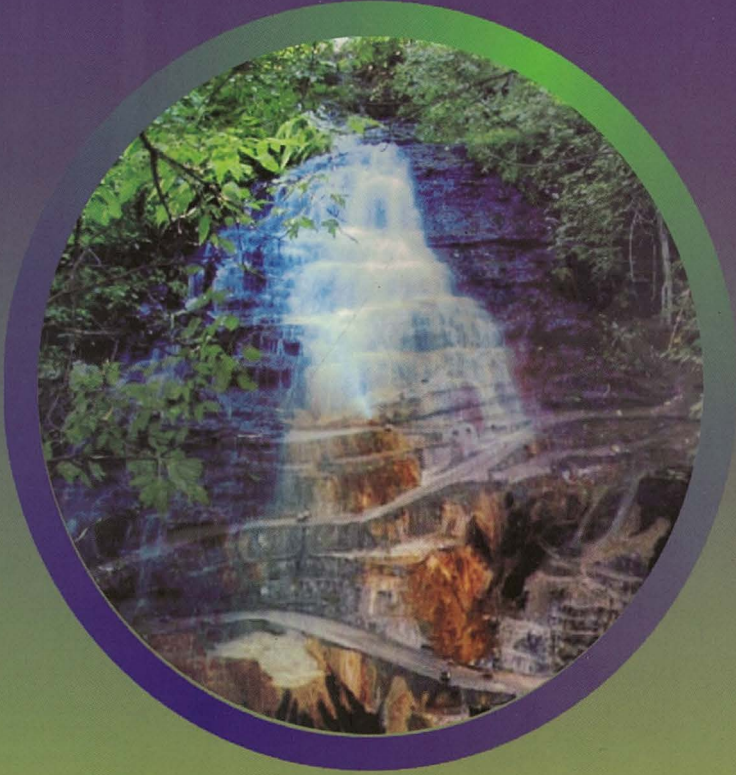


MADENCİLİK VE ÇEVRE SEMPOZYUMU

5-6 Mayıs 2005

Ankara Ticaret Odası Konferans Salonu
Söğütözü/ANKARA



TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MADENCİLİK VE ÇEVRE SEMPOZYUMU

**5-6 Mayıs 2005
Ankara**



**TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI**

©Tüm hakları saklıdır. TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın bu kitap ya da kitabın bir kısmı herhangi bir biçimde yayınlanamaz.

ISBN: 975-395-860-9

ADRES :

TMMOB Maden Mühendisleri Odası

Selanik Caddesi No:19/3

06650 Kızılay – ANKARA

Tel : 0 312 425 10 80 – 418 36 57

Faks : 0 312 417 52 90

Web: www.maden.org.tr

E-Posta: maden@maden.org.tr



TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

YÖNETİM KURULU

Mehmet TORUN
Nahit ARI
Nejat TAMZOK
Yusuf Ziya AKGÖK
Ali ÖNEMLİ
A. Çağatay DİKMEN
Ebru KUMRU ÖZDEN

YÜRÜTME KURULU

Dr. Ali İhsan AROL
Nahit ARI
Ersan DEĞERLİ
A. Çağatay DİKMEN
Fatih ERKAL
M. Oğuz GÜNER
Mehmet KARADENİZ
Ebru KUMRU ÖZDEN
Ahmet Oğuz ÖZTÜRK
Zeynep SENER
Oğuz SÖNMEZER
Nejat UTKUCU

BİLİM KURULU

Dr. Nevin AKPINAR
Dr. Ali İhsan AROL
Dr. İrfan BAYRAKTAR
Dr. Haluk ÇERİBAŞI
Dr. Filiz B. DİLEK
Dr. Mehmet Ali HİNDİSTAN
Dr. Ayşegül LATİFOĞLU
Dr. Erdal ÜNAL
Dr. Caner ZANBAK

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR

Ankara Ticaret Odası

GEMAD

Ercan Madencilik Grubu

Tüprag Metal Mad. San. ve Tic. Ltd. Şti.

Agrega Üreticileri Birliği

Türkiye Taşkömürü Kurumu

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu

MTA Genel Müdürlüğü

Çevre ve Orman Bakanlığı

Çim Beton Sanayi

ÖNSÖZ

“Çevre”; sürekli gündemde olan, çok sayıda ulusal ve uluslararası yasa ile düzenlenen, çok taraflı anlaşmalara konu olan ve titizlikle ele alınması gereken bir alandır.

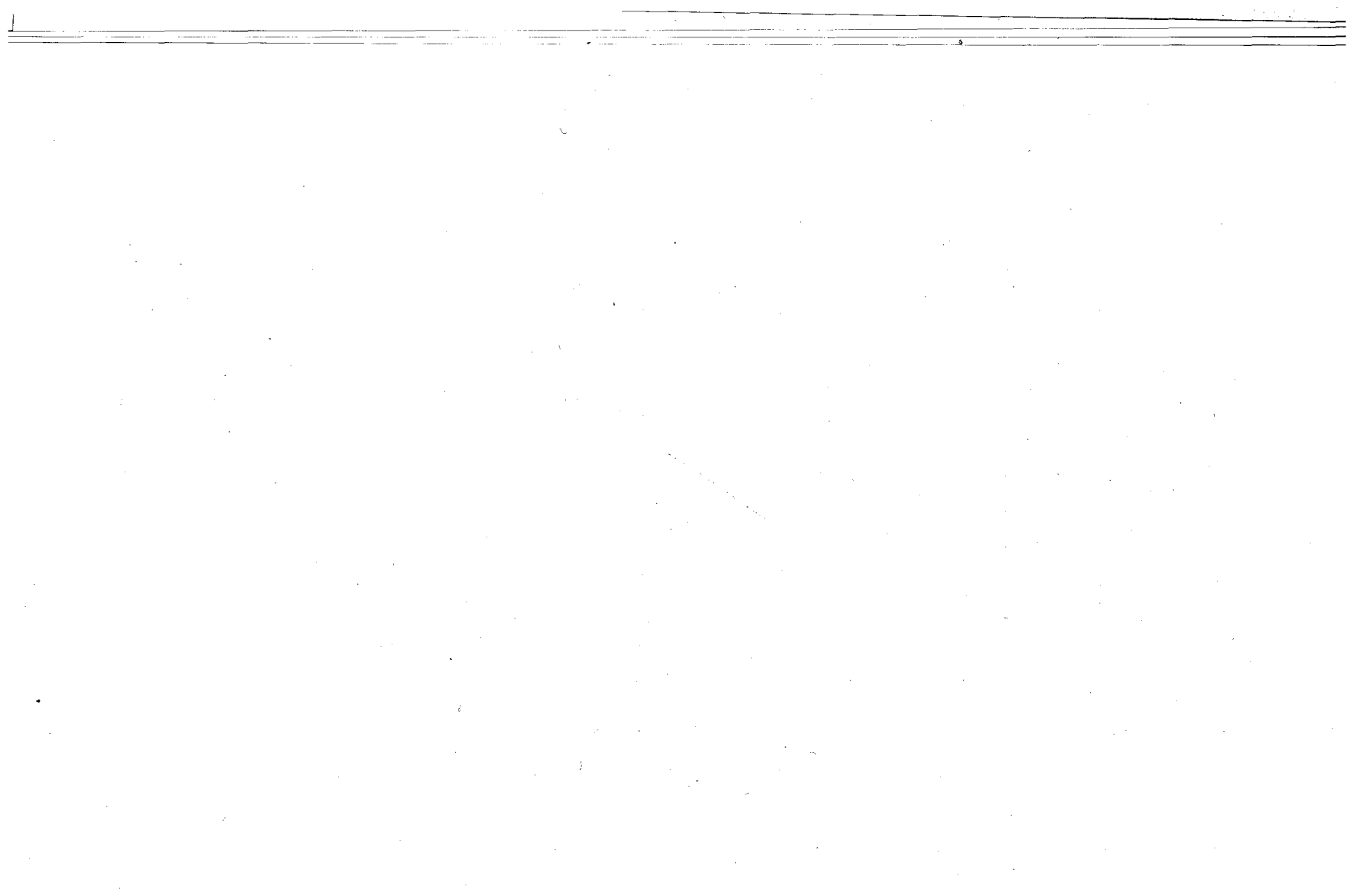
Madencilik ve çevre ilişkisi son yıllarda ilgi odağı olmuştur. Evrensel boyutta sürdürülebilir kalkınma gereksinimi, toplumsal çevre duyarlılığının gelişmesi ve yasal düzenlemeler nedeniyle, çağdaş madencilik uygulamalarında çevre yönetiminin önemi giderek artmış ve artmaya da devam edecektir.

TMMOB Maden Mühendisleri Odası, madenlerimizin ülke yararı doğrultusunda ve çevre ile uyum içerisinde işletilmesini toplumsal bir görev ve mesleki bir sorumluluk saymaktadır. Bu görev ve sorumluluk anlayışı ile, maden işletmelerinin çevre yönetimi konusunda karşılaştıkları sorunlara ışık tutabilmesi, bu alanda yapılmış çalışmaların daha geniş kitlelere aktarılacak doğru uygulamaların yaygınlaştırılması amacıyla Madencilik ve Çevre Sempozyumu düzenlenmiştir.

Bu sempozyum kapsamında, ulusal ve uluslararası çevre ve madencilik mevzuatı, sürdürülebilir kalkınma ve madencilik, madencilikte çevreye duyarlı üretim ve teknolojiler, çevre sorunları ve önlemler, çevre yönetimi, risk yönetimi, çevre sağlığı ve güvenliği, madencilik faaliyetleri sonrası bozulan sahaların geri kazanımı, örnek uygulamalar gibi konularda toplam 25 bildiri sunulmuş, Çevre Mevzuatı, Çevre Hareketleri ve Madencilik konusunda bir panel ve madencilikte örnek çevre uygulamaların yer aldığı bir sergi düzenlenmiştir.

5-6 Mayıs 2005 tarihleri arasında Ankara Ticaret Odası salonlarında düzenlenen Çevre ve Madencilik Sempozyumu'nda sunulan ve bu kitapta toplanan bildirilerin, başta madencilik olmak üzere ilgili sektörlerle yararlı olmasını dileriz.

Madencilik ve Çevre Sempozyumu
Yürütme Kurulu
Mayıs 2005



İÇİNDEKİLER

Çevre Mevzuatında Madencilik Sektörü <i>E.Değerli, A.Ç.Dikmen</i>	1
Madencilik Faaliyetlerinin Çevresel Boyutu ve Mevzuatımızdaki Gelişmelerin Değerlendirilmesi <i>M. Demirçin, A. Çalik</i>	11
Avrupa Birliğinde Madencilik Politikalarının Gelişimi ve Madencilik Faaliyetlerini Çevreleyen Çevre Mevzuatı <i>N. Karapınar</i>	23
Kalkınmanın Sürdürülebilirliği Işığında Madencilik <i>C. Zambak</i>	31
Sürdürülebilir Madencilik ve Çevre: Örnek Bir Model <i>K.S.Koldaş</i>	39
Madencilikte Çevre Yönetim Sistemi Uygulaması:TS EN ISO 14001 <i>H. Bektaş</i>	43
İş Emniyeti, Sağlık ve Çevre Yönetim Sistemi Konsepti ve Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş. (ÇBI)'deki Uygulaması <i>B. Şahin</i>	51
Yeraltı Madenlerinde Atık Depolamada Teknolojik ve Yasal Düzenlemeler <i>A. Özarslan</i>	59
Açık Ocak Madencilği Sonrası Onarım Çalışmalarında Peyzaj Mimarlarının Rolü <i>D. Özbey</i>	69
Endüstriyel Hammaddelerde Çevre Sorunları ve Çözümleri <i>İ. Bayraktar</i>	73
Madencilikte Sıfır Atıklı Üretim <i>A.İ. Arol</i>	83
Asit Maden (Kaya) Drenajında Aktif ve Pasif Çözüm Yöntemleri <i>M. Karadeniz</i>	91
Pomza ve Hidrojen Peroksitle Siyanürün Bozundurulması <i>M. Kitis, A. Akçıl, E. Karakaya, N.Ö. Yiğit, G. Civelekoğlu</i>	99
Üçköprü Krom Artıklarından Geri Kazanım ve Atık Alanının Rehabilitasyonu <i>A.E.Yüce, A.Güney, G. Önal</i>	109

Doğal Taş İşleme Tesisi Atık Sularından Bulanıklığın Giderilmesine Farklı Yöntemlerin ve Farklı Koagülantların Etkisi <i>B. Ersoy, A.M. Alptekin, A. Saruışık & S. Gürcan, Z.E. Erkan, A. Yıldız</i>	117
Taşocaklarında Uygulanan Galeri Patlatmalarının Çevresel Hasar Potansiyelinin İncelenmesi <i>F. Cihangir, A. Kesimal, B. Erçikdi</i>	127
Madencilik Faaliyetlerinde Patlatma Kaynaklı Çevresel Etkilerin Ölçülmesi ve Analizi <i>T. Hüdaverdi, C.Kuzu</i>	135
Doğu Karadeniz Bölgesinde Taşocaklarından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar <i>A.O.Yılmaz, İ.Alp & İ. Çavuşoğlu</i>	141
Bir Kalker Ocağında Patlatmalı Kazılardan Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Analizi <i>F. Cihangir, A. Kesimal, B. Erçikdi, O. Durmuş</i>	149
Madencilik Faaliyetleri Sonrası Onarım Çalışmalarında Bitkilendirme Süreci <i>N. Akpınar</i>	159
Doğu Almanya Linyit ocakları ıslahı ve çevreye entegrasyonu <i>M. Kuyumcu</i>	165
Ağaçlı (İstanbul) Açık Maden Ocağı Artıklarının İslâhı ve Ağaçlandırılması Çalışmalarında Elde Edilen Sonuçlar <i>M. Doğan Kantarcı</i>	173
Aydın Linyit AŞ Arazilerinde Yeniden Bitkilendirme ve Tarımsal Amaçlı Çalışmalar <i>S.Kostak</i>	183
Ağaçlandırılmış Açık Kömür Ocağı Artık Materyallerinde Arazinin İslâhı ve Materyalin Stabilizasyonunda Ağaç Köklerinin Mekanik Etkileri Üzerine Araştırmalar <i>N. Tokgöz</i>	189

Çevre Mevzuatında Madencilik Sektörü

E.Değerli, A.Ç.Dikmen

Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Çevre mevzuatı tanımı çok geniş bir ifade olup, sadece Çevre ve Orman Bakanlığının uygulamakla yükümlü ve sorumlu olduğu bir yasa, yönetmelik, genelge vb. dizisi değil, diğer kamu kurumlarının yetkisinde bulunan kanun ve yönetmelikleri içerisine alan bir ifadeyi içermektedir. Hemen hemen her kanun veya yönetmelikte çevrenin korunması için mutlaka bir hüküm madde halinde yer almakta ancak uygulamada maalesef bu maddeler yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu bildiride, çevre mevzuatı başlığı altında Çevre ve Orman Bakanlığının uygulamakla yükümlü olduğu yasa ve yönetmeliklerinden bahsedilmektedir.

ABSTRACT: Environmental legislation has a wide meaning and it is not only a law or regulation which Ministry of Environment and Forestry has to implement but also other governmental organizations' laws and regulations are included by environmental legislation. In almost all regulations and law there is at least one article considering protection of environment but in implementation stage enough care is not be given. In this paper, under the headline of environmental legislation laws and regulation are being presented which Ministry of Environmental and Forest is responsible for implementation.

1.GİRİŞ

Bilindiği üzere Çevre Kanunu 1983 yılında yürürlüğe girmiş ve bu tarihten sonra çevre konusunda gerekli çalışmalar 1991 yılında Bakanlık kuruluncaya kadar Genel Müdürlük ve Müsteşarlık düzeyinde sürdürülmüştür. Bu dönem içerisinde genellikle Kanunda belirlenen Yönetmeliklerin yürürlüğe alınması çalışmalarına hız verilmiş, bu çerçevede Hava, Su, Atık ve Gürültü konularında Yönetmelikler hazırlanmıştır.

Çevre Kanunu genel olarak çerçeve bir Kanun niteliğinde olup, yetkiyi kimin ne aşamada kullanacağı, cezai işlemleri ve gerekli yönetmelikleri belirlemekte, koordinasyonu sağlamaktadır.

Çevrenin korunmasına yönelik sadece Çevre ve Orman Bakanlığı mevzuatı değil hemen hemen tüm kanun veya yönetmeliklerde hüküm

bulunmaktadır.Örneğin Sağlık Bakanlığı mevzuatı olan Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliği madencilik sektörünü yakından ilgilendirmektedir.

Bu çalışmada Çevre ve Orman Bakanlığının sektörü ilgilendiren Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü, Su Kirliliği Kontrolü, Gürültü ve Kontrol, Tehlikeli Atıkların Kontrolü ve Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliklerine yer verilmiştir.

2. YASAL DÜZENLEMELER

Çevre Kanunu uyarınca yürürlüğe giren ve madencilik sektörünü ilgilendiren Yönetmelikler ve uygulamalara genel bakış aşağıda verilmektedir.

2.1 Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği

1983'de çıkarılan 2872 sayılı Çevre kanununun ana unsurlarından birisi; kirlenme sonrası temizleme yerine, günümüzde kabul gören çağdaş yaklaşımla, kirlenmeden önce araştırma ve inceleme yaparak gerekli tedbirleri almak, aldırma ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması olarak belirlenmiştir.

Bu politika, Çevre Kanunu'nun 10.maddesinde; "Gerçekleştirmeyi planladıkları faaliyetleri sonucu çevre sorunlarına yol açacak kurum, kuruluş ve işletmeler bir "Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu" hazırlarlar. Bu raporla çevreye yapabilecek tüm etkiler göz önünde bulundurularak çevre kirlenmesine sebep olabilecek artık ve atıkların ne şekilde zararsız hale getirileceği ve bu hususta alınacak önlemler belirtilir. ÇED Raporunun hangi tip projelerde isteneceği, ihtiva edeceği hususlar ve hangi makamca onaylanacağına dair esaslar yönetmelikle belirlenir." şeklinde düzenlenmiştir.

Kanunda belirtilen ÇED Yönetmeliği ilk kez 1993 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe girmiş, sırasıyla 1997 ve 2002 yıllarında revize edilerek günün koşullarına uyumlaştırılmaya çalışılmıştır. En son olarak 16.12.2003 tarihinde yönetmeliğin büyük kısmı yenilenmiş, ancak 3213 sayılı Maden Kanununun Bazı Maddelerinde yapılan değişiklik sonrasında, 16.12.2004 tarihinde ilgili maddelerde dar kapsamlı bir değişiklikle şu an geçerlilikte olan halini almıştır.

Türkiye'de ÇED kapsamına giren projeler iki gruba ayrılmıştır.

Birinci grupta kirleticilik vasfı yüksek projeler yer almakta olup, Yönetmeliğin Ek-I listesinde yer alan bu tür faaliyetler için ÇED Raporu hazırlanması gerekmektedir.

İkinci grupta ise çevresel etkileri Ek-I listesinde yer alan projelere göre daha az olan ve klasik önlemlerle etkilerin minimize edilebileceği projeler yer almakta olup, bu projeler için ise projenin tanımlandığı (kapasite, kullanılan teknoloji, oluşacak atık miktarları ve nasıl bertaraf edileceğinin planlandığı,

proje alanına ilişkin çevresel özelliklerin verildiği) Proje Tanıtım Dosyası hazırlanması gerekmektedir. Bu dosya Bakanlıkça değerlendirilip proje için ÇED raporunun hazırlanmasına gerek olup olmadığı anlamına gelen ÇED Gerekli veya ÇED Gerekli Değildir kararı verilmektedir

Madencilik faaliyetleri de kirleticilik vasfına göre, ÇED Yönetmeliğinin Ek-I Listesinin 25. maddesi (Çizelge 1) ile Ek-II Listesinin 35., 36., 37. ve 38. maddeleri kapsamında değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

Öncelikli olarak ÇED raporu hazırlanması gereken projeler, gerek bölgesel boyutta gerekse ulusal boyutta çalışmaları gerektiren, birçok kurum ve kuruluşun gerek mevzuat gerekse uygulamaları bakımından inceleme yapmasını gerektiren projeler olup, gerekli koordinasyonun ve detaylı bir çevresel çalışmanın yapılması zorunluluğu bulunmaktadır.

Proje Tanıtım Dosyası hazırlanması gereken projeler, illerde uygulamanın farklı olmasını önlemek ve uygulamadaki gerekli altyapının oluşmasını sağlamak amacıyla öncelikli olarak Bakanlık bünyesinde değerlendirilmiştir. Altyapısı uygun olan 30 ile yetki devri yapılmış olup ileride alt yapısı uygun olan illerde yetki devri yapılabilecektir.

Çizelge 1. ÇED Yönetmeliği Ek-I Listesi

Ek-I Listesi Madencilik Faaliyetleri

25- Madencilik projeleri. Ruhsat hukuku ve aşamasına bakılmaksızın;

a) 25 hektar ve üzeri çalışma alanında (kazi ve döküm alanı toplamı olarak) açık işletmeler,

b) 150 hektarı aşan (kazi ve döküm alanı toplamı olarak) çalışma alanında açık işletme yöntemi ile kömür çıkarılması,

d) 4/6/1985 tarihli ve 3213 sayılı Maden Kanununun değişik 2 nci maddesinde yer alan 1 inci ve 2 nci grup madenlerin her türlü işlemden geçirilmesi (kırma, eleme, öğütme, yıkama vb) projelerinden 100.000 m³/yıl ve üzeri kapasitede olanlar.
(16/12/2004 tarih ve 25672 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan değişiklik ile)

Çizelge 2. ÇED Yönetmeliği EK-II Listesi

Ek-II Listesi Madencilik Faaliyetleri

35-Madencilik projeleri: Ruhsat hukuku ve aşamasına bakılmaksızın;

a) Her türlü madenin çıkarılması (EK-I'de yer almayanlar),

b) 5.000 m³/yıl ve üzeri kapasiteli blok ve parça mermer, dekoratif amaçlı taşların çıkartılması, işlenmesi ve yıllık 100.000 m² ve üzeri kapasiteli mermer kesme, işleme ve sayalama tesisleri,

c) 1.000.000 m³/yıl ve üzerinde metan gazının çıkartılması ve depolanması,

d) Karbondioksit ve diğer gazların çıkartıldığı, depolandığı veya işlendiği 10.000 ton/yıl ve üzeri kapasiteli tesisler.,

e) Maden Kanununun değişik 2 nci maddesinde yer alan İnci ve 2 nci grup madenlerin her türlü işleme sokulması (kırama, eleme, öğütme, yıkama ve benzeri) (25.000 m³/yıl ve üzeri),

f) 50.000 ton/yıl ve üzeri tuzun çıkarılması ve/veya her türlü tuz işleme tesisleri,

g) Cevher hazırlama veya zenginleştirme tesisleri (EK-I' de yer almayanlar), (16/12/2004 tarih ve 25672 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan değişiklik ile)

36.Madde-Klinker öğütme tesisleri

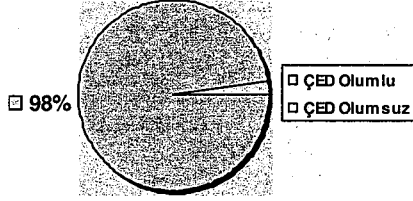
37-Kömür işleme tesisleri

- a) Havagazı ve kok fabrikaları,
- b) Kömür briketleme tesisleri,
- c) Kömür yıkama tesisleri,

38-Petrokok, kömür ve diğer katı yakıtların depolama, sınıflama ve ambalajlama tesisleri (perakende satış birimleri hariç)

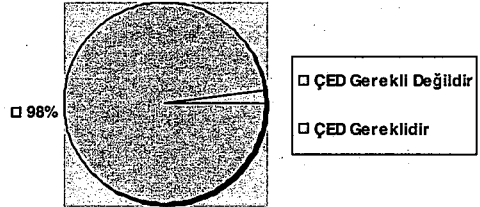
07.02.1993-31.12.2004 tarihleri arasında Bakanlık Merkez veya Taşra teşkilatlarınca incelenen Madencilik projelerinde; Ek-I listesinde yer alan faaliyetlerden toplam 275 adet projeye ilişkin "ÇED olumlu" kararı verilmiştir. Bu tarihler arasında toplam 6 projeye ise ÇED Olumsuz Kararı verilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1. Ek-I Listesine tabi proje sonuçları



Ek-II listesinde yer alan faaliyetlerde ise toplam 6025 adet projeye ilişkin "ÇED Gerekli değildir/Çevresel Etkileri Önemsizdir" kararı verilmiş, 122 projeye ise "ÇED Gereklidir / Çevresel Etkileri Önemlidir" kararı verilmiştir (Şekil 2).

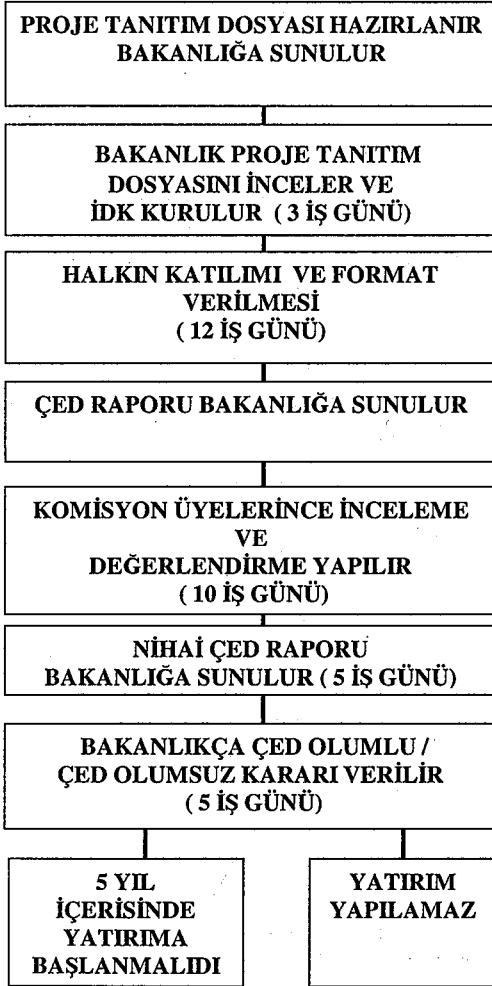
Şekil 2. Ek-II Listesine tabi proje sonuçları



ÇED yönetmeliği hükümlerine göre izlenen prosedürler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. ÇED Yönetmeliği Uygulama Prosedürü

EK-I PROSEDÜRÜ



EK-II PROSEDÜRÜ



2.2. Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

Çevre Kanununun 8,9,10,11,12 ve 13. maddelerine dayanılarak hazırlanan ve 02.11.1986 tarihinde 19269 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği ile her türlü faaliyet sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonların kontrol altına alınması hedeflenmiştir. Ancak, madencilik sektörünün de içerisinde bulunduğu sanayii ve enerji üretim tesisleri faaliyetleri için 07.10.2004 tarih ve 25606 sayılı Resmi Gazete’ de Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği yayımlanarak yürürlüğe girmiş olup söz konusu faaliyetler için bu yönetmelik hükümleri uygulanmaktadır.

Bu kapsamda madencilik faaliyetleri ile ilgili olarak Yönetmelikte, madencilik faaliyetleri emisyon izni alması gereken, izne tabi tesislerinin yer aldığı Ek 3 içerisinde A ve B listelerinde yer almaktadır.

Bu faaliyetler:

A LİSTESİ;

- 1.2. Kömür gazlaştırma ve sıvılaştırma tesisleri
- 1.3. Şist ve benzeri diğer taş ve kumlardan sıvı yakıt elde etmede kullanılan tesisler ile bu yakıtın damıtılması ve işlenmesi için kurulan tesisler
- 1.6. 30 ton/saat ve üzerinde kapasiteli kömür öğütme ve kurutma tesisleri.
- 1.7. Linyit ve taş kömürü birikletme tesisi
- 1.12. Kömür gazlaştırma ve sıvılaştırma tesisleri
- 1.13. Şist ve benzeri diğer taş ve kumlardan yakıt elde etmede kullanılan tesisler ile bu yakıtın damıtılması ve işlenmesi için kurulan tesisler
- 2.4. Boksit, dolomit, alçı, kireç, kireçtaşı, kiselgur, magnezit, kuvars veya şamot üretme ocakları ve pişirme tesisleri
- 2.7. Perlit, Şist ve kil patlatma tesisleri.
- 3.1. Cevherleri kavuran (oksit haline getirmek için hava altında ısıtılma), eriten ve sinterleyen (ince taneli maddelerin ısıtma yoluyla bir araya bağlanması), tesisler.
- 3.2. Saat kapasitesi 20 ton ve üzerindeki ham demir veya demir dışı ham metalleri üreten tesisler.
- 3.4. Şarjı 2000 kg ve üzerinde olan çinko ve çinko alaşımları için ergitme tesisleri veya diğer demir dışı

metal ergitme tesisleri ile 500 kg'ın üzerinde şarjı olan rafine tesisleri.

Aşağıdakiler hariçtir:

- Vakumlu ergitme tesisleri.
- Kalay ve bizmut veya rafine çinko, alüminyum ve bakırdan oluşan düşük ergime sıcaklıklı döküm alaşımları için ergitme tesisleri.
- Basınçlı döküm veya kokilli döküm makinalarının bir parçası olan ergitme tesisleri.
- Asil metaller veya sadece asil metallerden veya asil metaller ve bakırdan oluşan alaşımlar için ergitme tesisleri.
- Karışımli lehim banyoları.

B LİSTESİ;

1.6. Kapasitesi 1 ton/saat'den büyük 30 ton/saat'den küçük olan kömür öğütme ve kurutma tesisleri.

2.1. Dinamit ve alev püskürtücü kullanan taş ocakları.

2.2. Doğal ve yapay taşlar ile cüruf ve molozların kırılması, öğütülmesi, elenmesi için kurulan tesisler. Kum ve çakıl eleme tesisleri hariçtir.

2.5. Alçı, kiselgur, magnezit, mineral boya, midye kabuğu, talk, kil, tras, kromit ve çimento klinkeri öğütme tesisleri

2.12. Üretim kapasitesi 10 m³/h ve üzerinde olan, çimento kullanarak beton, harç veya yol malzemesi üreten tesisler; malzemelerin sadece kuru oldukları zaman karıştırıldıkları yerler dahil.

3.2. Saatlik kapasitesi 2 tondan büyük 20 tondan küçük ham demir veya demir dışı ham metalleri üreten tesisler.

3.4. Şarjı 50 kg'dan büyük 2000 kg'dan küçük çinko ve çinko alaşımları için ergitme tesisleri veya diğer demir dışı metal ergitme tesisleri ile 50 kg'dan büyük ve 500 kg'dan küçük şarjı olan rafine tesisleri. Aşağıdakiler hariçtir:

- Vakumlu ergitme tesisleri.
- Kalay ve bizmut veya rafine çinko, alüminyum ve bakır oluşan düşük ergime sıcaklıklı döküm alaşımları için ergitme tesisleri.
- Basınçlı döküm veya kokilli döküm makinalarının bir parçası olan ergitme tesisleri.
- Asil metaller veya sadece asil metallerden veya asil metaller ve bakırdan oluşan alaşımlar için ergitme tesisleri.
- Karışımli lehim banyoları

olarak belirlenmişlerdir. Yönetmeliğin 10. maddesi uyarınca A Listesi için Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından, B Listesi için İl Mahalli Çevre Kurulunun uygun gördüğü alınarak, Valilik tarafından izin verilmektedir.

Yönetmeliğin 7. maddesinde İzne Tabi Tesislerin Kurulması ve İşletilmesinde Uyulması Gereken Esaslar şu şekilde sıralanmıştır:

a) Tesisin kamuya ve çevreye zararlı etkilerinin teknolojik seviyeye uygun olarak azaltılması ve tehlike yaratmaması,

b) Bu Yönetmelikte belirtilen şartlara uyulması,

c) Bu Yönetmelikte belirtilen emisyon sınırlarının aşılmaması,

d) Tesis etki alanında HKKY'de verilen hava kalitesi sınır değerlerinin aşılmaması,

e) Mevcut tesislerin baca gazı emisyonlarının bu Yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tesisi işleten tarafından ölçülmesi, baca dışından emisyon yayan tesisler için hesaplama yöntemi kullanılarak saatlik kütsel debilerin tespit edilmesi, (kg/saat-m²)

f) Mevcut tesisler için, Madde-40, Tablo 40.1.'deki kütsel debilerin aşılmaması halinde tesisi işleten tarafından, tesis etki alanında, Madde-40'da belirtilen esaslar çerçevesinde hava kirliliği seviyesinin ölçülmesi ve tesisin kirleticiliğinin değerlendirilmesi amacıyla Uluslar arası kabul görmüş bir dağılım modeli kullanılarak, Hava Kirlenmesine Katkı Değerinin Hesaplanması,

g) Yeni kurulacak tesislerin baca gazı emisyonlarının (kg/saat ve mg/Nm³ olarak) ve baca dışından emisyon yayan tesislerin atmosfere verdiği emisyonların saatlik kütsel debilerinin tespit edilmesi, (kg/saat-m²)

h) Yeni kurulacak tesisler için; Madde-40 Tablo-40.1 'deki kütsel debilerin aşılmaması halinde tesisi işleten tarafından; tesis etki alanında, tesisin kirleticiliğinin değerlendirilmesi amacıyla bir dağılım modeli kullanılarak hava kirlenmesine katkı değerinin hesaplanması, tesisin kurulacağı alanda hava kirliliğinin önemli boyutlara ulaştığı kuşku varsa, hava kalitesinin bu Yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak ölçülmesi,

i) İşletmede meydana gelen artık ve atık maddelerin kullanılması, teknik yönden mümkün

değilse usulüne uygun olarak artırılması ve bertaraf edilmesi,

j) Tesisin kurulu bulunduğu bölgede hava kirleticilerin HKKY'de belirlenen hava kalitesi sınır değerlerini aşması durumunda, tesis sahibi ve/veya işleticisi tarafından, Valilikçe hazırlanan eylem planlarına uyulması,

Yukarıda belirtilen esaslar çerçevesinde Yönetmeliğin 9. maddesi uyarınca,

- Ek-3, Liste A ve B'de yer alan tesislere Emisyon İzni almak için dilekçe ile Ek 5, Ek 6 ve Yönerge'de belirtilen hususlar göz önünde bulundurularak Emisyon İzni Başvuru Formu'nda belirtilen dokümanlarla birlikte Valiliğe başvuru yapılır.
- Valilikçe; 20 (yirmi) işgünü içerisinde incelenir. Dosya eksik ve yetersiz bulunursa dosyanın tamamlanması için başvuru sahibine süre verilir. Emisyon İzni alınması sırasında yapılabilecek itirazlar, ÇED sürecinde, Emisyon Ön İzni alma safhasında yapılmamışsa dikkate alınmaz. Ancak tesisin kurulması esnasında veya daha sonra tesisin kurulu bulunduğu yörede yapılan ölçümlere dayalı olarak tesisten daha önceden bilinmeyen çevre kirlenmesinin ortaya çıkması halinde itirazlar dikkate alınır ve emisyon izni verilmeyebilir.
- Ek-3, Liste A ve B'de yer alan tesis Valilikçe oluşturulan komisyon tarafından bu Yönetmelik hükümleri çerçevesinde yerinde incelenir, hazırlanan teknik rapor Emisyon İzni Dosyasına eklenir. Valilik tarafından gerekli görülmesi halinde ilgili kurum/kuruluş ve belediyelerden komisyona teknik eleman talep edilebilir.

Ek 3, Liste B'de yer tesisler için Yönetmeliğin 9. maddesine göre hazırlanmış olan Emisyon İzni Dosyası Valilik tarafından yirmibeş iş günü içerisinde değerlendirilir ve uygun bulunması halinde il mahalli çevre kuruluna sunulur. Mahalli Çevre Kurulundan gelen görüş doğrultusunda valilik tarafından Emisyon izin Belgesi verilir.

Ek 3, Liste A da yer alan tesisler için Yönetmeliğin 9. maddesine göre hazırlanmış olan emisyon izin dosyası Valilik tarafından oluşturulacak

komisyonca incelenerek uygun bulunması halinde Bakanlığa gönderilir. Bakanlık tarafından emisyon izin dosyası Yönetmelik hükümleri çerçevesinde başvuru evraklarının tam olarak Bakanlığa sunulmasından sonra 45 (kırkbeş) işgünü içerisinde incelenerek sonuçlandırılır. Gerekli hallerde yerinde inceleme yapılır. Belirtilen süreler, dosya Bakanlığa ulaştıktan sonra başlar. İnceleme sonucunda Bakanlık tarafından Emisyon İzin Belgesi verilir.

İzne tabi tesislerde değişiklik yapılması söz konusu ise, Yönetmeliğin 14. maddesi uyarınca,

- Tesisin işletilmesinde, yakıtında, yakma sisteminde ve prosesinde yapılan değişiklik ve iyileştirmeler; Bakanlıkça emisyon ölçümü yapma konusunda yetki verilen kurum veya kuruluş tarafından ek rapor olarak hazırlanır ve emisyon raporuyla birlikte 6 (altı) ay içerisinde yetkili mercie sunulur.
- İzne tabi bir tesisin konumunda, özelliklerinde ya da işletiminde bir değişiklik planlandığı (veya yapıldığı) bildirildiğinde, değişikliğin bu Yönetmeliğin hükümlerine göre izne tabi olup olmadığı izni veren yetkili merci tarafından incelenir.
- İzne tabi bir değişikliğin incelenmesi yapılan değişiklikler kapsamında emisyon izni için uygulanan prosedür çerçevesinde yapılır. Eğer yapılan değişiklik ve iyileştirmeler izne tabi ise madde-9, 10 ve 11'deki hususlar uygulanır.
- Yapılan değişiklikler sonucu hava kirliliğini artıran ek emisyon ve bundan kaynaklanan herhangi bir tehlike hasil olmuyorsa, izin vermeye yetkili merci dokümanların kamu incelemesine açılması ve gazete ilanı verilmesi hususlarını uygulayabilir.

Bir işletme transfer, kira veya satış yoluyla el veya isim değiştirirse, atmış gün içerisinde izin vermeye yetkili mercie bilgi verilir. İşletme sahibi, izin anında öngörülen verilerden herhangi bir sapma olup olmadığını izin vermeye yetkili mercie 1 (bir) yıl içerisinde hazırlanacak bir emisyon raporu ile bildirmek mecburiyetindedir.

Kurulması ve işletilmesi için izin verilen tesis öngörülen zamanda işletmeye alınmamışsa, tesis üç yıldan fazla bir süre sürekli olarak işletme dışı

birakılmışsa izin sona erer. Bu süreler gerektiğinde Çevre Kanununun amacına ters düşmemek kaydıyla uzatılabilir.

2.3. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği ile ilgili olarak madencilik sektörünü çok genel olarak ilgilendiren hususlardan sonra, ikinci önemli konu olarak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğidir.

04.09.1988 tarih ve 19919 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Yönetmeliğin, bazı hükümlerinde yapılan değişiklikler 01.07.1999 tarih ve 23742 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Yönetmelik 31.12.2004 tarihinde de revize edilmiş ve revize yönetmelik 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Madencilik sektörünü yakından ilgilendiren bu husus Yönetmeliğin 16-20. maddeleri ile 31. maddesini içermektedir.

Bu maddelerde sırasıyla; Mutlak koruma alanını tarifleyen 17. maddede; maksimum su seviyesinden itibaren 100m. mesafe mutlak koruma alanı, kısa mesafeli koruma alanını tarifleyen 18. maddede; mutlak koruma alanı mesafesinden itibaren 900m mesafe kısa mesafeli koruma alanı, orta mesafeli koruma alanını tarifleyen 19. maddede; kısa mesafeli koruma alanından itibaren 1000m mesafe orta mesafeli koruma alanı ve son olarak 20. maddede İçme ve kullanma suyu rezervuarının 17., 18. ve 19. maddelerinde tanımlanan koruma alanlarının dışında kalan su toplama havzasının tümü uzun mesafeli koruma alanı olarak tanımlanmış ve Bu alanın, orta mesafeli koruma alanı sınırından itibaren yatay olarak 3 kilometre genişliğindeki kısmında tamamen kuru tipte çalışan, tehlikeli atık üretmeyen ve endüstriyel atık su oluşturmayan sanayi kuruluşlarına izin verilebileceği, Bu alanda galeri yöntemi patlatmalar, kimyasal ve metalürjik zenginleştirme işlemleri yapılamaz. Madenlerin çıkarılmasına; sağlık açısından sakınca bulunmaması, mevcut su kalitesini bozmayacak şekilde çıkartılması, faaliyet sonunda arazinin doğaya geri kazandırılarak terk edileceği hususunda faaliyet sahiplerince Bakanlığa noter tasdikli yazılı taahhütte bulunulması şartları ile izin verilebileceği, Bu alandaki faaliyetlerden oluşan

atıksuların; Yönetmelikteki ilgili sektörün alıcı ortama deşarj standartlarını sağlayarak havza dışına çıkartılması yada geri dönüşümlü olarak kullanılması şartıyla izin verilebilir. Ancak teknik ve ekonomik açıdan mümkün olmayan durumlarda atık suların ileri arıtma teknolojileri kullanılıp Sınıf I su kalitesine getirilmesi şartıyla havza içine deşarjına Bakanlığın uygun görüşü alınarak izin verilebileceği belirtilmiştir. Bulunduğu yerde üretilmesi zorunluluğu bulunan madencilik faaliyetleri için bu yönetmelik önem arz etmektedir.

Bu önemli hususun açıklanmasından sonra, endüstriyel atık suların deşarj standartlarının belirlenmesi aşamasında belirlenen 16 sektör içerisinde madencilik sektörünü ilgilendiren ve Yönetmeliğin 31. maddesinde düzenlenen alt başlıklar aşağıda verilmiştir.

31-C) Maden sanayii sektörü; demir ve demir dışı metal cevherleri, kömür üretimi ve nakli, bor cevheri, seramik ve toprak sanayii, çimento, taş kırma, toprak sanayii ve buna benzer sanayi kuruluşları.

31-E) Kömür hazırlama işleme ve enerji üretimi sektörü; taş kömürü ve linyit kömürü hazırlama, kok ve havagazı üretimi, termik santraller, nükleer santraller, jeotermal santraller, soğutma suyu ve benzerleri, kapalı devre çalışan endüstriyel soğutma suları, fuel-oil ve kömürle çalışan buhar kazanları ve benzeri tesisler.

31-K) Metal sanayii sektörü; demir çelik işleme tesisleri, genelde metal hazırlama ve işleme, galvanizleme, dağlama, elektrolitik kaplama, metal renklendirme, çinko kaplama, su verme-sertleştirme, iletken plaka imalatı, akü imalatı, emayeleme, sırlama, mineleme tesisleri, metal taşlama ve zımparalama tesisleri, metal cilalama ve vernikleme tesisleri, laklama-boyama, demir dışı metal üretimi, alüminyum oksit ve alüminyum izabesi, demir ve demir dışı dökümhane ve metal şekillendirme ve benzerleri.

Alt başlıkları belirlenmiş ve Yönetmeliğin Tablolar bölümünde her sektörle ilgili atık suların alıcı ortama deşarj standartları düzenlenmiş olup, 31-C için Tablo 7 ve 5 alt tablo, 31-E için Tablo 9 ve 8 alt tablo, 31-K için Tablo 15 ve 17 alt tabloda deşarj edilebilecek standart değerler gösterilmiştir.

Alıcı su ortamına atık su deşarj izni için uygulama ise aşağıdaki şekildedir. Yönetmeliğin 37. maddesi uyarınca atık suların doğrudan alıcı ortama deşarj edilmesi izne tabi olup, her atık su deşarjı için yönetmelik çerçevesinde idarenin istediği çıkış suyu kalitesinin ve diğer şartlarının sağlanması gerekmektedir. Deşarj izni için mahalli çevre kurulunun uygun görüşü doğrultusunda mahallin en büyük mülki Amirliği yetkilidir. Alıcı su ortamının çok yoğun olarak kirlenmiş olduğu bölgelerde deşarj izni, Bakanlığın uygun görüşü alınarak verilmektedir.

Alıcı ortama deşarj için başvuru ve deşarj izin formu örneği ve açıklamalar "İdari Usuller Tebliği"nde verilmekte olup, izin talep eden kişi veya kuruluş izin başvurusunda bu formları gerçeğe uygun olarak doldurmakla yükümlüdür. Atık su deşarj izni beş yıl için geçerlidir.

Yönetmelikte önemli olan bu hususlar dışında genel olarak diğer idari ve cezai hükümler ile ilgili düzenlemeler yer almakta olup, madencilik sektörü ile ilgili farklı önemli bir husus bulunmamaktadır.

2.4. Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği

11.12.1986 tarih ve 19308 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Gürültü ve Kontrol Yönetmeliğinde fazla detaylı olmamakla birlikte halen revize çalışmaları devam etmektedir.

Yönetmeliğin uygulanmasında, mahallin en büyük mülki amiri, belediyeler ve köy tüzel kişilikleri görevli ve sorumlu tutulmuş olup, MÇK'dan teknik konularda görüş alma yetkileri bulunmaktadır.

Yönetmeliğin 6. maddesi 2. fıkrası uyarınca şantiye gürültü seviyeleri, çevrede bulunan gürültüye hassas yapıların 1m. uzağında Yönetmeliğin gürültü kaynakları ve buna bağlı gürültü değerlerinin belirlendiği Tablo 4'ünde belirtilen kabul edilebilir değerlerin üstüne çıkmamalıdır. Bu değerler aşıldığında, yetkililerce çalışma saatleri azaltılabilir ya da yapının durdurulması tedbiri alınabilir.

Yönetmeliğin 11. maddesi 1 fıkrası uyarınca işitme sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek gürültü seviyeleri için Tablo 2'de belirtilen değerler esas alınmaktadır. Bu tabloda gürültüye maruz kalan süre ve maksimum gürültü seviyeleri belirlenmiştir.

Aynı maddenin 2. fıkrası uyarınca yapılan kontrollerde gürültü kaynaklarının belirlendiği Ek 1 ve 11. maddedeki sınırları aşan işyerleri için 1 ay süre verilir. Gereği yerine getirilmeyen faaliyetler kısmen veya tamamen süreli veya süresiz olarak durdurulabilir.

3. fıkra uyarınca da işyerinde tavsiye edilen değerler aşıldığında, teknik olarak seviye düşürülemezse 1475 sayılı İş Kanunu uyarınca koruyucu giysi ve gereçleri sağlamakla işveren yükümlü tutulmuştur.

Ayrıca 30. maddede ise, Gürültü kaynağı olarak belirlenip bir liste halinde yayınlanan makine, araç, gereç ve ulaşım araçlarını vb. imal edenler, satanlar, kullananlar ve işletenler Yönetmelikle belirlenen en yüksek ses düzeylerini aşıp aşmadıklarının denetlenebilmesi için, düzenli olarak gürültü ölçümü yaptırarak belgelemek zorundadır.

2.5. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

10.07.2002 tarih ve 24458 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak Yürürlüğe giren Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelikle ile Tehlikeli Atıkların kontrolü Yönetmeliğinin "Ulusal Tehlikeli Atık Listesi" başlıklı Ek-6'sının "Özel İşleme Tabi Atıklar" isimli alt listesi Maden atıkları ilave edilmiştir.

Bu atıkların toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertarafına ilişkin esaslar Bakanlıkça belirlenir.

2.6. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

Madencilik faaliyetleri sırasında maden atıkları dışında evsel nitelikli olan ve olmayan atıklar için Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri uygulanmaktadır.

Katı atıkların, üretici veya taşıyanları tarafından denizlere, göllere ve benzeri alıcı ortamlara, caddelere, ormanlara ve çevrenin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olacak yerlere dökülmesi Yönetmeliğin 18 . maddesi (Değişik : 15.9.1998 tarih ve 23464 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan yönetmelik) yasaktır.

Evsel veya evsel nitelikli endüstriyel çöpleri çöp toplama aracına vermek üzere kullanılan çöp biriktirme kapları, çeşitli büyüklükte ve her biri standart ölçülerde olmak zorundadırlar. Bu kapların ölçüleri, şekilleri, malzemeleri çıkarılmış olan tebliğlerle belirlenmiştir.

Çöpü üretenler, bu çöp biriktirme kaplarını, çevrenin sağlığını bozmayacak şekilde kapalı olarak muhafaza etmek ve çöp toplama işlemi sırasında yol üstünde hazır bulundurmak zorundadır.

Evsel katı atık ve evsel nitelikli endüstriyel katı atık üreten kişi ve kuruluşlar, katı atıklarını belediyelerin ve mahallin en büyük mülki amirinin istediği şekilde konut, işyeri gibi üretildikleri yerlerde hazır etmekle yükümlüdürler(İlave dördüncü fıkra : 15.9.1998 tarih ve 23464 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan yönetmelik).

Belediye ve mücavir alan sınırları içinde belediyeler, bu alanlar dışında ise mahallin en büyük mülki amiri; evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların çevreye zarar vermeden bertarafını sağlamak, çevre kirliliğini azaltmak, katı atık depo sahalarından azami istifade etmek ve ekonomiye katkıda bulunmak amacıyla, evsel katı atıklar içindeki değerlendirilebilir katı atıkları sınıflandırarak ayrı toplamak ve bunlarla ilgili tedbirleri almakla yükümlüdürler (İlave beşinci fıkra : 15.9.1998 tarih ve 23464 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan yönetmelik).

Katı atıkların kaynağında ayrı toplanması ve taşınmasına ilişkin usuller Bakanlıkça hazırlanacak bir tebliğ ile belirlenir(İlave altıncı fıkra : 15.9.1998 tarih ve 23464 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan yönetmelik).

Evsel nitelikte olmayan katı atıkların toplanmasında veya tesis içinde biriktirilmesinde, çevre ve insan sağlığını, çevrenin görünüşünü bozmamak, çevreyi koku, toz gibi yönlerden rahatsız etmemek kaydıyla istenilen hacim ve şekilde kap veya tank kullanılabilir (Madde 19).

Toplanan evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların, görünüş, koku, toz, sızdırma ve benzeri faktörler yönünden çevreyi kirliletmeyecek şekilde kapalı özel araçlarda taşınması 20. madde gereğince zorunludur.

Belediye ve mücavir alan sınırları dışında kalan yerlerdeki sanayi tesisleri veya turistik tesis işletmeleri atıklarının taşınmasından sorumludurlar. Bunlar, evsel katı atıklar içindeki değerlendirilebilir katı atıkları sınıflandırarak ayrı toplamak ve topladıkları atıkları belediyenin işleme veya depolama tesislerine taşımak veya taşıtmak zorundadırlar (İlave ikinci fıkra : 15.9.1998 tarih ve 23464 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan yönetmelik). Bu alanlarda toplama ve taşıma işlemlerini Valilikler ve Bakanlık denetler.

Hafriyat toprağı üreticileri ve/veya taşıyıcılarının, topraklarını belediyelerin gösterdikleri yerlerin dışında dökmeleri yasaktır. Aksi davranışta bulunanlar hakkında Kanun çerçevesinde işlem yapılır.

Hafriyat toprağının denizlere, göllere, akarsulara dökülmesi ve bunlarla dolgu yapılması da yasaktır.

3. SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda çevre değerlerinin korunması esas alınarak Madencilik faaliyetlerinde ÇED mevzuatı hassas bir şekilde uygulanmalıdır.

Madencilik faaliyetleri cevherin bulunduğu yerde yapılması zorunlu olan faaliyetler olduğu için yer değişikliği gibi bir alternatif bulunmamaktadır. ÇED raporunun hazırlanması olası çevre sorunlarının en başta çözülmesi veya en aza indirilmesi yönünde bir zorunluluktur.

ÇED kapsamında, çevre mevzuatının tüm bileşenleri faaliyetin tamamı için bir bütün olarak dikkate alındığından “ÇED Gerekli Değildir veya ÇED Olumlu “ kararı verilen faaliyetlere ilişkin raporda belirtilen tüm hususlara uyulması durumunda çevresel açıdan bir sakınca bulunmayacaktır.

Çevrenin korunması ve gelecek nesillere güzel bir çevre bırakılması öncelikle bu duygunun ve sorumluluğun var olmasına bağlı olup, bu sorumluluk ve duygu mevcut ise gerisinin sadece şekil şartı olduğunu unutmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Çevre Kanunu, 1983, Çevre Bakanlığı, Ankara
Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği, 2003, Çevre Bakanlığı, Ankara.
Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, 1986, Çevre Bakanlığı, Ankara.
Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2004, Çevre ve Orman Bakanlığı
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara
Gürültü ve Kontrolü Yönetmeliği, 1986, Çevre Bakanlığı, Ankara
Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2005, Çevre ve Orman Bakanlığı
Katı Atıkların kontrolü Yönetmeliği, 1992, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara
Değerli, E., “Madencilik Sektöründe Çevre Mevzuatı ve ÇED Yönetmeliği”, Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri, 2002, Amasra

Madencilik Faaliyetlerinin Çevresel Boyutu ve Mevzuatımızdaki Gelişmelerin Değerlendirilmesi

M. Demirçin, A. Çalık
MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çevre bilincindeki gelişme ile birlikte çevre korumaya yönelik bir hareketlilik baş göstermiştir. Ancak, bu hareketlilik birtakım alt yapı eksikliklerini de beraberinde getirmiştir. Konuya madencilik açısından bakılacak olursa madenlerin çevreye olan etkilerinin direkt olarak göz önünde bulunması, bu etkilerin niteliği ve giderilebilme olasılıkları hakkındaki yetersiz bilgilenme sonucu hazırlanan yönetmeliklerin uygulamaya girmesi ile sektörün sorunlarını daha da artmıştır. Mevcut durumun düzeltilmesi ve madenciliğin korunması açısından çıkartılan yeni maden kanunu ise bu defa çevre açısından bir takım çekinceleri beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada yer seçimi alternatifine sahip olmayan ve bulundukları yerde işletilmeleri gereken madenciliğin genel anlamda çevreye etkilerinden söz edilmiş, bu etkilerin giderilebilme olasılıkları üzerinde durulmuş, bozulan sahaların yeniden düzenlenmesi ve iyileştirilmesi konusunda bilgiler verilerek, çevre koruma ve sektörel amaçlı kanun ve yönetmelikler çıkartılırken, uygulanması gerekli politikaya dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

ABSTRACT: With the increase in environmental awareness in Turkey, as in the world, an activity toward environmental protection has begun to increase. However, this action also brought about some infrastructure deficiencies. From the mining point of view, because of the lack of information of government about the harmful effects of mining on environment and how to avoid these effects, the sector was impeded with inappropriate regulations. New regulations to overcome this situation of mining companies, has been seen likely to harm the environment. In this study, information about the harmful effects of mines on environment and how to overcome these effects, and ways of recovering the harmed areas have been given. Also it is aimed to take attention to the policy that the government should follow, for making regulations about mining.

1 GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde gelişen teknoloji, artan nüfus ve insanların çeşitlenen ihtiyaçları ile birlikte her tür madene olan talep de gün geçtikçe çoğalmaktadır. Bu talebin karşılanabilmesi için madenlerin bulundukları yerden çıkartılıp, zenginleştirilmeleri ve sanayi için hammadde haline getirilerek, ekonomiye kazandırılmaları gerekmektedir. Sözü edilen bu işlemler sırasında izlenen yöntem ne olursa olsun, diğer endüstriyel ve altyapı faaliyetlerinde olduğu gibi, çevre üzerinde faaliyetin doğasından kaynaklanan bazı olumsuz etkiler kaçınılmaz olmaktadır.

Madencilik faaliyeti sonucunda söz konusu yerin; jeolojik yapısı, su rejimi, yerel iklimi (bazen) ve peyzajı değişmekte, erozyon ve heyelan görülebilmektedir. Bu olaylar hava, su ve toprağı

etkileyip ekolojik dengeyi bozarak yerel, bölgesel ve küresel çevre sorunları yaratabilmektedir. Günümüzde düşük tenörlü cevherlerin işletilmesi nedeniyle, yeni işletmelerin kimyasal madenciliğe yönelmesi ve yüzeye yakın zengin madenlerin tükenmesi ile birlikte derin madencilığa geçiş; söz konusu bu etkileri daha da şiddetlendirerek madenciliği çevre ile birinci derecede ilişkilendirmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile madencilik faaliyeti plânlaması yapılırken dikkate alınması gerekli en önemli husus; en yüksek üretim kapasitesine ulaşılırken çevreye verilen etkinin en aza indirilebilmesi olmalıdır. Bu kıstasın yerine getirilmesi ise ancak daha işletme, araziye yeniden düzenleme ve iyileştirme plânlarının aynı zamanda yapılması ile mümkün olabilmektedir. Plânlamada ana hedef; madencilik faaliyetleri sırasında ve

sonrasında sahada kullanılacak düzenleme ve iyileştirme tekniklerinin tanımlanması, soruna yaklaşım yönteminin belirlenmesi, iyileştirme faaliyetlerinin düzenlenmesi ve sonuçta işletilmiş sahanın verimli olarak kullanılmasını sağlamak olmalıdır. Zaten gerek ülkemizde ve gerekse dünyada gelinen nokta, çevre koruma faaliyetlerini isteğe bağlı olmaktan çıkarmış, yasal zorunluluklar haline getirmiştir.

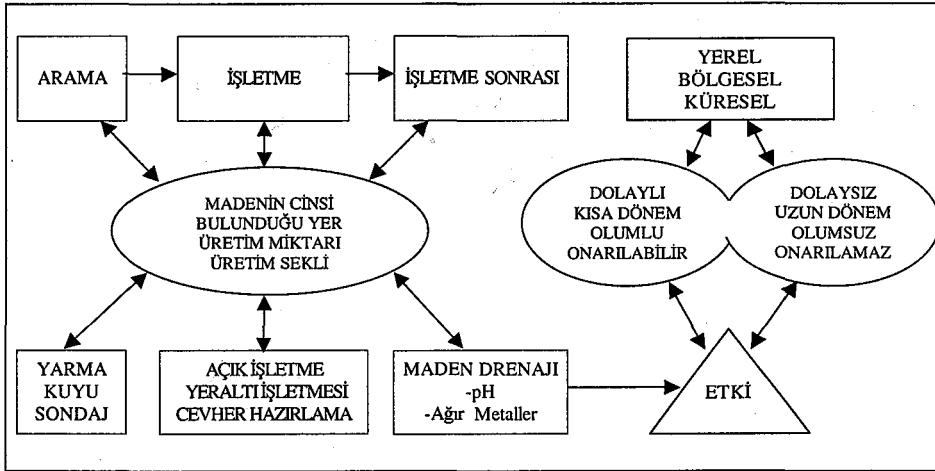
2 MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN ÇEVRESEL ETKİSİ

Madencilik çalışmaları; madenin aranmasından başlayarak, kullanımı sonuna kadar tüm aşamalarda, doğal ve kültürel çevrenin özelliğine, madenin ve maden ocağının yapısına, uygulanan madencilik tekniğine bağlı olarak, çevre üzerinde az veya çok bir dizi değişime neden olmaktadır. Bu değişimler; görsel, akustik, atmosferik, jeoteknik, morfolojik, hidrojeolojik, tarımsal, kültürel, sosyolojik ve alt yapı üzerine olarak özetlenebilen kısa süreli-uzun

süreli, olumlu-olumsuz, onarılabilir-onarılamaz, dolaylı-dolaysız çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu etkiler yerel, bölgesel olabildiği gibi bazen sınır aşırı boyutlara ulaşabilmektedir (Şekil 1).

Madencilik faaliyetlerinin etkileri, önlem alınmadığı taktirde, işletmeler kapatılıp terk edildikten sonra bile maden drenajı nedeni ile devam edebilmektedir. Üretim yöntemi olarak hangi yöntem uygulanırsa uygulansın, maden drenajı hem işletme hem, de işletme sonrası çevre kirliliğine neden olmaktadır. Problem kömür madenciliğinde ve sülfürlü minerallerin özellikle demir sülfürlerin olduğu cevherlerde asitli maden drenajı olarak kendini göstermektedir.

Asitli maden drenajının çevreye etkisi; yüzey ve yeraltı sularına karışarak, pH değerlerini düşürmesi (pH 3.0'un altında sudaki tüm canlı yaşamı sona ermektedir) ve pH'ı düşük maden drenajının çözerek bünyesine aldığı metal iyonları (Al, Mn, Zn, Cd, Cu ve Pb) ile diğer toksik maddelerin olumsuz etkilerinden dolayı iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Eğer maden, yerleşim alanına yakınsa bu etkiler çok daha büyük olabilmektedir.



Şekil 1: Madencilik Faaliyetlerinin Çevreye Etkisi.

3 MADENCİLİĞİN ETKİSİNİ AZALTMAK AMACI İLE YAPILABİLECEK KORUMA ÇALIŞMALARI.

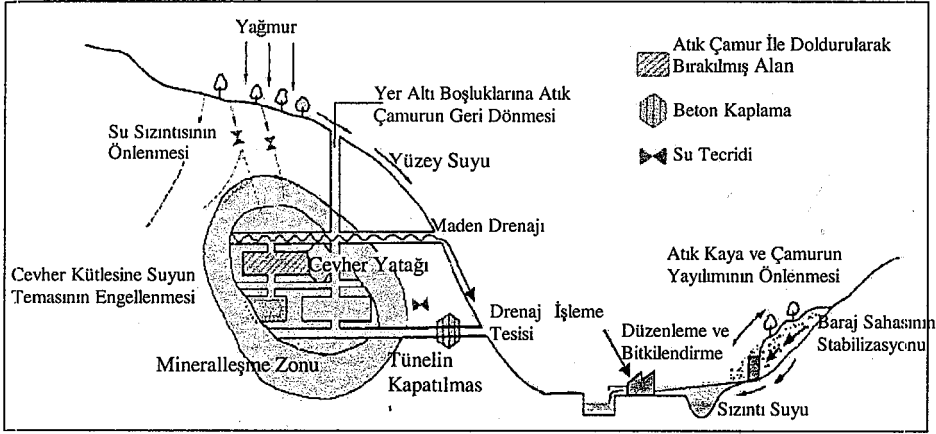
Günümüzde derin madencilığe geçiş ve düşük tenörlü cevherlerin işletilmesi nedenleriyle üretim, atık ve artık depolanması sırasında kullanılan arazi sürekli olarak büyümekte, açılan yüzeyler genişlemekte ve bunlara bağlı olarak faaliyetin olası etkilerinin şiddeti de artmaktadır. Diğer endüstri

faaliyetlerinin tersine madencilik faaliyetlerinin; ekonomik mineralleşmenin doğal olarak olduğu yerde yapılma zorunluluğu, alternatif başka bir yer seçme şansı tanımadığı için, bu etkilerin yerinde giderilmesi gerekmektedir. Madenlerin üretime hazırlanması, işlenmesi, taşınması, depolanması ve kullanımı aşamalarında ortaya çıkan başlıca çevresel etkilerin iyileştirme yöntemleri özet olarak Çizelge 1'de verilmiştir.

Madencilik faaliyetinin durumuna ve uyulması gerekli yönetmeliklerde istenen alıcı ortam dışarı

standartlarına göre en uygun metot, bu yöntemler arasından seçilebilmektedir. Ancak, unutulmaması gereken bir nokta, tüm bu yöntemlerin uygulanabilmesi için işletmeye yönelik bir takım tedbirlerin daha madencilik faaliyetinin plânlanması aşamasında alınmasının gerekliliğidir. Örneğin, bir maden sahasındaki drenajda bilinen arıtma

yöntemlerinin kullanılabilmesi ancak drenajın düzenli bir şekilde toplanması ile mümkün olabilmektedir. Maden sahasındaki drenajın nasıl tek bir kolda toplanacağı ise, başlangıçta tasarlanması gereken bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Madenlerden kaynaklanan etkileri önleme yöntemleri şematik olarak Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil. 2 Madenlerden Kaynaklanan Çevresel Etkileri Önlem Yöntemleri (Metal Minin Agency of Japan)

4 MADENCİLİK NEDENİ İLE BOZULAN SAHALARIN İYİLEŞTİRİLMESİ

Alınacak tüm önlemlere rağmen madencilik aktiviteleri sonucunda oluşacak etkilerin tamamıyla önlenmesi mümkün olmayabilmektedir. Bu etkilerin giderilebilmesi için madencilik faaliyeti sırasında ve sonrasında bozulan sahalardan yeniden düzenlenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir.

Arazi iyileştirmesinde ana amaç, en azından madencilik faaliyeti öncesindeki aynı, ekolojik ve sosyo ekonomik değerlere eşit bir çevre oluşturulmasıdır. Ulaşılmak istenen bu amaca ve son kullanım şekline yönelik olarak saha iyileştirmesi; literatürde Reklamasyon, Rehabilitasyon ve Restorasyon başlıkları altında tanımlanabilmektedir. **Reklamasyon**; madencilik faaliyeti başlamadan önce varolan organizmayı yaklaşık aynı yüzde oranında ve sayıda destekleyebilecek bir saha oluşturma işlemi (yerli organizmanın yerine onların ekolojik olarak eş değerleri de kullanılabilmektedir). **Restorasyon**; arazinin ekolojik olarak faaliyet öncesindeki (o bölgeye ait bitki ve hayvanlar kullanılarak) aynı durumuna getirilmesi, **Rehabilitasyon** ise; önceden belirlenmiş bir arazi kullanım planına göre sahanın

stabil bir şekle ve verimli bir seviyeye getirilmesidir. Rehabilitasyon esas alınarak yapılacak bir tasarım ile arazinin madencilik faaliyeti öncesi kullanımı; aynen korunabileceği gibi, bu kullanım madencilik sonrası değiştirilebilmekte ve bölge; ziraat orman, eğlence-dinlenme yerleri, parklar, halka açık alanlar, bakiçilik, inşaat, doğal koruma alanları ve göl alanları olarak da hazırlanabilmektedir (Evirgen & Onacak, 1984). Bu tariflerden de anlaşılabilirliği gibi restorasyon nerede ise imkansız gibi görülmektedir. Dolayısı ile madencilik faaliyetleri nedeni ile bozulan sahalardan yeniden düzenlenmesi ve iyileştirilmesi çalışmalarında, reklamasyon ve rehabilitasyon yöntemleri üzerinde durulmalıdır (Darrel, 1986).

Şekil 3'de bir maden sahası iyileştirme faaliyetinin aşamaları ve uygulanma zamanları açıklanmaktadır. Burada ana ilke işletmenin en yüksek üretiminin çevreye en az zararla gerçekleştirilmesidir. Şemadan da görüldüğü gibi etkin bir çevre kontrolü için iyileştirme planlama çalışmalarına; daha madenin aranması safhasında başlanılmaktadır. İşletme yöntemi ve dizaynı belirlenirken, madencilğin neden olduğu ve olacağı çevresel etkiler değerlendirilmekte, bu amaçla faaliyet sahasının fiziksel-kimyasal mahiyeti ve

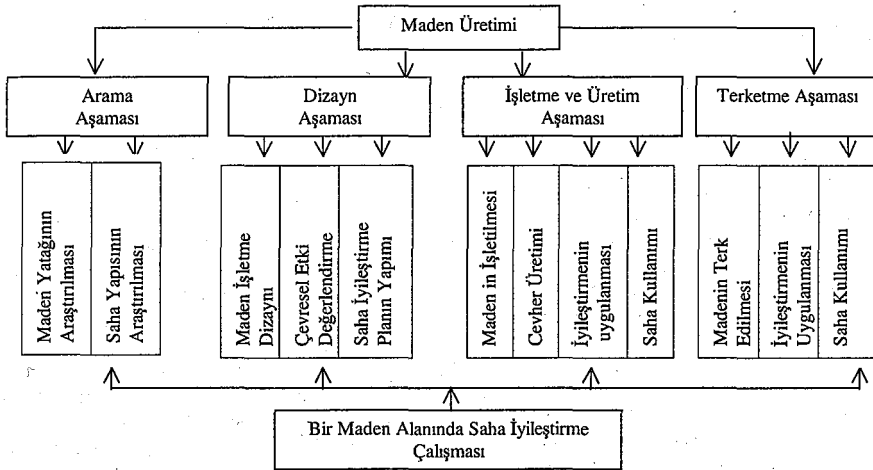
stratigrafik yapısı belirlenmekte, uygulanacak madencilik, nakliye vb metotlar ortaya konmakta, drenaj sistemi, yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesi ve su rejiminin korunması için gerekli tedbirler alınmakta, tüm bu işler için gerekli olan iş gücü ve

malzeme temininin planlaması yapılıp, özellikle madencilik planı ile iyileştirme planının fizibilitesinin araştırılması mutlaka dikkate alınmaktadır.

Çizelge.1 Madencilik Faaliyetleri Nedeniyle Ortaya Çıkan Çevresel Etkilerin Azaltılması İçin Yapılabilecek Çalışmalar.

Kontrol		Yöntemler
Katı Atık Miktarının Kontrolü	Kaynakta atık üretiminin azaltılması	Seçimli kazı (Cevher ve yan kayacın ayrı ayrı alınması).
	İkincil ürün eldesi	Artıkların tekrar işlemden geçirilmesi.
	Atıkların depolanması	Atıkların dolgu malzemesi olarak yeraltına geri gönderilmesi. (Sadece yeraltı işletmeciliğinin yapılabildiği yerlerde)
	Toz izleme ve kontrol sistemlerinin kurulması	Akuatik çit uygulaması, Toz tutucular ve bastırıcıların kullanılması Yüksek hızda delik delme ve yüzey aktif maddelerin kullanılması Spreyleme, havanın filtre edilmesi
Maden Sahalarında Suyun Kontrolü	Etkiyi kaynağında önleme yada en aza indigeme	Cevher yatağının su ile temasının engellenmesi
		Yüzey suyu sızmasının engellenmesi. Yer altı suyunun toplanması. İşletme sahası sınırları içerisinde bulunan akış güzergahlarının değiştirilmesi.
		Galerilerden drenaj edilen su miktarının azaltılması. Üretimi tamamlanmış tünel ve kuyuların kapatılması.
	Drenaj sularının işlemden geçirilmesi	Ağır metal içeriğinin azaltılması. Kimyasal çöktürücülerin kullanılması. İyon değiştirme yöntemiyle Ca, K, Ba vs. gibi iyonların tutulması. Ani damıtma yapılması. Biyolojik pasifleştirme yönteminin uygulanması. Nötralizasyon. Sulandırma (seyreltme) işleminin yapılması. Ters Ozmos
		Drenaj edilen veya baraja gönderilen sulu çamur miktarını azaltma
		Maden drenajından değerli metallerin kazanılması
		Atık özellikleri belirlendikten sonra uygun yeraltı boşluklarına yada terk edilmiş maden ocaklarına boşaltılması.
		Mikroorganizmalar ile sülfat azaltılması.
		Metal absorblama yönteminin uygulanması.
Erozyon ve Çökmenin Kontrolü	Su akış hızının azaltılması	Bariyerlerin kurulması. (Kaya yığınları, hasır örgüler, kum torbaları, kütük veya direklerden engeller). Terasların ve su yönlendirme kanallarının yapılması.
	Yığınlardaki malzemenin harekete karşı duraylılığını arttırmak	Yığınların açısı, biyolojik şev açısı olarak kabul edilen 26° veya en fazla 30° olacak şekilde yapılması.
Gürültü ve Titreşimin Kontrolü	Sağlığa zarar vermeyecek boyutlara indigemek	Belirli zamanlarda patlatma yapılması. (Patlatma yönteminin ve çalışma zamanının iyi seçilmesi gerekir). Az gürültülü iş makinası kullanımı (Yüksek hızda delik delme). Perdeleme ve izolasyon çalışmalarının yapılması (Akuatik çit vb.)
Tasmanın Kontrolü	Yerüstü yapılarına etkinin engellenmesi	Tek bir tasman çanağının oluşturulması Dolgu işleme yönteminin kullanılması
Proses Atıklarının Kontrolü	Sıvı atıkların etkilerini en aza indigemek	Çöktürme havuzlarının kullanılması. (Böylece suların hem arıtımı hem de tesiste tekrar kullanımı sağlanabilir). Uygun arıtım tekniklerinin uygulanması. Akım hızı, yönü ve çamur miktarı vb. parametreler kullanılarak kanal dizaynının yapılması.
		Uygun döküm profilleri ile görsel kirliliğin azaltılması.
		Zararsız atıkların; reklamasyon çalışmalarında alt tabaka örtüsü olarak kullanılması.
	Katı atıkların etkilerini en aza indigemek	Özellikleri bilinen atıkların yeraltı ocaklarında dolgu malzemesi olarak kullanılması. Derin deniz yada göl deşarjı
		Sulu çamurun katılaştırılarak daha az yer kaplaması.
		Toz tutucularının kullanılması.
	Gaz atıkların etkilerini en aza	Bacalarda filtre kullanılması.

	indirmek	Yanma işleminin verimli hale getirilmesi (Tesis için uygun yakıtın kullanılması vb.).
	Gürültü/ Titreşim etkilerini en aza indirmek	Az gürültü çıkaran makinelerin kullanımı. Perdeleme ve izolasyon. Çalışma saatlerinin ayarlanması.



Şekil 3 Madencilik Faaliyetleri Ve İyileştirme Tekniklerinin Uygulanma Aşamaları (Zhengfu & Dazhi, 1990)

5 DÜNYADA UYGULANAN ÇEVRESEL İZLEME TEKNİKLERİ

Uluslararası platformda madenlerin çıkartılması ve iyileştirilmesinde çevreye duyarlı stratejiler geliştirilmekte ve uygulamaya konulmaktadır. Madencilik sahalarının yeniden düzenlenmesi ve iyileştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmalar artık bu strateji ve plânların bir parçası olmaktadır. Günümüzde ÇED, SÇED, Proje Sonrası İzleme, Acil Önlem Plânları, Çevre Yönetim Sistemleri, Yaşam Döngüsünde Değerlendirme, Yaşam Döngüsünde Maliyet bu amaçla kullanılan araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

ÇED; faaliyetleri sonucu çevre sorunlarına yol açabilecek işletmelerin bir çevresel etki değerlendirme raporu hazırlamasını gündeme getirmektedir. Raporda çevreye yapılacak tüm etki göz önünde bulundurularak, çevrenin kirlenmesine sebep olabilecek atık ve artıkların ne şekilde zararsız hale getirileceği ve bu hususta alınacak önlemler belirtilmektedir.

SÇED; belli plânlar ve programların çevre üzerindeki etkilerini değerlendirerek daha yüksek düzeyde bir çevre koruma sağlamak, çevresel düşüncelerin, plânların ve programların uygulanmasının etkilerinin, hazırlanmaları esnasında ve kabul edilmelerinden önce dikkate alınmalarını sağlamak için geliştirilmiştir. SÇED kötü planlamada iyi bilginin yetersiz olduğu felsefesinden hareket etmektedir. ÇED bir faaliyet ile ilgili olarak nasıl sorusuna cevap ararken SÇED bu faaliyetin ne, niçin ve nerede yapılması gerektiği sorularına yanıt aramakta olup, ÇED'den daha sıkı çevre koruma sağlamak için gerekli usul ve şartları içermektedir. Şu anda master plân ölçeğinde olan enerji, atık yönetimi, arazi kullanımı (dolayısı ile madencilik sektörü) ile ilgili faaliyet alanları SÇED istenen faaliyetler arsındadır.

Acil Önlem Plânları; işletmelerin çeşitli tehlike durumlarına karşı geliştirdikleri senaryoların çerçevesi çizilmekte, atıkların alıcı ortama yayılmalarının kontrol ve önlemleri belirlenerek risk

altındakileri uyuracak ve yardımcı olacak mekanizmalar tanımlanmaktadır.

Proje Sonrası İzleme; madencilik faaliyetleri boyunca gelişimin takip edilebilmesi için bir izleme ve denetleme plânı hazırlanmaktadır. Burada faaliyet sırasındaki olası etkiler ve bu etkileri azaltma yöntemlerinin kabul edilebilir değerlerini tayin edecek bir program hazırlanmaktadır. Bu plânın detayı (örnek yerleri, uygulanacak metotlar, ölçüm aralıkları, dedeksiyon limitleri, tetikleyici etkiye sahip olacak eşik değerlerin tanımı vb.) madencilik faaliyetinin ölçeğine ve yapısına bağlı olmaktadır.

Çevre Yönetim Plânı; projelerin olumsuz etkilerinin en kısa zamanda tespit edilmesi ve etkili çözümler üretilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Faaliyetin mevcut haldeki çevre üzerine etkileri analiz edilmekte, bunların gelecekteki çevresel ve sosyal etkileri tahmin edilerek öncelikler ortaya konmaktadır. Madencilik bölgesinde projenin ve proje sahasının özel konumuna bağlı olarak su kalitesi, hava kalitesi, gürültü, atık su muamele tesisi, katı atık örnekleme kapsayan ve halkın düzenli periyotlarla bilgilendirilmesini hedefleyen programlar bütünü olarak tanımlanabilmektedir.

Yaşam Döngüsünde Değerlendirme; 1995 yılında yapılan tanımına göre üretim sistemi ya da işlemleri ile ilgili çevresel tehlikeleri tahmin etmek için geliştirilen bir tekniktir. Ürün ya da işlemin tüm döngüsü içerisindeki süreçte kullanılan ve girdi parametresi olarak alınan *malzeme ve enerji* ile bu süreçte oluşan ve çıktı parametresi olarak alınan *emisyon ve atıkların* çevresel etkilerini tayin etmek yöntemin esasını oluşturmaktadır. Konuya madencilik açısından bakılacak olursa madenin çıkarılmasından başlayarak, zenginleştirilmesi, mamul hale getirilmesi, dağıtılması, kullanılması, tekrar kullanılması, sürdürülmesi (bakım-onarım), geri dönüştürülmesi, nihai depolanması ve uzaklaştırılması sırasındaki tüm etkilerin ve maliyetlerin incelenmesidir. Dört aşamada değerlendirilmektedir. Bunlar; amaç ya da işin tanımlanarak kapsamlılaştırılması, yaşam döngüsü içerisinde kullanılan malzeme ve enerji ile ortama verilen emisyon ve atıkların envanterinin oluşturulması, yaşam döngüsünün etki tayini ve sonuçların değerlendirilmesidir. ISO14040-49 standardında tanımlanmış olan bu yöntemin uygulanması şu anda gönüllü olarak yapılmasına rağmen ürünün ekolojik olarak rekabet edilebilirliğini artırmaktadır. Görüldüğü gibi, sadece madencilik faaliyetlerinde değil, çevreye olası etkisi olacak tüm aktiviteler için uluslararası platformda bir takım stratejiler geliştirilmektedir. Bu stratejiler artık sadece faaliyetlerin plânlama aşamasındaki olası etkilerinin ortaya konarak, bu etkilerin azaltılması için çözüm yöntemlerinin geliştirilmesi

ya da faaliyetin olası etkilerinin izlenmesi denetlenmesi şeklinde olmamaktadır. Artık gelinecek nokta, faaliyetin plânlanmasından üretim sürecinin tamamlanmasına ve hatta ürünün kendisinin nihai atık haline gelmesine kadar ki periyotta olası çevresel etkilerinin ve maliyetinin belirlenerek ortaya çıkartılması şekline dönüşmektedir. Tüm dünyadaki eğilim çevreyle barışık projelerin hazırlanması ve ürünlerin elde edilmesinden yanadır. Bu stratejiler her zaman maliyetleri artırıcı bir rol oynamamakta, doğru uygulandığı takdirde plânın ya da programın eksik taraflarını da ortaya koymaktadır.

6 TÜRKİYEDE MADENCİLİK İLE İLGİLİ ÇEVRE MEVZUATI

Türkiye’de madencilik faaliyetleri 04.06.1985 tarihinde kabul edilen ve 05.06.2004 tarih 5177 sayılı Kanunla Değişik 3213 sayılı Maden Kanunu ile yürütülmektedir. Bu kanunun 32. Maddesi’nde işletilen sahaların terk edilme hususları, 36. Maddesi’nde maden işletme atık ve zenginleştirme atıklarının saklanması koşulları, 46. Maddesi’nde ise maden arama dönemi sonrası sahaların kullanılabilir şekilde terk edilmesi ve aksi durumlarda ödenmesi gereken tazminat koşulları belirtilmektedir. Bu Kanunun yürütülmesi ile ilgili olarak 03.02.2005 tarih ve 25716 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren yönetmeliğin 60., 73. ve 88. Maddeleri konu ile ilgili detayları açıklamaktadır. Buna göre, işletme projeleri hazırlanırken çevre ile uyum plânının da hazırlanması gerekmektedir. Plânda faaliyet sonrası, sahada restorasyon çalışmaları ile ilgili yapılacak işlemleri gösteren çizimler ve açıklamaların verilmesi, tesiste kimyasallar kullanılacaksa, kimyasal içeren atıkların bertaraf edilmesi için kullanılacak yöntem ve teknolojiler hakkında detaylı bilgi sunulması istenmektedir. 19.02.1985’de kabul edilen 3154 sayılı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunun 9. Maddesi’nde, madencilik faaliyetlerinin çevre ve kaynak koruma ilkesine uygun olarak yürütülmesini ilgili kuruluşlar ile işbirliği içinde izlemenin, gerekli tedbirleri almanın ve faaliyetlerin iş güvenliği ile işçi sağlığı ilkelerine uygun olarak yürütülmesini takip etmenin Maden Dairesi’nin (Maden İşleri Genel Müdürlüğü) görevlerinden olduğu açıklanmaktadır.

31.07.1998 tarih ve 23419 sayılı R.G.’de yayınlanan 4342 sayılı mera kanununun 8.maddesinde 3213 sayılı maden kanunu ve 6326 sayılı Petrol kanunu hükümlerine göre maden ve petrol arama ile arama sonunda verimliliği kesinlikle saptanan maden ve petrol, ön işletme, işletme

faaliyeti için kullanılması zaruri olan alanların tahsis amacı değiştirilebilmektedir. Kanuna göre ruhsat sahipleri; bu işlemler sırasında mera sahasına yapacakları zarar ve alanların eski konumlarına getirilebilmesi için gereken maliyeti karşılamak bakımından teminat yatırmak ve konu ile ilgili bir sözleşme imzalamakla yükümlüdürler.

Ülkemizde Dünya'daki gelişmelere paralel olarak son 20 yılda çevre konusunda büyük gelişmeler görülmüş, bir çok kanun ve yönetmelik çıkarılmıştır. Anayasal bazda ilk defa 1982 Anayasasının 56. Maddesinde "çevre hakkı" sosyal ve ekonomik hak ve ödevler arasında yerini almıştır. 1982 Anayasasında getirilen hükümler gereğince

Çizelge. 2 Çevre Kanununun Madencilik İle İlgili Bölümleri.

çevre kirliliğinin önlenmesi, çevrenin korunması ve iyileştirilmesi amacına yönelik olarak, 09.08.1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu tarihten itibaren Çevre Kanunu hükümlerine bağlı olarak gerekli olan yönetmelikler çıkartılmaya başlanmıştır. Çizelge 2'de Çevre Kanununa göre çıkarılan yönetmelikler ve madencilik ile ilgili bölümleri özetlenmiştir.

Bu Çizelge'de yer alan ve uygulanmadaki bazı eksikler nedeni ile madencilik sektöründen çok tepki alan ÇED yönetmeliğinin gelişim süreci şu şekilde incelenebilir. Ülkemizin ÇED ile tanışması Çevre Kanunun 10. Maddesi ile olmuştur.

ÇEVRE KANUNU Tarih: 09.08.1983-Sayı: 2872	YÖNETMELİKLER	TARİH	AÇIKLAMA
	Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği Sayı: 18757	02.11.1986	Hava Kalitesi sınır değerleri izne tabi tesisler için (Madencilik ile ilgili tesisler buna dahil), gaz ve emisyon sınır değerleri, uzun ve kısa vadeli olarak belirtilmektedir.
	Gürültü Kontrol Yönetmeliği Sayı: 19308	11.12.1986	Madencilik faaliyetleri sırasında oluşan gürültü seviyelerinin yönetmelik hükümlerine bağlı olarak düzenlenmesi gerekmektedir. Yönetmeliğe uyulmadığı takdirde, imalathane ve iş yerlerinin faaliyetleri, kısmen ya da tamamen süreli ya da süresiz olarak durdurulabilmektedir.
	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Sayı: 19919	04.09.1988	Demir ve demir dışı metal cevherleri, kalsiyum flüorür, grafit, bor ve benzeri cevherlerin hazırlanması esnasında oluşan (çimento ve taş kırma tesislerinde dahil olmak üzere) atık suların, alıcı ortama verilmeden önce sağlanması gereken standartlar ayrı ayrı belirtilmiştir. Ayrıca Kömür hazırlama, işleme ve enerji üretme tesislerinin alıcı ortama deşarj standartları da bu yönetmelikte belirtilmektedir.
	ÇED Yönetmeliği Sayı:	07.02.1993	Arama dışında her türlü madenin çıkartılması ve zenginleştirilmesi ile ilgili tüm faaliyetler ÇED kapsamına alınmıştır. Aynı zamanda maden arama ruhsatnamesi haricinde her türlü maden ruhsatı belgesinin alınması da ÇED olumlu belgesinin alınmasına bağlanmıştır.
		23.06.1997 R	Arama faaliyetleri ÖNÇED kapsamına alınmıştır.
		06.06.2002 R	Her tür maden arama faaliyetleri yeniden ÇED ve ÖNÇED kapsamından çıkartılmıştır.
		16.12.2003	Ek I listesine tabii faaliyetler için, ÇED süreci kısaltılmış, ÇED raporunu hazırlayanlar için yeterlik uygulaması getirilmiş, ÇED sürecinde yapılmakta olan bilgilendirme ve kapsamlılaştırma toplantısı birleştirilmiştir. Ek II Listesine tabii faaliyetler için ÖNÇED raporu hazırlama yükümlülüğü kaldırılmış, proje tanıtım dosyası hazırlanması yeterli kılınmıştır.
	Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği Sayı: 21634	11.07.1993	Madencilik sektörünün örnek olarak gösterdiği EK9'la üretilen atıktan ayıran kriterler verilmekte, hammadde işleme proses kalıntıları atık olarak değerlendirilmektedir.
	Tehlikeli Atıkların Kontrol Yönetmeliği Sayı: 22387	27.08.1995	Son olarak revize edilen yönetmelik ile maden atıkları özel işleme tabi atıklar kapsamına alınmış, böylece maden atıklarının toplanması, taşınması, izlenmesi ve bertarafına ilişkin esasları içerecek ayrı bir mevzuat hazırlanması hususu hükme bağlanmıştır.
		15.12.1996 R	
		15.08.1997 R	
		25.09.1999 R	
		10.07.2001R	

Çevre düzeni Planlarının Yapılmasına Dair Yönetmelik Sayı: 24220	04.11.2000	ÇED ve ÖNÇED kapsamındaki faaliyetler (madenlerin çıkartılması ve zenginleştirilmesi vb.) için Çevre düzen plan değişikliği gerekiyorsa ÇED sürecinden önce değişiklik yapılmasını, plan değişikliği yapılması uygun bulunmayan faaliyetler için ÇED sürecinin başlatılmayacağı belirtilmektedir.
Çevre Denetimi Yönetmeliği Sayı: 24621	05.01.2001	Revize edilen yönetmelik ile madencilik sektörü ve diğer endüstriyel sektörlerle ait tesislerin kurulmasında atıkların nihai bertarafına kadar çevre denetiminin usul ve esasları belirlenmektedir. Ayrıca, tesislerin niteliklerine göre ya denetim birimi kurmak yada denetim elemanına sahip olma zorunluluğu getirilmektedir.
	24.07.2002 R	
Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Sayı: 24069	30.01.2003 R	Tehlikeli maddeler ve atıkların toprağa deşarjı, atılması ve sızması ile ilgili teknik, idari esasları ve cezai yaptırımları belirleyen, Ek I-A ve Ek I-B' de verilen sınır değerlere ayrılarak her türlü atık ve tehlikeli maddenin toprağa deşarjı ve depolanması yasaklanan, kirlenilmiş toprakların bu kirliliğe neden olan faaliyet sahiplerince temizlenmesinin hükme bağlandığı yönetmelikte, Madencilik sektörünün de üzerine düşen yükümlülüklerini yerine getirmesi gerekmektedir.
	10.12.2001	

“Gerçekleştirmeyi plânladıkları faaliyetler sonucu çevre sorunlarına yol açabilecek kurum, kuruluş ve işletmeler bir çevresel etki değerlendirme raporu hazırlarlar. Bu raporda çevreye yapılacak tüm etki göz önünde bulundurularak, çevrenin kirlenmesine sebep olabilecek atık ve atıkların ne şekilde zararsız hale getirileceği ve bu hususta alınacak önlemler belirtilir.” ifadesi yer almaktadır. Bu ilgili yasaya dayanılarak 07.02.1993 tarihinde ÇED yönetmeliği çıkartılmıştır. Bu yönetmelikle, arama dışında her türlü madenin çıkartılması ve zenginleştirilmesine ilişkin faaliyetler tümü ile ÇED kapsamına alınmıştır. Yine, maden arama ruhsatnamesi haricinde her türlü maden ruhsatı, orman izni, teşvik belgesi gibi belgelerin alınması da ÇED olumlu belgesinin alınmasına bağlanmıştır.

Bu yönetmelik 23.06.1997 yılında revize edilmiştir. Revize yönetmelikle arama faaliyetleri de ÖNÇED kapsamına alınarak, madencilik sektörü; Çevre Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkartılan yönetmeliklerden en çok etkilenen sektör durumuna getirilmiştir (Demirçin 1997). Aynı yönetmelik 06.06.2002 tarihinde tekrar revize edilmiş her tür maden arama faaliyetleri yeniden ÇED ve ÖNÇED kapsamından çıkartılarak sektöre bir rahatlama getirilmiştir. Bu yönetmelik de 16.12.2003 tarihinde ÇED sürecinin uzunluğu gerekçeleri ile tekrar revize edilmiş, halkın katılım toplantısı öne çekilerek, bilgilendirme ve kapsamlılaştırma toplantısı birleştirilmiş ve tek toplantı haline getirilmiştir. Bu yönetmelikle getirilen diğer bir yenilik ise, ÇED raporu hazırlayanlar için yeterli şartıdır. Yönetmelikler dinamik bir yapıya sahiptir ve günün koşullarına göre güncellenmesi kaçınılmazdır. Ancak, faaliyetlerin olası etkilerinin tam olarak

bilinmemesi ve yönetmelikler hazırlanırken ülke gerçeklerinin dikkate alınmaması bu süreci çok kısaltıp yatırımcıyı da olumsuz yönde etkilemektedir. ÇED yönetmeliği çerçevesinde 1993 yılından 2003 yılına kadar madencilik ve petrol sektörü ile ilgili olarak Çevre Bakanlığına 234 adet faaliyet için başvuru yapılmış olup, 223 faaliyete olumlu 11 adet faaliyete de olumsuz görüş verilmiştir. Olumsuz görüş genellikle özel çevre koruma alanlarına giren ve yukarıda ifade edilen hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği gibi yönetmelikler kapsamında kalan sahalardaki madencilik faaliyetlerine verilmiştir.

Ülkemizde madenlerin neden olduğu etkilerin giderilmesi ve bozulan arazilerin yeniden düzenlenmesine yönelik bir özel mevzuat bulunmamaktadır. Bu sorunlara genel çevre mevzuatı içerisinde çözüm aranmaktadır (Ünal, 1992). Söz konusu açığın kapatılması amacı ile 2002 yılı içerisinde Madencilik Çalışmaları, Diğer Kazılar ve Depolamalar İle Bozulan Sahaların Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmelik taslağı ve yine aynı yıl Maden İşletmelerinde Atık Yönetimi Yönetmelik taslağı hazırlanmıştır. Taslak ile ilgili kurum ve kuruluşlardan görüşler alınmasına rağmen bu güne kadar konu ile ilgili herhangi bir ilerleme kaydedilememiştir.

09.05.2002 tarihi itibarı ile Maden Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun 05.06.2004 tarih 25483 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Kanuna gerekçe olarak madencilik dışındaki mevzuatlar ve çevresel endişeler nedeni ile sektöre yasaklamalar ve kısıtlamalar getirilmesi gösterilmiştir. Bu Kanun ile Çevre Kanunun 10. Maddesinde değişikliğe gidilerek, petrol, jeotermal kaynak ve maden arama

faaliyetleri ÇED kapsamı dışına alınmış, madenlerin işletilmesiyle ilgili hususların Maden Kanununun 7. Maddesine göre düzenleneceği belirtilmiştir. Bu Maddeye göre, orman, muhafaza ormanı, ağaçlandırma alanı, kara avcılığı alanları, özel koruma bölgeleri, milli parklar, tabiat parkları, tabiat anıtı, tabiatı koruma alanı, tarım, mera, sit alanları, su havzaları, kıyı alanları ve sahil şeritleri, karasuları, turizm bölgeleri alanları ve merkezleri ile kültür ve turizm koruma ve gelişim bölgeleri, askeri yasak bölgeler, ve imar alanları ile mücavir alanlarda madencilik faaliyetlerinin çevresel etki değerlendirmesi, gayri sıhhi müesseselerle ilgili hususlar dahil hangi kriterlere göre yönetileceği, ilgili bakanlıkların görüşü alınarak Bakanlar Kurulu tarafından çıkarılacak bir yönetmelikle belirlenmesi uygun görülmüş ve madenciliğin daha kolay gerçekleştirilebilmesi için ilgili bazı mevzuatlarda değişiklikler yapılmıştır.

18.03.2003 tarihi itibarı ile Çevre Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun tasarısı hazırlanmış ve ilgili kurum ve kuruluşların görüşleri alınmaya başlanmıştır. Maden Kanunu ile getirilen değişikliklerin hiç birisine yer verilmeyen bu tasarı ile gündeme alınan en önemli durum ise yeni bir kavram olan Stratejik Çevresel Etki Değerlendirmedir.

Belli plânlar ve programların çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi üzerine 27.06.2001 tarih ve 2001/42/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi çıkarılmıştır. Stratejik Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliğinin (SÇED) amacı daha yüksek düzeyde bir çevre koruma sağlamak, çevresel düşüncelerin, planların ve programların uygulanmasının etkilerinin hazırlanmaları esnasında ve kabul edilmelerinden önce dikkate alınmalarını sağlamaktır. Mevcut ÇED'den daha sıkı çevre koruma sağlamak için gerekli usul ve şartları içermekte olan bu direktif ile genel bir çerçeve çizilerek yerel koşulları uyumlaştırmak için detaylar üye ülkelere bırakılmaktadır. Böylece üye devletlere kendi ülke şartlarına uygun daha şeffaf ve katılımcı bir yapılanma için hareket serbestliği tanınmaktadır. Şu anda SÇED istenen faaliyet alanları; master plân ölçeğinde olan tarım, ormancılık, balıkçılık, enerji, endüstri, taşımacılık, atık yönetimi, su yönetimi, telekomünikasyon, turizm, kent ve kırsal alan planlaması, arazi kullanımı ve bunlara ait gelecekteki gelişimlerdir.

SÇED kötü planlamada iyi bilginin yetersiz olduğu felsefesinden hareket etmektedir. ÇED bir faaliyet ile ilgili olarak nasıl sorusuna cevap ararken SÇED bu faaliyetin ne, niçin ve nerede yapılması gerektiği sorularına yanıt aramaktadır. 1995 yılından beri gelişmeye başlamış olup, çok sınırlı ülke bu

konudaki çalışmalarını tamamlamıştır (Morel, 2003).

Üye ülkelerin bu direktif hükümlerini yerine getirmek için gerekli kanunları tüzükleri ve yönetmelikleri 21.07.2004 tarihine kadar yürürlüğe koymuştur. Türkiye ise, SÇED direktifine uyum çalışmalarını başlatmış olup, bir proje kapsamında SÇED yönetmeliği hazırlanmaktadır. 2005 yılı sonuna kadar bu yönetmeliğin çıkmış olması gerekmektedir.

7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Madencilik faaliyetleri süresince yapılan işlemler hava, toprak ve su kaynaklarını dolayısıyla çevreyi ve bu çevredeki yaşamı etkilemektedir. Bu etkiler yerel, bölgesel olabildiği gibi küresel boyutlarda da olabilmektedir. Söz konusu etkiler aslında tüm diğer sektörlerinkinden çok farklı olmayıp, iyi bir planlama ve uygulama ile tamamen giderilebilecek ya da en aza indirilebilecek türdendir.

Stockholm Konferansı'nda (1972) açık işletme madenciliği çevreye en zararlı endüstriler arasında değerlendirilmiştir. O günden beri de tüm dünyada madenlerin çıkartılması ve rehabilite edilmesi ile ilgili olarak daha sınırlayıcı ulusal çevre mevzuatları geliştirilmeye başlanmıştır.

Temelde olumlu esaslara dayanan bu mevzuatların ülke koşullarına yeterince uyarlanamaması, yetişmiş eleman eksikliği, teknik yetersizlikler, temel çalışmalarla, envanter çalışmalarının yanı sıra, güvenilir bir veri tabanının bulunmaması, izleme ve denetlemedeki eksikliklere; birde madencilik faaliyetlerinin yarattığı çevre problemlerinin tam anlamı ile bilinmemesi ve bilinmeyene karşı tereddüt duyulması nedenleri eklenince, madencilik sektörü AB'ye uyum çabası ile çıkarılan yönetmeliklerden en çok etkilenen sektör durumuna gelmiştir.

Çevresel düzenlemeler yatırımlara engel olmamalıdır. Düzenlemeler; gerçekçi, açık ve duraylı olmalı, faaliyetlerin devam etmesini ve bu esnada olası etkilerinin en aza indirilmesini sağlamalıdır. Bu da ancak madencilik faaliyetlerini kapsamına alan yönetmelikler hazırlanırken, madenin cinsi, üretim kapasitesi, üretim yöntemi, coğrafyası, iklim koşulları, topografik yapısı, yerleşim merkezlerine göre konumu, sosyo-politik yapı gibi kriterleri ve ülke koşullarını dikkate alan bir yaklaşımla ve toplumun tüm kesimlerini içine alan disiplinler arası katılımcı bir işbirliği çalışması ile mümkündür.

Ülkemizde sektör ve devletin yasa koyucu organları birbirleri ile iletişim içinde değildir. Aynı tarihlerde hazırlanıp, görüşülmekte olan kanun

değişiklik tasarıları birbirlerinden oldukça uzak noktadadırlar. Sektör çok fazla ayrıcalık isterken, AB'ye uyum çerçevesinde çıkarılan yönetmelikler ile getirilen çevresel sınırlamalar ise durumu çok daha dar bir alana sıkıştırmaktadır. Bu dar alanda harcanan zaman nedeni ile de asıl önemli olan konulardan uzaklaşmaktadır.

Madencilik faaliyetleri için, faaliyetleri sona erdikten sonra sahaların terk edilmesi ve iyileştirilmesi ile ilgili alınmış olan taahhütlerin izlenmesi ve denetlenmesi 30.01.2003 tarihinde revize edilen Çevre Denetimi Yönetmeliği ile belirlenen esaslara göre yapılacaktır. 1992 yılından beri Maden İşleri Genel Müdürlüğü faaliyet sahibinden işletme planları ile birlikte saha iyileştirme planları da istemekle olup, arazinin terk edilmesi ile ilgili emniyet tedbirlerinin yeterliliğini ve atık ile artıkların çevre salığına zarar vermeyecek şekilde bertarafı ile ilgili önlemlerin alınıp alınmadığını mahallinde tetkik ederek bir karar vermektedir. Ancak bunlar yetersiz kalmaktadır. Ülkemizde terk edilmiş ve hiçbir hukuki sorumluluk altında olmayan sahalarda vardır ve olumsuz etkileri halen devam etmektedir.

Maden İşletmelerinde atık yönetimi, bozulan sahaların iyileştirilmesi ve kontrolüne yönelik özel bir yönetmelik çıkartılmalıdır. Bu yönetmelikte estetik açıdan güzelleştirme yerine ekolojik değerler ve sürdürülebilirlik dikkate alınarak iyileştirmenin yapılması ilke edinilmelidir. Söz konusu işlemlerin yönetiminin ve denetiminin hangi kurum ya da kurumlara verileceği bu yönetmelikte belirtilmelidir. Bu kurumlar belirlenirken sektör ile ilgili bilgi birikimi ve alt yapı, proje-plan geliştirme, değerlendirme kapasitesi, teknik yeterlilik ve koordinasyon ergi aranmalıdır. Ülke koşulları dikkate alınarak yapılması gereken bu çalışmalar sırasında işletmelerin yapacağı harcamalar, devlet tarafından teşvik edilmeli, vergi indirimi ya da fonlarla desteklenmelidir. Dünyada uygulanmaya başlandığı gibi, iyileştirme çalışmalarının geliştirilebilmesi için yeni bir sahada yapılacak olan faaliyetlere izin verilirken, bu faaliyetle ilgili anlaşmaların bir parçası olarak önceden zarar gören alanların iyileştirilebilmesi konusunda benzer teşvik ve fonlar oluşturulmalıdır.

Herhangi bir faaliyet nedeni ile ortaya çıkacak çevre sorunlarının daha plânlama aşamasında önlenmesi gerekmektedir. SÇED bu bağlamda çok önemli bir rol oynayabilecektir. Sektördeki mevcut şartların Stratejik Çevresel Etki Değerlendirmesi sadece çevresel yönetim stratejilerinin formüle edilmesinde yardımcı olmak açısından değil, aynı zamanda madencilik ile ilgili olarak ülke politikalarının oluşturulmasında da önemli bir araç olabilecektir. Ancak tüm bunlar akılcı planlı ve programlı şekilde çerçevesi çizilmiş sektör

politikalarına sahip alt yapı ile uygulanacak SÇED için mümkündür. Ülke gerçekleri göz önüne alınmadan kapsamlılaştırılması yapılarak, yürürlüğe konan bir SÇED yönetmeliği gerçekleştirilirse ÇED sürecinden daha zorlu bir süreç madencilik sektörünü bekliyor demektir.

Ülkemizde çıkarılan kanun ve yönetmeliklerdeki eksik anlayış ve uygulamadaki aksaklıklar ÇED, SÇED, Proje Sonrası İzleme, Acil Önlem Planları, Çevre Yönetim Sistemleri, Yaşam Döngüsünde Değerlendirme, Yaşam Döngüsünde Maliyet gibi yöntemlere direkt olarak kendisini kapamaktadır. 05.06.2004 tarih 5177 sayılı Kanunla Değişik 3213 sayılı Maden Kanununda bu yöntemlerden söz edilmediği gibi Maden Kanununa göre çıkarılan yönetmeliklerde de bu metotlar yer almamıştır. Daha önceki dönemde çevresel kaygılar nedeni ile bir sektöre getirilen kısıtlamalar ve olumsuz etkiler şimdi korumacılık anlamında bu sektör tarafından kural tanımazlık düzeyinde yapılmaktadır. Ülke olarak kendi sorunlarımızı çözmediğimiz ve eksiklerimizi ülke gerçeklerine göre gidermediğimiz sürece uluslararası platformdaki yapı bizi buna zorlayacak ve ifade edilen yöntemlerin uygulanmasını isteğe bağlı olmaktan çıkartarak yasal zorunluluklar haline getirecektir. Bu nedenle uluslararası yasal ve yaptırımsal eksikliklerimizin bilincinde olarak, sağlam bir alt yapı ile hazırlıklı olunarak sonuçta sistemimize girmesi gereken yasal düzenlemelerin kendi ulusal yapımıza ve çıkarlarımıza uygun bir şekilde kapsamlılaştırılarak düzenlenmesi, yaşanan geçmiş hatalardan ders alınarak konunun üzerine gidilmesi ve sorunu yok sayarak zaman kazandırıcı politikaların terk edilerek, çözümücü bir yapının sistemimize kazandırılması gerekmektedir.

Bu çerçevede konu değerlendirilecek olursa, atık ve artık kontrolü, saha rehabilitasyonu, sağlık ve güvenlik ile ilgili düzenlemeler, SÇED ve ÇED prosedürlerinin uygulanabilirliğini bünyesinde toplayan bir madencilik politikası ortaya konmalı ve sektörün yasal çerçevesi çıkarılmalıdır. Önemli olan mevzuatı çıkarmak değil o mevzuatla taahhüt altına alınan faktörlerin izleme ve denetiminin en iyi şekilde yapılması ilkesinden hareket edilmeli, etkili bir çevresel yönetimin devletin izleme ve yaptırım gücüne bağlı olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

Darrel, B. et. Al., 1986, Reclamation and Vegetative Restoration of Problem Soils and Disturbed Lands, Pollution Technology Review, 137, Noyes Data Corporation.

Demirçin, M., 1997, Avrupa Topluluğu ve Türkiye'de Çevre Mevzuatındaki Gelişmeler ve Bu Gelişmelerin Madencilik Sektörüne Etkilerinin ÇED Kapsamında Değerlendirilmesi,

- Türkçe Konuşan Ülkeler 3. Yerbilimleri ve Madencilik Konferansı, MTA Gn. Md. Yayını, s. 249-276, İzmir.
- Evirgen, M., Onacak, T., 1984, Madencilik Faaliyetlerinden Sonra Çevrenin Düzenlenmesi ve İyileştirilmesi, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları, 21, S. 23.
- Karadeniz, M., 1996, Cevher Zenginleştirme Tesis Artıkları, Çevreye Etkileri, Önlemler, s. 32-34, İstanbul Ofset Basım Yayın San. Tic. A.Ş., İstanbul.
- Martin, J. H., 1993, Surface Mining and The Environment In Europe, International Journal of Surface Mining and Reclamation, 7, S. 91-104.
- Morel, S., 2003, Karayolları Genel Müdürlüğünde Çevre Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirme ve Planlama Genel Müdürlüğü tarafından düzenlenen Stratejik Çevresel Etki Değerlendirme bilgilendirme toplantısı
- Prevention Activities of Mining-Related Pollution Japan, Metal Mining Agency of Japan.
- Papila, F. A., 1995, Türk Kömür Madenciliğinde Çevre Koruması Açısından Karşılaşılan Sorunlar ve Alınan Tedbirler, Türkiye ve Almanya'da Madencilik ve Metalürji Sempozyumu, İTÜ Yayını, İstanbul.
- TÜRKİYE 2. Madencilik Şurası, Çevre ve Madencilik Gündem Maddesi ile ilgili Komisyon Raporu.
- Ünal E., Kara D., Vatan B., D., 1992, Açık Ocak Kömür Madenciliği Sırasında Bozulan İşletme Sahalarının Yeniden Düzenlenmesi ve İyileştirilmesi, Madencilik Dergisi, cilt 31, s.5-16.
- Ünal E., 1996, Kömür ve Çevre, 21. Yüzyıla Girerken Türkiye Madenciliği, s. 51-62, Sivas.
- Wolfgang, F., 1995, Alümina Kömür Madenciliğinde Çevre Koruma ile ilgili Konular, Türkiye ve Almanya'da Madencilik ve Metalürji Sempozyumu, İTÜ Maden ve Kimya- Metalürji Fak. ve Berlin Teknik Üni., s. 145-170, İstanbul.
- Zhengfu B., Dazhi G., 1990, Land Reclamation Engineering IN Mine Areas, Reclamation Treatment and Utilization of Coal Mining Wastes.

