

MT Bilimsel

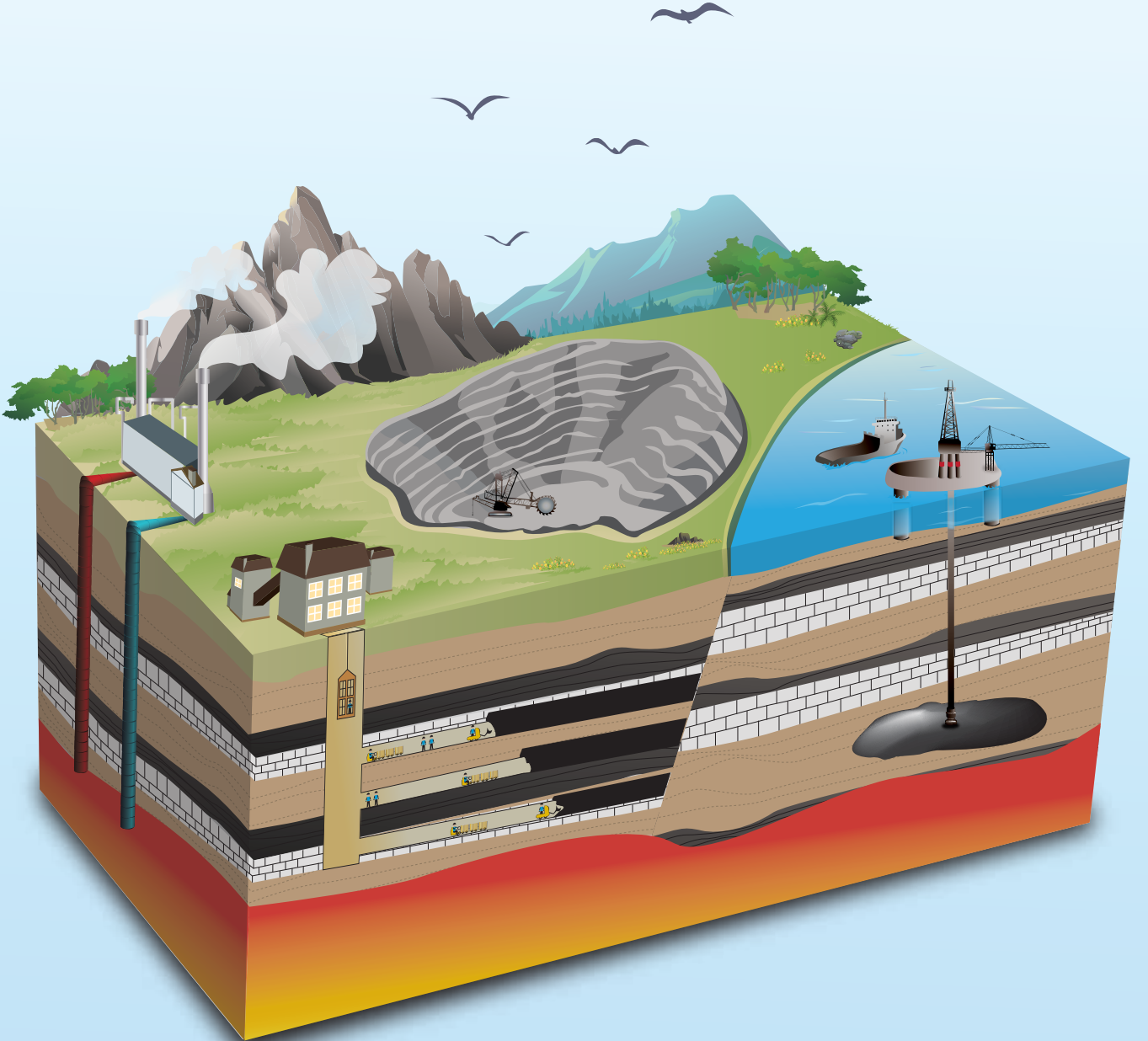
www.mtbilimsel.com

Yer Altı Kaynakları Dergisi | *Journal of Underground Resources*

Yıl:2 Sayı:3 Ocak 2013

ISSN: 2146-9431

Year:2 Number:3 January 2013



MT Bilimsel

Yer Altı Kaynakları Dergisi | *Journal of Underground Resources*

Derginin Adı
MT Bilimsel

İmtiyaz Sahibi
MAYEB Madencilik ve Yer
Bilimleri Basım Yayın Dağıtım
Ltd. Şti.

Genel Koordinatör
Onur Aydın
onur@mtbilimsel.com

Yazı İşleri Müdürü
Dış İlişkiler
O. Çağım Tuğ
caгим@madencilik-turkiye.com

İdari İşler
Volkan Okyay
volkan@madencilik-turkiye.com

Grafik Tasarım - Uygulama
M. Anıl Tuğ
anil@madencilik-turkiye.com
Merve Mallı
merve@ideakup.com

İnternet Teknolojileri
Bilgin B. Yılmaz
bilgin@madencilik-turkiye.com

Hukuk Danışmanı
Av. Evrim İnal
evrim@madencilik-turkiye.com

Yayın İdare Merkezi
1042. Cd. (Eski 4. Cd.) 1335. Sk.
(Eski 19. Sk.) Vadi Köşk Apt.
No: 6/8 A. Öveçler ANK.
Tel : +90 (312) 482 18 60
Fax : +90 (312) 482 18 61
info@mtbilimsel.com

www.mtbilimsel.com

Yerel Süreli Yayıncıdır

ISSN 2146-9431

Ulusal Hakemli Dergidir



Yayın Kurulu

Baş Editör:

C. Okay Aksoy (Dokuz Eylül Üni., Maden Müh. Bölümü)
o.aksoy@mtbilimsel.com

Yardımcı Editörler:

Mahmut Yavuz
Eskişehir Osmangazi Üni., Maden Müh. Bölümü

Vehbi Özacar
Dokuz Eylül Üni., Maden Müh. Bölümü

Madencilik Türkiye Dergisi Temsilcisi

Onur Aydın (Madencilik Türkiye Dergisi)
onur@mtbilimsel.com

Editörler (Alfabetik):

- Ali Sarıışık (Afyon Kocatepe Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Bahtiyar Ünver (Hacettepe Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Christopher Mark (Mine Safety & Health Admin., Coal Mine S. & H.)
- Çağatay Pamukçu (Dokuz Eylül Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Emin Candansayar (Ankara Üni., Jeofizik Müh. Bölümü)
- Erol Kaya (Dokuz Eylül Üni., Maden Müh. Bölümü)
- G. Gülsev Uyar Aldaş (Ankara Üni., Jeofizik Müh. Bölümü)
- Güner Gürtunca (National Institute for Occupational Safety & Health)
- Hakan Başarır (Malatya İnönü Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Işık Yılmaz (Cumhuriyet Üni., Jeoloji Müh. Bölümü)
- İhsan Özkan (Selçuk Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Kadri Dağdelen (Colorado School Of Mines, Dept. of Mining Eng.)
- Kerim Küçük (Dokuz Eylül Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Melih Geniş (Zonguldak Karaelmas Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Melih İphar (Eskişehir Osmangazi Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Mustafa Ayhan (Dicle Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Nuh Bilgin (İstanbul Teknik Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Nuray Demirel (Orta Doğu Teknik Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Pinnaduva Kulatilake (The Univ. of Arizona, Dept. of Min. & Geo. Eng.)
- Raşit Altındağ (Süleyman Demirel Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Reşat Ulusay (Hacettepe Üni., Jeoloji Müh. Bölümü)
- Sair Kahraman (Niğde Üni., Maden Müh. Bölümü)
- Samuel Frimpong (Missouri Univ. of Science & Tech., Dept. of Min. Eng.)
- Şevket Durucan (Imperial College, Mining And Environmental Eng.)
- Tim Joseph (Univ. of Alberta, School of Mining & Petroleum Eng.)
- Turgay Ertekin (The Pennsylvania State Univ., Petroleum & Nat. Gas Eng.)
- Turgay Onargan (Dokuz Eylül Üni., Maden Müh. Bölümü)

İçindekiler

R. Mete Göktan, Melih İphar

Açık İşletmelerde Kayaç Sökülebilirlik Tayin Yöntemleri

Rock Rippability Assessment Methods in Surface Mining1

Selin Barış Çamlı, Turgay Onargan

Doğal Taş Madencilik Sektöründe Ahşap Ambalajlar ve Uygulanan Isıl İşlem (ISPM 15) Standardının Araştırılması

Wooden Packagings in Natural Stone Mining Sector and Investigation of the Heat Treatment (ISPM 15) Standard Application.....17

Ayhan İvrin Yılmaz

İş Sağlığı ve Güvenliğinde Kaza Zinciri Teorisinin Önemi ile Açık İşletmelerdeki Tehlikeli Hareket ve Tehlikeli Durumlar

Dangerous Movement and Situations in Open Pit Mining With Significance of the Theory of Accident Chain in Occupational Health and Safety27

Mert Terzi, İlgin Kurşun

Feldspat Zenginleştirme Tesisi Atıklarının Değerlendirilebilirliğinin Araştırılması

Investigation of Evaluability of Feldspar Processing Plant Wastes41

MT Bilimsel

Yer Altı Kaynakları Dergisi | *Journal of Underground Resources*

Açık İşletmelerde Kayaç Sökülebilirlik Tayin Yöntemleri

Rock Rippability Assessment Methods in Surface Mining

R. Mete Göktan ^{1*}, Melih İphar ¹

¹ *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik Yerleşkesi, Eskişehir*

* *Sorumlu Yazar: mgoktan@ogu.edu.tr*

Özet

Açık işletme örtükazı işlerinde delme-patlatma uygulanarak yapılan gevşetme işlemi yaygın bir yöntem olmakla birlikte, örtü malzemesinin uygun koşullar göstermesi durumunda, gevşetme işleminin sökme yöntemiyle (ripping) gerçekleştirilmesi de mümkün olabilmektedir. Uygulanacak kazı türü ve kazı aracının kararlaştırılması konusunda, birçok araştırmacı tarafından çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada, kayaç sökülebilirliği kestirimi amacıyla geliştirilen çeşitli yöntemlerin ana hatlarıyla tanıtılması ve genel bir çerçevede değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sökülebilirlik, kazılabilirlik, açık işletme, örtükazı

Abstract

Although drilling and blasting is widely used in surface mining stripping operations, under favorable ground conditions, ripping can also be used as an alternative stripping method. A number of methods have been developed by various researchers directed to the determination of excavation method and equipment. The present work aims at briefly introducing as well as evaluating the existing rock rippability prediction methods in the literature.

Keywords: Rippability, rock excavation, surface mining, stripping

1. Giriş

Açık işletme madenciliğinde, kayaçların kazılabilirlik koşullarının arazi ve laboratuarda kolay elde edilebilir jeoteknik veriler yardımıyla önceden belirlenebilmesi, makine parkı seçimi ve birim kazı maliyeti kestirimi bakımından büyük önem taşımaktadır (Göktan ve Ayday, 1989). Örtükazı işlerinde, kaya malzemesi ve kaya kütlesi özelliklerine bağlı olarak; mekanik kazı araçlarıyla doğrudan kazı, delme-patlatma veya ön-gevşetmeli mekanik kazı başlıca kazı yöntemlerini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, delme-patlatma yöntemine bir alternatif olarak kullanılabilen sökme yöntemi (Şekil 1) ele alınarak; kayaç sökülebilirliği kestirimi amacıyla geliştirilen başlıca yöntemlerin tanıtılması ve genel bir çerçevede değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Örtükazı işlerinde sökme uygulaması

İlk modern sökücülerin ortaya çıktığı 1950’li yıllara kadar; “zemin” kolayca kazılabilen bir malzeme ve “kaya” ise patlatılarak gevşetilmesi gerekli olan bir malzeme olarak kabul edilmiştir. Sökücü-dozerlerin yıllar içerisinde göstermiş olduğu teknolojik aşamalar (Çizelge 1), örtü-kazı işlerinde delme-patlatma yöntemiyle giderek daha fazla rekabet edebilir duruma gelmelerini sağlamıştır. Daha güçlü dozerlerin kullanılmasıyla birlikte, kazılabilirlik açısından zemin-kaya ayırımında da değişiklikler olmuş ve “sökülebilir kaya” kavramı doğmuştur.

Kesin bir tanımı bulunmamakla birlikte; “sökülebilirlik” kavramı, örtükazısı yapılacak bir malzemenin sökücü-dozer tarafından uygun parça boyutlarında gevşetilmesi işleminde karşılaşılan kolaylık/zorluk derecesi ile ilişkilendirilmektedir (Eskikaya ve Göktan, 1988). Sökücü-dozer uygulamalarında ekonomik sökme ve mekanik sökme olarak iki farklı etkinlik seviyesinin bulunduğu kabul edilmektedir (Kirsten, 1983). Ekonomik sökme olarak kabul edilen koşullarda, makinenin alt taşıyıcı takımları ve hidrolik sistemlerinde önemli bir tamir-bakım gideriyle karşılaşılmamakta ve zemin randımanlı bir şekilde gevşetilebilmektedir. Bu tür uygulamalarda, (i) makinenin ilerleme hızında bir azalma olmadan, yeterli bir sökme derinliği korunmakta, (ii) her iki palet, zemin yüzeyi ile bütünüyle temas halinde olup, makinenin çeki kuvvetinde bir azalma görülmemekte veya (iii) makine yaklaşık 1-1.5 km/h hızla sökme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Mekanik sökme durumunda ise; sökme işlemi sonucunda, yüksek derecede tamir-bakım giderleri ile karşılaşılmaktadır. Bu durumda: (i) sökücü bıçak yeterli bir sökme derinliğine ulaşamamakta ve zeminden dışarı çıkma eğilimi gösterebilmekte, (ii) paletler patinaj yapmakta veya (iii) yeterli bir gevşetme yapamayarak yavaşlamaktadır. Görüldüğü gibi, yukarıda değinilen tanımlamada “ekonomik sökme” terimi makinenin tamir-bakımıyla ilgili olarak

kullanılmıştır. Ekonomik üretim ise ayrı bir konu olup; genellikle, söz konusu bir projeye ait örtükazı işinin hedeflenen bir zaman diliminde ve kabul edilebilir bir maliyetle gerçekleştirilebilmesiyle ilgilidir.

Sınıfı	Traktör Modeli ¹	Ağırlık ² (kg)	Güç (kW)	Teorik Çeki Kuvveti (kN)	
				Hız≈1.6 km/h	Hız≈0 km/h
Çok hafif	D7R Seri II	28 055	179	267	445
Hafif	D8R	41 665	228	342	547
Orta	D9R	53 294	302	454	734
Ağır	D10R	72 517	425	600	921
Çok ağır	D11R	114 243	634	947	1490

¹Caterpillar veya eşdeğeri, ²Tek sökücü bıçaklı

Çizelge 1. Sökücü-dozer özellikleri (Anon, 2001)

Sökülebilirlik analizlerinde makine ve kayaca ait parametrelerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Makinenin uygulayabildiği sökme kuvveti, ilerleme hızı, sökme açısı, sökme derinliği, kaya malzemesi ve kaya kütlesi özellikleri sökülebilirliği etkileyen başlıca parametrelerdir. Anılan parametreler uygulamadan elde edilen deneyimlerin ışığında çeşitli tekniklerle değerlendirilerek, söz konusu bir proje için en uygun kazı yöntemi ve makine parkı belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, çeşitli araştırmacı ve kurumlar tarafından günümüze kadar geliştirilen sökülebilirlik/kazılabilirlik belirleme yöntemlerinin belirli bir ayrıntı çerçevesinde tanıtılması amaçlanmıştır.

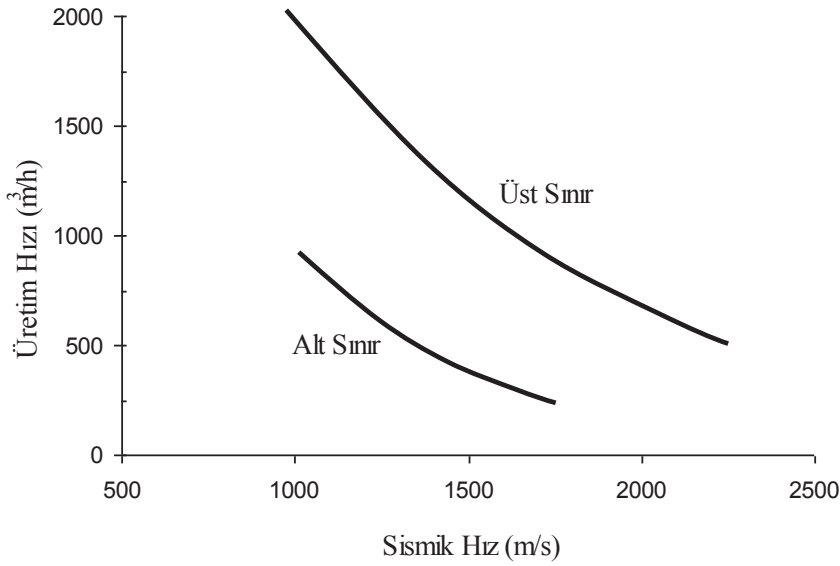
2. Sökülebilirlik Tayini Amacıyla Önerilen Yöntemler

2.1 Sismik Yöntem

Kayaç sökülebilirliği tayini konusunda ilk çalışmalar 1958 yılında Caterpillar firması tarafından başlatılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, kayaçların arazide ölçülen sismik hız değerlerine ve sökücü makine güçlerine bağlı olarak, sökülebilirlik sınırları (Çizelge 2) ve üretim hızları (Şekil 2) önerilmiştir. Sismik hız yönteminin esası, yeryüzünde oluşturulan sismik dalgaların kayaçlardaki ilerleme hızının ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Yüksek hız değerleri görece daha sağlam kayaçlara karşılık olmaktadır. Bu nedenle; araziden elde edilen sismik hız değerleri, incelenen kaya kütleleri için bir "sağlamlık" ölçütü olarak kullanılmakta ve örtü kazı işlerinde (i) kazı türünün tayini (ii) makine parkının seçimi (iii) üretim hızının kestirimi ve (iv) birim kazı fiyatının belirlenmesi gibi konularda yol gösterici olmaktadır.

Sismik Hız (m/s)	Sökülebilirlik	Makine Sınıfı	Makine Gücü (kW)
300-600	Çok Kolay	D7	149
600-900	Kolay	D7-D8	
900-1500	Orta	D8	224
1500-2100	Zor	D9	305
2100-2400	Çok Zor	D9-D10	
2400-2700	Son Derece Zor	D10	522

Çizelge 2. Sismik hız-sökülebilirlik ilintileri (Öncel, 1975)



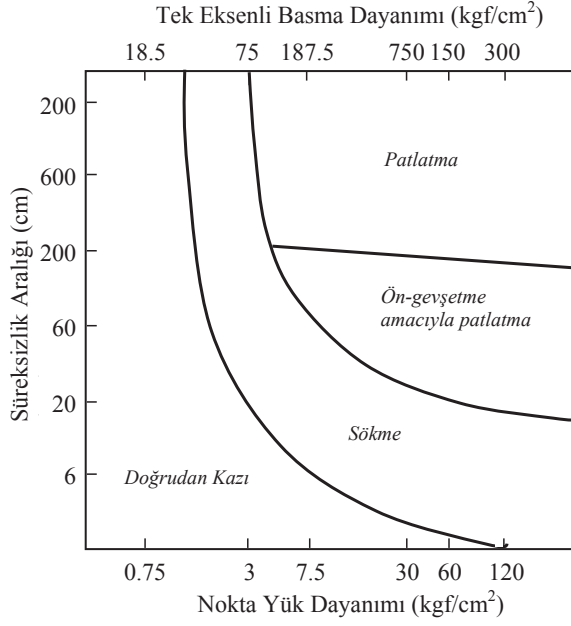
Şekil 2. Cat D9 modeli sökücü için sismik hız-teorik üretim hızı ilintileri (Anon, 1980)

Sismik yöntem, sondaj yöntemine göre geniş alanları daha az maliyetle ve daha kısa sürede inceleyebilen yaygın bir yöntem olmasına karşın, kaydedilen verilerin değerlendirilmesi aşamasında deneyimli bir ekibe gerek duymaktadır. Özellikle, jeolojik açıdan karmaşık yapıya sahip sahalarda verilerin değerlendirmesi zor olmaktadır. Örneğin; farklı sertlikte ve dik dalımlı tabakalarda sismik yorumların sıhhatli olarak yapılabilmesi çok zor olmakta ve bunun sonucu olarak makine parkı seçiminde önemli yanılgılar söz konusu olabilmektedir (Anon., 1969). Diğer yandan; sulu ortamlarda sismik dalgalar çok daha hızlı bir şekilde hareket ettiğinden, katmanlaşma gösteren tipik çökel kayaçlarda yeraltı su tabakasının varlığı da yanıltıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, özellikle çökel kayaçlarda yapılan sismik çalışmalarda, yeraltı suyu varlığının diğer yöntemlerle belirlenmesi gerekli olmaktadır. Yüksek poroziteli kaya malzemeleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalara göre; % 50-70 düzeyinde poroziteye sahip bir malzeme kuru durumda 300 m/s'lik bir sismik hız vermesine rağmen, suya doymun durumda 1350 m/s civarında bir sismik hız değeri verebilmektedir (Griffiths ve King, 1976). Ölçülen sismik hızlar "ortalama" değerleri temsil ettiğinden, yumuşak formasyonlar içerisinde bulunması olası ve sökülmesi çok zor/olanaksız olan sert kaya bloklarının varlığı belirlenmemektedir. Görünürde benzer özellikler gösteren malzemelerde sismik hız değerlerinin 1.000 m/s'ye kadar farklılıklar gösterebildiği rapor edilmektedir (Kirsten, 1982).

Yukarıda kısaca değinilen tüm bu faktörler dikkate alındığında, sismik hız yöntemiyle elde edilen verilerin diğer jeolojik faktörlerle birlikte değerlendirilmesinin daha sıhhatli sonuçlar verebileceği söylenebilir.

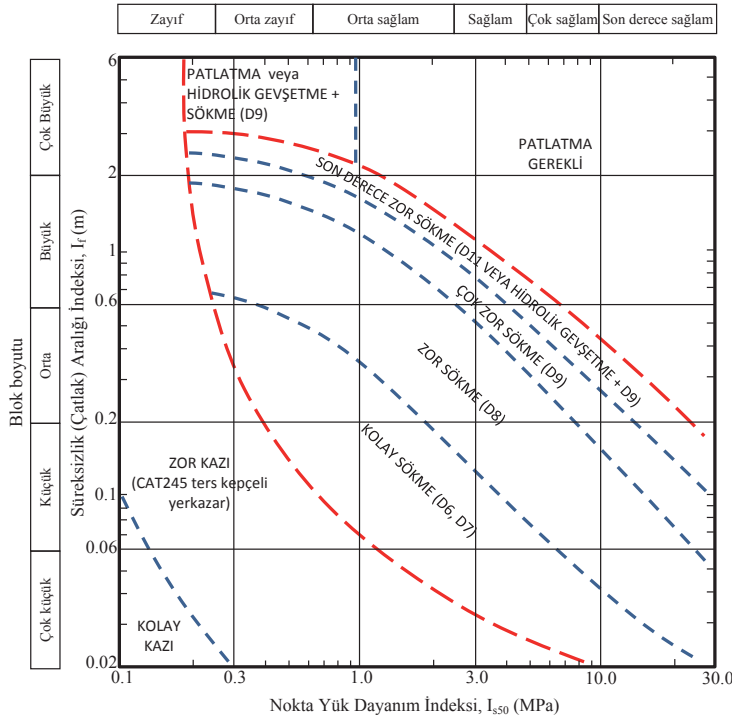
2.2 Grafikselsel Yöntem

Açık işletmelerde kazılabilirlik amaçları için geliştirilen bir diğer yöntem ise, kaya malzemesi ve kaya kütlesi özelliklerinin birlikte değerlendirildiği "grafikselsel yöntem"dir. (Franklin ve ark., 1971). Bu yöntemde; kayacın mekanik dayanımı nokta yük indeksi veya tek eksenli basma dayanımı parametreleri yardımıyla, kaya kütlesi özelliği olan süreksizlik aralığı ise sondaj veya mostralardan elde edilen veriler yardımıyla belirlenmektedir. Her iki jeoteknik parametreye ait sayısal değerlerin grafik üzerine işlenmesiyle, uygulanması önerilen kazı türü (doğrudan kazı, sökme, ön-gevşetme amaçlı patlatma ve patlatma) tayin edilebilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Grafiksel yöntem (Franklin ve ark., 1971)

Grafiksel yöntem, kazılabilirlik uygulamaları açısından en önemli olarak kabul edilen iki parametreyi içermekle birlikte, Şekil 3'te çizilen kazı kolaylığı sınırları oldukça yetersiz sayıda saha gözlemlerine dayandırılmış olup, kullanılacak mekanik kazı araçları hakkında herhangi bir öneri getirmemektedir. Çizilen sınırların çok "genel" olduğu ve bu nedenle, farklı jeolojik koşullara ve farklı kazı makinelerine göre değişiklik gösterebileceği önemle vurgulanmıştır (Fookes ve ark., 1971). Bu noktadan hareketle, sonraki yıllarda, farklı litolojik birimlerden ve kazı makinelerinden elde edilen çok sayıda saha verileri yardımıyla (Pettifer ve Fookes, 1994; Bozdağ, 1988) grafik üzerindeki kazı kolaylığı sınırları daha ayrıntılı bir şekilde güncelleştirilmiştir. Pettifer ve Fookes (1994) tarafından güncelleştirilen kazılabilirlik grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Güncelleştirilmiş kazılabilirlik grafiği (Pettifer ve Fookes, 1994)

2.3 Kazılabilirlik/Sökülebilirlik Sınıflama Sistemleri

Son yıllarda, kaya kütlesi kazılabilirlik özelliklerinin sınıflama sistemleri yardımıyla belirlenmesi konusunda yeni yaklaşımlar izlenmektedir. Bu tür yaklaşımların ortak yanı, kazılabilirliği etkilediği düşünülen en önemli jeoteknik parametrelerin ağırlıklı puanlama sistemiyle değerlendirilerek, kaya kütlesini kazı kolaylığına göre sınıflara ayırmak ve her sınıf için uygun olabilecek kazı aracını belirlemektir. Bu tür sınıflama yöntemlerine ait örneklere aşağıda değinilmiştir.

