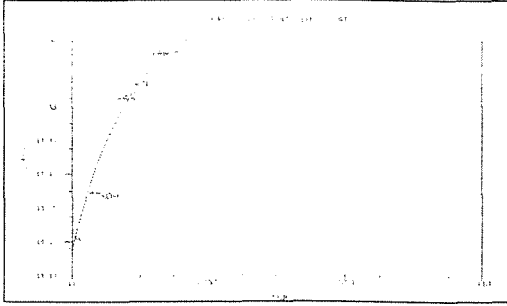
Şekil 12. Azimut 90° dalım 0° yönündeki covariogram



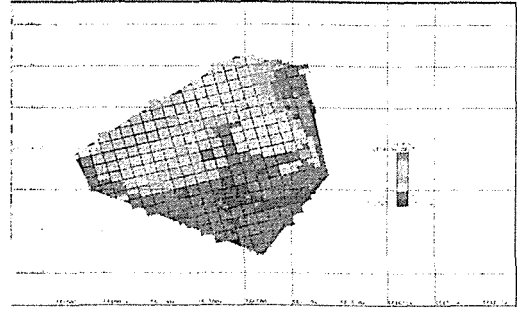
Şekil 13. Azimut 0° dalım -30° yönündeki covariogram



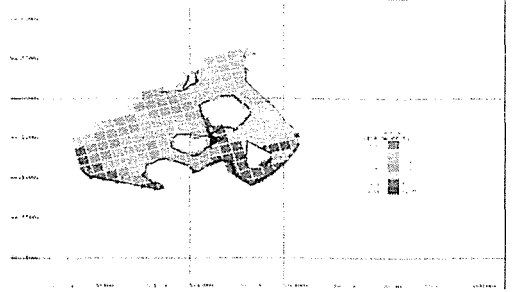
Şekil 14. Azimut 0° dalım 0° yönündeki correlogram



Şekil 15. Azimut 180° dalım -90° yönündeki correlogram



Şekil 16. Kriging yöntemi ile hesaplanmış bloklar



Şekil 17. Kriging yöntemi ile 1444 katında tenör atanmış bloklar

3.3 Kriging Tekniği Kullanılarak Bloklara Tenör Atanması

Daha önce belirlenmiş olan variogram parametreleri kullanılarak kriging metoduyla mevcut blok modeldeki blok ve alt-blokların tenör değerleri hesaplanmıştır. Aşağıda örnek olarak jeostatistik tekniği ile hesaplanmış tüm bloklar ve 1444 katına ait bloklar topografya ile birlikte görülmektedir (Şekil 16 ve Şekil 17). Yine bu metotta programın çapraz doğrulama opsiyonunu kullanarak atanmış tenör değerleri kontrol edilmiştir. Buna göre blokların çoğunluğu ± 3 arasında değişen aralıkta hata ile tahmin edilmiştir. Topografik model dikkate alındığı için, zemin üzerindeki (havada asılı bulunan) sanal bloklara değer atanması yapılmamıştır.

4 SONUÇLAR

Bu çalışmada, Sivas ili merkezi yakınlarında bulunan bir kireçtaşı sahasının hammadde kalite dağılımını belirlemek amacıyla bilgisayar ortamında üç boyutlu sayısal analizi yapılmıştır.

– Yapılan istatistiksel incelemelerde CaO değerinin sola basık/çarpık, Fe_2O_3 , Al_2O_3 ve SiO_2 değerlerinin sağa çarpık bir dağılım gösterdiği belirlenmiş ve hesaplamalarda bu durum dikkate alınmıştır. Diğer istatistiksel analizlerde hammadde (CaO) ile empüritelere (SiO_2 , Fe_2O_3 ve Al_2O_3) arasında negatif korelasyon bulunduğu sonucuna varılmıştır. Ancak empüritelere, kendi aralarında pozitif bir korelasyona sahip bulunmaktadır.

CaO için değişik variogram grafikleri çizilerek en uygun matematiksel variogramın sondaj boyunca madogram ve buna periyodik modelin uygun olduğu diğer yönlerde ise farklı matematiksel denklemlerin ve modellerin denenmesi sonucu covariogram ve correlogram grafiklerine küresel veya üssel modelin uygun olduğu ortaya konmuştur. Variogramlardan, düşey yönde iki veya üç değişik tabakanın var olabileceği, periyodik modelden anlaşılmıştır. Üç boyutlu variogram analizlerinden etki mesafesinin 50 m ile 200 m arasında olduğu saptanmıştır.

İd ve kriging interpolasyon teknikleri kullanılarak oluşturulan blok modeldeki blok ve alt-blokların CaO tenör değerleri atanmıştır. Hesaplanmış bloklar yatay ve düşey izdüşüm düzlemlerinde izlenebildiği gibi, her iki düzlemde de kalite aralıklarına bağlı tonaj miktarları ve toplam blokların tonajı

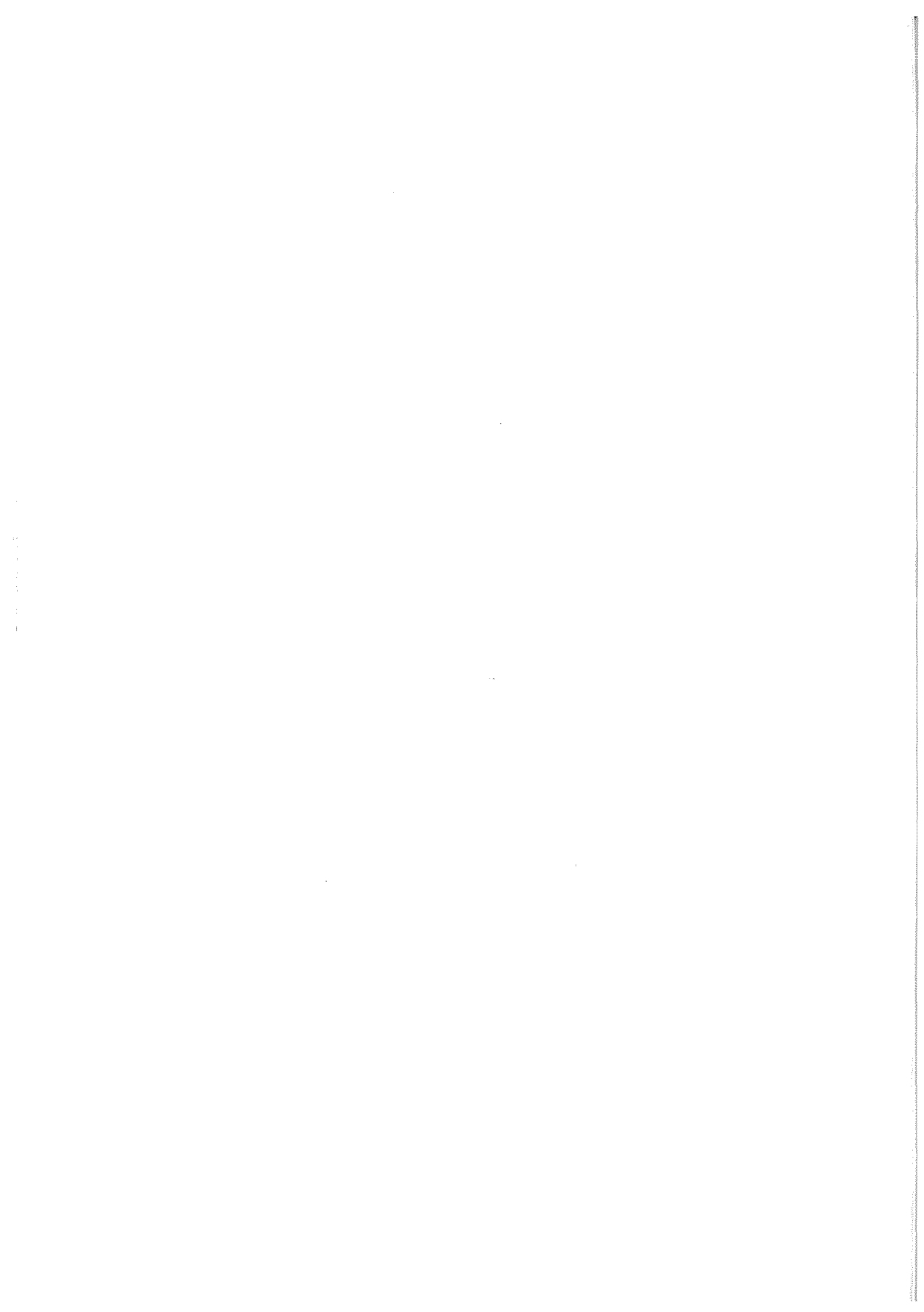
hesaplanmıştır. Modelde oluşturulan bloğun alt kotlarında kireçtaşı kütlelerinin jeolojik yorumunda belirtilen (yer yer kalınlaşıp incelmekte) oluşuma uygun şekilde dışa doğru olduğu, yukarı kotlarda tüm sahaya yayılan bir kubbe şeklinde olduğu görülmüştür.

Çalışmanın bir parçasını oluşturan sayısal modelleme ile sahadaki CaO için kalite dağılımı belirlenmiştir. Benzer şekilde sahadaki C₃S, SiO₂, Fe₂O₃ ve Al₂O₃ değerlerinin dağılımları sayısal olarak modellenecek durumdadır. Elde edilen bu model işletme tasarımları için kullanılabilir hale getirilmiştir.

KAYNAKLAR

Clark, I., 2002. *Zero to kriging*. Kurs Notları.

- Crawford, J.T., Hustrulid, W.A., 1989. *Open Pit Mine Planning and Design*. AIMM.
- Krige, D.G., 1960. On the Departure of Ore Value Distribution from the Lognormal Model in South African Gold Mines. *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*, Vol. 62, 345-364.
- Özdemir, M., 1992. *Sivas Çimento Fabrikası Hammadde Ocakları ve Çevresinin Stratigrafisi*. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Özer, B., 1988. *Hayranlı-Çelebiler (Sivas) Yöresi Neojen Tortularının Stratigrafik ve Sedimantolojik Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Rendu, J.M. ve Mathieson, G., 1992. Statistical and Geostatistical Methods. *Surface Mining*, Ed. E.P.P.
- Rendu, J.M., 1981. An Introduction to Geostatistical Methods of Mineral Evaluation. *South African Institute of Mining and Metallurgy Monograph Series*. Johannesburg.
- Sichel, H.S., 1952. New Methods in the Statistical Evaluation of Mine Sampling Data. *Transactions IMM*, Vol.61, 261-288.



Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi - Artan Bir Eğilim

L.B. Paterson

P&H MinePro Services, Milwaukee, Wisconsin, USA

Maden endüstrisinde ana yer kazı makinası yapımcılarının sundukları Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi programlarını yeğleme yönünde çoğalan bir akım bulunmaktadır. Bu kavram, basit "Yedek Parça Sağlama Sözleşmeleri" ve "Tam Araç Bakımı Sözleşmeleri" kavramlarının gelişiminden doğmuştur: bu sözleşmelere, yedek parça, işçilik, makina kullanılabilirliği ve başarı garantilerinin eklenmesi; bütün bunların karşılığında maden işletmesince makina üreticisine aracın çalışma saati başına ya da yapılan kazı miktarı birimi başına belirli bir ödeme yapılmasıdır. Bu kavram geleneksel "alıcı-satıcı" ilişkisinin ötesine geçer; üretimin en düşük maliyetle yapılması ortak amacına ulaşmak için her iki tarafın da üstün çabasını gerektiren riskin paylaşıldığı bir ortaklık anlayışının gelişip yükselmesi sağlanır. Bir çok ülkedeki özelleştirme yönelimleri Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi kavramının yaşama geçirilmesi için çok uygun bir ortam oluşturmaktadır. Özelleştirme, işletmelere "küresel oyuncu" olma gereğini birlikte getirmektedir. Bu bildiri artan Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi programları akımının bir özetini sunmakta ve böyle ilişkilerin doğduğu en göze çarpan karşılıklı yararları değinmektedir.

Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi programlarının tarihçesi biraz eskiye gitmektedir, ancak bunlar bugünkü bildiğimiz biçimde değildir. Bildiri, geçmişte maden endüstrisi ve makina yapımcısı şirketlerin maden makinalarının, aracın yaşamı boyu yönetimi konusunda işe yarar ve uygulanabilir çözüm arayışları konusunda atılan adımları özetleyerek başlamaktadır. Araç üreticisi makina ve yedek parça üretim ve sağlama işinden, tamamen değişik bir alana maden işletmesinde üretilen cevherin birim maliyetinin denetimini sağlama işine bir bakıma ortak olarak girmiştir.

Başlangıç olarak maden işletmesine ait, risk ve ilişkili maliyetler tartışılır, araç satıcısı tarafından teklif edilen garantiler, araç kullanılabilirliği ve kullanım oranı gibi önemli noktalar görüşülür. Personelin en uygun kullanımı, tüm Dünyada kullanılmakta olan bakım uygulamalarına ulaşılabilirlik Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi programının başarısının dayanağını oluşturur. Yedeklerin satın alınması, sözleşme yapılan makina yapımcısı tarafından sağlanır; bu, özgün yedek parçaları ve araç yapımcısı dışında üretilenleri de kapsar. Makinanın orijinal yapımcısı bütün bunları sağlayabilme yeteneğindedir, ve her tür yedek sağlama bu sözleşmenin içine katılmalıdır. Başarı için gerekli ve tartışılması gereken diğer bir etkileyici öge ise altyapının durumu ve bununla ilgili maliyetlerdir.

Bundan sonra görüşmelerde sıra Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi programı sağlayıcısı ile ilişkili konulara gelir: bu programın sağlayıcısı, çoğunlukla orijinal araç yapımcısıdır. Bu programın orijinal araç yapımcısına ve onun müşteri tabanına sağladığı açık yararlar vardır: bunlar genişletilebilir. Yapım süreleri, stoklama ve kontrol maliyetleri öngörülürü gibi dönüşçül konuların hepsi görüşülür. Gerek orijinal araç üreticisi ve gerekse maden işletmesi açısından makina ve ana bileşenlerinin veri tabanları önemli olup özel önem verilmelidir.

Son olarak, Yaşam Boyu Araç Destek Yönetimi programı sözleşmesinin gerçekleştirilmesi için aşılması gereken güçlü engeller görüşülür: bunlar, zamanlama, sözleşme ve programın var olan işletmeye nasıl uydurulacağı, gereksiz işçi ve personel fazlalığı ile nasıl başa çıkılacağı tartışılacak konulardan sadece bazılarıdır. Özellikle çalışmakta olan madenlerde bu programların gerçekleştirilmesinde sınırlar vardır, bunlar tartışılır.

Web'e Dayalı Bilgi Yönetim Sistemlerinin Mineral Endüstrisine Uygulanması

A.S.Atkins

School of Computing, Staffordshire University, Beaconside, Stafford, United Kingdom

N.I. Aziz & E.Y.Baafi

Faculty of Engineering, University of Wollongong, Wollongong, Australia

Bilgi sistemleri büyük şirketlere, onların sahip olduğu bilgi birikimlerinde kullanılmasıyla, büyük faydalar sağlamıştır. Veriler ve bilgi sistemleri, birleştirilerek herhangi bir firmanın rekabet koşullarında avantajlı bir duruma gelmesi için kullanılabilir. Elektronik bilgi sistemlerinin kullanılması, deneyimlerin paylaşılması, globalizm, teknolojiadaki hızlı değişimlerin takip edilmesi ve bilginin yönetiminin daha iyi yapılması gibi konularda birçok avantaj sağlar. Bu bildiri, web'e dayalı yöntemlerin kullanılarak, bilgi yönetim sistemlerinin ve modellerinin, şirketlerin bilgi kaynakları haline gelmesini sağlamak için yapılmış bir çalışmadır. Multimedya kullanılarak oluşturulan bu birikimlerin mineral endüstrisinde uygulanması örnek olarak ele alınmıştır.

SLO – Üretim Ayak Sınırlarının Optimizasyonunda Kullanılan Bir Uygulama Programı

M. Ataee-pour

Department of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

E.Y. Baafi

Faculty of Engineering, University of Wollongong, Wollongong, Australia

“Maximum Value Neighborhood (Maksimum Değer Komşuluğu)” (MVN) algoritması, üretim ayağı geometrisini optimize etmek için geliştirilmiş en son algoritmadır. Bu algoritma, maksimum net değeri garanti eden bir bloğun en iyi komşuluğunun yerini bulan 3 boyutlu ekonomik blok modelini kullanır. Komşuluklar, geometri kısıtlamalarıyla sınırlandırılmıştır. MVN algoritmasını kullanmak için bir Fortran 90 programı olan “Slope Limit Optimizer (Üretim Ayağı Limiti Optimize Edicisi)” (SLO) tabir edilen bir uygulama programı geliştirilmiştir. SLO, kendi algoritmasının Fortran 90 kodu ile “Winteracter” kullanıcı arabirimi özelliklerini birleştirmektedir. Böylelikle model özelliklerini, üretim ayağı kısıtlamalarını ve madenin ekonomik faktörlerini tanımlamak ve sonuçları 2 boyutlu plan/kesit olarak görüntülemek amacıyla “Windows” tabanlı interaktif bir ortam sağlanmıştır. Optimum üretim ayağı blokları “1” değeri işaretlenir ve veriler herhangi başka bir uygulamaya aktarılacak şekilde bir dosyaya aktarılır. Eğer blok üretim ayağına dahil edilecekse “1” değeri, aksi takdirde “0” değerini alır. Kullanıcı SLO ortamında iken “Notepad” programı aracılığı ile işaretleri görüntüleyebilir.

Yapay Sınır Ağlarının Metan Drenaj Kuyularının Testlerinde Elde Edilen Basınç Ölçümlerinin Analizinde Kullanılması

X.Dong & T.Ertekin

Penn State University, University Park, Pennsylvania, USA

Bu bildiriye kömür yataklarından metan üretmek için açılan metan drenaj kuyularında yapılan basınç ölçme testlerinde toplanan verilerin değerlendirilmesine ilişkin yöntemlere olan gereksinimin önemi irdelenmiştir. Kuyu testlerinden elde edilen veriler kömür yataklarının karakterizasyonuna yönelik bilgileri içermektedir. Genel uygulamada, bu tür formasyon nitelendirme çalışmaları kapsamına giren parametreler, sondaj operasyonu esnasında toplanan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar ölçmeleri sonucu elde edilmektedir. Toplanan örneklerin saha ölçeklerine oranla çok küçük olması, laboratuvar testleri sürecinde örneklerin orijinal saha koşulları altında tutulamaması gibi nedenlerden ötürü petrol mühendisliği rezervuar karakterizasyon belirlemesi uygulamalarında kullanılan kuyu testleri yöntemleri yardımı ile bu değerlendirmelerin rezervuar koşullarında yapılması öngörülmüştür. Yapay sınır ağları yardımı ile kuyu testleri sürecinde toplanan verilerin analizine yönelik protokoller geliştirilmiş ve bu protokollerin geçerliliği ve duyarlılığı giderek daha karmaşık koşulları içeren kömür yataklarında test edilmiştir.

Analitik-İmitasyon Sistemi İle Açık Ocaktaki Hazırlık ve Yükleme Trafiğinin Planlanması

D.Bukeikhanov & U.Dzharlkaganov & B.Bekmurzayev

RSE Complex Processing of Mineral Materials National Center of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan

M.Zhanasov

NOVA-Trading & Commerce AG, Almaty, The Republic of Kazakhstan

Bu bildirinin temel amacı, herhangi bir açık ocakta madencilik aktivitelerinin ekonomik, matematiksel ve benzeşim modelleriyle planlanmasıdır. Yapılan model teknik kararları vermede çok yardımcı olacaktır. Önerilen metodoloji Kazakistan Cumhuriyeti açık ocak madenlerinin planlanmasında kullanılmış ve değerlendirilmiştir. Madencilik ekonomik boyutunun istenilen düzeyde olması, kalite planlaması ve madencilik faaliyetlerinin düzenli bir şekilde yapılmasıyla yakından ilgilidir. Bu tip bir planlama yapabilmek için, toplam cevher miktarı, her yıl çıkarılacak örtü miktarı, başlangıçta belirlenmelidir. Kazı, yükleme ve nakliye işlemleri detaylı bir şekilde tasarlanmalıdır. Derin açık ocaklarda, cevher ve örtünün her basamakta farklı araçlar kullanılarak çıkarılması ve bunların organize edilmesi, ciddi bir şekilde incelenmelidir. Bu problemin halledilmesi için, bu çalışma çeşitli değişkenler kullanılarak madenin planlanması ve bu planın benzeşim yöntemiyle tam olarak herbir madencilik aktivitesi için değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Bir Madenin Zemin Kontrol Yönetim Planı: Ovacık Altın Madeni Örneği

K.S. Koldaş

Belson Ltd, Ankara, Türkiye

Kazaları azaltmak, tehlikeleri elimine etmek ve üretkenliği artırmak için işçilerin görevlerini güvenli ve sağlıklı bir biçimde yerine getirebilecekleri en iyi uygulama dökümanını derlemek gereklidir. Zemin Kontrol Yönetimi Planı (Ground Control Management Plan – GCMP), Türkiye'deki Ovacık Altın Madeni'ndeki kaya kütle kontrol sisteminin gereksinimlerini tanımlamak için taslak olarak hazırlanmıştır. GCMP, zemin çökmeleri ile savaşmak ve daha güvenli yeraltı ve açık ocak ortamları sağlamak amacıyla madenin stratejik planının bir parçası olarak ele alınmıştır. Bu çalışmanın başlıca amacı, kaya ilişkili muhtemel tehlikelerin zararlı etkileri ile bunların oranını düşürme amaçlı stratejilerin formüle edilmesinde yönetime yardım sağlamaktır. Bu bildiri, olağan kaya ile ilişkili risklerde Normandy Madencilik A.Ş. – Ovacık Altın Madeni'nde ne tür yaklaşım metodlarının adapte edilebileceğini kısaca açıklamaktadır.

Kuru Gaz Enjeksiyonu ve Yeraltı Gaz Depolaması

I.Jüttner & B.Kavedzija & I. Kruljac

Department of Petroleum Engineering, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb, Croatia

Herhangi bir petrol üretim sahasındaki rezerv bittiğinde, burada gaz enjeksiyon işleminin yapılması ek miktarda petrol üretimine olanak sağlayacağı gibi, yeraltında gaz depolanması işleminde de kullanılabilir. Buralarda doğal gazın depolanması, aynı zamanda, bir miktar petrolün çıkarılması ve kazanılmasına da yardımcı olacaktır. Çözünebilir şartlar altında, gaz enjeksiyon işleminin yapılması ile çıkarılan petrol buğulaştırılmış petrol içermektedir. Bu işlem karmaşık olduğu kadar, çıkarılan hidrokarbonun petrol ile etkileşiminide içermektedir. Bu çalışmada hem gaz enjeksiyonu, hem de yeraltında gaz depolanması işlemleri incelenmiştir. Geleceğin petrol sahalarının işletiminde bu iki yöntemde önemli bir rol oynayacaktır.

Açık Ocağın Maden Planlama ve Programlamasının Optimizasyonu

I.K. Kapageridis

Maptek/KRJA Systems Ltd., United Kingdom

Eksiksiz bir maden planlama çözümü çoğunlukla değişik "uzman" paketlerinin bütünleşmesini gerektirir. Her bir paketin bir sisteme neler getirdiğini ve bunların herbirinin maden planlama ve programlama işleminde birbirleriyle nasıl etkileştiğini anlamak gerekir. Tek başına kaldığında her bir paket son çözüm için yetersiz kalabilir. Fakat, bir strateji kullanılarak birleştirildiğinde, paketler güçlü bir maden planlama ve programlama sistemi oluştururlar. Maden mühedisinin, optimize edilmiş olan bir maden planına ulaşabilmesi için "model" olarak adım adım izlenecek bir prosedür sunulmuştur. Maden planlama ve programlamasında üç adım vardır:

1. Kavramsal Dizayn ve Programlama: Blok model hazırlanması, değişken girdi/çıkıtı, maden ocağı optimizasyonu, maden dizaynı, programlama ve canlandırma bu bölüme dahildir.
2. Kavramsal Dizaynı Optimize Etme ve Programlama: Değişkenler aracılığı ile maden ocağı dizaynının Genel Maden Planlama (GMP) programına geri geçirilmesi, blok modellerini bu değişkenlere karşı rezervleme, bir programlama defteri oluşturulması, ve optimizasyon sistemi kullanılarak programlamanın yapılması bu adımda bulunmaktadır. Sonuçlar Genel Maden Planlama programına aktarılır.
3. Genel Maden Planlama Programı'nda En Son Maden Ocağı Dizaynı Ve Programlama Sisteminde En Son Program Optimizasyonu: Bu, modeldeki en detaylı ve zaman alıcı basamaktır. Bu kısım, tüm önceki sonuçların kullanımını içerir. Bu sonuçlar: (i)GMP programında en son maden ocağı dizaynını oluşturmak, (ii) programlama defterine aktarmak, (iii) optimize etme ve programlama ve (iv) GMP programında görsellik elde etmek amacıyla kullanılır.

Bir çok değişik program, seçilen kavramsal maden ocağı dizaynında kullanılabilir. Bu, kullanıcıya değişik programlama seçenekleri üzerinde yoğunlaşma imkanı sağlar. Değişik programların uygulanması o kadar hızlı olabilmektedir ki kullanıcı sonuçları elde etmek için bir çok seçeneği programda çalıştırabilir. Bu bildiride sunulan optimizasyon işlemi, mümkün olan tüm program hedeflerini elde edebilecek kapasitededir.

Maden İşletmelerinin Bilgi Modellerinin Tasarımı

S.A. Kaliyev & D.A. Akhmetov

Complex Processing of Mineral Raw Materials National Center of the Republic of Kazakhstan, Almaty, the Republic of Kazakhstan

Ayrı sitemlerin (madenler) simülasyon yöntemleri üzerinde yapılan incelemeler göstermektedir ki, elde edilen sonuçlar teorik bilgimizi genişletmekte ve dizyn yapmada faydalı olmaktadır. Fakat, bunlar bir bütün olarak sistemlerin davranışları hakkında tam olarak bir anlayış sağlamamaktadır.

Bu bağlamda, belirli sistemlerin sistem-enformasyon incelemelerini yapmak gerekmektedir. Bu sistemler önemli bir yapı olarak bir madenin havalandırma sisteminin modelinin yaratılmasına izin verecek şekilde olmalıdır. Bunun için maden havalandırmasının bilgisayar destekli modellerine (CAM, CMV) yardımcı olacak bilgiyi yaratmak gerekir. CAM, CMV sistemleri maden üretimi ile ilgili konuların bilgilerinin alındığı daha yüksek seviyedeki sistemlerin alt sistemleridir. Bunun içindir ki, maden dizyn sistemlerinin dizaynının ilk basamağında bilgi simülasyonunun kaliteli olarak taşınmasına özen göstermek gerekmektedir.

Maden Endüstrisinde Sistem Dinamiği Uygulamaları

A.Alpagut & N.Çelebi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü Ankara, Türkiye

Sistem dinamiği, karmaşık sistemlerin bilgi-geri besleme özelliklerini yansıtmak amacıyla kullanılan bir yön-eylem araştırması yöntemidir. Yöntem, sistemin değişkenleri arasındaki nedensel ilişkileri belirler ve bu ilişkilerin sistemin bütünsel davranışına etkilerini irdeler. Sistemin bu şekilde temsili, sistemin anlaşılmasını ve değişik politikaların belirlenip denenmesini sağlar. Bu bakımdan, yöntem, karmaşık sistemlerinin derece, döngü tekrarı ve doğrusal olmama gibi, sistemin dinamik davranışına yol açan özelliklerini yansıtmayı ve modellerle açıklaması ile geleneksel yön-eylem araştırması yöntemlerinden ayrılır. Yöntem, işletme, çevre ve endüstri politikaları araştırmalarından tıbbi, enerji politikaları araştırmalarında ve mühendislik gibi pek çok alanda uygulanmaktadır. Bu bildiri, sistem dinamiği yönteminin maden endüstrisindeki uygulamalarını incelemektedir.

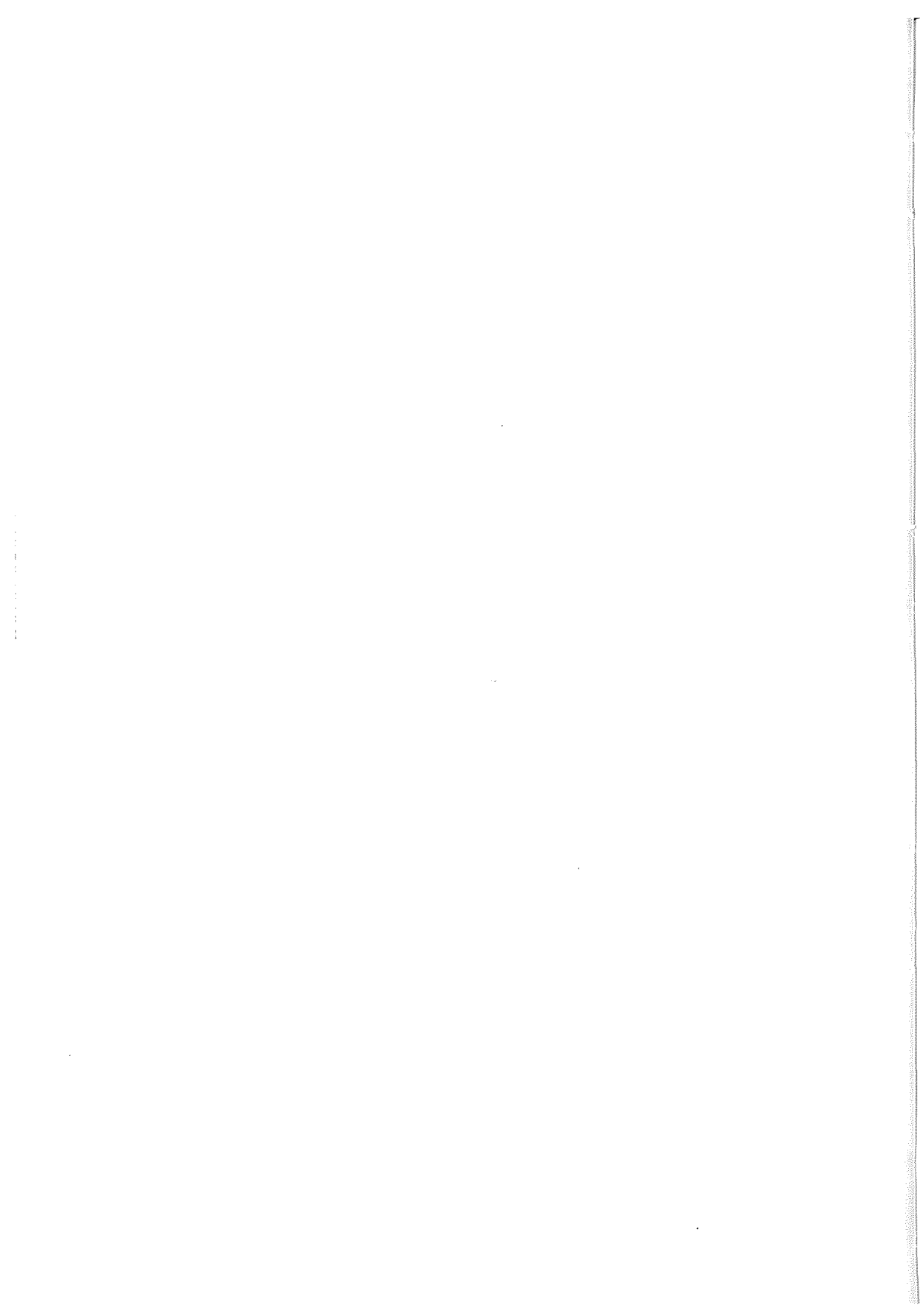
Yeraltı Madencilik Metodu Seçimi İçin Bir Karar Destek Sistemi

M. Yavuz & Ş. Alpay

Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

Yeraltı madencilik metodu seçimi, proje masraflarını etkileyen önemli bir planlama evresidir. Bu evrede, maden metodu seçimine ilişkin çoklu kriterlerle uğraşmak gereklidir. Proje yöneticileri, bu çoklu kriterler ortamında doğru kararlara ulaşmakta bazı zorluklar yaşarlar. Bu bildiride, yeraltı madencilik metodu seçimi için tüm problem kriterlerini bilimsel bir tabanda hesaba katan, belirlenen kriterle ilgili senaryoların tüm etkilerini araştıran ve gerekli tüm hassas analizleri uygulayan bir karar destek sistemi dizayn edilmiştir. Kabul edilebilir bir çözüm üretmek için, çoklu kriter karar verme metodlarından biri olan analitik hiyerarşi yöntemi (Analytic Hierarchy Process) kullanılarak alternatifler sağlanmıştır.

Cevher Hazırlama ve Kömür Yıkama



Asit Maden Drenajı Kestirim Yöntemlerinin Karşılaştırılması

A.Yörükoğlu & M. Karadeniz

MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

ÖZET: Asit maden drenajı problemi için etkin bir çevre yönetimi uygulanabilmesi, öncelikle asit oluşumunun kaynağı durumundaki kayaç yığınlarının, atık barajına terkedilen proses artıklarının ve stokların asit üretme ve nötrleştirme potansiyellerinin (NP) ortaya konmasına bağlıdır. Bu amaçla, son yıllarda giderek önem kazanan statik ve kinetik testlerle matematiksel modeller gibi kestirim yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Ancak, cevher yataklarının kendine özgü nitelikler taşımasına bağlı olarak, yöntemlerin birbirlerine göre bazı üstünlükleri ve zayıfları söz konusudur. Bu çalışmada, yöntemler arasında bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT: Applicability of an effective environmental management for an acid mine drainage problem depends on the determination of acid generation and neutralization potentials of rock heaps, process tailings left to the tailings dams and stockpiles that are sources of acid formation. The prediction methods such as static, kinetic tests and mathematical models have been used for this purpose. However, due to the unique characteristics of ore deposits, prediction methods have some superiorities and weaknesses in respect to each other. In this study, these methods have been evaluated.

2 1 GİRİŞ

Asit maden drenajı sülfürlü, özellikle demir sülfür mineralleri içeren kömür, baz metal, uranyum ve değerli metal madenlerinde sık sık görülen bir su kirliliği sorunudur. Oluşumun kaynağı ise kayaç yığınları, atık barajına terkedilen proses artıkları, pirit konsantrasi stokları, açık ve kapalı maden işletmeleridir (Kontopoulos 1996 & Kuyucak 2000).

Kimyasal ve biyokimyasal oluşum mekanizması, çok sayıda araştırmacı tarafından (Zawadski 1967, Singer & Stumm 1968, Schmidt & Conn 1969, Baker & Wilshire 1970, Smith & Shumate 1970, Blessing, Lackey & Spry 1975, Hartley 1976, Hawley 1977, Kleinmann ve diğerleri 1981) incelenen asit maden drenajı (acid mine drainage - AMD), tetikleyici bir sülfürlü mineralin (genellikle pirit) su ve hava (oksijen) etkisine maruz kalması sonucunda oksidasyona uğramasıyla nihai tepkime ürünü olarak sülfürik asit (H_2SO_4) meydana gelmesi ve ortamdaki metallerin çözünmesi olayıdır. Böylelikle, ortamdaki sular asidik karakter kazanır ve pH seviyesi düşer. Bu olay kısaca AMD olarak bilinir.

Asidik karakterli maden sularının olumsuz özellikleri yalnızca düşük pH değerleri ile sınırlı değildir. Aynı zamanda, cevher mineralizasyonuna bağlı yüksek metal konsantrasyonu, yüksek oranda çözünmüş katı ve organik madde eksikliği ile kendilerini gösterirler (Ulrich 1999). Aşırı metal konsantrasyonundan dolayı toksiktirler. Yine, metal konsantrasyonu ve çözünmüş katı içeriği sebebiyle sedimantasyon proseslerinin gelişmesine neden olurlar.

Asit maden drenajı özellikle nehir ve göllerin ekosistemleri üzerinde etkilidir. Bitki ve hayvan türlerini elimine edip, besin zincirinin basitleşmesine, hatta yıkılmasına sebep olabilir. Sudaki yaşamı tamamen ortadan kaldırılabılır (Gray 1997).

3 KESTİRİM YÖNTEMLERİ

Asit maden drenajı sorununun etkin şekilde bertaraf edilebilmesi, iyi bir çevre yönetimi uygulanmasıyla mümkündür. Bu ise, zamanında yapılacak kestirim çalışmaları sonucunda, potansiyelin yeterli yaklaşıklıkla ortaya konmasına bağlıdır. Faaliyetler esnasında açığa çıkacak farklı kayaç tiplerinin asit

üretim ve nütürleştirme potansiyelleri ile kirlenmelerin ve metallerin potansiyellerinin ne olduğu, hangi koşullarda probleme dönüşeceği sorularının cevaplanması gerekmektedir. Kestirim asit maden drenajı potansiyelinin büyüklüğünün, sürekliliğinin, çevreye metal salımlarının ve uzun dönem etkilerinin değerlendirilmesini kapsar (Paktunç 1999). Bunun için ilk adımda maden alanının ilgili yerlerinden alınan temsili numunelerin kimyasal ve mineralojik analizleriyle, onların fiziksel ve jeoteknik karakterlerinin tayinini, sıvı ve katı numunelerde demir ve sülfürleri oksitleyen bakterilerin mevcudiyetini ve miktarını tespit etmek gerekir (Kontopoulos ve diğerleri 1996).

Asit maden drenajının oluşumu esnasında bir şekilde rol oynayan faktörlere ilişkin verilerin elde edilmesinden sonra, drenaj potansiyelinin hangi boyutta ve drenaj çözeltisinin niteliklerinin nasıl olabileceği konusunda kestirim yapabilmek mümkündür. Tüm bunların ışığında, kirlenici salımlarının kontrolü için kısa ve uzun vadeli önlemlerin geliştirilmesinin temeli oluşturulur. Yine de, potansiyelin kestirimi zor, maliyetli ve güvenilirlik açısından sorgulanmaya açıktır (EPA 1994).

Kestirim için kullanılmakta olan yöntemler arasında jeokimyasal statik ve jeokimyasal dinamik (kinetik) testler, jeokimyasal modelleme, liç (özütme) testleri, jeostatistiksel modelleme (3D modelleme), saha ve laboratuvar çalışmalarıyla sağlanan verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması sayılabilir. Ayrıca, benzer özellikler gösteren başka maden alanlarındaki artık malzeme ile ilgili gelişmelerden (gözlem ve izleme) edinilen veriler de çalışmalara katkı getirebilir.

Bu çalışmada, halen ağırlıklı olarak kullanılmakta olan statik ve kinetik testlerin kendi içlerinde karşılaştırılması yapılmıştır.

3.1 Statik testler

Statik testler esas itibarıyla potansiyelin anlaşılmasında ilk adım olup, araştırmaların devam edip etmeyeceği kararının verilmesine katkı yapan eleme niteliğindeki testlerdir. Asit maden drenajı ile ilişkisi olan kayaçların karakterlerinin tanımlanmasını içerirler. Kayaçların asit üretim ve nütürleştirme kapasiteleriyle, drenajın niteliğini tahmin için geliştirilmişlerdir. Asiti üreten ve nütürleştiren minerallerin varlığıyla, birbirlerine göre çözünme hızları arasındaki farkları dikkate almazlar (Lapacko 2002).

Statik testler kısa sürede sonuç verir, düşük maliyetlidir ve nispeten basittir.

Jeokimyasal statik testler için farklı yöntemler geliştirilmiş olmakla birlikte, temelde sülfürlü artıkların asit üretim potansiyelleri (sülfür minerallerinin oksidasyonu) ile karşı grupta yer alan minerallerin (karbonatlar ve silikat minerallerinin çözünürlükleri) asiti nütürleştirme kapasiteleri

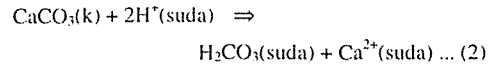
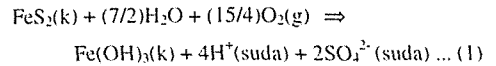
arasındaki denge irdelenir (EPA 1994, Environment Australia 1997).

Son 30 yılda yapılan ve halen devam eden yoğun araştırma çalışmaları neticesinde, temel yaklaşımı aynı olan çeşitli statik testler geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan test, 1973'de tanımlanan (Kleinmann 2000) ve 1978'de Sobek tarafından geliştirilerek bazı değişimlere de uğrayan Standard Asit Baz Hesaplama (ABH)'dir (Asid Base Accounting). Onun dışında, 1989'da Coastech Research Inc. tarafından ABH testinde yapılan değişikliklerle oluşturulan Modifiye ABH, kömür madenleri için 1979'da Duncan ve Bruneysteyn'in geliştirdiği British Columbia Research Başlangıç Testi (BCRIT) ile prosedür farklılıkları gösteren Nütürleştirme Potansiyeli (pH6) ve Net Asit Üretim Testleri (White v.d. 1999, Lapacko 2000) ağırlıklı olarak kabul gören testlerdir. Bununla birlikte, ABD, Kanada, İngiltere ve Avustralya gibi ülkelerde bu tekniklerin dışında ve yine aynı tekniklerin değişik biçimleri yıllardır kullanılmaktadır (Environment Australia 1997; White v.d. 1999, Lapacko 2000).

Statik testler iki ana kısımdan ibarettir. Deneysel ameliye gerektirmeyen ilk aşamada, analizlerle bulunan kükürt (asit oluşumunun kaynağı sülfürlü minerallerdir) içeriği değerinden numunenin asitleştirme potansiyeli (AP) hesaplanır. Sonrasında, numune belli miktarda asitle muamele edilerek nütürleştirme potansiyeli tespit edilir. Elde edilen iki değerinki farkı veya birbirine oranından net nütürleştirme potansiyeli (NNP) bulunur.

2.1.1 Standard Asit Baz Hesabı (ABH) Testi

Standard ABH testinde, tüm kükürdün kaynağının pirit olduğu, mevcut kükürdün tamamının reaksiyona girip asit üreteceği kabul edilmektedir. Ayrıca, 1 mol kükürdün 4 mol H⁺ iyonu (2 mol asit) (eşitlik 1) meydana getireceği, buna karşın her mol CaCO₃'ün 2 mol asit tüketiceği (eşitlik 2) varsayılmaktadır (EPA 1994, Paktunç 1999, White v.d. 1999).



Bu varsayımlar ışığında, kükürt analiziyle elde edilen %S değeri 31.25 çevrim katsayısıyla çarpıldığında, teorik AP değerine ulaşılmaktadır. S'ün her g'ı için 3.125 g CaCO₃ (eşitlik 1 ve 2'den) gereklidir. Ifadenin kg/t biriminde CaCO₃ eşdeğeri olması için çarpan 31.25 alınır.

Numunenin ntrleştirme potansiyelinin tayini için, kullanılacak asitin (HCl) niceliğinin ve niteliğinin belirlenmesi amacıyla, numunedeki kalsiyum ve magnezyum karbonatların miktarını tahmin etmeyi sağlayan "fizz testi" uygulanır (Kleinmann 2000, Mills 2002). Fizz testi, numune üzerine seyreltik (%25) HCl damlatarak asitin numunedeki etkisinin gözleendiği basit bir işlemdir. Ancak, test sonucunda yorumun gözleme dayalı olması, takip eden aşamalar açısından son derece önemlidir.

Teste göre gereken hacmi ve konsantrasyonu belirlenen HCl ile, tane boyutu -60 mesh'e indirilen 2 g numune muamele edilir. Reaksiyon tamamlanmaya dek karışım kaynatılır. Soğutma işlemi sonrasında, son pH değereri 7 olacak şekilde NaOH ilâve edilir. Numune tarafından nötralize edilen asitin miktarından ntrleştirme potansiyeli hesaplanır.

AP ve NP değerlerinin tespit edilmesinin ardından, NNP değerinin hesaplanması basit bir aritmetik işlemdir. $NNP = NP - AP$ veya $NNP = NP/AP$ eşitliğinden yararlanılır. Burada, esas mesele hesaplama sonucunda ortaya çıkan değerinin yorumlanmasıdır. Yorumlamada farklı kriterler kullanılmaktadır (EPA 1994, White v.d. 1999, Kleinmann 2000, Mills 2002). Çizelge 1 rnek olarak verilmiştir (Brodie v.d. 1991).

Çizelge 1 Numunenin asit üretim potansiyelinin yorumu.

Asit-baz hesabı	(NP / AP)
Asit retir	< 1
Belirsiz zon	$1 < NP/AP < 3$
Asit retmez	> 3

2.1.2 Modifiye ABH Testi

Numune miktarı ve tane boyutu, asit türü, konsantrasyonu ve hacmi dikkate alındığında Standard metotla aynı olup, asitleme potansiyelinin hesaplanmasında, asit üretmediği varsayımıyla sülfatlar dikkate alınmamaktadır. Bu durum, kükürt analizinde uygulanan yöntemlerde değişiklik gerektirmektedir (Kleinmann 2000, Lapakko 2002). Asitle muamelede, kaynatma işlemi yerine 24 saat süreyle oda sıcaklığında bekletme tercih edilmektedir. Asitleme sonucunda, karışım pH'nın 1.5-2.0 arasında olması istenmekte, daha yüksek pH değerleri görüldüğünde asit ilvesiyle test tekrarlanmaktadır. Nihayet, NaOH ile ortamın pH'ı 8.3'e yükseltilerek hesaplama yapılmaktadır.

2.1.3 British Columbia Research Başlangıç Testi

Standard ABH testinde olduğu gibi, AP hesaplanmasında toplam kükürt değereri kullanılırken, NP'nin tayin edilmesi öncesinde numune -325 mesh'e gtlmekte, 10 g numune HCl yerine 10 N H₂SO₄ ve 100 mL saf su kullanılarak asitleme uygulanmaktadır (Mills, 2002). Titrasyonda ortam pH'ı 3.5'e getirilmekte, dolayısıyla fizz testi yapılmamaktadır. pH değerinin 3.5 olarak seçilmesinin nedeni, bakteri etkisinin (Thiobacillus ferrooxidans) daha yüksek pH'larda kayda değer olmadığı grsdr (Kleinmann 2000).

2.1.4 Net Asit retim Testi

nceki statik testlerden farklı olarak, kükürt analizi yapılmaz. Demir sülfür minerallerinin oksidasyonunu gerçekleştirmek ve süreci hızlandırmak için H₂O₂'den yararlanılır. Işlem %15'lik 100 mL H₂O₂ ile 5 g'lık numunenin muamele edilmesini içerir (EPA, 1994). Ortam pH'ı düşünce nötürleştirici etkisi olan minerallerin kendiliğinden çözünme süreci başlar. Reaksiyonun sürdüğünü gösteren işaretler bittikten sonra, bir saat kadar beklenip çözelti pH'ı ölçülür. Son aşama, çözeltinin pH'ı 7 olacak şekilde titre edilmesidir. Böylelikle, numunenin asit üretme ve ntrleştirme kapasitesi doğrudan bulunmuş olur.

2.1.5 Ntrleştirme Potansiyeli (pH6) Testi

Bu metod asit kuvveti ve çözeltinin titre edildiği pH hariç, British Columbia Research Başlangıç Testiyle aynıdır. Öncelikle, 10 g numune 100 mL deiyonize su ile karıştırılır ve 1 N H₂SO₄ yardımıyla pH 6 olacak şekilde titre edilir. Tüketilen asit miktarından hesap yoluyla NP değereri bulunur.

3.2 Kinetik testler

Sanılanın aksine, asit maden drenajı niteliğinin kestirimine yönelik çalışmaların oldukça uzun bir geçmişinden söz etmek mümkündür. Liç kolonlarıyla ilk araştırmaların Mellon Enstitüsünde 1949 yılında Braley tarafından gerçekleştirildiği ifade edilmektedir (Hornberger & Brady 1998).

Kinetik testler statik testlerden bir sonraki adım olup, esas itibariyle simülasyon testleridir. Statik testlerdeki belirsizlikleri azaltmak, elde edilen verileri doğrulamak, belirleyici reaksiyonları tanımlamak, asit üretim hızını tespit etmek ve drenaj suyu kalitesini belirlemek amacıyla yapılırlar. Burada, uzun süre hava ve nem etkisine maruz kalmış kayaç ve proses artığı örnekler üzerinde oksidasyon ve bozunma (weathering), gerçekleştirilen testlerle simüle edilir. Bu metotlarla asit üretiminin başlaması için gereken süre (lag time) ve kontrol tekniklerinin etkinliği konusunda da fikir sahibi olunabilir

(Environment Australia 1997). Ayrıca, test sonuçlarının yararlanmak suretiyle, drenajın metal yükü ile ilgili tahmin yapılabilir. Statik testler sadece potansiyeli (kapasiteyi) gösterirken, kinetik testler olayın gerçekleşip gerçekleşmeyeceği hakkında bilgi verir. Alternatif değil, tamamlayıcı niteliktedir.