Avrupa Birliğinde Madencilik Politikalarının Gelişimi ve Madencilik Faaliyetlerini Çevreleyen Çevre Mevzuatı

N. Karapınar

MTA Genel Müdürlüğü, Teknoloji Dairesi, 06520 Ankara

ÖZET: Avrupa'da uzun bir geçmişe sahip ancak sürekli gelişim ve modernizasyon içinde yer alan bir madencilik sanayi mevcuttur. Avrupa Birliği (AB) yakıt dışı minerallerin en büyük tüketicisi olmasına rağmen bunun çok azını kendi kaynaklarından sağlamaktadır. Metalik olmayan cevher endüstrisi ise nispeten kendi kendine yeter durumdadır ve bu sektör Avrupa halklarının refahına ve ekonomiye önemli katkılar yapmıştır ve yapmaya devam etmektedir.

AB'de madencilik ile ilgili politikaların 1980'li yılların sonlarında oluşturulmaya başlandığı görülmektedir. Dünya genelindeki gelişmelere paralel olarak AB'de de madencilik sanayi diğer sanayi alanlarında olduğu gibi faaliyetlerini "Sürdürülebilir Kalkınma" temelinde yürütmektedir. Sanayinin devamlılığının sağlanması, çevrenin korunmasına bağlıdır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda sadece AB'de değil dünya ölçeğinde çevre faktörü göz ardı edilerek madencilik faaliyetlerinin yürütülmesi mümkün değildir. AB madencilik politikaları madencilik faaliyetlerinin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutunu içermektedir; sanayi, madencilik faaliyetlerinden sağlanacak sosyal ve ekonomik fayda - çevre - toplumsal ilgi arasında hassas bir dengenin kurulmasından sorumludur.

AB'de bir çok ülke, madencilik sektörü için kendi milli politikalarını, sürdürülebilir kalkınma ilişkisi temeline getirecek girişimlerde bulunmaktadır.

ABSTRACT: In EU, there is a long tradition of a modern mining sector that is under continual development and modernization. Although EU is the World's largest consumer of non- fuel minerals, it supplies much less of this amount from domestic sources. Non metallic mineral sector is largely self-sufficient and this sector makes highly significant contribution to the economy and welfare of Europe's citizens.

There have been attempts to build up mining policies in the late1980's. Parallel to the trends and developments in the World, EU mining sector carries out its activities on the basis of sustainable development. Permanence of the sector depends on the protection of the environment. In this century, not only in the EU but also in the world, is permanence of mining activities not possible with disregard to the environment. Mining policies of EU contain social, economic and environmental aspects of mining activities; the sector is responsible for establishing a sensitive balance among economic benefits, the environment and social interests.

Many countries in EU have attempts to put their own national policies on to a sustainable development basis.

İGİRİŞ

Doğal kaynaklar insan ve toplum yaşamının önemli bir parçası olup, ulusların sosyo-ekonomik kalkınmaları için gerekli enerji ve sanayinin temel hammadde gereksinimini sağlayan madencilik faaliyetleri de uluslar için vazgeçilmezdir. Yaşamı fonksiyonel hale getiren araç ve gereçlerin tamamına

yakını doğal kaynaklardan sağlanmaktadır. Temiz su, tarım ve ormandan elde edilen yenilenebilir kaynaklar gibi bir kaç istisna dışında, üretim ve tüketim için kullanılan bütün hammaddeler, topraktan veya denizden çıkartılmaktadır. Ülke ekonomilerinde en büyük katma değeri yaratan madencilik ve ona bağlı imalat sanayidir.

Dolayısıyla, madencilik sektörü, kalkınma ve ekonomiye doğrudan ve dolaylı katkıları bakımından uluslar için vazgeçilmezdir ve dün olduğu gibi bugün de vazgeçilmez konumunu sürdürmektedir. Batı Avrupa'da enerji dışı madencilik sektörü Avrupa haklarının refahı ve ekonomiye önemli katkılar yapmış ve yapmaya devam etmektedir.

Madencilik gelişmekte olan ülkeler için refahın ve zenginliğin kaynağı olabileceği gerçeği, 1990'lı yıllarda dünya genelinde 75 den fazla ülkede madencilik politika ve kanunlarının revizyonu veya yenilerinin yürürlüğe girmesi ile vurgulanmış bulunmaktadır. Bu değişimlerin çoğunluğu, yabancı yatırımların cazip hale getirilmesi ve kararlı bir mali ve yasal ortamın oluşturulması için yapılmıştır.

Madencilik, refah ve zenginlik yaratması yanında iyi yönetilmezse fiziksel ve sosyal çevreyi bozucu temel kaynaklardan da biri olabilmektedir. Günümüze kadar belli bir süredir özellikle 1980'in ilk yıllarından itibaren bir çok sanayi dalı, ölçüsü artarak, bazı durumlarda haklı olarak, çevreye verdiği zararlar nedeniyle eleştirilmiş ve eleştirilmeye devam edilmektedir. Madencilik sanayi de, tartışma konusunda yer alan bu sanayilerden biridir. Madencilik faaliyetlerinin çevreye etkisi kaçınılmazdır. Ancak, unutulmamalıdır ki, madencilik faaliyetlerinin, çevre ve insan sağlığına olan negatif etkiyi, gerekli önlemler alınmadığında beraberinde getireceğidir. Tüm diğer sanayi dallarında olduğu gibi, madencilik sanayinde de çevrenin korunması hem ekonomik hem de teknik olarak mümkündür. Modern yaklaşımlarla bu etkiler önlenabilir yada en aza indirilebilir.

İnsanoğlunun varoluşu, aslında, çevreye karşı olup, her eylemi çevresinde bir değişime yol açmaktadır. Büyük çaplı üretimleri gerçekleştiren endüstriyel faaliyetlerin çevreye olan etkisi de o oranda büyük olmaktadır. Dolayısıyla, endüstrileşme konfor, refah gelişme ve toplumsal zenginleşme ile beraber çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Ancak, bilimsel araştırma ve geliştirme (AR-GE) çalışmaları bir taraftan yeni üretimler yaratırken diğer taraftan çevrede oluşan zararlı etkileri ortadan kaldıracı ve/veya en aza indirecek çözüm önerilerini de sunmaktadır.

Madencilik faaliyetlerinin zarar verici etkinin çoğu, iyi bir proje planlama, uygun madencilik teknolojilerinin seçimi ve iyi bir işletme ile en aza indirilebilir. Dolayısıyla, bu negatif etkilerinin yok edilmesi veya en aza indirilmesi madencilik faaliyetlerinin bir parçası olmalı ve çevre koruma

madencilik arama faaliyetlerinden maden kapanmasına kadar geçen tüm faaliyet süresince yapılmalıdır.

Dünya ve Avrupa gündeminde diğer sanayi dallarında olduğu gibi madencilik sanayi "Sürdürülebilir Kalkınma" temelinde çevre ile birlikte değerlendirilmektedir; sürdürülebilir kalkınma temelinde, madencilik faaliyetlerinden sağlanacak sosyal ve ekonomik fayda ve çevre ve toplumsal ilgi arasında hassas bir dengenin sağlanması gerekmektedir.

2- AB'de MADENCİLİK

Avrupa'da tarihi oldukça geçmişe dayanan dinamik bir madencilik sektörü vardır ve bu sektörün tamamen ve çaresiz bir şekilde düşüşte olduğunu söylemek yanlış olur. Geçen 20 yılda bir çok maden kapanmasına rağmen, yeni arama ve keşiflerde yenileri açılmıştır. Bunların bazıları, ülkenin ekonomisini değiştiren veya uluslararası pazarda ticaret şartlarında değişiklik ve etki yaratabilecek önemde keşiflerdir. Bunlar arasında yer alan ve Portekiz'de bulunan Neves- Corvo bakır-kalay yatağı, bu ülkeyi, AB'de bakır ve kalay üretiminde lider konuma getirmiştir. Ayrıca, İrlanda'da çinko kurşun yatağı, Las Cuevas'da oldukça zengin civa yatağı, İspanya'da 2000 yıldan daha fazla süresidir işletilen Almaden yatağı yeni rezervlerinin bulunması diğer önemli keşiflerdir. Geçen 20 yıl içinde bulunan ve daha az öneme sahip (rezerv açısından) cevher yatakları arasında altın, bakır ve tungsten gibi metaller yer almakta ve bunlar halen işletilmektedir.

Metalik cevher bakımından Avrupa, uluslar arası öneme sahip birkaç rezerv hariç, orta seviyede yer almaktadır. AB batı dünyasında baz metal tüketiminde (alüminyum hariç) en büyük tüketici konumunda olmasına rağmen bunun çok azını kendi kaynaklarından sağlamaktadır. Metalik minerallerde AB dünya üretiminin %2-3 üne sahiptir (1-3)

Metalik madencilik faaliyetleri genelde

- AB'nin Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde: Portekiz, İspanya, Yunanistan,
- İrlanda, özellikle son 30 yılda en büyük kurşun-çinko üreticisi konumuna gelmiştir,
- 1995'de AB'ye katılan üç EFTA ülkesi: Avusturya, İsveç ve Finlandiya,

ülkelerinde yoğunlaşmıştır.

Fransa, Almanya, İtalya ve benzer ülkelerde metalik madenler kapanmış veya kapanma tehdidi ile karşı karşıyadır.

Benzer şekilde metalik olmayan cevherler söz konusu olduğunda, Avrupa'daki rezervler diğer bölgeler ile karşılaştırıldığında, nadiren büyük ticari potansiyele sahiptir. Sadece birkaç önemli istisna hariç. Bunlar (2);

- ✓ Civa; Dünya rezervlerinin %75'i Avrupa'dadır (genelde İspanya, ayrıca İtalya, Slovenya, vd.),
- ✓ Potas; hala işletilen Almanya, Fransa ve İngiltere'deki muazzam yataklar
- ✓ Florit; dünyada Çin'den sonra 2. sırada Avrupa yer almaktadır,
- ✓ Andaluzit; Britanya'da yoğun olarak çıkarılan refrakter mineral, bu alanda Fransız bir grup dünya lideri durumundadır.
- ✓ Kaolin ve Ball kili; İngiltere.

Metalik cevherlerin aksine, metalik olmayan madencilik faaliyetleri birliğin her tarafında aktif olarak mevcuttur ve sektör çok çeşitlidir. Endüstriyel mineraller ve agrega, kum ve çakıl gibi yapı malzemesi hammaddeleri madenciliği bütün birlik ülkelerinde mevcut olup, AB dünya genelinde büyük üretici konumundadır. Endüstriyel hammadde ve yapı malzemesi üretiminde AB dünya üretiminin % 20'sine sahiptir. Doğal taş, feldspat, kaolin ve potas gibi minerallerin dünyada en büyük üreticisidir (2-4)

Doğal taş madenciliği ise, Fransa, Yunanistan, İtalya, Portekiz ve İspanyada yoğunlaşmış ve toplam AB üretiminin % 90'ını karşılamaktadır.

Avrupa'daki metalik ve metalik olmayan cevher üretimi dünya üretimi ile karşılaştırıldığında genelde ulusal ölçekte ve ancak birkaç AB üyesi ülke dünya sıralamasında ilk üç sırada yer almaktadır. Bunlar; İngiltere (Kaolin pazarının %12'sine sahip ve dünya ikincisi), Almanya (Potas üretiminde Kanada'dan sonra dünya ikincisi) ve Fransa (Nikel üretiminde Dünya üçüncüsü, Andaluzit üretiminde Güney Afrika'nın arkasından dünya ikincisi ve diatomit üretiminde de Dünya üretiminin %15 ini karşılayarak dünya ikincisidir). Ayrıca yeni bulunan ve üretime alınan (1998/1999) çinko cevheri de İrlanda'yı bu alanda dünya sıralamasına sokmaktadır. Ayrıca Yunanistan perlit, bentonit ve pümsi gibi endüstriyel hammaddelerde dünya pazarında güçlü bir pozisyona sahiptir.

Özetle, Avrupa Birliğinde mineral endüstrisinin temel özellikleri aşağıda verilmiştir (2);

- Oldukça çeşitlidir, diğer bir çok ülkeye göre daha göze çarpan ve belirgin bir mineral endüstrisi vardır (daha az alana sahip olmasına rağmen). Bu iki durum, Avrupa kıtasının jeolojik yapısının çeşitliliği ve bir

kaç yüz yıl geriye uzanan endüstrileşme ile ilintilidir.

- Metalik olmayan cevher endüstrisi metalik cevher endüstrisine göre daha büyük ve gelişmiştir. Bu durum, 1980'li yıllarda özellikle de 1990'lı yıllarda bir çok metalik cevher işletmelerinin kapanması ile daha belirgin hale gelmiştir. Daha önce metalik cevher alanında uzmanlaşmış bazı firmalar çalışmalarını metalik olmayan cevher sektörüne kaydırmışlardır.
- "Dünya Markası" olmuş bazı maden bölgeleri mevcuttur; Almaden (civa, İspanya), Kiruna (demir cevheri, İsveç), the Irish Midlands (çinko, kurşun, İrlanda), Cornwall (kaolin, İngiltere), the Trimouns-Luzenac yatağı (talk, Fransa) vb. Sadece bunlar bile belirli madencilik faaliyetlerinin Avrupa Birliğinde varlığını garanti etmektedir.
- Güçlü ve sağlam bir metalik ve metalik olmayan cevher zenginleştirme endüstrisi vardır. Günümüzde bu endüstri, ortaya çıktığı madencilik faaliyetlerinden daha büyük durumdadır ve uluslararası mineral hammadde pazarında Avrupa'nın söz sahibi olmasını sağlamaktadır.
- Avrupa'daki madencilik ve cevher zenginleştirme endüstrisi ile ilişkili ortaya çıkan ve gelişmiş olan, "Dünya Markası" madencilik ve cevher zenginleştirme ekipman endüstrisi vardır.

AB'nin toplam mineral ticaret dengesinin negatif olup ve ham madde ihtiyacını ithal yoluyla karşılamaktadır.

3 AB'de MADENCİLİK POLİTİKALARI

Avrupa Komisyonu tarafından 1970'li yılların ortalarından itibaren "Araştırma ve Geliştirme Programı" adı altında, arama, cevher hazırlama ve madencilik teknolojilerinin birlik içinde yeterliliği ve etkinliğinin artırılmasını amaçlayan bir program başlatılmış ancak pek başarıya ulaşamamıştır. Madencilik ile ilgili politikaların oluşturulmasına gerçek anlamda ancak 1980'li yılların sonunda başlandığı görülmektedir (5).

Avrupa Komisyonunun 1987 yılında o zamanki adıyla Avrupa Ekonomik Topluluğunda madencilik sanayinin panoramasını çıkarmak için Eurometaux'a (sonradan Euromines adını alacaktır) konuyla ilgili rapor hazırlatmıştır. Her bir ülkedeki sektörün

detaylı incelenerek endüstri ve resmi kurumlarla bir dizi görüşmelerden sonra hazırlanan, Nisan 1989'da Komisyona sunulan ve Avrupa da hükümetlerin bir çok açıdan madencilik sektörü potansiyeli ve öneminin farkında olmadığını ortaya çıkaran raporda, Avrupa komisyonunun dikkatine bir dizi politika önerisinde bulunulmuştur. Özetle bunlar;

- Yasal yapının basitleştirilmesi
- Uygun mali rejimin getirilmesi
- Madencilik eğitiminin desteklenmesi
- Araştırma ve geliştirme desteklerinde son zamanlarda yapılan kesintinin kaldırılması
- Serbest sermaye akışını artırmak için, devlet yardımının kaldırılması'dır.

Raporda ayrıca, kamu teşebbüslerinin de özelleştirilmesi gerektiğini tavsiye etmiştir (5,1) Sadece AB'de değil aynı zamanda dünya madencilik politikalarını da şekillendiren kararlar 1991 yılında Berlin'de yapılan "Madencilik ve Çevre " konulu toplantıda alınmıştır. Bu kararlar daha sonra "Madencilik Faaliyetleri için Çevre Kılavuzu" (Environmental Guidelines for Mining Operations)" adı altında 1994 yılında yayımlanmıştır. Toplantıda sürdürülebilir bir madencilik faaliyetinin, aramadan zenginleştirme çalışmalarına ve madenin kapanması sonrasına kadar tüm faaliyetlerin çevre dostu olmasını gerektirdiği belirtilmiştir. Karar verme işleminde ekonomik ve çevresel boyutunun dahil edilmesinin önemi ve de mineral yataklarının ancak bulundukları yerde çıkarılabileceğinin de farkında olduğu vurgulanmıştır. Uygun çevre rehberliğinde sürdürülebilir madenciliğin, endüstri, hükümetler, sivil toplum örgütleri ve halk arasındaki etkileşime bağlı olduğu ve çevresel bozunma en aza indirilirken optimum ekonomik kalkınmayı sağlayacak şekilde yönetilmesi gerektiği vurgulanmıştır (7-8).

Madencilik faaliyetleri için çevresel kılavuzun yayından sonra, madencilik sektöründe özellikle sektörün özelleştirilmesi ve liberalleşmesi ile ilgili yasal, mali ve düzenleyici politikalarda süre gelen değişimler başlamıştır. Ayrıca, çevre yönetim sistemlerinin standartlaştırılması ve endüstrinin gönüllü faaliyetlerinde temel gelişmeler olmuştur. Bu süre içinde, sürdürülebilir madencilik projelerinin yönetimi ve işletiminde önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bu gelişmeler baskı grupları, medya ve halkın ilgisi ile genelde teşvik edilmiştir. Temel madencilik firmalarının bir çoğu, kanun koyucular ve yerel yönetimler ile ortaklık kurarak ortak çalışmayı maksimize ederken aynı zamanda madencilik faaliyetlerinin sosyal ve fiziksel etkilerini azaltmayı hedeflemiştir.

Berlin I' de alınan prensip ve ana hatların daha işlevsel hale getirilmesi gereği görüşüyle, "Madencilik ve Çevre " konulu ikinci uluslararası yuvarlak masa toplantısı 22-26 Kasım 1999'da Berlin'de yapılmıştır. Ülkeler, madencilik firmaları, sivil toplum örgütleri, AB'deki yerel ve özel araştırma ve geliştirme enstitüleri ve Dünya Bankasından davet edilen uzmanlar, madencilik ve madenciliğin çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri ile ilgili detaylı bilgiler sunmuşlardır.

1991 yılında yapılan birinci yuvarlak masa toplantısı sonrası gelişmeler değerlendirilmiş ve değişik başlıklar altında madenciliğin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutu derinlemesine masaya yatırılmıştır. 1. Berlin toplantısında alınan ve temel olarak çevre yönetiminin teknik ve fiziksel yönüne odaklanmış olan prensipler revize edilerek, toplum, kamu ve özel konuların ilgisini de yansıtabilecek şekilde tadil edilerek yayınlanmıştır.

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak, AB'de de madencilik politikalarının "Sürdürülebilir Kalkınma" hedefi doğrultusunda geliştirildiği görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma 80'li yıllarda ortaya çıkmış bir kavramdır ve ilk defa Dünya Çevre ve Kalkınma komisyonun 1987 yılında yayınladığı "Ortak Geleceğimiz" adlı raporda acil global problemlerin çözümü için bir strateji olarak sunulmuştur. 1992 yılında Rio'da yapılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında, "Dünya Zirvesi " olarak bilinmektedir, global seviyede onay almıştır (6).

Farklı şekilde tanımlanması ve uygulanmasına rağmen "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramı genel olarak sosyo-ekonomik büyüme ve kalkınmanın gelişmesi ile çevrenin korunması ve kirliliğinin önlenmesi konularını kapsamaktadır (6). AB içinde madencilik endüstrisinde sürdürülebilir kalkınma kavramı 3 sütuna dayandırılmaktadır; ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevrenin korunması. AB kurucu antlaşmasının 6. paragrafı, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek anlayışıyla, çevrenin korunması için gerekenlerin birlik politikalarına dahil edilmesini gerektirmektedir. AB'de madencilik faaliyetleri, ekonomik çevresel ve toplumsal ilgi arasında hassas bir dengenin sağlanmasını gerektiren özellikler gösterir. sektörünün tüm diğer sektörlerde olduğu gibi çevreden bağımsız değerlendirilmesi mümkün değildir.

Sürdürülebilir kalkınma temelinde Avrupa madencilik sektörüne kılavuz olan prensipler aşağıda özetle sunulmuştur (9);

- ✓ Mineraller bir çok endüstriyel proses ürününün temelini oluştururlar,

- ✓ Mineral ve metallere erişim ve kullanımı, toplumların refahı ve ekonomik kalkınması ve toplumların devamlılığı için şarttır,
- ✓ AB ülkeleri madencilik faaliyetlerini sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecek prensiplere göre yürütmelidir,
- ✓ Madencilik endüstrisi, toplumu, mineral ve metallerin faydalanılması ve kullanımının şimdiki ve gelecek nesil için sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olduğundan haberdar etmeyi sağlamalıdır,
- ✓ AB ülkeleri madencilik faaliyetlerini, uzun vadede devam ettirmeyi garanti edecek şekilde yürütmelidir,
- ✓ Üyeler, mineral ve metaller açısından modern toplumun talep ve beklentilerini sağlayacak ve geliştirecek şekilde kalmak zorundadır,
- ✓ Üyeler faaliyetlerinin sosyal ve çevresel yönü ve finansal konularla ilgili sorunlarını, sorumluluk anlayışı tarzı ile yürütmelidir,
- ✓ Madencilik faaliyetlerinin çevreye olan etkileri kaçınılmazdır, madencilik faaliyetlerinin çevreye olan etkilerinin en aza indirilmesi madencilik faaliyetlerinin bir parçası olmalıdır,
- ✓ Endüstriyel mineraller ve metalik cevherler ancak doğal olarak bulundukları ortamlarda çıkartılabilirler, JEOLJİK YATAKLAR MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN YERİNİ BELİRLER,
- ✓ Çevrenin korunması bilimsel temellerde ve teknik ve ekonomik olarak fizibil olmalıdır,
- ✓ Çevrenin korunması aramadan madenin kapanmasına kadar tüm madencilik süresi boyunca dikkate alınmalıdır,
- ✓ Üyeler gerekli koruma tedbirlerini alarak iyi, güvenli ve pozitif çalışma koşulları sağlamalıdır,
- ✓ Üyeler madencilik ile ilgili potansiyel riskleri tanımlamalı ve en aza indirmelidirler ve uygun önleyici tedbirleri, bu tür riskleri azaltmak için uygulamalıdır.

Mevcut yasal yapı ve yeni gelişmeler

Madencilik sektörü bütün birlik içinde aktif olarak yer almaktadır. Bir çok üye devlette metalik mineral ve endüstriyel minerallerin aranması ve çıkarılması üye devlete bağlıdır. Genelde madencilik kanunu formunda olan ulusal kanunlar, bu hakların nasıl edinileceği ve kullanılacağı ile ilgili prensipleri belirler.

Gerek ulusal gerekse birliğin maden, arazi kullanımı, çevre ve sağlık ve güvenlik kanunları birlik üyelerindeki durumu yansıtır. Değişik yönler, örneğin çevre ve arazi kullanım şartları maden kanunlarına dahil edilmektedir. Çalışma yöntemleri, atık yönetimi ve reklamasyon gibi şartların uygulanmasını içeren çevre korumaya yönelik yasa koyma ve kontrol mekanizması bir çok durumda bölgesel veya yerel sorumluluk altındadır. Benzer şekilde, izin işlemleri de farklı seviyelerde farklı otoriteler tarafından yürütülmektedir(10).

AB'de madencilik faaliyetleri, AB'nin çevre kanunları ile ilgili olarak atık, su ve hava kalitesi ve kuş ve habitantların doğal korunması ile ilgili AB direktiflerine bağlıdır. Arazi kullanımı ki endüstrinin rekabet edebilmesi için anahtar konudur, çevresel etki açısından dikkatlice değerlendirilmek zorundadır. Özetle belirtmek gerekirse, ilgili çevre kanunu hesaba katılmadan herhangi bir madencilik faaliyeti artık düşünülemez hale gelmiştir (10,11).

97/11/EC (3.3.1997) no'lu direktifle tadil edilen 85/337/EEC no'lu (27.6.1985 Çevre Etki Değerlendirme Direktifi (ÇED) belirli özel ve tüzel projelerin çevresel boyutunun değerlendirilmesi ile ilgili olarak ÇED'e tabi tutulması zorunlu olan proje tiplerini maddeler halinde belirtir.

- ✓ ÇED yüzey alanı 0,25 km²'den büyük maden işletmeciliği faaliyetlerine (taş ocağı, açık ocak işletmeciliği) uygulanır;
- ✓ 0,25 km²'den küçük açık ocak ve taş ocağı işletmeciliği ve de yeraltı maden işletme projelerinde, birlik üyesi olan ülkeler belirli kriter ve eşikler oluşturarak veya adım adım inceleme ile faaliyetlerin direktife göre değerlendirmeye tabii tutulup tutulmayacağına kendileri karar verirler.

Direktif çevre koruma amacıyla engelleyici yaklaşımlar getirir. Hükümet makamları tarafından onay verilmeden önce, çevre üzerinde önemli etkiler doğurabilecek gelişme projelerinin muhtemel çevresel etkilerinin değerlendirilmesi zorunluluğu getirmiştir.

Doğal kaynaklardan yararlanma ayrıca doğal ortamın korunmasına ilişkin 92/43/EEC no'lu Habitat Direktifinin gereklerini de dikkate almak zorundadır. Bu direktifin amacı Avrupa Birliği Üye Devletlerinin toprakları içindeki biyolojik çeşitliliğinin, doğal habitatlar ile bunların içinde yaşayan yabani fauna ve floranın muhafazası yoluyla korunmasıdır.

Madencilik faaliyetlerine çevrenin entegrasyonu için öncelikli konular; emisyonların denetlenmesi, madencilik kazaların önlenmesi, endüstrinin toplam

çevre performansının iyileştirilmesi ve maden atıklarının doğru yönetimini içerir.

Cevher zenginleştirme işlemleri, Entegre Kirlilik Kontrolü ve Önlenmesi (IPPC) (96/61/EC;24.9.1996; Integrated Pollution Prevention and Control) direktifine dahildir. Direktifin amacı sanayi tesislerinden hava, su ve toprağa karışan emisyonlar ve atıkların azaltılmasının sağlamak suretiyle çok çeşitli kaynaklardan gelen kirliliğin entegre bir şekilde önlenmesi ve denetlenmesi ve bu şekilde çevrenin bir bütün olarak en etkin şekilde korunmasıdır.

Direktifin kapsadığı faaliyetler için izin alınmasında yanı sıra, kirliliğin en uygun teknik (BAT) kullanımı ile önlenmesi ve azaltılması sağlanmalıdır. Bu direktif yeni veya büyük oranda yenilenen sistemler için 1999'dan beri uygulanmaktadır. Daha önceden mevcut olanlar için ise 2007 son tarihtir.

Eko Yönetim ve Denetleme Planı, EMAS, (1836/93/EEC sayılı Konsey yönetmeliği), madencilik faaliyetlerinde çevre kanunlarının yönetimi ve entegrasyonu için bir enstrüman sağlamaktadır. AB'de madencilik endüstrisi, global endüstri olduğu gibi, EMAS veya ISO 14001 gibi diğer çevre yönetim sistemlerinin tarafları olarak tanımlanabilir. Direktif, sanayiye çevre performansını iyileştirmenin bir yolu olarak, iç çevre yönetim sistemleri ve denetim programlarının geliştirilmesine gönüllü olarak katılmalarını teşvik etmektedir. Bu programa katılan üretim tesisleri,

- Politika, program ve yönetim sistemlerini kurmak ve uygulamak
- Tesislerindeki performansı denetlemek ve
- Kamuoyuna çevre performansı raporlarını sunmakla yükümlüdür.

Maden arama, çıkarma, mineral kaynaklarının depolanması ve işlenmesi ve taş ocağı işletmeciliğinden kaynaklanan atıklar 91/156/EEC no'lu (18.3.1991) direktifle tadil edilen 75/442/EEC (15.6.1975) no'lu direktife göre işleme tabi tutulur. 75/442/EEC no'lu direktifin 4. maddesi, Birlik Üyelerinin, atıkların geri kazanılması veya insan sağlığını tehlikeye sokmayacak ve çevreye zarar vermeyecek proses ve yöntemler uygulayarak elden çıkarımını sağlamak için gerekli önlemleri almaları gerektiğini belirtir. Direktif Üye Devletlerden, atıkların terk edilmesini, yığılmasını veya kontrol dışı bertaraf edilmesini önlemelerini istemektedir. Ayrıca, mümkün olması halinde Üye Devletlerin atıkları yeniden değerlendirme yöntemleri uygulayarak toplamaya özendirilmelerini öngörür.

Cevher zenginleştirme işlemleri ile oluşan atıkların atık barajlarında depolanması, 99/31/EC no'lu "Toprağa Gömme (Landfill of Waste)" direktifi ile belirlenmiştir. 16 temmuz 1999'da alınan bu direktif 16 temmuz 2001'de yürürlüğe girmiştir. Bu direktif, depone alanların izni, bunların teknik inşası, depone alanlarda depolanabilecek atık türü ve depone alanların izlenmesi işlemleri ile ilgili şartları belirler.

Büyük Kaza Tehlikelerinin Denetimine Dair Seveso II direktifi (96/82/EC;9.12.1996; the control of major-accident hazards involving dangerous substances) kazaların önlenmesi için en uygun kanun olarak görülmektedir. Ancak Avrupa Komisyonu 1990'ların sonu ve 2000'in başında İspanya ve Romanya'da meydana gelen kazalardan sonra madencilik faaliyetlerini ilgilendiren Seveso II Direktifinin kapsamının genişletilmesini önermiştir. 2000 yılı süresince maden atıklarının yönetimi ve ilgili çevre riskinin değerlendirilmesi üzerine çalışma yürütülmüş ve bu çalışmada ortaya konulan sonuçlar doğrultusunda atık yönetimi ile ilgili bir AB kanun tasarısı hazırlanmıştır. Bu tasarı, atık havuzlarında ve pasa yığınlarında uzun dönemli maden atığı depolanmasının neden olabileceği olası su ve toprak kirliliğini önlemeyi amaçlamaktadır.

Yeni kanunun kilit unsuru, maden işletmecilerinin atık yönetim planlarını tasarlamak zorunda olmasıdır. Yüksek riskli atık tesisleri için bir güvenlik müdürü atanacak ve büyük kazaları önleyici planlar hazırlanacaktır. Kanun kabul edildikten sonra atık tesisleri için bir sınıflandırma sistemi getirilecektir. Bu tasarı madencilik atıklarını, maden endüstrisi tarafından kabul edilen 1999 Toprağa Gömme Direktifinden (Landfill of Waste, 1999/31/EC) muaf tutmaktadır.

Bu tasarı hem işletmekte olan madencilik atık tesislerinin izlenmesini hem de kapanışlarının yakından takibini kapsamaktadır.

Komisyon kapanmış maden sahaları ve restora edilmemiş alanların bir envanterinin çıkarılmasını da önermiştir.

IPPC direktifi doğrultusunda bilgilerin değişiminin bir sonucu olarak en uygun teknoloji özel referans dokümanı hazırlanmasını önermiştir. Bu doküman, kazaları önleme veya azaltma teknikleri ve "günlük" kirliliğin azaltılması teknikleri ile ilgilidir.

Çevre sorumluluğunda beyaz sayfa (The white paper on environmental liability), kirlüten öder, önlem ve tedbir ve madencilik faaliyetleri ile ilgili hesaba katılacak diğer konularla ilgili anahtar prensipleri pekiştirmektedir.

Yeni madencilik atıkları tasarısına göre maden işletmeleri, olası çevresel zararlar karşısında "mali sorumluluk teminatını" sağlayacak finansal garanti vermek zorundadır. Komisyon, "daha güçsüz ve daha az tanınan firmaların gerekli garantileri düzenlemeleri için daha çok uğraş vermelerini öneriyor. Ulusal yetkililer, atık tesislerini "düzenli aralıklarla denetleyecekler. Avrupa Birliği ülkeleri, bu önlemleri alacağını ve itaatsizlik durumunda cezaya çarptırılacağını kayda geçirecek.

Komisyon, üye ülkelere yeterince manevra sahası bırakılmak üzere "esnek" bir yaklaşım benimsediklerini iddia etmektedir. Komisyon yeni düzenlemenin, maden atık yönetimi maliyetini ortalama %5-10 arasında yükselteceğini tahmin etmektedir.

2000 tarihli komisyon bildirince(10), madencilik sanayi ile ilgili yaptırımların **maliyet ve yararların** nadiren değerlendirildiğini belirtmektedir. Bu yaptırımların toplumun refahında gerçekte artışa mı yol açacağı yada ilave maliyetler nedeniyle rekabet şansını kaybederek toplumun fakirleşmesine mi yol açacağını değerlendirilmesinin zor olduğunu belirtmektedir. Konunun değerlendirilmesi sonucu ulaşılabilecek bulguların, sosyal açıdan bakıldığında hangi çevresel hedeflerin uygulanması gerektiğinin değerlendirilmesine yardımcı olacağı belirtilmektedir. Komisyon bu konuyu birlik üyeleri, endüstri ve diğer ilgili kişilerle müzakere ederek incelemektedir.

4 SONUÇ

Özetle söylemek gerekirse, AB'de uzun bir geçmişe sahip, sürekli gelişim ve modernizasyon içinde olan bir madencilik sektörü vardır. Dinamik bir yapı sergileyen madencilik sektöründe, bazı madenler kapamırken yeni arama ve keşiflerle yenileri açılmaktadır.

Madencilik sektörü kalkınma ve ekonomiye doğrudan ve dolaylı katkıları bakımından uluslar için vazgeçilmezdir, dün olduğu gibi bugün de vazgeçilmez konumunu sürdürmektedir. Özellikle metalik olmayan madencilik sanayi Avrupa halklarının kalkınma ve refahında önemli katkılar sağlamış ve sağlamaya da devam etmektedir.

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak AB'de de madencilik faaliyetleri sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak prensiplere göre yürütülmektedir. Bununla beraber, "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramı içinde ya madencilik ya da çevre dayatması

bulunmamaktadır. Bunun yerine sürdürülebilir kalkınma temelinde madencilik faaliyetlerinden sağlanacak sosyal-ekonomik fayda ve çevre ve toplumsal ilgi arasında hassas bir dengenin kurulmasını gerektirmektedir. AB madencilik endüstrisinde sürdürülebilir kalkınma kavramının dayandığı 3 sütun – ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevrenin korunması- yer almaktadır. AB madencilik politikalarında çevrenin korunması, arama faaliyetlerinden madenin kapanmasına kadar geçen tüm faaliyet süresince ele alınmaktadır.

5 KAYNAKLAR

- (1)-, Europe 1992- Countdown. *Mining Journal*, vol. 314 no: 8071, 1990.,
- (2)-1998, European minerals year book, second edition 1996-97. European Commission, Directorate-General II, Industry, Directorate C: Industrial Affairs I, Basic Industries, III/C.3: Raw materials, advanced materials, cement, glass, ceramics, Contract No PRS/96/87007
- (3)-, Communication from the Commission, Promoting Sustainable Development in the EU non-energy extractive industry, www.ima-eu.org
- (4)-, Position Paper on the Communication from the Commission "Towards a Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources" COM (2003) 572 Final
- (5)- Humphreys, D. Towards an EEC mineral policy? *Resources Policy*, vol.16, no.1-4, 1990, s.35-46.
- (6)- Hilson G. and Murck B. Sustainable development in the mining industry:clarifying the corporate perspective, *resources Policy*, cilt. 26, s. 227-238.
- (7)- Berlin II guidelines for mining and Sustainable development, www.ima-eu.org.
- (8)-....., Report on the International round table on mining and the environment, Berlin 22-26 November 1999, Natural Resources Management Unit, Division, "Protection of the Environmental and natural resources"- E11 published by Carl Duisberg Gesellschaft e.v. www.ima-eu.org
- (9)-,1999. Guidelines on Sustainable Development for the European Mining Sector, www.euromines.org
- (10)-....., Communication from the Commission, Promoting Sustainable Development in the EU non-energy extractive industry, www.ima-eu.org
- (11)-....., Environmental guidelines for mining operations, UNDESA ve UNEP tarafından hazırlanan rapor

Kalkınmanın Sürdürülebilirliği Işığında Madencilik

C. Zambak

Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği, Kozyatağı 81090 İstanbul

ÖZET: Madencilik, tarih boyunca toplumların kalkınmasında hayati önem taşımış bir sanayi dalıdır. Mevcut doğal kaynaklarından yararlanmaksızın ülkelerin kalkınması mümkün değildir. Gelecek kuşakların ihtiyaçlarını sağlama olanaklarından ödün almaksızın, günümüzde yaşayanların ihtiyaçlarını sağlama amacıyla, "doğal kaynakların israf edilmemesi ve de hava, su ve toprakların atıklarla kirlenmemesi" ilkesi altında sosyal ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği için önce "*Kalkınmış Olmak*" gereklidir. Ancak, kalkınmanın da, çevre sorunları gözardı edilerek sürdürülemeyeceği unutulmamalıdır.

ABSTRACT: Mining is an industry sector that had played a vital role in development of the communities throughout the history. Development of the countries is not possible without exploitation of their natural resources. Under the premise of resource conservation and pollution prevention while utilizing their resources without compromising the needs of the future generations, assessing sustainability of social and economic development requires that the countries had reached "*a level of development*". However, on the other hand, it should be kept in mind that development while compromising the environmental values is also not sustainable.

1 GİRİŞ

Tarih boyunca, insanlar en temel ihtiyaçları olan yiyecek ve barınak temini için büyük çaba harcamıştır. Yiyecek bulamayanlar açlıktan, barınak bulamayanlar ise aşırı iklim koşulları veya yaban hayvanları nedeni ile yaşamlarını kaybetmişlerdir. Binlerce yıl süren, aile-kabile türü yaşamdan toplumsal yaşam düzenine geçiş, insanları yaşam kalitelerinin artırılması için doğal kaynaklardan olanaklar elverdikçe daha fazla yararlanmaya yöneltmiştir. Yiyecek ve barınma koşullarının yetersiz kalması durumunda diğerlerinin yaşam alanlarından yararlanmak istenmesi, toplumlar arasında sosyo-ekonomik sorunlar yaratmış ve de sonu savaşa kadar ulaşan sürtüşmelere yol açmıştır.

Doğal kaynaklar, tarih boyunca toplumların kalkınmasında en önemli rol oynamış olan maden, petrol, su, orman, tarım ve hayvancılık toprağı gibi, yaşam için gerekli hammaddelelerin elde edildiğı doğadan alınan temel varlıklardır.

Canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli gaz, sıvı ve katı haldeki kimyasalları içeren, "Hava, Su ve Toprak", üç temel doğal kaynak

grubudur. Su ve toprak, insan gruplarının bireysellikten toplum düzenine geçmeleri ile ortaya çıkan çıkar çatışmalarında, güç kazanma ve diğerlerine üstünlük sağlama açısından, her zaman stratejik bir öneme sahip olmuştur. Bu konu günümüzde de geçerliliğini korumaktadır.

Medeniyetin gelişmesine paralel olarak artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için artan yiyecek üretimi ve diğer ihtiyaç maddelerinin imalatı, beraberinde daha fazla doğal kaynak kullanımı ve atık üretimini de getirmiştir. Son elli yıl içinde imalat sanayiinde görülen çok hızlı gelişme, 30 yıl öncesine kadar farkında olunmayan bir başka sorunun, "çevre sorunu"nun, ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sanayi tesislerinden kaynaklanan atık ve deşarjların, insan sağlığı ve diğer canlı ve bitkiler üzerindeki doğrudan ve dolaylı olumsuz etkileri, toplumları "endüstriyel kirlilik" konusunda duyarlı hale getirmiş ve önceleri "tüten bacanın medeniyet sembolü olduğu" şeklindeki toplum düşüncesi anlamını yitirmiştir.

Tarih boyunca toplumlar "korku" kaynaklı risklere karşı alınan önlemlerin uygulanması ilkesi üzerine yönlendirilmiştir. Toplum bireyleri, korku nedenini ortadan kaldırmayı hedefleyen liderlerin önderliğinde yaşam kalitelerini korumak ve daha da arttırmak

üzere çaba harcamaktadırlar. Son otuz yıl içindeki hızlı sanayileşme, toplumun yaşam kalitesini de hızla arttırmış; ancak, beraberinde çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Gıda ve barınak sorunlarını büyük ölçüde çözmüş toplumlar, eğitimin sağladığı “ileriye düşünme olgusu ile, yaşam kalitelerinin sürdürülmesi açısından “çevre sorunlarının” gelecek için en büyük sorunlardan biri olduğunun farkına varmış ve tüm dünya toplumları “çevre kalitesini kaybetme korkusu” içine düşmüştür.

2 KALKINMANIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

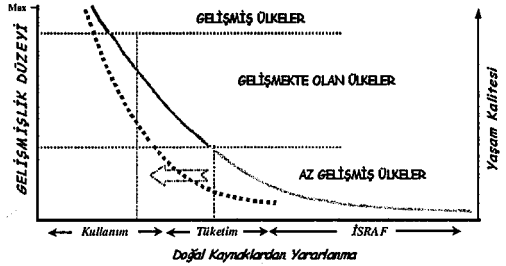
Toplamlar, şimdiki ve gelecek kuşaklar için, yaşam kalitesi, yiyecek-istihdam ve çevre kalitesi faktörleri ile tanımlanan bir kalkınma düzeyini, devam ettirmek ve geliştirme çabası içindedirler. Ancak, hızla artan dünya nüfusu ve artan çevre sorunları gözönüne alındığında, gelecek kuşaklar için mevcut kalkınma düzeyinin sürdürülebilirliğine kuşku ile bakılmaktadır.

Çevre koruma konusu, 1987 yılında Bruntland Raporu’nda “günümüzde yaşayanların ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını sağlama olanaklarından ödün almaksızın, sağlaması” olarak tanımlanan “Sürdürülebilir Kalkınma”nın temel ilkelerinden birini oluşturmaktadır (WCED, 1987). Sürdürülebilir Kalkınmanın çevre boyutları 1992 yılındaki Rio Çevre Konferansında uluslararası düzeyde ele alınmış ve global strateji yaklaşımları üzerinde ortak görüşler ortaya konulmuştur.

Kalkınmamış bir toplum için “Kalkınmanın Sürdürülebilirliği”ni irdelemek gerçekçi bir yaklaşım olarak görülemez. Kalkınma, toplumların sosyal ve ekonomik alanlarında bireylerin yaşam kalitesinin artması ile ölçülebilir. Kalkınma için, toplumun ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin üretilmesi şarttır. Üretim sürecinde yaratılan katma değer büyüklüğü, sosyal ve ekonomik alanlardaki gelişmeyi hızlandırır. Ancak, üretim sürecinde kullanılan doğal kaynakların israfı ve de alıcı ortama verilen gaz emisyonları, atıksu deşarjları, katı ve sıvı atıkların yarattığı çevre sorunlarının götürüleri, sosyal ve ekonomik alanlardaki görünür gelişmenin getirilerini, uzun vadede aşacak nitelik taşıyabilir. Bu nedenle, kalkınma sürecinde “sosyal ve ekonomik” gelişmenin yanısıra “doğal kaynakların israf edilmemesi ve de atıklarla kirlenmemesi” konusunun da değerlendirmeye alınması gereklidir.

Bruntland Raporu’nda tanımlanan “gelecek kuşakların ihtiyaçlarını sağlama olanaklarından ödün almaksızın”

günümüzde yaşayanların ihtiyaçlarını sağlaması ilkesi ile, “doğal kaynakların israf edilmemesi ve de hava, su ve toprakların atıklarla kirlenmemesi” gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak, şu gerçek bilinmelidir ki, kaynakların israf edilmeden kullanılması ve çevre koruma uygulamaları, toplumların gelişmişlik düzeyi ile ters orantılı özellik taşımaktadır. Eğitim, teknik bilgi, know-how ve finansman sorunlarının bulunduğu gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde doğal kaynak israfı ve çevre sorunları “gelişmiş ülkeler”e göre daha ileri düzeydedir (Şek. 1).



Şekil 1- Şematik gelişmişlik düzeyi ve doğal kaynak kullanımı

Makro düzeyde bakıldığında, Sürdürülebilir Kalkınma için temel hedeflerin:

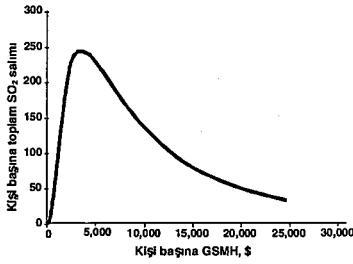
- Tarım, hayvancılık, balıkçılık ve sanayi üretiminin “doğal kaynaklar israf edilmeden” yapılması,
- Ekonomik, sosyal ve endüstriyel ilerlemenin “insan ve çevre sağlığına uygun şartlarda” geliştirilmesi olduğu görülmektedir.

Rio Çevre Konferansı ile başlatılan global çevre koruma stratejilerinin temel ilkesi, doğal kaynak kullanımının Şekil 1’deki kesikli eğri ile grafik olarak gösterilen düzeylere çekilerek, doğal kaynakların daha etkin kullanımı ve doğaya verilmekte olan atıkların azaltılmasıdır.

2.1 “Sürdürülebilir Kalkınma - Sürdürülebilirliğe Doğru”

Son onbeş yıl içinde tartışılan “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı, özellikle Avrupa Birliği’nde, yerini “Sürdürülebilirliğe Doğru” yaklaşımına bırakmaktadır. Kalkınmanın sürdürülebilmesi irdelemeden önce, arzulanan düzeyde, “Kalkınmış Olmak” gereklidir.

Hali hazırdaki global çevre sorunları, kendi kalkınmalarını belirli bir düzeye getirmiş olan gelişmiş ülkeler tarafından yaratılmıştır. Bu gelişmiş ülkeler kendi kalkınmalarını çevreye uyumlu olarak sürdürülebilmek için, eski ve kirlili teknolojilerini

Şekil 2 – Milli gelir düzeyi ile SO₂ salımı ilişkisi

gelişmekte olan ülkelere ihraç etmişlerdir. Şimdi ise, aynı ülkeler, kalkınmaya çalışan ülke bireyleri adına çevre bezirganlığı yaparak, gelişmekte olan ülkelere “ekonomik hegemonyalarını sürdürme” çabası içindedirler.

Türkiye, insan gücü ve teknolojik bilgi uygulama açısından gelişmiş ülkelere pek geri sayılmayacak düzeye erişmiştir. Ancak, hızla artan nüfusu, yetersiz AR/GE, eski teknolojiler ve finansman zorlukları Türkiye'nin endüstriyel kalkınma hızını yavaşlatmakta ve bu arada, ülke çapında çevre sorunları da büyümektedir.

Mevcut doğal kaynaklarından yararlanmaksızın Türkiye'nin kalkınması mümkün değildir. Bunun yanı sıra, kalkınma da, çevre sorunları gözardı edilerek sürdürülemez. Ancak, uygulanabilir çevre koruma çözümleri önermeksizin, sadece “çevre için çevre korumacılığı” ile de kalkınma gerçekleşemez ve sürdürülemez.

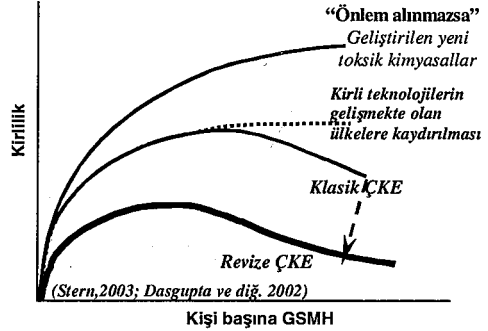
2.2 Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Koruma

1992 Rio Zirvesi sonrasında, ülkelerin kalkınmışlık ve çevre kirliliği düzeyleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gündeme gelmiştir. Her ne kadar tam teorik eksiklikleri olsa da, kişi başına Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) ülkelerin ekonomik güçlerinin tanımlanmasında için önemli bir ölçüt niteliği taşımakta olup bir “Kalkınma düzeyi”ni belirtme amacıyla kullanılmaktadır. 1950’li yıllarda ortaya konulan ve gelişmekte olan ülkelerdeki “gelir dağılımındaki eşitsizliğin” kişi başına GSM ile olan ilişkisini tanımlayan Kuznet Eğrisi yaklaşımı, 1990’lı yıllarda çevre kalitesi ile kişi başına GSMH ilişkisine uygulanmaya başlanmıştır (Stern,2003; Dasgupta ve diğ. 2002; Panayotou, 1993).

Ampirik bir yaklaşım olan Çevresel Kuznet Eğrisi (ÇKE), çevre kalitesinin az gelişmiş ülkelerdeki çevre kalitesinin gelişmekte olan ülkelere daha iyi

düzeyde olabileceğini; ancak ülkelerin ileri düzeyde ekonomik gelişme göstermeleri halinde çevre kalitesinde belirgin iyileşme olduğunu modellemektedir. Panayotou, 1993 tarafından verilen Çevresel Kuznet Eğrisi (ÇKE), kalkınma ile çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koymaktadır (Şek. 2).

Diğer çevre kirlilik parametreleri için ÇKE’lerini belirlenmesi amacıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre Şek. 2’deki eğrinin genelleştirilmiş hali Şek. 3’te verilmiştir (Stern,2003; Dasgupta ve diğ. 2002).



Şekil 3 – Genelleştirilmiş Çevresel Kuznet Eğrileri

Özetle, gelişmekte olan ülkeler, ekonomik güçlerini arttırmak için doğal kaynaklarından da yararlanıp sanayileşirken, çevre kirlilik düzeylerinde de bir artış olması kaçınılmazdır. Bu ülkelerin çevre kalitesinde bir iyileşme trendi ancak belirli bir kişi başına GSMH’ya ulaşma sonrasında belirgin hale gelecektir. Bu konuda yeterli veri tabanı olmamasına rağmen yazar tarafından yapılan bir istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre, çevre kalitesinin iyileşmesi kişi başına GSMH’nın \$10,000 düzeyine ulaşım sonrasında başlamaktadır (Zanbak, 2005).

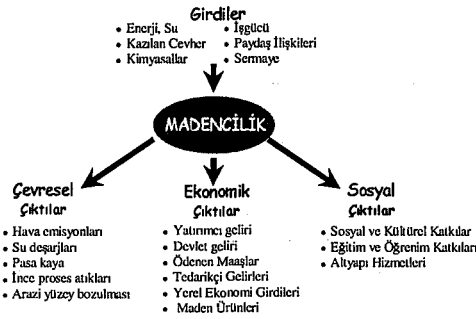
2.3 Çevre Koruma ve Maliyeti

Son otuz beş yıllık süreçte, gelişmiş ülkelerdeki çevre duyarlılığı belirli evreler geçirerek sürekli bir gelişme göstermiştir. Bu süreçte, çevre korumaya yönelik atık su arıtma, atık bertaraf, geri kazanım tesisleri, alt yapı hizmetleri, eğitim, denetim sistemlerinin kurulmasına yönelik gerekli yatırımlar yapılmıştır. Gelişmekte olan ülkelerdeki çevre duyarlılığına baktığımızda ise 1980’lere kadar bu konuda bir “uyanma” mevcut olmadığını söylemek mümkündür. Ancak, 1980’li yıllarda gelişen global iletişim olanaklarının da yardımıyla, gelişmekte olan ülke toplumlarındaki çevre duyarlılığı, günümüzde, gelişmiş ülkelerdeki düzeye ulaşmış ve de gelişmiş ülkeler düzeyindeki temiz çevre koşulları arzulanmaktadır. Ancak,

3 MADENCİLİK

Sanayi, toplumların temel yaşam ihtiyaçları olan gıda ve barınak ve yaşam kalitesinin artması için gerekli kullanımlar ve tüketim mallarını üretmektedir. Temel hammadde girdiler olan fosil yakıtlar ve mineralleri sağlaması açısından, madencilik sektörü diğer sanayi sektörleri için hayati önem taşımaktadır.

Tarım ile birlikte insanlık tarihinin en eski üretim sektörü olan madencilik, ön araştırma ve işletme yatırımı en yüksek ve yatırımın geri kazanılması en riskli bir sektördür. Bu sektör, ekonomikliğinin



Şekil 6- Madencilik için Sürdürülebilir Kalkınma Modeli

kullanılan işletme teknolojisi, ekipman ve pazarlama yöntemlerine çok bağımlı olması ve devlet politikalarındaki dalgalanmalardan en fazla etkilenmesinin yanı sıra, sistematik yatırım yapılmadığında hantallaşan ve gerileyen bir sanayi dalıdır. Bu yatırım sorunlarının yanı sıra, madencilik uzun süreli ve riskli çaba ve yatırımlardan sonra cevhere ulaşıldığında, bazılarının sanki kendi mali "şimdi" elinden alınmış gibi hissettiği bir sanayi dalı özelliği de taşımaktadır.

Madencilikte ekonomik, teknik ve idari faktörler yatırım kararlarını etkileyen ana parametrelerdir. Maden işletmeciliğinde teknolojik sorunların çözümü görece kolay konular arasında olmasına karşılık yerel teşvik, vergilendirme ve devlet güvencesi konularının yanı sıra, idari ruhsat ve izinler yatırım kararlarını en fazla etkileyen faktörler olmaktadır. Son on yıl içinde, yurdumuzdaki madencilik sektörünün karşılaştığı en büyük engel ise çevre koruma konularındaki izinlerin alınması ve alınan izinlerin devlet tarafından desteklenememesi olmaktadır.

Dünyada madencilik, büyük yatırım, deneyim ve pazarlama gereksiniminden dolayı, işletilen cevherin zenginliği ne kadar yüksek olursa olsun, özel yerli ve yabancı girişimciler tarafından yapıldığında başarılı

olmaktadır. Ancak, uluslararası madencilik yatırımlarını etkileyen faktörlerin başında ülkeleri yabancı sermaye teşvikleri, ulusal maden yasaları ve çevre koruma kaynaklı politik gelişmelerin geldiği görülmektedir. Bu faktörlerin farklı uygulamaları, özellikle gelişmekte olan ülkelerde yatırım yapmayı planlayan uluslararası madencilik şirketlerini *istikrarlı* ulusal çevre ve madencilik politikaları olan ülkelere yönlentmektedir.

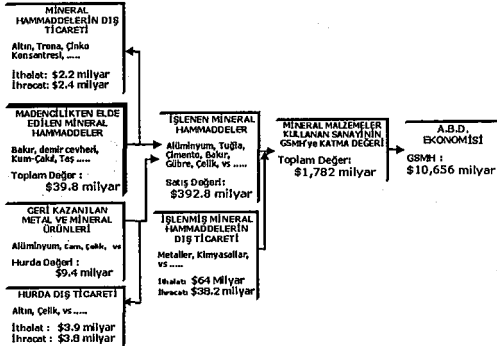
3.1 Sürdürülebilir Kalkınma İlkeleri ve Madencilik

Sürdürülebilir Kalkınma doktrininde temel ilke, çevresel değerler korunarak, toplumların ekonomik ve sosyal konularda "gelişmesi"dir. Bu bağlamda, ekonomik ve sosyal gelişme kapsamında yürütülen her sanai faaliyetin çevre ile olan ilişkileri sorgulanmaktadır. Madencilik sürdürülebilirliği açısından bakıldığında, irdelenmesi gereken faktörler Şek. 6'da verilmiştir.

Madencilik, hayati yaşam gereksinimi olan yakıt ve hammaddeleri yer kabuğu içindeki doğal kaynakları arayıp çıkararak toplumun kullanımına sunan bir endüstri faaliyeti olarak, sürdürülebilir kalkınmanın "ekonomik ve sosyal" gereksinimlerine doğrudan katkı sağlamaktadır. Madencilik faaliyeti yapılmaksızın dünya toplumlarının yaşam kalitelerini sürdürülebilirliği mümkün değildir. Ancak, üretilen hammaddelerin katma değeri yüksek mallara dönüştürülmesi, her zaman için cevherin çıkarıldığı ülkelerde mümkün olmamaktadır. Özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler, teknoloji ve yatırım eksiklikleri nedeniyle, kendi sınırları içinde ürettikleri cevher kaynaklarının katma değerli getirisinden yararlanamamaktadırlar. Bu duruma gösterilebilecek en açık örnek, dünyadaki en büyük rezerve sahip olduğu bilinen ve "stratejik nitelikli" olduğu ileri sürülen, Türkiye'deki bor cevherleri gösterilebilir. Dünya bor kimyasalı hammaddesinin büyük bir kısmının Türkiye'de üretilmesine rağmen, işlenmeden ihraç edilen bor cevherlerinin ülke ekonomisine getirisi yılda üç-dört yüz milyon dolar düzeyini aşmamaktadır. Diğer taraftan, ülkeye ithal edilen bor kimyasalları ve bu kimyasallarla üretilen ileri teknoloji ürünlerinin yıllık değeri ise onlarca milyar dolar mertebesindedir.

Çıkarılan bir cevherin işlenerek toplum ekonomisine olan birim girdisi dünyadaki o cevherden elde edilen katma değerli ürünlerin değerine yaklaştığı süreçte, toplumlar kendi doğal kaynaklarından azami düzeyde yararlanmış olurlar. Jeolojik oluşum açısından şanslı olan tüm gelişmiş ülkelerde, madencilik ülke ekonomilerinin en önemli girdisini oluşturan sanayi faaliyetlerinden biridir. Bu durum, ABD'de yakıt dışı

madencilik ürünlerinin ülke ekonomisindeki katkısını belirten Şek. 7'de açıkça görülebilir. ABD'de ham madencilik ürünleri 2004 yılı GSMH'nın yaklaşık %4'ünü oluştururken, işlenen madencilik ürünleri yaklaşık 10 misli katma değerle ekonomiye katılarak, tüm ABD milli gelirinin yaklaşık %17'sini oluşturan son ürün değeri yaratılmasını sağlamaktadır.



Şekil 7- "Yakıt dışı" madenciliğin ABD ekonomisindeki rolü (USGS, 2005)

ABD, Kanada, Avustralya gibi çevre yatakları açısından şanslı gelişmiş ülkeler, madenciliğin kendi toplumlarının "kalkınmasının sürdürülebilirliği"ndeki önemini anlamakta olup ülke madencilik yatırımları için gerekli kolaylıkları sağlamaktadır.

3.2 Günümüz çevrecilik yaklaşımı ve Madencilik

Son yıllarda sosyal-ekonomik-çevresel fayda ve etkilerinin değerlendirmesinde en fazla sorgulanan ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde çevresel konuların en öne getirildiği sanayi sektörlerinin başında "Madencilik" gelmektedir. Tüm dünya toplumlarında artan çevre duyarlılığı, gerekli ve yeterli çevresel önlemler alınmadan işletilmekte olan maden işletmelerini çevre hareketlerinin kolay hedefi haline getirmiştir. Madencilik sektörünün son on yıldaki çevre-dostu işletmecilik yönündeki çabaları, çeşitli nedenlerle topluma iletilemediğinden dolayı, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki maden aramacılığı ve yeni maden işletme yatırımlarının hızı kesilmiş bulunmaktadır. Gelişme hızı düşen madencilik yatırımları nedeniyle, dünya metalik maden arzının yakın gelecekte, altı buçuk milyarı aşan dünya nüfusunun artan taleplerini karşılamakta zorlanacağı beklenmektedir (USGS, 2005).

Dünyada son elli yıl içinde dünya nüfusu hızla artmış ve sanayi bu hızla paralel olarak gelişmiştir. Bunun sonucu olarak, bilinen doğal kaynak rezervleri artan hızlarda kullanılmakta ve çevre koşullarında görünür

olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Bu çevresel etkileri, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda, en aza indirecek önlemleri almak yerine kıyamet haberciliği yaparak toplumu korkutarak yeni bir dünya düzeni kurma yaklaşımı yeni bir ideoloji haline gelmiştir. Globalleşen iletişim olanaklarını çok etkin olarak kullanan bu yeni ideoloji, insanları çevre felaket senaryoları ile korkutarak çok etkilemekte ve özellikle ülkelerin kalkınması için gerekli doğal kaynak kullanım projelerine karşı politize etmektedir. Bergama'daki Ovacık Altın Madeni karşıtı hareket bunun en belirgin bir örneğidir. Üç yıl çalıştırılması ve tasarımı ve çevresel performansı açısından Avrupa Birliği resmi dokümanlarında "Mevcut En İyi Teknik"lerden biri olarak modern madencilığe örnek olarak gösterilmiş olmasına rağmen, Ovacık Altın Madeni hala "hukuki" nedenlerden dolayı çalıştırılmamaktadır. Halbuki, bu maden işletmesi:

- *çevre koruma açısından kanıtlanmış mükemmel performans göstermekte,*
- *ülke ekonomisine ve yerel topluma istihdam ve ekonomik katkı sağlamakta,*
- *yerel topluma kültürel, eğitim, öğretim destekleri ve altyapı hizmetleri ile sosyal katkı sağlamakta*

sürdürülebilir kalkınma için tanımlanan üç ana temel ilkeyi de yerine getirmiş bulunmaktadır. Ayrıca, altın madenlerinin bir özelliği de, madencilik ürününün üretildiği anda (dore rafinasyonu dışında) daha ileri bir teknoloji ile işlenmesi gerekmeksizin en yüksek katma değerine nakit olarak ulaşmış olmasıdır. Bu özelliği ile kıymetli metal madenciliği, gelişmemiş ülkeler için dahi, doğal kaynağı topluma en yüksek ekonomik katkı düzeyinde kazandıran bir madencilik bir dahıdır. Bu bağlamda, "gelişmekte olan ülkelerde yaratılan altın madeni karşıtı hareketlerin nedeni, başka ülkelerin, bu doğal kaynaktan yeterince katma değer payı alamaması olabilir mi?" sorusu akla gelmektedir. Bilindiği üzere, bor madenlerimiz için bu tür bir çevrecilik hareketi mevcut değildir.

4 SONUÇ

Son onbeş yıl içinde tartışılan "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramı, özellikle Avrupa Birliği'nde, yerini "Sürdürülebilirliğe Doğru" yaklaşımına bırakmaktadır. Kalkınmanın sürdürülebilmesi için önce "Kalkınmış Olmak" gereklidir.

Madencilik, tarih boyunca toplumların kalkınmasında hayati önem taşımış bir sanayi dahıdır. Mevcut doğal kaynaklarından yararlanmaksızın ülkelerin kalkınması mümkün değildir. Ancak, kalkınmanın da,

çevre sorunları gözardı edilerek sürdürülemeyeceği gerçeğinin yanısıra ekonomik gücü zayıf olan ülkelerin çevre koruma harcamaları için yeterli kaynaklarının bulunmadığının da unutulmaması gerekir.

5 KAYNAKLAR

- Dasgupta, S., B. Laplante, H. Wang, D. Wheeler, 2002, Confronting the Environmental Kuznets Curve, *Journal of Economic Perspectives*, 16, 147-68.
- EUROSTAT, 2004, Internet website, <http://europa.eu.int/comm/eurostat/newcronos/queen/index.html>
- Stern, D.I., 2003. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve, *Working Papers in Economics, Department*

of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, 110 8th Street, Troy, NY,

<http://www.rpi.edu/dept/economics/www/workingpapers/rpi0302.pdf/>

USGS, 2005, Mineral Commodity Summaries, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2004/mcs2004.pdf>

WCED, 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development Oxford University Press, p. 43 (*the Bruntland Report*).

Zanbak, C., 2004, Avrupa Ülkelerinde Makro Düzey Çevre Koruma Harcamaları, *İstanbul Sanayi Odası Dergisi*, Haziran, İstanbul.

Zanbak, C., 2005, Environmental Spending Trends in Europe within the Context of Sustainability of Development, *Proc. Int. Conf. Sustainability for Humanity and Environment*, Alexander von Humbolt Foundation and Polytechnical University of Timisoara, Romania, 24-25 February, Vol. 1, pp. 37-40

Sürdürülebilir Madencilik ve Çevre: Örnek Bir Model

K.S.Koldaş

Sandvik SRP, Ankara

ÖZET: Madenciliğin ülke ekonomilerinin ve insanlığın gelişimine büyük katkılar sağladığı aşikardır. Artan dünya nüfusu, hammaddelere olan yüksek talebi de beraberinde getirmekle beraber çevresel sorunları, gittikçe artan çevresel ve madencilik kanunları ile çoğu zaman madencilik projelerini engelleyici rol üstlenen sivil toplum örgütlerinin de ortaya çıkmasına neden olmuştur. Aslında üzerinde konuşulması gereken en önemli konu, madenlerin nerede ve nasıl çıkarılacağıdır. Çünkü maden yataklarının dünyanın her yerinde düzgün bir yayılma göstermemesi beraberinde bazı zorluklar yaratmakta ve çevresel faktörlerden dolayı bir çeşit tercihi madencilik olayını da beraberinde getirmektedir. Madencilikteki tüm zorlukların aşılmasında ortaklık çok önemli bir faktör teşkil etmektedir. Açıklık, ortak dayanışma ve katılımcılık en önemli unsurlardır. Devlet, yöre halkı ve sivil toplum örgütleri engelleyici değil yapıcı olarak ve gerçekten isteyerek işe başlamalıdır. Bu çalışmada günümüzde sürdürülebilir madenciliğin önündeki en önemli unsurlar tanımlanmış ve örnek bir model sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Madencilik, büyük çapta global bir sektördür. Madencilik, onbinlerce kişinin istihdam edildiği ve milyonlarca ton cevher ve kayanın her ay işleme tabi tutulduğu bir terimi ifade etmektedir. Günümüzde madencilik hemen hemen her lokasyonda, tropikal bölgelerden kutuplara yakın lokasyonlara kadar hatta deniz seviyesinden 4000m yükseklikten 4000m altına kadar olan her noktada insanoğlunun hammadde ihtiyacını karşılamak için zor koşullar altında yapılmaktadır. Günümüzde yaklaşık olarak 150 farklı mineral üretimi değişik madencilik ve proses yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. Madencilik sektörünün sosyal ve çevresel performansı değişken olmakla birlikte sorumluluk sahibi operasyonlar mümkün olduğu kadar olabilecek etkileri minimize etmek için çalışmaktadır. Bugün günümüz madencilik sektörünün önündeki en önemli faktör ise sürdürülebilir bir kalkınma modelini kurmak ve bunu devam ettirmektir. Sürdürülebilir kalkınma ise ancak devlet, özel sektör ve sivil toplumun yapıcı katılımları ile gerçekleşebilir. Sürdürülebilir kalkınma sadece özel sektörün sırtına yüklenmemelidir. Devlet, sektörün ve yatırımcının koruyucusu ve olumlu kural -yasaların yapıcısı, sivil

toplum örgütleri ise *eko-terörizimden* çok yapıcı olmalıdır.

2. MADENCİLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Sürdürülebilir kalkınma '*günümüz nesilin ihtiyaçlarını en uygun koşullarda karşılayan ve bunu yaparken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye düşürmeden yapılan gelişmedir*'.

Sahip olduğumuz mevcut kaynakları uygun bir şekilde kullanmamak veya kullanımına izin vermemek ülkelerin daha fakirleşmesine ve gelecek nesillerin kaynak darboğazına girmesine sebebiyet verecektir. Madencilik projelerinin ve madenlerin bir ülkede sürekli artması milli gelir, yabancı sermaye girişi, istihdam, yeni teknolojilerinin gelişimine, eğitim, elektrik, su, yol ve yeni yerleşim alanlarının oluşumuna sebebiyet verecektir. Günümüzde Güney Afrika, Kanada, Avustralya, Şili, ABD, İsveç v.b. gibi ülkeler sürdürülebilir madenciliğin en güzel örnekleridir. Uygun politikalarla yeraltı kaynakları zengin Türkiye'de bu kulübün bir üyesi olabilir.

2.1 Sürdürülebilir Kalkınmayı Yakalama: Ana Problemler

Sürdürülebilir kalkınma konusu genelde sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları kapsamakla beraber proje anlamında bu yetersizdir. Eğer bu konuda gerçekten bir ilerleme yapmak istiyorsak bu üç temel sorunun arkasındaki diğer sorunları da belirtmek durumundayız.

- **Yoksulluk:** Mineral zengini ülkelerin çoğu aynı zamanda en fakir veya gelişmekte olan ülkeler konumundadır. Bu ülkelerde madencilik projelerinin kabul edilebilirlik derecesi kritik olarak yoksulluğu azaltmaya yardımcı olmak içinde biz madencilik sektörünün ne oranda orada olduğumuza bağlı olacaktır. Gelişmekte olan ülkelerde madencilik yatırımlarını ülkelere çekebilmek için aynı oranda cazibeli yatırım koşullarını oluşturmak zorundadır.
- **Arazi kullanımı:** Madenler sadece belirli lokasyonlarda bulunmakta ve *yerinde üretim* yapılması gerekmektedir. Dolayısı ile madencilik şirketleri madeni bulmak ve işletmek için bu bölgelere kolaylıkla ulaşabilmelidirler. Madencilik yapılacak yeterli arazi mevcut mu? Kullanımına kim karar verecek? Ve hangi koşullarda, nerede ve nasıl madencilik yapılacaktır?
- **Bilgi:** Bilgi eksikliği, bilgiye ulaşım eksikliği, ve güvenilirlik eksikliği sorunları aşılmalıdır. Efektif ve yapıcı dialog konu ile ilgililer arasında nasıl sağlanacak?
- **Toplum:** Madencilik bağlı bulunduğu çevreye eşit derecede ve sürdürülebilir gelişmeyi lokal çevreye nasıl dağıtacak? Devletin ve diğer oyuncuların bunda katkısı ne olacak? Ortak hareket çok önemli faktördür.
- **Yönetim:** Madencilik şirketleri diğer sektörler göre bir çok gösteri, anarşi, politik kural-bürokrasi ve ekonomik yaptırımlar ile karşı karşıya bırakılmakta. Maden ve metal sektöründeki yatırımlar yerinde yatırımlar olup uzun dönemli ve büyük yatırım harcamaları gerektirir. Bu konuda politik ve yasal çerçeve çok önemlidir. Sektörün, devletin ve sivil toplum örgütlerinin sorumluluk sınırları nelerdir?
- **Sektörün oluşumu ve biçimi:** Madencilik üretim teknolojileri günümüzde geçmişe göre çok bir değişiklikler ve atımlar gösterdi. Geçmişten gelen kötü izlenimi nasıl yıkacağız? Madencilik sektörü

sürdürülebilir kalınmayı sağlamak için nasıl örgütlenecek? Birlik nasıl sağlanacak? Ortak çıkarlar nasıl korunacak?

- **Pazar durumu:** Mevcut gelirlerimizin maliyetlerini bir sonraki nesillere bırakmamak için ne yapacağız? Eğer metal ve mineraller sürdürülebilir geleceğin bir parçası olacak ise bunların nasıl üretileceği, nasıl bir işleme tabi tutulup kullanılacağı ve bunların geri dönüşümü ile atık yönetiminin nasıl yapılacağı konularına da fokus olmalıyız. Madencilik Sektörünü ani fiyat dalgalanmalarından, pazar kayıp ve yıkımlardan nasıl koruyacağız?
- **Finansal:** Sektörün gelişimi için mali kaynaklar mevcut mu? Devletin bu konuda politikası nasıl? Madencilik projelerini teşvik edici mali uygulamalar, diğer teşvikler mevcut mu? Vergi rejimi nasıl?
- **Sivil toplum örgütleri-NGO's:** Günümüzde dünyanın her köşesinde madencilik şirketleri yatırım yapacakları bölgelerde sivil toplum örgütlerinin artan gösteri ve hatta terörist faaliyetleri ile karşı karşıya bırakılmaktadır. Bu faaliyetlerin sonucunda şirketler çok ciddi maddi kayıplar ile karşı karşıya kalmakta ve hatta madenler haksız ve temeli olmayan suçlamalar neticesinde geçici de olsa kapatılmaktadır. Madenlerdeki üretimin ve araştırma projelerinin bu şekilde durdurulması o ülkeye gelebilecek diğer yatırımcılarda ürktümekte sonuçta ülke ekonomisi ve gelecek nesiller zarar görmektedir.

3. BİR SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA MODELİ

Devlet, madencilik şirketleri ve diğer oyuncular günümüzde kalıcı ve sürdürülebilir bir yatırım ve işletmecilik yapması için *ekonomik, sosyal ve çevresel yönetim modeli* geliştirmek, buna uymak ve korumak zorundadır. Bu konuda en büyük sorumluluk kural koyucu ve uygulayıcı devlet olmakla birlikte madencilik şirketlerinin de bir sürdürülebilir madencilik politikası olmalıdır. Günümüz madenciliğinde ciddi anlamda çalışan bir çok madencilik firmasının *sürdürülebilir madencilik politikası* bulunmaktadır. Buna bir örnek verecek olursak:-

1. Şirket varlıklarını en iyi ve doğru şekilde kullanacak idari yapıyı bünyesinde oluşturmak,

2. Madeni en iyi şekilde kullanıp kazanımı maksime ederken çevreye en az zararı vermek,

3. Bulunduğu lokal toplum ile barışık olmak onların güvenlerini kazanmak ve ekonomik kazanımı sosyal çevreye en uygun şekilde dağıtmak,

4. Maden sahası içindeki çalışan herkesin emniyet ve sağlığını korumak,

5. Mevcut kaynaklara sürekli yenisini ekleyip hem şirket değerini arttırmak hemde gelecek nesillerde kaynaklar bırakmak.

6. Eğer maden / metal fiyatları çıkış gösterirse düşük tenörlü sahaları işletmeye başlamak,

7. Teknolojinin nimetlerinden faydalanmak, uygulamak ve geliştirmek. Yeni teknolojiler kullanarak, geliştirerek kazanım verimini daha da artırabilir ve düşük tenörlü sahaların işletilebilmesini mümkün kılmak,

8. Ekonomik ve teknolojik yöntemlerle eski maden atıklarının tekrar kullanılması mümkün kılınabilmelidir.

Bir ülkede sürdürülebilir madencilik kalkınması için yapılması gerekenleri ise aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

Şirketler:

- Sektördeki tüm oyuncuların aynı doğrultuda uzun dönemli ortak birlik ve uzun vadeli stratejileri bulunmalı,
- Sürdürülebilir kalkınma için projeye sermaye koyanların projeden kazanımlarını her zaman arttırmak, ilişkileri geliştirmek ve operasyonel uygulamaları en ekonomik seviyede kullanmak,
- Devlet, toplum ve çevre ile en iyi ilişkiler kurmak her bakımdan sorumlu ve kalıcı bir ün sağlamak,
- Çevre, eğitim ve emniyet ile ilgili gerekli tüm kural ve yöntemleri hazırlamak ve olabilecek olay ve kazaları en aza indirmek,
- Mevcut en iyi teknolojiyi uygulayarak kazanımı maksime etmek, atık miktarını en aza indirip uygun yöntemi uygulamak,

- Globalleşme ile birlikte sektördeki birliğin madencilğe daha fazla sorumluluk getireceğini anlamaktır.

Devlet:

- Sektörde madencilik yatırımlarını (üretim, proses, teknoloji geliştirme, uç ürün elde etme v.b.) teşvik edici uygulamalar yapmak,
- Kanun ve uygulamaların açık, yapıcı, teşvik edici, basit ve uygulanabilir, global anlamda uygun ve sektörün fikirlerini alarak oluşmasını sağlamak,
- Madencilğin en uygun bir şekilde yapılmasını sağlayacak her türlü alt yapıyı (siyasal, ekonomik ve finansal) oluşturmak,
- Madencilik projelerinde yatırımcı ile lokal toplumu karşı karşıya bırakacak olumsuz kararlar almamak,
- Madenlere ve yürürlükte olan projelere karşı asılsız ve hiç bir dayanağı olmayan suçlamalar sonucunda madenlerin kapatılması ve üretimlerin durdurulmasını önleyici tedbirler almak ve *eko-kanserin* yayılmasını önlemektir.

Diğer oyuncular:

- Eğer sivil toplum örgütleri gerçekten sürdürülebilir madencilği toplum yararına olmasını istiyorlarsa madencilik projelerine negatif bakmayı bırakmalı, şiddetten uzak kalmalı ve maden şirketleri ile *ortak hareket* etmeli, problemleri uygar bir biçimde tartışıp çözmeyi öğrenmelidir.

Örnek: Richards Bay Mineral (RBM) toplum programı, Güney Afrika Cumhuriyeti:

Bu bölge (KWA – Zulu Natal) özellikle ağır minerallerce zengin bir bölge olmakla birlikte madencilik çalışmaları başlamadan önce ülkenin en fakir ve en az gelişmiş bölgelerinde biri konumundaydı. Bu bölgede bulunan madencilik şirketi, 20 yıldan fazla bir zamandır sosyal yatırım programı uygulamaktadır. Şirket özellikle 4 ana konuda yoğunlaşmıştır. Bunlar:

- Eğitim

- Sağlık hizmetleri
- Kırsal bölge altyapı gelişimi / tarımsal eğitimi ve gelişimi
- Ekonomik istihdam

Bu sosyal kalkınma projesi bölgedeki lokal hükümet birimleri ve lokal toplum kuruluşlarının katılımı ve ortaklığı ile birlikte hayata geçirilmiştir. Proje yaklaşık 50 km²'lik bir alan içerisinde binlerce insanı kapsamaktadır. 30,000'den fazla çocuk kreş ve okul imkanına kavuşmuş, 4,000 kişiye iş imkanı sağlanmış, 600,000'den fazla kişi hastanelerde tedavi görme imkanına kavuşmuştur. Bu sürdürülebilir madencilik modeline güzel bir örnek teşkil etmektedir.

7. SONUÇ

Herşeyden önce sürdürülebilir kalkınma için doğal kaynaklardan yararlanmak zorundayız. Bu artan dünya nüfusu ve özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke modelinde kaçınılmaz bir gerçektir. Günümüz global dünyasında tüm madenler topluma ve çevreye sorumlu-duyarlı olarak işletilebilir. Sektörün ve devletin yapması gereken ise sürekli olarak modern madenciliğin tanıtımını yapmalı, faydalarını anlatmalı ve toplumun her kesimini sürekli bilgilendirmelidir. Bu konuda özellikle devlet sürdürebilir madenciliği gerçekten isteyerek, ekonomik ve sosyal gelişimi bu alanda yaratarak ve kalıcılığını sağlamada baş sorumlu olmalıdır. Sivil toplum ve lokal topluluk ise anarşik faaliyetlerde bulunmak yerine madenlerin gerçekten ekonomik ve çevresel duyarlılığı sağlayıp sağlamadıklarını gözetlemelidir. Madencilik şirketleri de sosyal ve çevresel faktörleri de gözününe alarak karlılıklarını maksimize etmeye konsantre olmalıdırlar.

REFERANSLAR

ICMM, The Mining and Metal Industries, Working Paper, 2002
Koldaş K.S., University of Witwatersrand, GDE Mining & Environment notes, 1997

Madencilikte Çevre Yönetim Sistemi Uygulaması: TS EN ISO 14001

H. Bektaş

TSE-Sistem Belgelendirme ve Eğitim Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Bu yazıda Çevre Yönetim Sistemlerinin belgelendirilmesinde esas alınan TS EN ISO 14001 standardının nasıl şekillendiği, faydaları ve kuruluşlarda bir ÇYS'ni kurmak için gerekli şartlar anlatılmaktadır. Bu şartlar anlatılırken madencilik sektöründe uygulamaya nasıl geçebileceği irdelenmektedir. Öncelikle kuruluşun çevre ile ilgili vizyonunu gösteren Çevre Politikasının belirlenmesi gelmektedir. Çevre boyutlarının, uyulması gereken yasal ve diğer şartların, amaç-hedef ve programların belirlenmesi politikanın uygulanması için planlama aşamasını oluşturmaktadır. Kuruluş çevre etkisini azaltmak için önemli çevre boyutları ile bağlantılı işlem kontrol kuralları konmalı, çevre karakteristikleri izlenmelidir. Olabilecek acil hollere hazırlıklı olunması sağlanmalıdır. Sonuç olarak TS EN ISO 14001 standardı çevre sorunlarının çözümünde bir araç olarak görülmektedir.

ABSTRACT: In this text, how TS EN ISO 14001 standard is formed, its benefits and requirements for establishment of an environmental management system on organisations is told. When these requirements is told, practice on mining sector is also evaluated. Firstly, Environmental Policy which shows the vision of the organisation is set. Determining of environmental aspects, legal and other requirement which must be obeyed, objectives-targets and programs are planning steps to implement the environmental policy. The organisation must be determine operational control criteria, monitor environmental characteristics related with significant environmental aspects. Response to possible emergency situations must be established. as a result, TS EN ISO 14001 standard is seemed to be a tool in solving environmental problems.

GİRİŞ

21. yüzyılla birlikte ayrı bir değerlendirme ve öneme sahip olan çevre konusunun her zaman öncelikli bir konu olacağı gözardı edilemez hale gelmiştir. Teknolojideki hızlı gelişmeyle birlikte çevre kirliliğinin boyutları da karmaşık bir hale gelmiş ve giderek çevre sorunlarının çözümleri de zorlaşmıştır. Yaklaşık 40 yıl boyunca bu konuda farklı statejiler denenmiş ve çevre kirliliği en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Binlerce yıldır bazı şekillerde var olan Çevre yönetimi olgusu gerçek anlamda 1960'ların başında şekillenmiştir. O zaman keşfedilen önemli kirlenme etkisi 1970 ve 1980'lerde birçok kanun ve yönetmeliğin çıkartılmasına sebep oldu. 1980'lerin sonu 1990'ların başında atık azaltılması çevre

yönetiminin popüler bir parçası haline geldi. (KUHRE, W.L. (1995) "ISO 14001 Certification", University of San Fransisco (S. 7))

1970 ve 1980'li yıllarda çevreyi korumak için birçok düzenlemeler ve yönetmelikler konulmuş ve çevre yönetimi olgusu böylece şekillenmeye ve ülkelerin ve hükümetlerin sivil toplum kuruluşlarının öncelikli konuları arasına girmeye başlamıştır. Çevre yönetiminin önemi, çevre sorunlarının boyutlarının bölgesel ve ulusal olmaktan çıkıp global düzeye ulaştığı ve doğal kaynak sıkıntısı çekilmeye başladığı günümüzde gittikçe artmaktadır. (HENRY, A. (1995) "Environmental Management Systems Standards" Discussion Paper, ODTÜ-SEM, Ankara.)

Çevreyle ilgili faaliyetlerin çeşitlenmesi ve giderek artması ve ISO 9000 Kalite Yönetim Sisteminin başarıyla uygulanması, merkezi Cenevre'de olan ISO'yu cesaretlendirmiştir. 1991 yılında ISO ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC)'nin üye ülkelerin uzmanlarının katılımıyla Stratejik Çevre Danışma Grubu (SAGE)'yi oluşturdu. SAGE'in araştırmaları sonucunda 207 sayılı Teknik Komite Ocak 1993'te kurulmuş ve bunun sonucu olarak da ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Standardları hazırlanmaya başlanmıştır. (HENRY, A. (1995) "Environmental Management Systems Standards" Discussion Paper, ODTÜ-SEM, Ankara.)

Türk Standartları Enstitüsü Çevre Standardları Hazırlık Grubu dört yıla yakın bir süredir ISO/TC 207'nin çalışmalarını takip etmekte ve olgunlaşma aşamasındaki standartlara görüşleri ile destek vermektedir. Bu hazırlık grubu şu ana kadar ISO tarafından yayınlanan ISO 14000 standartlarını Türk standardı olarak kabul edip yayınlamıştır.

ISO 14000 serisi, çevre yönetimi, denetimi, performansın değerlendirilmesi, etiketleme ve hayat boyu değerlendirme alanlarında gönüllülüğü esas alan standartlardır ve çevre yasaları ve yönetmelikleri ile uyumludurlar. (Charles M. Denton. "International Environment Reporter-Current Report"-The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C. August 7, 1996. (S 715-717))

ISO 14001 çevre yönetim sistemi kurulması için gerekli özellikleri kapsar, belgelendirmeye esas olan standarddır.

ISO 14004 genel çevre yönetim prensipleri ve tekniklerini ortaya koyan bir kılavuздur.

ISO 19011 çevre ve kalite denetimiyle ilgili konuları içerir.

ISO 14020, 14021 ve 14024 çevreyle ilgili etiketleme,

ISO 14031 çevre performans değerlendirmesi için kriterleri kapsar.

ISO 14040, 14041, 14042, 14043 hayat boyu değerlendirmeyi yapar.

ISO 14050 çevre yönetimi ile ilgili terimleri tanımlar.

ISO Guide 64 (ISO 14060) Mamul standartlarına çevre boyutlarının dahil edilmesi üzerine geliştirilmiştir.

Belgelendirmede esas alınan ISO 14001 standardı 1996 yılında ISO tarafından yayınlanmıştır. ISO hazırladığı standartları kural gereği her 5 yılda bir gözden geçirerek gerektiğinde revize eder. 1998 yılında yapılan gözden geçirmede herhangi bir değişiklik yapılmamasına karar verilmiştir. 2004 yılı gözden geçirmesinde standard revize edilerek ISO 14001:2004 olarak yayınlanmıştır. TSE tarafından da tercüme edilerek standardlaştırılma çalışmaları sürdürülmektedir.

ISO 14000

-GENEL bir standarddır, her tip ve büyüklükte organizasyonlar için imalat ticaret veya hizmet sektörlerinde uygulanabilir.

-ÖNLEYİCİ'dir, çevreye verilen zararların oluşmadan önlenmesini hedefler.

-GELİŞİMCİ'dir, performansı iyileştirmeye yöneliktir.

-GÖNÜLLÜLÜK esasına dayanır. Ancak bir kez sistem kurulursa Standardın gereklerine uymak zorunludur.

-SİSTEM BAZLI'dır. Kurulan sistem dökümanite edilmiş prosedürlerle desteklenmelidir.

ISO 14000, şu anda uygulamada olan çevre mevzuatlarının yerini almayı değil, aksine tamamlamayı amaçlamaktadır. ISO 14000 serisinde deşarj ve emisyon limitleri veya performans gereklilikleri yoktur. Onun yerine, kuruluşun bu konudaki hedeflerine, ne ölçüde ulaştığının sorgulanması vardır. (Charles M. Denton. "International Environment Reporter-Current Report"-The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C. August 7, 1996. (S 715-717))

ISO tarafından hazırlanan diğer standartlar, örneğin ISO 9000 Kalite Yönetim Sistemleri gibi, ISO 14000 de, görünüşte uygulanması zorunlu değildir. Fakat, üretim ve servis sektöründeki kuruluşların birçoğu, uluslararası pazarda iş

yapabilmek ve rekabet edebilmek için ISO 14000' le uyumlu olma yönünde kendileri üstünde güçlü bir pazar baskısı hissedeceklerdir. İnsanlar hızla artan şekilde ekolojik olarak dizayn edilmiş, yani çevre dostu, ürünleri tercih edecekler ve bunun sonucu olarak, kuruluşlar çevre yönetim sistemini uygulamak için tüketicinin direk baskısına maruz kalacaklardır. Uluslararası kuruluşlar, tasheronlarından ISO kriterlerini karşılamalarını talep edecekleri için ürünlerini uluslararası pazarlamayan kuruluşlar da aynı pazar gücünü dolaylı olarak hissedeceklerdir. Şu anda ISO 9000'e uyumlu olmak, uluslararası ticaret için, öncelikli gereken şart olmaya başladığı gibi, ISO 14000 de birçok ülkede aynı duruma gelebilir. (Charles M. Denton. "International Environment Reporter-Current Report"-The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C.August 7,1996.(S 715-717))

Tüketici tercihlerini ve diğer pazar baskılarını karşılamak için kuruluşlar ISO 14000'le uyum sağlamalıdır. ISO 14000'in kuruluşu kazandırdıklarını şöyle sıralayabiliriz. (Charles M. Denton. "International Environment Reporter-Current Report"-The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C.August 7,1996.(S 715-717))

- Tüketicinin çevreyle ilgili beklentilerini karşılamak,
- Halkla ilişkileri olumlu yönde geliştirmek,
- Müşteriye, çevre yönetimi için bir yükümlülük altına girdiği güvencesinin verilmesi ve gösterilmesi,
- İmajını ve pazar payını arttırmak, uluslararası yeni standartları uygulayarak alanında önder olmak,
- Tasheronların belgelendirme kriterlerine cevap vermek (öncelikle KOBİ için).

Kuruluşun verimliliğini ve çevre performansını arttırması bakımından ISO 14000'le uyum sağlamak başka bir teşvik sağlar. Bir çevre yönetim sistemindeki gelişme, şirketleri daha verimli yapabilecek şu faydaları sağlar:

- Verimli atık bertarafı ve kirliliği önleme yeteneğinin kazanılması,
- Girdi malzemeleri ve enejinin tasarrufunun sağlanması,
- İzin ve yetki belgelerinin alınmasının kolaylaştırılması,

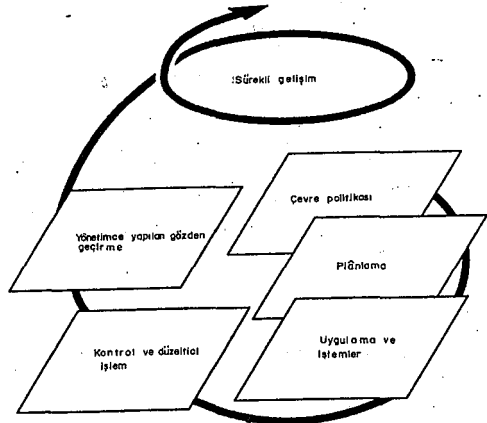
- Teknoloji gelişmesi ve aktarımı,
- Sanayi-hükümet ilişkilerinin geliştirilmesi,
- Çevre performansının ve doğal bir çevrenin geliştirilmesi.

TS EN ISO 14001 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ-ÖZELLİKLER VE KULLANIM KILAVUZU

Bütün kuruluşlar; çevre politika ve amaçlarını gözönde tutarak; faaliyet, ürün ve hizmetlerinin çevre üzerindeki etkilerini kontrol altında tutmak amacıyla, çevre yönünden daha başarılı işler gerçekleştirmeye ve kendilerini bu konuda kanıtlamaya daha çok önem vermektedir. Kuruluşların çevreyle ilgili yaptıkları çalışmaların etkin olabilmesi için, belirli bir yapıya sahip bir yönetim sistemi içinde yürütülmesi ve genel yönetim faaliyetlerine dahil edilmesi gerekmektedir.

Çevre yönetimiyle ilgili TS ISO 14000 standartları, kuruluşlara, ekonomik ve çevreye yönelik amaçlarına ulaşabilmeleri konusunda yardımcı olmak için; diğer yönetim gerekleriyle bütünleştirilmiş olan etkin bir çevre yönetim sistemi (ÇYS)'nin başlıca unsurlarını sağlamak amacıyla düzenlenmiştir.

Bu standard, böyle bir çevre yönetim sisteminin şartlarını belirlemekte; her çeşit ve büyüklükteki kuruluşu, değişik coğrafi, kültürel ve sosyal şartlara uygulanabilmektedir.Bu yaklaşımın esası aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Sistemin başarısı, değişik düzeylerde değişik görevleri üstlenen personelin, özellikle üst

yönetimin, bu konudaki taahhütlerine bağlıdır. Böyle bir sistem, kuruluşlara; çevre politika ve amaçlarını tespit edebilmeleri için bir yöntem geliştirme, bu yöntemin etkinliğini değerlendirme, bu politika ve amaçlara bağlılığı gerçekleştirebilme ve bu bağlılığı başkalarına da gösterebilme imkanı vermektedir. Standartın genel amacı, sosyo-ekonomik ihtiyaçlarla dengeli bir şekilde, çevrenin korunması ve kirlenmenin önlenmesidir. Pek çok şartın aynı zamanda karşılanabileceği veya bu şartların her zaman yeniden düzenlenebileceği dikkate alınmalıdır.

ÇYS'NİN ŞARTLARI VE BAŞLICA UNSURLARI

GENEL ŞART

Kuruluş bu standartta belirtilen şartlara uygun bir Çevre Yönetim Sistemi kurmalı, dokümantasyonunu oluşturmalı ve uygulamalıdır.

ÇEVRE POLİTİKASI

Çevre politikası, ÇYS'nin yönünü gösteren üst yönetimin taahhütüdür. Kuruluşun faaliyetlerinin ve daha spesifik çevre amaç ve hedeflerinin gelişmesi için bir temel teşkil eder.

Kuruluş üst yönetimin belirlediği çevre politikasıyla aşağıdakileri sağlamalıdır:

- kuruluşun faaliyet, ürün ve hizmetlerinin mahiyet, ölçek ve çevre etkilerine uygunluğunu,
- sürekli gelişme ve kirlenmenin önlenmesine dair taahhütlerini içermesini,
- yürürlükte bulunan çevreyle ilgili mevzuat ve idari düzenlemelere, kuruluşun kendiliğinden tabi olduğu diğer şartlara uyacağına dair bir taahhüdünü içermesini,
- çevre amaç ve hedeflerinin tesbiti ve gözden geçirilmesi için bir temel teşkil etmeli,
- belgeye bağlanması, uygulanması, sürekliliğinin sağlanması ve bütün çalışanlara duyurulmasını,
- kamuoyunun incelemesine açık tutulmasını.

Madencilik sektörü için hazırlanan politika yapılan işin büyüklüğü ve çevre risklerine uygun olmalı, yapılan faaliyette çevre açısından amaçlananları ve kuruluşun vizyonunu yansıtmalıdır.

PLANLAMA

ÇEVRE BOYUTLARI

Çevre boyutu bir kuruluşun faaliyet, ürün veya hizmetlerinin çevreyle etkileşen unsurlarıdır. Kuruluş, çevre üzerinde önemli etkilere sahip olan veya olabilecek etkilerini belirlemek için kontrol altına alabildiği ve etkileyebileceği çevre boyutlarını belirlemek için yöntem geliştirmeli ve sürekliliğini sağlamalıdır. Çevre boyutlarının belirlenmesi işlemi var olan ve/veya zamanla ortaya çıkabilecek çevre etkilerinin ortaya konmasıdır. Bu da bir risk analizini gerektirir. Kuruluşun yöntemi uygulaması sonucu tüm çevre boyutları belirlenmiş, önemli çevre boyutları seçilmiş olur.

Madencilik yeraltı ve yerüstü madenciliği olarak ikiye ayrılmaktadır. Genel olarak madencilik faaliyetlerinin çevre boyutları;

- Faaliyet esnasında oluşabilecek toz, gaz, is, duman, aerosolden kaynaklanan hava kirliliği,
- Faaliyetlerin yapıldığı tesislerden kaynaklanan atıksuların yarattığı yeraltı suları, içme ve kullanma sularındaki kirlilik,
- İnşaat ve işletme dönemlerinde oluşacak evsel ve endüstriyel katı atıklar, tehlikeli atıklar,
- İnşaat aşamasında ağır yük makinelerinden kaynaklanan gürültü, işletme döneminde ünite ve ekipmanlardan kaynaklanan gürültü ve vibrasyon,
- Faaliyetler gerçekleştirilirken bitki ve hayvan topluluğuna zarar verilmesi,
- Faaliyet alanında orman, su gibi doğal kaynakların tahribatı,
- Patlayıcı madde kullanılması sırasında oluşabilecek tehlikeler, vibrasyon.

KANUNİ VE DİĞER ŞARTLAR

Kuruluş, faaliyet, ürün ve hizmetlerine uygulanabilecek olan; kanundan doğan veya kendiliğinden ve gönüllü olarak uymayı kabul ettiği, şart ve gerekleri tespit etmelidir. Bunları sağlamak için de bir yöntem geliştirmelidir. Uyması zorunlu kanunların güncelliğini sağlamalıdır.

Madencilikte uyulması gerekli bazı çevre yönetmeliklerine örnekler;

- Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği,
- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,
- Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği,
- Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği,
- Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliği.

AMAÇLAR, HEDEFLER VE ÇEVRE YÖNETİM PROGRAMLARI

Kuruluş kirlenmenin önlenmesiyle ilgili taahhüdü de içine almak üzere çevre politikası çerçevesinde amaç ve hedefler tesbit edilmelidir. Bunları belirlerken yasal zorunlulukları, önemli çevre boyutlarını, mali durumunu, teknolojik altyapısını ve ilgili tarafların görüşlerini değerlendirmelidir. Amaç ve hedefler mümkün olduğunca ölçülebilir ve gerçekçi olmalıdır. Çevre Programları hedefleri gerçekleştirmek için hazırlanan faaliyet planlarıdır. Bu planlar gerçekleştirilecek faaliyeti, sorumluyu, zamanlamayı ve kaynakları içermelidir.

Madencilik faaliyetinde konabilecek bazı amaç ve hedefler;

- Toz emisyonunun %10 azaltılması,
- Yakıt sarfiyatının %7 azaltılması,
- Evsel katı atıkların % 20 dönüşümünün sağlanması,
- Elektrik ve su tüketiminde %5 tasarruf sağlanması.

Faaliyet bitiminde işlem yapılan alanda reklamasyon çalışması yapmak üzere uzun vadeli ÇYS Programları oluşturulabilir. Maden alanında belirli zamanda yapılacak iyileştirmelere yönelik kısa vadeli Programlar hazırlanabilir.

UYGULAMA VE İŞLEM BÜNYE (YAPI) VE SORUMLULUK

Çevre yönetiminin etkinliğini sağlamak amacıyla, görevler, sorumluluk ve yetkiler tarif edilmeli, dokümanite edilmeli ve ilgililere duyurulmalıdır.

Kaynakları sağlamaktan sorumlu Üst yönetim bir yönetim temsilcisi veya temsilcileri tayin etmelidir. Bu yönetim temsilcisinin sorumlulukları:

- ÇYS'nin kurulması, uygulanması ve sürekliliğini sağlamak,
- ÇYS'nin gözden geçirilmesine ve geliştirilmesine esas teşkil etmek amacıyla sistemin performans dercesini üst yönetime rapor etmek.

EĞİTİM, BİLİNÇ VE EHLİYET

Kuruluş, eğitim ihtiyacını tespit etmek için bir yöntem geliştirmeli ve bunun sürekliliğini sağlamalıdır. Eğitimler,

- spesifik olarak kuruluş operasyonlarının çevre etkileri veya genel çevre konuları hakkında temel bilgi sağlamalı,
- kişisel davranışlarının kuruluşun tüm çevre performansını nasıl etkileyebileceğinin iyi anlaşılması olmasını sağlamak,
- kuruluşun çevre politika ve programları hakkında olmak.

Bu eğitimlerden tüm çalışanlar (geçici, kalıcı, yeni personel ve çalışan taşeronlar) yararlanır.

Madencilik faaliyetinin çevre etkileri, riskleri, acil durumlarda yapılacaklar ve sorumluluklar hakkında olabilir.

İŞLEM KONTROLÜ

Kuruluş, politika amaç ve hedeflerine uygun olarak tespit edilmiş önemli çevre boyutlarıyla ile bağlantılı işlem ve faaliyetleri bakım işlemlerini de içine alacak şekilde belirlemelidir. Bunu da aşağıdaki şekilde plânlamalıdır:

- yoklukları çevre politika ve amaçlarından sapmalara yol açabilecek, belgeye bağlanmış yöntemlerin tespit edilmesi ve sürekliliğinin sağlanması,
- yöntemlerdeki işlem kontrol kıstaslarına uyumun sağlanması,
- kuruluş tarafından kullanılan mal ve hizmetlerin önemli çevre boyutları ile bağlantılı yöntemlerin tedarikçilere ve müteahhitlere bildirilmesi.

Madencilikte önemli çevre boyutuna neden olan faaliyetler için oluşturulabilecek bazı işlem kontrolü dokümanları;

- Katı atıkların toplanması, taşınması, bertaraf edilmesi,
- Tehlikeli atıkların toplanması, taşınması, bertaraf edilmesi,
- Makina ve araçların bakımı,
- Patlayıcıların depolanması,
- Kimyasalların depolanması,
- Araçlara yakıt ikmali yapılması,
- Satın alma yapılması (çevre kriterleri),
- Araçların çalışırken uyması gereken kurallar,
- Çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması,

ACİL HAL HAZIRLIĞI VE BU HALLERDE YAPILMASI GEREKEN İŞLER

Kuruluş; kazalara ve âcil hallerde maruz kalma ihtimalinin tayini ve bu hallerde ortaya çıkabilecek çevre etkilerinin önlenmesi veya hafifletilmesi için yöntemler belirlemeli ve bunların sürekliliğini sağlamalıdır. Kuruluş, mümkün olduğunca, bu yöntemleri uygun aralıklarla denemeye tâbi tutmalıdır.

Madencilik faaliyetinde olabilecek acil haller (deprem, patlama, yangın, çökme vb.) belirlenmeli, bu durumlara hazırlıklı olmak için tatbikatlar yapılmalı, uygun ekipman sağlanmalı ve acil durum ekipleri oluşturulmalıdır.

KONTROL VE DÜZELTİCİ FAALİYET

İZLEME VE ÖLÇME

Kuruluş, çevre üzerinde önemli etkileri olabilen işlem ve faaliyetlerin başlıca karakteristiklerini düzgün bir şekilde izlemek ve ölçmek için, belgeye bağlı bir yöntem tespit etmeli ve bunun sürekliliğini sağlamalıdır. Bu yöntem, performans derecesini takibetmek için bilgilerin kaydedilmesini; ilgili işlem kontrollerini ve bunların kuruluşun amaç ve hedeflerine uygunluğunu da içermelidir.

İzleme ekipmanı, kuruluşun yöntemlerine göre kalibre edilmeli ve bu işlemlerin kayıtları tutulup saklanmalıdır.

Madencilikte çevre karakteristikleri için izleme ve ölçme dokümanları;

- Hava kirleticileri ölçümü,
- Su kirliliği kontrolü,
- Enerji tüketiminin izlenmesi,
- Atık miktarlarının izlenmesi,
- Çevre üzerindeki değişikliklerin izlenmesi,
- Toprak kirliliğinin kontrolü

ÇYS DENETİMİ

Kuruluş;

- ÇYS'nin standardın şartlarına uygun olup olmadığını ve sürekliliğini sağlayıp sağlamadığını tayin etmek,
- sonuçlar hakkında yönetime bilgi sağlamak

amacıyla uygun aralıklarla yapılması gereken ÇYS denetimleri için program veya programlar ve yöntemler koymalı ve bunların sürekliliğini sağlamalıdır.

Denetim, kuruluş personeli veya kuruluş tarafından belirlenen kuruluş dışındaki personel tarafından yapılabilir. Her iki durumda da denetimi yürüten personel işini tarafsız ve objektif bir şekilde yürütmelidir.

YÖNETİMCE YÜRÜTÜLEN GÖZDEN GEÇİRME

Kuruluş yönetimi, sürekli gelişmenin, ÇYS'nin kuruluşa ve mevcut şartlara uygunluğunun, dolayısıyla kuruluş çalışmalarındaki başarının devam ettirilebilmesi için ÇYS'ni belirli aralıklarla gözden geçirip değerlendirmelidir.

Gözden geçirme işlemleri:

- denetimlerden elde edilen sonuçları,
- amaç ve hedeflere ne ölçüde ulaşıldığını,
- değişen şartlar ve bilgiler ışığında ÇYS'nin kuruluşa uygunluğunu koruyup korumadığını,
- konuyla ilgili tarafların görüşlerini

içine almalıdır.

SONUÇ

Bu sistemi kuran ve belli bir süre işleten kuruluşlar, Enstitümüz bünyesinde merkezde Personel ve Sistem Belgelendirme Merkezi Başkanlığı'na; bölgelerde Kalite Müdürlükleri'ne belgelendirme talebiyle başvurabileceklerdir.

Kuruluşlar çevreye ne kadar önem verdiklerini TS EN ISO 14001 belgesi olarak kamuoyuna, ortaklarına, çalışanlarına ve hizmet aldıkları ve sundukları yerlere kanıtlamaktadır. Bu belge ile sektörlerinde çevrenin korunması ve çevre bilinci üretim konularında önder olmaktadır.

TS EN ISO 9000 standartlarının 2000 yılı revizyonu ile birlikte, TS EN ISO 9001 "Kalite Yönetim Sistemleri-Şartlar" belgelendirme standardının uygulanması çoğu konularda TS EN ISO 14001 standardı ile paralellik göstermektedir. Böylelikle, TS EN ISO 9001 standardını uygulayan kuruluşların TS EN ISO 14001 standardına adapte

olmaları daha kolay olmaktadır. Her iki sistemi de yeni uygulamak isteyen kuruluşlar, kalite ve çevre yönetim sistemlerini entegre ederek kurabilir ve TS EN ISO 19011 “Kalite ve Çevre Yönetim Sistemleri İçin Kılavuz” standardı sayesinde ikisini birarada belgelendirebilirler.

Enstitümüz tarafından TS EN ISO 14001 standardına göre belgelendirilmiş olan toplam 187 adet kuruluş mevcuttur. Belgeli kuruluşların geneline bakıldığında; uluslararası ortaklı kuruluşların, sektör olarak elektrik, hizmet, gıda, inşaat ve otomotivin çoğunlukta olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak TS EN ISO 14001 standardı çevreyi korumak adına üzerine düşen görevi yapmaktadır.

KAYNAKLAR:

- 1) KUHRE, W.L. (1995) “ISO 14001 Certification”, University of San Fransisco (S. 7)
- 2) HENRY, A. (1995) “Environmental Management Systems Standards” Discussion Paper, ODTÜ-SEM, Ankara .
- 3) Charles M. Denton. “International Environment Reporter-Current Report”-The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C.August 7,1996.(S 715-717)
- 4) TSE, TS EN ISO 14001/Nisan 1997 “Çevre Yönetim Sistemleri-Özellikler Ve Kullanım Kılavuzu ”
- 5) TSE, TS EN ISO 14004/Nisan 1997 “Çevre Yönetim Sistemleri- Prensipler, Sistemler ve Destekleyici Teknikler için Genel Kılavuz”

İş Emniyeti, Sağlık ve Çevre Yönetim Sistemi Konsepti ve Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş. (ÇBİ)'deki Uygulaması

B. Şahin

Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş., İş Emniyeti Sağlık ve Çevre Direktörü, Rize

ÖZET: Sürdürülebilir bir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi ve emniyetli, sağlıklı ve çevreyle dost bir çalışma ortamı oluşturulması için, ES&Ç Yönetim Sistemi'nin öneminin anlaşılması gereklidir. ÇBİ'nin nihai hedefi, emniyetli, sağlıklı, çevreyle dost ve verimli bir işletmeyi muhafaza etmektir. Bu nedenle ÇBİ'de, ES&Ç Yönetim Sistemi diğer yönetim fonksiyonlarına entegre edilmiştir. Bu bildiride ÇBİ'nin ES&Ç yönetim sistemi ve ÇBİ'deki uygulamalarından bazı örnekler anlatılmıştır.