2.3.1 Weaver Tarafından Önerilen Yöntem

Weaver (1975) tarafından önerilen “Sökülebilirlik Puanlama Çizelgesi”, temelde Bieniawski (1973)’nin yeraltı yapıları ve tüneller için geliştirmiş olduğu RMR sisteminin sökme işlemine olan bir uyarlamasıdır. Önerilen puanlama çizelgesinde (Çizelge 3) kaya kütlesinin sökülebilirlik özellikleri üzerinde rol oynadığı düşünülen parametrelere (Arazide ölçülen sismik hız, kayaç sertliği, ayrışma derecesi, süreksizlik aralığı, süreksizliklerin devamlılığı, süreksizlik yüzeylerinin açıklığı, doğrultu ve eğim) ağırlıklı puanlar verilmiştir. Verilen puanların toplam

Kaya Kütlesi Tanımlama	I Çok sağlam kaya kütlesi	II Sağlam kaya kütlesi	III Orta kaya kütlesi	IV Zayıf kaya kütlesi	V Çok zayıf kaya kütlesi
Sismik Hız (m/s)	>2150	2150 - 1850	1850 - 1500	1500 - 1200	1200 - 450
Puanlama	26	24	20	12	5
Kayaç Sertliği	Son derece sert	Çok sert	Sert	Yumuşak	Çok yumuşak
T.E.B. Dayanımı (MPa)	>70	20 - 70	10 - 20	3 - 10	1.7 - 3
Puanlama	10	5	2	1	0
Ayrışma Derecesi	Ayrışmamış	Orta derecede ayrılmış	Ayrılmış	Oldukça ayrılmış	Tamamen ayrılmış
Puanlama	9	7	5	3	1
Süreksizlik Aralığı (mm)	>3000	3000 - 1000	1000 - 300	300 - 50	<50
Puanlama	30	25	20	10	5
Süreksizlik Devamlılığı	Sürekli değil	Hafif sürekli	Sürekli - Dolgu yok	Sürekli-Biraz dolgulu	Sürekli-Dolgulu
Puanlama	5	5	3	0	0
Süreksizlik Açıklığı	Ayrılma yok	Hafifçe ayrılmış	Ayrılma <1 mm	Dolgu - <5 mm	Dolgu - >5 mm
Puanlama	5	5	4	3	1
Doğrultu ve Eğim Yönelimi	Oldukça kötü yönelim	Kötü yönelim	Az kötü yönelim	Uygun yönelim	Oldukça uygun yönelim
Puanlama	15	13	10	5	3
TOPLAM PUAN	100 - 90	90 - 70	70 - 50	50 - 25	<25
Makina Seçimi	Patlatma	DD9G/D9G	D9/D8	D8/D7	D7

Çizelge 3. Sökülebilirlik puanlama çizelgesi (Weaver,1975)

değerine göre, sökülebilme kolaylığı açısından kaya kütleleri beş sınıfa ayrılmış ve her sınıf için uygun olabilecek sökücü-dozer modeli önerilmiştir. Anılan çalışmanın uygulamadaki geçerliliği, Güney Afrika'da gerçekleştirilen iki adet arazi gözlemiyle desteklenmiştir.

Çizelge 3'te değinilen kayaç sertliğine ilişkin puanlar kayacın "tek eksenli basma dayanımı"na karşılıktır. Kayaç sertlik derecesi ise anılan çalışmada ek olarak verilen bir sınıflamadan elde edilmektedir. Bu sınıflamaya göre: Çok yumuşak kayaç 1,7-3,0 MPa; Yumuşak kayaç 3,0-10 MPa; Sert kayaç 10-20 MPa; Çok sert kayaç 20-70 MPa ve Son derece sert kayaç > 70 MPa olarak tanımlanmaktadır. Burada dikkati çeken husus, 10-20 MPa tek eksenli basma dayanıma sahip kayaçların "Sert kayaç" kapsamında değerlendirilmiş olmasıdır. Literatürde yaygın olarak kullanılan diğer sınıflamalarda ise (ISRM, 1978; Bieniawski, 1980) bu tür kayaçlar "Çok düşük dayanımlı" veya "Düşük dayanımlı" malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, yazar tarafından önerilen sınıflamanın kabul edilmesi durumunda, açık işletme örtü kazı işlerinde karşılaşılan kayaçların büyük bir çoğunluğunun "Sert kayaç" kapsamında değerlendirilmesi gerekecektir. Diğer yandan; Çizelge 3'te tabakaların doğrultu ve eğim yönelimi için verilen ağırlıklı puanlar, sökülebilirlik açısından oldukça "subjektif" terimlerle tanımlanmıştır. Bu nedenle, uygulamada, aynı arazi koşulları için farklı araştırmacılar tarafından farklı puanlamalar yapılması söz konusu olabilecektir.

Weaver tarafından önerilen sınıflama yöntemi Caterpillar D7, D8 ve D9 sökücü dozerlerin beklenen performansları üzerine kurulmuştur. Günümüzde, D10 ve D11 gibi çok daha güçlü dozerlerin sökme faaliyetlerinde kullanılmakta olduğu göz önünde tutulursa (Çizelge 1), anılan sınıflama sisteminin açık işletme örtü kazı işlerinde oldukça sınırlı bir uygulama alanı bulması beklenebilir. Bu sınıflama sistemi, puanlama çizelgesinde yer alan sismik hız ihmal edilerek Smith (1986) tarafından yeniden düzenlenmiştir. Ancak, getirilen bu yeni yaklaşımın geçerliliği herhangi bir arazi uygulamasıyla kanıtlanmamıştır.

2.3.2 Kirsten Tarafından Önerilen Yöntem

Kirsten (1982), daha önce Barton (1974) tarafından yeraltı yapıları ve tünelticilik işleri için geliştirilen "Kaya kütlesi sınıflandırma sistemi" ni sökülebilirlik amaçları için uyarlamıştır. Anılan yöntemde; kayaç dayanımı, blok boyutu, sökme yönüne bağlı olarak tayin edilen göreceli zemin yapısı ve süreksizlik yüzeylerinin dayanımı gibi parametreler kullanılarak bir "Kazılabilirlik Sınıflama İndeksi, N" oluşturulmuştur. Buna göre, toplam kazılabilirlik puanı N:

$$N = MS \cdot (RQD/J_n) \cdot JS \cdot (J_r/J_a) \quad (1)$$

bağıntısıyla tanımlanmaktadır. Burada: MS kaya malzemesi dayanımı (tek eksenli basma dayanımı); RQD kaya kalitesi göstergesi; J_n süreksizlik takımı adedi; JS göreceli zemin yapısı; J_r süreksizliklerin pürüzlülüğü ve J_a süreksizliklerin alterasyonu ile ilgili parametrelerdir. Elde edilen N değerlerine bağlı olarak, kaya kütleleri sökülebilirlik özellikleri bakımından dört sınıfa ayrılmakta ve her sınıf için kullanılması önerilen sökücü-dozer tipleri belirtilmektedir:

- 1 < N < 10 Kolaylıkla sökülebilir (Cat D7)
- 10 < N < 100 Zor sökülür (Cat D8)
- 100 < N < 1 000 Çok zor sökülür (Cat D9)
- 1 000 < 10 000 Son derece zor sökülür (Cat D10)
- 10 000 > Patlatma

Önerilen yöntemde, ortalama blok boyutunu belirlemesi bakımından, RQD/ J_n oldukça hassas

bir şekilde belirlenmesi gerekli bir parametre konumundadır. Bu sistemde, toplam kazılabilirlik puanı göz önünde bulundurulmuş tüm parametrelerin "çarpımı" olarak elde edildiğinden (Bağıntı 1), özellikle RQD < 25 olan "zayıf" yapıya sahip kaya kütlelerinde RQD tayininde yapılacak % 5 lik bir hata, kaya kütlelerini "Kolay sökülebilir" sınıfından "Zor sökülür" sınıfına taşıyabilmektedir (Weaver, 1983). Diğer yandan, RQD'nin sondaj karotlarından elde edilemediği durumlarda, Palmstrom (1974) tarafından teklif edilen

$$RQD = 115 - 3.3 J_v \quad (2)$$

görgül bağıntının kullanılabilmesi belirtilmektedir. Burada: J_v bir metreküp hacmindeki bir kaya kütlelerinde bulunan süreksizlik adedidir. Ancak, Bağıntı 2'nin "kil içermeyen" kayalar için geçerli olduğu göz önünde tutulduğunda (Barton ve ark., 1974); marn, silttaşı ve çamurtaşı gibi sökme yönteminin yaygın olarak uygulandığı birçok çökel kayada geçerli olmayacağı anlaşılmaktadır.

Bağıntı 1'de yer alan göreceli zemin yapısı JS kinematik olarak belirlenen bir parametre olup; sökme yönü ile eklem takımlarının sıklığı, doğrultusu ve yöneliminin kazı kolaylığına olan etkisi ile ilgilidir. Ancak, bu parametreye ait sayısal değerlerin arazide doğru olarak saptanabilmesi için, kaya kütlelerindeki eklem takımlarının düzenli bir biçimde dağılmış olması ve sökme yönünün çalışma boyunca aynı kalması gerekmektedir. Bu iki koşulun her uygulamada gerçekleşmesi mümkün gözükmemektedir. Sökme işleminin uygulandığı çoğu örtü kazı çalışmalarında, malzeme parça boyutunun yükleyici kepçe kapasitesine uyum sağlayacak şekilde elde edilmesi zorunluluğu vardır. Bu nedenle, istenilen parça boyutuna ulaşabilmek için, sökme istikametinin değiştirildiği "çapraz sökme" işleminin uygulanması kaçınılmaz olmaktadır.

2.3.4 Abdüllatif ve Cruden Yöntemi

Abdüllatif ve Cruden (1983), yer altı yapıları tahkimat amaçları için geliştirilen RMR (Bieniawski, 1973) ve Q (Barton ve ark., 1974) kaya kütleleri sınıflama sistemlerinin kazılabilirlik amaçları için kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu amaçla, çimento malzemesi ve yol yapım agregası elde etmek amacıyla işletilen bazı taş ocaklarında uygulanan doğrudan kazı, sökme ve delme-patlatma uygulamalarından elde edilen jeoteknik veriler değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; RMR sisteminde toplam puanı < 60 olan kaya kütlelerinin "sökülebilir" nitelikte olduğu ve bu değer üzerinde ağırlıklı puana sahip kaya kütleleri için delme-patlatma yapılmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Q-sistemi kullanılarak yapılan analizlerde ise, birçok durumda, sökme ve delme-patlatma yöntemi arasındaki sınır değerler kesin olarak ayırt edilememiştir. Q-sisteminde yer alan ve özellikle yeraltı yapılarında önemli olan "Aktif gerilme" parametresinin yüzeye yakın konumdaki kaya kütlelerinde çok az değiştiği ve bu nedenle kazılabilirlik amaçları için uygun olmadığı vurgulanmıştır.

2.3.5 Müftüoğlu ve Scoble Yöntemi

Müftüoğlu ve Scoble (1985) tarafından önerilen "Kazılabilirlik Parametre Puanlama Sistemi" dönerkepçe yerazarlar dışında kalan kazı araçları için geliştirilmiş bir sınıflama sistemidir. Sınıflama sisteminin oluşturulmasında kullanılan veriler, İngiltere Ulusal Kömür Kurumu Açık İşletme Müdürlüğü'nce işletilen çeşitli sahalardan elde edilmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda; kazılabilirliği etkileyen en önemli parametrelerin; (i) Ayrışma derecesi, (ii) Tek eksenli basma dayanımı, (iii) Çatlaklar arası mesafe ve (iv) Katmanlaşma kalınlığı olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin çeşitli kazı araçlarının performanslarına olan etkileri ağırlıklı puanlama sistemi ile saptanarak, bir kazılabilirlik puanlama sistemi oluşturulmuştur (Çizelge 4). Buna göre, kaya kütleleri başlıca yedi sınıfa ayrılmış ve her sınıf için kullanılması önerilen

kazı aracı belirtilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4 incelendiğinde, kazı araçlarının performansında rol oynayan en önemli parametrelerin kaya kütleindeki süreksizlikler (çatlaklar arası mesafe ve katmanlaşma kalınlığı) olduğu görülmektedir. Çalışmada, katmanlaşma kalınlığının sondaj karotlarından belirlenmesi önerilirken; katmanlaşma yüzeyine dik veya dike yakın düzlemlerdeki çatlaklar arası uzaklığın ise sismik yöntemlerle saptanabileceği belirtilmektedir.

Parametreler	Kayaç Sınıfı				
	I	II	III	IV	V
Ayrışma derecesi	Tümüyle	Oldukça	Orta	Hafifçe	Ayrışmamış
Puanlama	0	5	15	20	25
Tek eksenli basma dayanımı (MPa)	<20	20-40	40-60	60-100	>100
Nokta yük indeksi Is(50)	<0.5	0.5-1.5	1.5-2	2-3.5	>3.5
Puanlama	0	10	15	20	25
Çatlaklar arası mesafe (m)	<0.3	0.3-0.6	0.6-1.5	1.5-2	>2
Puanlama	5	15	30	45	50
Katmanlaşma kalınlığı (m)	<0.1	0.1-0.3	0.3-0.6	0.6-1.5	>1.5
Puanlama	0	5	10	20	30

Çizelge 4. Kazılabilirlik parametre puanlama sistemi (Müftüoğlu ve Scoble, 1985)

Sınıf	Kazı Tanımı	Toplam Kazılabilirlik Puanı (AD+BDn+Ç+K)*	Kazı Türü	Kazı Aracı (Patlayıcı Madde Kullanmaksızın)
1	Çok kolay	<40	Sökme Çekmekepçe ile kazı Kepçeli yerkarar ile kazı	Sökücü-Skreper, Cat. D8 Çekmekepçe>5m ³ , Lima 2400 Halatlı kollu yerkarar>3m ³ , Ruston Bucyrus 71RB
2	Kolay	40 - 50	Sökme Çekmekepçe ile kazı Kepçeli yerkarar ile kazı	Sökücü- Skreper, Cat. D9 Çekmekepçe>8m ³ , Marion 195 Halatlı kollu yerkarar>5m ³ , Ruston Bucyrus 150RB
3	Biraz zor	50 – 60	Sökme Kepçeli yerkarar ile kazı	Sökücü-Kepçeli yerkarar, Cat. D9 Hidrolik kep. yerkarar>3m ³ , Cat.245
4	Zor	60 - 70	Sökme Kepçeli yerkarar ile kazı	Sökücü-Kepçeli yerkarar, Cat. D10 Hidrolik kep. yerkarar>3m ³ , Cat.245 veya O&K RH40

Sınıf	Kazı Tanımı	Toplam Kazılabilirlik Puanı (AD+BDn+Ç+K)*	Kazı Türü	Kazı Aracı (Patlayıcı Madde Kullanmaksızın)
5	Oldukça zor	70 - 95	Kepçeli yerkazar ile kazı	Hidrolik kep. yerkazar>3m ³
6	Çok zor	95 - 100	Kepçeli yerkazar ile kazı	Hidrolik kep. yerkazar>7m ³ Demag H111, Poclain 1000 CK, PH1200, P&H 1200, O&K RH75
7	Gevşetilme olmaksızın pek zor	>100	Kepçeli yerkazar ile kazı	Hidrolik kep. yerkazar>10m ³ Demag H241, O&K RH300

*AD: Ayrışma derecesi, BDn: Tek eksenli basma dayanımı, Ç: Çatlaklar arası mesafe, K: Katmanlaşma kalınlığı

Çizelge 5. Kazılabilirlik sınıflandırması (Müftüoğlu ve Scoble, 1985)

Kazılabilirlik sınıflaması (Çizelge 5) sökülebilirlik uygulamaları açısından incelendiğinde; sökücü-dozerlerin kazı sınıfı 1- 4 arasında olan kaya kütleleri için uygun olacağı görülmektedir. Anılan sınıflama sistemi, GLİ açık işletmelerinde D9 tipi sökücü-dozerle yapılan çeşitli örtü kazı faaliyetlerine uygulanmış ve kazı hızı kestirimi amacıyla başarılı bir şekilde kullanılabilceği görülmüştür (Göktan ve Ayday, 1989).

2.3.6 Singh ve Arkadaşları Tarafından Önerilen Yöntem

Singh ve ark., (1986) kömür havzası kayaçlarındaki uygulamalardan elde ettikleri verileri değerlendirerek, başlıca beş parametreden oluşan bir sökülebilirlik sınıflama sistemi geliştirmiştir (Çizelge 6). Önerilen sınıflama sisteminde; kayacın çekme dayanımı, ayrışma derecesi, arazide ölçülen sismik hız, kayaç aşındırıcılığı ve süreksizlik aralığı parametrelerine ağırlıklı puanlar verilerek, kaya kütlesi sökülebilirlik kolaylığı açısından beş sınıfa ayrılmış ve her sınıf için uygun görülen sökücü-dozer tipi belirtilmiştir.

Parametreler	Kayaç Sınıfı				
	1	2	3	4	5
Çekme dayanımı (MPa)	<2	2 - 6	6 - 10	10 -15	>15
Puanlama	0 - 3	3 - 7	7 -11	11 - 14	14 - 17
Ayrışma derecesi	Tamamen	Oldukça	Orta	Hafifçe	Yok
Puanlama	0 - 2	2 - 6	6 - 10	10 - 14	14 - 18
Sismik hız (m/s)	400-1100	1100-1600	1600-1900	1900-2500	>2500
Puanlama	0 - 6	6 - 10	10 - 14	14 - 18	18 - 25
Aşındırıcılık	Çok düşük	Düşük	Orta	Oldukça	Son derece
Puanlama	0-5	5-9	9-13	13-18	18-22

Parametreler	Kayaç Sınıfı				
	1	2	3	4	5
Süreksizlik aralığı (m)	<0.06	0.06-0.3	0.3-1.0	1.0-2.0	>2.0
Puanlama	0 - 7	7 - 15	15 - 22	22 - 28	28 - 33
TOPLAM PUAN	<30	30 - 50	50 - 70	70 - 90	>90
Sökülebilirlik	Kolay	Orta	Zor	Sınır	Patlatma
Önerilen sökücü makina türü	D7	D7-D8	D8-D9	D10 veya patlatma	Patlatma

Çizelge 6. Sökülebilirlik sınıflama sistemi (Singh ve ark., 1986)

Önerilen sınıflama sisteminde, şimdiye kadar incelenen sınıflama sistemlerinde yer almayan kayacın çekme dayanımı ve aşındırıcılığının da değerlendirilmeye alındığı dikkat çekmektedir. Geleneksel sökücü-dozerler tarafından uygulanan sökme tekniği, dozer çeki kuvvetinin sökücü dişe iletilerek kayacın kırılması esasına dayanmaktadır. Yazarlar tarafından yapılan kabule göre, sökücün dışın kayaç içerisinde belirli bir derinlikte ilerlemesi esnasında oluşan yenilme mekanizması kayaçta oluşan "çekme gerilmeleri" ile ilgilidir. Yapılan bu kabulde Evans (1966) kesme teorisinin göz önünde bulundurulduğu belirtilmiştir. Aşındırıcılık, çoğu kazılabilirlik sınıflama sisteminde bir girdi parametresi olarak yer almamakla birlikte, yüksek aşındırıcılığa sahip kayaçların sürekli kazı yapan döner kepçeli kazıcılarda keski ömrünü önemli derecede azalttığı bilinmektedir (Hadjigeorgiou ve Poulin, 1998). Kayaç aşındırıcılığının sökme uygulamalarında ne derece etkin bir rol oynadığını gösteren herhangi bir çalışma bulunmadığından, Çizelge 6'da bu parametre için önerilen ağırlıklı puanların ileride yapılacak çalışmalar doğrultusunda değişmesi söz konusu olabilecektir.

2.3.7 Karpuz Tarafından Önerilen Yöntem

Karpuz (1990) tarafından geliştirilen kazılabilirlik sınıflaması, Türkiye Kömür işletmelerine ait yedi ayrı açık işletmede 284 inceleme alanında ve laboratuarda yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulmuştur. Önerilen sınıflama sisteminde; (i) kayacın tek eksenli basma dayanımı, (ii) ortalama süreksizlik aralığı, (iii) sismik hız, (iv) ayrışma ve (v) Schmidt çekici sertliği girdi parametreleri olarak seçilerek, bu parametrelerin çeşitli kazı araçlarının performanslarına olan etkileri ağırlıklı puanlama sistemi ile saptanmıştır (Çizelge 7).

Parametreler	Kayaç Sınıfı				
	1	2	3	4	5
Basma dayanımı (MPa)	<5	5 - 20	20 - 40	40 - 110	>110
Nokta yük indeksi $I_s(50)$	<0.2	0.2 - 0.8	0.8 - 1.6	1.6 - 4.4	>4.4
Puanlama	2	5	10	20	25
Ortalama süreksizlik aralığı (cm)	<30	30 - 60	60 - 120	120 - 200	>200
Puanlama	5	10	15	20	25
Sismik hız (m/s)	<1600	1600-2000	2000-2500	2500-3000	>3000
Puanlama	5	10	15	20	25

Parametreler	Kayaç Sınıfı				
	1	2	3	4	5
Ayrışma durumu	Tamamen ayrılmış	İleri derecede	Orta derecede	Taze-az ayrılmış	Taze-az ayrılmış
Puanlama	0	3	6	10	10
Schmidt çekici sertliği	20	20-30	30-45	45-55	>55
Puanlama	3	5	8	12	15
Kazılabilirlik Puanı	0 - 25	25 - 45	45 - 65	65 - 85	85 - 100
Kazı Tanımı	Kolay	Orta	Orta Zor	Zor	Çok Zor
Önerilen Sökücü Türü	D7	D8 veya D9	D9 veya D11	D11	Patlatma
Elektrikli Yerkazar	Kazabilir	Patlatma	Patlatma	Patlatma	Patlatma
Hidrolik Yerkazar	Kazabilir	Kazabilir	Patlatma	Patlatma	Patlatma

Çizelge 7. Kazılabilirlik sınıflaması (Karpuz, 1990)

Çizelge 7 incelendiğinde, kazı araçlarının performansında rol oynayan en önemli parametrelerin ortalama süreksizlik aralığı ve sismik hız olarak seçildiği görülmektedir. Önerilen sınıflama sistemi; kaya kütlelerinde tabakalanma + tabakalanmaya dik yönde iki adet eklem sisteminin bulunduğu kabulüne göre oluşturulmuştur. Ortamda (i) tek eklem takımı bulunması, (ii) sadece tabakalanma bulunması veya (iii) hiçbir süreksizlik bulunmaması durumlarında sırasıyla 5, 10 ve 15 puan eklenmesi gerekmektedir. Anılan sınıflama sisteminin oluşturulmasında, çok sayıda arazi verisinden yararlanılması ve D11 gücündeki sökücü-dozerlerin kazı yeteneklerine de yer verilmiş olması uygulama açısından önemli bir avantaj olarak kabul edilebilir.

2.3.8 Basarir ve Karpuz Tarafından Nerilen Yöntem

Basarir ve Karpuz (2004) tarafından geliştirilen “Sökülebilirlik Puanlama Sistemi”, Kütahya-Tunçbilek ve Sivas-Kangal bölgelerindeki linyit ocaklarından elde edilen arazi verileri ve laboratuvar çalışmaları sonucu oluşturulmuştur (Çizelge 8). Anılan sınıflama sisteminde sismik hız, nokta yük indeksi/tek eksenli basma dayanımı, ortalama süreksizlik aralığı ve Schmidt çekici sertliği olmak üzere dört parametreye ağırlıklı puanlar verilerek; elde edilen toplam puana göre kaya kütlelerinin sökülebilirlik kolaylığı, sökücü-dozer tipi ve üretim miktarı (m³/h) belirlenebilmektedir (Çizelge 9).

Parametre	Sınıf				
	1	2	3	4	5
Sismik P-dalga hızı, m/s	0 - 800	800 - 1000	1000 - 2000	2000 - 2500	> 2500
Puan	0 - 5	5 - 15	15 - 20	20 - 30	30
Nokta yük indeksi, MPa	<0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 1	1 - 2	>2
Tek eksenli basma dayanımı, MPa	<5	5 - 15	15 - 25	25 - 45	>45
Puan	0 - 5	5 - 15	15 - 25	25 - 35	35
Ortalama süreksizlik aralığı, m	<0.5	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5	>2.5
Puan	0 - 3	3 - 10	10 - 14	14 - 20	20
Schmidt çekici sertliği	<15	15 - 35	35 - 45	45 - 50	>50
Puan	0 - 2	2 - 7	7 - 10	10 - 15	15

Çizelge 8. Sökülebilirlik sınıflama sistemi (Basarir ve Karpuz, 2004)

Sınıf	Puan	Spesifik Enerji	CATD8 dozeri için	
			Belirlenen sınıf	Üretim, m ³ /h
1	0 – 20	<3.75	Çok kolay	> 1300
2	20 – 55	3.75 – 5.25	Kolay	900 – 1300
3	55 – 70	5.25 – 7.00	Orta	400 – 900
4	70 – 85	7.00 – 9.00	Zor	250 – 400
5	85 – 95	>9.00	Çok zor	<250
6	95 – 100	–	Patlatma	0

Çizelge 9. D8 dozeri için sökülebilirlik sınıfları (Başarır ve Karpuz, 2004)

Anılan sınıflama sisteminin getirmiş olduğu en önemli yenilik; herhangi bir uygulama için belirlenen sökücü-dozer tipi (D7/D8/D9/D10/D11 sınıfı veya eşdeğeri) ve beklenen üretim miktarının ilişkilendirilmiş olmasıdır. Diğer sınıflama sistemlerinde yer almayan bu tür bir ilişkilendirmenin, gerek kazı aracı seçimi ve gerekse üretim planlaması konularında uygulamaya önemli katkılarda bulunması söz konusudur. Çalışmada getirilen bir diğer önemli yenilik ise, kazı kolaylığı ve üretim miktarının laboratuvarında elde edilen "Özgül kesme enerjisi" yardımıyla belirlenmesine olanak sağlamasıdır (Çizelge 9).