Kinetik testlerin önemli bir özelliği, bakteri, sıcaklık ve numune tane boyutu gibi asit üretim ve nötrleştirme reaksiyonlarında rol oynayan farklı değişkenlerin etkisinin irdelenebilmesidir.

Uzun yıllardır yapılan araştırmalarla çok sayıda kinetik test metodu geliştirilmiştir. Ancak, bunların yalnızca bir kaçı yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.2.1 Nem Hücresi Testi

Nem hücresi hava giriş-çıkışı bulunan odacıktır. Numune -2.38 mm'ye kırılır ve 200 g'lık bir miktar konteynere yerleştirilir. Belirlenen test süresince ortamdaki hava geçirilir. Bakteri aşılması yapılabilir. Bu süreç tamamlandığında, numune kimyasal özellikleri bilinen suyla periyodik olarak yıkanır. Yıkama suyu analiz edilerek pH, asidite, alkalilik, iletkenlik, redoks potansiyeli, sülfat ve çözünmüş metal konsantrasyonu gibi parametrelere bakılır.

Testlerin süresi ile ilgili olarak değişik görüşler önemli farklılıklar arz etmektedir. EPA'nın (1994) belirttiği üzere standard bir nem hücresi testi yoktur. Test süresi ise 10 haftadan (EPA 1994), bir kaç hatta 5 yıla kadar (Morin & Hutt 1999) değişebilmektedir.

3.2.2 Kolon Testi

Kolon testleri nem hücresi testleri ile büyük benzerlik gösterir. Teste tabi tutulacak numune silindirik kolona yerleştirilir. Suyla ıslatma ve kurutma periyotları uygulanır. Her bir devir birkaç gün ile birkaç hafta arasında, bazen daha fazla sürer.

Kolondan geçirilen su toplanıp, oksidasyon hızı, sülfat oluşumu, metal salımı ve diğer parametrelerin belirlenmesi için analiz edilir.

Basit düzenek bakteri etkisi, su doygunluğu, kireçtaşı gibi değişkenlerin irdelenmesine olanak sağlar. Numune tane boyutu için bir değer verilmemiş olmakla birlikte, araştırmalarda 0.5 cm'den iri taneli numunelerin saha koşullarını daha iyi temsil ettiği ifade edilmiştir (Bradham & Caruccio 1990).

2.2.3 Soxhlet Ekstraksiyon Testi

Soxhlet ekstraksiyon cihazıyla, çözeltinin numuneden tekrar geçirildiği bir simülasyon testidir. Numune cihazdaki bir yüksek içine yerleştirilip, bir rezervuardan devir daim ettirilen çözeltiyle muameleye tabi tutulur. İki farklı işlem uygulanmaktadır. Standard prosedürde, sıcaklığı 70 °C olan asetik asit veya damıtık suyla, süre değişken olmakla beraber genellikle 6 hafta süresince,

numune özütlenir. Modifiye testte ise, oda sıcaklığında damıtık su kullanılır.

2.2.4 British Columbia Research Doğrulama Testi

British Columbia Research Başlangıç Testinin devamı niteliğinde, ondan elde edilen sonuçları doğrulama amaçlı, özellikle bakteri etkisini belirlemek için geliştirilmiş bir testtir.

Bazı araştırmacılar, orijinal prosedürde olmasına karşın, numuneyi -400 mesh'e öğütüp, testte 15-30 g numune kullanmaktadır (EPA 1994).

Ortam pH'ı 2.5 olacak şekilde, numune 4 saat süresince çalkalanmak suretiyle sülfürik asitle muamele edilir. Bakteri aşılması (Thiobacillus ferrooxidans) yapılarak, çalkalama işlemi sürdürülür. pH 2.8'in altında olmak üzere, ilk üç gün çözeltideki metaller izlenir. Sonrasında, damıtık su ilâve edilip mikrobiyolojik aktivite bitinceye (pH ve metal konsantrasyonları sabitleninceye) dek her iki günde bir kontroller sürdürülür. Yeni numune eklenip 24 saat daha çalkalamanın sonunda pH ölçülür. pH 3.5 veya büyükse test tamamlanmış olur. Aksi halde, son işlem tekrarlanır. Ölçülen pH değeri 3.5-4 arasında değilse, test tamamlanır. Bu aralıkta ise, çalkalama süresi 48 saat uzatılır ve pH ölçümü yapılır. Bulunan değer 3.5'in üzerindeyse numunenin asit üretmediği sonucu çıkar.

3 İRDELEME

Maden işletmesi alanındaki kayaç yığınları, atık barajına terkedilen proses artıkları ve pirit konsantrasi stokları çerçevesinde meydana gelen asit maden drenajında, asit üretim kapasitesini belirleyen faktörler asiti üreten sülfürlü minerallerle, asiti tüketen karbonatlı ve silikatlı minerallerdir. Statik testler reaksiyon kinetiklerini, diğer bir ifadeyle reaksiyonların gelişimine etki eden doğal ortam koşullarını dikkate almazlar.

İlk adımda, asit oluşumunun kaynağı olan kükürtün rolünün tanımlanması, statik testlerin ortaya koyacağı sonuçların gerçekliği açısından elzem görünmektedir. Modifiye ABH testi hariç, statik testler numunedeki kükürdün tamamının asit ürettiğini varsaymaktadır. Oysa, barit ve jips gibi sülfatlar ile kömür yataklarında bulunan organik kökenli kükürtler asit üretme özelliği taşımazlar. Ayrıca, doğal ortamda, asit üreten kükürdün tamamının reaksiyona girerek sülfata dönüşeceğini ileri sürmek tartışmaya açık bir noktadır. Bu durumda, toplam kükürt dikkate alınarak asitleme potansiyeli hesaplandığında, gerçekte olduğundan büyük bir değer bulunacaktır. Buna karşın, melanterit ve jarosit gibi bazı oksidasyon ürünü sülfatların çözünseler, hidrolize olsalar, asit üretseler dahi, bunun önemsiz olduğu, sülfat minerallerinin oksitleme potansiyeli

olmadığı dolayısıyla, sadece metallere bağlı kükürtün asit oluşumuna kaynaklık edip dikkate alınması gerektiği ifade edilmiştir (Mills 2002). Ancak, Perkins tam tersini savunmuş, melaniterit ve ferrihidrit gibi reaksiyon ürünü sülfatların çözelti asiditesini kontrol ettiklerini özellikle vurgulamıştır (Paktunç 1999). O halde, asit üretebilen sülfatlar göz ardı edildiğinde, asit üretim potansiyeli muhtemelen eksik hesaplanmış olacaktır. Asit potansiyeli hesaplamasında kullanılan kükürt analizi için combustion furnace kullanımının zaafı gidereceği öne sürülmektedir (White v.d. 1999).

Nötürleştirme potansiyelinin belirlenmesi, tamamen teorik olarak hesaplanan asit üretme potansiyelinin aksine (net asit üretme testi hariç), salt hesaplamadan ibaret değildir. Numune boyutlarında değişiklik, asitle muamele ve titrasyon işlemleri bir çok değişkenin sürecin parçası haline gelmesine sebep olur. Bu nedenle, aynı numune için değişik test metodları uygulandığında, birbirinden çok farklı nötürleştirme potansiyeli değerleri elde edilebilmektedir. Rol oynayan başlıca değişkenler: numunenin tane boyutu, kullanılan asitin cinsi, miktarı ve konsantrasyonu, ortam sıcaklığı, süre ve titrasyonda hedeflenen pH'dır.

Maden işletme alanlarında yer alan proses artıkları ve konsantreler dışında kalan ve asit üretimine kaynaklık eden malzemelerin tane boyutu iridir. Öte yandan, nötürleştirme potansiyelinin belirlenmesi işlemleri öncesinde, Net Asit Üretim Testi hariç, numune öğütülmektedir. Oysa, bir mineralin tane boyutu küçüldüğünde, yüzey alanı artacağından reaksiyona girme yeteneği, bir diğer ifadeyle, çözünürlüğü artar. Dolayısıyla, numunede bulunan nötürleştirici minerallerin çözünürlükleri, doğal ortama kıyasla daha fazla olacaktır. Doğal ortamda NP değeri gerçeğinden fazla çıkacaktır. Bu durum, British Columbia Research Başlangıç ve NP (pH6) testlerinde tane boyutu genellikle -325 mesh'in altına indirildiğinden sıkıntı diğer ABA testlerine göre büyüktür.

Nötürleştirme potansiyelinin belirlenmesi sürecinde, testlerin hata kaynaklarından biri de, numunenin asitle muamele edilmesidir. Standard ve Modifiye ABH testlerinde HCl asit kullanılmaktadır. Doğal ortamda ise, asit drenajı gerçekleştiğinde oluşan ve doğal olarak nötürleştirici veya tampon etkisi gösteren minerali çözen H_2SO_4 'tir. HCl ve H_2SO_4 'in mineraller üzerindeki çözüme etkinliğinin aynı olduğunu savunmak mümkün değildir. HCl'in demir ve karbonatların çözündürülmesinde daha etkili olduğu bilinmektedir. Asit drenajı oluşumu esnasında çözünmediğinden prosesin gelişimine katkısı olmayan siderit, HCl ile yapılan testlerde çözünüp alkali etkisi göstermektedir. Benzer davranış, sülfürlü mineral olan pirotinde de izlenmekte, bu mineralin çözünürlüğünün HCl'de daha yüksek olduğu belirtilmektedir (White v.d. 1999). Buna göre, H_2SO_4 kullanılan British Columbia Re-

search Başlangıç ve NP (pH6) testlerinin daha gerçekçi sonuçlar vereceği söylenebilir.

Basit bir ön işlem gibi görünen fizik testinin, elde edilecek veriler üzerindeki etkisi büyüktür. Fizik testinin kısıtları gözleme dayalıdır ve bu anlamda testi yapan kişiye bağlıdır. Sübjektif bir işlemdir. Verilecek karar da sübjektif olacağından kullanılacak asitin miktarı ve konsantrasyonu için, ciddi değişkenlik söz konusudur. Standard ABH'da pH 0.5-7.0 aralığında olduğundan, asit miktarındaki değişim teorik olarak 20 katına kadar çıkabilir (20 mL 0.1 N H_2SO_4 - 80 mL 0.5 N H_2SO_4). pH aralığı 1.5-2.0 olan Modifiye ABH testinde değişim ise 5 kat olabilmektedir.

Bilindiği gibi, çözeltideki asit miktarı artırıldığında, ortam pH'ı düşer. Nötralizatör mineralin çözünürlüğü de, netice itibariyle, artar (Paktunç 1999). Bu veriler ışığında, Standard ve Modifiye ABH testlerinde (Standard'da daha yüksek olmak üzere), asitle muameleden kaynaklanacak hata ihtimali fazladır. British Columbia Research Başlangıç ve NP (pH6) testlerinde hedef pH vardır ve bu kistas objektiftir. Hata olasılığı da göreceli olarak azdır.

Hata kaynaklarından bir diğeri de, asitle muamele sonrasında, çözeltide kalan asitin miktarını tespit amacıyla uygulanan titrasyonda seçilen hedef pH'tır (back titration end point). Standard ABH'da pH 7.0 olarak alınırken, Modifiye ABH'da bu değer 8.3'tür. Standart ABA'da, çözeltideki asit miktarının eksik tespit edilebileceği belirtilmiştir (White v.d. 1999). British Columbia Research Başlangıç ve NP (pH6) testlerinde ise titrasyon yapılmadığından, işlem esnasında açığa çıkan asidite hesaba katılmaz.

Statik testlerdeki değişkenler arasında sıcaklık ve sürenin etkisi de incelenmiştir. Coastech Research (1989) ve Lapakko (1992) bu iki değişkenin etkilerinin ihmal edilebilir düzeyde kaldığını ifade etmiştir. Ancak, karbonat mineralleriyle USBM tarafından gerçekleştirilen testler, sürenin çözüme üzerinde oldukça etkin olduğunu göstermiştir. Yine NP (pH6) testinde $CaCO_3$ 'ün çözünme hızının $MgCO_3$ 'a kıyasla yüksek olduğu görülmüştür (White v.d. 1999). Bu da, mineralojik yapının ne derece belirleyici olduğunun bir göstergesi olarak alınabilir. Kinetik testler, doğal yolla gerçekleşen proseslerin laboratuvarlarda taklit (simüle) edilmesi ve hızlandırılmasıdır. Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik faktörleri kapsamaktadır.

Doğada, sülfürlü minerallerin oksidasyonu sülfat oluşumu su ve oksijen varlığı, mineralojik yapı ve doku, sıcaklık, pH ve mikrobiyolojik aktivite gibi sayısız faktörün etkisine bağlıdır. Temel zorluk, tüm bu faktörlerin en gerçekçi şekilde laboratuvara taşınması ve testlerin tamamlanması sonrasında elde edilen verilerin doğru yorumlanmasındadır.

Hornberger ve Brady (1998), istenen doğruluk ve hassasiyette veri üretebilmek için, kinetik test donanımlarının boyut, biçim ve yapı olarak olabildiğince basit, ancak, sıvı ve gaz akışkanların sis-

tem içindeki sirkülasyonlarının, maden alanındaki ortam koşullarını yansıtılabilmesi için karmaşıklık gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Bu olayları laboratuvar ortamında gerçekleştirmenin zorluk derecesini açıkça göstermektedir.

Kinetik testlerde minerallerin çözünürlüklerini belirleyen faktörlerle oynanmaktadır. Statik test metodlarının irdelenmesinde de ifade edildiği üzere, mineral tanesinin boyutu küçüldüğünde, yüzey alanı arttığından, çözünürlüğü de artmaktadır. British Columbia Research Doğrulama Testinde malzeme boyutu -400 mesh'e indirilmektedir. Bu tane boyutunda çalışmayla, numunenin çözünürlüğü artacak, gerçek değerlerden uzaklaşacaktır.

Bir diğer nokta, testler esnasında kullanılan ıslatma ve yıkama sularıyla ilgilidir. Pirit oksidasyonu suya doygun ortamlarda önemli ölçüde yavaşlamaktadır. Öyle ki, bu özellikten yararlanılarak asit maden drenajı sorununun giderilmesi yönünde yöntemler geliştirilmiştir. Test yapılması sırasında, doygunluğa ulaşılmaması durumunda hata olasılığı yüksektir. Soxhlet testinde standard prosedürde damıtık su yerine asetik asit ile özütleme yapılmaktadır. Coastech (1989) tarafından yapılan bir çalışmada, asetik asitin gerçekçi olmayan sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Nem hücreleri ve kolon testleriyle ilgili en önemli sorunun zaman olduğu belirtilmiştir (EPA 1994). Nem hücreleriyle yapılan bir çalışmada, bir nem hücrelerinin %50 ihtimalle bir yıl sonra jeokimyasal stabilizasyona ulaşabileceği, %50 olasılıkla da bunun 3-5 yıl sürebileceği görülmüştür (Morin & Hutt 1999). Çözünme için yeterli zaman verilmemesinde, minerallerin değişken çözünme hızı nedeniyle, gerçeğinden farklı nitelikte drenaj gelişmekte, yanlış yorum yapılması olasılığı artmaktadır. Zaman açısından en avantajlı test, diğerlerine oranla çok daha çabuk sonuç veren Soxhlet testidir.

Kolon testinde karşılaşılan bir başka sorun borulanma (piping) olayıdır. Bu problem, kolon içinde hareket eden sıvının taneler arasında kanallar oluşturması ve malzeme içinde düzgün dağılım göstermemesidir. Homojen olmayan özütleme prosesine yol açma olasılığı vardır.

4 SONUÇ

Statik testler ile kinetik testler birbirlerinin alternatifi değildir. Aksine, birbirlerini tamamlayıcı nitelik taşırlar.

Statik testler kısa zamanda veri üreten, düşük maliyetli (25-100\$) eleme amaçlı testlerdir (EPA 1994). Buna karşın, uygulanacak çevre yönetimi için kinetik testler büyük önemi taşımaktadır. Ne var ki, fazla miktarda numuneyle çalışma gerektiren, uzun süreli ve yüksek maliyetli (100-1500\$) testlerdir.

Arazi testlerinde maliyet daha da artabilir (Hornberger & Brady 1998).

Kinetik testlerin temel zorluğu, doğal olarak gerçekleşen olayların laboratuvarında simüle edilmesine bağlı olarak, sürece etki eden faktörlerin bu ortama taşınmasıdır.

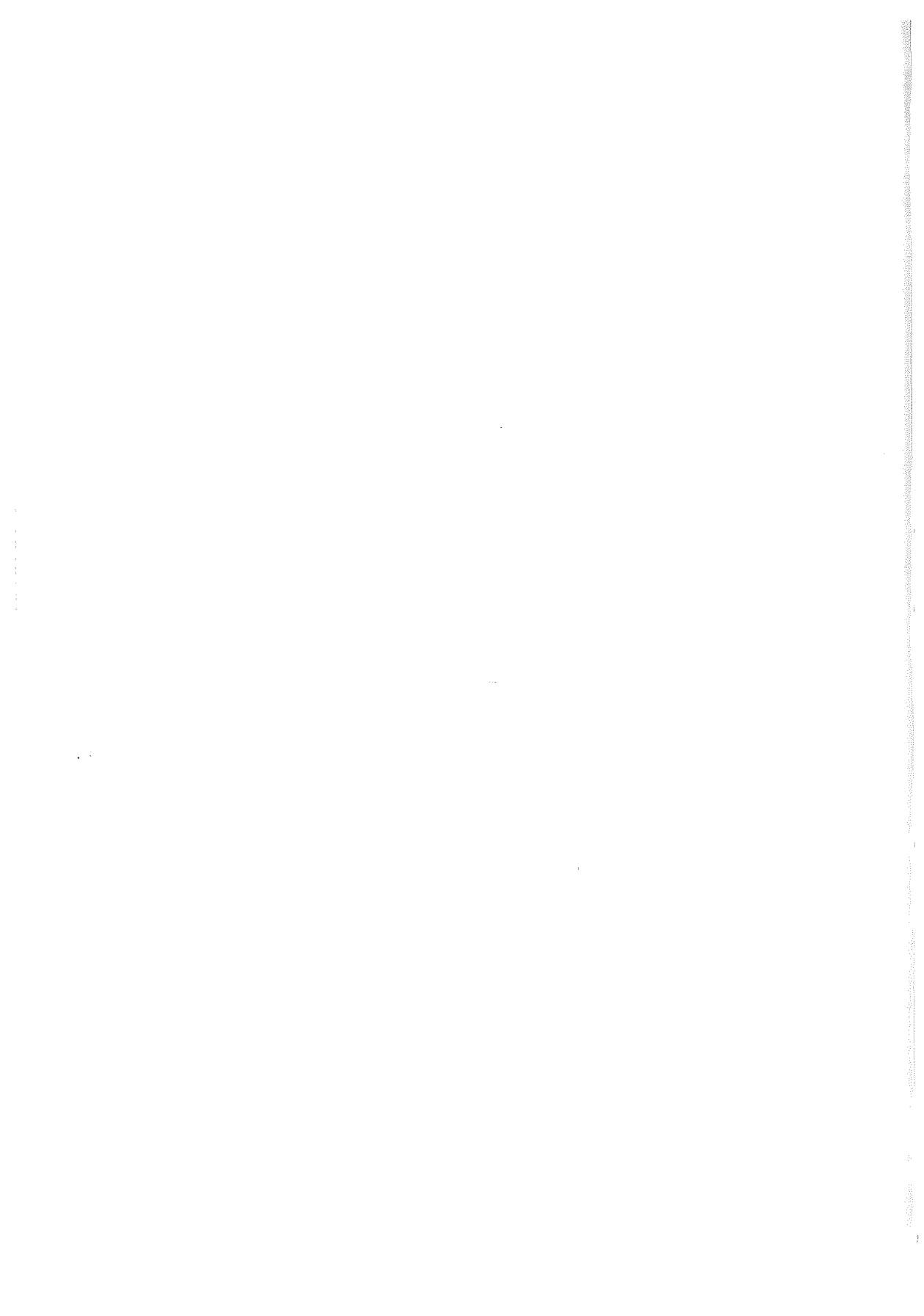
Tüm testler in başarısında öncelikle çok sağlıklı numune alınması ve alınan numunelerin kimyasal ve mineralojik analizlerinin hatasız yapılması gereklidir. Seçilecek test yönteminde mineraloji bilgisi birinci derecede rol oynamak durumundadır. Çünkü, her testin kendine has değişkenleri mevcuttur, ancak mineralojik yapı başlı başına bir değişkendir. Uygun mineralojiyle, testler genellikle makul sonuçlar vermektedir. Bir numune için çok iyi sonuçlar veren bir test, mineralojisi farklı bir başka numunede başarısız olabilir.

Hem statik, hem de kinetik testler için yorumlama en zor aşamadır. Çünkü, üretilen verilere dayalı bilgi dışında, engin tecrübe gerektirmektedir.

KAYNAKLAR

- Baker, R.A., Wilshire, A.G. 1970. Microbial Factors in Acid Mine Drainage Formation. *Document 14010 DKN 11/70* U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- Blessing, N.V., Lackey, J.A., Spry, A.H. 1975. Rehabilitation of an Abandoned Mine Site In: Minerals and the Environment, ed. JONES, M.J., *Inst. of Min. & Metall.* London.
- Bradham, W., Caruccio, F. T. 1991. A Comparative Study of Tailings Analysis Using Acid/Base Accounting, Celle, Columns and Soxhlets, In *Proceedings of the 2. International Conference on the Abatement of Acidic Drainage*, Vol. 1: Montreal Quebec. MEND Program (Ed.), Quebec Mining Association, Ottawa.
- Brodie, M. J., Broughton, L. M. & Robertson, A., 1991. "A Conceptual Rock Classification System for Waste Management and a Laboratory Method for ARD Prediction from Rock Piles". In *Proceedings of the 2. International Conference on the Abatement of Acidic Drainage*, Vol. 1, Montreal Quebec. MEND Program (Ed.), Quebec Mining Association, Ottawa.
- Coastech Research Inc., 1989. Investigation of Prediction Techniques for Acid Mine Drainage, MEND Project 1.16.1 a., Canada Centre for Mineral and Energy Technology, Energy, Mines and Resources Canada.
- Environment Australia, 1997. Managing Sulphidic Mine Wastes and Acid Drainage, Best Practice Environmental Management in Mining Booklet Series.
- Environmental Protection Agency (US), 1994. Technical Document - Acid Mine Drainage Prediction.
- Gray, N.F. 1997: Environmental Impact and Remediation of Acid Mine Drainage: A Management Problem. *Environmental Geology*, 30: (1/2), March, p. 62-71.
- Hartley, A.C. 1976. Tailings and Waste, Revegetation at Bougainville, Address to Papua New Guinea Scientific Society, Port Moresby, Mimeog.
- Hawley, J.R. 1977. The Problem of Acid Mine Drainage in the Province of Ontario, Ministry of the Environment, Ontario.
- Hornberger, R. J., Brady, K. B. C., Kinetic (Leaching) Tests for the Prediction of Mine Drainage Quality, Coal Mine Drainage Prediction and Pollution Prevention in Pennsylvania, PA DEP, p. 7.1-7.54.
- Kleinmann, R.L.P., Crerar, D.A., Pacelli, R.R., 1981. Biogeochemistry of Acid Mine Drainage and A Method to Control Acid Formation, *Mining Engineering*, March, p. 300-305.

- Kleinmann, R.L.P. (Ed.). 2000. Prediction of Water Quality at Surface Coal Mines. The National Mine Land Reclamation Center Located at West Virginia University.
- Kontopoulos, A., Adam, K., Monhemius, J., Cambridge, M., Kokkonis, D., 1996. Environmental Management in Polymetallic Sulphide Mines. *Proceedings SWEMP'96*, Ciccu, R. (ed.), S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 7-11 October. p. 321-330.
- Kuyucak, N., 2000. Microorganisms, Biotechnology and Acid Rock Drainage-Emphasis on Passive-Biological Control and Treatment Methods. *Minerals&Metallurgical Processing*, Vol.17: No.2, p. 85-95.
- Lapakko, K. A., 1992. Characterization and Static Testing of Ten Gold Mine Tailings. *In Proceedings of the 1992 American Society for Surface Mining and Reclamation Meeting*, Duluth, MN, p. 370-384.
- Lapakko, K. A., 2002. Metal Mine Rock and Waste Characterization Tools: An Overview. *International Institute for Environment and Development*, No: 67.
- Mills, C., 2002. Acid Base Accounting (ABA). www.infomine.com/technology/enviromine/.
- Morin, K. A., Hutt, N. M., 1999. Humidity Cells: How Long? How Many?. *Preprint for Sudbury '99, Mining and the Environment II* p. 1-9.
- Paktunç, A.D., 1999. Characterization of Mine Wastes for Prediction of Acid Mine Drainage. *Environmental Impacts of Mining Activities*, AZCUE, J.M.,(ed), p.19-40.
- Schmidt, J.W., Conn, K., 1969. Abatement of Water Pollution from Mine Waste Waters. *1st Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors*, p.52-74.
- Smith, E.E., Shumate, K.S., 1970. Sulfide to Sulfate Reaction Mechanizm. *Document 14010 FPS 02/70 U.S. Govt. Printing Office*, Washington, D.C.
- Ulrich, M., 1999. Non-metallic Carbonous Minerals in the Passive Treatment of Mining Wastewater in Slovenia. *Chemical Engineering & Processing* 38: p. 249-258.
- White, W. W. III., Lapakko, K. A. & Cox, R. L., 1999. Static-Test Methods Most Commonly Used to Predict Acid-Mine Drainage: Practical Guidedlines for Use and Interpretation., *In Reviews in Economic Geology*, V. 6A. The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part A: Processes, Techniques, and health Issues, Plumlee, G. S. And Logsdon, M. J. (Eds.), Society of Economic Geologists, Inc., littleton, CO, p. 325-338.
- Zawadski, E.A., 1968. Acid Mine Drainage Research at Bituminous Coal Research Inc.. *SME Meeting*, September, Las Vegas, Nevada.



Isparta Yöresi Amorf Silika Oluşumlarının Beton Üretiminde Mineral Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilebilirliği

M. Davraz

ISBAŞ Isparta Belediyesi Bims Yapı Elemanları San. ve Tic. A.Ş., Isparta, Türkiye

L. Gündüz

Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta, Türkiye

ÖZET: Günümüzde dünya inşaat sektöründe yüksek performanslı beton eldesi için pek çok farklı tür ve bileşimde katkı maddeleri kullanıldığı bilinmektedir. Genel olarak bu katkı maddeleri kimyasal yöntemlerle veya endüstriyel atıklardan yan ürün olarak elde edilmektedir. Bu makalede, Isparta yöresi amorf silika oluşumları teknik açıdan tanımlanmakta ve doğal bir katkı maddesi olarak beton üretiminde kullanımı irdelenmektedir. Yüksek performanslı beton eldesi için, amorf silika maddesinin kullanım etkisi deneysel olarak incelenmiş olup, araştırma bulguları burada tartışılmıştır.

ABSTRACT: Nowadays, in order to produce the high strength concrete in the civil engineering applications, the use of different kinds of additives are well known. In general, these materials are produced either by chemical methods or as a by product from industrial waste materials. In this paper, the formations of amorphous silica of Isparta Region are defined in a technical view and its use in the concrete manufacturing as a natural additive material was evaluated. To produce a high strength concrete, the effectiveness of using amorphous silica material was analysed experimentally, and the research findings are discussed.

1 GİRİŞ

Amorf silika kayacı ülkemiz madencilik sektörü ve terminolojisi için yaygın olarak bilinen ve kullanılan bir endüstriyel hammadde değildir. Maden kanunu kapsamında da bu adlandırmayla maden tanımlaması bulunmamaktadır. Ülkemizde mevcut maden kanununa göre amorf silika, %90 dan fazla SiO₂ içeriğinden dolayı kuvars, kuvarsit veya kuvars kumu sınıfına dahil edilebilir (Kayserili ve Topaloğlu, 1990).

Yapılan literatür araştırmalarında, ülkemizde resmi maden ve endüstriyel hammadde kayıt ve istatistiklerine geçmiş ya da incelemelere konu edilmiş, ekonomik nitelik taşıyan amorf silika yatağına rastlanmıştır. Bu durumda önceleri kuvarsit ve daha sonraları diyatomit olarak tanımlanmış, zaman zaman işletilmiş Keçiborlu (Isparta) amorf silika oluşumları, ülkemizde ekonomik niteliğe ve işletilebilir rezerve sahip şu ana kadar bilinen tek amorf silika yatağı olarak tespit edilmiştir.

Dünya'da ekonomik olarak halen işletilmekte olan ve resmi kayıtlara geçen tek amorf silika yatağı, Yeni Zelanda Rotoura bölgesinde yer alan Tikitere amorf silika yatağıdır. Tikitere doğal amorf silika yatağından üretilen hammadde, mikronize toz haline

getirilerek, Yeni Zelanda'da inşaat endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılmakta ve ihraç edilmektedir (Anonim, 1999).

Bu makalede, Isparta-Keçiborlu yöresi amorf silika oluşumlarının, portland çimentosu ile birlikte kullanımında elde edilen beton türlerindeki iyileştirmeler, yapılan deneysel çalışmalarla analiz edilmiştir. Beton sektörü açısından son derece önemli olabilecek teknik bulgular elde edilmiş olup, bu makalede amorf silikanın endüstriyel anlamda beton sektöründeki performans artırıcı bir mineral katkı malzemesi olarak kullanılabilirlik kriterleri tartışılmaktadır.

2 AMORF SİLİKA NEDİR

Amorf silika, volkanik-hidrotermal sistemler içinde; doymuş silikadan direkt çökmeyle yeraltı damarları biçiminde, pH'ı nötr kloritli sular yakınında ve yüzeyde ise silika tortuları olarak veya birincil kuvars hariç bütün orijinal minerallerin yer aldığı amorf silika + kristobalit + doğal kükürt + alunit + kaolin + limonit gibi ikincil mineral topluluğunda ornatılan oluşum olarak, yüzey veya yan kayaçlarının asit alterasyonundan oluşan ve yataklanan tortul bir kayaçtır.

Amorf silika, açık rengi, hafifliği (Birim Hacim Ağırlığı < 1 gr/cm³), mikro gözenekli yapısına bağlı yüksek porozitesi ve su emme kabiliyeti, gevrek ve kolay kırılabilir oluşu ile diğer silikatlı kayalardan kolayca ayırt edilebilir.

Dünyada bilinen en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. Beton dayanımını artırıcı ve priz hızlandırıcı polimer bazlı kimyasal maddeler, uçucu küller, zeolit grubu mineraller ile endüstriyel yan ürün/atık olarak elde edilen silis dumanı gibi doğal amorf silika da dünyanın bazı bölgelerinde beton katkı maddesi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Genelde açık maden ocağından üretilen tüvenan amorf silika, kırma, eleme, kurutma ve öğütme işlemlerine tabi tutulduktan sonra dökme veya torbalanmış olarak inşaat sektörünün kullanımına sunulmaktadır. Amorf silikadan üretilen beton katkı maddesi, kimyasal ve/veya suni olarak elde edilen alternatif katkı maddelerine göre çok daha düşük maliyetlerle piyasaya arz edilmektedir (Anonim, 2001). Buna karşın dünya üzerinde ekonomik olarak işletilebilecek rezervleri hayli kısıtlıdır.

Inşaat sektörünün haricinde amorf silikanın:

- Sabun, deterjan, kağıt, boya, lastik, termo-plastik üretiminde katkı ve dolgu maddesi olarak,
- Plastik film üretiminde kaplayıcı ve katalizör olarak,
- Cam, seramik, ses ve ısısal yalıtımlar gerektiren malzeme üretiminde yüksek sıcaklık silikalari olarak,
- Elektronik, mücevhercilik, metal, cam sanayiinde vb. alanlarda aşındırıcı ve parlatıcı madde olarak,
- Tıp, mikrobiyoloji, genetik, uzay sanayii gibi hassas ve saf madde kullanımı gerektiren ileri teknoloji alanlarında moleküler elek olarak,
- Muhtelif sanayii dallarında filtre ve absorban malzeme olarak kullanım alanları da mevcuttur.

3 AMORF SİLİKANIN DÜNYA VE ÜLKEMİZ İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ DURUMU

Dünyada baraj gövdesi, viyadük, köprü taşıyıcı sistemleri, çok katlı yapılar, atık baraj ve depoları, hava alanı pistleri, endüstriyel döşemeler, depreme dayanıklı olması istenen özel yapılar vs. gibi yer üstü yapıları; tünel metro, korunaklar, yeraltı depoları vs. gibi yeraltı yapıları ile deniz ve su altı yapılarında yüksek performanslı beton kullanımı çok yaygındır.

Ayrıca endüstriyel zemin ve döşemelerde, tünel kaplamalarında ve püskürtme sıva uygulamalarında yüksek performanslı beton, harç ve sıva kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Anonim, 1996).

Yüksek performanslı beton üretiminde kullanılan katkı maddelerinden doğal amorf silika ve silis

dumanının tüketim miktarlarına ait kesin kayıtlara rastlanamamıştır. Ancak Silika Dumanı (Silica Fume) Üreticileri Birliği'nce A.B.D. ve Avrupa'da yılda üretilen yaklaşık bir milyon ton silis dumanının bu ülkelerdeki talebe ancak cevap verdiği bildirilmektedir. Ülkemizde ise yüksek performanslı beton üretimi ve suni/doğal silislerin betonda katkı maddesi olarak kullanımıyla ilgili açık bir bilgi mevcut değildir.

Inşaat ve beton sektörü, ekonomimiz içerisinde payı en yüksek sektörlerin başında gelmektedir. 2000 yılında gerçekleşen çimento üretimi 35.800.000 ton, iç tüketim 31.500.000 tondur. Çimento fabrikalarının kurulu kapasitesi ise toplam 60.000.000 ton civarındadır. 30 milyon tonluk çimento tüketimi ortalama 150 milyon m³ betona eşdeğerdir. Tüketilen 150 milyon m³'e eşdeğer beton ve/veya betondan imal edilen ürünlerin %1-2'si yüksek performanslı beton sınıfına girdiği kabulü yapılırsa, ülkemiz katkı maddesi ihtiyacının (kullanılan çimento oranının en az %5'i oranında ilave edildiği göz önünde bulundurularak) 15 bin ila 30 bin ton dolayında olduğu görülecektir. Asgari 15 bin tonluk iç tüketimin ülke ekonomisine yansımaları en az 15 milyon USD'dir. Isparta - Keçiözümlü yöresindeki rezerv, bu talebe cevap verebilecek potansiyelle sahiptir.

Keçiözümlü amorf silika ocağından (diatomit madeni adıyla) 1998 - 2002 yılları arasında 7864 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Yöredeki amorf silika oluşumları, 150.000 m³ görünür ve 150.000 m³ muhtemel rezervi ile halen ülkemizdeki bu çalışma ile ortaya konulan ve ekonomik önem taşıyan en önemli rezervdir (Anonim, 2000). Bununla birlikte ülkemizde yapılacak bilimsel araştırma ve incelemeler sonucunda yeni oluşumların ortaya çıkarılması mümkündür.

4 ISPARTA KEÇİÖZÜMLÜ YÖRESİ AMORF SİLİKANIN ÖZELLİKLERİ

Isparta Keçiözümlü yöresindeki amorf silika oluşumlarının, inşaat sektöründe kullanılabilirlik endüstriyel bir hammadde olarak değerlendirilmesi amacıyla fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Sahadaki kumludere açık ocağından alınan numunelerin, kırma işlemi sonrası agrega fiziksel özellikleri TS 1114'e göre analiz edilmiştir (TS 1114, 1986). Ayrıca kırılmış ve boyutlandırılmış amorf silika agregalarının bir bölümü laboratuvar tipi bilyalı değirmende öğütülmüş ve öğütme işleminden elde edilen yaklaşık 100 kg numune, normal - hafif beton analizlerinde katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Amorf silika kayacının fiziksel özellikleri özetle Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Amorf silika kayacının fiziksel özellikleri.

Fiziksel Özellikler	
Renk	Açık krem.
Sertlik (Mohs)	5.5-6
Gerçek Özgül Ağırlık	2,39 gr/cm ³
KuruBirim Hacim Ağırlığı	630 kg/m ³
Görünür Porozite	% 45
Su Emme (ağırlıkça)	% 50
Isı İletkenlik Değeri (λ)	0.11-0.13 W/m.K.

TS 1114 (hafif agregalar-beton için) standardında belirtilen 0-32 mm karışık tane sınıfında-32 mm karışık amorf silika agregasında iri ve ince tane grupları ağırlıkça dağılım oranları, 4-32 mm grubu agrega %48, 0-4 mm grubu agrega ise %52 dir.

0-32 mm kırılmış karışık amorf silika agregaları gevşek kuru birim hacim ağırlık değeri, TS 1114 standardı "hafif agrega birim ağırlıkları" maddesinde öngörülen karışık agrega maksimum gevşek birim ağırlığı değerinin oldukça altında kalmaktadır (Çizelge 2) (TS 1114, 1986).

Çizelge 2. Kumludere ocağı agrega analizi.

No	TS 1114'e göre karışık agrega	Kumludere kırılmış agrega (0-32mm)	
	Kuru Gevşek B.H.A. (Max. kg/m ³)	Kuru Gevşek B.H.A. (kg/m ³)	Kuru Sıkışık B.H.A. (kg/m ³)
I	1100	458.556	488.776
II		539.381	612.362
Ort.		498.969	550.569

Kumludere ocağı kırılmış amorf silika agregalarının tane boyutuna göre gerçek porozite, kompasite, görünür porozite, kompasite ve doyma derecesi değerleri ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kumludere amorf silika agregasının özellikleri.

Tane Boyutu (mm)	Görünür Porozite (%)	Görünür Kompasite (%)	Gerçek Porozite (%)	Gerçek Kompasite (%)	Doyma Derecesi (%)
32-16	42.338	57.662	65.265	34.735	78.143
16-8	46.665	53.335	58.011	41.989	80.158
8-4	38.207	61.793	55.345	44.655	64.685
4-2	40.444	59.556	50.229	49.771	67.690
2-1	36.673	63.327	49.856	40.144	61.377
1-0.5	28.591	71.409	53.632	46.368	48.106

Amorf silika agregalarında gerçek porozite oranı % 50-65 arasında değişmektedir. Bu durum, amorf silikanın yüksek poroziteli, bol mikro-gözenek yapısına sahip bir kayac olduğu göstermektedir. Bununla birlikte gerçek porozite ve görünür porozite oranları arasında %13 ile % 47 arasında bir farkın oluşması, kayac gözenek yapısının bu oranlar dahilinde bağlantısız boşluklu gözenek yapısına sahip olduğunun bir kanıtıdır. Toplam gözenek hacmindeki bağlantısız boşluklu gözenek oranı, kayacın su emme kapasitesi ve ısı iletkenlik özelliklerine direk etki eden önemli bir faktördür.

Amorf silika taneleri üzerinde yapılan diğer bir analiz de, amorf silikanın farklı sıcaklıklarda davranışı ve ateşe dayanıklılık (kızdırma kaybı) deneyidir (TS 1114). Amorf silika (<2 mm boyutunda) numunelerinin ateşe dayanıklılık deneyi, 1200°C sıcaklığa ulaşabilen, ±5°C sıcaklık ayarlı yüksek fırın ile yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanılarak, amorf silikanın sıcaklık değişimine bağlı yapısal bozunma ve kütlece kızdırma kaybı oranı incelenmiştir. Bu bağlamda amorf silikanın TS 1114 standardında belirtilen 1000 °C deki kütle kaybı % 0,883 , deneyde ulaşılan 1180 °C de ise % 0,993 olarak hesaplanmıştır. TS 1114 de, hafif agregalar için kütlece maksimum kızdırma kaybı % 5'dir (TS 1114, 1986). Bu durumda amorf silikanın kütlece kızdırma kaybı oranı standartlara uygundur. Ayrıca deneylerde uygulanan sıcaklık aralıklarında (20 °C – 1180 °C arası) amorf silika numunesinde renk değiştirme, akma yapısı ve yapışma gibi sıcaklığa bağlı yapısal bozunma belirtileri gözlenmemiştir. Sıcaklık değişimine bağlı yapısal bozunma, açık bir şekilde fark edilememektedir. Bununla birlikte 880 °C'de kütle kaybının oransal olarak bir miktar artış gösterdiğini, yani minimum düzeyde de olsa yapısal bozunma sürecinin bu sıcaklık eşliğinde başladığını söylemek mümkündür.

Amorf silika stoğundan alınarak agrega haline getirilen malzemenin bir miktarı, laboratuarda titreşimli eleklerle boyut tasnifi yapılmış ve <3 mm boyutundaki ince agrega grubu 105°C lik etüvde kurularak laboratuvar tipi bilyalı değirmende sabit süre, şarj ve devirde öğütülmüştür. Mikronize tozların partikül boyut analizi Başer Madencilik San. A.Ş. Laboratuvarına yaptırılmıştır. Beton dayanım katkı maddesi olarak mikronize amorf silikanın partikül dağılımı irdelendiğinde, maksimum partikül boyutunun 222 µ ve ortalama partikül boyutunun 18µ civarında olduğu görülmektedir. Partikül boyut dağılımının, özgül yüzey alanı (blaine), puzzolanik aktivite ve beton içerisinde yığılma gibi beton dayanımına olumlu ya da olumsuz yönde etki eden malzeme teknik parametrelerini belirlediği bilinmektedir. Bu açıdan deneyde kullanılan mikronize amorf silikanın maksimum partikül boyutu (222 µ) ve ortalama partikül boyutu (18 µ), Yeni Zelanda Microsilica Ltd. Şti'nin ürünü ile karşılaştırıldığında daha iri partikül boyutuna sahiptir (Anonim, 2001). Mikronize ürün partikül boyutunun <50 µ ve ortalama partikül boyutunun 5 µ civarında tasarlanması, kullanım aşamasında daha az yığılma ve daha homojen beton karışımı elde edilmesini, dolayısıyla ürünün beton dayanım, kimyasal direnç ve diğer performanslarına etkisinin artmasını sağlayacaktır. Amorf silika numunelerinin kimyasal analizleri Çizelge 4'de verilmiştir:

Çizelge 4. Amorf silikalardan kimyasal bileşenleri.

Kimyasal Bileşenler	Numune 1 (Kumludere) (%)	Numune 2 (Değirmendere) (%)
SiO ₂	92,48	90,84
Al ₂ O ₃	2,60	2,66
TiO ₂	1,34	1,24
Fe ₂ O ₃	0,09	0,15
MgO	0,00	0,00
CaO	0,31	0,18
Na ₂ O	1,08	1,12
K ₂ O	0,04	0,09

Çizelge 4 incelendiğinde, her iki amorf silika numunesinin birbirine oldukça yakın kimyasal bileşenlere sahip ve silisyum dioksit içeriklerinin oldukça yüksek değerler arz ettiği görülmektedir. CaO, MgO, Na₂O ve K₂O alkali metal ve toprak alkalilerin oksit bileşenleriyle, SO₃ in düşük oranda yer alması, betonda alkali-agrega reaksiyonu ve sülfat etkisi bakımından önem taşımaktadır. TS 1114

standardına göre hafif agregalarda sülfat içeriğinin ağırlıkça %1'den çok olmaması istenmektedir (TS 1114, 1986). Sülfat içeriği bakımından her iki amorf silika numunesi de TS 1114 standardına uygundur. Ayrıca Çizelge 5'de Keçiborlu amorf silikası, TS 25 standardına göre doğal puzzolanlar sınıfında yer alan trasda ve TS 639 standardına göre uçucu küllerde istenilen kimyasal özellikler ile karşılaştırılmıştır (TS 25, 975 – TS 639, 1975).

TS 25 standardı ölçüt kabul edilerek, Çizelge 4 ve Çizelge 5 incelendiğinde Kumludere-Değirmendere amorf silika kayaçlarının, oldukça kaliteli doğal puzzolan sınıfı bir malzeme olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca TS 639 uçucu kül kimyasal özelliklerini de fazlasıyla sağlamaktadır. TS 25'e göre Göltaş Çimento A.Ş. Kalite Kontrol Laboratuvarında yapılmış olan, puzzolanik aktivite deney bulguları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Keçiborlu amorf silika kimyasal bileşenlerinin, doğal puzzolan sınıfında yer alan trasda (TS 25) ve uçucu küllerde (TS 639) aranan kimyasal özellikler ile karşılaştırılması.

Kimyasal Bileşen		Tras (%)	U.Kül %	Kumludere (%)	Değirmendere (%)
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	En az	70	70	95,17	93,65
MgO	En çok	5	5	0,00	0,00
SO ₃	En çok	3	5	0,09	0,06
Kızdırma Kaybı	En çok	-	10	1,85	3,51

Çizelge 6. Mikronize amorf silikanın puzzolanik aktivite ve özgül yüzey analiz bulguları.

Puzzolanik aktivite	
Blaine	12.124 cm ² /g
İncelik	200µ
	90µ
Özgül Ağırlık	2,32 g/cm ³
Dansite	920 g
Beton Sonuçları	
7 gün sonunda eğilme dayanımı	1,6 N/mm ²
7 gün sonunda basınç dayanımı	11,9 N/mm ²
(TS 25'e göre 7 gün sonunda eğilme dayanımı minimum 1,0 N/mm ² ; basınç dayanımı minimum 4,0 N/mm ² olmalıdır.)	

Mikronize amorf silika numunesi puzzolanik aktivite ve özgül yüzey (blaine) deneyleri, GÖLTAŞ A.Ş. Kalite Kontrol Laboratuvarına yaptırılmıştır. Deneyler sonucunda mikronize amorf silika 7 günlük eğilme ve basınç dayanım değerlerinin, TS 25 standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mikronize amorf silika numunesinin özgül yüzey alanı, (Göltaş) portland çimentosu özgül yüzey alanı değeri ile karşılaştırıldığında, numunenin çimentoya göre 4 kat daha ince olduğu görülmektedir.

5 AMORF SİLİKANIN BETONDA PUZZOLAN OLARAK KULLANIMI

Amorf silika yüksek derecede reaktif bir puzzolandır. Puzzolanlar kohezif, dış ortamlara dayanıklı, ekonomik ve yüksek performanslı beton üretmek için kullanılırlar. ASTM C 618'e göre puzzolanlar kendi başına bağlayıcı özelliği çok az olan veya hiç olmayan, fakat doğal yapıları gereği veya öğütülme sonucu çok ince taneli duruma getirildiklerinde ve rutubetli ortamlarda kireç (kalsiyum hidroksit) ile reaksiyona girerek bağlayıcı özellikteki bileşenlerin oluşmasını sağlayan silisli veya alüminli malzemelerdir (ASTM C-618).

Betonda puzzolanlar, çimentonun hidratasyonu sonucu ortaya çıkan sönmüş kireci kullanarak bağlayıcı ürünler oluştururlar. Portland çimentosuna ilave edildiği zaman, yüksek dayanımlı betonlarda genellikle şu özelliklerin daha etkin kılındığı tecrübe edilmiştir:

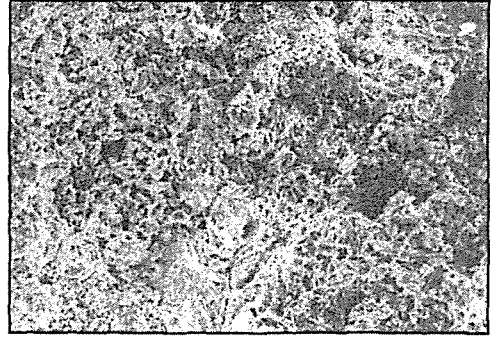
- Çok düşük klorit iyon difüzyonu.
- Basınç dayanımında artış.
- Su geçirimsilikte azalma,
- Aşınma direncinde artış.
- Kimyasal etkileşim direncinde artış.
- Jeotermal ortamdaki duraylılıkta artış.
- Çiçeklenmede azalma (Anonim, 2001).

Amorf silikanın yüksek performanslı beton eldesinde kullanımı, 3 temel mekanizmayla sağlanabilmektedir:

1. Amorf silikanın çok ince tanecikleri, çimento partikülleri arasındaki mikroskobik boşlukları doldurabildiği için, beton mikro yapısında geçirgenliği azaltır. Üretim işlemi en uygun tane boyutu ve dağılımı gerçekleştirir.
2. Çimento hidratasyon sürecinde açığa çıkan serbest kalsiyum hidroksit, ilave kalsiyum silikat üretmek için amorf silika ile tepkideğinde puzzolanik reaksiyon oluşur.
3. İnce partikül boyutu beton sızdırmazlığını azaltır ve çimento pastasıyla agrega ara yüzeyinde bağ gelişimine yardımcı olur.

Yukarıda özetle tanımlanan bu olguların detaylı incelemesini yapabilmek ve geleneksel beton uygulamalarında bu etkileri irdeleyebilmek amacıyla, Keçiörlü yöresi amorf silika oluşumlarının beton katkı maddesi (doğal puzzolan) olarak kullanılabilirliği bir dizi deneysel çalışma ile analiz edilmiştir.