ABSTRACT: The importance of SH&E Management Systems in the promotion of sustainable development and in the maintenance of a safe workplace and healthy environment should be understood. The overall goal of CBI is to maintain a safe, healthy, environment-friendly and efficient operation. For that reason SH&E Management System of CBI is integrated into the other management functions at CBI. In this paper, the SH&E Management System of CBI and some of CBI's applications explained.

Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş.'nin Emniyet, Sağlık ve Çevre (ES&Ç) Yönetim Sistemi aşağıdaki elementlerden oluşmaktadır:

- Bağlılık ve politika
- Planlama
- Uygulamaya koyma ve yürütme
- Performansın ölçülmesi
- Performansın gözden geçirilmesi ve düzeltme

1-BAĞLILIK VE POLİTİKA

İş Emniyeti, Sağlık ve Çevre Yönetim politikası, ÇBİ'nin ES&Ç konularını yönetim fonksiyonuna entegre etme isteğine bağlılığının göstergesidir.

Bu politikada ÇBİ, tüm ilgili kanunları uygulayacağını ve ilgili kanunların yokluğunda (kanuni boşluklar olması durumunda), endüstri için belirlemiş uluslararası iyi yönetim uygulamalarını takip edeceğini taahhüt etmektedir. ÇBİ ayrıca işletmelerinde, risk yönetim sistemini uygulamaya koyacağını, çalışanlarının kendilerine, başkalarına veya çevreye zarar vermeden çalışabilmeleri için gerekli olan yeterlilik seviyesine ulaşabilmeleri için

gerekli olan eğitimleri vereceğini taahhüt etmektedir. ÇBİ yine bu politikada, acil durumlara hazırlık ve müdahale sistemleri oluşturacağını ve muhafaza edeceğini ve madencilik sanayiinde ES&Ç uygulamalarının yüceltilmesini (promotion) ve geliştirilmesini hedef alan organizasyonları destekleyeceğini taahhüt etmektedir.

ES&Ç Yönetim sistemi aracılığıyla ÇBİ'nde elde edilmek istenilen nihai hedefler şunlardır :

- İşletmeyle bağlantısı olan herkes için emniyet, sağlık ve çevre performansının iyileştirilmesine devam edilmesi (çalışanlar, çevre halkı, müşteriler, müteahhitler vs);
- Faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sırasında çevre, sağlık ve emniyet konularında duyarlılık gösterilerek tüm ilgili kanunlara uyulması.
- Organizasyon olarak resmi kuruluşlara, çalışanlara, çevre halkına, müşterilere ve şirket sahiplerine karşı sorumlulukların

yerine getirilmesi için sürekli bir çaba gösterilmesi;

- Çalışanların sorumluluklarını yerine getirmeleri, işi yapmak için uygun kaynaklara sahip olmaları, işin yapılması için gerekli olan otoriteye sahip olmaları, sorumluluklarını yerine getirmeleri konusunda hazırlıklı olmalarını sağlayacak bir sistem oluşturulması
- Yönetim zinciri sorumluluklarının emniyet, sağlık ve çevre konularını kapsaması

2-PLANLAMA

Planlama ES&Ç politikalarının ve prosedürlerinin uygulamaya konulabilmesi için gereklidir. ES&Ç konularının yönetimi tek kişilik bir gösteri değildir ve risklerin kontrolü organizasyondaki herkesin koordineli hareketi neticesinde gerçekleşir ve bunun oluşabilmesi için de planlama gereklidir.

Yukarıda sözü edilen hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için ÇBİ'de etkili bir yönetim yapısı oluşturulmuştur. Düzenli olarak yapılan toplantılarda ES&Ç konuları tartışılarak tüm ÇBİ çalışanları için hedefler konulmaktadır. Performans değerlendirilmesi neticesinde tesbit edilen hususlar da bu toplantılarda detaylı bir şekilde tartışılmakta ve gerekli olması durumunda yeni hedef ve planlar oluşturulmaktadır.

3-UYGULAMAYA KOYMA VE YÜRÜTME

Kazaların temel sebepleri ilk bakışta insan hatası veya teknik bir problem gibi görünür. Aslında bu tür olaylar genellikle işletmelerdeki yönetim sistemindeki aksaklıklardan kaynaklanır ve bunların düzeltilmesinin sorumluluğu da yönetimindir.

Sağlam bir ES&Ç Yönetim sistemi oluşturulması için üst düzey yönetimin sorumlulukları şu şekilde özetlenebilir:

- ES&Ç politikaları oluşturmak ve hedefler koymak.
- Çalışanlara danışmanlık yapmak.
- Politikaların uygulamaya konulması için planlar geliştirmek.
- Organizasyonel yapının yeterli olduğundan emin olmak.

- Kaynakları tanımlamak ve tahsis etmek.
- ES&Ç politikalarının uygulamaya konulduğundan ve hedeflere ulaşıldığından emin olmak.
- ES&Ç Yönetim Sisteminin etkinliğini gözden geçirmek.
- Gerekli olan değişiklikleri ve iyileştirmeleri yapmak.
- Tüm çalışanlara kişisel ES&Ç sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için yetki vermek.
- Açık raporlama ilişkisi oluşturmak.
- ES&Ç sorumluluklarını da kapsar şekilde iş tanımlamaları oluşturmak.
- Çalışanların performansını değerlendirirken ES&Ç performansını da göz önünde bulundurmamak.
- Çalışanlar arasında ES&Ç kültürü oluşturmak.

ES&Ç politikalarının ve bağlılığın gereklerinin yerine getirilebilmesi için, tüm ÇBİ çalışanları sadece kazaları önlemek için değil, uzun süreli sağlıklarının korunması ve çevrenin korunması için sürekli motive edilirler.

ÇBİ, başarılı bir ES&Ç yönetim sistemi oluşturulması ve ES&Ç hedeflerinin ve bağlılığının yerine getirilmesi için, ES&Ç sorumluluklarının Genel Müdür'den başlayarak en alt seviyedeki çalışana kadar tüm çalışanların sorumluluklarına entegre edilmesinin önemini kavramaktadır. ES&Ç Yönetim Sisteminin yeterli bir şekilde uygulanabilmesi için, tüm şirket çalışanlarının bağlılığı gereklidir. Bu yaklaşım, ES&Ç politikalarının, prosedürlerinin ve uygulamalarının tüm diğer iş faaliyetlerine entegrasyonuna bağlılığın da göstergesidir.

ÇBİ'de ES&Ç Yönetim Sisteminin nihai hedefi olan kazasız çalışma ortamının oluşturulabilmesi için, tüm çalışanların sorumlulukları tanımlanmıştır. Yönetim zinciri kendi sorumluluk alanlarında meydana gelen kazalardan sorumludurlar.

ES&Ç El Kitabındaki tanımlandığı şekliyle ÇBİ'deki bazı sorumluluklar aşağıda verilmiştir:

Genel Müdür'ün sorumlulukları şunlardır:

- ÇBİ'nin emniyetli çalışması.
- Çalışanların emniyetini sağlamak, sağlıklarını ve çevreyi korumak için ilgili tüm kanunlarla uyumlu sistem ve programlar oluşturulmasını sağlamak.

- Bölüm başkanlarını kendi sorumluluk alanlarında meydana gelen olaylardan sorumlu tutmak.
- ES&Ç programlarının gözden geçirilmesini sağlayarak, daha yüksek hedeflere ulaşılabilmesi için derhal ilave tedbirler alınmasını sağlamak.
- ES&Ç programının hedeflerine ulaşabilmesi için kaynakları sağlamak.

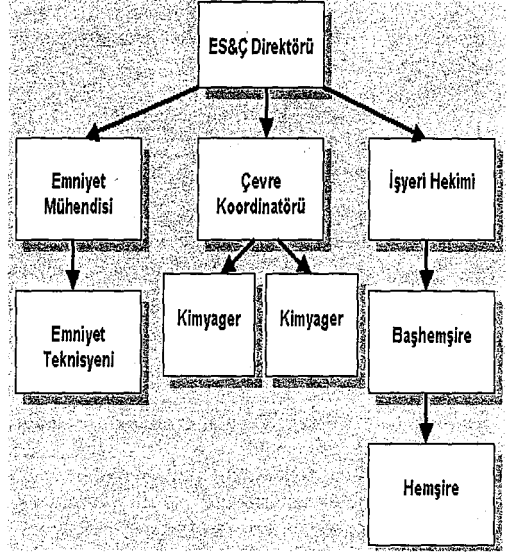
Emniyet, Sağlık ve Çevre Bölümü'nün sorumlulukları ise şu şekilde tanımlanmıştır:

- ES&Ç kitabını her iki yılda veya gerekli olduğunda güncellemek.
- Tüm çalışma alanlarında incelemelerde bulunmak ve eksikliklerin ortadan kaldırılması için önerilerde bulunmak.
- Kaza / Hadise incelemelerine gerekli olması durumunda dahil olmak.
- Kaza / hadise raporlarını ve inceleme dosyalarını saklamak.
- ES&Ç programlarının uygulamaya konulması için bölümlere yardımcı olmak.
- Genel emniyet ve sağlık kuralları oluşturmak ve bunları güncellemek.
- Bölümlere, kendi bölümleri içinde oluşturacakları özel çalışma kuralları ve prosedürlerinin geliştirilmesi sırasında yardımcı olmak.
- Çalışma izinlerini geliştirmek ve gözden geçirmek.
- Kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımını gözlemlemek.
- Gerekli olan durumlarda veya bölümlerden talep olması durumunda ES&Ç konularında eğitimler vermek.

ES&Ç bölümünün yukarıda belirtilen sorumlulukları gerçekleştirebilmesi için aşağıdaki organizasyonel yapı oluşturulmuştur.

Yukarıdaki belirtilen sorumluluklara ilave olarak, ES&Ç Kitabında müdürlerin, nezaretçilerin ve çalışanların sorumlulukları da belirlenmiştir.

ÇBI'nde iş emniyeti ve çalışanların sağlığının korunması herkesin sorumluluğudur ve ÇBI'nin çalıştığı çevrenin bütünlüğünün korunması yönetimin, nezaretçilerin ve çalışanların aktif katılımını gerektirir.



ES&Ç Yönetim Sisteminin nihai hedefi, kazaları önlemek, çalışanların sağlığını korumak ve çevreyle dost bir işletme oluşturmaktır. Bunun sağlanabilmesi için yeterli çalışma tedbirlerinin alınması ve muhafaza edilmesi gereklidir.

Bu çalışma tedbirlerinin oluşturulması temelde üç ana basamakta gerçekleşir:

Tehlike Tanımlanması: Zarar verebilecek tehlikelerin tanımlanmasını ifade eder. ES&Ç risklerinin kontrol edilebilmesi için gerekli olan ilk adımdır. Bu aşamada tanımlanan tehlikeler, işletmenin aktivitelerinden dolayı, çalışanlara veya diğerlerine gelebilecek tüm tehlikeleri kapsamalıdır.

Risk Değerlendirilmesi: Tanımlanmış tehlikelerden meydana gelebilecek risklerin değerlendirilmesi ifade eder. Tanımlanmış olan tehlikelerden dolayı meydana gelebilecek zararların ciddiyetini ve ihtimalini ortaya koyar. Bu aşamada işletmeler en basit anlamda işletme kanuni limitleri göz önüne alabilir.

Risk Kontrolü: Risklerin kontrolü için gerekli olan uygun tedbirler için karar verilmesini ifade eder. Riskler tanımlandıktan ve değerlendirildikten sonra, işyeri tedbirleri ile ilgili bir karar verilebilir.

Yukarıdakiler neticesinde oluşturulan kontrol metodlarına baktığımız zaman bunların üç kategoriye ayrıldığını görmekteyiz:

- Kontak öncesi kontroller,
- Kontak kontrolleri, ve,
- Kontak sonrası kontroller.

Kontak Öncesi Kontroller: Riskleri önlemek ve kayıpların oluşmasını engellemek için bir program oluşturmaya ve uygulamaya koymaya yönelik olarak yaptığımız herşeyi kapsar. Kontak olması durumunda kayıpları önlemek için yapacağımız planlı hareketleri ortaya koymak için yaptığımız eylemlerde bu kapsamda düşünülmelidir.

Kontak Kontrolleri: Kazalar genellikle vücudun dayanabileceği seviyenin üzerindeki bir enerji kaynağı ile temas neticesinde meydana gelirler. Bir çok kontrol tedbirleri kontak zamanında devreye girerek zararlı enerji alışverişini azaltırlar.

Kontak Sonrası Tedbirler: Kazadan veya kontaktan sonra kayıpların boyutları bir çok şekilde önlenebilir.

Risklerin önlenebilmesi için ÇBİ'de takip edilen hiyerarşi şu şekildedir:

- Tehlikenin ortadan kaldırılması veya değiştirilmesi, sürekli çözüm.
- Mühendislik kontrolleri.
- İdari kontroller.
- KKE

Çalışanların kendilerine, başkalarına ve çevreye zarar vermeden çalışabilmeleri için gerekli olan eğitim de bu safhada göz önünde bulundurulmalı ve gerekli programlar oluşturulmalıdır. Döküman kontrolü, iletişim ve çalışanların programa dahil edilmesi uygulama safhasında göz önünde bulundurulması gereken diğer bazı kritik konulardır.

ES&Ç politikasının gereklerini ve bağlılığı gerçekleştirebilmek için aşağıdaki, ES&Ç programları ve politikaları oluşturulmuştur:

3.1-Emniyet ve Sağlık Programı

ÇBİ kazadan arınmış ve emniyetli bir çalışma ortamı sağlamaya bağlıdır. Aşağıdaki prensipler ve inaçlar bu bağlılığın göstergesidir:

- Tüm kazalar önlenabilir;

- Çalışanların dahil olması, katılımı ve eğitimi bir gerekliliktir;
- Emniyetli bir çalışma ortamı sağlanması ve kazaların önlenmesi yönetimin sorumluluğudur;
- ÇBİ işletmeyle bağlantısı olan herkes için emniyet performansını arttırmalıdır; işletmeden kaynaklanan bütün tehlikeler kontrol altına alınabilir;
- Güvenli çalışmak çalışma koşullarından bir tanesidir; işyerinde ve dışında kazaların ve yaralanmaların önlenmesi iyi iştir.
- ÇBİ'de iş güvenliği ilk önceliktir. Çalışanların katılımı, iyi emniyet uygulamaları, kanuni yükümlülüklerin yerine getirilmesi, sürekli olarak emniyetin ön planda tutulması, ve risk yönetimi ÇBİ'nin ES&Ç Yönetim programının entegre parçalarıdır.

ÇBİ tüm çalışanlarına, müteahhitlere ve ziyaretçilere karşı olan, emniyetli bir çalışma ortamı, koşullar, ekipman ve sistemler sağlama konusundaki sorumluluğunu kabul etmektedir. Bunun karşılığında da tüm çalışanlardan, müteahhitlerden ve ziyaretçilerden işlerini, becerikli, güvenli ve ehil bir şekilde yapmalarını ve kendilerini, arkadaşlarını ve çevreyi korumak için mümkün olan her türlü özeni göstermelerini beklemektedir.

Program Genel Müdür'den en yeni çalışana kadar herkesi kapsamaktadır. Çalışanlar kendilerini, diğer çalışanları ve çevrenin bütünlüğünü korumak için yoğun bir eğitim programına katılmak zorundadır. Emniyet ve sağlık politikaları ve prosedürlerinin listesi ve bunlardan bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

3.1.1 Teklikeli İşin Red Edilmesi Programı

Bu prosedür ile ÇBİ çalışanlarına, sürdürdükleri işin kendilerine ya da başkalarına zarar getireceğini ya da ekipmanı, prosesi, şirket malını ya da çevreyi tahrip edeceğini inanmalarına neden olan sebepler görmüşlerse işi durdurma ve / veya reddetme yükümlülüğü verilmiştir. Bu durum yakın tehlike durumu olarak bilinir ve prosedürün devreye girmesi durumunda çalışanın amiri tarafından kaza/hadise inceleme formu doldurulması zorunluluğu vardır.

3.1.2 ES&Ç Oriyantasyon Programı

3.1.3 Kişisel Koruyucu Ekipman (KKE) Programı

Bu program ile, en son çare olarak kullanılan KKE'lerinin nasıl ve nerede kullanılacağı ve sorumluluklar belirlenmiştir.

3.1.3.1 Solunum Korunması

3.1.3.2 Göz ve Yüz Korunması

3.1.3.3 İşitme Koruma Programı

3.1.3.4 Düşmekten Korunma

Aşağıda ÇBİ Düşmekten Korunma el kitabından bir kısım verilmiştir.

Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş.

YÜKSEKTEN DÜŞMENİN ÖNLENMESİ

1. ÇBİ Düşmeden Korunma Politikası

- ÇBİ çalışanlarına mümkün olan her yerde kazadan arınmış bir işyeri sağlamak yükümlülüğü vardır. Yer düzeyinden yüksekte olan yerlerde yapılacak işlerde ve bir düşme tehlikesinin olduğu ya da oluşabileceği yerlerde, ÇBİ düşme tehlikesini kontrol etmek veya gidermek için gerekli bütün adımları atacaktır.
- ÇBİ çalışanlarından, iş prosedürlerini ya da uygulamalarını izlemeleri ve yükseltilen düşmeyi önleyecek koruma adımlarını uygun şekilde giymeleri beklenir. ÇBİ'nin düşmekten korunma prosedürünün uygulanması durumunda, işleri uzatılmıya da dahil olmak üzere disiplin işlemleri uygulanabilir.

3.1.3.5 Kafa Korunması

3.1.3.6 Ayak Korunması

3.1.3.7 El Korunması

3.1.4 İş Yeri Tertip ve Düzeni

3.1.5 Sağlık Kontrol Programı

3.1.6 Çalışanların Eğitimi ve Grup Toplantıları

Bu program ile çalışanların nasıl ve ne şekilde eğitileceğinin çerçevesi belirlenmiştir.

 ÇAYELİ BAKIR İŞLETMELERİ A.Ş. Emniyet, Sağlık ve Çevre Yürütme Sistemi El Kitabı		
BİTLİK: ÇALIŞANLARIN EĞİTİMİ	HAZIRLANIŞ TARİHİ: 25 Mayıs, 1999	ÇBİ REHBER NO: 8-R1
BÖLÜM/YER: YENİ BÖLÜMLER	YÜRÜRLÜK TARİHİ: 4 Haziran, 1999	YÜRÜRLÜKTEN KALDIRILMIŞ REHBER NO: 8
Revizyon Tarihi: 11 Ekim, 2002 Revizyon eden: Burhanettin Sahin Revizyon numarası: 1		

1.01 KONTROL

Genelde bir işi yapması gerektiği biçimde yapıldığı zannını edinmiş olan işçi bir standarda göre çalışır kabul edilir. Bununla birlikte mühendislik kontrolleri gibi başka yöntemler, işçilerin işlerini daha etkili yapmalarını sağlayabilir. Bu yüzden eğitim sürecinde ilk adım eğitimin gerçekten bir sorunları çözümü olup olmadığını belirlemektir.

İdeal olarak, Emniyet, Sağlık ve Çevre eğitimi sonuna kadar çıkartılan veya kazadan çıkmadan önce verilmelidir. Eğitim genel emniyet, sağlık ve çevre kuralları ve iş prosedürleri kapsamalı, diğer bir kaza veya hadise tıcar maddesi olursa ya da işyeri beklenen standartlarda çalışıyorsa yeniden değerlendirilmelidir.

Büyük yetersizliklerin ekipman ya da malzeme yetersizlikleri ya da bir işi yanlış yapmamasını kapsayan problemleri görmek için kullanıldığında eğitim etkili bir araçtır. Eğitim işçilerin motivasyon eksikliği ya da işe dikkat göstermemesinden kaynaklanan problemleri çözümlerine de etkilidir. Bu nedenle gereklidir.

3.1.7 Özel Prosedürler

Enerji Kilitleme Prosedürü
Kapalı Alan Giriş Prosedürü
Kimyasal Kullanma Programı
Sıcak İş Prosedürü

3.1.8 Kaza / Hadise İnceleme ve Raporlama

Pro-aktif tedbirlere ilave olarak herhangi bir işyerinde meydana gelen kaza ve hadiselerin incelenmesi ve temel sebeplerinin ortaya konulması ve bu sebeplerin ortadan kaldırılması çok önemlidir. Bu nedenle ÇBİ'de detaylı bir kaza ve hadise inceleme prosedürü geliştirilmiştir.

3.1.9 Acil Durumlara Hazırlık ve Müdahale Planı

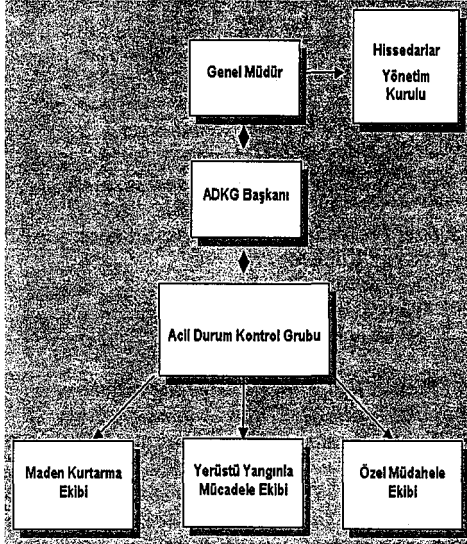
Bu planın hedefleri;

- sahada bulunan çalışanların, müteahhit çalışanlarının veya malzeme tedarikçilerinin hayatını ve/veya emniyetini tehdit eden tehlikeleri ortadan kaldırmak;
- çevreyi korumak;
- doğrudan etkilenenlerle hemen, açık ve dürüst iletişim kurmak;
- tüm aktiviteleri sorumlu bir şirket olarak yapmak;
- operasyonu çabuk ve etkili bir şekilde eski haline getirmek;
- ticari hasarı en aza indirmek;
- aynı olayın tekrarını önlemek olarak tanımlanmıştır.

Herhangi bir acil durumda bu hedefleri yerine getirebilmek için aşağıdaki ekipler oluşturulmuştur:

- Tıbbi Yardım Ekibi
- Yerüstü Yangınla Mücadele Ekibi Maden Kurtarma Ekibi
- Özel Müdahale Ekibi

ÇBİ'de meydana gelebilecek herhangi bir acil duruma müdahale edebilmek için etkili bir yapı oluşturulmuştur ve Acil Durum Kontrol Grubu'nun organizasyonu aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.



3.1.10 İlk Yardım Servisleri

3.1.11 İş Emniyet Analizleri

3.1.12 İletişim

3.1.13 Kritik Emniyet Kuralları

Aşağıdaki başlıklar için genel emniyet kuralları belirlenmiş ve uygulamaya konulmuştur:

- Kaymalar, takılmalar ve düşmeler
- İşyeri temizliği ve tertip düzeni
- Elektrikli ve elektriksiz el aletleri
- Makina muhafazaları
- Kaynak, kesme ve yakma
- Emniyet ipleri ve kemerleri
- Merdivenler
- İskeleler
- Araçlar

- Kimyasal kaplarının işaretlenmesi
- Sarkık elbiseler
- Elektrik
- Malzeme kullanımı
- İpler, zincirler ve kaldırma halatları
- Forkliftler
- Vinç kullanımı
- Yangın önleme
- Konveyör bantlar
- Kimyasal malzemelerin kullanımı
- Basınçlı gazlar

3.1.14 Sağlık Tehlikeleri Kontrol Programı

Herhangi bir endüstriyel aktivite, kontrol edilmediği takdirde çalışanların sağlığını etkileyebilecek sağlık tehlikeleri oluşturabilir. Sağlık etkileri ufak rahatsızlıklardan büyük hastalıklara kadar değişebilir. ÇBİ'de oluşturulan bu program ile;

- Çalışma yerlerindeki kirlenici konsantrasyonlarını gözlemek için sürekli bir program oluşturmak ve,
- Bu kirlenici yoğunluklarını, yasa ya da en iyi uygulamalarla belirlenen mesleki maruz kalma sınırlarının altına indirmek için derhal harekete geçmek, amaçlanmıştır.

3.1.15 Doküman Kontrolü

3.1.16 Saha İnşaat ve Modifikasyon Prosedürü

3.1.17 Mütteahhitlerin Yönetimi

3.1.18 Sağlık ve Emniyet Komitesi

3.1.19 Emniyet İstatistikleri

3.2-Çevre Programı

ÇBİ, ES&Ç Yönetim sistemi doğrultusunda çevrenin korunması ve bütünlüğünün muhafaza edilmesi için uygulamaya konulmuş olan çevre programları aşağıdaki gibidir.

3.2.1 Atık Yönetim Programı

3.2.2 Karadeniz ve Büyükdere Gözlemleme Programı

3.2.3 Su Kuyuları Gözlemleme Programı

3.2.4 Yağmur Suyu Gözlemleme Programı

3.2.6 Atık Kontrol Programı

3.2.7 Döküntü Raporlama Prosedürü

3.2.8 Atık Su Gözlemleme Programı

3.2.9 Gürültü Gözlemleme Programı

3.2.10 Toz Gözlemleme Programı

3.2.11 Patlatma Vibrasyon Gözlemleme Programı

3.2.12 Tehlikeli Atık Yönetim Programı

4- PERFORMANS ÖLÇÜLMESİ, GÖZDEN GEÇİRİLMESİ VE DÜZELTME

ÇBİ, tüm ES&Ç performansını arttırmak için ES&Ç Yönetim sistemini gözden geçirerek sürekli iyileştirmeye bağlıdır. ÇBİ ES&Ç sisteminin değişen iç ve dış faktörlere cevap verebilmesi için periyodik olarak gözden geçirilmesi ve gözlemlenmesi gerektiğini anlamaktadır. Denetlemeler bu gözden geçirmelerin yapılmasını, değerlendirilmesini ve ES&Ç sisteminin iyileştirilmesini sağlayan araçlardır.

Denetlemelerin hedefleri aşağıdaki gibidir:

- ES&Ç politika ve performans hedeflerine ulaşılabilmesi için, prosedürlerin, kılavuzların ve eğitimin uygunluğun ve etkinliğin tesbit edilmesi;
- Kanunlara, uluslararası uygulamalara ve bunların yokluğunda iyi yönetim uygulamalarına uygunluğun tesbit edilmesi;
- Performans hedeflerinin değerlendirilmesi;
- ES&Ç yönetim sisteminin etkinliğinin devam edebilmesi için işletme içi yönetim gözden geçirme prosesinin değerlendirilmesi;
- ES&Ç yönetim/maliyet optimizasyonunun yapılması;
- ES&Ç yönetim programının değerlendirilmesi;
- ES&Ç sisteminin zayıflıklarının ve iyileştirme alanlarının tesbit edilmesi;
- Sürekli iyileşmenin hızlandırılması ve uygun değişimlerin sağlanabilmesi için bilgi sağlanması;

- İç ve dış gruplar/kişiler arasında anlayış birliğinin oluşturulması;
- Sürekli olarak ES&Ç performansının iyileştirilmesi.

Bu amaçla ÇBİ uluslararası denetleme danışmanlık firmalarını kullanmaktadır ve yerel mevzuatın eksik olması durumunda uluslararası standartlar ve/veya iyi yönetim uygulamaları karşılaştırmalar için esas alınmaktadır. Denetlemeler formal veya informal olarak ve iç denetlemeler ve dış denetlemeler şeklinde ES&Ç yönetim sisteminin bir ana elemanı olarak sürekli olarak yapılan bir fonksiyondur.

ES&Ç Yönetim sisteminin iç kontrolü, ÇBİ'nin Saha İnceleme ve Dokümantasyon ve Planlı İnceleme Programları doğrultusunda yapılmaktadır.

ÇBİ Planlı İnceleme Programı, planlı incelemeleri ES&Ç Yönetim Sisteminin temel aktivitelerinden birisi olarak tanımlamaktadır. Bu sistematik aktivite, ÇBİ'nin çalışma performansını ölçerek, ortaya konulmuş standartlarla karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Planlı inceleme programı ÇBİ'nin performansını iyileştirmesi için dizayn edilmiştir. Program doğrultusunda, yönetim zinciri denetlenecek her bir aktivite için yeterli performans standartlarının geliştirildiğinden emin olmakla sorumludur.

Denetlenecek aktiviteler için standartlar veya prosedürler belirlendikten sonra denetlemelerin bir parçası olmak üzere kontrol listeleri geliştirilecektir. Kontrol listeleri durumun gereğine göre çok basit veya kompleks olabilirler. Bunların gerçekleşmesini sağlamak yönetim zincirinin sorumluluğudur.

Program doğrultusunda vardiya mühendisleri sorumluluk alanlarındaki aktiviteleri haftada bir kez denetlemekle yükümlüdürler. Bu denetlemeler genel denetlemelerden ziyade aktiviteye yönelik denetlemeler olmak durumundadırlar.

Temel sebepler, tekrarlanmalarını önlemek için atılması gereken adımları da içeren önerilerle birlikte listelendikten sonra, bir üst düzey yönetimle konuşulmak üzere denetlemenin sona ermesinden 24 saat içinde hazırlanırlar. Bu hazırlık vardiya nezaretçilerinin ve operasyon personelinin katkısı gerektirir.

Onaylanmış düzeltici tedbirler önerildiği şekilde tamamlanırlar. Onaylanma prosesi bir üst seviyenin katkısı gerektirir.

İkinci ve üçüncü derece yönetim zinciri kendi çalışma alanlarını ayda bir denetlemek durumdadırlar.

Departman başkanları kendi sorumluluk alanlarındaki aktiviteleri iki ayda bir denetlemek durumdadırlar.

Genel Müdür sorumluluk alanında altı ayda bir planlı inceleme yapmak zorundadır.

ES&Ç Bölümü tüm operasyonel aktivitelerin genel denetlemesini yapmaktadır.

Bütün denetlemelerin kayıtları ilgili bölümler ve ES&Ç Bölümü tarafından tutulmaktadır.

SONUÇ

ÇBİ Emniyet, Sağlık ve Çevre Yönetim Sistemi yaralanmaların önlenmesi ve çalışanlarının sağlığının ve çevrenin bütünlüğünün korunması için tasarlanmıştır. Sistem, iyi emniyet uygulamalarına, güvenliğin ön planda tutulmasına, risk yönetimine, çalışanların dahil olmasına ve yönetim bağlılığına aşağıdakiler aracılığıyla odaklanmıştır:

- Kazaların muhtemel sebeplerinin tanımlanması;
- Uygulamalar için standartlar ve prosedürler oluşturulması;
- Sorumluluklar için standartlar oluşturulması;
- Performansın standartlarla karşılaştırılması;
- Uygulamaların standartlara göre değerlendirilmesi ve
- Eksikliklerin ve uygulamadaki hataların düzeltilmesi.

SSK'nın 2001 yılındaki istatistik rakamlarına göre, 2001 yılında kaydedilen kaza sayısı 20,323 olmuştur. Sadece bu yıl içerisinde 130 kişi iş kazaları neticesinde hayatını kaybetmiş ve kaybedilen iş günü sayısı 473,323 olmuştur. Yukarıdaki rakamlardan da anlaşılacağı üzere iş kazaları her yıl endüstriye milyarlarca dolara mal olmaktadır.

ES&Ç sorumlulukları tüm diğer yönetsel sorumluluklara entegre edilmelidir. Bu yaklaşım olmadan, herhangi bir operasyonda risklerin anlaşılması ve önlenmesi mümkün olmayacaktır

ve insan kayıplarıyla, malzeme kayıplarıyla ve çevre felaketleriyle sonuçlanan ve nihayetinde işletmelerin karlılığını ortadan kaldıran ve saygınlıklarını yok eden kazaları görmeye devam edeceğiz.

Kayıpların önlenmesi her seviyedeki yöneticilerin sorumluluğudur ve bunların önlenmesi iyi bir iştir. Yöneticiler çalışanların emniyetini sağlamaktan, sağlıklarını korumaktan ve çevrenin korunmasından sorumludurlar. ES&Ç konularının yönetilmesi maliyetlerin yönetilmesinde çok önemli fırsatlar sağlayacaktır ve tüm yönetim performansını iyileştirecektir. Kazalar kendi başlarına meydana gelmezler ve kazaların temel sebeplerine baktığımız zaman, bu sebeplerin %85'i sadece yönetim tarafından ortadan kaldırılabilir. İyi bir ES&Ç Yönetim Programı doğrultusunda, ES&Ç konularının yönetimi için harcadığımız paraları bir yatırım olarak görmeye başlamalıyız, çünkü bu yatırımının, önünde sonunda yatırılandan çok daha fazlasını geri ödediğini kesinlikle biliyoruz artık.

KAYNAKLAR:

- Bird, Frank E. Jr and Germain, George L. Practical Loss Control Leadership, Georgia, ILCI, 1990
ÇBİ, Emniyet Sağlık ve Çevre Yönetim El Kitabı
ÇBİ, Acil Durumlara Hazırlık ve Müdahale El Kitabı
OSHAS 18001, Occupational Health and Safety Management System – Specifications, BSI, 2002
OSHAS 18002, Occupational Health and Safety Management Systems – Guidelines for the Implementation of OSHAS 18001
Encyclopedia of Occupational Health and Safety, ILO

Yeraltı Madenlerinde Atık Depolamada Teknolojik ve Yasal Düzenlemeler

A. Özarslan

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, Zonguldak

ÖZET: Bu bildiride yeraltı madenlerinde atık depolamanın teknolojik ve hukuksal açıdan değerlendirmesi yapılmıştır. Önce, yeraltı madenlerinde atık depolamanın ön koşulları ve uygulanan yöntemler incelenmiştir. Depolama uygulamaları hem atıkların dolgu amaçlı değerlendirilmesi hem de nihai bertarafını kapsamaktadır. Ayrıca yeraltında depolanabilen atık türleri ve bunların sahip olması gereken özellikler tanıtılmıştır. Ardından yeraltı madenlerinde atık depolamanın hukuksal boyutu Avrupa Birliği, Almanya ve Türkiye'deki çevre mevzuatları açısından değerlendirilmiştir. Son olarak da yeraltı madenlerinde atık depolama konusunun geleceği tartışılmış ve bu tür projelerin uygulanabilirliği gelişmekte olan ülkeler açısından değerlendirilmiştir.

ABSTRACT: In this paper, technological and legal aspects of storage of wastes in underground mines have been evaluated. Firstly, principal conditions and applied methods for storage of wastes in underground mines are examined. Waste storage applications include both utilization as fill and final disposal. In addition, types and properties of wastes that can be stored underground are presented. Then, the legal aspects of storage of wastes in underground mines have been evaluated with respect to the environmental legislation in the European Union, Germany and Turkey. Finally, the future of waste storage in underground mines is discussed and the applicability of such projects has been evaluated from the point of view of developing countries.

1. GİRİŞ

Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını koruma altına alan sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanması tüm topluluklara ve ülke yönetimlerine önemli sorumluluklar yüklemektedir. Günümüz çevre sorunlarının, bizden sonraki nesiller için yaşamsal öneme sahip su, hava ve hammadde gibi kaynakları tehdit edecek boyutta geleceğe aktarılmasının önlenmesi, bu hedefe ulaşmasında hayati bir öneme sahiptir. İnsan ve çevre sağlığını tehdit edebilen atıkların uzun vadeli ve güvenli bir şekilde yönetimi de bu sorunların başında gelmektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin atık yönetimi politikalarında öncelikle atık oluşumunun önlenmesi veya atıkların ikincil bir hammadde olarak tekrar değerlendirilmesi öngörülmektedir. Teknolojik alanda günümüze kadar elde edilen tüm gelişmelere ve yasal önlemlere rağmen yine de atıkların oluşması kaçınılmazdır. Özellikle yeniden değerlendirilme olanağı bulunmayan ve uzun süreli olarak insan ve çevre sağlığı üzerinde tehlikeli özelliklerini yitirmeyen endüstriyel atıkların güvenli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Endüstriyel atıkların düzenli depolanması hem yerüstünde hem de yeraltında yapılabilir. Yerüstünde depolama seçeneği genelde daha yaygın ve ekonomik olmasına karşılık; depolama alanlarının azalması, maliyetin artması, uzun süreli güvenliğin

kanıtlanması vb. sorunları beraberinde getirmektedir. Son yıllarda belirli özelliklere sahip atık türleri için yeraltında atık depolama uygulamaları yerüstünde düzenli depolamaya önemli bir alternatif oluşturmaya başlamıştır. Bu bağlamda, madenlerde üretim çalışmaları sonucu yaratılan yeraltı açıklıkları, atıkların depolanması için büyük bir potansiyel teşkil etmektedir. Bu açıdan, yeraltında endüstriyel atık depolama konusu, başta Almanya olmak üzere, gelişmiş olan ülkelerdeki atık yönetimi sistemlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir.

2 YERALTI MADENLERİNDE ATIKLARIN DEPOLANMASI

Yeraltı maden açıklıklarından, atıkların ikincil bir hammadde olarak dolgu amaçlı değerlendirilmesi veya tehlikeli atıkların doğal çevreye zarar vermeden güvenli bir şekilde nihai olarak bertarafı için faydalanılabilmektedir. Önceden bu amaçla sadece madencilikten kaynaklanan atıklardan faydalanılırken, özellikle son yıllarda bu amaçla kullanılan endüstriyel atıkların miktarlarında önemli artışlar kaydedilmiştir. Bu bağlamda, yeraltında depolama amaçlı kullanılan atıkların önemli bir kısmı da tehlikeli atık sınıfına girmektedir. Yeraltı madenlerinde endüstriyel atıkların dolgu amaçlı değerlendirilmesi ile maden işletmelerinin üretim faaliyetlerinden kaynaklanan çevre ve

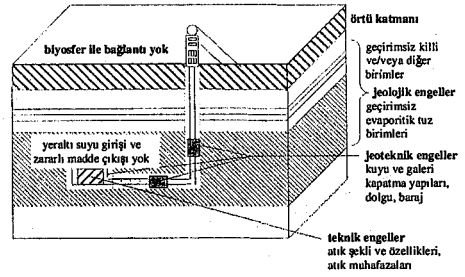
güvenlik sorunlarının en aza indirilmesi (tasman sonucu doğal arazi yapısının değişmesi, katı atık sorunu vb.) hedeflenmektedir. Üretim sonrasında maden işletmelerinin tehlikeli atık bertarafı için kullanılması ile bu tesisler atık bertaraf tesislerine dönüştürülebilmektedir. Yeraltı maden açıklıklarının bu amaçlarla kullanılması tehlikeli atık yönetiminde bertaraf sorunun çözülmesine önemli katkılar ve işletmecilere ekonomik kazanç sağlayabilmektedir. Unutulmaması gereken önemli bir husus ise yeraltı madenlerinde atıkların dolgu amaçlı olarak değerlendirilmesi veya bertarafının ancak özel koşullar altında mümkün olabilmesidir. Aksi takdirde gerçekleştirilecek hatalı uygulamalar, başta yeraltı suyu kirliliği olmak üzere, geri dönüşü olmayan çevre sorunlarına yol açabilmektedir. Bu açıdan yeraltı madenlerinde güvenlik açısından uygulanabilecek atık depolama yöntemleri ile bu tesislerin güvenliklerinin kanıtlanmasında yerine getirilmesi gereken değerlendirmelerin bilinmesi gerekmektedir.

2.1 Yeraltında Atıkların Depolanmasında Uygulanabilen Güvenlik Yaklaşımları

Atıkların düzenli depolanmasındaki ana amaç, bu atıkların sahip olduğu ve insan ile çevre sağlığını tehdit eden zararlı maddelerin, canlıların da üzerinde yaşadığı biyosfer, hidrosfer ve atmosfere kontrolsüz olarak ve izin verilebilen miktarlardan daha fazla iletilmesini engellemektir. Yeraltında depolanacak atıklardan kaynaklanabilen zararlı maddelerin iletimi, başlıca su ve hava akımı aracılığıyla oluşabilmektedir. İşletme ve uzun süreli güvenlik açısından, yeraltında gaz yayma özelliğine sahip atıkların depolanmasına izin verilmemesi için, oluşturulacak bir zararlı madde çıkışı ancak yeraltı suyu aracılığıyla mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, yeraltı madenlerinde yapılacak atık depolama faaliyetleri sonucunda çevrenin olumsuz yönde etkilenmemesi için, oluşturulacak atık deposu dış çevreye karşı tamamen yalıtımlı bir ortamda bulunmalı veya atıkların yeraltı suyunu etkileme derecesinin kabul edilebilir sınırlar içinde kalması sağlanmalıdır. Bu hedefler doğrultusunda, yeraltında atıkların depolanması güvenlik açısından ancak "tamamen yalıtım" ve "nötr yayılma" yaklaşımlarına göre mümkün olabilmektedir (Gerhardt et al. 1997, Özarslan ve Gerçek 2004). Yaklaşımların uygulanabilirliği başlıca; depolanacak atık türü, atık özellikleri ve zararlı madde içeriği, incelenen depolama bölgesi çevresinde konuma bağlı olan jeolojik-hidrojeolojik-jeokimyasal koşullar ile talep edilen güvenlik koşullarına bağlıdır.

Tamamen yalıtım yaklaşımı yeraltı suyuna karşı geçirimsiz olan jeolojik birimlerde yer alan ortamlarda atıkların depolanması ilkesinden oluşmaktadır. Bu güvenlik yaklaşımına göre yeraltı suyu ile depolama ortamı arasında herhangi bir bağlantı bulunmaması nedeniyle, atıkların içerdiği zararlı madde ile bileşik-

lerin, yeraltı suyu aracılığıyla biyosfere iletimi de önlenmektedir. Bu yaklaşımın temel felsefesini çeşitli doğal ve yapay engellerden oluşan "çoklu engel sistemi" güvence altına almaktadır (Gerhardt et al. 1997). Şekil 1'de bu yeraltı atık depolama güvenlik yaklaşımı şematik olarak verilmiştir. Ana engeller jeolojik, jeoteknik ve teknik engellerden oluşmaktadır. Jeolojik engeller, atık deposunu çevreleyen kaya kütlesi birimleri ve zararlı madde çıkışı ile yeraltı suyu girişini engelleyecek olan uygun jeolojik kaya birimlerinden oluşmaktadır. Jeoteknik engeller, çevre koşullarından faydalanılarak gerçekleştirilen mühendislik yapılarıdır ve asıl depolama ile servis açıklıklarının (galeri, kuyu) barajlanması ve doldurulması çalışmaları bu kapsama girmektedir. Jeoteknik engeller, aslında jeolojik birimlerin kuyu ve galeriler ile geçilmesi suretiyle bozulan jeolojik engel yapısının eski doğal özelliklerine yakın olarak yeniden oluşturulması için inşa edilen yapılardır. Teknik engel ise, atığın kendisi ve yerleştirildiği muhafazadan oluşmaktadır (DGEG 1994).



Şekil 1. Tamamen yalıtım güvenlik yaklaşımı.

Yeraltı atık depolama projelerinde tehlikeli atık muhafazaları, tesisin güvenliği için göz önünde tutulması gereken zaman aralığına (10 bin yıl) oranla sınırlı ömüre sahip olmaları nedeniyle, uzun süreli güvenliğin kanıtlanmasında değerlendirilememektedir (EC 2003). Atık muhafazaları, özellikle atıkların naklinde ve işletme güvenliğinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Çoklu engel sisteminde jeolojik engel bünyesinde yer alan jeokimyasal ve hidrolojik engeller de mevcuttur (Klinger & Thein 1994). Bir yeraltı atık depolama tesisinin güvenlik seviyesi özellikle doğal engellerin yüksek kalitesine bağlıdır. Bundan dolayı tamamen yalıtım güvenlik yaklaşımında jeolojik engel en önemli engeli teşkil etmektedir (DGEG 1994, Gerhardt et al. 1997).

Jeolojik engel genel anlamda yeraltından zararlı madde çıkışı ve yeraltı suyu girişini engelleyecek olan uygun jeolojik birimlerden oluşmaktadır. Jeolojik birimlerin jeolojik engel olarak uygunluğunun belirlenmesinde, değerlendirme ölçütleri olarak açıkla-

nabilecek çeşitli özellikler göz önünde bulundurulmaktadır. En önemli özellikler; geçirgenlik, derinlik, kalınlık ve yayılma boyutları, dayanım ve zararlı madde soğurma yetenekleridir (Özarslan 2002). İlke olarak tüm koşulları yerine getirebilen ideal jeolojik birimler doğada bulunmamaktadır. Her jeolojik birim veya engelin sahip olduğu özellikler açısından özel avantaj ve dezavantajları vardır. Buna rağmen bazı jeolojik kaya birimleri, sahip oldukları özellikler nedeniyle, tercihli olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tercihli jeolojik kaya birimleri; evaporitik tuz birimleri (kaya tuzu, anhidrit vb.), magmatik derinlik kayaçları (granit vb.) ve de killi birimlerden (kilaşı, marn, şeyl vb.) oluşmaktadır.

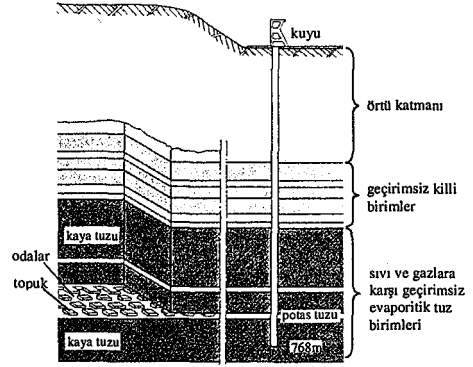
Yeraltında, pratikte sıvı ve gazlara karşı geçirimsiz kabul edilen yeterli kalınlıktaki evaporitik tuz yatakları (kaya tuzu vb.), potansiyel olarak aranan jeolojik engel özelliklerine sahip olabilmektedir. Bu depolama ortamlarının genellikle geçirimsiz killi birimler ile çevrilmiş olması da uzun süreli güvenlik açısından oldukça olumlu etki yaratmaktadır. Bu açıdan, özellikle suya karşı hassas olan tuz yatakları ve dolayısıyla yeraltı tuz madenlerinde (kaya tuzu, potas vb.) üretim çalışmaları sonucunda ortaya çıkan açıklıklar endüstriyel atıkların depolanabilmesi için önemli bir potansiyel teşkil etmektedir. Şekil 2’de oda-topuk üretim yöntemi uygulanan bir tuz madeninde yer alan tehlikeli atık bertaraf tesisinin şematik görünümü (Dörhöfer et al. 1993).

Yeraltı madenlerinde uygulanmakta olan geleneksel dolgu yöntemlerinin geliştirilmesi ile teknik, güvenlik ve ekonomik açıdan endüstriyel ve madencilik atıklarının yeraltında dolgu malzemesi olarak kullanılması olanaklı hale gelmiştir. Genelde tuz madenleri için geliştirilmiş ve uygulanmakta olan atık değerlendirme ve dolgu yöntemleri başıca; yığın şeklindeki dolgu, üst üste yığma dolgu ve hidrolik dolgu teknolojilerinden oluşmaktadır (Jahn 1998). Şekil 3’te yığın şeklindeki dolgu yönteminin uygulaması verilmiştir. Şekil 4’te ise üst üste yığma ile macun dolgu yöntemleri şematik olarak verilmiştir.

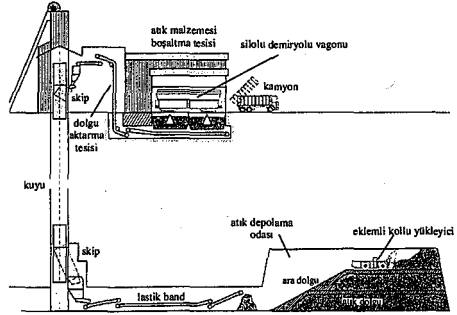
Yeraltı madenlerine ait açıklıkların atık depolama amacıyla kullanılabilmesi, ekonomik ve yasal ölçütlerin yanında, özellikle atık, konum ve madene dayalı mevcut koşullara bağlıdır. Bu koşullara dayalı olarak, yeraltı madenlerinde atık depolama olanaklarının değerlendirilmesinde, göz önünde bulundurulması gereken bazı önemli ölçütler şu şekilde sıralanabilmektedir (Özarslan 2002):

- Yeraltında depolanması düşünülen atıkların türü, miktarı ve özellikleri
- Konuma bağlı bölgesel doğal koşullar (jeoloji, hidrojeoloji, yapısal jeoloji, maden yatağının yayılımı ve boyutları, deprem riski vb.)

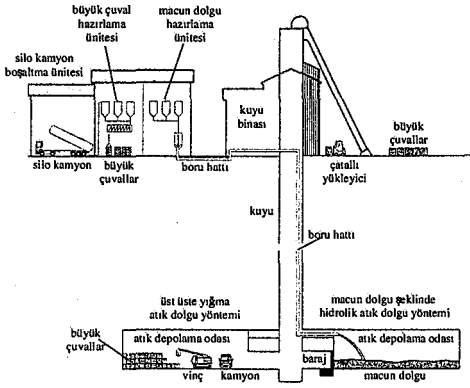
- Kullanılabilir açıklık hacimleri ve durumları
- Madenin alt yapısı ve tesisler (nakliyat, havalandırma, işletme ekipmanları vb.)
- Yeraltı madeninin depolanması ön görülen atıkların oluşum yerlerine mesafesi ve oluşan atıkların miktarı
- Madenin durumu (işletilmemekte, işletilmekte, terk edilmiş)



Şekil 2. Yeraltı tuz madeninde yer alan tehlikeli atık bertaraf tesisinin şematik görünümü (Dörhöfer et al. 1993).



Şekil 3. Yığın şeklindeki dolgu amaçlı atık depolama yöntemi (Jahn 1998).



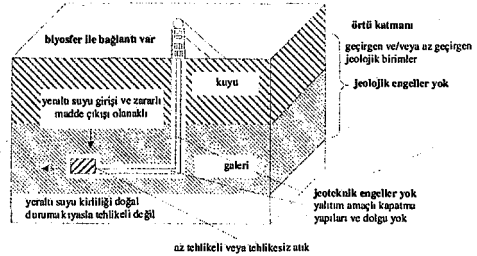
Şekil 4. Üst üste yığma ile macun dolgu yöntemleri (Jahn 1998).

Tehlikeli endüstriyel atıkların sürekli olarak bertaraf edilebilmesi için tuz madenlerinin sahip olmaları gereken başlıca koşullar ise şunlardır (BMU 1991, Özarslan et al. 2001):

- Atıkların depolanacağı maden kuru ve yeraltı suyundan yoksun olmalıdır
- Atıkların depolanacağı açıklıklar su taşıyan birimlerden (örneğin akiferler) karşı kaynaklanabilecek su gelirlerine karşı korunmuş bir konumda olmalıdır
- Yeraltı depolama açıklıkları ve ulaşım yolları işletme süresince duraylılığını koruyabilmelidir
- Depolama bölgelerinin havalandırılması ayrı olarak yapılabilir
- İşletme süresi boyunca atıklar depolama açıklıklarından geri alınabilir

Nötr yayılma güvenlik yaklaşımına göre gerçekleştirilecek bir yeraltı atık depolama uygulamasında, atıkların yeraltı suyu içerebilen jeolojik birimlerde depolanması ön görülmektedir. Depolama ortamında yeraltı suyunun varlığı önceden kabul edildiğinden ve zararlı madde yayılımına karşı jeolojik ve jeoteknik engellerin bulunmaması nedeniyle, doğal ortam koşulları ve atık özellikleri depolanabilirlik üzerinde belirleyici olmaktadır (DGEG 1994, Gerhardt et al. 1997). Şekil 5'te bu atık depolama yaklaşımının şematik olarak görünümü verilmektedir. Nötr yayılmanın genel anlamı, atıklardan kaynaklanacak olası zararlı madde yayılımı veya sızıntıların, korunması gereken öncelikli güvenlik unsurları (insan, çevre, maden yatağı vb.) üzerinde, uzun süreli olarak izin verilmeyen boyutlarda tehdit oluşturmamasıdır. Yeraltında atıkların depolanabilirliği açısından, özel-

likle çevresel ortamdaki doğal yeraltı suyu kalitesinde, atıklardan kaynaklanabilecek zararlı madde yayılımı neticesinde, izin verilmeyen boyutlarda olumsuz olarak değişme olasılığı veya riski bulunmamalıdır (DGGT 1994, EC 2003). Bundan dolayı, nötr yayılma güvenlik yaklaşımına göre yeraltında depolanabilecek endüstriyel atıklar, su içinde çözünmüş zararlı madde ve bileşikleri sınırlamalarına tabidir. Bu açıdan, nötr yayılma yaklaşımına uygun olarak gerçekleştirilecek atık depolama uygulamalarında, başlıca zararlı madde potansiyeli sınırlı olan ve büyük miktarlarda oluşan inert ve tehlikesiz mineralojik kökenli endüstriyel atıklar söz konusu olmaktadır (Dörhöfer et al. 1993). Aynı zamanda atık ön işleme yöntemleri (katılaştırma, duraylama, sıkıştırma vb.) ile zararlı maddelerin su içinde çözünme kabiliyeti sınırlandırılmaktadır. Örneğin, atıklar çimento veya cüruf gibi bağlayıcı malzemeler ile yapı malzemesine benzer sertleştirilmiş bir dolgu malzemesine dönüştürülebilmektedir (Wessling & Semprich 1998).

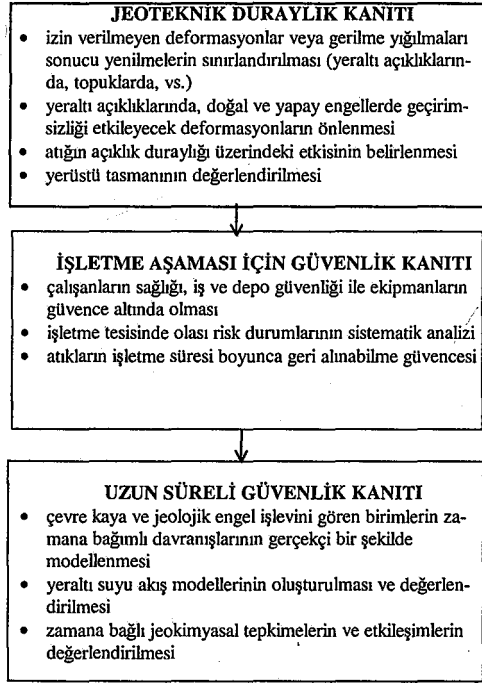


Şekil 5. Nötr yayılma güvenlik yaklaşımı.

Ekonomik ve aynı zamanda teknolojik nedenlerden ötürü nötr yayılma özelliğine sahip atıkların yeraltında depolanması ancak yüksek nakliyat kapasiteleri ve mümkün olduğunca düşük giderlere ulaşılması ile olanaklı olmaktadır. Bundan dolayı bu atıklar çoğu zaman muhafazasız olarak hidrolik, pnömatik ve açık taşıma araçları (boru hatları, bant tesisi) ile yeraltına taşınmakta-aktarılmakta ve depolanmaktadır. Burada, uygulanan depolama yöntemine bağlı olmak üzere, hava içerisinde insan sağlığı ve çevreyi tehdit eden toz ve zararlı madde emisyonları oluşabilmektedir. Bundan dolayı iş güvenliğinin, insan sağlığının ve çevrenin korunmasının güvence altına alınabilmesi için özel sınır değerlere uyulması gerekmektedir.

2.2 Yeraltı Atık Depolama Tesislerinin Güvenliğinin Kanıtlanması

Yeraltı madenlerinde atık depolama projelerinin güvenliği, bir yeraltı atık depolama tesisi işletmeye alınmadan, bulunduğu bölgeye dayalı ve "atık-yeraltı yapısı-çevre kaya" birimlerinden oluşan tüm yapı göz önünde bulundurularak yapılacak bir güvenlik değerlendirmesi ile kanıtlanmak zorundadır. Bu değerlendirmenin temelinde hazırlık, işletme ve işletme sonrası aşamalarda meydana gelebilecek risk durumlarının analizi yatmaktadır. Böyle bir güvenlik planında değerlendirmeler başlıca jeoteknik duraylık kanıtı, işletme aşaması için güvenlik kanıtı ve uzun süreli güvenlik kanıtından (10 bin yıl) oluşmaktadır (BMU 1991). Şekil 6'da bir yeraltı tehlikeli atık depolama tesisi için güvenlik değerlendirmesinin kavramsal şekmi verilmiştir.



Şekil 6. Yeraltı atık depolama tesisleri için güvenlik değerlendirme (BMU 1991).

Yeraltı madenlerinde depo güvenliğini çok yönlü olarak etkileyen ve birbirine ilintili çok sayıda değişik faktörlerin varlığı ve göz önünde bulundurulması gereken uzun zaman aralığı nedeniyle bu tesislerin özellikle uzun süreli güvenliğinin kanıtlanmasında ö-

nemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu açıdan milyonlarca yıl önce oluşmasına karşın doğal özelliklerini günümüze kadar koruyabilen tuz formasyonları uzun süreli güvenliğin kanıtlanmasında önemli bir husus olarak değerlendirilmektedir.

3 YERALTINDA DEPOLANABİLEN ENDÜSTRİYEL ATIK TÜRLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Yeraltı atık depolama işletmelerinin iş güvenliği, çalışanların sağlığı ve atıkların uzun süreli güvenliklerinin teminatı açısından belirli tehlikeli özelliklere sahip atıkların yeraltında depolanmasına izin verilmemektedir. Bu atık özellikleri başlıca şunlardır (BMU 1991, EC 2003):

- Atıklar patlayıcı ve kendiliğinden yanma özelliklerine sahip olmamalıdır
- Ortam koşullarında atıklar kendiliğinden yanmaya meyilli olmamalıdır
- Atıklar dışarı gaz vermemelidir (patlayıcı veya diğer zehirli zararlı gazlar yaratmamalıdır)
- Atıklar çevre ortamı (örneğin çevre kaya) ile tepkimeye girmemelidir
- Atıklar hastalık yapıcı veya taşıyıcı maddeler içermemeli veya oluşturmamalı

Atıkların yeraltında depolanmasında tehlikeli kimyasal-zehirli ile tehlikesiz inert atıklar arasında ayırım yapılmaktadır.

3.1 Tehlikeli Kimyasal-Zehirli Atıklar

Tehlikeli kimyasal-zehirli atıklar yeraltında ancak tamam yalıtım ilkelerine uygun olarak yeraltı suyu bulunmayan ortamlarda depolanabilmektedir. Özellikle yeraltı suyu kalitesini olumsuz yönde etkileyebilecek ve başlıca su içinde çözünme özelliğine sahip atıklar (örneğin sertleştirme tuzları) ile zararlı madde içerikleri fazla olan (örneğin ağır metaller, anorganik siyanür) tehlikeli katı atıkların yeraltında bertaraf edilmesi önerilmektedir. Bundan dolayı yeraltında depolanma açısından uygun özellik gösteren atıklar ağırlıklı olarak anorganik bileşiklere sahip atıklardan (anorganik tuzlar, vb.) oluşmaktadır. Bir diğer önemli grubu zararlı miktarda ağır metaller içeren atıklardan oluşmaktadır (örneğin krom, kadmiyum, kurşun, civa). Yeraltında bertaraf edilmesi önerilen tehlikeli kimyasal-zehirli atık türlerinden bazıları şunlardır (BMU 1991):

- Atık yakma tesislerinden çıkan küller, cürüflar ve tozlar (Artık gaz temizleme işleminden çıkan filtre tozları ve tepkime ürünleri)
- Mineralojik çamurlar (nitrat-, nitrit-, siyanür içeren çamurlar)

- Demir içermeyen metalik atıklar (nikel-kadmiyum aküleri, civa içeren atıklar, kullanılmış florosan tüpleri)
- Tuzlar (Kalsiyum klorit, amonyum klorit, boraks artıkları, arsenik bileşikleri, ...)

3.2 Tehlikesiz İnert Atıklar

"İnert Atık", fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak önemli derecede herhangi bir değişime uğramayan, çözünmeyen, yanmayan, fiziksel veya kimyasal olarak reaksiyona girmeyen, biyolojik bozulmaya uğramayan veya temas ettiği maddeleri çevreye veya insan hayatına zarar verecek şekilde etkilemeyen ve toplam sızıntı kabiliyeti ve ekotoksitesi önemsiz miktarda olan, özellikle yüzey ve yeraltı suyu kirliliği tehlikesi yaratmayan maddeleri, içeren atıklar şeklinde tanımlanmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı 2005). Yeraltında dolgu amaçlı değerlendirilmesi ön görülen inert atıklar ağırlıklı olarak mineralojik kökenli endüstriyel atıklardan oluşmaktadır. Tehlikeli atıkların yeraltında depolama yönteminde yeraltı suyu bulunmayan ortam koşulundan farklı olarak, bu atıkların "nötr yayılma" ilkesine uygun olarak yeraltı suyu bulunan ortamlarda depolanması ön görülmektedir. Bundan dolayı su kirliliği tehlikesi hiç veya çok zayıf özelliklere sahip zararlı madde içerikli inert atıklar göz önünde tutulabilmektedir. Bu atıkların yeraltında depolanması ile yeraltı suyu kalitesinin olumsuz olarak etkilenmesi kesinlikle olanaklı olmamalıdır (BMU 2002, EC 2003).

Büyük miktarlarda oluşan ve zararlı madde potansiyeli sınırlı olan belirli inert atıklar, malzeme özelliklerinden de faydalanmak suretiyle, yeraltı madenlerinde teknolojik, güvenlik ve ıslah amacıyla kullanılmaktadır. Bu atıkların belirli malzeme özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. En önemlileri atık maddenin dayanımı, sıkışma davranışı ve kendiliğinden bağlayıcı özellikleri ile ilgilidir. Endüstriyel inert atıklardan istenen ayrıntılı koşullar nedeniyle ancak sınırlı sayıdaki atık türleri bu amaçla kullanılabilir. Bu özelliklere sahip atıklar olarak kömür (termik) santrallerinden çıkan filtre tozları, cüruf ve küller ile maden işletme tesislerinde ortaya çıkan cevher hazırlama ve zenginleştirme artıkları örnek olarak verilebilmektedir.

4 YERALTI MADENLERİNDE ATIK DEPOLAMADA YASAL DÜZENLEMELER

Yeraltı madenlerinde atık depolama tesislerinin hazırlanıp işletilebilmesi için en önemli ön koşul bu depolama yöntemin ilgili kanun ve bağlı yönetmeliklerde yasal olarak tanınması ve konu ile ilgili hukuksal ve teknolojik ölçütleri içermesidir. Bu kapsamda yeraltı madenlerinde atık depolamanın hukuksal boyutu sıra

siyla Avrupa Birliği, Almanya ve ülkemizdeki mevzuatlar açısından ana hatları ile incelenmiştir.

4.1 Avrupa Birliği'nde Konu ile İlgili Mevzuat

Avrupa Birliği mevzuatlarının üye ülkeler için bağlayıcı özellik taşıması nedeniyle özel öneme sahiptir. Avrupa Birliği, üye ülkelerin atık yönetimi politikalarında temel ilkeleri belirleme işlevine sahiptir ve bu amaçla konuyla ilgili talimatlar (direktif) yayımlanmaktadır. Üye ülkeler de; atık yönetimi, değerlendirme, bertaraf ve depolama alanları konusundaki talimatlara uyum göstermek üzere, kendi mevzuatlarında gerekli değişiklikleri yapmak ve konu ile ilgili ayrıntıları düzenlemekle yükümlüdür. Avrupa Birliği'nde yeraltı madenlerinde atık depolama ile ilgili doğrudan veya dolaylı yoldan ilgili olan bazı önemli talimatlar şunlardır:

- Atıklar ile ilgili çerçeve talimatı (1975/442/EWG)
- Tehlikeli atıklar ile ilgili talimat (1991/689/EWG)
- Atık depolama tesisleri ile ilgili talimat (1999/31/EC)
- Atık depolama tesislerine atık kabulü için ölçütler ve yöntemler konusunda Konsey kararı (2003/33/EC)

Atıklar ile ilgili çerçeve talimatı (EWG 1975), ortak ilkeler çerçevesinde oluşturulacak bir atık yönetimi için hazırlanmıştır. Yasal bertaraf ve değerlendirme yöntemleri sınıflandırılmaktadır. Yeraltı açıklıklarında veya madenlerde atıkların depolanması bu talimat ile yasal bir bertaraf yöntemi olarak kabul görülmüştür. Tehlikeli atıklar ile ilgili talimatta (EWG 1991), atıkların sahip olabileceği tehlikeli özellikler tanımlanmakta ve sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, atıkların sahip olabileceği tehlikeli madde ve bileşikler tanımlanmakta ve tespit yöntemleri açıklanmaktadır.

Atık depolama tesisleri ile ilgili talimatta (EC 1999), atık depolama tesislerinin türleri, yapımı, işletilmesi ve denetimi ile ilgili kurallar yer almaktadır. Madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan tehlikeli olmayan inert atıkların depolanması konusu bu talimatın kapsamı dışında tutulmaktadır. Bu talimatta tuz, potas veya sert kaya gibi madenlere ait açıklıklarda atıkların kesin olarak depolanması, yeraltı atık depolama faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Konu ile ayrıntılar ise atık depolama tesislerine atık kabulü için ölçütler ve yöntemler konusundaki Konsey kararında (EC 2003) yer almaktadır. Atık kabul koşulları başlığı altında yeraltında atık depolama ölçütleri ve standart tespit yöntemleri uyulması gereken sınır değerleri ile birlikte verilmiştir. Ayrıca yeraltı atık depolama tesislerine atık kabul edilmeden yerine dayalı yapılacak güvenlik değerlendirmesinin neler içermesi gerektiğine dair bilgiler bulunmaktadır. Yine hangi özelliklere sahip atıkların yeraltında depolanmayacağı açıklanmaktadır.

Endüstriyel atıkların yeraltı madenlerinde depolanması ile ilgili yaşanan en önemli hukuki sorun, teh-

likeli atıkları dolgu amaçlı olarak depolamanın bir atık bertaraf veya değerlendirme işlemi sayılıp sayılmayacağıdır. Tesislere lisans alma yöntemi ve dolayısıyla uygulanacak ölçütler açısından önemli olan bu sorun, üye ülkeler arasında görüş ayrılığı bulunması nedeniyle, Avrupa Birliği Adalet Divanına intikal etmiştir. Adalet Divanı 2 Nisan 2003 tarihli kararında, kullanımın öncelikle atık malzemesinin dolgu özelliklerinden faydalanılması ve madenin güvenliği için gerekli olduğunun kanıtlanması koşuluyla, işlemin bir değerlendirme veya geri kazanım işlemi olduğuna karar vermiştir (BMU 2004).

4.2 Almanya'da Konu ile İlgili Mevzuat

Almanya yeraltı madenlerinde endüstriyel atıkların depolanması konusunda teknolojik ve hukuki alanda en gelişmiş ülke konumundadır. Bunun en önemli nedenleri arasında yeraltı tuz ve potas madenlerinde atık depolamak amacıyla faydalanılabilen büyük miktarda açıklık hacimlerinin mevcut olması ve konu ile ilgili hukuki mevzuatın geliştirilmiş olmasıdır. Konu ile ilgili Alman çevre ve maden mevzuatları, AB mevzuatının oluşturulmasında kaynak teşkil etmesi nedeniyle, önem arz etmektedir.

Almanya'da yeraltında atıkların depolanması konusunda ilk yasal düzenlemeler 1970'li yılların başında ilgili mevzuatlar içerisinde yer almaya başlamıştır. 1972 yılında faaliyete geçen ilk yeraltı tehlikeli endüstriyel atık depolama tesisinin işletilmesinden edinilen deneyimler ve ilgili yasalarda gerçekleştirilen değişimlere paralel olarak da, konu ile ilgili mevzuat da geliştirilmiştir. Bu süreç günümüzde mevcut olan ayrıntılı yasal altyapıya rağmen tamamlanamamıştır ve değişen koşullar ile uyum içerisinde ilave düzenlemeler gerçekleştirilmektedir.

Almanya'da atıkların yönetiminin kapalı bir döngü şeklinde dönüşümünün sağlanması ve atıkların çevre ile uyumlu olarak depolanmasının güvence altına alınması amacıyla, 1996 yılında yürürlüğe giren "Dönüşüm Ekonomisi ve Atık Yasası (Krw-/AbfG)" çıkarılmıştır. Bu yasanın içerdiği ilkelere göre; önlenemeyen atıkların öncelikle madde ve malzeme özelliklerinden tekrar yararlanma hedeflenmeli veya bu atıklardan enerji elde edilmesi amacıyla faydalanılmalıdır. Yasa gereği ancak tekrar değerlendirme olanağı bulunmayan atıkların çevre ile uyumlu olarak bertaraf edilmesine olanak tanınmaktadır (BMU 1994).

Madencilikten kaynaklanmayan endüstriyel atıklar için yeraltı atık bertaraf tesislerinin hazırlanması ve işletilebilmesi yürürlükte olan atık yasasına göre lisans alınmasıyla mümkündür. Bu lisansın verilmesinde 1991 yılında Federal Hükümet tarafından "Tehlikeli Atıklar ile ilgili Teknik Yönetmelikte" belirtilen hususlar gözetilmek zorundadır. Bu yönetmeliğe göre; yeraltında ancak geçirimsiz evaporitik tuz birimleri içerisinde yer alan madenler ile geniş tuz çözelti a-

çıklıklarında yeraltı tehlikeli endüstriyel atık bertaraf tesislerinin işletilmesine izin verilebilmektedir (BMU 1991). 2002 yılında endüstriyel atıkların yeraltı madenlerinde dolgu amaçlı değerlendirilmesi ile ilgili olarak yürürlüğe giren yönetmelikte (VersatzV) tehlikeli atıkların ancak geçirimsiz evaporitik tuz birimleri içerisinde yer alan tuz madenlerinde depolanabileceği hükümü getirilmiştir. Bunun gerekçesi olarak da, tehlikeli endüstriyel atıkların tekrar işlenmeye ihtiyaç duyulmadan ancak uygun tuz birimleri içerisinde depolanarak biyosferden kesin olarak yalıtılabileceği belirtilmektedir (BMU 1991, BMU 2002).

Almanya'da yeraltı tuz madenlerinde üç adet tehlikeli atık bertaraf tesisi işletilmektedir. Bunun yanında yirmiden fazla madende endüstriyel atıklar dolgu amaçlı olarak değerlendirilmektedir (Şek. 7). 1999 yılı verileri ile Almanya yılda yaklaşık 240 bin ton tehlikeli endüstriyel atık yeraltı tuz madenlerinde bertaraf edilmiştir. Yine aynı yılda yeraltı madenlerinde yaklaşık 1900 bin ton endüstriyel atık da dolgu amaçlı olarak değerlendirilmiştir. Bu atıkların yaklaşık 850 bin tonu özellikleri itibarıyla tehlikeli atık sınıfında yer almakta olup, tamamen yalıtım güvenliğini yaklaşıma uygun olarak yeraltında dolgu amaçlı olarak depolanmıştır (Wiedemann 2000). Almanya'da yeraltı depolama maliyetleri atık türü ve miktarlarına göre değişimler göstermesine karşın; tehlikeli atık bertaraf tesislerinde 200-300 Euro/ton, dolgu amaçlı değerlendirme tesislerinde 25-110 Euro/ton arasında değişmektedir. Buna karşın düzenli yertüsti depolama tesislerinde maliyetler 100-350 Euro/ton civarındadır (Prognos 1998).

4.3 Türkiye'de Konu ile İlgili Mevzuat

Ülkemizde 1995 yılında yürürlüğe giren Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde madenlerde atık depolama konusu "sürekli depolama (D12)" başlığı altında tehlikeli atıkların bertaraf yöntemleri arasında yer almaktadır (Çevre Bakanlığı 1995). Ancak, yeraltında depolama ile ilgili teknik açıklamalar bu yönetmelikte yer almamıştır. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan yeni Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Taslağında (2005) ise Madde 18'de "Sürekli Depolama" başlığı altında terkedilmiş kapalı maden ocaklarında atıkların konteynerlar içinde depolanmasının mümkün olabileceği ifade edilmektedir. Bu maddeye göre, bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler ocağın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti



Şekil 7. Almanya'da işletilen yeraltı atık depolama tesisleri (Özarslan et al. 2001).

amacıyla üniversite, kurum/kuruluşa fizibilite raporu hazırlatıp Bakanlığa sunmak ve izin almakla yükümlü tutulmaktadır. Sürekli depolama işlemine ilişkin ayrıntılı hususların ise Bakanlıkça çıkarılacak Tebliğ ile belirleneceği belirtilmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı 2005). Bu çalışmalar, konu ile ilgili Avrupa Birliği mevzuatına uyum çalışmaları çerçevesinde, yeraltı madenlerinde atık depolama yönteminin uygulanabilmesi açısından hukuki ve teknik eksikliklerin giderilmesine katkı sağlayacaktır.

5 YERALTI MADENLERİNDE ATIK DEPOLAMANIN GELECEĞİ

Gelişmiş olan ülkelerde, yeraltı madenlerinde endüstriyel atık depolama seçeneği atık yönetimi sistemleri içerisinde yerini almıştır. Gelecekte yerüstünde depolama alanlarında yaşanacak azalmalara ve güçleşen izin alma prosedürlerine paralel olarak, uygun yeraltı madenlerinde depolanan endüstriyel atık miktarında artış olabilecektir.

Unutulmaması gereken önemli bir husus ise yeraltı madenlerinde endüstriyel atıkların dolgu amaçlı ola-

rak değerlendirilmesi veya bertarafının ancak istenen teknolojik, hukuki ve ekonomik koşulların yerine getirilmesi ile mümkün olabilmesidir. Aksi takdirde gerçekleştirilecek hatalı uygulamalar, başta yeraltı suyu kirliliği olmak üzere, onarılmaz çevre sorunlarına yol açabilmektedir. Bir diğer önemli husus ise konunun yalnızca teknik-hukuki-ekonomik değil, aynı zamanda politik ve sosyal içerikli olmasıdır. Günümüzde bir çok proje, toplumsal tepkiler ve politik organların kararsızlığı nedeniyle durma aşamasına gelmiştir. Bu nedenle bu tür projelerde, toplumsal kuruluşların bilgilendirilmesi ve karar verme sürecine dahil edilmesi her zaman büyük önem taşıyacaktır.

Gelişmekte olan ülkelerde atık yönetimi sistemlerinde yeraltı madenlerinde atık depolama faaliyetlerin yer alabilmesi için, öncelikle konu ile ilgili hukuki ve teknolojik ölçütlerin belirlenmesi gerekmektedir. Depolama olanaklarının değerlendirilebilmesi için de, önce endüstriyel atık envanterlerinden yararlanılarak, yeraltı madenlerinde depolanma olanağı bulunan atıklar; miktar, tür, özellikler ve oluşum yerleri açısından sınıflandırılmalıdır. Ardından yeraltı madenlerinde mevcut depolama açıklıkları, faydalanabilir boşluk hacimleri ve özellikleri belirlenip, uygulanabilecek depolama yöntemine göre sınıflandırılmalıdır. Tüm bu bilgilerin ışığında, hukuki ile teknolojik ölçütlerin belirlenmiş olması ve faaliyetin ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi koşuluna bağlı olarak, yeraltında depolama olanakları değerlendirilmelidir.

6 SONUÇLAR

Bu çalışmada, yeraltı madenlerinde atık depolama faaliyetleri teknolojik ve hukuksal açıdan değerlendirilmiştir. Önce, yeraltında atık depolamanın ön koşulları; depolama yöntemleri ve tesislerin güvenliğinin kanıtlanması açısından incelenmiştir. Sonra, yeraltı madenlerinde depolanabilen endüstriyel atık türleri ve özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Ardından atık depolamanın hukuksal boyutu Avrupa Birliği, Almanya ve ülkemiz çevre mevzuatı açısından değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda da yeraltı madenlerinde atık depolamanın geleceği tartışılıp, gelişmekte olan ülkeler açısından uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Belirli atık türleri için gerekli teknolojik, hukuki ve ekonomik ölçütlerin yerine getirilmesi koşuluyla, yeraltı madenlerinde atık depolama uygulamalarının yerüstünde depolama seçeneğine önemli bir alternatif oluşturabileceği sonucuna varılmıştır.

7 TEŞEKKÜR

Yazar bu araştırmalar için maddi destek sağlayan Alman Akademik Değişim Servisi'ne (DAAD) teşekkürü bir borç bilir.

8 KAYNAKLAR

- BMU 1991. Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen. TASto. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- BMU 1994. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltvertraglichen Beseitigung von Abfällen. Krw-/AbfG. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- BMU 2002 Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage. VersatzV. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- BMU 2004 EU Kommission stellt Vertragsverletzungs-verfahren gegen Deutschland wegen Versatz von Abfällen ein. <http://www.bmu.de>
- Çevre Bakanlığı 1995, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Ankara.
- Çevre ve Orman Bakanlığı 2005. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Taslağı. <http://www.cevreorman.gov.tr>
- DGEG 1994. Felshohlräume zur Verbringung von Rest- und Abfallstoffen. Bautechnik Vol.71: s. 242-264.
- Dörhöfer G., Thein J. & Wiggering H. 1993. Untertägige Entsorgung bergbaufremder Rückstände in Deutschland. Berlin: Ernst&Sohn Verlag.
- EC 1999. Council directive on the landfill of waste. 1999/31/EC, European Communities. Brussels.
- EC 2003. Council Decision of establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills. 2003/33/EC. European Communities. Brussel.
- EWG 1975. Richtlinie des Rates über Abfälle. 75/442/EWG. Europäische Wirtschaftsgemeinschaft. Brüssel.
- EWG 1991. Richtlinie des Rates über gefährliche Abfälle. 91/689/EWG. Europäische Wirtschaftsgemeinschaft. Brüssel.
- Gerhardt H., Sitz P., Wilke F.L. & Wolff, H. 1997. Zum Problem der Langzeitsicherheit von Untertagedeponien. Glückauf Vol 133: 337-442.
- Jahn G. 1998. Verwertungstechniken für Industrieabfälle als bergbaulicher Versatz. Proc. Deponietechnik, Entsorgungsbergbau und Altlastenproblematik (eds. Hengerer et al.). Rotterdam. Balkema: 213-219.
- Klinger C. & Thein J. 1994. Stoffmobilisation und geochemische Barrieren bei der untertägigen Reststoffverbringung im Fels. Proc. Deponietechnik, Entsorgungsbergbau und Altlastensanierung (eds. Hengerer et al.). Rotterdam. Balkema: 53-67.
- Özarslan A. & Gerçek H. 2004. Evaluation of underground waste storage possibilities for a trona mine at Bepazari-Turkey. Proc. SWEMP 2004 (eds. Paşamehmetoğlu et al). Ankara. Kozan Ofset: 175-180.
- Özarslan A. 2002. Yeraltı Tuz Madenleri İçin Endüstriyel Atık Depolama Ölçütlerinin Geliştirilmesi. ZKU Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Zonguldak. 420s.
- Özarslan A., Martens P.N., Olbrich T. & Röhrlich M. 2001. Underground disposal of hazardous wastes in German mines. Proc. 17th Int. Mining Congress and Exhibition of Turkey (eds. Ünal et al.). Kozan Ofset. Ankara. pp. 479-484.
- Prognos 1998. Abfallmengen- und Marktanalysen sowie Abfallmengenprognosen. Branchenreport Entsorgungs-wirtschaft Sonderabfälle. Basel.
- Wessling E. & Semprich S. 1998. Berechnungsverfahren für die Abschätzung der Eluierbarkeit von Schadstoffen aus verfestigten Probekörpern. Geotechnik Vol 21: 108-111.
- Wiedemann H.U. 2000. Waste reutilization and disposal in underground mines in Germany., Federal Environmental Agency. Berlin.

Açık Ocak Madenciliği Sonrası Onarım Çalışmalarında Peyzaj Mimarlarının Rolü

D. Özbey

TMMOB Peyzaj Mimarları Odası

ÖZET: Teknolojinin hızlı gelişiminin sonucu olarak hammadde ihtiyacının gittikçe artması, büyük üretimlerin yapılmasının zorunluluğunu doğurmuştur. Açık maden işletmeciliğinde, geniş alanlarda bu derece büyük üretimler yapılabilmektedir. Bu bağlamda yapılan madencilik çalışmalarında doğa tahribi, flora ve faunanın bozulması gibi olumsuz sonuçlar doğabilmektedir. Yapılacak olan madencilik öncesi planlama çalışması ve sürecinde çeşitli meslek disiplinlerinin bir arada çalışması söz konusudur. Bu mesleklerin başında da Peyzaj Mimarlığı gelmektedir. Lisans ve Yüksek Lisans eğitimleri boyunca bu konuda çeşitli dersler alan Peyzaj Mimarları ekolojik düzenin, flora ve faunanın yeniden kazanımına yönelik yapılan çalışmalarda daha hassas ve korumacı bakış açısıyla yaklaşacaktır.

1. GİRİŞ

İçinde yaşadığımız yüzyılda teknoloji ve sanayi baş döndürücü bir hızla gelişmektedir. Toplumsal yaşamda büyük değişim ve gelişmeler yaşanmakta, insanların yaşam düzeyleri alabildiğine yükselmektedir. Çevre sorunları konusunda duyarlılık göstermeye başlayan toplum, 60'lı yılların ortalarından itibaren o dönemde gelişen yaklaşımlar çerçevesinde çevre sorunları için çözüm üretme gayreti içine girmiştir. Başlangıçta hakim olan görüş, kalkınma ve çevre korumanın birlikte yürütülmesinin mümkün olmadığı şeklinde iken 80'li yılların ikinci yarısından itibaren sürdürülebilir kalkınma görüşü öne çıkmıştır. (DPT 1966)

Teknolojik gelişmelere paralel olarak enerjiye olan talebin artmasıyla tükenebilir yer altı kaynaklarına olan talep de artış göstermektedir. Ağır iş makinelerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve yer altı maden işletmeciliğinin hem tehlikeli hem de pahalı olması sebebiyle açık ocak işletmeciliği 1970'li yıllardan itibaren önem kazanmış olup maden işletmecileri tarafından kullanılmaktadır.

Açık ocak yöntemiyle yapılan madencilik çalışmaları mevcut ekosistemde çok ciddi tahribat oluşmakta, arazinin topoğrafyası değiştirilmekte, doğal bitki ve hayvan toplulukları kaybolmakta, yapay tepeler ve çukurluklar oluştuğu ve jeolojik materyal alt üst olduğu için hidrolojik döngüde

önemli değişimler meydana gelmektedir. (Papila 1995)

Ünlü ve Kızılgut (2000)'a göre açık ocak madenciliği çalışmalarından sonra alanda tarihi değeri olan yapılar ve doğal değerler kaybedilecektir. Örtü-kazı çalışması sonucu, sahadaki flora ve fauna zarar görecektir, oluşturulan şevler büyük çukurlar meydana getirecektir. Hiçbir onarım çalışması yapılmazsa, önceden yeşil olan bölge taş ve toprak yığını haline gelecektir. Bu tür bir bölgenin kendiliğinden bitkisel hayatı barındırması için asgari 40-50 senelik bir sürenin geçmesi gerekir.

Diğer zararları ise aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- İşletme alanı yaratmak veya mevcut alanı genişletmek için yerli nüfusu bir başka yere nakletmek gereği veya bu nüfusun bazen ocak yakınındaki arazilerde yaşam zorunluluğu
- İşletme alanlarındaki bitki örtüsünün ve vahşi hayvan yaşamı için gerekli ortamın yok edilmesi
- Uzun yıllar boyunca madencilik yapılan alanın ormana yönelik kullanımının yapılamaması
- Açık ocağı kuru tutmak için su seviyesinin düşürülmesi sonucu geniş bir alana yayılı bitki örtüsünün susuz kalması

Özellikle açık ocak madenciligi sonrası alan kullanım planlaması mevcudu değerlendirmenin ötesinde, ekolojik, ekonomik ve estetik değerlerini yitirmiş bir alanı 'yeniden yaratmaktır'. Bu nedenle genel planlama süreci ve aşamaları, madencilğin ayrıcalıklı durumu dikkate alınarak gerçekleştirilir (Akpınar ve Çelem 2000).

Peyzaj onarımının temel hedefi, bozulan arazilerin, ekonomik, ekolojik ve estetik değerlerine yeniden kavuşturulmasıdır. Faaliyet öncesi sırası ve sonrasında yapılması gereken bir dizi planlama ve uygulama çalışmalarını kapsar. Bu çalışmaların özünde alana yeni bir kullanımın kazandırılması yada faaliyet öncesi alan kullanımının canlandırılması yatmaktadır (Akpınar ve Çelem 2000).

2. YASAL VE YÖNETSEL BOYUT

Türkiye'de madencilik faaliyetleri, 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak hazırlanan ve 7.2.1993 tarih ve 21489 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği'nin Ek I'deki 24. maddesi ile denetlemeye alınmıştır. Hazırlanacak ÇED raporunun Bakanlığa sunulmasından sonra ÇED Olumlu Belgesi alınması gereklidir. Bu belge alınmadan önce şirket kurma, maden arama, yabancı sermaye izni ve ilgili kuruluşlardan söz konusu faaliyetlerin yeri hakkında görüş alınması gibi izinler hariç, herhangi bir tesvik, onay, izin ve ruhsat alınmamaktadır. (Kural 1998)

Türkiye'de 08.09.1956 tarihinde yürürlüğe giren Orman kanunu ve ilgili yönetmeliklerde, yapılacak madencilik faaliyetleri ve arazi kullanım hakkı ile ilgili ilk bilgiler yer almaktadır. Bu kanunun 16. maddesinde madencilik faaliyetleri sonucunda ormanlara verilebilecek zararlara karşı nasıl önlem alınması ve uygulanması gerektiği açıklanmaktadır. Bu kanundan 17 yıl sonra 27.03.1973 tarihinde yürürlüğe giren Su Ürünleri tüzüğünde su ürünlerinin korunması amacıyla su kaynaklarına dökülmesi yasak olan madencilik artıkları belirtilmiştir (Papila 1995).

1982 Anayasasının 56. maddesinde 'Herkes, sağlık ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevrenin kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir' denilmektedir.

3213 sayılı maden kanununun 36. maddesinde; işletme ve zenginleştirme atıklarının ancak çevre açısından bir sakınca yaratmaması durumunda saklanabileceği, 46. maddesinde ise maden arama

dönemi içerisinde sahaya verilecek zarara karşılık tazminat ödenmesi gerektiği ve sahanın kullanılır durumda terk edilmesi zorunluluğu olduğu belirtilmiştir.

Çevre kanunu hükümlerine bağlı olarak 02.11.1986 tarihinde Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, 11.12.1986 tarihinde Gürültü Kontrol Yönetmeliği ve 04.08.1988 tarihinde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Hava kalitesinin kontrol yönetmeliği ile hava kalitesi sınır değerleri, gaz ve toz yayılma sınır değerleri saptanmıştır.

Yeniden kazanıma yönelik amaca ulaşmak için iyileştirme ve kullanım hedeflerinin ortak plan dahilinde belirlenmesi gerekmektedir. Konunun ilgili meslek disiplinleri arasında ortak işbirliği ile sonuca götürülmesi mümkündür. Açık ocak madencilğinde uygulanan ÇED ve doğa onarımı gibi multidisipliner çalışmalarda Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini mutlaka yer almalıdır.

Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini 4 yıllık eğitimi boyunca Toprak Bilgisi, Bitkilendirme Tekniği, Peyzaj Onarım Tekniği, Çevresel Etki Değerlendirme, Peyzaj Planlama I-II, Kaynak Envanter ve Analizi, Peyzaj Ekolojisi, Planlama Stüdyosu gibi dersleri lisans; Açık Ocak Kömür Madenciligi Sonrası Onarım Çalışmaları, Enerji Etkin Planlama gibi dersleri de yüksek lisans ve doktora düzeyinde almaktadır.

Doğa, ekosistem, ekoloji ve onarım konuları temeliyle oluşan ve doğanın korunması, onarımı ve yeniden kazanımı gibi kavramlarla, multidisipliner bir çalışmayı gerektiren planlamaya katkıda bulunan Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini, açık ocak madenciligi çalışmalarının çevreye verdiği zararı azaltmak yada alanın yeniden kazanımını sağlamak amacıyla da Tablo 1'deki süreçlerde katkıda bulunmaktadır.

Özellikle Peyzaj Mimarlığı ve Ziraat Fakültesi kökenli Peyzaj Mimarları planlamada en üst safhadan en detay planlamanın yapıldığı safhaya kadar bilgi ve birikimleriyle katkıda bulunur.

Onarım sırasında seçilecek bitki türleri, bitki dikimi, toprak ıslahı, doğal bitki örtüsünden yararlanma gibi konularda eğitim alan Peyzaj Mimarı bu konularda da onarım faaliyetleri sırasında çalışabilmektedir.

Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini, tahrip olan bölgelerde ekolojik düzenin, flora ve faunanın yeniden kazanımına yönelik yapılacak çalışmalarda daha hassas, korumacı bir bakış açısıyla yaklaşacaktır.

Tablo 1. Madencilik Öncesi Planlamada Planlama Aktiviteleri ve Uzmanlık Alanları (Akpınar 1994)

MADEN PLANLAMA SAFHASI	PLANLAMA AKTİVİTESİ	UZMANLIK ALANI
Yasal zorunlulukların analizi	Alan kullanımı ile ilişkili sınırlayıcı düzenleyicilerin kullanılması	Peyzaj Mimarı* Avukat, hukuk danışmanı
Arazi ve kaynak kazanılması	Alan kullanım hazırlığı	Peyzaj Mimarı* Bitki biyoloğu Kartograf, Fotogrametrist
Pazar araştırması	Bölgenin Pazar potansiyelinin kontrolü	Coğrafyacı Karayolu mühendisi Peyzaj Mimarı*
Finans değerlendirme	Alan kullanım ve doğa onarım maliyeti	Ekonomist Peyzaj Mimarı* Emlakçı Bütçe plancısı, Maliyeci
Kömür fayda çalışmaları ve bitki tasarımı	Madencilik sonrası alan kullanımında atıkların etkisinin belirlenmesi	Cevher işleme mühendisi Ziraat mühendisi** Jeolog Hidrojeolog
Çevresel etki değerlendirme çalışmaları	Madencilik bir alanın kapasitesine olan etkisinin belirlenmesi	Maden mühendisi Çevre mühendisi Ziraat mühendisi** Jeolog Hidrojeolog Ekolog Bitki biyoloğu Arkeolog Peyzaj Mimarı* Sosyolog
Ön maden planlaması	Madencilik sonrası alan kullanımının bağlamsal belirlenmesi	Maden mühendisi Peyzaj Mimarı* Ziraat mühendisi** Ekonomist
Ruhsat alınması	Madencilik sonrası alan kullanım planı ve ilgili bilgiler	Peyzaj Mimarı Çevre mühendisi Hidrojeolog Ziraat mühendisi**
Yönetmelik detay analizi	Son alan kullanım planının kabulü	Ziraat mühendisi** Bitki biyoloğu Ekonomist
Detaylı madencilik planı	Detaylı alan kullanım tasarımları	Peyzaj Mimarı* Maden mühendisi Çevre mühendisi Ziraat mühendisi**

* Alan Kullanım Plancısı

** Ziraat Fakültesi kökenli Peyzaj Mimarı

Madencilik faaliyetleri sonrası yapılması gereken alan kullanım planlamasına uygun olarak bozulan sahaların peyzaj onarım çalışmaları ve iyileştirilmesi kavramları çok iyi benimsenmelidir. Alan için en uygun alternatiflerin belirlenmesi ve uygulama safhalarında peyzaj mimarlarının da birebir bulunarak alanın yeniden kazanımı sürecine katkıda bulunabilir. Mesleki açıdan tecrübeli peyzaj mimarı aldığı eğitim ve deneyimleriyle planlama safhasında, alanın özelliklerinin belirlenmesi ve çalışmaların sonunda, uygulama aşamasında bu tecrübelerini kullanarak en uygun kullanım seçimlerini yapacaktır.

Yapılacak iyileştirme çalışmaları yalnızca ağaçlandırma şeklinde değil, yerli halkın o bölgede madencilik çalışması bittikten sonra yeniden geçimlerini sağlayabilecekleri alternatiflerin de

sağlandığı kullanımlar halinde olması gerekmektedir. Son yıllarda madencilik sonrası alanlar boş ve onarım yapılmadan bırakılabilmektedir ve sadece ağaçlandırma bile yapılsa yeter mantığı hakim olmaya başlamıştır. Ancak işin özü ve amacı bu değildir ve o alanların gerçekten alternatif kullanımlarla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Örneğin, eğer terk edilen maden sahaları büyük yerleşim merkezlerinin yakınında ise bunların dinlenme ve eğlence amaçlı kullanımı düşünülebilir. Rekreasyon çalışmaları sırasında sığ çukurlar (5 metre su derinliğine kadar) zehirli olmayan sularla doldurularak, balık yetiştirmek amacıyla değerlendirilebilir. Göletlerin çevresindeki sulak alanlara, ortalama uygun bitkiler dikilebilir. Özellikle, düz alanlar çimlendirilerek, park alanları, spor tesisleri oluşturulabilir. (Kara 1992).

Alanlarda ağaçlandırma için ayrılmış alanlarda yapılacak bitki dikimleri mutlaka usulüne uygun olarak yapılmalıdır. Ayrıca çok önemli bir konu olan ağaç türü seçimine de çok dikkat edilmelidir. Türleri rastgele seçip ağaçlandırma yapmak çok yanlış bir uygulama olacaktır. Çok ciddi madencilik faaliyetlerinin yapıldığı bir alanın, sonrasında yapılacak bitki seçimi özenle olmalıdır. Bu tür topraklarda yaşayabilecek, dayanıklı, yörenin bitki örtüsüne uygun bitki seçimi önem taşımaktadır. Ayrıca varsa bölgede daha önceden yapılmış ağaçlandırma çalışmaları da yörede en iyi yetişen türlerin tespitinde yardımcı olacaktır. Bu aşamada Peyzaj Mimarlarının rolü ön plana çıkmaktadır.

3. SONUÇ

Günümüzde yapılmakta olan madencilik sonrası onarım faaliyetlerinde ve planlama çalışmalarında farklı meslek disiplinleri bir arada çalışmaktadır. İzlenen planlama sürecinde ve uzmanlık alanlarında Peyzaj Mimarlarının rolü oldukça büyüktür. Bu bağlamda özel yada kamu kuruluşlarında bu konuda çalışan birimlerde Peyzaj Mimarlarının varlığı yapılan çalışmaları daha başarılı ve istenen düzeye getirecektir.

Ayrıca yasal ve yönetsel boyutta onarım çalışmalarının öneminin artması da önemli bir konudur. Bu konuya yasal boyutta da yeterince önem verilmesi beraberinde onarımla ilgili çalışan Peyzaj Mimarlarının da rolünü artıracaktır.

KAYNAKLAR

- Akpınar N., Kara D., Ünal E., 1993. *Açık Ocak Madencililiği Sonrası Alan Kullanım Planlaması*, Türkiye XIII. Madencilik Kongresi
- Akpınar N., 1994. *Açık Kömür Ocaklarında Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Doğa Onarım Çalışmalarının Milas-Sekköy Açık Ocak Kömür Ocağında İrdelenmesi*, Doktora Tezi, Ankara
- Akpınar N., Çelem H., 2000. *Peyzaj Mimarlığı Kongresi*, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, Ankara
- Anonim, 1966. *Kömür*, Madencilik Ana Planı Özel İhtisas Komisyonu Kömür Çalışma Grubu Raporu, Ankara
- Kara D., 1991. *Önemli Kömür Üreticisi Ülkelerde Madencilik Faaliyetleri Nedeniyle Bozulan Sahaların Yeniden Düzenlenmesi ve İyileştirilmesi ile İlgili Mevzuat*, TKİ Genel Müdürlüğü, Çayırhan
- Kural O., 1994. *Coal Resources, Properties, Utilization, Pollution*, İstanbul
- Kural O., 1998. *Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri*, İstanbul
- Papila F.A., 1995. *Türkiye'de ve Almanya'da Madencilik ve Metalurji*, İTÜ Maden ve Metalurji Fakülteleri ve Berlin Teknik Üniversitesi, Sempozyum
- Ünlü T., Kızıgut S., 23-26 Mayıs 2000. *Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak Karadeniz Ereğli

Endüstriyel Hammaddelerde Çevre Sorunları ve Çözümleri

İ. Bayraktar

Çine Akmaden Madencilik Tic. A.Ş., Aydın

ÖZET: Bu bildiri, çoğunlukla ülkemizde madenciliği yapılan bazı endüstriyel hammaddelerin (Bor, trona, tuz, feldispat, kuvars, boksit) üretiminde, tozun ve zararlı katı ve/veya sıvı atıkların yarattıkları çevre sorunları ile çözümlerini ele almaktadır.

ABSTRACT: This paper considers some noticeable environmental issues such as dust hazards, nuisance effluents and tailings along with their remedies on selected minerals (boron, trona, halit, feldspar, quartz, bauxite) those are mostly mined in the country.

GİRİŞ

Dünya madenciliğinin hacim ve parasal değer olarak en büyük dalı, endüstriyel hammaddeler, 80'den fazla mineralden oluşmaktadır. Endüstriyel hammaddeler, inşaat petrol sondajına, refrakter tuğlalardan silikon çip ve mücevherat yapımına kadar uzanan çok geniş bir mineraller yelpazesidir. Sadece inşaat sektörünün kullandığı kum-çakıl-agrega, 2000 yılı itibarıyla dünya ölçeğinde 15 milyar ton olarak tahmin edilmektedir (1).

ABD' nin 1998 yılında petrol hariç madencilik sektörünün üretim değerinin %48'i endüstriyel hammaddelerden, %33'ü kömürden ve geri kalan %19'u da metal madenciliğinin toplamından oluşmaktadır (1).

Endüstriyel hammaddeler, belirli bir pazara göre oluşan fiziksel (tane boyu dağılımı, yüzey alanı, şekli, v.b)ve kimyasal özelliklere göre üretildiğinden, çok geniş bir fiyat yelpazesi ve üretim ölçeği içinde sayısız lokal işletmeler kadar, dünya pazarlarına üretim yapan büyük kuruluşları da kapsamaktadır. Lokal işletmeler daha çok kum-çakıl-agrega-tuğla-kiremit kili gibi hacmi büyük fakat fiyatı düşük ürünlerin üreticileridir.

Diğer madencilik faaliyetlerinde olduğu gibi bu en büyük madencilik faaliyetinde de gelişen çevre bilinci iki yönlü etkiye sahiptir. Bir yandan daha iyi bir çevre oluşmasına katkıda bulunurken diğer yandan da yatırımcıları caydırabilmektedir. Tüm canlıların (fauna ve flora)bozulmamış bir çevreye ihtiyacı vardır. Ancak bizlerin yaşamın da enerji, yiyecek ve mineral üretimlerine bağlıdır ve bunların üretimi çevreyi belirli bir ölçüde bozmaktadır.

İnsanoğlunun ihtiyaçları ile çevre arasındaki denge günümüzdeki en önemli mühendislik problemidir. Bu bağlamda, endüstriyel hammaddeler yine iki yönlüdür. Bir yanda üretilirken problem oluşturmalar öte yandan başka endüstriyel faaliyetlerin oluşturduğu çevre problemlerini çözer. Örneğin, asidik suların nötrleştirilmesi, termik santral gazlarının kükürtten arıtılması için kireçtaşı, kireç veya trona kullanılması; bereketli bir hasat için yapay gübre ihtiyacı gibi kaçınılmaz olgular endüstriyel hammaddelere özgüdür.

Bu çok geniş ürün yelpazesi ve çok büyük hacim içinde çevre sorunları, işçi sağlığı ve güvenliği de toplumsal veya uluslararası sorunlar haline dönüşmüştür. Örneğin, asbestin ya da bir zeolit cinsi olan eriyonit tozlarının kansere; silis tozunun silikozis hastalığına; tarım yapılan topraklarda aşırı bor'un çölleşmeye neden olmaları gibi sorunlar, bireysel ve yöresel sorunlar olmaktan çıkmış, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), Uluslararası İşçi Örgütü (ILO) gibi kuruluşların gündemine girmiştir.

Hemen her türlü endüstriyel hammadde madenciliği, toz oluşturan, delme-patlama ve kazıdan sonra kırma ve/veya eleme ile başladığından, toz sorunu en büyük sorunlardan birini oluşturur. Bu nedenle en geniş yer mineral tozlarına verilecektir. Tozun yanında diğer çok önemli bir sorun da suda çözünebilen minerallerdir (Bor, trona, halit, v.b.). Bu çözümlerin çevreyi çöleştirmemesi için alınması gereken önlemlere de değinilecektir. Nihayet, cam ve seramik hammaddelerinin zenginleştirilmesinde karşılaşılan veya karşılaşılabilecek, florürlü, aminli, sülfürik asitli atıklara karşı alınması gerekli önlemlere de bu bildiriye ayrıca yer verilmektedir.

1.Toz

Genel bir tanım olarak toz, katıların mekanik bir etki (darbe, kesme, sürtünme) altında parçalanmasıyla ortaya çıkan ve havada belirli bir süre asılı kalabilen, küçük (<100 mikron) katı parçacıklardır.

Madencilik işlemlerinin daha ilk adımın da, yani delik delme işleminde başlayan toz oluşumu, onu izleyen patlatma ve yüklemede de devam eder. Daha sonra kuru olarak yapılan kırma, eleme, öğütme, sınıflandırma ve bu işlemlerden geçmiş ürünlerin elleçlenmesi sırasında insan sağlığını tehdit edecek boyutlarda toz oluşmaktadır. Tozun ne ölçüde zararlı olduğunu, onun solunum sistemine geçip, orada yerleşebilme özelliği belirler. Dolayısıyla, toz boyutu ve petrografik bileşimi bu anlamda en önemli parametrelerdir. Tozun tane boyu küçüldükçe havada asılı kalma süresi de artar. 1-2 mikron tane boyundaki tozlar, çıplak gözle görünmesi söz konusu olmadığından ve solunum sistemine ulaşmaları ve yerleşmeleri daha kolay olduğundan en tehlikeli tozlardır. Örneğin, asbest, zeolit (eriyonit) son derece zararlı (kanserojen) tozlardır. Tozlu ortamların akciğerlerde neden olduğu öldürücü hastalıklar (pnömokonyoz, silikozis, asbestosis, kanser v.b) dışında, zararsız (inert) tozlar bile akciğerlerde "endüstriyel bronşit" denilen, sigara içimi ile müzminleşip etkisini artıran bir rahatsızlığa yol açar (2). Kısaca ifade etmek gerekirse, her türlü tozun, solunan havada olabilecek en düşük düzeye getirilmesi bir zorunluluktur. Çünkü solunan havada toz derişimi arttıkça, tozun zararlı etkisi de hızla artmaktadır. İş ortamındaki havanın taşıdığı toz miktarı kütsel bir derişim olarak, beher m³ teki mg. toz olarak ölçülür. Havadaki toz konsantrasyonu genelde 7 mikron altı toz olarak ifade edilmektedir.

Ülkemizde, 2872 sayılı Çevre Kanununa göre yürürlükte olan "Hava Kirliliği Kontrol (H.K.K.)Yönetmeliği" kırma, eleme, öğütme tesislerinin çevre kirliliği yaratmaması için bu tesislerden kaynaklanan toz emisyonuna madde 7 bent 2 de toz konsantrasyonu sınır değerleri belirlemiştir. Buna göre: "Doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma ve öğütme tesislerinden çıkan gazlarla atılan toz emisyonu 3 kg/saat'e kadar ise atık gazlardaki toz konsantrasyonu 300 mg/m³, atılan emisyon 3kg/saat'ten fazla ise atık gazlardaki toz konsantrasyonu 150 mg/m³'ün altında tutulur". Tesislerde tozun debisinin ve konsantrasyonunun aynı anda ölçülebilmesi için bu emisyonun topluca bir bacadan çıkması gereklidir. Bacası olmayan

tesislerdeki ilgi alanımızdaki pek çok tesis bacasızdır bu durumda emisyon noktalarından yapılan ölçümlerle kütsel debi hesaplanır. Birden fazla emisyon noktasından yayılan tozun kütsel debisi, H.K.K. Yönetmeliği Ek-2 deki sınır değerlerle karşılaştırılarak, tesis etrafında hava kalitesi ölçümü yapıp yapılmayacağına karar verilir.

Unutmamak gerekir ki tozun bastırılması öncelikle insan ve çevredeki diğer canlılar için bir zorunluluktur. Ayrıca işletme ekonomisi açısından da iş makinelerinin motor ve yataklarının hız aşınması en azından hava ve yağ filtre tüketimi, ortamın toz konsantrasyonuna bağlıdır. Bunun yanında kırma, eleme, öğütme tesislerindeki elektrik motorları ve özellikle kontaktörler tozdan ciddi oranda zarar görür. Pek çok endüstriyel hammadde tesisinde toz, fire olarak bir kayıptır. Etkin bir toz tutma sistemi fireyi en düşük düzeye getireceğinden tozu kıymetli olan işletmelerde örneğin, çimento tesislerinde ekonomik bir katkı da sağlamaktadır.

1.2 Toza Karşı Alınacak Önlemler

Tozun kaynağında bastırılmasına yönelik önlemler, genel olarak, tozun oluşum noktalarından bir filtre sistemine nakline göre daha kolay ve ucuzdur. Tozun kaynağında bastırılması su gerektiren bir işlem olduğundan, tozsuzlaştırma işlemleri, sulu ve kuru olarak iki ana gruba ayrılır.

1.2.1 Su Kullanarak Tozsuzlaştırma

Bu yöntem daha çok kırma-eleme tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.2.1.1 Kırıclara Doğrudan Su Verme

Çok etkin bir yöntem olmamasına karşın yatırım gerektirmemesi nedeniyle uygulanmaktadır. Ancak ince kırmanın yapıldığı tesislerde, elek ve besleme şutlarında tıkanmalara yol açar. Çünkü bu yöntemle tozun bastırılabilmesi için cevherin nem oranının %4-6 arasında olması gereklidir. Sadece kaba ve orta boy kırma (~25-50 mm) eleme tesislerinde, kırılacak malzemede kil yoksa sorunsuzca kullanılabilir.

1.2.1.2 Su – Kimyasal Karışımı Püskürtme

Suyun bir katı maddeyi etkili bir şekilde ıslatabilmesi için su-katı yüzey geriliminin düşük olması gereklidir. Buda söz konusu katının yüzey kimyasal özelliklerine bağlıdır. Örneğin, sülfürlü cevherler, grafit gibi maddeler suyla ıslatılamazlar. Silikatların pek çoğu belirli bir dereceye kadar ıslanabildikleri halde suyun yüzey geriliminin kimyasal maddelerle düşürülmesi

halinde kolayca ıslanabilir bir özellik kazanırlar. Bu sayede cevherin, doğrudan su kullanımında olduğu gibi %4-6 arası nem içermesi gerekmez. Çok daha az miktarda su ile örneğin, %0,5-1 arası nemlilikle tozlaştırılma sağlanır. Kırma inceliği ile kullanılan su ve kimyasal madde miktarı doğru orantılıdır.