2.4 Diğer Yöntemler

2.4.1 Göktan ve Eskikaya Tarafından Önerilen Yöntem

Göktan ve Eskikaya (1991) tarafından geliştirilen "Kaya Kütleli Sökülebilirlik İndeksi", GLİ Tunçbilek açık işletmelerine ait çeşitli panolarda Cat D9 tipi sökücü-dozerlerle yapılan örtü kazı faaliyetlerinin incelenmesi sonucunda oluşturulmuştur. Yapılan arazi gözlemleri sonucunda, sökülebilirliği etkileyen en önemli parametreler süreksizlikler (tabakalanma ve eklem takımları) ve kayacın mekanik dayanımı (tek eksenli basma dayanımı) olarak belirlenmiştir. Bu noktadan hareketle, kaya kütleli sökülebilirlik indeksi RMRI:

$$RMRI = [0.5 / (da \cdot db)] \cdot qu \quad (3)$$

olarak tanımlanmıştır. Burada; da ve db sırasıyla, birincil süreksizlikler (katmanlar) ve ikincil süreksizlikler (eklemler) için ortalama süreksizlik adedi/m olup qu ise kayacın tek eksenli basma dayanımıdır (MPa). Parantez içinde yer alan 0.5 / (da \cdot db) terimi, sökülebilirlik amaçları için kaya kütleli süreksizlikler tarafından ne derece zayıflatıldığını yansıtmaktadır. Bu terimin 1.00 civarında değerler alması durumunda, sökme kolaylığı büyük ölçüde kaya malzemesinin mekanik dayanımına bağlı olmaktadır.

Bağıntı 3'ün kazı hızı kestiriminde kullanılabilirliğinin araştırılması amacıyla, dokuz farklı inceleme alanında zaman etütleri yapılmıştır. Sökücü-dozerin manevra, küreme ve duraklamaları değerlendirme dışı bırakıldığında, net kazı hızı Qn:

$$Qn = 1434 - 31.7 \cdot RMRI \quad m^3/h \quad (r = 0.96) \quad (4)$$

bağıntısı (r = 0.96) elde edilmiştir. Aynı koşullarda; süreksizliklerin ve tek eksenli basma dayanımının net kazı hızı ile olan ilişkileri ayrı olarak incelendiğinde ise:

$$Qn = 564.6 + 47.8 \cdot (da \cdot db) \quad m^3/h \quad (r = 0.59) \quad (5)$$

$$Q_n = 1072.5 - 8.4 q_u \quad m^3/h \quad (r = 0.51) \quad (6)$$

oldukça zayıf korelasyonlu ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen bu bulgular, sökücü-dozerlerin performans tayininde süreksizliklerin ve kaya malzemesi mekanik dayanımının birlikte değerlendirilmesinin önemine işaret etmektedir.

2.4.2 Bulanık Mantık Uygulamaları

Geleneksel sınıflama yöntemlerinde kazı kolaylığı tanımı ve kazı makinesi seçimi, belirli puan aralıklarına göre yapılmaktadır. Ancak, bu çalışmada tanıtılan tüm sınıflama sistemlerinde görüldüğü gibi, kazı kolaylığı tanımları ve kazı makinesi türü arasındaki geçişler oldukça "keskin" sınırlarla ayrılmaktadır. Örneğin; Çizelge 5'te, Çok Kolay Kazı ile Kolay Kazı tanımları arasındaki geçiş 40 sınır puanı ile birbirinden ayrılmıştır. Buna göre, herhangi bir uygulama için elde edilen toplam puanın 39 olması durumunda D8 türü sökücü-dozer önerilirken, toplam puanın 41 olması durumunda ise D9 türü sökücü-dozer önerilmektedir. Bu durum, karar verme aşamasında, uygulamacılar için bazı belirsizlikleri beraberinde getirmektedir. Değinilen keskin geçişler, sınıflama sistemini oluşturan her bir jeoteknik parametrenin kendi sınıfı içerisinde de bulunmaktadır. Örneğin; Çizelge 4 incelendiğinde, tek eksenli basma dayanımı değeri 20 MPa olduğunda verilecek puan 10 iken, bu değer 19 MPa olması durumunda 0 (sıfır) puan verilmesi gerekmektedir. Bunun sonucu olarak, sadece tek eksenli basma dayanımındaki 1 MPa lık bir değişim bile seçilecek kazı makinesi türünü önemli derecede etkileyebilmektedir (İphar, 2004; İphar ve Göktan, 2006).

Yukarıda kısaca değinilen sorunların giderilebilmesi amacıyla, son yıllarda birçok farklı alanda uygulamaları izlenen "bulanık mantık" kavramı sökülebilirlik/kazılabilirlik sınıflama sistemlerine de uygulanmaya başlanmıştır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada (İphar, 2004; İphar ve Göktan, 2006), bulanık mantık kavramı Müftüoğlu ve Scoble (1985) ve Karpuz (1990) tarafından geliştirilen iki ayrı sınıflama sistemine uygulanmıştır. Çalışmada, sınıflama sistemlerinde kullanılan parametrelere ve elde edilen toplam puana göre belirlenen kazı kolaylığı bulanık kümelerle ifade edilerek, bulanık anlam çıkartma sistemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sistemlere, sınıflama sistemlerinde yer alan parametreler için girdi değerleri verilerek bulanık çıktılar elde edilmiştir. Elde edilen bulanık çıktılara durulaştırılma yöntemi uygulanarak sayısal sonuçlar alınmıştır. Bu tür bir yaklaşımla, bulanık sistemdeki üyelik derecelerinden yararlanarak; kazı tanımı ve bu tanıma uygun olarak seçilebilecek kazı aracının seçiminde ortaya çıkabilecek kararsızlıklar ortadan kaldırılabilir. Bulanık mantık kavramının kullanıldığı bir diğer çalışmada ise (Basarir ve ark., 2007) marn türü kaya kütleleri için bir sökülebilirlik sınıflama sistemi geliştirilmiştir. Anılan sınıflama sistemi yardımıyla; kaya kütlelerinin sökülebilirlik sınıfı, kullanılacak sökücü-dozer tipi ve beklenen üretim miktarı subjektif yanılgılara izin vermeksizin belirlenebilmektedir.

3. Sonuçlar

Bu çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- 1950'li yıllarda sismik hız yöntemi ile başlayan sökülebilirlik belirleme yöntemleri, çeşitli sınıflama yöntemlerinin geliştirilmesi ile devam etmiştir. Önceleri tek başına kullanılan sismik hız yönteminin; sonraki yıllarda, birçok sökülebilirlik/kazılabilirlik sınıflama sisteminde tamamlayıcı parametre olarak yer aldığı görülmektedir.

- Bu çalışmada tanıtılan bazı sökülebilirlik sınıflama sistemlerinde, son yıllarda üretilen (CAT D10/CAT D11 veya eşdeğerleri) gibi sökme yetenekleri yüksek olan sökücü-dozerlere yer ve-

rilmediği görülmüştür. Anılan sınıflama sistemlerinin uygulamada daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, ileride yapılacak çalışmalardan elde edilecek veriler yardımıyla güncelleştirilmeleri gerekmektedir.

• Sınıflama sistemleri, genellikle geliştirildikleri madencilik ortamı ve pratiğini yansıtmaktadır. Bu nedenle, herhangi bir proje için kazı tanımı ve kazı aracı seçimi yapılmadan önce, birkaç sınıflama sisteminin birlikte kullanılarak değerlendirme yapılması daha uygun olacaktır.

• Bazı sınıflama sistemlerinde, uygulamacılar tarafından subjektif olarak değerlendirilmesi söz konusu olabilen sınıflama parametrelerinin varlığı dikkat çekmektedir. Bu nedenle, uygulamada, kişisel yorumlara en az yer veren ve kolay uygulanabilir yöntemlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Bu bağlamda, son yıllarda geliştirilen ve bulanık mantık kavramına yer veren sınıflama sistemlerinin sökülebilirlik/kazılabilirlik çalışmalarında giderek daha fazla uygulama alanı bulması beklenebilir.

4. Kaynaklar

- Abdüllatif, O.M., Cruden, D.M., 1983. The relationship between rock mass quality and ease of excavation. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. 28, 183-187.
- Anon., 1969. Rock rippability study (Final Report). State Department of Highways Division of Highways-State of Colorado. Rep. Pb. 189.842. October, 22 p.
- Anon., 1980. Performance Handbook. Caterpillar Tractor Company. Peoria, Illinois.
- Anon., 2001. Performance Handbook, Edition 32. Caterpillar Tractor Company. Peoria, Illinois.
- Barton, N., Lien, R., Lunde, J., 1974. Classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics. 45, 189-236.
- Basarir, H., Karpuz, C., 2004. A rippability classification system for marls in lignite mines. Engineering Geology. 74, 303-318.
- Basarir, H., Karpuz, C., Tutluoglu, L. 2007. A fuzzy logic based rippability classification system. The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. 107, 61-77.
- Bieniawski, Z.T., 1973. Engineering classification of jointed rock masses. The Civil Engineer in South Africa. 15, 335-343.
- Bieniawski, Z.T., 1980. Rock classifications: State of the art and prospects for standardization. Transportation Research Board National Academy of Sciences. No 783, Washington DC, 1-9.
- Bozdağ, T., 1988. Indirect rippability assessment of coal measure rocks. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Eskikaya, Ş., Göktan, R.M. 1988. Kayaçların sökülebilirliği ve açık işletme madenciliğindeki önemi. Türkiye 6. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 469-480.
- Evans, I., Pomeroy, C.D., 1966. The strength, fracture and workability of coal. Pergamon Press.
- Franklin, J.A., Broch, E., Walton, G., 1971. Logging the mechanical character of rock. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. 80, A1-A9.
- Fookes, G.P., Dearman, R.W., Franklin, J.A., 1971. Some engineering aspects of rock weathering with field examples from Dartmoor and elsewhere. Quarterly Journal of Engineering Geology. 4, 139-185.
- Göktan, R.M., Eskikaya, Ş., 1991. Prediction of ripping machine performance in terms of rock mass properties. The Civil Engineer in South Africa. 31, 13-24.
- Göktan, R.M., Aday, C., 1989. Kazılabilirlik sınıflama sistemlerinin kazı hızı kestirimi amacıyla GLİ Tunçbilek açık ocaklarına uygulanması. 11. Türkiye Madencilik Bilimsel ve

- Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 175-185.
- Griffiths, D.H., King, R.F., 1976. Applied Geophysics for Engineers and Geologists. Pergamon.
- Hadjigeorgiou, J., Poulin, R., 1998. Assessment of ease of excavation of surface mines. Journal of Terramechanics. 35, 137-153.
- ISRM., 1978. Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock material. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanical Abstracts. 16, 135-140.
- İṗhar, M., 2004. Bulanık kümelerin sökücü seçimi amacıyla kazılabilirlik sınıflama sistemlerine uygulanması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 160 s.
- İṗhar, M., Gök̇tan, R.M., 2006. An application of fuzzy sets to the diggability rating index method for surface mine equipment selection. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 43, 253-266.
- Karpuz, C., 1990. A classification system for excavation of surface coal measures. Mining Science and Technology. 11, 157-163.
- Kirsten, H.A.D. 1982. A classification system for excavation in natural materials. Die Siviele Ingenieur in Suid-Afrika. 82, 293-307.
- Kirsten, H.A.D., 1983. Efficient use on construction of tractor mounted rippers. The Civil Engineer in South Africa. May, 247-264.
- Müftüoğlu, Y.V., Scoble, M.J., 1985. Kömür açık işletmeciliğinde kazılabilirliği belirleme yöntemleri. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi. Ankara. 29-37.
- Öncel, K., 1975. Zeminlerin sökülebilirliği ile P-tipi dalga hızları arasındaki ilişki. Karayolları Teknik Bülteni. Ekim, 347-387.
- Palmstrom, A., 1974. Characterization of jointing density and the quality of rock masses (in Norwegian). Internal report. A.B. Berdal, Norway, 26 p.
- Pettifer, G.S., Fookes, P.G., 1994. A revision of the graphical method for assessing the excavability of rock. Quarterly Journal of Engineering Geology. 27, 145-164.
- Singh, R.N., Denby, B., Egretli, I., Pathan, A.G., 1986. Assessment of ground rippability in opencast mining operations. Mining Magazine, University of Nottingham. 38, 21-34.
- Smith, H.J., 1986. Estimating rippability by rock mass classification. Proceedings of the 27th U.S. Symposium on Rock Mechanics, Alabama. 443-448.
- Weaver, J.M., 1975. Geological factors significant in the assessment of rippability. Die Siviele Ingenieur in Suid-Afrika. 17, 313-316.
- Weaver, J.M., 1983. Discussion on "A classification system for excavation in natural materials". The Civil Engineer in South Africa. 25, 30-34.

Doğal Taş Madencilik Sektöründe Ahşap Ambalajlar ve Uygulanan Isıl İşlem (ISPM 15) Standardının Araştırılması

Wooden Packagings in Natural Stone Mining Sector and Investigation of the Heat Treatment (ISPM 15) Standard Application

Selin Barış Çamlı^{*}, Turgay Onargan¹

¹ *Dokuz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,*

^{*} *Sorumlu Yazar: selin.baris@deu.edu.tr*

Özet

Bu çalışmada, doğal taş ambalajlarının en önemli unsurunu oluşturan, ahşap elemanların ülkeler arasında dolaşımı sırasında gittikleri ortama yabancı canlıların yayılmasını önlemek amacıyla geliştirilen ısıl işlem (ISPM 15) uygulaması ve uygulama öncesi - sonrası ahşap malzemelerin mühendislik özelliklerinin değişimi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda ISPM 15 standardının doğru bir şekilde yerine getirilmesi ile var olan eko sisteme ait olmayan, canlıların çevreye adapte olmasının ve burada sistemin parçaları olan canlılara zarar vermesinin engellenmiş olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap zararlıları, doğal taş, ısıl işlem, ISPM 15.

Abstract

In this study, heat treatment (ISPM 15), which has been developed for preventing harmful organisms from spreading out during their circulation between countries and before - after treatment changes of mechanical properties of wooden elements which is an important part of natural stone packaging. By the results of the study, by performing the ISPM 15 standard properly, it's possible to prevent the organisms not belonging to the ecosystem to adapt and harm the organisms of the system.

Keywords: Heat treatment, ISPM 15, natural stone, wood pests.

1. Giriş

Türkiye maden ürünleri ihracatında % 50 paya sahip olan doğal taş sektöründe, ambalajlama ayrı bir önem arz etmektedir. Mukavemet gibi özelliklerinin yanı sıra, görseelliğinin de tercih edilmesinde önemli bir neden oluşturduğu bu sektörde, yapılan ambalajlama ile ürün, hava şartları, taşıma sırasında oluşabilecek hasarlar, vs. den korunarak kullanılacağı yere en iyi şekilde ulaştırılmış olmaktadır. Ayrıca ürünün standardize edilmiş paketler içerisinde ambalajlanması nakliye ve taşıma işlemleri sırasında kolaylık sağlamaktadır.

ISPM 15 Standardı, ülkemizin de üyesi bulunduğu IPPC (Uluslararası Bitki Koruma Konvansiyonu) Genel Kurulunun 2002 yılında kabul ettiği, uluslararası ticarete ahşap ambalaj malzemeleri kullanımını düzenleyen standarttır. ISPM 15 standardı, ahşaptan mamul ambalaj malzemelerinin ülkeden ülkeye nakilleri esnasında bünyesinde bulunan zararlı organizmaların taşınmasını önlemek amacıyla uygulanması zorunlu işlemi ifade etmektedir. Bu standarda göre ihraç edilen ürün ne olursa olsun, her türlü ahşap ambalaj malzemesi (kalınlığı 6 mm.den az olanlar hariç olmak üzere, palet, sandık, kasa, takoz vb.) işleminden geçirilmiş (ısıtılmış ve işaretilenmiş olmak zorundadır. İşaretleme için yalnızca Tarım Bakanlığında yetki belgesi almış olan firmalar yapabilmektedir.

Paketleme Türleri	Malzeme Cinsi	Özellikleri	Kullanım Yeri
Paletler	Ahşap	Palet bölümleri alt kademe (bottom deck), üst kademe (top deck) ve kirişlerden oluşmaktadır. Kirişler, kademeler arası boşluk oluşmasını sağlayarak paletin forklift ile kolayca taşınmasını sağlar. Palet boyutları uzunluk ve genişlik şeklinde belirtilmektedir. Üretilen dört ana çeşit bulunmaktadır, bunlar: iki taraflı (two-way), dört taraflı (four-way), tek yüzlü (single-faced) veya çift yüzlü (double-faced) şeklindedir. (Özsu, 2004)	Plaka ve levha
Kasalar	Ahşap	Doğal taş paketlemesinde en çok kullanılan ambalajlama biçimidir. İçerisine yerleştirilerek paketlenen doğal taş boyutlarına göre değişebilen özel ebatları vardır. Kasaların oluşturulmasında ISPM 15 standardına uygun ahşap malzeme çivilerle tutturularak kullanılır. Dikmeler ve çapraz bağlarla sağlamlaştırılır.	Levha ve fayans
Karton paket	Karton	Fayans gibi küçük ebatlı doğal taş ürünlerinin paketlenerek kasa içerisinde hareket edip zarar görmelerini engeller ve düzenli şekilde yerleştirilmelerini sağlar. Ayrı ayrı satılmak üzere hazırlanmış paketlerde, ürüne özel markalama ve tanımlamalar bu karton ambalajlar üzerine yapılabilmektedir.	Fayans
Strafor paket	Strafor	Ham petrolden elde edilen bu malzeme doğal taş ürünleri ve taşıyıcı kasa arasına yerleştirilerek ürünün dışarıdan gelen darbelerden ve nakliye sırasında birbirlerine çarpma sonucunda oluşabilecek hasarlardan korunmasında kullanılır.	Fayans ve palet desteğinde

Çizelge 1. Doğal taşlarda kullanılan paketleme malzemeleri ve özellikleri

Bu çalışma kapsamında, doğal taş ihracatının lojistik aşamalarında kullanılan paketleme sistemlerinin ahşap unsurlarının özellikleri ve ISPM 15 standardizasyonunun uygunluğu araştırılmıştır.

2. Doğal Taş Paketlemede Kullanılan Ahşap Malzemeler

Doğal taş sektöründe yaygın olarak kullanılan paketleme malzemeleri ve özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Şekil 1'de ise, doğal taş paketleme örnekleri bir arada verilmektedir.



Şekil 1. Doğal taş paketleme örnekleri

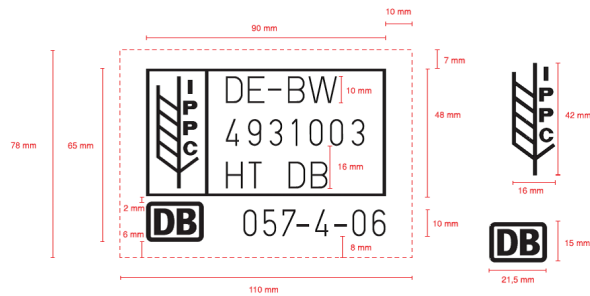
3. Ahşap Malzemelerde ISPM 15 Uygulaması

ISPM 15, bulaşıcı bitki zararlılarının olağan yaşam alanları dışına taşınabilirliğinden dolayı, Dünya Ticaret Örgütü (WTO) ve Dünya Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) nezareti altında ülkemizin de üyesi bulunduğu IPPC (Uluslararası Bitki Koruma Konvansiyonu) Genel Kurulunun 2002 yılında kabul ettiği, uluslararası ticarete ahşap ambalaj malzemeleri kullanımını düzenleyen bir standarttır. ISPM 15 standardı, iğne yapraklı veya geniş yapraklı ağaçlardan elde edilen ham ahşaptan imal edilmiş ambalaj malzemeleri ile taşınan karantina zararlılarının ülkeye girmesi ve yayılması riskini azaltmaya yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu standarda göre, uluslararası ticaret faaliyetlerinde kullanılmak üzere; palet, sandık, tahta ve silindir kasa, kutu, makara, ambalaj destek malzemesi, paketleme blokları, ambar rafı, yükleme tahtaları, palet kolları, kızaklar gibi maddelere yapılan uygulamaları kapsar.

Doğal taş kasası üzerinde ISPM 15 standart damgası Şekil 2 ve damga üzerinde görülen kısaltma ve şekillerin boyutları Şekil 3 verilmiştir.



Şekil 2



Şekil 3

Şekil 2. Kasa üzerinde görülen ISPM 15 standart damgası

Şekil 3. ISPM 15 standart damgası üzerinde gösterilen kısaltma ve şekillerin boyutları

3.1 HT (Heat Treatment) İşaretinin Kullanımı: Ahşap ambalaj malzemelerinin, en az 30 dakika süre ile 56°C'lik asgari bir ahşap öz sıcaklığı elde etmek üzere, belli bir süre ve sıcaklığa uygun olarak ısıtıldığını belirtir.

3.2 HT-DB (Heat Treatment - Debarked) İşaretinin Kullanımı: Isıl işlem ile birlikte kabuğu soyulmuş ahşap ambalaj malzemesinin işleminden geçirilmesidir. DB işaretinin kullanımı için ahşabın damar dokusu hariç, tüm kabuk, budak etrafındaki içe doğru büyümüş kabuk ve yıllık büyümenin oluşturduğu kabuk kovukları çıkartılır. Ahşap ambalaj sektöründe faaliyet gösteren gerçek ve tüzel kişiler, ambalajda kullanılacak keresteler üzerindeki kabuk parçalarının atılması ya da kabuğun soyulması için tüm önlemleri alır.

3.3 MB (Methyl Bromide) İşaretinin Kullanımı: Metil bromür gazının çevreye verdiği zarar sebebi ile bu yöntem ülkemizde ISPM-15 standardındaki yöntem kullanılmamaktadır.

3.4 HT-KD (Heat Treatment – Kiln Dry) işaretinin kullanımı: Ahşap ambalaj malzemesinin, ısıl işlemi ile birlikte fırında kurutma işleminden geçirilmesidir. İşaretin kullanımı için ısıl işlemi ve ahşap ambalaj malzemesinin nem oranının % 20'nin altında olmasıdır. HT- KD işareti ile gösterilir.

Isıl işlem olmaksızın DB veya KD tek başına kullanılamaz.

4. Isıl İşlem Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar

Ahşap paketleme materyallerinin temel işlevi, ürünleri gidecekleri noktaya zarar görmeden sevk etmektir. Paketlemenin doğru ve dayanıklı şekilde yapılmaması halinde, bu temel amaç yerine getirilememektedir. Eğer paketleme uygun şekilde yapılmazsa ürünlerin hasar görmesi kaçınılmaz hale gelmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: Hatalı paketleme nedeniyle hasar görmüş ürünler ve hasar görmüş ahşap ambalajlar (Angı, 2012)

Ahşap paketlemelerde, ısıl işlemle ilgili karşılaşılan sorunları ise iki başlık altında incelemek mümkün olmaktadır. Bunlar “Kalite” ile ilgili sorunlar ve “Karantina” ile ilgili sorunlardır. Isıl işlemin kendisi ahşap içerisinde o anda bulunan zararlıları ve larvalarını sıcaklık etkisiyle yok eder, karantina tedbirleri ise işleminden geçen ahşabın yeniden zararlılarca istila edilmesini önleyerek koruma altına alır.

İşletme ısıl işlem ünitesi Şekil 5 ve ısıl işlem sırasında fırın içindeki paletlerin görünümü Şekil 6 ile verilmiştir.

Kaliteyle ilgili sorunlara örnek olarak, ısıl işleminden geçmiş olan ahşapta oluşan küf veya maya mantarını sayabiliriz. Bu durum, ısıl işlemin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü ısıl işlem sırasında verilen sıcaklıkla ahşabın eğilme, burulma, çatlama, vb. kusurlara uğramaması için su buharı verilmektedir. Bu su buharı da artan sıcaklıkla birleşince küf oluşumunu destekleyen bir ortam oluşturmaktadır.

İşlem sonrasında kasalarda oluşan küf mantarı Şekil 7 ve zararlıların ağaçlar ile odun üzerinde yaptığı tahribat Şekil 8 verilmiştir.



Şekil 5

Şekil 5. İşletme ısı işlem ünitesi



Şekil 6

Şekil 6. Isıl işlem sırasında fırın içindeki paletler



Şekil 7

Şekil 7. İşlem sonrasında kasalarda mantar oluşumu



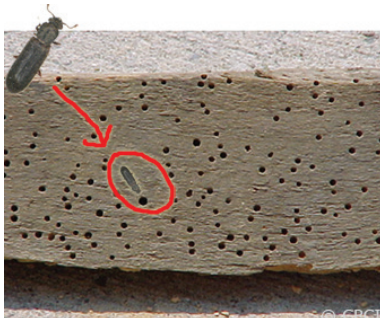
Şekil 8

Şekil 8. Zararlıların ağaçlar ve odun üzerinde yaptığı tahribat (Gu ve ark., 2006)

Ahşapta küf mantarlarının oluşumu, kısa vadede ahşabın dayanım özelliklerini (Şekil 8) etkilemezken, görünüm açısından çeşitli sakıncalar oluşturmaktadır.