Keçiörlü Kumludere ocağından alınan amorf silika numuneleri, darbeli tip bir kırıcıda 32 mm boyut altına kırılarak, 105 °C de 24 saat süreyle etüvde kurutulmuş ve değişmez sabit ağırlığa ulaşan 3 mm boyut alı agregalar laboratuvar tipi bir bilyalı değirmende öğütülmüştür. Öğütme süresi ve şarjı sabit tutularak 100 mikron boyut altına öğütülen amorf silika, normal beton karışımı hazırlanmasında doğal puzzolan olarak kullanılmıştır (Şekil 1).



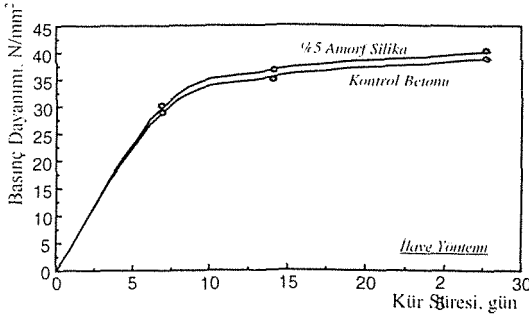
Şekil 1. Kumludere kayacının mikroyapısı (SEM, k x 490).

Amorf silikanın normal beton dayanımına etkisinin tayini analizinde Isparta Belediyesi Diyadin Taş ocağından üretilen kalker agregası ve PÇ 42.5 portland çimentosu kullanılmıştır. Beton karışımı kontrol ve katkılı beton olarak iki farklı reçete esas alınarak hazırlanmıştır. Her iki karışımında da amorf silikanın beton dayanımına etkisinin saptanabilmesi için çimento, su, agrega karışım oranları ve karışım süresi sabit tutulmuştur.

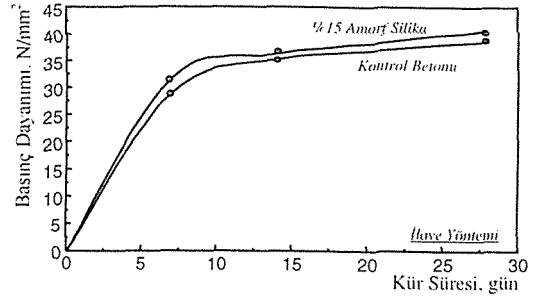
Amorf silikanın geleneksel beton içerisinde dayanım etkinliğinin analizi amacıyla, amorf silikanın beton içerisinde kullanılması açısından iki temel karışım oranlama metodu uygulanmıştır. Bunlar:

1. Amorf silikanın ince agrega olarak kullanılması (ilave metodu),
2. Çimentonun yerine kısmi olarak amorf silikanın kullanılması (basit ikame metodu) dir.

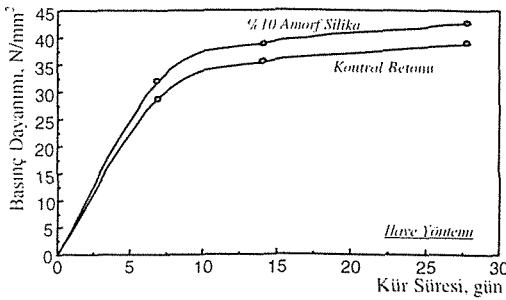
Amorf silikanın, ince agrega olarak kullanılması (ilave metodu) metodunda, karışımında kullanılacak çimento miktarında herhangi bir azaltma yapmaksızın amorf silika, beton karışımına ilave edilir. Bu şekilde, betonun etkin bağlayıcı miktarı artırılmış olacaktır. Ayrıca agrega miktarındaki değişikliklerle karışımın kullanılacağı uygulamanın özelliğine ağırlık olarak bir takım düzenlemeler de yapılabilmektedir. Bu olgunun analizi için, 15 cm çapında ve 30 cm yüksekliğinde silindirik numune kalıpları kullanılarak 300 çimento dozajında ve çimento ağırlığının %5, %10 ve %15 oranlarında amorf silika karışımli beton örnekleri dökülmüştür. Ayrıca, aynı çimento dozajına sahip, bir seri de amorf silika katkısız kontrol betonu örnekleri dökülmüştür. Elde edilen bu numuneler, 7, 14 ve 28 günlük kür sürelerinde basınç dayanım analizleri yapılmıştır. Deneysel bulgular Şekil 2 ve Şekil 4'de verilmiştir.



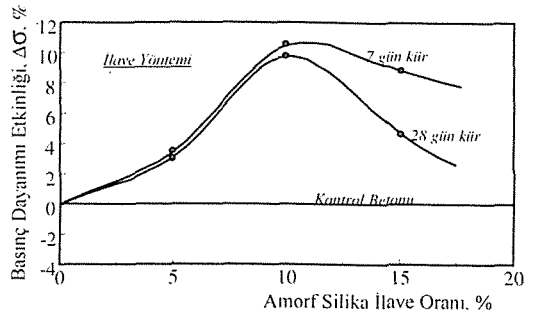
Şekil 2. Amorf silikalı beton örnekleri dayanım analizi.



Şekil 4. Amorf silikalı beton örnekleri dayanım analizi.



Şekil 3. Amorf silikalı beton örneklerinin dayanımı



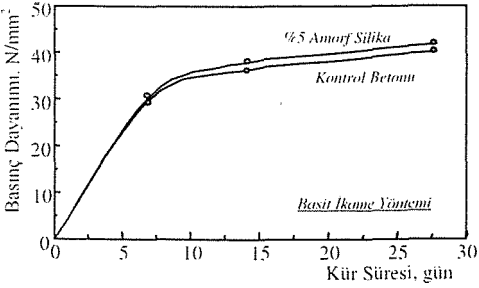
Şekil 5. Amorf silika ilave oranı – beton basınç dayanımı etkinliği ilişkisi.

Şekil 2 ve Şekil 4 irdelendiğinde görüleceği gibi, amorf silika katkılı beton örneklerinin basınç dayanım değerlerinin, kontrol betonuna göre daha iyi olduğu gözlenmektedir. Burada, amorf silikanın puzzolantik reaktifliği sebebiyle, ince tozların dolgu mekanizması ve agrega ara yüzelerindeki bağın gelişimi ile betonun dayanımını artırdığı gözlenmiştir. Amorf silika ilavesi, 7, 14 ve 28 günlük beton dayanım değerlerini düşürmemiş ve betonun basınç dayanımında önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Ancak, amorf silika ilavesinin, belirli bir kullanım miktarına kadar betonun dayanım artışına etki ettiği gözlenmiş olup, bu miktardan daha fazla karışımda kullanılması durumunda ise, betonun dayanım artışındaki etkisinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu amaçla, amorf silika ilavesinin hangi orana kadar katkı maddesi olarak ilave edilebileceği, grafiksel bir analizle belirlenmeye çalışılmış olup, ilave oranının beton basınç dayanımındaki artış etkinliği ($\Delta\sigma$) yüzdesel olarak değerlendirilerek irdelenmiştir. Bu amaçla yapılan analiz bulgusu, Şekil 5'de verilmiştir.

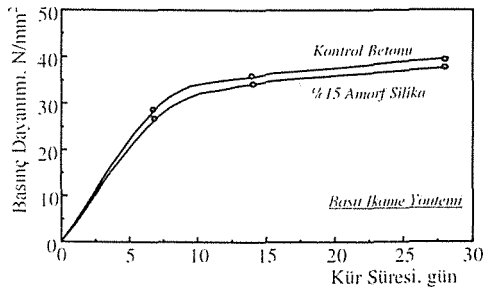
Şekil 5'de görüldüğü gibi, %10.5'lik amorf silika ilavesi, betonun basınç dayanımındaki etkinlik değeri olarak tespit edilmiştir. Bu ölçü, 7 ve 28 karakteristiği sergilemektedir. Diğer bir deyişle, karışımda kullanılan çimento ağırlığının %10.5 den daha fazla miktardaki amorf silika ilavesi, beton dayanım değeri açısından kontrol betonuna göre daha iyi bir dayanım değeri göstermesine rağmen, ekonomik açıdan avantaj sağlamamaktadır.

Çimentonun yerine kısmi olarak amorf silika kullanılması (basit ikame) metodunda, çıkartılan portland çimentosunun yerine çıkartılan çimento miktarı kadar amorf silika koyulması (bir miktar çimentonun aynı miktardaki amorf silika ile yer değiştirmesi) esası uygulanmıştır. Bu metoda göre, amorf silikanın beton dayanımına katkısı, etki süresi veya bir etkinlik faktörü olarak ölçümlenebilmektedir. Amorf silikanın etkinliği, basınç dayanımını muhafaza ederek, mikro silika dozajının yer değiştirebildiği çimento miktarına oranı olarak tanımlanabilmektedir. Bu olgunun analizi için, 15 cm çapında ve 30 cm yüksekliğinde silindirik numune kalıpları kullanılarak 300 çimento dozajında ve çimento ağırlığının %5, %10 ve %15 oranlarındaki mikronize amorf silika miktarı,

çimento ile yer değiştirilerek elde edilen beton örnekleri dökülmüştür. Ayrıca, aynı çimento dozajına sahip, bir seri de amorf silika katkısız kontrol betonu örnekleri dökülmüştür. Elde edilen bu numuneler, 7, 14 ve 28 günlük kür sürelerinde basınç dayanım analizleri yapılmıştır. Deneysel bulgular Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



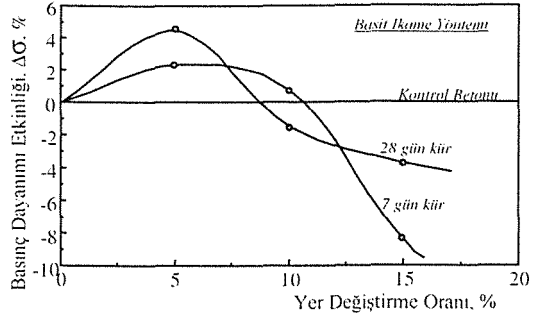
Şekil 6. Amorf silikanın çimento yerine kullanım analizi (ağırlıkça %5 yer değiştirme).



Şekil 7. Amorf silikanın çimento yerine kullanım analizi (ağırlıkça %15 yer değiştirme).

Şekil 6 ve Şekil 7 irdelendiğinde, beton karışımlarında amorf silikanın çimentonun yerine kısmi olarak % 5 ve %10 oranlarında kullanılması durumunda, kontrol betonuna göre bir iyileştirme oluşturduğu gözlenmektedir. Ancak, %15'li kısmi kullanımı durumunda ise, normal beton dayanımından daha düşük bir değerde olduğu belirlenmiştir. Bu da, karışımda yığılan silika partiküllerinin muhtemel alkali-agrega reaksiyonu sonucu beton performansında bir düşmesinin meydana gelebilme ihtimalini göstermektedir. Bu nedenle, mikronize amorf silikanın beton karışımlarında kısmi olarak çimento yerine ne ölçütlerde kullanılması gerektiği analiz edilmesi gerekli bir husus olmaktadır. Bu amaçla, amorf silikanın beton karışımlarına yer değiştirme oranına karşılık, elde edilen betonun katkısız kontrol betonuna göre ne kadarlık bir dayanım artışı

sağladığı, dayanım etkinliği ($\Delta\sigma$) parametresi ile yüzdesel olarak tanımlanmıştır. Deneysel incelemelerde elde edilen bulgularla, yapılan grafiksel analizlerde, amorf silika yer değiştirme oranı optimum değer olarak tespit edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Amorf silika yer değiştirme oranı - beton basınç dayanımı etkinliği analizi.

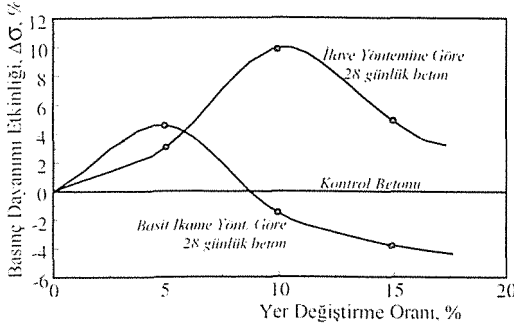
Şekil 8'de görüldüğü gibi, amorf silikanın beton karışımında dayanımı değiştirmeksizin, çimento ile yer değiştirmesinde en etkin oran, 7 günlük beton örnekleri için %11, 28 günlük beton örnekleri için ise %8.5 olarak belirlenmiştir. Bu oranlara göre, karışımda yer değiştirilen amorf silika miktarı ve yer değiştirebildiği çimento miktarları belirlenerek, amorf silikanın kısmi kullanım etkinliği bir faktör olarak tanımlanabilmektedir. Yapılan laboratuvar analizlerine göre, mikro silika kullanımı için etkinlik faktörü 2.21 olarak belirlenmiştir. Bu değer, BRANZ'ın 1999 yılında Yeni Zelanda Tikitere amorf silika oluşumları için yaptığı deneysel sonuçlarla da benzerlik göstermektedir (Anonim,(b), 1999). Tikitere amorf silikasının betonda elde edilen etkinlik faktörleri, farklı beton uygulama koşulları için Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Tikitere amorf silikasının beton uygulamaları için etkinlik faktörü (Anonim(b), 1999).

Uygulama	Ortalama Dayanım N/mm ²	Etkinlik Faktörü
Endüstriyel Döşemeler	55	2.5
Köprü İnşaatı	53	2.8

Yüksek performanslı betonda amorf silika kullanımı, ekonomiklik ve hızlı üretim için başrol oynayabilecek bir malzemedir. Amorf silikalı beton kullanımının genel olarak sağlayacağı yararlar şu şekilde özetlenebilir: Daha ince kesitli elemanlar üretilir. Daha düşük malzeme maliyetleri kullanılacaktır. Yapı elemanlarının birim ağırlıkları azalacak ve dolayısıyla yapıların ölü ağırlıkları düşecektir. Daha hızlı bir beton üretimi

yapılabileceği gibi, donatılı betonlarda daha az donatı yerleşimi ve düşük maliyeti sağlayacaktır. Bu ve benzeri avantajları sağlayabilmek için, amorf silikalı bir betonda, amorf silikanın bu makalede vurgulanan hangi yönteme göre kullanılmalıdır. Diğer bir değişle, mikronize amorf silikayı, beton dayanımı daha iyi şartlarda artırmak ve buna bağlı olarak gelişen avantajlarından yararlanmak amacıyla, nasıl kullanılması gerektiği detaylı analiz edilmelidir. Amorf silikanın ilave yöntemine göre mi, yoksa basit ikame yöntemine göre kullanılması hususu analiz edilmiş ve değerlendirme grafiksel olarak Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Amorf silikanın yöntemlere göre kullanım analizi.

Şekil 9'da görüldüğü gibi, beton dayanımının etkinliği açısından ilave yöntemine göre amorf silikanın ince malzeme olarak beton katkısında kullanılması daha uygun görülmektedir.

6 SONUÇ

- Kumludere ve Değirmenderesi amorf silika kayaçları oldukça kaliteli, doğal puzzolan sınıfına dahil edilebilir. Kayacın fiziksel (birim hacim ağırlık, özgül yüzey alanı, puzzolanik aktivite vs.) ve kimyasal (kimyasal bileşenler,

kızdırma kaybı, amorf silika içeriği vs.) özellikleri, beton mineral katkı maddesi olarak kullanım amacına uygundur.

- İlave metoduna göre normal betonda katkı maddesi olarak kullanılan amorf silikanın etkin kullanım oranı çimentonun ağırlıkça % 10.5'i olarak belirlenmiştir.
- İkame metoduna göre etkin kullanım oranı ise çimento oranının ağırlıkça % 8.5'i olarak tespit edilmiştir.
- Keçiborlu amorf silikalarının etkinlik faktörü 2.21'dir. Bu değer uçucu küllere göre oldukça (0.25 – 0.5) yüksek bir avantaj sağlamaktadır.
- Optimum öğütme tasarımı yapılarak, özgül yüzey alanını, dolayısıyla ürünün mineral katkı maddesi olarak etkinliğini artırmak mümkündür.
- Bu amaçla kayacın ekonomik olarak öğütülebilirlik kriterlerinin, maliyet analizleri de dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir.
- Ekonomik olarak üretilebilecek optimum partikül tane boyutlarına göre ilave ve ikame kullanım oranları, etkinlik faktörü yeniden belirlenmelidir.

REFERANSLAR

- Anonim, 1996. *Concrete Products*, March, USA.
- Anonim (a), 1999. *New Zealand's Official Statistical Agency, Annual Books of Energy and Minerals*, New Zealand.
- Anonim(b), 1999. *BRANZ (Building Research Association of New Zealand) Test Reports on MS 600*, USA.
- Anonim, 2000. *Beril Ltd Şti. Yıllık Faaliyet Raporları*.
- Anonim, 2001. *Product Brochures of Golden Bay Cement & Microsilica Ltd.*, USA.
- ASTM C-618, 1978. *Specifications for Fly Ash and Calcined Natural Pozolan for Use as Mineral Admixture in Portland Cement*, USA.
- Kayserili Y., Topaloğlu M., 1990. *Türk Maden Hukuku ve Yeraltı Zenginlikleri Mevzuatı*, Ankara.
- TS 1114, 1986. *Beton için Hafif Agregalar*, Şubat, Ankara.
- TS 25, 1975. *Tras.*, Nisan, Ankara.
- TS 639, 1975. *Uçucu Küller*, Ankara.

Kalsiyum Borat Analizlerinde Gelişmeler

M.Köklü, Ö.Özyetiş, D.Maraşlıoğlu, E.Yavuklu, B.Çelen, T.Tufan & M.Gündüz
Eti Holding A.Ş., Ar-Ge Dairesi Başkanlığı 06790 Güvercinlik, Ankara, Turkey

ABSTRACT: Since Turkey has the largest boron reserves in the world, many investigations on boron have been made in Turkey. Although many studies have been reported on sodium borate analysis in the literature, a few analysis methods for calcium borates have appeared. Therefore, in the present study calcium borate mineral was used in the analysis methods which were developed by means of volumetric, gravimetric and spectroscopic (Flame A.A.S. and XRF) methods. In the present study, volumetric analysis was carried out for %B₂O₃ and gravimetric for %SiO₂. In addition, spectroscopic analysis of %CaO, %MgO, %Fe₂O₃, %Na₂O, %SrO, %Al₂O₃ carried out by flame atomic absorption spectrometry. The analysis results obtained from volumetric, gravimetric and spectroscopic methods were compared with X-ray fluorescence results. Rock and mineral analysis require high accuracy and precision, take a long time and are wearisome. The wet methods developed need a certain time even for ordinary controls. Instrumental analysis methods are widely used make use of advanced instruments whose adjustments, calibrations and calculations computerized. The methods are easy, fast and give high precision results.

ÖZET: Dünyanın en büyük bor madeni yataklarına ülkemizin sahip olması nedeni ile bor konusunda çok sayıda araştırmalar yapılmıştır. Literatür incelendiğinde sodyum boratlardaki analizler konusunda pek çok çalışmaya rastlanmasına rağmen, kalsiyum boratlarda analiz metotlarına rastlanmamıştır. Bu eksikliği gidermek amacıyla kalsiyum borat cevheri kullanılmıştır. Analiz yöntemleri, volumetrik, gravimetrik, spektroskopik (Alevli A.A.S ve XRF) yöntemleri kullanılarak geliştirilmiştir. Bu çalışmada %B₂O₃ volumetrik, %SiO₂ gravimetrik, %CaO, %MgO, %Fe₂O₃, %Na₂O, %SrO, %Al₂O₃ Alevli Atomik Absorpsiyon cihazı ile spektroskopik olarak analizleri yapılmıştır. Volumetrik, gravimetrik ve Spektroskopik metotlarla yapılan analizler X Işını Floresans Spektroskopik metot sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yüksek oranda kesinlik ve doğruluk gerektiren kayaç ve mineral analizleri uzun ve yorucu bir çalışma gerektirmektedir. Geliştirmiş olduğumuz yaş yöntemler rutin kontroller için dahi belirli bir süre gerektirmektedir. Enstrümantal analiz yöntemleri: ayarları, kalibrasyonu ve hesaplamaları tümüyle bilgisayar programları yardımı ile yapılan geliştirilmiş cihazlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntemler basit, hızlı ve yüksek hassasiyette değerler vermektedir.

1 GİRİŞ

Bor dünyada en yaygın kullanım alanına sahip olan elementlerin başında gelmektedir. Doğada yaklaşık 230 çeşit doğal bor minerali bulunup bunlardan ticari değere sahip olanları: tinkal, kolemanit, üleksit, proborit, borasit, pandermit, szyabelit, hidroborasit ve kernit'tir.

Literatür araştırmalarımız sonucunda sodyumboratlara ait kimyasal analizler konusunda pek çok çalışmaya rastlanmasına rağmen kalsiyumboratlar için herhangi bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Bu nedenle sodyumboratlara

uygulanan metodun kalsiyumboratlara uygulanabilirliği hakkında çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada bor yataklarından elde edilen-20-50 mikron boyutuna öğütülmüş 105°C'de 4 saat kurutulmuş kolemanit (2CaO.3B₂O₃.5H₂O) minerali ve National Bureau of Standards Reference Material 1835 Borate Ore kullanılmıştır.

%B₂O₃ volumetrik, %SiO₂ gravimetrik, %CaO, %MgO, %Fe₂O₃, %Na₂O, %SrO, %Al₂O₃ Alevli Atomik Absorpsiyon cihazında spektroskopik olarak analizleri yapılmıştır. Volumetrik, gravimetrik ve Alevli Atomik Absorpsiyon Spektroskopik metotlarla yapılan analizler X Işını Floresans Spektroskopik metot sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Gelişen teknolojiye paralel olarak hassas ve hızlı analiz yapan enstrümental sistemler geliştirilmiştir (XRF, Alevli AAS). Yöntemler, cevher zenginleştirmede değişik proses kademelerinde kontrol elementlerinin, jeolojik çalışmalarda kayaç yapıcı ana ve tali elementlerin analizleri için yaygın olarak kullanılır.

Alevli Atomik absorpsiyon spektroskopisi, elektromanyetik ışımının serbest atomlar tarafından absorpsiyonuna dayanan bir metottur. Floresan X-ışını spektroskopik analiz metodu, bir malzeme tarafından yayınlanan ikincil X-ışını ile dalga boyu ve şiddeti ölçülerek kalitatif ve kantitatif element analizinin yapıldığı tahribatsız bir analitik yöntemdir.

Bazı XRF cihazlarında, lokal analiz adı altında bir menü bulunmaktadır. Bu menüde numune, öğütülmeden orijinal haliyle analiz edilebilmektedir. Lokal analiz, nokta ve mapping olmak üzere iki tiptir. Nokta analiz, seçilen noktalardaki yüzde bileşimi vermektedir. Mapping analizi ise mineralin yaklaşık yapısını tahmin etmeyi sağlamaktadır. Bu şekliyle bir ölçüde XRD cihazı görevi yapmaktadır.

XRF ve Alevli AAS nin uygulama alanları, çok sayıda numunenin hızlı ve doğru olarak tekrarlanabilir analizlerini yapma imkanı sağlaması nedeniyle hızla artmaktadır.

1 VOLUMETRİK, GRAVİMETRİK, ALEVLİ ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROMETRESİNDE YAPILAN ANALİZLER

1.1 Bor Oksit Miktarı Tayini (Volumetrik)

Bu yöntem, %1 den yüksek B_2O_3 içeren kalsiyum boratlara uygulanır. Hidroklorik asit ortamında çözünmüş deney numunesi, mannitol veya gliserinli ortamda ve fenolftalein belirteci karşısında, ayarlı sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilir.

Deney numunesi bir behere alınır, yaklaşık olarak 50 ml kaynamış saf su ve 5 ml derişik HCl ilave edilir. Beherin üstü saat camı ile kapatılarak elektrikli ısıtıcı üzerinde 2-3 dk ısıtılarak (kaynamamasına dikkat edilerek) numune çözülür. Oda sıcaklığına kadar soğutulur. 3-4 damla metil kırmızısı belirteci damlatılarak 6 N NaOH çözeltisi ile nötrleştirilir. (Çöktürme tam olduğunda çökelek hafifçe kırmızı ve çözelti sarıdır. pH 5.4-6.0 arasında olmalıdır.). Çözelti elektrikli ısıtıcıda ısıtılır, saat camı yıkanarak üzerinden alınır. Siyah band süzgeç kağıdından 500 ml'lik erlene süzülür. Süzgeç kağıdındaki çökelek sıcak saf su ile 6-7 kez yıkanır. Çökelek atılır, huni erlenin üzerine yıkanır. Çözelti birkaç damla 0.5 N HCl ile asidik yapılır. Kendi halinde soğumaya bırakılır. Soğuduktan sonra bir

damla 0.5 N NaOH ile renk dönüşümü sağlanarak, dönüşüm noktası temin edilir. Yaklaşık 15 gram mannitol (ya da 1/1'lik gliserin çözeltisinden 50 ml) ve 8-10 damla fenolftalein belirteci ilave edilerek ayarlı 0.5 N NaOH çözeltisi ile açık pembe renk görülünceye kadar titre edilir. 5gram mannitol (yada gliserin çözeltisi) ilave edilir. Renk değişmiyorsa titrasyona son verilir. Renk değişiyorsa açık pembe renk sabit kalana kadar titrasyona (pH 8.2) devam edilir. NaOH sarfiyatı not edilir. Aşağıdaki eşitlikten $\%B_2O_3$ hesaplanır.

$$\%B_2O_3 = \frac{F \times S \times 0.017405 \times 100}{T}$$

F = 0,5 N NaOH faktörü

S = 0.5 N NaOH sarfiyatı (ml)

T = Numune tartımı (g)

1 ml 0,5 N NaOH 0,017405 g B_2O_3 'e karşılık gelir.

1.1 Silisyum Dioksit, Kalsiyum Oksit, Magnezyum Oksit, Demir Oksit, Alüminyum Oksit, Stronsiyum Oksit ve Sodyum Oksit Miktarları Tayini (Gravimetrik, Alevli AAS)

Deney numunesinden 600 ml'lik beherlere 0,0001 g hassasiyetle 1 g civarında tartım alınır. Üzerine 10 ml HNO_3 30 ml HCl ilave edilir. Saat camı kapatılarak elektrikli ısıtıcı üzerinde kuruluğa gidilir. Kuruduktan sonra 10 dakika kızdırılır. Behere 15 ml HCl ilave edilerek tekrar kuruluğa gidilir. 15 ml HCl ve 50 ml metil alkol ilave edilerek kuruluğa gitme işlemi tekrarlanır. Bu işlem B_2O_3 ortamdan tamamen uzaklaştırılana dek yapılır. Deney numunesi bor trioksit (B_2O_3) cinsinden ifade edildiğinde %5'den daha düşük oranda bor içeriyor ise, borun analizi bozucu etkisi yoktur. Böyle durumlarda metil alkol kullanılması gerekmemektedir. Bor ortamdan uzaklaştırılıp, numune kuruduktan sonra 1 saat kızdırılır. Behere 30 ml HCl ve 175 ml saf su ilave edilerek bir süre ısıtılır. 20 - 25 dk dinlendirilir. Daha sonra 500 ml lik balon joljelere beyaz bant süzgeç kağıdından süzülür. Süzüntü diğer elementlerin yüzdelerini bulmak için deney numunesi olarak muhafaza edilir. Beherin içi bagetlenerek sıcak saf su ile iyice yıkanır ve süzgeç kağıdına aktarılır. Süzgeç kağıdı ve üzerindeki çökelti sıcak hidroklorik asit (1+1) çözeltisi ile yıkanır.

Platin kroze, elektrikli fırına konular ve sıcaklık 1000°C ye yükseltilir. 30 dakika süre ile bu sıcaklıkta kızdırılır. Bu süre sonunda platin kroze kapağı ile kapatılır desikatöre alınır, oda sıcaklığına ulaşana dek soğumaya bırakılır ve 0.0001 g

duyarlılıkla tartılır (m_1). Platindeki kalıntı 3-4 damla su ile ıslatılır. 1 ml H_2SO_4 ve 20 ml HF katılır. Platindeki kalıntılar bir çeker ocaktaki elektrik ocağında kuruluğa kadar buharlaştırılır. H_2SO_4 dumanlarının tamamen ortamdandan uzaklaştırılması sağlanır. Platin krozenin kapağı örtülerek 1000°C de tutulan elektrikli fırında 15 dakika tutulur, desikatöre alınır, oda sıcaklığına ulaşana dek soğumaya bırakılır ve 0.0001 g duyarlılıkla tartılır (m_2). Aşağıdaki eşitlik ile % SiO_2 hesaplanır.

$$\%SiO_2 = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

m =Deney numunesinin ağırlığı, g

m_1 =Platin kroze içerisindeki kalıntının hidrofluorik asit ile uçurulması işleminden önceki toplam ağırlığı, g

m_2 =Platin kroze içerisindeki kalıntının hidrofluorik asit ile uçurulması işleminden sonraki toplam ağırlığı, g

Silis süzülmesinden arta kalan çözelti alevli atomik absorpsiyon spektrometresinin hava-asetilen veya nitroz-asetilen alevine gönderilerek çizelge 1'de verilen dalga boylarında absorpsansları ölçülür. Kalibrasyon çözeltilerinin absorpsansları dikey eksene, bu değerlerin karşılığı olan element miktarları ppm cinsinden yatay eksene işaretlenerek bir kalibrasyon eğrisi çizilir. Deney çözeltilerinin absorpsansı ile, konsantrasyonları bilinen kalibrasyon çözeltilerinin absorpsansları mukayese edilerek elementin miktarı ppm olarak bulunur ve elementin oksit yüzdesine aşağıdaki eşitlik ile geçilir.

$$c = \frac{A \times V \times n}{10000 \times m} \times f$$

c : Deney numunesinin element oksit yüzdesi, %

A : Kalibrasyon eğrisi yardımıyla tayin edilen element miktarı (ppm)

V :Absorpsans ölçmelerinde kullanılan son deney çözeltilisini ihtiva eden ölçülü balonun hacmi, ml

m : Deney numunesinin ağırlığı, g

f : Elementden oksite geçiş faktörü

Tablo 2. Analizi yapılan elementlerin ölçüm dağılımı

ELEMENT	DALGA BOYU (nm)
Kalsiyum	239,9
Magnezyum	202,6
Alüminyum	309,3
Demir	248,3
Stronsiyum	460,7
Sodyum	330,2

Yukarıdaki analiz yöntemleri ile sekiz adet kolemanit ve bir adet National Bureau of Standards Reference Material 1835 Borate Ore numune analizleri yapılmış olup sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo-1 Sekiz değişik kolemanit ve NBS 1835 numunelerinin analiz sonuçları

%	B_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	SrO	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na_2O
Std1	1,25	44,99	9,38	1,17	0,10	3,99	1,70	0,36
Std2	5,87	40,21	10,66	1,14	0,12	3,40	1,66	0,52
Std3	9,33	35,00	13,66	1,01	0,14	3,03	1,51	0,61
Std4	15,05	26,45	19,04	0,76	0,21	2,31	1,19	0,50
Std5	30,43	13,61	23,22	0,39	0,29	1,07	0,27	0,28
Std6	33,34	9,17	26,16	0,31	0,29	0,72	0,40	0,22
Std7	36,15	9,99	23,50	0,30	0,31	0,82	0,63	0,23
Std8	45,22	9,99	23,50	0,30	0,31	0,82	0,63	0,23
1835	18,74	18,41	21,62	3,41	0,94	1,14	3,47	3,48

2 X-IŞINI FLUORESANS (XRF) UYGULAMALARI

2.1 Kantitatif Analiz

Malzeme tarafından yayınlanan ikincil Floresan X-ışınının şiddetinin bileşim içindeki element miktarı ile orantılı olması kantitatif analiz imkanı yaratır. Analiz prensibi, numuneden geçen X-ışını şiddetini, bir referans numunenin verdiği spektrumla karşılaştırma yöntemine dayanır. X-ışını spektrofotometresinde en çok kullanılan yöntem kalibrasyon grafiği yöntemidir. Bu yöntemde, kimyasal analiz sonuçları belli numunelerden elde edilen X-ışını şiddeti, elementlerin analitik değerlerine karşı çizilerek kalibrasyon grafiği hazırlanır. Bilinmeyen numunenin verdiği X-ışını şiddeti, grafik ile karşılaştırılarak analiz yapılır.

Bu çalışmada standartlar ve bilinmeyenler içindeki bütün elementler XRF cihazı ile Rh hedefli

X-ışını tüpü kullanılarak ölçülmüştür. Bu ölçümlere ait analiz koşulları Tablo-2 de verilmiştir.

Tablo 2 Elementler İçin Analiz Koşulları

PARAMETRELER	B	Si	Ca	Mg
VOLTAJ(kV)	40	40	40	40
AKIM (mA)	95	95	30	95
KRISTALLER	Sx-48	PET	LIF	TAP
DEDEKTÖR	FPC	FPC	FPC	FPC
PIK ZAMANI(s)	200	40	30	40
PIK (2θ AÇISI)	49,720	108,880	113,10	45,200
DÖNÜŞ ZAMANI(s)	60	20	15	20

PARAMETRELER	Al	Na	Sr	Fe
VOLTAJ(kV)	40	40	40	40
AKIM (mA)	95	95	95	95
KRISTALLER	PET	TAP	LIF	LIF
DEDEKTÖR	FPC	FPC	SC	SC
PIK ZAMANI(s)	40	50	40	40
PIK (2θ AÇISI)	144,740	55,120	25,120	57,500
DÖNÜŞ ZAMANI(s)	20	25	20	20

FPC: Hafif elementler SC: Ağır elementler

Çalışmada Teşekkülümüze ait bor yataklarından elde edilen kolemanit ($2CaO.3B_2O_3.5H_2O$) minerali incelenmiştir. Bigadiç Bor İşletmesinden temin edilen numuneler, klasik yöntemlerle (volumetrik, gravimetrik, atomik absorpsiyon spektrofotometresi) analiz edilmiştir. Standart kabul edilen numunelerin analiz değerleri, cihazın analiz programında okutulup, kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Oluşturulan grafikler incelendiğinde, herhangi bir matrix effect (elementlerin birbirlerine olan etkileri) uygulamasına gerek duyulmamıştır. Standart kabul edilen kolemanit numunelerinin klasik metotlarla yapılmış analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Cihazda gerekli kalibrasyon grafikleri oluşturulduktan sonra, Bigadiç Bor İşletmelerinden temin edilen ve analiz değerleri bilinmeyen kolemanit numunesi grupta analiz edilmiştir. Aynı numune klasik yöntemlerle de analiz edilmiştir. Klasik yöntem ve XRF yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3’ de verilmiştir.

Tablo-3 XRF ile Klasik Yöntem Sonuçlarının Karşılaştırılması

(1) ELE MENTLER (%)	KOLEMANİT	
	YÖNTEM A	YÖNTEM B
B ₂ O ₃	42,48	42,56
SiO ₂	7,82	7,98
CaO	21,93	22,26
MgO	0,39	0,43
SrO	1,75	1,77
Fe ₂ O ₃	0,03	0,03
Al ₂ O ₃	0,40	0,37
Na ₂ O	0,23	0,26

Yöntem A: Klasik yöntem(B₂O₃ volümetrik, SiO₂ gravimetrik, diğerleri AAS)

Yöntem B: XRF yöntemi

2.2 Mapping menüsü ile mineral tanımlaması

XRF’in mapping menüsünde numune herhangi bir numune hazırlama işlemine tabi tutulmadan orijinal haliyle analize alınır. Ancak numune tutucuya yerleştirilecek boyutlara getirilmelidir. Bunun için de, 30 mm çapında, 1 mm yüksekliğinde olacak şekilde ebatlandırılır. Numune tutucuya yerleştirilir, program yardımıyla 1 mm veya 3 mm’ lik karelere bölünür ve numaralandırılır. Cevherde bulunan elementler yine cihazın programında bulunan nokta analiz menüsünde yarı kantitatif analizi yapılarak Rh hedefli X-ışını tüpü yardımıyla tespit edilir. Programda bulunan Mapping menüsünde bu elementler seçilerek elementlere ait haritalar çıkarılır. Daha sonrada bu element haritaları incelenerek cevherin yapısı hakkında yaklaşım yapılır.

Kolemanitte Klor Elementinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada Kolemanit numunesinde klor elementinin Na, Mg ve Pb elementleriyle bağ yapma olasılığı incelenmiştir. Bu çalışmadaki analiz koşulları aşağıda belirtilmiştir.

X-ışını gücü: 40 kV-95 mA

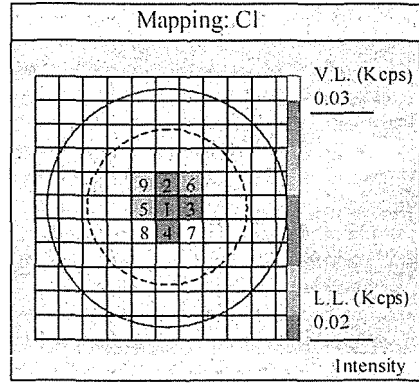
Analiz çapı: 3 mm

Analiz zamanı/seçilen nokta sayısı:90 saniye

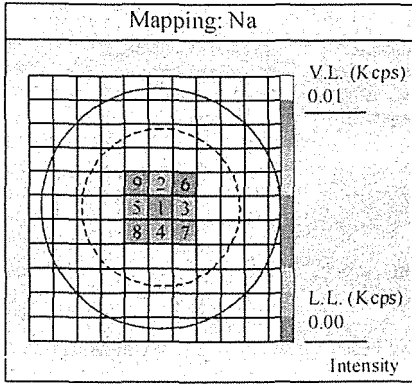
Ölçüm yapılan nokta sayısı: 9 nokta

Belirtilen analiz koşullarında elde edilen mapping analizinden alınan Şekil 1-4’te görülen grafikler incelendiğinde: elementlerin aldığı intensitelere (X-ışını şiddetine) göre renk skalası ile, seçilen elementlerin hangi noktalarda hangi

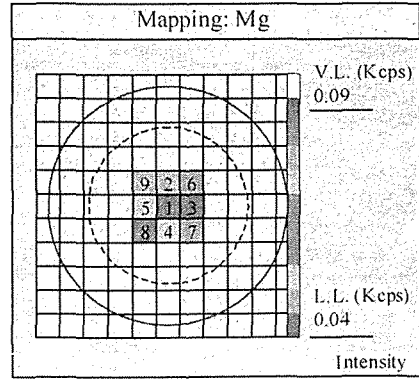
konsantrasyonda olduğu görülmektedir. Renk skalası aşağıdan yukarı doğru artarak elementin seçilen noktadaki konsantrasyonunu göstermektedir. Klorun mapping penceresi incelendiğinde, 7 ve 8 noktalarında klor yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Sodyumun mapping penceresinde ise 7 noktasında yüksek konsantrasyonda, 8 noktasında ise orta konsantrasyonda sodyum görülmektedir. Kurşunun mapping penceresinde, 8 noktasında orta konsantrasyonda kurşun görülmektedir. Magnezyumun mapping penceresinde ise 7 noktasında yüksek konsantrasyonda, 8 noktasında düşük konsantrasyonda magnezyum bulunmaktadır.



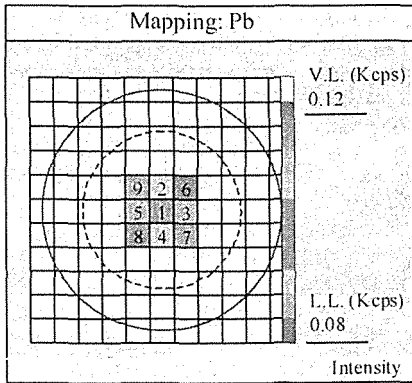
Şekil 3 Mapping Grafikleri



Şekil 1 Mapping Grafikleri



Şekil 4 Mapping Grafikleri



Şekil 2 Mapping Grafikleri

XRF mapping sonucu elde edilen ve element konsantrasyonlarının esas alındığı veriler ile literatür araştırmaları birleştirildiğinde, klorürün öncelikle sodyum ile suda çözünen klorür bileşiği, kurşun ile suda çözünmeyen klorür bileşiği yapılabileceği değerlendirilmesi yapılabilir

XRF cihazı mapping mentüsünde, orijinal numunede çalışılarak analiz yapılmaktadır. Numunenin orijinal haliyle kalitatif, kantitatif analizinin yapılması, bir elementin başka elementlerle bağ yapma olasılığının incelenmesi ve elementlerin dağılımına bakılarak cevher yapısı hakkında yaklaşım yapılması mümkün olmaktadır.

Bu analiz tekniği, numune kimyasal analize tabi tutulmadan önce numunenin kimyasal bileşimi ve yapısı hakkında ön fikir vermektedir. Bu şekilde bir ölçüde XRD cihazı görevi yapmaktadır. Yöntem basit, hızlı ve yüksek hassasiyette değerler verebilmektedir.

SONUÇ

%B₂O₃ volumetrik, %SiO₂ gravimetrik, %CaO, %MgO, %Fe₂O₃, %Na₂O, %SrO, %Al₂O₃ Alevli Atomik Absorpsiyon cihazında spektroskopik olarak analizleri yapılmıştır. Volumetrik, gravimetrik ve Spektroskopik metotlarla yapılan analizler X Işını Floresans Spektroskopik metot sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda volumetrik, gravimetrik ve enstrümantal analizler ile bulunan sonuçlar birbirini doğrulamış ve tekrarlanabilir neticeler vermiştir.

XRF in uygulama alanları çok sayıda numunenin hızlı ve doğru olarak tekrarlanabilir analizlerini yapma imkanı sağlaması nedeniyle hızla artmaktadır. XRF yöntemi, ayarları, kalibrasyonu ve hesaplamaları tümüyle bilgisayar programları ile yapılan geliştirilmiş cihazlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. XRF cihazında numune uniform duruma yani toz veya cam haline getirilerek ya da orjinal haliyle kalitatif, kantitatif analizinin ve

elementel dağılımının değerlendirilmesinin yapılması mümkündür.

XRF spektroskopik yöntemi, kısa sürede çok fazla numunenin izlenmesini gerektiren cevher zenginleştirme operasyonlarında önemli bir avantajdır.

REFERANSLAR

- Köklü, M., Neslioğlu, V., Uçar, I. Ekim 1993. *Bor ve Bor Ürünlerinde Kimyasal Analizler* Eti Holding A.Ş. Bor Araştırma Merkezi 'Sayı 9'.
- A. Kılıç Şubat 1982. *Analitik Kimya Laboratuvar Kitabı* Etibank AR-GE Dai. Bşk. TS 1317 (ISO 2216)
- Gau Gabriela et al. 1995. *X-Ray Fluorescence Application To Boron Mineral Processing, 5th Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology.*
- Shimadzu Corporation 1997. *Instruction Manual XRF-1700.*
- Bertin, E.P., 1978. *Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis.* New York.

Minerolojik Yapının Cevher Zenginleştirme İşlemine Etkisi: Mastra ve Kaletaş (Gümüşhane) Altın Cevherleri Üzerine Örnek Çalışma

İ. Alp & O. Celep

Maden Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

N. Tüysüz, M. Vıçıl & A. Lermi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada Mastra ve Kaletaş (Gümüşhane) altın cevherlerinin ilk olarak minerolojik yapıları incelenerek bu cevherlerin zenginleştirme özellikleri araştırılmıştır. İkinci aşamada ise cevherlerin siyanür liç deneyleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Kaletaş cevherinde kuvars ve kalsitin yanında realgar, orpiment, organik karbon ve pirit bulunmaktadır. Altın silisli ortamda yaklaşık 3-9 mikron boyutunda elektрум olarak gözlenmiştir. İncelenen örnekteki altın tenörü 6,8 g/t'dur. Mastra cevherinde altın tanelerinin boyutları genellikle 5-300 mikron arasında olup Au tenörü 26 gr/ton'dur. Altın cevher mineralleri içinde kapanımlar halinde ve kuvars gangü içerisinde düzensiz şekilli taneler halinde bulunmaktadır. Yirmidört saatlik siyanür liçi sonrasında Mastra ve Kaletaş cevherleri için sırasıyla %90 ve %50 altın kazanımı elde edilmiştir. Kaletaş cevherinde altın kazanımının düşük olması, altın tanelerinin çok küçük boyutlarda bulunması ve cevherde organik karbon bulunmasından kaynaklanmaktadır. Kaletaş cevherinde liç verimini arttırmak ve her iki cevherde siyanür sarfiyatını azaltmak için kavurma gibi ön oksidasyon işlemleriyle sülfürlü minerallerin bozundurulması gerekir. Mastra cevherinde altın tane boyutlarının büyük ve bunların kuvars gangü içinde bulunmaları bu cevherin öğütme sonrasında gravite ile ön zenginleştirme yapılabileceğini göstermektedir.

ABSTRACT: In this study, Mastra and Kaletaş gold ores were minerologically investigated under an ore microscope in order to determine their ore processing characteristics. The ores were then leached with cyanide and the results were compared to one another. Kaletaş ore is mainly composed of quartz, calcite, realgar, orpiment, organic carbon and pyrite. Gold at Kaletaş occurs in the form of electrum at 3-9 microns in size in a quartz gangue. Gold grade of the Kaletaş sample is 6,8 g/t. On the other hand, gold in the Mastra is observed both in a quartz gangue as irregular particles and in ore minerals as inclusions. The sample taken from Mastra contains 26 g/t Au and gold grains range in size from 5 to 300 microns. After a 24-hour cyanide leaching, the gold recovery rates of Mastra and Kaletaş ores were found to be %90 and %50, respectively. The lower Au recovery rate in Kaletaş is attributed to occurrence of gold as finer grains and the presence of organic C. In order to increase Au recovery rate in Kaletaş and decrease the cyanide consumption in both ores sulphur-bearing minerals could be decomposed by pre-oxidation methods such as roasting, bacterial leaching etc. In addition Mastra ore can be pre-concentrated by a gravity method after grinding since it contains relatively coarser gold grains within a quartz gangue.

1 GİRİŞ

Türkiye'nin bilinen ve envanteri yapılmış toplam altın rezervi 575 tondur. Arama çalışmaları süren yataklar ve bilinen zuhurlar Ege ve Doğu Karadeniz bölgelerinde belirgin biçimde yoğunlaşmaktadır. İşletilebilirliği söz konusu olan yatakların toplam altın rezervi 240 tondur. Günümüzde işletilmesi için hazırlıklar sürdürülen altın yataklarının rezervi ise 215 tondur. Bergama-Ovacık, Havran-Küçükdere, Gümüşhane-Mastra, Sivrihisar-Kaymaz ve Uşak-Eşme epitermal tipte yataklardır. Yine işletilmesi planlanan yataklar arasında Artvin-Cerattepe masif

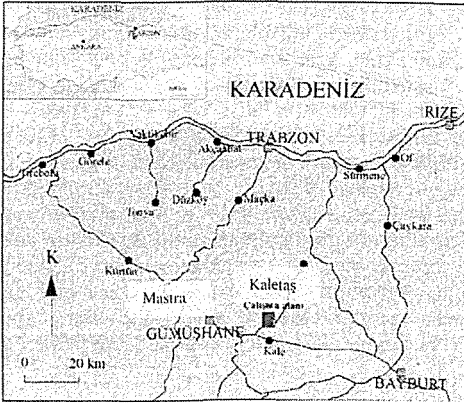
sülfür yatağının oksitlenmiş demir şapkasıdır. İzmir-Efemçukuru ise skarn tipi yataktır (DPT,2001).

Tablo 1. İşletilebilir altın yataklarının rezervi (DPT, 2001)

Yatak	Au (gr/t)	Rezerv (ton)	Metal Au(ton)
Uşak-Eşme-Kışladağ	1.43	74.000.000	105.80
İzmir-Bergama-Ovacık	9.00	2.980.000	26.82
İzmir-Seferihisar-Efemçukuru	12.65	2.500.000	31.62
Eskişehir-Sivrihisar-Kaymaz	6.04	974.000	5.88
Artvin-Cerattepe -Toplam	1.24	12.100.000	37.48
Bahçesir-Havran-Küçükdere	6.43	1.410.000	9.07
Gümüşhane-Mescitli-Mastra	12.00	1.000.000	12.00
Çanakkale-Kirazlı-Akbaba	1.25	8.000.000	10.00
Toplam		102.964.000	240.00

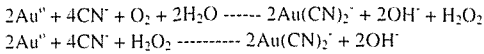
Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki altın yatakları benzer bir jeolojik yerleşim gösterirler. Mineral parajenezi yataklar arasında bazı farklılıklar gösterir.

Bütün yataklarda bulunan bazı metal sülfütlere ilave olarak, Mastra, Olucak ve Cerattepe'de nabit altın ve elektрум; Akoluk ve Sayaca'da ise orpiment, realgar, zinober ve zinkenit de yer alır. Gang mineralleri Cerattepe'de kuvars, kalsedon, serizit ve barit; Mastra ve Olucak'da kuvars, adulariya, barit ve karbonatlar; Akoluk ve Sayaca'da ise kuvars, fluorit, serisit, illit ve baritten oluşur. Diğerlerinden kökensele olarak ayrılan Kaletaş parajenezi: pirit, orpiment, realgar, altın, alümit, natrojarosit ve illitten oluşur (Tüysüz & diğ., 1995).



Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.

Siyanür liçi, cevherlerden altın ve gümüş kazanımı için kullanılan yaygın bir prosedir. Siyanür solüsyonundaki altının çözünmesi aşağıdaki reaksiyonlar ile gerçekleşir (Rubisov & diğ., 1996):



Normal şartlarda NaCN yada KCN solüsyonu (1.5gr/lit) çok düşük konsantrasyonlarda bile ince saçınımlı altın tanelerini (<1-2 mikron) çözebilmektedir. Altın çözümlenme çeşitli prosesler ile elde edilmektedir (Merrill-Crowe, CIL,CIP).

Genellikle altın cevherleri "serbest taneli", "kompleks" ve "refrakter" olmak üzere sınıflandırılmaktadırlar. Serbest taneli cevherlerden (%80'i <80mikron) 20-30 saatlik geleneksel siyanür liçiyile %90'lık bir altın kazanımı elde edilebilmektedir. Siyanürle ekonomik şekilde kazanılamayan cevherlere "refrakter" cevher denmektedir. Daha yüksek siyanür ve oksijen ilavesiyle ekonomik olarak kazanılabilen cevherlere ise "kompleks"cevherler denir (La Broy & diğ., 1994). Pratikte, aşağıdaki durumlarda refrakter cevher kavramı ortaya çıkar (Gupta & diğ., 2000):

- Altın çok ince taneler (<10mikron) şeklinde dağılmış yada çoğunlukla pirit, arsenopritle sülfür matrisi içinde katı solüsyon şeklinde bulunur.

- Altın tellüridlerle ilişkilidir.
- Altın karbonatlı cevherlerle ilişkilidir.
- Altın, çoğunlukla kuvars yada mangan oksitlerle kompleks oluşturacak şekilde çok ince taneli olarak dağılmaktadır.

Tabiatta çok az altın minerali olduğu için altının mineralojisi basittir. Esas altın içeren mineral "nabit altın" olarak isimlendirilir. Altın için yapılan mineralojik araştırmalar oldukça kompleksdir. Bu: metal değerinin yüksek olması ve düşük tenörde bulunmasından kaynaklanır (Petruk, 1989).

Altın cevherlerinin gravite ve siyanür proseslerine vereceği cevabı belirlemek için yapılan testlerde çok az mineralojik bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer altın iri taneler şeklinde oluşmuş siyanür solüsyonuyla yüksek kazanımlar elde edilebilir ve mineralojik inceleme nadiren gerçekleştirilir. Eğer altın kazanımı düşükse (<%80), detaylı bir mineralojik inceleme yapmak gerekir (Rashan, 1990).

Mineralojik araştırma ile bir altın cevherinin siyanürleme işleminde nasıl davranacağı önceden belirlenebildiği gibi sonuçların olumsuz olması durumunda da bunun sebepleri ve çözümü de bulunabilir. Sonuçlar olumlu bile olsa daha ekonomik ve daha çevre dostu bir yöntem olan gravite ayırmasının bir alternatif olup olmayacağına karar vermede bir fikir verebilir.

2 MATERYAL VE YÖNTEM

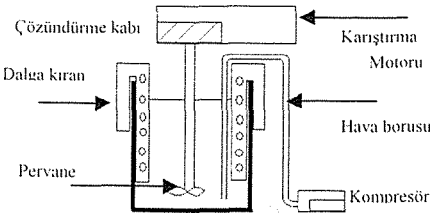
Deneylerde kullanılan numuneler, Mastra (Gümüşhane) altın yatağının hazırlık galerisinden ve Kaletaş (Gümüşhane) altın yatağının silisli damar zonundan yaklaşık 150'şer kg olarak alınmıştır. Mineralojik inceleme için numuneler ayırdıktan sonra tüm örnekler çeneli ve merdaneli kırıcı ile 4mm boyut altına kırılmıştır. Harmanlama ve bölme ile deneylerde kullanılmak üzere numuneler paketlenmiştir. Deneylerde öğütme çubuklu değirmende gerçekleştirilmiştir. Öğütme işlemleri: 1 kg örnek %30 bilya şarjı ile 51 dev/dk dönme hızında gerçekleştirilmiştir. 40 dk öğütme sonunda Kaletaş örneğinin % 87.66'ı -75µ olacak şekilde ve Mastra örneği ise % 81.06'sı -75µ olacak şekilde öğütülmüştür (Tablo 2). Komple kimyasal analiz ve XRD analizi için örnekler ayrılmıştır.

Tablo 2. 40 dk öğütme sonrası tane boyut dağılımı

Boyut (mikron)	Miktar (%)		Σ Elek altı %	
	Mastra	Kaletaş	Mastra	Kaletaş
+ 150	0.69	0.69	---	---
-150+ 106	5.33	3.07	99.32	99.31
-106+ 75	12.50	8.58	93.98	96.24
- 75+ 53	15.50	10.04	81.08	87.66
- 53 + 45	4.55	3.55	65.58	77.62
- 45 + 38	7.10	4.43	61.03	74.07
- 38	53.90	69.61	53.93	69.66
Toplam	100.00	100.00	----	---

Minerolojik araştırmalar için seçilen parçalardan ince kesit ve parlak kesitler hazırlanmıştır. Bu kesitler optik mikroskop ve cevher mikroskobu ile detaylı olarak incelenmiştir. alışmalar yağlı ortamda Leitz Wetzlar 1432 mikroskop altında gerçekleştirilmiştir.

Liç testleri farklı öğütme süreleri sonrasında siyanürle yapılmıştır. Farklı öğütme süreleri sonunda öğütülen malzemenin 75 mikron altına geçen miktar elek analizleri ile belirlenmiştir. Deneyler DENVER D-12 boyutundaki laboratuvar tipi bir karıştırıcıda 1100 dev/dk karıştırma hızında 24 saatlik süreler için gerçekleştirilmiştir (şekil 2). Çözelti pH'sı sodyum hidroksit (NaOH) kullanılarak 10-10.5 aralığında tutulmuş. NaCN konsantrasyonu 1.5 gr/lt olarak ayarlanmıştır. 1, 3, 7, 11, 15 ve 24.saatlerde sıvıdan NaCN tayin yapılarak azalan miktar tamamlanmıştır.



şekil 2. Karıştırmalı liç deney düzeneği

Deney sonunda katı ve sıvıdan Au analizleri yapılmıştır. Liç kinetiğini takip etmek için ayrı bir deneyde belli süre aralıklarında (1, 2, 4, 8, 16 ve 24. saat) sıvı örnekler alınarak NaCN ve Au analizleri yapılmıştır. Kaletaş cevheri için 500°C'de kavurma sonrası liç deneyi de yapılmıştır.

Örneklerin komple kimyasal analizleri Acme Analytical Laboratories laboratuvarında ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy) ve NAA (Neutron Activation Analysis) yöntemleriyle yapılmıştır (Tablo 3).

Katı malzemeden Au analizleri kral suyu ile çözeltiye alındıktan sonra MIBK fazına yüklenerek AAS (Atomik Adsorbsiyon Spektrofotometre) ile analiz edilmiştir. Çözeltiden Au analizi de HCl ile asitlendirme sonrası MIBK fazına yükleme sonrasında AAS ile analiz edilmiştir. CN miktarı Rodanın indikatörü altında AgNO₃ titrasyonu ile yapılmıştır (Van Loon, 1989. Varma, 1988).

Örneğin XRD minerolojik analizi Rikagu D/max-IIIC marka X-Ray difraktometre ile yapılmıştır. Kaletaş cevher örneğinin XRD difraktogram incelemesi, örneğin bol miktarda kuvars ve kalsitten oluştuğunu, az miktarlarda orpiment ve piritin bulunduğunu göstermektedir. Mastra cevherinde ise cevherin büyük bir kısmı kuvarstan oluşmakta ve bol miktarda pirit bulunmaktadır.

3 DENEYSSEL SONUÇLAR VE TARTIşMA

3.1 Kimyasal Analiz

Analizler incelendiğinde iki cevher arasında belirgin farklılıklar vardır. Mastra cevherinin daha fazla silisli olduğu. Au ve baz metallerce daha zengin olduğu buna karşılık Kaletaş cevherinin önemli miktarda karbonat mineralleri ve organik C içerdiği; Sb ve As bakımından daha zengindir.

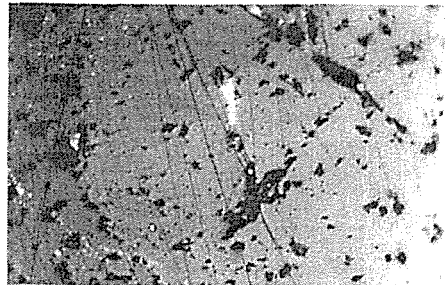
Tablo 3. Örneklerin kimyasal bileşik ve element içerikleri

Bileşik	İçerik(%)		Elem.	İçerik(ppm)	
	Kaletaş	Mastra		Kaletaş	Mastra
SiO ₂	54.89	86.12	Au	6.8	26.0
Al ₂ O ₃	4.88	3.36	Ag	1.2	8.6
Fe ₂ O ₃	2.38	5.47	Mo	7.0	23.0
CaO	17.86	0.33	Cu	281.0	3519.0
MgO	0.30	0.01	Pb	359.0	3799.0
Na ₂ O	0.09	0.02	Zn	242.0	2639.0
K ₂ O	0.14	0.16	Ni	46.0	199.0
TiO ₂	0.09	0.10	As	50100.0	824.0
P ₂ O ₅	0.52	0.04	Cd	2.1	21.6
MnO	0.03	0.01	Sb	101.9	11.8
Cr ₂ O ₃	0.02	0.07	Ga	3.3	9.0
LOI	16.30	3.40	U	6.6	1.0
Top. S	0.25	4.32	V	42.0	54.0
Top. C	3.75	0.06	Co	16.1	14.3
Org. C	0.18	-	Sr	223.7	34.4
Toplam	97.52	99.27	Zr	17.9	18.5

3.2 Minerolojik İncelemeler

Mastra altın yatağı Eosen yaşlı volkanitler içinde yer alır. Cevher minerali olarak baz metal sülfürlere ilaveten nabit altın ve elektrüm gang mineralleri olarak kuvars, barit ve karbonatlar bulunmaktadır.

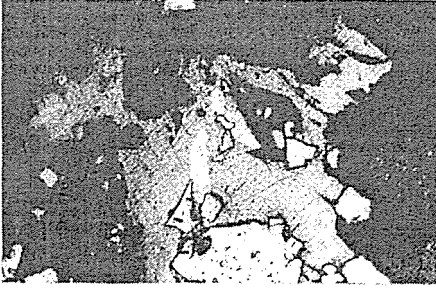
Örneklerin incelemesi sonucunda cevher minerali olarak altın pirit, kalkopirit, galen ve sfalerit ve gang minerali olarak da kuvars tespit edilmiştir (şekil 3). Sülfür mineralleri genelde birlikte bulunmakta ve katalistik dokular oluşturmaktadırlar (şekil 3.b,d,f).



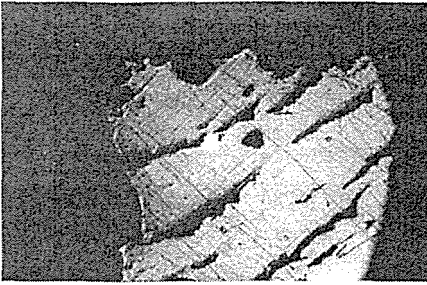
şekil 3. a. Sfalerit içerisinde altın kapanımı(20µm)

Piritler: çoğunlukla çok farklı boyut aralığında öz şekilsiz saçınımlı taneler zaman zaman yarı özşekilli taneler şeklinde görülmektedir. Yer yer kırıklı bir yapıda olup konsantrik dokular göstermektedir. Kalkopirit içinde kapanım halinde bulunmaktadır.

Sfalerit taneleri genelde içerisinde kalkopirit kapanımları bulundurmaktadır. Kalkopirite iri boyutlu altın kapanımları eşlik etmektedir (Şekil 3.a).



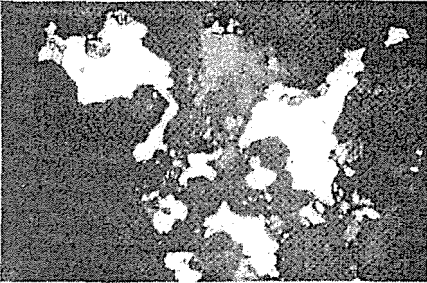
Şekil 3. b. Galen içinde 80 µm'lik altın taneleri



Şekil 3. c. Galen içerisinde küre şekilli altın tanesi

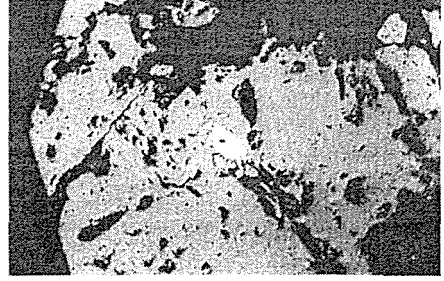


Şekil 3. d. Kalkopirit ve piritte birlikte bulunan kuvars içinde 231µm boyutunda altın taneleri



Şekil 3. e. Kuvars içinde 200 µm'luk altın taneleri

Altın taneleri 0-300 mikron arası boyut aralığında bütün cevher mineralleri ile birlikte ve bazen onların içerisinde kapanımlar halinde bulunmaktadır (Şekil 3.a.b.c.d.e.f). Altın genelde nabit olarak nadiren electrum olarak bulunmaktadır. Kuvars içinde bütün boyutlarda nabit altın taneleri bulunmaktadır (Şekil 3.e). Altın tanelerinin ortalama boyutu 30 µm'dur.

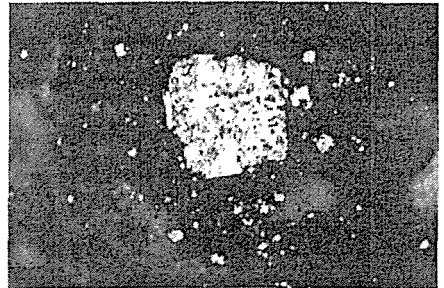


Şekil 3. f. Kalkopirit içerisinde piritte birlikte kapanım halinde bulunan altın tanesi (70 µm)

Kaletaş altın sahasında 3.31 gr/ton Au tenörlü 116.000 ton görünür, 3.37 gr/ton Au tenörlü 246.000 muhtemel olmak üzere 362.000 ton (damar-ağsal) toplam rezervi bulunmaktadır. Mümkün rezerv 3.27 gr/ton Au tenörlü 400.000 tondur.

Kaletaş altın cevherleşmesi, oldukça yumuşak, kırıklı, çatlaklı, kolaylıkla eriyebilen karbonatlı kayaç parçaları ve organik madde içeren tüfitler içerisinde, fay ve kırık zonları gibi süreksizlikler boyunca uzanan silis mercerlerinde yer alır. Başlıca orpiment, realgar, nabit kükürt ve pirit içeren bu mercerlerin altın içeriği 0.05-23.5 gr/ton arasında değişmektedir (Tüysüz & diğ., 1994).

Örneklerin incelemesi sonucunda cevher minerali olarak altın (çok ince taneli), pirit, realgar, orpiment, markasit ve nabit kükürt, gang minerali olarak da kuvars tespit edilmiştir (Şekil 4. a, b, c). Piritler; çoğunlukla 3-75 mikron boyutunda öz şekilsiz saçınımlı taneler halinde, az oranda da 200 mikron boyutunda yarı özşekilli taneler şeklinde görülmektedir. Yer yer kırıklı bir yapıda olup konsantrik dokular göstermektedir (Şekil 4.a).



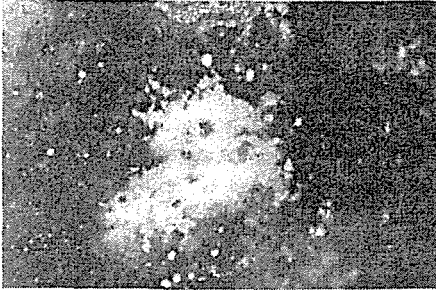
Şekil 4. a. Yarı özşekilli piritler (140-2µm)

Kayaçın çatlak ve boşluklarına yerleşmiş olan orpiment genelde ve büyük çoğunlukla realgarla birlikte ve onu ornatır durumda bulunmaktadır. Yer yer kolloform yapı göstermektedir (Şekil 4.c).

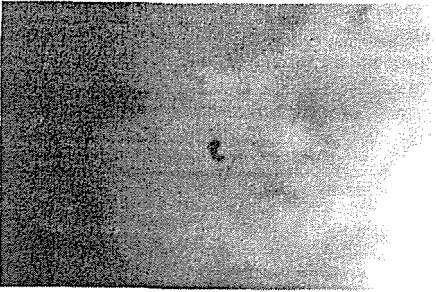
Orpimentten sonra en sık rastlanan cevher minerali realgardır. Boşluklarda orpimentle birlikte boşluk dolgusu olarak bulunmaktadır. Yer yer orpiment tarafından ornatılmıştır (Şekil 5.b).



Şekil 4. b. Kuvars matrisi içinde Realgar kristali



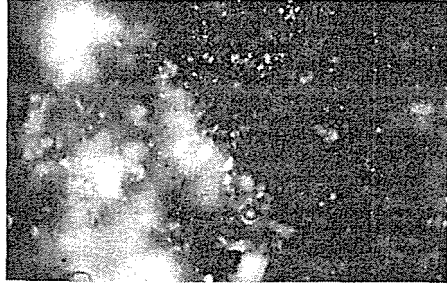
Şekil 4. c. Kuvars matrisi içinde Orpiment kristali



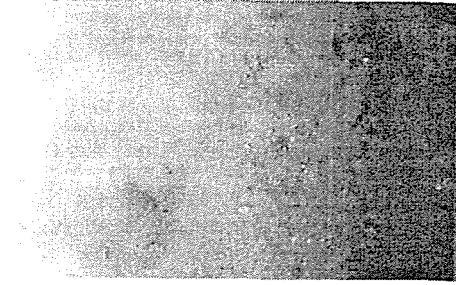
Şekil 4. d. Kuvars gangi içinde siyah renkli organik malzeme (35 μm)

Kayaç içerisinde yer yer koloidal formlarda ve çeşitli boyutlarda organik materyal olduğu düşünülen taneler bulunmaktadır (Şekil 4.d).

Altın taneleri çok fazla görülememektedir. Bulunan taneler de oldukça küçük boyutlu ve çoğunlukla elektrik şeklindedir (Şekil 4.e.f).



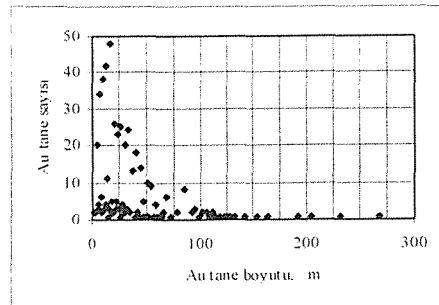
Şekil 4. e. Silisli ortam içinde altın tanesi (20 μm)



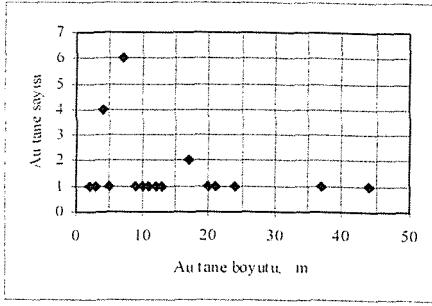
Şekil 4. f. Silisli ortam içinde elektrik altın tanesi (7 μm)

Minerolojik inceleme sırasında gözlemlenen altın tanelerinin boyutları ve sayıları iki cevherin karşılaştırılması için bir parametre olabilir. Mastra cevherinde bulunan altın taneleri Kaletaş cevheri ile karşılaştırıldığında daha iri boyutlarda ve daha fazla sayıda bulunmaktadır (Şekil 5.6).

Minerolojik incelemeler sırasında gözlemlenen altın tanelerinin ortalama tane boyutu Mastra cevheri için 30 mikron olarak bulunmuştur. Kaletaş için ortalama altın tane boyutu 12 mikron değerindedir. Bu değerler sadece incelenen kesitleri temsil etmesine rağmen diğer sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Kesitler üzerinde görülen tanelerin ölçülen boyutları eğer iyi örnekleme ve doğru kesit hazırlama gerçekleştiriliyor ise malzeme içinde bulunan altın tanelerinin boyutları hakkında doğru veriler verebilecektir.



Şekil 5. Mastra cevherinde altın tanelerinin boyutları ve sayısı

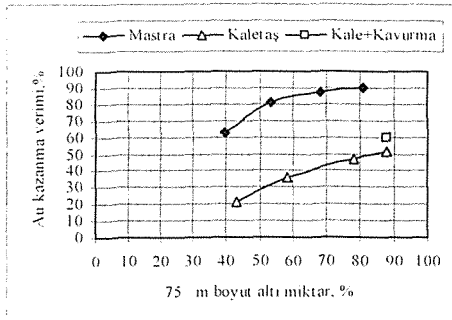


Şekil 6. Kaletaş cevheri altın tanelerinin boyutları ve sayısı

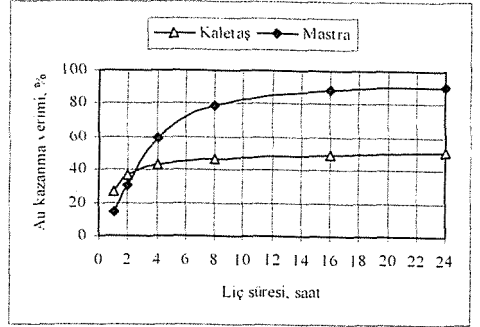
3.3 NaCN Liç Test Sonuçları

Cevher örnekleri ile yapılan siyanürleme testlerinin sonuçları Şekil 7'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi 75 m altına geçen malzeme miktarı artışı ile mastra cevherinin altın kazanımı artmaktadır. Mastra cevherinin %80'i 75 mikron altına öğütüldüğü durumda %90'ın üzerinde altın kazanımına ulaşılmaktadır. Kaletaş cevherinde ise aynı boyuta öğütme sonrasında ancak %50'lik bir altın kazanımına ulaşılabilmektedir. Bu durum mineralojik incelemede elde edilen sonuçlarla paraleldir. Yani altın tanelerinin çok küçük olması altın kazanımını düşürmektedir.

Mastra cevherinde ilk 8 saat içinde altının %80'i çözültüye alınmakta, diğer 16 saat içinde %90 verim değerlerinin üzerine çıkılmaktadır. Kaletaş cevherinde ise ilk 2 saat içinde daha yüksek altın kazanımı elde edilmesine rağmen 8. saatte %46 altın kazanım verimi ve 24. saatte %51 altın kazanım gerçekleşmektedir. Kaletaş cevherinde bulunan altın tanelerinin çok küçük olması; ilk zamanlarda yüzey alanının yüksek olması nedeniyle çözünmenin hızlı gerçekleşmesine neden olmaktadır. Tane boyutunun küçük olması ve serbest yüzeyi oluşturulamayan altın tanelerinin varlığı nedeniyle son altın kazanımını düşük olmuştur (Şekil 8).



Şekil 7. Mastra ve kaletaş cevherinin öğütme tane boyutu ile altın kazanım miktarının değişimi



Şekil 8. Altın kazanımının zamana göre değişimi

NaCN çözündürme deney sonuçları göz önüne alındığında Mastra cevherinin "free milling" bir altın cevheri olduğu söylenebilir. Kaletaş cevheri ise kimyasal ve mineralojik inceleme sonuçlarından da beklendiği gibi siyanür çözündürmesi sonuçlarına göre "refrakter" tipte bir altın cevheri olarak adlandırılabilir. Elde edilen bu sonuçlara göre her iki cevher için farklı zenginleştirme prosedürleri son bölümde tartışılmaktadır.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Gümüşhane civarında bulunan iki farklı cevher yatağı üzerine yapılan analiz, mineralojik inceleme ve siyanürle çözündürme sonucunda elde edilen sonuçlara göre şu değerlendirmeler yapılabilir:

- ✓ Kimyasal analiz sonuçlarına göre; Mastra cevherinin daha yüksek altın tenörüne sahip olması ve daha yüksek oranlarda kuvarstan oluşması altın kazanımının kolay olmasını gerektirmektedir. Ancak baz metal sülfürlerinin daha fazla oranda bulunmaları altın tanelerinin kapanım halde bulunması durumunda kazanımın azalmasına ve siyanürle işlemede daha fazla siyanür sarfiyatına sebep olabilmektedir. Kaletaş cevherinde ise daha fazla organik karbon ve arsenik içeriği ile altın kazanımının daha zor olması ve siyanür sarfiyatının yüksek olmasını gerektirmektedir.
- ✓ Mineralojik inceleme sonuçlarına göre; Mastra cevherinde altın tanelerinin büyük boyutlarda ve nabit olarak büyük bir oranda kuvars içinde serbest olarak bulunması siyanür liçinin iri tane boyutlarında dahi yüksek verimlerle gerçekleşebileceğini göstermektedir. Bu aynı zamanda Mastra cevherinin ön gravite zenginleştirmesine de olumlu cevap verebilmesini önermektedir. Bu şekilde daha ekonomik ve daha sorunsuz bir kazanım sözkonusu olabilecektir. Kaletaş cevherinde ise altın tanelerinin çok küçük boyutlarda ve elektrik olarak bulunmaları refrakter bir özellik

kazandırmakta ve refrakter cevherlere uygulanan ön işlemlerin (oksitleme veya flotasyon) uygulanması gerekmektedir (Laplante & diğ., 1995).

- ✓ Siyanür ile çözündürme deneyler sonucunda Mastra cevherinden %90, kaletaş cevherinden ise %50 oranında gerçekleşen altın kazanım verimleri ilk iki aşamada çıkartılan sonuçları doğrular niteliktedir. Kimyasal ve minerolojik incelemeler siyanürlene işleminin olası sonuçlarını doğru olarak belirleyebilmiştir.

- ✓ Tüm çalışmalar sonucunda; mastra cevherinin uygun bir gravite ayırıcısı ile ön zenginleştirme uygulanması, kaletaş cevherinde ise refrakter cevherlere uygulanan oksitleme+liç veya flotasyon+liç seçeneklerinin araştırılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

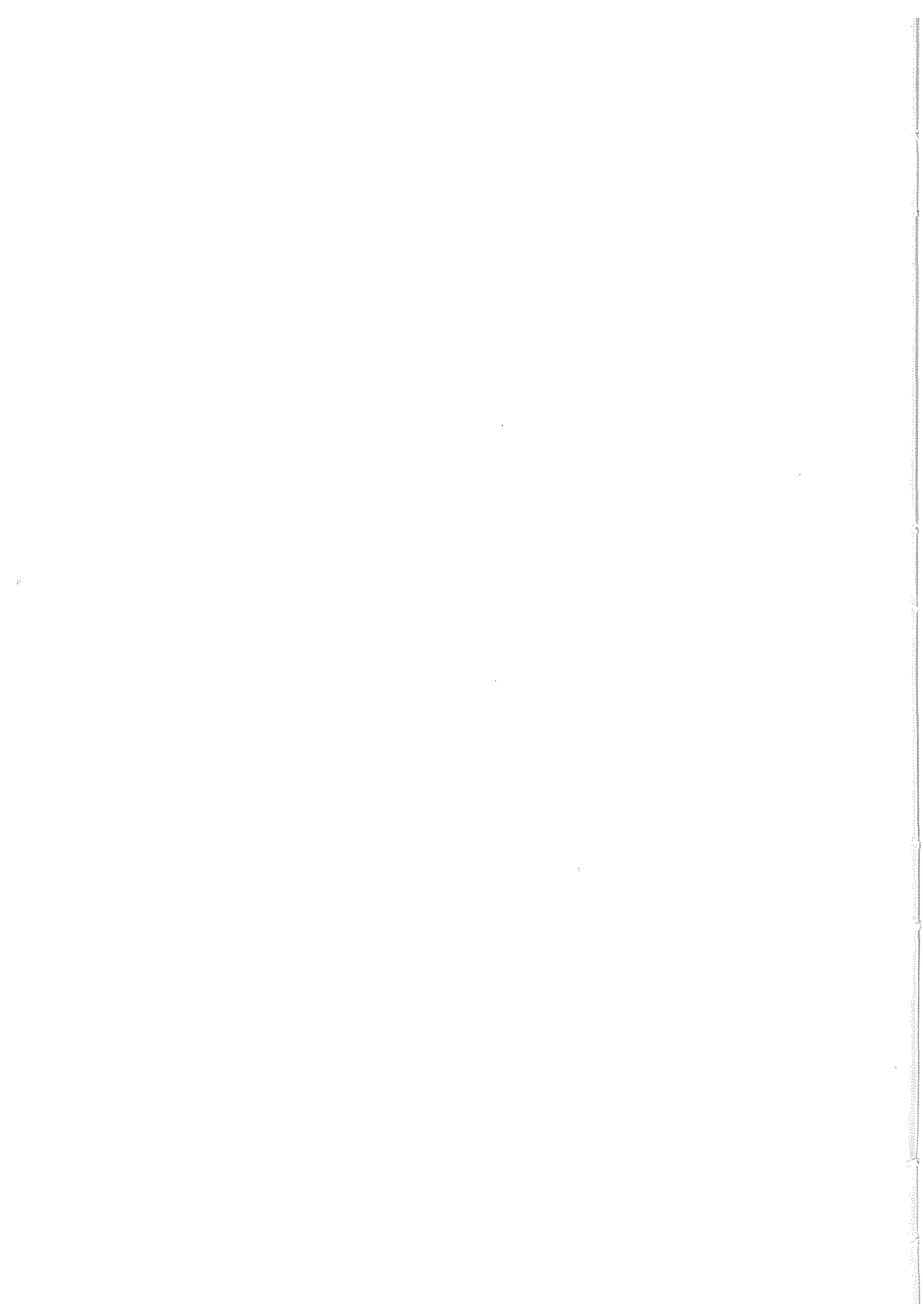
Mastra cevheri ile ön gravite zenginleştirme sonrası yapılacak liç ile ve kaletaş cevherinin çeşitli oksitleme işlemleri ve flotasyon işlemleri sonrasında yapılacak siyanür liçi çalışmaları planlanmış olup çalışmalar devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu araştırmayı finansal olarak desteklediği için Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu Saymanlığı'na teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- DPT. 2001. VIII.Besiyıllık Kalkınma Planı, Madencilik Ö.İ.K. Raporu, Metal Madenler Alt Komisyonu, Değerli Metaller Çalışma Gurubu Raporu, Ankara
- Gupta, C.K., Mukherjee, T.K., 2000. Hydrometallurgy in Extraction Processes, Volume II, Ph.D
- La Brooy, S.R., Linge, H.G., Walker, G.S., 1994. Review of Gold Extraction from Ores, Pergamon
- Laplante, A.R., Woodcock, F., Noaparast, M. 1995. Predicting Gravity Separation Gold Recoveries, *Minerals and Metallurgical Processing J.*, 5, p. 74-79.
- Petruk, W., 1989. Recent Progress in Minerological Investigations Related to Gold Recovery, *CIM Bulletin*, Vol. 32, No. 931, 37-39.
- Roshan, B.B., 1990. Hydrometallurgical Processing of Precious Metal Ores, *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, Vol.6, pp.67-80
- Rubisov, D.H., Papangelakis, V.G., Kondos, P.D., 1996. Fundamental Kinetic Models for Gold Ore Cyanide Leaching, *Canadian Metallurgical Quarterly*, Vol. 35, No.4, 353-361, Elsevier
- Tüysüz, N., Er, M., Yılmaz, Z., Akıncı, S., 1995. Geology, Mineralogy and Alteration of the Mastra Gold-Silver Deposit, *Gümüşhane, J. Of Earth Sciences*, 4, Tübitak, 11-21.
- Tüysüz, N., Özdoğan, K., Er, M., Yılmaz, Z., Ağan, A., 1994. Pontid Adayayı'nda Carlin Tipi Kaletaş (Gümüşhane) Altın Zuhuru, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37, 41-46.
- Van Loon, J.C., Barefoot, R.R., 1989. *Analytical Methods for Geochemical Exploration*, Akademic Press, Toronto.
- Varma, A., 1988. *CRC Handbook of Atomic Absorption Analysis*, Vol. 2, Naval Air Development Center, Pennsylvania.



Taşkömürlerinin Mekanik Kömür Hazırlama Yöntemleri İle Kükürt Oksit Emisyonlarının Azaltılması

R.G.Jung, W.Riegermann & U.Hochheimer

DMT-Montan-Consulting GmbH, Am Technologiepark 1, 45307 Essen, Germany

Sülfürdioksitin dünya çapında artan emisyonunu azaltmanın olasılıklarından biri, kullanılmadan önce yüksek sülfür içerikli kömürün iyileştirilmesidir. Sülfür içeriğinin zenginleştirme yöntemleri ile azaltılması, piritin elimine edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu yolun başarısı ham kömürün içindeki sülfür içeriğinin dağılımına ve seçilen özel zenginleştirme metodlarına bağlıdır. Son yıllarda RAG ve DMT, laboratuvarlarda kapsamlı deneyler gerçekleştirmiş ve bir çok yüksek sülfür içerikli ham kömür kullanılan pilot tesisler kurmuştur. Bizim desteğimiz altında bir başka pilot tesis dizayn edilmiş ve İspanya'daki son derece yüksek sülfürlü linyellerdeki sülfür azaltımı için kullanılmıştır. Tüm test sonuçları bizi Avrupa'da sülfür azaltımı için, bir çok geniş ölçekli hazırlık tesisi inşasına götürmüştür (Almanya, Polonya, İspanya). Polonya'daki üç yeni hazırlık tesisinde ham maddedeki %90'dan daha fazla pirit çıkarılmıştır. Aynı zamanda, bir bütün olarak kömür kalitesi de artmıştır. Bu da kömür yanmakta iken olan karbondioksit emisyonunu azaltmıştır. Sülfürdioksitte aynı azaltmaya ulaşabilmek amacıyla mekanik ayrıştırma için yapılacak yatırım baca gazı arttırma tesisinin %10'u kadardır.

Sülfürlü Bir Cevherin Yüksek Hızlı Su Jetleri İle Flotasyonu

P. Carbini, R. Ciccu, M. Ghiani, C. Tilocca

DIGITA – Department of Geoengineering and Environmental Technologies, Italy

F. Satta

IGAG – Institute of Environmental Geology and Geoengineering of the CNR

Department of Cagliari c/o University of Cagliari, Italy

Kalibrasyonu yapılmış ağızlıktan yüksek hızla püskürtülen su jeti küçük alanda konsantrasyon olan kendine özgü yüksek güç taşıma kapasitesi ile çeşitli alanlarda kullanılabilir. Bu teknoloji kaya mühendisliğinin pek çok alanında (kazi, delik açma, kesme, delme, yüzey parlatma) halen uygulanmakla beraber mineral ayırımında ticari örnekleri bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile, geleneksel karıştırıcıların uygun ağızlık konfigürasyonu içinden geçirilerek elde edilen yüksek hızlı su jeti ile yer değiştirdiği bir flotasyon hücresinin tasarım ve geliştirilmesinde izlenen yeni bir yaklaşımın altı çizilmektedir. Burada, Cagliari Üniversitesi DIGITA Bölümü'nde kurulan prototipin özellikleri gösterilmiş ve bu teknoloji kullanılarak sülfür cevherine uygulanan flotasyon neticesinde elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Çalışmada öncelikle, su basıncı, ve akış hızı, toplayıcı ve köpürtücü miktarları ve kalma zamanı gibi çeşitli operasyon değişkenlerinin metalurjik sonuçları gösterilmiş ve geleneksel karıştırıcı ile donatılmış benzer bir flotasyon hücresi ile karşılaştırılarak tartışılmıştır. Deneysel bulgular, su jeti kullanılan hücredeki özgül enerji tüketiminin geleneksel yöntemle karıştırılan hücredekinden önemli ölçüde düşük olduğunu göstermiştir.

Fosfat Minerallerinin Flotasyonu için Yeni bir Kollektör

R.Asmatulu

Feorc 106 Plantation Road, Blaksburg, VA 24061-USA

İnce fosfat parçalarının flotasyonu, cevher hazırlama tesislerindeki ince parçaları zenginleştirme işlemlerinden en zor olanlarındandır. En temel zorluklardan birisi flotasyon devresinde geri kazanılmış suyun kullanılmasıdır. Bu su yüksek dozda askıda kalmış partiküller ve zararlı iyonlar içermektedir. Bu yüzden halen kullanılmakta olan flotasyon reaktifleri (ör. yağ asidi ve dize) ince fosfat parçaları için istenilen tenor ve verimi sağlayamamaktadır. Bu araştırmada yeni bir kollektör geliştirilmiş ve fosfat parçalarının tenörlerinin ve verimlerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Deney sonuçları göstermiştir ki en az 10% verim ve daha yüksek tenor fosfat numunelerinde kazanılmıştır. Sonuç olarak, günümüzde bu yeni kollektör ile fosfat tesisleri daha fazla yarar sağlayacaktır.

Rio Tinto Borax'ın Madencilik Çalışmalarında Sürdürülebilir Kalkınma Üzerine Girişimi

T.S. Griffin

U.S. Borax Inc., Valencia, California, USA

Sürdürülebilir kalkınma "Şimdinin gereksinimlerine, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden cevap veren gelişme" olarak tanımlanmaktadır.

1998'in sonlarına doğru Rio Tinto, maden, metal ve mineral endüstrisinin küresel ihtiyaçlara ve zorluklara hitap etmesini sağlamak. Küresel Madencilik Teşebbüsünü geliştirmek amacıyla, dünyanın en büyük maden şirketlerinden birkaçı ile birleşmiştir. Sürdürülebilir kalkınma, maden endüstrisinin karşılaştığı çeşitli zorluklara cevap veren tutarlı bir yapı sağlamaktadır.

2000 yılının başlarında Rio Tinto Borax, Rio Tinto içerisinde sürdürülebilir kalkınma kavramını geliştirmek ve analiz etmek üzere pilot proje olarak seçilmiştir. Bunun sonucunda Rio Tinto Borax, firma çalışmalarının ve ürünlerinin sürdürülebilir kalkınmanın üç direğine-ekonomik, çevresel ve toplumsal- katkıda bulunmasını sağlayacak bir misyonla önemli bir projeye başlamıştır. Dünya çapında bir takım, proje misyonunu desteklemek amacıyla 5 ana amaç geliştirmiş ve her bir amaç daha sonra gösterge, ölçüt ve hedeflerle doğrulanmıştır. Takımların izlediği yöntemleri açıklamak için her bir amaçla ilgili örnekler alınacaktır.

2002 yılı boyunca geliştirilen, sürdürülebilir kalkınma amaçları, kullanılan metodoloji ve gösterge örnekleri, ölçütler ve hedefler sunulacaktır. 2002 yılının ortalarında takım, sürdürülebilir kalkınmayı Borax'ın karar verme süreçleriyle bütünlemek için stratejiler geliştirmiştir. Bu stratejiler şu anda uygulanmakta olup, 2003 yılında bütünüyle tamamlanması beklenmektedir.

Bu çalışma, Sürdürülebilir Kalkınma'da çevresel etkileri minimuma indirirken, cevher kaynaklarının kullanımı ve cevher hazırlama randımanlarını çevreleyen operasyon hedefleri üzerinde odaklanacaktır. Rio Tinto Borax'ın küresel çalışmalarının yanısıra, Kaliforniya Boron'daki dünya sınıfı madeni ve işletme kuruluşundan da örnekler verilecektir.

Alkalinitenin Kuvars Flotasyonuna Olan Etkisi

A. Sayılğan & A.İ. Arol

Maden Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Alkalinite suyun kuvvetli bir asidi nötrleme kapasitesidir. Doğal sularda, bu kapasite HCO_3^- , CO_3^{2-} ve OH^- bazları ile birlikte silikatlar, boratlar, fosfatlar ve organik bazlar gibi doğal sularda az miktarlarda bulunan türlere bağlıdır. Alkalinite büyük çoğunlukla suyun içerisindeki toplam karbonat miktarı ile değişir. Flotasyonun su kimyasına da bağlı bir işlem olması sebebiyle, su kimyasındaki değişimler flotasyon işlemi etkilemektedir. Bu sebeple, alkalinite flotasyon işleminde dikkat edilmesi gereken bir husus olabilir. NaHCO_3 konsantrasyonu olarak ifade edilen alkalinitenin kuvars flotasyonuna olan etkisi amin türü bir kollektör ve Na-oleat ile Ca^{2+} iyonlarının varlığında alkali pH değerlerinde çalışılmıştır. Sonuç olarak, suyun içerisindeki NaHCO_3 konsantrasyonu arttıkça ya da bir başka deyişle suyun alkalinitesi arttıkça, kuvars'ın yüzebilirliği her iki kollektör (amin ve Na-oleat) kullanıldığında da azalmaktadır.

Afşin/Elbistan ve Sorgun/Yozgat Linyitlerinin Bağlayıcı Eklenmeden Briketlenmesi

M. Yıldırım

Maden Mühendisliği Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye

Bu çalışmada, Afşin/Elbistan ve Sorgun/Yozgat'tan alınan linyit örneklerinin temizleme ve briketleme deneylerinin sonuçları sunulmuştur. Çalışmanın ana amacı, linyit örneklerinin hümik asit içeriğinin briketleme işlemindeki bağlayıcı etkisini belirlemektir. Sallantılı masa ve flotasyon yöntemleri kullanılarak Afşin/Elbistan ve Sorgun/Yozgat linyitlerindeki kül içeriği sırasıyla % 29.8 ve % 14.8'e düşürülmüştür. Temizleme işleminden sonra, örnekler atmosferik şartlarda kurutulmuş, daha sonra 90°C'deki fırında 48-192 saat süreyle okside edilmiştir. Okside olan numuneler, kömür tanelerinin agglomere olmasını sağlayan amonyum hümat açığa çıkarmak için yine 90°C'de, 2L'lik laboratuvar reaktöründe 1 saat süreyle amonyum hidroksit (NH₄OH) ile reaksiyona sokulmuştur. Ham briketler 135'den 175°C'ye kadar 1 saat ısıtılmıştır. Briketleme basıncı 460-1565 kg/cm² arasında değişmektedir. Sonuç olarak, her ne kadar iki numuneden elde edilen briketlerin kırılmaya karşı mekanik dayanımları tatmin edici seviyeye ulaşsa da, Afşin/Elbistan linyitinden elde edilen briketlerin suya karşı dayanımının yetersiz olduğu saptanmıştır.

Na-K Feldispat'ın Seçimli Yöntemle Nefelin Syenit'ten Ayrımı

C. Karagüzel

Maden Mühendisliği Bölümü, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

C. Demir

Maden Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

İ. Gönülgül

Maden Mühendisliği Bölümü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye

İ. Bentli

Maden Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye

M.S. Çelik

Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Granit, pegmatit ve nefelin syenit gibi feldispat kayaçlarının önemli bir bölümü matriks yapıları içerisinde %3-5 Na₂O ve K₂O miktarlarında Na-feldispat (albit) ve K-feldispat (mikroklin ya da ortoklas) bulundurmaktadır. Pratik uygulamalarda temel amaç Na₂O ve K₂O değerlerinden birini %8'in üzerine çıkarmak ve diğerlerini %3'ün altında tutmaktır. Özdeş kristal yapılarına ve fizikokimyasal özelliklerine sahip olmalarına rağmen flotasyon bu minerallerin ayrımı için makul bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Geçmiş çalışmalarımızda, Na ve K feldispatın seçimli ayırım mekanizmasını anlayabilmek için tek ve çok değerlikli tuzlarla yapılan amin flotasyonu; zeta potansiyeli, çözünübilirlik, yüzey gerilimi, ve adsorbsiyon ölçümleri ile birlikte araştırılmıştır. Bildiğimiz kadarıyla bu araştırma, bu alanda yapılan ilk kapsamlı çalışmadır.

Bu çalışmada, sentetik feldispat karışımındaki albit ve mikroklin'e doğal pH'da amin (G-TAP) kullanılarak, tek değerlikli inorganiklerle, 5×10^{-2} M optimum tuz konsantrasyonunda seçimli flotasyon uygulanmıştır. Bu yöntemin, nefelin syenit cevheri üzerinde manyetik ayrımı takiben flotasyon işlemi kullanılarak uygulanması neticesinde toplam alkali içeriğinde görülen büyük artışla birlikte renkli safsızlıkların önemli ölçüde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Özellikle, şlam kaplamasının flotasyon randımanı üzerindeki dikkate değer etkisi şaşırtıcıdır. Bu çalışmada, tek değerlikli inorganikler kullanılarak nefelin syenit cevheri üzerinde uygulanan seçimli flotasyon, cevherin pertitik yapısının Na ve K-feldispatın seçimli ayrımını engellediğini göstermiştir.

Pirit'in Mikrodalga Isınma Özellikleri ve Mikrodalga Uygulamasının Manyetik Ayırma Üzerindeki Etkisi

T. Uslu

Maden Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

Ü. Atalay

Maden Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Bu çalışmada, pirit'in mikrodalga ısınma karakterleri ve pirit'in mikrodalga uygulanmış manyetik iyileştirilmesi incelenmiştir. Çalışmalar boyut fonksiyonları -1680+850 µm, -850+420 µm ve -420 µm pirit numunelerinin 850 W, 680 W ve 510 W güç seviyelerinde ve 2.45 Ghz dalga boyunda mikrodalga fırında mikrodalga ısıtmalarını içermektedir. Mikrodalga işlem görmüş, -420 µm parça boyutu olan pirit numuneleri, manyetik ayırma işlemine tabii tutulmuş ve 0.1, 0.3, 0.5 Tesla manyetik alan şiddetleri uygulanmıştır. Pirit numunelerinin ısınma hızı ve maksimum kazandıkları sıcaklık artan güç seviyesi ile ve azalan parça boyutu ile artmaktadır. Bütün ısıtmalarda, en yüksek kazanılan sıcaklık ve ısınma hızı -420 µm boyut fraksiyonunda ve 850 W güç seviyesinde gözlemlenmiştir. Sıcaklık 860°C'ye 495 saniyede yükselmektedir. Manyetik ayırma deneyleri göstermiştir ki, manyetik ürün veriminin miktarı artan sıcaklıkla ve manyetik alan şiddeti ile artmaktadır. 825°C'de 120 saniye ısıtma sonrasında, pirit'in %97'si manyetik ürün olarak, 0.5 Tesla manyetik alan şiddetinde manyetik ayırma sonucu alınmıştır.

Türkiyedeki Üç Değişik Fosil Kökenli Yakıtların Yanma Özelliklerinin Karşılaştırılması

C. Hiçyılmaz & N.E. Altun

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Bu çalışmada, Çorum-Alpagut Linyitlerinin, Zonguldak-Üzülmez Bitümen Kömürlerinin ve Şırnak-Aygamaşya Asfaltitlerinin ısıl özellikleri ve reaksiyon kinetikleri . Termogravimetrik Analiz Yöntemi (TG/DTG) ve Arrhenius Kinetik Modeli ile nitelik ve nicelik açısından karşılaştırılmış, göz önünde bulundurulmuş bu yakıtların tutuşma ve yanma özellikleri, reaksiyon süresince kiritik noktalarının bulunması incelenmiştir. Deneyler sonucunda, Alpagut Linyitlerinin, Zonguldak-Üzülmez Bitümen Kömürlerinin ve Aygamaşya Asfaltitlerinin farklı yanma özellikleri gösterdikleri saptanmış ve bu yakıtların yanma özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Kömür Endüstrisinde Krebs gMAX Siklon Gelişimi

R. van Ommen

Krebs Engineers Europe, Manager Applications and Sales, Obere Hauptstrasse 27/3/4 Top27, Austria

R.G. Moorehead

Krebs Engineers, USA

Kömür uygulamalarına ait gMAX geliştirme programı, belirli bir siklon dizaynının bütün endüstriler ve tüm uygulamalar için en iyi sonucu vermediğini ortaya çıkarmıştır. Siklon ayrıştırma mekaniklerinin, besleme karakteristiklerinin ve operasyon biçimlerinin, sadeleştirilmiş bir yaklaşım ortaya koymak için oldukça karmaşık olması nedeni ile, belirli bir uygulama için dizayn edilmiş bir siklon, başka bir endüstriyel uygulamada direk olarak uygulanamamaktadır. Herhangi bir siklon uygulamasında özel proses gereklilikleri mutlaka değerlendirmeye alınmalıdır. gMAX kömür geliştirme programı, eşi bulunmayan gMAX geometrisinin, en uygun giriş ve üst çıkış geometrileri ile birlikte siklon alt kısımları santrifüj hız artışının daha ince sınıflandırma sağladığını kanıtlamaktadır. Bu karakteristik, gMAX siklonlarını, kömür uygulamaları için en avantajlı hale getirmektedir.