Zira kırma-eleme incelidikçe tozlaşma da artmaktadır. Tozsuzaştırma amacıyla suya karıştırılan kimyasal maddelerin zararsız, tercihen bitkisel kökenli olması istenir. Bu maddeler genelde, yüzey gerilimi düşürücü polimerlerdir. Örneğin, Nalco'nun ürettiği "Dustfoam" ticari adlı maddenin esası portakal kabuğudur(3).

“Dustfoam”, uzun ömürlü bir köpük oluşturabilen yüzey aktif doğal bir kimyasaldır. Suyu %0,5-1 oranında katılarak, uygun hacimli genişleme kaplarında basınçlı hava ile yaklaşık 50 kat genişletilerek köpük oluşturulur. Bu köpük kırıcılara, kırılacak malzeme ile birlikte püskürtme şeklinde beslenerek, kırma anında oluşan yeni yüzeyleri kolayca ıslatarak toz tanelerini birbirine bağlar. Suyun az kullanılması nedeniyle, eleklerde sivanma, şutlarda tıkanma, v.b. olmamaktadır. Kimyasal madde tüketimi, agrega tesislerinde 20-25 gram/tondur. Doğal olarak kırma inceliği (yeni yüzey alanı) arttıkça kimyasal tüketimi de artacaktır (3).

Aşağıdaki Resim 1 ve 2 de Kalemaden (Çan) tesisinde “Dustfoam” uygulaması öncesi ve sonrası verilmektedir. Resimlerden yöntemin etkililiği çok açık görülmektedir. (3).

1.2.1.3 Sis İle Tozsuzlaştırma

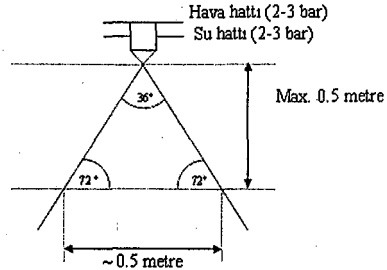
Su, yaklaşık 5 mikron boyutunda zerrecikler (sis) halinde, toz oluşan yerlere bir meme (nozzle) yardımı ile püskürtülür. Toz yüzeyleri ısıtılarak birbirlerine bağlanır ve kütleleri büyüdüğünden hemen çöker.

Bu yöntemde, tozun oluştuğu yerler kapalı odacıklar içine alınarak, odacık tavanından bir meme ile sis halinde su verilmektedir. Şekil-1 de tipik bir memenin (Envex, S-1 ve S-2) sisleme alanı ve açısı görülmektedir.

Sisleme ile az miktarda su tüketildiğinden (2-5 kg/ton), eleklerde sıvanma, şutlarda yapışma gibi sorunlar olmamaktadır. Toz bastırma verimi yüksek olmakla birlikte yüzey aktif polimer kullanımına göre biraz düşüktür.

Şekil 2 de Çine Akmaden A.Ş. 300 ton/saat – 5mm kapasiteli feldispat kırma-eleme tesisindeki,

“Envex” toz bastırma yönteminde suyun püskürtüldüğü (sisleme yapıldığı) yerler görülmektedir. Bu sistemde su basıncı 4,5 bar, hava basıncı ise 7 bardır ve 19 meme kullanılmaktadır.



Şekil-1: Envex , S-1 ve S-2 tipi meme etki alanı (4).

“Envex” in işletmeye alındığı 2004 yılı ortasından bu yana sisteme ile tozsuylaştırma sistemi başarıyla kullanılmaktadır. 19 adet memeden ton başına yaklaşık 8 kg verilmektedir. Resim 3 ve 4’te Envex’in sisteme sistemi öncesi tozlu ortam ile sisteme uygulandıktan sonraki tozsuz ortam açıkça görülmektedir.

1.2.2. Kuru Tozsuzlaştırma Yöntemi

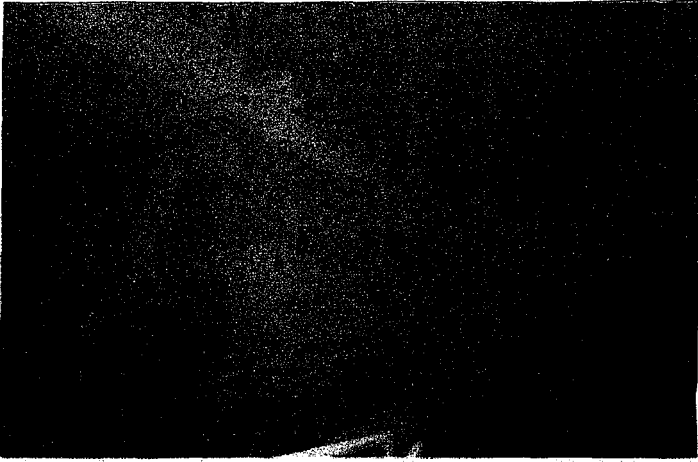
Bu yöntemde de sislemeyek gibi toz oluşum noktalarının kapatılması gereklidir. Kapalı odacıklar içindenki toz, emilerek filtre edilir. Toz, bir filtre ortamında tutulur. Tozdan arınmış hava bir bacadan atmosfere verilir. Çimento endüstrisinde mekanik filtreler yerine çimento tozu, statik elektrik yüklü bir alandan geçirilerek havadan arındırılır.

Kuru yöntemlerin, gerek mekanik gerekse elektrostatik olsun, ilk yatırım maliyeti oldukça yüksektir. Çünkü, toz oluşum noktalarından, güçlü fanlarla emiş yapıp tozlu havanın filtreye taşınması gereklidir. Ayrıca, enerji tüketimi, aşınma, filtre malzemesi gibi harcamalar nedeniyle işletme masrafları da yüksektir.

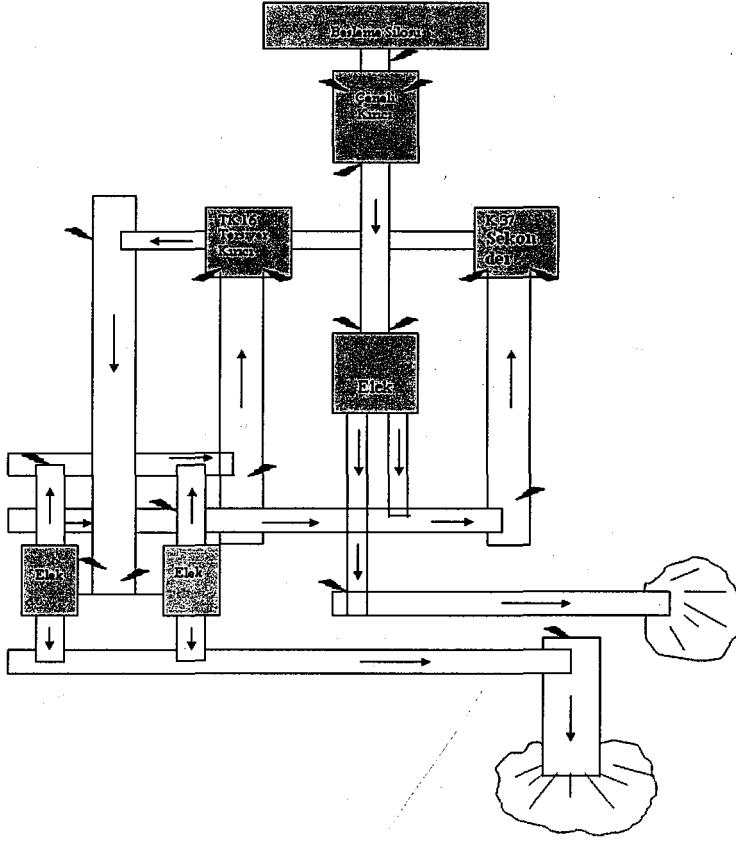
Kuru yöntemler daha çok, tozun su ile temasının istenmediği satılabilir tozların tutulması için kullanılmaktadır. Kuru yöntemlerin en yaygın uygulandığı sektör çimento sektörüdür (5). Bu sektörde, emisyon sınırları giderek küçüldüğü için elektrostatik ve mekanik sistemler birlikte kullanılmaktadır. Çünkü elektrostatik toz tutmanın etkinliği küçük tane boylarında (<10 mikron) azaldığından, emisyon sınırlarını karşılayamamakta dolayısıyla mekanik (torbalı) sisteme de ihtiyaç duyulmaktadır.



Resim 1: "Dustfoam" Öncesi

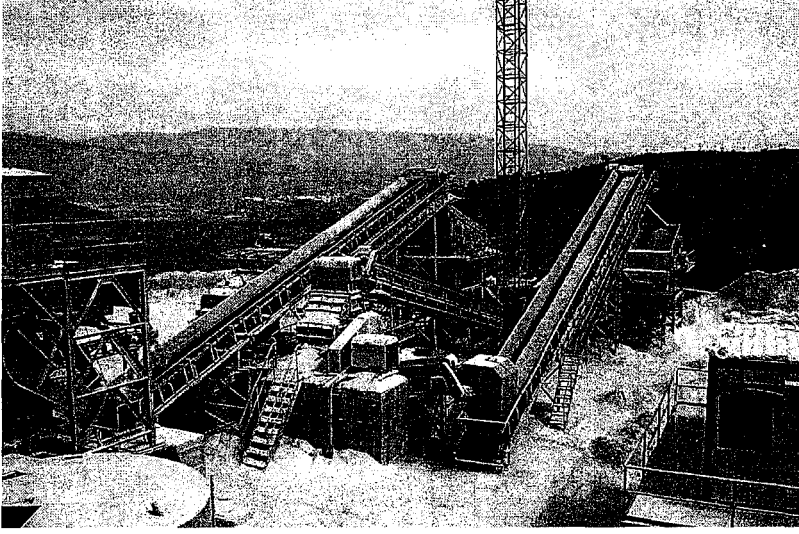


Resim 2: "Dustfoam" Sonrası

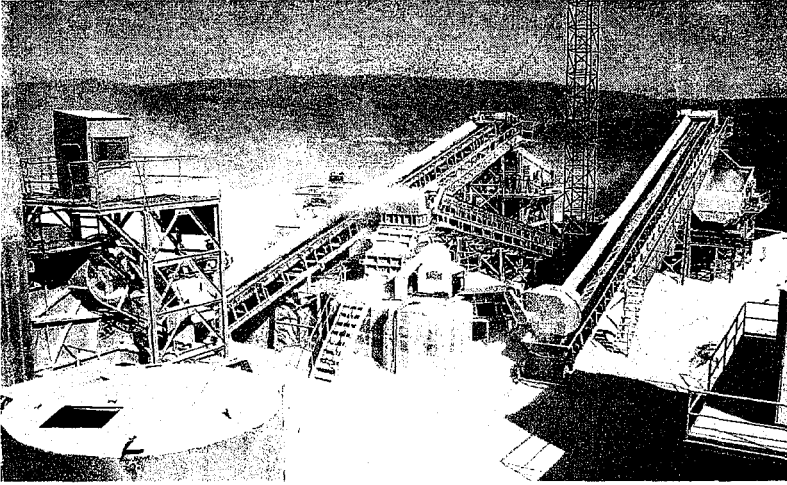


Şekil-2: Çine Akmaden A.Ş., 300 ton/saat-5mm Feldspat Kırma-Eleme Tesisi Sisleme Noktaları

- 1 Çeneli Kırıcı haznesi
- 2 Çeneli Kırıcı haznesi
- 3 Izgara altı
- 4 Elekt giriş bandı alt tambur (çenelinin altı)
- 5 Elekt giriş bandı üst
- 6 Elekt giriş bandı üst
- 7 TK 16 giriş bandı
- 8 TK 16 giriş bandı
- 9 K 37 giriş bandı
- 10 K 37 giriş bandı
- 11 K 37TK 16 çıkış bandı
- 12 Elekt giriş bandı
- 13 Elekt giriş bandı
- 14 K 37 giriş bandı alt tambur tarafı
- 15 Elekt çıkış bandı
- 16 TK 16 giriş bandı alt tamburu
- 17 Elekt çıkış bandı
- 18 Elekt çıkış bandı
- 19 Gezer bant girişi



Resim 3: Çine Akmaden Kırma Eleme Tesisinde Sisleme Sistemi Kapalı



Resim 4: Çine Akmaden Kırma Eleme Tesisinde Sisleme Sistemi Açık

2. Suda Çözünen Mineraller

Endüstriyel hammaddeler içinde yer alan pek çok mineral, örneğin, bazı boratlar (boraks, kernit), trona, halit, v.b. suda çözünebilir. Bu özellik daha madenin üretimi anında, özellikle açık işletmelerde ciddi çevre sorunlarına yol açabilir. Çünkü, bu minerallerden çözünerek çevreye yayılan anyon ve/veya katyonlara her canlının toleransı (özellikle bitkilerin) çok farklıdır. Bu durum dikkate alınmadığı takdirde o bölgede çölleşme kaçınılmazdır.

2.1. Bor Mineralleri

Aşağıdaki Çizelge-1 de en yaygın bulunan ticari bor minerallerinin suda çözünürlükleri verilmektedir (6,7) Çizelge-1 den görüleceği üzere boraks ve kernit en çok çözünen minerallerdir.

Çizelge-1: Boratların Suda Çözünürlüğü

Mineral Adı / Formülü	Suda Çözünürlük, 25°C de g/litre
Boraks (Tinkal) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)	31,7
Kernit ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_6 \cdot (\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	31,7
Kolemanit ($\text{CaB}_2\text{O}_4 \cdot (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	0,81
Üleksit ($\text{NaCaB}_3\text{O}_6 \cdot (\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	3,4

Bor, bitkilerin mutlaka gereksinim duyduğu bir element olmasına karşın aşırı dozu da bitkiyi öldürmektedir. Örneğin, bitki bünyesinde 15 ppm den azı zararlılara yol açar, 20-100 ppm normal, 200 ppm den fazlası ise bitkiyi kurutur. Aşağıdaki Çizelge-2 de bazı bitkilerin bora karşı duyarlılık sınırları verilmektedir (8).

Çizelge-2: Bazı Bitkilerin Sulama Suyundaki Bor'a Karşı Duyarlılık Sınırları (B, ppm) (8)

Duyarlı		Orta Derecede Duyarlı	Orta Derecede Toleranslı	Toleranslı
0.5-0.75	0.76-1	1.1-2.0	2.1-4.0	4.1-6.0
Şeftali	Buğday	Havuç	Marul	Şeker Pancarı
Soğan	Arpa	Patates	Lahana	Domates
	Ayçiçek	Salatalık	Mısır	Yabani Ispanak
	Fasulye	Yulaf		

Sulu tarımın yapıldığı bölgelerde devamlı sulamada suyun içindeki borun azami 0.75 ppm'i, tek sulamada ise azami 2 ppm'i geçmemesi bitki sağlığı açısından zorunluluktur.

Yukarıda verilen bu değerlere karşın, ülkemizdeki Su Kirliliği Kontrol (S.K.K.)Yönetmeliği (S.K.K.Y) Tablo 7.3 te, metalik olmayan maden sanayii atık sularının alıcı ortama deşarj standartını bor cevheri işletmeleri için 2 saatlik kompozit numunede 500 ppm olarak vermektedir. Bu görece yüksek limit, yine S.K.K.Yönetmeliği, Tablo 14.2 de kimya sanayii (perborat ve diğer bor ürünleri) için de aynıdır. Öte yandan aynı yönetmeliğin, "Teknik Usuller Tebliği"nde Tablo-9 da sulama sularının sınıflandırılması, Çizelge-2 deki gibidir. Ayrıca, S.K.K.Y "Suda Tehlikeli Ve Zararlı Maddeler Tebliği"nde bor, bor bileşikleri ve bunları ihtiva eden atıklar Ek-2 de yer almaktadır. Bütün bunlardan anlaşılmaktadır ki bor madenciliği, çevresel açıdan en çok dikkat gerektiren faaliyetler arasındadır.

Bor içeren suların çevreye yayılmaması için alınması gereken önlem, atıkların sızdırmaz bir atık barajında depolanması ve bor içeren proses sularının kapalı devre içinde tutulması zorunluluğu yukarıdaki veriler ve ilgili mevzuat ışığında çok açıktır.

2.2. Trona ($\text{Na}_3(\text{HCO}_3)(\text{CO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Trona suda çözünen bir mineraldir. Çözeltili yüksek miktarda sodyum içerir ve alkalidir. Dolayısıyla yüksek sodyumlu, alkali sular ($\text{pH} > 9$) toprak kimyasını bozduğundan, flora ve faunaya zarar verir. Uzun süreli bir etkileşim çölleşmeye yol açar. Bu nedenle bor madenciliğinde alınan önlemlerin (atık barajı ve kapalı devre su kullanımı) aynısının alınması gerekir.

2.3. Tuzlar (NaCl ve KCl)

Sofralarımızın demirbaşı ve kimya endüstrisinin en önemli girdisi olan halit ve silvit suda çözüldüğünden, bu tuzların çözeltileri yüksek miktarda sodyum, potasyum katyonu ile klor anyonu içerir. Zaten bu tuzlar çoğunlukla deniz ve bazı göllerin sularından üretilmektedir. Ancak kaya tuzu veya silvit madenciliğinin yapıldığı karasal işletmelerde, bor ve trona olduğu gibi bu tuzların çözeltileri çevreye verilmeyecek şekilde önlemler (atık barajı ve kapalı devre su kullanımı) alınmalıdır. Deniz ve göl kenarlarındaki işletmelerin atıkları, dışarıdan ilave edilmiş bir kimyasal içermediği sürece denizin veya gölün tabanına deşarj edilebilmektedir.

3. Proses Atıkları

3.1. Kimyasal Madde İçeren Atıklar

Pek çok endüstriyel hammadde, gerekli teknik özelliklere sadece basit fiziksel yöntemlerle (kırma-eleme gibi) sahip olamadığından daha ayrıntılı prosesler de kullanılmaktadır. Örneğin, boksitten alumina üretimi, kuvars, feldispat flotasyonu, bazı kaolinlerin asitli ve/veya sülfütlü çözeltilerle yıkanması gibi. Flotasyon veya hidrometalurjik bir yöntem içeren endüstriyel hammadde madenciliğinin çevresel sorun yaratma potansiyelinin, bu yöntemleri kullanan metalik madencilik faaliyetlerinden büyük bir farkı yoktur. Aşağıda, bazı endüstriyel hammaddelerin üretiminde karşılaşılan sorunlar ve çözümler verilmektedir.

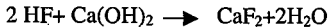
3.1.1. Hidroflorik (HF) Asit İçeren Atıklar

Kuvarın feldispattan ayrılması için konvansiyonel flotasyon işleminde önemli miktarda (asgari 500 gram/ton) hidroflorik asit kullanılmaktadır. Bu yöntemde proses suları ve atıklar çevre sağlığına zarar verecek düzeyde florür anyonu (F⁻) içerir. S.K.K.Yönetmeliği Ek-2 de (Suda Tehlikeli ve Zararlı Atıklar Listesi) kalsiyum florür hariç inorganik flor bileşiklerini ki genelde bu bileşik sodyum

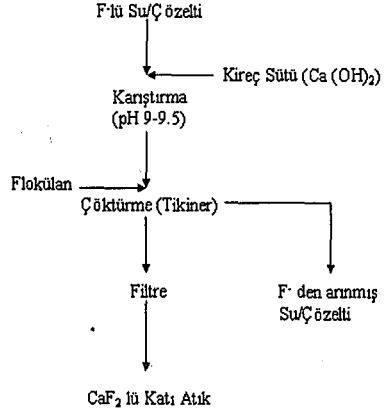
florürdür (NaF) tehlikeli madde olarak göstermektedir. Ancak "Maden Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları" tablolarında flor yer almamaktadır. Flor, sadece Tablo 8'de "Cam Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları" nda 2 saatlik numunede azami 30 ppm olarak verilmektedir. Bu verilerden anlaşılacağı üzere flor anyonuna karşı önlem alınmak zorundadır.

Florür anyonu içeren çözeltiler aşağıda Şekil 3'te verilen akım şemasına göre zararsız hale getirilebilir.

Florür anyonu aşağıdaki tepkime sonucu suda pratik olarak çözünmeyen ($K_{sp} = 3.45 \times 10^{-11}$) kalsiyum florür olarak çöker. Bu çökelti peletlenerek yüksek fırınlarda kullanılabilir.



Son yıllarda florür kullanmadan kuvars-feldispat ayrımı için dikkate değer flotasyon çalışmaları olması da florürün çevresel açıdan tüm dünyada istenmeyen bir anyon olması nedeniyle (9).



Şekil3:Florür Anyonu İçeren Su/Çözelti- lerin Arıtılması

3.1.2. Amin ($R_n\text{NH}_3\text{Cl}$) İçeren Atıklar

Katyonik toplayıcılar içinde en çok kullanılan aminler, içerdikleri azot veya klor nedeniyle çevresel açıdan potansiyel bir zarar kaynağı olabilir. Aminlerin çevreye zararı, yüksek debi ve konsantrasyonda (>100ppm) deşarj yapılması durumunda ortaya çıkar. Konvansiyonel flotasyon şartlarında (Mika, demiroksi-hidroksitler, feldispat, v.b.) 300g/ton'dan daha fazla kullanılmayan aminlerin atık sulardaki derişimi 100ppm'in çok altındadır.

Aminler, S.K.K. Yönetmeliği'nde madencilik sanayiine ilişkin tablolarla yer almamakla birlikte, Ek-2'de, madde 5'teki "organik halojen bileşikleri ve bunları ihtiva eden atıklar" ile madde-26'daki "yüzey aktif maddeler" gurubunda ele alınabileceğinden, yüksek debi ve derişimlerde arıtımı için önlem alınması istenebilir.

Aminleri sudan arıtmak için ülkemiz koşullarında en kolay ve ekonomik çözüm, aminlerin bentonite adsorbe edilmesidir (10). Yüksek katyon değişim kapasitesine sahip 100-300g/m³ gibi az miktarda bentonit kullanımı, aminin %97.7'sini sudan arıtmaktadır. Adsorpsiyonun çok hızlı olması nedeniyle bu işlem için sadece bir-iki dakikalık kalma süresi sağlayan bir karıştırma tankı yeterlidir.

3.1.3. Demir Yüklü Asidik Sülfath Çözeltiler

Kaolin ve kuvarın, limonit kaynaklı demir içermesi halinde, bu maddelerin kalitesini artırmak amacıyla, mineral yüzeylerine adsorbe olmuş demir hidroksitler sülfirik asitle yıkanmaktadır (Ağartma-

bleach-işlemi). Yıkama anında ortama indirgeyici sülfidler ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, NaHSO_3 , v.b.) eklenerek pH 3'ün altında tutulur. Demir, iki değerlikli demir sülfat olarak çözeltiye geçer. Katı-sıvı ayırımından sonra çözeltinin mutlaka nötralize edilerek pH 'nın 6'nın üzerine çıkarılması gereklidir. Nötralizasyon işlemi için kireç sütü, kostik soda, soda küllü, trona çözeltisi gibi alkali kimyasallar kullanılır. Bu durumda, demir hidroksit olarak çökelir. Bu çözelti tekrar katı/sıvı ayırımına tabi tutularak su, kapalı devre bir proses için temizlenmiş olur.

3.1.4. Kırmızı Çamur

Endüstriyel hammaddeler dünyasında, gerek hacim gerekse üzerinde yapılan çalışmalar olarak işletmeleri ve araştırmacıları en çok uğraştıran konulardan birisi kırmızı çamurdur.

Boksitin, sodyum hidroksitle tepkimesi sonucu çözünmeyen, demir, alumina, silis, kalsiyum ve titan ile aşırı miktarda sodyum hidroksit içeren kırmızı renkli atığa görünüşünden dolayı kırmızı çamur denmektedir. Boksitin mineralojik ve kimyasal bileşimine bağlı olarak, bir ton alüminyum metali için 0.3 ile 2.5 ton arasında kırmızı çamur üretilmektedir. Bu da her yıl dünyada milyonlarca metreküp kırmızı çamur hacmi oluşturur. Kırmızı çamur çok yüksek alkalitesi ($\text{pH} > 12$) nedeniyle mutlaka atık barajında tutulmak zorundadır. Hacminin çok büyük olması nedeniyle, ortaya çıkardığı çevre sorunu ile birlikte işletme ekonomisine katkı sağlayacak ürünlere dönüştürülmesi için üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Günümüzde kırmızı çamurun aşağıda belirtilen alanlarda değerlendirilmesi mümkündür.

- Tuğla, kiremit veya yer karosu üretimi
- Asidik maden sularının nötralizasyonu
- Ağır metal içeren çözeltilerin arıtılması

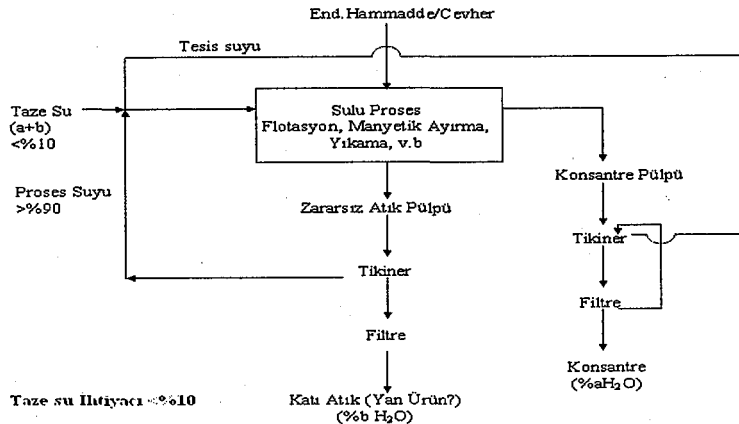
Kırmızı çamur yukarıda sayılan konularda kullanılmadığı takdirde sülfirik asitle nötralize edildikten sonra üzerine toprak serilerek bitki örtüsü ile kaplanır ve arazi geri kazanılmış olur. Denize yakın bölgelerde deniz suyu nötralizasyonu hızlandırarak, asit tüketimini azaltmaktadır.

3.5. Zararsız Katı Atıklar

Atmosferik şartlardan pratik açıdan etkilenmeyen yani su ve hava (oksijen) ile kısa ve orta vadede tepkimeye girmeyen, kararlı mineraller, örneğin, kalsit, silikatlar, killeri, v.b. uygun şekilde stoklandıkları takdirde çevre için zararlı değildir. 3213 Sayılı Maden Kanunu, madde 36'da, bu türden atıkların orman içinde stoklanmasına izin vermektedir. Ancak, bu türden zararsız katıların proses suları (pülp) içinde alıcı ortamlara deşarj edilmeleri, yaratacağı fiziksel kirlilik nedeniyle mümkün değildir. S.K.K. Yönetmeliği, bu türden atıklarda, Askıda Katı Madde (AKM) miktarları (bulanıklılık) için sınır değerleri vermektedir. Söz konusu yönetmelik, Tablo 7.1, 7.4 ve 7.5'te değişik madencilik faaliyetlerine göre sırasıyla, iki saatlik kompozit numunede 70, 100 ve 100ppm AKM sınır değerleri vermektedir. Bu, AKM değerleri pek çok proses atığının doğrudan deşarjını imkansız kıldığından bu tür atıkların öncelikle, tikiner veya atık barajında sedimentasyon işlemine tabi tutularak yukarıdaki AKM sınır değerleri altına indirilmesi gerekir.

Esasen bu hale getirilmiş atık suyun alıcı ortama deşarjı yerine tesiste tekrar kullanılması yani kapalı devre çalışarak, suyun çevrime sokulması işletme ekonomisi açısından da gereklidir. Zira su giderek kıtlaşan ve pahalılaşan endüstriyel bir madde olmuştur.

Şekil 4'de katı atığı zararsız olan, sulu bir proses kullanan (flotasyon, manyetik ayırma, yıkama-sınıflandırma, v.b.) ve kapalı devre çalışan bir işletmenin genel akım şeması görülmektedir. Bu işletme asgari düzeyde suya ihtiyaç duyduğundan, ülkemizin de içinde yer aldığı kurak iklim kuşağında hem çevre hem de su ekonomisi nedeniyle Şekil 4'deki akım şeması en akılcı çözümdür. Çine Akmaden A.Ş. feldispat flotasyon tesisi Şekil 4'te görülen kapalı devrede çalıştığından 100 ton/saat kapasiteli tesisin taze su ihtiyacı yaklaşık 20 m³/saat'tir.



Şekil 4: Kapalı devre Su Kullanımlı, Çevreyle Tam Uyumlu, Tipik Bir Tesis Akım Şeması

SONUÇLANDIRMA

1- Endüstriyel hammaddeler çok geniş bir mineraller yelpazesi olduğundan, içerisinde insan sağlığına ve çevreye son derece zararlı, örneğin, asbest mineralleri ile birlikte zarsız, örneğin, agrega, kalsit, kil gibi mineralleri de içermektedir. Dolayısıyla çevre açısından endüstriyel hammaddeler için bir genelleme yapılamaz. Her endüstriyel ham madde işletmesi, çevresel açıdan kendi özel koşulları içinde ele alınmalıdır.

2- Toz oluşturan kırma-eleme kuru öğütme tesislerinde tozun cinsine bakılmaksızın tozsuzlaştırma işlemi mutlaka uygulanmalıdır. (Zararsız tozlar için verilen $150\text{mg}/\text{m}^3$ sınır değerinde bile olsa en hafif işte çalışan bir işçi, bir vardiyada yaklaşık 5000m^3 havayı ciğerlerine çekmektedir. Bu da 500-750g'arası tozun solunum sistemine girmesi demektir.)

3- Yaş tozsuzlaştırma (su püskürtme) yönteminin ilk yatırımı ve işletme maliyeti kuru mekanik sistemlere göre daha düşüktür.

4- Su püskürtme ile tozsuzlaştırmada suya karıştırılan yüzey aktif (yüzey gerilim düşürücü) maddeler tozsuzlaştırma etkinliğini artırmaktadır.

5- Endüstriyel hammaddelerde kullanılan yaş prosesler (Flotasyon, Yıkama-sınıflandırma) diğer madencilik işlemlerinde örneğin, sülfürlü cevherlerdeki gibi S.K.K.Yönetsmeliği açısından benzeri problemler yaratmaktadır.

En önemli noktalar, atık sularda askıda katı madde miktarı (AKM) ve pH'dır. Genelde, ciddi ağır metal sorunu ve zehirli kimyasallar (Fanyonu hariç) endüstriyel hammaddelerin zenginleştirilmesin de söz konusu değildir.

KAYNAKLAR

- 1- Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) Project, 2002, Breaking New Ground, Earthscan Publication Ltd. London, U.K.
- 2- ILO, 1991, Occupational Lung Diseases: Prevention and Control, Occupational Safety and Health Series No:67, International Labour Office, Geneva, Switzerland
- 3- Erkoç, Ö., 2005 Kişisel Görüşme ve "Nalco" kataloğu, GEMPA General Makine Tic. A.Ş., e-mail: gemsa@sim.net.tr
- 4- www.enveks.com.tr
- 5- Labahn, O. and Kohlhaas, B., 1983, Cement Engineers Handbook, p. 622-658, Bauverlag GmbH., Wiesbaden and Berlin, Germany
- 6- CRC Handbook of Chemistry and Physics, 2004–2005, 85 rd. Edition
- 7- Tektaş, E. , 2003, Bigadiç Colemanite Health and Safety Data Sheet, Eti Holding A.Ş. R and D. Dept., Ankara
- 8- www.ewt.colostate.edu/pubs/crops
- 9- Bayraktar, İ., Gülsoy, Ö.Y., Can, N.M., Orhan, E.C., 2001, Feldispat zenginleştirilmesi, 4. End. Hammaddeler Sempozyumu S. 97–105, TMMOB Maden Müh. Odası, İzmir
- 10- Orhan, Eren, Caner, 2001, Feldispat Flotasyonunda Amin-Oleat Etkileşimi, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Ankara.

Madencilikte Sıfır Atıklı Üretim

A.İ. Arol

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: “*Sıfır atık*” son yıllarda önem kazanan kavramlardan biridir ve dünya çapında giderek yaygınlaşmaktadır. Bu yazıda, bu kavramın tanımı ve kapsamı verilmekte, madencilik ve ilgili faaliyet alanlarında sıfır atıklı üretim teknolojilerine ilişkin örnekler sunulmaktadır.

ABSTRACT: “*Zero waste*” has become an important concept in the recent years and spreading rapidly worldwide. In this article, the definition and the scope of this concept is given along with some examples of zero waste technologies in the mining and related industries.

1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen çevre bilinci atık üretimi konusunda yeni kavram ve eğilimleri beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda “sıfır atık” (zero waste) birçok ülkede ve birçok ticari veya ticari olmayan kurumda ciddi bir şekilde ele alınmakta; bu ülke ve kurumlarda belli bir zaman sonra sıfır atıklı üretim teknolojilerine geçilmesi öngörülmektedir (Pauli, 1997; Liss, 2000; Anon., 2003(1); Anon., 2005). Şimdilik, sıfır atık kavramı daha çok evsel, kentsel ve sanayi atıklar için öne sürülmektedir. Ancak, madencilik ve çevre ilişkisinde son yıllarda yaşanan olaylar, sıfır atık ilkesinin madencilikte de hızla gündeme geleceğini göstermektedir. Tuzlu yeraltı sularından sıfır atıkla tuz üretimi gerçekleştiren Avustralya (Butler, 2004), 2020 itibarı ile madencilikte sıfır atığa ulaşma hedefini şimdiden açıklamıştır (Anon., 2000). ABD’nin Illinois Eyaletinde bulunan yüksek kükürtlü kömürlerin sıfır atık ilkesi doğrultusunda işletilmesi projesi başlatılmıştır (Anon., 2002).

“*Sıfır atık*” kavramı esasında “*sürdürülebilir kalkınma*” ve “*temiz üretim*” kavramlarının bir uzantısıdır. Bir “*vizyon*” ifadesi ve dolayısıyla varılmak istenen hedeftir. Üretim ve tüketimde var olan “doğrusal” düşünme kalıplarını terkedip, “çevrimsel” düşünmeye geçişi öneren bir yaklaşımdır. Atık üretimini öngören “*atık yönetimi*”nden atık üretimini azaltan veya önleyen “*kaynak yönetimi*”ni öne çıkarır. Sıfır atık, ilk önce bir sivil toplum girişimi olarak başlatılmış, daha sonra birçok ülke ve kurum tarafından benimsenerek yayılmıştır. Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği

gibi uluslararası kurumların girişim ve mevzuatlarında da benzer girişimler mevcuttur. UNEP tarafından sürdürülebilir kalkınma temelinde kabul edilen **3R** (*reduce, reuse ve recycle*) girişimi de esas itibarı ile sıfır atık’ı hedefler. Son yıllarda bunlara dördüncü R (*repair*) de eklenmiştir. Bu girişim kapsamında, ürün tasarımı ve üretim sırasında, kaynak tasarrufunu, geri dönüşümü, uzun ürün ömrünü ve çevre kirliliğinde üretici sorumluluğunu öne çıkaran yaklaşımlar yer almaktadır. 3R (veya 4R) girişiminin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için yasal, düzenlemeler, tüzük ve yönetmelikleri kapsayan **yönetişim, eğitim ve bilinçlendirme**, atığı en aza indirecek **teknolojilerin** uygulanması ve bu doğrultuda adım atılması için vergi ve teşvikleri içeren **finansal** düzenlemelerin yapılmasının gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Anon., 2004(1)). Avrupa Birliği bünyesinde oluşturulmakta olan **sürdürülebilir kaynak yönetimi** kapsamında da 3R girişimine benzer yaklaşım ve yaptırımlar mevcuttur. Mühendislik standartlarının gözden geçirilmesi, yeni ürünlerde geri dönüşüm malzemelerine kota konulması, doğal kaynak malzemelerini ilk kullanma vergisi, AR-GE çalışmaları gibi teşvik edici yasal ve finansal düzenlemelere gidilmesi vb uygulamalar öngörülmektedir (Bringezu, 2002). Avrupa Komisyonu tarafından oluşturulan “Madencilik Faaliyetlerinde Artık ve Atık Kayaların Yönetimi için Mevcut En İyi Yöntemler” (Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste Rock in Mining Activities) çalışması da bu yönde atılmış önemli adımlardan biridir (Anon., 2004(2)).

2. MADECİLİKTE “ARTIK” VE ATIK

Kavram kargaşasını önlemek amacıyla madencilikte sıkça ve zaman zaman birbirini yerine kullanılan ve “artık” ve “atık” kavramlarının açıkça tanımlanması gerekmektedir. Bu makalenin yazarına göre:

Artık: Bir başlangıç malzemesinden, yararlanılmak istenen bölüm alındıktan sonra o malzemeden arda kalan bölüm artık olarak tanımlanmalıdır. Bu tanımlamaya göre, bir mermer bloğundan alınan plakalar dışındaki düzensiz parçalar, bir kömür yıkama tesisinde batan şist, bir flotasyon tesisindeki değersiz minerallerin toplandığı ürün (tailings), altın liç tesisindeki altını alınmış çamur, vb malzemeler artık sınıfına girmektedir. Kısaca, geleneksel olarak, herhangi bir madencilik faaliyeti sırasında o faaliyet için satılabilir nitelik taşıyan ürünlerin dışındaki herşey ilk önce bir artıktır.

Atık: Bir faaliyet sonrası, çevreyi, fiziksel, kimyasal, biyolojik veya görsel olarak kirliletme potansiyeline sahip ve/veya bulundukları yerde gözlem, ölçüm, denetim ve elleçleme amacıyla sürekli harcama gerektiren arazi ve yapılar, katı, sıvı veya gaz halinde bulunan maddeler atık olarak tanımlanmalıdır. Buna göre, işletilmiş ve hiçbir arazi (ocak) islahı yapılmadan terkedilmiş madenler, madenden veya cevher hazırlama tesislerinden çıkan ve gelişigüzel dağılmış veya yığılmış hertür katı, denetimsiz olarak dere yataklarına akıtılan artık sıvı ve çamurlar, atık havuzlarında sürekli gözlem ve denetim altında tutulması gereken sıvı ve çamurlar, havaya salınan gazlar ve gereksiz yere harcanan enerji atık olarak nitelendirilmelidir. Zira, söz konusu bu atıklar için toplum (işletmeci) ek bir bedel ödemiştir veya ödemektir veya ödeyecektir.

3. MADECİLİKTE “SIFIR ATIK” UYGULAMALARI

Kabul etmek gerekir ki madencilik en çok atık üreten sektörlerden biridir. Ancak, üretilen atıkların büyük bir çoğunluğu doğal malzeme ve hatta hammadde niteliğindedir. Bu nedenle, gerekli düşünce dönüşümü sağlandığı takdirde bugün atık olarak nitelenebilecek birçok malzeme çevresel kirlilik yaratmadan, toplumsal ve ekonomik yarar sağlar hale getirilebilir. Diğer taraftan, çevresel kirliliğin maliyeti şirket bilançolarına henüz yeterince yansımamıştır. Kirlileten öder (hatta atan veya bozan öder) ilkesinin bütün boyutları ile işlerlik

kazandığı bir ortamda, madencilik yapan şirketler, atık üretimini önlemek için çaba göstermeye ve giderek sıfır atıklı üretime zorlanacaktır. Esasında madencilikte bu yöndeki çalışmalar uzun bir süredir yapılmaktadır. Madencilikte yaratılan atık ve bozulan arazinin doğaya geri kazandırılması (reclamation) sıfır atık ilkesine göre yapılan bir uygulama olarak görülebilir.

Sıfır atıklı üretim gerçekleştirilmesi için herşeyden önce üretici firmanın, yöre halkının, evrensel, ülkesel ve yerel kurumların eşgüdüm içinde olması gerekir. Atık azaltmaya yönelik yeni üretim teknolojileri ve madencilik atıkları için yeni kullanım alanları bulunmalıdır. Son yıllarda bu yönde önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan derlenen birkaç örnek aşağıda özetlenmiştir.

3.1. Üretim Teknolojisi Seçimi ile Atıkların Azaltılması

Hem madencilik hem de cevher zenginleştirme sırasında seçilen üretim yöntemi atık üretimini önemli ölçüde azaltılabilir. Örneğin, açık ocak yerine yeraltı maden işletme yönteminin seçilmesiyle açık ocak maden işletmeciliğinden kaynaklanabilecek arazi bozulması vb sorunlar çözülebilir. Seçimli madencilik yaparak atık üretimi azaltılabileceği gibi, cevher zenginleştirme artıklarının yeraltı boşluklarında dolgu malzemesi olarak kullanılması ve çıkarıldıkları yere geri konmasıyla atık sorunu kısmen çözülebilir. Maden yataklarının ve üretim yöntemlerinin daha ayrıntılı modellenmesine olanak sağlayan bilgisayar teknolojileri, madenlerde robot kullanımı veya uzaktan kontrol yöntemleri bu yönde yardımcı olabilir. Kırma, eleme ve elleçleme sırasında tozlanmayı önleyici ve/veya toz tutucu yöntemlerin kullanılmasının hem çevresel kirliliği önlediği, hem de daha önce atık olarak havaya savrulan toz içindeki değerlerin kazanılmasını sağladığı bilinmektedir. Bu amaçla, geleneksel siklon ve torbalı toz tutucuların yanında elektrostatik toz tutucuların çimento, termik santral ve kuru çalışan cevher zenginleştirme tesislerindeki kullanımları hızla artmaktadır. Proses değişkenlerinin ayarlanması veya girdilerinde yapılan değişikliklerle kayıp ve kaçakların azaltılabileceği de belirtilmelidir (Başdağ ve Arol, 1998).

Teknolojik değişim ve yenilikler bazen küçük ilaveler şeklinde olduğu gibi bazen de köktenci dönüşümleri de gerektirebilir. Örneğin, günümüzde

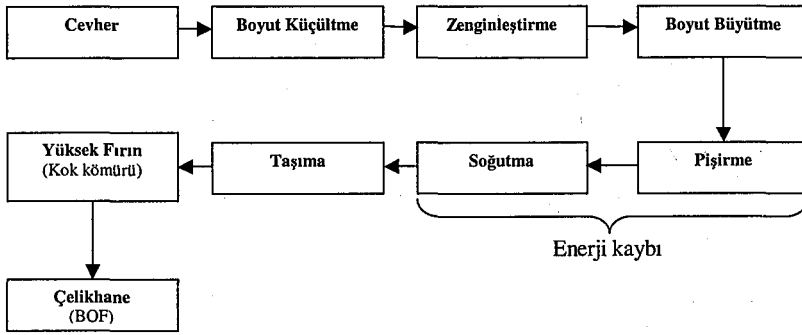
demir cevherinden demir üretimi iki ana yöntemle yapılmaktadır: Entegre yüksek fırın pik demir üretimi ve sünger demir üretimi. Düşük tenörlü demir cevherlerinden bu iki yöntemle göre demir üretimi akım şemaları Şekil 1 ve 2'de verilmektedir. Her iki yöntemle de cevherden demir üretimi yapabilmek için indirgeme fırınlarına beslemek üzere pelet üretilmesi ve bu üretim sırasında belli oranda enerji tüketilmesi gerekmektedir. Yeni geliştirilmekte olan "demir külçe" (iron nugget) teknolojisine göre ise, Şekil 3, peletlerin pişirilmesi, indirgenmesi ve ergitilmesi aynı süreç içinde yapılmaktadır. Sünger demir veya pişmiş pelet yerine cürufu ayrılmış, doğrudan çelikhaneye beslenebilecek demir külçeler elde edilmektedir. Bu teknoloji ile daha az enerji kullanılmakta, doğal gaz veya kok kömürüne göre daha ucuz ve yaygın linyit kömürü ile indirgeme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Böyle bir teknolojik dönüşüm ile sağlanan enerji tasarrufunun atık (CO₂ ve diğer) üretimini azaltacağı açıktır. Japonya'da ve ABD'inde bu teknolojinin uygulanması için yoğun AR-GE çalışmaları ve pilot uygulamalar yürütülmektedir (Kobayashi ve diğ., 2005; Anon, 2003(2)).

Bir başka örnek krom cevherinden sıfır atık teknolojisi ile kromat üretimi çalışmalarıdır, Şekil 4. Türk cevherlerinin de denendiği bu yöntemle %100'e yakın verim elde edildiği bildirilmektedir.

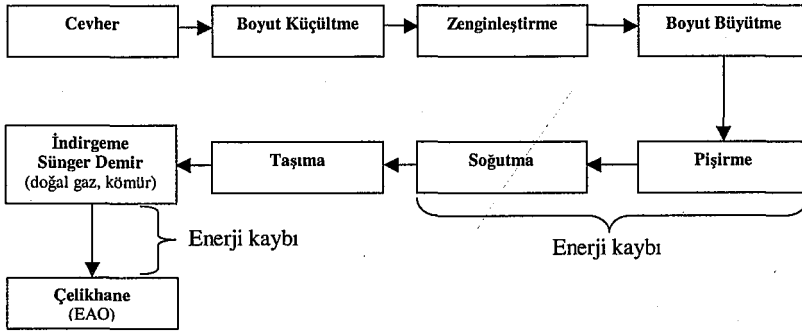
3.2. Atıklardan Yararlanılması

Madencilikte üretilen atıkların hacimce çoğunluğu yataşlardan oluşan katı atıklardır. Bu atıklar ya örtü kazı malzemesi olarak (genellikle iri boyutta) pasa döküm sahalarına aktarılmakta veya zenginleştirme ve diğer üretim süreçlerinin artığı olarak atık havuzlarında veya yine pasa döküm sahalarında yığılmaktadır. Her iki durumda da malzeme delme patlatma ile gevşetilmiş ve yerinden çıkartılmış veya kırma-öğütme ile boyutu küçültülmüştür. Uygun kullanım alanı bulunması durumunda, bunlar atık olmaktan çıkıp başka bir alanda yararlı hammadde (girdi) haline gelecek, enerji ve doğal kaynak tasarrufu sağlanacaktır. Bu alanda en çok üzerinde durulan atık malzeme içinde bulunan değerli minerallerin kazanılmasıdır (Güney ve diğ., 1996; Mitchell ve diğ., 2004). Ayrıca, bu tür malzemelerin madenlerde, gölet, baraj, yol ve inşaatlarda dolgu malzemesi veya agrega olarak kullanılması mümkündür (Emery, 1998; Indraranta, 1996; Lowel, 1996; Elmas ve diğ., 1998). AB, Madencilik Faaliyetlerinde Artık ve Atık Kayaların Yönetimi için Mevcut En İyi Yöntemler raporunda da atıkların

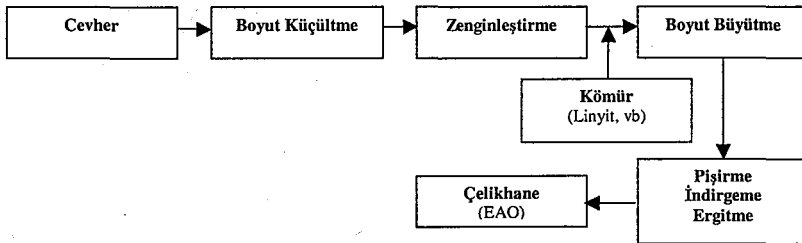
bu şekilde kullanılması önerilmektedir. Termik santral uçucu küllerinin ve yüksek fırın cürufularının çimento yapımında kullanılması, baca gazı desülfürizasyon kalıntısı alçının alçılı yapı elemanlarında kullanılması geçmişte atık olarak nitelenen malzemelerin ne kadar önemli hammadde haline gelebileceğine ilişkin örneklerdir. Atıklardan bu doğrultularda yararlanmak bilinen ve uzun zamandır uygulanan yöntemlerdir. Son yıllarda atıklardan farklı şekillerde yararlanmak için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Uçucu küllerin kullanımı konusunda iki yılda bir düzenlenen ve 2003 yılında beşincisi yapılan kongrelerde dünyanın birçok ülkesinde konu ile ilgili yapılan çalışmalar aktarılmaktadır. Sekincisi Türkiye'de düzenlenen SWEMP (Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production) sempozyumları (Pasamehmetoğlu ve diğ., 2004), birçok sempozyum, kongre ve benzeri toplantılarının atık yönetimi ve kullanımı oturumlarında madencilik faaliyetleri sonrası ortaya çıkan atıklardan yararlanmanın yolları üzerine yapılmış çalışmalar sunulmaktadır. Birçok dergi atık kullanımını öne çıkaran yayınlar yapmaktadır. Bugüne kadar yapılan bütün çalışmaların değerlendirilmesi bu yazının kapsamı dışındadır. Ancak, madencilikte sıfır atık yaklaşımının gerçekleşmesine katkı sağlayabilecek birkaç değişik örnek verilecektir. Bu örnekler arasında, atıklardan inşaat tuğlası yapımında yararlanılması (Ediz ve Özdağ, 1995; Bayat ve Vapur, 2000; Tütünlü ve Atalay, 2001; Uslu ve Arol, 2004), uçucu küllerin ve Bayer Prosesi atığı kırmızı çamurların, asidik toprakların koşullandırılmasında kullanılması sayılabilir (Schueck ve diğ., 2001; Lin, 2004). Bu uygulamanın tersi olan bir başka uygulama alanı olarak da alkali toprakların sülfürlü mineral atıkları (piritçe zengin complex sülfürlü cevher flotasyon artığı) ile koşullandırılması akla gelebilir. Bilindiği gibi, sülfürlü mineraller içinde genellikle pirit bulunur. Cevherin yapısı ve ihtiyaç durumuna göre pirit bazen asit üretimi için konsantre edilerek kullanılmaktadır. Çoğu zaman da atık olarak atılmaktadır. Türkiye'deki sülfürlü cevher işleyen zenginleştirme tesislerinde pirit daha çok atık muamelesi görmektedir. Öte yandan, alkali toprakların verimini arttırmak için ya asidik gübre kullanılmakta veya toprağa atılan elementer kükürtün oluşturduğu asitten yararlanılmaktadır. Pirit'in asit kaya sızıntısı oluşturan bir mineral olduğu bilinmektedir. Su, oksijen ve bakterinin bulunduğu ortamda pirit aşağıdaki tepkimelerle asite dönüşmektedir:



Şekil 1. Düşük tenörlü demir cevherlerinden yüksek fırında demir-çelik üretim sürecinin sadeleştirilmiş akım şeması



Şekil 2. Düşük tenörlü demir cevherlerinden sünger demir üretim sürecinin sadeleştirilmiş akım şeması



Şekil 3. Düşük tenörlü demir cevherlerinden demir külçe üretim sürecinin sadeleştirilmiş akım şeması

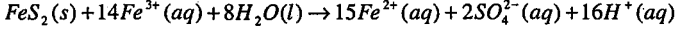
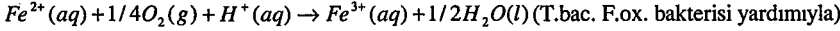
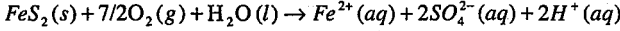
Zero-waste technology for chromium industry will reduce costs and protect the environment



New process for recycling chromium from industrial wastes recovers valuable materials and eliminates need for landfill disposal.

Detailed investigations were carried out into physical chemistry of the soda-ash roasting process, which is used worldwide to extract chromium from chromite ore as water-soluble sodium chromate. Treatment with various proportions of waste and catalyst was found to achieve a dramatic increase in conversion rates. Nearly 100% of sodium chromate was extracted with chromite ores from major producers South Africa, India, *Turkey*, and China.

Şekil 4. Krom cevherleri ile yapılan sıfır atıklı üretim çalışması (Anon., 2003(3)).



Burada oluşan asit kaya sızıntısı madencilikte yaşanan en önemli sorunlardan biridir. Çevresel etkilerinin giderilmesi için özel önlemler alınması gerekir. Buna karşılık, eğer pirit atık muamelesi görmez ve bir katkı (ham)maddesi olarak alkali toprağa atılırsa, alkali toprağı, elementer kükürtle yapıldığı gibi, nötralize edecektir. Piritin bu şekilde kullanılması ve onunla birlikte bulunan diğer metallerin bu süreçteki etkileri sıfır atıklı üretim yöntemlerinin geliştirilmesi yönünden araştırmaya değer bir konudur.

Atıklardan yararlanılması ile ilgili bir başka uygulama, baca gazlarındaki carbon dioksitin tutularak soğutma amaçlı kuru buz, sodalı içecek üretiminde veya diğer amaçlarla kullanılmasıdır (Suzuki ve diğ., 1997). Bu haliyle atık CO₂ yok edilmeyecek ancak bu amaçlar için kullanılacak CO₂ de üretilmeyecektir.

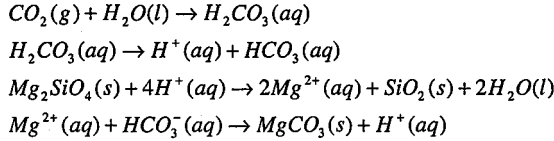
3.3. Atıkların Zararsız Hale Getirilmesi

Yukarıda tanımlanan şekliyle "atık" üretmemek veya ortaya çıkan artıklar için bir kullanım alanı bulmak her zaman mümkün olmayabilir. Artıkların zararsız hale getirilerek bertaraf edilmesi, sıfır atıklı

üretimin bir diğer ögesi olarak değerlendirilmelidir. Madencilikte, AKD için yapılan nöttürleştirme işlemleri, baca gazlarının kükürtten arındırılması, bozulan doğanın, madencilik faaliyetleri artıklarının da kullanarak, geri kazanımı, altın madenciliğinde siyanürün bozundurularak sıfır deşarjla barajlarda toplanması; ağır metallerin çöktürülerek duraylılaştırılması gibi yöntemler madencilikte halihazırda kullanılmakta olan yöntemlerdir. Bunların yanında, atıkların zararsızlaştırılması konusunda, daha yenilikçi uygulamalar mutlaka gündeme gelecektir. Bu uygulamalara bir örnek olarak atık karbon dioksitin kullanılması veya bir rezervuar yada katı içinde tutulması gösterilebilir. Bilindiği gibi karbon dioksit başta fosil yakıtların yakılması olmak üzere, bazı endüstriyel üretimler ve biyolojik etkinlikler sonucu açığa çıkan ve sera etkisi olan gazlardan en önemlisidir. Bu gazın salınımı 15 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe giren Kyoto Protokolü ile düzenlenmektedir. Karbon dioksit aynı zamanda önemli sinai gazlardan biridir. Gaz, sıvı veya katı (kuru buz) halde kullanılmaktadır. Sodalı içecek üretimi, petrol üretimi, küf ve böcek önleme, gıdaların korunması (soğutulması ve dondurulması), yangın söndürme, metal parçaların kumlanması, tıbbi uygulamalar gibi

birçok alanda kullanılmaktadır (Pierantozzi, 2003). Atık karbon dioksitin atmosfere karışmasını önlemek ve sera etkisini azaltmak için bu gazın petrol kuyularına ve eski kömür ocaklarına basılması, derin deniz sularında tutulması ve bazı minerallerle bağlanması gibi değişik alanlarda araştırmalar yürütülmektedir (Anon, 2003(4). Toprak alkali silikat minerallerinin karbon dioksiti termodinamik olarak kararlı bir şekilde tuttuğu

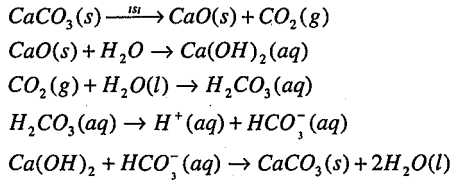
bilinmektedir. Bu, doğada kendiliğinden gerçekleşmekte ve kaya ıslanması olarak adlandırılmaktadır. Yağmur sularında çözünmüş olarak bulunan karbon dioksitin serpantin ve olivin gibi minerallerle aşağıdaki şekilde tepkimeye girmesi sonucu oluşur:



Bu olgudan hareketle, son yıllarda karbon dioksitin serpantinlerle tutulması üzerine araştırmalar yapılmaktadır (Kojima ve diğ, 1997; Connor ve diğ, 2005).

Buna benzer bir uygulama da ABD'nin Illinois Eyaletinde sıfır atık ilkesi doğrultusunda üretim denemesi yapan kömür madeninde düşünülmektedir (Anon., 2002). Endüstriyel park niteliğinde olan bu işletmede, kömür, elektrik üretimini de içeren

bütünlük bir sistem içinde çıkarılmaktadır. Termik santrallerden çıkan karbon dioksitin bir bölümünün baca külleri kullanılarak tutulması düşünülmektedir. Bu işlem sırasında kalsine olmuş alkali toprak metallerin sulu ortamda karbon dioksit ile tepkimeye girerek, normal koşullarda kararlı karbonatlara dönüşmesi ilkesinden yararlanılmaktadır:



4. SONUÇ

Dünyada, kısa bir süre önce başlatılan sıfır atık hareketi, çok uzak olmayan bir gelecekte madencilik faaliyetlerinden de atıksız üretimin gerçekleşmesini isteyecektir. Yeni yasal düzenlemeler ve gelişen toplumsal eğilimler sıfır atık üretimini zorunlu hale getirecektir. Çevresel etki yönünden her zaman dikkatleri üzerinde toplayan madencilik sektörü, bu amaca yönelik çalışmaların bir bölümünü oldukça uzun yıllardır yapmaktadır. Yeni bir bakış açısı ve geliştirilecek yeni teknolojiler, madencilikte de atıksız üretimin önünü açacaktır.

KAYNAKLAR

- Anon., 2000; 'Zero emissions, zero waste' minerals vision; www.csiro.au/
 Anon., 2002; Demonstration of Coal Industrial Park for Illinois Coal Industry Enhancement, Technical Report; www.icci.org/
 Anon., 2003(1); Encouraging and motivating all sectors of New Zealand society to work towards a target of zero waste, www.zerowaste.co.nz/
 Anon., 2003(2); The Mesabi Nugget Research Project New Ironmaking Technology of The Future: High Quality Iron Nuggets Using A Rotary Hearth Furnace; www.eere.energy.gov/
 Anon., 2003(3); Zero-waste technology for chromium industry will reduce costs and protect the environment; www.ost.gov.uk/

- Anon., 2003(4); *Capturing and Sequestering Carbon Dioxide*, www.climate-technology.gov/
- Anon., 2004(1); *Reduce, reuse and recycle concept (The "3Rs" and life cycle economy)*, www.unep.org
- Anon., 2004(2); *Best available techniques for management of tailings and waste rock in mining activities*, www.jrc.es/
- Anon., 2005; *Management Principles for the Coming Age of Zero Waste*; www.grtn.org/
- Başdağ, A. ve Arol, A.I., 1998; *Iron ore pelletizing at GIC and the Environment-Practices and improvements*, Proceedings of Fifth International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production; Ed. Paşamehmetoğlu, G. ve Özgenoğlu, A., Ankara, Turkey, 701-706.
- Bringezu, S., 2002; *Towards Sustainable Resource Management in the European Union*, Wuppertal Papers, www.wupperinst.org/
- Butler, P., 2004; *Commercial product born from a zero waste process*, CSIRO Process Magazine, www.minerals.csiro.au/
- O'Connor, W.K. ve diğ., 2005; *Carbon dioxide sequestration by direct mineral carbonation: Results from recent studies and current status*, www.netl.doe.gov/
- Ediz, N. ve Özdağ, H., 1995; *Kırka Boraks İşletmesi atık Killerinin Tuğla Yapımında Kullanılabilirliğinin araştırılması*, Madencilik, 34(4), 27-34.
- Elmas, N., Aykul, H., Erarslan, K. ve Ediz, I.G., 1998; *Environmental problems caused by bituminous schist and possible solutions*; Proceedings of Fifth International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production; Ed. Paşamehmetoğlu, G. ve Özgenoğlu, A., Ankara, Turkey, 323-328.
- Emery, J. J. Emery, 1975; *Waste and byproduct utilization in highway construction*, Resource Recovery and Conservation, 1(1), 25-43.
- Ghafoori, N., Wang, L. ve Kassel, S., 1998; *Field pavements using conventional and clean coal technology by-products*; Proceedings of Fifth International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production; Ed. Paşamehmetoğlu, G. ve Özgenoğlu, A., Ankara, Turkey, 495-499.
- Güney, A., Sirkeci, A.A. ve Yüce, A. E., 1996; *Re-evaluation of Chromite Tailings*, Proceedings of IV International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production; Ed. Ciccu, R., Cagliari, Italy; 393-401.
- Indraranta, B., 1996; *Construction potential of coal tailings in geotechnology*; Proceedings of IV International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production; Ed. Ciccu, R., Cagliari, Italy; 967-974.
- Kobayashi, I., Tanigaki, Y. ve Urugami, A., 2005; *A new process to produce iron directly from fine ore and coal*, www.midrex.com/
- Kojima, T., Nagamine, A., Ueno, N., Uemiyi, S., 1997; *Absorption and fixation of carbon dioxide by rock weathering*, Energy Conversion and Management, 38, 461-466.
- Lin, C., 2004; *Bauxite Residue (Red Mud) from the Pingguo Alumina Refinery, China: Characteristics and Potential Uses*, Proceedings of Fifth International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, Ed. Paşamehmetoğlu ve diğ., Ankara, Turkey, 551-555.
- Liss, G., 2000; *Businesses*; www.grtn.org/
- Lowell, C.W., 1996; *Use of waste products as flowable fill*, Proceedings of IV International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production; Ed. Ciccu, R., Cagliari, Italy; 975-978.
- Mitchell, D. C., Harrison, J. J., Robinson, H. L. ve Ghazireh, N.; 2004; *Minerals from Waste: Recent BGS and Tarmac experience in finding uses for mine and quarry waste*, Minerals Engineering, 17(2), 279-284.
- Pauli, G., 1997; *Zero emissions: The ultimate goal of clear production*, Journal of Cleaner Production; 5(1-2), 109-113.
- Pierantozzi, R., 2003, *Carbon Dioxide*, Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology Paşamehmetoğlu, G., Özgenoğlu, A. ve Yeşilay, A.Y.; 2004; Proceedings of Fifth International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, Ankara, Turkey.
- Schueck, J., Tarantino, J., Kania, T., ve Scheetz B., 2001; *The Use of FBC Ash for Alkaline Addition at Surface Coal Mines*, Proceedings of the 2001 International Ash Utilization Symposium, Ed. Robl, Kentucky, USA, 304-319.
- Tütünlül, F. ve Atalay, M. Ü. 2001; *Fly ash utilization in manufacturing of bricks*, New Developments in Mineral Processing, Proceedings of IX. Balkan Mineral Processing Symposium, Editörler: Önal ve diğerleri, İstanbul, 677-680.
- Suzuki, T., Sakoda, A., Suzuki, M. ve Uzumi, J., 1997, *Recovery of Carbon Dioxide from Stack Gas by Piston Driven Ultra-rapid PSA*, www.scej.org/

Asit Maden (Kaya) Drenajında Aktif ve Pasif Çözüm Yöntemleri

M. Karadeniz

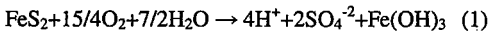
MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Sülfürlü, metal veya kömür madeni işletmelerinde karşılaşılan asit maden drenajının belirgin özellikleri; düşük pH, yüksek asidite, yüksek iyon konsantrasyonu ($\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$, Al^{+3} , Mn^{+2} ve SO_4^{-2} gibi), askıda katı ve çözünmüş katı olarak sıralanabilir. Arıtma teknikleri temel olarak soruna kaynaklık eden bu parametreler için geliştirilmektedir. Her açıdan avantajlı olan kaynaktan önleme, çevresel önlemler zamanında alınmadığı takdirde, çözüm getirememektedir. Bu durumda, ya öteden beri bilinen aktif arıtma veya son yıllarda giderek yaygınlaşan pasif arıtma yöntemlerinden biri uygulanmak durumundadır. Uzun yıllardır yapılan araştırmalar sonucunda çok sayıda aktif ve pasif yöntem geliştirilmiştir. Ancak, maden yataklarının ve buna bağlı ortam koşullarının kendine özgü olması sebebiyle, tüm yataklara uygulanabilen bir yöntem mevcut değildir. Doğal olarak her çözümün bazı üstün nitelikleri olduğu gibi, zaafları da bulunmaktadır. Yöntem seçiminde belirleyici unsurlar; ortam koşulları, güvenilirlik, maliyet ve çevre standartlarıdır.

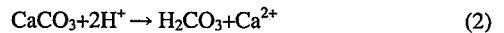
ABSTRACT: AMD that is usually seen in metal and coal mine works bearing sulfides is characterized by low pH, high acidity, high ion concentrations such as $\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$, Al^{+3} , Mn^{+2} and SO_4^{-2} , TSS and TDS. Treatment methods are developed as considering those parameters which are the main sources of problem. The best way of dealing with AMD is the control at source however, it may not be a solution unless environmental preventions are taken in time. In these cases, one of either conventional active treatment known for a long time or passive treatment methods those are applied more and more recently must be chosen. Numerous active and passive treatment techniques have been developed as a result of the researches that taken years. Since mine deposits and environment conditions that depend on them are unique, there is no any treatment technique applicable to all mine works. Naturally, every solution has some superiorities over the others, of course, together with some deficiencies. Local conditions, reliability, cost and environmental limitations or standards are the factors that play determining roll on the selection of method to be used.

1 GİRİŞ

Başta pirit olmak üzere, sülfürlü metalik mineral içeren kömür, baz metal, uranyum ve değerli metal madenlerinde görülen asit maden drenajı, sülfürlü minerallerin nemli ortamda genellikle mikrobiyolojik katkıyla (Kuyucak, 2000) oksidasyona uğraması sonucu, drenaj sularının asidik karakter kazanmasıdır. Süreci etkileyen parametrelerin çokluğu karmaşık ve çok kademeli reaksiyonlar (Karadeniz, 2000) zincirine sebep olur. Asit üreten reaksiyonları basite indirgerek;



ve ortamdaki karbonat ve silikat minerallerinin tetiklemesiyle asit oluşumunu engelleme ve nöttürleştirme yönünde ortaya çıkan reaksiyonları ise,



ifadeleriyle özetlemek mümkündür. Buna göre, ortamın mineralojik yapısına bağlı olarak, hem oksidasyon hem de nöttürleştirme reaksiyonları gerçekleşebilir.

Kimi zaman insan faaliyetlerinin dışında tamamen doğal olarak da gelişebilen AMD; düşük pH, yüksek asidite, yüksek iyon konsantrasyonu

(zengin metal içeriği), askıda ve çözünmüş katı özellikleriyle çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Gray, 1997). Burada belirtilmesi gereken önemli husus, sülfür içeren her maden işletmesinde AMD probleminin görüleceğini ileri sürmenin doğru olmadığıdır.

Öncelikle, işletmenin plânlanması aşamasında, söz konusu maden yatağı jeolojik, mineralojik, kimyasal, fiziksel, biyolojik ve bölgesel açıdan incelenmek, değerlendirilmek ve neticede de tanımlanmak durumundadır (Karadeniz, 2004). Ardından statik ve kinetik testler veya bir başka kestirim yöntemi kullanılarak (Yörükoğlu & Karadeniz, 2003), AMD'na ilişkin olası gelişmeleri önceden, belli ölçüde de olsa tayin etmek gerekir.

Tüm bu adımlar geçildikten sonra, eğer işletmede AMD üretim potansiyeli varlığı görülüyorsa, örtü kayaç veya pası malzemesinin kontrollü yerleştirilmesine ve suların yönetimi temeline dayanan kaynağında önleme yaklaşımı (sorun ortaya çıkmadan çözüm aranması) doğru tercihtir. ABD'nin doğu kısmında yapılan araştırmalarda, AMD sorununun yaklaşık %90 mertebesinde kapatılmış açık ocak ve derin kömür madenciliklerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Ziemkiewicz, Skousen & Simmons; 2005). Bu bağlamda, kaynağa önleme tartışmasız en ucuz ve etkin çözümdür.

Aksi takdirde, geleneksel olarak uygulanmakta olan aktif arıtma veya son yıllarda hızlı gelişme gösteren ve dolayısıyla giderek yaygınlaşan pasif arıtma yöntemlerinden uygun olan birinin seçilmesi zorunludur. Yöntemin belirlenmesinde; maden yatağının jeolojik ve mineralojik yapısı, üretim yöntemi, yerüstü ve yeraltı su rejimi, tesis ömrü, arazi topoğrafyası, iklim ve maliyet dikkate alınması gereken unsurlardır.

Maden yataklarına ilişkin koşulların kendine özgü olmasından dolayı, çok sayıda arıtma yöntemi (iyon değişimi, radyasyon, ani damıtma, ters osmoz, dondurma, elektrodializ ve köpük ayırımı gibi) geliştirilmesine karşın (Williams, 1975; Bhole, 1994), bunların büyük çoğunluğu, farklı sınırlamalardan dolayı, yaygınlaşma olanağı bulamamıştır. Yine, iyi bilinen yöntemler üzerinde de, hemen her defasında bazı değişikliklere gidilmesi zaruridir.

2 AKTİF ARITMA

Çevre açısından, AMD'ı çözeltisinde izlenmesi zorunluluk arz eden parametreler; pH, asidite, Fe, Mn ve Al gibi metal iyonu konsantrasyonları ile

askıda ve çözünmüş katı düzeyleridir. Buna göre, aktif arıtma esas itibarıyla, bir alkali kimyasal madde yardımıyla önce drenaj çözeltisini nötrleştirme ve sonra, metalleri çöktürme (presipitasyon) işlemidir.

Genel olarak aktif arıtma proseslerinde, AMD uygun bir yerde (gölet gibi) toplandıktan sonra, arıtma işleminde kullanılmak üzere seçilen kimyasal beslemesi yapıp, karıştırılır. Karıştırma mekanik, türbülanslı akış vasıtasıyla sağlanabileceği gibi, doğal çözünme de uygulanabilir. Kimyasal süreç, gerektiğinde havalandırma, oksidasyon (kimyasal veya biyolojik), salkımlaştırma gibi yardımcı işlemlerle desteklenir. Bu aşamayı, berraklaştırıcılar, diğer mekanik ayırıcılar (koyulaştırıcı gibi) kullanmak suretiyle gerçekleştirilen çöktürme izler. Kimi zaman da sadece çöktürme havuzlarından faydalanılır. Katı-sıvı ayrımıyla atık sıvının uzaklaştırılmasını takiben, çamur bertaraf edilerek (derin madenlerde veya uygun mekanda depolama) arıtma tamamlanır (EPA; 1983).

Bu amaç doğrultusunda kullanılabilecek belli başlı kimyasallar arasında hangisinin seçileceği teknik ve ekonomik etmenlere bağlıdır. Drenaj hacmi, asidite seviyesi, çözeltideki metal konsantrasyonu ve türü, askıda ve çözünmüş katı mevcudiyeti ile başlangıç pH değeri gibi drenaj çözeltisinin geliştiği ortama bağlı olarak kazandığı kimyasal ve fiziksel yapı (Çizelge 1) dışında, gerekli kimyasal oranları ve doğal ortama verilecek suyun niteliği teknik faktörlerdir. Ayrıca, kimyasal maliyeti, ekipman durumu, tesis ömrü, işçilik ve tabii ki risk faktörü ekonomik açıdan belirleyici rol oynamaktadır.

Çizelge 1. AMD Sularının Sınıflandırılması (Ziemkiewicz & Skousen, 1996).

Parametre	Tip 1	Tip 2	Tip 3
pH	2.5 - 5.5	6.2 - 8.3	5.5 - 8.3
Asidite	10 - 2 000 +	0 - 500	0 - 200
Alkalilik	0	5 - 400	5 - 200
Fe ⁺³	5 - 2 000 +	0 - 5	0 - 20
Fe ⁺²		5 - 500 +	0 - 100 +
Al ⁺³	5 - 300 +	0 - 5	0 - 100 +
Mn ⁺²	2 - 300 +	2 - 300 +	2 - 25
Ca ⁺²	0 - 200	200 - 800	200 - 600
SO ₄ ⁻²	500 - 4 000 +	500 - 2 000	500 - 2 000
H ₂ CO ₃	10 - 30 +	0 - 5	0 - 300 +
HCO ₃ ⁻	0	5 - 300	5 - 300
TAK	-0	-0	15 - 2 000 +
TÇK	300 - 3 000 +	300 - 3 000 +	300 - 3 000 +

* Tüm parametrelere ait birimler pH hariç, mg/l'dir.

2.1 Çözeltideki iyonlar ve davranışları

AMD'nı sorun haline getiren ilk parametre yüksek H^+ iyonu konsantrasyonu (düşük pH), diğeri de, bilhassa mineral asiditesi olarak tanımlanan (Skousen, 1996) ve üzerinde daha fazla durulan metal iyonu konsantrasyonudur. Bu nedenle, ilk adım çözeltinin nőtürleştirilmesidir. Ayrıca, metal iyonları genelde kimyasal olarak suyun pH değeri 6-9 arasında iken çökeler.

Nihai hedefte, pH'n çok yüksek olması istenmiyorsa (8-8.5), karbonatlı bileşikler yeterli olur. Ancak, ortamın pH seviyesinin daha fazla yükselmesi istenirse, hidroksit bileşikleri ilâve edilmelidir. Bu yalnızca su kalitesine bağlı değildir. Çözeltinin içerdiği metal iyonlarının davranışlarıyla da yakından ilgilidir.

Ortamda oksijen varsa, Fe^{+2} iyonları oksitlenerek Fe^{+3} e dönüştürüp demir hidroksit oluşturur ve pH 3.5'e ulaştığında sarımsı turuncu renkte bir katı halinde çökler. Şayet, oksijen yetersizse, demir Fe^{+2} iyonları formundadır. Çökme ancak, pH 8.5'e çıktığında görülür ve mavimsi yeşil renk verir. Oksijen fakirliği halinde, iki değerlikli demir iyonlarının üç değerlikli demire yükseltgenmesi için havalandırma yararlı olur.

Çökme açısından asıl büyük problem Mn iyonları varlığında yaşanır. pH 9-9.5 aralığında çökelen Mn'ı tamamen uzaklaştırabilmek için, bu değeri 10.5'e çıkarmak gerekebilir. Demir iyonu konsantrasyonunun manganez iyonu konsantrasyonuna kıyasla 4 kat ya da daha fazla olması halinde, pH 8'in üzerinde birlikte çökme gerçekleşir.

Bir diğer önemli metal iyonu olan Al'un davranışı oldukça farklıdır. pH 5'in üzerine çıktığında çökelen Al, pH 9'a ulaştığında yeniden çözünerek çözeltiye geçer ve ancak pH 10.5'den sonra çökler.

Doğaldır ki, drenaj çözeltilerinde bulunan metal iyonları bunlarla sınırlı değildir. Mineralojik yapı kapsamında bakır, kurşun, çinko, nikel ve diğer ağır metallere de rastlanabilir. Ayrıca, yine yatak mineralojisine bağlı olarak, drenajda sülfat iyonu dışında bazı anyonlar bulunabilir.

2.2 Kimyasallar

Aktif arıtmada kullanılan kimyasalları amaçları yönüyle; nőtürleştiriciler, topaklayıcılar/salkımlaştırıcılar (koagülanlar/flokülanlar) ve

oksitleyiciler olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür.

Potasyum, magnezyum, amonyak ve diğer kalsiyum bazı olanlar da dahil çok sayıda kimyasal bileşik ve mineral arıtmada alternatif olabilecek özellikler taşımaktadır (Stokowski, Shapiro & Pincomb, 1992). Nőtürleştirici bileşikler toprak alkali metallerin oksit, hidroksit veya karbonatlarıdır (Çizelge 2 ve 3). Ancak, ağırlıklı olarak tercih edilen dört kimyasal; kireçtaşı, hidrate kireç, soda külü ve kostik sodadır. Bu bileşiklerin özelliklerini oluşturan sodyum/kalsiyum ve karbonat/hidroksit arasında karşılaştırma yapılarak uygun kimyasal belirlenir. Kalsiyumlu bileşikler sodyumlulara göre ucuz ve reaksiyon hızları düşüktür. Hidroksitler pH'n yükseltilmesinde ve metallerin çöktürülmesinde etkili, buna karşın kullanımları daha güç, maliyetleri fazladır.

Çizelge 2. Arıtma Kimyasalları ve Nőtürleştirmede Etkinlikleri (Skousen, Hilton & Faulkner, 1996).

Kimyasal	Formül	Nőtürleştirme Etkinliği
Kireçtaşı	$CaCO_3$	%30
Hidrate Kireç	$Ca(OH)_2$	%90
Sönmemiş Kireç	CaO	%90
Soda Külü	Na_2CO_3	%60
Kostik Soda	$NaOH$	%100
%20'lik Sıvı Kostik	$NaOH$	%100
%50'lik Sıvı Kostik	$NaOH$	%100
Amonyak	NH_3	%100

Çizelge 3. Kalsiyum veya Sodyum Bileşiklerinin Seçimini Etkileyen Etmenler (Skousen, 1996).

Etmen	Kalsiyum	Sodyum
Çözünürlük	Yavaş	Hızlı
Uygulama	Karıştırma gerekli	İyi dağılma
Sertlik	Yüksek	Düşük
Jips Oluşumu	Evet	Hayır
Yüksek Askıda Katı Oranı veya Kıl Tanecikleri	Killer çöker	Killer dağılır ve askıda kalır
Kimyasal Maliyeti	Düşük	Yüksek
Tesis ve Bakım Maliyeti	Yüksek	Düşük

Çöktürme havuzlarında önem taşıyan kalış süresini kısaltabilmek adına, hızlı çökmeyi temin için çözeltiye topaklayıcılar veya salkımlaştırıcılar ilâve edilmesi bilinen bir uygulamadır. Bu amaçla, çözüldüğünde yüksek yüklü iyonlar veren ($Al_2(SO_4)_3$) ve ($FeSO_4$) gibi polielektrolitler veya karşı yüklü katıları uzaklaştırmak üzere,

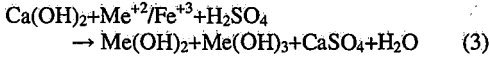
çözündüğünde negatif veya pozitif yüklü iyonlar üreten polimerlerden yararlanılabilir.

Metallerin daha düşük pH seviyelerinde çökmesini temin ve kimyasal arıtmanın etkinliğini artırarak maliyeti düşürme gayesiyle çözeltiye, oksitleyici olarak peroksit, hipoklorit ve permanganat bileşikleri karıştırılabilir.

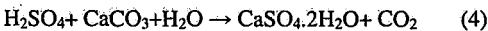
2.3 Arıtma kimyasalları

AMD sorununun kimyasal ilâvesiyle arıtılması öteden beri bilinen ve yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. Madenlerdeki yataktan yatağa değişen özellikler nedeniyle, yıllardır sayısız kimyasal bileşik denenmiştir. Burada, genel anlamda başarılı sonuçlar alınan dört tanesine kısaca değinilmiştir.

Hidrate kireç (Ca(OH)_2): Tüm aktif arıtma kimyasallarının en yaygın kullanılanı, özellikle asiditenin yüksek ve drenaj hacminin fazla olduğu yerlerde, bilhassa kömür madenciliğinde tercih edilendir. Toz halinde bulunması, belli ölçüde de olsa hidrofobik davranması nedeniyle, olumlu sonuçlar elde edilmesi, çözeltide iyi dağılmasına, diğer bir deyişle, karıştırma işleminin etkin yapılmasına bağlıdır. Reaksiyona girdiğinde, jips oluşturur (3) ve çamur hacmi yüksektir.



Kireçtaşı (CaCO_3): En ucuz ve güvenilir seçenek olan, diğerlerine oranla kullanım kolaylıkları sağlayan kireçtaşı, düşük çözünürlüğü nedeniyle pH'ın ve metal iyonu konsantrasyonunun düşük olduğu şartlarda oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Etkinliğini tane boyutu, kalsiyum içeriği ve spesifik yüzey alanı belirlemektedir. İnce tane boyutu (-325 mesh), yüksek kalsiyum düşük magnezyum oranı ve yüksek spesifik yüzey alanı kireçtaşının verimliliğini arttırmaktadır.



Kireçtaşı uygulamalarında, düşük çözünürlüğü dışında, reaktivitesi açısından karşılaşılan başlıca sorun yüzeyinin çözeltide bulunan metal iyonları, jips ve demir hidroksit ile kaplanması neticesinde etkisiz kalmasıdır.

Soda külü (Na_2CO_3): Soda külü akış hızının, metal konsantrasyonunun ve asiditenin az olduğu

koşullarda tercih edilen bir bileşiktir ve maliyeti yüksek, çöktürme süresi uzundur.

Kostik soda (NaOH): Akış hızının düşük, asiditenin fazla ve özellikle manganez konsantrasyonunun yüksek olduğu koşullarda tercih edilen kimyasaldır. Yüksek maliyeti ve kuvvetli baz olması nedeniyle gelen kullanım zorluğu en önemli dezavantajdır. Ayrıca, çok soğuk havalarda donma riski taşımaktadır.

Bu reaktiflerin dışında, iki değerlikli demir ve manganez konsantrasyonunun fazla olduğu çözeltelerde amonyak oldukça etkilidir. Güçlü bir nötrleştiricidir. Kullanım zorluğu, zehirliliği nedeniyle risk taşınması ve alıcı ortamlarda yaşayan canlılar için ciddi tehdit oluşturmaması kullanımını büyük ölçüde sınırlamaktadır.

3 PASİF ARITMA

Kimyasal ilâvesi gerektirmemesi sebebiyle, pasif diye adlandırılan ve aktif arıtmaya alternatif olarak geliştirilen pasif arıtma teknolojilerinin karmaşık kimyasal ve biyolojik mekanizmaları hakkındaki araştırmalar, son 15 yıllık dönem içinde yoğunluk kazanmıştır. Düşük maliyeti, işletme ve bakım basitliği gibi sebeplerle giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sistemlerden beklenen, metallerin, indirgenme veya yükseltgenme reaksiyonlarıyla kimyasal anlamda çöktürülerek sudan uzaklaştırılması ve suyun pH değerinin söz konusu ortamdaki canlıların yaşamlarını idame ettirecekleri seviyeye yükseltilmesidir.

Aktif arıtma yöntemlerinde de görüldüğü gibi, madenlerin kendilerine özgü karakterleri neticesinde, çok sayıda pasif arıtma teknolojisi geliştirilmiştir. Bunlar arasında; Doğal ve Suni Bataklıklar (yükseltgen ve indirgen şeklinde de ayrımlar bilinmekte), Anoksik Kireçtaşı Drenleri (ALD), Ardışık Alkali Üreten Sistemler (SAPS), Kireçtaşı Havuzları ve Açık Kireçtaşı Kanalları başlıca uygulananlardır. Kimi zaman birden fazla sistem bir arada kullanılabilir. Buna göre, uygulama için bir strateji geliştirilmesi gerekmektedir.

Arıtma sistemin başarısı; suyun (çözeltinin) kimyasal yapısına, debisine, arazinin topoğrafyasına ve ortamın karakterine bağlıdır. Dolayısıyla, uygulanacak yöntemin seçimi ve tasarımı önceden, bu parametrelerin belirlenmesi hayati önem taşımaktadır.

3.1 Bataklık sistemleri

Drenaj suları doğal veya inşa edilerek oluşturulmuş bataklık alanlardan geçirilmek suretiyle artırılabilir. Bitki ve hayvan barındırmaları, estetik görünüm sağlamaları nedeniyle, değerli birer ekosistem niteliği taşıdıkları kabul edilmektedir.

3.1.1 Doğal bataklıklar

AMD kendiliğinden büyümüş yosunlar, sazlar veya kamların bulunduğu bataklık alanlardan geçirildiğinde, su kalitesinde iyileşme olmaktadır.

Suya doygun toprağın veya çökellerin bitkiyle desteklendiği bataklıklar, organiklerin varlığıyla indirgen koşullar temin etmektedir (<http://ctcnet/crip/passive.htm>, 2001).

Drenaj içindeki metalleri adsorbe eden organik maddeler bir filtre gibi davranırken, indirgen ve yükseltgen mikrobiyolojik reaksiyonlarla da metaller çökelerak uzaklaşır.

Ancak, uzun dönemler dikkate alındığında, doğal ortamda bozulma olasılığı, bu sistemlerin önündeki temel engeldir.

3.1.2 Suni Bataklıklar

AMD'nin artırılması gayesiyle inşa edilen bataklık sistemleri ya aerobik (serbest oksijenli ortam) ya da anaerobiktir (serbest oksijen bulunmayan ortam).

Bataklıklarda metallerin alıkonma mekanizmaları; metal hidroksitlerin oluşumu ve kimyasal çökmesi, organik bileşik oluşumu, negatif yüklü yerlerde diğer katyonlarla değişim ve bitkilerce doğrudan alınmayı içerir. Bunlardan başka, karbonatlar tarafından nütürleştirilme, alt tabaka malzemesine tutunma, algler üzerine metal adsorpsiyonu ve değişimi ile demir hidroksitler ve sülfatın mikrobiyolojik olarak indirgenmesi sayılabilir (<http://www.wvu.edu/~agexten/landrec/>).

Aerobik bataklıklar: Sığ bir kazı (30-90 cm) yapılarak açılan boşluğun kum, toprak, kil, maden pasası ve organik maddelerle doldurulup geçirimsizliğin sağlandığı ve saz, kamlar gibi bitkilerle desteklendiği, en üstte 3-5 cm derinliğinde su katmanı bulunan yapay ekosistemlerdir.

Bitkilendirmeyle bir taraftan görsellik hedeflenirken, diğer taraftan da su akış rejimi düzenlenip homojenlik sağlanır. Bitki varlığının önemli bir rolü de biyokimyasal reaksiyonlara

ilişkindir. Yüzeyde su derinliğinin az, buna karşın alanın geniş olması metal oksidasyonunu ve hidrolizi etkinleştirir. Özellikle Fe, Al ve Mn hidroksitler çöker. Arıtma esas olarak sığ olan yüzeyde gelişir.

Aerobik suni bataklıkların etkinliği; drenaj çözeltisinin pH seviyesine, çözünmüş metal ve oksijen içeriğine, alkalilik durumuna, mikroorganizma varlığına ve drenaj çözeltisinin sistemde kalış süresine bağlıdır.

Aerobik suni bataklık uygulamaları asiditenin az veya drenaj suyunun alkali olduğu durumlarda, yüksek Fe konsantrasyonu olduğunda çok başarılı sonuçlar vermektedir. Zor çökelen Mn için geniş yüzey alanı gerekmektedir.

Anaerobik bataklıklar: Aerobik bataklıklarda olduğu gibi en üstte 3-5 cm derinlikte bir drenaj suyu tabakası, hemen altta 30-60 cm kalınlığında toprak, bataklık yosunu, çürümüş mantar, hıyar tozu, gübre gibi organik maddelerden oluşturulmuş geçirgen bir organik katman yer almaktadır. Genellikle en alta da 15-30 cm kalınlığında kireçtaşı yerleştirilmektedir. Kireçtaşı kimi zaman organik tabaka içine karıştırılmaktadır.

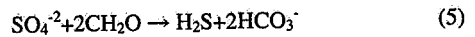
İnşa edilen diğer bataklık sistemlerindeki benzer ve aynı amaçlı bitkilendirme yapılmaktadır.

Drenaj suyu organik tabakadan geçirilmekte dolayısıyla arıtma reaksiyonları bu tabaka çerçevesinde gerçekleşmektedir. Yüzeyde çözünmüş oksijen varlığına bağlı metal oksidasyonu ve hidroliz reaksiyonları gelişir.

Organik tabakanın geçirgen olması nedeniyle, drenaj suyu bu tabakadan süzülür. Biyolojik oksijen ihtiyacı sudaki çözünmüş oksijenin tüketilmesi sonucunu doğurur ve ortam anaerobik hale gelir.

Organik tabakada hem kimyasal, hem biyokimyasal indirgen reaksiyonlar gelişerek metal sülfür oluşmasına, çökmesine ve nütürleşmeye sebep olur. Ayrıca, metal değişimi ve bileşik oluşumu reaksiyonları gelişir.

Alkali üretiminde, iki farklı mekanizma rol oynamaktadır. Bakteriler (Desulfovibrio ve Desulfotomaculum gibi) organik malzemeyi karbon kaynağı ve sülfatları kullanıp biyokimyasal süreçler geliştirerek, ortama hidrojen sülfür ve bikarbonat iyonları verir. Öte yandan, kireçtaşı da H iyonları ile kimyasal reaksiyon yaparak Ca ve bikarbonat üretir.



Aerobik koşullarda kireçtaşının hidroksit iyonlarıyla kaplanması neticesinde işlevini kaybetmesine karşılık, anaerobik şartlarda ve pH 7'nin üzerine iken Fe^{+2} iyonları çözünür hale gelir ve kireçtaşı yüzeyi kaplanmaz ve reaksiyonlar sürer.

Anaerobik bataklık sistemleri aerobik ve anaerobik ortamları birlikte barındırdığından, daha geniş çaplı kullanım imkânı vermektedir. Sadece bazik drenaj suları için değil, çözünmüş oksijen içeriği, asiditesi ve Fe iyonu konsantrasyonu yüksek, pH seviyesi düşük AMD sularının arıtılmasına da uygundur.

3.2 Anoksik Kireçtaşı Drenleri (ALD)

Anoksik (yetersiz veya çok düşük oksijen bulunan ortam) kireçtaşı drenleri, kazılan bir kanala kireçtaşı doldurularak ve plâstik astarla kaplanıp toprak örtüyle kapatılarak hazırlanmaktadır. Sistemde canlı organizma bulunmadığından, süreç biyokimyasal reaksiyon içermez.

Arıtma için, drenaj suları drenlerden geçirilir. Kireçtaşıyla temas eden drenaj çözeltisi kireçtaşı çözür. pH düzeyi yükselirken, çözelti bazik karakter kazanır. Ortamda oksijen yetersiz olduğundan, kireçtaşı yüzeyi demir hidroksitle kaplanmaz ve çözünmeye devam eder.

Drenaj çözeltisi yüzeye çıktığında oksidasyon ve hidroliz reaksiyonları gelişir ve çözelti bünyesindeki metaller çökler. Bunun için, çıkışa konacak çöktürme havuz alanının yeterli büyüklükte olması önemlidir.

Anoksik kireçtaşı drenleri asiditesi yüksek, çözünmüş oksijen içeriği düşük ve metal konsantrasyonu fazla olmayan AMD'nin arıtılmasında kullanılabilmektedir.

3.3 Ardıışık Alkali Üreten Sistemler (SAPS)

Anoksik kireçtaşı drenleri ile organik malzemeden oluşan bir katmanın, diğer bir ifadeyle, suni bataklık ardıışık olarak yerleştirildiği sistemlerdir.

En üstte 1-3 m derinlikte asit havuzu yer alır. Altta, 20-30 cm kalınlığında organik bir katman bulunur. Tabandaki drenaj boruları ile organik katman arasında ise, 30-50 cm kalınlığında kireçtaşı vardır.

Drenaj borularıyla aerobik havuza alınan çözeltideki metaller çökler. Sonrasında, hidrolik başlıklar vasıtasıyla çözelti organik malzeme içinden

geçirilir. Böylece, bünyesindeki oksijen tüketilirken, sülfat ve demir indirgenir. Ardından, anoksik nitelikteki kireçtaşı dreninden geçirilen çözeltinin asiditesi azaltılır.

Ardışık alkali üreten sistemler asidik karakterli, metal iyon konsantrasyonu ve çözünmüş oksijen içeriği yüksek olmayan drenaj çözeltileri için etkindir.

3.4 Kireçtaşı havuzu (LP)

Derinliği 1-3 m olan su havuzunun tabanına 30-90 cm kalınlığında kireçtaşı yerleştirilir. Su yukarı doğru kireçtaşıdan geçirilir. Havuz büyüklüğü, kireçtaşının çözünmesine yeterli süre sağlanabilmesi için suyun birkaç gün kalabileceği şekilde tasarlanır.

Kireçtaşı havuzu çözünmüş oksijeni düşük, demir ve alüminyum içermeyen çözeltilerin arıtılmasında kullanılabilmektedir.

Sistemin önemli avantajı, kireçtaşının gömülmemesinden dolayı izlenebilmesidir. Yüzey kaplanmasına bağlı olarak reaksiyon durduğunda müdahale edilebilmekte veya tükendiğinde ilâve yapılabilir.

3.5 Açık kireçtaşı kanalları (OLC)

Açılan kanallar kireçtaşıyla kaplandıktan sonra, AMD bu kanallardan geçirilir. Kanal uzunluğu, kanal eğimi, drenaj besleme hızı gibi parametreler sistemin etkinliğinde belirleyici rol oynamaktadır.

Açık kireçtaşı kanalları asit karakterli, çözünmüş oksijen içeriği ve demir konsantrasyonu yüksek çözeltilerin arıtılmasında kullanılmaktadır. Eğim doğru seçildiğinde yüksek debilerde de etkin olabilmektedir. Çünkü, presipite olmuş malzeme askıda kalmakta, yüzeyi kaplayan çökeller temizlenmektedir.

Ayrıca, bu sistemler birbirlerini tamamlayacak şekilde suni bataklıklarla birleştirilebilir.

4 DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Doğada gerçekleştirilen insan faaliyetleri, gerekli tedbirler alınmadığında, genellikle tahribat veya kirlilik yoluyla çevre üzerine olumsuz etki yaratma potansiyeline sahiptir. Bunlardan biri olan madencilik sektöründe, sülfürlü metalik mineralleri içeren bir maden yatağında üretim yapılıyorsa, AMD

oluşma ihtimali söz konusudur. AMD'nün oluşabilmesi üç temel bileşen olan sülfürlü mineral (pirit), nem ve oksijenin bir araya gelmesine bağlıdır. Zamanında önlem alınmadığında, AMD vasıtasıyla gelişen su kirliliği özellikle sudaki canlılar açısından önemli bir probleme dönüşebilir.

Henüz başlangıç aşamasında, işletmeye ilişkin plânlanmanın ocağın kapatılmasından sonraki dönemde yapılacakları da kapsamı ve uygulamaya konması en iyi yaklaşımdır. Diğer bir ifadeyle, kaynakta önleme plânlanmanın bir parçası olup, doğal olarak başarı düzeyi en yüksek çözümdür. Temeli, üç bileşenin temasını kesmeye dayalıdır.

Mevcut durumda yaşanmakta olan AMD problemlerinde ortak payda, işletmelerin hemen tamamının kapatılmış veya eski olmasıdır. Geçmişte, çevre üzerinde meydana gelebilecek olumsuz etkiler dikkate alınmaksızın faaliyetler sürdürüldüğünden, bir çok sülfürlü madende AMD potansiyel olmaktan çıkmış, ciddi etkileri görülmüştür. Bu kapsamdaki işletmelerin yaşadığı sorunların giderilmesinde, yakın geçmişe değin, aktif teknolojiler alternatifsiz uygulanmıştır. Ancak, sürekli kullanıma bağlı olarak kimyasalların pahalı olması, yüksek işletme ve bakım gideri gerektirmesi, uzun süreli bir uygulamayı gerekli kılması, prosesler tamamlandığında oluşan çamurun bertaraf edilmesinde zorluklarla karşılaşılması ve fazla enerji tüketilmesi alternatif çözüm arayışlarını beraberinde getirmiştir.

Basitlikleri, verimleri ve düşük maliyetleriyle aktif arıtmaya karşı etkin bir seçenek gibi görülen pasif sistemler henüz yenidir. Mevcut durumda, proses mekanizmaları yeterince anlaşılabilmiş değildir ve araştırma süreci devam etmektedir. Uzun dönem maliyetlerini azaltan periyodik bakımın yeterli olduğu, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların doğal olarak gerçekleştiği sistemlerdir. Arıtma mekânı kontrol altındaki yapay ekolojik ortamlardır. Bu meyanda, hem görsel zenginlik sağlarlar, hem de doğal yönden birer değerlidirler.

Ancak, uygulamada asidite ile metal konsantrasyonları, yüksek debi ve iklim belli başlı sınırlayıcılar. Ayrıca, aktif arıtmaya kıyasla pek çok avantaja sahip olmasına rağmen, işletme sahipleri pasif sistemlere karşı şimdilik mesafeli durmaktadır.

Yine de, halihazırda AMD sorununu yaşamakta olan kapatılmış veya eski madenler için yakın gelecekte pasif sistemlerin öncelikli seçenek olacağı düşünülmektedir.

Gelişen çevre bilinci, bu paralelde getirilmiş kanunlar, yönetmelikler ve standartlar çerçevesinde yürütülecek madencilik faaliyetlerinde, her türlü önlem henüz başlangıç aşamasında alınacağından, AMD büyük ölçüde problem teşkil etmeyecektir.

6 KAYNAKLAR

- Bhole, A. G., 1994, Acid Mine Drainage and Its Treatment, Impact of Mining on the Environment, p. 131-141.
- EPA, 1983, Neutralization of Acid Mine Drainage, Cincinnati, USA.
- Gray, N.F., 1997, Environmental Impact and Remediation of Acid Mine Drainage: A Management Problem, Environmental Geology, 30, (1/2), March, p. 62-71.
- <http://ctcnet/scip/passive.htm>, 2001, Passive Treatment Technologies.
- <http://www.wvu.edu/~agexten/landrec/PTperform.pdf>, Long-term Performance of Passive Acid Mine Drainage Treatment Systems
- Karadeniz, M., 2000, Asit Maden Drenajı, Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi, Ankara, s. 721-725.
- Karadeniz, M., 2004, Sülfürlü Madenlerde AMD için Çevresel Yönetim Stratejisi Geliştirilmesi, X. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, Çeşme, Türkiye
- Kuyucak, N., 2000, Microorganisms, Biotechnology and Acid Rock Drainage-Emphasis on Passive-Biological Control and Treatment Methods, Minerals&Metallurgical Processing, Vol.17, No.2, p. 85-95.
- Skousen, J. G., 1996, Acid Mine Drainage, Acid Mine Drainage Control and Treatment (Compiled by J.G. Skousen and P.F. Ziemkiewicz), W.V.Univ. and N.M.L.R.C., p. 9-12.
- Skousen, J. G., Hilton, T. & Faulkner, B., 1996, Overview of Acid Mine Drainage Treatment with Chemicals, Acid Mine Drainage Control and Treatment (Compiled by J.G. Skousen and P.F. Ziemkiewicz), W.V.Univ. and N.M.L.R.C., p. 237-247.
- Stokowski, S., Shapiro, A. & Pincomb, A., 1992, Industrial Minerals for Acid Neutralization, Industrial Minerals, November, p. 67-73
- P.F. Ziemkiewicz and J.G. Skousen: Overview of Acid Mine Drainage At-Source Control Strategies, Acid Mine Drainage Control and Treatment (Compiled by J.G. Skousen and P.F. Ziemkiewicz), W.V.Univ. and N.M.L.R.C. (1996), p. 69-78.
- Williams, R. E., 1975, Waste Production and Disposal in Mining-Milling-Metallurgical Industries, Miller Freeman Publication Inc., San Francisco.
- Yörükoğlu, A., Karadeniz, M., 2003; "Asit Maden Drenajı Kestirim Yöntemlerinin Karşılaştırılması", 18. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi (IMCET), G. Özbayoğlu (Edit.), Antalya, s. 125-131.

Pomza ve Hidrojen Peroksitle Siyanürün Bozundurulması

M. Kitis

Süleyman Demirel Üniversitesi, Çevre Müh., Isparta

A. Akçıl

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Müh., Isparta

E. Karakaya, N.Ö. Yiğit, G. Civelekoğlu

Süleyman Demirel Üniversitesi, Çevre Müh., Isparta

ÖZET: Bu araştırma çalışmasının amacı, siyanürün heterojen katalizör olarak bakır kaplanmış pomza ve hidrojen peroksit kullanılarak oksidatif bozundurulmasının test edilmesidir. Orijinal veya bakır kaplı pomzaların negatif yüklü serbest siyanür iyonlarını uyumsuz yüzey ilişkileri nedeniyle etkin olarak salt adsorbsiyonla gideremediği tespit edilmiştir. Beraber dozlanan peroksit ve orijinal pomzalar da siyanürü sudan ancak düşük miktarlarda giderebilmiştir. Öte yandan, bu pomzaların bakır kaplanması durumunda, peroksit oksidasyonu ile siyanürün hem giderim kinetiğinin hem de nihai giderim oranının önemli derecede arttığı bulunmuştur. Bir pomza türü içindeki benzer yüzey kimyasal tane büyüklük fraksiyonlarında, siyanür giderim kinetiğini ve nihai derecesini etkileyen ana faktörün pomza spesifik yüzey alanı olduğu bulunmuştur. Değişik pomza türleri arasında irdelendiğinde ise, pomza yüzey kimyası da (yüzey fonksiyonel grupları) giderimde çok etkili olan bir parametredir. pH 11'de pH 8'e göre daha yavaş siyanür giderim kinetiği ve daha düşük giderim oranı mevcuttur. Bu durum muhtemelen alkali şartların, peroksiti ekstra tüketmesi ve daha baskın negatif yüklü pomza yüzeyleri oluşturması gibi olumsuz etkilerinden kaynaklanabilir. Pomza gibi hafif, ucuz, kolaylıkla bulunabilen, doğal, gözenekli tanelerin bakırla kaplanıp, heterojen fazda katalizör olarak peroksit gibi oksidantlarla solüsyondan siyanür gideriminde kullanımı, sürekli akışlı tam karışımlı veya sabit yatak reaktör konfigürasyonlarında etkili bir proses olabilir. Bu yeni yaklaşım çözünmüş bakır uygulanan konvansiyonel proseslerdeki metal giderim problemlerini ortadan kaldırabilir niteliktedir.

ABSTRACT: The main objective of this work was to investigate the oxidative destruction of free cyanide with hydrogen peroxide and copper-impregnated pumice as the heterogeneous catalyst. Original or copper-impregnated pumices added alone were not effective adsorbents of negatively charged cyanide ions due to incompatible surface interactions. Peroxide and original pumices added together were also ineffective in removing cyanide. However, the use of copper-impregnated pumices and peroxide together significantly enhanced both the initial rate and extent of cyanide removal. Although copper-impregnated specific surface area was the major factor affecting the rate and extent of cyanide destruction for a particular pumice source with similar surface chemistries, the type of surface chemistry (i.e., specific functional groups) within different pumice sources also appears to be a very important factor. Lower rates and extents of cyanide removals were observed at pH of 11 compared to pH of 8 probably because of the negative impacts of alkaline conditions in terms of scavenging peroxide and forming more negatively charged pumice surfaces. The use of light, cheap, readily available, natural, and porous heterogeneous supports (i.e., pumice) impregnated with copper either in completely mixed/suspended or fixed-bed reactor configurations may be an effective treatment technology for cyanide removal in solutions. This new approach may minimize downstream metal removal problems experienced in conventional cyanide oxidation technologies.

1 MOTİVASYON VE AMAÇ

Siyanür arıtma metodları, siyanür geri kazanımı ve aktif karbon adsorpsiyonu gibi fiziksel prosesler, oksidasyon tabanlı kimyasal veya biyolojik prosesler

olarak sınıflandırılabilir. Çoğu siyanür oksidasyon prosesleri, siyanür ve metal komplekslerini amonyak, siyanat ve nitrat gibi daha az toksik ürünlere dönüştürme prensibine göre işletilirler. Siyanür

oksidasyonu, kimyasal, katalitik, elektrolitik, biyolojik, ultrasonik ve fotolitik metotlar kullanılarak uygulanabilir (Augugliaro vd. 1997, Saterlay vd. 2000, Botz 2001, Mudder vd. 2001). Oksidasyona dayalı kimyasal giderim proseslerinden biri de hidrojen peroksit (H_2O_2) prosesidir (Mudder vd. 1998, 2001, Akcil 2003). Hidrojen peroksit, serbest siyanürü ve zayıf siyanür-metal komplekslerini (nikel, bakır, kadmiyum ve çinko) etkin olarak oksitleyebilir. Çözünmüş bakır katalizör olarak oksidasyon hızını artırabilir. Bakır katalizörü cevher kaynaklı olarak atıksuda bulunabilir veya reaktif bakır olarak atıksuya eklenebilir.

Bakır katalizörü hidrojen peroksitle siyanür oksidasyon hızını önemli ölçüde artırırken, katalizör olarak 30-50 mg/L gibi yüksek miktarlarda çözünür bakırın atıksuya eklenmesi, arıtma sisteminde metal uzaklaştırma ile ilgili problem oluşturabilir ve sıkı metal deşarj standartlarına uyum açısından sorunlar teşkil edebilir. Dolayısıyla, bu çalışmada öngörülen ve test edilen hipotez şöyledir:

Eğer bakır çözünmüş olarak suda katalizör fonksiyonunu görebiliyorsa, bakırı suya eklemeden, heterojen fazda suda çözünmeyen doğal ve zararsız partiküller/taneler (pomza gibi) üzerine kaplayarak aynı fonksiyonu görmesi sağlanabilir. Atıksudaki siyanür ve eklenen peroksit, tane üzerindeki bakıra kütle transferi yoluyla ulaşır, reaksiyona girer, yüzey üzerinde katalitik siyanür oksidasyonu gerçekleşebilir. Yüzeye kaplanan bakırın tekrar suya desorbsiyonu salınımı ihmal edilecek düzeyde olduğu varsayılırsa (test edilecek), hipotezlenen bu prosesle, özellikle düşük katı içerikli siyanür içeren atıksularda, sürekli akışlı/kesikli tam karışımli veya sabit yatak filtrasyon sistemleri uygulayarak ve suya ekstra metal kirliliği vermeden, siyanür etkili ve fizibil bir şekilde giderilebilir. Pomza taşının ve hidrojen peroksitin nispeten ucuzluğu, kolay bulunabilmesi, ülkemizin dünyada önemli pomza üreticilerinden biri olması, doğal pomza taşının tehlikeli ve zararlı herhangi bir bileşim içermemesi hususları hipotezlenen prosesi daha da heyecanlı hale getirmektedir.

Katalitik siyanür oksidasyonu için bakır kaplı pomza taşının test edilmesine literatürde rastlanmamıştır. Bu açıdan yapılan çalışma, literatürde bir ilki teşkil etmektedir. Çalışmanın diğer spesifik amaçları; doğal pomza türünün/ kaynağının, pomza tane büyüklüğünün, peroksit ve pomza dozlarının, pH ve sıcaklığın, pomza yüzey kimyasının katalitik yüzey oksidasyonu/ siyanür giderimine olan etkilerinin tayinidir. Ayrıca, deney matrisine, heterojen katalitik yüzey oksidasyonu yerine, doğal ya da bakır kaplanmış pomzalarla salt adsorbsiyonun ne derece siyanür giderdiğinin tespiti için de deneyler eklenmiştir.