Özellikle doğal taş kasalamalarında olduğu gibi dış yüzeyin plastik ambalaj malzemesi ile sarılması uygulaması (Şekil 11), küf mantarlarının üremesini destekleyen nemli ortamı devam ettirdiği için, gözlem yaptığımız yerlerdeki kasalamalarda küf oluşumu sıkça karşımıza çıkmıştır.

Bu durum birçok ülkeyle ihracat uygulamalarında sorun çıkarmasa da, ABD ve Avustralya gibi uygulama konusunda hassas davranan ülkelerden geri dönüş olması ihtimalini artırmaktadır.



Şekil 9. Bazı ahşap zararlıları ve oluşturdukları hasar

Paketleme materyallerinde, standart tarafından kabul edilmeyen durumların varlığı gümrük kontrol memurları tarafından tespit edilirse, taşıyıcı konteynır hiç açılmadan geldiği ülkeye geri gönderilebilir. Bazı ahşap zararlıları ile oluşturdukları hasar Şekil 9 ve ISPM 15 standardına uygun olmayan durumlar Şekil 10 ile verilmiştir.



Şekil 10. ISPM 15 standardına uygun olmayan durumlar (Zahid ve ark., 2008)

Karantinayla ilgili oluşabilecek sorunlara ise, ısı işlem damgasıyla ilgili sorunları (Şekil 12) ya da bitki zararlılarının varlığıyla ilgili sorunları örnek verebiliriz.

Eğer ısı işlem damgası kasa üzerine rahatça görülebilecek noktalara ve tercihen üç yan yüzeye yapılmazsa veya içeriğindeki ibareler okunaksız şekilde basılmışsa, bunlar ürünün ihraç edildiği ülkeden geri dönüşüne neden olabilmektedir.



Şekil 11



Şekil 12

Şekil 11. Denizaşırı yolculuk için plastik ambalaj malzemesi sarılmış kasalar

Şekil 12. ISPM standardına uygun olmayan, okunaksız damgalama

5. Laboratuvar Koşullarında ISPM 15 Standardında Isıl İşlem Fırını Uygulaması

Ahşap numunelere ait ısı işlemler aşağıda teknik özellikleri verilen ISPM 15 standardına uygun olarak hazırlanan ısı işlem fırını ile laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir (Şekil 13, Çizelge 2).

Nem kontrollü standart ısı işlem şartlarında çalışan fırında ısı işleme tabi tutulacak ahşap örnekler, nem ve sıcaklık soketlerinin örneklere ve fırına bağlantısının gerçekleştirilmesi için hazırlanmıştır (Şekil 14).

İşlem verileri ticari kurutma fırınlarındaki bilgisayarlı düzenekle kaydedilmiştir(Şekil 15).



Şekil 13



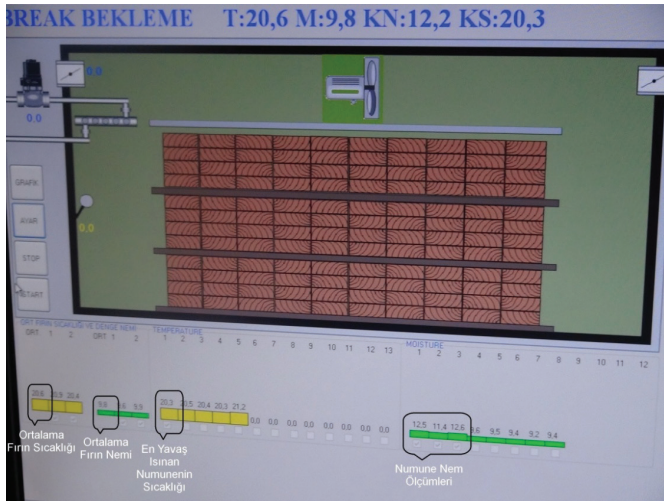
Şekil 14

Şekil 13. Isıl işlem fırını

Şekil 14. Deney numunelerinin ısıl işlem için hazırlanışı

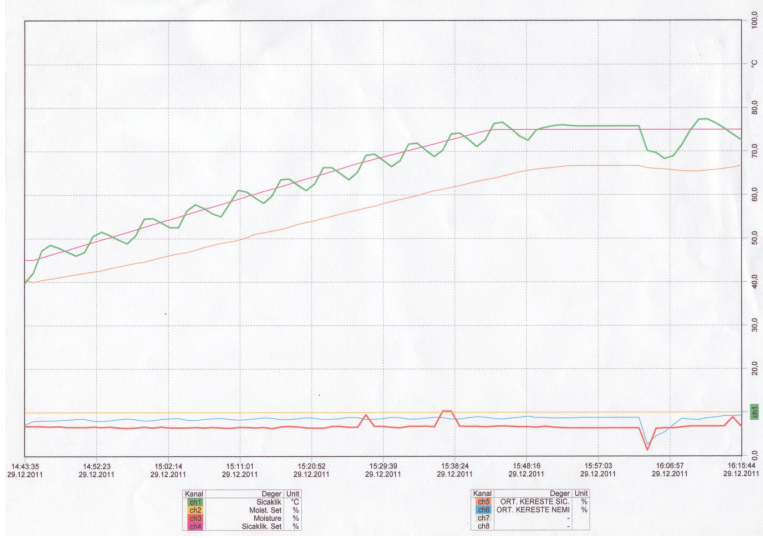
	Fırın odası iç ölçüleri (mm)	Palet için kullanılabilir ölçü (mm)
Genişlik (mm)	1300	1200
Derinlik (mm)	1200	1300
Yükseklik (mm)	865	412
Elektrik Gücü	3x 380V- 50 Hz	
Kullanılan elektrik Gücü	7 KW/ saat	
Havalandırma	1 Adet 35 cm çapında aksiyal fan 1 Adet motor 0.37 KW 1400 d/d	
Isıtma	Elektrik / Rezistans	
Toplam Isıtma Gücü	5.200 kcal/h	
Ortalama İşlem sıcaklığı	70°C	
Uygulanabilecek En Yüksek Sıcaklık	80°C	
Nemlendirme	Soğuk Su	
Asgari Nemlendirme Suyu Basıncı	4 bar	

Çizelge 2. Fırın teknik özellikleri



Şekil 15 Uygulama sırasında bilgisayar ekranındaki görüntü

İşlemin uygulanışına ait ısıtma işlem grafiği ise Şekil 16’da örnek olarak verilmiştir.



Şekil 16. Isıtma işlem grafiği

6. Laboratuvar Koşullarında Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi

Laboratuvar testleri için uygun numuneler alınmış, hazırlanan deney düzeneğinde yaş ağırlık ve hacim değerleri hesaplanmıştır. Alınan numuneler ISPM 15 standardında ısıtma işleminden geçirildikten sonra fiziksel özelliklerinde ve mukavemet değerlerinde oluşabilecek değişimler incelenmiştir. Ahşap numuneler üzerinde öncelikle Doğal Birim Hacim Ağırlığı, Doğal Nem İçeriği, Numune Boyutları, Tek Eksenli Basınç Direnci, Eğilme Direnci, gibi deneyler gerçekleştirilmiştir. Mekanik mukavemet deneyleri ısıtma işlem öncesi ve sonrasında ayrı olarak numunelere uygulanmıştır.

6.1 Birim Hacim Ağırlığı Testleri

Doğal özellikleri korunan örneklerin birim hacim ağırlıkları aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$d = M / V \quad \text{kg} / \text{m}^3 \quad \text{Burada;}$$

$$d = \text{Birim hacim ağırlığı} \quad \text{kg} / \text{m}^3$$

$$M = \text{Kütle} \quad \text{kg}$$

$$V = \text{Hacim} \quad \text{m}^3$$

Örnek Adı	En (mm)	Boy (mm)	Yükseklik (mm)	Hacim (mm ³)	Ağırlık (g)	Yoğunluk (kg/ m ³)
Ortalama	28,55	28,80	431,34	354665,00	205,71	580

Çizelge 3. Test örneklerine ait birim hacim ağırlığı değerleri

6.2 Doğal Nem İçeriği Testi

Ahşap numunelere ait doğal nem içerikleri Testo 606-2 test cihazı ile belirlenmiştir .

Örnek Adı	En (mm)	Boy (mm)	Yükseklik (mm)	Hacim (mm ³)	Ağırlık (g)	Nem Miktarı (%)
Ortalama	28,55	28,80	431,34	354665,00	205,71	18,66

Çizelge 4. Test örneklerine ait doğal nem içeriği değerleri

6.3 Tek Eksenli Basınç Direnci Testi

Çam türü ahşap küp numuneler üzerinde Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Doğal Taş Uygulama ve Araştırma Laboratuvarında bulunan 300 tonluk preste standartlara uygun olarak tek eksenli basınç direnci testleri bazı örneklere ısıtılma öncesi ve sonrasında gerçekleştirilmiştir.

Örnek Adı	En (mm)	Boy (mm)	Yükseklik (mm)	Alan (mm ²)	Kırılma Yüğü (N)	Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)
Ortalama	50,49	50,38	49,92	2543,69	34187,85	13,44

Çizelge 5. Test örnekleri üzerinde yapılan tek eksenli basınç testi deney sonuçları

6.4 Eğilme Direnci Testi

İncelenen ahşap örneklere ait eğilme dirençlerinin belirlenmesine yönelik olarak Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Doğal Taş Uygulama ve Araştırma Laboratuvarında bulunan 300 ton kapasiteli eğilme testi aparatlı preste standartlara uygun olarak testler ısıtılma öncesi ve sonrasında gerçekleştirilmiştir.

Test cihazına örneklere ait boyutsal bilgiler ve yükleme hızı verileri girildikten sonra testler ısıtılma uygulanmış ve uygulanmamış örneklerle gerçekleştirilmiştir. Aşağıda çizelge halinde test sonuçları verilmektedir. Bu çizelgede teste uygun örnekler üzerinde elde edilen sonuçlarda çam örneklerinin eğilme dirençlerinin oldukça iyi düzeyde olduğu görülmektedir.

Deney sonuçlarına bakıldığında, eğilme dayanımı bakımından ısıtılma öncesi ve sonrası ortalama eğilme dirençlerinde çok fazla bir değişim olmazken malzemenin ısıtılma sonrası daha gevrek davranış gösterdiği gözlenmiştir. Isıtılma uygulanmayan örneklere ait ortalama eğilme test sonuçları Çizelge 6, ısıtılma uygulanan örneklere ait ortalama eğilme test sonuçları ise Çizelge 7 ile verilmiştir.

TS 12372							
	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)	F (N)	Eğilme Dayanımı (kgf/cm ²)	Eğilme Dayanımı (Mpa)	Standart Sapma
Ortalama	27,8	27,8	427,6	1826,62	24,09	2,36	13,53

Çizelge 6. Isıtılma uygulanmayan örneklere ait ortalama eğilme test sonuçları

TS 12372							
	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)	F (N)	Eğilme Dayanımı (kgf/cm ²)	Eğilme Dayanımı (Mpa)	Standart Sapma
Ortalama	28,4	28,6	433,6	2226,87	27,95	2,74	16,14

Çizelge 7. Isıtılma uygulanan örneklere ait ortalama eğilme test sonuçları

7. Sonuçlar

400 – 750 kg/m³ yoğunluk ve üstündeki ağaç cinslerinin ahşap paketlemelerin yük taşıyan

önemli elemanları için kullanılması, diğer kısımlarında ise paketlemenin ağırlığının boş yere artmasını önlemek için daha düşük yoğunluklu ahşap cinslerinin kullanılması uygun olmaktadır (International Trade Centre, 2011). Ayrıca laboratuvar bazlı çalışmalarda ahşap paketleme malzemelerinin mekanik özelliklerinde pozitif yönde değişim olduğu gözlemlenmiştir.

Ahşap paketlemelerde, nem miktarı % 5 - 25 değeri aralığına indirilmiş ahşabın kullanılması uygun olmakta ve ideal nem miktarı % 12 - 18 değeri aralığı olarak kabul görmektedir (International Trade Centre, 2011).

Isıl işlem uygulanan ahşap malzemelerde ahşap zararlılarının genelde ISPM 15 standardında öngörülen 56 °C'de 30 dakika uygulaması ile önlenemediği ancak özellikle ahşabın bir bitki zararlısı olan *agrilus planipennis* Fairmare'den tamamen arındırılması için 71,1 °C merkez sıcaklığında 75 dakika tutulması gerektiği literatür araştırması ile belirlenmiştir (Goebel ve ark. 2010).

Ahşap paketleme materyali olarak kullanılan ağaç elemanları üzerindeki budak, dönük lifler veya ayrıklıklar paketlemenin mukavemetini düşüren kusurlardır (International Trade Centre, 2011).

ISPM 15 standardı dünya ekolojik sistem dengesini korumak için alınmış önlemlerden birisidir. Standart şartlarının doğru ve yerinde uygulanması ile eko sisteme ait olmayan canlıların farklı bir çevreye adapte olması ve burada sistemin parçaları olan canlılara zarar vermesi engellenmiş olacaktır. Bu da ülkeler bazında bakıldığında büyük ekonomik ve çevresel zararlardan korunma anlamına gelmektedir.

Kaynaklar

- Angı, S., 2012. Kişisel görüşme, İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.
- Goebel, P. C., Bumgardner, M. S., Herms, D. A., Sabula, A., 2010. Failure to phytosanitize ash firewood infested with emerald ash borer in a small dry kiln using ISPM-15 standards, *Journal of Economic Entomology*, 103 (3), 597-602.
- Gu, J., Braasch, H., Burgermeister, W., Zhang, J., 2006. Records of *Bursaphelenchus* Spp. intercepted in imported packaging wood at Ningbo, China, *Forest Pathology*. 36 (5), 323-333.
- International Trade Centre, (n.d.). Technical notes on the use of wooden packaging, UNCTAD/WTO Export Packaging Note No. 15, (20 Kasım 2011), <http://www.intracen.org/>
- Zahid, M. I., Grgurinov, C. A., Walsh, D. J., 2008. Quarantine risks associated with solid wood packaging materials receiving ISPM 15 treatments, *Australian Forestry*, 71 (4), 287-293.

İş Sağlığı ve Güvenliğinde Kaza Zinciri Teorisinin Önemi ile Açık İşletmelerdeki Tehlikeli Hareket ve Tehlikeli Durumlar

Dangerous Movement and Situations in Open Pit Mining With Significance of the Theory of Accident Chain in Occupational Health and Safety

Ayhan İvrin Yılmaz^{1*}

¹Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu, Manisa

* Sorumlu Yazar: ivrinyilmaz@hotmail.com

Özet

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) kavramı, çalışma hayatında ortaya çıkacak tehlikelerin, tedbirlerinin alınmasından önce, risklerin öngörülerek değerlendirilmesi ve bu risklerin ortadan kaldırılması ya da olabilecek zararların en aza indirilebilmesi için yapılacak çalışmaları içerir. İş kazası tanımına giren her durum İş Sağlığı ve Güvenliğini ilgilendirir.

Bu çalışmada iş kazasının tanımı, Kaza Teorileri ve Kaza zinciri (domino) teorisi irdelenerek, kazaların öngörülmesi açısından İSG prensipleri, tehlikeli hareketler ve tehlikeli durumların kaza oluşumundaki önemi vurgulanmıştır. Buna bağlı olarak, Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi Açık İşletmelerinde 1998–2011 yılları arasında gerçekleşen 584 kaza ve ramak kaza durumlarında incelemeler yapılmış ve kazaya neden olan tehlikeli hareketler ve tehlikeli durumlar belirlenmiş, önerilerde bulunulmuştur. Hizmet içi kursları veya işbaşı eğitim vb. çalışmalar ile belirlenen bu tehlikeli hareketler, çalışana detaylı bilgi verilmesiyle önceden tanınması sağlanarak aynı veya benzer hatalarla olacak kazaların önlenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kaza zinciri, risk, tehlikeli hareketler, tehlikeli durumlar, iş kazaları

Abstract

The concept of Occupational Health and Safety includes work to be done that foreseeing risks evaluation and the elimination of these risks or to minimize the losses, before taking measures for emerging threats in working life. With each case included in the definition of an accident at work concerns Occupational Health and Safety

In this study, the importance at the formation of an accident of dangerous movements and dangerous situations emphasized and examined Occupational Health and Safety principles with regard to prediction of accidents and theories of the accident, the chain of accident theory, the definition of occupational accident. Accordingly, 584 accidents and in cases of near misses were carried out that these occurred between the years of 1998-2011 in Aegean Lignite Institution Public Enterprises and dangerous situations dangerous movements and determined that these cause an accident and were made suggestions. Identified these dangerous movements can previously recognized by in-service courses and job training with detailed information to employee. Thereby the same or similar errors of accidents will be not intended.

Keywords: Accident chain, risk, dangerous movements, dangerous situations, accidents at work

1. Giriş

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'nün 2003 yılı verileri kullanılarak, 2005–2006 yılları için yaptığı tahminlere göre; dünyada her yıl yaklaşık 337 milyon iş kazası meydana gelmektedir. Bu iş kazaları sonucu 2 milyon 310 bin kişi hayatını kaybetmekte ve 160 milyon kişi ya yaralanmakta ya da meslek hastalığına maruz kalmaktadır. Bu kazaların doğurduğu maddi kayıp 1,2 trilyon \$ olarak tahmin edilmektedir. 2009 yılı Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistiklerine göre ülkemizde 64316 iş kazası ve bu kazalarda 1171 ölüm bunun sonucu olarak 1 milyon 533 bin 749 iş günü kaybı gerçekleşmiştir (http://ijerad.kku.edu.tr/sayi_6/5.pdf).

2005 yılı SSK verilerine göre iş kazalarının meslek gruplarına göre dağılımında 1. sırada metal eşya imalatı sektörü, 2. sırada inşaat sektörü ve 3. sırada madencilik bulunmaktadır (http://www.emo.org.tr/ekler/40d81efdade5f24_ek.pdf?tipi=2&turu=X...14).

İstatistiki bilgiler ve yapılan araştırmalar göstermiştir ki;

- İş kazalarının % 95'inden fazlası kişilerin hatalı davranışından kaynaklanmaktadır.
- Kazaların meydana gelme sıklığı, kişilerin hatalı hareketlerine bağlıdır.
- Tüm iş kazaları, zincir halkaları gibi birbirine bağlı hataların emniyetsiz hareket ve durumların oluşmasıyla meydana gelmektedir. Bu zincirin bozulmasıyla bilinen sonuç değişecek ve kazalar önlenecektir (<http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11248.pdf>).

2. İş Kazası Tanımı

İş kazasının birçok tanımı bulunmaktadır; Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) iş kazasını “önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makine ve teçhizatın zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay” olarak tanımlamaktadır. ILO ise iş kazasını “belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olay” şeklinde tanımlamıştır.

İş kazası, çalışanların işyerinde çalışırken, işe giderken veya eğitim esnasında çalışana zarar veren, ekipman veya iş makinesinde hasara sebep veren, üretimi etkileyerek üretim kaybı oluşturan, istenmeyen olaylar olarak tanımlanabilir.

3. İş Kazalarının Sınıflandırılması

İş kazaları; uğranılan zarara göre veya zarara uğrama miktarına göre sınıflara ayrılabilir.

3.1. Ucuz Atlatılan Kazalar (Ramak Kala Durumu)

Herhangi bir yaralanma veya malzeme kaybına veya hasarına "kıl payı farkla" yol açmayan kazalardır. Ancak gerçek bir kaza olarak kabul edilmeli ve buna yol açan çalışma koşulları araştırılmalıdır.

3.2. Maddi Kayıplara Yol Açan İş Kazaları

3.2.1. Büyük maddi kayıplı kazalar

Herhangi bir yaralanmanın yer almadığı, ancak şirket tesisinde, araçlarında, malında veya cihazlarında (herhangi bir sigorta ödemesi öncesinde) 10.000 USD veya daha fazla hasara neden olan kazalardır.

3.2.2. Küçük maddi kayıplı kazalar

10.000 USD altında hasarın veya ürün kaybının meydana geldiği kazalardır. Sadece maddi kayıplara yol açan kazalar iş emniyeti performansını sıfırlamazlar ancak olumsuz etkilerler.

3.3. Yaralanma ile Sonuçlanan İş Kazaları

Bir işyerinde tanımlanmış olan bir görevin yerine getirilmesi sırasında tek bir olaydan -veya kısa bir süre içinde birden fazla olaydan- kaynaklanan yaralanma veya rahatsızlanma (veya hastalanma) durumudur.

Ekipman veya yönetim araçlarındaki kusurlar nedeniyle meydana gelen kazalar mesai dışında da olsa iş kazası olarak nitelendirilmelidir. Ancak, iş yerinde doğal nedenler sonucunda meydana gelen ölüm veya hastalıklar / rahatsızlıklar, yaralanmalar iş kazası olarak kabul edilmezler. Basit yaralanma ile sonuçlanan kazalar, basit müdahaleler gerektiren ve gün kaybı ile sonuçlanmayan kazalardır. İş emniyeti performansını sıfırlamaz, ancak dolaylı yoldan olumsuz etkiler. Örnek: Basit sıyrıklar, parmak sıkışmaları, ciddi olmayan bölgesel yanıklar, önemsiz ve derin olmayan kesikler, vb.

Geçici iş göremezlik / sakatlık hali, kazaya uğrayan şahsın, en azından kazanın meydana geldiği günü takip eden takvim günü boyunca çalışmasının kısıtlanmasına yol açan kazalardır. Çalışma günü kaybı ile sonuçlandığından iş emniyeti performansını sıfırlar.

Kalıcı kısmi sakatlık meydana gelen bir kaza sonucunda vücudun herhangi bir parçasının veya bir organının kalıcı olarak fonksiyonunu kaybetmesi, sakatlığı veya onarılamayacak şekilde kopması gibi kazalar sonucunda iş emniyeti performansı sıfırlanır.

Tam sakatlıkla sonuçlanan kazalar, kişinin çalışmasını tamamen engelleyen ve vücudun fiziki fonksiyonlarını kalıcı olarak ortadan kaldıran son derece ciddi kazalardır. İş emniyeti performansını sıfırlar.

3.4. Ölümcül İş Kazaları

Ölümlü sonuçlanan iş kazalarıdır. Birden fazla kişinin ölümü söz konusu olabilir. Yaralanma ile ölüm arasında geçen süre dikkate alınmaz. Bu tip kazalarda maddi hasar da meydana gelebilir. Ölümcül iş kazaları, iş emniyeti performansının sıfırlanmasına neden olur (<http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11248.pdf>).

4. İş Kazalarının Maliyet Açısından Değerlendirilmesi

İş kazaları ve meslek hastalıklarının sonucu görünür ve görünmez maliyetleri vardır.

4.1. Direkt (Görünür) Maliyetler;

- İlk müdahale, ambulans ve tedavi masrafları,
- Geçici veya sürekli iş göremezlik ve ölüm ödemeleri,
- İşçiye veya yakınlarına ödenen maddi ve manevi tazminatlar,
- Sigortaya ödenen tazminatlar.

4.2. Endirekt (Görünmez) Maliyetler;

- İşletmenin, makinelerin, üretim alanı ya da fabrikanın bir bölümünün ya da tamamının kaybedilmesi,
- İşçinin üretimde çalışmaması nedeniyle iş gücü ve maliyet kaybı,
- Adli masraflar (Mahkeme masrafları),
- İşe yeni bir işçinin alınması gerekiyorsa veriminin düşük olmasının getirdiği maliyet,
- Kazanın getirdiği fazla mesainin maliyeti,
- Kaza esnasında, bu bölümde işin durması nedeniyle zaman ve maliyet kaybı,
- Üretim yeri, makine veya tezgâhın kısmen ya da tamamen zarar görmesi nedeniyle tamir

- veya yeni makine alımının getirdiği maliyet,
- Ürünün ya da hammaddelerin zarara uğraması,
- Çalışanların moral bozukluğu nedeniyle dolaylı veya dolaysız iş yavaşlatmaları,
- Yeni işçi alımı gerekiyorsa, işçiye verilen eğitim ve işçinin işi öğrenmesi esnasında geçen sürenin getirdiği maliyet,
- Bürokratik işlemlerle ilgili harcanan zaman ve maddi kayıp,
- Siparişin zamanında teslim edilememesi nedeniyle uğranılacak kayıplar (http://www.tisk.org.tr/download/yayinlar/is_sagligi_veguvenligi_metodolojileri.pdf)

5. Kaza Oluşum Teorileri

5.1. Tek Faktör Teorisi: Kazanın tek bir neden sonucu ortaya çıktığını ileri sürer. Bu tek neden tanınabilir ve ortadan kaldırılırsa kaza tekrar etmeyecektir. Bu teori iş güvenliği uzmanlarınca genellikle kabul edilmemektedir.

5.2. Enerji Teorisi: Kazalar daha çok enerji transferi esnasında meydana gelir. Enerji boşalması ne kadar büyükse hasar potansiyeli de o kadar büyüktür. Bu teori tehlikelerin tanınmasını kısıtlamıştır.

5.3. İnsan Faktörü Kuramı: Kaza insan hatasından kaynaklanan olaylar zincirine bağlıdır. İnsan hatalarından kaynaklanan faktörler ise çalışanın eğitimsizliği, işe uygun olmayışı, iş ile ilgili bilgi eksikliği, tecrübesizliği, yorgunluğu, heyecanlı veya üzüntülü oluşu, dalgınlığı, dikkatsizliği, ilgisizliği, düzensizliği, meleke noksanlığı, hastalıkları vb. nedenler ya da kurallara uymamış olması olarak sıralanabilir.

5.4. Kaza / Olay Kuramı: İnsan faktörü teorisinin genişletilmişidir. Ek olarak ergonomik yetersizlikler, hata yapma kararı ve sistem hataları ilave edilmiştir.