Yüzey Alanı, Büyüme Ortamı ve İnert Katıların Kompleks Çinko-Kurşun Sülfürlerinin Biyolojik Özütlemesi Üzerine Etkisi

H. Deveci, İ. Alp & T. Uslu

Maden Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080 Trabzon, Türkiye

Sülfür minerallerinin biyolojik özütleme işlemi, tabiat olarak üzerinde pek çok operasyon değişkeninin etkili olduğu karmaşık bir yöntemdir. Bu çalışmada; yüzey alanı (tane boyu ve pülp yoğunluğunun fonksiyonu olarak), büyüme ortamı ve inert katının, kompleks sülfür cevher/konsantresinden çinko elde edilmesi üzerindeki etkileri, asidofilik bakterilerin mezofilik ve orta termofilik suşları kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, tane boyundaki azalma ile artan yüzey alanı, düşük pülp yoğunluklarında (%1-2 ağırlık/hacim) cevherden çinkonun çözünmesini arttırmaktadır. Bununla birlikte, boyut küçültme işlemi (öğütme) sülfür minerallerini aktif hale getirebilir. Fakat artan pülp yoğunluğu ile birlikte yüzey alanında gözlenen aşırı artış, bakterinin sonradan elde edilen mineralin lehine oksidasyon koşullarını devam ettiremediği için çözünme prosesini olumsuz yönde etkilemektedir. Pülp yoğunluğu arttıkça, istenilen çinko ekstraksiyonunu elde edebilmek için, kalma zamanının uzatılması gerekmektedir. Besiyeri tuzlarının ilavesi optimum biyo-özütme şartlarını koruyabilmek için zorunludur, sağlanacak besiyeri tuzlarının konsantrasyonu, biyolojik oksidasyon için gereken substratın sağlanabilirliğine (giriş tenörü ve/veya pülp yoğunluğu) bağlıdır. Bu çalışmada ayrıca, inert katı (kuvars) ilavesinin biyo-özütme üzerinde sınırlı bir etkisi olduğu da saptanmıştır.

Kalsit Mineralinin YüzeY Pürüzlülüğünün BET ve Surtronic3⁺ Teknikleri Kullanılarak Karakterize Edilmesi

U.Ulusoy & M.Yekeler

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

C.Hiçyılmaz

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü Ankara, Türkiye

Bilyalı, çubuklu ve otojen değirmenlerde öğütölmüş kalsit mineralinin yüzeY pürüzlölük değerlerini BET ve Surtronic3⁺ teknikleriyle belirlemek için deneysel çalışmalar yapılmıştır. BET (Brunauer-Emmett-Teller) tekniğiyle belirlenen tanelerin yüzeY pürüzlölük değerleri, ölçölen yüzeY alanı değerlerinden hesaplanarak R_{BET} değeri olarak ifade edilmiştir ve 15.98 ile 19.98 arasında değişmiştir. Surtronic3⁺ direk ölçüm tekniğiyle belirlenen yüzeY pürüzlölük değerleri ise R_a parametresi ile ifade edilmiş ve 2.90 ile 3.54 μm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Farklı değirmenlerde öğütölen kalsit mineralinin her iki teknikle de belirlenen yüzeY pürüzlölük değerlerine göre en düşük pürüzlölük değerleri otojen öğütölmüş kalsit tanelerinde gözlenirken çubuklu değirmen ürünleri en yüksek pürüzlölük değerlerine sahip olmuştur. Son olarak hesaplanan R_{BET} değerleri ile ölçölen R_a değerleri arasında, R_a değerlerinin artan R_{BET} değerleri ile arttığı bir korrelasyon kurulmuştur. Bulunan ampirik bağıntı $R_{BET}=6.24 R_a-2.16$ şeklinde ifade edilebilir.

Kimyasal İşlemin Pirinç Kabuğundan Aktif Silika Elde Edilmesi Üzerine Etkisi

H. Kurama

Maden Mühendisliği Bölümü, Osmangazi Üniversitesi, Batı Meşelik, Eskişehir, Türkiye

S. K. Kurama

Malzeme Bilimleri ve Mühendisliği Bölümü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

Pirinç kabuğu, pirincin büyümesi sırasında pirinç taneleri üzerinde oluşan doğal kılıflardır. Pirincin rafinerisi sırasında ayrılan bu kabukların ticari değeri yoktur. Kabuğun başlıca % 70-75'ini lignin, selüloz ve şeker gibi organik maddeler, geri kalanını ise az miktarda alkali ve diğer eser elementlerle birlikte silika oluşturmaktadır. Yüksek silika içeriği nedeniyle pirinç kabuğu silikon karbid, silikon nitrit ve zeolit gibi pek çok silikon bileşiğinin hazırlanmasında kullanılan bir kaynak haline gelmiştir.

Alkali metallerin çeşidi ve miktarı pirinç kabuğunun inert atmosferde ısıl bozunması sonrasında silika külünün saflığını etkilemektedir. Bu nedenle, pirinç kabuğunun silika kaynağı olarak kullanımı safsızlıkların atılmasından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Bu çalışmada kimyasal işlemin yüksek saflıkta silika üretimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Silika üretimi için Kastamonu bölgesinden sağlanan pirinç kabukları kaynak olarak kullanılmıştır. Bu kabuklar öncelikle kirlenici safsızlıklardan arındırılmaları için su ile yıkanmışlar ve sonrasında etüv içerisinde 100°C de 24 saat süresince kurutulmuşlardır. Kurutulan kabuklar, pirinç külünün silika içeriğinin artırılması amacıyla kalsinasyon işlemi öncesi kimyasal işleme tabii tutulmuşlardır. Deneylerde inorganik safsızlıkların kabuktan uzaklaştırılması için liç reaktif olarak HCl asit kullanılmış ve liç sıcaklığı, reaktif konsantrasyonu, liç süresi ve katı oranının silika külünün safsızlığı üzerindeki etkisi sistematik olarak incelenmiştir. Liç test sonuçları %99.74 silika içeren yüksek saflıkta silika üretilebileceğini göstermiştir. Pirinç kabuğu ve küllerinin yüzey özellikleri Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir.

Düşük Kaliteli Pomzalardan Isı İzolasyonunda Kullanılabilecek Duvar Malzemelerinin Üretimi

A. Sarıışık

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 03000 Afyon, Türkiye

Binalardaki enerji tasarrufunun sağlanabilmesi için binaların dış duvarlarında kullanılan malzemelerin yüksek ısı izolasyon kapasitesine sahip olmaları istenir. Pomza türü duvar malzemelerin ısı iletkenliği DIN 4108-4'te verilen değerlerden daha düşüktür. Pomzalardan üretilen bloklar üzerinden yapılan testler sonucunda duvar malzemelerinin ısı iletkenliğini etkileyen ana parametreler tespit edilmiş ve ayrıca iyi bir izolasyon kapasitesine sahip bir ürün (duvar malzemesi) geliştirilmesi için optimum şartlar belirlenmiştir. Malzeme üzerinde yapılan testler ve hesaplamalar sonucunda duvar malzemelerinin ısı iletkenliklerini tespit edilebildiği prosedür belirlenmiştir.

Kritik Hız Oranının Bir Laboratuvar Bilyalı Değirmeninde Klinker ve Kireçtaşının Kinetik Kırılma Parametreleri Üzerindeki Etkisi

V.Deniz, A.Gelir&A.Demir

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Bu çalışmada, Göлтаş (Isparta-Türkiye) çimento fabrikasında kullanılan klinker ve kireçtaşı örnekleri üzerinde bir kinetik model temelinde kesikli öğütme şartlarında değirmenin kritik hızının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, ilk olarak $-0.850+0.106$ mm arası $\sqrt{2}$ elek serisine göre 6 farklı tek boyut fraksiyonu hazırlanmıştır. Daha sonra, S_i ve B_{ij} eşitlikleri farklı öğütme zamanlarındaki boyut dağılımları için belirlenmiş ve model parametreleri (S_i , α , γ ve ϕ_i) beş farklı değirmen hızında (Kritik hızı %'si: %55, %65, %75, %85 ve %95) kıyaslanmıştır. Test sonuçları, öğütme üzerine değirmen kritik hızının %'sinin etkisi iki örnek için farklı sonuçlar doğurmuştur.

Kireçtaşı Örneğinde Öğütme Kinetik Parametreleri ve Bond Öğütülebilirliği Arasındaki İlişkiler

V. Deniz

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Bir malzemenin öğütülebilirliği, öğütme makinasının boyutlandırılmasında kullanılan tek unsurdur. Her ne kadar, Bond öğütülebilirlik testi endüstriyel öğütme makinasının ihtiyaç duyduğu gücün belirlenmesinde yaygın olarak kullanılsa da, son yıllarda öğütme devrelerin tasarlanmasında daha çok kinetik öğütme modeli kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, kırılma parametreleri (S_i , a_T , γ ve β) ile Bond öğütülebilirlik (Gbg) değeri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. S_i , a_T , γ ve β parametrelerinden elde edilen ilişkilerin geçerliliği sırasıyla 0.96, 0.92, 0.90 ve 0.78 korelasyon katsayıları ile kabul edilebilir değerde olduğu bulunmuştur.

Manisa-Alaşehir Pegmatitlerinden Feldispat Kazanımı

S. Saklar, C.Oktay, M.Karadeniz & S. Gürsu
Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA), Ankara, Türkiye

Bu çalışmada, Manisa-Alaşehir pegmatit numunelerinden feldspar kazanımı araştırılmıştır. Kimyasal ve mineralojik analizler sonucunda numunelerin toplam alkali miktarı 7-8% olmakla birlikte, Fe_2O_3 ve TiO_2 (renkli safsızlık) miktarları sırasıyla 0.4 ve 0.5'tir. manyetik ayırma sonrasında cevherin safsızlıkları Fe_2O_3 için 0.15% ve TiO_2 için 0.03%'e düşürülmüştür. Aynı zamanda numuneler flotasyon işlemine de tabii tutulmuş ve her iki safsızlık da 0.1%'in altına düşürülmüştür. Mineralojik çalışmalar sonucunda numuneler içerisinde bulunan titanyumun bir çeşit mika minerali olan phlogopite ile ilişkisinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple mika minerallerinin cevher içerisinden manyetik ayırma yöntemiyle alınması, titanyum miktarının önemli ölçüde azalmasına yol açmıştır. Elde edilen konsantreler üzerinde 1250°C'de pişirme deneyleri de uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar kimyasal analiz sonuçlarını desteklemektedir.

Piritin Bakteri İle Özütleme

F. Göktepe

Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir Meslek Yüksek Okulu, Balıkesir, Türkiye

F.D. Pooley

Cardiff University, School of Engineering, U.K.

Bakterilerin sülfür minerallerinin oksidasyonunu katalize edebilme yetenekleri iyi bilinen bir konudur. Doğal olarak oluşan sülfür mineralleri arasında en çok rastlanan mineral olan pirit, tüm ticari sülfür cevher yataklarında ikincil mineral olarak varolmaktadır. Bu çalışmada piritin farklı boyutlarda ve pülp yoğunluklarında yapılan bakteriyel özütleme işleminin neticeleri sunulmaktadır. Pirit özütleme, şişelerde ve farklı boyut fraksiyonları için 1.7 litre kapasitesi olan laboratuvar çaptaki reaktörde yapılmıştır. Deneyle neticesinde, tane boyu azaldıkça pirit özütleme oranının arttığı saptanmıştır. İri tane boyu için demir oksidasyonu oranının pülp yoğunluğuna bağlı olduğu belirlenmiştir. Aynı zaman aralığında, -63+56 mikron boyut fraksiyonu için 48 saatte, %1 pülp yoğunluğunda %45 Fe oksidasyonu elde edilirken, %0.5 pülp yoğunluğunda ise %35 Fe oksidasyonu elde edilmiştir. Deneyle, piritin bakteriyel oksidasyonu hızının tane boyutuna ve biraz da reaktör içinde yapılan özütleme ile kıyaslandığında şişe içerisinde elde edilen daha hızlı oksidasyon oranına bağlı olduğunu göstermiştir.

Reaktif Ekleme Noktalarının ve Havalandırmanın Sülfürlü Minerallerin Flotasyon Performansına olan Etkisi

A. Aslan

Maden Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

Z.Ekmekçi&İ.Bayraktar

Maden Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

B.Aksarı

Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş., Rize, Türkiye

Bütün dünyada flotasyon işleminde çok çeşitli reaktifler kullanılmaktadır. Minerallerin flotasyon sonuçları sadece tesislerde kullanılan reaktiflerle değil, aynı zamanda bu reaktiflerin eklenme noktalarıyla da değişmektedir. Bu sebeple en iyi metallurjik sonuçları elde edebilmek amacıyla en uygun reaktif ekleme noktalarının bulunması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, flotasyon deneyleri, reaktif ekleme noktalarının ve havalandırmanın sülfürlü minerallerin flotasyonuna olan etkisini bulmak amacıyla yapılmıştır. Flotasyon deneylerinde Çayeli kompleks sülfürlü cevheri kullanılmıştır. Flotasyon deneyleri sırasında çeşitli reaktifler kullanılmıştır. Kireç (CaO) pH ayarlayıcısı, di-isobutyl dithiophosphate (Aerophine 341817) toplayıcı ve methyl iso-butyl carbinol (MIBC) köpürtücü olarak kullanılmışlardır. Flotasyon deneylerinde toplayıcı ve kireç birlikte veya ayrı olarak öğütme öncesi veya öğütme sonrası kullanılmışlardır. Ayrıca, havalandırmanın etkisini bulmak için iki deneyde flotasyon pülpu havalandırılmıştır. Toplayıcı ve/veya kireç ekleme noktaları değiştikçe pulp potansiyelinin büyük ölçüde değiştiği bulunmuştur. Aynı zamanda, pirit, kalkopirit ve sıfalerit'in flotasyon davranışları reaktif ekleme noktaları değişimlerinden ve havalandırmadan etkilenmektedir. Sadece bakır tenörü ve kaba konsantrasyonunun Cu verimi değil aynı zamanda kalkopirit-sıfalerit ve kalkopirit-pirit ayrımı da büyük ölçüde etkilenmektedir. Sonuç olarak, reaktif ekleme noktası ve havalandırma sülfürlü minerallerin flotasyon davranışlarını farklı olarak etkilemektedir. Bir tesiste reaktif ekleme noktalarının seçimi, verimi ve sülfürlü minerallerin seçimli flotasyonunu etkilediği için çok önemlidir. Bir tesiste en iyi sonuçları elde edebilmek amacıyla bu konu ayrıntılı olarak çalışılmıştır.

Sülfürlü Kompleks Bir Cevherin Mezofilik ve Yüksek Termofilik Bakteriler ile Biyolojik-Özütlenmesi: Ergun Test Kullanılarak Verilerin İstatistiksel Analizi

H.Deveci

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye

M.A. Jordan & N.Powell

Camborne School of Mines (University of Exeter), Redreth, Cornwall, UK

Bu çalışma, bakteri süşusu, tuzluluk ve pH'ın kompleks bir cevherin mezofilik ve yüksek termofilik bakteriler kullanılarak yapılan biyolojik-özütlenmesine olan etkilerini araştırmaktadır. Sonuçlar Ergun Testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir.Çinko ve mezofillerin karşılaştırmalı çözünme kinetiklerinden önce yapılan istatistiksel analiz tarafından doğrulanan sonuçlar göstermektedir ki, cevher çinko ve yüksek termofillerin seçimli ayırımına uygundur. Yüksek termofillerin biyolojik özütlenme performanslarının artan asitlilikle (pH 2.0 dan 1.0'a) arttığı, bunun yanında mezofillerin aktivitelerinin azalan pH ile olumsuz etkilendiği bulunmuştur. İstatistiksel analizler sonucunda, yüksek termofillerin pH'ın etkisi 1.0-1.6 arasında, mezofiller için ise 1.6-2.0 arasında önemsiz bulunmuştur. Tuzluluk mezofiller için basturucu etki göstermektedir. Fakat, yüksek termofiller halofilik özellik göstermektedir bu yüzden tuzluluk koşullarında (1-4% Cl) etkilerini göstermektedirler.

Murgul-Çakmakaya Bakır Cevherinin Flotasyonu ve Kapalı Devre Flotasyon Deney Sonuçlarının Belirlenmesi

V. Ç. Önen & H. Özşen

Maden Mühendisliği Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

Flotasyon devrelerinin geliştirilmesi aşamasında, optimum proses devresi ve operasyon koşullarının belirlenmesinde gerekli verileri toplamak için pilot veya laboratuvar ölçekli pek çok test yapılması zorunludur. Laboratuvarda yapılan testler, cevherin metalurjik performansı hakkında bilgi vermekle birlikte sürekli sistemler için doğrudan kullanılmaktadır. Sürekli sisteme geçmede sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için, kapalı devre flotasyon ve pilot-tesis çalışmaları yapılmalıdır.

Son zamanlarda bazı cevher hazırlama çalışmalarının sonuçlarını bilgisayar destekli matematiksel modellerle simüle etmek ya da tahmin etmek yaygın hale gelmiştir. Test sonuçları bu modellerin desteğiyle laboratuvarda yapılan klasik flotasyon testlerinden elde edilen veriler kullanılarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada, Murgul-Çakmakaya bakır cevherinin flotasyonu sonucunda elde edilen kesikli laboratuvar deney verileri kullanılarak, simülasyon yöntemi ile kapalı devre flotasyon deney sonuçları belirlenmiştir. Böylece, yürütülmesi çok güç, zaman alıcı hatta bazı durumlarda imkansız olabilen kapalı devre flotasyon deneyleri yapılmaksızın, kapalı devre flotasyon deney sonuçları, flotasyon süreleri ve gerekli toplam selül hacimleri belirlenmiştir.

Stokastik Yaklaşım Yöntemi Kullanılarak Cevher Harmanlama Sorununun Çözümü

M. Kumral

Maden Mühendisliği Bölümü, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye

Üretim panolarından, damarlardan ve maden yataklarından gelen cevher farklı nitel özelliklere sahip olabilmektedir. Dolayısıyla, cevher tenöründeki dalgalanma nihai ürün konsantrisinde değişime neden olabilir. Bu sorunun ele alınması için mevcut bir opsiyon, farklı kaynaklardan gelen cevherleri harmanlamaktır. Bu nedenle, etkili harmanlama sağlayacak bir karışım elde edebilmek için her bir pano, damar ve cevher yatağından gelen harmanlama oranları belirlenmelidir. Bu çalışmada problem, harmanlama gereksinimlerini tatmin edecek şekilde nihai ürünün toplam malzeme maliyetinin minimize edilmesi problemi olarak açıklanmıştır. Her bir kaynağın mineral içeriğini karakterize eden gelişigüzel değişkenler hakkındaki bilgiler kullanılarak, tesadüfi kısıtlar doğrudan, deterministik kısıtlara çevirilmiştir. Problem daha sonra, en iyi sonuçları elde etmek için simulated annealing algoritma (SA) ile çözülmüştür.

Her bir akıştaki her bir değişkenin değişkenliği yarı-varyogramlarla nicelendirilmiştir. Her akış, fenomenin karakteristikleri ya da davranışlarını yeniden üretmek amacıyla elde bulunan verilerde gözlemlendiği gibi simüle edilmiştir. Her bir akıştaki her bir değişkenin beklenen değeri, simüle edilen değerlerin ortalama alınarak hesaplanmıştır. Teknik, Zoutendijk Yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılan bir vaka çalışması ile açıklanmıştır.

Pirofilit Cevherinden Demir Ayrımı Liç Deneylerinin İstatistiksel Tasarımı ve Optimizasyonu

T.Şahin, M.Kumral & M.Erdemoğlu

İnönü Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 44069, Malatya, Türkiye

Demir, seramik hammaddelerinin kalitelerini olumsuz yönde etkileyen bir safsızlıktır. Bu sebeple, demir pirofilitten uzaklaştırılmalıdır. Bu çalışmanın amacı demirin pirofilitten uzaklaştırılmasındaki farklı işlemlerin etkilerini, istatistiki tasarlanmış deneylerle karşılaştırmak ve tahminde bulunmaktır. Aynı zamanda bu çalışmada demirin uzaklaştırılmasını maksimumlaştıran optimum deneysel parametreler araştırılmıştır. Her bir faktörün etkisi Yates metodu ile bulunmuştur. Hangi etkilerin verim üzerinde önemli olduğu varyans analizi ile bulunmuştur. Etkisiz olan faktörler atıldıktan sonra, yeni modelin doğruluğu test edilmiştir. Bu etkiler doğrultusunda dört parametrenin fonksiyonu olan çoklu regrasyon denklemi çıkarılmıştır. Bu dört parametre organik asit konsantrasyonu, sülfürik asit konsantrasyonu, zaman ve sıcaklıktır. Demirin uzaklaştırılmasını maksimum olarak sağlayabilmek cevaplanacak değişken olduğundan, regrasyon modeli bir optimizasyon problemi olarak kabul edilmiş ve dik çıkma (SA) yöntemi ile çözülmüştür. Sonuçlar göstermiştir ki çoklu regrasyon analizi ve SA'nın birleşimi olan metod optimum deneysel parametrelerin sayısal ve nitelik olarak bulunmasını sağlamaktadır.

Sfalerit Konsantresinin $FeCl_3/HCl$ Çözeltisinde Liç Şartlarının Belirlenmesi

A. Aras, S. Aydoğan & A. Özkan

Maden Mühendisliği Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

M. Canbazoglu

Maden Mühendisliği Bölümü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye

Bu çalışmada sfalerit (ZnS) konsantresinin $FeCl_3/HCl$ çözeltisinde liç şartlarının belirlenmesi araştırmaları yapılmıştır. Araştırmalarda karıştırma hızının, ferrik iyonları değişiminin (0-1.0 M), katı/sıvı oranının (5/500-100/500 g/ml), liç sıcaklığının (40-90°C) ve tane boyutunun Zn çözünmesi üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Zn çözünme veriminin; katı/sıvı oranı ve tane boyutu ile ters orantılı, sıcaklık ve ferrik iyonları derişimi ile doğru orantılı olarak arttığı ve karıştırma hızından bağımsız olduğu belirlenmiştir. 8. saatin sonunda 80°C sıcaklık, 10/100 g/ml katı/sıvı oranında ve 1.0 M Fe^{+3} derişiminde % 82' lere varan verimle Zn kazanımı sağlanmıştır.

İyonlaşmayan Organik Kirleticilerin Organo-Zeolit Tarafından Soğurulması

B.Ersoy & E.Sabah

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Afyon, Türkiye

U.Mart & M.S. Çelik

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Bu çalışmada, yeraltı sularında ve pis sularda bulunan aniline ve nitrobenzen gibi iyonlaşmayan organik kirleticilerin doğal zeolit ve organo-zeolit üzerine, kesikli ve sürekli sistemlerdeki yapışma mekanizmaları araştırılmıştır. Aniline ve nitrobenzen'in doğal zeolit yüzeyine yapışma kapasiteleri çok düşük hatta sıfırdır. Zeolit yüzeyi hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) ile modifiye edildiğinde ise aniline'in yapışma kapasitesi önemli ölçüde artmaktadır. NOC'ların OZ üzerine yapışmasında bölme mekanizması etkilidir. Bölme mekanizmasının etkinliği NOC'ların hidrofobik özelliklerine bağlıdır. Nitrobenzen'in OZ üzerine yapışmasının aniline'den daha fazla olduğu bulunmuştur.

Merzifon-Yeni Çeltik Kömür İşletmeleri Yıkanmış İnce Kömürünün Briketlenmesi

G. Özbayoğlu, Ü. Atalay & C. Hiçyılmaz

Maden Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara, Türkiye

Bu çalışmada briketlerin dayanımını etkileyen önemli parametrelerden bazıları incelenmiştir. Ön laboratuvar çalışmaları, kireç ve melas kombinasyonunun sadece briketlerin mekanik özellikleri değil aynı zamanda işlem maliyeti ve bağlayıcıların sağlanabilirliği de gözönünde bulundurulduğunda en iyi bağlayıcı kombinasyonu olduğunu göstermiştir. Briketleme basıncı, kireç ve melas miktarı, briket şarjının harmanlanma zamanı ve kurutma süresi, araştırma süresince incelenen parametrelerdir. Çalışma neticesinde; briketleme basıncı: 84.21 kg/cm²; melas miktarı: 5.8%; kireç kaymağı miktarı: 5.8%; kurutma koşulları: 50°C, 3 gün şartları altında üretilen briketlerin basma dayanımının 67 kg'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Pilot tesis ölçekli briketler MTA'da üretilmiş ve saatte 10-15 ton kapasiteli briket tesisi için bir akım şeması tasarlanmıştır.

Granit Kesim Çamuru ve Boraks Atıklarının Seramik Malzeme Olarak Değerlendirilmesi

M.S.Başpınar

Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Afyon, Türkiye

A.Kartal, A.Evcin & S.Anasız

Kocatepe Üniversitesi, Seramik Mühendisliği Bölümü, Afyon, Türkiye

Bu çalışmanın temel amacı; granit kesimi esnasında işlem atığı olarak ortaya çıkan granit kesim çamurunu karakterize etmek, sinterlenme davranışını belirleyerek seramik amaçlı kullanılabilirliğini incelemektir. Bu amaçla yine bir işlem atığı olan boraks zenginleştirme tesisi atıkları (DSM elek üstü atığı) farklı oranlarda granit atığına ilave edilerek, farklı sıcaklıklarda sinterleme deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonunda, granitin teorik yoğunluğuna yaklaşan yoğunlukta hatasız malzemeler üretilmiştir. 1125°C’de pişirilen numunelerin iyi bir şekilde sinterlendiği, su emme oranlarının %3’ün altında, eğme mukavemetlerinin 27 MPa üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Değirmenden Geri Dönen Yükün ve Test Elek Açıklığının Doğal Amorf Kuvarsın Öğütülmesinde Bond İndeksine Olan Etkisi

V. Deniz, N.Sütçü & Y.Umucu

Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Bond indeksi, maddelerin öğütülmesi için gerekli enerjinin hesaplanmasında çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Buradan bulunan değerde değirmenlerin dizayn edilmesinde önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tip çalışmalarda yöntemin doğruluğu, belirsizlikler gözönüne alınmadan kabul edilir, ancak bu çok geniş olasılık faktörlerinin ortaya çıkmasına neden olur. Çok geniş bir aralıkta enerji ihtimali faktörünün bulunması, motora çok fazla yüklenme dolayısıyla, verimliliğin düşmesi olasılığını gündeme getirebilir. Bu çalışmada devr-i daim yükünün ve elek test boyutunun, Bond bilyalı değirmen ve çalışma indeksi üzerindeki hata payı dört adet doğal amorf silika üzerinde araştırılmıştır.

Kazakistanda İşlenmesi Zor Cevherlerin Bugünkü Durumu

Y.P., Yeryomin & O.R., Kim

"Complex Processing of Mineral Raw Materials Natural Center of the Republic of Kazakhstan" RSE, Almaty, The Republic of Kazakhstan

A.A. Niyazov

SSE "Kazmekhandar", Almaty, The Republic of Kazakhstan

M.Z. Zhansov

"NOVA. Trading & Commerce AG", Almaty, The Republic of Kazakhstan

Yararlı mineral rezervleri açısından Kazakistan dünyada üst sıralarda yer almaktadır. İşlenmesi zor cevherlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan problemler bütün dünyada artmaktadır. Günümüzde Kazakistanda işlenmesi kolay cevherler. mineral kaynaklarının yoğun aranma çalışmaları sonucunda çıkartılmaktadır. Çıkartılan başlıca cevherler işlenmesi zor cevherler olup, bunların karakteristik özellikleri yararlı kısımlarının az miktarda olması. oksitlenmiş kısımlarının artmasıdır. Bu bildiride. bu yatakların teknolojik-minerolojik araştırma sonuçları verilmiştir.

Nano Tane Boyutlu Suspansiyonların Kontrollü Stabilizasyonu

G.B. Başım

Engelhard Corporation Teknik ve Araştırma Merkezi, Gordon, GA, USA

I.U. Vakeralski, P.K. Singh & B.M. Moudgil

Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü ve Tanecik Bilimi ve Teknolojisi Mühendislik Araştırma Merkezi, Gainesville, FL, USA

Nano tane boyutlu sistemlerin kimyasal ve dinamik açıdan aşırı aktif proseslerde stabilizasyonu yeni yaklaşımlar gerektirmektedir. Nano tane boyutlu sistemlerde, tanecik boyutunun azalmasından kaynaklanan yüzey alanı artışı geleneksel elektrostatik ve polimerik stabilizasyon yöntemlerinin kullanımını etkisiz hale getirmektedir. Bu çalışmada, nano tane boyutlu silika suspansiyonlarının yüksek pH ve iyon konsantrasyonlu, kimyasal olarak aşırı aktif CMP (kimyasal ve mekanik düzleme) prosesi ortamında stabilizasyonunu sağlamak için, kendiliğinden yapılanan yüzey aktif moleküller kullanılmıştır. Pozitif yüklü ve kendiliğinden yapılanan surfaktant moleküllerinin tanecikler arasında oluşturduğu yüksek itici kuvvet bariyeri CMP ortamındaki stabilizasyonu sağlamıştır. Araştırmanın sonucu olarak tanecikler arasındaki kuvvetleri kontrol etmek kadar, tanecik ve düzlemlenen yüzey arasındaki kuvvetlerin de kontrol edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kontrollü stabilizasyon yöntemleri boya, kağıt ve cevher hazırlama endüstrilerindeki yeni uygulamaların stabilizasyon gereklerinin sağlanmasında da kullanılabilir.

Madencilik Endüstrisinde Daha Basit ve Daha Düşük Maliyetli Katı-Sıvı Ayırımı

P. Costelloe

Pneumapress® Filter Corporation, Richmond, California, USA

O. Kılavuz

Kılavuz Limited, Mersin, Türkiye

Bu bildiri, konvansiyonel filtre teknolojilerinin kısıtlarını kıyaslayarak, Pneumapress® Filter Corporation tarafından tanıtılan yeni katı-sıvı ayırıştırma teknolojisini ortaya koymaktadır. Bu teknolojiye ait operasyon prensibinin ana hatları, bir proses akış diyagramı ile birlikte sunulmuştur. Bildiride, cevher uygulamalarına ait iki örnek uygulama çalışması, bu teknolojinin verimliliğinin kanıtı olarak yer almaktadır.

Karmaşık Kimyasal İşlemler Sonucunda Ortaya Çıkan Çeşitli Maden Kimyasallarının Fiyatlarının Belirlenmesi

M.Zh Bitimbaev & Zh.A Aldongarov & N.Zhalgassuly & B.A. Moldagulova
The Kunayev's Institute of Mining, Almaty, The Republic of Kazakhstan

Kömürün kimyasal olarak işlenmesi çok karmaşık bir yapıya sahip olup birçok kimyasal maddenin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Farklı çeşitteki ürünlerin fiyatının belirlenmesinde zorluklarla karşılaşmaktadır. Bunun sebebi, tüm üretimler için eş zamanlı olarak masrafların artmasıdır. Bu çalışma farklı tipteki ürünlerin fiyatlarının belirlenmesinde kullanılacak bir yöntemi, piyasa ekonomisini de gözönüne alarak sunmaktadır. Bu yöntem çeşitli basamaklardan oluşmaktadır. Bu bildiriye önerilen yöntem, ürünün kalitesi, fiziko-kimyasal özellikler ve ısı değerlerinde gözönüne alınarak belirlenmekte ve herhangi bir fiyat düzeltmesine gerek göstermemektedir..

Genel



Pomza Kayacı Karakteristik Özellikleri ile Isı Yalıtım İlişkisinin Analizi

S.Demirdağ & L.Gündüz

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

ÖZET : Pomza taşının kullanımı, günümüz teknolojisinde farklı endüstri alanlarında giderek artan bir eğilim sergilemektedir. Pomza, çoğunlukla inşaat sektöründe hafif yapı elemanı olarak kullanılmaktadır. Yapılarda ısı yalıtımını sağlayan başlıca etmen, kullanılan yapı malzemesi ve malzemenin ısısal özellikleridir. İnşaat sektöründeki uygulamalarda gözenekli hafif agregaların ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu makalede, pomza taşı oluşumlarının, ısısal özellikleri üzerine yapılmış detay analiz bulguları verilmiştir. Ayrıca, pomza taşının ısı yalıtım agregası olarak kullanılabilirlik kriterleri tartışılmıştır.

ABSTRACT: In current technology, the usage of pumice stone shows a gradually rising trend in different industrial areas. In majority, it is used as a lightweight building material in civil engineering applications. The basic factor for heat insulation in buildings is the construction material used and its thermal properties. The usage of porous lightweight aggregates is becoming common world wide as a heat insulation material. In this paper, the detailed research findings on the thermal properties for the pumice stones were presented. Furthermore, the criteria of using the pumice as heat insulation aggregates in the construction industry were discussed.

1 GİRİŞ

Ülkemizde günümüz yapı endüstrisi açısından pomza, hafif ve gözenekliliği sebebiyle önemli bir malzeme haline gelmiştir. İnşaat sektöründe yapı elemanı olarak farklı formlardaki ürünleri, inşaatlarda blok şeklinde dolgu elemanı olarak değerlendirilmesi gün geçtikçe artmaktadır. İnşaat sektöründe olduğu kadar, maden mühendisliği disiplini açısından da pomza kayacı sektörel anlamda giderek büyük bir önem kazanmıştır. Pomza aynı zamanda fiziksel, kimyasal ve iç yapısı itibarı ile inşaat sektöründe kullanılan doğal yapı agregası sınıfına girmektedir. Bilindiği gibi inşaa edilen konutlarda kullanılan malzemenin hafifliği, binanın ölü ağırlığının düşük bir değerde olmasına doğrudan bir etken olmasının yanı sıra, diğer bir özelliği de konutlardaki ısı yalıtımını en optimum şekilde sağlamasıdır. Bu özelliği sağlaması için, kullanılan yapı elemanlarının belirli bir ısı yalıtım değerine sahip olması gerekmektedir.

Pomza agregalı yapı elemanları üzerine, sınırlı sayıda çalışmalara rastlamak mümkün olabilmektedir. Ancak, bu araştırmalarda üzerinde yeterince durulmamış bir husus ise yapı

elemanlarında kullanılan pomzanın genel karakteristik özelliklerine bağlı olarak ısı yalıtım değerlerinin belirlenmesidir. Bu çalışmada, blok üretiminin yapıldığı kayacın kaya mekaniği parametreleri, özellikle porozitesi ve boşluk bağ yapısı ile ısı yalıtım değerleri arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu bağlamda, pomza üzerinde yapılan ayrıntılı deneysel ve ince kesit çalışmalarından elde edilen parametrik bulgular ve gözlemler ile, malzemenin ısısal özelliklerini tanımlamak amacıyla ampirik yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Bu makalede, yapılan analiz bulguları tartışılarak pomza agregalı blokların ısı yalıtım değerleri ile ilgili değerlendirmeler verilmektedir. Bu çalışmada elde edilen teknik bulgularla, ısısal konforun öneminin ön plana çıktığı günümüzde, pomza kayacının ısısal karakteristiğinin hammadde ve ürün bazında değerlendirilebilirlik kriterleri tanımlanmıştır. Bu açıdan, günümüzde sıklıkla soruların bir teknik konuya ışık tutulmaya çalışılmıştır.

2 POMZA KAYACININ ISISAL ÖZELLİKLERİ

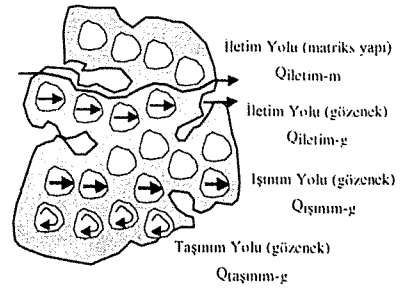
Pomza kayacı, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsı volkanik bir kayadır. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerebilmektedir. Bu olgu, pomza taşının karakteristik olarak birim ağırlık açısından oldukça hafif bir malzeme olmasını sağlamaktadır. Pomza oluşumlarında, genellikle mikro gözenekler arası bağlantısız boşluklu, makro gözenekler arasında ise kılcal kanalcıklar şeklinde bağlantı boşlukları gözlenebilmektedir. Malzeme bünyesinde, içerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, her biri diğerinden camsı bir zarla yalıtılmıştır (Gündüz 1998).

Pomza kayacı doğal agrega olarak, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde herhangi bir değişime maruz bırakılmaksızın, farklı tane boyutlarında serbest taneler halinde ısı yalıtım amaçlı bir malzeme olarak kullanılabilir. Bu bakımdan, pomza agregaları, teknolojik olarak higroskopik bir malzeme ve pratikte montaj için fazla nem gerektirmeyen bir yalıtım elemanı türü olarak da tanımlanabilmektedir (Gündüz, 1998). Günümüzde modern uygulamaların yanı sıra, ısı yalıtım amaçlı geleneksel uygulamalar da yer almaktadır. Bunun en açık örneğini, pomza tanelerinin binalarda ısı yalıtım amaçlı malzeme olarak kullanımını görebilmekteyiz. Ayrıca, pomza agregaları, hafif yapı elemanı blokların elde edilmesinde hafif agrega olarak ve yalıtım amaçlı hafif beton üretimlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

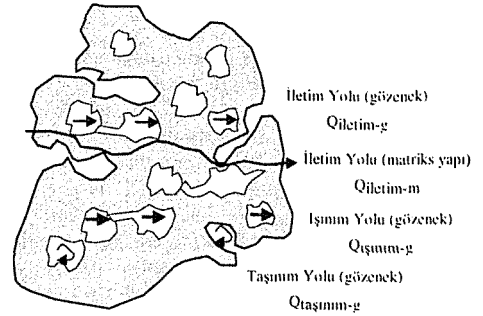
Bir malzeme içinde boyutları, şekilleri ve dağılımlarıyla gözenekler, ısı iletim özelliğine ve nem tutumuna etki ederler. Gözeneklerde bulunan havanın çok sayıda mikroskopik gözeneklere dağılması olumlu bir durumdur. Suya karşı büyük gözenekler elverişsizdirler ve ısı iletim özelliğini fark edilir ölçüde artırır. Aynı malzemenin iki farklı örnek, yaklaşık aynı yoğunluğa ve gözenek hacmine sahip olabilirler, fakat ısı yalıtımları da aynı şekilde farklı olabilir. Ortalama gözenek çapı küçüldükçe ve/veya gözenek oranı azaldıkça, malzemenin çevresel etkileşim faktörlerinden etkilenme özelliği iyileşecektir. Bu bakımdan, hücre duvarlarının malzeme içine kesinlikle nem iletmeyecek kadar sızdırmaz olduğu durumlar özellikle arzu edilen malzeme yapılarıdır.

Kütlesel yalıtım, içi hava veya gaz dolu hücreli, lifsi veya tanecik şeklinde boşluklar içeren katılardan oluşmaktadır. Bu boşluklar, ısı geçişini engellemektedirler (Strother & Turner, 1990). Pomza oluşumları, gözenekli bir yapıda ve gözenek geometrileri oluşum dinamiğine bağlı olarak

hücreli, lifsi ve tanecik şekilli boşluklar içeren bir kayaç yapısına sahip olması nedeniyle, kütlesel yalıtım sağlayan bir malzeme türüdür. Kütleli bir yüzünden diğer yüzüne olan ısı geçişi, iletim, taşınım ve ısıma yoluyla olmaktadır. Katı içindeki boşluklar, ister tabaka şeklinde, ister lifsi, isterse hücreli veya tanecik şeklinde olsun, bu üç tür ısı geçişi olgusu kütlesel yalıtımında görülebilmektedir (Strother & Turner 1990). Pomza kayaç yapısında ısı geçişi, iletim, taşınım ve taşınımın bir karması şeklinde görülmektedir. Bu olgu, hücreli ve tanecik şekilli boşluklar içeren pomza kayaç oluşumları için sembolik olarak Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. ısı geçişi, ısı geçiş yolunun uzunluğu, sıcaklık, sistemin sıcaklık farkı karakteristikleri ve çevresel faktörler ile kontrol edilmektedir (Genceli & Özgüç 2000).



Şekil 1. Hücreli boşluk yapısına sahip pomza oluşumunun ısı geçişi olgusu.



Şekil 2. Tanecik şekilli boşluk yapısına sahip pomza oluşumunun ısı geçişi olgusu.

Pomza kayacının ısı yalıtım değerinin daha verimli olması için, kütlesel yalıtımı oluşturan tabakalı, lifsi, hücreli veya tanecik şeklindeki boşluklar arasında çok küçük bağlantıların olması gerekmektedir. Ayrıca, kayaç yapısına yayılacak şekilde daha küçük ve daha sık olması aranan özelliklerin başında gelmektedir. Boşluklar arasındaki mesafelerin daha büyük olması, ısıma ile ısı geçişini engellemektedir

(Strother & Turner, 1990). Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibi toplam ısı akışı "Q" kütsel yalıtım boyunca, bir yüzeyden diğer tarafa ışınım, iletim ve taşınım ile geçen bütün ısıların toplamıdır (Strother & Turner, 1990) (Eşitlik 1).

$$Q = Q_{iletim-m} + Q_{iletim-g} + Q_{taşınım-g} + Q_{ışınım-g} \quad (1)$$

Pomzanın ısı yalıtım amaçlı kullanımı, kayacın ısı iletkenlik değeri () ile doğrudan ilgilidir. Bu parametre, kayacın atomları arasındaki bağ kuvvetlerine, iç yapısına, boşluk miktarlarına, bünyesinde bulundurduğu nem miktarına bağlı olarak değışimler göstermektedir. Bu bakımdan, pomza kayacının ısı iletkenlik katsayısı değerin belirlerken özellikle şu değlendirmelere önemle dikkat etmek gerekmektedir:

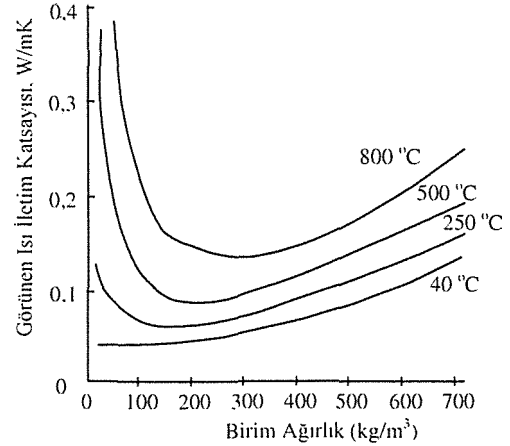
- Kayacın boşluk oranı ve boyut dağılım değeri,
- Kayacın birim ağırlığına bağımlı ısı iletim değeri,
- Kayacın nem içeriğine bağımlı ısı iletim değeri.

Tabakalı, lifsi, hücrel ve tanecikler şeklindeki boşluklara sahip kütsel malzemelerde ısı iletkenliği, malzemenin birim ağırlığı ile değışmektedir. Isı, çok az sayıda fakat geniş hava boşluklarını içeren düşük birim ağırlıktaki malzemelerde, bir yüzeyden diğer bir yüzeye daha kolayca geçebilmektedir (Strother & Turner, 1990). Bunun doğal bir sonucu olarak da, birim ağırlık arttıkça katı malzemelerin ısı iletkenliği de artmaktadır. Bununla birlikte verilen sıcaklık ve yüzeyler arasındaki sıcaklık farkı sonucunda, verimli bir şekilde ısı akışını azaltan optimum bir birim ağırlık değeri vardır (Genceli & Özgüç, 2000). Bu durum sembolik olarak Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu durum ASTM-C177, ASTM-C518 ve ASTM-C687 standartlarında önemle vurgulanmaktadır. Birim ağırlık, verilen sıcaklık, ısı farklılıkları ve doğrudan ısı akışı, ısı iletkenliği ve ısı direnci ölçümlerinde tanımlanması gerekli bir büyüklüktür. Ancak, bir çok malzeme türü için, bu bağlamda malzemeleri kullanıma sunan kurum ve/veya kuruluşlara verilmediği görülmekte olup, bu da, malzemelerin ısı iletimi hususunda değlendirilebilirliğini zorlaştırmaktadır (Strother & Turner, 1990).

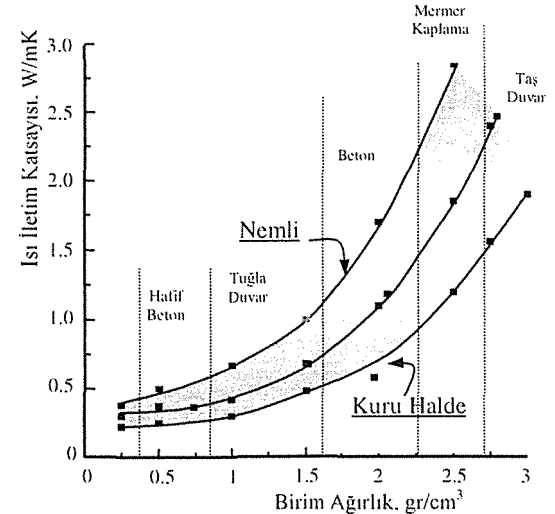
Yapılan teknik analiz ve gözlemler sonucunda elde edilen genel tecrübeler göstermiştir ki: farklı tür malzemelerin ısı iletkenlik değelerine malzemenin boşlukları ve birim ağırlık değışimi önemli derecede etki etmektedir. Şekil 4'de inşaat sektöründe kullanılan kayaç esaslı malzemelerin birim ağırlık değelerine bağımlı ısı iletkenlik değışimleri grafik olarak gösterilmiştir.

Şekil 4'den de görüldüğü gibi, hafif ve boşluklu malzemelerde, ısı iletkenliği düşük, ağır ve boşluksuz malzemelerde ise ısı iletkenlik değeri

daha yüksektir. Malzemenin içerdği nem miktarı, ısı iletkenliğini artıran bir faktör olarak görülmektedir. Genelde λ değeri düşük olan malzemeye *yalıtkan*, büyük olan malzemeye ise *iletken* malzeme tanımlaması yapılmaktadır.



Şekil 3. Sıcaklık-birim ağırlık ve ısı iletkenliği ilişkisi (Genceli & Özgüç, 2000).



Şekil 4. Farklı tür malzemelerde birim ağırlık-ısı iletim katsayısı değışimi.

Tüm yalıtım malzemelerinde olduğu gibi, pomza kayacının görünen ısı iletim katsayıları, şekilleri ve fiziksel yapıları, ortam ve uygulama durumlarına göre değışiklikler gösterir. Tipik değışiklikler, yoğunluk, boşluk büyüklüğü, çap, lif ve taneciklerin düzeni, bağlayıcı malzemelerin yayılışı ve derecesi, ısı ışınımına geçirgenlik, yalıtkan içindeki gaz

basıncı ve cinsi olarak sıralanabilir (Genceli & Özgüç, 2000).

Yukarıda verilen genel bilgilerin ışığında, Türkiye'de bulunan pomza oluşumlarını incelemek amacıyla bir dizi deneysel araştırma çalışması yapılmıştır. Araştırmada 5 değişik bölgeden farklı karakteristik yapılara sahip pomza örnekleri ele alınmış olup, her bir örnek farklı şekilde kodlanmıştır. Pomza örneklerinin araştırmada kullanılan kodları, fiziksel özellikleri ve kimyasal içerikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Pomza örneklerinin fiziksel özellikleri.

Pomza	Özgül Ağırlık kg/m^3	Birim Ağırlık kg/m^3	Su Emme Oranı (%)
PONZ PB	2327	640	28
PONZ PH	2320	670	24
PONZ PG	2518	460	37
PONZ TM	2340	420	42
PONZ GL	2510	850	22

Çizelge 2. Pomza örneklerinin kimyasal özellikleri.

	PONZ PB	PONZ PH	PONZ PG	PONZ TM	PONZ GL
SiO_2	72	70.5	68.5	66.8	59
Al_2O_3	12.5	13	14.9	14.75	16.6
Fe_2O_3	1.3	1.2	3.1	2.85	4.8
MgO	0.2	0.2	0.95	0.80	1.8
CaO	0.7	1.35	2.9	2.95	1.8
Na_2O	3.90	3.75	4.10	3.95	5.2
K_2O	4.30	4.55	2.75	2.75	5.4

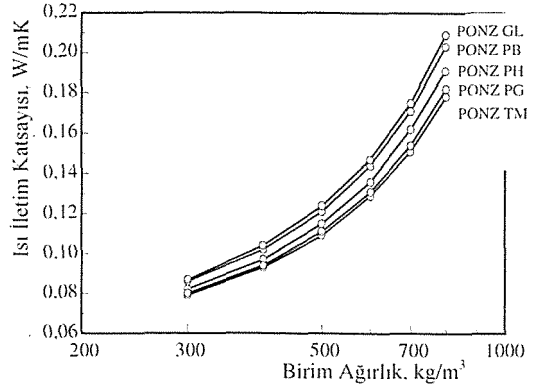
Birim ağırlık değeri, pomza tanelerinin sıkışık veya gevşek, kuru veya rutubetli olmasına göre değişik değerler almaktadır. Pomza tanelerinin granülometrik olarak boyutları büyüdükçe, birim ağırlık değerleri de düşmektedir (Gündüz ve Uğur, 2003). Bu olgu kapsamında, incelemede ele alınan pomza örnekleri üzerinde yapılan teorik-teknik inceleme bulgularına göre, pomzanın serbest granüle halde gevşek birim ağırlıkları ile gözeneklilik oranına bağımlı ısı iletkenlik katsayısı (λ) arasında korelasyonel ilişkiler araştırılmış ve tane boyut dağılımı ve yoğunluğuna bağımlı ısı iletkenlik katsayısı değerleri belirlenmiştir. Pomza oluşumlarının kuru durumda birim ağırlık değerlerine bağımlı, ısı iletken katsayısı değerleri Şekil 5'de verilmiştir.