2 MATERYAL VE METOT

2.1 Kullanılan malzemeler

Pomza numuneleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden sağlanmıştır. Çeşitli fizikokimyasal karakteristiklerde, üç değişik kaynaktan (Isparta, Kayseri ve Nevşehir) getirilen pomzalar kullanılmıştır. Ham pomza numuneleri deneylerde kullanılmak üzere dört farklı tane boyutu fraksiyonuna (<63, 63-125, 125-250 ve 250-1000 μm) elek analiziyle ayrılmıştır. Pomza numuneleri analitik saflıkta $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ (Riedel-de Haen) kullanılarak 'yüksek yoğunlukta solüsyonda doyurma/ presipitasyon ve ısıtma işlem' metodu ile bakırla kaplanmıştır.

2.2 Deneysel prosedürler

Tüm deneyler, şişe-nokta metodu ile kesikli tam karışımli reaktörlerde (CMBR) değişik dozlar uygulanarak, distile su (DS) içinde sentetik siyanür solüsyonu hazırlanarak yapılmıştır. Siyanür solüsyonu hazırlamak için analitik saflıkta sodyum siyanür ($NaCN$) (Merck) kullanılmıştır. Serbest siyanür (CN^- ve HCN) ve zayıf ve orta derecede güçlü metal-siyanür komplekslerinin (Ag, Cd, Cu, Hg, Ni, Zn) toplam konsantrasyonlarını gösteren CN_{WAD} parametresi ile siyanür analizleri yapılmıştır.

CMBR'lerde kinetik deneyler, sabit başlangıç CN_{WAD} konsantrasyonları ile değişken hidrojen peroksit ve/veya pomza dozları, pomza türleri (değişik kaynaklı orijinal pomzalar veya bakır kaplanmış pomzalar), pomza tane boyutu fraksiyonları, pH ve sıcaklık deneyleri şeklinde yapılmıştır. Kinetik deneylerde, siyanürü uzaklaştırmak için seçilen reaksiyon süreleri 0.5, 1, 2, 4, 8 ve 24 saattir.

pH ölçümü/ayarlanması ve solüsyon hazırlanması boyunca (özellikle düşük pH deneylerinde), hızlı bir çalışmayla, voltümetrik balonlar tam olarak doldurularak, su-hava ara fazını en aza indirmek için pH probu parafilmle kaplı balon ağzının dar bir kısmından solüsyona daldırılmıştır. Bu yaklaşımla başlangıç hedef siyanür konsantrasyonuna göre siyanür kaybının olmadığı tespit edilmiştir. Tüm deneylerdeki CMBR'ler (100-mL pyrex cam şişeler, PTFE kapaklı) içinde boşluk kalmayacak şekilde tam dolu olarak kullanılmıştır. CMBR'de karıştırma boyunca potansiyel siyanür kayıplarını test etmek için (fotodegradasyon, hidroliz, buharlaşma, doğal bozunma gibi) periyodik olarak kontrol deneyleri (peroksit ve pomza dozlaması olmaksızın) yapılmıştır. Başlangıç CN_{WAD} konsantrasyonları 100 mg/L'ye göre hazırlanan tüm kontrol solüsyonlarda 24 saat karışımından sonra siyanür kaybının kabul

edilebilir seviyelerde (± 2 mg/L) olduğu tespit edilmiştir.

Her deneysel matris için, CMBR'lere hidrojen peroksit ve/veya pomza dozlamasından sonra, sıcaklık kontrollü orbital karıştırıcı ve inkübatörde (Gallenkamp) uygun karışım hızında (ön testler sonucu tayin edilen 100 devir/dk ile) karıştırılmıştır. Karıştırma boyunca şişelerin dış yüzeyleri, siyanür veya peroksit fotodegradasyonunu önlemek için alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Seçilen reaksiyon süreleri sonunda şişeler açılıp, kalıntı peroksiti (eğer dozlandıysa) gidermek ve oksidasyon reaksiyonunu durdurmak için hızlı bir şekilde sodyum sülfat (Na_2SO_4) (Carlo Erba) dozlanmıştır. Şişeler daha sonra kapatılarak, sodyum sülfatin tam karışmasını sağlamak için orbital inkübatörde 100 devir/dakikada 3 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra, şişeler açılıp, CN_{WAD} ve bakır analizlerinden önce pomza tanelerini uzaklaştırmak için 0.45 μm selüloz asetat steril siringa filtrelerle süzülür.

2.3 Analitik Metotlar

CN_{WAD} ölçümleri kolorimetrik pikrik asit metodu ile yapılmıştır. Absorbanslar 520 nm'de UV-VIS spektrofotometresinde (UV-1601, Shimadzu) okunmuştur. Testler için kalibrasyon eğrileri (R^2 değerleri tüm testler için 0.98-0.99 aralığındadır) hazırlanmıştır. Tüm deneylerde üçlü paralel olarak ölçülen konsantrasyonlarda varyasyon katsayıları %2-8 aralığındadır. Deneylerde stok solüsyon için, %30'luk hidrojen peroksit solüsyonu (Merck) kullanılmıştır. Tüm kimyasallar analitik saflıkta olup, stok solüsyon hazırlanmasında ve seyrelmeler için DS kullanılmıştır.

Bakır konsantrasyonları Standart Metot'a göre atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile ölçülmüştür. Pomza morfolojisini gözlemlemek ve pomza yapısındaki atomik elementleri tanımlayıp kantifiye etmek amacıyla Scanning Elektron Mikroskopu (SEM) (Philips XL 30S FEG) ve SEM-EDX (enerji dispersif x-ışınli spektrometre) (Philips CM 10) kullanılmıştır. X-ray difraksiyon analizleri (XRD), Philips 1710 difraktometre (40 kV, 45 mA, açılı çözümü: 0.03 2 θ , analiz süresi: ~45 dak) kullanılarak yapılmıştır. Spesifik yüzey alanı ölçümleri çok noktalı BET tekniğine (N_2 gazı adsorpsiyonu) göre, Micromeritics Flowsorb II-2300 cihazı kullanılarak elde edilmiştir.

Pomza yüzeyi kimyası, nötral yük noktası (pH_{PZC} , toplam net yüzey yükünün sıfır olduğu pH değeri) ve asit ve baz nötralizasyon kapasiteleri ile karakterize edilmiştir. Pomza numunelerinin pH_{PZC} değerleri, 'pH-dengeye ulaşma metodu' ile belirlenmiştir (Karanfil 1995). Toplam yüzey asidik

grupları (NaOH adsorpsiyonu) ve toplam yüzey bazik grupları (HCl adsorpsiyonu), küçük modifikasyonlarla Boehm metodu (alkalimetrik titrasyon) uygulanarak ölçülmüştür (Summers 1986, Karanfil 1995). Genel metodoloji ile ilgili daha detaylı bilgi Karakaya 2005'ten temin edilebilir.

3 BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Materyal karakterizasyonu

Orijinal pomza numunelerinin fizikokimyasal karakteristikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çalışılan 3 farklı pomza numunelerinin SiO_2 içeriği %59-74 arasında değişmekte olup, doğal pomzalar için tipik bir değerdir. Isparta pomzasında SiO_2 içeriği en düşük değerde olmasıyla birlikte, diğer tüm bileşenler (Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, S ve titanyum oksitler) en yüksek değerdedir. Buna ek olarak, Isparta pomzası tüm tane boyut fraksiyonlarında en düşük iç porozite göstermiştir. Doğal pomzalarda silika içeriği ile iç porozite arasında bir korelasyon olabileceği görülmektedir. Her üç pomza türü için de, tane büyüklükleri arttıkça (250-500 μm 'den 1000-2000 μm 'ye), iç porozite yüzdesinde %11-32 arasında arttığı görülmüştür. Diğer bir yandan, artan tane boyutu ile spesifik yüzey alanı azalmaktadır (Çizelge 2) ve geniş gözenekler içeren daha büyük pomza boyutu fraksiyonları ile daha düşük yüzey alanları, literatür ile tutarlılık göstermektedir (Gündüz vd. 1998). Tane boyutları <63 ve 250-1000 μm olan Isparta pomzası için yüzey alanları sırasıyla 14.2 ve 2.1 m^2/g olarak bulunmuştur. Benzer bir şekilde, spesifik yüzey alanlarına ek olarak, çoğu doğal pomzalarda artan tane boyutuyla yoğunluğun da azaldığı görülmüştür (Gündüz vd. 1998). Bununla birlikte, aynı tane boyutundaki farklı pomza kaynakları karşılaştırıldığında, iç porozite ile yüzey alanı arasında pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Örneğin, Kayseri pomzası en yüksek porozite ve yüzey alanına sahiptir. Bu sonuç, gözenek yapıları ve gözenek boyutu dağılımlarının pomza kaynağına göre önemli derecede değişiklik gösterdiğini, bunun da adsorpsiyon reaksiyonları için mevcut yüzey alanı miktarını etkileyebileceğini belirtmektedir.

Pomza yüzey alanına bakır kaplama etkisi tutarlı değildir. Isparta pomzasının en küçük tane boyutu için (<63 μm) bakır kaplama ile yüzey alanı önemli ölçüde azalırken, en büyük tane boyutunda (250-1000 μm) bir miktar artmıştır (Çizelge 2). Bu sonuç, BET analizinde, bakır kaplamanın azot için mümkün adsorpsiyon bölgelerini azalttığını göstermektedir; bununla birlikte, daha büyük ve daha çok gözenek ile en büyük tane boyutu için bu etki minimumdur. Ayrıca, Kayseri ve Nevşehir pomzaları için tespit edilen farklı eğilimler, bakır kaplamanın yüzey

Çizelge 1. Orjinal pomza numunelerinin fizikokimyasal karakteristikleri

Parametre	Kimyasal karakteristikler (% kütle) ^a		
	Nevşehir	Kayseri	Isparta
SiO ₂	74.1	68.5	59.0
Al ₂ O ₃	13.5	14.9	16.6
Fe ₂ O ₃	1.4	3.1	4.8
CaO	1.2	2.9	4.6
MgO	0.4	0.95	1.8
Na ₂ O	3.7	4.1	5.2
K ₂ O	4.1	2.8	5.4
SO ₃	ND ^b	ND	0.4
TiO ₂	0.07	0.2	0.6
Kül içeriği	1.7	2.6	1.6
Tane boyutu (μm)	İç porozite (%) ^c		
250-500	58.5	69.2	46.3
500-1000	62.5	73.3	55.3
1000-2000	66.5	76.9	61.5
Spesifik yoğunluk (gözenekler hariç) (g/cm ³) ^d	2.33	2.21	2.47

^a XRD analizinden elde edilmiştir. ^b Deteksiyon limitinin altında. ^c Tüm birbiriyle içeride bağlı açık ve kapalı gözenekleri içerir. ^d Yukarıdaki tüm pomzalar için yoğunluklar (gözenekler dahil) genel olarak 0.5-1.0 g/cm³'dür.

Çizelge 2. Orjinal ve bakır kaplı pomza numunelerinin elemental kompozisyonları ve yüzey alanları

Pomza	Spesifik Yüzey Alanı (m ² /g)	pH _{PZC}	Toplam Yüzey Asidik Grupları ^a		Toplam Yüzey Bazik Grupları ^b		Elementler (%) ^c						
			(meq/g)	(meq/m ²)	(meq/g)	(meq/m ²)	Cu	Si	O	Al	Na	K	Ca
Isp (<63 μm)	14.19	9.0	1.33	0.09	0.80	0.06	1.6	34.2	48.4	8.6	1.4	4.7	1.1
Isp (63-125 μm)	9.55	9.2	0.40	0.04	0.60	0.06	- ^d	-	-	-	-	-	-
Isp (125-250 μm)	8.34	8.8	0.35	0.04	0.73	0.09	-	-	-	-	-	-	-
Isp (250-1000 μm)	2.09	9.2	0.80	0.38	0.95	0.45	1.2	29.1	49.0	8.4	3.4	6.1	4.5
Isp (<63 μm) Cl ^e	4.51	7.0	1.08	0.24	0.68	0.15	14.1	29.7	39.9	9.5	2.2	4.6	ND ^f
Isp (250-1000 μm) Cl	3.04	7.7	1.03	0.34	0.80	0.26	26.7	18.4	39.2	7.7	4.6	3.4	ND
Kay (250-1000 μm)	7.25	6.9	0.35	0.05	0.83	0.11	-	-	-	-	-	-	-
Kay (250-1000 μm) Cl	3.30	7.0	0.28	0.08	1.38	0.42	-	-	-	-	-	-	-
Nev (250-1000 μm)	4.61	7.1	0.28	0.06	0.78	0.17	-	-	-	-	-	-	-
Nev (250-1000 μm) Cl	9.74	7.3	0.15	0.02	0.35	0.04	-	-	-	-	-	-	-

^a NaOH tutulması. ^b HCl tutulması. ^c Ağırlık olarak. SEM-EDX analizlerinden elde edilmiştir. Üçlü analizlerin ortalamasıdır. ^d Ölçülmemiştir. ^e Cl: Bakır kaplanmış. ^f Deteksiyon limitinin altında. Pomza kaynakları için kodlamalar: Isp: Isparta; Kay: Kayseri; Nev: Nevşehir.

alanlarına olan etkisinin, pomza kaynağına, gözenek yapısına, yüzey kimyasal karakteristiklerine ve kaplamanın yüzey kimyası ile gözenek yapısını nasıl etkilediğine bağlı olduğunu göstermiştir.

Orijinal Isparta pomzası ile yapılan yüzey kimyası analizleri, Isparta pomzasının diğer pomza kaynaklarına göre daha yüksek pH_{PZC} değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum, Isparta pomzasının düşük silika içeriğine sahip olması ve hem birim kütle (meq/g) hem de birim yüzey alanına (meq/m²) göre yüksek miktarda toplam yüzey bazik gruplarına sahip olması ile açıklanabilir (Çizelge 2). Kayseri ve Nevşehir pomzalarının nötral seviyede pH_{PZC} değerlerine sahip olmaları, bu pomzaların, sularda nötral pH değerlerinde minimum yüzey yüküne sahip olacaklarını göstermektedir. Bakır ile kaplama, toplam yüzey asidik grupları artırarak, bunun sonucu olarak da Isparta pomzasının (250-1000 μm) pH_{PZC} değerini azaltarak yüzeyin daha asidik olmasına sebep olurken, nötral pH_{PZC} değerlerindeki Kayseri ve Nevşehir pomzalarının yüzey kimyasına minimum etki yaptığı görülmüştür. Diğer bir yandan, bakır kaplama, bu iki pomza yüzey alanını da etkilemiştir. Bu sonuçlar özellikle pomza yüzey kimyaları olmak üzere doğal pomzaların karakteristikleri ile ilgili önemli varyasyonlar olduğunu göstermektedir. Pomzaların yüzey kimyası ve karakterleri, pomzaların destek materyali, adsorbent veya filtrasyon medyası olarak kullanıldıkları durumlarda reaktifliklerini önemli derecede etkileyebilir.

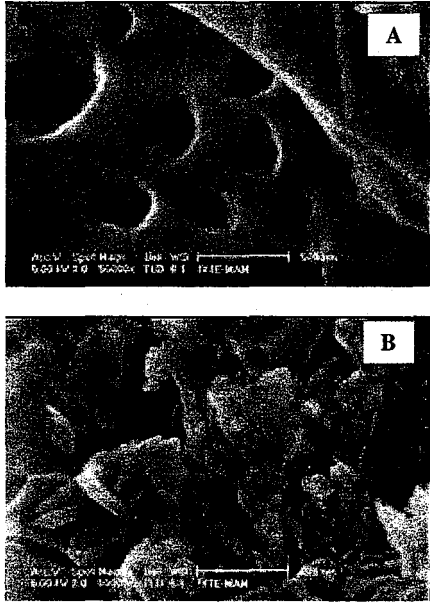
SEM-EDX element analizleri, bakır kaplanmış Isparta pomzalarının her iki tane boyutunda da (<63 and 250-1000 μm), pomzaların bakır içeriğinin (yüzde ağırlık olarak) önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Bu durum da başarılı kaplama işleminin göstergesidir (Çizelge 2). En büyük tane boyutlarında (250-1000 μm) bakır kaplama daha etkili olmuştur. Bu durum daha fazla ve daha büyük gözenek boyutu içeren bu tane fraksiyonunun bakıra sorpsiyon prosesiyle daha fazla kaplanma şansı vermesi olarak açıklanabilir. Şekil 1 orijinal ve bakır kaplanmış Isparta pomzasının SEM fotoğraflarını göstermektedir.

3.2 Siyanür giderimi

CMBR'lerde 24 saat reaksiyon süresinden sonra orijinal ve bakır kaplanmış pomzaların tüm tane büyüklük fraksiyonlarında, sadece adsorpsiyon yoluyla (peroksit eklenmeksizin) siyanür giderimi genel olarak %20'den daha düşük değerlerdedir. Kinetik deneylerden elde edilen sonuçlar, doğal

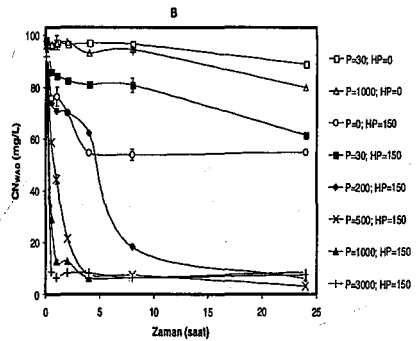
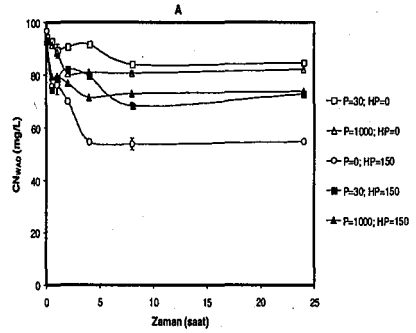
pomzaların (orijinal veya bakır kaplanmış) negatif yüklü siyanür iyonlarını sadece adsorpsiyonla etkin olarak gideremediğini göstermektedir. Bu durum muhtemelen pomza yüzeyi ve siyanür iyonları arasındaki uyuşmayan yüzey etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Pomzaların pH_{PZC} değerlerine dayanarak, deney pH 'ı olan 8'de tüm pomza yüzeylerinin (orijinal Isparta pomzası hariç) baskın olarak negatif yüklü olması gerekmektedir. Baskın negatif yüklü yüzeyler de beklenacağı üzere siyanür adsorbsiyonunu azaltır. Dictor vd.'nin 1997 yılında yaptığı çalışmada sabit yataklı reaktörlerde destek maddesi olarak kullanılan pomza taşıyın toplam veya serbest siyanürü adsorblamadığı görülmüştür ve bu tez çalışmasıyla tutarlıdır. Kinetik deneylere benzer olarak, test edilen pomza dozlarında (30-1000 mg/L), 24 saat karıştırma sonucu denge testlerinde de düşük siyanür giderimleri, dolayısıyla da düşük adsorpsiyon kapasiteleri tespit edilmiştir. Genel olarak, 4-8 saatlik adsorpsiyon süresinden sonra giderimin önemsiz olduğu bulunmuştur. Bakır kaplamanın adsorpsiyona olan etkisi incelendiğinde, Kayseri pomzasının tüm tane boyutlarında siyanür adsorpsiyon hızı ve nihai giderim yüzdesi bir miktar artış göstermiştir. Öte yandan, bakır kaplamadan sonra yüzey asiditesini ve negatif yüzey yükünü artırması sebebiyle Isparta pomzasının tüm tane boyutları için adsorpsiyon hızının azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, 24 saat adsorpsiyon süresinden sonraki siyanür giderim miktarları karşılaştırılabilir değerlerdedir. Bu sonuçlar genel kapsamda, materyal karakterizasyonu çalışmalarındaki bulgularla tutarlı olarak, bakır kaplamanın siyanür adsorpsiyonuna olan etkisinin, pomza kaynağına ve orijinal pomzanın fizikokimyasal karakteristiklerine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Şekil 2a orijinal pomzalar ve/veya hidrojen peroksit ile adsorpsiyon ve/veya oksidasyon sonucu siyanür giderimini göstermektedir. 30 veya 1000 mg/L pomza dozları ile adsorpsiyon sonucunda, siyanür gideriminin sadece %15 civarında olduğu bulunmuştur. 150 mg/L peroksit ile oksidasyon sonucu %43 civarında siyanür giderimi olmuştur. Bu sonuçlar, altın madencilğinde düşük katı içeriğine sahip atıksularda ve atık çamurlarda yapılan deneylerde gözlenen değerlerle tutarlılık göstermektedir (Botz 2001, Mudder vd. 2001, Kitis vd. 2005). Peroksit ve orijinal pomzanın beraber eklenmesinin de siyanür giderimine etkisiz olduğu görülmüştür. Bu durumdaki giderimin, sadece peroksitin kullandığı durumdaki giderimden bile düşük olması, orijinal pomza yüzeyinin peroksiti ekstra olarak bozundurduğunu göstermektedir.

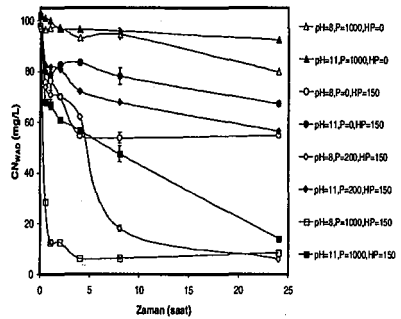


Şekil 1. Orjinal (A) ve bakır kaplanmış (B) Isparta pomzularının SEM fotoğrafları (tane boyutu: <63 µm).

Orjinal pomzularla karşılaştırıldığında, bakır kaplamanın salt adsorpsiyonla siyanür giderimini arttırmadığı görülmüştür (Şek. 2a,b). Bununla birlikte, değişik tane boyutlarında test edilen her üç doğal pomza için, bakır kaplanmış pomzuların ve peroksitin birlikte kullanılması ile siyanür giderimi önemli ölçüde artmıştır. Sabit peroksit dozunda, artan bakır kaplanmış pomza dozları ile siyanür giderim hızı ve nihai miktarı önemli oranda artmıştır (Şek. 2a,b). Siyanür giderimi, pomza dozu ≥ 500 mg/L ve peroksit dozu 150 mg/L olduğu durumda %90'lara ulaşmış, 4-8 saat reaksiyon süresi sonrasında CN_{WAD} değeri 5 mg/L'nin altına düşmüştür. Kinetik deneyler pomza dozunun 500 mg/L'den büyük olduğu durumlarda, 2-4 saat reaksiyon süresinin nihai siyanür giderim değerlerine ulaşmak için yeterli olduğunu göstermiştir. Tüm bu sonuçlar, heterojen destek malzemesi olarak kullanılan doğal pomza tanelerinin bakırla kaplanması sonucu, peroksit oksidasyonu ile siyanür degradasyonunu önemli ölçüde katalizlediği ve aynı zamanda da nihai giderim miktarlarını arttırdığını göstermektedir.



Şekil 2. Adsorpsiyon ve/veya katalitik hidrojen peroksit oksidasyonu ile orjinal (A) ve bakır kaplanmış pomzular (B) ile siyanür giderimi. Tane boyutu:<63 µm (Isp). pH:8; T:20 °C. HP:hidrojen peroksit. Tüm dozlar mg/L'dir. Hata barları istatistikî %95 güven sınırlarını göstermektedir.



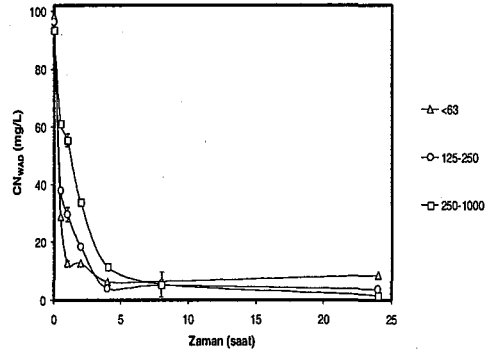
Şekil 3. Bakır kaplanmış pomza ve/veya peroksit ile solüsyon pH değerinin siyanür giderimine etkisi. Tane boyutu:<63 µm (Isp). T:20 °C. P:pomza. HP:hidrojen peroksit.

Bakır kaplanmış pomza ve peroksit ile solüsyon pH'sının siyanür giderimine olan etkisi Şekil 3'te gösterilmiştir. Sadece pomza veya peroksit kullanımı, ya da her ikisinin birlikte kullanımını gibi tüm durumlarda, siyanür giderim kinetiği ve nihai giderim miktarı, pH 11 ile karşılaştırıldığında pH 8'de daha yüksektir. Bu sonuç pomzaların pH_{PZC} değerlerine göre, salt adsorpsiyon mekanizması için beklenen bir durumdur. Çünkü pomza yüzeyleri pH 11'de pH 8'e göre daha negatif yüklüdür, dolayısıyla negatif yüklü siyanür iyonlarının adsorbsiyonu olumsuz etkilenir. Benzer olarak, hiçbir katalizör kullanılmadan sadece peroksit kullanımı ile siyanür oksidasyonunun düşük pH değerlerinde (8-9 gibi), daha etkili olduğu görülmüştür ve daha önceki çalışmamızdaki bulgularla tutarlıdır (Kitis vd. 2005). Bunun nedeni yüksek pH değerlerinde (alkali şartlar) peroksitin daha fazla bozunması olarak açıklanabilir. Peroksit ve pomzanın birlikte eklendiği durumlarda da, pH 11'de siyanür giderim hızı ve nihai giderim miktarı daha düşük bulunmuştur. Bu bulgunun açıklaması olarak; yukarıda bahsedilen iki etmenin (yüksek pH'larda pomza yüzeyinin daha negatif olması ve peroksitin daha fazla bozunması) birleşik etkisi verilebilir. Daha fazla negatif yüklü pomza yüzeyi, siyanür iyonunun yüzeye yaklaşım tutunmasını, dolayısıyla da yüzey üzerinde peroksitle katalitik oksidasyonunu engeller. Bununla birlikte, oksidasyon tabanlı çoğu siyanür arıtma teknolojilerinin HCN gazı oluşumunu minimuma indirmek için pH 10.5-11 değerlerinde çalıştırıldığı da hatırlanmalıdır.

Birçok oksidasyon reaksiyonunda olduğu gibi, 20 °C'deki siyanür giderim kinetiği 10 °C'dekinden daha hızlı olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık yükselmesinin oksidasyon üzerine olumlu etkisi olmakla beraber, bu etki sabit peroksit dozunda artan pomza dozlarıyla azalmaktadır. Örneğin, 3000 mg/L pomza dozunda, esasen sıcaklığın bir etkisi bulunmamaktadır. Aşırı miktarda katalizör eklenmesinin, düşük sıcaklıklardaki kinetiği yavaşlatıcı olumsuz etkileri ortadan kaldırmış olduğu tespit edilmiştir.

Isparta pomzasının bakır kaplanmış tane boyutlarının siyanür giderimine etkisi Şekil 4'te gösterilmiştir. Diğer pomza türleri, farklı pomza ve peroksit dozları ve pH 11'de yapılan deneylerde de benzer trendler gözlenmiştir. 8-24 saat oksidasyon süresinden sonra nihai olarak elde edilen siyanür giderimleri karşılaştırılabilmesine rağmen, diğer değişkenler sabit kaldığında, tane boyutlarının küçülmesiyle, başlangıç giderim hızı artmaktadır. En küçük tane boyutundaki (<63 μ m) başlangıç giderim hızının (0-2 saat), en büyük tane boyutuna (250-1000 μ m) göre 1.35 kat fazla olduğu

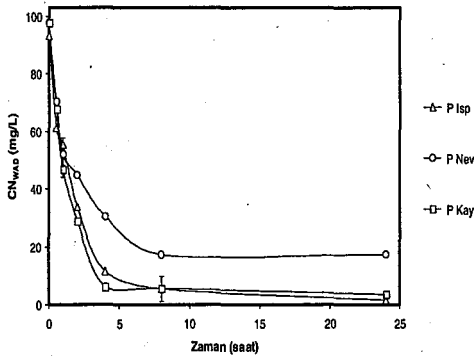
görülmüştür. Bakır kaplanmış Isparta pomzasının farklı tane boyutlarındaki yüzey kimyalarının benzer olmasından dolayı, bu trend yalnızca spesifik yüzeyi alanı ile açıklanabilir. Spesifik yüzeyi alanlarının tane boyutlarıyla ters orantılı olduğu önceden bahsedildiği gibi tespit edilmiştir. Bakırla kaplanmış yüzey alanının artmasıyla, heterojen, katalitik yüzey siyanür oksidasyon kinetiği artmaktadır. Ayrıca, daha küçük tane boyutlarında iç gözeneklere difüzyon yoluyla siyanürün kütle taşınımının daha hızlı olması beklenebilir ki böyle bir durum aktif karbon gibi bir çok adsorbent için geçerlidir. Bununla birlikte, sabit yataklı veya askıda tam karışımı reaktör sistemleri gibi arıtma proseslerinde kullanılması durumunda, küçük tane boyutlu pomzalar, daha fazla hidrolik kayıplara sebep olması veya sedimentasyon yoluyla katıların ayrılmasında zorluklar çıkarması gibi nedenlerle makul bir seçim olmayabilir.



Şekil 4. Bakır kaplanmış pomza tane boyutlarının siyanür giderimine etkisi (Isp pomzası). pH:8; T:20 °C. Pomza dozu:1000 mg/L. Peroksit dozu:150 mg/L. Tane boyutları: μ m.

Şekil 5'de diğer tüm değişkenlerin sabit olduğu durumlarda, orijinal pomza kaynaklarının siyanür giderimine etkileri gösterilmiştir. Önceki tartışmalarda spesifik yüzey alanlarının kinetikler üzerine olumlu etkileri olduğu göz önüne alınırsa, bakır kaplanmış Nevşehir pomzasının en büyük yüzey alanı (Çizelge 2) ile en hızlı giderim kinetiğini göstermesi beklenebilir. Ancak, diğer iki pomza kaynağı için sonuçlar karşılaştırılabilirken, ters bir trendle, Nevşehir pomzasında en düşük siyanür giderim hızı ve nihai giderim miktarı gözlenmiştir. Ayrıca, çalışılan bakır kaplanmış pomza türlerinde (250-1000 μ m) yüzey fonksiyonel gruplarının toplam miktarları ve pH_{PZC} değerleri önemli derecede farklılıklar arz etmemektedir. Tüm bu sonuçlar

göstermektedir ki, benzer yüzey kimyasına sahip sabit bir pomza kaynağının farklı tane fraksiyonlarında bakır kaplanmış spesifik yüzey alanı siyanür giderimini etkileyen ana faktör olsa da, farklı pomza kaynakları için yüzey kimyası türü de (spesifik fonksiyonel grup gibi) çok önemli bir faktördür. Bu tür spesifik fonksiyonel yüzey grupların tam olarak karakterizasyonu bu çalışmada ölçülen pH_{PZC} , toplam yüzey asidik ve bazik grupları gibi genel parametrelerle elde edilemeyebilir. Daha detaylı pomza yüzey karakterizasyonu için daha kompleks analitik tekniklerin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 5. Bakır kaplanmış pomza kaynaklarının siyanür giderimine etkisi. Tane boyutu:250-1000 μm . pH:8; T:20 °C. Pomza dozu:1000 mg/L. Peroksit dozu:150 mg/L.

Tam karışımli kesikli reaktör deneyleri boyunca bakır kaplanmış pomzaların stabilitesi incelendiğinde, en büyük pomza (3000 mg/L) ve peroksit (150 mg/L) dozlarında, 48-72 saat gibi uzun karıştırma süreleri sonunda solüsyona salınan bakır konsantrasyonunun genel olarak 4-7 mg/L seviyelerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Kaplama metodlarının geliştirilmesi veya iyileştirilmesi ile suya bakır salımları en az düzeye indirilebilir. Bu bağlamda laboratuvar çalışmalarımız devam etmektedir. Öte yandan, bu çalışmada belirtilmiş olan solüsyona salınan bakır miktarlarının, hidrojen peroksit veya SO_2 /hava gibi konvansiyonel siyanür oksidasyon proseslerinde atık çamurlara veya solüsyonlara dozlanan bakır miktarlarından çok daha düşük olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

4 SONUÇLAR

Başarılı bir kaplama prosesinin göstergesi olarak kaplama sonrası pomzaların bakır içeriği önemli ölçüde artmıştır. Bakır kaplamanın yüzey alanına olan etkisi pomza kaynağına, gözenek yapısına ve yüzey kimya karakteristiklerine bağlıdır. Orijinal veya bakır kaplanmış pomzaların negatif yüklü siyanür iyonları için pH 8 ve 11'de etkili adsorbent olmadıkları tespit edilmiştir. Test edilen çoğu pomza yüzeylerinin (pH_{PZC} değerlerine göre) suda pH 7-8'den daha büyük değerlerde baskın olarak negatif yüklü olması beklenmektedir. Dolayısıyla, negatif yüklü siyanür iyonlarıyla uyumsuz elektrostatik ilişkiler sonucu adsorpsiyon etkisiz olmaktadır. Diğer birçok adsorbentle karşılaştırıldığında pomzaların adsorpsiyon kinetiklerinin hızlı (dengeye ulaşma 4-8 saat içinde) olduğu tespit edilmiştir.

Peroksit ve orijinal pomzanın birlikte eklenmesinin siyanür giderimine olumlu bir etkisi olmamıştır. Öte yandan, test edilen her üç doğal pomza ve tüm tane fraksiyonları için, bakır kaplanmış pomzaların ve peroksitin birlikte dozlanmasıyla, siyanür giderim hızı ve nihai giderim miktarı önemli ölçüde artmıştır. Sabit peroksit dozunda, pomza dozunun artmasıyla siyanür giderim hızı ve nihai miktarı da artış göstermiştir. Bu bulgu, doğal pomza tanelerinin bakır kaplanarak kullanılması durumunda, suda heterojen bir katalizör görevi görüp, peroksitle birlikte siyanürü giderdiğini göstermektedir.

Bakır kaplanmış mevcut yüzey alanlarının artmasıyla siyanürün heterojen katalitik yüzey oksidasyonu kinetiği de artmıştır. Benzer yüzey kimyalarına sahip tek bir pomza türünün farklı tane fraksiyonlarında, bakır kaplanmış spesifik yüzey alanı siyanür giderim hızı ve nihai miktarını etkileyen ana faktör olsa da, farklı pomza türleri için yüzey kimyasının da (spesifik fonksiyonel grup gibi) çok önemli bir faktör olduğu bulunmuştur.

pH 8 ile karşılaştırıldığında, pH 11'de daha düşük hızda ve nihai miktarda siyanür giderimi gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak alkali durumlarda daha fazla peroksit tüketimi ve daha negatif yüklü pomza yüzeylerinin (dolayısıyla yüzey oksidasyonu için siyanür iyonları yüzeye yaklaşamaz) oluşması gösterilebilir. Birçok oksidasyon reaksiyonu kinetikleriyle tutarlı olarak, başlangıç siyanür giderim hızı ve nihai giderim miktarının 20 °C sıcaklıkta, 10 °C'ye göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Karıştırma boyunca pomzalarından solüsyona salınan bakır miktarı, konvansiyonel siyanür oksidasyonu teknolojilerindeki çamurlara ve solüsyonlara dozlanan miktarlardan çok daha düşüktür.

Çözünmüş bakır katalizörü, hidrojen peroksit veya SO_2 /hava oksidasyonu ile siyanür degradasyonunu hızlandırmak için çeşitli arıtma uygulamalarında kullanılmaktadır. Ancak, katalizör olarak atıksuya çözünür bakır eklenmesi, metal uzaklaştırma ile ilgili yeni problemlere sebep olabilmektedir. Bu sebeple, bu çalışmada ilk kez test edilen ve uygulanan, hafif, ucuz, kolaylıkla bulunabilen, doğal ve gözenekli destek malzemelerin (örneğin pomzaların) bakırla kaplanarak tam karışım/askıda veya sabit-yatak reaktör konfigürasyonlarında uygulanması ile bahsedilen bu tür problemler en aza indirgenebilir.

Teşekkür

Pomza numuneleri için Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü Prof.Dr. Lütfullah Gündüz'e; SEM-EDX analizleri için İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü'nden Yrd.Doç.Dr. Erol Şeker ve Yrd.Doç.Dr. Sait Sofuoğlu'na; BET yüzey alanı analizleri için ODTÜ Maden Müh. Bölümü'nden Ar.Gör. Savaş Özün'e; teknik yardımları için SDÜ Maden Müh. Bölümü'nden Ar.Gör. Hasan Çiftçi'ye teşekkür ederiz.

5 KAYNAKLAR

- Akcil, A. 2003. Destruction of cyanide in gold mill effluents: biological versus chemical treatments. *Biotechnology Advances* 21: 501-511.
- Augugliaro, V., Loddo, V., Marci, G., Palmesano, L., Lopez-Munoz, M.J. 1997. Photocatalytic oxidation of cyanides in aqueous titanium dioxide suspensions. *Journal of Catalysis* 166: 272-283.
- Botz, M.M. 2001. Cyanide treatment methods. In: Mudder, T.I (ed.). *The Cyanide Guide, A Special Edition of the Mining Environmental Management* 9: 28-30.
- Dictor, M.C., Battaglia-Brunet, F., Morin, D., Bories, A., Clarens, M. 1997. Biological treatment of gold ore cyanidation wastewater in fixed bed reactors. *Environmental Pollution* 97(3): 287-294.
- Gündüz, L., Sarıçık, A., Tozacan, B., Davraz, M., Uğur, I., Çankıran, O. 1998. *Pomza Teknolojisi*. Cilt:1. İSBAŞ AŞ ve SDÜ, Isparta.
- Karakaya, E. 2005. Altın madenciliği atıksularında hidrojen peroksit ve bakır kaplanmış pomza taşı ile siyanür giderimi. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ, Çevre Müh., Isparta.
- Karanfil, T. 1995. Oxygen sensitivity of natural and synthetic organic macromolecule sorption by activated carbon. *Ph.D. Thesis*, The University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Kitis, M., Akcil, A., Karakaya, E., Yigit, N.O. 2005. Destruction of cyanide by hydrogen peroxide in tailings

slurries from low bearing sulphidic gold ores. *Minerals Engineering* 18 (baskıda).

- Mudder, T.I., Fox, F., Whitlock, J., Fero, T., Smith, G., Waterland, R., Vietl, J. 1998. The Homestake wastewater treatment process: Part 2. Operation and performance. *The cyanide monograph*. Mining Journal Books, London.
- Mudder, T.I., Botz, M.M., Smith, A. (co-editors) 2001. *The Cyanide Compendium*. Mining Journal Books, London. 1000+ pages on CD.
- Saterlay, A.J., Hong, Q., Compton, R.G., Clarkson, J. 2000. Ultrasonically enhanced leaching: removal and destruction of cyanide and other ions from used carbon cathodes. *Ultrasonics Sonochemistry* 7: 1-6.
- Summers, R.S. 1986. Activated carbon adsorption of humic substances: effect of molecular size and heterodispersity. *Ph.D. Thesis*, Stanford University, Palo Alto, CA.

Üçköprü Krom Artıklarından Geri Kazanım ve Atık Alanının Rehabilitasyonu

A.E.Yüce, A.Güney, G. Önal

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Maslak, İstanbul

ÖZET:Karagedik kromit zenginleştirme tesisinde, 1920'li yıllardan bu yana gravite ayırmasına dayalı zenginleştirme sonucunda, ortalama % 12 – 13 Cr_2O_3 içerikli yaklaşık 1.2 milyon ton atık ortaya çıkmıştır. Bu artıklar tesis yakınlarında yaklaşık 50 dönümlük bir alanda yaklaşık 8-10 metre yüksekliğinde 3 stok alanında depolanmıştır. Artıklardan dolayı, önemli bir kimyasal kirlenme riski olmamakla beraber, önemli büyüklükteki atık alanları çevreyi tehdit edici bir görsel ve fiziksel kirlilik yaratmaktadır. Diğer yandan, bu artıklar ekonomik olarak kazanılabilir önemli büyüklükte krom içermektedir.

İnce krom artıklarından krom kazanımına yönelik çalışmalar, özellikle manyetik separasyon, multi gravite separasyonu, ve kolon flotasyon uygulamalarının kombinasyonu ile ince boyutlarda krom kazanımının olanaklı olduğunu göstermiştir. Bu araştırmaların sonucunda, 1999 yılında, ön konsantrasyon için manyetik ayırma ve nihai konsantrasyon için kolon flotasyon ünitesini içeren 5 t/saat kapasiteli bir pilot tesis kuruluşu gerçekleştirilmiştir. Bu proje metal madenciliğinde, artıklardan geri kazanım, nihai artıkların bertarafı ve atık alanının rehabilitasyonuna ilişkin önemli ve bir örneği oluşturmaktadır.

Bu tebliğ kapsamında, Fethiye-Üçköprü tesis artıklarından tekrar kazanım prosesi özetlenmekte ve atık alanının rehabilitasyonuna ilişkin öneriler tartışılmaktadır.

ABSTRACT: 1.2 million tons of tailings with average chromite content of 13-14 % Cr_2O_3 were discharged as a result of gravity separation method from the Karagedik Concentration Plant since 1920. These tailings were stocked in three stock piles which are covers an area of 50.000 m^2 with 8-10 meter in height. Although there is no chemically pollution risks from tailings, these huge tailing dumps are a matter of eye shore that disturb the natural panorama and importantly to be able to considered for the physical pollution. On the other hand, these tailings with valuable chromite contents can be regarded as an ore resource to be benefited economically.

Several studies conducted on fine chromite tailings indicate that the recovery of chromite fines can be possible if some relatively new technologies are employed such as combination of high intensity magnetic separation, multi gravity separation and column flotation methods. At the end of intensive research on tailings, pilot plant with a capacity of 5 tons/h was installed having magnetic separator for pre concentration and column flotation unit for final concentration. This project is very important and unique example in the metal mining operation in terms of recovery of valuable minerals from tailings, final disposal of tailings and rehabilitation of tailings area.

In this paper, re-beneficiation of plant tailings process and proposal of tailings area rehabilitation are discussed.

1. GİRİŞ

1930'lu yıllardan günümüze kadar faaliyetini sürdüren Fethiye/Üçköprü krom zenginleştirme tesislerinde, gravite farkına göre zenginleştirme sonucu çıkan artıklar, tesisin yakınında bir alanda depolanmaktadır. Karagedik-Fethiye karayolu üzerinde yer alan zenginleştirme tesisi yanında 50 dönümlük bir alan üzerinde, boyutu 1 mm altında, ortalama % 13 Cr_2O_3 içerikli bir milyon ton

civarında atık bulunmaktadır. Yıllardır uygulanagelen proses gereği, ortaya çıkan artıklardan, günümüzde gelişen teknolojilerle önemli oranlarda krom kazanımının olanaklı olduğu pilot ölçekli bir proses ile (mekanik dağıtma + eleme + manyetik separatör + kolon flotasyonu) ortaya konulmuştur (Güney, 1990). Çalışmalar daha ileri aşamalara ulaştırılarak, mevcut artıklardan krom kazanımını sağlayan 5 ton/saat kapasiteli bir pilot ölçekli tesisin kuruluşu ve işletmeye alınışı

gerçekleştirilmiştir. Artıklardan geri kazanım ve sonrasında nihai artıkların daha uygun alanlara nakli ve ilgili artık alanının rehabilitasyonu ile tekrar kullanıma açılması temel felsefesinden hareketle bu uygulama, metal madencilğinde önemli bir örneği oluşturmaktadır.

Mevcut alanda bulunan artıkların, konumu dikkate alındığında, yarattığı görsel kirlilik açısından çözüm bulunması gereken bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Artıkların rehabilitasyonu ve mevcut bölgenin tekrar kullanıma kazandırılmasında, öncelikle artıklarda mevcut kromun tekrar kazanımı ve bu proses sonucunda ortaya çıkan yeni artıkların daha uygun alanlara nakli ve depolanması öncelikli hedef olarak düşünülmelidir. Pilot ölçekte bir tesisle, ortalama % 45-46 Cr_2O_3 içerikli krom konsantresinin üretilebileceği kanıtlanmış olan bu prosese ait tüm veriler ve pilot tesisin öngörülen metal içeriği ve verimiyle fiilen çalışır halde Etibank'a teslimi bir protokol kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ancak ilgili işletmenin özelleştirme kapsamına alınması aşamasında pilot ölçekli çalışmalar durdurulmuştur.

Özelleştirme sonrasında ilgili işletmede çalışmaların tekrar başlatıldığı belirtilmektedir. Bu işletmede eski artıklardan krom kazanımına ilişkin mevcut bilgi birikimi ve bu amaçla kurulu tesisin değerlendirilmesi ile;

- a) artıklardan tekrar kazanım için önemli bir örneğin uygulamaya alınması,
- b) tekrar kazanım sonrasında atık alanlarının rehabilitasyonu, turistik öneme sahip bir alanda görsel kirliliğin ortadan kaldırılması ve alanın tekrar kullanıma açılması,
- c) artıklardan geri kazanım ile önemli büyüklükte bir ekonomik değer yaratılması

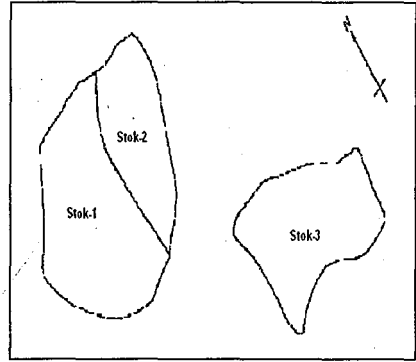
gibi çok önemli sonuçlara ulaşılacaktır. Mevcut pilot tesis kapasitesi ile yılda 6150 ton civarında bir konsantre üretimi söz konusudur. Ancak bu örnekten hareketle, daha yüksek kapasitelerde çalışma koşullarının oluşturulmasıyla, daha kısa sürede ekonomik katkılar yaratılabilecek, ayrıca da atık alanının rehabilitasyonu daha kısa sürede gerçekleştirilmiş olacaktır.

2. NUMUNE ALIMI ve PROSES ÇALIŞMALARI

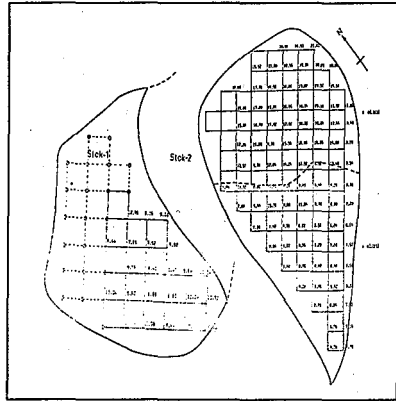
Üzerinde çalışmaların yürütüldüğü temsili numuneler, artık stokları üzerinde kapsamlı bir numune alım programı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Artık stoklarında 10'ar metrelik aralıklarla karelej yapılmış ve her bir noktadan spiral burgu ile tüm stokun derinliğine nokta örnekleri alınmış, kimyasal analizleri yapılarak tüm stokların

ortalama krom içerikleri belirlenmiştir. Üçköprü zenginleştirme tesisi yakınında yer alan artık stokları ve numune alım noktaları Şekil 1 ve 2'de artık sahasının bugünkü görünümünü Resim 1 ve 2'de verilmektedir.

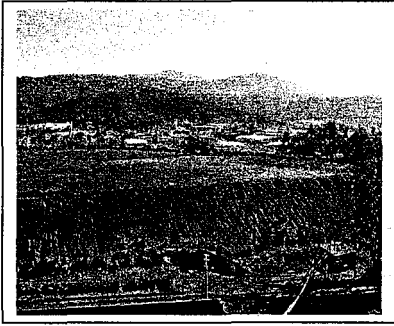
Artıkların değerlendirilmesine yönelik proje çalışmalarına esas oluşturan, mevcut stoklardan alınan ve artıkların tümünü temsil eden numuneye ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de, boyut ve boyuta göre krom dağılımı ise Çizelge 2'de verilmektedir.



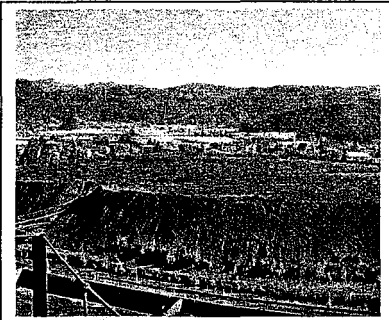
Şekil 1. Üçköprü krom artık stoklarının konumu



Şekil 2. 1 ve 2. Stoktan Numune Alım Noktaları ve Kromit İçerikleri



Resim 1. Artık Stoklarının Bugünkü Durumu



Resim 2. Artık Stoklarının Bugünkü Durumu

Çizelge 1. Orijinal artık kimyasal analizi

Bileşik	-%-
Cr ₂ O ₃	12,53
FeO	5,70
SiO ₂	28,81
Al ₂ O ₃	6,21
MgO	31,39
CaO	1,15
Kızdırma kaybı	11,74

Çizelge 2. Orijinal artık boyut ve boyuta göre krom dağılımı

Boyut aralığı -mm-	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃ -%-	Dağılım -%-
+1,0	4,5	5,25	1,9
-1,0+0,420	27,0	4,97	10,8
-0,420+0,106	16,2	3,61	4,7
-0,106+0,074	2,2	5,61	1,0
-0,074+0,053	4,1	6,25	2,0
-0,053+0,038	4,4	9,67	3,5
-0,038	41,6	22,68	76,1
Toplam	100,0	12,40	100,0

Orijinal artık numunesinden eleme yoluyla 0,1 mm boyut grubu üzerinde, ağırlıkça % 47,7 oranında bir malzeme ortalama % 4,53 Cr₂O₃ içeriği ile ayrılmış, proses çalışmaları 0,1 mm boyutu altında olan numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. 0,1 mm boyutu altındaki malzemenin boyuta göre krom dağılımı ise Çizelge 3'de verilmiştir. Orijinal artığın yaklaşık % 52'lik bölümünü oluşturan 0,1 mm altı boyut grubundaki malzemenin krom içeriği % 19'lara çıkmakta, bu malzemenin de % 80'inin 0,038 mm boyutu altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. 0,1 mm altı artık boyut ve boyuta göre krom dağılımı

Boyut aralığı -mm-	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃ -%-	Dağılım -%-
-0,106+0,074	4,2	5,61	1,2
-0,074+0,053	7,8	6,25	2,5
-0,053+0,038	8,5	9,67	4,2
-0,038	79,5	22,68	92,1
Toplam	100,0	19,58	100,0

Mevcut tesis artıklarından krom kazanımına yönelik en uygun prosesi belirlemek üzere; laboratuvar ve pilot ölçekte sarsıntılı masa, multi gravite ayırıcısı, jones manyetik ayırıcısı, klasik flotasyon, jet ve kolon flotasyonları ve bu yöntemlerin belirli koşullarda kombinasyonlarının incelendiği çok detaylı çalışmalar yapılmıştır.

Bu yöntemler içinde içerik ve verim açısından uygun koşullarda krom konsantresi kazanımında; manyetik ayırma + multi gravite ayırıcısı ve manyetik ayırma + kolon flotasyonu kombinasyonları öne çıkmıştır. Ancak zenginleştirmeye esas numunenin boyut dağılımı dikkate alındığında, uygulama açısından manyetik ayırma + kolon flotasyonu prosesinin üstünlüğü, elde edilen ürünlerin nitelikleriyle de ortaya çıkmaktadır. Artıkların değerlendirilmesi amacıyla pilot tesis kuruluşuna esas oluşturan deneylerin sonucunda her iki kombinasyon için ulaşılan optimum sonuçlar, Çizelge 4 ve Çizelge 5'de, manyetik ayırma+ kolon flotasyonu ile zenginleştirme prosesine ait akım şeması ise Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 4. Jones MA + MGS kombinasyonu zenginleştirme deney sonuçları

Ürünler	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃ -%-	Verim -%-
Konsantre	14,4	47,18	51,2
Artık	85,6	7,55	48,8
Toplam	100,0	13,26	100,0

Çizelge 5. Jones MA + kolon kombinasyonu zenginleştirme deneyi sonuçları

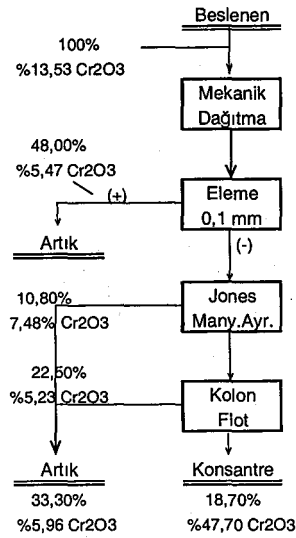
Ürünler	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃ -%-	Verim -%-
Konsantre	18,7	47,70	65,9
Artık	33,3	5,96	14,7
+1 mm	4,8	4,83	1,7
-1+0,1 mm	43,2	5,54	17,7
Toplam	100,0	13,53	100,0

3.PROSES TASARIMI ve TESİS KURULUŞU

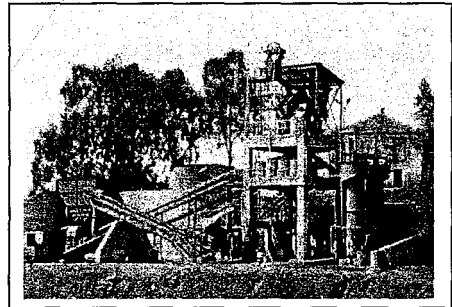
Proses tasarımı, makine ekipman seçimi, projelendirme ve fizibilite sonrasında; projeyi yürüten İTÜ Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama A.B.Dalı ile proje sahibi Eti Holding ve projeye destek veren Alman BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) arasında varılan mutabakat çerçevesinde 5 t/saat kapasiteli pilot tesis kuruluşu 1999 yılında tamamlanmıştır. İlgili anlaşma kapsamında, tesis denemeleri ve taahhüt edilen verilerin gerçekleştirilmesi için 3 aylık bir deneme üretimi Üniversite sorumluluğunda olmak üzere yürütülmüş, bu sürenin sonunda uygun kapasite, metal içeriği ve kazanma verimi değerlerini sağlayan koşullar sabitlenerek, çalışır haldeki tesis Eti Holding'e bir protokolle teslim edilmiştir. Artıklardan krom kazanımı gerçekleştirilen ve daha sonra ilgili kurum tarafından bu çalışma değerlendirilerek daha büyük kapasitelerde bir tesis oluşturma amacına yönelik kurulmuş pilot tesise ait bir görünüm Resim 3'de verilmektedir. Tesis deneme çalışmalarında elde edilen verilerin bir özeti ise Çizelge 6'da verilmektedir. Pilot tesisin işletmeye alınması aşamasında sürdürülen deneme üretimlerinde, sözleşme şartlarına uygun olarak minimum % 46 Cr₂O₃ içerikli bir konsantrenin ortalama % 57 verimle kazanılabilirliği, sonuçlardan (Çizelge 6) görülmektedir.

Çizelge 6. Pilot tesis deneme çalışmalarından alınan sonuçların genel değerlendirmesi

Cr ₂ O ₃ girişi %	Malzeme boyutu %	Konsantre % Cr ₂ O ₃	Artık % Cr ₂ O ₃	Verim %
13,83	+0,1 60,5 -0,1 39,5	45,25	8,00	51,0
13,90	+0,1 56,8 -0,1 43,2	46,40	7,20	57,0
14,29	+0,1 64,7 -0,1 35,3	45,14	7,33	58,1
14,68	+0,1 54,4 -0,1 45,6	46,00	8,00	55,0



Şekil 3. Artıklardan krom kazanım prosesi akım şeması



Resim 3. 5 t/saat kapasiteli pilot tesis görüntüsü

4.TESİSİN İŞLETMEYE ALINIŞI

Pilot tesisin işletmeye alınması aşamasında sürdürülen çalışmalar sonucunda; minimum % 46 Cr₂O₃ içerikli bir konsantrenin % 55'den fazla metal kazanma verimi ile alınabildiği görülmektedir. Tesiste zenginleştirme devresine alınmayan -1,0+0,1 mm boyut grubunun da bir gravite ayırması ile zenginleştirilmesi sonucu toplam metal kazanma verimine en az % 5-7 oranlarında bir katkı yaratabileceği laboratuvar ölçekli çalışmalarda belirlenmiş olmasına rağmen pilot tesis yatırımında bu durum değerlendirme dışı tutulmuştur. Ancak söz

konusu artıkların değerlendirilmesinde büyük kapasiteli bir tesis öngörüsü içinde bu seçeneğin de düşünülmesi gerekmektedir. Üçköprü'de işletmeye alınışı tamamlanan pilot tesise ait işletme verilerinin genel bir değerlendirmesi Çizelge 7'de özetlenmiştir.

Çizelge 7. Pilot tesis işletme verileri

Pilot tesis verileri	
Tesis kapasitesi	5 t/sa
	24 sa/gün
Çalışma süresi	300 gün/y
Yıllık zenginleştirme kapasitesi	36.000 ton
Konsantre üretimi	6.150 ton/y
Konsantre -% Cr ₂ O ₃ -	46,40
Metal kazanma verimi -%-	57,0
Zenginleştirme oranı	5,9
Nihai artık	29.850 ton/y
+ 1 mm artık (kum)*	1.800 ton
-1+0,1 mm artık**	18.720 ton
-0,1 mm proses artığı	9.330 ton
İşletme toplam maliyeti	35 US\$/kons.
Artık atma maliyeti	5 US\$/ton

*: kum olarak satılabilir ürün

**: gravite ile tekrar değerlendirilebilir malzeme

5. ARTIK DEĞERLENDİRME VE REHABİLİTASYON

Artıkların değerlendirilmesi sonucu üç ayrı yapıda artık ortaya çıkmaktadır. 1 mm boyutu üzerinde ayrılan iri artık, yıkanmış ve kilden arındırılmış olarak, ideal bir hafif yapı malzemesi olarak değerlendirilebilecek durumdadır. -1+0,1 mm boyutlu malzemenin ilave bir prosten (gravite ayırması) geçirilmesi ve içinden kromun alınması sonrasında ise bu malzemenin de yörede yaygın olarak faaliyet gösteren seracılıkta zemin ıslahı, zemin dolgu ve taban yaygı malzemesi olarak değerlendirilme şansı çok yüksektir. Bu koşullarda sadece 0,1 mm boyutu altında zenginleştirme sonrasında ortaya çıkan nihai artığın uzaklaştırılması için çözüm üretilmek durumundadır.

Flotasyon tesisi artıklarının artık depolama alanında yeterli ölçüde susuzlandırılması sonrasında iki alternatifli bir artık uzaklaştırma sistemi üzerinde ön araştırmalar yapılmıştır. Bu alternatiflerden ilki; maden üretimi sonrasında zenginleştirme tesislerine tuvenan cevher taşıyan kamyonların, ocağa dönüşte artıkları yer altı ocaklarında dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere nakletmeleridir. İkinci alternatifte ise; Karagedik civarında 15 km'lik bir mesafede steril bir bölgede artıkların düzenli depolanması ve sonrasında bu alanın rehabilitasyonu öngörülmektedir. Birinci alternatifte nihai konsantre

üretim maliyeti üzerine ortalama 5 \$/t'lık bir maliyet yükünün geleceği hesaplanmıştır. İkinci alternatifte ise bu yükün 10 \$'lar mertebesine çıkacağı düşünülmektedir. Ancak her ne şekilde olursa olsun, mevcut konsantre tesisi civarında kalıcı bir artık depolama olanağı çeşitli kısıtlamalar taşımaktadır. Tesis bölgesinin önemli bir seracılık merkezi olması ve Fethiye karayoluna çok yakın olması, bu alanda depolanan artıkların uzaklaştırılması ve mevcut artık alanının büyük bir bölümünün rehabilitasyonunu zorunlu kılmaktadır (Resim 3 ve 4)

Mevcut artıkların, bugüne kadar gerçekleştirilmiş çalışmaların ışığında zenginleştirilmesine yönelik bir tesis düşünülmesi ve 5 yıllık bir sürede mevcut artıkların tümüyle değerlendirilmesi ilkesi ile saatte 25 ton artık işleme kapasiteli bir tesise ait ortaya çıkacak işletme verileri Çizelge 8'de verilmiştir.

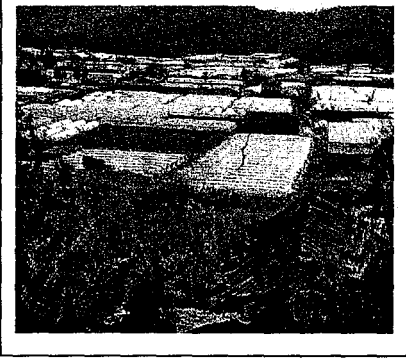
Çizelge 8. 25 t/sa kapasiteli artık değerlendirme tesisine ait işletme verileri

Tesis verileri	
Tesis kapasitesi	25 t/sa
	24 sa/gün
Çalışma süresi	300 gün/y
Yıllık zenginleştirme kapasitesi	180.000 ton
Konsantre üretimi	30.780 ton/y
Nihai artık	149.220 ton/y
+ 1 mm artık (kum)*	9.000 ton
-1+0,1 mm artık**	93.600 ton
-0,1 mm proses artığı	46.620 ton

*: kum olarak satılabilir ürün

**: gravite ile tekrar değerlendirilebilir malzeme

Saatte 25 ton artık değerlendirilmek üzere planlanacak bir tesisten yılda 30 bin ton mertebesinde bir krom konsantresinin kazanılabilmesi olanaklı olacaktır. Diğer yandan +1 mm ve -1+0,1 mm boyut grubundan alınacak artıkların yörede kullanılmak üzere değerlendirilmesi halinde her iki boyut grubundaki artıkların getirilerinin -1+0,1 mm boyutlu malzemenin krom kazanımı masrafları ile karşılıklı geleceği hesaplanarak bu artıkların sıfır maliyetle tesisten uzaklaştırılması öngörülmektedir. Geriye kalan -0,1 mm boyutlu artık miktarı ise ortalama yılda 50 bin ton mertebesinde olacaktır. Bu artıkların uzaklaştırılması için maksimum 5 \$'lık bir masraf öngörüldüğünde; tesisin krom metalinden kazancının % 15'ler mertebesinde bir oranı ile tüm artıkların uzaklaştırılması gerçekleştirilmiş olacaktır.



Resim 3. Artık sahası etrafında yeralan seracılık faaliyetlerinden görünüm



Resim 4. Artık sahası etrafında yeralan seracılık faaliyetlerinden görünüm

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Üçköprü krom zenginleştirme tesisi artıklarından krom kazanımı ve nihai artıkların uzaklaştırılması amacına yönelik çalışmalar sonucu kurulan pilot tesis manyetik ayırma + kolon flotasyonu birimlerinden oluşmaktadır. Pilot tesisin kuruluşu, eski artıkların değerlendirilmesine yönelik düşüncelerin bir başlangıcı olup, bu verilerden hareketle uygun büyüklükte bir tesis için yatırım planlanmıştır. Ancak özelleştirmenin gündeme gelmesi ile bu çalışmalar durdurulmuştur.

Üçköprü tesis artıklarının konumu, öncelikle bu artık alanının hızla rehabilitasyonunu gerektirmektedir. Artıkların içerdiği değerlendirilebilir oranlardaki kromun, günümüz teknolojileri ile kazanılması son derece olanaklı olup, bunun için örnek bir pilot çalışma ile yeterli

bilgi birikimi oluşturulmuştur. Bu çalışmalar sonucunda;

- i) minimum % 46 Cr_2O_3 içerikli bir konsantrinin ortalama % 60 kazanma verimi ile elde edilebileceği,
- ii) mevcut artıklardan yıkama ve eleme ile ayrılacak 0,1 mm boyutu üzerindeki kum niteliğinde bir malzemenin hafif yapı malzemesi olarak değerlendirilebileceği,
- iii) Pilot tesis projesi kapsamında olmayan, ancak $-1+0,1$ mm boyut grubu olarak ayrılan malzemenin bu boyutta uygulanabilir bir gravite ayırması ile krom kazanma veriminin % 3-5 değerlerinde artırılabilirliği,
- iv) artıktan krom kazanımı sonrası ortaya çıkacak nihai artıkların mevcut tesis alanından uzaklaştırılması için alternatifli çözümler olduğu,

açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Pilot ölçekte yapılan çalışmalarda, tesisin metal içeriği ve kazanma veriminin, artık boyut dağılımına karşı hassas olduğu gerçeği yanı sıra orijinal artık boyutunun % 50'den fazla oranda 0.038 mm boyutu altında olması, nihai zenginleştirme kademesinde gravite de dahil fiziksel zenginleştirme yöntemlerinin uygulanmasını büyük ölçekte kısıtlamaktadır.

Artıktan krom kazanımına yönelik çalışmalar içinde çok detaylı olarak verilmemiş olmasına karşın, özellikle $+1$ mm'nin doğrudan, $-1+0,1$ mm boyut grubunda ise bir zenginleştirme sonrası ortaya çıkacak malzemenin yörede taban sergi malzemesi, hafif yapı işlerinde kum niteliğinde kullanılabilirlik şansı çok yüksektir. Üçköprü zenginleştirme tesisi birimleri, özellikle yöredeki seracılık faaliyetleri nedeniyle yerleşim alanlarıyla iç içe hale gelmiştir (Resim 1, 2, 3 ve 4). Mevcut artık depolama alanının bu bölgede uzun süreli tutulması olanaksız hale gelmiştir. Bu nedenle bu alanın rehabilitasyonu ve tesisin çalışma süresi içinde ancak geçici bir artık depolama gereği ortaya çıkmakta, bu durum; ise artıklardan krom kazanımı ve sonrasında nihai artıklara uzun süreli depolama yaklaşımını zorunlu kılmaktadır. Söz konusu artıklardan krom kazanımı yaklaşımı en sade biçimiyle, ilgili alanın rehabilitasyonu açısından öncelik taşımaktadır. Aynı zamanda teknolojik yeniliklerin yarattığı avantajlarda artıktan kazanılabilir önemli büyüklükte krom konsantrisi üretilme şansı da vardır. Nihai artıkların ise bu tebliğ kapsamında değinilen iki alternatifli bertarafı ve artık alanının büyük ölçüde

rehabilitasyonu, maden işletmeciliği açısından da pozitif bir sonuç yaratacaktır.

Artıklardan fayda üretmek konusunda, mevcut bilgi birikimine, nihai artıkların bazı mühendislik özelliklerinin belirlenmesi için küçük ölçekli bir araştırmanın dahil edilmesiyle, çevreye duyarlı bir işletmecilik yaklaşımında önemli bir örnek oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

- Doğan, M.Z., Onal, G., Güney, A., Yüce A.E. (1996), New Developments in the Processing of Chromite Tailings in Turkey. Nato Summer School Varna, Bulgaria.
- Doğan, M.Z., Güney, A., Yüce, A.E., Önal, G., (1999), Progress in Processing of Fine Chromite Tailings in Turkey. International Symposium on Beneficiation Agglomeration and Environmental-ISBN 99, Eds. S.R.S Sastri, S. Mohanty, B.K. Mohapatra, Bhubaneswar INDIA.
- Güney, A., Önal, G., Çelik, M.S., (1999), A new flowsheet for processing chromite fines by column flotation and collector adsorption mechanism, Minerals Engineering. Vol. 12, No.9. pp. 1041-1049.
- Güney A., Önal, G. (1990), Beneficiation of Etibank Üçköprü Chromite Tailings By Column Flotation. Proceedings of III International Mineral Processing Symposium at İstanbul, Turkey, Eds. G. Önal, September, pp:217-229.
- Güney, A., Doğan, M.Z., Önal, G. (1991), Beneficiation of Etibank Üçköprü Gravity Tailing by Column Flotation. Proceedings of International Conference on Column Flotation at Sudbury Canada, Eds. G.E Agar, D.J. Huls, D.B. Hyma., June, Vol.1, pp:211-221.
- Güney, A., Önal, G. (1991), Beneficiation of Etibank Üçköprü Gravity Tailing by Free Jet Type Flotation System. Proceedings of International Conference on Column Flotation at Sudbury Canada, Eds. G.E Agar, D.J. Huls, D.B. Hyma., June, Vol.2, pp:609-619.
- Güney, A., Önal, G., Sirkeci, A.A. (1994), Concentration of Fine Chromite Tailings Using Novel Flotation Techniques. Proceedings of the IV. Meeting of Southern Hemisphere on Mineral Technology III American Congress on Froth Flotation at Concepcion, Chili.
- Güney, A., Yüce, A.E., Önal, G. (1995), Chromite Mining in Turkey. Proceedings of the Turkish Speaking Countries 2nd Earth Sciences & Mining Conference at Ankara, Turkey.
- Güney, A., Sirkeci, A.A., Yüce, A.E., Önal, G. (1996), Re-evaluation of Chromite Tailings. Proceedings of the Fourth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production-Swemp 96 at Cagliari, Italy, Eds. R. CICCUCU, October, pp:393-403.
- Güney, A., Sirkeci, A.A., Gürkan, V., Önal, G. (1996), The Recovery of Chromite Fines From Tailings of Üçköprü Chromium Plant Using HIWHS. Proceedings of the VI International Mineral Processing Symposium, Eds. M Kemal, V. Arslan, A. Akar., Kuşadası, İzmir, September, pp:149-154
- Güney A., Önal, G., Atmaca, T., Kippenberger, C., Gürkan, V. (1997), The Recovery of Chromite Fines From the Tailings of Üçköprü Chromite Concentrator, Proceedings of the XX International Mineral Processing Congress at Aachen, Germany. Eds. H. Hoberg., H Von Blottnitz., September, V:5, pp:91-97.
- Güney, A., Yüce, A.E., Tüzel, L., Girgin, Ş., Önal, G., (1999), Beneficiation of Chromite Tailings by Multi-Gravity Separator. VII Balkan Mineral Processing Conference, Eds. Dusan Salatić, Herceg Novi, Yugoslavia, September, 14-18, pp: 99-104.
- Güney, A., Önal, G., (2000), Application of a new beneficiation methodsto ultrafine-size chromite, Processing of 8th International Min.Processing Symposium, Eds. G. Özbayoğlu, Ç. Hoşten, Ü. Atalay, at all. Antalya-Turkey 16-18 October, p:299-305.
- Önal, G., Güney, A. (1990), Chromerzbergbau In Der Turkei. Aufbereitung Technik Nr. 31, pp:24-28.
- Önal, G., Güney, A., Yüce, A.E., (2003), "The beneficiation of chromite tailings by Multi-gravity separator", Proceeding of the International Seminar on Mineral processing Technology MPT-2003, pp:203-207, February, 6-8, Goa, India.
- Yüce, A.E., Sirkeci, A.A., Güney, A., Önal, G. (1997), Developments in Turkish Chromite Industry, Proceedings of the 7 th Balkan Conference on Mineral Processing at Vatra Dornei, Romania, May, Volum II, pp.44-48.
- Yüce, A.E., Güney, A., Önal, G. (1998), Final Tailings Disposal After Beneficiation of Chromite Fines Using New-age Separator. Proceedings of the Fifth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production-Swempt 98 at Ankara, Turkey, May, pp:469-472.
- Yüce, A.E., (1994), "Multi Gravity Separator", (Translation), Madencilik Dergisi, 33, Sayı 1, s:33-41.

Doğal Taş İşleme Tesisi Atık Sularından Bulanıklığın Giderilmesine Farklı Yöntemlerin ve Farklı Koagülantların Etkisi

B. Ersoy, A.M. Alptekin, A. Sarıışık & S. Gürçan

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TUAM), Afyon

Z.E. Erkan

Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

A. Yıldız

AS Güreller Mermer Nak. San. Tic. Ltd. Şti., Burdur

ÖZET: Bu çalışmada doğal taş (Traverten) işleme tesisi atıksuyundan bulanıklığın giderilmesinde koagülasyon (pH 6, 7.5 ve 9'da), flokülasyon (pH 9'da) ve koagülasyon+flokülasyon (pH 9'da) yöntemlerinin etkisi incelenmiştir. Flokülasyon için yüksek molekül ağırlıklı poliakrilamid esaslı anyonik polimer kullanılırken, koagülasyon ve koagülasyon+flokülasyon testleri için de $FeCl_3$, $AlCl_3$ ve Alüm [$Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$] kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda koagülasyon yönteminin traverten tesisi atıksuyunun arıtılması için kesinlikle uygun olmadığı buna karşın hem flokülasyon ve hem de koagülasyon+flokülasyon yönteminin iyi bir arıtma performansı gösterdiği tesbit edilmiştir. Hem koagülasyon ve hem de koagülasyon+flokülasyon için klorür esaslı koagülantların daha iyi sonuç verdiği ve ayrıca düşük süspansiyon pH'sının koagülasyonu olumlu yönde etkilediği tesbit edilmiştir.

ABSTRACT: In this work, the effectiveness of coagulation (at pH 6, 7.5 and 9), flocculation (at pH 9) and coagulation+flocculation (at pH 9) methods on turbidity removal from the wastewater of natural stone (travertine) processing plant was examined. $FeCl_3$, $AlCl_3$ and Alum ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$) as coagulant, and polyacrylamide based anionic polymer of high molecular weight as flocculant were used. It has been pointed out that sole coagulation method certainly is not enough to purify the travertine wastewater while flocculation and coagulation+flocculation methods provide a good purification. Cl- based coagulants ($AlCl_3$ and $FeCl_3$) rather than alum gives better results in both coagulation and "coagulation+flocculation" methods. In addition, low suspension pH enhances the purification performance of all the coagulants in coagulation.

1 GİRİŞ

Koagülasyon ve Flokülasyon terimleri kelime manası olarak aynı şeyi ifade etmekte olup herhangi bir sıvı içerisinde çökmeden askıda duran ve bu nedenle bulanıklığa sebep olan kolloidal boyutlu katı tanelerin bir araya getirilmesi (kümeleşmesi) demektir. Fakat koagülasyon'da bu kümeleşme işlemi ortama katılan çok değerlikli inorganik elektrolitler (koagülantlar) yardımı ile gerçekleşirken, Flokülasyon'da bu kümeleştirme işlemi ortama katılan yüksek molekül ağırlıklı organik elektrolitler diğer adıyla polimerler veya

flokülantlar ile gerçekleştirilmektedir. Sulardaki ve sanayi atıksularındaki bulanıklığın giderilmesinde koagülasyon veya flokülasyon veya bu iki yöntemin kombinasyonu olan koagülasyon+flokülasyon yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Gerek koagülasyon ve gerekse flokülasyon işlemi uygulanan bir katı-su sisteminde (süspansiyonda) iki sonuç elde edilir: i) Süspansiyonda çökmeden askıda duran veya kendi kendilerine çökmesi çok çok yavaş olan kolloidal tanelerin çökmesini sağlamak ve ii) Suyun/atıksuyun bulanıklığını gidererek daha temiz ve berrak su/atıksu elde etmektir ki bu sonuç ilk maddenin tabii bir sonucu olarak ortaya çıkar. Fakat bu iki sonuç genelde birbiriyle uyumlu

olmamaktadır. Yani bir süspansiyonda çökeltme hızının en iyi olduğu şartlar (flokülant/koagülant tipi, ortam pH'sı vb.) bulanıklık için de en iyi sonucu (en az bulanıklık) vermemektedir ki bu durum koagülasyon ve/veya flokülasyon mekanizmasının zannedildiğinden daha kompleks olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Literatürdeki birçok çalışma bu hususu desteklemektedir (Werneke 1979, Gregory 1989, Ersoy 2005). Koagülasyon ve/veya flokülasyon uygulanan tesis için bulanıklık veya çökeltme hızından hangisi daha önemli ise o daha ön planda tutularak koagülasyon/flokülasyon şartları optimize edilmektedir.

Alüm ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$), Demir Klorür ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ve Alüminyum Klorür (AlCl_3) en yaygın kullanılan koagülantlar olup su ve atıksulardaki humik asit vb. tür organik kolloidlerden kaynaklanan bulanıklığın giderilmesinde (Franceschi & diğ. 2002, Gabelich & diğ. 2002, Gregory & diğ. 1997, Cheng 2002, Özbelge & diğ. 2002), tekstil atık suyundan (Kim & diğ. 2003) ve çeşitli kimyasal proses atık suyundaki (Al-Malack & diğ. 1999, Poon & Chu 1999) kolloidal boyutlu katılardan kaynaklanan bulanıklığın giderilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu tür koagülantlar farklı kil süspansiyonlarının (Ching & diğ. 1994, Pierre & Ma 1997, Pierre & Ma 1999) ve mineral süspansiyonlarının (Özkan & Yekeler 2004) koagülasyonunda da kullanılmaktadır.

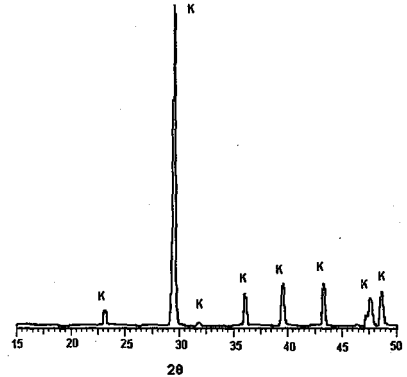
Türkiye'nin mermer şehri olarak bilinen Afyon ve bölgesindeki işletmelerde doğal taş (mermer, traverten vb.) blok ve plakalarının işlenmesi (kesilmesi ve parlatılması) sırasında ortaya çıkan süspansiyon halindeki atıksular % 2-10 arasında Doğal Taş (DT) tozu içermektedir. Süspansiyondaki bu tozların iri boyutlu olanları (0.1-2 mm) atık havuzuna giderken kanallarda yerçekimi kuvvetiyle kendiliğinden çökmektedir. Daha ince boyutlu DT tozları ise genelde çöktürme tankında flokülant ilavesiyle çöktürülebilmekte ve böylece katı tanelerden arındırılmış veya askıda katı miktarı en aza indirilmiş temiz su elde edilebilmektedir. Bu su ise yeniden doğal taş işlenmesinde kullanılmaktadır. İyi bir arıtma yapılamaması durumunda sistemde yeniden kullanılan bu su içerisinde kolloidal (<1µm) boyutlu katı partiküller bulunabilir ve bu da özellikle cilalama işlemlerini olumsuz etkileyebilir ve bunun yanında borularda tıkanmalara sebep olabilir. DT süspansiyonlarından bulanıklığın giderilmesi

konusunda daha önce bir kaç çalışma yapılmış olup bu çalışmalar tamamen flokülasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. (Serenkaya & diğ. 2000, Ersoy 2005). DT süspansiyonlarından bulanıklığın giderilmesi üzerine uygulanan yöntem farklılığının ve koagülant tipinin etkisi konusunda bir çalışma yapılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada DT süspansiyonlarından bulanıklığın giderilmesinde koagülasyon, flokülasyon ve koagülasyon+flokülasyon yöntemlerinin farkı ele alınacak ve ayrıca bulanıklığın giderilmesinde koagülant tipinin etkisi incelenecektir.

2 DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme

Bu çalışmada Afyon'da faaliyet gösteren Tureks Traverten A.Ş. fabrikasından temin edilmiş olan Denizli Traverten tozu kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan numune fabrikanın atıksu havuzundan orijinal şekilde süspansiyon halinde alınmış ve laboratuara getirilmiştir. Numune serilerek oda sıcaklığında kurutulmuş ve daha sonra 0.1mm'lik elekten geçirilmiş ve böylece deneysel çalışmalarda kullanılan traverten tozu numunesi elde edilmiştir. Traverten tozunun mineralojik analizi Cu-Kα ışınması kullanılarak Shimadzu 6000 marka XRD cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen XRD pikleri Şekil 1'de verilmiş olup şekilden de görüldüğü gibi numune hemen hemen tamamıyla kalsit (CaCO_3) mineralinden oluşmaktadır.



Şekil 1: Travertenin XRD pikleri (K:Kalsit)

Traverten tozunun kimyasal analizi için Spectro X-Lab 2000 marka XRF cihazı kullanılmış olup, kimyasal analiz sonuçları şöyledir: CaO % 54.35, MgO % 0.42, Fe₂O₃ % 0.20, SiO₂ % 0.17, Al₂O₃ % 0.85, Na₂O % 0.03, K₂O % 0.20, KK(Kızdırma Kaybı) % 43.75. Numunenin tane boyutu analizi laser tekniği ile çalışan Fritsch Particle Sizer Analysette 22 cihazı ile yapılmış olup, numunenin %90'ı 38 mikronun ve %10'u ise 1.5 mikronun altındadır. Kullanılan anyonik flokülant tozu Ciba Speciality Chemical üretici firmasının Türkiye distribütörü olan Süperkim Kimya A.Ş.'den temin edilmiştir. Flokülant olarak yüksek molekül ağırlıklı poliakrilamid esaslı anyonik tür Sodyum-Poliakrilat (Na-PA) kullanılmıştır. Flokülantın ticari kodu SPK 508 ve anyoniklik derecesi % 28'dir. Deneylerde koagülant olarak Merck marka Alüminyum Klorür (AlCl₃), Demir Klorür (FeCl₃.6H₂O) ve Fluka marka Alüm (Al₂O₃.S₃.16H₂O) kullanılmıştır. pH ayarlamalarında 1 M NaOH ve 1 M HNO₃ çözeltisi kullanılmıştır. İncö-Lab marka pH-Metre ile pH ölçümleri yapılmıştır. Koagülantların ve flokülantın stok çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan saf suyun pH'sı 6.2, iletkenliği 10 μ mhos/cm'dir. Koagülasyon, flokülasyon ve koagülasyon+flokülasyon testlerinde kullanılan çeşme suyunun pH'sı 7.3-7.5, bulanıklığı 0.3 NTU, iletkenliği 1330-1450 μ mhos/cm'dir.

2.2. Koagülasyon Testi

pH 6, 7.5 ve 9'da farklı koagülant dozajlarında koagülasyon testleri yapıldı. Her bir test için 500 ml'lik dereceli silindirik mezüre 500 ml çeşme suyu kondu ve üzerine katı oranı % 4 olacak şekilde 21 g traverten tozu ilave edildi. Mezür 2 kez alt üst edildi ve pH ayarlamasından sonra ise süspansiyon 4 kez alt üst edildi. Daha sonra 1 g/L'lik koagülant çözeltisinden otomatik pipetle gerekli miktarda çekilerek süspansiyona ilave edildi ve mezür tekrar 4 kez alt üst edildikten sonra düz bir zemine konarak 15 dk çökelmeye bırakıldı. 15 dk sonunda mezürün üzerinden 12 cm aşağısından pipetle 12 ml su çekilerek Velp-115 Türbidimetre marka türbidimetre cihazında NTU (Nephelometric Turbidity Unit) cinsinden bulanıklık ölçümü yapıldı.

2.3. Flokülasyon Testi

Flokülasyon ve koagülasyon+flokülasyon testlerine başlamadan SPK 508 flokülantının 0.1 gramı 100 ml

saf suya konuldu ve 1 saat manyetik karıştırıcıda oda sıcaklığında karıştırılarak 1000 mg/L'lik stok çözelti hazırlandı. Sonra bu stok çözeltiden 100 mg/L'lik çözelti türetildi ve flokülasyon testlerinde bu 100 mg/L'lik flokülant çözeltisi kullanıldı. Traverten süspansiyonunun flokülasyon testleri için 500 ml'lik dereceli silindirik mezüre 500 ml çeşme suyu ilave edildi ve üzerine 21 g traverten tozu eklendi. Mezür 2 kez alt üst edildi ve pH 9'a ayarlanarak süspansiyon 4 kez alt üst edildi. Hemen sonra 100 mg/L'lik flokülant çözeltisinden gerekli miktarda otomatik pipetle çekilerek süspansiyona ilave edildi ve mezür 4 kez alt üst edildikten sonra düz bir zemin üzerine konarak 15 dk çökelmeye bırakıldı. 15 dk sonunda mezürün üzerinden 12 cm aşağısından pipetle 12 ml su çekilir türbidimetre'de bulanıklığı ölçüldü.

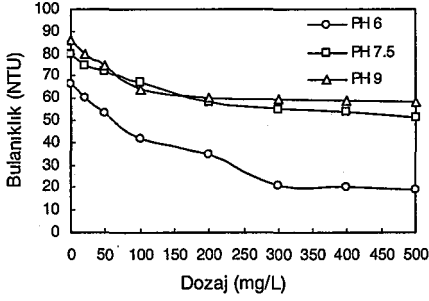
2.4. Koagülasyon + Flokülasyon Testi

Koagülasyon+flokülasyon testleri için içerisinde 500 ml çeşme suyu bulunan mezüre 21 g traverten tozu eklenerek mezür 2 kez alt üst edildi ve pH 9'a ayarlandıktan sonra tekrar 4 kez alt üst edildi. 1g/L'lik koagülant stok çözeltisinden gerekli miktarda otomatik pipetle çekilerek süspansiyona aktarıldı ve 4 kez alt üst edildi. Sonra flokülasyon çalışmasından saptanan ve optimum dozaj olarak belirlenen 1.3 mg/L'lik konsantrasyonu oluşturacak miktarda 100 mg/L'lik SPK 508 stok flokülant çözeltisinden otomatik pipetle çekilerek süspansiyona ilave edildi. Mezür son olarak 4 kez alt üst edildi ve düz bir zemine konarak 15 dk çökelmeye bırakıldı. 15 dk sonunda yukarıda ifade edildiği gibi suyun bulanıklığı ölçüldü.

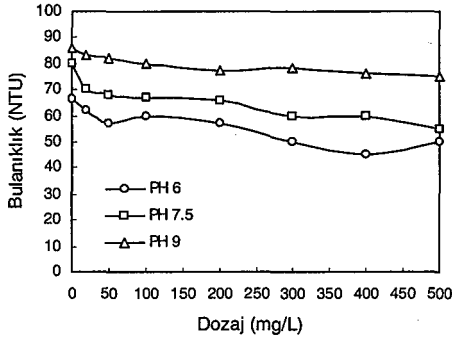
3 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Koagülasyon

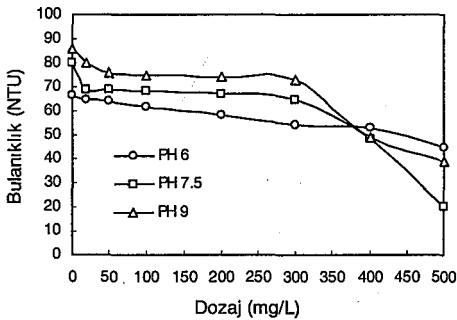
Traverten süspansiyonundan bulanıklığın giderilmesinde koagülasyon yönteminin etkisini görmek amacıyla +3 değerlikli metal katyonuna sahip farklı koagülantlar varlığında bir dizi çökelme testleri yapılmıştır. Bu testlerde AlCl₃, (Şekil 2), Alüm (hidrate alüminyum sülfat) (Şekil 3) ve FeCl₃ (Şekil 4) gibi su-atık su arıtımında en çok bilinen ve kullanılan koagülant türleri kullanılmıştır.



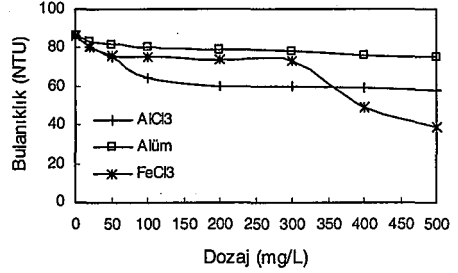
Şekil 2: Farklı pH'larda AlCl₃ ile koagülasyonun bulanıklığa etkisi.



Şekil 3: Farklı pH'larda Alüm ile koagülasyonun bulanıklığa etkisi.



Şekil 4: Farklı pH'larda FeCl₃ ile koagülasyonun bulanıklığa etkisi.



Şekil 5: Koagülasyon yönteminde, koagülant tipinin bulanıklığa etkisi (pH=9).

Üç farklı süspansiyon pH'sında (pH 6, 7.5 ve 9) her bir koagülant tipi için dozaja göre elde edilen bulanıklık değişimi Şekil 2, 3 ve 4'de görüldüğü gibi grafiğe geçirilmiştir. Şekil 5'de ise orijinal traverten süspansiyonunun pH'sına (pH 8.44) en yakın değer olan pH 9'da AlCl₃, Alüm, FeCl₃ ile yapılan koagülasyon testlerinin sonucu, kıyaslama yapmak amacıyla toplu olarak verilmiştir.

Şekil 2'de AlCl₃ ile yapılan çalışmada pH 9'da koagülantsız ortamda elde edilen bulanıklık değeri yaklaşık 85 NTU iken dozaj arttıkça bulanıklık azalmakta ve 100 mg/L'de 65 NTU'ya ulaşmakta bundan sonraki dozajlarda ise bu değerde hemen hemen sabit kalmaktadır. pH 7.5'deki deneyde de yine benzer bir davranış gözlenerek koagülantsız halde 80 NTU olan bulanıklık değeri 100 mg/L dozajda yaklaşık 60 NTU olmakta ve bundan sonraki dozajlarda çok cüzi bir azalış göstererek 500 mg/L'de 50 NTU civarına inmektedir. pH 6'da ise dozaj artışına bağlı bulanıklıktaki azalma oranı pH 7.5 ve 9'dakine göre nisbeten daha fazla olmakta sıfır dozajda 67 NTU olan bulanıklık değeri 300 mg/L'de 20 NTU ya inmekte ve bu oranda sabit kalmaktadır. Şekil 2'deki bu grafiklere göre pH'nın azalmasıyla bulanıklığın da azaldığı ve bulanıklık için en iyi sonucun pH 6'da elde edildiği görülmektedir. Bu durumun pH 6'da elde edilen koagülasyonda hem yük nötralizasyonun, ki bu pH 6'da pozitif yüke sahip bulk çözeltide oluşan Al(OH)₃ çökeleğinin (Kusaka & diğ. 1997) veya olası artı yüklü kompleks Al-Hidroksil bileşiklerinin aynı pH'da negatif yüke sahip traverten (Ersoy 2005) tizerine adsorblanmasıyla (veya depolanmasıyla) oluştuğu düşünülmektedir, ve hem de Al(OH)₃ çökeleğinin oluşması sırasında meydana gelen süpürme yönteminin bir arada etkin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. pH 7.5

ve 9'daki koagülasyonlarda ise süpürme yönteminin çok daha egemen olduğu ve yitk nötralizasyonunun etkinliğinin azaldığı ve özellikle pH 9'da bunun tamamen kaybolduğu söylenebilir. Çünkü $Al(OH)_3$ 'in sıfır yük noktası pH 9.3 (Kragten 1978, Kusaka & diğ.1997) olup $Al(OH)_3$ 'in yüzey yükü (veya zeta potansiyeli) pH 9'da sıfıra çok yakın olduğundan eksi yüzey yüklü traverten ile elektrostatik etkileşim zayıflayacak ve dolayısıyla kümeleşme ihtimali azalacaktır. Ayrıca pH 9'da ortamda kısmen de olsa bulunabilecek $Al(OH)_4^-$ kompleksi nedeniyle traverten süspansiyonundaki dispersiyonun artmasına yani koagülasyon şartlarının bozulmasına neden olabilir. Diğer yandan bu çalışmadaki gibi yüksek katı konsantrasyonlu süspansiyonların genelde ortokinetik tür koagülasyon kinetiğine sahip olduğu ve bunun geçerli olduğu sistemlerde de süpürme koagülasyonundan ziyade yük nötralizasyonu ile koagülasyonun çok daha önemli olduğu ifade edilmekte olup (Gregory 1989) bu bizim çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. $FeCl_3$ ve Alüm kullanılarak kaolin süspansiyonunun koagülasyonu çalışmasında da yine bu çalışmadaki sonuçlara benzer olarak pH'nın azalmasıyla bulanıklığın azaldığı belirlenmiştir (Rossini & diğ.1999). Bu çalışmanın aksine yüksek pH'da (pH >8.5) $AlCl_3$ ile yapılan selestit koagülasyon testlerinde mineral yüzeyinde $Al(OH)_3$ çökeleklerinin oluşması sebebiyle mineral taneleri arasındaki etkileşimin $Al(OH)_3$ 'in bu pH'larda düşük olan yüzey elektrik yüküne bağlı hareket etmesi nedeniyle koagülasyonun arttığı ifade edilmektedir (Özkan & Yekeler 2004). Şekil 2'de $AlCl_3$ dozajına bağlı olarak bulanıklıktaki azalma ise bulk çözeltide meydana gelen $Al(OH)_3$ çökelek sayısının (miktarının) $AlCl_3$ giriş konsantrasyonuna bağlı olarak artmasına ve buna bağlı olarak da katı konsantrasyonu artarak tane-tane etkileşimin artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Literatürden de iyi bilinmektedir ki metal katyonlarının ne oranda ve ne tipte metal hidroksil kompleksleri oluşturduğu tamamen ortam pH'sına ve metal iyon konsantrasyonuna bağlı olup 10^{-4} M (yaklaşık 15 mg/L $AlCl_3$ demektir) Al^{3+} konsantrasyonunda $Al(OH)_3$ çökeleğinin oluşmaya başladığı pH 4.4'tür (Kragten 1978). pH 4.4–10.4 arasındaki tüm pH'larda Al^{3+} konsantrasyonundaki artışlar $Al(OH)_3$ oluşumunu daha da artırmaktadır.

Şekil 3'de, $AlCl_3$ ile aynı metal katyonuna sahip Alüm ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$) tipi koagülanla yapılan çalışmada ise yine $AlCl_3$ 'e benzer şekilde pH'nın

azalmasıyla bulanıklığında azaldığı ve bunun bütün dozajlarda geçerli olduğu görülmektedir. Minimum bulanıklık açısından optimum dozaj pH 6'da 400 mg/L, pH 7.5'da 300 mg/L ve pH 9'da 200 mg/L olduğu görülmektedir. Esas itibarıyla bir önceki paragrafta $AlCl_3$ için gerçekleştirilen tartışma ve yorumlar Alüm içinde geçerlidir çünkü aynı metal katyonuna sahiptir. Ancak buradaki önemli fark Al^{3+} katyonuna eşlik eden anyonik yapının farklı olmasına dayalı olarak oluşacak $Al(OH)_3$ 'in kısmen de olsa farklılık gösterebileceği tesbit edilmiştir. Tekstil atık suyunun elektrokimyasal koagülasyonunda klor (Cl^-) esaslı koagülanların Sülfat (SO_4^{2-}) esaslı koagülanlara göre daha iyi sonuç verdiği ifade edilmektedir (Kim & diğ. 2003). Hek & diğ.(1978) $Al(OH)_3$ çökelek oluşumunun SO_4^{2-} iyonları varlığında önemli oranda arttığını belirlemişlerdir. Bütün bunlar bu çalışmada bulanıklık açısından Alüme kıyasla $AlCl_3$ ile elde edilen nispeten daha iyi sonuçları ve buna bağlı yorumları da desteklemektedir (Şekil 2, 3 ve 5).

Şekil 4'de Demir Klorür ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) ile gerçekleştirilen koagülasyonda da yine gerek $AlCl_3$ ve gerekse Alüm için elde edilen grafiklerle benzer davranış sergilediği görülmektedir. Yani koagülasyon verimi (bulanıklığın giderilmesi) bakımından 0–300 mg/L dozaj aralığında en iyi sonucun yine pH 6'da alındığı görülmektedir. Ancak 300 mg/L dozajdan sonra ise en iyi koagülasyonun sırasıyla pH 7.5, 9 ve 6'da elde edildiği görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi özellikle pH 7.5 ve 9'da 50 mg/L dozaja kadar bulanıklıkta bir düşüş görülürken bu dozajdan sonra 300 mg/L'ye kadar sabit bir seyir izlemekte ve bu dozajdan sonra hızlı bir düşüş meydana gelmektedir. pH 6'da ise 0–500 mg/L dozaj aralığında bulanıklıkta çok cüzi şekilde lineer bir azalış görülmektedir. Literatürde $FeCl_3$ varlığında özellikle kil (kaolinit)-su kolloidal süspansiyonlarının koagülasyonu ve Fe adsorpsiyonu konusunda detaylı çalışmalar yapılmıştır. Farklı pH'larda yapılan bu çalışmalarda birbirinden çok farklı koagülan dozajları kullanılmıştır, mesela 1–3 mg/L (Ching & diğ. 1994) ve 100–3000 mg/L (Pierre & Ma 1997) gibi. Yine kimyasal tesis atık sularından bulanıklığın giderilmesinde 0–100 mg/L $FeCl_3$ dozajlarında çalışmalar yapılmıştır (Poon & Chu 1999). Ching & diğ. (1994)'nin elde ettiği sonuçlar bizim 0–300 mg/L aralığında elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bu dozajlarda pH 6'da elde edilen en iyi koagülasyon veriminin nedeni bu pH'da negatif yüke sahip traverten üzerine depolanan

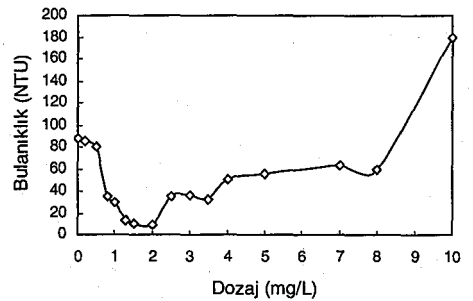
(çökelen) artı yüklü $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bileşiklerinin sağladığı yük nötralizasyonu mekanizmasının koagülasyonda da etkili olmasıdır. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ çökeleğinin sıfır yük noktasının pH 7.2–7.8 arasında olduğu tesbit edilmiş olup, pH 6 civarında pozitif yüzey yüküne ve pH 9'da negatif yüzey yüküne sahiptir (Dzombak & Morel 1990, Parks 1965). pH 6'da dozajın artmasıyla ortamdaki serbest $\text{Fe}(\text{OH})_3$ çökelek sayısı da artacağından tane (negatif traverten)-tane (pozitif $\text{Fe}(\text{OH})_3$) çökeleği etkileşimi artacak ve bu da koagülasyonu artıracaktır. pH 7.5 ve 9'da 50–300 mg/L aralığında bulanıklığın sabit kalmasındaki esas sebep pH 7.5'da oluşan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 'in hemen hemen sıfır yüzey yüküne sahip olması ve pH 9'da oluşan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 'in ise negatif yüzey yüküne sahip olması ve bu sayede koagülasyon için gerekli tane-tane etkileşiminin yeterli olmaması veya tam tersi bu etkileşiminin koagülasyona ters yönde etki etmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Dozajın daha da artırılarak 500 mg/L'ye kadar çıkartılması özellikle pH 9 ve 7.5'daki koagülasyonun çok daha iyi gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu ise bu ortam şartlarında süpürme koagülasyon mekanizmasının etkinliğinin çok büyük oranda arttığını göstermekte ve bu sebeple pH 6'ya göre bu iki pH'da daha iyi bir koagülasyon sağlanmaktadır. Bu sonuçlara benzer olarak Pierre & Ma (1997)'nin yaşlanmış FeCl_3 ile yaptığı çalışmada koagülant dozajının artmasıyla pH 9–11 gibi bazik pH'larda koagülasyonun arttığı belirlenmiştir. Kimyasal fabrika atıksuyundan FeCl_3 ile bulanıklığın giderilmesinde (atıksuyun kendi tabi pH'sında) atık suyun içerdiği askıda katı madde (AKM) miktarının önemli bir etki gösterdiği ve 0–20 mg/L FeCl_3 dozajına kadar düşük oranda AKM içeren atıksudan daha iyi sonuç alınırken 20–100 mg/L konsantrasyonda ise yüksek oranda AKM içeren atıksudan daha iyi sonuç alınmıştır (Poon & Chu, 1999). Geniş bir dozaj aralığında yüksek AKM'li atık sudan elde edilen bu sonuç, ortamdaki katı tane konsantrasyonunun yüksek olmasına ve tane-tane etkileşiminin artmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Şekil 5'deki her 3 tip koagülantın pH 9'daki dozaja göre bulanıklık eğrileri bir arada verilmiştir. pH 9 traverten atık suyunun orijinal pH'sı olan 8.44'e en yakın değer olduğu için tercih edilmiştir. 0–350 mg/L gibi geniş bir dozaj aralığında en yüksek koagülasyon veriminin AlCl_3 ile elde edildiği açıkça görülmektedir. Ancak yaklaşık 350–500 mg/L dozajda FeCl_3 'ün koagülasyon verimi hem Alüm ve hem de AlCl_3 'den daha iyi olduğu görülmektedir. Literatürde bulanıklık, pH, AKM vb.

özellikleri farklı 2 tür kimyasal atık suyundan bulanıklığın giderilmesinde pH 9'da dozaja göre yapılan koagülasyon testinde Alüm, FeCl_3 ve $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ koagülantları içerisinde en iyi verimin pH'sı, bulanıklığı, AKM oranı diğerine göre düşük olan atıksu için FeCl_3 ile elde edilirken, diğer tür atıksu için en yüksek koagülasyon verimi Alüm ile elde edilmiştir (Al-Malack & diğ. 1999). Bu detaylı çalışma da göz önüne alındığında şu husus bir kez daha önem kazanmaktadır. O da koagülasyonu için uğraşılan süspansiyonun fiziksel ve kimyasal özellikleri koagülasyon üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Şekil 5'deki grafiklere göre pH 9'da yapılan koagülasyon için Cl^- esaslı koagülantların SO_4^{2-} esaslı olanlara göre daha iyi sonuç vermektedir. Sebebi daha önce izah edildiği gibi farklı süspansiyon veya atıksularla yapılan bir çok çalışmada bu sonucu desteklemektedir (Hek & diğ. 1978, Kim & diğ. 2003).

3.2. Flokülasyon

Traverten süspansiyonunun flokülasyonuna (çökeltme hızına ve bulanıklığına) polimer yük yoğunluğunun ve pH'nın etkisi konusunda Ersoy (2005) tarafından detaylı bir çalışma yapılmış olup sonuçta spk 508 kodlu % 28 anyonik polimerin her üç pH'da (pH 6, 7.5 ve 11) en iyi flokülasyon performansı gösterdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada pH 9'da yürütülen flokülasyon testlerinde spk 508 kodlu çok yüksek molekül ağırlığına sahip poliakrilamid esaslı anyonik polimer (Na-Poliakrilat) kullanılmıştır. Şekil 6'da polimer dozajına göre traverten süspansiyonunun bulanıklık değişimi görülmektedir.



Şekil 6: Anyonik polimerin flokülasyonun bulanıklığa etkisi (pH = 9).

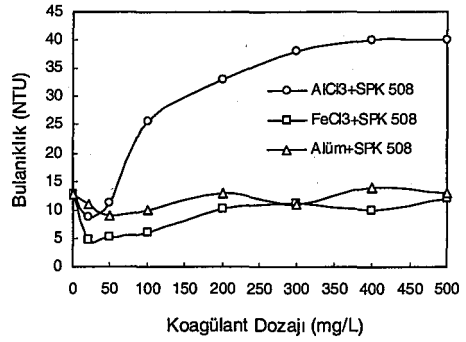
Şekle göre sıfır dozajında 85 NTU olan bulanıklık 0.5 mg/L'ye kadar cüzi bir azalışla 78 NTU'ye inerken bu dozajdan sonra çok hızlı bir düşüşle 1

mg/L'de 25 NTU'ye ve 1.3 mg/L'de 11 NTU'ye düşmekte 2 mg/L'ye kadar bu değerde seyredip bundan sonra yeniden bulanıklık artmaya başlamaktadır. Bu grafiğe göre minimum bulanıklık için optimum flokülant dozajının 1.3 mg/L olduğu görülmektedir. Çok yüksek mol ağırlıklı anyonik polimerle yine negatif yüzey yüküne sahip travertenin flokülasyonunda çoğu kolloidal sistemlerde (Özer & diğ. 2002, Taylor & diğ. 2002) veya su/atıksularda (Werneke 1979, Divakaran & Pillai 2002) olduğu gibi polimer köprü teşekkülü mekanizması etkindir. Polimer köprü teşekkülü mekanizmasının en tipik özelliği polimer ve kolloidal tanelerin aynı yüzey yüküne sahip olsa dahi flokülasyonun oluşması ve oluşan büyük boyutlu flokların yüksek çökme hızına sahip olmasıdır ki traverten süspansiyonu için bu yüksek çökme hızı da gözlemlenmiş ve kaydedilmiş ancak bu sonuçlar burada verilmemiştir. Polimer köprü teşekkülünün bu temel özelliği birçok referans makalede de ifade edilmektedir (Hogg 2000, Gregory 1989). Bu mekanizmada polimer molekülü sahip olduğu uzun hidrokarbon zinciri sayesinde birden çok tane üzerine adsorplanarak onları bir araya getirerek flok olarak adlandırılan kümeleşmiş tane gruplarını oluşturur ve bunların çökmesiyle de süspansiyonun bulanıklığı azalır. Şekil 2'de 2 mg/L'den sonra bulanıklığın yeniden artması literatürden de çok iyi bilindiği gibi aşırı dozajda taneler arasında sterik engel sebebiyle oluşan redispersiyon hadisesinin bir sonucudur ve literatürde sık rastlanır (Gregory 1989, Divakaran & Pillai 2002, Somasundaran & Das 1998).

Burada anyonik polimerin CaCO_3 esaslı traverten taneleri üzerine adsorbsiyonunda muhtemel tane-polimer etkileşimleri şunlar olabilir: (i) polimerdeki anyonik yük merkezleri ($-\text{COO}-$) ile kalsit yüzeyinde bulunabilecek Ca^{+2} iyonları arasındaki kovalent bağı (kimyasal bağ veya diğer adıyla katyonik köprü), (ii) polimerdeki negatif yük merkezleri ile traverten yüzeyindeki olası pozitif yük merkezleri arasındaki lokal elektrostatik (fiziksel) bağ, (iii) polimer zincirindeki noniyonik ($-\text{NH}_2$ veya $-\text{C}=\text{O}$) grupları ile traverten tane yüzeyindeki olası CaO veya CaOH grupları arasındaki hidrojen bağıdır.

3.3. Koagülasyon+Flokülasyon

Optimum flokülant dozajında (1.3 mg/L) ve pH 9'da her bir farklı koagülant dozajına göre traverten süspansiyonunun bulanıklığındaki değişim Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7: Koagülasyon + Flokülasyon yönteminin bulanıklığa etkisi (PH= 9, Polimer "spk 508" Kons.= 1.3 mg/L).