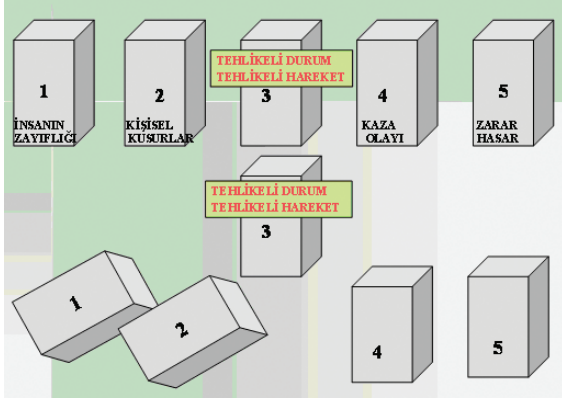
5.5. Sistem Kuramı: Kaza oluşabilecek durumu üç parçadan oluşan bir sistem olarak görür: İnsan, makine, çevre.

5.6. Kombinasyon Kuramı: Bir tek teorisinin tüm hadiseleri açıklayamayacağını savunur. Kazaların gerçek sebebi iki veya daha fazla modelin kombinasyonu ile bulunur.

5.7. Epidemiyoloji Kuramı: Çevre faktörleri ile hastalık arasındaki ilişkinin çevre faktörleri ile kaza arasındaki ilişkiye de uyarlanabileceğini savunur.

5.8. Çok Etken Teorisi: Birçok etken birlikte değerlendirilerek kazalar analiz edilir. Bu teori ve analiz yöntemleri sağlık ve güvenlik uzmanları tarafından kabul edilmektedir. Kazalar çok etkenlidir, standart altı uygulamalar, standart altı şartların oluşması hatalar zincirinin meydana getirir.

5.9. Kaza Zinciri (Domino) Teorisi: Kazalar incelendiğinde beş temel nedenin arka arkaya dizilmesi sonucu meydana geldiği anlaşılır. Olaylar bu beş domino taşının arka arkaya sıralanarak bir birini düşürmesine benzetilerek açıklanır (Şekil 1). Şartlardan biri gerçekleşmedikçe bir sonraki adım meydana gelmez ve zincir tamamlanmadıkça kaza ve yaralanma olmaz. İnsan doğasında bulunan olumsuz unsurlar, tehlikeli durum ve hareketlerle birleştiğinde zarara sebep olan kaza meydana gelir. Kazalar, olumsuzluk ve eksiklikleri bünyesinde bulunmasına rağmen, eğitim ve dikkat ile insanlar tarafından önlenir (http://www.tisk.org.tr/download/yayinlar/is_sagligi_veguvenligi_metodolojileri.pdf).



Şekil 1. Kaza zinciri (Domino) teorisi adımları.

5.9.1. İnsanın Tabiat Şartları Karşısında Zayıflığı

İnsanın tabiat şartları karşısında yaratılıştan gelen zayıflığı kazaların ilk temel sebebidir.

5.9.2. Kişisel Kusurlar

Dikkatsizlik, pervasızlık, asabiyet, dalgınlık, önemsemezlik ve ihmâl gibi kişisel kusurlar kazaların ikinci temel sebebidir. Bu kusurlar zayıflığın kişisel boyutu olup şahsın yanlış ya da gereksiz hareket yapmasına neden olur.

İnsanların bu kusurları eğitim ve disiplinle kısmen önlenirse de iş güvenliği bilimi, kişisel kusurların psikososyal ve çevresel etkiler nedeni ile ne zaman ortaya çıkacağı bilinmeyeceği için bu konu ile uğraşmaz ve insanı kusurlu bir varlık olarak kabul eder.

5.9.3. Tehlikeli Hareket – Tehlikeli Durum

İnsanın şahsi kusurlarının bir kazaya sebep olması için tehlikeli şekilde hareket etmesi gerekir. Ancak yalnız başına tehlikeli harekette bir kazaya sebep olmaz. Kazanın meydana gelmesi için birde tehlikeli durumun bulunması şarttır. Kaza ancak bu iki hususun aynı anda üst üste gelmesi hallerinde oluşur.

5.9.4. Kaza Olayı

Yukarıda belirtilen üç unsurun arka arkaya gelmesi de önceden planlanmayan ve bilinmeyen, zarar vermesi muhtemel bir olayın meydana gelmesi için yeterli değildir. Kazanın bütün unsurları ile gerçekleşmesi, yaralanma ya da zararın meydana gelmesi için kaza olayına ihtiyaç vardır. Bu da kaza zincirinin dördüncü halkasını teşkil eder.

5.9.5. Yaralanma (Zarar veya Hasar)

Bir kazanın, kaza tanımındaki durumuna gelmesi için yaralanma (zarar veya hasar) safhasının da bulunması gereklidir. Bu husus kaza zincirinin son halkasıdır.

6. İş Güvenliğinin Temel Prensipleri

Bir işletmede yürütülecek iş güvenliği çalışmalarında göz önünde tutulması ve dikkate alınması gereken kurallara iş güvenliği temel prensipleri denir. Bu prensipler bilimsel bir çalışma çerçevesinde yürütüldüğü takdirde istenilen sonuçlar elde edilebilir. Bu prensipler aşağıdaki bölümlerde anlatılmıştır.

6.1. Tehlikeli Hareket ve Tehlikeli Durumların Önlenmesi

İş güvenliği ilmi, kazaların önlenmesi çalışmasında kaza zincirinin 3. halkası olan “Tehlikeli Hareket ve Tehlikeli Durumu” asli faaliyet alanı olarak benimser. Bu durum, kaza zincirinin en zayıf halkasıdır. Çünkü 1. ve 2. halkalar insan ve insanın doğası ile ilgili hususlardır ve iş

güvenliği bilimince insan ile uğraşmanın etkili sonuçları olmayacağı kabul edilir. Bu nedenle iş güvenliği sorumlularının ilk yapacağı iş “Tehlikeli Hareket ve Tehlikeli Durumu” tespit ederek bunları ortadan kaldırılmasını sağlamak olmalıdır.

6.2. İş Kazalarının %88'i Tehlikeli Hareketlerden, % 10'u Tehlikeli Durumlardan, %2si Kaçınılmaz (Sebebi Bilinmeyen) Hareketlerden Kaynaklanmaktadır

Bu prensip, iş güvenliği sorumlularının özellikle “Tehlikeli Hareketler” üzerinde yoğunlaşmalarının gereğini açıkça göstermektedir.

İş güvenliği ilmince belirlenen tehlikeli hareketler, güvensiz davranışlar:

- ◆ İş ekipmanını, kullanılması konusunda eğitim almadan kullanmak
- ◆ Araç ve ekipmanları imalatçı talimatları doğrultusunda kullanmamak, tehlikeli şekilde kullanmak, emniyetsiz taşıma, yükleme, istifleme yapmak
- ◆ Acele etmek, tehlikeli yerlerden gitmek, gereksiz hızlı çalışmak
- ◆ İkaz ve uyarılara uymamak
- ◆ Hatalı pozisyonlar, emniyetsiz vaziyet alma
- ◆ İşyeri ve iş disiplinine uymamak
- ◆ İşin gerektirdiği Kişisel Koruyucu Donanımlar'ı (KKD) kullanmamak
- ◆ Etrafta dikkatsiz dolaşmak
- ◆ Başkalarını meşgul etmek
- ◆ İşleri yasal mevzuatlar ve talimatlar doğrultusunda yapmamak
- ◆ İş yerindeki tehlikeler hakkında bilgi sahibi olmamak
- ◆ Gerekli emniyet tedbirlerini almadan çalışmak
- ◆ Koruyucu emniyet donanımlarını kullanılmaz duruma sokmak
- ◆ Şaşırma, kızgınlık, üzgünlük, telaş, şakalaşma vb.
- ◆ Tehlikeli yerlerde çalışmak, (askıdaki yükün altı, heyelan dibi vb)

İş güvenliği bilim dalı tarafından belirlenen tehlikeli durumlar, güvensiz ortamlar:

- ◆ Arızalı ve bakımsız ekipmanlar ve binalar
- ◆ Çalışma ortamının darlığı ve sıkışıklığı
- ◆ Yetersiz uyarı ve ikazlar
- ◆ İşe uygun eğitilmiş eleman çalıştırmama
- ◆ Koruyucusuz ekipmanlar, uygun olmayan koruyucular
- ◆ Yetersiz havalandırma
- ◆ Yetersiz ya da fazla aydınlatma
- ◆ Tehlikeli ortam (tozlu, gazlı, gürültülü vb.)
- ◆ Düzensiz ortam
- ◆ Kaygan veya düzgün olmayan zemin
- ◆ Gerekli yerlerde ve merdivenlerde yetersiz korkuluklar
- ◆ Kusurlu alet, makine ve teçhizat kullanımı
- ◆ Emniyetsiz yöntem ve şartlar
- ◆ Taşeron faaliyetleri

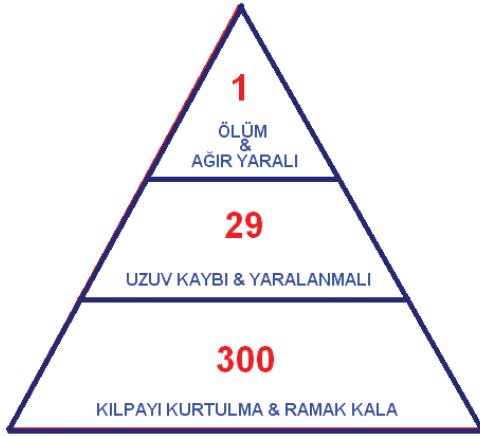
6.3. Kaza Sonucu Meydana Gelebilecek Zararın Büyüklüğü Kestirilemez, Bu Tamamen Tesadüflere Bağlıdır:

Burada; yapılan çalışmalar ile kazayı hafif atlatmak değil, kazayı meydana getiren sebeplerin ortadan kaldırılmasına işaret edilmektedir. Yapılan istatistikler kazaların % 50, sinin kolayca önlenebileceğini, % 48, inin ancak etüt ve metotlu bir çalışma ile önlenebileceğini, % 2, sinin de önlenmesinin mümkün olmayacağını göstermiştir.

6.4. Ağır yaralanma ya da ölümlle neticelenen her kazanın temelinde 29 Uzun Kayıplı ve 300 Yaralanma meydana gelmeyen olay vardır (1-29-300 oranı)

Bu prensipten, özellikle “kazaya ramak kaldı” olaylarının nedenlerinin çok iyi incelenerek sebeplerinin ortadan kaldırılması gerektiği anlaşılmaktadır.

1-29-300 kuralının önemli bir özelliği de bir işletmede olabilecek kazalar hakkında önceden tahmin yapma olanağını sağlamasıdır. İş kazaları istatistikleri yapılan işyerlerinde önceki yıllara göre elde edilen kaza sıklığı ve kaza ağırlığı oran değerleri bir sonraki yıl için yaklaşık tahmin olanağı verir. Ağır yaralanma veya ölümlle sonuçlanan iş kazalarının temelinde güvensiz davranışlar ve ramak kala durumları vardır. Başka bir deyişle 300 güvensiz davranış ve ramak kala olayı hiç hasarsız sonuçlansa da; zaman içinde 29 uzun kayıplı ve yaralanma ile 1 ölümlü veya ağır uzun kayıplı yol açacak kazalar için, kazanın geliyorum dediği durumlardır (Şekil 2).



Şekil 2. (1-29-300) oranı kaza piramidi.

6.5. Tehlikeli Hareketlerin Nedenleri

İşçinin bünyeden ve yaradılışından gelen şahsi kusurları (dikkatsizlik, laubalilik, umursamazlık) bilgi ve ustalık yetersizliği, fiziki yetersizlik, uygunsuz mekanik şartlar ve fiziki çevre tehlikeli hareketlerin nedenleridir.

6.6. Kazalardan Korunma Metotları

Kazalardan korunma amaçlı yapılan çalışmalar dört grupta toplanabilir:

6.6.1. Mühendislik ve Revizyon

- ▶ Tehlikeli Durumların Bilinmesi, Tehlikelerin Tanımlanması,
- ▶ Tehlikeli Durumların Analizi, Risklerin Değerlendirilmesi
- ▶ Tedbirlerin Alınması, Kontrol Tedbirlerinin Belirlenmesi
- ▶ Tedbirlerin Uygulanması
- ▶ Gerekli Kontrollerin Sağlanması

6.6.2. İkna ve Teşvik

- ▶ Eğitim ve Öğretim Çalışmaları,
- ▶ Çeşitli Yarışmaların Düzenlenmesi,
- ▶ İkaz Levhaları ve Afişler,
- ▶ Propaganda,
- ▶ Ödüllendirme/ Özendirme

6.6.3. Ergonomiden Yararlanma

Yapılacak işe uygun işçi temini ve çalışanları biyolojik özellikleri ile kabiliyetlerine göre, makine-tesis ve aletleri ergonomi biliminin gerekleri yerine getirilerek geliştirmelidir.

6.6.4. Disiplin Kuralları

İş güvenliğini sağlamada en son başvurulacak çözüm yolu disiplin tedbirlerine başvurulmasıdır.

6.7. Kazalardan Korunma Yöntemleri ile Üretim, Maliyet, Kalite Kontrolü Metotları Benzerlik ve Paralellik Arz Eder

İş güvenliğini sağlama metotları ile kalite ve verimlilik çalışmalarında kullanılan yöntemler arasında tam bir paralellik vardır (TS, İSO, EN 9001 1400 1800, OHSAS).

6.8. İş Güvenliği ile İlgili Çalışmalara, Konulacak Kurallara ve Alınacak Tedbirlere Üst Düzey Yöneticiler Katılmalı ve Sorumluluğa Ortak Olmalıdır

İş Güvenliği çalışmaları, sadece işyerinde bu amaçla görevlendirilen personelin gayret ve çabaları ile sınırlı olmamalıdır. Özellikle üst düzey yöneticilerin İSG çalışmalarına ilgi duymaları ve destek olmaları, diğer çalışanların İSG çalışmalarına pozitif katkısını artıracak gibi, üst düzey yöneticilerin kendi koydukları kurallara örnek teşkil edecek şekilde uymaları da teşvik edici bir neden olacaktır.

6.9. Tekniker, Teknisyen, Nezaretçi, Çavuş, Ustabaşı ve Benzeri İlk Kademe Yöneticiler Kazalardan Korunmada En Önde Gelen Personeldir

Bu prensipte; işyerinde işçiye en yakın ilk kontrol elemanının iş güvenliğini sağlama çalışmalarındaki önemi ile eğitim, ikna, teşvik ve disiplin çalışmalarının hangi seviyede yoğunlaştırılması gerektiğine işaret edilmektedir.

6.10. İş Güvenliği Çalışmalarına Yön Veren İnsani Duyguların Yanında, İş Güvenliğinin Sağlanmasında İtici Rol Oynayan İki Mali Faktör Vardır

- Güvenli bir işletmede üretim artıp maliyet düşecektir.
- Kazalarda meydana gelen zarar, kazaları önlemek için yapılan ödemelerin çok daha fazlası olacaktır.

Bu prensipler iş sağlığı ve iş güvenliğinin konusunu, çalışma alanını, konuya yaklaşma tarzını, kurallarını, çözüm yöntemlerini belirleyen temel kabullerdir.

7. ELİ Müessesesi Açık İşletme Madencilğinde Oluşan Tehlikeli Hareketler ve Tehlikeli Durumlar

1998–2011 yılları arasında, ELİ Müessesesi Açık İşletmelerinde gerçekleşen 584 yaralanmalı ve maddi hasarlı kazalar ile ramak kala durumları incelenerek, yapılan çalışmalarda belirlenen tehlikeli hareket ve tehlikeli durumlar aşağıda sunulmaktadır.

7.1. Açık İşletmelerdeki Tehlikeli Hareketler

- 1) Herhangi bir tehlikeli durum bulunan yerlere konulmuş nöbetçilere, ikaz ve işaret levhaları ile işaretçilerin verdiği işaretlere dikkat ve riayet edilmemesi,
- 2) Açık işletmelerdeki tehlikeli yerlerde durulması, dolaşılması, bir taraftan diğer tarafa geçilmesi, malzeme bırakılması, araç park edilmesi, müsaade ve gerekli emniyet tedbirlerini almadan çalışma yapılması,
- 3) İş makinelerinin tertip ve tayin edilen yol, geçit, çalışma sahası ve güzergâh dışında çalıştırılması,
- 4) İş makinelerinin personel nakil vasıtası olarak kullanılması, iş makinelerine görevli olmayan kişilerin binmesi,

- 5) İş bitiminde iş makinelerinin park yerlerine çekilmemesi, ayna diplerine, basamak ve harman kenarlarına, su basması, taban kabarması veya heyelan beklenen, tehlikeli yerlere park edilmesi,
- 6) Arızalı iş makinesinin yetkili bir kişinin müsaadesi olmadan çalıştırılması,
- 7) İş makinelerinin tamir, bakım, yağlama ve ikmal işlerinin, üretici firmanın vermiş olduğu kataloga veya sorumlu mühendisin vereceği talimata uygun, ehil kişilerce yapılmaması,
- 8) İşyerinde çalışan personelin yaptığı işe uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaması,
- 9) Personelin yapılmakta olan işin gerektirdiği emniyet tedbirlerini almadan çalışması,
- 10) Şoför veya operatörün haberi olmadan iş makinesinin yağlama ve bakımının yapılması, makineye inilip binilmesi, makineye yaklaşılması,
- 11) İş makinesinin hareket ve manevrası durdurulmadan, kepçe ve bıçakları takoz veya sağlam bir zemine bırakılmadan, kamyonların kasası kalkık vaziyette iken ikinci bir emniyet tedbiri pim veya zincir ile kasa bağlanmadan yağlama ve bakım yapılması,
- 12) İş makinesine iki ayrı ekibin tamir bakım işi için müdahale etmesi durumunda ekiplerin birbiriyle gerekli iletişimi kurmaması (elektrikçi-makineci) iş bitimini haber vermemesi,
- 13) İş makinesindeki arızaya operatör veya şoförün bizzat müdahale etmesi,
- 14) Tamir bakım esnasında iş makinelerinin viteslerinin boşa alınıp frenlerin iyice sıkılmaması,
- 15) Basınçlı hava ile çalışan makinelerin, manometrelerinin, emniyet süboplarının ve irtibatlarının kontrol edilmemesi,
- 16) İş makinelerinin dönen, hareket eden kısımlarını tutan civataların, bakımlarında kontrol edilip sıkıştırılmaması,
- 17) Nezaretçilerin işyerlerini ve iş makinelerini kontrol etmemesi, tehlikeyi gördüğü halde çalışmayı durdurmaması,
- 18) Operatör ve şoförlerin iş makinesini çalıştırmaya başlamadan önce gerekli kontrolleri (yükleme yapacağı yerde kayma, yuvarlanma, çökme, kavlak, olduğunu, makinenin arızasız olduğunu ve makinenin etrafını dolaşarak herhangi bir tehlike olmadığını vb.) yapmadan çalışmaya başlaması,
- 19) Operatör ve şoförlerin iş makinesine gerekli bakım ve kontrolü yapmadan, hava basınçlı makinelerde hava istenilen basınca gelmeden, frenleri kontrol etmeden, kornaya basıp 10–15 saniye beklemeden makineyi hareket ettirmesi,
- 20) İş makinelerine tehlike arz edebilecek taraftan binilip inilmesi,
- 21) Operatör ve şoförlerin çalışma süresinde iş makinelerini terk etmesi,
- 22) Operatör ve şoförlerin manevracıdan işaret ve kumanda almadan hareket etmesi, manevracı tarafından verilen işaretlere uyulmaması,
- 23) Kamyonun yanaşma manevrası durmadan ve operatörün görüş sahasına girmeden iş makinesinin yükü boşaltması,
- 24) Yüklemenin kasa gerisinden veya yanlardan yapılmaması, yükün şoför mahallinin ve kabinin üstünden geçirilmesi,
- 25) Yükleme esnasında şoförün veya görevli kişinin kamyonu binip inmesi,
- 26) Manevracının, şoförün haberi olmadan yükleme zeminine düşen malzemeleri temizlemesi veya bu durumda şoförün manevracıdan işaret almadan kamyonu hareket ettirmesi,
- 27) Çalışılan yerin ve makinenin özelliğine göre iş makinelerinin emniyet sınırları dışında bir hızda çalıştırılması,
- 28) İş makinelerinin karşılaştığı ve şahısların bulunduğu yerlerde hızın azaltılmaması,
- 29) İş makinelerinin birbirlerini geçmeye çalışması,
- 30) İş makinelerinin inişlerde vitesten çıkartılması, meyil aşağı boş viteste inilmesi veya uygun viteste inilmemesi,
- 31) Direksiyonun başparmaklar dışta kalacak şekilde değil, iç kısmındaki bağlantı yerlerinden tutulması,
- 32) Vardiya aralarında veya durmalarda iş makinelerinin kontrol levyelerinin stop konumunda,

- frenlerin sıkılmış vaziyette bulundurulmaması,
- 33) Elektrik kablolarının çalışma sahasından, kayma, yuvarlanma, göçme ihtimali olan yerlerden uzak yerlere çekilmemesi,
- 34) Elektrik kablolarının çekilmesinde kişisel koruyucu donanım ve iletken olmayan tertibat kullanılmaması,
- 35) İş makinelerinin uzak yerlere götürülmesinin ilgili ustabaşı veya posta başı nezaretinde yapılmaması,
- 36) Kamyonların kasaları kalkık hareket etmesi,
- 37) Dekapaj ve kömür aynası kazısında tabana girmek suretiyle üst kısmın askıya alınması ve bloklar halinde kırılması,
- 38) İş makinelerinin boomlarının ani hareket ve kuvvetlere maruz bırakılması,
- 39) Boomlu iş makinelerinde yükün askıda bekletilmesi,
- 40) Yetkili mühendisin onayı olmadan boomlu iş makinelerinin boom meyillerinin değiştirilmesi,
- 41) Kayma, göçme, yuvarlanma tehlikesi olan yerlerde ve aynalarda iş makinesinin cephesinin tehlikeli tarafa çevrilerek çalışılmaması,
- 42) Şoförlerin açık işletme sahasındaki trafik kurallarına uymaması,
- 43) Ters kepçe veya sallama kepçeli makinelerde makinenin paletleri ve ayakları dibinden malzeme alınması,
- 44) İş makinelerine çok seri hareketler yaptırılması,
- 45) Yüklü ve büyük iş makinesinin geçiş üstünlüğü olduğu kuralına uyulmaması,
- 46) İş makinelerinin kapasitelerinden fazla yüklerle çalıştırılması,
- 47) Kepçe ve bıçaklı makinelerde kepçe ve bıçaklar yere veya sağlam bir mesnet üzerine indirilmeden, kontrol levyelerini stop konumuna getirmeden, frenleri iyice sıkmadan, elektrikli iş makinelerinde jeneratör grupları stop ettirilmeden, kamyonların tekerleri kazılan set içerisine alınmadan ve gerekli emniyet tedbirlerini almadan şoför ve operatörlerin iş makinelerini terk etmesi,
- 48) Çalışma esnasında operatör ve şoförlerin yemek yemesi, başkaları ile konuşması, şakalaşması, kitap okuması, direksiyon ve kumanda levyelerini bırakması, vb. hareketlerde bulunması,
- 49) Tel halat vasıtasıyla yapılan çekme ve kaldırma işlerinde halat yakınında durulması ve halatın kontrol edilmemesi,
- 50) Manevracıların şoför veya operatörü görmeden veya anlaşılır şekilde işaret vermeden manevra yaptırması,
- 51) Manevracıların iş makinelerinin tesir sahası içerisine görevi olmayan izinsiz kişilerin girmesini engellememesi,
- 52) Şoförün, operatör düdük çalmadan veya manevracıdan işaret almadan vasıtasını hareket ettirmesi,
- 53) Manevracının amirinden izin almadan iş sahasını terk etmesi,
- 54) Manevracıların işaretleşmeyi eğitimde aldıkları bilgiye göre ve belirtilen şekilde yapmaması,
- 55) Manevracının, kamyonu iş makinesinin yükleme yapılacak tarafından kumanda etmemesi,
- 56) Manevracının iş makinesi ve kamyonu emniyetli mesafede bulunmaması,
- 57) Manevracının şoförü görecektir şekilde cephesi kamyonun yan kenarına paralel olarak durmaması,
- 58) Kamyonun yanaşma manevrası esnasında manevracının elini öne uzatarak işaret parmağı ile arka tekerleğin geleceği yeri göstermemesi,
- 59) Gece vardiyasında manevracının işaret veren elini lamba ile aydınlatmaması,
- 60) Manevracıların yükleme esnasında kamyonla ekskavatör arasında veya kamyonun arkasında durması veya buralarda başka kişilerin bulunmasına müsaade etmesi,