Pomza örneklerinin granülometrik değişimi ve ısı iletken katsayıları arasındaki değişim karakteristiği örnek olarak Şekil 6'da verilmiştir.

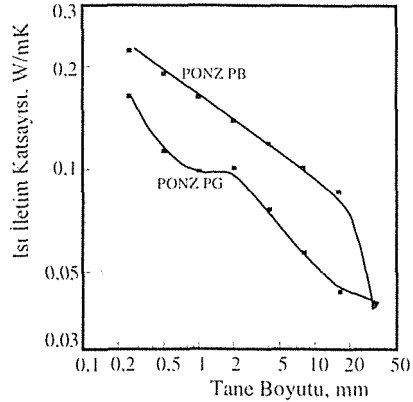
Bütün katı kütlelerde olduğu gibi, pomza kayacının ısı yalıtımındaki temel ilkesi, matris yapının çok sayıda ve çok küçük hava boşluklarına sahip gözeneklere sahip olmasıdır. Bu küçük hava boşlukları, hava taşınımını engellemektedir (Strother

& Turner, 1990). Yukarıdaki paragraflarda da değinildiği gibi, bu tip yalıtkanlar kullanmak avantajdır.

Havanın iletkenliği 21°C de çok düşüktür. Havanın ısı iletkenlik değeri 0.022 W / mK 'dir. Yalıtkan malzemeler ıslak veya nemli olursa hava boşlukları suyla dolmaktadır. Suyun iletkenliği 0.62 W / mK 'dir. Bu iletkenlik, havanın iletkenliğinden 28 kat daha büyüktür. Bu nedenle, nem veya su içeren malzemelerin ısı iletkenliği artmakta, ısı direnci ise azalmaktadır (Strother & Turner, 1990).



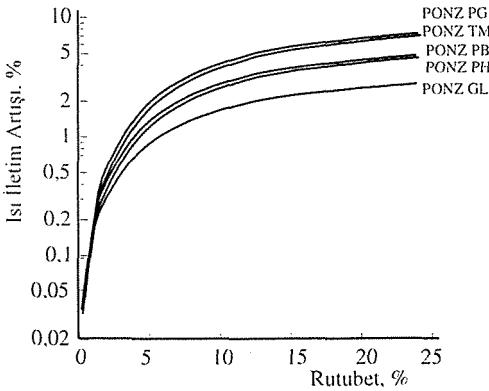
Şekil 5. Pomza örneklerinin birim ağırlık-ısı iletkenlik karakteristiği.



Şekil 6. Nevşehir pomza örneklerinin granülometri-ısı iletkenlik karakteristiği.

Yukarıda belirtilen genel olgu kapsamında, araştırmada ele alınan pomza örneklerinin ısı iletken karakteristiği kuru bazda oldukça düşük değerlerde olup, yalıtkan malzeme özelliği sergilemektedir. Ancak, pomzanın içinde bulunduğu atmosfer koşullarına göre, nem alma veya suya maruz kaldığı bölge ve kullanılan yerlerinde, bünyesinde rutubet bulundurduğu durumlarda, bu karakteristiğinin ne ölçüde değişebileceği detay olarak ayrı bir inceleme

konusu olmaktadır. Bu amaçla, pomzanın rutubet durumuna göre, ısı iletimindeki değişim olgusu detay olarak incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre, pomzadaki rutubet oranı arttıkça, ısı iletim katsayısı değerinin arttığı gözlenmiştir. Diğer bir değişle, gözeneklerin suya doymun hale gelmesi ile yalıtkanlık özelliği zayıflamaktadır. Bu açıdan, pomzanın ısı yalıtım malzemesi olarak kullanımında, yüksek oranlarda rutubetin bulunmaması arzu edilmektedir. Pomza örnekleri üzerinde yapılan rutubet oranı-ısı iletim katsayısı ilişkisi analizlerinin parametrik bulguları Şekil 7'de verilmiştir.

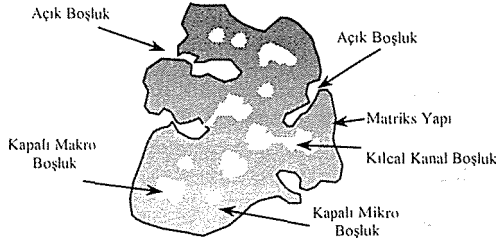


Şekil 7. Pomza örneklerinin rutubet içeriği - ısı iletim karakteristiği analizi.

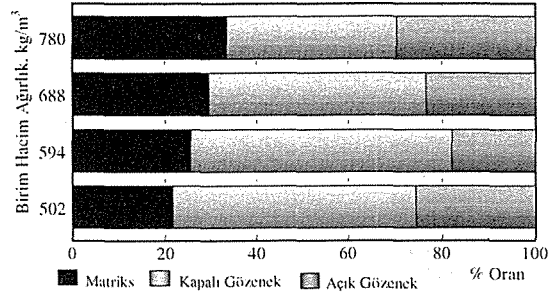
Pomza örneklerinin ince kesitleri üzerinde yapılan bir dizi incelemede, malzeme iç yapısında birbirinden çok farklı geometrik şekiller gösteren boşluk dağılımlarının varlığı belirlenmiştir. Pomzanın yapısında bulunan boşluk oluşumlarının, malzeme karakteristiğine ne ölçülerde etki ettiği ve endüstriyel olarak kullanım amacına göre bu boşluk oluşumlarının bir kalite faktörü olarak irdelenebilirliği üzerine bir yaklaşım geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşımda, pomza yapısında bulunan boşluk oluşumları iki ayrı kategoride ele alınmıştır. Bunlar, açık boşluklar ve kapalı boşluklar. Boşluklu bir malzeme yapısı, hacimsel dağılım olarak bir kısmı açık boşluklardan, bir kısmı kapalı boşluklardan ve geri kalan kısmı ise malzemenin katı olarak bulunan matris yapısından oluşmaktadır (Gündüz v.d., 2000). Bu bakımdan, pomza malzeme yapısı olarak, açık ve kapalı boşluklardan oluştuğuna göre, bu boşluk dağılım oranlarının belirlenmesi gerekecektir. Pomzanın yapısal durumu Şekil 8'de gösterildiği gibi sembolize edilebilir.

Pomzadaki açık boşluklar, agrega tane boyutuna bağımlı olarak, farklı tane boyut gruplarına sınıflandırılmış ve her bir tane boyutundaki agrega

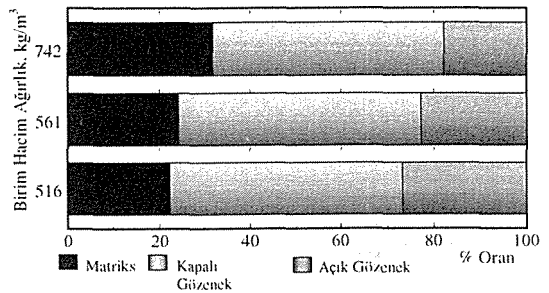
pomzanın, su emme oranları bağlamında belirlenmiştir. Malzemenin birim hacim ağırlık değerinin, özgül ağırlık değerine oranı olarak malzemenin doluluğu belirlenmiştir. Malzeme yapısında hacimsel olarak geri kalan kısım ise, pomzanın kapalı boşluk oranı olarak tanımlanmıştır. Yapılan bu incelemelere göre, farklı karakteristik yapılardaki pomza örneklerinin, boşluk ve doluluk oranları tespit edilmiş olup, analiz bulguları Şekil 9 - Şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 8. Pomzanın sembolik yapısal durumu.



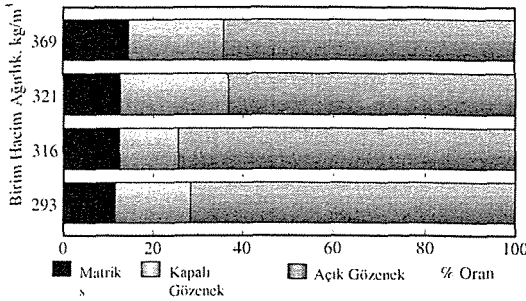
Şekil 9. Pomza kayacının birim ağırlık - boşluk oranı ilişkisi (PONZ PB).



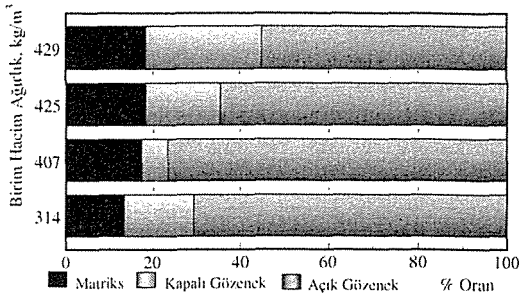
Şekil 10. Pomza kayacının birim ağırlık - boşluk oranı ilişkisi (PONZ PH).

Pomzanın ısı yalıtım amaçlı olarak kullanımında, farklı tane boyutlarında ve birim ağırlık değerlerindeki agregaların, kapalı boşluk oranlarının az miktarlarda olması arzu edilmektedir. Çünkü, kapalı boşluk oranı fazla olan pomza agregaları, geç sstirede suya doymun hale gelmekte olup, çok uzun

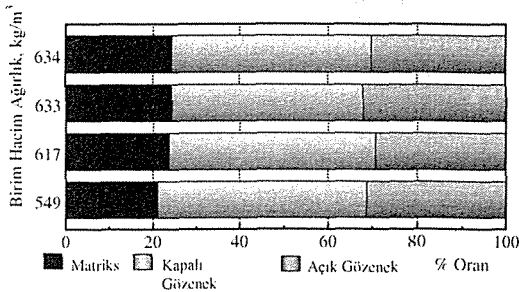
zaman sürecinde de bu gözeneklere emilen suyu atabilmektedir. Yukarıda da değinildiği gibi, pomza bünyesinde suyun bulunması durumunda, suyun havaya oranla 28 kat daha fazla iletken bir ortamı oluşturması, pomzanın yalıtanlık özelliğini zayıflatmaktadır. Bu bakımdan, bünyesinde uzun süre su bulunduran pomza agregaların, kuru durumda ısı iletkenlik değerleri ne kadar iyi olursa olsun, nemli ve/veya suya yarı doygun haldeki konumuna göre ısı iletkenlikleri oldukça olumsuz olabilmektedir.



Şekil 11. Pomza kayacının birim ağırlık – boşluk oranı ilişkisi (PONZ PG).



Şekil 12. Pomza kayacının birim ağırlık – boşluk oranı ilişkisi (PONZ TM).



Şekil 13. Pomza kayacının birim ağırlık – boşluk oranı ilişkisi (PONZ GL).

Bu nedenle, kapalı gözeneklerin tamamen birbiri ile bağlantısız olması, suyun etkili olduğu kullanım yerlerinde yalıtım açısından pek arzu edilen bir durum değildir. Bu açıdan, açık gözenek oranı yüksek olan pomza agregaları, yalıtım açısından daha tercih edilen pomza yapılarını göstermektedir. Bu olgu kapsamında, araştırmada ele alınan pomza örneklerinin, bu tarz gözenek oluşumlarına bağımlı olarak, agrega boyutlarında ısı iletkenlik değerleri belirlenmiş olup, aşağıda belirtilen görgül ilişkiler tanımlanmıştır.

$$\text{PONZ PB : } \lambda = 0.0509 * e^{2.2305} (P_{mat} / (P_a + P_k))^{0.72793} \quad (2)$$

$$\text{PONZ PH : } \lambda = 0.0495 * e^{2.1839} (P_{mat} / (P_a + P_k))^{0.73008} \quad (3)$$

$$\text{PONZ PG : } \lambda = 0.0484 * e^{2.7912} (P_{mat} / (P_a + P_k))^{0.87064} \quad (4)$$

$$\text{PONZ TM : } \lambda = 0.0490 * e^{2.4850} (P_{mat} / (P_a + P_k))^{0.84115} \quad (5)$$

$$\text{PONZ GL : } \lambda = 0.0484 * e^{2.6222} (P_{mat} / (P_a + P_k))^{0.76292} \quad (6)$$

Burada;

λ : Agreganın ısı iletkenlik değeri, W / mK.

d : Pomza agregalı blok genişliği, cm.

P_{mat} : Pomza matris yapı oranı, %.

P_a : Pomza açık gözenek yapı oranı, %.

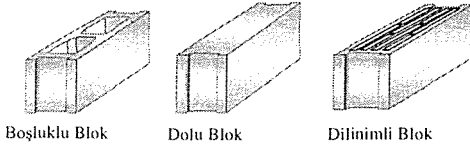
P_k : Pomza kapalı gözenek yapı oranı, %.

Bu ilişkiler yardımı ile pomza örneklerinin gözenek yapıları ve oranlarına bağımlı olarak, ısı iletkenlik katsayılarının kestirimi yapılabilmektedir. Bu da, pomza agregasının kullanım yerine bağımlı ısı özelliklerinin tanımlanmasında önemli değerlendirmelerin yapılabilmesine olanak sağlayabilecektir.

3 POMZA AGREGALI BLOK VE ISI YALITIM İLİŞKİSİ ANALİZİ

Pomzanın, inşaat sektöründe hafif yapı elemanı blokların elde edilmesinde, doğal ve gözenekli hafif agrega olarak kullanımı oldukça yaygındır. Bu amaçla pomza, çimento ve su ile karıştırılarak elde edilen hafif beton harcı, farklı formlarda hazırlanmış blok kalıplarına dökülmek suretiyle, hafif yapı elemanı bloklar elde edilebilmektedir. Bu bloklar, hafifliklerinin yanı sıra, pomza agregalarının iyi bir yalıtkan özellik göstermesi sebebiyle aynı zamanda ısı yalıtımı sağlayan bloklar olarak da tanımlanabilmektedir. Bu bakımdan, aynı forma

sahip bir blok elemanı, pomza kayacının ısı özelliklerine göre farklı ısı iletkenlik değerlerine sahip olabilmektedir. Burada önemle üzerinde durulması gerekli husus, iyi bir ısı yalıtımı sağlamak amacıyla, hangi özelliklere sahip pomza oluşumları ile bu tarz blok elemanlarının elde edilmesi daha olumlu sonuçların araştırmasıdır. Bu nedenle, araştırmada ele alınan pomza örnekleri ile elde edilmiş blok elemanlarının, ürün olarak ısı iletkenlik değerleri bir dizi deneysel çalışma ile analiz edilmiş olup, her bir pomza örneğinin blok elemanın ısı özelliklerine olan etkisi detaylı incelenmiştir. Pomza agregaları üzerinde yapılan ısısal analizlerde, PONZ PG türü pomza kayacının ısı özellikleri, diğer pomza örneklerine göre daha iyi değerlerde bulunduğu için, bu bölümde, yalnızca PONZ PG pomza örneği ile yapılmış blok elemanlarının ısısal özellikleri özetle verilmiştir. Bu incelemede 3 ayrı tür blok formuna sahip ürün türü değerlendirilmiş olup, bu blok formları Şekil 14'de verilmiştir.



Şekil 14. Araştırmada kullanılan blok geometrileri.

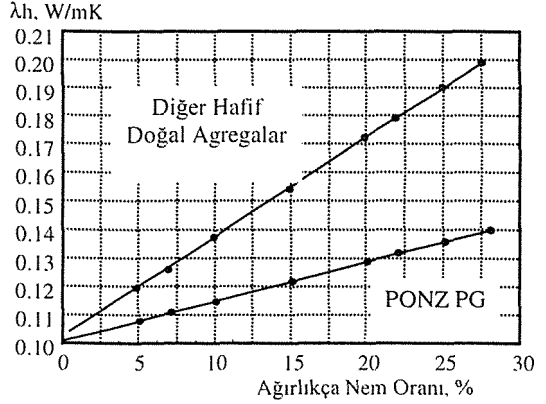
PONZ PG türü pomza agregaları ile yapılan bu blok elemanlarının ısı iletkenlik değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Pomza agregalı blok elemanlarının ısı iletkenlik değerleri (PONZ PG).

Blok Formu	Blok Genişliği (mm)	Blok Kenar Et Kalınlığı (mm)	Isı İletkenlik (W/mK)
Dolu	200	-	0.21
Boşluklu	100	25	0.12
		30	0.14
	150	25	0.10
		30	0.11
	200	25	0.10
		30	0.11
		35	0.13
	50	0.15	
Dilinimli	200	-	0.17

Pomza agregalı blok elemanlarının ısısal özelliklerine etki eden diğer bir faktör ise, pomza agregalarının ısı özelliklerinde olduğu gibi, blok elemanın nem etkisinde değişen ısı iletkenlik özelliğidir. Genellikle, blok elemanın bünyesinde nem içeriği yükseldikçe, yalıtıkanlık özelliği de o ölçüde

düşmektedir. Bu bakımdan nemin, blok elemanın ısısal özelliğini ne ölçütlerde değiştirdiği detay bir inceleme konusudur. Bu amaçla yapılan bir dizi araştırma çalışmasında, PONZ PG türü pomza agregalı blok elemanlarının nem etkisindeki ısısal özellikleri analiz edilmiş olup, farklı tür hafif agregalı blok elemanlarının benzer şekilde yapılmış analiz bulguları ile karşılaştırılmalı ilişkisi Şekil 15'de verilmiştir.



Şekil 15. Pomza agregalı blok elemanlarında nem-ısı iletkenlik ilişkisi (PONZ PG).

Pomza agregalı blok ürünlerinin yalıtım özelliklerinin analizi bakımından diğer bir inceleme ise, blok elemanın ısı yalıtım karakteristiğinin belirlenerek, duvarda ısı yalıtım amaçlı örgü elemanı olarak değerlendirilebilirlik kriterlerinin tanımlanmasıdır. Bu incelemede, pomza agregalı blok elemanın ısı yalıtım karakteristiğinin belirlenmesi, blok elemanın ısı iletim katsayısının belirlenmesine yönelik yapılan deneysel ve teorik irdelemelerde, pomza agregalı blok elemanın ısı iletim katsayısının, bloğun birim ağırlığı, sıklık oranı ve geometrik olarak hacimsel boşluk oranının birer fonksiyonu olarak tanımlanabildiği ve bu parametrelerin değerlerine göre bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Pomza agregalı blok elemanlarının ısı yalıtımı amaçlı irdelenebilirliğinde ampirik olarak kullanılabilir ve sayısal bir parametreye bağımlı olan bir faktörün tanımlanması, farklı blok elemanlarının birbirleri ile mukayesesi bakımından oldukça faydalı olacaktır. Böyle bir faktör tanımlanması, yapılan detay araştırmalar sonucunda, bloğun dayanımının birim ağırlığına oranının, hacimsel boşluk oranı, kesit/yükseklik oranı ve ısı iletim katsayısı ile çarpımı sonucu elde edilen parametrik değer, blok elemanın ısı yalıtım faktörü

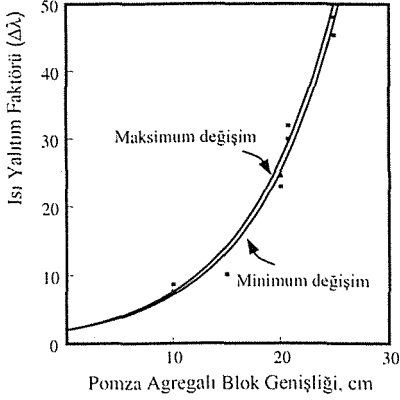
($\Delta\lambda$) olarak nitelendirilmiştir. Bu tanımlamaya göre, pomza agregalı blok elemanları için ortak olarak kullanılabilir ısı yalıtım faktörünün minimum ve maksimum değerleri fonksiyonel bir ifadeleme ile ilişkilendirilmiş olup (Şekil 16), ampirik yaklaşımı ise Eşitlik 7 – Eşitlik 8’de verilmiştir.

$$\Delta\lambda_{\min} = 2.9868 \cdot e^{0.1166 \cdot d} \quad (7)$$

$$\Delta\lambda_{\max} = 3.8020 \cdot e^{0.1120 \cdot d} \quad (8)$$

Burada;

$\Delta\lambda$: Pomza agregalı blok için ısı yalıtım faktörü,
d : Pomza agregalı blok genişliği, cm.



Şekil 16. Pomza agregalı blokların kesit kalınlığına bağlı olarak ısı yalıtım faktörü değişimi.

Geliştirilen bu ısı yalıtım faktörü, bloğun ısı yalıtım amaçlı uygulamalarda değerlendirilebilmesi bakımından son derece önemli parametrik mukayeseleri yapabileceği olanağı sağlamaktadır. Diğer taraftan, bir bloğun ısı iletim katsayısının, malzemenin genel karakteristik özelliklerine bağlı olarak doğrudan kestirimini yapabilmek amacı ile bir dizi algoritmik çalışmalar yapılmış olup, pomza agregalı bloklar için bloğun ısı iletim katsayısının maksimum ve minimum değişim aralığını gösterecek bir kestiriminin yapılabileceği iki farklı görgül ifade geliştirilmiştir (Eşitlik 9- Eşitlik 10):

$$\lambda_{\max} = 0.04418 \cdot e^{0.1120 \cdot d} \cdot \frac{h \cdot w}{\sigma_c \cdot B \cdot d} \quad (9)$$

$$\lambda_{\min} = 0.03335 \cdot e^{0.1166 \cdot d} \cdot \frac{h \cdot w}{\sigma_c \cdot B \cdot d} \quad (10)$$

Burada;

λ : Blok için ısı iletim katsayısı, W / mK,
d : Blok genişliği, cm,
W : Blok birim hacim ağırlık, kg / m³,
 σ_c : Blok basınç dayanım değeri, kg / cm²,
B : Blok hacimsel boşluk oranı, %,
h : Blok yüksekliği, cm.

4 SONUÇLAR

Yapılan bu araştırma çalışmasında elde edilen bulgulara göre pomza agregaları, inşaat sektörünün birçok alanında yalıtım amaçlı olarak kullanılabilir. Özellikle, hafiflik, doğallık ve ısı yalıtımının ön plana çıktığı durumlarda, pomza kayacı, günümüz koşullarında oldukça önem arz eden bir malzeme yapısını sağlamaktadır. Ancak, pomza kayacı oluşumlarının farklı karakteristik yapılar sergilemesi nedeniyle, en optimum kayacın ne olması gerektiği, boşluk dağılımı ve boşlukların birbirleri ile olan ilişkilerinin detaylı olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla, bu makalede yer alan ve 5 ayrı tür pomza örneğine ait teknik veriler, kullanıcılar açısından değerlendirilmelerde ana parametre olarak alınabilecek hususları kapsamaktadır. Ayrıca, pomza agregalı hafif blok elemanları da, oldukça iyi şartlar sergileyen ısıl özellikleri göstermekte olup, ısı yalıtım amaçlı duvarların yapımında önemle kullanılabilir yapı elemanlarını oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Genceli, O., Özgüç, F., 2000. *Ashrae Temel El Kitabı*, Isı Yalıtımı ve Buhar Kesiciler Esaslar, Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınlar:2, Ankara, 29s.
- Gündüz L. (ed.), 1998. *Pomza Teknolojisi* Cilt 1. Isparta.
- Gündüz L., Uğur I., 2003. An Analysis For Determining The Material Characteristics Of Pumice Formations In The World And In Turkey. *Industrial Minerals Journal*, Elsevier Publishing, In-Press, England.
- Gündüz L., Rota A., Hüseyin A., 2000. Türkiye ve Dünyadaki Pomza Oluşumlarının Malzeme Karakteristiği Analizi. *4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir.
- Strother, E.F., Turner, W.C., 1990. *Thermal Insulation Building Guide*, Malabar, Florida, Robert E. Krieger Publishing Company.

Maden Sahası Devralma Değerlendirmesi

A.Sergi

MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Maden aramanın oldukça riskli ve yüksek giderli olmasından dolayı saha devralma, sahadaki maden ve maden dışı varlıkların satın alınmasıyla sahibi olunması, maden sahalarını elde etmenin genel bir yoludur. Bu çalışma stokastik simülasyonun olası devralma senaryolarına uygulanmasının maden saha devralma değerlendirmelerini anlamak, formüle etmek ve çözümlmek için temel bir çerçeve sağladığını göstermektedir.

ABSTRACT: Due to the fact that exploration is highly risky and expensive, property acquisition, becoming owner of mineral and non-mineral assets in the property, is a common way of obtaining mineral properties. This study demonstrates that application of stochastic simulation to plausible acquisition scenarios provides a basic framework for understanding, formulating and resolving mineral property acquisitions.

1 GİRİŞ

Maden sahaları, rezervlerinin karlı bir şekilde işletilebilir olmasından dolayı bir değere sahiptir. Bir maden arama programının olumlu olarak sonuçlanmasının oldukça riskli ve masraflı olması, ayrıca uzun zaman alması sebebiyle saha devralma, diğer bir ifadeyle maden yatağının ve sahadaki mevcut aktiflerin satın alınmasıyla sahibi haline gelme, maden sahalarını elde etmek için alternatif bir yol olarak kullanılır. Bir maden sahası uygun bir devralma adayı olarak belirlendiği zaman, bir sonraki adım devrin doğru bir biçimde değerlendirilmesi olacaktır. Ekonomik olarak cazip olmayan bir sahayı satın alma, değerinin üzerinde ödeme -başlangıçta ödenen yüksek bir devralma gideri sahanın ekonomikliği üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olacaktır- veya ucuza satma riskini azaltan iyi tasarlanmış bir devralma değerlendirmesi önemlidir.

Bu çalışmada ilk önce madencilik sektöründe saha devri kavramı ve maden saha devralma değerlendirmesi için önerilen çeşitli yaklaşımlar kısaca özetlenmektedir. Ardından, arama aşamasındaki bir sahadan işletilen bir madene kadar geniş bir yelpazede gerçekleşen maden saha devirlerine ilişkin sahanın etüt derecesi ve işletme durumu ile sahadaki mevcut aktifleri -yani likide edilebilir varlıklar ve likide edilemeyen varlıklar-dikkate alan bir çerçeve geliştirilmesi gösterilmektedir. Devralma değerlendirme çerçevesi, bir maden sahasının potansiyeli için teknik analiz, piyasa değerinin tahmini için ekonomik analiz ve optimal karar alma için risk analizi dinamiklerinin oluşturulmasıyla ilgilidir(Sergi 1995).

2 SAHA DEVRALMA

2.1 Devralmanın çerçevesi

Genelde devralmaların arkasındaki temel gerekçe benzer nitelikteki sahaları kazanarak rezervleri tüketilen sahaların yenilenmesi ve mevcut işletmelerin ömrünün uzatılmasıdır. Ayrıca devralmalar mevcut üretim hattını genişletmek, daha büyük pazar payı elde etmek, yada değerinin altında ucuz sahalar kazanmak suretiyle işletme kazançlarını artırmaya yöneliktir. Saha devralmalarının bir bölümü ise başka ülkelere açılmak gibi prestij amacı güder(Sandri 1985).

Devralma bir maden sahası için en yüksek kontrol seviyesidir. Bu sayede, sahanın ilgili yasa ve yönetmeliklere uygun olarak istenilen şekilde geliştirilmesi ve işletilmesi mümkündür. Kazanılan bir maden sahası gelir ve kar getirmeye hazır durumdadır. Eğer saha üretimdeyse çalışan personel, makine-ekipman, yerüstü ve/veya yeraltı tesisleri sağlayarak zenginleştirme ve yatırım giderleri gibi bilinmeyenleri azaltır. Ayrıca işletme sırasında arama çalışmaları veya uygun piyasa koşullarında rezerv artırılabilir, böylece ek bir gelir kaynağı olabilir. Devralma gideri bir kez anlaşıldığında piyasa etkisi altında değildir. Piyasa değerinin tahminini kesin devralma giderinin belirlenmesinden ayırmak gereklidir. Bir maden sahası için gerçek piyasa değeri (devralma gideri) ancak pazarda gerçek bir satış sonrasında belirlenir. Ödeme şekli pazarlık sırasında taraflarca belirlenir. Belirtilen bir zamanda nakit, yıllık veya periyodik eşit veya saptanmış miktarlarda taksitler, rüdvans -üretilen veya işlenen cevherin satışından belirli bir yüzde, aylık veya yıllık minimum rüdvans ödemeleri- olası

seçenekler arasındadır. Resmî anlaşma maden yasasındaki tüzük ve yönetmeliklere uyacak şekilde satış ve alışı arasında yapılır ve tarafları, anlaşmanın konusunu (saha ismi, yeri, vb.), anlaşmanın maddelerini (tarafların yükümlülükleri, tazminat, teminat, anlaşmazlık durumları, ödeme şekilleri vb.) içeren bir kontrat oluşturulup imzalanır. Diğer yandan, piyasa koşullarında ani bir değişim devralma projesini yapılabilir olmaktan çıkarabilir veya eski cazibesini kaybettirebilir, bu taktirde de alıcı koşullar iyileşene kadar beklemek zorunda kalacaktır (Sergi 1995).

2.2 Devralma değerlendirme yaklaşımları

Maden sahalarının piyasa değerini tahmin etmek için önerilen çeşitli yaklaşımlar olmasına rağmen piyasada düzenli bir alım-satım ile oluşmuş ortak bir kıstas yoktur. Madencilik sektöründe kullanılan isteğe bağlı uygulamalar dışında üç ana yaklaşım vardır: a) gider yaklaşımı, b) benzer satışlar yaklaşımı, ve c) indirgenmiş nakit akımlar (İNA) yaklaşımı. Gider yaklaşımı benzer bir varlığın yenileme veya inşa giderini temel olarak alır. Sahanın değeri ile inşa giderleri arasındaki korelasyon eksikliği, yeraltı/yerüstü tesisleri ve makine-ekipman olmayan sahalarda uygulama zorluğu bu yaklaşımı güvenilir olmaktan uzaklaştırmaktadır. Karşılaştırılabilir satışlar yaklaşımı ise benzer ikame varlığın satış fiyatını baz kabul eder. Yeterli karşılaştırmalı maden saha satış bilgisi olmaması, modelin kanaatsal bir prosedür içermesi, saha ve ödeme koşullarına göre devralma değerinin değişken olması uygulamadaki önemli pratik zorluklardır (Genty 1988). Yaygın bir diğer uygulama statik İNA analizidir. Yaklaşımın esası sahadan üretilecek belirsiz gelecek nakit akımları parametre değerlerinin en iyi tahminlerine dayanarak hesaplamak, ardından riski düzeltmek için genelde duruma özgü ve subjektif olarak yükseltilmiş bir indirgeme oranı kullanarak sahanın bugünkü değerini belirlemektir. Ancak, bu yaklaşımdan kaynaklanan iki problem vardır. Birincisi belirsiz bir rastsal değişken için en iyi tahmin muhtemelen beklenen değer değil en olası değerdir. Beklenen değer ise bir rastsal değişkene ait olasılık dağılımının ortalaması olarak tanımlanır. Bu nedenle genelde en olası değer ve beklenen değer farklıdır. Diğer bir problem ise, Jensen eşitsizliği dikkate alındığında nakit akımların beklenen bugünkü değeri, nakit akım eşitliğinde rastsal değişkenlerin beklenen değerlerini kullanarak elde edilen değerle aynı değildir (Slade 1996). Beklenen nakit akım eşitliğini sadece beklenen değerlerle değil bütün olası değerlerle hesaplamak gereklidir (Çiz. 1).

Maden saha devralmaları arama aşamasından işletilen bir madene kadar herhangi bir zamanda gerçekleşebileceğinden, devir ile ilgili mevcut veri miktarı da sahanın bu yelpazenin neresinde olduğuna bağlıdır. Dolayısıyla devralmalar sahanın işletme derecesine bağlı olarak farklı

seviyelerde risk taşımaktadırlar. Bu nedenle bir sahanın piyasa değeri hem sahanın potansiyelini hem de sahayla ilgili riskleri içermek zorundadır. Üstelik değerlendirmeye baz teşkil eden a) belirsiz ön işletme ve işletme ömrü, b) lineer olmayan vergi sistemi ve c) normal olmayan değişkenler ve/veya değişkenler arasındaki korelasyon koşulları düşünüldüğünde devralma değerlendirmesini stokastik simülasyonla modellemek gerçekçi bir alternatif sağlamaktadır. Öncelikle, dağılımları açıkça modellemek devralmanın taşıdığı riskin daha iyi biçimde ele alınmasını sağlar ve statik analizden gelen beklenen NBD değerinden daha doğru ve güvenilir bir beklenen devralma NBD değeri verir. Ayrıca, devralmaya ait NBD değerlerinin dağılım aralığını belirleme, yani muhtemel NBD çıktılarındaki varyans beklenen NBD değerini saran belirsizliği gösterir. Böylece devralınması düşünülen sahaya ait riskler tanımlanmış durumdadır. Bu bir değerlendirme zarar olasılığını ve devralma senaryoları temelinde oluşturulan saptanmış bir sınırın olasılığını belirlemeye imkan verir. (Davis 1995, Davis&Sergi 2002).

Çizelge 1. Nakit Akım Değerinin Hesaplanması

Olasılık	Altın Fiyatı (\$/ons)	İşl.Gideri (\$/ons)	Üretim (ons)	Nakit Akım (\$)
0.25	400	250	10.000	1.500.000
0.50	300	250	10.000	500.000
0.25	250	250	0	0
En olası değerlerle				500.000
Beklenen değişken değerlerle				468.750
Bütün olası değerlerle				625.000

3 SAHA DEVRALMA MODELİ

3.1 Değerlendirmenin ana hatları

Değerlendirme ile ilgili temel kabuller aşağıdadır:

- 1) Değerlendirme nihai satış fiyatının belirleneceği devralma için düşünülen maden sahasının fiyat aralığını tahmin etmeyi amaçlar.
- 2) Alıcı ve satıcı serbest (zorunluluk yada kısıtlama yok) ve devredilen sahayla ilgili yeterli bilgi sahibidir;
 - a) sahanın tanımlanması ve devralınacak yasal hakların özelliği,
 - b) maden sahası ile ilgili koşulların durumu:
 - i) rezerv/kaynak lokasyon ve kalitesi,
 - ii) arazi ve maden yatağının jeoloji ve topografyası,
 - iii) geçmişteki ve süregelen bütün arama, geliştirme ve madencilik faaliyetleri,
 - iv) yer altı ve yerüstü tesisleri,
 - v) makine-ekipman envanteri ve detaylı teknik özellikleri,
 - vi) maden saha devralması ile ilgili diğer kategorilerdeki varlıklar.

vii)eğer maden kapalıysa kapanma sebebi(ekonomik ve/veya teknik).

c) ilgili mercilerden alınan gerekli izin ve onaylar.

d) sahaya ait taahhütlerin (borç ve yükümlülükler) cetveli.

3) Bir sahanın NBD değeri devralmaya girişmenin bir sonucu olarak yatırımcının refahını maksimize etme amacıyla uygun düşen bir devralma değerlendirme kriteridir. Belirsizlik altında, devralma NBD' i tek bir değerle değil fakat muhtemel sonuçlarının olasılık dağılımı ile tanımlanır. Olası çıktıların değişkenliği veya dağılım miktarı belirsiz devralma NBD değerinin ne kadar riskli olduğunun ölçüsüdür. Nakit akımları veya NBD' i saran yayılımı ilgilendiren temel sebebi yatırımcılar genelde riskten kaçındıklarından, daha az risk taşıyan devralma alternatifi tercih edilecektir. Bu durumda NBD eşitliği:

$$NBD = \sum_{i=1}^n \frac{E(C_i)}{(1+r)^i}$$

Burada C_i $i=1$ den n ' e stokastik nakit akımlar. $E(\cdot)$ beklenti operatörü ve r risk uyarlanmış indirgeme oranıdır. Bugünkü değeri hesaplamada kullanılan uygun getiri oranı, işletme finansmanın belirsiz bir ortamda sermaye bütçelemesi ile ilgili önerdiği bir denge modeli olan SVFM' nin (sermaye varlıkları fiyatlama modeli) uygulanması ile elde edilir:

$$r = r_f + \beta [E(r_m) - r_f]$$

Burada r_f risksiz oran, genelde hazine bonoları veya devlet tahvillerinin getirisi ile tahmin edilir, r_m stokastik piyasa getirisi, $[E(r_m) - r_f]$ piyasa risk primi, β ise piyasa getirisine göre proje getirisi hareketliliğinin ölçüsüdür (Brealey & Myers 2000) ve

$$\beta = \frac{COV(r, r_m)}{var(r_m)} = \frac{\sigma_{r, r_m}}{\sigma_{r_m}}$$
 ile verilir.

4) Değerlendirme maden sahasına ait planlanan veya mevcut maden tesislerine ve madenin işletilmesinden gelecek net nakit akımlara dayandırılır. Gelecek net nakit akım prospeksiyonu devralmanın NBD değerini belirlemek için kullanılır. İşletilen bir sahanın değerlendirilmesi mevcut işletme ve zenginleştirme yöntemlerine dayanır. Ancak bu durum yeni sistem ve teknoloji ile devralmadan sonra geliştirilebilir. Ana yatırım alınması planlanan veya mevcut varlıklara, yenileme ihtiyaçlarına ve gelecek üretim tahminlerine göre projeksiyon edilir. İşletilmeyen sahalarda hem üretimin başlama zamanını hem de o zamanda gerçekleştirilecek sabit yatırım harcamalarını, eğer işletme kapalı ise sahayı tekrar faaliyete geçirme giderlerini tahmin etmek gereklidir.

5) Saha devir değerlendirme çerçevesi bağımlı riski içeren piyasa değer aralığının tahminini sağlayan

Monte Carlo analizi üzerine dayandırılmıştır. Simülasyon NBD olasılık histogramı ile birlikte konservatif bir NBD değeri ve beklenen bir NBD değeri üretir. Piyasa değerinin alt ve üst sınırları bu aralık içinde a) sahanın etüt derecesini, b) işletme durumunu, c) sahadaki mevcut aktifleri -yani likide edilebilir varlıklar ve likide edilemeyen varlıklara dikkate alarak belirlenir. Beklenen NBD değeri değerlendirmede pazar değer aralığının üst sınırı olarak kullanılır. Sebebi, rasyonel bir alıcı devralma adayı için o sahadan üretilecek beklenen NBD değerinden daha fazlasını ödemeyecektir. Olasılık dağılımının güvenilir bir alt sınır karlılığı devralmadaki riski yansıtmak için kullanılır. %95 güvenilirlik aralığı alt sınır NBD değeri makul bir emniyet ölçüsü olarak alınmıştır. Diğer yandan, satıcı sahanın alt sınırını belirlemede doğal olarak yatırım harcamalarını kurtarmayı düşünecektir (Sergi 1995).

3.2 Devralma değerlendirme senaryoları

Maden saha devir değerlendirmesi için devralmaya aday sahadaki işletme ve mevcut varlıkların durumu dikkate alınarak olası senaryolar geliştirilir. Elde edilen verilerin bu senaryolara uygulanmasıyla maden sahasının piyasa değeri için olası teklif/taalep aralığı belirlenir. Modelin parametreleri ve senaryolar aşağıda verilmiştir (Şek. 1.2.3. Çiz. 2.3):

MSD : Maden sahası piyasa değeri

K(NBD) : Konservatif NBD değeri

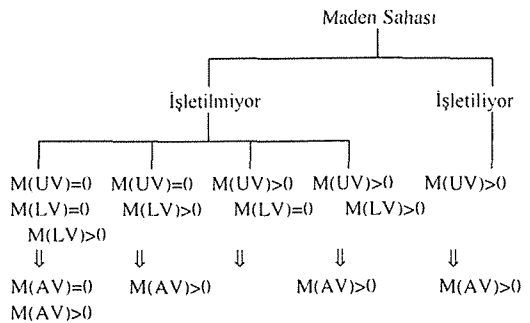
E(NBD) : Beklenen NBD değeri

M(AV) : Bütün varlıkların, arazinin ve hazırlık harcamalarının toplam değeri

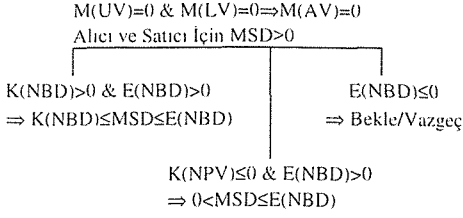
M(LV) : Sahadaki likide edilebilir varlıkların ve arazinin toplam değeri

M(UV) : Likide edilemeyen, sadece maden yatağından dolayı değeri olan varlıkların ve hazırlık harcamalarının toplamı

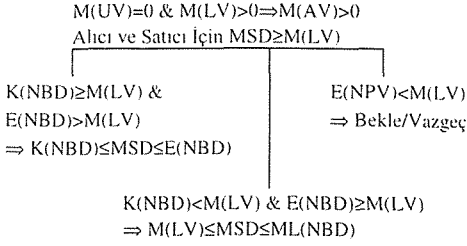
$$M(AV) = M(LV) + M(UV)$$



Şekil 1. Olası Saha Devralma Senaryoları



Şekil 2. Hiçbir varlığa sahip olmayan işletilmeyen bir saha



Şekil 3. Likit varlıklara sahip olan işletilmeyen bir saha

Çizelge 2. Likide edilemeyen varlıkları olan işletilmeyen bir saha

$M(UV) > 0 \text{ \& } M(LV) = 0 \Rightarrow M(AV) > 0$	
Alıcı/Teklif Aralığı	Satıcı/Talep Aralığı
$K(NBD) \geq M(UV) \text{ \& } E(NBD) > M(UV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$	$K(NBD) \geq M(UV) \text{ \& } E(NBD) > M(UV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$
$0 < K(NBD) < M(UV) \text{ \& } E(NBD) > M(UV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$	$0 < K(NBD) < M(UV) \text{ \& } E(NBD) > M(UV) \Rightarrow M(UV) \leq MSD \leq E(NBD)$
$K(NBD) \leq 0 \text{ \& } E(NBD) > M(UV) \Rightarrow 0 < MSD \leq E(NBD)$	$K(NBD) \leq 0 \text{ \& } E(NBD) > M(UV) \Rightarrow M(UV) \leq MSD \leq E(NBD)$
$0 < K(NBD) < M(UV) \text{ \& } 0 < E(NBD) \leq M(UV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$	$0 < K(NBD) < M(UV) \text{ \& } 0 < E(NBD) \leq M(UV) \Rightarrow$ Bekle veya $K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$
$K(NBD) \leq 0 \text{ \& } 0 < E(NBD) \leq M(UV) \Rightarrow 0 < MSD \leq E(NBD)$	$K(NBD) \leq 0 \text{ \& } 0 < E(NBD) \leq M(UV) \Rightarrow$ Bekle veya $0 < MSD \leq E(NBD)$
$E(NBD) \leq 0 \Rightarrow$ Vazgeç	$E(NBD) \leq 0 \Rightarrow$ Bekle

3.3 Örnek Çalışma

Bir madencilik firması ABD’de küçük bir altın sahasını devralmak için değerlendiriyor. Modelin detay hali www.decisioneering.com adresli web sayfasında yayınlanmıştır. Devralmaya aday saha ile ilgili parametreler, parametrelere ait olasılık dağılım tipleri ve parametreler arasındaki pozitif(+) yada negatif(-) korelasyon (Çiz. 4). özet nakit akımlar (Çiz. 6) ve saha devralma senaryoları aşağıda

verilmiştir (Çiz. 5,7,8). Çizelge 7 ve 8’de maden yatırım giderleri ve hazırlık harcamaları hariç Çizelge 5 ile aynı parametreler kullanılmıştır. Stokastik simülasyon için Crystal Ball programı kullanılmış. NBD dağılımları Şekil 4 ve 5’de verilmiştir.

Çizelge 3. Her iki türlü farklılıkları olan işletilen bir saha

$M(UV) > 0 \text{ \& } M(LV) > 0 \text{ \& } M(LV) > M(UV) \Rightarrow M(AV) > 0$	
Alıcı/Teklif Aralığı	Satıcı/Talep Aralığı
$K(NBD) \geq M(AV) \text{ \& } E(NBD) > M(AV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$	$K(NBD) \geq M(AV) \text{ \& } E(NBD) > M(AV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$
$M(LV) \leq K(NBD) < M(AV) \text{ \& } E(NBD) > M(AV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$	$M(LV) \leq K(NBD) < M(AV) \text{ \& } E(NBD) > M(AV) \Rightarrow$ Bekle veya $K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$
$K(NBD) < M(LV) \text{ \& } E(NBD) > M(AV) \Rightarrow M(LV) \leq MSD \leq E(NBD)$	$K(NBD) < M(LV) \text{ \& } E(NBD) > M(AV) \Rightarrow$ Bekle veya $M(LV) \leq MSD \leq E(NBD)$
$M(LV) \leq K(NBD) < M(AV) \text{ \& } M(LV) < E(NBD) \leq M(AV) \Rightarrow K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$	$M(LV) \leq K(NBD) < M(AV) \text{ \& } M(LV) < E(NBD) \leq M(AV) \Rightarrow$ Bekle veya $K(NBD) \leq MSD \leq E(NBD)$
$K(NBD) < M(LV) \text{ \& } M(LV) \leq E(NBD) < M(AV) \Rightarrow M(LV) \leq MSD \leq E(NBD)$	$K(NBD) < M(LV) \text{ \& } M(LV) \leq E(NBD) < M(AV) \Rightarrow$ Bekle veya $M(LV) \leq MSD \leq E(NBD)$
$E(NBD) < M(LV) \Rightarrow$ Vazgeç	$E(NBD) < M(LV) \Rightarrow$ Bekle

Çizelge 4. Parametreler, Dağılım Tipleri ve Korelasyonlar

a) Rezerv	Lognormal / b(+),c(+),e(+)
b) Ortalama Tenör	Normal / a(+),d(+)
c) Üretim Hızı	Normal / a(+),f(-),g(-),h(+),j(+)
d) Zenginleştirme Verimi	Doğrusal / b(+),d(+)
e) Altın Fiyatı	Lognormal / a(+),e(+)
f) Maden İşletme Gideri	Lognormal / c(-),k(+)
g) Zenginleştirme Gideri	Lognormal / c(-),k(+)
h) Maden Yatırım Gideri	Üçgen / c(+),j(+)
j) Zengin. Yatırım Gideri	Üçgen / c(+),h(+)
k) İşletme Sermayesi	Üçgen / f(+),g(+)

Çizelge 5. M(UV)=0 & M(LV)=0

Statik NBD değeri	22.391 milyon \$
Simülasyon NBD değeri	23.290 milyon \$
Fark/Yüzde fark	899 bin \$ / %4.0
Konservatif NBD değeri	-21.708 milyon \$
Olasılık (NBD<0)	%18.9
Alıcı teklif aralığı (milyon \$)	0<MSD≤23.340
Satıcı talep aralığı (milyon \$)	0<MSD≤23.340

Çizelge 6. Devralma Adayı Altın Sahası

Devralma Projesi Teknik & Ekonomik Parametreler
(* Rastsal Değişkenler)

Teknik Parametreler		Ekonomik Parametreler	
Ortalama Tenör (g Au/ton)*	4.05	Altın Fiyatı (\$/g)*	10.50
Limit Tenör (g Au/ton)	0.65	Maden İşletme Gideri (\$/t)*	2.62
Rezerv Miktarı (bin ton)*	8.300	Zenginleştirme Gideri (\$/t)*	6.88
İçerdiği Değer (kg Au)	33.615	Toplam işletme gideri (\$/t)	9.50
Dekapaj Oranı	2.0	Maden İşletme Yatırım Gideri (\$ 000)*	24.420
Cevher Üretim Hızı (t/d)*	6.000	Zenginleştirme Yatırım Gideri (\$ 000)*	54.318
Zenginleştirme Verimi*	95%	Toplam Yatırım Gideri (\$ 000)	78.738
Çalışma Süresi (gün/yıl)	355	İşletme Sermayesi (\$ 000)*	12.000
Maden Ömrü (yıl)	6	Tükenme Payı	15%
		Devlet Hakkı (% Net İzabe Geliri)	5%
		Gelir Vergisi Oranı	46%
		Hurda Değeri (% Yatırım Giderleri)	10%
		Reel Risk-uyarlanmış İndirgeme Oranı	10%
		Enflasyon	3%

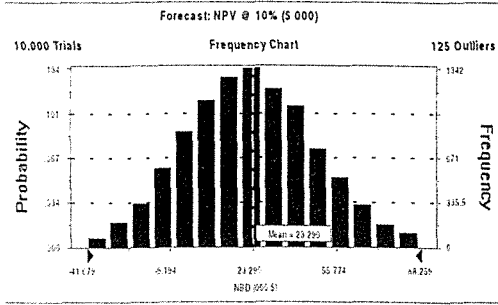
Yıl	1	2	3	4	5	6	7
Çalışma süresi gün/yıl	0	249	355	355	355	70	0
Dekapaj miktarı (t/gün)	0	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Cevher (t/gün)	0	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Dekapaj (000 t)	3.579	2.982	4.260	4.260	4.260	838	0
İşlenen cevher (000 t)	0	1.491	2.130	2.130	2.130	419	0
Cevher tenörü (g/t)	0.00	4.05	4.05	4.05	4.05	4.05	4.05
Zenginleştirme verimi (%)	0%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Kazanılan altın (000 g)	0	5.737	8.195	8.195	8.195	1.612	0
Altın fiyatı (\$/g)	0	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Brüt Gelir (\$ 000)	0	60.235	86.049	86.049	86.049	16.927	0
Eksi: Rafineri Giderleri (\$ 000)	0	5.622	8.031	8.031	8.031	1.580	0
Net İzabe Getirisini (\$ 000)	0	54.613	78.018	78.018	78.018	15.347	0
Eksi: Devlet hakkı (\$ 000)	0	2.731	3.901	3.901	3.901	767	0
Net Gelir (\$ 000)	0	51.882	74.117	74.117	74.117	14.580	0
Ekle: Hurda değeri (\$ 000)	0	0	0	0	0	8.268	0
Eksi: İşletme giderleri (\$ 000)	0	21.977	31.396	31.396	31.396	6.176	0
Eksi: Hazırlık Harcamaları (\$ 000)	6.564	0	0	0	0	0	0
Eksi: Amortisman (\$ 000)	17.294	16.395	11.914	10.859	8.747	8.103	0
Eksi: Tükenme (\$ 000)	0	7.036	11.118	11.118	11.118	432	0
Vergilendirilebilir Gelir (\$ 000)	-23.858	6.473	19.689	20.744	22.857	8.137	0
Eksi: Vergi (\$ 000)	-10.975	2.978	9.057	9.542	10.514	3.743	0
Net Gelir vergiden sonra (\$ 000)	-12.883	3.496	10.632	11.202	12.343	4.394	0
Ekle: Amortisman (\$ 000)	17.294	16.395	11.914	10.859	8.747	8.103	0
Ekle: Tüketim (\$ 000)	0	7.036	11.118	11.118	11.118	432	0
Eksi: Sabit yatırım (\$ 000)	68.896	11.811	0	3.937	0	0	0
Eksi: İşletme sermayesi (\$ 000)	12.000	0	0	0	0	-12.000	0
Net nakit akım (\$ 000)	-76.486	14.554	33.101	28.679	31.644	24.366	0
Kümülatif nakit akım (\$ 000)	-76.486	-61.932	-28.831	-152	31.493	55.859	0
NBD @ %10 (\$ 000)	22.391						
IKO	20%						
Geri Ödeme Süresi	4						

Çizelge 7. $M(UV)=37.043.000 \$$ & $M(LV)=0$

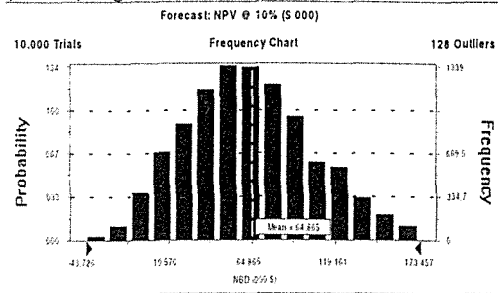
Statik NBD değeri	62.261 milyon \$
Simülasyon NBD değeri	64.865 milyon \$
Fark/Yüzde fark	2,604 milyon \$ / %4,2
Konservatif NBD değeri	-752 bin \$
Olasılık (NBD<0)	%5,3
Olasılık NBD<M(UV)	%27,5
Alıcı teklif aralığı (milyon \$)	$0 < MSD \leq 64.865$
Satıcı talep aralığı (milyon \$)	$37.043 \leq MSD \leq 64.865$

Çizelge 8. $M(UV)=3.579.000 \$$ & $M(LV)=33.464.000 \$$

Statik NBD değeri	62.261 milyon \$
Simülasyon NBD değeri	64.865 milyon \$
Fark/Yüzde fark	2,604 milyon \$ / %4,2
Konservatif NBD değeri	-752 bin \$
Olasılık NBD<0	%5,3
Olasılık NBD<M(LV)	%24,7
Alıcı teklif aralığı (milyon \$)	$33.464 \leq MSD \leq 64.865$
Satıcı talep aralığı (milyon \$)	$37.043 \leq MSD \leq 64.865$



Şekil 4. Çizelge 5'e ait NBD dağılımı



Şekil 5. Çizelge 7 ve 8'e ait NBD dağılımı

SONUÇ

Stokastik simülasyon maden saha devralma değerlendirmelerini anlamak, formüle etmek ve çözümlmek için bir çerçeve sağlamaktadır. Bu çerçevenin bir diğer yararı hem alıcıya hemde satıcıya devralmaya girişilmesine, devralmanın

ertelenmesine veya devralmadan vazgeçilmesine yol göstermesinden gelmektedir.