Şekilden de görüldüğü gibi sadece flokülantlı (koagülant katkısız) çöktürme deneyinde 12 NTU olan bulanıklık değeri 20 mg/L FeCl_3 ve sonra polimer katkısı ile oluşan "koagülasyon+flokülasyon" işlemiyle yaklaşık 4 NTU civarına inmekte ancak bu koagülant dozajından sonra bulanıklık değeri tedrici olarak yeniden yükselmekte ve 200 mg/L'de 9 NTU'ye çıkmakta ve bu civarda seyretmektedir. Benzer bir davranış AlCl_3 ilavesinde de geçerlidir. Yine AlCl_3 katkılı koagülasyon+flokülasyon işleminde ise en az bulanıklık "20 mg/L AlCl_3 + 1.3 mg/L polimer" ile elde edilmiştir (~ 8 NTU). Bu AlCl_3 dozajından sonra ise bulanıklık çok hızla yükselmekte ve 400mg/L'de ~ 40 NTU civarında sabitlenmektedir. Alüm'de ise minimum bulanıklığa (~ 9 NTU) 50 mg/L dozajda ulaşılmakta ve bu dozajdan sonra tedrici artışla 200 mg/L dozajda 12 NTU civarında sabit kalmaktadır. Her üç koagülantın düşük dozajlarda ilavesi ile oluşturulan koagülasyon+flokülasyon sonucu elde edilen düşük bulanıklığın sebebi şu olabilir. Bilindiği gibi traverten tozunun zeta potansiyeli pH 9'da -16 mV civarındadır (Ersoy 2005) ortama katılan koagülant ile bir çok traverten tanesinin yüzeyinde $\text{Me}(\text{OH})_3$ (Me: Fe^{+3} veya Al^{+3}) yüzey çökeleği oluşarak taneler tamamen $\text{Me}(\text{OH})_3$ ile kaplanır. $\text{Me}(\text{OH})_3$ çökeleğinin sıfır yük noktası pH 9.3 olup pH 9'daki yüzey potansiyeli hemen hemen sıfıra yakındır, dolayısı ile traverten tanesi de sıfıra yakın bir yüzey potansiyeline sahip olacak ve bu sebeple süspansiyonda taneler arası itme kuvveti zayıflayacağından Van der Waals kuvvetleri yardımıyla lokal kümeleşmeler meydana gelecektir. Hemen ardında ortama katılan polimerle de bu küçük kümeler birleştirilerek daha büyük bloklar

haline getirilip ortamdan çöktürülürler. Bu sayede bulanıklık azalır. Koagülant dozajının daha fazla artmasına karşın bulanıklığın sabit kalması ki buna benzer sonuç FeCl_3 +Anyonik Polimer ile kimyasal atıksuyun arıtılmasında da elde edilmiştir (Poon & Chu 1999), veya artması ise doğal taş atıksularının arıtımında koagülasyon+flokülasyon yöntemi tercih edildiğinde düşük koagülant dozajının uygun kullanılması gerektiğini göstermektedir.

4 SONUÇ

- 1- Orjinal atıksu pH'sında (pH=9) Traverten atıksuyundan bulanıklığın giderilmesinde en etkili yöntem "koagülasyon+flokülasyon" yöntemidir ancak yüksek molekül ağırlıklı anyonik polimerin kullanıldığı flokülasyon yöntemiyle elde edilen bulanıklık değeri de ~ 12 NTU olup kabul edilebilir sınırlar (<15 NTU) içerisinde dir. Koagülasyon+flokülasyon yöntemindeki en iyi sonuca "20 mg/L $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 1.3 mg/L polimer (spk 508)" ile ulaşılmış olup bunun sonucunda elde edilen bulanıklık değeri ~ 4 NTU' dur.
- 2- pH 9'daki koagülasyon testlerinde en iyi sonuç klorür esaslı koagülantlar (AlCl_3 ve $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ile elde edilmiştir. Ancak koagülasyon yöntemiyle elde edilen en az bulanıklık değerleri (40–60 NTU) dahi koagülasyon ve flokülasyon yöntemine göre çok daha yüksek olup kabul edilebilir sınırların dışındadır.
- 3- Süspansiyon pH'sı koagülasyonu doğrudan etkilemekte ve pH değeri azaldıkça her üç (AlCl_3 , FeCl_3 ve Alüm) koagülantın arıtma performansı artmakta yani bulanıklığı nisbeten az su elde edilmektedir. Ancak pH 6'da elde edilen bu bulanıklık değerleri de yine diğer iki yöntemden elde edilen bulanıklığa göre daha yüksektir.
- 4- Koagülasyonda düşük pH'da (pH 6) daha iyi performans (daha temiz su) elde edilmesi koagülasyonda etkin olan mekanizmanın yük nötralizasyonu olduğunu göstermektedir, ancak pH 7.5 ve 9'da "süspürme koagülasyonu" yöntemi daha etkili olmaktadır. Flokülasyon yönteminde ise polimer köprü teşekkülü mekanizmasının söz konusu olduğu ve optimum flokülant dozajının 1.3 mg/L olduğu tesbit edilmiştir.
- 5- Hem flokülasyonda ve hem de koagülasyonda dozaj parametresi çok önemlidir.

5 KAYNAKLAR

- Al-Malack, Muhammad H. & Abuzaid, Nabil S. & El-Mubarak, Aarif H. 1999. Coagulation of polymeric wastewater discharged by a chemical factory. *Wat. Res.* 33,2: 521–529.
- Cheng, Wen Po 2002. Comparison of hydrolysis/coagulation behavior of polymeric and monomeric iron coagulants in humic acid solution. *Chemosphere*. 47: 963–969
- Ching, Hsiao-Wei & Tanaka, Theodore S. & Elimelech, Menachem 1994. Dynamics of coagulation of kaolin particles with ferric chloride. *Wat. Res.* 3: 559–569
- Divakaran, Ravi & Sivasankara Pillai, V. N. 2002. Flocculation of river silt using chitosan. *Water Research*. 36: 2414–2418
- Ersoy, Bahri 2005. Effect of pH and polymer charge density on settling rate and turbidity of natural stone suspensions. *Int J. Mineral Processing*. 75: 207–216.
- Franceschi, M., Girou, A., Carro-Diaz, A. M., Maurette, M. T. & Puech-Costes, E. 2002. Optimisation of the coagulation-flocculation process of raw water by optimal desing method. *Water Research*. 36: 3561–3572.
- Gabelich, Christopher J. & Yun, Tae I. & Coffey, Bradley M. & Suffet, I. H. 2002. Effects of aluminum sulfate and ferric chloride coagulant residuals on polyamide membrane performance. *Desalination*. 150: 15–30.
- Gregor, J. E. & Nokes, C. J. & Fenton, E. 1997. Optimising natural organic matter removal from low turbidity waters by controlled pH adjustment of aluminium coagulation. *Wat. Res.* 31,12: 2949–2958.
- Gregory, John 1989. Fundamental of flocculation. *Critical Reviews In Environmental Controls*. 19,3: 185–230.
- Hek, H., Stol, R.J. & Bruyn, P.L. 1978. Hydrolysis-precipitation studies of aluminum (III) solutions.III. The role of sulfate ion. *J.Colloid Interface Sci.*, 64:72.
- Hogg, R. 2000. Flocculation and dewatering. *Int J. Mineral Processing*. 58: 223–236.
- Kim, Tak-Hyun & Park, Chulhwan & Shin, Eung-Bai & Kim, Sangyong 2003. Effects of Cl-based chemical coagulants on electrochemical oxidation of textile wastewater. *Desalination*. 155: 59–65.
- Kragten, J. 1978. Atlas of Metal-Ligand Equilibria in Aqueous Solution, Ellis Horwood, Chichester.
- Özbelge, Tülay A. & Özbelge, Önder H. & Başkaya, Songül Z. 2002. Removal of phenolic compounds from rubber-textile wastewaters by physico-chemical methods. *Chemical Engineering and Processing*. 41:719–730.
- Özer, M. & Bentli, Y.E. & Önal, G. & Dinçer, H. 2002. Settling of coal slimes by flocculation. IXth International Mineral Processing Symposium, 18–20 September, Capodocia-Turkey.
- Özkan, A. & Yekeler, M. 2004. Coagulation and flocculation characteristics of celestine with different inorganic salts and polymers. *Chemical Engineering and Processing* 43: 873–879.
- Parks, G. A. & De Bruyn, P. L. 1962. The Zero Point Of Charge Of Oxides. *J. Phys.Chem.* 66: 967–972.
- Parks, George A. 1965. The Isoelectric Points Of Solid Oxides, Solid Hydroxides, And Aqueous Hydroxo Complex Systems. *Chemical Reviews*. 65:177–195.

- Pierre, A. C. & Ma, K. 1997. Sedimentation behaviour of kaolinite and montmorillonite mixed with iron additives, as a function of their zeta potential. *Journal Of Materials Science*. 32: 2937-2947.
- Pierre, A.C. & Ma, K. 1998. DLVO Theory and Clay Aggregate Architectures Formed with $AlCl_3$. *Journal of the European Ceramic Society*. 19: 1615-1622.
- Poon, C. S. & Chu, C. W. 1999. The use of ferric chloride and anionic polymer in the chemically assisted primary sedimentation process. *Chemosphere*. 39,10: 1573-1582.
- Rossini, M. & Garrido, J.Garcia & Galluzzo, M. 1999. Optimization of the coagulation-flocculation treatment influence of rapid mix parameters. *Wat. Res.* 33,8: 1817-1826.
- Kusaka, E. & Amano, N. & Nakahiro, Y. 1997. Effect of hydrolysed aluminum(III) and chromium(III) cations on the lipophilicity of talc. *International J. Mineral Processing*. 50:243-253
- Serenkaya, A. & Mayaloğlu, U. & Akar, A. 2000. Flocculation conditions of marble from industrial wastewater and environmental consideration. In: Özbayoğlu, G. (Ed.), *Mineral Processing on the Verge of the 21st Century*. Balkema, Rotterdam, pp. 645-652.
- Somasundaran, P. & Das, K. K. 1998. Flocculation and selective flocculation-An overview. *Innovations in Mineral and Coal Processing*, S. Atak, G. Önal and M. S. Çelik (eds), A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- Taylor, M.L. & Morris, G. E. & Self, P.G. & Smart, R. St. C. 2002. Kinetics of adsorption of high molecular weight anionic polyacrylamide onto kaolinite: The Flocculation Process. *J. Colloids Interface Sci.* 250: 28-36.
- Werneke, M.C. 1979. Application of Synthetic Polymers in Coal Preparation. *Society of Mining Eng.* 76,106: 1-11.



Taşocaklarında Uygulanan Galerî Patlatmalarının Çevresel Hasar Potansiyelinin İncelenmesi

F. Cihangir, A. Kesimal, B. Erçikdi

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

ÖZET: Günümlüz taş ocağı işletmeciliğinin başlıca çevresel sorunları toz oluşumu, sarsıntı, gürültü, taş fırlaması, zehirli gazlar ve görsel kirliliktir. Özellikle üretim yöntemi olarak galerî patlatmasının uygulandığı ve kontrolsüz atımların yapıldığı yerlerde bu tür sorunlarla ilgili çevre sakinlerinin tepki ve şikayetleri gün geçtikçe artmaktadır.

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Devlet Sahil Yolu İyileştirme Projesi kapsamında, deniz dolgu ve tahkimat malzemesi temini amacıyla Karadeniz Bölgesi'nin değişik yerlerinde (3 örnek taş ocağı) faaliyet gösteren taşocaklarının, galerî patlatması ile gerçekleştirdikleri üretim çalışmalarının çevresel açıdan değerlendirilmesine yöneliktir. Sahil yolunun bu yıl sonunda bitirilecek olması, çevredeki taşocağı faaliyetlerinin yoğunlaşmasına ve paralelinde bir çok kazalara, toz oluşumuna ve çevresel şikayetlerin artmasına neden olmaktadır. Çalışma kapsamında hem taş ocağı çevresinde ikamet eden 124 kişi üzerinde yaş grupları, eğitim seviyeleri, gelir düzeyleri ve medeni halleri göz önünde bulundurularak, bu kişilerin patlatma kaynaklı sorunlara gösterdikleri tepkiler araştırılmış, hem de bazı genel gözlemler sunulmuştur.

ABSTRACT: The main environmental problems of Stone quarry's at present are dust, ground vibrations, noise, flyrock, poisonous gases and visual pollution. Especially, on the fields where coyote blasting method and uncontrolled blasting used for rock excavation, the habitants' reactions and complaints about the problems are increasing day by day.

This study is aimed to evaluate the stone quarries' (three sample stone quarries) production excavations by coyote blasting on different fields in East Black Sea Region assuring stone materials for filling sea and sea fortification at the scope of The Black Sea Project. Being completed The Coastal Highway Construction at the end of this year causes overwork for stone quarries, more accidents, dust and more environmental complaints. In this study, reactions to quarry operations was researched on 124 habitants living close to the stone quarries taking into consideration their different ages, education levels, income levels and marital status and some general observations were submitted, as well.

1. GİRİŞ

Patlayıcı madde enerjisi kullanarak kayaları daha küçük parçalara ayırma işlemine patlatma adı verilmektedir. Kaya kırma ekipmanlarındaki ilerlemelere ve çevresel birtakım sorunlara (Çizelge 1) yol açmasına rağmen patlayıcılarla kayaların

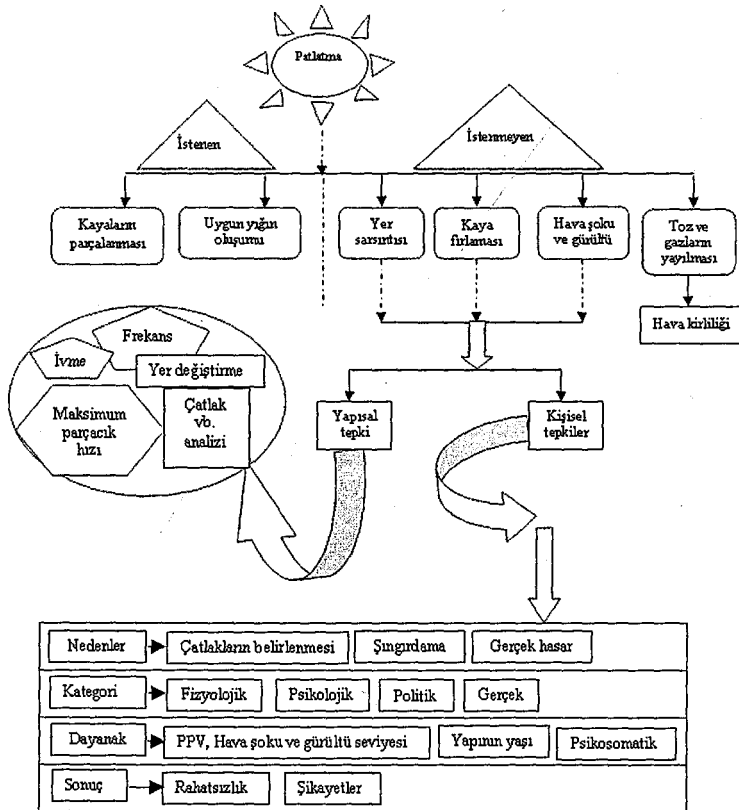
parçalanması en ucuz metod olma özelliğini korumaktadır. Patlatmanın kaçınılmaz olduğu madencilik, taş ocakçılığı ve inşaat gibi sektörlerde bu tür çevresel problemlerle sıkça karşılaşmakta ve bunların en aza indirilmesi için titreşim ve hava şoku ölçümleri alımı, patlatma işlemlerinin optimizasyonu gibi birçok çalışma yapılmaktadır (Adlaş & Bilgin

2004, Kahrıman 2004, Raina vd 2002, Kesimal & Kaya 2002, Kesimal vd 2004).

Çizelge 1. Patlatmanın neden olduğu çevresel sorunlar (Raina vd. 2004)

Etki	Nicelik	Birim	Sembol	Hasar Potansiyeli	Tahmin Değerlendirmesi
Yersarsıntısı	Maksimum parçacık hızı	mm/sn	PPV	Yapısal ve kişisel tepkiler/rahatsızlıklar	Ölçekli mesafe, gecikme başına kullanılan patlayıcı miktarı
Hava şoku	Yüksek basınç	Pa	P	Yapısal ve kişisel tepkiler/rahatsızlıklar	Ölçekli mesafe, gecikme başına kullanılan patlayıcı miktarı
Gürültü	Yüksek ses	dB	-	Rahatsızlık	Gürültü seviyesi
Taş fırlaması	Fırlama ve parça boyutu	m, kg	-	Yaralanma ve ölümcül kazalar, ekipmanlara zarar, maden etrafında güvenli yaşam unsurunun azalması	Parçacığın başlangıç hızı
Toz ve zehirli gazlar	Havanın birim hacmindeki parçacıklar	ppm	-	Sağlığa zararlı	Havada asılı bulunan tanecikler/parçacıklar ve zehirli dumanlar

Aşağıda Şekil 1'de patlatma işlemi sonucu açığa çıkan çevresel problemlere kişilerin ve yapıların verdiği tepkiler detaylı olarak özetlenmiştir.



Şekil 1. Patlatma ile ilgili kişisel tepkilerin kavramsal diyagramı (Raina vd. 2004)

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yıllardır süren ulaşım sorununu bir ölçüde çözmek amacıyla devam etmekte olan "Doğu Karadeniz Devlet Sahil Yolu İyileştirme Projesi" karayolunun bölünmüş (ikili) yol olarak yapılmasını içermektedir. Bu kapsamda mevcut olan önceki tek yolun bazı kısımlarının ıslah edilmesi, diğer kısımlarının da yeni bir güzergah üzerinde oluşturulması amacıyla bir çok yerde tahkimat ve deniz dolgusu yapılması zorunlu hale gelmektedir. Bu nedenle önemli miktarda taş ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Gerekli olan malzemenin, çalışmaların yürütüldüğü bölgelere mümkün olduğunca yakın taşocaklarından temin edilmesi, hem zaman hem de parasal açıdan önemli kazançlar sağlamaktadır. Diğer taraftan, Karadeniz Bölgesi'nde yerleşimin topografyadan kaynaklanan nedenlerle dağınık olması, taşocaklarının neredeyse tamamının yerleşim yerleri ile iç içe faaliyetlerini sürdürmesine neden olmaktadır. Bu taşocaklarında

üretim yöntemi olarak aşırı miktarlarda patlayıcının kullanıldığı galeri patlatmalarının uygulanması, toz ve zehirli gazların oluşumuna, titreşim, gürültü ve taş fırlamalarına neden olmaktadır ve neticede çevre sakinlerinin tepki ve şikayetleri gün geçtikçe artmaktadır (Yılmaz vd 2004).

2. İNSANLARIN PATLATMA KAYNAKLI YER SARSINTILARINA TEPKİLERİ

Ülkemizde madencilik çalışmalarının yanı sıra, altyapı yatırımlarının artması ile patlatılmalı kaya kazısı da hacimsel olarak artmış ve yaygınlaşmış, paralelinde patlatmaların neden olduğu sarsıntılara bağlı olarak şikayetler de yükselmeye başlamıştır. Dünyada ve ülkemizde patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının algılanma derecesi ve şikayetlerin nedenlerinin neler olabileceği toplu halde aşağıda Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Kişilerin titreşimleri algılama seviyeleri (Hendron & Oriard 1972)

PPV (mm/sn)	Sabit durum	Titreşim (gürültüsüz)	Titreşim (gürültülü)
<0.5	Algılanmaz	Algılanmaz	Hissedilir
0.8	Hissedilir	Algılanmaz	Şikayet olma olasılığı
1.5	Hissedilir	Hissedilir	Şikayet olma olasılığı
5.0	Rahatsız edici	Hissedilir	Ciddi şikayetler olma olasılığı
10.0	Çok rahatsız edici	Rahatsız edici	Ciddi şikayetler
>15.0	Ciddi derecede rahatsız edici	Çok rahatsız edici	Ciddi şikayetler

Çizelge 3. Patlatmaya bağlı şikayetler

Gerçek nedenlere bağlı şikayetler	Konu ile ilgili abartılı ve bilinçsiz şikayetler	Çıkar sağlamaya yönelik şikayetler
• mevcut çatlakların büyümesi • yeni çatlakların oluşumu • sıva düşmeleri • tuğla kesmeleri • kolon ve kirişlerde kesmeler • cam şingirdaması, kırılması • korku ve panik • uyumakta olan bebeklerin ve/veya kişilerin uyanması • mutfak raflarındaki tabakların vb. dökülmesi	• belli belirsiz sarsıntı hisseden kişilerin mallarına hasar gelecek korkusu ile şikayet etmesi • konutlarında mevcut olan çatlakları patlatmaya bağlamaları • binaların rezonansa girmesi sonucu daha uzun süreli sarsıntının olması.	• İşten çıkartma veya işe alınmama, • Yeni başlanan bir inşaat, okul, cami, muhtar odası, sağlık ocağı, köy yolu yapımı veya onarımı için yapılan talebin geri çevrilmesi,

3. ÇALIŞMA SAHALARI

Bu çalışmada, Trabzon ve çevresinde faaliyet göstermekte olan üç adet taşocağının çevresel etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, patlatma esnasında titreşim ve hava şoku kayıtları alınmış, patlatma sonrası toz ve zehirli gaz oluşumu ile ilgili gözlemlerde bulunulmuş, taşocağı çevresinde ikamet eden (1.3 km mesafeye kadar) kişilerin patlatma ve beraberinde getirdiği sorunlara karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır.

3.1. Çalışma Sahası 1

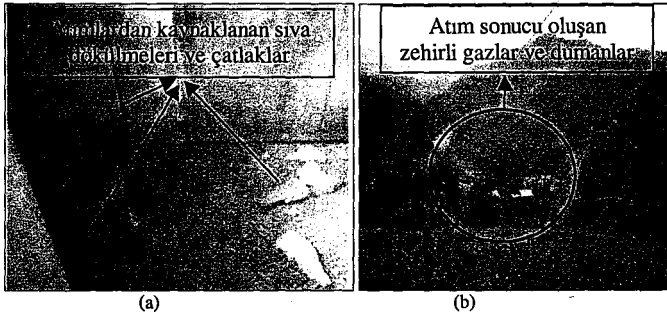
Çalışma sahası 1'de mevcut faaliyet gösteren 6 firma vardır ve aylık ortalama üretim miktarının 700.000 ton olduğu göz önüne alındığında çalışma yoğunluğu kolayca anlaşılabılır. Sahada yapılan kontrolsüz atımlar neticesinde sonraki atımlar ve çalışmalar için düzensiz, dik ve oldukça tehlikeli aynalar oluşmaktadır. Bu ocakta yapılan atımların çevresel boyutunu değerlendirmek amacıyla elde edilen ölçüm verileri Çizelge 4'te ve çevresel etkiler Şekil 2. (a), (b)'de verilmiştir.

Çizelge 4'e bakıldığında mesafeler, maksimum parçacık hızı, atımların frekansları ve yer değiştirme seviyeleri göz önünde bulundurulduğunda, uluslararası standartlara göre sadece 1 ve 6 No'lu atımların ocak çevresindeki yapıların yapılaşma

durumuna göre bir hasar riski taşımadığı, diğerlerinin ise hasar potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Hava şoku seviyelerinin ise 140 dB olan rahatsızlık başlangıcı sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Çalışma sahası 1'de ölçülen atım parametreleri

Atım No	Enine Hız mm/sn	Düşey Hız mm/sn	Boyuna Hız mm/sn	Max. Hız mm/sn	Max. Yer Değiştirme mm	Frekans Hz	Hava Şoku dB	Atım Nok. Olan Uzaklı. m
1	4,19	3,81	3,17	4,19	0,0765	26	104,9	1300
2	35,6	15,2	48,4	48,4	0,671	12	109,9	175
3	12,2	23,9	25,9	25,9	0,201	34	116,9	200
4	33,4	17,3	13,3	33,4	0,404	16	114,4	200
5	9,65	11,2	12,8	12,8	0,143	28	108	250
6	1,65	1,02	1,02	1,65	0,0528	100	102,8	400
7	18,5	21,2	27,2	27,2	0,192	28	118,8	250
8	7,87	6,35	6,98	7,87	0,177	11	109,2	750
9	24	34	29,1	34	0,572	9,5	119,1	550
10	82,9	67,7	79,5	82,9	2,42	9,7	124,4	225
11	23,5	17,4	25,1	25,1	0,369	13	113,8	550
12	85,5	124	108	124	0,924	27	137,5	180
13	64,5	152	72,8	152	1,94	26	130,7	150
14	40,3	86,6	115	131,2	2,55	16	131,2	135



Şekil 2. Çalışma sahası 1'de atımlar sonrasında yapılarla oluşan sıva dökülmeleri ve çatlaklar (a), zehirli gazlar ve dumanlar (b).

2.2. Çalışma Sahası 2

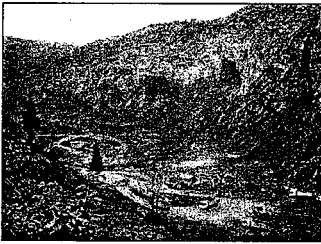
Çalışma sahası 2'de mevcut 3 firma faaliyet göstermektedir ve aylık taş üretim miktarı ortalama 350.000 ton civarındadır. Yine bu ocakta da kontrolsüz atımlar neticesinde düzensiz, dik ve tehlikeli çalışma aynalarının oluşumu mevcuttur. Yapılan atımların çevredeki yapılar üzerindeki hasar boyutunu belirlemek amacıyla ölçülen veriler Çizelge 5'te verilmiş ve çalışma sahası 2'nin genel

görünümü ve atımlar sonucunda çevresel etkiler Şekil 3. (a), (b), (c)'de verilmiştir.

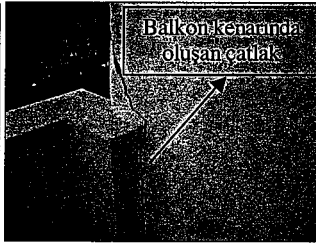
Ölçüm mesafesi, maksimum parçacık hızı, atım frekansı ve yer değiştirme değerleri bakımından uluslararası standartlara göre Çizelge 5 incelendiğinde, çalışma sahası 2'nin çevresindeki yapılaşma durumu da göz önünde bulundurulduğunda, 7 ve 11 No'lu atımlar haricinde diğer atımların hasar potansiyelinin nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Hava şoku seviyesi ise rahatsızlık sınırının altındadır.

Çizelge 5. Çalışma sahası 2’de ölçülen atım parametreleri

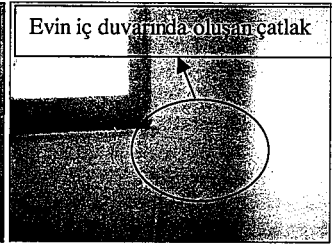
Atım No.	Max. Parçacık Hızı (mm/sn)				Max. Yer Değiştirme mm	Frekans Hz	Hava Şoku dB (L)	Atım Nok. Olan Uzakl. m
	Enine	Düsey	Boyuna	Max				
1	18.8	12.8	13.2	18.8	0.1850	51	113.1	550
2	25.4	17.3	26.8	26.8	0.4800	7.5	112.6	550
3	29.5	18.0	26.6	29.5	0.2930	14	134.0	300
4	10.0	8.00	12.6	12.6	0.1490	16	134.0	300
5	30.0	31.9	34.2	34.2	0.2310	32	116.1	250
6	51.7	31.7	51.1	51.7	0.2860	51	114.8	300
7	9.27	13.3	15.1	15.1	0.0904	47	110.2	300
8	8.4	7.2	10.2	10.2	0.1760	12.4	113.2	600
9	16.7	10.3	12.4	16.7	0.1945	17.5	117.8	650
10	13.4	11.5	12.3	13.4	0.1690	23	116.5	650
11	10.8	13.1	21.2	21.2	0.0757	51	114.6	300
12	19	17.1	17	19	0.424	7.6	117.4	500
13	6.35	2.79	4.44	6.35	0.110	8	109.5	450
14	2.54	2.79	2.92	2.92	0.13	0.0360	97.5	700



(a)



(b)



(c)

Şekil 3. Çalışma sahası 2’den bir görünüm (a), atımlar neticesinde çevrede bulunan bir evin balkonunda oluşan çatlak (b), ve yine atımlar neticesinde çevrede bulunan bir evin iç duvarında oluşan çatlak (c).

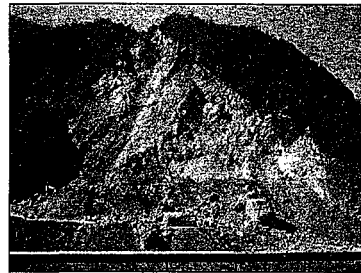
Çizelge 6. Çalışma sahası 3’te ölçülen atım parametreleri

Atım No.	Max. Parçacık Hızı (mm/sn)				Max. Yer Değiştirme mm	Frekans Hz	Max. Ses Basıncı dB (L)	Atım Nok. Olan Uzakl. m
	Enine	Düsey	Boyuna	Max				
1	18.3	34.7	25.7	34.7	0.398	26	116.9	200
2	5.84	4.83	5.84	5.84	0.0971	10	130.6	300
3	5.08	5.59	4.57	5.59	0.136	8.7	115.7	300

2.3. Çalışma Sahası 3

Bu çalışma sahasında bir firma faaliyet göstermektedir ve aylık taş üretim miktarı ortalama 75.000 ton civarındadır. Ocakta ölçümü alınan atımların parametreleri Çizelge 6’da verilmiştir. Dik ve düzensiz, yüksekliği yaklaşık 60 m olan bir aynaya sahip çalışma sahası 3’e ait genel görünüm Şekil 4’te verilmiştir. Bu ocakta yapılan atımlar neticesinde çevrede bulunan yapılardan sadece ocağa 200-300 metre mesafede bulunan yapılarda çok ufak çapta çatlaklar oluştuğu görülmüş ve genel itibari ile halkın şikayetlerinin diğer ocakların çevresindekilere göre daha az olduğu yapılan görüşmelerle tespit edilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde 2 No’lu atım haricinde diğer atımların hasar riski taşıdığı görülmektedir. Ses basıncının ise sınır seviyeden düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Çalışma sahası 3’ten bir görünüm

4. KAYA FIRLAMALARI, KAZALAR VE TOZ

Üç çalışma sahasında da üretimin galeri patlatması ile gerçekleştirilmesi ve atımlarda aşırı miktarlarda patlayıcı madde kullanılması neticesinde hem kaya fırlamaları hem de düzensiz, dik ve tehlikeli çalışma aynaları meydana gelmekte, bu durum birçok yaralanmalı hatta ölümlü sonuçlanan kazalara ve çevresel birçok probleme neden olmaktadır.

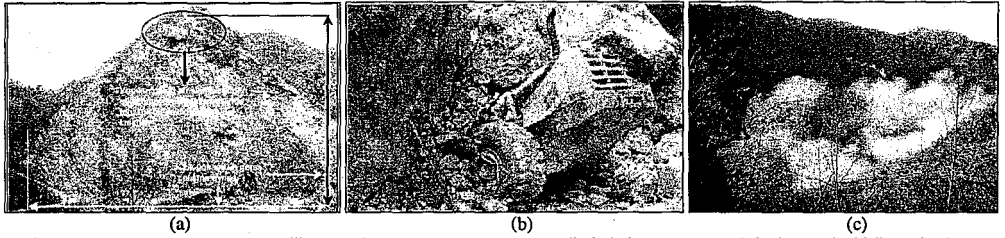
Bölgedeki görevliler ve yazarlar, 1996-2004 yılları arasında bu ocaklarda meydana gelen iş kazalarını genel olarak; yetersiz güvenlik önlemlerine, aşırı patlayıcı madde kullanımı sonucu oluşan kaya fırlamalarına, ateşlemenin kendiliğinden harekete geçmesi (yüksek gerilim hatları, elektronik cihazlar, hava durumu, vb.) ve yanlış ateşlemelere bağlamaktadırlar. Bu zaman diliminde bu ocaklarda yapılan çalışmalar esnasında yüzlerce yaralanma ve onlarca ölümlü sonuçlanan vakalara rastlanmıştır. Yapılan analizlere göre kazaların yüzdelik dağılımında; kaya fırlamalarının %35, yetersiz güvenlik önlemlerinin %45, ateşlemenin kendiliğinden harekete geçmesi %5, atımların zamansız yapılmasının %13 ve diğer nedenlerin %2 oranında etkisi olduğu görülmektedir. Bu periyot boyunca ölümlü ve yaralanmalarla sonuçlanan birçok kaza rapor edilmiştir ve bu kazalar günümüzde de hala devam etmektedir.

Genel olarak kaya fırlamalarının nedenleri ve yetersiz güvenlik önlemleri hususunda aşırı miktarlarda patlayıcı madde kullanımı, patlatma bölgesinden işçi ve çevrede yaşayan insanların tamamen uzaklaştırılmaması, ateşleyicilerdeki bilgi yetersizliği, ateşleyicilerle patlatma esnasında iletişim sorunları, patlatma bölgesine çıkan yolların

tamamen kontrol altına alınamaması, patlatmalardan önce çevre halka atım zamanı hususunda sağlıklı bilgi verilmemesi ve atımlar esnasında güvenli bir şekilde sığınma ortamlarının sağlanamaması sayılabilir.

Kazaların diğer nedenleri ise kayaların nihai bölgelere gönderilmek üzere taşocağı kamyonlarına çok güvensiz, dengesiz ve aşırı miktarlarda yüklenmesi neticesinde taşıma esnasında kamyonlardan otoyollara kaya ve taşların düşmesi, kamyonların virajlarda devrilmesi, kamyonların otoyola çıkması sırasında yeterli güvenlik önlemlerinin alınmaması, patlayıcının yerleştirileceği hiçbir tahkimat önleminin alınmadığı yaklaşık 1x1 m boyutundaki galerilerin açılması esnasında meydana gelen göçmeler, uygulanan üretim yöntemi nedeniyle çok dik, tehlikeli ve düzensiz aynaların oluşması sonucu çalışmalar esnasında dik aynalardaki göçmeler ve aynalardan kaya düşmeleridir (Şekil 5. (a), (b)).

Ocaklarda yapılan çalışmalar nedeniyle karşılaşılan diğer önemli problem ise toz oluşumudur. Özellikle kuru havalarda geniş aynalarda yapılan patlatmalardan ve kamyonların kayaları taşımaları esnasında yollardan çok büyük miktarlarda toz oluşumu, çevredeki yapıların camlarında, balkonlarında ve duvarlarında toz tabakası oluşturmakta, çevre sakinlerinin evlerinin kirlenmesine ve kurutulmak için asılan çamaşırlarının tozla kaplanmasına, fındık tarlaları ve diğer tarım arazilerindeki bitkilerin üzerlerinin tozla kaplanması nedeniyle verimin düşmesine, neticede çok büyük çevresel rahatsızlıkların ve şikayetlerin doğmasına neden olmaktadır (Şekil 5. (c)).



Şekil 5. Çalışma sahası 1'de yüksek, dik ve geniş çalışma aynası, şapka şeklinde kalan üst kısım (a) (Yılmaz vd 2004), neticede aynadan kaya düşmesiyle oluşan bir iş kazası (b) (Yılmaz vd 2004), atım sonucu oluşan yoğun toz bulutu (c).

5. ÇALIŞMA SAHALARININ ÇEVRESİNDEKİ SAKINLERİN PATLATMALARA TEPKİLERİ

Gösterilen tepkilerin boyutunu ölçmek amacıyla, galeri patlatmalarının uygulandığı bu üç taşocağının çevresinde yaşayan toplam 124 kişi (66 erkek, 58

bayan) üzerinde yapılan araştırmada kişilerin yaşları, eğitim seviyeleri, medeni, sosyal ve ekonomik durumları not edilmiş (Çizelge 7) ve verdikleri cevaplara göre bölgedeki patlatma kaynaklı çevresel problemlere tepkileri ile ilgili genel değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Çizelge 7. Tepkileri araştırılan kişilere ait özellikler

Cinsiyet	Toplam	Yaş Grupları			Eğitim Seviyeleri			Gelir düzeyi			Medeni Durum	
		15-20	20-45	>45	İlköğretim	Ortaöğretim	Yükseköğretim	Düşük	Orta	Yüksek	Evli	Bekar
Erkek	66	18	35	13	15	39	12	32	28	6	42	24
Bayan	58	6	38	14	42	15	1	40	16	2	46	12

Çalışma sahalarının çevresinde ikamet eden (1.3 km) kişilerin patlatma kaynaklı çevresel sorunlara tepkilerinin araştırılması neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Çalışma sahalarının çevresinde yaşayanların geneli, yer sarsıntısı sonucu ev ve mülklerinde oluşan çatlak, sıva dökülmeleri vb. hasarlar nedeniyle aşırı oranda şikayetçidirler. Titreşimlerin evlerdeki eşyaların sallanmasına ve yerlerinden düşüp kırılmasına neden olduğunu söylemektedirler. Çalışma sahalarının çevresinde yaşayanlar ve özellikle de uyku halinde olan bebek ve çocukları, şiddeti yüksek atımlar sırasında büyük korku ve panik yaşamaktadırlar.

Bir kısım halk, daha önce içme suyu olarak kullandığı yer altı suyunun yön değiştirdiğini ve artık mevcut olmadığını söylemektedir.

Taş ocağının hemen yakınında arazisi bulunan kişilerin kaya fırlamaları sonucu hem ağaçlarda zarar oluşması hem de toz probleminin dolaylı fındık bahçelerindeki verimin düştüğüne yönelik şikayetleri oldukça yüksektir. Taş ocağının hemen çevresinde arazisi bulunmayan kişilerin taş fırlaması ve toz oluşumu ile ilgili herhangi bir şikayeti bulunmamaktadır.

Genel olarak patlatma sonrası açığa çıkan zehirli gaz ve dumanlarla ilgili hemen hiç kimsenin şikayeti bulunmamaktadır.

Çevre sakinleri, atımlar sonucu oluşan hava şoku dalgalarının zaman zaman camlarının şingirdamasına, çatlamasına ve kırılmasına neden olduğunu söylemektedirler.

Orta yaş grubundaki (20-45 arası) kişilerin patlatma kaynaklı çevresel problemlere tepkisi diğer yaş gruplarına göre daha fazladır.

Sağlık sorunları olan (özellikle kalp ve solunum rahatsızlıkları) kişilerin tepkileri, sağlık durumu iyi olanlara göre daha yüksektir.

Taşocaklarındaki faaliyetlerden dolayı evinde hasar oluşmasına rağmen, taşocağında çalışan kişiler bu tür sorunlara tepkisiz kalmaktadırlar. Bunun yanında özellikle 45 yaş üzeri çevre sakinleri Karadeniz Sahil Yolunun bitirilmesi için ilgili çalışmaların devam etmesinin gerekli olduğunu ve bu yüzden çevresel problemlerle ilgili şikayetlerin işleri aksattığı yönünde fikir beyan etmektedirler.

Genel olarak erkekler kadınlara göre daha fazla tepkilidirler. Evli olanlar, evli olmayanlara oranla daha fazla tepkilidirler. Gelir düzeyi orta ve düşük olanlar, gelir düzeyi yüksek olanlara göre ocaktaki çalışmalara daha fazla tepki göstermekte ve hasar gören mülklerinin onarımı için birtakım maddi beklentiler nedeniyle şikayetlerini sık sık dile getirmektedirler. Eğitim seviyesi yüksek olan kişilerin mağdur oldukları yönünde resmi makamlara yapmış olduğu şikayetler diğerlerine göre daha fazladır.

6. SONUÇLAR

Yer sarsıntısı, kaya fırlamaları, hava şoku ve gürültü, toz, zehirli gazlar ve dumanlar vb. gibi çevresel problemleri önlemek için galeri patlatmaları kesinlikle terk edilmeli, bunun yerine kontrollü atım tekniklerinin uygulandığı patlatma modeli uygulanmalı ve atımlara eşlik edilmeli, patlatma işlemleri mümkünse çevre sakinlerinin ayakta olduğu gündüz vakitleri yapılmalı ve gerekli olan bütün önlemler alınmalıdır.

Bunlarla birlikte hiç kimsenin patlatmalardan kaynaklanan rahatsızlıktan dolayı şikayet etmeyeceği bir titreşim seviyesi oluşturmak mümkün değildir. Titreşim derecesi ne kadar küçük olursa olsun, toplumun içerisinde buna daima tepki verecek birileri bulunmaktadır. Titreşime maruz kalma süresinin kısa olduğu durumlarda insanlar taş

ocaklarındaki çalışmalara daha toleranslı davranabilirler. Aynı şekilde çevre sakinlerine, titreşimlerin kendileri ve malları üzerinde nasıl etki edeceği, tam ve kesin olarak titreşime ne zaman maruz kalacakları gibi bilgilerin zamanında bildirilmesi durumunda kişiler kendilerini buna hazırlayabilirler ve kişilerin tepkileri daha az olabilir.

7. KAYNAKLAR

- Aldaş, G.G.U. and Bilgin, H.A., 2004. Effect of some rock mass properties on blasting-induced ground vibration wave Characteristics, *CIM Bulletin*, 97 (1079), 52-59.
- Hendron, A.J., Oriard L.L., 1972. Specification for controlled blasting in civil engineering projects. *Proc RECT 2*, 1585-1609.
- Kahriman, A., 2004. Analysis of parameters of ground vibration produced from bench blasting at a limestone quarry, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 887-892.
- Kesimal, A., Cihangir, F., Erçakdı, B., Yılmaz, E., 2004. Trabzon ili, Araklı ilçesi, Taşönü köyü hudutlarında bulunan kalker ocağının üretiminde patlatmadan kaynaklanan titreşim ölçüm sonuçları ve değerlendirilmesi, Ara Rapor 1, *Trabzon Çimento Sanayi A.Ş., KTÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Döner Sermaye Projesi*, Trabzon, 20 sayfa.
- Kesimal, A., ve Kaya, R., 2002. A review of environmental effects produced by quarries for running black sea coastal highway construction project, *ISWA 2002 World Environment Congress & Exhibition*, Istanbul, 2217-2224.
- Raina, A.K., Chakraborty, A.K., Choudhury, P.B., Ramulu, M., Bandyopadhyay, C., 2004. Human response to blast-induced vibration and air-overpressure:an Indian scenario, *Bulletin of Engineering Geology and The Environment*, 63, 209-214.
- Raina, A.K., Chakraborty, A.K., Haldar, A., Ramulu, M., Choudhury, P.B., Pal Roy, P., Jethwa, J.L., 2002. Awareness of blast induced ground vibration and air overpressure in opencast mines in India, to mitigate human annoyance and complaints, *MEJ*, 3(12), 14-21.
- Yılmaz, A.O., Tatarhan, A., Çavuşoğlu, İ., 2004. Doğu Karadeniz bölgesinde faaliyet gösteren taşocakları için uygun üretim yönteminin geliştirilmesi. *VII Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu*, Sivas, 311-319.

Madencilik Faaliyetlerinde Patlatma Kaynaklı Çevresel Etkilerin Ölçülmesi ve Analizi

T. Hüdaverdi, C.Kuzu

İ.T.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZET: Patlayıcı maddeler gerek yeraltı işletmeciliğinde, gerekse açık ocak işletmeciliğinde geniş ölçüde kullanılmaktadır. Yerleşim yerlerinin ve hassas bölgelerin yakınında yapılan patlatmalar çevresel olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Patlatma kaynaklı olumsuz çevresel etkiler günümüzde birçok maden ve taş ocağının karşılaştığı en önemli kısıtlayıcı sorun olarak gözükmemektedir. Bu çalışmada patlayıcı kullanımı nedeniyle ortaya çıkan en belirgin çevresel olumsuzluklar olan, patlatma kaynaklı yer sarsıntısı, hava şoku, ve taş savrulması üzerinde durulmuştur. Yer sarsıntısı ve hava şoku için ölçüm ve değerlendirme yöntemleri tanıtılarak yer sarsıntısı ve hava şokunun kaynakları incelenmiştir. KBI Murgul İşletmesi'ndeki ölçümler OSMRE (U.S. Office of Surface Mining) standartlarına göre analiz edilmiş, patlatma dizaynının yer sarsıntısı ve hava şoku üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Taş savrulma mesafesinin tahmini için literatürden yararlanarak Murgul İşletmesi için güvenli mesafe tahmini yapılmış, standartların uygun gördüğü maksimum taş savrulma mesafesi ayrıca irdelenmiştir.

ABSTRACT: Explosives are widely used both underground mining and open-pit mining. Blasting activities carried out near residential areas may cause negative environmental effects. This paper focuses on main adverse effects of blasting activities, blast induced vibrations, airblast, flyrock. The monitoring and evaluation of vibrations and airblast are presented and the causes of these environmental effects are investigated. Data recorded from blasting activities in KBI Murgul Mine are evaluated according to OSMRE (Office of Surface Mining) standards and affect of the blasting design on vibrations and airblast is examined. The throw of flyrock is investigated and maximum throw of flyrock is predicted using empirical models.

1 GİRİŞ

Patlatma işlemi sırasında patlayıcı enerjisinin bir kısmı kayada bir çatlak şebekesi oluşturmak ve oluşan bu yapıyı ileriye doğru ötelemek amacıyla kullanılır. Patlatma enerjisinin göz önünde bulundurulması gereken diğer bir kısmı ise iş yapmakta kullanılamaz ve sismik, ısı, ışık, ses enerjisi olarak harcanarak; yer sarsıntısı, hava şoku, taş savrulması, gaz emisyonu gibi çevresel olumsuzluklara neden olur. Bu etkiler ise işletme, çalışanlar ve işletme yakınındaki yerleşim yerleri için problemler doğurur.

Günümüzde çevre bilincinin gittikçe önem kazanması patlatma kaynaklı olumsuz çevresel etkilerin minimize edilmesi zorunluluğunu beraberinde getirmektedir. Çevresel etkilerin ölçülmesi ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla literatürde farklı yaklaşımlar mevcuttur. Ölçümlerin doğru olarak gerçekleştirilmesi ve çevresel olumsuzlukların nedenlerinin doğru bir

şekilde ortaya konması sorunun çözümünde kilit unsur olmaktadır. Burada en önemli çevresel olumsuzluklar olan taş savrulması, yer sarsıntısı ve hava şoku üzerinde durulacaktır. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi ve yorumlanması aşamasında KBI Murgul İşletmesi'nde gerçekleştirilen tetkikler örnek olarak kullanılacaktır.

2 PATLATMA KAYNAKLI ÇEVRESEL ETKİLER

2.1 Taş Savrulması

Patlatma işlemi sırasında patlayıcı madde kaya kütlesi içinde yeterince hapsedilemezse reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gazlar atmosfere erken deşarj olur. Bu yüksek hızlı gaz boşalımının etkisiyle bazı kayalar parçaları kaya kütlesinden ayrılır ve çok uzak mesafelere savrulabilir. Savrulan

taş parçaları insan yaralanmalarına ve yapılarda ciddi hasarlara neden olabilir (Bilgin, 1999).

Patlatma sırasında izin verilen taş savrulma mesafesini belirlemek için OSMRE'ninde önerdiği ABD'de uygulanmakta olan federal yönetmelik düzenlemeleri (30 CFR Sec. 816.67 c) esas alınabilir. Buna göre; havada hareket etmekte olan veya zemin üzerinde yuvarlanan taş parçacıklarının savrulma mesafesi, patlatma yapılan alana en yakın yerleşim noktası ile patlatma yapılan alan arasındaki mesafenin yarısından fazla olmamalıdır. Ayrıca görevli personel tarafından kontrol edilmekte olan güvenli alanın dışına taş savrulması istenmemektedir (OSMRE, Federal Regulations, 2004).

Patlatma sırasında taş savrulma mesafesinin tahmini için literatürde çeşitli ampirik modeller mevcuttur. Burada SVEDEFO (İsveç Detonik Araştırma Kurumu) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılarak Murgul İşletmesi için bir ön tahmin gerçekleştirilecektir. Bu eşitlik yoluyla maksimum taş savrulma mesafesi ve savrulan kaya parçalarının boyutu öngörülebilir.

$$L_m = 260 \times d^{2/3} \quad (1)$$

L_m = Maksimum taş savrulma mesafesi (m)
 d = Delik çapı (inch) (Jimeno ve diğerleri, 1995)

$$L_m = 260 \times 6,5^{2/3}$$

$$L_m = 906 \text{ m}$$

$$\phi = 0,1 \times d^{2/3} \quad (2)$$

ϕ = Patlama nedeniyle fırlayan taş parçalarının boyutu

d = Delik çapı (inch)

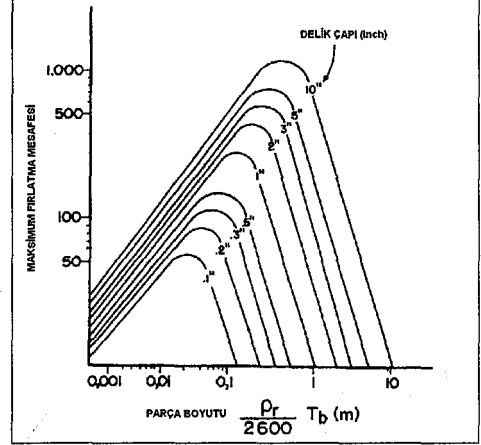
$$\phi = 0,1 \times 6,5^{2/3} = 0,35 \text{ m}$$

Murgul'da uygulanan 6,5 inch (165 mm) delik çapı için maksimum kaya fırlama mesafesi 906 m olarak hesaplanmıştır. Murgul İşletmesi'nde çalışılmakta olan Damar sahasının çevresindeki bir çok yerleşim birimi sahaya hesaplanan mesafeden daha yakındır. Bununla birlikte yapılan incelemelerde, 30 CFR kodlu yönetmelikte ifade edilen sınırları aşan bir taş savrulması olayına rastlanmamıştır.

Maksimum taş savrulma mesafesi Şekil 1 yardımıyla da bulunabilir. Madencilik çalışmalarında delik çaplarının 75 ile 250 mm arasında değiştiği göz önüne alınırsa Şekil 1 dikkate alınarak, maksimum kaya fırlama mesafesinin 500-1000 m arasında olacağı görülmektedir.

2.2 Hava Şoku

Patlatma sırasında kaya çalıklarından dış atmosfere hızla ve erken boşalan reaksiyon ürünü gazlar önemli düzeyde gürültü oluşturmurlar. Önlemlerin yetersiz kalması durumunda gürültü düzeyi yüksek seviyelere ulaşarak hava şoku dalgalarına dönüşür. Şekil 1 Parça boyutu ve delik çapı parametrelerine karşılık gelen maksimum taş savrulma mesafesi



Hava şoku dalgaları 0,1 Hz ile 200 Hz arasında değişen geniş bir frekans aralığına sahiptir. Frekansı 20 Hz'in üzerinde olan şok dalgaları işitilebilir ve gürültü olarak nitelendirilir. Frekans değeri 20 Hz'in altında olan ses dalgaları ise duyulmaz. Şok dalgaları yeterince büyükse her iki frekans aralığında da binalarda hasar meydana getirebilir (Olofsson, 1990). Şok dalgalarının yayılmasında rüzgar yönü, rüzgar hızı ve sıcaklık gibi atmosferik koşullar da etkilidir.

Çizelge 1 Hava şoku seviyelerinin çevresel etkisi

dB	psi	
180	3,0	Binalarda Hasar
170	0,95	Pencere Camlarının Çoğu Kırılır
160	0,30	
150	0,095	Bazı Pencere Camı Kırılmaları
140	0,030	Ani (impulsive) Ses İçin Maksimum Seviye
128	0,0070	Emniyetli Seviye
120	0,0030	Rahatsız Edici Sürekli Ses Sınırı 15 Dakika Süreli Şok Dalgaları Halinde Şikayetler
110	0,00095	
100	0,00030	
90	0,000095	8 Saatlik Sürekli Seste Rahatsız Olma
80	0,000030	

Hatalı patlatma paterni, yetersiz sıkılama boyu ve malzemesi hava şoku oluşumuna neden olmaktadır. Hava şoku oluşumuna neden olan bir diğer unsorda infilaklı fitil kullanımıdır. Basamak patlatmasında deliklerin infilaklı fitil ile ateşlenmesi ve infilaklı fitilin patar atımlarında kullanılması yüksek hava şoku değerlerinin oluşmasına neden olabilmektedir. Çizelge 1 de hava şokunun çevresel etkisi gösterilmektedir.

2.3 Yer sarsıntısı

Patlatma kaynaklı yer sarsıntısının oluşumu üzerinde etkili olan faktörleri genel olarak kontrol edilebilen faktörler ve kontrol edilemeyen faktörler olarak iki guruba ayırmak mümkündür. Kontrol edilebilen faktörler arasında gecikme başına patlayıcı miktarı, ateşleme yönü, şarj boyu ve çapı, delik eğimi, dilim kalınlığı, delikler arası mesafe sayılabilir. Kontrol edilemeyen faktörler ise topografya, örtü tabakasının tipi ve atmosferik koşullardır (Atlas Powder Company, 1987).

Patlatma kaynaklı sarsıntıların büyüklüklerinin sorgulanması sırasında ön plana çıkan parametreler, parçacık hızı, parçacık ivmesi, deplasman, dalga frekansı olarak sıralanabilir. Patlatma kaynaklı yer sarsıntısı konusunun bu şekilde giderek artan önemine bağlı olarak, çeşitli ülkelerde, birbirine benzeyen düzenlemeler yapılmıştır. Bunlardan bir tanesi de OSMRE (US Office of Surface Mining – ABD Açık Ocak Madencilik Ofisi) tarafından hazırlanan düzenlemedir (30 CFR (Code of Federal Regulations) Sec. 816.61, 62, 64, 66, 67, 68 ve 'Sec. 817-61, 62, 64, 66, 68). OSMRE' nin düzenlemelerindeki sorgulamalar için dört adet yol öngörülmüştür. Bu yolların hepsinde de ana unsur parçacık hızı olmaktadır (Kuzu ve diğerleri, 2003). Bu yollar;

- I.Yol : Uzaklığa Bağlı Parçacık Hızı
- II.Yol : Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe
- III.Yol : Değiştirilmiş Ölçekli Mesafe
- IV.Yol : Frekans-Parçacık Hızı İkilisi

olarak adlandırılmakta ve patlatma kaynaklı sarsıntıların alternatif sorgulama şekillerini içermektedir. Burada kısaca bu dört yöntemin ana hatları üzerinde durulacaktır.

2.3.1 Uzaklığa Bağlı Parçacık Hızı (I. Yol)

Bu yolla (30CFR Section 816.67(d)(2)(i)), her bir atımın sonucunda oluşan sarsıntı kaydedilir. Ölçülen parçacık hızına ait üç bileşenin ayrı ayrı ve mesafelere bağlı olarak Çizelge 2' de verilen limit değerleri aşıp aşmadığına bakılır. Limit değerlerin

altında kalınması durumunda yapılan patlatma çevre için zararsız kabul edilir (OSMRE, Federal Regulations, 2004).

Çizelge 2 Uzaklığa Bağlı Olarak İzin Verilebilen Maksimum Parçacık Hızı Değerleri

Uzaklık [m]	Maksimum Parçacık Hızı Limit Değeri [mm/sn.]
0-91,44	31,75
91,74-1524	25,4
>1524,30	19,05

2.3.2 Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe (II. Yol)

Bu yolla (30CFR Section 816.67(d)(3)(i)), herhangi bir sismik izleme yapılmaksızın, Çizelge 3' de verilen uzaklığa (D) bağlı, "Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe Değerleri (SD)" esas alınarak, aynı anda patlatılabilecek olan patlayıcı madde miktarı (W) tesbit edilir. Buradaki "Ölçekli Mesafe";

$$SD = DW^{0.5} \quad (3)$$

eşitliği ile tanımlanır.

Çizelge 3 Uzaklığa Bağlı Olarak İzin Verilebilen Maksimum Ölçekli Mesafe Değerleri

Uzaklık [ft] // [m]	Ölçekli Mesafe Limit Değeri $SD = D/W^{0.5}$ [ft/lb ^{0.5}]	8 ms aralıklı patlatılabilecek azami patlayıcı miktarı [lb] // [kg]
100 // 30,48	SD = 50 0-300 ft / 0-90 m	4,0 // 1,8140
150 // 45,72		9,0 // 4,0815
200 // 60,96		16,0 // 7,2576
250 // 76,20		25,0 // 11,3375
300 // 91,44		36,0 // 16,3260
400 // 121,92	SD = 55 301-5000 ft / 91-1500 m	53 // 24,0355
600 // 182,88		119 // 53,9665
800 // 243,84		212 // 96,1420
1000 // 304,80		331 // 150,1085
2000 // 609,60		1322 // 599,5270
4000 // 1219,20		5290 // 2399,015
5500 // 1676,40	SD = 65 >5001ft / >1501m	7160 // 3247,612
6000 // 1828,80		8521 // 3864,273
10000 // 3048,00		23700 // 10747,950

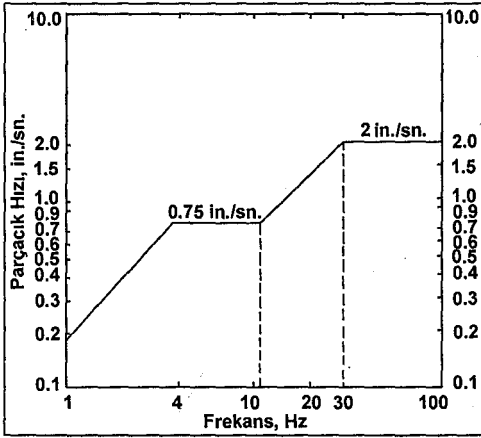
2.3.3 Değiştirilmiş Ölçekli Mesafe (III. Yol)

Bu yöntemde sahada gerçekleştirilen patlatmalara dayanılarak, deneyimlere dayanan bir SD değeri geliştirilir (30CFR Section 816.67(d)(3)(ii)). Belirlenecek ölçekli mesafe (SD) değerleri için,

patlayıcı şarjı miktarı değiştirilerek oluşacak maksimum parçacık hızı değeri (PPV) önceden tahmin edilebilir. Böylece, II. Yol (Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe) ile yapılan SD tayinindeki patlayıcı madde sınırlandırmasındaki aşırılık önlenmiş olacaktır. Bunun için daha önceden yapılan asgari 30 atımın sismik kayıtlarının değerlendirilmesi gereklidir. Buna ek olarak Bölüm 2.3.1' de açıklanan I. Yolda belirtilen limitlerin de aşılması gereklidir (Rosenthal, & Marlock, 1987).

2.3.4 Frekans-Parçacık Hızı İkilisi (IV. Yol)

Bu yolla (30CFR Section 816.67(d)(4)(i)), Maksimum Parçacık Hızı' na ek olarak, her bir 'Parçacık Hızı' nın sahip olduğu frekans değeri bilgisi de sorgulanmaktadır. Binalardaki rezonans frekansları da göz önüne alınarak düşük frekanslar için düşük parçacık hızlarına izin verilmekte ve 2 in./sn'lik (50,8 mm/sn) parçacık hızı üst sınır olarak alınmaktadır Şekil 2, sorgulamada kullanılan merdiven diyagramı göstermektedir (OSMRE, Federal Regulations, 2004).



Şekil 2 Parçacık hızı - frekans diyagramı

Çizelge 4 Farklı atımlara ait ölçüm değerleri

Atım no	Toplam Şarj (kg) / Gecikme başına şarj (kg)	Ölçüm mesafesi (m)	Parçacık hız (mm/sn)/Frekans (Hz)					Hava şoku (db) / Frekans (Hz)
			Enine	Düşey	Boyuna	Maksimum	Bileşke	
1.	6436 / 256,4	350	2,03/10	1,65/10	2,67/8	2,67	3,22	120/41
2.	10640 / 512,8	135	19,4/34	17,9/37	22,5/43	22,5	28,3	140/30
3.	8820 / 512,8	255	1,52/17	1,90/43	1,90/37	1,90	2,35	125/6
4.	8256 / 512,8	210	11,2/15	12,7/16	11,3/14	12,7	14,8	128/5

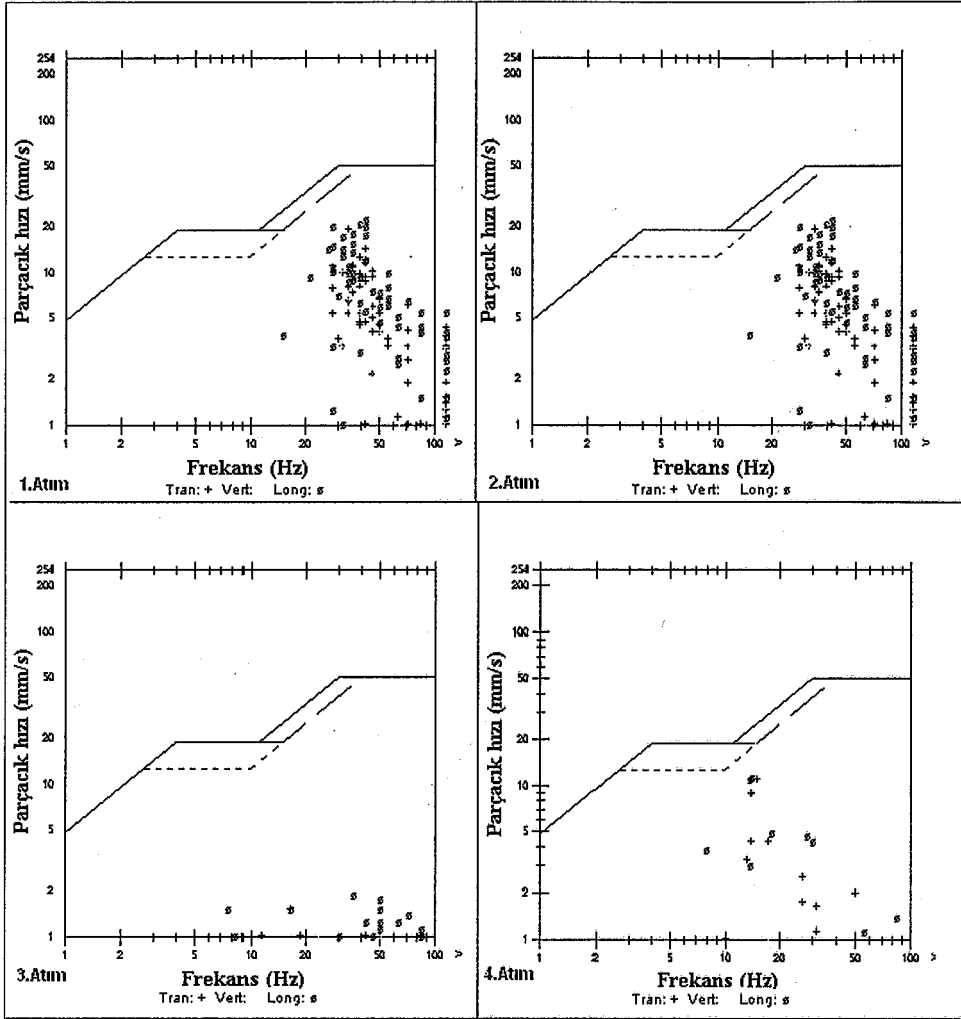
3 KBİ MURGUL İŞLETMESİ'NDE GERÇEKLEŞTİRİLEN YERSARSINTISI VE HAVA ŞOKU ÖLÇÜMLERİ

KBİ Murgul Açık İşletmesi'nde patlatma kaynaklı çevresel etkileri değerlendirmek amacıyla yer sarsıntısı ve hava şoku ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için Instantel firmasının ürettiği MiniMate Plus™ cihazı kullanılmıştır.

Instantel MiniMate Plus™ cihazı hem zemin vibrasyonunu hem de hava şokunu ölçebilmektedir. Cihaz jeofonu vasıtasıyla 254 mm/sn'ye kadar parçacık hızını ölçebilir. Hava şoku ölçümünü ise doğrusal sıklada 88 ile 148 decibel arasında gerçekleştirebilmektedir. Çizelge 4 de, KBİ Murgul İşletmesi'nde gerçekleştirilen dört farklı atıma ait ölçüm değerleri gösterilmektedir. Burada gerçekleştirilen yer sarsıntısı ölçümleri OSMRE'nin önerdiği I. Yol ve IV. Yola göre değerlendirilecektir.

Çizelge 4 incelenirse ölçülen parçacık hızı değerlerinin, Bölüm 2.3.1 de ortaya konan parçacık hızı limit değerlerini aştığı görülür. Yer sarsıntısı analizinde parçacık hızı kadar, frekans değerleri de önem taşır. İnsanlar düşük frekanslı dalgaları kolayca hissedebilirler. Frekans yüksek olduğunda insanların bunları algılaması daha güçtür. Ayrıca 10 Hz değerinin altındaki frekanslar zeminde büyük yer değiştirmeler ve yüksek düzeyli birim deformasyonlar yarattığı için hasar olasılığını artırır (Hüdaşverdi, 2004). Murgul İşletmesi'nde gerçekleştirilen ölçümlerde tespit edilen frekanslar 10 Hz değerinin üstündedir. Yalnızca I. Atım ölçümünde 10 Hz ve altında frekans değerleri elde edilmiştir.

Şekil 3 yukarıda yer sarsıntısı açısından değerlendirilen atımların Bölüm 2.3.4'te anlatılan maksimum parçacık hızı-frekans bakımından sorgulandığı merdiven diyagramları göstermektedir. Bu sorgulama yönteminden bakıldığında da parçacık hızı bileşenlerinin sınır değerlerin altında olduğu görülür.



Şekil 3 Örnek verilen dört atıma ait Parçacık hızı - Frekans diyagramları

4 SONUÇ

Madencilik faaliyetlerinde üretim ve örtü kazı amaçlı patlayıcı kullanımı geçmişte olduğu gibi günümüzde de kaçınılmazdır. Patlatma kaynaklı çevresel etkilerin tespiti ve değerlendirilmesi çevre bilincinin artışıyla bugün her zamankinden daha önemli olmaktadır.

Uygun ölçüm tekniği ve doğru değerlendirme ile patlatma kaynaklı çevresel etkilerin nedenleri

kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Ölçümler değerlendirilirken mümkün olduğunca literatürdeki farklı yaklaşımlar ve normlar göz önüne alınmalıdır.

Olumsuz çevresel etkilerin önlenmesi için üzerinde durulması gereken temel husus: uygun patlatma dizaynıdır. Kayaç özellikleri ve jeolojik yapıyı da dikkate alarak, bilimsel verilere dayalı patlatma dizaynı belirlenmeli, özellikle basamak patlatmasında uygun gecikme aralıklı ateşleme gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Atlas Powder Company, 1987. Explosives And Rock Blasting. USA. s.350, 362.
- Bilgin H. A., 1999. Patlatma Kaynaklı Çevre Sorunları, Barutsan dergisi. s. 38-40
- Hüdaverdi T, 2004. KBİ Murgul İşletmesi'ndeki çok sıralı patlatmalar için optimum çalışma şartlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü s. 69
- Jimeno C.L., Jimeno E.L. & Carcedo F.J.A., 1995. Drilling And Blasting of Rocks. A.A.Balkema, Rotterdam. s. 366-367
- Kuzu C., Hüdaverdi T.& Öztürk Ö., 2003. Patlatma Kaynaklı Titreşimlerde OSMRE Çözümleri-2 İstanbul-Büyükmece Gölü Batısı Taş Ocakları Uygulama Örneği. 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul 3-4 Aralık. s. 257-265
- Olofsson S.O., 1990. Applied Explosives Technology For Construction And Mining. Applex, Sweden. s. 237-238
- OSMRE, Federal Regulations, 2004. Code of Federal Regulations 30 CFR Part 700, <http://www.osmre.gov/regindex.htm>; ve / veya <http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/cfr-retrieve.html#page1>
- Rosenthal M. F., Marlock, G.L., 1987. Blasting Guidance Manual. OSMRE.

Doğu Karadeniz Bölgesinde Taşocaklarından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar

A.O.Yılmaz, İ.Alp & İ. Çavuşoğlu
KTÜ Maden Müh. Bölüm, Trabzon

ÖZET: Tabii malzemeler içinde yer alan agregalar, inşaat sektöründe kullanılması zorunlu olan ve ikame edilemez temel girdi durumundadır. Ülkemiz inşaat sektörünün ana girdisini oluşturan doğal kaynaklar bakımından oldukça zengin olmasına rağmen ciddi planlama eksiklikleri ve alt yapı yetersizliğinden dolayı agrega sektörü önemli sorunlar yaşamaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde uygun taşocağı yatağı bulma arazi kullanımındaki sınırlamalar, çevre koruma kriterleri, mevcut rezervlerin kullanımını sınırlamakta ve bulunan rezervlerin işletilmesinde önemli sorunlar doğurmaktadır. Yapılaşmanın ve alt yapı faaliyetlerinin yoğunlaştığı bölgelerde istenilen nitelikte rezervlerin bulunamaması, bulunması durumunda uygulanan işletme yönteminden dolayı çevrenin rahatsız edilmesi işletmecilik açısından önemli sıkıntılarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Mevcut taşocaklarından kaynaklanan sorunlar arasında; taş fırlaması, gürültü, hava şoku, titreşim ve bu titreşimin çevrede bulunan yapılar üzerinde meydana getirdiği etkiler yer almaktadır.

Bu bildiride Doğu Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren taşocaklarından kaynaklanan sorunlar belirli bir ayrıntı içinde ele alınmış, özellikle taşocaklarından kaynaklanan çevresel sorunlar konusunda gerekli incelemeler yapılarak, sorunların çözümüne yönelik öneriler geliştirilmiştir.

ABSTRACT: Aggregates, which are among the natural materials, function as an indispensable and insubstitutable basic input in the construction sector. Although our country is very rich in the natural resources which make up the basic input of the construction sector, there is shortage experienced in the aggregate sector due to poor planning and insufficient infrastructure. In particular, difficulty in finding appropriate quarry, limitations in land use, environmental protection criteria place constraints before the use of reserves and cause significant difficulty in the operation of the reserves discovered. Absence of reserves with the required features in the regions where there is intensive structuring and infrastructure activities, and the in the presence of such reserves, operating method being used and the interruption of the environment lead to serious difficulties in the activities of operating a quarry. Flying stone, noise, air shock, vibration and the effects of this vibration on the structures around are among the problems caused by the existing quarries.

In this study, problems caused by the quarries being operated in the Eastern Black Sea Region are discussed in a certain aspect. In particular, necessary analyses are made on environmental issues and solutions for the problems are proposed.

1. GİRİŞ

Doğu Karadeniz Bölgesi taşocak malzemesi açısından oldukça zengin, işletmeciliği açısından ise bir hayli sıkıntılı bir bölgemizdir. İşletmecilik açısından bu zorluklar bölgenin topografik yapısından kaynaklanmaktadır. Mevcut topografik yapıya uygun bir işletme yönteminin hazırlanması "zaman" ve "iktisadi açıdan" tercih edilmemekte, bunun yerine daha kısa sürede devreye sokulabilen

ve üretim-hazırlık maliyeti daha düşük olan "galeri patlatma yöntemi" uygulanmaktadır

Bölgede son yıllarda alt yapı ve diğer amaçlar için gerekli olan taş ve agrega ihtiyacı için birbiri ardına taşocaklarının devreye sokulduğu görülmektedir. Bölgenin arazi yapısının dik olması işletmelerin açık işletme (kademeli üretim yöntemi) ile üretim yapmalarını zorlaştırmakta ve üretim ve maliyet açısından daha avantajlı görünen "galeri patlatma" yöntemine yönelmektedirler. Fakat

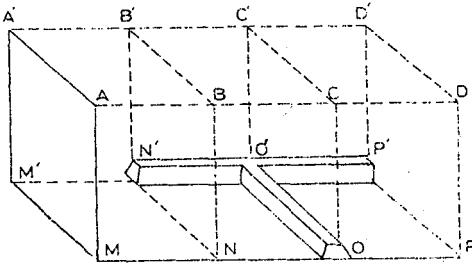
yöntemin uygulanması ile telafisi mümkün olmayan bir çok sorunun da oluşmasına neden olmaktadır. Bu bildiride bölgede yaygın olarak kullanılan "galeri patlatma yöntemi"nin sakıncaları dile getirilmekte bu yöntemin uygulanmasından kaynaklanan çevresel sorunlar belirli bir ayrıntı içinde incelenmektedir.

2 TAŞOCAKLARINDAN KAYNAKLANAN SORUNLAR VE ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ

2.1 Mevcut durumun değerlendirilmesi

Galeri ateşlemesi ilk defa askeri amaçlar için kullanılmıştır. Bu yöntemden madencilik amaçları için faydalanmaya 1.Dünya Savaşı'ndan sonra başlanmıştır. Bir süre geniş kitlelerin çıkarılmasında (bir ateşlemede ~30.000 t) tek yol olarak kullanılmıştır. Daha sonraları kaya delme makinelerindeki olağanüstü gelişmeler, bu yöntemin geri plana itilmesine neden olmuştur (Öcal, 1978).

Bu yöntemin örnek bir uygulaması Şekil 1'de verilmektedir. Şekilde bir ana galeri (OO') açılmakta, bunu takiben (O'N') ve (O'P') kanat galerileri sürülmektedir. Daha sonra kanat galerilerine gerekli patlayıcı doldurulmakta, sıkılama sonrası patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir (Saltoğlu, 1992).



Şekil 1. Galerî patlatma yöntemi

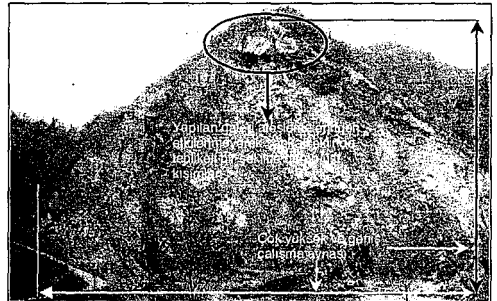
2.2 Mevcut üretim yönteminden kaynaklanan sorunlar

Aşağıda mevcut taşocaklarında özellikle galeri atımı yapılmasından kaynaklanan sorunlar maddeler halinde açıklanmaktadır (Geniş bilgi için Bkz. Yılmaz, Demir, Kaya, Tatarhan, 2002; Öcal, 1978; Yılmaz, Çavuşoğlu, 2003; Güney, 2000; Tatarhan, 2002; Yılmaz, 2001; Arıoğlu, Yılmaz, 2001; Karayolları, 2002; Yılmaz, Tatarhan, Çavuşoğlu, 2004):

- Galerî yöntemi ile ateşleme yapılırken çok miktarda patlayıcı madde kullanıldığında ortaya çıkan aşırı basınç enerjisi sıkıştırma etkisiyle

zeminde sarsıntı yaratarak, bina, tesis vb. yapıların zarar görmesine, çevre bölgelerde oynama yaparak arazi oturmalarına, zemin çatlamalarına veya heyelanlara neden olmaktadır.

- Fazla miktarda patlayıcı madde fazla gürültü çıkmasına neden olmakta, çevre sakinleri rahatsız edilmekte, aşırı miktarda gaz ve tozun bir anda açığa çıkarak etrafa yayılması çevre sağlığı yönünden büyük sakınca doğmaktadır.
- Patlatılan kütlede zayıflık düzlemleri, damarlar ve çatlak olması halinde, ateşleme anında taş püskürtmelerine neden olduğu gibi yapılan ateşlemeden verim alınmamaktadır.
- Ateşleme ile patlamanın olduğu noktadaki malzemeler aşırı basınca maruz kalarak ufalanmakta, patlatma noktasından uzaklaştıkça oluşan basınç etkisi azaldığı için çıkan malzemenin boyutu iri olmakta, sonuçta dengesiz bir boyut dağılımı içeren taş malzemesi elde edilmektedir.
- Galerî ateşlemesi sonrası yeni oluşan aynadaki var olan mevcut çatlaklar oynayarak hareket etmekte veya yeni çatlaklar oluşmakta, buna bağlı olarak her an düşerek tehlike yaratabilecek taş veya kaya kopmaları olmaktadır.
- Yapılan ateşleme sonucu oluşan basınç kuvvetleri ocak aynasının en üst noktalarını etkileyememekte ve altı boşaldığı için desteksiz kalan ocak aynasının üst kısımları, yapısal çatlaklarından koparak heyelan yapmakta veya tam kopmadığından şapka şeklinde durarak tehlike yaratmaktadır (Şekil 2).
- Ayrıca topografik yapısının dik olmasından dolayı düşük seviyelerden başlayan ocak aynası ilerleyen çalışma süreleri sonunda (ocak aynasının kademesiz çalışması) 80-100 m gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu durum ise her türlü çalışma şartının daha da zorlaşmasına neden olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Taşocağında yüksek- geniş çalışma aynası ve şapka şeklinde kalan üst kısım

2.3. Çevresel sorunlar

Taşocağında patlayıcı maddelerin kaya kütlelerini parçalamak amacıyla kullanılması durumunda çevreye verebileceği başlıca dört değişik olumsuzluk bulunmaktadır (Hoek ve Bray,1977). Bunlar ;

- Taş savrulması
- Hava şoku
- Toz emiyonu
- Yer sarsıntısı

'dır. Sözkonusu olumsuzluklar aşağıda sırası ile incelenmiştir.

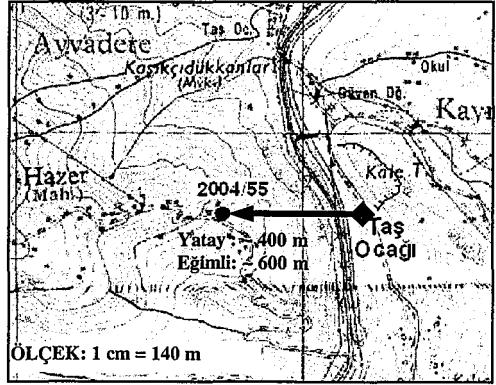
2.3.1. Taş Savrulması

Patlayıcı maddeler bilimsel tanımları ile herhangi bir fiziksel etki ile ses üstü bir hızla kimyasal reaksiyona giren, sonuçta çok büyük oranda gaz ürünler oluşturan organik veya inorganik kimyasal madde karışımlarıdır. Kaya kütlelerini kırmak amacı ile kullanıldığında temel olarak, ses üstü hızda gelişen kimyasal reaksiyonun yarattığı şok enerjisi etkin olur. İkinci olarak da, reaksiyon sonucu oluşan gaz ürünlerin çok büyük basınçlar ile çatlaklara doluşması parçalamayı tamamlar ve parçalanmış kütleyi gevşetir ve öteler.

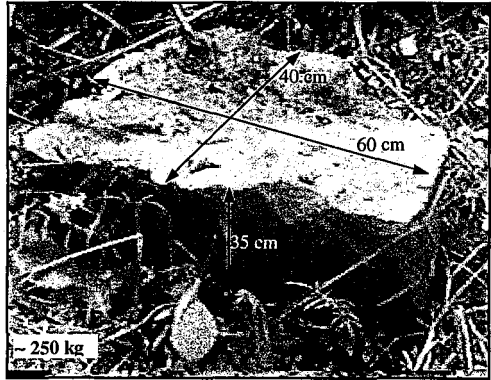
Patlayıcı maddenin kaya kütlesi içinde iyi bir şekilde hapsedilmediği durumlarda, reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gaz ürünler bulabildikleri çatlaklardan atmosfere erken deşarj olurlar. Çok yüksek hızla oluşan gaz boşalımı kaya kütlelerinde bir kısmı yırtılmalara neden olur ve beraberinde kaya parçalarını da hareketlendirir. Böylece savrulmuş kaya parçaları çevrede tehlike yaratırlar.

Savrulmuş taşların, 1000 metreye kadar fırlayabildiği ve ölümle sonuçlanan kazalara neden olduğu bilinmektedir. Çoğu hallerde ise fırlayan taşlar makina ve ekipmanlara hasar vermekte veya yaralanma ve ölüm ile neticelenen kazalara yol açmaktadır. Nihayet bir taş ocağı ve civarında yapılan incelemede yaklaşık 250 kg ağırlığındaki bir kaya parçasının 500-600 m bir mesafedeki fındık bahçesine fırladığı tespit edilmiştir. O an fındık bahçesinde çalışanların bulunmaması bir felaketin yaşanmasına engel olmuştur (Şekil 3, 4). Ayrıca aynı bölgede daha küçük boyutlu taş parçalarının konutların üzerine doğru savrulduğu, bir konutun balkon camını kırarak, karşı duvara çarparak iz oluşturduğu yerinde yapılan incelemeden tespit edilmiştir. Özellikle galeri atımı, taşocağında patlatmanın kontrol edilmesini daha da zorlaştırmakta, yük mesafesinin uygun olmadığı

durumlarda taş püskürtmesi, taş savrulması zaman zaman yaşanmaktadır.



Şekil 3: Taşocağı ve fırlayan kayanın harita üzerindeki yeri



Şekil 4: Taşocağında fırlayan kaya parçası

2.3.2 Hava şoku

Önlemler alınmadığı durumlarda kaya çatlaklarından dış atmosfere hızla ve erken boşalan reaksiyon ürünü gazlar, önemli düzeyde gürültü de oluşturlar. Önlemlerin alınmadığı koşullarda gürültü düzeyi yüksek boyutlara ulaşarak hava şoku dalgalarına dönüşür.

Şok dalgaları çoğunlukla insanlar üzerinde psikolojik etkilere neden olmakta, patlamanın kendilerine zarar vereceği endişesi yaratmaktadır. Atmosferde yol alarak binalara ulaşan şok dalgaları cam ve çerçevelerin titreşimine (şangırdamasına) yol açmakta, insanlarda patlamanın çok şiddetli olduğu kanısını uyandırmaktadır.

Şok dalgalarının insanlar üzerine etkisi, insanların o andaki psikolojik durumlarına göre değişmektedir. Keyifli ve mutlu oldukları durumlarda çok şiddetli hava şokunu umursamayan insanlar, keyifsiz ve

kızgın oldukları durumlarda en ufak şok dalgalarına aşırı tepki verebilmektedirler.

Zaman zaman hava şok dalgaları şiddetli olabilmekte ve yapılarda hasara yol açabilmektedir. En belirgin hasar cam kırılmasıdır. Şok dalgalarının daha yüksek şiddetlerinde bacalarda hasar ve duvarlarda sıva çatlakları gözlemlendiği de görülebilmektedir.

Bölgede farklı yerlerde yapılan incelemede hava şokundan dolayı yukarıda ifade edilen çerçeve sarsıntısı ve cam kırılmalarının zaman zaman yaşandığı, bölge sakinlerinin patlama neticesi ortaya çıkan hava şoku ve gürültüden oldukça muzdarip oldukları belirlenmiştir. Hatta uyku halindeki küçük bir bebeğin bu hava şokundan aşırı derecede etkilenerek % 20-30'lara varan işitme kaybına uğradığı gerek doktor raporu gerekse de yerleşim biriminde oturanların ifadesinden anlaşılmaktadır.

2.3.3 Toz emisyonu

Patlatma ile kayaların kırılması aşamasında, büyük miktarlarda kaya kütlesi harekete geçirilmektedir. Sözkonusu hareket sırasında da bir kısım iç öğütme süregelir. Bu nedenler ile belirli bir miktar toz emisyonu kaçınılmazdır. Ne var ki büyük açık ocak maden işletmelerinde yapılan gözlemlerde, patlatma ile verilen toz emisyonu, diğer toz kaynaklarına kıyasla ihmal edilebilecek kadar az miktarlarda ve kısa süreli olmaktadır. Özellikle galeri patlatmalarında büyük kütlenin inceden iri boyuta ufalanması bir anda büyük toz bulutunu oluşmasına neden olmakta, bu durum ise özellikle taş ocağına yakın yerleşim birimi ve yeşil alanların toz kütlesinden birinci derecede etkilenmesine neden olmaktadır.

Diğer toz kaynağı ise ocak içi yollardaki kamyon trafiğidir. Bu toz oluşumu nispeten sulama vb ile kontrol edilmesi mümkündür. Toz oluşumu hem işçi sağlığı hem de makina ve ekipmanların ekonomik ömürleri üzerinde etkili olan ciddi bir sorun olup, hafife alınmamalıdır.

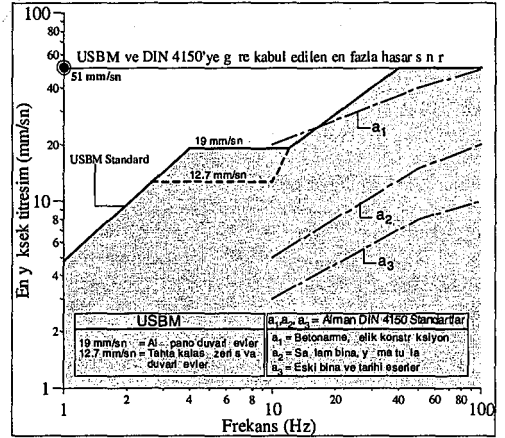
2.3.4 Yer sarsıntısı

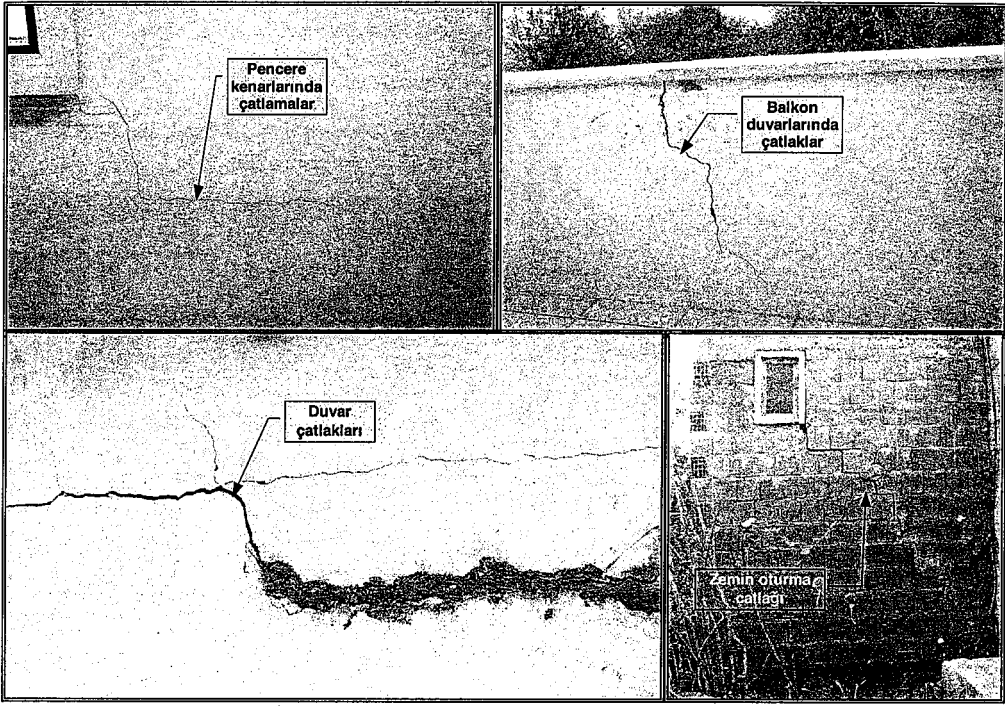
Patlamalar sonucunda belki de en fazla hissedilen ve şikayet konusu olan yer sarsıntılarıdır. Çünkü gerek taş savrulması ve gerekse hava şoku patlatma noktasına yakın bölgelerde etkin olabilirken yer sarsıntısı çok uzaklarda da kendini hissettirebilmektedir.

Yer sarsıntılarını depremler ile benzer etkiler yaparlar. Oluşan sarsıntılar büyüklüğü binalarda kalıcı hasarların meydana gelmesine neden olmaktadır (Şekil 5). Hasarlar kimi zaman

konutların tamamen kullanılmaz hale gelmesine de neden olabilmektedir.

Yer sarsıntılarının belirlenmiş sınırlar içinde kalması bu açıdan son derece önemli olmaktadır. Genel olarak "sarsıntı şiddeti" ölçüsünü saptamak için "deplasman, sarsıntı hızı, ivme ve frekans" kullanılır (Karpuz vd., 1988). Bu ölçütler arasında en fazla kullanılan ve geniş bir kullanım alanı bulan titreşim hızıdır. Patlatmaların kabul edilebilir sınırlar içinde değerlendirilmesinde en fazla kullanılan standartlar USBM ve DIN 4150'dir (Karpuz vd., 1988) (Şekil 6). Değerlendirmede patlatma sonucu titreşim ölçme aletleri ile patlatmanın frekansı ve en yüksek titreşim hızı ölçülür. Sonuçlar Şekil 6 üzerine işlenerek patlatma ile ilgili değerlendirmeler elde edilebilmektedir. Düşük frekanslarda hasar sınırı düşerken yüksek frekanslarda hasar sınırı yükselmektedir. En yüksek hasar sınırı olarak 51 mm/sn kabul edilmektedir. Ülkemizde benzer bir standart oluşturulmadığından bu standartlar kullanılmakta, bu durum ise ülkemizde bina kalitelerinin yer yer (özellikle kırsal kesimlerde) olağanüstü düşük olması ciddi tartışmaları da beraberinde getirmektedir.





Şekil 5: Taşocaklarında patlamalar sonucu konutlarda meydana gelen hasarlar

Patlama sonrası herhangi bir noktadaki yer hareketinin büyüklüğünü belirleyen etkenlerin başında, bir gecikmeli atımda patlatılan patlayıcı madde miktarı ve atım yapılan yerin yapıya (etkilenen yere) olan uzaklığı gelmektedir. Beklendiği gibi, sarsıntı seviyesi patlayıcı maddenin miktarının artması ile artacak, mesafenin artması ile azalacaktır. Patlatma yapılan yerin jeolojik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri, topografya gibi etkenler sarsıntı derecesini etkilemekte ve arazi sabitleri olarak nitelenen bu etmenlerin etkisi atım sırasında arazide yapılan hız ölçümleri ile tespit edilebilmektedir. Bu amaçla, sarsıntı hızı ile patlayıcı madde-mesafe ilişkisi aranmaktadır.

Yapılan yoğun araştırmalar sonucunda en yüksek sarsıntı hızı "mesafe/patlayıcı miktarı"na bağlı olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$v = k \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-\beta} \quad (1)$$

Burada;

v = En yüksek yer sarsıntı hızı, (mm/sn)

D = Mesafe (m)

W = Her bir gecikmeli atımda patlayıcı miktarı (kg)

k = Arazi katsayısı

β = Arazi sönümlenme katsayısı.

dir. Bu bağıntıda $(D/\sqrt{W})$ parametresi "ölçekli mesafe" (scaled distance) olarak adlandırılmaktadır. Bağıntıdaki k ve β sabitleri arazide yapılan ölçümlerle tespit edilmektedir (Karpuz vd,1988). Tipik k ve β için şu değerler verilebilir (Hoek ve Bray,1977):

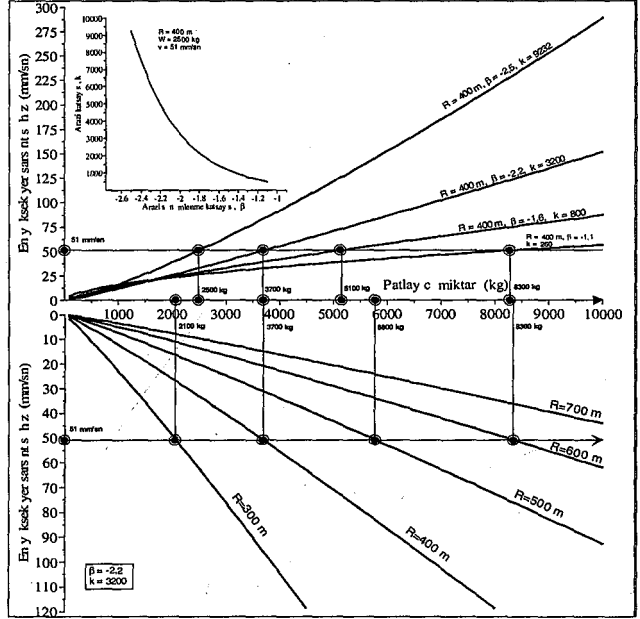
Basamak patlatması	$k = 26 - 260$	$\beta = -1.6$
Galeri patlatması	$k = 5 - 20$	$\beta = -1.1$
Ön çatlatma patlatması	$k \approx 800$	$\beta = -1.6$

Yukarıdaki bağıntının β ve k sabitlerinin olası değerleri için geniş aralıkta değiştirilmesi ile Şekil 7 çizilmiştir. Şekilde ayrıca 5 ayrı uzaklık (300, 400,500,600,700 m) için bir seferde patlatılan patlayıcı maddeye göre en yüksek titreşim hızı değişimi de çizilmiştir. Şekil yakından incelenirse şu sonuçlar elde edilebilir:

- O Arazi sabitleri arasında ters bir orantı mevcuttur. Sönümlenme katsayısı (β) küçülürken arazi katsayısı (k) büyümektedir.
- O Mesafe sabit alınır (400 m), β küçülürken, belirli bir patlayıcı miktarı için en yüksek titreşim hızı artmaktadır. Diğer kelimelerle hasar sınırı olarak kabul edilen 51 mm/sn için $\beta = -2.5$, $k = 9232$ değerlerine karşılık patlayıcı miktarı 2500 kg olurken, $\beta = -1.1$, $k = 260$ değerlerine için patlayıcı miktarı 8300 kg olmaktadır.

- O Dikkat edilirse $D = 400$ m, $\beta = -2.2$, $k = 300$ için $W=3700$ kg'a karşı gelen en yüksek titreşim hızı 51 mm/sn (hasar sınırı) olurken, patlama noktasından D mesafesi artarken en yüksek titreşim hızı hasar sınırı olan 51 mm/sn altına düşmektedir. Mesafe azaldıkça $D = 300$ m için $v \approx 95$ mm/sn değeri elde edilir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde taş ocakları ile yerleşim birimleri genelde iç içedir. Bir çok yerleşim birimi taşocağına 200-300 m'den de yakın durumdadır. Özellikle bölgede 10-15 sene önce faaliyete ilk başlayan taşocaklarında oldukça yüksek patlayıcı kullanıldığı (20-30 ton) gerek konutlarda yapılan incelemelerden gerekse de taş ocaklarında çalışanların itiraflarından anlaşılmaktadır. Şekil 7'de β , ve k değerlerinin izin verilen üst sınır için patlayıcı miktarının 8 ton civarında olduğu dikkate alınır 20-30 ton patlayıcının ve konutların taş ocaklarına uzaklığının çoğu yerde 400 m'nin altında olması, yerleşim birimlerinde önemli ölçüde hasar oluşmasına neden olmaktadır. Konutlarda ilk eşik hasarın oluşmasından sonra, taşocaklarında düşük patlayıcılar kullanılsa da başlayan hasarın gittikçe artmasına yol açmaktadır.



Şekil 7: β , k ve uzaklığa bağlı patlayıcı madde- en yüksek titreşim hızı ilişkisi

3. DEĞERLENDİRME

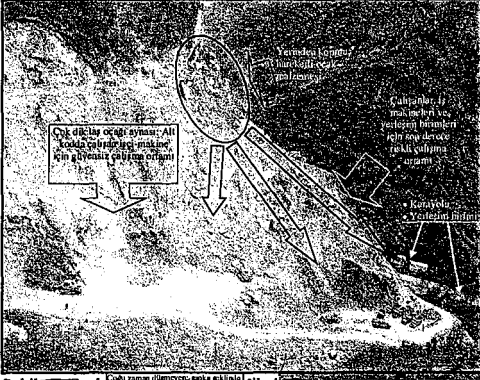
Doğu Karadeniz Bölgesi taş ocak işletmeciliği açısından ciddi sorunlar içermektedir. Bu sorunların yansımaları gerek işletmecilik gerekse de çevre üzerine etkisi ile kendini göstermektedir. Genel değerlendirmede öne çıkan unsurlar şu şekilde sıralanabilir:

- Taşocaklarında galeri atımı yöntemi uygulanması tamamen kontrolsüz bir çalışma ortamı meydana getirmektedir. Kullanılan yüksek miktarda patlayıcılar ile yerinden koparılan iri bloklar (duraysız halde), makine ekipmanın hasar görmesi yanında zaman zaman

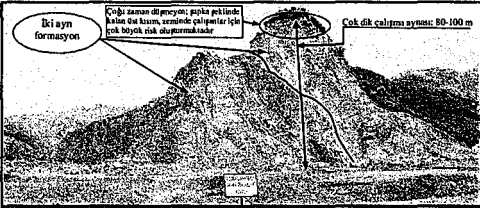
ciddi iş kazaları ile can kayıplarına neden olmaktadır (Şekil 8, 9,10).

- İri bloklar çevredeki yerleşim birimlerini ve karayolu ulaşımını da ciddi şekilde tehdit etmektedir. Zaman zaman meydana gelen taş püskürmeleri galeri girişi istikametinde bulunan hedefleri risk altına almaktadır.
- Çok yüksek ocak aynasından taş kopartabilmek için yüksek miktarda patlayıcı kullanılması gerekmekte, kullanılan yüksek miktardaki patlayıcı ise beraberinde ciddi sarsıntıların oluşmasına neden olmaktadır. Bu sarsıntılar sonucu yerleşim birimlerinde ciddi yapısal hasarlar oluşmakta, kimi konutlarda yapısal hasarlar can-mal güvenliğini tehdit edecek boyutlara ulaşmaktadır.

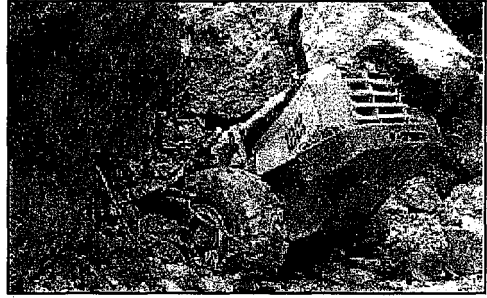
- Taş ocaklarından zaman zaman fırlayan kaya parçaları yörede bulunan ekili alanlar, fındık bahçeleri ve konutlar için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. İri blokların 500-600 m uzağa fırlaması taş ocaklarında fazla miktarda patlayıcının kullanıldığına işaret etmektedir.



- Diğer taraftan taşocagındaki patlatmalardan kaynaklanan gürültü ve hava şoku insanlar üzerinde huzursuzluk, endişe yaratırken zaman zaman konutlarda ciddi sarsıntılara ve cam kırılmalarına neden olmaktadır.
- Galeri üretim yöntemi uygulanması ile plansız bir taşocagının ortaya çıkması yanında, çevre açısından ciddi görüntü kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır (Şekil 9).

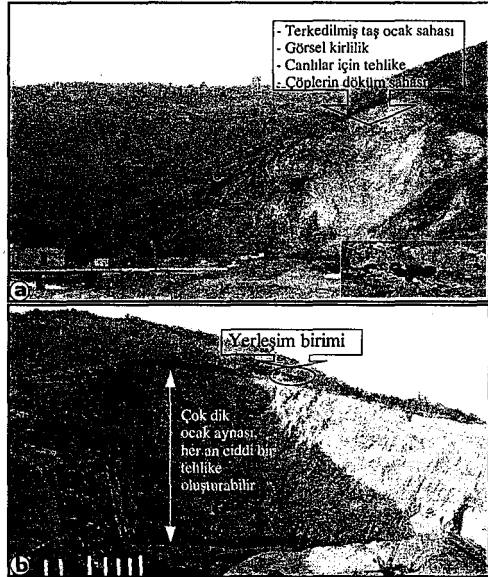


Şekil 9: Tamamen plansız çalışan bir taş ocak



Şekil 10: Galeri atımı ile işletilen bir taşocagında iş kazası

- Hiçbir önlem alınmadan terk edilen taşocakları özellikle canlılar için ciddi tehlikeler içermektedir. Terk edilen alanlar kimi zaman çok döküm sahası olarak kullanılmakta, bu durum ise görsel kirlilik oluşturmaktadır (Şekil 11)



Şekil 11: Terk edilmiş taşocakları ve tehlikeler

4. ÖNERİLER

Bölgede yukarıda ifade edilen işletmecilik ve çevre sorunlarının yaşanmasını tamamen olmasa da kabul edilebilir sınırlara indirebilmek için öncelikle uygulanan üretim yönteminin ivedilikle kademeli üretim yöntemine dönüştürülmesi gerekmektedir (ayrıntı için Bkz. Yılmaz, Tatarhan, Demir, Kaya, 2002; Yılmaz, Tatarhan, Çavuşoğlu, 2004). Ayrıca alınabilecek diğer önlemler şöyle sıralanabilir (Bilgin, 1999; Tatarhan, 2002):

- Taş savrulması ve hava şokunun önlenmesi için;
 - o Patlayıcı madde, uygun çap ve boyutta delikler kullanılarak, kaya yapısı içinde olabildiğince homojen dağıtılmalı ve hapsedilmeli.
 - o Patlayıcının büyük miktarlarda odaklaştığı ve parçalanma mekanizmasının kontrol edilemediği "galeri patlatması" uygulanmamalı.
 - o Patlatma delikleri kullanıldığında uygun delik geometrisi hesaplanarak bulunmalı, böylelikle deliklere uygun yükler verilmeli.
 - o En az delik ayna mesafesi boyutunda sıkılama boyu bırakılmalı ve uygun bir malzeme kullanılarak ağız sıkılması yapılmalı.
 - o Bir seferde ateşlenen patlayıcı miktarını azaltmak için gecikmeli kapsüller kullanılmalı.
 - o Delme öncesi ayna incelenerek gaz deşarjına yol açabilecek bir jeolojik olgu olup olmadığı incelenmeli, bir jeolojik olgunun varlığında o bölgeye az patlayıcı madde yerleştirilmeli
- Yer sarsıntısını azaltmak için;
 - o Basamak patlatmasında uygun gecikme aralıklı ateşleme sistemleri kullanılmalı.
 - o Patlatma noktası ile yapılar arasındaki zemin etüd edilerek, amplifikasyon (genlik artması) ve polarizasyon (yönlendirme) ile sürpriz yapabilecek jeolojik bulguların olup olmadığı araştırılır.
 - o Arazi katsayıları tespit edilerek, uygun ölçekli mesafeler tayin edilmeli.
 - o Çevredeki yapılar incelenerek, bu yapılara hasar vermemek için ilk dört maddedeki bulgular kullanılarak uygun patlatma tasarımı yapılır.

Taş ocağında oluşan tozlar için; yollar sürekli olarak özel araçlarla sulanarak toz oluşumu önlenmelidir.

5. KAYNAKLAR

- Aroğlu, E., Yılmaz, A.O. 2001. *Çözümlü Madencilik Problemleri*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını. Ankara.
- Bilgin, H., 1999. Patlatma Kaynaklı Çevre Sorunları, *Barut San Dergisi*, Yıl 7, Sayı 1999/3, Ankara.
- Güney, S. 2000. Taş Ocaklarında İşletme Yöntemi Seçimi, *Lisans Tez Çalışması*, KTÜ Maden Müh. Bölümü, Trabzon.
- Hoek, E., Bray, J.W. 1977. (Çeviren A.G. Paşamehmetoğlu) *Kaya Şev Stabilitesi*, TMMOB Maden Müh. Odası yayını.
- Karayolları, 2002. Karadeniz Sahil Yolu Projesi.
- Karpuz, C., Paşamehmetoğlu, A.G., Bilgin, A. 1988. GLİ Tunçbilek Bölgesi açık ocak patlatmalarının çevre köylere etkisi, *Türkiye 6. Kömür Kongresi*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi, Zonguldak.
- Saltoğlu, S., 1992. *Açık İşletme Kitabı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul
- Öcal, M. 1978. *Açık İşletmeciliğin El Kitabı*, Etibank Yayınları
- Tatarhan, A., 2002. *Taşocaklarında Alternatif Üretim Yöntemleri*, (yayınlanmamış çalışma), Rize.
- Yılmaz, A.O. 2001. Delme – Patlatma Ders Notları, Trabzon.
- Yılmaz, A.O.; Çavuşoğlu, İ., 2003. Doğu Karadeniz Bölgesinde Agrega İşletmeciliğinin Sorunları ve Öneriler, *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar 1. Kongresi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul
- Yılmaz, A.O., Demir, C.; Kaya, R., Tatarhan, A. 2002. Doğu Karadeniz Bölgesinde Bulunan Taşocaklarını İncelenmesi, *VI. Bölgesel Kaya Mekanikliği Sempozyumu*, Konya 10-11.
- Yılmaz, A.O., Tatarhan A., Çavuşoğlu İ., 2004. Doğu Karadeniz Bölgesinde Faaliyet Gösteren Taşocakları İçin Uygun Üretim Yönteminin Geliştirilmesi, *VII Bölgesel Kaya Mekanikliği Sempozyumu*, Cumhuriyet Üniversitesi Maden Müh. Bölümü, Türk Ulusal Kaya Mekanikliği Derneği, Sivas.

Bir Kalker Ocağında Patlatmalı Kazılardan Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Analizi

F. Cihangir, A. Kesimal, B. Erçikdi, O. Durmuş

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

ÖZET: Açık ocaklarda yapılan patlatma faaliyetleri sırasında ortaya çıkan başlıca çevresel sorunlar yer sarsıntısı, hava şoku, kaya fırlaması, toz ve zehirli gazlar ile dumanlardır. Bu tür sorunlar bazı koşullar altında çevredeki yapılar üzerinde hasara neden olabildikleri gibi, patlatmalı üretim çalışmalarının yürütüldüğü yerlerin yakınında yaşayan sakinler üzerinde de endişe, korku, haklı yada haksız şikayetler vb. sürekli anlaşmazlıkların kaynağı olabilmektedir.

Bu çalışmada, bir kalker ocağında yapılan üretim patlatmalarından kaynaklanan titreşimlerin çevredeki okul, cami, tarihi eser ve evlere olan etkileri araştırılmıştır. Ocakta yapılan atımlardan kaynaklanan yer sarsıntısı ve hava şoku parametrelerinin çevresel etkileri araştırılmış ve bu etkileri minimuma indirmek amacıyla 49 atımın ölçüm sonuçlarının ocağın genel durumu, basamaklar ve atım yönleri bazında ayrıntılı istatistiksel analizleri yapılmış ve maksimum parçacık hızı ile ölçekli mesafe arasındaki korelasyon ilişkileri belirlenmiştir. Basamaklar ve atım yönleri baz alınarak yapılan regresyon analizleri sonucunda elde edilen kararlılık katsayılarının ocak geneli için bulunan kararlılık katsayılarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca atımların titreşim frekansları, ivme, yer değiştirme parametreleri de incelenmiş ve çevresel etkileri değerlendirilmiştir.

ABSTRACT: General environmental problems generated during blast activities in open pit mining are ground vibrations, air pressure, fly rock, dust and poisonous gases and fumes. In some cases, these problems can be the source of some continual disagreements (fear, right and unrighteous complaints, etc.) on inhabitants living close to a blast-based production in a quarry as well as damage on the buildings situated nearby.

In this study, the ground vibrations produced by blasting operations performed at a limestone quarry were searched in terms of the potential impacts on the school, mosque, historic place and village houses. Environmental effects of ground vibrations and air blast parameters arising from the blast shots were searched. In order to decrease these impacts, a statistical analyze was carried out to obtain PPV and scaled distance (SD) parameters for a whole mine, benches and shot direction. Determination coefficients estimated from the regression analyzes of the benches and shot directions were found to be higher than the coefficients calculated for the whole mine. In addition to these, vibration frequencies, acceleration and peak displacement parameters of the shots were investigated and their environmental effects were evaluated.

1. GİRİŞ

Patlatmanın kaçınılmaz olduğu madencilik, inşaat, taş ocaklığı, tünel, boru hattı gibi çeşitli sektörlerde yer sarsıntısı, kaya fırlamaları, zehirli gazlar ile dumanlar, toz ve hava şokundan kaynaklanan çevre problemleriyle sıkça karşılaşmaktadır. Bu nedenle, patlatma koşulları belirlenirken parçalanma derecesi, boyut dağılımı ve maliyet gibi teknik ve ekonomik unsurların yanında oluşabilecek çevresel problemlerin çözülmesi de göz

önünde bulundurulmalıdır. Patlatma kaynaklı parametrelerin ölçümü ve tahmin edilmesi, çevresel problemleri önlemede büyük önem taşımaktadır. Günümüzde hızlı nüfus artışına paralel olarak bazı maden ve taş ocakları, kentlerin, köylerin ve hatta tarihi eserlerin yakın bölgelerinde çalışılmakta olup, çevresel açıdan ciddi sıkıntılar (gürültü, binalarda hasarlar, yaralanma, ölüm, vb.) doğurmaktadır. Bu nedenle, iyi bir patlatmadan beklenen en önemli unsurlardan biri de atımın çevresel etkiler açısından

emniyetli olmasıdır (Kahriman 1998a, Esen & Bilgin 2001, Kesimal & Erçikdi 2003).