- 61) Manevrecının gece vardiyasında kamyonların far ışığından yararlanarak saate bakmak, sefer yazmak vb. nedenlerle kamyonun önüne, hareket sahasına veya taşıdığı yükün düşebileceği mesafeye yaklaşması,
- 62) Manevrecının şoförle konuşması gerektiği zamanlarda, kamyonu durdurmadan şoförle konuşması, şoförle konuşması bittikten sonra, manevrecının işaret vereceği yere gelmeden ve manevracı işaret vermeden şoförün hareket etmesi,
- 63) Silo ve benzeri yerlerde boşaltma yapılırken ızgaralar üzerinden ve boşaltma sahasında şahısların bulunması,
- 64) Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı maddelerin veya araçlarının işlerinin bitiminde, insanların toplu bulunduğu binalara diğer iş makinelerine yakın park edilmesi, emniyetli ve uygun yerlere park edilmemesi,
- 65) İş makineleri ve işyerlerinin çevresine veya zeminine dökülen, sıızan yağların basıp kayma ve yangın gibi tehlikelere karşı sık temizlenmemesi,
- 66) Atık yağların ve kullanılmış yağlı iş elbiselerinin ve kişisel koruyucu donanımların atık bertaraf tesisine verilmemesi,
- 67) Yangın söndürme cihazlarının kullanılmasının ilgili personele öğretilmemesi,
- 68) Deliklerin kademede taban bırakmayacak şekilde derin delinmemesi,
- 69) Delik derinliğinin üçte ikisinden fazla patlayıcı madde konulması,
- 70) Delme patlatma işlerinin ehliyetli barutçular tarafından yapılmaması,,
- 71) Birden fazla barutçu görevlendirilmesi halinde bunlardan birinin sorumlu barutçu olarak yetkilendirilmemesi,
- 72) Diğer barutçuların ve delme patlatma işinde görevli olan personelin sorumlu barutçunun tertip ve kontrolüne uymaması,
- 73) Delme patlatma işinde görevlendirilen nezaretçinin sorumlu barutçu ile anlaşarak iş yerinin güvenliğini sağlamaması,
- 74) Patlatma tesir sahasında çalışan tüm personelin, patlatma işi ile görevlendirilen nezaretçinin, barutçunun ve işaretçinin vereceği işaret ve talimatlara uymaması,
- 75) Patlayıcı maddenin taşınması, muhafazası ve kullanılmasında mevzuatın belirlediği iş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uyulmaması,
- 76) Delme patlatmada kullanılacak patlayıcı maddenin taşınmasına bir barutçunun görevlendirilmemesi, orijinal ambalajlarında veya hususi yapılmış kaplar haricinde taşıma yapılması,
- 77) Patlayıcı madde taşıyan araçlara barutçu veya görevli personel haricindeki kişilerin binmesi veya patlatma ile ilgili olmayan malzemelerin konulması,
- 78) Delme patlatma yapılacak sahada patlayıcı maddenin tamamının bir yere istiflenmesi, doldurulacak deliklerin başlarına veya yakınlarına partiler halinde taksim edilmemesi, güneş tesirinden korunmaması,
- 79) Patlatma tesir sahası dışına, yeteri kadar nöbetçi görevlendirilmemesi,
- 80) Nöbetçilere görevleri anlatılıp tekrar ettirilmeden görev yerlerine gönderilmesi,
- 81) Delikler doldurulurken görevlilerden başka kişilerin patlatma sahasına girmesi,
- 82) Parça savruntularının etki alanı dışına çıkarılmayan iş makinelerinin siperinde, altında ve içinde şahısların bulunması,
- 83) Enerji hattı veya diğer tesisler yanında ateşleme yapılırken gerekli emniyet tedbirleri alınmadan ve ilgili servisler haberdar edilmeden patlatma yapılması,
- 84) Enerji nakil hattı ve diğer tesisler yakınında ateşleme yapıldıktan sonra, enerji nakil hattı ve diğer tesisler kontrol edilmeden, elektrik verilmesinde bir sakınca olmadığı anlaşılmeden veya mahsur giderilmeden elektrik verilmesi ve çalışma yapılması,
- 85) Barutçu tarafından ateşleme tellerinin, ateşleme işinde görevli olan diğer kişiler patlatma sahasından uzaklaştırılmadan bağlanması,
- 86) Ateşlemenin en yakın deliğe 100 metreden az olmamak üzere patlatma tesir sahası dışından

yapılmaması,

87) Barutçunun ateşleme tesir sahasını kontrol etmeden ve nöbetçilerden işaret almadan patlatma yapması,

88) Barutçunun nöbetçilerden tamam işaretini aldıktan sonra üç defa mutad işaretini (siren çalarak) vermeden ateşleme yapması,

89) Patlatma sonrasında patlatma sahası barutçular tarafından kontrol edilmeden, barutçu tarafından müsaade edilmeden patlatma sahasına girilmesi ve çalışma yapılması,

90) Patlatma sonrasında kontroller yapılırken deliklerin ve patlatma yapılmış yüzeyin üzerine basılması, (yüzey düz görünür ama alt kısım forya yaptığından boşalmış olabilir.)

91) Patlatma sonrasında bütün deliklerin patlamış olduğuna kanaat getirilmeden patlatma sahasında çalışmaya müsaade edilmesi,

92) Patlamayan delik olması halinde barutçu tarafından tekrar kontrol edilmemesi, yöneticilere haber verilmemesi, talimatlara uyulmaması,

93) Teknik amonyum nitratın hazırlanması, hangi maddelerle ne ölçüde karıştırılacağı, karıştırma, doldurma ve ateşleme işlemlerinin nerelerde nasıl yapılacağı konusunda işletme idaresi tarafından verilen özel talimatlara uyulmaması,

7.2. Açık İşletmelerdeki Tehlikeli Durumlar

1) Lastik tekerlekli iş makinelerin tekerlerindeki havanın tayin edilen miktardan az veya fazla olması,

2) Ayna (kademe) yüksekliğinin iş makinesinin boom yüksekliğinden fazla olması,

3) Kademe genişliğinin iş makinesinin emniyetli çalışması için yeteri kadar geniş olmaması,

4) Şev açısının tabakaların yatımlarına, jeolojik ve tektonik yapılarına uygun olmaması,

5) Yükleme, boşaltma ve manevra yapılan işyerinde manevracı görevlendirilmemesi,

6) Çıplak elektrik tellerinin sağlam zemin üzerinde, yeterli yükseklikte ve mukavemette direkler üzerine uygun şekilde çekilmemesi,

7) İş makinelerinin elektrik kablolarının, kaçak, kısa devre ve çürümeye karşı sehpalarda olmaması,

8) Boomlu iş makinelerinin telefon veya elektrik tellerinin altında çalışması,

9) Dekapaj harmanının eğiminin düz veya toprak döküm sahası istikametine doğru olması,

10) Harman kenarında döküm yapan kamyonun tekerinin yarıçapı yüksekliğinde şerit şeklinde set olmaması,

11) Silo ve benzeri boşaltma yerlerinde silo ve kamyon tekerleri arasında asgari 40X40 cm boyutunda set yapılmaması,

12) Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı maddelerin, özelliklerine göre ayrılmış, tehlike sınırları dışında, emniyetli bir yere, emniyetli bir şekilde konulmaması,

13) Yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddelerin bulunduğu yerlerin uyarı ve ikaz, işaret ve levhaları ile tecrit edilmemesi, "Tehlikeli Madde", "Ateşle Yaklaşma" gibi ikaz levhalarının bulunmaması,

14) İş makinelerinin özelliğine göre uygun ve kullanılabilir durumda yangın söndürme tüplerinin olmaması,

15) Deliklerin kademe taban bırakmayacak şekilde derin delinmemesi,

16) Delik geometrisinin, tabakalanmaya, sahanın jeolojik ve tektonik yapısına, kademe yüksekliğine vb. uygun olmaması,

17) Delik ile kazı aynası arasındaki mesafenin belirlenenden az veya fazla olması,

18) Patlayıcı madde taşıyan araçların flama, "Dikkat Patlayıcı Madde" yazılı levhalar veya başka usullerle diğer araçlardan tefrik edilmemesi,

19) Patlayıcı madde taşıyan araçlarda patlatma ile ilgili olmayan malzemelerin bulunması,

20) Patlatmadan önce iş makinelerinin patlatma tesir sahası dışına çıkarılmaması, arkalarının

patlatma sahasına çevrilmemesi,

8. Sonuç ve Öneriler

İş sağlığı ve güvenliğinin temel prensipleri ve kaza oluşum teorilerinden kaza zinciri (Domino) teorisi tehlikeli hareket ve tehlikeli durumların önemini açıkça vurgulamaktadır. İş sağlığı ve güvenliği konularında çalışan kişilerin ve özellikle açık işletme madenciliğinde çalışan tüm personelin iş kazalarının önlenmesi açısından, açık işletmelerde oluşabilecek tehlikeli hareket ve tehlikeli durumları öngörerek bunları önlemesi gerekmektedir.

Geçmişte gerçekleşen kazaların incelenmesi sonucu belirlenen tehlikeli hareketler kendi içinde üç gruba ayrılabilir:

- İletişim sorunundan,
- Ekipmanın hatalı kullanımı ve gereken tedbirlerin alınmamasından,
- İzin alma ve yetkinin net olarak belirlenmemesi sorunundan kaynaklanan kazalar.

Toplam tehlikeli hareketlerin % 50'sini ekipmanın hatalı kullanımı ve gereken tedbirlerin alınmaması, % 50'sini de iletişim ve izin alma sorunlarından kaynaklanan hareketler oluşturmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği sorumlularının bu durumu dikkate almalarının gerekliliği ortadadır. Hizmet içi kursları veya işbaşı eğitim v.b çalışmalar ile gerçekleşen kazalarla ilgili tehlikeli hareketler, detaylı bilgi verilmesiyle önceden tehlikelerin tanınmasının sağlanması aynı veya benzer hatalarla olacak kazaların önlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca tehlikeyi öngören çalışanın haber verme duyarlılığı kazandırılarak kaza önlemeyi sağlamak, işletmeyi ve çalışanları daha az kaza ile daha başarılı kılacağı kesindir.

Çalışanlara, gerçekleşen kazaların nedenleriyle ve görsel açıklamalarla anlatılacak eğitimlerin, bu tür tehlikeli hareketlerin azalmasında olumlu etki yapacağı tarafımızca düşünülmektedir. Kazaların ülke bütçesine yaptığı olumsuz etki de vurgulanarak, kazasız geçen her dönemin sonunda çalışanların ödüllendirilmesi hususu çalışanları daha dikkatli çalışmaya motive edecektir.

Kaynaklar

www.emo.org.tr/ekler/40d81efdade5f24_ek.pdf?tipi=2&turu=X...14.

http://ijerad.kku.edu.tr/sayi_6/5.pdf

<http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11248.pdf>

http://www.tisk.org.tr/download/yayinlar/is_sagligi_veguvenligi_metodolojileri.pdf

Feldspat Zenginleştirme Tesisi Atıklarının Değerlendirilebilirliğinin Araştırılması

Investigation of Evaluability of Feldspar Processing Plant Wastes

Mert Terzi¹, İlgin Kurşun^{1*}

¹ *İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Avcılar/İstanbul*

* *Sorumlu Yazar: ilginkur@istanbul.edu.tr*

Özet

Günümüzde cevherlerin çok az bir kısmı cevher hazırlama işlemlerinden geçmeden kullanılabilir nitelik taşımaktadırlar. Cevher hazırlama işlemleri sonucunda; zenginleştirilmesi istenen cevherin yanında, azımsanmayacak miktarlarda atık veya artık olarak nitelendirilen ve mevcut teknolojik imkanlarla ekonomik olarak kazanılması zor yan ürünler de ortaya çıkmaktadır. Yıllık üretimde milyonlarca tona kadar ortaya çıkabilen bu atıkların depolanmaları ve bertarafı ise oldukça problemlidir. Atıklar ayrıca içerdikleri atıl durumdaki mineraller açısından da büyük öneme sahiptirler.

Feldspat rezervleri açısından dünyada ilk sıralarda yer alan Türkiye, son yıllarda dünya feldspat üretiminde de önde gelen ülkeler arasında yer almıştır. Ülkemizdeki bazı feldspat cevherlerinde başlıca safsızlıkları titanyum ve demir mineralleri oluşturmaktadır. Bu safsızlıklar renk verir nitelikte olduklarından feldspat cevheri kalitesinde düşüşe yol açmaktadırlar. Türkiye feldspat cevherleri genelinde yapılan mineralojik araştırmalar rutilin ve nadiren titanatın asıl titanyum mineralleri olduğunu, demir içeriğinin ise esasen mika minerallerinden kaynaklandığını işaret etmektedir. Ayrıca titanyum ve demir haricinde safsızlık olarak, monazit ve ksenotim mineralleri kaynaklı Nadir Toprak Elementleri de bulunabilmektedir.

Bu çalışmada, özel bir şirkete ait feldspat zenginleştirme tesisi atıklarının değerlendirilip değerlendirilemeyeceği kapsamında karakterizasyon deneyleri yapılarak zenginleştirme proseslerinin önerilmesi amaçlanmıştır.

Abstract

Nowadays very small portion of ores had usable quality without treated by mineral processing operations. As a result of mineral processing procedures; besides the valuable contents that is aimed for upgrade, side products that is defined as tailings and wastes are also occurs. Economical recovery of these products by available technological means is difficult. These wastes occur up to millions of tons annually and their storage and disposal could be fairly problematical. The mineral industry wastes also have significant importance for their unexploited valuable mineral content.

Turkey takes place on top ranks in terms of feldspar reserves in the world and also has been among the leading countries in the production of feldspar in recent years. The principal impurities in some feldspar ores are titanium and iron, which impart color and in turn degrade the quality of the ore. Mineralogical investigations on the majority of Turkish feldspar ores indicate that rutile and, scarcely, sphene are the major titanium minerals and iron mainly originates from mica minerals. Furthermore other than titanium and iron impurities, rare earth elements originated from monazite and xenotime minerals can be included as an impurity.

In this study, evaluability of feldspar processing plant wastes of a private company was investigated. In this context, characterization tests that are aimed to propose extraction processes were carried out.

1. Genel Bilgiler

Feldspatlar yerkabuğunun % 60-65'ini oluşturan sodyum, potasyum, kalsiyum, lityum ve bazen de baryum ve sezyum ve bu elementin izomorf birleşimi ile oluşmuş susuz alümina silikatlarıdır. Bu mineraller her magma kütlelerinde değişik şekillerde bulduklarından bunların soğuyup kristalleşmesi ile yer yer feldspat zonları ve yatakları oluşmaktadır (TMOBB 2007).

Feldspat minerallerine içeriklerine bağlı olarak farklı isimler verilmektedir. Sodyumca zengin feldspat albit olarak adlandırılmaktadır. Ortoklas ve anortit terimleri ise sırasıyla potasyum ve kalsiyumca zengin feldspatları tanımlamakta kullanılmaktadır (Bayraktar ve ark., 1997). Feldspatlar cam yapımında, seramik üretiminde ve plastik, boya ve lastik sanayilerinde dolgu ve ekstender gibi katma değer yaratan uygulamalarda kullanılmaktadırlar (Bayat ve ark., 2005).

Dünya feldspat kaynağı olarak granitler, metagranitler, gnayslar, pegmatitler, nefelinli siyenitler ve feldspatik kumlar görülmektedir. Bu kaynakların bolluğu nedeniyle dünya feldspat rezervleri için kesin verilere ulaşmak mümkün olmamaktadır. Dünya literatüründe de bu kaynaklardan bahsedilmekte ve kesin rakamlar verilememektedir. Dünya toplam feldspat rezervleri toplam 1.740 milyon ton olup bu rezervlerin büyük bir bölümü Asya kıtasında yer almaktadır. Türkiye 240 milyon tonluk rezerv ile dünya feldspat rezervlerinin % 14'ünü oluşturmakta ve ülke bazında en büyük sodyum feldspat rezervine sahip durumdadır (DPT, 2001). USGS'nin yıllık raporları ve BGS'nin 2005-2009 yılı için yayınladığı World Mineral Production raporuna göre dünyada 2009 yılı itibarı ile 57 ülke feldspat üretimi yapmaktadır. Bu ülkeler içerisinde üretim açısından ilk 3 sırayı Türkiye, İtalya ve Çin almaktadırlar. MTA Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Türkiye, dünyadaki kaliteli feldspat rezervlerinin yaklaşık olarak %14'üne sahiptir.

Ülkemizin ekonomik sayılabilecek feldspat yatakları; Batı Anadolu'da bulunan, Aydın ve Muğla'daki feldspat yataklarıdır ki; bugün ihracat da buralardan yapılmaktadır. Özellikle Batı Anadolu'da, Çine-Milas-Yatağan-Bozdoğan yöresinde üretim yapılmaktadır. Rezerv olarak önemi; kalitesinden, limana ve tüketim alanlarına olan yakınlığından kaynaklanmaktadır (Erdogan, 1999).

Demir ve titanyum mineralleri feldspatların mineralojik yapılarında bulunmaktadır ve renk verme özelliklerinden dolayı istenmeyen safsızlıklar olarak nitelendirilmektedirler. Feldspat cevherlerinde gözlenen başlıca safsızlıklar; titanyum mineralleri olarak rutil ve sfen, demir oksitler olarak garnet, hematit, hornblend, turmalin, biyotit ve muskovit gibi minerallerdir. Bu minerallerin ürünün spesifikasyon değerlerinden daha yüksek olması durumunda cam ve seramiğin kalitesi düşmekte ve buna bağlı olarak renk değişimleri olmaktadır (Hacıfazlıoğlu ve ark., 2012), (Kursun ve İpekoğlu, 1997, 2000). Türkiye'nin batısındaki feldspat cevherleri çoğunlukla albit cevherleridir. Bu cevherlerin önemli bir bölümü ise asıl safsızlık olarak sadece titanyum ve nispeten düşük seviyelerde demirli mineraller içermektedir. (Kursun ve ark., 2003; 2004).

Bu çalışmaya konu olan tesis özel bir firmaya ait feldspat zenginleştirme tesisidir. Deneylere esas olan numuneler firmaya ait albit zenginleştirme tesisinden temin edilmiştir. Tesiste feldspat cevherleri flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmektedir. Zenginleştirme prosesi malzemenin besleme bunkerine ile değirmene beslenmesiyle başlar. Değirmen çıkışı sonrası katlı elek ve siklon devresi ile sınıflandırılan malzeme kondisyonerlere iletilir. Kondisyonerlerde oleat tipi bir toplayıcı ile şartlandırılan malzeme öncelikle rutil selüllerine gönderilir ve rutil yüzdürülür. Mika flotasyonunda toplayıcı olarak kullanılan asetat rutil flotasyonundan sonra devreye eklenmekte ve mika flotasyonu ayrı selüllerde yapılmaktadır. Selüllerden çıkan köpükler birleştirilerek ara ürün

selüllerine gelir. Ara ürün selüllerinden gelen malzeme atık konisinden sonra disk filtreler ile susuzlaştırıldıktan sonra tesis atık döküm sahalarında atık olarak biriktirilmektedir. Tesisin atık döküm sahalarından alınan numunelerden titanyum minerallerinin kazanılabilmesi için en uygun cevher zenginleştirme prosesinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. Deneysel Çalışmalar

Tesisten alınan numunenin konileme-dörtleme ile azaltılması sonucu hazırlanan temsili numune üzerinde yaş eleme yöntemi ile yapılan boyut dağılım analizi sonuçları Çizelge 1’de, kümülatif elek altı ve elek üstü eğrileri Şekil 1’de verilmektedir.

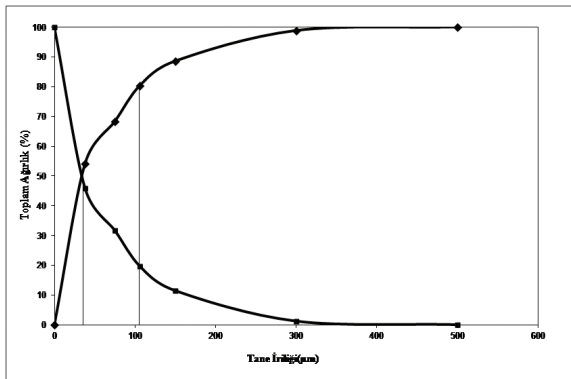
Boyut Aralığı (mm)	Ağırlık (%)	K.E.Ü. (%)	K.E.A. (%)	TiO ₂ (%)	Dağılım (%)
-0,5 + 0,3	1,19	1,19	100,00	3,13	2,03
-0,3 + 0,15	10,25	11,44	98,81	3,61	20,20
-0,15 + 0,106	8,22	19,66	88,55	3,21	14,40
-0,106 + 0,075	12,04	31,70	80,33	3,24	21,29
-0,075 + 0,038	14,18	45,88	68,30	2,88	22,29
-0,038	54,12	100,00	54,12	0,67	19,79
TOPLAM	100,00			1,83	100,00
d ₅₀ – d ₈₀ (mm): 0,035 - 0,105					

Çizelge 1. Elek analizi sonuç tablosu

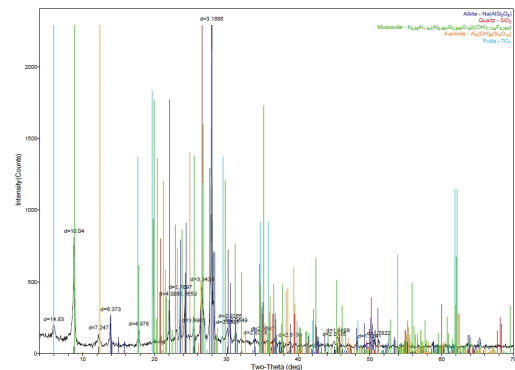
Elek analizi sonucunda numunenin %100’ünün 0,5 mm’nin altında, % 54,12’sinin ise 0,038 mm’nin altında olduğu görülmüştür. Numunenin d₅₀ ve d₈₀ boyutları ise sırasıyla 0,035 mm ve 0,105 mm olarak belirlenmiştir.

2.1 Numunenin Mineralojik Özellikleri

Gerek zenginleştirme tesisi devresine beslenen ham cevher üzerinde, gerekse orjinal atık numuneleri üzerinde yapılan ince kesit çalışmalarında deneylere esas numunenin albit, mikroklin, kuvars, muskovit, rutil, apatit, zirkon, manyetit, limonit ve turmalin minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Kümülatif elek altı ve elek üstü eğrileri



Şekil 2. Numunenin XRD Grafiği

2.2 Numunenin Kimyasal Özellikleri

Numunenin komple kimyasal analizi kapsamında; majör oksitlerin ve çeşitli minör elementle-

rin toplam içerikleri, 0,2 gr örnek üzerinde gerçekleştirilen ICP-ES (emisyon spektrometrisi) analizi, akabindeki lityum metaborat/tetraborat füzyonu ve seyreltik nitrik çözündürme işlemleri sonucu belirlenmiş ve raporlanmıştır. Kızdırma kaybı ise numunenin 1000 °C'ye ısıtılması sonrasında hesaplanan ağırlık değişimi ile bulunmaktadır.

Nadir toprak elementleri ve refrakter element içerikleri ise yine 0,2 gr örnek üzerinde gerçekleştirilen ICP-MS (kütle spektrometrisi) analizi, akabindeki lityum metaborat/tetraborat füzyonu ile nitrik asitte çözündürme işlemleri sonucu bulunmuştur. Buna ek olarak 0,5 gr'lık ayrı bir örnek aqua regia ile çözündürülerek ve ICP-MS analizi ile değerli ve baz metal içerikleri belirlenmiştir. Atık numunesinin bu yöntemlerle gerçekleştirilmiş komple kimyasal analizinin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Element	(%)	Element	ppm
SiO ₂	59,20	La	127,5
Al ₂ O ₃	19,92	Ce	298,5
Fe ₂ O ₃	1,56	Pr	33,15
MgO	2,56	Nd	132,0
CaO	2,22	Sm	29,05
Na ₂ O	7,52	Eu	3,92
K ₂ O	2,02	Gd	31,12
TiO ₂	1,90	Tb	5,64
P ₂ O ₅	0,76	Dy	34,42
MnO	0,02	Ho	7,13
Cr ₂ O ₃	0,014	Er	20,55
Sc	23	Tm	2,89
K.Kayıbı	2,00	Yb	17,64
Sum	99,68	Lu	2,43
Ba (ppm)	257	Toplam/C	0,12
Be (ppm)	4	Toplam/S	<0,02
Co (ppm)	3,3	Mo	0,3
Cs (ppm)	4,4	Cu	2,2
Ga (ppm)	21,6	Pb	89,5
Hf (ppm)	18,8	Zn	23
Nb (ppm)	48,5	Ni	17,0
Rb (ppm)	118,1	As	5,3
Sn (ppm)	19	Cd	<0,1
Sr (ppm)	287,5	Sb	0,4
Ta (ppm)	3,1	Bi	0,4
Th (ppm)	60,5	Ag	0,2
U (ppm)	7,4	Au	2,5
V (ppm)	104	Hg	<0,01
W (ppm)	4,1	Tl	0,4
Zr (ppm)	632,8	Se	<0,5
Y (ppm)	220,4		

Çizelge 2. Atık numunesinin ICP yöntemleri ile yapılan analiz sonuçları

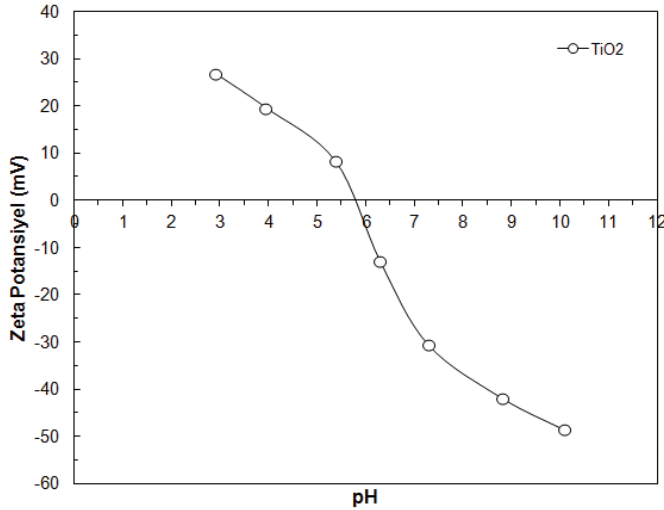
Numunenin komple kimyasal analizi sonucunda % 1,9 oranında TiO_2 içerdiği belirlenmiştir. Numunede TiO_2 dışında, ekonomik değer ifade edebilecek oranda nadir toprak elementlerinin varlığı da belirlenmiştir. Özellikle itriyum, lantan, seryum ve neodimyum elementlerinin içeriklerinin; bu elementlerin yer kabuğundaki ortalama konsantrasyonlarından 10 kata kadar daha yüksek olduğu görülmektedir. Nadir toprak elementleri içeriğinin ise yapılan mineralojik incelemelerde ince boyutlarda gözlenen monazit ve ksetonim minerallerinin varlığına bağlı olduğu kanısına varılmıştır. Ce, Y ve Nb içeriklerinin yüksek olması anataz ve rutilin büyük bir olasılıkla sfenin alterasyonu sonucunda oluşmuş olabilmelerine bağlıdır.