Monte Carlo analizi maden sahası devralmasına dair çeşitli açılardan bilgi sağlamaktadır. Öncelikle, dağılımları açıkça modellemek devralmanın taşıdığı riskin daha etkin biçimde ele alınmasını sağlar ve statik analizden gelen beklenen NBD değerinden daha iyi ve güvenilir bir beklenen NBD değeri verir. Belirsiz ön işletme ve işletme ömrü, lineer olmayan vergi sistemi, normal olmayan değişkenler ve/veya değişkenler arasında korelasyon koşulları altında devralmaya ait beklenen NBD değeri hesaplamının doğru yolu Monte Carlo analizidir. Ayrıca, devralmaya ait NBD değerlerinin dağılım aralığını belirleme, yani muhtemel NBD çıktılarındaki varyans statik NBD değerini saran belirsizliği gösterir. Bu bir değerlemede zarar olasılığını veya devralma senaryoları temelinde oluşturulan saptanmış bir sınıran olasılığını belirlemeye imkan verir. Örneğin, önceden tespit edilmiş riskte en düşük kabul edilebilir fiyat, beklenen değerde azami risk miktarı, maksimum ödenebilir fiyatta risk büyüklüğü. Son olarak, saha devralma fırsatlarının NBD dağılımları karşılaştırılabilir. Böylece devralmaya aday sahalarda arasındaki seçim kolaylaşır. Ayrıca saha devralmayı finanse etmeye yönelik kredi ararken yıllık net nakit akımların borcu tamamen ödeyebilmek ve yatırımı kurtarabilmek için yeterli olma ihtimalinin belirlenmesine yardımcı olur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki desteklerinden dolayı Prof.Dr.Neş'e Çelebi'ye(ODTÜ, Maden Müh.), Doç.Dr.Graham A.Davis'e(Colorado School of Mines, Division of Economics and Business) ve TÜBİTAK ve kurumuma teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Brealey,R.A.,Myers,S.C. 2000. *Principles of Corporate Finance*. Mc Graw-Hill Edition.
- Davis,G.A. 1995. Mis(use) of Monte Carlo Simulations in NPV analysis. *Mining Engineering*, Vol.47, No.1. say.75-79.
- Davis,G.A.,Sergi,A. 2002. Mining Example Model. www.decisioneering.com web sayfası.
- Gentry,D.W.1988. Minerals project evaluation an overview. *IMM Transactions*, Vol.97. Section-A. say.A51-A56.
- Sandri Jr.,H.J., 1985. Mineral industry acquisition analysis. *Finance for the Minerals Industry*, C.R.Tinsley ve ark. eds.,SME, Littleton, CO. say.383-389
- Sergi, A., 1995. Development of a Model for the Evaluation of Mineral Property Acquisitions. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Maden Müh.
- Slade, M. ve ark., 1996. Valuing risk and flexibility. *Resources Policy*, Vol.22, No.1/2,say.63-74.

Elektrik Üretiminde Linyit Sektörümüzün Yeri ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ)

A.O.Yılmaz

KTÜ. Maden Müh. Bölümü, Trabzon

E. Arıoğlu

Yapı Merkezi Holding A.Ş. Ar-Ge Bölümü, İstanbul

ABSTRACT: When the distribution of the world energy resources is considered, as the equivalent of the oil, it can be seen that raw oil reservoir is $1001,6.10^9$ barrels and coal reservoir is $3887,6.10^9$ barrels and total reservoir is $5640,8.10^9$ barrels. Thus coal makes up the 70% of the total energy resources. In other words, coal is doubtlessly the energy resource of the 21st Century with this potential. Oil companies have made large-scale investments in the coal sector, due to the fact that they realized oil, the apple of the eye energy resource will have been consumed in 40-50 years. Thanks to its lignite reserve at the amount of 8.4 billion tons and its production culture, our country is in a lucky position at the international platform. Our public institution Turkish Coal Enterprises (TKİ) who transforms this big potential into production and provides approximately 90 % of the lignite production has been badly affected by the adverse developments caused by wrong policies (starting of heating coal import, increasing levels of natural gas import.etc.) and has started to encounter some serious problems. In this study, importance of lignite in the energy generation of our country is underlined and Turkish Coal Enterprises (TKİ), which is the biggest producer of lignite, is examined at various levels (such as production, employment, efficiency, investment and consumption, etc.) and proposals are made in relation to the problems that are encountered in the production of both energy and the lignite.

I GİRİŞ

Ülkemiz ekonomisi.1973 ve 1979 yıllarında yaşanan petrol krizlerinden en derin şekilde etkilenen ekonomilerden birisi olmuştur. Özellikle ikinci petrol krizi ile birlikte. İkinci Dünya Savaşı yıllarından sonra ilk defa enflasyon %100'ün üzerine çıkmış ve GSMH'da reel büyüme uzun bir aradan sonra ilk defa negatif değere (-%0.4 -1999-) düşmüştür. 1970 yılında genel enerji arz dengesi içinde petrol ithalatının payı %32 iken. 1973 ve 1979'da %40 seviyelerine ulaşmıştır (Ünver, Ünal,1999).

Ekonominin ithal petrole bu denli bağımlı hale gelmesi, esas olarak petrol fiyatlarının uzun bir süredir düşük seviyede istikrarlı seyretmesinden kaynaklanmıştır. Uzun zamanda petrolün varil fiyatının 2-2.5 \$ düzeyinde istikrar kazanmış olması bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de petrolü alternatif kaynaklar arasında çok avantajlı kılmuştur. Ancak, 1973 yılındaki ilk şokla birlikte, alternatif kaynaklar karşısındaki fiyat avantajını kaybetmeye başlayan petrol, 1979'daki ikinci krizden sonra, ithalatçı ekonomilerin krize sürüklenmesine neden olmuştur. Birinci kriz öncesinde 2.5 \$ olan petrolün varili, krizi izleyen yıllarda 11.65 \$'a 1979 yılındaki ikinci krizden sonra 33 \$'a kadar tırmanmıştır.

İthal petrole aşırı şekilde bağımlı durumda olan Türkiye'nin, petrol fiyatlarındaki bu anormal artışlar

sonucunda dış ticaret dengesi çok olumsuz biçimde bozulmuş ve tüm ihracat gelirleri petrol ithalatını karşılayamaz hale gelmiştir. Petrolün güvenilir bir enerji kaynağı olmaktan çıkması, ülkemizin yerli kaynaklara ve özellikle LİNYİT'e yönelmesinde en önemli gerekçeyi oluşturmuştur (Ünver, Ünal,1999). Sonraki yıllarda linyite dayalı enerji üretimine ağırlık verilmiş, linyitin elektrik üretimindeki payı % 40 seviyelerine çıkmıştır. 1980'li yılların sonlarında sözde nedenlerle (çevre kaygıları, hava kirliliği vb) doğal gaza doğru bir eğilim başlatılmış ve enerji üretimindeki payı 2000 yılı itibarı ile %40 seviyesine ulaşmıştır. Dünya ölçeğinde bakıldığında $15.6.10^{12}$ kWh -2001-brüt elektrik üretiminde yakıtların dağılım payları şöyledir: Kömür (taşkömürü+linyit): % 38, doğal gaz % 18, nükleer % 17, hidrolik % 16.7, petrol % 8, diğerleri % 2.3 (Günther ve Schiffer, 2002).

Ülkemizin 2010 yılı için öngörülen doğal gaz dış alımları ve sektörel kullanım payları yakından bakıldığında şu büyüklükler sırasıyla ortaya çıkmaktadır (Arıoğlu, Yılmaz, 1997a):

- o 58.6 milyar m³/yıl
- o Elektrik santrallerinde %60
- o Sanayi %20
- o Konut %15.4

Bu sayısal göstergeler genel enerji politikasının artan oranda "dışa bağımlı" hale getirdiğini açıkça

ifade etmektedir. İlk petrol krizinde enerji dış alım oranı %36 düzeyindeyken 2010 yılında anılan büyüklük % 60'ların üzerine çıkmaktadır. Bu gelişme ulusal ekonomimiz açısından olağanüstü "rükütücü" ve "akıl dışı"dır. Enerji temini için ödenen toplam gider istenen performans düzeyinin çok altında seyreden dış satım gelirinin %15'idir. Ayrıca; ülkemizde gereken ilgi ve dikkati görmemiş 8.4 milyar ton linyit rezervinin varlığı burada tekrar vurgulanırsa, izlenmekte olan enerji politikasının yanlışlığı çok daha net biçimde algılanabilecektir [Arioğlu, Yılmaz, 1997a].

2 LİNYİT SEKTÖRÜNE TOPLU BAKIŞ

2.1 Rezerv

Ülkemiz kömür rezervleri bakımından hiç de küçümsemeyecek potansiyele sahiptir. Sahip olduğumuz 8.4 milyar ton ile rezerv ve üretim bazında sıralamada dünyada 7. ve 6. sıradadır (Arioğlu, Yılmaz 1997a). Linyit rezervimizin belirli kabuller doğrultusunda bugünkü üretim düzeyi ile statik ömrü yaklaşık 130 yıl, yıllık % 0.5, % 1, % 2 üretim artışları dikkate alındığında dinamik ömrü ise 100, 83 ve 64 yıl olduğu hesaplanmıştır (Arioğlu, Yılmaz, 2002c (Çizelge 1). Bu rezervin yaklaşık % 74'ü (6.3 milyar ton) kamu, %26'si (2.1 milyar ton) ise özel sektöre aittir. Kamuya ait rezervin kalorifik değerinin ağırlıklı 1300-2500 Kcal/kg arasında değiştiği görülmektedir. OLİ, GAL ve ÇAN linyitleri 3000 Kcal/kg üzerindedir (Çizelge 1). Rezervin bölgeler bazında dağılımı şöyledir: Karadeniz % 2.4, Marmara % 9.7, Ege % 23.8, Akdeniz %4.4, İç Anadolu % 15.5, Doğu Anadolu % 43.6, G. Doğu Anadolu % 0.6 şeklinde dağılmıştır (Arioğlu, Yılmaz, 1997a)

Toplam rezervin aramaların artırılması ile artma olasılığı çok fazladır. Türkiye'de kömür içermesi olası Neojen yaşlı alanların % 60'ı ayrıntılı olarak aranmamıştır. Ayrıca, aramaları yapılan alanlarda da yeteri kadar derin sondaj yapılmadığı da bir gerçektir (Arioğlu, 1996; Önal, 1999). Diğer yandan MTA tarafından gerçekleştirilen arama çalışmaları son yıllarda yok denecek kadar azalmıştır. Örneğin 1978 yılında 61.000 m sondaj yapılırken, 1995 yılında yapılan sondaj miktarı sadece 743m'dir. Aynı şekilde örneğin 1978 yılında detay etüd yapılan alan 3737 km² iken, 1999 yılında aynı değer 10 km²'e düşmüştür.

2.2 1980-1998 Döneminde Sektörel Bazda Linyit Üretimi ve Oranları

Ülkemizin kamu ve özel kesim olarak satılabilir linyit üretimi ve oranlar toplu halde ve değerlendirilmelerle Çizelge 2'de verilmiştir. İlgili açıklamadan da görülebileceği gibi ülkemiz linyit üretiminin ağırlık bir bölümü (~ %85) kamu kesimi tarafından sağlanmaktadır. Diğer kelimelerle linyit üretiminde

kamu kesiminin üstünlüğü tartışılmazdır. Özel kesimin üretim oranı zaman zaman değişmekle beraber % 15 seviyesindedir (Çizelge 2).

2.3 TKİ ile İlgili Büyüklüklerin Gözden Geçirilmesi

Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) ile ilgili temel göstergeler (1988-2001) aşağıda kısaca açıklanmıştır (Arioğlu, Yılmaz, 2002a, Arioğlu Yılmaz, 2002b, Arioğlu, Yılmaz, 2002c, Arioğlu Yılmaz, 2002d, TKİ, 2002, DPT, 1996, 2001)

- Son yıllar itibarı ile linyit sektörümüzün bir daralma içine girdiği çeşitli göstergelerden anlaşılmaktadır. Örneğin 1988 yılında TKİ'de (işçi+memur) çalışanların sayısı 33.202 kişi iken bu sayı 2001 yılında 16.362 kişiye düşmüştür. Azalma oranı % 50.7'dir.
- Linyit sektörümüz 1973 yılındaki enerji krizi ile, yerli kaynaklara yönelmesi ile gelişmeye başlamıştır. Öyle ki 1970 yılında yatırımlar ton başına 2 \$ seviyesinde iken, bu yıldan itibaren sürekli artış kaydederek, 1978-1980 yıllarında en yüksek rakam olan 22 \$/ton seviyelerine çıkmıştır. Daha sonraki yıllar ne yazık ki bu yatırım büyüklüğü korunamadığı gibi, yatırımlarda sürekli düşüşler gözlenmiştir. Özellikle 1980'li yılların sonundan itibaren sektöre (TKİ) yapılan yatırımlar yok denecek kadar azalmış, örneğin 1991-2001 döneminde ortalama yatırım büyüklüğü 0.35\$/ton olarak gerçekleşmiştir.
- Gerek işçi sayısı, gerekse yatırımlardaki son yıllardaki kabul edilemez düşüşlerin üretim rakamlarına da yansımaları kaçınılmaz olmuştur. TKİ üretim rakamları yıllık 40 milyon ton seviyelerinden 30 milyon ton seviyelerine inmiştir. Değişik senaryolarla linyit kullanımının geri plana itilmesi devam ederse bu üretim düşüşlerinin sürmesi ne yazık ki kaçınılmaz olacaktır.
- TKİ'de genel işçilik verimleri 8000-80 ton/işçi.yıl arasında değişmektedir. Üretimlerini açık işletme ile gerçekleştiren ve büyük üretim ölçeklerine ulaşan ELİ, SLİ, GELİ, YLİ, ÇLİ, BLİ, İLİ, GÖLİ işletmelerinde işçilik verimlerinin yüksek oluşunun yanında üretim maliyetleri de 3-30 \$/ton gibi düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Üretim ölçeği az olan ve emek yoğun yeraltı üretimi yapan DLİ, OLİ işletmelerinde ise işçilik verimi 80 ton/işçi.yıl, üretim maliyeti de >200 \$/ton'dur İşletmelerin işçilik verimi ile üretim maliyeti ilişkisi araştırıldığında; işçilik verimi artarken üretim maliyetleri de düşmektedir. Bu sonuç rekabet gücü açısından üretim ölçeğinin önemini açıkça göstermektedir. Genel verimlilik ile üretim maliyeti arasında;

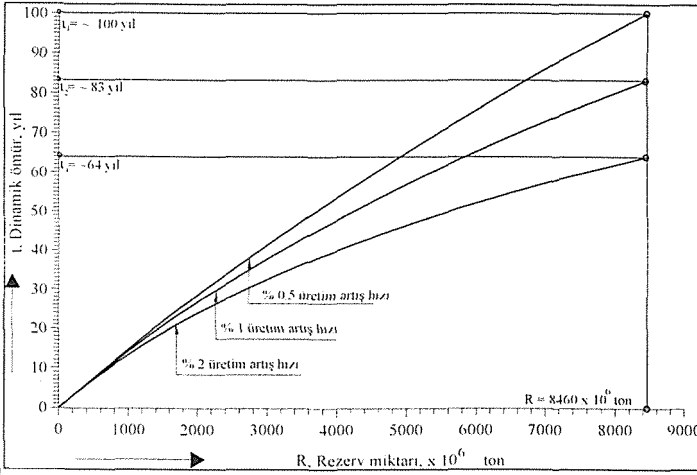
$$m_{ii} = 9222.5 \eta_g^{-0.857} \quad (1)$$

$$n = 158, r = 0.938$$

ilişkisi çıkartılmıştır. Burada; η_g =genel verimlilik (ton/kışı.yıl), m_{ii} = üretim maliyet, \$/ton,-2001 sabit dolar fiyatı- n=datasayısı (1988-2001), r = regresyon katsayısıdır.

Çizelge 1: Toplam Linyit Rezervine Göre Statik ve Dinamik Ömür (TKİ.2002)

BÖLGELER	REZERV (1000 TON)					KİMYASAL ÖZELLİKLERİ				
	Mümkün	Muhtemel	Görünür	Hazır	TOPLAM	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Uçucu madde (%)	Isı değeri (Kcal/kg)
ADL	-	9.895	74.893	50	84.838	32	30	1.2	26	2000
DLI	1.558	2.557	92.377	601	97.093	30	31	1.3	26	2145
ÖLİ	479	-	729	128	1.336	11	38	1.6	29	3470
GAL	7.300	29.470	42.800	2.182	81.752	6	31	4.3	35	5320
ÇAN			90.985	250	91.235	23	25	4,2	30	3.000
ŞARAY		105.570	23.582	52	129.204	45	16	1,9	20	2.110
KLI	1.560	19.945	45.905	503	67.913	33	26	3,0	26	2120
BLI			41.692	104	41.796	24	24	2	34	2.500
İLİ	-	25.960	283.461	1.629	311.050	42	21	2,3	22	1993
SEYİTÖMER			149.422	8.833	158.255	32	43	1,2	22	2.080
TUNÇBİLEK			319.397	16.111	335.508	15	41	1,6	25	2.560
ELİ	22.439	77.500	515.359	10.827	626.125	15	36	1,2	24	2723
GÖLİ		1.000	38.150	50	39.200	24	26	1,8	25	2.750
OAL	15.000	83.000	283.731	1.455	383.186	20	38	3,6	25	2.370
GELİ	-	-	138.991	4.379	143.370	35	24	2,5	26	2167
YLI	-	-	299.507	2.571	302.078	32	28	3,5	25	2073
TKİ TOPLAM	48.336	354.897	2.440.981	49.725	2.893.939					
TEAŞ	-	-	3.381.252	-	3.381.252	50	21	2	20	1.300
ÖZEL SEKTÖR	298.550	441.371	1.445.000		2.184.921					
TÜRKİYE TOPLAMI	346.886	796,2	7.267.233	49.725	8.460.112					



• Sektörün bugünkü mevcut üretimi dikkate alınırsa ($\bar{U} = -65.10^6$ ton/yıl, tuvenan) toplam rezervin statik ömrü $8460.10^9 / 65.10^6 (\text{ton/yıl}) \approx 130$ yıl bulunur.

• Linyit rezervimizin dinamik değerlendirilmesi yapılırsa, yıllık % 0.5, %1 ve %2 üretim artış hızı için toplam rezervin dinamik ömrü $t_1 \approx 100$, $t_2 \approx 83$ ve $t_3 \approx 64$ yıl olarak hesaplanır (Bkz. Şekil). Aramaların artırılması ile rezervde de belirgin bir artış olacağı kesindir. Bu durumda yukarıda belirtilen linyitin kullanım sürelerinde dikkate değer artışlar olacaktır.

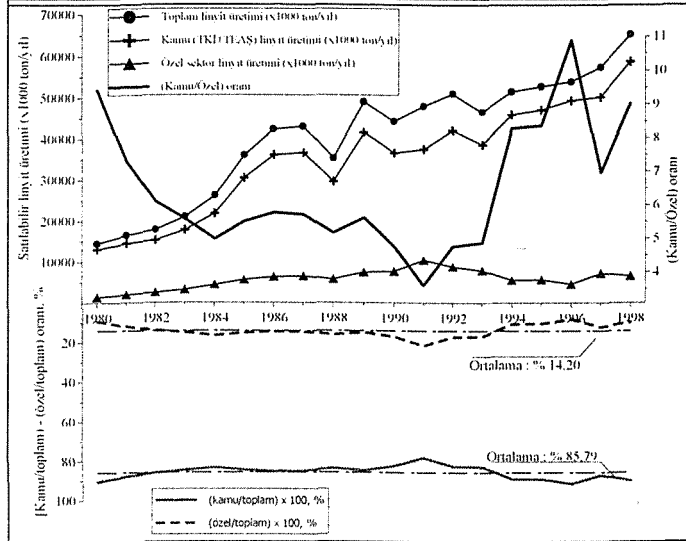
- Analizde rezerv olarak toplam rezerv alınmıştır $R = 8.460.10^9$ ton
- Üretim artış hızı a: % 0.5 (0.005); % 1 (0.01) ve % 2 (0.02) alınmıştır.
- t_1 anında üretim $\bar{U}_1 = 65.10^6$ ton-tuvenan-
- **Dinamik ömür**

$$t = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{a \cdot R}{\bar{U}_1} + 1 \right] \text{ formülü ile belirlenmektedir. Dinamik ömür- \% 0.5 için; } t_1 = \frac{1}{0.005} \cdot \ln \left[\frac{0.005 \times 8.460.10^9}{65.10^6} + 1 \right] \approx 100 \text{ yıl.}$$

olarak hesaplanır. Diğer üretim artış hızlarına "a" karşı gelen dinamik ömür değerleri "t" şekli üzerinde işaretlenmiştir.

Cizelge 2: Yıllar İtibarıyla Sektörel Bazda Toplam Linyit Üretimi ve Oranlar .

YIL	Satılabilir üretim [x1000 ton/yıl]			[1]/[2]	[1]/[3] x 100	[2]/[3]x100	Kümülatif üretim [x1000 ton]		
	TKİ+TEAŞ (KAMU)[1]	ÖZEL [2]	TOPLAM [3]				KAMU	ÖZEL	TOPLAM
1980	13.079	1.389	14.468	9.42	90.40	9.60	13.079	1.389	14.468
1981	14.490	1.986	16.476	7.30	87.95	12.05	27.569	3.375	30.944
1982	15.300	2.504	17.804	6.11	85.94	14.06	42.869	5.879	48.748
1983	17.744	3.181	20.925	5.58	84.68	15.18	60.613	9.060	69.703
1984	21.783	4.371	26.154	4.98	83.29	16.71	82.396	13.431	95.827
1985	30.470	5.538	36.008	5.50	84.62	15.38	112.866	18.969	131.865
1986	36.095	6.258	42.353	5.77	85.22	14.78	148.961	25.227	174.218
1987	36.603	6.414	43.017	5.71	85.09	14.91	185.564	31.641	217.235
1988	29.586	5.735	35.321	5.16	83.76	16.24	215.150	37.376	252.556
1989	41.584	7.403	48.987	5.62	84.89	15.11	256.734	44.779	301.543
1990	36.584	7.683	44.267	4.76	82.64	17.36	293.318	52.462	345.810
1991	37.560	10.429	47.989	3.60	78.27	21.73	330.878	62.891	393.799
1992	42.184	8.846	51.030	4.77	82.67	17.33	373.062	71.737	444.829
1993	38.687	7.926	46.614	4.88	82.99	17.00	411.749	79.663	491.443
1994	45.990	5.543	51.533	8.30	89.24	10.76	457.739	85.206	542.976
1995	47.131	5.627	52.758	8.38	89.33	10.67	504.870	90.833	595.734
1996	49.356	4.533	53.889	10.89	91.59	8.41	554.226	95.366	649.623
1997	50.194	7.193	57.387	6.98	87.47	12.53	604.420	102.559	707.010
1998	58.694	6.510	65.204	9.02	90.02	9.98	663.114	109.069	772.214
Ort	34.901	5.740	40.643	6.46	85.79	14.20			



Değerlendirme:

- 1980-1998 döneminde linyit üretimimiz sürekli gelişerek 1980 yılında toplam üretim 14.4 milyon ton'dan 1998 yılında %352 artarak 65 milyon tona yükselmiştir. Diğer deyişle toplam linyit üretimi 1980 yılına göre 4.5 kat artmıştır.
- 18 yıllık dönemde kamu 663.1 milyon ton, özel kesim ise 109.1 milyon ton kümülatif linyit üretimi gerçekleştirmiştir. Toplam üretim ise 772.2 milyon ton seviyesindedir.
- Toplam linyit üretiminin $[109.1/772.2] \times 100 = \%14.2$ sini özel sektör, % 85.8'ini ise kamu kesimi gerçekleştirmiştir. Yıllar itibarı ile bakıldığında kamu kesimi toplam üretim içindeki payı % 78 ile % 90.4 arasında değişmektedir. Diğer kelimelerle linyit üretiminde kamu kesiminin tartışılmaz bir üstünlüğü vardır.
- Anılan dönem ortalaması olarak kamu kesiminin ortalama satılabilir linyit üretimi 34.9 milyon ton, özel kesimin satılabilir linyit üretimi ise 5.7 milyon ton/yıl olarak gerçekleşmiştir.

Sivas kangal 1989 ve Elbistan 1995 yılında TKİ'den ayrılmış TEAŞ bünyesinde faaliyetlerine devam etmeye başlamıştır. Ham veriler DPT,1996-2001 kaynağından alınmıştır.

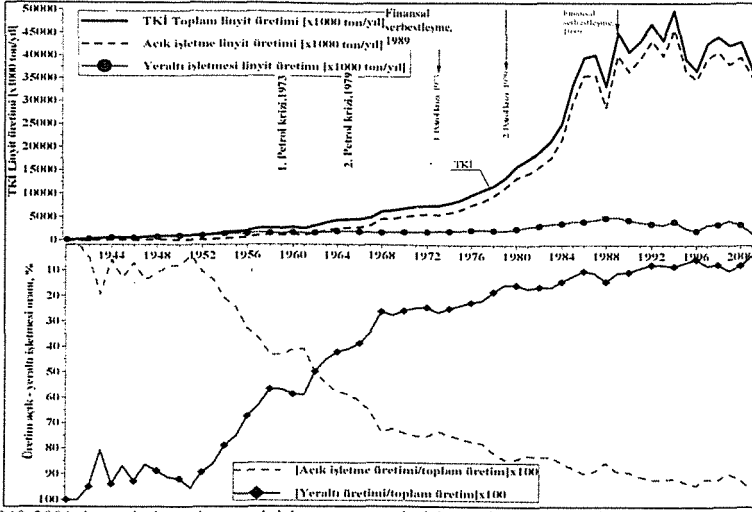
- Linyit ülkemizde temel olarak termik santral ve (teshin+sanayi)'de kullanılmaktadır. Toplam satılabilir üretimin ortalama %85'ini sağlayan kamu sektörü (TKİ) kendi üretiminin % 73'ünü (1980-2001 ortalaması) termik santrallara vermektedir. Termik santralların hemen hemen tüm linyit ihtiyacı kamu sektörü tarafından sağlanmaktadır. Özel sektör linyit üretiminin çok büyük bir bölümünü (teshin+sanayi)'ye vermiştir.
- TKİ üretimi ağırlıklı > % 90 açık işletmelerden sağlanmaktadır (Şekil 1). 1945-2001 döneminde toplam 4.1 milyar m³ dekapaj kaldırılmış olup, bu

dekapajın % 59'u müessese, % 41'i üstenci tarafından kaldırılmıştır. Anılan dönem için ortalama dekapaj oranı 4.08 m³/ton'dur. Tüvenan üretim ile kaldırılan dekapaj arasında aşağıdaki matematiksel ilişkinin olduğu belirlenmiştir:

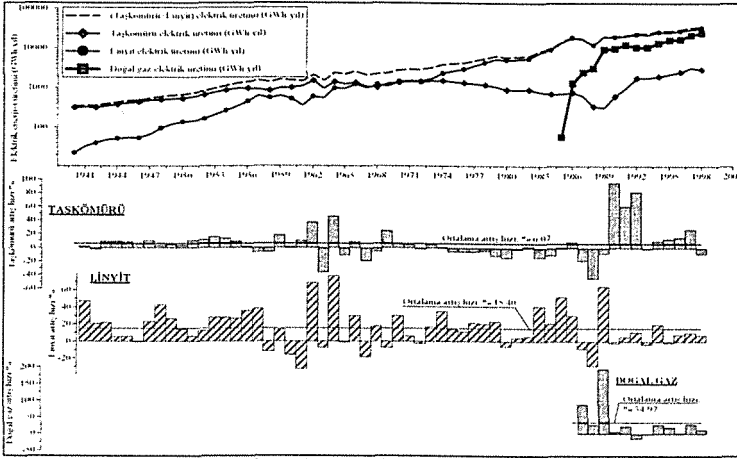
$$d = 0.88 \dot{U}_i^{1.172} \quad (2)$$

$n = 57, r = 0.99$

Burada; \dot{U}_i = Tüvenan üretim (ton/yıl), d = kaldırılan dekapaj miktarı m³/yıl, n = data sayısı, (1945-2001) r = regresyon katsayısıdır.



Şekil 1: TKİ'de 1940-2001 döneminde toplam, açık işletme ve yer altı işletmesi tuvenan üretimi ve üretimin yer altı ve açık işletmeden karşılanma oranları.



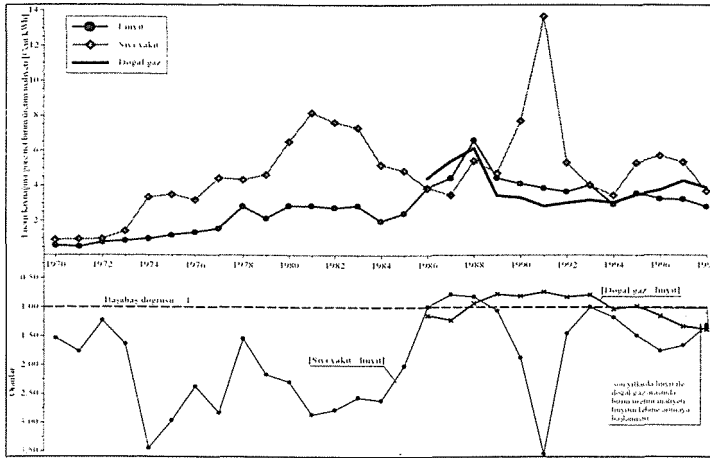
Şekil 2: (1940-1998) Döneminde (taşkömür+linyit), taşkömürü, linyit ve doğal gaz dayalı elektrik üretimleri ve artış hızları

3 LİNYİTİN ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ YERİ

1970-2000 yılları arasında enerji üretiminde linyit rezervlerimizi incelediğimizde ortaya çıkan görünüm şu şekilde özetlenebilir:

- 1970 yılında toplam kurulu güç içinde linyite dayalı santrallerin oranı %13.7, 1980 yılında %24.8 artarak %20.8'e ulaşmıştır. Bu artış 1985 yılında en yüksek oran olan %31.6'ya ulaştıktan sonra izleyen yıllarda anılan oran azalarak 2000 yılında %23.5 olmuştur. Dönem ortalaması % 23.2 olarak gerçekleşmiştir.
- Enerji üretiminde birim üretim maliyetinin kaynaklara göre dağılımı Şekil 2'de incelenmiştir. İncelenen 1970-1998 döneminde

linyit, sıvı yakıt ve doğal gaz fiyatları değişimlerinde en düşük üretim maliyetinin (cent/kWh) genelde linyit olduğu görülmektedir. 1970 yılında 0.5 cent/kWh olan linyitle üretim maliyeti, sıvı yakıtta 0.9 cent/kWh'dir. 1970 yılında [sıvı yakıt/linyit] oranı 1.5 iken, 1973 petrol krizinde 3 civarına, 1980'li yılların ortalarına kadar anılan oran 2-2.5 arasında değişmiştir. 80'li yılların ortasından itibaren ülkemizde kullanım alanı bulmaya başlayan doğal gaz, uygulanan yanlış ekonomi politikaların da etkisi ile başlarda enerji üretiminde nispeten ucuz olmasına rağmen, özellikle 1995 yılından itibaren pahalı bir yakıt (doğalgaz/linyit \cong 1.4) olmaya başlamıştır (Şekil 3). 1990 yılında elektrik



Şekil 3: 1970-1998 Döneminde enerji kaynağına göre elektrik birim üretim maliyetleri ve (sıvı yakıt/linyit), (doğalgaz/linyit) maliyet oranları değişimleri.

üretiminde %17.7 oran ile pay alan doğalgaz. 2000 yılında elektrik üretimindeki payı % 37.5'e yükselmiştir.

- Türkiye Kömür İşletmeleri 1988 yılında 191 milyon \$ zarar etmiş olup, sonraki yıllarda zararları nispeten azalmış, 1994 yılında itibaren kara geçmiştir. İşçi-memur sayısının 2001 yılında 1988 yılına göre % 50.7 azalması ve işletmenin kara geçmesi dikkat çekicidir. 1994 yılında 2 milyon \$ kar eden kurum, 1996 yılında karını en üst seviyeye 401 milyon \$'a çıkarmış sonraki yıllarda karı düşmeye başlamış.2001 yılı 4 milyon \$ kar ile kapatmıştır. Kar büyüklüğü-nün düşmesinde "enerji üretimi"nde linyitin payının azalması etkili olmuştur.
- Elektrik üretiminde ise 1970 yılında linyitin payı %16.7 iken 1980 yılında % 169 ar-tarak % 21.6'ya 1985 yılında en üst sınır olan % 41.8'e çıkmıştır. Sonraki yıllarda çe-şitli yanlış politikalar, çevre kaygıları vb. gibi nedenlerle doğalgaza dayalı santrallerin devreye girmeye başlaması ile linyitin elektrik üretimindeki payı düşmeye başlamış, 2000 yılında %28.1 olmuştur. 2000 yılında tamamen ithal olarak sağlanan doğalgazın elektrik üretiminde oranı % 37.5 gibi ürkütücü boyutlara ulaşmıştır (Şekil 2). Bu oran dünya ortalamasının tam iki katıdır. Anılan oranın gelecek yıllarda son derece ürkütücü olan %60'lara çıkarılması planlan-maktadır (Arıoğlu, Yılmaz, 1997a). Tamamen yerli, yeterli rezerve sahip olduğumuz ve elektrik üretiminde en ucuz yakıt olan linyitin ikinci plana itilerek, tamamı ithal edilen, uluslararası fiyat hareketlerinden son derece etkilenen, belli başlı ülkelerin kontrolünde olan ve dünyanın belli başlı bölgelerinde bulunan doğal gazın tercih edilmesi hayli düşündürücdür.

4 SORUNLAR

Linyit-enerji sektörünün yaşadığı temel sorunlar Şekil 4'de toplu halde takdim edilmiştir. Çizelge incelendiğinde hemen göze çarpan belli başlı sorunlar şöyle özetlenebilir:

- Sorunları temel olarak iç ve dış faktör olarak ayırmak mümkündür. Dış faktörler içinde: özellikle ABD, Avustralya ve G. Afrika'nın kömür üretiminde açık işletme ile üretim yapmaktan kaynaklanan üstünlükleri, son yıllarda hesapsız bir şekilde doğal gaz alımı-ithal kömür kullanımı, global sermaye güçlerinin ülkemizde 1989 yılında oluşturulan finansal serbestleşme mekanizmaları ile "enerji pazarları"na girmeleri sayılabilir.
- Ulusal kömür politikalarının oluşturulamaması, sürekli yüksek enflasyon,kayıtdışı ekonomi,iç tasarruf hacminin olması gereken düzeyde (\geq %30 GSMH) oluşturulamaması,ağır iş makinesinin üretiminin ülke geneline yaygınlaştırılmaması gibi ülke yönetimiyle ilgili faktörler de sektörün yaşadığı sorunların iç faktörlerle ilgili boyutunu oluşturmaktadır.
- İç faktörler arasında,TKİ-TEAŞ kurumu yönetimiyle ilgili hemen göze çarpan sorunlar ise şöyledir:
 - o Her iki kurum arasında yeterli koordinasyonun sağlanamaması,
 - o Elektrik sektöründe yerli kömürün fiyatlandırma politikaları kimi dönemlerde uluslararası fiyatların altında oluşturulması,
 - o Termik santrallerin uygun kömür hazırlama tesislerini kuramaları,
 - o İç döngü yönetim anlayışı,
 - o Kömürlerin iyileştirilmesine yönelik teknolojik yatırımların yeterince yapılamaması
 - o AR-GE ve yeni ürün geliştirmedeki çok ciddi eksiklikler
- Doğal faktörlerle ilgili sorunlar arasında: üretim koşullarının gittikçe zorlaşması (artan örtü/kazı oranı vb), kalın-eğimli damar geometrisi sayılabilir (Şekil 4).

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

- Ülkemiz 8.4 milyar ton ile rezerv ve üretim bazında sıralamada dünyada 7. ve 6. sıradadır. Linyit rezervimizin statik ömrü 130 yıl. % 0.5 üretim artışında dinamik ömrü ise 100 yıldır (Çizelge 1). Bu rezervin ciddi arama programları artma ihtimali çok yüksektir. Arama faaliyetleri ne yazık ki önceki dönemlerdeki yoğunluğu ile devam etmemesi en büyük dezavantajdır. Bunun için tüm Neojen sahalarının ayrıntılı jeolojik haritalarının yapımı (1/10000-1/5000) tamamlanmalı, umutlu sahalarda "derin sondajlı arama" yapılmalıdır.
- Kömür rezervlerinin dünya ölçeğinde petrole kıyasla yaygınlığının daha fazla olması, aynı zamanda toplam (petrol + doğal gaz + kömür) kaynaklarının % 70 gibi oldukça büyük bir kısmını oluşturması 21. Yüzyılda kömürün özellikle enerji üretiminde güçlü bir konuma geleceğinin en büyük göstergeleridir. Kısaca 21.yüzyılın temel enerji kaynağının kömür olacağı ileri sürülebilir.
- Linyit ülkemizde enerji üretimindeki ağırlığını son yıllarda kaybetmeye başlamış olup,1985 yılında %41.1'lik olan oran 2000 yılında %28.1'e düşmüştür. Buna karşın doğal gazın enerji üretimindeki payı artarak 2000 yılında %37.5'e çıkmıştır (Şekil 2). Tamamen uygulanan yanlış enerji politikalarından kaynaklanan durumun devamı halinde ülkemiz linyit madenciliği açısından telafisi mümkün olmayan sonuçların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.
- Linyite dayalı termik santrallerle üretilen enerji gerek sıvı yakıt gerekse doğal gazı nazaran daha ucuzdur. Son yıllar itibarı ile [sıvı yakıt/liniyit] oranı 2-2.5, [doğal gaz/liniyit] oranı ise 1.4'dür. Özellikle son yıllarda linyit-doğal gaz arasındaki makas linyit lehine gelişmeye başlamıştır (Şekil 3).
- Ülkemiz linyit üretiminin ağırlık bir bölümü (~ %85) kamu kesimi tarafından sağlanmaktadır. Özel kesimin üretim oranı zaman zaman değişmekle beraber % 15 seviyesinde kalmıştır (Çizelge 2).
- Türkiye Kömür İşletme (TKİ) ile ilgili belli başlı göstergeler kısaca şu şekildedir:
 - o İşçi sayısı 1988 yılına göre % 50.7 azalarak 2001 yılında 16.362 seviyesine inmiştir.
 - o Yatırımlar yok denecek kadar azalmış olup, 1978-1980 yıllarında 22 \$/ton olan yatırım, 1991-2001 döneminde ise 0.35\$/ton'a düşmüştür.
 - o Tüvenan üretim 40 milyon ton seviyelerinden 30 milyon ton seviyelerine inmiştir. Ülkemizin mevcut linyit rezervi ve sektördeki "üretim kültürü" dikkate alındığında (Arıoğlu, Yüksel,

1984) en az % 1 düzeyinde rezerv kullanım oranı ile toplam linyit üretim ölçüğümüz 85-90 milyon ton/yıl olmalıdır.

- o Kurumun üretim bölgelerinde genel işçilik verimi 8000-80 ton/işçi.yıl arasında değişirken üretim maliyeti açık işletmelerde 3-30 \$/ton, yer-altı işletmelerinde >200 \$/ton mertebesindedir.
- o Kurum toplam üretiminin % 73'ünü termik santrallara (1980-2001 ort.), kalan kısmını ise (teshin+sanayi)ye vermektedir.
- o TKİ üretiminin % 90'ını açık işletmelerden sağlamaktadır.1945-2001 yılında toplam 4.1 milyar m³ dekapaj kaldırılmış olup, anılan dönem için ortalama dekapaj oranı 4.08 m³/ton'dur (Şekil 1).
- o Kurum 1988'de 191 milyon \$ zarar ederken geçen yıllarda durumunu düzelterek 1994 yılında kara geçmiş 1988-2001 döneminde kümülatif olarak 782 milyon \$ mertebesinde kar gerçekleştirmiştir.
- Sektörümüz, kömürün yaygın teknik karakteristiklerini dikkate alarak "termik santrallerde + sanayide" değerlendirme imkanlarına öncelik vermelidir.
- 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizlerinde linyit sektörü ülkemizin enerji darboğazının aşılmasında yaşamsal rol oynamıştır. Enerjiye olan talebin artmasıyla linyit sektöründe de belirli oranda büyüme sağlanmış ve bu noktada linyit sektörü enerji üretiminde ikinci kaynak durumuna gelmiştir. Diğer önemli nokta 80'li yıllarda birbiri ardına kurulan termik santrallara, kamu sektörü (TKİ) yapmış olduğu devasa yatırımlarla linyit üretimi sağlamış olmasıdır.Sektörün canlanmasında ve gelişmesinde kamu sektörü lokomotif rolü oynamış ve halihazırda sektördeki üstünlüğü tartışılmazdır. Bütün bu gelişmelere rağmen, ne yazık ki son yıllarda yanlış politikalar sonucunda uygulamaya sokulan dış alım kömür rejimi ve bugün çok çeşitli yönleri tartışmaya açık olan doğal gaz uygulamaları, linyit sektörümüzü ciddi boyutlarda daraltmıştır. 21. Yüzyılın ağırlıklı enerji kaynağının "kömür" olacağı gerçeği karşısında, linyit sektörümüze gereken ilgi ve önemin gösterilmesi kaçınılmazdır. Sektörün tekrar canlanması, enerji üretiminde "yerli kaynak" kullanımına yönelmesi ile doğrudan doğruya ilişkilidir. Bu ise 1990'lı yıllardan sonra sürekli kopma noktasına gelen "ulusal ekonomimiz"in ülke çıkarları doğrultusunda yeniden inşa edilmesi demektir.

TÜRKİYE LİNYİT MADENCİLİĞİ

İÇ FAKTÖRLER

DIŞ FAKTÖRLER

SEKTÖRE İLİŞKİN FAKTÖRLER

ÜLKE YÖNETİMİYLE İLGİLİ FAKTÖRLER

DOĞAL FAKTÖRLER -Jeolojik Yapı-

- Üretim derinliğinin artması ile artan örtü/kazı oranı
- Kalın-eğimli damar geometrisi (taban, tavan şartları, yer altı ocak yangınları vs.)
- Tektonik yapının üretim geometrisini sınırlandırması
- Teknolojik büyüklüklerin (kalorifik değer, kül miktarı, kükürt vb) değişkenliğinin yüksek olması

YÖNETİM (TEAŞ-TKİ Kurumu)

- TKİ ve TEAŞ arasında istenen işlevsel koordinasyon çok eksik teşekkül etmiştir.
- Elektrik sektöründe yerli kömürün fiyatlandırma politikaları kimi dönemlerde uluslararası fiyatların altında oluşturulmuştur. Bu durum Türkiye Kömür İşletmeleri'nin sağlıklı fonlanma imkânını ciddi ölçüde ortadan kaldırmıştır.
- Termik santrallerin uygun kömür hazırlama tesislerinin kurulmaması termik santral verimlerinin kimi dönemlerde düşmesine neden olmuştur.
- TEAŞ, termik santrallerin devreye alınmasında kuruluş aşamasında kükürtdioksit arındırma tesisleri ile ilgili hiçbir yatırım yapılmamıştır. Bundan dolayı çevre konularında ciddi sıkıntılar yaşanmasına neden olmuştur.
- AR-GE ve yeni ürün (briketler, yeni yakma teknikleri, çevreye az emisyon veren dizayn vb) geliştirme çalışmalarında ciddi eksiklikler
- Zor üretim koşulları altında optimum üretim maliyetini sağlayan üretim, Türk kömürlerinin özelliklerine yönelik cevher hazırlama-yeni yanma teknolojilerinin oluşturulması için Ar-Ge etkinliklerinin olmaması
- Hizmet içi eğitim programlarının eksikliği

- Gerçekçi, uzun erimli,sürekli kendini yenileyen ulusal kömür politikalarının oluşturulmaması
- 1989'da finansman olanaklarının serbestleştirilmesi -sürekli yüksek enflasyonist ortamda-
- Son 20 yıl içinde artarak büyüyen kayıt dışı ekonominin kayıt içine alınmaması
- Ülke ekonomisinde yeterli "iç tasarruf hacmi"nin bir türlü oluşturulmaması (en az GSMH'nin % 30 - 35'i) bugünkü oran % 20 - 25 GSMH
- Ağır iş makineleri üretiminin ülke genelinde yaygınlaştırılmaması

- Son 10-15 yıl içinde ABD, Avustralya, G. Afrika gibi kömür üreticisi ülkelerin büyük ölçüde açık işletme ve oda-topuk yöntemlerinin avantajlarından yararlanarak uluslararası pazarda sürekli ucuz kömür sunumları
- Global sermaye birikiminin 1980'li yıllardan itibaren özellikle gelişmekte olan ülkelere "sıcak para" olarak girmesi, bu sayede ucuzlayan ithalat imkanlarından yararlanan "ithalat lobi-si"nin büyük güç kazanması (Hesapsız bir şekilde doğalgaz alımı, artan ithal kömür kullanımı, çimento sektöründe ucuz ithal petrokok kullanımı)
- Global sermaye güçlerinin gelişmekte olan ülkelerin "enerji pazarları"na girmeleri; o pazarlardan yoğun biçimde "pay" almaları. (Son yıllarda doğal gazaya yönelik santrallerin kurulması)
- Kamu yönetiminin yeniden yapılandırılmaması
- Ülkenin bilim ve teknolojik politikasının oluşturulmaması.