Ülkemizde şu ana kadar patlatmanın çevresel etkilerine yönelik herhangi bir hasar kriteri oluşturulmadığından, çalışmalar üretim yapılan sahalarla özgül yapılmakta ve uluslararası standartlarla karşılaştırılarak çevresel rahatsızlıkları azaltma yoluna gidilmektedir (Kahriman 2004, Bilgin vd 2000, Siskind vd 1980).

Patlatmalar sonucu oluşan titreşimlerin büyüklüğüne etki eden en önemli parametrelerden bir tanesi kayanın jeolojik yapısıdır. Dolayısıyla açığa çıkan titreşimlerin sönümlenme hızları da kayanın jeolojik yapısına (fay, eklem, çatlak, vb.) bağlı olarak değişik yönlerde farklılık göstermektedir (Aldas & Bilgin 2004, Ceylanoğlu 2001). Bu yüzden elde edilen ölçüm sonuçlarının atım yönlerine ve basamaklara göre analiz edilmesi patlatmanın çevresel etkilerinin azaltılması açısından önem arz etmektedir (Erçikdi, 2004a, 2005, Kesimal & Kaya 2002).

Bu çalışmada bir kalker ocağında çimento hammadresi temini amacı ile yapılan üretim patlatmalarından kaynaklanan çevresel etkiler incelenmiş ve çalışma alanının okul, cami, tarihi eser ve yerleşim yerlerine oldukça yakın olması nedeniyle yapılan atımların ölçüm ve gözlemleri hassas bir şekilde yapılmıştır (Kesimal vd 2003).

2. MALZEME VE YÖNTEM

Delme-patlatma konusunda çalışmalar yapan araştırmacılar, patlatmalarda kontrol edilebilen tasarımı ilgili faktörler ve kontrol edilemeyen jeolojik faktörlerdeki değişimler nedeniyle, en iyi yer sarsıntısı tahmin şeklinin gerçek atımların ölçülmesi ve gözlemlenmesi yoluyla elde edilebileceğini belirtmektedirler.

Yer titreşimlerinin değerlendirilmesinde etkili olan en önemli üç parametre; patlatma ile ölçüm alınan yapı arasındaki mesafe, gecikme başına kullanılan patlayıcı madde miktarı ve titreşimin frekansıdır. Patlatma ile oluşan sarsıntılar taşıdıkları enerji düzeyinde hasara neden olmaktadırlar. Sarsıntılarda enerji düzeyleri; parçacık yer değiştirmesi (deplasman-mm), parçacık hızı (mm/s), parçacık ivmesi (mm/s²) ve dalga frekansı (Hz) parametreleri ile ölçülmeye çalışılmaktadır.

Patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntılarının önceden tahminine yönelik birçok kişi ve kuruluş araştırmalar yapmış (Kahriman 1998b, Erçikdi,

2004b, c, Kesimal vd 2004) ve maksimum parçacık hızının (PPV) ölçekli mesafeye (SD) bağlı tahmini literatürün çoğunda kabul görmüştür. Ölçekli mesafe; sismik gelişimi ve hava şoku enerjisini etkileyen gecikme başına şarj miktarı ve patlatma ile ölçüm noktası arasındaki mesafenin kombinasyonlarından türetilmektedir.

Üretim yapılan çalışma sahalarında maksimum parçacık hızı ve ölçekli mesafe değerlerinin (≥ 30 atımla) ilişkilendirilmesi gerekir ve istatistiksel analiz sonucunda kararlılık katsayısı (r^2) değeri en az 0.7 olmalıdır (Costa & Ayderes 1996).

Çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen patlatma hasar kriterleri günümüze kadar değişik başarı dereceleriyle uygulanmış gelmiştir. Bu kriterlerden içerdikleri parametreler açısından benzerlik gösteren ve uygulamalarda yaygın olarak başvuru normlardan en önemli iki tanesi ABD Madencilik Bürosu (USBM) ve Alman DIN 4150 normlarıdır.

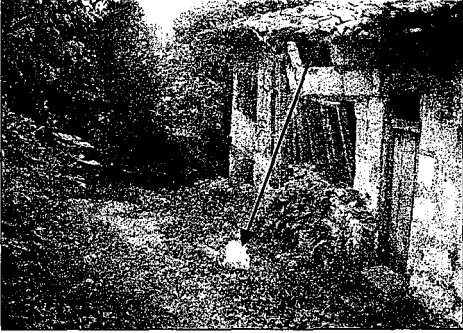
Çalışma kapsamında kalker ocağında öncelikle bazı gözlem ve incelemeler yapılmış ve tespitler aşağıda verilmiştir.

Kalker ocağı hammadde sahası genellikle marn, marnlı kalker, kalker ve travertenden oluşmakta ve bazı bölgelerde karstik boşluklar bulunmaktadır (Erguvanlı 1965).

İşletmede 5 adet üretim basamağı bulunmaktadır. Ocakta yeraltı su seviyesi yağışlarla birlikte yükselmekte ve ocağın en alt basamağı olan 5. basamakta atım öncesinde delikler içinde yaklaşık 1-3 m arasında su seviyesi görülmektedir.

Ocakta kazı işlemleri düzey delikli delme-patlatma yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Patlayıcı olarak AN-FO ve yemleyici olarak Emulite 100 kullanılmakta ve patlatma işlemleri elektrikli kapsüllerle gecikmeli ve gecikmesiz olarak delik sayısı 3-13 arasında değişen gruplar halinde gerçekleştirilmektedir.

Ruhsat sınırlarına yakın mesafede bulunan tarihi eser, okul, cami ve evlerin %10 kadarı betonarme, bazıları tamamen blok taşlı, bazıları ise temeli yığma blok taşlı ahşap evlerdir. Yapıların çoğunda, atımlardan kaynaklanan tuğla kesmeleri, sıva çatlakları, sıva dökülmeleri ve yığma duvarların yıkılması gibi hasarlar yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çevredeki yapılarda yağma duvarların yıkılması

3. ÖLÇÜM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Patlatmalı kazı ile sahada gerçekleştirilen 49 adet atımın ölçüm sonuçları; her bir atım için parçacık hızı bileşenleri (enine-PTV, düşey-PVV, boyuna-PLV, maksimum-PPV), maksimum frekans, hava şoku, yer değiştirme ve ivme, gecikme başına düşen en fazla patlayıcı madde miktarları ve SD değerlerini içerecek şekilde Çizelge 1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Bu çalışma kapsamında sahada gerçekleştirilen toplam 49 adet atımın parçacık hızı unsurları ve ölçekli mesafe veri çiftlerinden oluşan yersarsıntısı ölçüm sonuçlarının veri sayısı bakımından analizleri basamaklar ve ölçüm istasyonları (yön) bazında şu şekilde yapılmıştır; 1. basamakta titreşim ölçümü alınan 15 adet atım, 5. basamakta titreşim ölçümü alınan 17 adet atım, ölçümü İstasyon 1'de alınan 16 adet atım, ölçümü İstasyon 2'de alınan 11 adet atım ve ölçümü İstasyon 3'de alınan 7 adet atım için ayrı ayrı regresyon analizi yapılarak kontrollü patlatma tasarımlarında gerekli olan ayrıntılı bir çalışma yapılmıştır. Diğer basamak ve istasyonlardaki veri sayıları çok yetersiz olduğu için analizleri yapılmamıştır.

Patlatmadan kaynaklanan gürültünün çevresel etkisi dikkate alındığında, önceden gürültü düzeyinin tahmini önem taşımaktadır. Ancak Çizelge 1 incelendiğinde tüm atımlar için gürültü değerleri 140 dB'in (rahatlızlığın başlangıcı) altında olduğundan regresyon analizine gerek görülmemiştir. En yüksek hava şoku değerini veren atım (132.4 dB) patar atımı şeklinde gerçekleştirilen 15. atımdır.

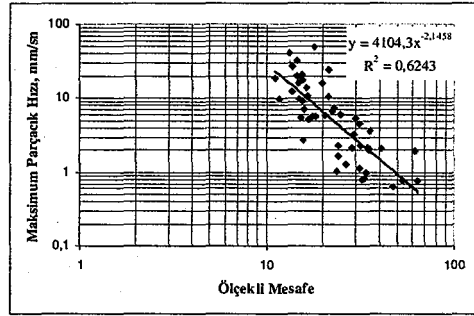
3.1. Atımların analizi ve değerlendirilmesi

Sahada gerçekleştirilen parçacık hızı unsurları ve ölçekli mesafe veri çiftlerinden oluşan yersarsıntısı ölçüm sonuçlarının; şu ana kadar titreşim ölçümü alınan toplam 49 adet atıma göre 1. basamak, 5. basamak, istasyon 1, istasyon 2 ve istasyon 3 için ayrı ayrı regresyon analizi yapılarak kontrollü patlatma tasarımlarında gerekli olacak saha sabitleri (K ve β) Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde, 49 adet atım için parçacık hızının enine, boyuna, düşey ve maksimum bileşenlerinin kararlılık katsayısı (r^2) değerleri 0.7'den küçüktür. Bunun sebebinin, sahanın jeolojik yapısından, patlatma paterninden ve atımların değişik basamaklarda yapılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ocakta bugüne kadar gerçekleştirilen toplam 49 atıma göre maksimum parçacık hızları ile ölçekli mesafe arasındaki ilişkiyi veren formül aşağıda verilmiştir.

$$PPV \text{ (mm/sn)} = 4104.3 \times SD^{-2.1458} \quad r^2 = 0.62 \quad (3)$$

Ocağın geneli için maksimum parçacık hızı ile ölçekli mesafe arasındaki ilişkinin logaritmik ölçekte grafik gösterimi ise, noktaların dağılımını da ifade edecek şekilde Şekil 2'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Maksimum parçacık hızı ile ölçekli mesafe arasındaki ilişki

1.basamakta yapılan 15 adet atım ve 5. basamakta gerçekleştirilen 17 adet atım için ayrı ayrı regresyon analizi yapılmış ve her basamakta yapılan atımların kendi içerisinde değerlendirilmesi sonucunda nispeten yüksek, fakat 0.7'den düşük kararlılık katsayısı değerleri elde edilmiştir (bkz. Çizelge 2). Bunun sebebi ise, atımların aynı basamakta gerçekleştirilmesine rağmen ölçümü alınan değişik

Çizelge 1. Yapılan atımların ölçüm sonuçları

Ölçüm Tarihi	Atım No	Delik Sayısı	Parçacık Hızı (mm/sn)				Maks. Frekans (Hz)	Maks. Hava Şoku (dB)	Maks. Yer Değiştirme (mm)	Maks. İvme (g)	Gec. Baş. Top. Pat. (kg)	Top. Pat. (kg)	Uzaklık (R) (m)	Ölçekli Mesafe (SD)	Ölçüm Yeri (Yön)	Atım Basamağı
			Enine	Düşey	Boyuna	Maks.								R/W ^{1/2}		
12.05.2003	1	5	7.49	4.44	14.1	14.1	16	110.2	0.140	0.159	51.4	257	118	16.46	İst 1	1
14.05.2003	2	5	6.60	7.87	9.78	9.78	11	115.7	0.137	0.079	54	270	110	14.97	İst 4	1
22.05.2003	3	5	12.4	5.71	12.3	12.4	18	125.1	0.137	0.199	52.6	263	99	13.65	İst 3	1
25.05.2003	4	13	4.79	2.02	5.46	5.46	39	115.0	0.042	0.066	690	690	405	15.42	İst6	5
15.07.2003	5	Patar	8.38	2.67	17.4	17.4	19	123.3	0.159	0.199	59	177	120	15.62	İst 1	2
15.07.2003	6	6	15.6	5.84	20.1	20.1	23	117.5	0.167	0.212	53	318	107	14.69	İst 1	1
16.07.2003	7	6	6.73	2.79	6.48	6.73	22	117.5	0.052	0.119	52	312	162	22.46	İst 7	1
16.07.2003	8	6	5.59	2.29	10.5	10.5	30	118.3	0.089	0.172	52	312	155	21.49	İst 7	1
18.07.2003	9	3	7.7	8.13	15.7	15.7	17	120.1	0.197	0.186	52	156	143	19.83	İst 4	1
18.07.2003	10	6	48.8	10.7	16.0	48.8	16	120.2	0.558	0.835	52	312	131	18.17	İst 5	1
20.07.2003	11	5	3.30	1.27	2.16	3.30	15	112.0	0.046	0.039	52	260	212	29.43	İst 8	1
20.07.2003	12	6	2.29	0.76	1.40	2.29	57	115.0	0.015	0.079	52	312	230	31.92	İst 9	1
24.07.2003	13	6	31.4	8.51	31.9	31.9	21	119.3	0.252	0.451	52	312	105	14.56	İst 1	1
24.07.2003	14	3	36.8	12.2	40.1	40.1	26	116.9	0.319	0.610	52	156	96	13.31	İst 1	1
28.07.2003	15	Patar	12.8	4.95	18.7	18.7	23	132.4	0.168	0.225	136.5	136.5	131	11.22	İst 1	2
28.07.2003	16	6	25.7	6.35	26.9	26.9	26	120.4	0.248	0.398	52	312	100	13.86	İst 1	1
26.09.2003	17	5	5.33	2.54	3.68	5.33	14	109.5	0.074	0.053	46.5	232.5	203	29.76	İst 10	1
27.09.2003	18	5	5.84	4.57	2.67	5.84	26	115.9	0.049	0.093	46.5	232.5	140	20.53	İst 2	1
02.10.2003	19	4	9.91	3.30	6.98	9.91	34	114.0	0.073	0.212	65	260	95	11.78	İst 3	2
03.10.2003	20	5	5.71	3.17	3.17	5.71	24	116.9	0.068	0.093	64	320	142	17.75	İst11	Yk
03.10.2003	21	5	5.59	3.30	4.06	5.59	26	116.7	0.053	0.079	64	320	147	18.375	İst11	Yk
09.10.2003	22	5	1.65	1.78	2.29	2.29	13	114.6	0.037	0.026	51.5	257.5	175	24.38	İst2	2
09.10.2003	23	5	20.3	5.59	14.5	20.3	21	112.8	0.155	0.305	51.5	257.5	112	15.61	İst 1	2
09.10.2003	24	3	6.9	5.38	23.9	23.9	17	113.8	0.246	0.265	25.75	151	109	21.69	İst 1	2
11.10.2003	25	5	11.6	4.83	16.0	16.0	21	116.6	0.120	0.225	52.25	261.25	107	14.80	İst 1	2
14.10.2003	26	4	2.16	1.78	7.37	7.37	26	107.0	0.061	0.093	26.5	106	120	23.31	İst 1	2
15.10.2003	27	10	6.98	1.65	4.06	6.98	18	123.0	0.061	0.093	265	265	260	15.97	İst 1	5
17.10.2003	28	10	2.16	0.64	1.78	2.16	39	117.1	0.015	0.039	53	265	255	35.03	İst 1	5
18.10.2003	29	13	0.53	0.63	0.63	0.63	91	117.2	0.0003	0.026	26.5	344.5	245	47.59	İst 2	5
20.10.2003	30	5	2.41	2.16	3.56	3.56	22	118.7	0.064	0.106	26.5	132.5	185	35.94	İst2	4
22.10.2003	31	6	3.19	4.44	3.17	4.44	43	114.6	0.020	0.265	36.5	219	190	31.45	İst 2	4
08.12.2003	32	4	5.97	1.52	5.33	5.97	34	112.6	0.0384	0.106	29	116	135	25.06	İst 1	3
17.12.2003	33	4	3.68	3.05	5.21	5.21	15	116.6	0.0443	0.252	27.25	109	88	16.86	İst 2	3
26.12.2003	34	5	7.24	8.00	9.27	9.27	25	117.9	0.0808	0.107	26.5	132.5	80	15.54	İst 2	3
30.12.2003	35	4	7.62	6.22	10.7	10.7	28	127	0.0918	0.203	26.5	106	85	16.51	İst 2	3
07.01.2004	36	11	0.78	0.65	0.73	0.78	60	103	0.0017	0.0133	56	308	241	32.20	İst 2	5
26.03.2004	37	10	2.56	2.02	2.67	2.67	15	125.4	0.0336	0.0398	270	270	260	15.82	İst 3	5

08.04.2004	38	12	0.83	0.75	0.98	0.98	95	111.2	0.0023	0.0265	52.80	317	249	34.26	İst 3	5
12.04.2004	39	10	1.14	0.64	1.02	1.14	19	129.9	0.0098	0.0265	54.50	272.25	234	31.69	İst 3	5
14.04.2004	40	8	0.58	0.78	0.81	0.81	73	116.1	0.0045	0.0265	52.50	210	241	33.26	İst 3	5
20.04.2004	41	9	1.14	1.40	2.03	2.03	23	109.5	0.0211	0.0265	52.50	236.25	256	35.33	İst 3	5
22.04.2004	42	12	1.01	1.03	1.64	1.64	57	119.3	0.0055	0.0265	52.50	262.5	176	24.29	İst11	5
26.04.2004	43	9	2.03	1.14	2.16	2.16	32	110.6	0.0158	0.0530	26.25	236.25	147	28.69	İst11	5
07.05.2004	44	7	0.51	0.76	0.76	0.76	34	112.3	0.0067	0.0265	27.25	190.75	280	53.64	İst 2	5
10.05.2004	45	10	1.02	0.86	1.02	1.02	24	110.2	0.0115	0.0265	26.25	262.5	122	23.81	İst 11	5
12.05.2004	46	10	1.14	1.02	1.27	1.27	20	117.4	0.0149	0.0265	26.25	262.5	137	26.73	İst 11	5
27.07.2004	47	6	1.97	1.03	1.32	1.97	43	108.4	0.0249	0.079	23.00	138	300	62.55	İst 1	4
02.08.2004	48	6	1.63	1.18	2.05	2.05	98	118.3	0.00174	0.026	23.00	138	198	41.28	İst 2	5
16.08.2004	49	6	0.762	0.381	0.381	0.76	27	104.9	0.0107	0.026	11.67	70	219	64.11	İst 1	5

Çizelge 2. Regresyon analizi yapılan tüm atımlar için parçacık hızı ve ölçekli mesafe arasındaki ilişkiler.

	Saha Sabitleri	Parçacık Hızları			
		Enine (PTV) SD ₁	Düşey (PVV) SD ₁	Boyuna (PLV) SD ₁	Maksimum (PPV) SD ₁
Yapılan Tüm Atımların İstatistiksel Analizi	K	2878.9	364.27	4407	4104.3
	β	-2.1065	-1.6182	-2.216	-2.1458
	r^2	0.63	0.61	0.66	0.62
Basamak 1'de Yapılan Atımların İstatistiksel Analizi	K	8494.2	3098.5	54876	15011
	β	-2.299	-2.2324	-2.9451	-2.4301
	r^2	0.58	0.71	0.76	0.66
Basamak 5'de Yapılan Atımların İstatistiksel Analizi	K	140.62	19.48	137.26	117.98
	β	-1.374	-0.888	-1.3477	-1.276
	r^2	0.58	0.64	0.63	0.56
Ölçümü İstasyon 1'de (Cami) Gerçekleştirilen Atımların İstatistiksel Analizi	K	1848.7	329.9	7280.2	3620.4
	β	-1.8216	-1.568	-2.2226	-1.9427
	r^2	0.76	0.72	0.81	0.83
Ölçümü İstasyon 2'de (Tarihi Eser) Gerçekleştirilen Atımların İstatistiksel Analizi	K	1402.3	663.9	1092.3	1719
	β	-1.9412	-1.7211	-1.8222	-1.9263
	r^2	0.75	0.68	0.69	0.72
Ölçümü İstasyon 3'te (Okul) Gerçekleştirilen Atımların İstatistiksel Analizi	K	2997.8	164.97	840.02	1386.3
	β	-2.3176	-1.4953	-1.8813	-2.02
	r^2	0.88	0.78	0.78	0.81

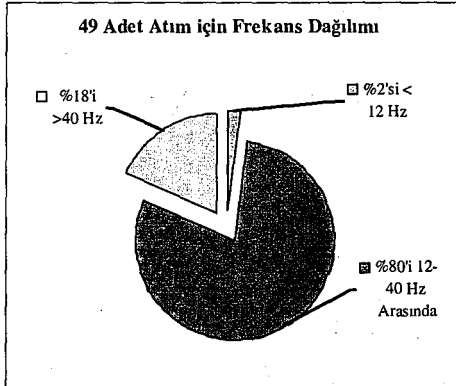
Parçacık Hızı = $K \times SD^{\beta}$, (r^2 : Kararlılık katsayısı)

yönlerdeki istasyonlara dalgaların farklı jeolojik ortamlardan geçerek ulaştığı düşünülebilir.

Ayrıca ölçümü İstasyon 1'de alınan 16 adet atım, ölçümü İstasyon 2'de alınan 11 adet atım ve ölçümü İstasyon 3'te yapılan 7 adet atım için ayrı ayrı regresyon analizi yapılmış ve kararlılık katsayıları oldukça yüksek çıkmıştır (Çizelge 2). Atımların farklı basamaklarda gerçekleştirilmesi ve farklı uzaklık ve patlayıcı miktarlarına sahip olmalarına rağmen kararlılık katsayılarının yüksek çıkmasının; açığa çıkan titreşimlerin yayılımı esnasında benzer jeolojik formasyondan geçerek ölçüm noktasına ulaşmasından kaynaklandığı söylenebilir.

3.2. Sahada gerçekleştirilen 49 adet atımın titreşim frekanslarının değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında sahada yapılan 49 adet patlatma ölçümünde kaydedilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin dağılımı da incelenmiştir. Bu dağılıma bakıldığında, sahada yapılan atımlar sonucu oluşan titreşimlerin frekans değerlerinin %2'sinin <12 Hz, %80'inin 12-40 Hz arasında ve %18'inin 40 Hz den yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu dağılımdan da anlaşılacağı üzere titreşimler, nispeten yüksek frekanslı sonuçlanmıştır. Belli bir hız için yüksek frekanslı bir titreşimin, düşük frekanslı bir titreşime göre çok daha az hasar riski taşıyacağı bilinmektedir. Atımlarda ölçülen frekansların nispeten yüksek olması ve genel olarak konutların öz yapısal frekanslarının 5-10 Hz arasında değiştiği göz önüne alındığında, hasar riskinin en az düzeyde olacağı anlaşılmaktadır.



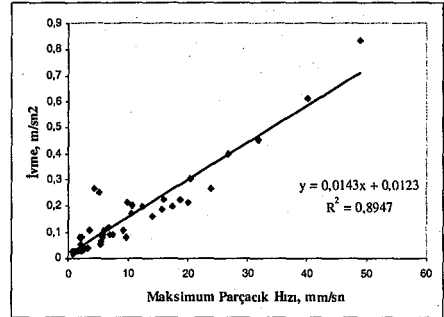
Şekil 3. İzlenen atımlarda oluşan maksimum PPV'ye karşılık gelen frekansların dağılımı.

Ayrıca patlatma işleminin binalarda rezonans oluşturmaması için patlatma süresinin (başlangıç ile en son patlayan delik arasındaki süre) 1000 ms'nin üstünde olması da binaların rezonansa girmelerine neden olmaktadır. Ocakta yapılan atımlarda başlangıç ile en son patlayan delik arasındaki maksimum süre 780 ms'dir. Dolayısıyla bu sürenin 1000 ms'nin altında olması da binaların rezonansa girmesine engel olmaktadır.

3.3. Frekans-Yer Değiştirme, PPV-Yer Değiştirme, PPV-İvme ilişkisi

Yapılan 49 adet ölçüm sonucuna göre sırası ile "PPV-İvme", "PPV-Yer Değiştirme" ve "Frekans-Yer Değiştirme" ilişkileri incelenmiş ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Maksimum parçacık hızı ile ivme arasındaki kararlılık katsayısı (r^2) 0.89 olarak elde edilmiştir (Şekil 4). Grafikten de anlaşılacağı gibi ivmenin artması ile parçacık hızının da arttığı görülmektedir. Gerçekte bunun doğruluk payı yüksek olup yapılan ölçümler sonucunda da aralarında yüksek bir ilişkinin olduğu teyit edilmiştir. Yalnız ivmenin yüksek olması patlatma ile çalışılan işletmelerde istenmeyen bir durumdur. Aksi halde maksimum parçacık hızlarının yüksek çıkmasına ve hasarların oluşmasına yol açabilir.

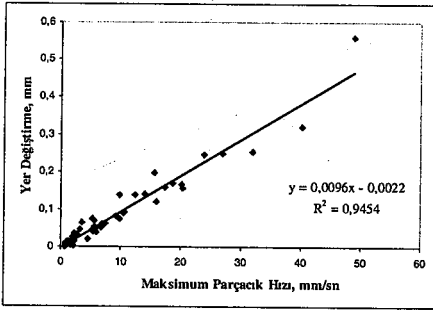


Şekil 4. İvmenin parçacık hızına etkisi

Maksimum parçacık hızı ile yer değiştirme arasındaki ilişki incelendiğinde, kararlılık katsayısı değeri (r^2) 0.95 elde edilmiştir ve aralarında çok kuvvetli bir ilişkinin olduğu anlaşılmıştır (Şekil 5). Grafikten parçacık hızının artması ile yer değiştirmenin de arttığı görülmektedir. Dolayısıyla parçacık hızındaki artış, yapılarda oluşabilecek hasar riski potansiyelini artırmaktadır.

Atımın yapıldığı bölgedeki ev, mesken gibi yapıların durumu (formasyon üzerinde atılan temel) göz önüne alındığında yer değiştirme değerinin belirli değeri aşmaması gerekir. Bu aşılması gereken yer değiştirme sınır değerleri her bir yapı için Çizelge 3'te özetlenmiştir.

Atım yapılan bölgenin yerleşim yapıları incelendiğinde; genellikle yığma bina üzerinde kurulu yapıların çokluğu, bir adet de çok eski tarihi yapı bir evin olduğu göz önüne alındığında yer değiştirme değerinin 0.1 mm'yi aşmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Çizelge 3 incelendiğinde bu çalışma kapsamında ölçümü alınan 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 23, 24 ve 25 nolu atımların yer değiştirme değerlerinin 0,1 mm'den yüksek, diğer atımların yer değiştirme değerlerinin ise 0,1 mm'den küçük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, sadece yukarıda sıralanan atımların çevredeki yapılarda hasar riski olasılığı oluşturduğu görülmektedir.

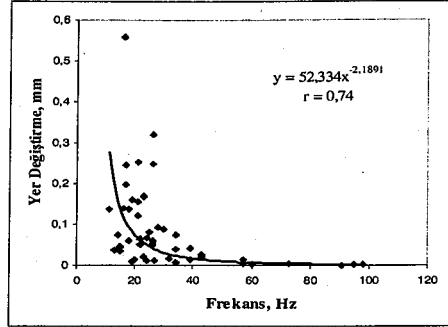


Şekil 5. Parçacık hızının yer değiştirmeye etkisi

Çizelge 3. Yapılaşma durumuna göre yer değiştirme limit değerleri.

Yapı Tipi	Yer Değiştirme Limiti (mm)
Manevi ve yüksek değerlerde yapılar, Maden kuyuları, Zayıf şartlardaki evler, Tarihi yapılar (eserler)	0.10
Birbirine çok yakın olan evler	0.20
Tek başına ev	0.40
Çelik konstrüksiyonlu yapılar	0.76

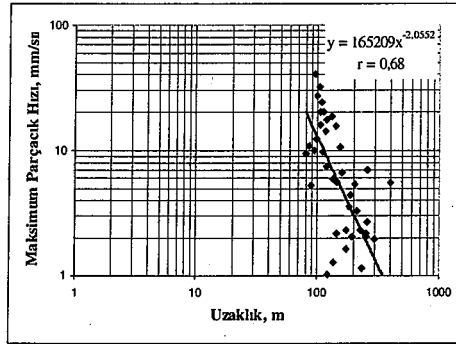
Şekil 6'da ise frekansın yer değiştirme ile ilişkisi incelendiğinde, korelasyon katsayısı değerinin (r) 0.74 çıktığı görülmektedir. Buradan frekans arttıkça yer değiştirmenin azalacağı görülmekte ve frekansın arttığı durumda yapılarda hasar riski olasılığının da azalacağı sonucuna varılmaktadır.



Şekil 6. Frekansın yer değiştirmeye etkisi

3.4. PPV – Uzaklık arasındaki ilişkisi

Çoğu jeolojik ortamda patlatma noktasından belirli bir uzaklıkta ölçülen parçacık hızı değeri, mesafe iki katına çıktığında değerinin 1/3'üne düşmektedir. Örneğin patlatma noktasından 30 metre uzaklıkta ölçülen parçacık hızı değerinin 81 mm/sn olduğunu düşünersek, bu değer 120 metre uzaklıkta 9 mm/sn olması beklenmektedir. Şekil 7'ye bakıldığında maksimum parçacık hızı ile uzaklık arasındaki korelasyon katsayısının 0.68 çıktığı ve aralarında nispeten yüksek sayılabilecek bir ilişkinin olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Maksimum parçacık hızı ile mesafe arasındaki ilişki

Şekilden maksimum parçacık hızının, uzaklığın azalmasıyla birlikte artmakta olduğu ve patlatma yerine yakın mesafede bulunan yerleşim birimlerinde hasar oluşumu riskine karşı patlatma tasarım parametrelerinin çevrede rahatsızlık

oluşturmayacak biçimde dizayn edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

3.5. Atım sonuçlarının değerlendirilmesi

Yapılan bu istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, aşağıdaki çizelgelerde numarası verilen değişik

istasyonlarda yapılan atımlardan rastgele seçilmiş olan atımlar için, istasyonlarda elde edilen eşitlikler ile tüm ocak için elde edilen genel eşitlik kullanılarak hesaplanan ve cihazın ölçtüğü PPV değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Çizelge 4, 5, 6).

Çizelge 4. İstasyon no. 1 ve ocak geneli için elde edilen eşitlikler kullanılarak hesaplanan değerlerin ölçülen değerler ile karşılaştırılması.

Rastgele Seçilen Atım No	Ölçüm İstasyonu	Cihazla Ölçülen Maks. PPV	Ocağın Genel Eşitliğine göre PPV	İst.1'de geliştirilen eşitliğe göre PPV
1	İst. 1	14,1	10,07	15,69
5	İst. 1	17,4	11,26	17,36
6	İst. 1	20,1	12,84	19,55
13	İst. 1	31,9	13,10	19,91
14	İst. 1	40,1	15,88	23,69
16	İst. 1	26,9	14,55	21,89
23	İst. 1	20,3	11,29	17,40
25	İst. 1	16	12,65	19,28
26	İst. 1	7,37	4,77	7,98
32	İst. 1	5,97	4,08	6,93
47	İst. 1	1,97	0,57	1,17
49	İst. 1	0,762	0,54	1,12
Elde Edilen Eşitlik			$PPV=4104,3*SD^{-2,1458}$	$PPV=3620,4*SD^{-1,9427}$
Kararlılık Katsayısı, (r^2)			0.62	0.83
Ortalama Hata			41,405	21,476

Çizelge 5. İstasyon no. 2 ve ocak geneli için elde edilen eşitlikler kullanılarak hesaplanan değerlerin ölçülen değerler ile karşılaştırılması.

Rastgele Seçilen Atım No	Ölçüm İstasyonu	Cihazla Ölçülen Maks. PPV	Ocağın Genel Eşitliğine göre PPV	İst.2'de geliştirilen eşitliğe göre PPV
18	İst. 2	5,84	6,27	5,10
33	İst. 2	5,21	9,57	7,45
34	İst. 2	9,27	11,39	8,71
35	İst. 2	10,7	10,00	7,75
44	İst. 2	0,762	0,80	0,80
48	İst. 2	2,05	1,40	1,33
Elde Edilen Eşitlik			$PPV=4104,3*SD^{-2,1458}$	$PPV=1719*SD^{-1,9263}$
Kararlılık Katsayısı, (r^2)			0.62	0.72
Ortalama Hata			26,192	21,584

Çizelge 6. İstasyon no. 3 ve ocak geneli için elde edilen eşitlikler kullanılarak hesaplanan değerlerin ölçülen değerler ile karşılaştırılması.

Rastgele Seçilen Atım No	Ölçüm İstasyonu	Cihazla Ölçülen Maks. PPV	Ocağın Genel eşitliğine göre PPV	İst.3'te geliştirilen eşitliğe göre PPV
3	İst. 3	12,4	15,05	7,06
19	İst. 3	9,91	20,63	9,50
38	İst. 3	0,98	2,09	1,10
39	İst. 3	1,14	2,47	1,29
Elde Edilen Eşitlik			PPV=4104,3*SD ^{-2.1458}	PPV=1386,3*SD ^{-2.02}
Kararlılık Katsayısı, (r ²)			0.62	0.81
Ortalama Hata (%)			89,766	18,09

Yukarıdaki çizelgelerden görüldüğü gibi tüm atımlar için ölçülmüş değerler ile formülle tahmin edilmiş değerler arasındaki hata payında büyük farklılıklar görülebilmektedir. Dolayısıyla, tüm atımlar için geliştirilen genel eşitlik kullanılarak benzer atımlardaki muhtemel titreşim değerleri, ölçme ekipmanına gerek olmadan belirli güvenilirlikte belirli bir zaman için tahmin edildiğinde gerçekleşen değer ile çok farklı sonuçlar verebilecektir. İstasyonlar bazında incelendiği zaman ise ortalama hata değerinin oldukça düşük ve daha güvenilir sonuçlar vereceği görülmektedir. Çizelge 4,5 ve 6'dan da görüldüğü üzere istasyonlar için elde edilen kararlılık katsayısı değerleri ocak genelindeki kararlılık katsayısından yüksektir ve böylece ocak geneli için hesaplanan PPV değerlerine göre, cihazla ölçülen değerlerden daha düşük sapma göstermiştir. Bu yüzden, yeterli veri ile (en az 30 adet) ocakta çalışılan basamakların yönlerine göre yapılacak değerlendirme sonucunda daha sağlıklı sonuçlar elde edileceği ve oluşturulacak eşitliğin kullanılması halinde daha güvenilir olacağı görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Kalker ocağında yapılan üretim çalışmaları esnasında yapılan gözlemler, incelemeler ve titreşim ölçer cihazı ile bu çalışma kapsamında elde edilen 49 adet titreşim ve hava şoku kaydından ortaya çıkan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Titreşim ölçümü kaydedilen atımların ilk 25'ine herhangi bir müdahalede bulunulmamış, 26-31 arasındaki 6 atımda değişik tasarımları uygulanmış ve elde edilen değerlere göre geri kalan 18 atım, geliştirilen optimum patlatma tasarımına göre gerçekleştirilmiştir.

- Hava şokları kayıtları en yüksek 132.4 dB, en düşük 104.9 dB değerlerinde olmuştur. Bu değerler standartlardaki gürültüden rahatsız olma seviyesi olan 140 dB değerinden düşüktür. Dolayısıyla çevresel rahatsızlık yaratmayacağı anlaşılmıştır.
- Sahada yapılan 49 patlatma ölçümünde kaydedilen en yüksek parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin dağılımı da incelenmiştir. Bu dağılıma bakıldığında, sahada yapılan atımlar sonucu oluşan titreşimlerin frekans değerlerinin %2'si <12 Hz, %80'i 12-40 Hz, %18'i ise >40 Hz olarak gerçekleşmiştir. Atımlarda ölçülen frekansların yüksek olması ve genel olarak konutların öz yapısal frekanslarının 5-10 Hz arasında değiştiği göz önüne alındığında, hasar riskinin en az düzeyde olacağı görülmektedir.
- Cihaz ile kayıt edilen titreşim ölçümlerinin istatistiksel analizi sonucu ocağa ait maksimum parçacık hızının tahminine yönelik PPV = 4104.4 SD^{-2.1458} eşitliği, 0.62 kararlılık katsayısı ile geliştirilmiştir. Yerinde ölçülmüş değerler ile formülle tahmin edilmiş değerler arasındaki hata payı ortalama %52.45'tir. Dolayısıyla toplam 49 atım için geliştirilen bu fonksiyon eşitliği kullanılarak, benzer atımlardaki muhtemel titreşim değerleri, ölçme ekipmanına gerek olmadan belirli güvenilirlikte belirli bir zaman için tahmin etmek şu an için güvenli değildir. Ancak, bunun yerine istasyonlar bazında yapılan (yönlere göre) değerlendirmelerde ise hem kararlılık katsayılarının yüksek çıkması hem de buna bağlı olarak hata paylarının düşük çıkması, yönlere göre oluşturulan eşitliklerin kullanılmasının daha sağlıklı sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ancak yönlere göre oluşturulan eşitliklerin güvenliğinin artırılması için veri sayılarının da yeterli olması (en az 30 adet) gerekmektedir. Bu yüzden ocakta yapılan

atımlara eşlik edilerek ölçümlerinin alınmasının daha faydalı olacağı, istasyonlara göre oluşturulan eşitliklerin güvenilirliğinin artırılmasına katkı sağlayacağı ve böylelikle çevre yapı ve tesislere zarar vermeyecek daha kontrollü atımların planlanabileceği ve sürdürülebileceği düşünülmektedir.

- Maksimum parçacık hızının artmasıyla birlikte ivme ve yer değiştirme değerleri de paralel olarak artış göstermiştir. İlk 25 atımdan itibaren yapılan çalışmalarla aşılmaması gereken değer olan (0.1 mm) altında yer değiştirme değerleri istikrarlı bir şekilde elde edilmiştir. Ayrıca gecikme başına kullanılan patlayıcı miktarının azaltılmasıyla birlikte daha düşük titreşim seviyeleri elde edilmiş ve titreşim değerlerinin uzaklığın artmasıyla düştüğü gözlemlenmiştir.
- Sonuç olarak, kontrollü patlatma ilkelerinin uygulanmakta olduğu bu kalker ocağının üretimi sırasında patlatmalardan kaynaklanan titreşim ve hava şoku değerlerinin uluslararası standartlara göre uygun seviyelere getirildiği ve çevredeki yerleşim birimlerinde hasar oluşturmayacağı görülmektedir.
- Sistematik bir şekilde yürütülmesi gereken bu tür patlatma paternlerinin kontrol amaçlı ölçümlerle desteklenerek çevresel açıdan problemleri (yapılarda çatlamalar, cam kırılması, vb.) önlemek üzere devam ettirilmesinde yarar vardır.

5. KAYNAKLAR

Aldaş, G.G.U. and Bilgin, H.A., 2004. Effect of some rock mass properties on blasting-induced ground vibration wave Characteristics, *CIM Bulletin*, 97 (1079), 52-59.

Bilgin, H. A., Esen, S., Kılıç, M., ve Aldaş, G. G. U., 2000. Yeniköy linyit işletmesinde patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının incelenmesi, 4. *Delme ve Patlatma Sempozyumu*, Ankara, 147-159.

Ceylanoglu, A., Arpaz, E., 2001. Belirli bir kaya kütlelerinde oluşturulan yer sarsıntılarının ölçümü ve değerlendirilmesi, *Türkiye 17. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi-TUMAKS 2001*, 39-45.

Costa, E. S., Ayderes, S., 1996. Practical way to reduce environmental rock blasting problems. *Proceedings of the Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production*, Cagliari, 291-297.

Erçikdi, B., 2004a. Araklı-Taşönü kalker ocağında yapılan atımların çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon, 130 sayfa.

Erçikdi, B., Kesimal, A., Yılmaz, E., 2004b Safety evaluation of a historic place and school close to limestone quarry blasts, *International Conference SGEM 2004, Modern*

Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection, Bulgaria, 181-192.

Erçikdi, B., Kesimal, A., Yılmaz, E., 2004c Araklı-Taşönü kalker ocağında patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının değerlendirilmesi, *KAYAMEK'2004-VII Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu*, Sivas, 337-347.

Erçikdi, B., Kesimal, A., Yılmaz, E., Cihangir, F., 2005. Patlatma kaynaklı yer sarsıntısı ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, Dumlupınar Üniversitesi, (Basım aşamasında).

Erguvanli, K., 1975. Trabzon Çimento Fabrikası Araklı-Taşönü Köyü Hammaddede Raporu, 30 sayfa

Esen, S ve Bilgin, H.A., 2001. Evaluation of blast vibrations from Sekköy surface coal mine in Turkey, *Proceedings of 27th Annual Conference on Explosives and Blasting Techniques, ISEE*, Orlando, Florida, USA, 313-327.

Kahrman, A., Kesimal, A. and Tuncer, G., 1998a. Prediction and measurements of environmental problems induced by bench blasting in a quarry, *5th National Open Pit Mining Conference*, Bulgaria, 290-297.

Kahrman, A., Kesimal, A., Tuncer, G. 1998b. Prediction and measurements of environmental problems produced from blasting, *Second Symposium on Mine Environmental Engineering*, England, 231-239.

Kahrman, A., 2004. Analysis of parameters of ground vibration produced from bench blasting at a limestone quarry, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 887-892.

Kahrman, A., and Ceylanoglu, A., 1996. Blast design and optimization studies for a celestite open-pit mine in Turkey, *Mineral Resource Engineering*, 5 (2), 93-100.

Kesimal, A., ve Kaya, R., 2002. A review of environmental effects produced by quarries for running black sea coastal highway construction project, *ISWA 2002 World Environment Congress & Exhibition*, Istanbul, 2217-2224.

Kesimal, A., ve Erçikdi, B., 2003. Samsun ili, Bafra İlçesi, Altınkaya baraj yolunun 28+500 km.sinin sağ tarafındaki Titrekkaya mevkiî taşocağının üretiminde patlatmadan kaynaklanan titreşim ölçüm sonuçları ve değerlendirilmesi, *Kalaycıoğlu İnş. Maden Taahhüt Tic. Ltd. Şti., KTÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Döner Sermaye Projesi*, Trabzon, 40 sayfa.

Kesimal, A., Erçikdi, B., Kaya, R., Yılmaz, E., 2003. Trabzon ili, Araklı ilçesi, Taşönü köyü hudutlarında bulunan kalker ocağının üretiminde patlatmadan kaynaklanan titreşim ölçüm sonuçları ve değerlendirilmesi, *Trabzon Çimento Sanayi A.Ş., KTÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Döner Sermaye Projesi*, Trabzon, 55 sayfa.

Kesimal, A., Cihangir, F., Erçikdi, B., Yılmaz, E., 2004. Trabzon ili, Araklı ilçesi, Taşönü köyü hudutlarında bulunan kalker ocağının üretiminde patlatmadan kaynaklanan titreşim ölçüm sonuçları ve değerlendirilmesi, Ara Rapor 1, *Trabzon Çimento Sanayi A.Ş., KTÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Döner Sermaye Projesi*, Trabzon, 20 sayfa.

Siskind, D. E., Stagg, M.S., Kopp, J.W., Dowding, C.H., 1980. Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting. RI 8507, Bureau of Mines, 74.

Madencilik Faaliyetleri Sonrası Onarım Çalışmalarında Bitkilendirme Süreci

N. Akpınar

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara

ÖZET: Madencilik faaliyetleri nedeniyle zararlanmış bir alanın geri kazanım sürecinde bitkilendirme çalışmalarının önemi büyüktür. Bitkilendirme sürecinde; biyomühendislik ilkeleri çerçevesinde; öncelikle alanın mevcut özellikleri ve mikro-ekolojik yapısı dikkate alınmalıdır. Uygun bitki türlerinin seçimi ve uygun ekim dikim yöntemlerinin uygulanması, izleme ve bakım onarım çalışmalarında bitkilendirmenin başarısını artırır. Bu bildiride, madenciliğin neden olduğu çevre sorunları ve onarım ilişkisine, onarımda bitki türü seçim kriterlerine, ekim dikim yöntemlerine ve onarımda kullanılabilecek bitki türlerine yer verilmiştir.

ABSTRACT: Revegetation phase has a great importance in reclamation process of disturbed land. Existing features and micro-ecological structure of the area should be considered in the frame of bioengineering principles during revegetation process. Selection of suitable plant species, appropriate seeding and planting techniques, auditing and maintenance, improve the quality of revegetation. This paper covers, environmental problems caused by mining activities, selection of plant species criteria, seeding and planting techniques, plants that can be used in reclamation.

1. GİRİŞ

Günümüz modern yaşamına ulaşılmasında madenler ve madenciliğin önemi büyüktür. Geçmişte olduğu gibi bugün de en büyük endüstri kollarından biri madenciliktir. Ancak madenin işletilmesi sırasında izlenen yöntem ne olursa olsun çevre üzerine yapılan bazı olumsuz etkiler kaçınılmazdır. Açık ocak yöntemiyle yapılan madenciliğin yer altı işletmeciliğine göre doğal çevre üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı ve yarattığı olumsuz görsel etkinin de yer altı madenciliğine oranla daha büyük olduğu bilinmektedir. Madencilik faaliyetlerinin çevre üzerine olumsuz etkileri yerel ve bölgesel olabildiği gibi küresel ölçekte de olabilmektedir. Bu etkiler, doğal çevrenin özelliğine, maden ocağının yapısına, uygulanan madencilik tekniğine ve işletmenin yapısına bağlı olarak kısmen farklılıklar gösterebilir. Bununla birlikte madencilik faaliyetinin neden olduğu bu çevresel etkilerin gerçek anlamda tanımlanması, tahmin edilmesi, önlenmesi ya da

azaltılabilmesi faaliyetin planlanması aşamasında çevresel değerlere ve çevresel etkilere ilişkin etütlerin ve planlama çalışmalarının yapılması ile mümkündür.

Bu aşamada; çevre koruma amaçları doğrultusunda doğru ve uygun kararlar verilmesine yönelik bir çalışma olarak ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) gündeme gelmektedir. ÇED çalışmaları ile faaliyet öncesi çevresel envanterlerin oluşturulması, çevresel etkilerin tanımlanması, alınabilecek önlemlerin ortaya konması onarım çalışmalarına büyük katkılar ve yararlar sağlayacaktır. Madencilik sonrası onarımın temelini oluşturan alan kullanım planlama çalışmaları ve buna ilişkin alternatiflerin değerlendirilmesi de başarıyı destekleyecektir. Buna göre Madencilik, ÇED ve onarım çalışmaları birbirleriyle bütünleşmesi gereken çalışmalardır.

Madencilik faaliyetleri nedeniyle tahrip edilmiş bir alanı çevresel açıdan stabil bir duruma getirmek, temiz bir çevrenin ve doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması için zorunludur. Ancak, tahrip edilmiş bir alan kendi haline bırakıldığında ekolojik dengesine ulaşması, kendi kendini onarması çok uzun yıllar alabilir. Böyle bir zaman sürecinde bu alanların yeniden doğaya kazandırılması ya da onarılması için insanın yardımına gereksinim vardır. Bu amaçla; madencilik faaliyetleri sonrası onarım, tahrip edilmiş bir alanın verimliliğinin, ekolojik, ekonomik ve estetik değerlerinin yeniden kazandırılmasını hedefleyen çalışmalardır.

Ramani et al (1990) onarımı, madencilik sonrası kullanım için madencilik yapılan alanın hazırlanmasına ilişkin işlemler olarak ifade etmektedir. Ancak, onarım; madencilik tamamlayan, ona ilave bir aşama değil, ilk madencilik planlarıyla başlayan, madencilik faaliyetleri aşamasında devam eden bir dizi aşamalardan oluşur. Buradan da anlaşılmaktadır ki; madencilik faaliyetleri ile kısmen yada tamamen tahrip edilen çevrenin onarılması, yeniden kazanılması, madencilik faaliyetleri başlamadan önce dikkate alınması gereken, madencilik faaliyetleriyle paralel yürütülen ve faaliyet sonrası alana yeni bir kullanım kazandırılmasıyla sonuçlanan çok yönlü ve çok faktörlü, multidisipliner bir çalışmadır.

Bir alanı onarmak için yapılması gerekenleri basit bir çözüm formatında tanımlamak imkansızdır. Bu kapsamda onarım çalışmaları 4 ana basamak halinde ele alınabilir. Bunlar;

1. Madencilik sonrası alan kullanım planlaması
2. Alan kullanım planlaması doğrultusunda yeniden düzenleme (kazı, döküm, su rejimi kontrolü, üst örtünün ayrı olarak toplanıp serilmesi vb.)
3. İyileştirme (biyolojik onarım)
4. İzleme ve bakım olarak sıralanabilir (Akpınar vd. 1993)

Alan kullanım planlaması; bir alanın değişik faktörler yönünden irdelenip önerilen kullanımlara uygunluğunun araştırılmasıdır. Her alan için uygun bir kullanım her kullanım için uygun bir alan bulunabileceği ilkesinin çift taraflı işletilip, geliştirilmesine olanak sağlayacak planlamalar dizidir. Bu tip planlama çalışmaları çevre değerlerini koruyarak ya da zararlanmayı minimuma

indirerek kaynaklardan optimum düzeyde yararlanması sağlar. Son alan kullanımının amacı ve hedefinin önceden belirlenmemesi onarım çalışmalarının kesilerek yürütülmesine, para ve zamanın boşa harcanmasına ve sonuçta istenmeyen durumlarla karşılaşılmasına neden olabilir.

Yeniden düzenleme; planlamaya uygun olarak kazı döküm yapılması, döküm sahalarının ve şevlerin istenilen eğim ve yükseltide olmasının sağlanması, en üstteki bitkisel toprağın ve hemen altındaki verimli toprağın tekniğine uygun olarak toplanması ve serilmesi, grading, drenaj ve su rejimi kontrolü ve gerekli alt yapının hazırlanması açısından önemlidir.

İyileştirme faaliyetlerine topoğrafik düzenlemesi tamamlanan alanlarda başlanır. Amaç; tahrip edilmiş alana biyolojik verimliliğin yeniden kazandırılmasıdır ve bu süreç, toprağın değerlendirilmesi, iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve yeniden bitkilendirme çalışmalarını içerir.

Uygun bir yeniden düzenleme ve iyileştirme çalışmasından sonra arazinin verimli olarak kullanılmasını sağlamak için ek bir sürece ihtiyaç vardır. Bu aşamada izleme, kontrol, bakım ve gelişim planlarına gereksinim duyulur. Su kalitesi, drenaj, şev duyarlılığı, erozyon izlenmesi gereken başlıca faktörlerdir. Kalıcı bitkilendirmeyi takiben ise büyüme izlenir ve kaydedilir. Döküm alanlarında toprağın durumu ve gelişimi ise gerekli denemeler yapılarak gözlenebilir (Akpınar 1994)

2. BİTKİLENDİRME SÜRECİ

Onarım çalışmaları sürecinde, onarımın amacı doğrultusunda ekosistem, bütün ekolojik özellikleriyle uygulama alanı ve bitki örtüsü arasında etkileşim sistemidir. Ekosistem içinde uygulama alanı ve bitki örtüsü olmak üzere her iki ana sistem ögesi sürekli olarak birbirlerine bağımlı olup aralarında çok sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Alanın biyotik ve abiyotik faktörleri, bitki örtüsünün gelişmesi ve biçimlenmesini etkilediği gibi aynı şekilde bitki örtüsünden de etkilenmektedir. Bu açıklamaların ışığında onarım sürecinde bitkilendirme; fiziksel, kimyasal ve biyolojik yasalar çerçevesinde ekosistem içerisindeki öğeler arasındaki olumlu ilişkilerin sağlanmasıdır (Köseoğlu ve Özkan 1984)

Onarım sürecinde kullanılan bitkiler ekosistem içerisindeki işlev ve gelişim durumlarına göre 3 grup altında toplanmaktadır.

1. Kriptogam
2. Otsu bitkiler
3. Odunsu bitkiler

Kriptogamlar, yosun ve likenler olup, ilkel bitkilerdir. Bunlar bitkisel süksesyonun ilk aşaması olmakla beraber klimaks topluluklarının arasında yaşamını sürdüren türler de bulunmaktadır. Bu bakımdan ekosistemin bir ögesi olarak kriptogamlara onarım çalışmalarında amaçlanan ekosisteme göre belirli bir oranda yer vermek gerekebilir.

Bitkisel süksesyonun ikinci aşamasını genellikle bir, iki ve çok yıllık gramineae ve diğer familyalara bağlı otsu bitkiler oluşturmaktadır. Bununla birlikte ekstrem koşullara dayanıksız olduklarından onarım çalışmalarında yararlanılan otsu bitkilerin sayısı odunsulara oranla azdır (Köseoğlu ve Özkan 1984).

Odunsu bitkiler ise, onarım süresinde çok yönlü ve çeşitli şekillerde kullanılmaktadır.

Gerek otsu gerekse odunsu olsun bitkilerin onarım açısından işlevleri aşağıda sıralanmıştır (Köse vd. 1993).

1. Toprak üstü kısımları ile yağmur damlalarının enerjilerini absorbe edip, doğrudan toprağa çarpmasını önleyerek toprak yüzeyini korur.
2. Toprak yüzeyinde belirli bir yüksekliğe dek yaptığı örtüleme ile yüzeydeki su ve hava hareketini önleyerek bunların erozif etkilerini azaltır.
3. Toprakaltı kısımlarıyla toprak kütlelerini derinlere kadar tutarak hareketlerini önlemede yardımcı olur.
4. Toprağı gölgeleyip evaporasyonu azaltarak erozyona olan duyarlılığı düşürür.
5. Artıklarıyla toprağın organik madde miktarını ve su tutma kapasitesini artırır.
6. Transpirasyon yoluyla su döngüsüne katkıda bulunur.

Bitkiler ayrıca, iklim ve zaman koşulları ile yıkılma ve parçalanma sorunu ile karşı karşıya değillerdir. Bunun tamamen tersi, zamanla daha durağan ve daha etkin hale gelirler (Çelem 1988)

2.1. Bitki seçim kriterleri

"Onarım sürecinde kullanılacak bitki materyalinin seçiminde birçok faktörün dikkate alınması gerekir. Bu faktörler başlıca dört grup altında toplanabilir.

1. Ekolojik kriterler: Bitkiler öncelikle getirileceği alanın içinde bulunduğu bölgeye, sonra da alanın mikro-ekolojik özelliklerine uyum göstermelidir. Yıllık sıcaklık dağılımları ile maksimum ve minimum sıcaklıklar, yağış miktarı, toprak ve hava nemi, tuzluluk, kireçlilik, rüzgar, toprak pH'sı, hava, toprak ve su kirliliği gibi kısıtlayıcı özellikler seçimde önemli rol oynar. Bu nedenle önceden saptanmamışsa, literatür ve arazi çalışmaları ile alana uygun bitkilerin listesi çıkarılmalıdır. Seçilen bitkiler birbirleriyle mücadeleye girmeyecek türler olmalıdır.
2. İşlevsel kriterler: Birbirini çeşitli özellikler bakımından tamamlayan bitkiler seçilerek başarı şansı artırılmalıdır. Toprak yüzeyini iyice örten, yoğun dal ve yaprak dokusuna sahip, yüzeydeki su ve toprak hareketlerini önleyen toprak üstü aksamına, derin ve güçlü kök yapısına sahip, rizom ve stolonlarıyla alana yayılabilen bitkiler olmalıdır. Gelişme hızı yavaş, dalları kırılğan olmamalıdır.
3. Kültürel kriterler: Seçilen bitki; çalışılacak alanın büyüklüğüne bağlı olarak kolay ve bol miktarda üretilebilmeli, özel cihaz, yapı ve kimyasal maddeler gerektirmemelidir. Gerek üretim yerinde gerekse dikildiği - ekildiği yerde bakım ihtiyaçları minimal düzeyde olmalıdır.
4. Ekonomik kriterler: Bitkilerin, uygulama yapılacak alanda en ekonomik biçimde temini, özel bazı sorunlar dışında temel ilke olarak alınmalıdır. Birbiri yerine kullanılabilen bitkilerden en kolay ve ucuz biçimde elde edilebilecek ve ekim- dikimi en ekonomik yolla gerçekleştirilecek, nakliye gideri en düşük, tutma şansı en yüksek bitkiler tercih edilmelidir (Güney 1989)"

Onarım çalışmalarında bitkilendirme sürecinde çeşitli ekim dikim yöntemleri kullanılabilir. Bunların seçiminde mevcut bitkisel materyalin çeşidi, miktarı, uygulama ekipmanı ve işçi mevcudu gibi faktörler rol oynar (Güney 1989)

2.2. Ekim dikim yöntemleri

1. "Ekim Yöntemleri: Otsu ya da odunsu bitki tohumları çeşitli yöntemlerle alana ekilebilir.
 - a) Odunsu bitkilerin ekimi: Gelişme hızları otsulara göre genellikle daha yavaş olduğundan, ekim sonrası bakım ve malçlama başarı şansını artırır. Ocaklara, adacıklara, sıraya mibzerle ya da elle ekilebilirler
 - b) Otsu bitkilerin ekimi: Elle, mibzerle ya da püskürtme makineleriyle ekilebilirler veya tohum yaygıları şeklinde alana getirilebilirler. Püskürtmeyle ekim sırasında tohum, su, gübre, malç malzemesi ve yapıştırıcılarla karıştırılabilirler. Böylece hem ekim daha kolay ve çabuk, hem de tutma şansı daha fazla olmaktadır. Tohum yaygıları ise iki lifli materyal arasına yerleştirilen tohum karışımlarının adeta yorgan gibi alana serilmesi biçiminde uygulanır. Karışım başarı şansını artırsa da alanın çok ince tesviye edilmesinin gerekmesi ve yaygıların telle sıkıştırılması işçilik giderini artırır.
2. Çelik ve Ayırma Dikimi Yöntemleri:
 - a) Odunsu bitkilerin ekimi: Odunsu bitkilerin bir kısmında tohumla üretme çok güç olmakta ve bitkilerin işlevlerini yerine getirecek büyüklüğe ulaşmaları oldukça geç gerçekleşmektedir. Bu durumda çelik dikim yöntemi tercih edilmekte ve çalı demeti, örgü çit gibi biçimlendirilerek aynı zamanda yapısal bir eleman gibi kullanılmaktadır. Odunsu çeliklerin uygulanaşına ati çok sayıda yöntemler geliştirilmiştir
 - b) Otsu çelik ve ayırmaların dikimi: Özellikle vegetatif olarak yayılma yeteneğine sahip bazı bitkiler ana bitkiden ayrılarak veya çelik yapılarak dikilirler.
3. Çim Kesekleri Kullanımı : Uzun kurak periyotlara sahip olmayan bölgelerde derin kök yapmayan çim örtüsünden kesilen parçalar alana batlar, kafes veya satrançvari biçimde uygulandığı gibi, şevlerin önüne

geriye eğimli olarak üstüste yerleştirilerek istinat duvarı gibi de kullanılmaktadır.

4. Topraklı Fidan Kullanımı: Tutma şansı ve gelişme hızının çok yüksek olduğu bu yöntem, fidanlık çalışması gerektirmesi ve ekim yöntemlerine göre daha fazla işçilik gerektirmesi gibi dezavantajlara sahiptir. Plastik, kağıt, sıkıştırılmış torf kapların içine konmuş bitkiler, alana eşyükselti eğrilerine paralel, diyagonal açılarla, baklava biçimi ve kafes biçiminde yerleştirilebilirler.
5. Kombine Yöntemler: Canlı ve cansız materyali kombine ederek her ikisinin avantajlarından yararlanmayı sağlayan yöntemler de mevcuttur. Ayrıca, tohum ekimi, çelik ve fidan dikimini kombine etmek de mümkündür (Güney 1989)."

3. ONARIMDA KULLANILABİLECEK BİTKİ TÜRLERİ:

Birçok bitkiler, ekstrem koşullarda gelişebilmekte ve bu koşullara karşı dayanıklılık gösterebilmektedir. Onarımda bu tür bitkiler öncelik kazanmaktadır.

Tuza dayanıklılık faktörüne odunsu bitkilerden bazılara;

Çok dayanıklı türler: *Tamarix* türleri, *Berberis elarvinic*, *Eleagnus angustifolia*

İyi derecede dayanıklı türler: *Lonicera xylosteum*, *Ribes alpinum*, *Rosa rudgsa*, *Lycium halimifolium*, *Pistacia lentiscus*, *Acacia cyanophylla*, *Myrtus communis*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Caragana arborescens*, *Fraxinus excelsior*, *Hippophae rhamnoides*, *Symphoricarpos albus*, *Ulmus glabra*

Orta derecede dayanıklı türler: *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Salix caprea*, *Ulmus minor*.

Tuza dayanıklılık faktörüne göre otsu bitkilerden bazılara;

İyi derecede dayanıklı türler: *Agropyron littorale*, *Agropyron junceum*, *Festuca rubra*, *littoralis*, *Agrostis alba*, *Festuca rubra*, *Carex arenaria*.

Orta derecede dayanıklı türler: *Lotus corniculatus*, *Trifolium dubium*, *Medicago sativa*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Agropyron repens*, *Bromus inermis*, *Festuca ovina*,

Hordeum nodosum. (Köseoğlu, Özkan 1984) olarak sıralanabilir.

Kirec isteklerine göre otsu bitkilerden bazıları:

Mutlak kireçli toprak isteyenler: *Agropyron caninum*, *Bromus erectus*, *Bromus inermis*, *Cynodon dactylon*, *Festuca glauca*, *Lotus Siliquosus*, *Lipinus albus*, *Medicago sativa*, *Melilotus albus*, *Poa campestrea*, *Trifolium montanum*

Asitli toprak isteyenler: *Agrostis canina*, *Lipinus luteus*, *Poa trivialis*, *Trifolium alpinum*, *Trifolium medium*, *Trifolium incarnatum* olarak sıralanabilir. (Köseoğlu, Özkan 1984)

Onarım sürecinde:

- Bitki besin maddesi açısından oldukça fakir şartlara sahip sert kayalar üzerinde: *Agrostis canina*, *Andrea petrophila*, *Calluna vulgaris*, *Galium saxatile*, *Lycopodium selago*, *Vaccinium myrtillus*
- Bitki besin maddesi açısından nispeten zengin asidik kayalar üzerinde: *Agrostis tenuis*, *Alchemelia alpina*, *Rumex acetosa*, *Salix herbacea* ile bitkilendirme yapılabilir (Akpınar 2000).

Verilen bu bitki listelerinin ötesinde, onarım çalışmalarında kullanılacak bitkilerin geniş bir ekolojik yayılma alanına sahip olması da beklenir. Bu bitkilerden Ülkemiz koşullarında onarımda kullanılabilecek bazı önemli türler ise aşağıda verilmiştir.

- Ağaçlar: *Acer negundo*, *Acer campestre*, *Ailanthus altissima*, *Alnus incana*, *alnus orientalis*, *Betula pendula*, *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus pinea*, *Pinus silvestris*, *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Prunus mahaleb*, *Pyrus amygdalis*, *Quercus infectoria*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix alba*, *Salix nigra*, *Salix purpurea*.
- Ağaçcık ve Çalılar : *Berberis crategina*, *Cistus türleri*, *Colutea arborescens*, *Crataegus türleri*, *Eleagnus angustifolia*, *Euonymus europaeus*, *Gladitschia triacanthos*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Maclora pomifera*, *Pyracantha coccinea*, *Quercus türleri*, *Rhus typhina*, *Rosa canina*, *Salix purpurea*, *Tamarix türleri*, *Vitex agnuscastus*.
- Otsu Bitkiler: *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Tussilago*

farfara, *Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*, *Medicago sativa*, *Astragalus türleri*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Silene türleri*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis alba*, *Cynodon dactylon*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Vicia türleri* (Köseoğlu , Özkan 1984)

4. SONUÇ

Madencilik faaliyetlerinin neden olduğu çevre sorunlarının çözülmesi veya en aza indirilmesi sürecinde ÇED ve Onarım çalışmalarının önemi büyüktür. Tahrip edilmiş alanların geri kazanım sürecinde ise biyolojik ıslah ve bitkilendirme önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma alanının koşullarına bağlı olarak doğru seçilecek bitki türleri ve doğru bitkilendirme teknikleri ile alanın bitkilendirilmesi ve buna bağlı olarak alanın ekolojik, ekonomik ve estetik değerlerinin yeniden oluşturulması ve geri kazanılması mümkündür. Ancak, zaman, emek, finansal kaynak ve uzmanlık gerektiren bu çalışmaların başarılı olabilmesi için madencilik faaliyetleriyle birlikte başlaması ve paralel yürütülmesi çalışmaların başarısını artıracak, zaman, emek ve kaynaktan tasarruf sağlayacaktır.

5. TEŞEKKÜR: Peyzaj Mimarlığı Meslek Disiplinine Peyzaj Onarımı konusunda yaptıkları çalışmalarla büyük katkılarda bulunan Sn. Prof.Dr. Hayran ÇELEM. Sn. Prof. Dr. Aydın GÜNEY, Sn. Prof.Dr. Mehmet KÖSEOĞLU ve Sn. Prof.Dr. Bülent ÖZKAN'a teşekkür ve saygılarımla.

KAYNAKLAR:

- Akpınar, N. 2000. Taş Ocaklarının Çevresel Etkileri ve Bu Alanların Onarımı. 2000'li yıllarda Yaşadığımız çevre ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyum Kitabı. Ankara.
- Akpınar, N. 1994. Açık Kömür Ocaklarında ÇED ve Doğa Onarım Çalışmalarının Milas-Sekköy Açık Kömür Ocağı Örneğinde İrdelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Çelem, H., 1988. Sorunlu Alanlarda Bitkilendirme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1047, Ankara.
- Güney, A., 1989. Peyzaj Onarımında Bitki Kullanımı ve Ege Bölgesinde Kullanılabilecek Bazı

- Bitkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Cilt: 26 Sayı:3. İzmir.
- Köse, H. F. Şimşir, A.Güney, 1993. *Açık Maden İşletmelerinde Rekültivasyon ve Rekreasyon*. Dokuzeylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 236.
- Köseoğlu, M. B. Özkan. 1984. *Peyzaj Onarım Tekniği*. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Ders Kitabı. Bornova. İzmir.
- Schiechtl, H. 1980. *Bioengineering for Land Reclamation and Conservation*. University of Alberta Press.

Doğu Almanya Linyit ocakları ıslahı ve çevreye entegrasyonu

M. Kuyumcu

LMBV - Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Berlin, Germany

ÖZET: Doğu Almanya linyit ocaklarının ıslahı projesi ile madencilikte kullanılmış 100.000 hektardan fazla alan 1990'dan beri tekrar kullanılabilir hale getirilip çevreye entegre edilmektedir. Diğer taraftan bu proje ile 320.000 hektarlık alanda yeraltı suyu dengesine yapılmış, 13 milyar m³'lük bir azalmaya sebebiyet vermiş olan müdahaleler bertaraf edilmektedir. Bu görevleri yapan LMBV bir federe devlet kuruluşudur ve yaptığı ıslah çalışmaları Almanya Cumhuriyeti ile linyit eyaletleri Brandenburg, Saksonya, Sachsen-Anhalt ve Thüringen tarafından finanse edilir. Bu güne kadar çevre alanlarının emniyete alınması çalışmalarının yüzde 91'i, rehabilitasyon çalışmalarının yarısından fazlası, ekolojik kirliliğin temizlenmesi işlerinin yüzde 62'si ve bozulan yeraltı sular dengesi ıslahı işlemlerinin yüzde 45'i tamamlanmıştır. Şimdiye kadar yapılan harcamalar 2004 sonu itibarıyla 7,5 milyar €'yu buluyor. Kalan çalışmalar için tahmini ihtiyaç 1,5 milyar € civarındadır.

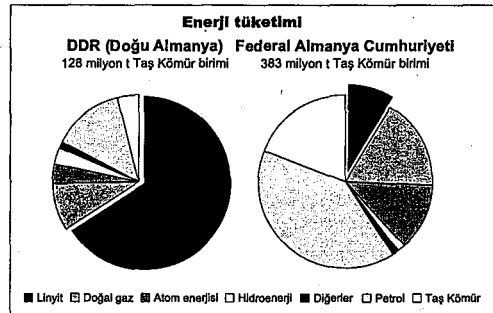
ABSTRACT: Since 1990, the project for rehabilitation of former lignite mining facilities has resulted in re-dedication to new future use of more than 100,000 hectares occupied by decommissioned mining activities – and of integrating them into their environment. This project has also corrected water-deficit problems involving around 13 billion cubic metres of water: serious faults caused by mining activities. LMBV, assigned to carry out this project, is a German state company financed by the federal government and by the lignite states of Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt, and Thuringia. Until the end of 2004, LMBV had succeeded in completing 91% of its mining activities for assuring public safety, more than 50 % of the work for recultivation of land, 62 % for elimination of ecological pollution and 45 % of restoration of balanced water resources. The funds for these measures amount to 7.5 billion euros, with an estimated 1.5 billion euros for the remaining work.

Doğu Almanya linyit ocaklarının ıslahı ve çevreye entegrasyonu Avrupa'nın en büyük, yeni çevre düzenleme projesini teşkil etmektedir. Bu Federal Almanya ile linyit eyaletleri olan Brandenburg, Saksonya, Sachsen-Anhalt ve Thüringen'in ortak eseri olup geleceğe yapılan büyük bir yatırımdır.

Bu yazı önce

- iki Almanya'nın birleşmesi dönemine rastlayan başlangıcı hatırlatıp,
- maden ocaklarının ıslahı ve çevreye entegrasyonu işlemlerini açıklayıp,
- şimdiye kadar ulaşılan ve gelecekte ulaşılabilecek hedefler hakkında bilgiler verecektir.

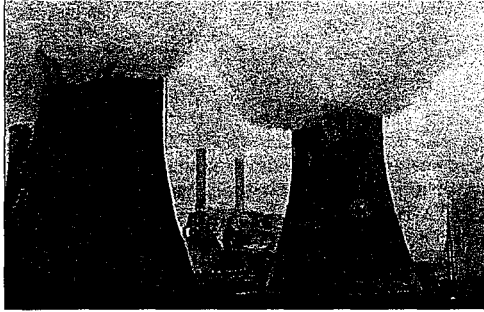
Almanya'nın doğusu ve batısındaki enerji teminiyle ilgili geçmişe baktığımızda (şekil 1), 1989/1990 yıllarında Doğu Almanya'da (DDR) enerji temininin hemen hemen yüzde 70'inin linyite dayalı olduğu görüyoruz. Batı Almanya'da (BRD) ise bu oran aynı dönemde sadece yüzde 8 idi. Kayda değer diğer ener-



Şekil 1: DDR ve BRD'de enerji temini

ji kaynaklarının azlığı ve döviz sıkıntısı nedeniyle DDR, mevcut olan zengin linyit yataklarına konsantre olup, 1950 ile 1990 arasında linyit üretimini üç katına çıkardı. Böylece dünyada en çok linyit üreten ülke konumuna geldi, buna karşılık bölge ve çevrenin önemli oranda kirliliğine katlanmak zorunda kaldı. 1980 sonlarında, linyit elde etmek için yıllık

ek olarak açılan saha 4.000 hektar dolaylarındaydı. Buna mukabil, yetmişli yılların ilk yarısından sonra, enerji santralleri ve arıtma tesisleri hiç modernize edilmemişti. Dolayısıyla çevre kirliliği çok artmıştı. Neticede, CO₂ emisyonu dışında yılda 2 milyon ton toz, 5 milyon ton kükürt dioksit ile 1 milyon ton azot oksit havaya yayılıyordu (şekil 2).



Şekil 2: Doğu Almanya endüstri sitelerinden bir görünüş

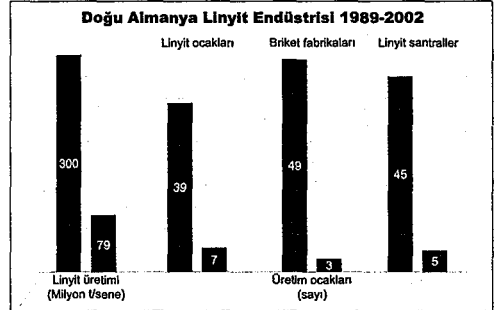
İki Almanya'nın birleşmesinden sonra, enerji temininin de serbest piyasa kurallarına göre yeniden düzenlenmesi gerekiyordu. 1980 ve 1990 arasında yıllık 300 milyon ton olan linyit üretimi 79 milyon tona indirildi. 39 linyit ocağından sadece 7'si üretime devam edebildi ve eski doğu Almanya kuruluşlarından mesul "Treuhand" devlet teşkilatının kendine has kurallarına göre özelleştirildi. Özelleştirmede, talip kuruluşların bilhassa madencilikteki tecrübeleri, satılacak üniteler için kendilerinin hazırladıkları mecburiyetinde oldukları yatırım ve istihdam planları, bu planları ne şekilde finanse – özel ve dış imkanlar- edeceklerini ve gerçekleştirmek için getirecekleri tanınmış banka teminatları ve bunun dışında bir çok teknik, finansiyel ve istihdam teminatları gözönünde bulunduruldu. Sadece bu kriterlere pozitif cevap verebilecek kuruluşlar özelleştirme prosedürüne girebilirdi. Briket fabrikaları ve enerji santrallerinin hemen tümünün kapatılması ve az sayıda modern tesislerle ikamesi gerekmişti.

Geriye üç ödev kalıyordu:

- İlk planda özelleştirilemeyen tüm üretim merkezlerinin düzenli ve ivedilikle kapatılması.
- İkinci ödev bloğu ise, bizlerce kısaca „ıslah madenciligi“ denilen, maden işletmeciliğine hizmet vermiş alanların tekrar kullanılabilir hale getirilmesidir. Bu her maden işletmesinin Federal Madencilik Yasası'na göre bir mükellefiyettir.
- Üçüncü ödev ise, ıslah edilen alanların „değerlendirilmesi“, yani tekrar kullanıma açılmasıdır.

Yukarıdaki üç görev, 1994 yılında bu amaçla kurulan bir kurum olan LMBV'ye devredildi. LMBV, yüzde yüzlik bir Federal Devlet kuruluşu olup merkezi Berlin'dedir.

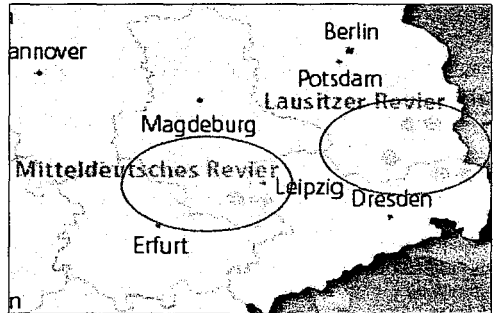
Ekonomik olmayan veya linyit enerjisi ihtiyacı dışında kalan 32 büyük linyit ocağı ile 88 endüstri ünitesinin kapatılması 1999 yılı sonunda bitirildi (şekil 3). Bu iş yerlerinin kapatılması genelde 'bu günden yarına' gerçekleştirildi. Kalanların kapanması ise linyit enerjisinin başka enerji kaynakları tarafından üstlenilebileceği bir zamana veya yeni modern ünitelerin yapımına kadar ertelendi.



Şekil 3: 1990 ve 2004'teki durum

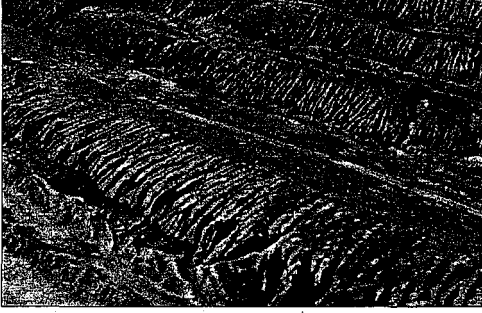
LİNYİT ALANLARININ REHABİLİTASYONU

Eski Doğu Almanya'nın sınırları içinde bulunan iki linyit kömürü havzası ülkenin yüzelli yıldan beri endüstrileşmesine ve ekonomiyi bilimin ilerlemesine güçlü teşvikler vermiş olan bölgelerdir (şekil 4): İlki, şimdiki Orta Almanya'nın Dessau, Halle ve Leipzig yöresindeki havzasıdır. Burada, 50.000 hektar genişliğinde bir saha maden işletmeciliği için kullanılmıştı. İkincisi ise, Spreewald'dan Görlitz'e kadar uzanan Lausitz havzası. Hemen hemen 80.000 hektarı maden işletmeciliği için kullanılmış olan bir bölge.



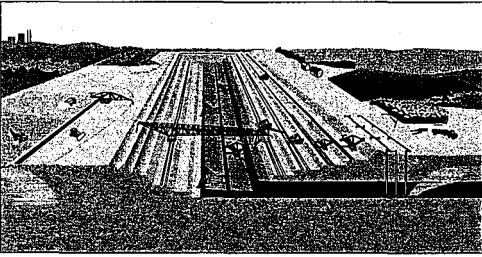
Şekil 4: Doğu Almanya linyit kömürü havzaları

Bu sahaların büyük bir bölümü maden ocaklarının terkinden kalma boşluklardan, her şeyden önce de muazzam boyutlardaki dökme alanlarından oluşuyor. Şekil 5, buraların halk dilinde neden „ay manzaraları“ tabir edildiklerinin güzel açıklamasıdır. Yapılması gereken, aşağı yukarı Berlin büyüklüğündeki, 100.000 hektardan fazla bir sahayı emniyete almak ve tekrar kullanılabilir hale getirmek.



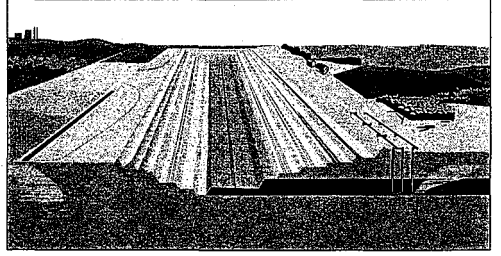
Şekil 5: Açık maden ocağı ve dökme sahaları

Bu çevre manzaralarının oluşumunu Şekil 6, 7 ve 8 kısaca izah eder: Maden havzalarımızda bulunan linyit, yer yüzünün 50 ile 100 metre altında bulunmaktadır. Onun kazanılması için, ilk etapta, bu alanlarda bulunan yerleşim merkezlerini nakletmek, icabında akarsu ve yolların güzergahlarını değiştirmek ve ormanla diğer bitki örtüsünü kesip boşaltmak gerekir. Bundan sonra, üstteki toprak tabakasının nakli yapılır. Bu tabakalar daha önce linyit kömürünün kazanıldığı alanlara dökülür (şekil 6).



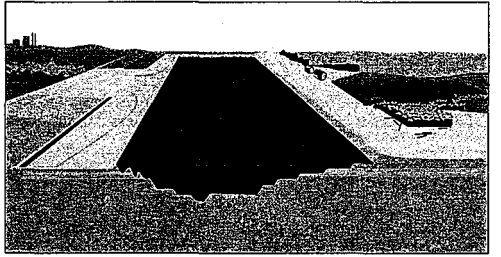
Şekil 6: Açık ocak Linyit işletmesi

Bu kütle nakil işlemi, açık işletmede kömür üretimi süresince aralıksız olarak yapılır. Ancak kömür üretimi durdurulunca geriye hep, şekil 7'de görüldüğü gibi, bizler tarafından „arta kalan işletme boşluğu“ denilen, bir boşluk kalır. Hemen hemen 5 milyar m³ boşluk hacmiyle, yaklaşık 200 „arta kalan işletme boşlukları“ bizim mülkiyetimizdedir.



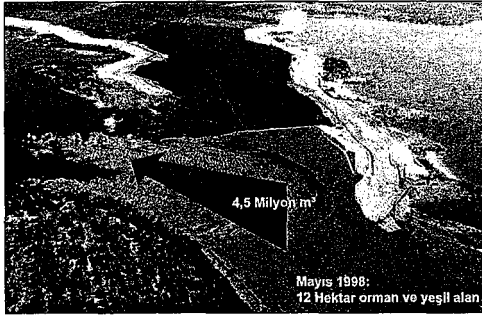
Şekil 7: Kapatılan açık ocak

Linyit üretimi, yer altı sular dengesini de etkilemektedir. Linyiti bulunduğu alt tabakada ekskave edebilmek için, ocakların içinde bulunduğu geniş çevrede yeraltı suyu seviyesinin aşağı çekilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, LMBV'nın sorumluluk alanında 13 milyar m³ yeraltı suyu eksilmiş bir huni oluştu. Bundan etkilenen alan 320.000 hektar olup, yaklaşık Saarland ve Berlin Eyaletlerinin toplamı büyüklüğündedir. Maden ocaklarının kapatılmasından sonra, yer altı sular dengesine yapılan bu müdahaleyi tamir ve bertaraf etmek, mümkün olduğunca kendisini tabii olarak düzenleyecek yeraltı suyu dengesini tekrar oluşturmak ta haliyle bizim görevlerimiz arasında bulunuyor. Bu amaçla, kalan boşlukların su ile doldurulması gerekmektedir (şekil 8).



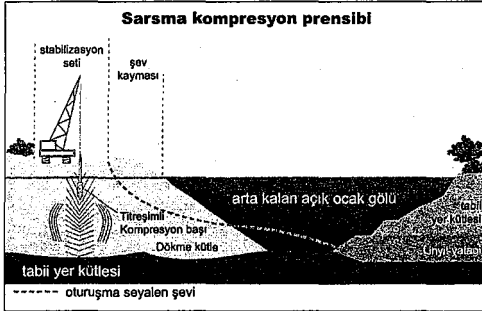
Şekil 8: Açık ocağın göle çevrilmesi

Ancak, bu doldurma işlemine geçmeden önce, toplam uzunluğu 1.100 km olan - ki bu mesafe Berlin ve Paris arası kadardır - şev ve boşlukların uzun vadeli emniyete alınması ve duraylı hale getirilmesi gerekir. Bu yapılmazsa, şevler suyun basıncıyla duraysız duruma gelebilirler. Ve buralarda hafif bir ilk sarsıntıyla saniyeler içinde milyonlarca metre küp kütlenin kayıp maden ocaklarının çevresindeki geniş alana yayılabileceği korkunç heyelanlar oluşabilir.



Şekil 9: Şev kayması

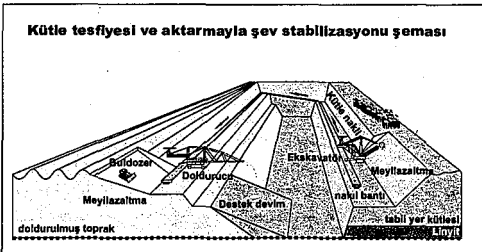
Şekil 9'da görüldüğü gibi Mayıs 1998'de, bizlerce yığın heyelanı tabir edilen bir şev kaymasında saniyeler içinde 4,5 milyon m³ kütle sürüklendi ve bundan 12 hektar arazi etkilendi. Yığma şevlerin duraylılığı genellikle titreşim basıncı ile yapılır. Bunun için titreşim kazığı, resimde görüldüğü gibi, yerin 70 m kadar derinliğine indirilir (şekil 10).



Şekil 10: Açık maden ocağı şev duraylılığı

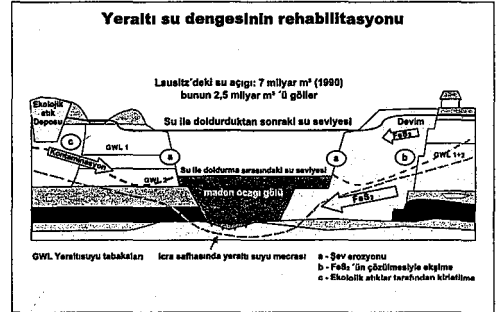
Mızrak kafasının titreşimiyle birlikte, toprak kütlesi peyderpey aşağıdan yukarıya doğru sıkıştırılır. Şevlerin stabilizasyonu için toplam 1,1 milyar m³ yer kütlesini sıkıştırmamız gerekiyor.

Toprak sıkıştırılmasının yanı sıra, birçok yerde çok dik şevleri az meyilli hale getirmek zorundayız. Bunu şev tepelerinden kütle eksilterek ve şev tabanlarına kütle ekleyerek sağlıyoruz (şekil 11). Bunun için toplam 1,7 milyar m³ toprak kütlesinin sevki söz konusu.



Şekil 11: Kütle aktarmayla şev meyilli azaltılması

Şevlerin emniyetli hale getirilmesinden sonra, geriye kalan boşluklar suyla doldurulur; bu safhada eski linyit alanları ıslahının son, ama çok kompleks etabı başlıyor ki burada ilimsel yönden bile daha tam araştırılmamış yeni alanlara giriyoruz. Su pompalarının durdurulmasından sonra geriye kalan boşluklara taban suyu akar. Ama sadece bu yolla boşlukları doldurma işlemi bazı ocaklarda 80 seneye yakın zaman alacaktı. Yanı sıra, yer tabakalarında tabii olarak bulunan kültürün çözülmesiyle, canlıların yaşayamayacağı asidik göl oluşacaktı (şekil 12). Tabiatıyla böyle asitli gölleri, sağlıklı yerüstü su sistemine entegre etmekte mümkün değil.



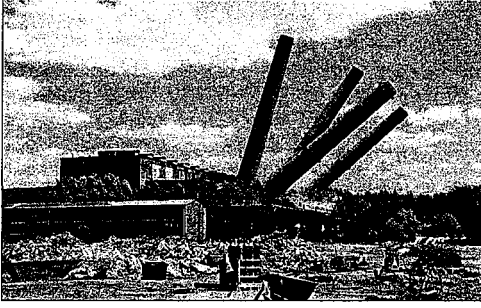
Şekil 12: Maden ocağı gölleri ve yer altı suyu dengesi

Bu nedenle, mümkün olduğu kadar çok ırmak suyuyla, doldurma sürecini etkin şekilde hızlandırmak zorundayız. Orta Almanya havzasında bunun için gerekli suyu bulmak zor olmuyor. Ancak, az yağış alan Spree ile Schwarze Elster'in debilerinin zaten düşük olduğu Lausitz havzasında göletlerimizin oluşması için gerekli su miktarını nehirlerden almak problem teşkil etmektedir. Hatta kurak yaz aylarında Spree nehri ile dengesi zayıf olan Spreewald'ı korumak için, baraj suları ile takviye etmek gerekiyor. Aynı zamanda biz, barajlardan, kendi su biriktirme sistemlerimizden ve Almanya-Polonya sınır nehri Neisse'den su almak mecburiyetindeyiz. Bunların dışında, bazı maden ocağı göletlerinde, suyun kalitesini yükseltici önlemler almak zorundayız.

Maden ocağı göl ve göletleri yapım işlemi 2015 - 2020 yılına kadar sonuçlanmış olacak. O zamana kadar, 28.000 hektar su yüzeyine sahip 200'den fazla gölün büyük bir kesiminde son konumuna erişmiş olacak. Böylece, Almanya'nın göller yüz alanı büyüklüğü beşte bir oranında artacaktır.

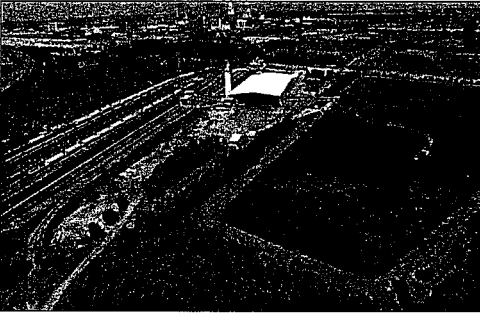
Linyit ocakları ıslahı ve çevreye entegrasyonu projesinde iki diğer mühim iş ise şunlardır:

Linyitin işlenmesi için 100'e yakın sahada endüstri tesisleri oluşturulmuştur: Bilhassa enerji santralleri, kok-haneler ve briket fabrikaları. Bu tesislerin büyük bir bölümünün yıkılması gerekmektedir (şekil 13).



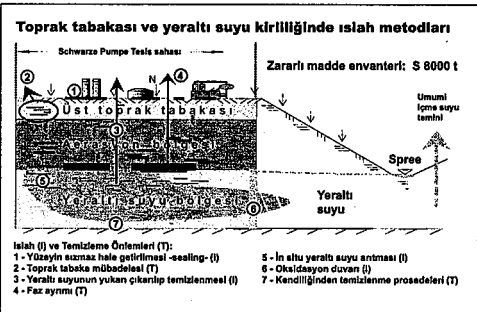
Şekil 13: Eski maden tesislerinin demontajı

Ayrıca bu bölgelerin bazılarında, toprak ve yeraltı suları yüksek oranda kirlenmişti. Bu ekolojik kirliliği ortadan kaldırmak veya emniyete almak ta ödevlerimiz arasındaydı. Resimde 400.000 tonunun zararsız hale getirilmesi gereken bir katran gölü görülüyor (Şekil 14).



Şekil 14: Ekolojik endüstriyel artıklar

Şekil 15'te görüldüğü gibi Schwarze Pumpe linyit endüstri tesislerinin 1955 ile 1990 yılları arasındaki faaliyetleri yeraltı suyu ve yer tabakalarında takriben 8.000 ton karbokimyasal artık madde kontaminasyonuna neden olmuştu. Bu kontaminasyonların bertaraf edilmesi hem pahalı hemde uzun vadeli bir projedir.



Şekil 15: Yeraltı suyu ve yer tabakalarının kontaminasyonu

Maden işletmeciliğinde kullanılan alanlar yukarıda kısaca belirtilen emniyet önlemleri alındıktan sonra çevreye entegreye hazırlanır. Tabiatıyla daha önce jeolojik olarak „üçüncü“ zamana ait, bitkisel verimliliği çok düşük olan bu tabakaların tarım ve ormancılığa yönelik ıslah edilmesi gerekir. Bu da tarafımızdan yapılmaktadır. Şekil 16'da görüldüğü gibi, bir zamanlar artıklarının döküldüğü yerlerde, ıslah ve imardan sonra çoğunlukla orman ve tarım alanları oluşmaktadır. Haliyle LMBV'nin ormanlık alanları henüz taze fidanlar ve onların filizleriyle kaplı.



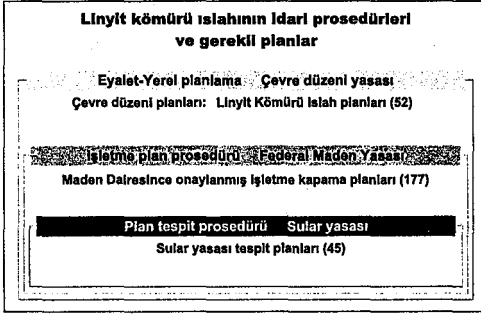
Şekil 16: Rekultive olan eski maden ocağı alanları

Bunun dışında, imkan dahilinde geniş bölgeleri, daha emniyet tedbirlerini alma safhasında doğal korumaya ve tabii kullanıma hazır hale getirmeyi amaçlıyoruz (Şekil 17). Böylece bir yandan, maden işletmeciliğinden terk edilmiş alanların ekolojik devamlılığına önemli katkılarımız oluyor, diğer yandan ıslah giderlerimizi azaltmış oluyoruz.



Şekil 17: Doğal koruma alanları

Bütün bu işlemler haliyle geçerli kanun ve hukuk kuralları çerçevesinde gerçekleştirilir. Şekil 18'de görüldüğü gibi projelerimizin içeriği ilk etapta eyalet kabinelerince tasdik edilmesi gereken "madencilik sahaları ıslah planları" çerçevesinde belirlenir.



Şekil 18: Madencilik sahaları ıslahının hukuki kuralları

Bu planlarda söz konusu bölgelerin geleceği (tarım veya orman arazisi, endüstri bölgesi, meskun mahal, oluşturulacak göl veya göletlerin hangi hizmetlerde kullanılabileceği) genel olarak tespit edilir. LMBV'nin riayet etmesi gereken toplam 52 eyalet planı bulunmaktadır. İkinci etapta ise LMBV'nin, her maden işletmesinin yapması gerektiği gibi, maden işletmeciliği dairesine her kapatılan maden ocağı için yapılması gereken emniyet tedbirlerini ihtiva eden detaylı bir plan sunması gerekir. Toplam olarak LMBV 177 planı ilgili dairelerin kabul ve tasdiğinden geçirdikten sonra gerçekleştirmeye başlamıştır. Bu maden ocağı kapama planlarına paralel olarak ta rehabilitasyon çalışmaları sonu ortaya çıkan göl ve göletlerin "su ve yeraltı suyu" kanunları çerçevesinde oluşturulmasını sağlamaktadır. Bunun için özel bir planlama ve kabul prosedürü gerekmektedir. Bu safhada çevre sakinlerinin itirazları nazarı dikkate alınır ve gerekli ek önlemler tespit edilir. Bu şekilde LMBV'nin yapmak zorunda olduğu 45 kadar idari plan prosedürü vardır.

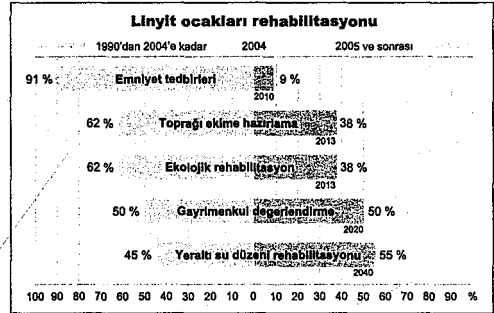
Burada sadece kısa olarak değinilen bu çalışmaların tutarlı bir şekilde yapılabilmesi için kısa bir zamanda pratik çözüme yönelik bir çok "inceleme ve araştırma projesinin" gerçekleştirilmesi gerekiyordu. Bu projeler, döküm alanlarının stabilize edilmesi, üzerlerinde yeni yapıların kurulması, ani şev kaymalarının önlenmesi, bu tabakaların rekultive edilmesi ve bilhassa insan eliyle yapılan yeni göl ve göletlerin su kalitelerinin hangi önlemlerle mümkün olduğu kadar kısa sürede nasıl normalleştirilebileceği gibi konuları kapsamaktaydılar. Şimdiye kadar toplam 100 milyon €'dan fazla bir bütçe ile 90'ın üzerinde "özel araştırmalar" gerçekleştirildi.

Projeleri taşıyan kurum olarak LMBV, toplam 120 genel ve 1.140 teknik projeleri kapsayan ıslah çalışmalarını planlayıp yönlendirir, gerekli tedbirlerin rekabete uygun şekilde ihale ilanını yapar ve kurallara uygun bir yürütmenin gerçekleşmesini sağlar. Bunu yaparken ilkemiz, çalışmalarımızın içeriğini ve çapını cüzi yasal ölçüyle sınırlı tutmak ve önlemlerimizi ekonomik açıdan verimli bir biçimde realize etmek.

Projelerimiz, Federal Devlet ile linyit üreten eyaletlerinin temsilcilerinden oluşan bir kurul olan, "idare ve bütçe komisyonu" tarafından onaylanır ve refakatinde gerçekleştirilir. Ayrıca kurumun çalışmaları, denetleme kurulunun kontrolündedir.

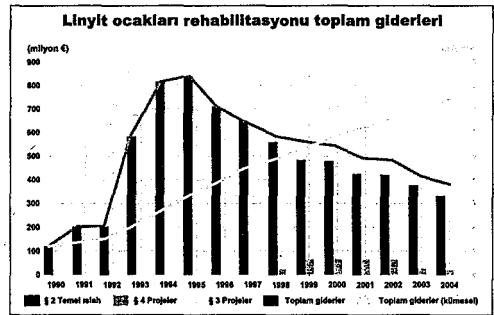
ULAŞILAN DURUM

15 yıllık bir çabanın sonunda, madencilikle ilgili emniyet çalışmalarının yüzde 91'ini, alanların ekime elverişli hale getirilmesi işinin yüzde 62'sini, eski ekolojik artıkların ıslahının yüzde 62'sini ve tabii düzeni bozulmuş yeraltı suyu rejiminin yeniden dengelenmesi işinin de yüzde 45'ini sona erdirmiş bulunmaktayız. ıslah çalışmasındaki gelişmeye paralel olarak alanlarımızın yüzde 50'sini değerlendirebildik (şekil 19).



Şekil 19: Ulaşılan durum ve gelecekteki işler

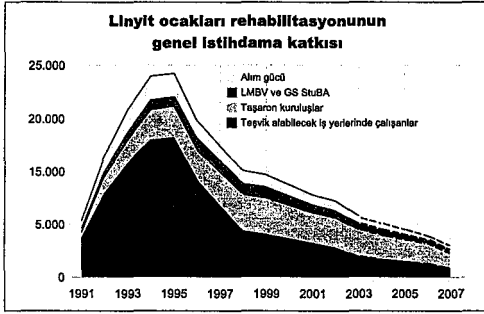
Bugüne kadar, linyit ıslahı için toplam 7,5 milyar € harcadık (şekil 20). Bundan sonra yapılacak çalışmaların mali yükünü 2,0 milyar € olarak tahmin ediyoruz. Mali ihtiyaç, idari düzeyde yapılan antlaşmalar bazında, dörtte üç oranında Federal Devlet ve dörtte bir oranında linyit üreten eyaletler tarafından karşılanıyor.



Şekil 20: Rehabilitasyon giderleri

LMBV'nin DİĞER ÖZELLİKLERİ:

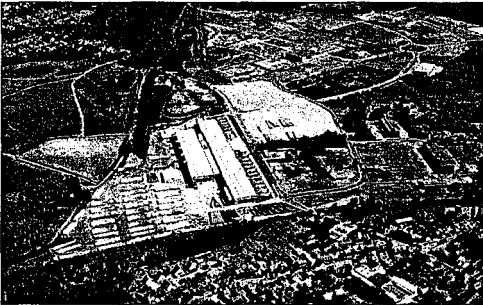
Tedbirlerimiz, mümkün olduğunca istihdamı canlandırarak şekilde, ikinci iş piyasasından kalifiye iş gücüyle gerçekleştirilir. Böylece, işsizliğin yüksek olduğu mono yapıli linyit havzalarında sosyal problemlerin yumuşatılmasına önemli katkılarımız oluyor. Lakin, projelerimizin gerçekleştiği oranda çalışmalarımızın hacmi daralıyor. Bu da, bizim istihdamla ilgili etkimizin inkişafına yansıyor. Doksanlı yılların ortalarında, linyit işlahında çalışan sayısı 25.000 kişi iken bu sayı son yılda yaklaşık 6.500 idi. Gelecekte bu daha da düşecektir (şekil 21).



Şekil 21: Rehabilitasyonun genel istihdama katkısı

İslahın ilerlemesi kendi personel sayımızı da aynı düzeyde etkiledi. 1995'te yaklaşık 12.700 kişiye çalıştırıyor idik, şimdi bu sayı sadece 800 civarında. Başlangıçtan bu yana, serbest piyasada yaşama gücü olan kuruluş birimlerinin özelleştirilmesi için çaba harcamaktayız. Bu yöntemle, geleceği garantili olan 5.200 işyerinin ihracını başarabildik. Her halükarda, yeni konuşlandırılan firmalarda çalışanlarla birlikte, 7.700 civarında yeni iş yeri imkanı sağlandı.

LMBV hukuksal mecburiyetlerini yerine getirirken ayrıca da bir kısım gayri menkullerin çevreye daha fazla ekonomik katkıları olması için çalışmaktadır. Örneğin eskiden bize ait olan endüstri bölgelerinden onbiri, sanayi ve endüstriye müsait imkanlar sunmaktadırlar. Bu yörelerin belediyeleri ile ortak çalışmalarımızla, oralarda elektrik, su, kanalizasyon,



Şekil 22: Yeni endüstrii yerleşim finaliteleri

ulaşım vs. ihtiyaçlarına modern sistemde cevap verebilecek yeni bir altyapı sağlıyoruz. Bununla da, islah için yapacağımız harcamaları azaltabiliyoruz. Ayrıca böylece çevre alanlarının idareli kullanımına önemli katkılarımız oluyor. Bugüne kadar alanlarımızda, yeni 2.500 işyeri sağlayan 100'ün üzerindeki firma yerleşmiş bulunmaktadır.

Bu çerçevede, saygın şirketlerin bu bölgelerde şube açmalarınıda başarabildik. Örneğin Lauchhammer'deki VESTAS firması, rüzgar enerji sanayii için rotor kanatları imal etmektedir (şekil 22). Şimdiye kadar buraya 70 milyon € yatırım yapılmış ve 440 yeni işyeri açılmıştır. Schwarze Pumpe mevkiinde de, geçenlerde 160 milyon € yatırım hacmi ve 300 işyeriyle modern bir kağıt fabrikası hizmete girmiştir.

LMBV diğer taraftan Federal Almanya ve Linyit eyaletleri desteği ile gençlere mesleki eğitim olanağı da sağlıyor. 1995 yılından bu yana, 1.500'ten fazla genç, LMBV'nin organizesiyle meslek eğitimini başarıyla bitirdi. Halen, 280'e yakın çırak eğitmekteyiz.

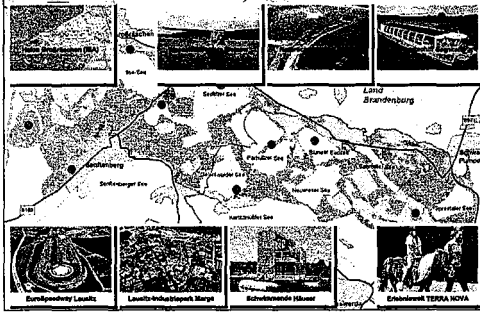
Linyit ocakları kapatılması islahında ve bu alanların çevreye entegrasyonunda birlikte çalıştığımız firmalarla, bir çok yeni tercübeler elde etmekteyiz. Bilindiği gibi 1990 lardan bu yana eski sosyalist bloğu ülkelerinde de yeni politik ve ekonomik sistemlerinin uygulanması ile birlikte enerji ve maden endüstrisinde köklü bir değişme olmaktadır. Örneğin, Rusyada son on beş sene içinde 150 den fazla maden ocağı kapatıldı. Aynı durum doğu Avrupa ülkeleri için de geçerli. Şu sıralarda elde ettiğimiz yeni bilgilerin diğer ülkelerde yararlı bir şekilde kullanıp kullanamayacağımızı araştırıyoruz.

SONUÇ

Kapitalan Linyit ocakları islahı projesinin tamamlanmasından sonra, 100.000 hektarlık alanın tekrar çevreye katılımında bu alanların

- yüzde 50'si orman ve tarım için tekrar kullanılabilir hale gelecektir;
- yüzde 27'si boşlukların suyla doldurulması sonucu, cazibeli ve turistik potansiyele sahip göllere dönüşecektir;
- ayrıca, yüzde 17'si doğal korumaya alınacak veya tabii kullanıma uygun hale getirilecek ve
- yüzde 6'sı, sanayi ve endüstri ile tatil ve dinlenme için kullanılacaktır.

Gelecekte oluşacak yeni göl bölgeleri, şimdiden konuyla ilgili medya ve kamuoyunun gündemindedir.



Şekil 23 Göllerin oluşacağı bölgelerden birinin geleceği

Örnek olarak Şekil 23'te üzerinde vapur taşımacılığı yapılabilecek, 9 gölden oluşan ve 7.000 hektarlık su yüzeyine haiz Lausitzer göl zinciri görünmekte. Kullanımın çeşitliliği bu yöreye, Berlin ve Dresden büyük şehirlerinin arasında bölgeler üstü bir önem kazandıracaktır. Örnek olarak bir liman, bir su iniş pisti, bir doğal sit alanı, göller arası vapur seferleri, yapımı biten Eurospeedway Lausitz, endüstri parkları, yüzen evler, macera dünyası Terranova. Böylece çabalarımızla, gelecekte yapılacak yatırımlar için sağlam bir zemin yaratıyoruz.

Ağaçlı (İstanbul) Açık Maden Ocağı Artıklarının İslâhı ve Ağaçlandırılması Çalışmalarında Elde Edilen Sonuçlar

M.D. Kantarcı

İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlmî ve Ekoloji Anabilim Dalı, Bahçeköy, İstanbul

ÖZET: Çatalca Yarımadasının kuzeyinde Karadeniz yalı arazisi boyunca yeralan Ağaçlı yöresinde açık kömür (linyit) ocağı işletmelerinden arta kalan ham (topraklaşmamış) materyallerin islâhı ve ağaçlandırılması çalışmalarına 1988 - 1989 yıllarında başlanmıştır. Kut Orman ruhsat sahasında başlatılan bu çalışmalardan 2004 yılı sonu itibarıyla elde edilen sonuçlara göre: (1) Ham materyallerin yağmur suyu ve rüzgâr ile erozyona uğrayıp, taşınması (yüzey erozyonu ve oyuntu erozyonunu) önlenmiştir. (2) Ağaçlandırılan alanlarda dökülen ibre ve yapraklarla oluşan ölü örtülerin ayrışması sonucunda ham materyalin topraklaşma süreci başlamıştır. (3) Ağaçlandırmada kullanılan Salkım Ağacı (*Robinia Pseudoacacia*) köklerinde bulunan ve havanın serbest azotunu bağlayan Rhizobium bakterileri sebebi ile ham materyalde önemli bir azot birikimi sağlanmıştır. (4) Hızlı gelişen orman ağacı türleri (Sahil Çamı, Salkım Ağacı, Fıstık Çamı) ile yapılan ağaçlandırmalarda boyları 6.0-9.0 m'ye, çapları ($\phi_{1.30}$) 11.0 -18.0 cm'ye ulaşmış ve tam kapalı iyi gelişen bir orman yetiştirilmiştir. (5) İlk ağaçlandırılan 67 ha'lık bölümde yetiştirilen Sahil Çamlarının 1/3'ü kesilmiş ve ilk ara ürün alınarak satılmış, önemli bir gelir sağlanmıştır. Sonuç olarak; Ağaçlı kömür ocakları artıklarının ağaçlandırılması ile elde edilen başarılı sonuçların yaygınlaştırılması ve benzeri alanların da üretime sokulması için yeterli bir bilgi ve tecrübe birikimi sağlanmıştır.

ABSTRACT: Ağaçlı open coal mining located at the Black Sea coastal lands of the Çatalca Peninsula caused to degradation of natural structure of forest ecosystems. A pioneer reclamation, rehabilitation and forestation program was started on the residual materials in 1988 year. This pioneer study achieved successful results. Due to the results of fast growing species (*Pinus pinaster*, *Pinus pinea* and *Robinia pseudoacacia*), the land was quickly covered. Soil erosion based on the water and winds was prevented in case of the strong north winds and heavy raining. Thus, planted of mining residuals was converted to a dynamic forest ecosystems in a short time such as 8-10 years.