2.3 Flotasyon ile Zenginleştirme Deneyleri

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen zenginleştirme deneylerinde, feldspat atık numunesindeki titanyum minerallerinin yüksek TiO_2 konsantre tenörü ve yüksek TiO_2 konsantre verimi ile flotasyon yöntemiyle kazanılması amaçlanmıştır. Flotasyon deneylerinde; kullanılacak malzemeyi reaktiflerden arındırma ve arındırıcı reaktifin dozajının flotasyon üzerindeki etkileri, toplayıcı reaktif türleri ve dozajları, pH şartları, besleme tane boyutunun ve malzeme içerisindeki şlam varlığının flotasyon üzerindeki etkileri incelenmiş ve yorumlanmıştır.

2.3.1 Numunenin Yüzey Kimyası Özellikleri

Bu grup deneysel çalışmalar kapsamında flotasyon deneyleri ile yüzdürülmesi amaçlanan titanyum minerallerinin yüzey özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla elektroforetik yöntemle zeta potansiyeli ölçümleri yapılarak TiO_2 'nin pH'a bağlı zeta potansiyel profilini elde etmek hedeflenmiştir. Bu kapsamda zeta potansiyel ölçümleri için Brookhaven Zetaplus zetametre kullanılmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen TiO_2 'nin pH'a bağlı zeta potansiyeli profili Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. TiO_2 'nin pH'a bağlı zeta potansiyeli profili

Şekil 4'te görülebileceği gibi TiO_2 'nin sıfır yük noktası (zero point of charge) yaklaşık 5,9'dur.

2.3.2. Flotasyon Deneyleri

Çalışma kapsamında yapılan flotasyon deneylerinde feldspat atık numunesindeki titanyum minerallerinin yüksek TiO_2 konsantre tenörü ve yüksek TiO_2 konsantre verimi ile kazanıldığı optimum flotasyon şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle flotasyon deneylerinde kullanılacak malzemeyi reaktiflerden arındırma işlemi uygulanmıştır. Bu deneylerde reaktiflerden arındırma işleminin ve kullanılan arındırıcı reaktifin dozajının flotasyon üzerinde-

ki etkileri araştırılmıştır. Bir sonraki aşamada flotasyona beslenen malzemenin tane boyutunun ve malzeme içerisindeki şlam olarak nitelendirilebilecek ince boyutlu tanelerin varlığının flotasyon üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Rutil flotasyonunda etkili oldukları konuda yapılmış önceki çalışmalarda ortaya konmuş olan R801, R825, alkyl succimanate ve alkyl hydroxamate reaktifleri toplayıcı reaktifler olarak kullanılmış, bu reaktiflerin dojazlarının ve uyguladıkları pH şartlarının flotasyon işlemleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve yorumlanmıştır.

2.3.2.1. Malzemenin Hazırlanması ve Reaktiften Arındırma İşlemi

Deneylerde kullanılacak malzeme bilyalı değirmende 180 dakika süre ile kapalı devre olarak öğütülerek tane serbestleşme boyutu olan 106 µm boyutuna indirilmiştir. Bu işlemle flotasyon deneylerinde kullanılacak -106 µm boyut grubu hazırlanmıştır.

Ayrı bir boyut grubu olarak, elde edilen -106 µm boyut grubundan -38 µm boyutunda eleme yapılarak şlam atma işlemi uygulanmıştır. Bu işlemle de deneylerde kullanılacak bir diğer boyut grubu olan -106+38 µm grubu hazırlanmıştır.

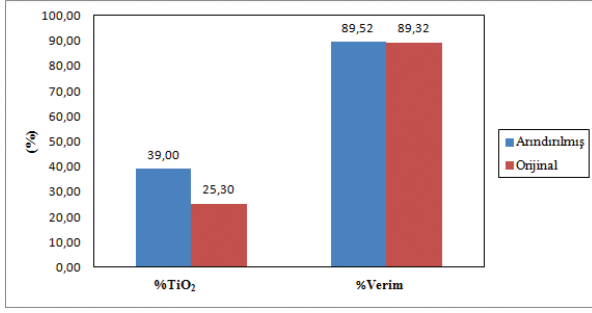
2.3.2.2. Reaktiften Arındırma İşleminin Etkisinin ve Optimum Reaktif Dojazının Araştırılması

Zenginleştirilecek numuneler feldspat flotasyonu prosesinin nihai atığı karakteristiğinde olmaları nedeniyle flotasyon reaktifi kalıntıları içermektedir. Bu durumun flotasyon üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla öncelikle reaktiften arındırma işlemi yapılmasına karar verilmiştir. Reaktiften arındırılma işleminde reaktiften arındırıcı kimyasal olarak H₂SO₄ kullanılmıştır. Bu işlemde malzeme, % 10, % 5 ve % 1 olmak üzere farklı derişimlerde hazırlanan H₂SO₄ çözeltileri ile % 33 pülpte katı oranında 5 dakika süre ile devamlı olarak karıştırılarak muamele edilmiştir. Bu işlemin ardından katı sıvı ayırımı yapılmış ve malzeme bünyesinde kalan H₂SO₄ ve çözülmüş reaktif kalıntılarını temizlemek amacıyla, her kademede üç dakika süre boyunca temiz su ile karıştırmak suretiyle, üç kademe daha yıkama yapılmıştır.

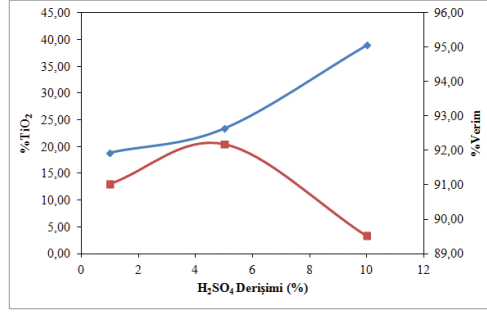
Deneylerde; -0,106 + 0,038 mm tane boyutu, % 25 pülpte katı oranı, pH = 3, 800 g/ton R845 toplayıcı, 350 g/ton çam yağı parametreleri sabit tutularak, reaktiften arındırılmış ve arındırılmamış malzemenin flotasyon davranışları ile optimum asit derişimi incelenmiştir.

Flotasyon deneylerinde konsantre bir kademede temizlenmiş, ayrıca artığa da bir kademeli süpürme uygulanmıştır. Flotasyona giren ve flotasyondan elde edilen ürünler her defasında kimyasal analize tabi tutulmuştur. Numuneyi H₂SO₄ ile yıkama sonucunda reaktiften arındırma işleminin etkisinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 5'de görülmektedir. Grafikte görüldüğü gibi flotasyon deneyleri öncesi numunenin H₂SO₄ ile yıkanması suretiyle reaktiften arındırılması işleminin gerek konsantrenin TiO₂ tenörü, gerekse TiO₂ kazanma verimi üzerinde pozitif etkisi olmuştur. Bu nedenle ileride yapılacak flotasyon deneylerinde reaktiflerden arındırılmış numunenin kullanılmasına karar verilmiştir.

% 1, % 5 ve % 10 derişimdeki H₂SO₄ ile reaktiften arındırma sonucunda sırasıyla % 18,90, % 23,40 ve % 39,00 TiO₂ tenörleri ve % 91,30, % 92,18 ve % 89,52 TiO₂ kazanma verimleri elde edilmiştir. Numuneyi reaktiften arındırma işleminde kullanılan H₂SO₄ derişiminin konsantre tenörü ve TiO₂ kazanma verimi üzerindeki etkisinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 6'da görülmektedir. Grafikte numune yıkamada kullanılan H₂SO₄ derişimi ile konsantrenin TiO₂ tenörü arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. H₂SO₄ derişimi ile TiO₂ verimi arasında ise herhangi bir korelasyon olmadığı kanaatine varılmıştır. H₂SO₄ derişim deneyleri sonucun-



Şekil 5. Orijinal ve H₂SO₄ ile reaktiflerden arındırılmış numunelerin karşılaştırılması



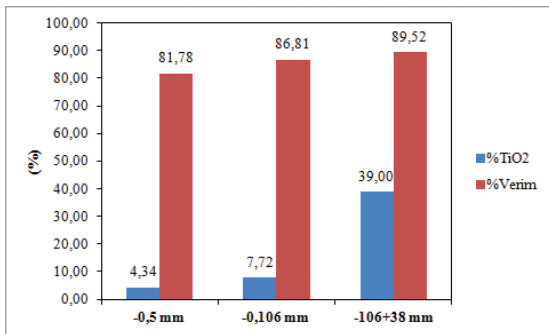
Şekil 6. H₂SO₄ derişiminin TiO₂ tenörü ve verimine etki grafiği

da; gerek asit maliyeti, gerekse yüksek konsantrasyondaki asit kullanımındaki sakıncalar göz önünde bulundurularak % 10 derişim değeri optimum değeri olarak belirlenmiştir.

2.3.2.3. Flotasyonda Tane Boyutunun ve Şlam Varlığının Etkisinin Araştırılması

Deneylerde; % 10'luk H₂SO₄ ile yıkama, % 25 pülp te katı oranı, pH = 3,800 g/ton R845 toplayıcı, 350 g/ton çam yağı parametreleri sabit tutularak, -0,5 mm, -0,106 mm ve -0,106+0,038 mm tane boyutlarının kullanımının flotasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. -0,5 mm, -0,106 mm ve -0,106+0,038 mm tane boyutlarının flotasyonu ile sırasıyla % 4,34, % 7,72 ve % 39,00 TiO₂ tenörleri ve % 81,78, % 86,81 ve % 89,52 TiO₂ kazanma verimleri elde edilmiştir. Serbestleşme tane boyutunun ve şlam varlığının konsantrenin TiO₂ tenörü ve TiO₂ kazanma verimi üzerindeki etkilerinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 7'de görülmektedir.

Grafikte görüldüğü gibi hiçbir boyutlandırma işlemine tabi tutulmamış orijinal -0,5 mm boyut grubundaki numune ile gerçekleştirilen flotasyon deneyi sonucunda tane serbestleşmesinin yeterli düzeyde olmaması ve şlam varlığının flotasyon üzerindeki olumsuz etkisi sonucunda kaydedeğer bir konsantre tenörü ve kazanma verimi elde edilememiştir. Bir diğer boyut grubu olan -0,106 mm ile yapılan deneyde tane serbestleşmesinin sağlanmış olması sonucunda, -0,5 mm boyut grubuna göre daha yüksek bir konsantre tenörü ve TiO₂ kazanma verimi elde edilmiştir. Ancak bu boyut grubunda da şlam varlığının flotasyon üzerindeki olumsuz etkileri geçerli olmuştur. Son boyut grubu olan -0,106 + 0.038 mm boyut grubunda ise tane serbestleşmesinin sağlanması ve şlam atma sonucunda şlam varlığının flotasyon üzerindeki olumsuz etkisinin minimize edilmeye çalışılması sonucunda boyut grupları arasında en iyi konsantre tenörü ve TiO₂ kazanma verimi elde edilmiştir.

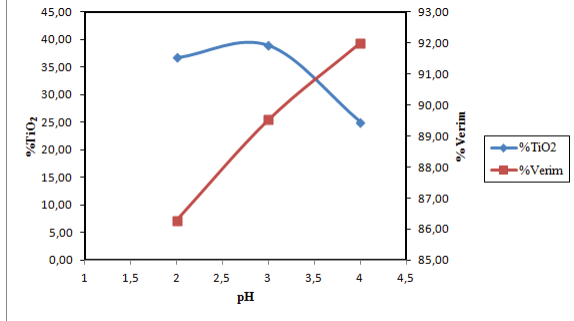


Şekil 7. Tane serbestleşme boyutu ve şlam varlığının TiO₂ tenörü ve verimine etki grafiği

2.3.2.5. pH Etkisinin Araştırıldığı Deneysel Çalışmalar

Deneylerde; % 10'luk H₂SO₄ ile yıkama, -0,106+0,038 mm tane boyutu, % 25 pülp te katı oranı, 800 g/ton R845 toplayıcı, 350 g/ton çam yağı parametreleri sabit tutularak, farklı pH şartlarının

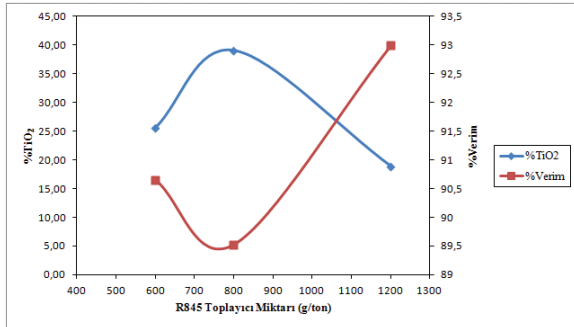
flotasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. pH:2, pH:3 ve pH:4 şartlarındaki flotasyon deneylerinde sırasıyla % 36,71, % 39,00 ve % 24,99 TiO₂ tenörleri ve % 86,28, % 89,52 ve % 92,00 TiO₂ kazanma verimleri elde edilmiştir. Flotasyon pH değerinin konsantrenin TiO₂ tenörü ve TiO₂ kazanma verimi üzerindeki etkilerinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 8. pH değişiminin TiO₂ tenörü ve verimine etki grafiği

2.3.2.6. Toplayıcı Miktarının Etkisinin Araştırıldığı Deneysel Çalışmalar

Deneylerde; % 10’luk H₂SO₄ ile yıkama, -0,106+0,038 mm tane boyutu, % 25 pülpte katı oranı, pH = 3,350 g/ton çam yağı parametreleri sabit tutularak, R845 toplayıcı miktarının flotasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. 600 g/t, 800 g/t ve 1200 g/t toplayıcı miktarları ile gerçekleştirilen flotasyon deneylerinde sırasıyla % 25,60, % 39,00 ve % 18,90 TiO₂ tenörleri ve % 90,65, % 89,52 ve % 92,99 TiO₂ kazanma verimleri elde edilmiştir. Toplayıcı miktarının konsantrenin TiO₂ tenörü ve TiO₂ kazanma verimi üzerindeki etkilerinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 9’de görülmektedir.



Şekil 9. R845 toplayıcı miktarının flotasyon üzerindeki etki grafiği

3. Sonuçlar ve Öneriler

Günümüzde madencilik çalışmaları sonucu üretilen cevherlerin çok az bir kısmı hiçbir cevher hazırlama işleminden geçmeden kullanılabilir nitelik taşımaktadırlar. Cevher hazırlama işlemlerinin uygulanması sonucu; zenginleştirilmesi istenen cevherin yanında, elde edilen ürüne oranla azımsanmayacak miktarlarda atık veya artık olarak nitelendirilen ve mevcut teknolojik imkanlarla ekonomik olarak kazanılması zor yan ürünler de ortaya çıkmaktadır. Yıllık üretimde milyonlarca tona kadar ortaya çıkabilen bu atıklarla ilgili çevresel ve kanuni zorunlulukların yerine getirilmesi noktasında, bu atıkların depolanmaları ve bertarafı oldukça problemli olabilmektedir. Atıklar ayrıca içerdikleri atıl durumdaki mineraller açısından da büyük öneme sahiptirler.

Gerek üretim gerekse ithalat açısından Türkiye’de önemli bir konumda olan feldspat madenci-

liğinde, düşük TiO_2 , Fe_2O_3 ve diğer safsızlıkları içeren rezervler yıldan yıla artan üretim sonucunda giderek azalmaktadır. Buna bağlı olarak da yüksek oranda safsızlıklar içeren feldspat rezervlerinin üretilmesi ve zenginleştirilerek piyasalara sunulmaları bir zorunluluk halini almıştır.

Bu çalışmanın konusunu özel bir feldspat zenginleştirme tesisine ait flotasyon atığı numunelerin yeniden değerlendirilebilirliği oluşturmaktadır. Deneylere esas olan numuneler Muğla'da özel bir firmaya ait olan albit zenginleştirme tesisinden temin edilmiştir. Atık numuneleri üzerinde yapılan analizler sonucunda numunenin % 59,20 SiO_2 , % 19,92 Al_2O_3 , % 1,56 Fe_2O_3 , % 7,52 Na_2O , % 2,02 K_2O , % 1,90 TiO_2 içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Numunede ayrıca nadir toprak elementlerinin varlığı da belirlenmiştir. Özellikle itriyum, lantan, seryum ve neodimyum elementlerinin içeriklerinin; bu elementlerin yer kabuğundaki ortalama konsantrasyonlarından 10 kata kadar daha yüksek olduğu görülmüştür. Atık numuneleri üzerinde yapılan mineralojik çalışmalarda deneylere esas numunenin albit, mikroklin, kuvars, muskovit, rutil, apatit, zirkon, manyetit, limonit ve turmalin minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Yapılan kimyasal ve mineralojik incelemeler sonucunda titanyum içeren safsızlıkların -0,106 boyut grubunda en fazla serbestleşmeye uğradığı kanaatine varılarak serbestleşme boyutunun ise -0,1 mm olduğu belirlenmiştir.

Flotasyonla zenginleştirme işlemleri açısından TiO_2 'nin elektrokinetik özelliklerini belirlemek ve TiO_2 'nin pH'a bağlı zeta potansiyel profilini elde etmek amacıyla zeta potansiyeli ölçüm deneyleri yapılmıştır. Deney sonucu elde edilen ölçümler sonucunda TiO_2 'nin sıfır yük noktası (zero point of charge) yaklaşık 5,9 olarak hesaplanmıştır.

Flotasyon deneylerinde toplayıcı olarak kullanılacak reaktiflerin belirlenmesi amacıyla yapılan deneylerde R801, R825, R845 ve hydroxamate toplayıcı türleri denenmiştir. Reaktif cinsinin belirlenmesi için seçilen bu reaktiflerin hepsi feldspatik minerallerdeki rutil gibi ağır mineralleri yüzdürebilecek nitelikteki reaktiflerdir. Deneyler sonucunda en iyi sonuç alkyl succinate tipi bir toplayıcı olan R845 ile elde edilmiştir. R845 reaktifi oksihidril grubunda yer alan sulfo-succinate tipinde bir toplayıcıdır ve bu toplayıcılar rutil flotasyonunda son derece etkili oldukları bilinmektedir. Toplayıcı cinsleri arasından en iyi sonucun alındığı R845 ile devam edilen flotasyon deneylerinde tane boyutunun, şlam varlığının, toplayıcı miktarının ve pH'ın flotasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. En iyi sonuçlar -0,106+0,038 mm boyut grubunda 800 g/ton toplayıcı miktarı ve pH 3 ile elde edilmiştir. Optimum koşullarda yapılan flotasyon deneyinde mikatrcı % 6,01 oranında ve % 39 TiO_2 içerikli konsantre % 89,52 metal kazanma verimi ile kazanılmıştır.

Bu atıkların içerisindeki atıl durumda bulunan diğer mineral ve elementlerin potansiyel bir kaynak olarak değerlendirilmeleri; gerek ekonomiye bir katkı gerekse atık üretim miktarının azaltılarak çevre dostu madencilik anlayışının yerleştirilmesinde önemli bir etken olacaktır.

Kaynaklar

- Bayat, O., Arslan, V., Cebeci, Y., 2006. Combined application of different collectors in the flotation concentration of Turkish feldspars. *Minerals Engineering*, 19, 98-101.
- Bayraktar, I, Ersayın, S., Gulsoy, O. Y., 1997. Upgrading titanium bearing Na-feldspar by flotation using sulphonates, succinate and soaps of vegetable oils. *Minerals Engineering*, 1(12), 1363-1374.
- British Geological Survey, 2009, World Mineral Production 2003-07, ISBN: 978-0-85272-639-6
- D.P.T., 2001, Madencilik ÖİK Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sana-

- yii Hammaddeleri (Seramik Killeri-Kaolen-Feldspat-Pirofillit-Wollastonit-Talk) Çalışma Grubu Raporu, Ankara, ISBN: 75-19-2837-0
- Erdoğan, E., 1999. Feldspat ve Madencilğin Altyapı Problemleri, 3.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 14-15 Ekim 1999, İzmir, (s. 6-9)
- Hacıfazlıoğlu, H., Kursun, I., Terzi, M., 2012, Beneficiation of low-grade feldspar ore using cyclojet flotation cell, conventional cell and magnetic separator, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 48, 2, (s.381-392)
- Kursun I., 2010, Determination of Flocculation, Adsorption-Desorption Characteristics of Na-Feldspat Concentrate with Different Polymers, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 44, (s.126-141)
- Kursun I., Ipekoglu B., 1997, Concentration of Potassium Feldspars From Granite and Syenite Rocks, 5th Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology, 6-9 May 1997, Argentina, (s.61-64)
- Kursun I., Ipekoglu B., 1997, Removing The Fine Quartz Particals From the K-Feldspar Concentrate by Flotation, 7th Balkan Conference on Mineral Processing, Volume II, 26-30 May 1997, Romania, (s.92-95)
- Kursun I., Ipekoglu B., 2000, Recovery of Potassium Feldspars From Granite and Syenite Rocks in Turkey, The Arabian Journal For Science and Engineering, 25, 2B, (s.205-211)
- Kursun I., Ozkan S.g., Cıncı K., Eskıbalcı M.f., 2003, Application of Novel Flotation Process for Removal of Feldspathic Minerals From Quartz Sands, Proceedings of X Balkan Mineral Processing Congress, Mineral Processing in the 21st Century, 15-20 June 2003, Varna, Bulgaria , (s.137-140)
- Kursun I., Ozkan S.g., Cıncı K., Eskıbalcı M.f., 2004, Application of Novel Flotation Process for Removal of Feldspathic Minerals From Quartz Sands, Asian Journal of Chemistry, 16, 2, (s.937-941)
- T.M.M.O.B., 2007, Stratejik Araştırmalar Merkezi Çalışmaları Feldspat Raporu
- U.s. Geological Survey, 2009, Mineral Commodity Summaries: Feldspar

Makale Yazım Kuralları

1.Dergi Hakkında

MT Bilimsel, Türkiye'nin ilk ve tek madencilik ve yer bilimleri dergisi olan Madencilik Türkiye Dergisi'nin yayıncı şirketi MAYEB Madencilik ve Yerbilimleri Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şti. tarafından çıkarılmaktadır.

MT Bilimsel'de yayınlanması için hazırlanan makaleler daha önce yayınlanmamış özgün yazı, derleme yazı, teknik notlar ve tartışma yazıları niteliğinde olmalıdır. Yazının MT Bilimsel'e gönderilmesi, daha önce basılmamış veya başka bir yerde incelemede olmadığı kabulü anlamına gelmektedir.

Maden, petrol, doğal gaz, jeotermal gibi her türlü yer altı kaynakları konusunda ve alt dallarında; ilk kez yazarı tarafından açıklanan teorik ve pratik çalışmaları içeren yazılar **özgün yazı**, daha önce yapılmış çalışmaları eleştirel bir yaklaşımla derleyip o konuda yeni bir görüş ortaya koyan yazılar **derleme yazısı**, devam eden bir çalışmanın ön notları, önceden yapılmış bir çalışmanın uzantısı, sınırlı bir çalışmanın tam anlatımı, özel bir uygulamanın ya da uygulanan deneysel bir işlemin tanıtımı şeklinde çalışılan bilimsel içerikli yazılar **teknik not**, dergide daha önce yayımlanan yazılara okurlardan gelen eleştiriler, katkılar ve bu eleştirilere yazar tarafından verilen yanıtları içeren yazılar da **tartışma yazısı** olarak adlandırılır.

2.Yazıların Telif Hakları

MT Bilimsel'de yayınlanan makalelerin telif hakları MAYEB'e aittir. Yazının yayına kabulünün ardından Yayın İdare Merkezi (YİM) tarafından sorumlu yazara elektronik ortamda "telif hakkı devir sözleşmesi" gönderilir. Bu sözleşme ile dergide yayınlanan yazılar, yazarları adına koruma altına alınmış olur ve başka bir yayın organında yayınlanamaz. Telif hakkının devredildiğine ilişkin bu belgenin imzalanarak YİM'e gönderilmesiyle makale yayın için hazırlanır. Sözleşme YİM'e ulaşmadan, makale kabul edilmiş olsa bile dergide yayınlanmaz.

3.Yazıların Hazırlanması

MT Bilimsel Türkçe ve İngilizce yayınları kabul etmektedir. Yazarların ana dillerinin Türkçe olmaması durumunda, yazıların başlığı, özeti, çizelge ve şekillerin açıklamaları editörlükçe Türkçe'ye çevrilir.

Makalelerin MS Word formatında ve aşağıda verilen düzen çerçevesinde hazırlanması gerekmektedir.

3.1 Makale Bölüm Sıralaması

Makaleler aşağıdaki başlık sıralamasına uygun bir biçimde hazırlanmalıdır.

- Özet
- Abstract
- Giriş
- Ana Başlık
- Alt Başlıklar

Sonuçlar ve Tartışma
Katkı Belirtme ve Teşekkür
Referanslar

3.1.2 Başlık

Yazının başlığı, olabildiğince kısa ve çalışmanın içeriğini net bir şekilde yansıtmalıdır. Başlığın mutlaka İngilizcesi de bulunmalıdır. Türkçe başlık 14 punto, koyu (bold), satır arası tek ve yalnızca kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde; İngilizce başlık ise 11 punto, italik, satır arası tek ve yalnızca kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde yazılmalıdır. İngilizce hazırlanmış yazılarda ise yukarıda belirtilenlerin tersi uygulanmalıdır.