Şekil 4: Türkiye Linyit Madenciligi Sorunlarına Etki Eden Faktörler

KAYNAKLAR

- Arnoğlu, E., 1994. *Ülkenin Linyit Sektörüne Genel Bakış, Dünyada ve Türkiye'de Özel İşletme* (Editör: E. Arnoğlu). Türkiye Maden İşçileri Sendikası Yayını, Ankara.
- Arnoğlu, E., 1995. *Hava Kirliliği -Kömür Gerekçe-Enerji Tutararlılı Politikaları*, (Editör: E. Arnoğlu, Hava Kirliliği ve Kömür Gerekçe). TMMOB Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayını, İstanbul.
- Arnoğlu, E., 1996. *Linyit ve Enerji Sektörüne Genel Bakış*, İTÜ Vakıf Dergisi, Kış Sayısı, No: 18, İstanbul.
- Arnoğlu, E., 1996. *Türkiye'de Kömür Aramalarının Kısa İstatistiksel Değerlendirmesi ve Arama İske ve Hedeflerinin Belirlenmesi, Türkiye Kömür Arama Hedeflerinin Belirlenmesi ve Arama Yöntemlerinin Saptanması Sempozyumu*, MTA-TMGV-TKİ, İTÜ Vakıf Maçka Sosyal Tesisleri, Aralık İstanbul.
- Arnoğlu, E., Yılmaz A.O., 1997a. *1983-1993 Döneminde Linyit Sektörünün Kısa İstatistiksel Değerlendirmesi*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Çalışma Raporu No:2, Ocak, İstanbul.
- Arnoğlu, E., Yılmaz A.O., 1997b. *1983-1993 Döneminde Maden Ekonomik Göstergelerinde Türkiye Ekonomisi ve Madencilik Sektörünün İstatistiksel Değerlendirmesi*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Çalışma Raporu No:5, Aralık, İstanbul.
- Arnoğlu, E., Yılmaz, A.O., 2002a. *Dünyada Taşkömürü Madencilikine Genel Bakış ve Zonguldak Taşkömürü Havzası'nın Değerlendirmesi*, 13. Kömür Kongresi, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi, 29-31 Mayıs, Zonguldak.
- Arnoğlu, E., Yılmaz, A.O., 2002b. *Zonguldak Kömür Havzası Gerekçe*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi, Mayıs, Zonguldak.
- Arnoğlu, E., Yılmaz A.O., 2002c. *Türkiye Linyit Madencilikinin Değerlendirmesi*, Tunçbilek Belediyesi İkinci Linyit Festivali, Tunçbilek Kitapça.
- Arnoğlu, E., Yılmaz, A.O., 2002d. *Ülkenin Madencilik-Enerji Sektörünün Değerlendirmesi*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İstanbul.
- Arnoğlu, E., Yüksel, A., 1984. *Türkiye Linyit Madencilikinin Sorunları ve Çözüm Önerileri*, Birsan Kitabevi, İstanbul.
- DPT, 1996-2001. *Enerji Hammedleleri Altı Komisyonu, Kömür Çalışma Grubu, Özel İhtisas Komisyonu*, Ankara.
- Ensöz, M., Ünal, V., 2002. *Türkiye Linyit Kaynaklarının Termik Santral Amacıyla Değerlendirilme Olanakları*, TKİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Günther, E., Schiffer, H.W., 2002. *Lignite's Contribution to the World Energy Market*, *Surface Mining*, Vol 54, No 4, Clausthal-Zellerfeld.
- Ünver, T., Ünal, G., 1999. *Türkiye'nin Enerji Planlamasında Linyit Kaynaklarının Yeri*, *Türkiye II. Enerji Sempozyumu*, Kasım, Ankara.
- Önal, 1999. *Türkiye'nin Enerji Açığını Kapanmasında Kömürün Önemi*, *Türkiye II. Enerji Sempozyumu*, Kasım, Ankara.
- TKİ, 2002. *İşletme verileri*, Ankara.



Madenciliğin Tarihi “Oyuncuları” – Metalurjik Başlangıç

H. Sauku

Faculty of Geology and Mining, Polytechnic University of Tirana, Albania

Bu bildiri insanlığın kayalar ve metalleri kullanarak madencilik ve metalurji konusunda gerçekleştirdikleri en eski gelişmelerdeki problemlerden bahsetmektedir. En eski prearik ve arik dillerinden elde edilen verilere dayanarak, “üreticiler” gibi kelimeler için kullanılan terimler bulunmuştur. İnsanlık, değişik işler için “kaya-adamı”, “iş-adamı” ve maden ve metalurjik aktiviteler için “ateş-adamı” gibi terimlerle anılmıştır. Milattan milyonlarca yıl önce gruplar ve kabilelerdeki “ateş-adamı” çok yoğun aktivitelerde bulunmuştur.

Madencilikte Katı Dolgu Yapma İşleminin Ekonomik Yönden İncelenmesi

V.S.Muzgina

Complex Processing of Mineral Raw Materials National Center of the Republic of Kazakhstan, RSE, Almaty, Republic of Kazakhstan

20 yüzyılın sonunda Kazakistan Cumhuriyetindeki cevher yataklarında katı dolgu yapma işlemi gittikçe yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Fakat yeni ekonomik koşullar bu tip madenciligi, çok fazla çimento dolgu gerektirdiği için pahalı bir duruma getirmiştir. Bu çalışma optimum düzeyde gerekli dolgu malzemesinin özelliklerini (örneğin basma dayanımı) bularak bu probleme bir çözüm bulma yaklaşımındadır. Çalışma konusu jeomekaniksel ve ekonomik özellikler dikkate alınarak yapılmıştır. Cevher kaybı dolgu malzemesinin basım dayanımına ve çimento kullanım miktarına bağlıdır. Sonuç olarak optimum düzeydeki dolgu miktarının bulunması, çimento kullanımındaki fazla harcamaları önlemesinin yanısıra fazla cevher kaybını da önleyecektir.

Yapı Taşlarının Isı İletkenliğinin P Dalga Hızları Kullanılarak Bulunması

H.T.Özkahraman & E.C.İşık

Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Binalarda enerji verimliliğini sağlamanın bir yoluda, ısı geçirgenliği az olan yapı taşlarının kullanılmasıdır. Bunun soğuk bir iklime sahip bölgelerde ısınma koşullarını kolaylaştırmasının yanısıra, sıcak ekvortal bölgelede soğutma sistemlerinin daha az enerji tüketmesini sağlar. Doğal taşların ısı iletkenliğinin saptanması, o kayacın enerji tasarrufu sağlayabilecek bir yapıda olup olmadığının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Isı iletkenliğinin belirlenmesi işleminde kayacın çeşidi önem teşkil etmektedir. Çünkü bilindiği üzere, her kayaç farklı yapılardan oluşmaktadır. Buna ek olarak, gözenekliliği, doğal su içeriği ve özgül ağırlığı ayrıca bu oranın hesaplanmasında önem arz etmektedir. Bu çalışmada laboratuvarında belirlenmiş olan P-dalga hızlarının, kayacın gözenekliliğinin bir sonucu olarak kayaçların termal iletkenliliğini etkilediği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak doğal kayaçların ısı iletkenliğinin, aynı kayacın sahip olduğu P dalga hızları ile doğru orantılı olduğu tesbit edilmiştir. Bu yüzden herhangi bir kayacın sonik hızının belirlenmesi, aynı kayacın termal kapasitesinin gerçeğe yakın bir şekilde tesbit edilmesinde sağlıklı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Elmaslı Mermer Kesme Makinasının Kullanımına Kritik Bir Yaklaşım

F. Bayram, S. Kulaksız & Y. Özçelik

Maden Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Mermer, Türkiye’de çok yüksek ticari potansiyeli olan bir endüstriyel malzemedir. Günümüzde, mermer işleme tesislerinde kalın mermer dilimlerinin hazırlanmasında kullanılan cihazlardan biri elmaslı mermer kesme makinasıdır. Kesme makinaları, yüksek üretim verimliliği, büyük dilim üretimi ve yüksek kurulum masraflarından dolayı mermer işleme tesislerindeki en önemli makinalardır. Elmaslı mermer kesme makinasının verimliliğini etkileyen bir çok parametre vardır. Bu parametreler sabit (mermerin özelliğinden kaynaklanan), yarı-değişken ve değişken (kesme makinası ve çevresel etkilerden kaynaklanan) olarak üçe ayrılır. Bu parametrelere ek olarak, kesme makinalarının endüstriyel kullanımı, verimliliği yakından etkilemektedir. Bu çalışmada, elmaslı mermer kesme makinalarının endüstriyel kullanımında yapılan hatalar ve bu hataları elimine edecek ve makinaların genel verimini artıracak bazı öneriler sunulmaktadır.

Toryum Nükleer Bir Yakıt

M. Kaya

Osmangazi Üniversitesi, Teknoloji Araştırma Merkezi (TEKAM), Eskişehir, Türkiye

V. Bozkurt

Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Nükleer güce olan ilginin artmasının sebebi, dünyanın küresel ısınmaya sebep olmayan, tükenmez enerji kaynaklarını aramasıdır. Toryum (Th) ve bileşikleri nükleer enerji için potansiyel yakıt kaynaklarıdır. $^{232}\text{Th}/^{233}\text{U}$ atomik bölünmesindeki yakıt döngüsü veya parka hızlandırıcısı kullanılan yarı atomik, proton parçaları oluşturmakta kullanılmaktadır. Bu proton parçaları ^{232}Th ve ^{233}U ile etkileşimde bulunarak enerji amplifikatörle ri içe risinde hızlı nötronlar oluşturmakta ve bunun önemi nükleer enerji dünyasında artmaktadır. Bu iki işlemde, nükleer reaktörler içerisinde Th yakıtlarının kullanımını Uranium (U)'dan daha fazla arttırmaktadır. Çünkü Th daha az radyoaktif atık ve daha ucuz enerji oluşturmaktadır. Ay yüzeyindeki Th fazlalığı ve standard nükleer reaktörler içerisinde ThO_2 'nin yeni bir yakıt kaynağı olarak kullanımı, Th'nin önümüzdeki yüzyıl içerisinde stratejik olmasını sağlamaktadır. Bu çalışma Th'un özellikle nükleer enerji uygulamasında kullanımını yeniden incelemekte ve Türk Th yataklarının önemini vurgulamaktadır. Th yakıt döngüsü, hızlı nötron reaktörlerine ihtiyaç olmadan artan yakıt potansiyeli ile uzun süre önemli olacaktır. Bu nükleer enerjinin kalıcı olmasında ki en önemli faktördür.

Hafif Pomza Agregalı Betonlarının Dayanım Özelliklerinin Geliştirilmesi

İ. Uğur

Maden Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye

Hafif beton, inşaat mühendisliği alanında, yük taşıyan yapısal elemanların yanı sıra öncelikle dolgu malzemesi veya ısı ve ses yalıtma ünitelerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanayileşmiş ülkelerin çoğunda, hafif beton üretimi farklı otomasyon tekniklerine dayanan üst seviyede mekanize işlemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu tip betonlarda genellikle çeşitli yapay ve doğal gözenekli agregalar kullanılmaktadır. Seramsit, curuf pomza, kül, genişletilmiş perlit, volkanik curuf, pomzataşı, vermikülit vs. bunlar arasında en çok bilinenlerdendir.

Gözenekli agregaların tümü hafif betonların özelliklerini belirgin bir şekilde etkileyen kendilerine özgü karakteristik özelliklere sahiptir. Pomza taşı magmanın hızlı soğuması ve katılaşması sırasında oluşan gazlı kabarcıklardan dolayı, son derece gözenekli bir yapısı olan hafif bir kayadır. Hafif betonlar arasında pomza betonu genellikle yük taşıma kullanımı için elverişli sayılmadığından başlıca ince duvar bölmesi ve panel duvar yapımında kullanılırdı.

Yapı bloklarının dayanım gereksinimleri genellikle dolgu blokları için 2.5 MPa ve yük taşıma blokları için 5.0 MPa olarak ayarlanmaktadır. Genel olarak, hafif agregalı karışımındaki kırılmış çakıl ve kireçtaşı tozu gibi maddelerin etkileri iyi bilinmemektedir. Bu nedenle basma dayanımını etkileyen karışım çeşitleri deneysel çalışmalarla belirlenmelidir.

Bu çalışmada muhtelif karışımlar kullanılarak hafif betonda maksimum sıkıştırılabilirlik elde etmek amacıyla kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Ayrıca, ince-kesit analizlerine dayanarak, çimento hamuru ve agregalı arasındaki ayırma yüzeyinin yapısının etkisi de incelenmiştir.

Yazar İndeksi

- Açık, F. Y. 103
Agbeno, S.K. 6
Ağan C. 20
Ahmed S. S. 5
Akhmetov D.A. 119
Aksarı B. 173
Aldongarov Zh.A 186
Alp İ. 24,147,165
Alpagut A. 120
Alpaslan Ü. 51,180
Alpay Ş. 121
Altayev Sh.A. 10
Altun N.E 163
Anasız S. 181
Ankara H. 35
Anwar H.Z. 21
Aras A. 178
Arioğlu E. 203
Arol A.İ. 159
Arpacıoğlu C.B 86
Aslan A. 173
Asmatulu R.157
Assadipour M. 58
Atalay Ü. 162
Ataee-pour M. 113
Atkins A.S. 112
Aydiner S. 27
Aydoğan S. 178
Aziz N. 48, 84
Aziz N.I. 17, 112
- Baafi E.Y. 4,84,112,113
Bagherian A 22
Başım G.B. 184
Başpınar M.S. 181
Bayraktar İ. 173
Bayram A. 91
Bayram F. 216
Bentli İ. 161
Betournay M. 43
Bekmurzayev B. 115
Bilgin N. 44,59
Bitimbaev M.Zh 186
Bojilov V. 89
- Bozkurt V.217
Bukeikhanov D. 115
- Canbazoğlu M. 178
Carbini P.156
Celep O.147
Ceniga R. 85
Chane-Kon L. 3
Ciccu R. 156
Costelloe P. 185
- Çelebi N. 120
Çelen B. 141
Çelik M.S. 161,179
- Çopur H. 44
- Dağdelen K. 4
Davraz M.133
Deliormanlı A.H. 23
Demir A. 169
Demir C. 161
Demirdağ S.189
Deniz V. 169,170,182
Deveci H. 165,174
Didari V. 65
Doktan M. 77
Dong X. 114
Drăgănescu A.L. 11
Durucan S. 3
Dzharlkaganov U. 115
- Ekmekçi Z. 173
Elevli B. 95
Er C. 86
Erçelebi S.G. 35
Erçıktı B. 24
Erdem B. 46,103
Erdemoğlu M. 177
Ersan H.Y. 4,91
Ersoy B. 179
Ertekin T. 114
Eskikaya Ş. 27
Evcin A. 181
- Feridunoğlu C. 44
Furukawa H. 21
- Gelir A. 169
Genç B. 83
Georgakopoulos A. 12
Ghiani M. 156
Göktepe F. 172
Gönülgül İ. 161
Griffin T.S. 158
Gül Y. 95
Gündüz L. 133,189
Gündüz M. 141
Gürsu S. 171
Gürtunca R.G. 15
Güven M.M. 20
- Hiçyılmaz C.163,166,180
Hochheimer U. 155
Hopkins D. 61
- Işık E.C. 215
- İnci Y. S. 77
- Jordan M.A. 174
Joseph T.G. 45
Jung R.G. 155
Jüttner I. 117
- Kahraman S. 59
Kaliyev S.A. 120
Kapageridis I.K. 118
Karaca M. 61
Karadeniz M. 125,171
Karagüzel C. 161
Karakuş D. 60
Kavak M. 77
Kavedzija B. 117
Kaya M. 217
Kaymakçı E. 65
Keilich W. 48
Kemeny J.61

- Keser O. 51
Kesimal A. 24
Kılavuz O. 185
Kızılcaagaçlı M. 60
Koketayev A.J. 92
Koldaş K.S. 87,116
Kolovos N.12
Konak G. 51,60,77
Kopáèek F. 85
Köklü M.141
Kremleva O.A 88
Kruļjac I. 117
Kulaksız S.216
Kumral M. 176,177
Kurama H. 167
Kurama S. K. 167
Kim O.R. 183
Korre A.3
- Lermi A. 147
- Madani H. 90
Maghami M. 58
Maraşlıoğlu D. 141
Mart U. 179
Matsui K. 21
Mitko H. 89
Moldagulova B.A.186
Mollaei Fard M.R. 8
Moorehead R.G. 164
Moudgil B.M. 184
Munoz-Melendez, G. 3
Muzgina V.S. 214
- Nabizadeh M.A.8
Namin, F.S. 7
Nasab S.K. 7,8,58
Niyazov A.A. 183
- Oktay C. 171
Onargan T. 23
Onur A.H. 51,60
Osgoui R.R 90
- Önen V.Ç. 175
Özbayoğlu G. 180
Özçelik Y. 216
Özkahraman H.T. 215
Özkan A. 178
Özşen H. 175
- Özyetiş Ö. 141
- Paterson L.B.47, 111
Pooley F.D. 172
Paşamehmetoğlu A.G.46
Powell N. 174
- Ranjbar M. 8
Riegermann W. 155
Rozgonyi T.G. 4
Rumyantseva V.A 88
- Sabah E.179
Sage R. 43
Saklar S. 171
Sarışık A. 69, 168
Satta, F. 156
Sauku H. 213
Sayılğan A.159
Saydam S.16
Segui J. 61
Sergi A. 197
Shadaie B. 8
Shimada H. 21
Shahriar K.7,22
Shkundin S.Z. 88
Singh P.K. 184
Sütçü N. 182
Sotiropoulos D.12
- Şahin T.177
Şener S.19
- Tabásek M. 85
Tchomakov P. 89
Terlikbayeva A.Zh. 9
Tilocca C. 156
Tunçdemir H. 44
Turabik A. 20
Turgut, E. 69
Tutluoğlu L.19
Tüysüz N. 147
Toper A.Z.16
Tufan T. 141
- Uğur İ. 218
Ulusoy U. 166
Umucu Y. 182
- Uslu T. 162,165
- Ünver B. 18
- Vakeral'ski I.U. 184
Van Ommen R. 164
Vııl M. 147
- Webb B.J. 17
- Yaşıtılı N.E. 18
Yavuklu E. 141
Yavuz M. 35,21
Yedygenov E.K 62
Yekeler M. 166
Yıldırım M. 160
Yılmaz A.O. 203
Yılmaz E. 24
Yılmaz H. 16
Yörüköğlu A. 125
Yüksek S. 103
Yeryomin Y.P. 183
- Zhalgassuly N. 186
Zhanasov M. 115
Zhangaliyeva M.Zh. 10
Zhansov M.Z. 183



Genel Merkez: Selanik Caddesi 19/3 06650 Kızılay/ANKARA
Tel: (0312) 425 10 80 - 418 36 57 Faks: (0312) 417 52 90
e-mail: maden@maden.org.tr web: <http://www.maden.org.tr>

Zonguldak Şubesi:

Liman Cad. No: 9
Tel: (0372) 251 13 55
Faks (0372) 253 10 80

İzmir Şubesi:

154. Sokak No: 6 Daire: 1
Ufuk Apt. Bornova
Tel: (0232) 339 40 64 - 388 05 20
Faks: (0232) 339 40 64

İstanbul Şubesi:

İstiklal Cad. No: 471/1-1
Tünel Beyoğlu
Tel: (0212) 245 15 03
Faks: (0212) 293 83 55

Adana Şubesi:

Reşatbey Mah. 11. Sokak No: 3
Zemin Kat Seyhan
Tel: (0322) 459 97 60 - 459 97 61
Faks: (0322)459 97 61

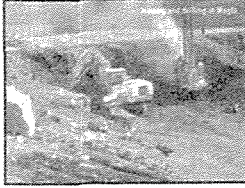


ÖZDOĞU İNŞAAT ve TİC. LTD. ŞTİ.



"MADENCİLİK VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ ÇALIŞMALARIMIZDA KANUN, MEVZUAT, ŞARTNAME, MÜŞTERİ İHTİYAÇ VE BEKLENTİLERİNE UYGUN VE MAKSİMUM EMNİYET ŞARTLARINI GÖZETEREK, ÇALIŞANLARIMIZIN KALİTE BİLİNCİNİ ARTTIRMAK VE KALİTEYE KATILIMINI SAĞLAMAK; KALİTE POLİTİKAMIZDIR."

Ismail KAVAK, ÖZDOĞU İnş.ve Tic.Yönetim Kurulu Başkanı
-"Özdoğu Kalite Elkitabı'ndan"-

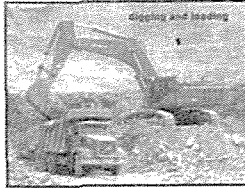


"İŞ EMNİYETİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ TÜM PERSONELİMİZİN ORTAK SORUMLULUĞUDUR."

-“Özdoğu Maden Emniyet ve Çevre Taahhüdü'nden “-

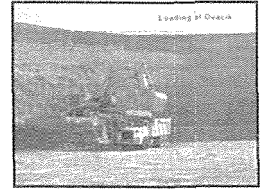
"TOPLUM İLİŞKİLERİ POLİTİKAMIZI, BERABER ÇALIŞTIĞIMIZ TOPLUMUN BÜTÜN ÜYELERİNİN İHTİYAÇLARINA VE İSTEKLERİNE SAYGI VE ANLAYIŞ GÖSTEREREK UYGULAMAKTAYIZ."

-“Özdoğu Toplum İlişkileri Politikası'ndan”-



"ÇALIŞANLARIN VE TOPLUM DEĞERLERİNİN BEKLENTİLERİ DOĞRULTUSUNDA STANDARTLARI ÜST DÜZEYDE YAKALAMAK VE İYİLEŞTİRME İMKANLARINI TANIMLAMAK"

-“Özdoğu Sağlık ve İş Emniyeti Politikası'ndan”-



"TİCARİ VE TOPLUMSAL ÇEVRESEL RİSKLERİ TANIMLAYAN, DEĞERLENDİREN VE ETKİN BİR ŞEKİLDE KONTROL EDEN ÇEVRESEL YÖNETİM SİSTEMİ OLUŞTURMAK VE UYGULAMAK."

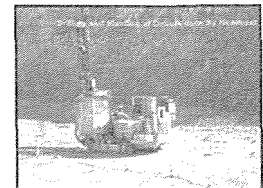
-“Özdoğu Çevre Politikası'ndan”-

1974 yılından bugüne kadar deneyimli uzman kadromuz ve teknik donanımımızla başardığımız işler, bugünden sonra üstleneceğimiz taahhütlerin güvencesi olacaktır.

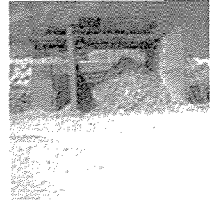
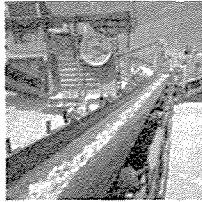
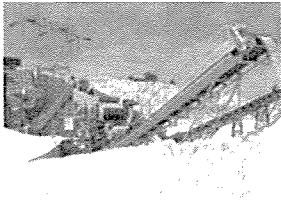
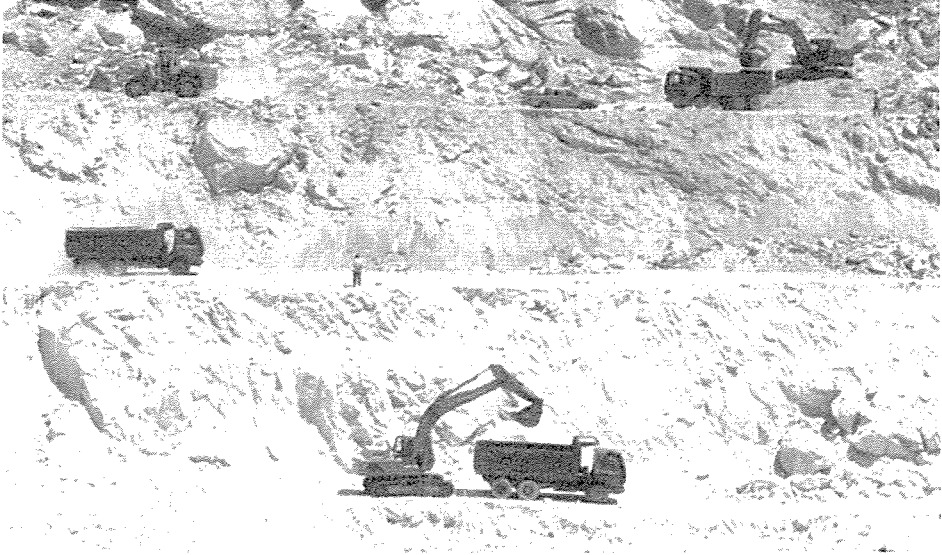
ÖZDOĞU

Genel Müdürlük : Hilal Mh. 4.Cd. 71.Sk. No:15/1 Çankaya - ANKARA
Tel : 0 312 441 17 50 Fax : 0 312 441 17 23
Ovacık İşletmesi : Ovacık Altın Madeni Dekapaj Şantiyesi Ovacık Bergama İZMİR
Tel : 0 232 641 87 72 Fax : 0 232 641 87 73
Muğla İşletmesi : T.K.I Tınaz Şantiyesi Tınaz - MUĞLA
Tel & Fax : 0 252 229 23 43

Avustralya Temsilciliği :Dr. Mehmet DOKTAN 5 Permain Str. Middlepark QLD 4074-
AUSTRALIA
Tel & Fax : +617 3279 4375



DÜNYANIN EN KALİTELİ SODYUM FELDSPAT ÜRETİCİSİ

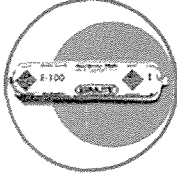
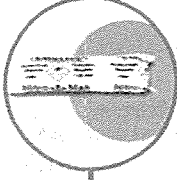
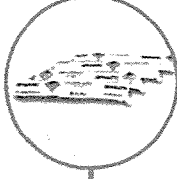


ÇİNE AKMADEN
MADENCİLİK TİC. A.Ş.

Adnan Menderes Bulv. No:57 09500 Çine / AYDIN - TÜRKİYE
Tel: +90.256.711 32 17 (2 lines) - 711 72 03(2 lines) • Fax: +90.256.711 32 19
<http://www.cineakmaden.com.tr> • e-mail: cineakmaden@superonline.com

EMULITE

New Generation Explosives...



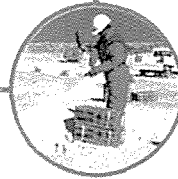
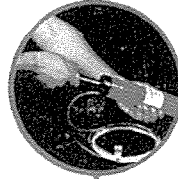
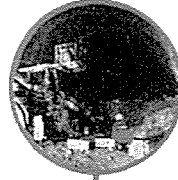
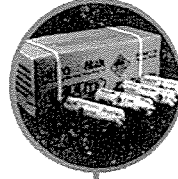
Nitro Mak

NITROMAK, geniş ürün yelpazesi ve patlatma hizmetleri ile madencilik ve inşaat sektörüne 15 yıldır emniyetli, hızlı ve ekonomik çözümler sunmaktadır.

NITROMAK:

- Ülkemizdeki ilk özel patlayıcı şirkettir.
- EMULITE ticari ismi altında dünyada üçüncü nesil patlayıcılar olarak adlandırılan, suya dayanıklı, emniyetli ve yüksek performanslı Emülsiyon patlayıcılar üretmektedir.
- Dünyanın en gelişmiş elektriksiz ateşleme sistemi olan NONEL'i, patlayıcı sektörünün kullanımına sunmuştur.
- Özel donanımlı kamyonları ile patlatma sahasında deliklere şarj yapabilen kamyon filosu ile hizmet vermektedir.

NITROMAK, sürekli olarak gelişen patlatma teknolojisini yakından izleyip, alternatif çözümler sunarak, müşterilerinin ekonomik patlatmalar yapmasını sağlamaktadır.



Nitro Mak

MAKİNA KİMYA NİTRO NOBEL KİMYA SANAYİ A.Ş.

Cinnah Cad. Pilot Sokak No: 17 06690 Çankaya-Ankara/TURKEY

Tel: +90 312 440 53 17 (pbx), Fax: +90 312 440 61 59

e-mail: nitromak@nitromak.com

web: www.nitromak.com





ORICA-NİTRO

PATLAYICI MAD. SAN ve TİC. A.Ş.

Hülya Sokak No. 45, 06700 Gaziosmanpaşa / ANKARA
Tel : (0) 312 - 446 16 00 PBX Faks : (0) 312 - 446 15 55
Fab. : (0) 312 - 865 19 63 PBX Faks : (0) 312 - 865 19 68



adg

*Madencilik, Çevre, İnşaat,
Mühendislik Müşavirlik San. Tic.
Ltd. Şti.*

HİZMETLERİMİZ

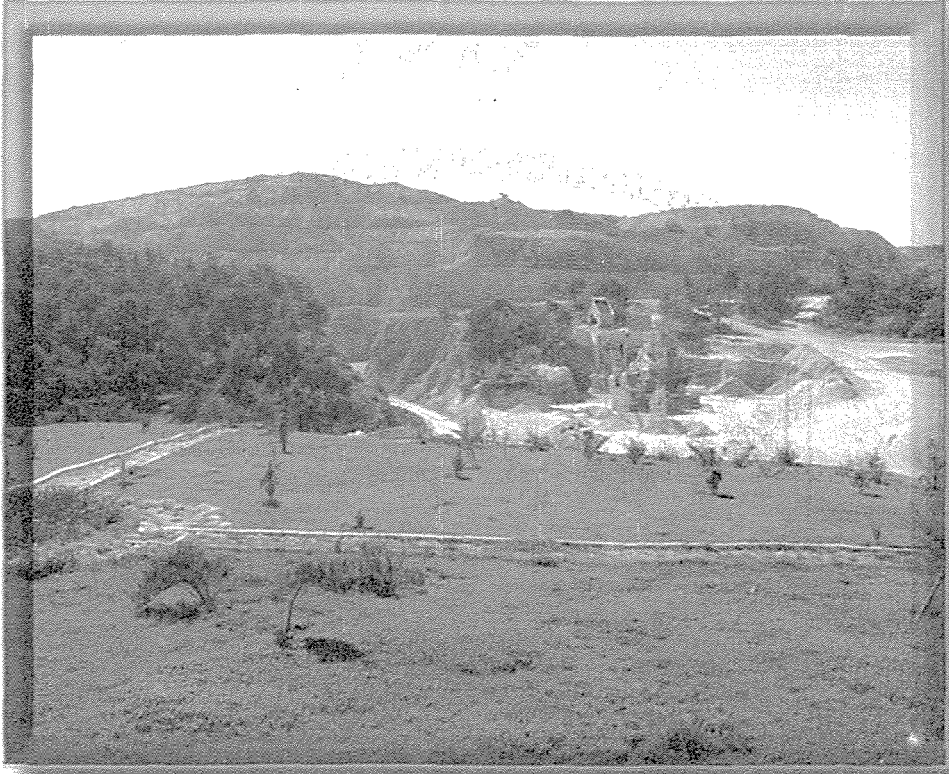
- * Madencilik & Müşavirlik Hizmeti
- * Arama, Ön İşletme, İşletme Ruhsat Müracaatları, Faaliyet Raporları,
- * Devir İşlemleri, Sevk İrsaliyesi, Proje Hizmeti
- * Fenni Nezaret Hizmeti
- * Harita, Ölçüm ve Aplikasyon Hizmeti
- * Prospeksiyon ve Detay Jeolojik Etüd Hizmeti
- * Mineral Analizleri ve Rezerv Tespit Hizmeti
- * Mermer & Maden & Endüstriyel Hammadde Saha Etüdü ve Pazariama Hizmeti
- * Madencilik Fonu Arama, Yatırım, İşletme Kredisi Hizmeti
- * Zemin Etüdüleri, Sondaj Hizmeti
- * Taş Ocağı Ruhsat Müracaatları, İntibakları, Orman, Tesis ve Yol İzinleri Hizmeti
- * Gayri Sıhhi Müessese Ruhsatı, Emisyon ve Deşarj İzin Hizmeti
- * Patlayıcı Madde Ruhsatı, Yeraltı Patlayıcı Madde Deposu İnşaatı ve Depo İzni Hizmeti
- * Çevre Kirliliği ve İş Güvenliği ile ilgili Her Türlü Analiz Cihazları, Ölçüm ve Değerlendirme Hizmeti
- * Çevresel Etki Değerlendirme Raporları (ÇED ve ÖNÇED), Belge Hizmeti
- * Yatırım Teşvik Hizmeti
- * Hukuksal Danışmanlık Hizmeti

MLütfi SAKARYA
Maden Mühendisi

Adres : Silahtar Cad. 37/1 06 560 Gazi Mahallesi /ANKARA

Tel : 0 312 213 52 31 222 07 42 Fax: 0 312 212 38 57

Cep : 0 533 621 57 38 e-mail: adgmusavirlik@ixir.com



MAS

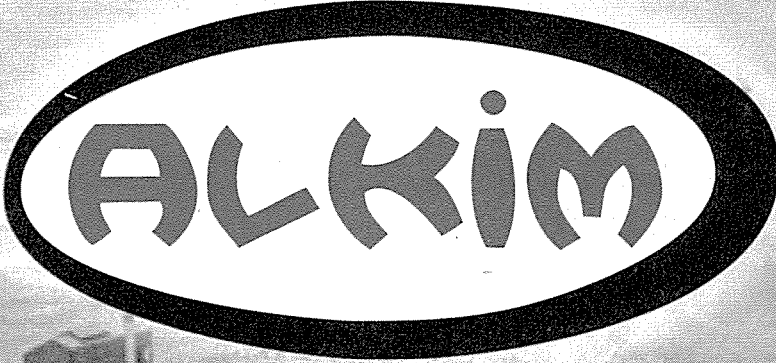
MAGNESİT
ANONİM ŞİRKETİ

GENEL MÜDÜRLÜK
İnönü Cd. 26/9 80090 Taksim - İSTANBUL
Tel.: 0212. 245 06 38 - 39 Fax: 293 65 30

İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ
P.K. 66 Gar PTT 26301 - ESKİŞEHİR
Tel.: 0222. 220 20 83 PBX Fax: 220 10 52

SODYUM SÜLFAT

NA₂SO₄



ALKİM ALKALİ KİMYA A.Ş.

GENEL MÜDÜRLÜK

Setüstü No: 47 80040 Kabataş - İSTANBUL

Tel: (0212) 292 22 66 pbx Fax: (0212) 252 76 60

e-mail: alkim@alkim.com

İZMİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

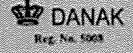
Akdeniz Cad. 14/5 İZMİR

Tel: (0232) 441 54 55 pbx Fax: (0232) 484 64 47

ANKARA BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

Selânik Cad. 17/10 Kızılay - ANKARA

Tel: (0312) 418 80 02 - 418 80 38 Fax: (0312) 418 10 05



The Pipeline Company

ELÇİ SOKAK NO: 21 06550 Y. AYRANCI - ANKARA - TURKEY
TEL : (0 312) 426 62 62 - FAX : (0 312) 426 38 38
E-mail: ankaramerkez@fernas.com.tr
www.fernas.com.tr

bilfer **MADENCİLİK A.Ş.**

**TURKISH
CHROMIUM**

**Production and Export
Since 1940**

- **Metallurgical Lumpy Chromium Ores**
- **Metallurgical Chromium Concentrates**
- **Refractory Lumpy Chromium Ores**
- **Refractory Chromium Concentrates**
- **High Purity Chromite Sand**

Head Office
Ataç Sokak 35
Yenişehir 06410 – ANKARA, TURKEY
Tel : (0312) 430 2880
Fax : (0312) 433 9047

TÜRKİYE MADEN İŞÇİLERİ SENDİKASI

YÖNETİM KURULU

GENEL BAŞKAN	:	H.Hüseyin KAYABAŞI	229 79 20
GENEL BAŞKAN YRD.	:	Nevzat YAVUZ	230 71 57
GENEL SEKRETER	:	İsmail MENGÜ	229 80 33
GENEL MALİ SEKRETER	:	Mustafa ENGİN	232 04 61
GENEL TEŞKİLAT SEK.	:	Orhan ŞİMŞEK	229 85 81
GENEL TOP. SÖZ. VE MEVZ. SEK.	:	Ejder GÖK	230 71 36
GENEL EĞİT. VE ARŞ. SEK.	:	İhsan DOKUR	230 71 54
STRAZBURG CAD. NO : 7 SİHHİYE / ANKARA TEL 23173 55			FAX : 229 89 31

BATI ANADOLU ŞUBESİ Şb. Bşk. Ekrem FEDAL
Köprübaşı mah. 6/2 Tel : (274) 638 31 83 Fax : 638 31 08
Tunçbilek / TAVŞANLI

BURSA VE HAVALİSİ ŞUBESİ Şb. Bşk. İbrahim AYAZ
Hüdavendigar mah. Hülya sok. No: 3 Tel: (224) 232 06 07
Fax: 234 25 39 Osmangazi / BURSA

CEVHER İŞÇİLERİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Zekeriya GÜLTEKİN
Cumhuriyet Meydanı Karşısı No: 5 Kat: 2
Tel: (346) 418 46 12 Fax: 418 19 32 Divriği / SİVAS

CİZRE ŞUBESİ Şb. Bşk. Ramazan UYSAL
Kale mah. Akaydın cad. 108 Tel: (486) 616 18 51
Cizre / ŞIRNAK

ÇORUM VE HAVALİSİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Mahir ŞAHİN
Tel: (364) 711 62 00 Fax: (364) 711 62 01
Dodurga / ÇORUM

DOĞU ANADOLU ŞUBESİ Şb. Bşk. Ali UÇAR
İstasyon mah. Cengiz Topel cad. Tel : (442) 218 45 03
Fax: 218 74 06 ERZURUM

EGE BÖLGESİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Nayim SEZER
Kurtuluş mah. Ordu sok. 2/3 Şehit Cengiz Topel Meydanı
Tel: (236) 613 12 23 Fax: 613 12 17 Soma / MANİSA

ELAZIĞ ŞUBESİ Şb. Bşk. İrfan CİRİT
1. Harput cad. Tabipler İşhanı Kat 5 / 504 Tel
Fax: (424) 233 12 82 ELAZIĞ

ELBİSTAN VE AFSİN ŞUBESİ Şb. Bşk. İsmail ARSLAN
Güneşil mah. İnönü cad 61 Tel: (344) 413 16 98
Fax: 413 16 98 ELBİSTAN

ESKİŞEHİR VE HAVALİSİ ŞB. Şb. Bşk. Ahmet GOCUK
Sakarya cad. Birlikhan 19 / 18 Tel: (222) 233 01 35
ESKİŞEHİR

GEDİZ BÖLGESİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Ali AKGÜN
Orman İşletmesi Karşısı Tel : (274) 412 77 12 GEDİZ

HİSARCİK ŞUBESİ Şb. Bşk. Ramazan ALTINSOY
Cumhuriyet mah. 75. Yıl Belediye İşhanı Kat 3
Tel: (274) 481 30 17 Fax: 481 33 47 Hisarcık / KÜTAHYA

İÇANADOLU BÖLGESİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Tevfik DALGALI
Köprübaşı cad. No: 6 Tel: (384) 411 31 02 Fax: 411 33 40
Gülşehir / NEVŞEHİR

İZMİR ŞUBESİ Şb. Bşk. Hasan KIRIŞ
Gimse Bulvarı No: 219 Kat 1 Daire 5 Tel: (232) 367 58 22
Fax: (232) 382 86 87 Karşıyaka / İZMİR

KIRKA VE HAVALİSİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Metin GÖKGÖZ
Tel: (222) 681 20 14 Fax: 681 32 70
Seyitgazi / KIRKA

KÜRE VE HAVALİSİ ŞUBESİ Şb. Bşk. İbrahim AYDIN
Gümüş sok. No: 10 Tel: (366) 751 20 47 Fax: 751 24 00
Küre / KASTAMONU

KÜTAHYA VE HAVALİSİ ŞB. Şb. Bşk. Mevlüt DÖNMEZ
Polatbey sokak No: 1 Tel: (274) 216 55 07 Fax: 216 23 62
KÜTAHYA

MARMARA BÖLGESİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Cetal TOZLU
Milli Kuvvetler cad. Yeşilyol sokak No: 2/2
Tel: (266) 241 17 22 Fax: 241 39 42

BALIKESİR
MUĞLA VE HAVALİSİ ŞUBESİ Şb. Bşk. Ramazan BOĞA
Tel: (252) 645 10 07 Göcek / FETHİYE

MURGUL ŞUBESİ Şb. Bşk. Nurettin İNCE
Yeni Çarşı cad. 101 / B Tel: (466) 711 30 34 Fax: 711 30 34
Murgul / ARTVİN

ORTA ANADOLU ŞUBESİ Şb. Bşk. Hasan DÜNDAR
Tel: (312) 796 10 13 Fax: 796 13 36 Çayırhan / NALLIHAN

SEYDİŞEHİR VE HAVALİSİ ŞB. Şb. Bşk. Osman TURGUT
Hacı Seyitah Mah. Acun Sok. 6 Tel: (332) 582 24 66
Fax: (332) 582 83 23 SEYDİŞEHİR

YATAĞAN VE HAVALİSİ ŞB. Şb. Bşk. Murat BEKEM
Yenimahalle İnönü Bulvarı No: 56 Tel: (252) 572 52 31
Fax: (252) 572 59 51 YATAĞAN

ÇELTEK ŞUBESİ Şb. Bşk. Hüseyin ALICI
Tel: (358) 545 22 93 Fax: (358) 545 22 71
Merzifon / AMASYA

MATEL

MATEL HAMMADDE SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

SERAMİK HAMMADDELERİNDE

KALİTE & GÜVEN

NEFELİN SİYENİT

Seramik Kalitesi

SODYUM FELDSPAT (Na₂O)

Tüvenan & Mikronize Öğütülmüş

POTASYUM FELDSPAT (K₂O)

Mikronize Öğütülmüş

KİL

Tüvenan & Rafine edilmiş

KAOLİN

Seramik & Çimento Sanayii Kalitesi

KUVARS

Mikronize Öğütülmüş

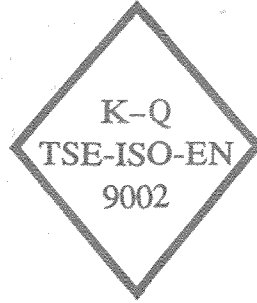
SİLİS KUMU & RAFİNE SİLİS,

Tüvenan & Mikronize

Frit, Seramik, Cam, Sıhhi Tesisat
Çimento Sanayii Kalitesi

LABORATUVAR ANALİZLERİ

Fiziksel, Kimyasal, Minerolojik
& Tane Dağılımı Analizleri



Merkez

Dragos Cayırlar Mevkii
No: 5 81540 Maltepe
İstanbul

Tel : 0 216 441 22 84

Faks : 0 216 441 22 87

matel@matel.com.tr

www.matel.com.tr



Fabrika

Organize Sanayi Bölgesi
11100 Bilecik

Tel : 0 228 216 05 65

Faks : 0 228 216 05 69

fabrika@matel.com.tr

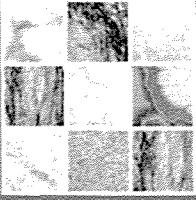
www.matel.com.tr

İSTANBUL
SANAYİ ODASI
2000 ÇEVRE
ÖZENDİRME ÖDÜLÜ

MATEL A.Ş. bir ELGİNKAN HOLDİNG kuruluşudur.



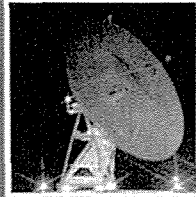
İSTANBUL MADEN İHRACATÇILARI
BİRLİĞİ



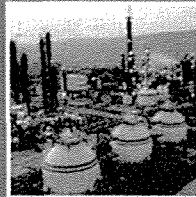
İSTANBUL DEMİR VE DEMİR DİŞİ
METALLER İHRACATÇILARI BİRLİĞİ



İSTANBUL ELEKTRİK ELEKTRONİK
VE MAKİNA SANAYİ MAMÜLLERİ
İHRACATÇILARI BİRLİĞİ



İSTANBUL KİMYEVİ MADDELER
VE MAMÜLLERİ İHRACATÇILARI
BİRLİĞİ



İMMİB

İSTANBUL MADEN VE METALLER İHRACATÇI BİRLİKLERİ GENEL SEKRETERLİĞİ

- MADEN
- DEMİR VE DEMİR DİŞİ METALLER
- ELEKTRİK - ELEKTRONİK VE MAKİNA SANAYİ MAMÜLLERİ
- KİMYEVİ MADDELER VE MAMÜLLERİ

İLE İLGİLİ HER TÜRLÜ SORULARINIZ İÇİN

İMMİB

BİRLİĞİN AMACI:

İstanbul Maden ve Metaller İhracatçı Birlikleri, konusuyla ilgili ihracatçıları bünyesinde toplayan Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı'nın bağlı bir kurulusudur. Temel amaçları:

- İhracatçıların ihracat faaliyetlerini düzenlemek
- İhracatın artırılması, ihracat ürünlerinin çeşitlendirilmesi ve ürünlere rekabet gücü kazandırılması için çalışmalarda bulunmak
- İhracatçıların mesleki faaliyetlerini ve ilişkilerini tanzim etmek
- Üyelerinin menfaatlerini korumak olarak özetlenebilir.

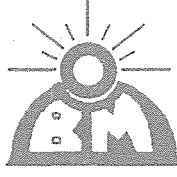
BİRLİĞİN FAALİYETLERİ:

- Üyelerinin ihracat işlemlerini gerçekleştirmek
- Fuar sergi ve diğer tanıtım çalışmalarına ihracatçılarımızın katılımını sağlamak
- Ülkemize ithalatçı ülkelerden gelecek alım heyeti organizasyonu ile potansiyel pazar niteliğine sahip ülkelere gidecek ticaret heyeti organizasyonlarını yapmak
- Serbest Ticaret Anlaşması ve Karma Ekonomik Komisyonu toplantıları öncesi hazırlık çalışmaları yapmak
- Ülkemizin taraf olduğu uluslararası anlaşmalar gereği üstlendiği yükümlülüklerin ihracat açısından denetim ve koordinasyon çalışmalarını yapmak

olarak sıralanabilir.

İSTANBUL MADEN VE METALLER İHRACATÇI BİRLİKLERİ GENEL SEKRETERLİĞİ

Dış Ticaret Kompleksi A-Blok Çobançeşme Mevkii Sanayi Cad.
Yenibosna, Bahçelievler - İstanbul / TÜRKİYE
Tel: 0212 454 00 00 (Pbx) • Faks: 0212 454 00 01
e-mail: immib@immib.org.tr • web site: <http://www.immib.org.tr>



BER - Oner

ARAŞTIRMA KONULARI

*Türkiye çapında, özellikle Karadeniz ve
Ege Bölgelerinde olmak üzere
kurşun, çinko, krom, altın ve gümüş arama çalışmaları*

ÇINKO - KURŞUN İŞLETMESİ

Şebinkarahisar / GİRESUN
Tel / Fax: (0454) 711 47 35

75. YIL MERMER FABRİKASI

Organize Sanayi - DİYARBAKIR
Tel: (0412) 345 02 13

BAKIR İŞLETMESİ

Ergani Bakır İşletmesi / Maden / ELAZIĞ
Tel: (0424) 441 24 16 - Fax: 441 30 75

BER-ONER MADENCİLİK SAN. VE TİC. A.Ş.

Merkez: Büyüdere Cad. Noramin İş Merkezi K: 3 D: 304 Maslak / İSTANBUL
Tel: (0212) 286 74 60 pbx Fax: 286 74 64