3.1.2 Yazarlar

Yazarların ad - soyadları açıkça ve yalnızca ilk harfler büyük olacak şekilde yazılmalı, çalışılan kuruluş isimleri, yazar soyadının sonuna konulacak bir numara ile bir alt satırda italik olarak belirtilmelidir. Birden fazla yazar bulunan makalelerde “Sorumlu Yazar” soyadının sonuna konulacak “ * ” işareti ile belirtilmelidir. Yazarların elektronik posta adresleri de italik olarak belirtilmelidir.

Sorumlu Yazar: Birden fazla yazara sahip makalelerde YİM ile iletişimde kalacak kişidir. Özellikle belirtilmediyse, yayına kabul aşamasında yazışmalar hangi yazar ile gerçekleştirildiyse, o kişi sorumlu yazar olarak kabul edilir. Sorumlu yazarın telefon, faks elektronik posta adresi ve posta adresi YİM’e bildirilmelidir. İletişim bilgilerinin, sorumlu yazar tarafından güncel tutulması gerekir.

Bu bölümdeki tüm karakterler 11 punto büyüklüğünde, tek satır arası bırakılarak hazırlanmalıdır. Yalnızca belirteçler üslû olarak yazılmalıdır. Örnek yazar adı yazımı aşağıdaki şekildedir:

C. Okay Aksoy^{1*}, Bülent Kaypak²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Müh. Bölümü, İzmir

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, Ankara

* Sorumlu Yazar: okay.aksoy@deu.edu.tr

3.1.3 Özet, Abstract ve Anahtar Kelimeler

Özet ve Abstract bölümünün toplamı 400 kelimeyi geçmemelidir. Özet, araştırmanın amacını ve başlıca sonuçları belirtmelidir. Özette kaynaklara atıfta bulunulmamalıdır. Ayrıca, standart olmayan ya da seyrek kısaltmalardan kaçınılmalıdır. Kısaltma kullanılması zorunlu ise özeti içinde tanımlanması gerekir.

Türkçe hazırlanmış yazılarda “Özet”ten sonra "Abstract (İngilizce Özet)" yer almalıdır. Abstract italik olmalıdır. İngilizce makalelerde Abstract önce, italik yazılmış Türkçe Özet sonra yer almalıdır.

Anahtar kelimeler/Key words, özeti ve abstract’ın ayrı ayrı hemen altında yer almalıdır. En az iki en fazla altı kelime kullanılmalıdır. Özet için Türkçe, Abstract için İngilizce olarak verilmelidir. Yalnızca alanıyla direkt ilgisi olan anahtar kelimeler uygun olabilir. Anahtar kelimeler, alfabetik sırayla, küçük harfle (ilk anahtar kelimenin ilk harfi büyük) yazılmalı ve aralarına virgül konmalıdır. Teknik not ve tartışma türü yazılarda anahtar kelimelerin verilmesine gerek yoktur.

3.2 Makalenin Ana Gövdesi

A4 kağıdı boyutlarına (21,0 x 29,7 cm) ayarlanmış MS Word sayfası üzerindeki yazı alanı, tüm kenarlardan 2,5 cm boşluk bırakılarak düzenlenmelidir. Yalnızca yazının başlığının ve yazar isimlerinin bulunduğu ilk sayfada üstten 5,0 cm, sağ, sol ve alt kenarlardan yine 2,5 cm boşluk bırakılmalıdır. Bu şekilde ayarlanan ilk sayfaya başlık, yazar isimleri, çalışılan kurum, iletişim bilgileri, özet, abstract (özet ve abstract toplam 400 kelimeyi geçmemelidir) ve anahtar kelimeler sığmış olmalıdır. Yazarlara kolaylık olması açısından bu ilk sayfa ana yazıdan ayrıca hazırlanarak gönderilebilir.

Makale yazımında, Times New Roman yazı karakteri kullanılmalıdır. Karakterler 12 punto büyüklüğünde, satır aralıkları 1,5 nk olmalıdır. Sayfa yapısı tek kolon, yazı sayfanın her iki tarafına yaslanmış şekilde kaydedilmelidir. Ayrıca tüm sayfalara numara verilmelidir.

3.2.1 Başlıklar ve Bölüm Numaralandırmaları

Metinde kullanılan değişik türde başlıklar aşağıdaki şartlarda ve tüm başlıklar sayfanın sol kenarında verilmelidir. Tüm başlıklar yalnızca ilk harfleri büyük ve koyu (bold) olarak yazılmalıdır,

Makale, açıkça tanımlanmış ve numaralandırılmış bölüm ve alt bölümlere ayrılmalıdır. Alt bölümler 1.1 (1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, vb. şekilde numaralandırılmalıdır. Özet, numaralandırılmış bölümlere dahil edilmemelidir. Herhangi bir alt bölüme kısa bir başlık verilebilir. Her başlık kendi başına ayrı bir satır üzerinde görünmelidir.

3.2.2 Giriş

Giriş bölümü, araştırmanın amacı ve konu ile ilgili geçmiş çalışmaların sunulduğu, yazıyı okumaya hazırlayan ve yazının genelini anlaşılmasını kolaylaştıran bilgilerden oluşmalıdır.

3.2.3 Gereç ve Yöntemler

Çalışmanın tekrarlanabilmesi için yeterli ayrıntıyı sağlayan bölümdür. Önceden yayınlanmış yöntemler referans olarak belirtilmelidir.

3.2.4 Tartışma ve Sonuçlar

Bu bölümde çalışmanın sonuçları ve önemi tartışılarak açıklanmalıdır.

3.2.5 Ekler

Birden fazla ek varsa, bunlar A, B, vb. şekilde belirtilmelidir. Formül ve denklemler için ayrı bir numaralandırma yapılmalıdır: Eş. 1, Eş. 2 vb. Aynı işlem tablo ve resimler içinde yapılmalıdır: Tablo 1; Şekil 1, vb.

3.2.6 Katkı Belirtme ve Teşekkür

Katkı belirtme ve teşekkür bölümü, makalelerin ilk gönderiminde belirtilmemeli, çalışma yayına kabul edildikten sonra son düzenlemeler yapılırken eklenmelidir. Teşekkür, referanslardan önce, makalenin sonunda ayrı bir bölüm olarak toparlanmalıdır. Teşekkür, araştırma sırasında yardım sağlayan (makaleyi okuma, yazma, dil yardımı vb.) bireylere ve/veya kuruluşlara, olabildiğince kısa ve öz bir şekilde belirtilmelidir.

3.3 Kaynaklar ve Atıflar

3.3.1 Metin İçinde Atıf

Metin olarak gösterilen her referans, aynı zamanda referans listesinde de bulunmalıdır (veya tam tersi). 'Baskıda' gibi bir referans, atfın yayına kabul edildiği anlamına gelmektedir.

3.3.2 Referans Şekli

Metin içinde atıfta bulunulan tüm yayınlar, metni takip eden referans listesinde sunulmalıdır.

3.3.3 Metin

Metin içinde her referansta bakılmalıdır:

1. Tek Yazar: yazarın soyadı ve yayın yılı;
2. İki yazarlı: iki yazarın soyadları ve yayın yılı;
3. Üç ya da daha çok yazarlı yayınlarda ilk yazarın soyadından sonra "ve ark." ve yayın yılı.

Atıflar doğrudan (ya da parantez) içinde yapılabilir. Kaynak grupları ilk olarak alfabetik sırayla, sonra kronolojik olarak listelenmiş olmalıdır.

Örnekler olarak; (Aksoy, 1999; 2004a; 2008b; Aksoy ve Köse, 1995; Geniş ve ark., 2010; Kramer ve ark., 2000).

3.3.4 Kaynakların Listelenmesi

Kaynaklar alfabetik olarak, gerekirse daha sonra kronolojik sıraya göre dizilmelidir. Aynı yıl aynı yazar (lar) 'dan birden fazla referans yayınlandığında, yayınlandığı yıldan sonra konulan "a", "b", "c", vb. harfleri ile gösterilmelidir. Kaynakça için bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Basılmış Dergiye Referanslar

Aksoy, C.O., 2008b. Chemical injection application at tunnel service shaft to prevent ground settlement induced by ground water drainage: a case study. International Journal of Rock Mechanic and Mining Sciences. 45(3), 376-383.

Kitaba Referanslar

Hoek, E., Kaiser, P.K., Bawden, W.F., 1995. Support of Underground Excavations in Hardrock. Rotterdam, Balkema.

Düzenlenmiş Bir Kitaptaki Bölüme Referans

ISRM The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974–2006. Ulusay R, Hudson JA, editors. Ankara: Kozan Ofset; 2007.

Raporlar ve Tezler

Demirok, Y, 1978. Muğla-Yatağan Linyit Sahaları Jeoloji ve Rezerv Ön Raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayınlanmamış).

Tuna, K., 2011. Stratejik ve Kritik Madenlere İlişkin Küresel Politikalar Çerçevesinde Türkiye'deki Stratejik ve Kritik Madenlerin Ulusal Güvenliğe Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı, Çanakkale, Yüksek Lisans Tezi, 240 s (yayınlanmamış).

Kişisel Görüşme

Aksoy, O., 2005. Kişisel görüşme. Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

İnternet Kaynakları

USGS, Chromium Statistics and Information, 2011.

www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/chromium/ (Erişim Tarihi: 01.01.2012)

4. Dikkat Edilmesi Gereken Diğer Konular

4.1 Kısaltmalar

Alanında standart olmayan kısaltmalar, makalenin ilk sayfasında yerleştirilmek üzere bir dipnot olarak tanımlanmalıdır. Kısaltmalarda metin içinde tutarlı olunması gerekmektedir.

4.2 Birimler

Uluslararası kabul görmüş kuralları ve gelenekleri izlenmelidir. Uluslararası birimler sistemi (SI) kullanılmalıdır. Diğer birimler belirtilmişse, lütfen SI birim sistemine eşitliğini veriniz.

4.3 Matematik Formüller

Mevcut basit formüllerde, normal metin içinde küçük kesirli koşullar için yatay bir çizgi yerine "solidus" (/) kullanılmalıdır. Örneğin, (X / Y). Prensiplerde, değişkenler italik olarak sunulur. e'nin kuvvetleri (exp) kullanılarak belirtilmelidir. Herhangi ardışık şekilde numaralandırılıp atıf yapılmış denklemler metinden ayrı bir şekilde belirtilir. Eşitliklerde kullanılan alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterle yazılmalıdır (örneğin; CO₂, x²).

4.4 Dipnotlar

Dipnotlar gerekmedikçe kullanılmamalıdır. Makale boyunca sırayla üstsimge numaraları kullanarak sıralayınız.

4.5 Tablo Dipnotları

Bir tabloda her bir dipnotu üst simge küçük harf ile belirtiniz.

4.6 Şekil, Çizim ve Fotoğraflar

Tek tip yazı ve boyutlandırma kullanılmalıdır. Metin çalışmanın içine grafik olarak kaydedilmelidir. Sadece resimlerde belirtilen yazı tipini kullanılmalıdır; Arial, Courier, Times New Roman, Sembol. Çizimlerin metin içinde sıralandırılması gerekir. Çalışma dosyaları mantıksal bir adlandırma kuralı içinde adlandırılmalıdır. Çizimler için ayrı ayrı başlık verilmelidir. Her şekli ayrı bir dosya olarak gönderilmelidir.

Çizim, grafik ve fotoğraf gibi tüm şekiller yüksek kalitede basılmış olarak "Şekil" başlığı altında ve metin içinde anıldıkları sırayla numaralandırılarak verilmelidir. Şekil numaraları sayfanın sağ üst köşesine yazılmalı, ayrıca şekiller küçültülüp büyütülebilecek halde sunulmalıdır.

Şekiller için en büyük boyut, şekil başlığını da içerecek biçimde 15,8 cm (genişlik) x 22,5 cm (uzunluk) olmalıdır. Tüm şekillerin Dergi'nin tek kolonuna sığacak boyutlarda hazırlanması önerilir. Özellikle haritalar, araziyle ilgili çizimler ve fotoğraflar, sayısal ölçek (1:25000 vb.) yerine, metrik sisteme uygun çubuk ölçekle verilmelidir. Tüm haritalarda kuzey yönü gösterilmelidir. Bölgesel haritalarda, uygun olduğu takdirde, ulusal grid veya enlem/boylam değerleri verilmelidir. Harita açıklamaları, şekil başlığıyla birlikte değil, şeklin üzerinde yer almalıdır. Fotoğraflar, çizimler veya bunların birlikteliğinden oluşan şekiller (a), (b) vb. gibi gruplar halinde verilebilir. Şekillerde açık, gölge ve tonlarından kaçınılmalı, özellikle bilgisayar programlarından elde edilen grafiklerde bu hususa dikkat edilmelidir. Tüm şekiller, Şekil 1 veya Şekil 1 ve 2 (birden fazla şekle değiniliyorsa) gibi ve metinde anıldıkları sırayla numaralandırılmalıdır.

Fotoğraflar mümkün olduğunca net ve aydınlık olmalıdır. Fotoğraflar ilk başvuruda normal çözünürlükte ve yazı içerisinde ilgili yerlerine yerleştirilerek gönderilmelidir. Makale yayına kabul edildikten sonra tüm fotoğraflar en az 300 dpi kalite ile makaleden ayrı bir şekilde gönderilmelidir.

4.7 Şekil Başlıkları

Her şekil ve resimde bir başlık olmalıdır. Başlıklar, şekillerin kaynağından ayrı olmalıdır. Bir başlık, kısa bir başlık ve şeklin bir açıklamasını içermelidir. Kullanılan tüm semboller ve kısaltmaları açıklanmalıdır.

4.8 Tablolar

Tablolar, ardışık şekilde numaralandırılmalıdır. Dipnotlar, tabloya gömülmeli ve üst simge küçük harfler ile belirtilmelidir. Dikey yazımdan kaçınılmalıdır.

5. Makalelerin Dergiye Gönderilmesi

Yazılar ikinci bir duyuruya kadar aşağıdaki editörlere elektronik posta yoluyla gönderilecektir.

Baş Editör: C. Okay Aksoy (Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
o.aksoy@mtbilimsel.com

Madencilik Türkiye Dergisi Temsilcisi: Onur Aydın (Madencilik Türkiye Dergisi)
onur@mtbilimsel.com

6. Yayına Kabul Edilen Makaleler Hakkında

Makalelerin yayına kabul edilmesi halinde editörlük tarafından yazarla iletişime geçilecektir. Çalışmanın yayına kabulünün yazara bildirilmesinin ardından yazarlar, editörlük tarafından belirtilen süre içerisinde, makalelerinin bu yazım kılavuzuna göre düzenlendiği ve editörya tarafından istenen diğer düzenlemelerin yapıldığı son kopyasını YİM'e göndermelidir.

Article Writing Norms

1. About Journal

MT Scientific is published by Turkey's first and only mining and earth sciences journal Mining Turkey's publisher company MAYEB, Mining and Earth Sciences Publication Release Distribution Co. Ltd.

Articles which are prepared to be published in MT Scientific should be unpublished, research articles, edited articles, technical notes and discussion articles. Sending a paper to MT Scientific means the recognition that the paper has never been published or reviewed before in any other magazine.

Papers about any underground resources like mine, petrol, gas, geothermal or about their subfields; articles including theoretical and practical studies firstly mentioned by the author are called **Original Research Article**, articles editing earlier studies with a critical approach and giving new insights about the subject are called **Review Articles**, pre-notes of an ongoing study, extensions of earlier studies, whole presentation of a limited study, articles as an introduction of a specific application or an applied scientific operation are called **Technical Notes** and articles including critics or contributions made by readers on a paper published in a magazine and responses given by the author about those critics are called **discussion articles**.

2. Copyrights of Articles

Copyrights of the papers published in MT Scientific are owned by MAYEB. After the acceptance of the paper for publication, Publication Management Center (PMC) sends a "copyright transfer contract" to responsible author in electronically environment. With this contract, articles published in magazine are put under protection on behalf of the author and cannot be published in an another media organ. With signing this document, indicating the transfer of the copyright and sending it to PMC, the article is prepared for publication. Even if the article is accepted for publication, if the contract is not got through to PMC, the article cannot be published.

3. Preparation of the Articles

MT Scientific accepts papers written in Turkish and English. If the authors are not native Turkish speakers, headline of the article, summary, presentations of the tables and shapes are translated in Turkish by the editorship.

Articles should be written in MS Word format and within the scope of the orders given below.

3.1 Article Outline

- Summary
- Abstract
- Introduction
- Main Topic
- Subtitles
- Conclusion and Discussion

Contributions and Thanks References

3.1.2 Headline

Main headline should be as short as possible and should identify the content transparently. Headline should also be able to be translated into English. Turkish headline should be written in 14 font size, bold, single-spaced and only the word's first letters capitalized; English headline should be written in 11 font size, italics, single-spaced and only the word's first letters capitalized. In English articles, vice versa should be done.

3.1.2 Authors

Author's name and surname should be clearly written and first letters should be capitalized, firms worked in should be stated after author's surname with a number in low line with italics. If there are multiple authors, "Responsible Author" should be indicated by adding " * " symbol after his/her surname.

Responsible Author: In articles with multiple authors, he is the one who communicates with PMC. If not indicated specifically, the author with whom correspondences are made during the publication acceptance phase is considered responsible author. Responsible author's phone and fax number, e-mail address and postal address should be informed to PMC. Contact information of the responsible author should be kept up-to-date.

All characters in this section should be in 11 font size, single-spaced. Only the indicators should be written exponentially. Sample writer name and orthography should be as below:

C. Okay Aksoy^{1*}, Bülent Kaypak²

¹*Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Department of Mining Engineering, İzmir*

²*Ankara University,, Engineering Faculty, Department of Geophysical, Ankara*

* *Responsible Author: okay.aksoy@deu.edu.tr*

3.1.3 Summary, Abstract and Key Words

Summary and abstract part shouldn't consist of more than 400 words as a whole. Summary should indicate the author's aims and primary results. In summary, references shouldn't be addressed to. Non-standard and scarce abbreviations should also be avoided. If an abbreviation is compulsory, it should be identified.

In Turkish articles, after the "Summary", there should be an "Abstract". Abstract should be written in italics. In English articles, Abstract should be placed before Turkish Summary and be written in italics.

Key words should be placed just below the summary and abstract separately. There should be at least two and at most six keywords. Keywords should be in Turkish for summary and English for abstract. Only the subject related keywords can be appropriate. Keywords should be written in alphabetic order with lower case (first word's first letter is in upper case) and there should be a comma between them. In technical notes and discussion articles there is no need for keywords.

3.2 Outline of the Article

Writing field on MS Word page which is adjusted as an A4 paper (21,0 × 29,7 cm) should be organized with 2,5 cm margins from all sides. Only the first page on which the headline and the author names are written has 5,0 cm margin from the top and 2,5 cm margins from the other sides. Headline, authors' names, firms worked in, contact information, summary, abstract (summary and abstract should not exceed 400 words as a whole) and keywords should be fitted into this organized page. For convenience, the author can send this first page early on, separately from the main article.

Times New Roman font should be used for articles. Characters should be 12 font sized and line spacing should be 1,5 pt. Page setup should be single columned, and should be saved justified to both sides. Each page should be given a number as well.

3.2.1 Headings and Numbering the Sections

Diverse headings in an article should be given as below order and left justified. All headings should be written bold with only their first letters in upper case,

Article should be cut into transparently identified and numbered sections and sub-sections. Sub sections should be numbered as 1.1 (1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. Summary should not be attached to these numbered sections. Any sub-section can be given a short heading. Each heading should stand on it's own line separately.

3.2.2 Introduction

Introduction part should include information about the aim of the author and earlier studies on same subject and moreover should prepare the reader for the article by giving some general clues about the subject.

3.2.3 Instruments and Methods

This part supplies adequate detail to make the study quotable. Earlier published methods should be stated as reference.

3.2.4 Discussion and Conclusions

In this section conclusions and importance of the study should be mentioned argumentatively.

3.2.5 Appendixes

If there are multiple appendixes, those should be indicated as A, B, etc. Formulas and equations should be numbered separately: Eq. 1, Eq. 2 etc. Same should be done for tables and images too: Table 1; Image 1, etc.

3.2.6 Contributions and Thanks

Contributions and thanks section should not be attached to article at first post but after the acceptance of the article, it should be attached to article by making post normalizations.

Thanks should be stated separately at the last of the article before references. Thanks should be sent to aide (reading, writing and language help etc.) people or firms as short as possible.

3.3 Resources and References

3.3.1 Internal references in article

All internal references should be indicated in reference list as well (or vice versa). A reference as 'In-print' means the article is accepted for press.

3.3.2 Form of Reference

All internal references should also be indicated in reference list as well.

3.3.3 Text

These points should be taken into account at every internal reference:

1. One Author: author's surname and print year;
2. Two authors: two author's surnames and print year;
3. If there are three or more authors in an article, after the first author's surname "et al." and print year.

References can be done directly (or in brackets). Resource groups should firstly be listed alphabetically, then chronologically.

As a sample; (Aksoy, 1999; 2004a; 2008b; Aksoy ve Köse, 1995; Geniş et al., 2010; Kramer et al., 2000).

3.3.4 Listing of Resources

Resources need to be listed firstly alphabetically, then chronologically. If there are multiple author's quoted articles in same year, those should be indicated with "a", "b", "c", etc. letters after print year. Some samples for resources are listed below.

References Printed To Magazine

Aksoy, C.O., 2008b. Chemical injection application at tunnel service shaft to prevent ground settlement induced by ground water drainage: a case study. *International Journal of Rock Mechanic and Mining Sciences*. 45(3), 376-383.

References Printed To Book

Hoek, E., Kaiser, P.K., Bawden, W.F., 1995. *Support of Underground Excavations in Hardrock*. Rotterdam, Balkema.

References To An Edited Part Of A Book

ISRM The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974–2006. Ulusay R, Hudson JA, editors. Ankara: Kozan Ofset; 2007.

Reports and Theses

Demirok, Y, 1978. Muğla-Yatağan Lignite Fields Geology and Reserve Pre-Report. MTA Compilation No:6234, 17 p (unpublished).

Tuna, K., 2011. Turkey's Strategic and Critical Ore's Effects on National Security within the Frame of Politics Related to Strategic and Critical Ores. Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Social Sciences, Department of Internal, Çanakkale, Postgraduate Thesis, 240 p (unpublished).

Personal Dialogue

Aksoy, O., 2005. Personal Dialogue. Dokuz Eylül University, Department of Mining Engineering, İzmir, Turkey

Internet Resources

USGS, Chromium Statistics and Information, 2011.
www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/chromium/ (Erişim Tarihi: 01.01.2012)

4. Other Points to Take into Account

4.1 Abbreviations

Non-standard abbreviations should be placed at first page, defined as footnotes. Abbreviations should be coherent with the text.

4.2 Scales

Internationally accepted rules and customs should be followed. The International System of Units (SI) should be used. If there are different scales, please mention their SI equivalents.

4.3 Mathematical Formulas

In present basic formulas, for fractional expressions in text, “solidus” (/) should be used rather than a horizontal line. For example, (X/Y). In principles, variables are presented in italics. e's powers should be given with the use of (exp). Any referred, sequentially numbered equations are indicated separately from the text. Subscripts and superscripts used in equalities should be indicated explicitly and in lower character fonts (for example; CO₂, x²).

4.4 Footnotes

Footnotes shouldn't be used if unnecessary. List the footnotes in the course of article with superscript numbers.

4.5 Table Footnotes

In a table indicate each footnote with a superscript letter.

4.6 Image, Drawing and Photos

Writing font and size should be monotype. Text should be saved into article as a graph. Only the typefont mentioned in the image should be used; Arial, Courier, Times New Roman, Symbol. Drawings should be numbered in text. Working files should be named within a logical naming rule. Drawings should be headlined separately. Each graph should be sent as different files.

Images such as drawings, tables and photos, printed in high quality should be given under the title of “Image” and should be given according to their cited numbers in text. Image numbers should be written at the right top of the page, in addition images should be given shrinkable and extendable.

Maximum size for images with heading should be in 15,8 cm (width) x 22,5 cm (length). It is suggested that all images are prepared to be scaled-to-fit to a single column of the magazine. Especially the maps and drawings and photos of the lands should be given with linear scale suitable with metric system rather than numerical scale (1:25000 etc.). Northern direction should be indicated in all maps. In regional maps, if possible, national grid or latitude/longitude units should be given. Map explanations should be given above the image separately from image heading. Photos, drawings or images composed of each can be given as groups like (a), (b) etc. Toning the images with tinting and shading should be avoided, especially for the images generated from computers; this should be taken into account. All images should be numbered as cited in the text as Image 1 or Image 1 and 2 (if more than one image is mentioned).

Photos should be as explicit and bright as possible. Photos should be sent in normal quality and placed in it's related section at the first application. After the acceptance of the article for publishing, all photos should be sent separately from the article with at least in 300 dpi quality.

4.7. Image Headings

Each image and picture should have a heading. Headings should be different from the image's resources. A heading should include a short heading and an explanation of the image. All symbols and abbreviations used should be identified.

4.8 Tables

Tables should be named sequentially. Footnotes should be embedded into tables and should be mentioned with superscript lower case letters. Vertical writing should be avoided.

5. Posting the Article to Magazine

Articles should be sent to editors below with e-mail till further notice.

Editor in Chief: C. Okay Aksoy (Dokuz Eylül University Department of Mining Engineering)
o.aksoy@mtbilimsel.com

Madencilik Türkiye Magazine Agent: Onur Aydın (Madencilik Türkiye Magazine)
onur@mtbilimsel.com

6. About the Articles Accepted for Printing

Editorship communicates with the author if the article is accepted for printing. After the acceptance of the article for the publication, the author should prepare the article according to this spell check, in time given by the editorship and send the last copy to PMC after doing other editings according to the other requirements of the editorship.