1 GİRİŞ

Ormancılıkta planlama birbirinden farklı yetiştirme ortamlarında, farklı ekolojik istekleri olan ağaç türlerinden hangilerinin yetiştirilebileceğini belirlemek ve bunlardan alınacak ürünün (odun vd.) ihtiyaçlarımıza göre ve ekolojik sistemin devamlılığını da gözeterek hangi idare sürecinde, ne miktar olabileceğini kestirmek esasına dayanır. Ormanda, bitki örtüsü tamamen tıraşlanmış veya tahrip edilmiş arazide, toprağın taşınması ve buna bağlı olarak su ile besin kapasitesinin zayıflaması gibi değişimler yapılacak ağaçlandırmaların planlanmasında tür seçimi, idare süresi ve alınacak hasılat konularında önceden isabetli kararlar vermesi ve tahminlerde bulunması gerekmektedir. Bu konuda çok önemli ve sorunlu alanlardan bir tanesi de açık maden ocağı artıklarının ağaçlandırılması olarak karşımıza çıkmıştır. İstanbul'un kuzeyinde Ağaçlı' da açık linyit ocağı işletmelerinden arta kalan ham (topraklaşmamış) materyallerin ağaçlandırılması sonu-

cunda kazandığımız bilgiler ve elde ettiğimiz bulgularlardan bir bölümü bu çalışmada sunulmuştur.

2 ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

Ağaçlı yöresi İstanbul'un kuzeyinde Karadeniz yalı arazisi halinde Kumköy (Kilyos), Ağaçlı, Yeniköy doğrultusunda uzanmaktadır. Arazi Karadeniz kıyısından itibaren hafif bir eğimle 200-250 m'ye yükselen bir arazi olup, pliosen I tortullarından oluşmuştur. Plioson I tortuları kireçsiz olup, farklı türdeki (kumlu balçık, balçık, ağır balçık) kuvars çakıllı veya çakılsız materyallerin çapraz olarak tabakalanması ile oluşmuş akarsu tortularıdır. Bunlardan oluşan topraklar da ana materyallerin türüne bağlı özellikler göstermektedir (Kantarcı M.D 1980, 1988). Yörede yıllık ortalama yağış 700-750 mm arasında, yıllık ortalama sıcaklık 12.5°C 'tır. Yöre hakim kuzeydoğu

rüzgârının, dolayısı ile Karadeniz'in etkisi altında olduğu için havanın nem oranı yaz aylarında dahi yüksektir. Ancak Karadeniz üzerinden esen hakim rüzgârların etkisi ile bitki örtüsü tahrip edilmiş ve yüzeyi açılmış olan arazide toprağın ince bölümü (kil ve toz) taşınmakta ve arazi kumullaşmaktadır (Kıyı kumsal ve kumulları dışındaki kara kumullarının gelişimi). Yüksek yağışlar ise yüzeyi açılmış toprakta (veya materyallerde) oyuntuların gelişmesine sebep olmaktadır. Karadeniz'in bu nemlendirici etkisi altında yörede Sapsız Meşe (*Quercus petraea ssp. iberica*), Macar Meşesi (*Quercus frainetto* = *Q. conferta*) gibi meşe türlerinin hakim olduğu, diğer bir çok yapraklı ağaç ve çalı türlerinin karıştığı ormanlar yetişmiştir. Bu ormanlar baltalık olarak işletilmektedir (Kantarıcı, M.D. 1988).

3 AÇIK MADEN İŞLETMESİ VE SONUÇLARI

Ağaçlı-Yeniköy Yöresinde Pliosen I materyallerinin altında miosen yaşında linyit kömürü yatakları bulunmaktadır. Linyit kömürü yatakları miosen gölleri ve baltalıklarında oluşmuş olup, devamlı damar / yatak halinde değil, merccekler halindedirler. Bu sebeple linyit yataklarına ulaşmak için 100-120 m'ye kadar derin çukurlar kazılmış (açık ocak işletmesi), kazı materyali de çevrede en yakın dere vadisine veya bir önceki ocağın çukuruna yığılmıştır. Böylece kükürtlü, tuzlu, killi materyaller de yeni oluşturulan arazi yüzeyinde yer almışlardır. Sonuçta bu ham materyallerin ağaçlandırılması sorunu ile karşılaşmıştır. Birbirinden çok farklı olan bu materyallerin ağaçlandırılabilmesi ve başarılı sonuç alınabilmesi için özel bir planlama gerekmiştir (Kantarıcı, M.D. 1988). Özellikle tuzlu ve kükürtlü materyaller sorun çıkarmışlardır (Tablo 1).

4 AĞAÇLANDIRMADA BÜYÜME VE BÜYÜMEYİ ETKİLEYEN ORTAM FAKTÖRLERİ

Ağaçlı'da açık kömür ocağı artışı materyallerin üstüne diktığımız türlerden en yaygını ve başarılısı Sahil Çamı (*Pinus pinaster L.*), Fıstık Çamı (*Pinus pinea L.*) ve Salkım Ağacı (*Robinia pseudoacacia*) olmuştur. Artık materyallerde bulunan kükürt bileşikler oksitlenerek sülfat (H_2SO_4) ve sülfat asidine (H_2SO_4) dönüştüğü, bu asitleri nötrleştirecek kalsiyum (Ca^{++}) veya magnezyum (Mg^{++}) kanyonları da materyalde yeterince bulunmadığı için materyallerin reaksiyonu asittir (Tablo 1). Ağaçlandırma çalışmalarının başında (1988-1989) daha düşük olan pH değerleri, aradan geçen zaman süresince biraz yükselmiştir. Çünkü tuzlu materyaller ile kükürtlü materyallerde bulunan kükürt oksitlenmiş ve oluşan asit ürünler yağmur suyu ile kısmen yıkanmıştır. Ancak bu kükürt ve tuz bileşikler kısmen yıkanrsa da

sorun olmakta devam etmektedirler (Ölçmeler için bkz. Tokgöz 2003, 2004). Tuzsuz kumlu balçık ve balçık materyallerinin üstünde sahil çamlarının boyları 9-10 m'ye, Fıstık Çamlarının boyları 8.5 - 9.5 m'ye, Salkım Ağaçlarının boyları ise (10 - 14 m'ye ulaşmıştır (Dikim 1988-89, ölçme 2002). (Önceki ölçmeler için bkz. Kantarcı M.D. & Tecimen 1998; Kantarcı M.D., Tecimen, Bulut & Öztürk, 1998).

Tuzsuz olan materyallerin üstünde fidanlar hızla gelişmişler ve 1988-89'da dikilen fidanlar 1997-98'de alanı kapatmışlardır. Fidanların alanı kapatmasının yanında dökülen yapraklar ve ibreler ile de önemli bir ölü örtü tabakası oluşmuştur. Fidanların ve ölü örtünün materyalin yüzeyini kapatması oyuntu ve yarıntı gelişimini de durdurmuştur. Buna karşılık tuzlu materyallere dikilmiş fidanlar alanı kapatamadıkları için, bu alanda yüzeyden materyal taşınması ile oyuntu ve yarıntı sisteminin gelişmesi devam etmiştir (Kantarıcı M.D. & Öztürk 2003).

5. HAM MATERYALİN TOPRAKLAŞMAYA BAŞLAMASI

Ham materyalin topraklaşmaya başlaması çok uzun süreli fiziksel ve kimyasal olaylara bağlı bir gelişmedir. Ancak materyal gevşek olduğu gibi, tane çapları da kum (2 - 0.02 mm), toz (0.02 - 0.002 mm) ve kil (<0.002mm) boyutlarında bulunmaktadır. Gevşek materyalin topraklaşma sürecinin başlangıcı organik madde artıklarının (ölü örtü) oluşması, bunların ayrışarak materyale karışmasıdır. Böylece bir yandan ham materyal bitki besin maddelerince zenginleşecektir. Öte yandan organik maddenin ayrışması sürecinde oluşan organik asitler ve bitki köklerinin solunumu ile oluşan karbonik asit (H_2CO_3) ham materyalde bir ayrışma ve yıkanma / birikme süreci başlatacaktır. Ağaçlı'daki ham materyal üstünde ağaçlandırmanın 10. yılında önemli miktarda ölü örtü birikmiştir. Sahil çamı dikim alanındaki yedi örnek alanda ölü örtü birikimi 1395-2823 kg/ha arasındadır. Tuzlu materyal üstünde ölü örtü birikimi 1395 kg/ha ile en az miktardadır (Tablo 2). Fıstık çamı dikim alanında ölü örtü birikimi 2743 kg/ha (örnek alan X) olup, tuzlu materyal üstünde 1740 kg/ha (örnek alan IX), topraklaşmış pliosen - I materyali üstünde 4140 kg/ha (örnek alan VIII) bulunmuştur (Tablo 2). Salkım Ağacı dikim alanında altı örnek alanın ortalaması olarak ölü örtü birikimi 11963 kg/ha'dır. Ağaçlandırma alanı arasında kalmış olan doğal meşe ormanında (baltalık) ölü örtü birikimi 12503 kg/ha'dır (Tablo 2). Ölü örtü birikiminde Salkım Ağacı'nın 10 yılda doğal meşe ormanına yetişmesi dikkat çekicidir.

TABLO 1. AĞAÇLI KÖMÜR OCAKLARI ARTIK MATERYALLERİNDE TÜM KÜKÜRT (S_2) MİKTARLARI İLE pH (H_2O) DEĞERLERİ (TECİMEN 2001 KAYNAĞINDAN DÜZENLENMİŞTİR)

Derinlik, cm	KUMLU BALÇIK		KİLİ BALÇIK	
	S ₁ (mg/100gr)	pH	S ₁ (mg/100gr)	pH
0-5	15.206	4.51	16.323	4.10
5-20	14.294	3.36	16.419	3.55
20-40	14.361	3.95	14.825	3.41
40-60	13.284	3.36	15.208	3.71
60-80	15.197	3.36	18.284	4.24
80-100	12.339	3.38	11.933	3.42

TABLO 2. AĞAÇLI KÖMÜR OCAKLARI ARTIK MATERYALLERİ AĞAÇLANDIRMA ALANINDA SAHLI ÇAMI, FISTIK ÇAMI VE SALKIM AĞACI ALTINDA ÖLÜ ÖRTÜ MİKTARI, ÖLÜ ÖRTÜDEKİ ORGANİK MADDE VE TUM AZOT (N) İLE TOPRAKTAKİ ORGANİK KARBON (C_{org}) VE TUM AZOT BİRİKİMLERİNİN DOĞAL MEŞE ORMANI İLE KARŞILAŞTIRILMASI (DİKİM: 1988-1989, ÖLÇME: 1997) (TECİMİN 2000 KAYNAĞINDAN DÜZENLENMİŞTİR)

AĞAÇ TÜRÜ		SAHİL ÇAMI														FISTIK ÇAMI						SALKIM AĞACI		DOĞAL MEŞE ORMANI		
ÖRNEK ALAN NU	ÖRNEK ALAN SAYISI	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	VIII	IX	X	XI	XI	XII	XII	
		3	3	1	3	3	5	3	3	3	1	3	3	5	3	1	1	3	1	1	3	6	6	3	3	
				TUZLU MATERYAL			KÖMÜR KIRINTILI				TUZLU MATERYAL				KÖMÜR KIRINTILI	FLÖSEN-1 TOPRAK	TUZLU MATERYAL 26 N'LI O.A.TUZLU		FLÖSEN-1 TOPRAK	TUZLU MATERYAL 26 N'LI O.A.TUZLU		ORG. MAD. VE		ORG. MAD. VE		
		ÖLÜ ÖRTÜDE ORGANİK MADDE (Org. Mad.) TOPRAKTA ORGANİK KARBON (C _{org})							TÜM AZOT (N _t)							ORGANİK MAD. VE (C _{org})			TÜM AZOT (N _t)			(C _{org})	(N _t)	(C _{org})	(N _t)	
ÖLÜ ÖRTÜ	Ölü Örtü Miktarı	kg/ha	1483	1577	1395	2823	2365	2054	2188								4140	1740	2743				11963		12503	
	Ölü Örtüde Org. madde ve azot	% gr	92,48	86,00	81,30	89,57	93,12	91,19	87,72	0,360	0,300	0,264	0,288	0,376	0,505	0,436	84,20	82,33	91,75	0,882	0,473	0,391	82,19	1,00	74,94	1,24
		kg / ha	1372	1356	1134	2529	2202	1873	1920	5,3	4,7	3,7	8,2	8,9	10,6	11,4	3486	1433	2517	35,6	8,2	14,5	9897	120,3	9390	155,0
	Derinlik, cm																									
	0 - 1	% gr	1,580	0,767	0,120	1,257	1,800	1,232	2,110	0,101	0,060	0,040	0,037	0,104	0,094	0,101	3,990	0,080	0,930	0,278	0,099	0,070	1,772	179,9	6,530	0,392
TOPRAK		kg / ha	1004	415,0	44,0	564,7	822,7	1410,5	1193	63,7	31,7	15,0	17,0	47,7	81,2	58,3	3080	53	666,0	215,0	66,0	49,7	1379	139,3	2339	140,3
	1 - 6	% gr	0,453	0,303	0,050	0,670	0,403	0,382	0,600	0,026	0,023	0,017	0,028	0,041	0,048	0,044	1,140	0,020	0,240	0,151	0,018	0,026	0,457	0,074	3,227	0,277
		kg / ha	1527	415,7	99,0	679,0	992,7	2164	1730	87,7	65,3	33,0	68,0	100,7	208,2	130,3	3751	68	809,7	497,0	61,0	87,7	1782	289,7	6616	576,0
	6 - 10	% gr	0,140	0,067	0,020	0,123	0,093	0,094	0,223	0,016	0,005	-	0,005	0,009	0,013	0,013	0,330	-	0,100	0,063	0,010	0,008	0,128	0,023	2,107	0,151
		kg / ha	387,7	255,5	33,0	371,0	191,7	433,5	512,0	45,3	18,0	-	13,5	19,3	46,4	31,0	883	-	288,7	169,0	27,0	24,3	486,5	112,6	7482	769,3
	10 - 20	% gr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,060	-	0,013	0,010	-	-	0,010	0,012	1,123	0,103
		kg / ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	439	-	302,0	73,0	-	-	253,5	69,3	6035	679,3
	20 - 40	% gr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,457	0,059
		kg / ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4948	348,3
		Toprakta Toplam kg / ha x 0,4m	2919	1001	176	1491	2007	4008	3435	196,7	109,0	48,0	94,0	167,7	336,0	219,7	8153	121	1865	953	154	161,7	3732	592,2	27419	2513
Genel Ortalama					2429,8								178,86				8153	121	1865	953	154	161,7	3732	592,2	27419	2513

Not: Ölü örtü miktarı ile ölü örtüdeki organik madde ve azot miktarları 1 ha alandaki fidan sayısına göre hesaplanmıştır.

Ölü örtü birikimine bağlı olarak ayrışan ve kolloid humusa dönüşen organik madde ve azot ham materyale derinlemesine taşınmağa ve karışmağa başlamıştır (yağış suları ile sızıyor) (Tablo 2 ve Şekil 1). Tablo 2 ve Şekil 1 incelendiğinde ham materyaldeki organik karbon (C_{org}) miktarının Sahil çamı, Fıstık çamı ve Salkım Ağacı altında birbirine yakın değerlerde bulunduğu anlaşılmaktadır (Tuzlu materyalde daha az miktarda). Buna karşılık Salkım Ağacı altındaki ham materyalde tüm azot (N_t) miktarları aynı yılda dikilmiş olan Sahil Çamı ve Fıstık Çamı altındaki materyallerinden daha fazla olup daha derine ulaşmıştır. Salkım Ağacı dikim alanında görülen bu tüm azot (N_t) fazlalığı, ağacın köklerindeki Rhizobium bakterilerine bağlıdır (Kantarci, M.D. 2000). VI nu'lu Sahil Çamı dikim alanında organik karbon (C_{org}) ile tüm azotun (N_t) fazla bulunması ise buradaki materyalin hacim ağırlığına ve bir miktarda linyit kömürü kirıntılarının bulunuşuna bağlıdır (Sadece ölü örtü ayrışmasına bağlı değil) (Tablo 2, Şekil 1).

6. ORMAN EKOSİSTEMİ GELİŞİMİNİN BAŞLAMASI (YENİ TÜRLER)

Ağaçlandırma alanında özellikle Sahil Çamı ve Fıstık Çamı dikim alanlarında 1997/98 yıllarından itibaren artan bir sayıda diğer ağaç ve çalı türlerine ait fidanlar ile Sahil Çamı fidanları dikkati çekmeğe başlamıştır (İlk fidanlar daha önce görülmüştür). Kış mevsiminde yaprak dökmeyen çam fidanları arasında görülen bu yeni fidanlar Salkım Ağacı dikim alanlarında çok seyrek. Burada; ağaçlandırma alanı içinde farklı derinliklerde oluşmuş göller (bir kısmını kendimiz oluşturduk), çam ormanı (kapalı ve kuytu) ile çevredeki doğal meşe baltalık ormanları ve burada yaşayıp suya gelen yabani hayvanlar arasındaki ilişki önemlidir. Yabani hayvanlar meşe ormanında yedikleri meyveler ve tohumları suya gelirken geçtikleri veya barınmağa başladıkları çam ormanına dışkıları ile getirmektedirler. Meşe palamutlarını ise Meşe Kargası ekmektedir. Bu olayı ağaçlandırılmış bir ham materyalin biyolojik çeşitliliğinin giderek artması ve ekolojik bir sisteme dönüşmeğe başlaması (ormanlaşma) olarak incelemek gerekmektedir. Bu inceleme için üç örnek alan alınmıştır. Örnek alanlardan iki tanesi Sahil Çamı dikim alanında, bir tanesi de Fıstık Çamı dikim alanındadır (Tablo 3). Sahil Çamı dikim alanında tablo 2'de ölçülmüş olan tuzlu materyal göçtüğü gittiği için sadece Fıstık Çamı dikim alanındaki tuzlu materyalde örnek alan alınmıştır. Sahil Çamı dikim alanında örnek alan 1 ve 2'de çamların boy / çap ilişkileri tablo 1'de verilmiştir. Tuzlu materyal üstündeki Fıstık çamları ise iyi gelişmemişler ve alanı ancak %50-60 kadar kapatabilmişlerdir (Tablo 3) (Tablo 2'deki IX nu'lu örnek alan). Bu üç örnek alanda çamların boy sınıflarına sayı olarak dağılımı (1 ha alana dönüştürülmüş sayı) Şekil 3'te verilmiştir. Bu örnek

alanların ($20 \times 20 = 400 m^2$) içinde alınan $10 \times 10 = 100 m^2$ lik örnek alanlarda (4 veya 5 alt örnek alan) yeni yetişen Sahil Çamı, Meşe, Muşmula ve Kocayemiş fidanlarının sayısı ve boy sınıflarına dağılımı Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde $100 m^2$ lik örnek alanlardaki Sahil Çamı gençliğinin sayısının 16-123 arasında, Meşe gençliği sayısının 2-24 arasında, Muşmula gençliğinin sayısının 1-3 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Bu örnek alanların arasındaki ağaçlandırma alanında tek tük Alıç (Akdiken = *Crataegus monogyna*) ve başka türler de vardır.

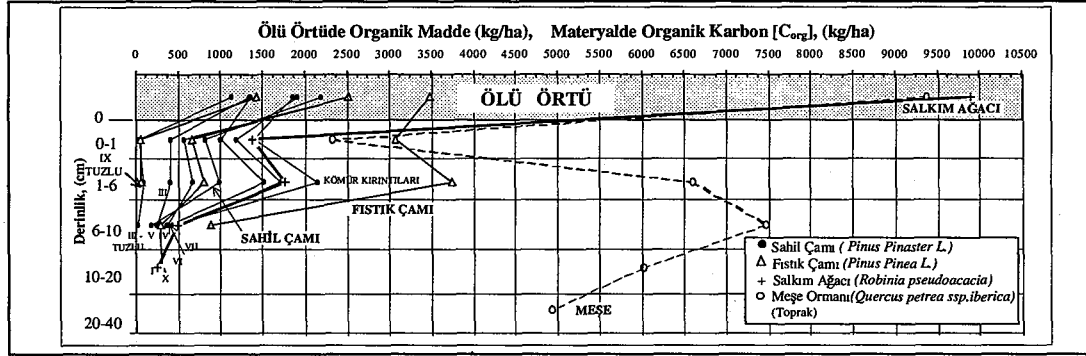
Ağaçlandırılmış alanlara meşcere kapalılığına ve yan ışığı alımına bağlı olarak pek çok ot türü de gelmiştir. Otlar tam kapalı ve yan ışığı alamayan çam meşcerelerinin altına gelememişlerdir. Tuzlu materyallerin üstüne de pek az gelebilmişlerdir. Fıstık Çamlarının kozalakları toplandığı için gençlik oluşturan tohum toprağa düşmemektedir.

7. SONUÇLAR VE KONU İLE İLGİLİ PLANLAMALAR İÇİN ÖNERİLER

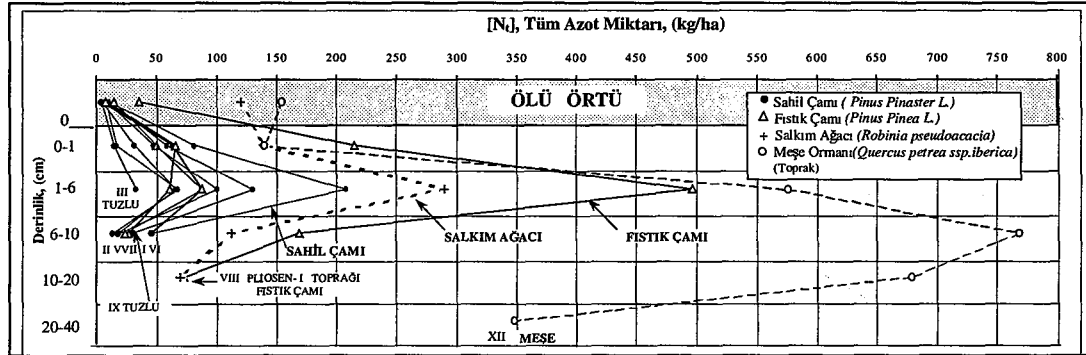
Ağaç' da ham materyaller üstünde yapılan ağaçlandırmalarda elde edilen sonuçların konumuzla ilgili olanları aşağıda sıralanmıştır.

- (1) Ham materyaller (su tutabilen) doğrudan ağaçlandırılabilir. Önce otlandırmak sonra çalılandırmak, daha sonra ağaçlandırmak sırasında bir sürece gerek yoktur.
- (2) Ham materyallerin ağaçlandırılmasında hızlı gelişen fakat kanaatkâr olan ağaç türleri kullanılmalıdır. Yavaş gelişen türler materyalin yüzeyini kısa sürede kapatamayacağı için rüzgâr ve su erozyonunun gelişmesine, oyuntu ve yarıntıların oluşumuna fırsat verirler.
- (3) Ekolojik istekleri az olan kanaatkâr fakat hızlı gelişen üç tür Ağaçlı ham materyallerinde başarı ile kullanılmıştır. Bunlar Sahil Çamı, Fıstık Çamı ve Salkım Ağacı olup, İğde (daha ılık bölgelerde), Kara Servi de (Kireçli materyallerde (bu türlere eklenebilir). Servi Ağacı' da başarılı olmamıştır. Çünkü materyal şiddetli asittir.
- (4) Materyalin topraklaşmasında ve azot birikiminin sağlanmasında Salkım Ağacı ve İğde çok önemli türlerdir. Bunların kökleri derine ulaştığı gibi bu köklerdeki serbest azotu bağlayan bakterilerin ve mantarların varlığı ham materyalde derinlemesine bir azot zenginleşmesini sağlamaktadır. Korunga (*Onobrichis sativa*) ise ancak üst toprakta bir azot zenginleştirme yapabilmektedir (1-3 yıl süre ile).
- (5) Materyaldeki kükürt asitleşmeye sebep olmuştur. Ancak ağaçlandırmada kullanılan üç tür bu asitleşmeden etkilenmemişlerdir (Sahil Çamı, Fıstık Çamı, Salkım Ağacı). Bu başarı ekolojik istekleri ham materyalin özelliklerine uygun türlerin seçilmesine bağlıdır.

ŞEKİL 1. AĞAÇLI KÖMÜR OCAKLARI ARTIK MATERYALLERİ AĞAÇLANDIRMA ALANINDA SAHİL ÇAMI, FISTIK ÇAMI, SALKIM AĞACI ALTINDAKİ ÖLÜ ÖRTÜDE ORGANİK MADDE (kg/ha) VE HAM MATERYALDE ORGANİK KARBON (C_{org}) BİRLİKİMİ (DİKİM: 1988-89, ÖLÇME: 1997) İLE DOĞAL MEŞE ORMANINDAKİ ORG. MADDE VE C_{org} MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.



ŞEKİL 2. AĞAÇLI KÖMÜR OCAKLARI ARTIK MATERYALLERİ AĞAÇLANDIRMA ALANINDA SAHİL ÇAMI, FISTIK ÇAMI, SALKIM AĞACI ALTINDAKİ ÖLÜ ÖRTÜ İLE HAM MATERYALDE TÜM AZOT (N_t) BİRLİKİMİ (DİKİM: 1988-89, ÖLÇME: 1997) İLE DOĞAL MEŞE ORMANINDAKİ TÜM AZOT BİRLİKİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.



Kaynak: Şekil 1 ve 2, (Tecimen 2000) kaynağından düzenlenmiştir.

TABLO 3. AĞAÇLI YÖRESİNDE (İSTANBUL) AÇIK KÖMÜR OCAĞI İŞLETMESİNİN FARKLI ARTIK MATERYALLERİ ÜSTÜNDE SAHİL ÇAMI İLE FISTIK ÇAMININ “BOY/ÇAP₁₃” GELİŞİMİ.

ÖRNEK ALAN : 1

KUMLU BALÇIK-KUMLU KILLI BALÇIK MATERYALI
ÜSTÜNDE SAHİL ÇAMLARININ GELİŞİMİ
DİKİM YILI: Aralık 1988 , ÖLÇME YILI : 19. 9. 2002

ÖRNEK ALAN : 2

KUMLU BALÇIK VE AĞIR BALÇIK MATERYALI ÜSTÜNDE
SAHİL ÇAMLARININ GELİŞİMİ
DİKİM YILI: Aralık 1988 , ÖLÇME YILI : 18. 9. 2002

ÖRNEK ALAN : 3

KÜKÜRTLÜ VE TUZLU KUMLU KILLI BALÇIK
MATERYALI ÜSTÜNDE FISTIK ÇAMLARININ GELİŞİMİ
DİKİM YILI: Aralık 1988 , ÖLÇME YILI : 19. 9. 2002

ÇAP, Ø_{1,30} cm AĞAÇ SAYISI

ÇAP, Ø _{1,30} cm																AĞAÇ SAYISI	
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20																400m ² 1ha	
9.5																	
9																	
8.5																	
8																	
7.5																	
7																	
6.5																	
6																	
5.5																	
5																	
4.5																	
4																	
3.5																	
3																	
2.5																	
2																	
1.5																	
1																	
0.5																	
0																	

BOY, m

ÇAP, Ø_{1,30} cm AĞAÇ SAYISI

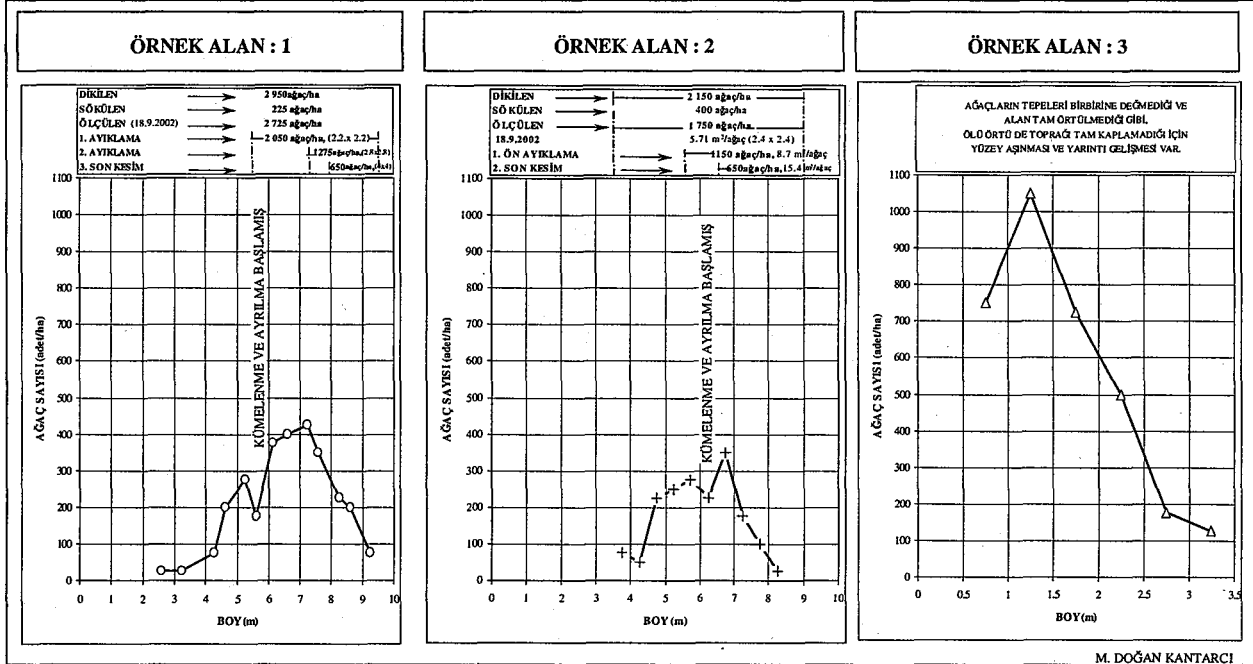
ÇAP, Ø _{1,30} cm																AĞAÇ SAYISI	
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20																400m ² 1ha	
9.5																	
9																	
8.5																	
8																	
7.5																	
7																	
6.5																	
6																	
5.5																	
5																	
4.5																	
4																	
3.5																	
3																	
2.5																	
2																	
1.5																	
1																	
0.5																	
0																	

BOY, m

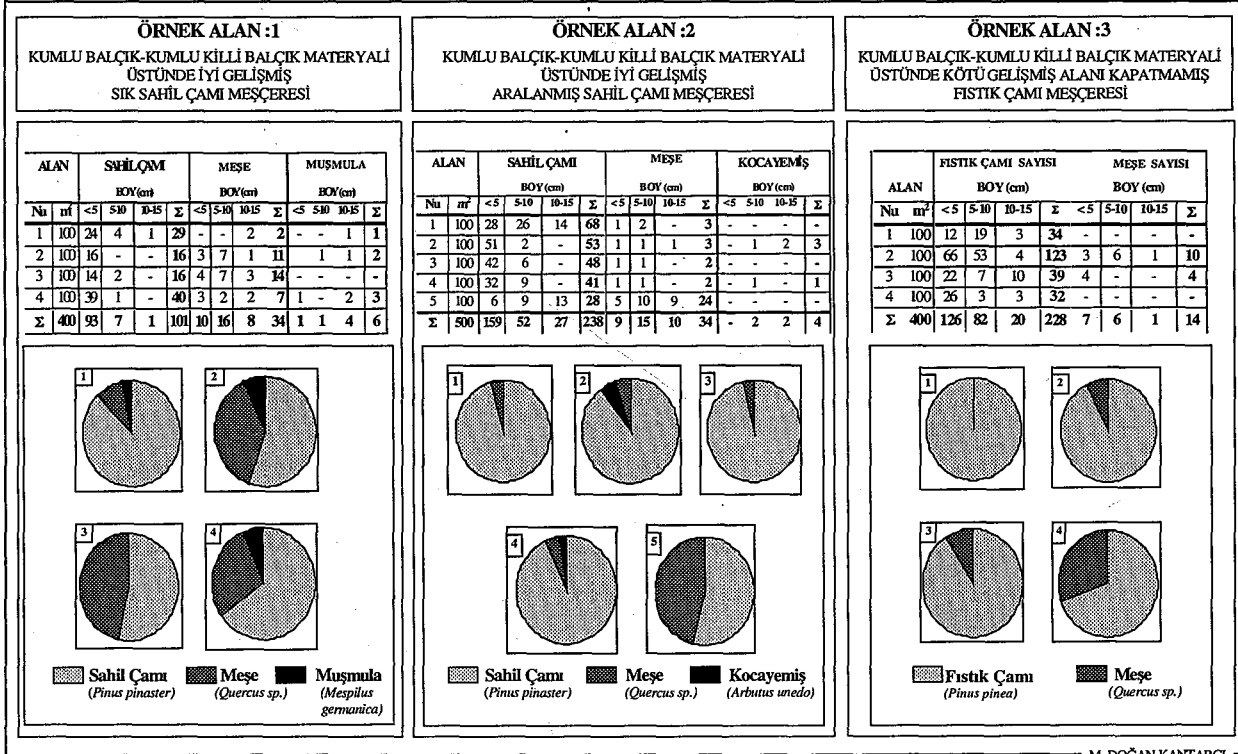
ÇAP, Ø_{1,30} cm AĞAÇ SAYISI

—M. DOĞAN KANTARCI

ŞEKİL 3. ÖRNEK ALAN 1, 2, 3'te ÖLÇÜLEN SAHİL ÇAMLARI İLE FISTIK ÇAMLARININ BOY SINIFLARINA GÖRE DAĞILIŞI VE
1. AYIKLAMA, 2. AYIKLAMA İLE SON KESİMDE (BOŞALTMA) ORMANDA BIRAKILACAK AĞAÇ SAYILARI



ŞEKİL - 4 AĞAÇLI'DA KÖMÜR OCAĞI ARTIK MATERYALLERİNDE ARALIK 1989'DA YAPILAN SAHİL ÇAMI VE FISTIK ÇAMI AĞAÇLANDIRMA ALANINDA SAHİL ÇAMLARI İLE MEŞE GENÇLİĞİNİN GELİŞİMİ (18-19 EYLÜL 2002).



(6) Sahil Çamı meşcerelerindeki gelişme çok iyidir (Şekil 2). Şekil 3'teki boy/ağaç sayısı grafikleri üst boy ve alt boy kümelenmesinin başladığını göstermektedir. Boy kümelenmelerinin başlaması ilk ayıklama (bakım) çağının geldiğini göstermektedir. Yetiştirilen sahil çamı ormanının 25 yıl idare süresi ile işletilmesi halinde meşcere yapılarına göre 1.ayıklama ile 2.ayıklamada yaklaşık 1/3 ve 1/3 oranında kesim yapıp, son kesime 650 ağaç/ha bırakılması uygun olacaktır.

(7) Açık ocak işletmesi artışı ham materyallerin ağaçlandırılması ve araya serpiştirilen çeşitli derinliklerdeki göller (göl, bataklık, sulak alan gibi) buraya kurbağa, yılan, kaplumbağa gibi hayvanların yerleşmesini sağlamış, domuz, karaca v.b. hayvanların suya geçişleri sağlanmış, birçok kuş ve en önemlisi meşe kargası da buraya gelmiştir. Bu hayvanların alandan geçmeleri veya alana yerleşmeleri çevredeki doğal meşe ormanlarındaki çeşitli ağaç ve çalı türlerinin tohumlarının ağaçlandırma alanına taşınmasını da sağlamıştır. Böylece ham materyaller bir yandan "topraklaşmak" sürecine girerken, öte yandan da ağaçlandırma alanı bir orman "ekosistemi olmak" sürecine girmiştir (Şekil 4).

Sonuç olarak; çok bozuk ve tahrip edilmiş veya bitki örtüsü tamamen yok edilmiş orman alanlarında yeniden orman kurmak ve bu alanları (toprakları) üretime sokmak gerekmektedir. Bu alanların üretime sokulması için en kestirme yol ağaçlandırmaktır. Orman toprağı, üstündeki ağaçları kesilmekle, orman toprağı olma özelliğini yitirmez. Açık ocak işletmelerinin ham materyal atıklarının yığıldığı (orman toprağı olmak niteliğinin yok edildiği) orman arazisi dahi ağaçlandırılarak korunmuş ve üretime sokulabilmiştir. Planlamada bu tahrip edilmiş alanlarda ne yapılacağı, hangi ağaç türlerinin hangi özellikteki materyallere niçin dikileceğinin kararlaştırılması için gerekli bilgilerin pek çoğu Ağaçlı ağaçlandırması ile sağlanmış ve Türkiye ormancılığının faydalanmasına sunulmuştur. Türkiye orman alanı içinde küçük bir alanda yapılan ve başarılı Ağaçlı ağaçlandırması; ham materyallerin dahi ağaçlandırılıp ormana dönüştürülebileceğini göstermiştir. Bu başarı; 6831 sayılı Orman kanunun 2 - B maddesini değiştirerek orman alanlarını "orman özelliğini kaybetmiştir" ifadesi ile satmaya veya peşkeş çekmeğe yeltenenlerin haklı olmadıklarını gösteren önemli bir sonuçtur.

Bu çalışmanın, gerek arazideki ölçmelerinde, gerekse yayına hazırlanması aşamasında gösterdiği yaratıcı ve titiz gayretleri için Maden Mühendisi Dr. Nuray Tokgöz'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Kantarci, M.D., 1980. Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Üzerine Araştırmalar (Almanca özet ile). *İ.Ü. Yayın No: 2636, Orman Fakültesi Yayın No: 275, (XVIII+352), Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.*
- Kantarci, M. D., 1988. Çatalca Yarımadasının Kuzey Kesiminde (Ağaçlı Yöresi) Linyit Kömürü Açık İşletme Alanlarında Arazi Kullanımı ve Ağaçlandırma İçin Temel Ekolojik İncelemeler ve Değerlendirmeler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri: A. Cilt: 38. Sayı:1. s: 60-90. İstanbul.*
- Kantarci, M.D., 2000. Toprak İlimi (Ders Kitabı, 2. Baskı). *İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, (XII+ 420), Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.*
- Kantarci, M.D, Tecimen, H.B., Bulut, G., 1998. Açık Maden Ocağı Artıklarında Yapılan Ağaçlandırmaların Ekosisteme Dönüştürülmesi. *Beykoz İlçesi Çevre Sorunları Sempozyumu 6-7 Haziran 1998- Beykoz, (Editör: Öztürk, H.), Türk Deniz Araştırmaları Yay. Nu. 3, (160-172), İstanbul.*
- Kantarci, M.D., H. Tecimen, B., Bulut, G., Öztürk, B., (1998): Ağaçlı Kömür Ocaklarının Artık Materyal Üstünde Yetiştirilen Ormanların Gelişimi İle Anamateryal (Toprak) Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu, 21-23 Eylül 1998- Bahçeköy, (458-479), İstanbul.*
- Kantarci, M.D., Öztürk, M., 2003. Yeniden Düzenlenmiş bir Açık Kömür Ocağı Sahasında (Ağaçlı-İstanbul) Yağışın Sebep Olduğu Yüzey Erozyonu ve Ağaçlandırmanın Önleyici Etkisi. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (19-21 Mart 2003) Kitabı, ISBN 975-561-236-X, (107-130) (Editörler: O. Şen, L. Şaylan, K. Koçak, H. Toros). İtli Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Enerji Matbaacılık, İstanbul.
- Tecimen, H. B., 2000. Ağaçlı (İstanbul) Kömür Ocakları Artıkları Üstündeki Ağaçlandırmanın Ham Materyaldeki Organik Madde ve Azot Birikimine Etkileri. *İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalında (İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak İlimi ve Ekoloji Programı) Yüksek Lisans Tezi, (109s). Danışman: Prof. Dr. M. Doğan Kantarci, İstanbul (Yayınlanmamış).*
- Tecimen, H. B., 2001. Investigation of Effect pollution (SO₂) on plantations in İstanbul Ağaçlı Coal Mine Residuals. *Proceedings of Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, 25-28 September 2001, (Editors: Topçu,*

- S., Yardım, M.F., İncecik, S.), ISBN 975 561-193-2-(86-91), Ata Ofset Matbaacılık, İstanbul.
- Tokgöz, N., 2003. Ağaçlandırılmış Açık Kömür Ocağı Artık Materyallerinde Arazinin İslâhı ve Materyalin Stabilizasyonunda Ağaç Köklerinin Etkileri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Programında Yapılmış *Doktora Tezi*, (XIX + 243), (Danışman: Prof. Dr. M. Doğan Kantarcı), (İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü ve İ.Ü. Araştırma Fonu Proje nu: T-1003/19 02 2001), İstanbul.
- Tokgöz, N., 2004. Research on the Effect of the Tree Roots on the Forested Land over the Open Coal Mine Residual Materials; Rehabilitation and Stabilization of the Land, *SWEMP 2004, 8th International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production*, (Edit: Paşamehmetoğlu-Özgen), ISBN: 975 -6707-11-9, 17-20 May 2004, Antalya, s: 305-311.

Aydın Linyit AŞ Arazilerinde Yeniden Bitkilendirme ve Tarımsal Amaçlı Çalışmalar

S.Kostak

Aydın Linyit Mad. San. ve Tic. AŞ, Aydın

ÖZET: Aydın Linyit A.Ş.'nin 1910 yılından beri Aydın - Merkez ilçesindeki maden alanlarında faaliyetlerini sürdürmekte olup, halen üretim kapasitesi yıllık olarak 450 bin tondur. Linyit madenciliği faaliyetleriyle bozulan doğal dengeyi tesis etmek ve araziye yeniden üretime yönelik olarak değerlendirmek hem yasal hem de ekonomik sebeplerle önem taşımaktadır. Bu amaçla şirketimiz 2000 yılında Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü ile işbirliği yaparak bir araştırma projesini başlatmıştır. Bu projeyle farklı yaştaki dökü alanlarında sulama ve gübreleme işlemleri uygulanarak beş değişik ağaç türünün (kızılcım, akasya, ığde, badem ve zeytin) bu alandaki beş yıllık başarısı ölçülmüş olup ve sonuç raporu bu yıl sunulacaktır.

Şirketimizin mülkiyetinde bulunan madencilik faaliyetlerinin sona erdiği 500 dekar arazide zeytin, incir, şaraplık bağ, defne ve kekik gibi üretime yönelik tarım ürünleri yetiştirilmektedir. Ayrıca Maden Kanunu, Orman kanunu ve ilgili özel ağaçlandırma yönetmeliği kapsamında özel orman kurmak amacıyla devlet mülkiyetinde olup da madencilik faaliyetlerinin tamamlandığı arazilerde özel ağaçlandırma çalışmalarına başlanmıştır. Halen 890 dekar arazi üzerinde erozyonu önlemek amacıyla yalancı akasya ve tarımsal üretim amacıyla zeytin plantasyonları kurulmuştur.

Şirketimizin mülkiyetinde bulunan çiftlik arazileri de madencilik faaliyetleri tamamlanan arazilerle birlikte 2003 yılından beri "Aydın Linyit A.Ş. Tarım İşletmesi" altında toplanmıştır. Bu Tarım İşletmesinin amacı madencilik sonrasında arazi verimliliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak, yeni istihdam alanları yaratmak, organik tarım ve Eurepgap standartları çerçevesinde dış piyasa için ürün yetiştirmektir.

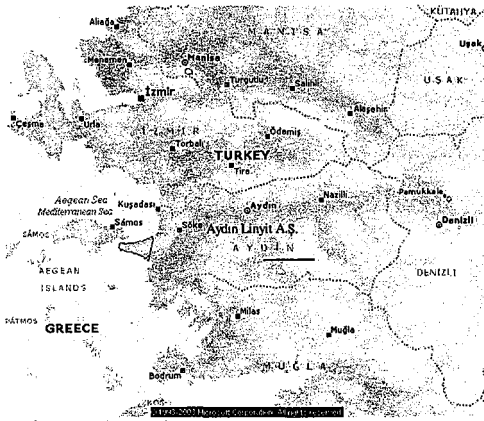
ABSTRACT: Since 1910, Aydın Linyit A.Ş. operating in the mining fields in Aydın central area with nearly 450.000 tones production capacity. To renovate the natural balance which was partly somehow defeat because of the lignite mining facilities is not only important to turn all this fields into productive areas again but this is also a legal responsibility and an economical benefits as well. With this aim, we have cooperated with Aegean Forestry and Research institute to start new projects. Within that Project, five different kinds of trees like, *Pinus brutia*, *Robinia pseudoacacia*, *Elagnus angustifolia*, *Amigdalus angustifolia* and *Olea europa* has been planted different dökü fields and the productivity of those with watering and manuring has been closely watched during five years time and the result will present with a report soon.

In the fields, nearly 500 dekar, which our mining facilities are over, olive trees, ficus trees, vineyard, daphne and oregon are planted. In addition to this, regarding to the Mining Legislation and Forestry Legislations we start a new Project to built a private forestry area. At the moment, to prevent erozyon, plant yalancı akasya and zeytin on 890 dekar.

The farms which are belong our firms and the fields that are mentioned above, are put under the name Agricultural Company (Aydın Linyit A.Ş.) since 2003. The aim of this agricultural company is; to yurn the corrupted mining fields into productive fiels again, increase employment and make ecological agricultural and Eurepgap standarts.

1. GİRİŞ

Aydın Linyit kömür işletmeciliği halen faaliyetin sürdürüldüğü araziler çevresinde 1910 yılında Osmanlı imtiyazı ile Fransızlar tarafından başlatılmıştır. Arazilerimiz Aydın-Muğla karayolundan 10 km içeride Aydın Merkez ilçe sınırlarında Şahmalı, Gölhisar, Sıralar ve Tepeköy köy arazilerine bağlı olarak 310 m. yükseklikte yer almaktadır (Resim 1).



Resim 1. Aydın Linyit A.Ş.'nin Sahalarının Genel Haritası.

Kömür üretimi ilk yıllarda günlük 1-2 ton iken 1960 ta 250-300 bin ton, 1974'te 600 bin ton seviyesine ulaşırken bugün yıllık 450-500 bin ton olarak sürdürülmektedir. Görüldüğü gibi kullanılan ileri teknoloji, yeraltı ve yer üstü modernizasyon yatırımları üretim kapasitesini sürekli geliştirmiştir. Üretilen tuvanen kömürü zenginleştirme ve paketleme işlemlerinden geçirilerek satışa sunulmaktadır. Tüm işletme aşamalarında insan sağlığı, iş güvenliği ve çevre bilinci kurumun öncelikli amaçlarından olmuştur.

İnsanlık tarihinin önemli hammadde ihtiyacını karşılayan madencilik faaliyeti sırasında bazı doğal dengeler bozulsa da yasalar ve öncelikli amaçlarla bu dengelerin yeniden korunması mümkün olmaktadır. Madencilikle uğraşan işletmelerin temel görevlerinde biri de üretim faaliyetleri sonunda tahrip edilmiş araziye mümkün olduğu kadar doğal haline getirerek yeniden kullanım imkanı yaratmak olmalıdır. Şirketimiz bu bilinç ile sürdürülebilir kalkınma ilkesi çerçevesinde yeniden bitkilendirme ve tarımsal amaçlı çalışmalarına araştırma ve üretim kapsamında başlamıştır. Bu çalışmalar sonucu

arazilerimiz ekolojiye ve ekonomiye yeniden kazandırılmış olacaktır.

2. ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇALIŞMALARI

2.1. Diğer Ülkelerdeki Uygulamalar

ABD ve Avrupa ülkelerinde uygulamalar ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte ÇED veya benzeri çalışmalar sonucunda tahrip edilen araziler genellikle maden işletmecisi tarafından rehabilite edilmektedir. Örneğin ABD de maden işletmeciliğine başlamadan önce rehabilitasyon planı hazırlanmaktadır. Toprak kalınlığı 12.5 cm dahi olsa ayrıca depolanarak rehabilitasyon esnasında arazinin üstüne serilmektedir. Maden işletmecileri faaliyetler tamamlandıktan sonra 5 yıl boyunca araziye rehabilite etmek zorundadırlar.

Madencilik maliyetleri tamamlanmış arazilerde ilk başlarda otsu ve çalimsı bitkilerle toprak oluşumunun hızlanmasına yardımcı olunmakta ve nihai bitkilendirme daha sonra da yapılabilmektedir.

Tüm gelişmiş ülkelerde özellikle yetmişli yıllardan sonra çevrecilik konusunun önem kazanması ile birlikte bu konudaki bilimsel çalışmalar oldukça artmıştır.

2.2. Ülkemizde Bu Konuda Yapılan Bazı Bilimsel Çalışmalar

Kantarıcı, (1988) Kut Madencilik A.Ş.'nin İstanbul – Ağaçlı'da bulunan linyit arazilerinde yaptığı çalışmalarda yalancı akasya ve sahil çamı türlerinin gelişimini karşılaştırmıştır.

Güney ve Şimşir, (2001) 'Türkiye' de Açık Maden Ocakları ve Peyzaj Onarım Çalışmaları'nda madencilik sonucu bozulan alanlarda peyzaj onarım çalışmalarının zaten yasalar gereği yapılmasının zorunlu olduğunu, ancak arazi ıslahını planlamanın çok disiplinli bir şekilde ele alınması ile kolay ve ekonomik bir şekilde başarılı olunabildiğini belirtmişlerdir.

Karakurt, (2003) Ege Bölgesinde Milas ve Soma da TKİ tarafından linyit işletmeciliği yapılan arazilerde tekrar orman örtüsünün oluşumu için kızılçam, kara servi, yalancı akasya, iğde ve kokağaç ile karşılaştırmalı bir araştırma yürütmüştür. Bu türlerin performansları her iki arazi için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

2.3. Ülkemizde Üretim Amaçlı Uygulama Çalışmaları ve Yasalar

Bu tip sahalarda bitki örtüsü ve canlı toprak tabakaları tamamen yok olduğundan, topoğrafik ve jeolojik yapı tamamen değiştiğinden bitkilendirme kendine özgü kuralları uygulanmaktadır.

Bilindiği gibi madencilik özel mülkiyet içindeki arazilerde yapılabildiği gibi çoğu zaman Çevre ve Orman Bakanlığı mülkiyetindeki arazilerde de sağlanan tahsislerle yapılmaktadır. Ancak maden işletmeciliği bittikten sonra yine 'Orman Kanunu ve Orman Arazilerinin Tahsisi' ile ilgili yönetmeliğin ilgili hükümleri ve bu hükümlere istinaden düzenlenen sözleşme gereğince saha maden işletmecisi tarafından orman idaresi yetkililerine teslim-tesellüm tutanağı ile iade edilmektedir.

Devlet ormanlarında verilmiş olan maden arama ve işletme ruhsatnamesi yürürlükte olduğu sürece, üçüncü şahıslara bu alanlarla ilgili ağaçlandırma izni verilemez. Maden ruhsatnamesi sahipleri; maden arama, ön işletme ve işletme faaliyetleri ile ilgili izin süresinin bitiminden sonra veya faaliyetin sona ermesi nedeni ile orman idaresine teslim edilen kısımlarda ağaçlandırma yapmak amacı ile 6 ay içinde talepte bulunmadıkları takdirde, bu sahalarda AGM tarafından ağaçlandırılabilmesi gibi özel ağaçlandırmaya da konu edilebilir. Anlaşıldığı gibi söz konusu arazide özel ağaçlandırma için madencinin önceliği bulunmaktadır.

2.3.1. Özel Ağaçlandırma Nedir?

Ülkemizin orman sahasını ve ağaç servetini çoğaltmak, toprak-su-bitki arasındaki bozulan dengeyi kurmak, geliştirmek amacı ile gerçek ve tüzel kişilerin asli veya tali orman ürünü veren bitki türleri ile yaptıkları ağaçlandırmalara 'özel ağaçlandırma' denir.

Özel ağaçlandırma orman sınırları içindeki açıklıklarda, bozuk vasıflı ormanlık alanlarda ve verimli orman alanları ile çevrili 100 dekardan büyük boşluklarda veya bozuk alanlarda, hazine arazilerinde, gerçek ve tüzel kişilerin mülkiyet ve tasarruflarındaki alanlarda yapılabilir.

Yönetmeliğin genel uygulamasına açıklık getiren 01.07.98 tarihli 13 no'lu Ek-1 tamimi çerçevesinde zeytin, kestane, antepfıstığı, badem, mahlep, harnup, defne, güvey otları, kekik, kapari, adaçayı, kuşburnu gibi türler özel ağaçlandırmaya konu olabilirken, zeytinle ilgili yapılan bazı tartışmalar sonucu 06.08.2003 tarihinden sonra

yapılan müracaatlar için orman arazilerine zeytin ağacı dikilemeyeceği ek tamimle belirtilmiştir.

Bu durumda madencilik faaliyeti sonunda aynı arazide ağaçlandırma yapmak isteyen kurum veya kişi saha teslim belgeleri ile birlikte aynı orman işletmesine müracaatını yapar. Müracaat sonrası kurulan bir komisyon tarafından 'ön etüt raporu' hazırlanır. Bu rapor Orman Genel Müdürlüğünde onaylandıktan sonra ilgili il müdürlüğüne geri gönderilir. Onay sırasında sahanın ilgili amenajman planına uygunluğu ve 2B kapsamında bozuk orman olması istenmektedir.

Daha sonra 7 nüsha halinde özel ağaçlandırma projesi serbest çalışan bir orman mühendisine hazırlatılır. Projenin 3+1 ay içinde teslim edilmesi gerekmektedir. Projede arazi büyüklüğü, topoğrafik yapı (eğim, yön), iklim özellikleri (yağış, sıcaklık), toprak analizleri, tesiste kullanılacak bitki türü ve fidan temini (sertifikalı), arazi hazırlığı, ekim-dikim yöntemleri, bakım işleri (ot alma, budama), hastalık ve zararlılarla mücadele, arazinin ihata ve finansmanı net olarak belirtilmektedir.

Bunun sonunda projenin kontrolü Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Burada proje ile ilgili arazi büyüklüğü, eğim, iklim özellikleri, kullanılacak kaliteli fidan, ihata, finansman ve arazi işleme yöntemleri dikkate alınacak önemli kriterlerdendir.

2.3.2. Diğer Ağaçlandırma ve Tarımsal Amaçlı Üretim Çalışmaları

Bursa-Mustafa Kemal Paşa ilçesinde bulunan Bükköy Madencilik'in 1991 yılından itibaren kızılçam, karaçam, fıstıkçamı, ceviz ve badem ile yaptığı ağaçlandırmalar bu anlamdaki ilk çalışmalarındandır.

2.4. Şirketimizde Yapılan Çalışmalar

Şirketimiz madencilik faaliyeti sonrası izleyeceği stratejiyi belirlemek için tabii ki öncelikle araştırma ve geliştirme çalışmalarına öncelikle yer vermiştir.

Ayrıca ilgili yasalara uyum, çevre bilinci ve ülke ekonomisine sürekli katkı daima göz önünde tutulmuştur.

2.4.1. Şirketimizin Araştırma Çalışmalarına Katkısı

Bu anlamda ilk çalışmaya 1999 yılında başlanmış olup, 2000 yılında yapılan protokol çerçevesinde madencilik faaliyeti (dekopaj) sona eren

arazilerimizde Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü ile işbirliği yapılarak arazinin yeniden bitkilendirilme performansı ile ilgili bir araştırma projesi başlatılmıştır.



Fotoğraf 1 : Aydın Linyit A.Ş. arazilerinde bir araştırma çalışması.

Bu projede *Pinus brutia* (kızılçam), *Robinia pseudoacacia* (yalancı akasya), *Elaeagnus angustifolia* (iğde), *Amygdalus comminis* (badem) ve *Olea europea* (zeytin) olarak beş farklı ağaç türü karşılaştırılmalı olarak denenmiştir. Deneme döküden sonra beş ve on yıllık zaman aşımaları geçirmiş iki farklı arazi üzerine yine karşılaştırılmalı olarak kurulmuştur. Deneme parselleri on bitkiden oluşturulurken her uygulama üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede ayrıca sulama ve doğal gübre uygulamaları da şahit parsellerle karşılaştırılmıştır. Denemede toplam 1200 ağaç izlenmiştir. Çalışmanın başında ve sonunda parsellerden alınan toprak örnekleri de ayrıca değerlendirilecektir. Bu çalışma 2004 yılı sonu itibarı ile tamamlanmış olup, 2005 yılı sonunda sonuç raporu ayrıca ilgili araştırıcı kurum tarafından yayınlanacaktır.

Projeli yürütülen bu çalışma dışında defne, kekik gibi aromatik bitkiler ve bazı yeni meyve çeşitleri içinde demonstrasyon çalışmaları yapılmaktadır.

2.4.2. Şirketimizde Tarımsal Üretim Çalışmaları

Holdingimizin (Atay ailesinin) madencilik sektörü dışında ayrıca Aydın ilinin sahip olduğu genel tarımsal potansiyeli içinde yine çok uzun yıllardır sürdürdüğü klasik çiftçilik faaliyetleri mevcuttur.

Maden alanına çok yakın Savrandere mevkiinde 600 dekar arazi üzerinde halen zeytin, satsuma, buğday, mısır, pamuk tarımı yapılmaktadır.

2003 yılı başından itibaren maden alanı için planlanan arazi iyileştirme ve tarımsal amaçlı çalışmalar bu çiftçilik faaliyetleri ile birleştirilerek Aydın Linyit AŞ bünyesinde bir Tarım işletmesi altında toplanmıştır.



Fotoğraf 2: Üretime yatmış Gemlik çeşidine ait tesis

Şirketimiz araştırma çalışmalarına destek vermeye başladığı 2000 yılı başında bir taraftan gecikmeden üretime geçmek amacıyla yine madencilik faaliyetinin tamamlandığı 80 dekar kendi mülkiyetindeki arazi üzerinde 3000 adet Gemlik çeşidine ait zeytin fidanları ile plantasyon kurmuştur. Geçtiğimiz üretim sezonu itibarı ile bu fidanlar ilk mahsullerini vermiş olup Akhisar bölgesindeki ilgili zeytin üretim tesislerinde işlenerek değerlendirilmişlerdir.

Aynı alanda 2003 yılı başında madencilik faaliyeti biten özel mülkiyete ait 100 dekar arazi üzerinde ihracata dönük olarak önem kazanan Bursa siyahı taze incir çeşidi ile bir bahçe tesisi yapılmıştır. Bu fidanlardan 2 yıl sonra ilk mahsul alınacaktır.

2004 yılı başında ise son yıllarda önemli trendler içinde yer alan şaraplık bağ tesisi işine de girilmiş, ilk etapta maden sahaları üzerinde Fransız orijinli 20000 adet aşılı köklü bağ fidanı dikilmiştir. Önümüzdeki yıl hedefleri içinde 40000 fidan daha dikilerek üretim kapasitesi arttırılacaktır.



Fotoğraf 3 : Aydın Linyit AŞ. Arazilerinde şaraplık bağ tesisi



Fotoğraf 5:Aydın' da bir ağaçlandırma günü

Şirketimiz kendi mülkiyetindeki araziler dışında 2003 yılında özel ağaçlandırma projesi kapsamında madencilik faaliyeti sonrası orman işletmesine devrettiği 890 dekar arazinin de üretim amaçlı ağaçlandırılmasına talip olarak bu arazinin 49 yıllık işletme hakkını almıştır. İlgili yönetmeliğe uygun olarak bu arazide halen 30 000 adet yalancı akasya ve 25 000 adet Ayvalık yağlık çeşidine ait sertifikalı zeytin fidanlarının dikimi yapılmaktadır.



Fotoğraf 4:Özel ağaçlandırma projesine çerçevesinde Ayvalık çeşidi zeytin fidanları

2.4.3.Şirketimizin Çevre Duyarlılığı ve Katkıları

Şirketimiz söz konusu araştırma ve üretim çalışmaları ile amaçlarını gerçekleştirirken çeşitli sivil toplum örgütleri ile de işbirliği içindedir. Bu anlamda Aydın' da valilik, ilköğretim kurumları ve TEMA vakfı şubesi ile koordineli tanıtım ve ağaçlandırma günleri düzenlemiştir.

Madencilik sonrasında çevreden rüzgarla taşınan tohumlardan oluşan bitki örtüsü uygun alanlarda yada eğimli kısımlarda biyolojik çeşitliliği sürdürecektir şekilde muhafaza edilmektedir.

Maden alanında yeniden üretime kazandırılan bu topraklar da önceden gübre ve ilaç kullanımı ile oluşan bir kirlenme bulunmadığından, topoğrafik olarak diğer tarımsal arazilerden izole olduğundan günümüzde önem kazanan organik tarım uygulamalarına da son derece uygun bulunmuştur.

2.4.4.Şirketimizin Ülke Ekonomisi ve İstihdama Katkısı

Bütün bu ekonomik faaliyetler sonucu ihracata yönelik tarımsal ürünler hedeflenirken aynı zamanda madencilik sonrası sürekli yeni iş alanları yaratılmış olacaktır.

2.4.5.Şirketimizde Hedeflenen Diğer Çalışmalar

Fiili olarak faaliyetin sürdüğü yaklaşık 2000 dekar arazinin madencilik sonrası yeni arazileri dahil edilmesi ile 3500-4000 dekara yükselmesi beklenmektedir.

Şirketimiz henüz tesis ettiği tüm tarımsal faaliyetlerini Avrupa Birliği standartlarına uygun olarak organik tarım ve Eurepgap taahhütleri çerçevesinde gerçekleştirmeyi hedeflerken, bu konudaki yasal müracaatlarını yapmıştır.

İleriye dönük hedefler içinde iyi bir tarım markası olmak ilk sırada yer alırken ilgili üretimlerin işlenmiş ürün olarak ihracatı, ilgili işleme tesislerinin kurulması planlanmaktadır.

Aynı arazi üzerinde uygun yayla koşulu oluşturması nedeni ile yine yıllardan beri

tecrübelerimiz arasında bulunan at yetiştiriciliği için de yeni bir hara kurulacaktır.

Bütün bu uygulamalar tamamlandığında doğa turizmine uygun olarak değerlendirilecek ve kamuoyu ile paylaşılacaktır.

3. SONUÇ

Aydın Linyit arazilerinde beş yıldır sürdürülen araştırma ve üretim çalışmalarında mevcut dikilmiş bitkilerin başarılı gelişimi gözlenirken, yeniden oluşan toprak yapısı üzerinde doğal bitkilerin oluşumu da hızla artmaktadır.

Aydın Linyit Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. yıllar boyu doğadan kazandığını yine doğaya aktararak misyonunu sürdürmeye, doğaya olan borcunu ödemeye devam edecektir.

Farklı bir sektörde yeni bir istihdam imkanı yaratılırken Türkiye'nin önümüzdeki yıllarda AB için hedeflediği yeniden tarımsal yapılanma sürecine de katkı sağlayacaktır.

4. KAYNAKLAR

Anonim, 2004, Özel Ağaçlandırma Yönetmeliği, Çevre ve orman Bakanlığı, Ankara.

Güney, A ve Şinşir, F., 2000, Türkiye'de Açık Maden Ocakları ve Peyzaj Onarım Çalışmaları, Açık maden işletmeleri çalışma grubu, Dokuz Eylül Üniversitesi, Bornova, İzmir.

Kantarıcı, D., 1988, Çatalca Yarımadası Kuzey Kesiminde (Ağaçlı yöresi) Linyit Kömürlü Açık İşletme Alanlarında Arazi Kullanımı ve Ağaçlandırma için Temel Ekolojik İncelemeler ve Değerlendirmeler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A, 38, 1, 60-90.

Karakurt, H., 2003, Ege Bölgesindeki açık Kömür İşletmesi ve Toprak Döküm Alanlarında Ekolojik Şartlar ile Bu Alanlarda Yapılabilecek Ağaçlandırma Teknikleri ve Uygun Bitki Türlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Çevre ve orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araş. Enst., ISSN 1300-9508, İzmir.

Ağaçlandırılmış Açık Kömür Ocağı Artık Materyallerinde Arazinin İslâhı ve Materyalin Stabilizasyonunda Ağaç Köklerinin Mekanik Etkileri Üzerine Araştırmalar

N. Tokgöz

İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlmî ve Ekoloji Anabilim Dalı, Bahçeköy, İstanbul

ÖZET: Bu araştırmada; 1988-1989 yıllarında İstanbul Ağaçlı yöresindeki kireçsiz pliosen - I tortullarından (kumlu balçık, balçık, ağır balçık ve kil) oluşan açık kömür ocağı artık ham materyallerinde başlatılan arazi islâhı ve ağaçlandırma çalışmalarının yanında, hızlı gelişen ağaç türlerine ait kök sistemlerinin bu materyallerin stabilizasyonundaki hidro-mekanik ve biyo-mekanik etkileri, yerinde ve laboratuvar da gerçekleştirilen bir dizi ölçme ve değerlendirmelerle ortaya konulmuştur. Henüz topraklaşmamış olan bu ham materyallerin içerdikleri kükürten dolayı şiddetli asit reaksiyonu göstermelerine rağmen, ağaç köklerinin 80 - 100 cm'ye kadar materyali derinlemesine kavrayarak biyo-tahkim işlevleri ile bu materyallerin duraylılığını sağlamış olmaları, ilginç bir sonuçtur. Açık kömür ocağı işletmelerinden arta kalan ham materyallerin, "hızlı gelişen orman ağacı türleri" ile ağaçlandırılma gerekliliği konusu, bu tür problemlili sahaların özellikle ekolojik - ekonomik boyutuyla doğaya tekrar geri kazanımları açısından dikkat çekmektedir.

ABSTRACT: Ağaçlı research area that is in the north of İstanbul (Turkey) and it is a land of open pit coal mining residuals reclaimed and turned to forest in 1988-1989. The materials that are open pit mine spoils are formed by sandy loam, sandy clay loam, heavy loam and clay (non calcareous Pliocene I sediments). This reclaimed area was planted on the fast growing types of tree. The aims of this research were to determine the strength of the material provided by tree roots and evaluate the performance of the forestation practices at lands especially where open pit coal mining spoil (residual) materials piled up. The research has been performed at two stages. The first one was "hydro-mechanical effect" concerned about material moisture depletion as a result of transpiration and the second one was "bio-mechanical and bio-supporting effects" due to strength parameters of the roots and their growth pattern within the material. The results showed the increase of the displacement of the material was the significant indicator of the biomechanics tensile strength of the material provided by the tree roots. The fast growing type of tree roots have stabilized the material up to a depth for 80-100 cm by covering the coal residual materials with in 12 years.

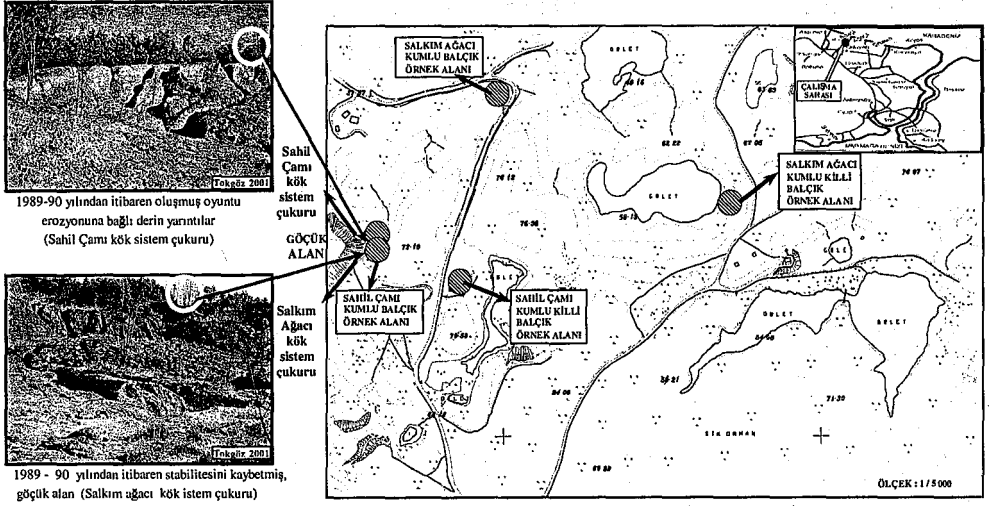
1 GİRİŞ

İstanbul'un kuzeyinde Karadeniz yolu arazisinde bulunan genç kömür yatakları 1980'den beri yaygın olarak açık ocak yöntemi ile işletilmekte olup, bu işletmeler yer yer devam etmektedir (Şekil 1). Kömür yatağına ulaşmak için kazılan çeşitli türdeki materyaller çevredeki orman alanlarında çukur yerlere (vadilere, vd.) gelişigüzel olarak doldurulmaktadır. Açık ocak işletmelerinin artıkları olan bu materyaller, yağış suları ve rüzgâr etkisi ile taşınmakta ve çevredeki diğer ekolojik sistemleri de (kara, dere, deniz) olumsuz olarak etkilemektedir.

1973 yılı öncesi bölgede çalışmalar "yeraltı işletme yöntemi" ile yapılmış olup 1973 yılından sonra açık işletme yöntemlerine geçilmiştir. Üretim halen açık işletme yöntemleri ile yapılmaktadır. Söz konusu bölgede ruhsatlı ve imtiyazlı alanlar

toplam 19 527 ha'dır. Bu ruhsatlı alanların halen 4991 ha'lık alanda üretim çalışmaları sürdürülmektedir. Söz konusu bu sahalardaki üretici kuruluş sayısının ise toplam 18 adet olarak bildirilmiştir. Kilyos - Karaburun arasındaki ruhsatlı sahalarda 1 yılda toplam 4.5 milyon ton kömür üretimine karşılık yaklaşık 100 milyon m³ dekapaj yapılmaktadır. Diğer bir anlatımla, 1 ton kömür üretimi için 22 m³ örtü malzemesinin kaldırılıp taşınması gerekmektedir. Jeolojik yapıdan ötürü bazı bölgelerdeki kömür yatakları Karadeniz'in altına doğru devam etmektedir. Bunun tespit edildiği bölgelerde de deniz altındaki kömürü çıkarmak amacıyla denize döküm yapılarak kömür yatağının üstü göle dönüştürülmekte ve oluşturulan göldeki su boşaltılmaktadır. Daha sonra kömür damarı üstündeki dolgu kaldırılarak kömür yatağına kadar inilmektedir (Tokgöz & İzibelli 1995).

Kömür yatakları üstünde 20-100 m arasında değişen kil, kumlu kil ve kumdan oluşmuş örtü



Şekil 1. İstanbul – Ağaçlı Bölgesi yerbulduru haritası ile araştırmanın gerçekleştirildiği ölçme alanları ve göçük alandan bazı kesit görüntüler (Tokgöz 2003).

malzemesi vardır. Bu örtü malzemesi, mekanik ve teknik özelliklerine göre seçilen iş makineleri (ekskavatörler) ile kazılmakta ve kamyonlara yüklenerek döküm sahalarına boşaltılmaktadır. Özellikle gelişigüzel olarak yığılarak yapılan döküm işlemi, üretim faaliyeti sonrasında Islâh çalışmalarını dikkate almadan plansız ve programsız olarak yürütüldüğünden, bu işletme artıkları genellikle ağaçlandırılmaz ve orman kurulamaz nitelikli terk edilmiş ham materyal yığınları halindedirler (Kantarıcı 1988).

Ağaçlı yöresinde genç kömür yataklarında açık ocak işletmesi ile kömür çıkarılması işlemi 1980’li yılların başında geniş ölçekte uygulanmaya başlanmıştır. Yer yer derinliği 100 m’yi geçen kömür yataklarına ulaşabilmek için önemli miktarda kazı yapılmış, kazılan pliosen I ve miosen materyalleri de en yakındaki çukur alanlara (vadilere) yığılmıştır. Bu işlemin sonunda arazinin yapısı değişmiş ve kazı materyallerinden oluşmuş yeni tepeler ortaya çıkmıştır.

Bu kalıntılardan oluşan materyal yığınları kendi ağırlıkları ile zamanla oturarak sıkı bir yapı kazanmaktadırlar. Yığma işlemi yapılırken kamyonların getirdiği materyal paletli ağır iş makineleri ile sürülmekte ve alanın tesviyesi sırasında bu ek yükü materyaller daha da sıkışmaktadır. Özellikle killi materyallerin zamanla sıkı oturması gözenek çaplarını küçülttüğünden fidan kökleri yeteri kadar hava ve faydalanabilir su bulamamakta ve kök gelişimi böylelikle engellenmektedir.

Diğer taraftan bu pek sıkı oturmuş olan materyaller sonbahar ve kış yağışları (kar suları dahil) ile ıslanıp, kil mineralleri şiştiğinde artık yağış

sularını ememezler. İlkbahar yağışları, özellikle sağanak yağışlar yüzeyi çıplak olan bu yığıntı materyaller üstünde yüzeysel akışa geçerek oyuntu erozyonuna sebep olmaktadır. Ayrıca alta bulunan ve su alıp şişmeleri ile hacimleri artan, kabarıp kayganlaşan materyaller ile bunların üstündeki materyaller - artışına neden olmakta ve bunlar kayarak göçmelere sebep olmaktadır.

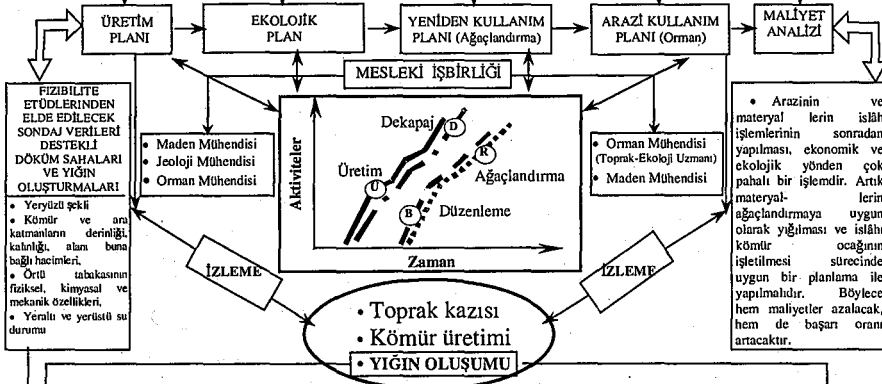
1.1 Materyallerin Ağaçlandırılabilir Duruma Getirilmesi İçin Islâh Edici Uygulamalar

Açık kömür ocağı işletmelerinde kalan arta kalan materyallerin ağaçlandırılması; bir yandan bu materyallerin yerinde tutulmasını sağlayacak, öte yandan bu materyallerden odun üretimini gerçekleştirecek ve nihayet yörede bozulan ekolojik sistemlerin yeniden kurulmasını sağlayacak çareidir. Bu amaçla 1988 yılında geniş alanda kapsamlı bir arazi hazırlığı ve ağaçlandırma çalışmasına girilmiştir. Bu çalışmalardan özellikle arazi düzenlemesi ve Islâh ile ilgili olanlardan faydalanılarak; orman arazilerindeki açık kömür işletme alanlarında ağaçlandırma amacına yönelik planlama, düzenleme, Islâh ve izleme çalışmalarına ait bilgiler topluca bir tasarım şeması çerçevesinde özetlenmiştir (Şekil 2).

**ORMAN ALANLARINDAKİ AÇIK KÖMÜR OCAĞI İŞLETMELERİNDE
ARTIK MATERYALLERİN YENİDEN AĞAÇLANDIRILMASI AMACINA
YÖNELİK PLANLAMA, DÜZENLEME İLE İSLÂH VE
AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARI**

KÖMÜR ÜRETİMİ ÖNCESİ ÇALIŞMALAR

I- AĞAÇLANDIRMA AMAÇLI PLANLAMA ÇALIŞMALARI



KÖMÜR ÜRETİMİ SONRASI ÇALIŞMALAR

II- ARAZİ DÜZENLEME VE MATERYAL İSLÂHI

BİLGİ TOPLAMA VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

SAHA BİLGİLERİ

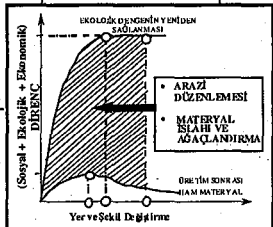
- Eski ve yeni yeryüzü şekli
- İklim (Yağış, rüzgâr yönü ve şiddeti ile ilgili diğer bilgiler)
- Yeryüzü ve yeraltı su durumu
- Yerel bitki türleri
- Yığılan materyallerin nitelikleri, yükseklikleri, kalmıkları, alanları.

LABORATUVAR BİLGİLERİ

- Artık ham materyalin özellikleri:
 - *Fiziksel özellikler* (hacim ağırlığı, derinlik, taşlılık, tane çapı dağılımı, nem, su tutma kapasitesi,
 - *Kimyasal özellikler* [pH, tuzluluk, organik madde içeriği (C_{org}, N, P, vd)]
 - *Mekanik özellikler* (materyalin SPT, CPT, vane ve konolidasyon deneyleri, kayma ve üç eksenli basınç deneyleri ile bütümlü - şişme potansiyeli).

II/A. ARAZİ DÜZENLEME ÇALIŞMALARI

- Yığınların kenarlarında dik yamaçların teraslanarak düzeltilmelidir.
- Ağaçlandırmaya uygun olmayan killi, taşlı, çok kireçli, tuzlu vb. materyaller alta serilmelidir.
- Su ekonomisi hesaplarına göre ekolojik toprak serileri haritasının hazırlanmalıdır.



II/B. MATERYAL İSLÂHI VE AĞAÇLANDIRMA

- İslâh işlemleri (Kireçleme, gübreleme ve islâh edici bitki türlerinin seçimi)
- Dikilecek türlere göre dikim aralığı ve ağaçlandırma teknikleri belirlenmelidir.
- Dikimden sonra yapılacak kültür bakımları (yöntem ve tekrar) belirtilmelidir

ARAZİNİN İZLENMESİ VE BAKIMI

- **ŞEV STABİLİTE ANALİZİ** (Kayma ve göçme hareketlerine karşı proje süresince sergilenen yapısal performansın etüdü)
- **SU DURUMU VE KALİTESİ** (Yeraltı su seviyesi, ağır metal içerikleri, su kalitesi, su bilançosu)
- **ORMANIN GELİŞİMİ** (Beslenme, büyüme ve tür çeşitliliği, vd.)

AĞAÇLANDIRMANIN İZLENMESİ VE BAKIMI

N. TOKGÖZ

Şekil 2. Açık İşletme Kömür Artık Materyal Yığınlarında Arazi Düzenleme, İslâh ve Ağaçlandırma Tasarım Şeması (Tokgöz, 2003).

Açık kömür ocağı üst materyali kazılmadan önce; arazinin yüzey şekilleri, yapılacak kazıdaki materyallerin özellikleri (kum veya kil), kalınlığı, alımı ve buna bağlı olarak hacimleri ile tüm fiziksel ve kimyasal özellikleri üretim öncesi uygulanabilirlik (fizibilite) çalışmaları sırasında yapılan sondajlarla belirlenmelidir. Buradan elde edilecek veriler yardımıyla materyal belirli plana göre ağaçlandırılabilir veya ağaçlandıramaz olarak ayrılıp yığılabilir (Tokgöz 2003).

2. ARAŞTIRMA MATERYALİ VE YÖNTEMİ

Ağaç köklerinin materyalin stabilizasyonunda etkileri; biyo-mekanik, hidro mekanik, biyotahkim ve ekyüke (sürşarj) karşı etki olmak üzere dört ana başlık altında toplanabilir. Bu ana başlıklara ilişkin genel bilgi Tablo-1’de verilmiştir (Tokgöz 2003). Bu araştırma kapsamında yalnızca biyo-mekanik ve hidro-mekanik etkiler araştırılıp değerlendirilmiştir. Ağaç kök sistemlerinin biyo-tahkim ve ek yüke karşı etkileri ile ilgili araştırmalar ise bir diğer proje kapsamında devam etmektedir (Tokgöz 2004-b). Kömür ocağı artık ham materyallerinin “fiziksel özellikleri ile su tutma kapasiteleri” ve ağaç köklerinin materyale sağladığı “biyo - mekanik desteği” ortaya koymak üzere arazide ve laboratuvarında bir dizi deneyler yapılmıştır. Bunlara ilişkin yöntem, bulgu ve değerlendirmeler yine sözü edilen bu iki ayrı ana başlık altında sırasıyla irdelenecektir.

3. BULGULAR

3.1 Ağaç kök sistemlerinin materyal stabilizasyonunda hidro - mekanik etkisi ile ilgili bulgular

Köksüz materyal kütlelerinin dik veya eğimli bir şev / yamaç kesitinde yerinden kopması, göçmesi veya dökülmesi için etkili olan güçler kendi ağırlığı (yerçekimi) ve bulunduğu yerin geometrik büyüklükleri (şev açısı, şev yüksekliği, çekme çatlağı derinliği, yerüstü ve yeraltı su geliri, vd.) ve geoteknik büyüklükleri (kohezyon, içsel sürtünme açısı, kayma dayanımı, boşluk su basıncı, vd.) ile doğrudan ilintilidir.

Materyalin ağırlığı, “kuru ağırlığı + içerdiği su” miktarı toplamıdır. Su içeriği, şişen ve genişleyen materyal kütlelerinin çevresindeki bölümleri boşluğa doğru itirerek kopmasını sağlayacak önemli ve etkili bir itme gücü (boşluk su basıncı) oluşturmaktadır.

Materyaller hiçbir zaman tam kuru hacim ağırlığına ulaşamamaktadırlar. Materyallerin (veya toprağın) ince gözeneklerinde ölü su olarak tanımlanan bir miktar su daima bulunmaktadır (Kantarıcı 2000). Ölü su miktarı materyalin ince

gözeneklerinin ($\emptyset < 0.2 \mu m$) hacmine bağlı olarak değişmektedir. Bu sebeple açık maden ocağı artıkları olan bu gevşek materyallerin denge / duraylılık (stabilite) hesaplarında materyalin kuru hacim ağırlığına, mevsime bağlı su içeriğinin de eklenmesi gerekmektedir. Çünkü materyalin tuttuğu su miktarı arttıkça materyale ek bir hacim ağırlığı $[(1 + \% \text{ Nem}) \text{ kadar bir yük}]$ kazandırmakta ve materyalin kohezyonunu, içsel sürtünme açısını ve dolayısıyla kayma direncini azaltmaktadır. Bu durum ise, materyalin kayma deformasyonlarını (sünmeyi) artırarak diğer bir anlatımla; materyalin(zeminin) kaymaya karşı koyan kuvvetini (sürtünme direncini) azaltarak, teknik ve ekonomik açıdan karşılanamayacak boyutlarda şev stabilite sorunları yaratabilmektedir (Bkz. Tablo 1, hidromekanik etki, Tokgöz, 2003, 2004-a, 2005-b).

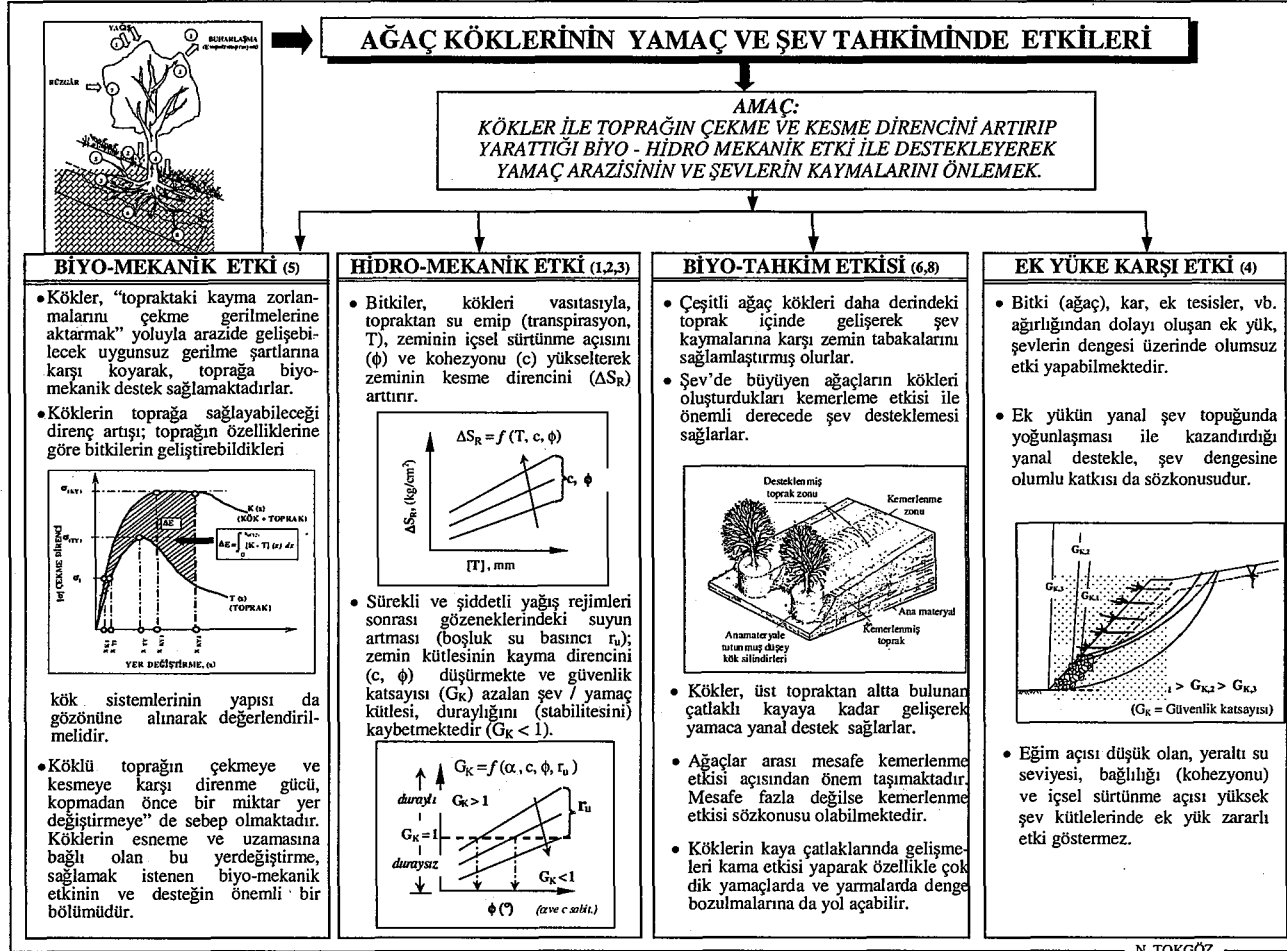
Materyalin fiziksel özelliklerinden; tane çapı dağılımı, türü ve farklı tarihlerdeki mevcut nemi araziden alınan “sonda” örneklerinden elde edilen bulgulardan; hacim ağırlığı, mevcut nem miktarı, en yüksek su kapasitesi, tarla kapasitesi, solma sınırı ve faydalanılabilir su kapasitesi ise araziden alınan “silindir” örneklerindeki bulgulardan hesaplanmıştır. Buradan, materyalin arazide zamanla ve derinliğe bağlı olarak oturmasının gözenek hacmine ve dolayısıyla birim hacim ağırlığı üzerine etkisi araştırılmıştır. Böylelikle, farklı türdeki artık materyallerde yetiştirilmiş olan ağaçların kökleri ile emdikleri su (terleme = transpirasyon) ve toprak yüzeyinden buharlaşan su (evaporasyon) sonucunda materyallerdeki depolanmış olan suyun ne kadar azaldığı, toprak suyunun aylık değişimleri ile belirlenerek, toprakta nem fazlalığından doğabilecek sürtünme kayıpları aylık değerler halinde hesaplanarak, materyalin $1 m^3$ derinlikteki tutacağı su miktarı kg/m^3 olarak ortaya konulmuştur.

Bu analojiden hareketle; sözkonusu araştırma sahası için sahil çamı ve salkım ağacı altındaki kumlu balçık ve killi materyallerin su kapasitelerinin tayini sırasında hesaplama - irdeleme kolaylığı açısından; kil içeriği (K, % gr) ile kuru ($105^\circ C$) hacim ağırlığı (γ_{hk}) arasındaki ilişkiyi, hacim ağırlığı / su çeşitlerinin materyalde bulunan sınır değerlerine (kg/m^2 . mm) oradan da $1 m^2$ materyalin mm cinsinden kalınlığına (derinliğe) bağlı olarak toplam su kapasitesi (S_t , kg/m^2 . mm) değerine ulaşmak için, nomogram tekniği kullanılmıştır (Tablo - 2) (Tokgöz 2003, 2005-a).

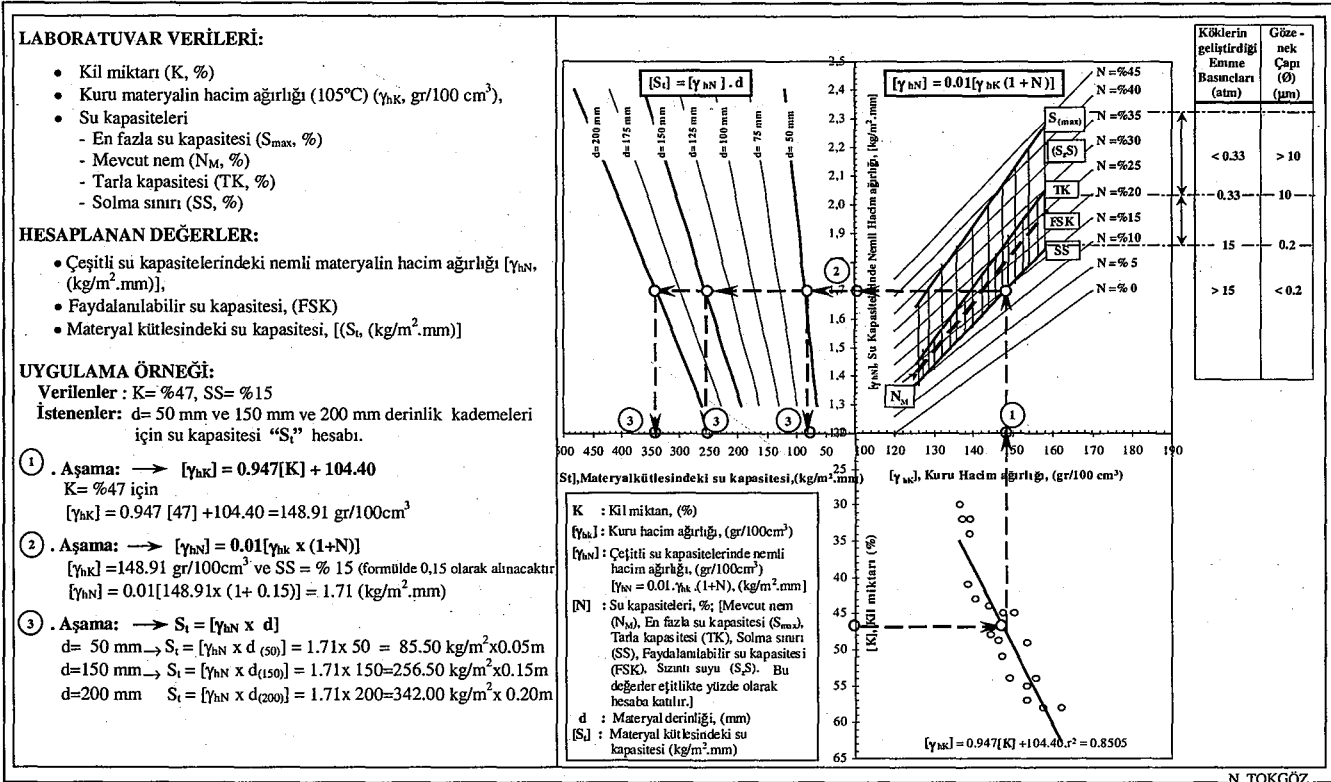
3.2 Ağaç kök sistemlerinin materyal stabilizasyonunda biyo- mekanik etkisi ile ilgili bulgular

Dik bir yamaçta veya yarma kenarındaki materyalin yerçekimi (materyalin ağırlığı) ve arkasından itme etkisine karşı koyabilme gücü bu materyalin bağlılığı (kohezyonu) ve sıklığı ile ilgilidir. Materyalin bağlılığı; materyalin tane çaplarına (kum,

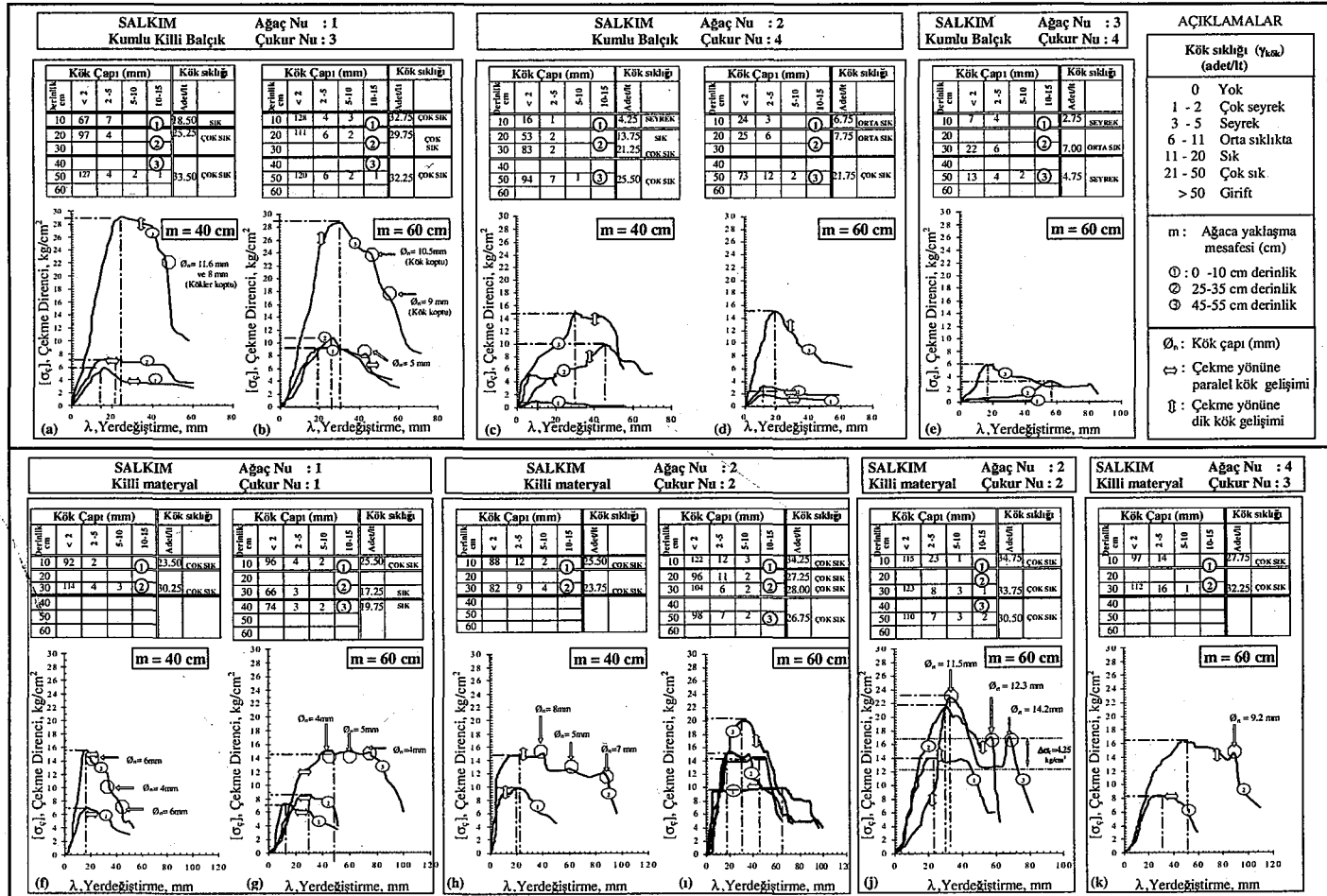
Tablo 1. Ağaç köklerinin yamaç ve şev tahkiminde etkileri (Tokgöz 2003, 2005-b).



Tablo 2. Sahil çamı ormanı altında killi materyallerdeki su tutma kapasitesi $S_t = f(K, \gamma_{hk}, N, \gamma_{hN}, d)$ nomogramı (Tokgöz 2003, 2005-a ve b).



Ağaç köklerinin arazide gelişebilecek uygunsuz gerilme şartlarına karşı koyarak, toprağa sağladığı biyo-mekanik işlevi, deneysel olarak arazide (insitu) ortaya koymak için, bir çekme deneyi düzenneği geliştirilmiştir. Bu uygulamaya, iki ayrı ağaç türüne göre köklerin materyallere sağladıkları biyo - mekanik stabilizasyonun belirlenmesi için Sahil Çamında 30, Salkım Ağacında 32 adet olmak üzere toplam 62 adet“çekme/kopma” deneyi, bu çalışma için geliştirilen “dişli kasa” yöntemi adlı özel bir düzeneikle belirlenmiştir (Şekil 3).



SALKIM
Kıllı materyal

Ağaç Nu : 1
Çukur Nu : 1

Derinlik cm	Kök Çapı (mm)				Kök sıklığı Adet/m
	< 2	2-5	5-10	10-15	
10	92	2		1	33.50 ÇOK SIK
20					
30	114	4	3	2	30.25 ÇOK SIK
40					
50					
60					

(f) λ, Yerdeğiştirme, mm

SALKIM
Kıllı materyal

Ağaç Nu : 2
Çukur Nu : 2

Derinlik cm	Kök Çapı (mm)				Kök sıklığı Adet/m
	< 2	2-5	5-10	10-15	
10	88	12	2	1	25.50 ÇOK SIK
20					
30	82	9	4	2	23.75 ÇOK SIK
40					
50					
60					

(h) λ, Yerdeğiştirme, mm

SALKIM
Kıllı materyal

Ağaç Nu : 2
Çukur Nu : 2

Derinlik cm	Kök Çapı (mm)				Kök sıklığı Adet/m
	< 2	2-5	5-10	10-15	
10	112	12	3	1	24.25 ÇOK SIK
20					
30	96	11	2	2	27.25 ÇOK SIK
40	104	6	2	2	28.00 ÇOK SIK
50					
60					

(i) λ, Yerdeğiştirme, mm

SALKIM
Kıllı materyal

Ağaç Nu : 2
Çukur Nu : 2

Derinlik cm	Kök Çapı (mm)				Kök sıklığı Adet/m
	< 2	2-5	5-10	10-15	
10	115	23	1		34.75 ÇOK SIK
20					
30	123	8	3	1	33.75 ÇOK SIK
40					
50	110	7	3	2	30.50 ÇOK SIK
60					

(j) λ, Yerdeğiştirme, mm

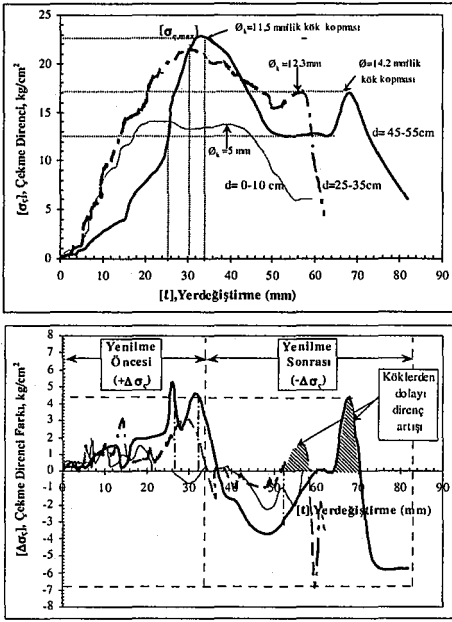
SALKIM
Kıllı materyal

Ağaç Nu : 4
Çukur Nu : 3

Derinlik cm	Kök Çapı (mm)				Kök sıklığı Adet/m
	< 2	2-5	5-10	10-15	
10	97	14		1	27.75 ÇOK SIK
20					
30	112	16	1	2	32.25 ÇOK SIK
40					
50					
60					

(k) λ, Yerdeğiştirme, mm

Şekil 4 - Kumlu ve kıllı materyallerde yetiştirilen Salkım ağaçlarının kök sistemlerinin ağaca m = 40 ve m = 60 cm yaklaşma mesafelerindeki dağılımı ile uygulanan materyal + kök sisteminin çekme direnci ile yerdeğiştirme miktarı arasındaki ilişkilerin karşılaştırılması



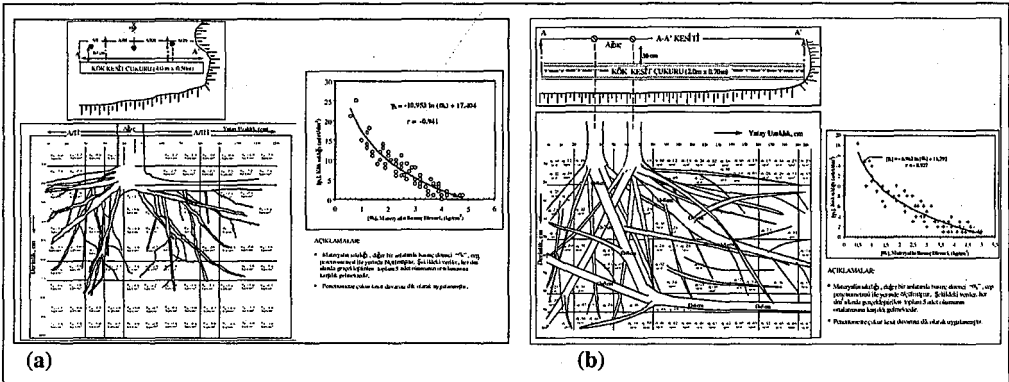
Şekil 5. Kumlu balçık materyalinde gelişmiş Salkım Ağacı köklerinin yenilme öncesi ve yenilme sonrası davranışları

materyalin hemen sökülmediği, çekmeye karşı direnme gücünün, yerdeğiştirme mesafesine bağlı olarak arttığı, özellikle daha belirgindir. Bu durum ise, köklerin yenilme sonrası davranışını (post failure behaviour) açıkça ortaya koymaktadır (Şekil 5).

• Diğer önemli bir değerlendirme; köklerin Şekil 4 a, b, c'de çekme yönüne paralel, d, e, f'de ise çekme yönüne dik olarak gelişmeleridir. Bu bulgular, bir ağacın kök sisteminde farklı yönlerde ve derinliklerde gelişmiş olan kökleri gözönüne alındığında, konuya daha da önem ve anlam kazandırmaktadır. Ağaç dibine 40 ve 60 cm yaklaşma mesafeleri her iki materyal türünde herhangi bir farklılık göstermemiştir.

Materyalin basınca karşı direncinin artması, kök gelişimini olumsuz olarak etkilemekte, dolayısıyla kök sisteminin bilinen genetik yapısını sınırlayıcı (değiştirici) etki yapmaktadır. Bu sebeple, Sahil Çamında kazık kök olarak bilinen kök sistemine burada rastlanılmamıştır. Sahil Çamının materyalin sıkı oturmuş bölümleri ile ripetlenip gevşetilmiş bölümlerine bağlı bir kök sistemini geliştirebildiği cep penetrometresi ile arazide belirlenmiştir (Şekil-6 - a).

Salkım ağacı köklerinin ise, materyali daha iyi kavrayarak yamaç stabilitesi açısından etkili bir kök sistemi geliştiğini görülmektedir (Şekil 6 - b).



Şekil 6. Kumlu balçık materyalinde gelişmiş (a) Sahil Çamı, (b) Salkım Ağacı kök sistemleri ve materyalin kök sıklığı (γ_k) ile basınç direnci (σ_b) arasındaki ilişki.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında elde edilen önemli bazı sonuçlar genel olarak şöyle özetlenebilir:

- Ağaçlı yöresindeki açık kömür ocaklarının artık materyallerinin ağaçlandırıldığı 1988-1989 yıllarından ölçmeleri yapılan 2001 yılına kadar geçen 12 yıllık sürede ağaçların kökleri gevşek materyalin içinde hızla gelişerek materyalin stabilizasyonuna önemli katkılarda bulunmuşlardır.

- Açık maden ocağı artık materyalleri en kısa sürede ağaçlandırılmalıdır. Ağaçlandırmada hızlı gelişen ağaç türleri kullanılmalıdır. Bu ağaç türlerinden köklerinde azot bağlayan bakterilerin veya mantarların bulunduğu türler, toprağın işlâhında önemli katkılar yapmaktadırlar

- Materyallerin ripirlenerek gevşetilmesi ve hızlı gelişen ağaç türlerinin kullanılması ağaç köklerinin hızla gelişmesini, saçaklanmasını ve materyali iyice kavramasını sağlamıştır. Böylece bir yandan maden ocağı artıkları yağış ve rüzgar etkisiyle yüzeyel taşınma, oyuntu, yarıntı, göçme olaylarına karşı korunmuş ve çevrelerine vermekte oldukları fiziksel ve kimyasal zararlar önlenerek odun üretimi yapılmıştır. Hızlı gelişen ağaç türlerinin hızla gelişen kök sistemleri yaptıkları bio-mekanik etki ile materyallerin stabilizasyonunu ve yerinde tutulmasını sağlamışlardır.

- Bu noktada iki ağaç türü arasında önemli bir farka da dikkat çekmek gerekmektedir. Sahil Çamı kök ve kütük sürgünü vermediği için ağaç kesildiğinde kökleri ile ölmektedir. Ayrıca Sahil Çamı ormanlarının yangın tehlikesi vardır. Salkım Ağacı ise kök ve kütük sürgünleri verebildiği için kesildiğinde çok sayıda sürgün ile araziye kaplamaktadır. Ayrıca yangına karşı da hassas değildir (yansa da kök sürgünleri verir). Bu sebeple açık maden ocağı artık materyallerinin stabilizasyonunda Salkım Ağacı ve benzeri ağaç türlerinin (Kokar Ağaç, Söğüt, Kızılağaç, Dağ Kavağı, Kara Kavak, vd) kullanılması, yapılan bio-mekanik güçlendirmenin devamlılığını sağlayabileceği gibi, ham materyalin topraklaşmasını hızlandırır ve biyolojik çeşitliliğin gelişmesine de yardımcı olur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, İ.Ü. Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. (Proje nu: T-1003/19 02 2001). Çalışmanın yazarı, özellikle arazideki ölçmelerde gösterdiği fiziksel ve teknik destek yanında verdiği akademik teşvikten ötürü Prof. Dr. M. Doğan KANTARCI'ya teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

- Kantarci, M. D., 2000. Toprak İlmî Ders Kitabı (2. Baskı). İ.Ü. Yayın Nu: 4261, Orman Fakültesi Nu: 462, ISBN 975 - 505-588-7, Çantay Kitabevi, (420 s.), İstanbul
- Kantarci, M. D., 1988. Çatalca Yarımadasının Kuzey Kesiminde (Ağaçlı Yöresi) Linyit Kömürü Açık İşletme Alanlarında Arazi Kullanımı ve Ağaçlandırma İçin Temel Ekolojik İncelemeler ve Değerlendirmeler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A. Cilt: 38. Sayı:1. s: 60-90. İstanbul
- Tokgöz, N., İzibelli, Ü., 1995. İstanbul Ağaçlı Bölgesi Kömür Yataklarının Kısa Bir Tanıtımı. Hava Kirliliği ve Kömür Gerçeği Kitabı - Bölüm III, (Editör. Arnoğlu, E), TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi Yayını, Mayıs, s: 76-90, İstanbul.
- Tokgöz, N., 2003. Ağaçlandırılmış Açık Kömür Ocağı Artık Materyallerinde Arazinin İslâhı ve Materyalin Stabilizasyonunda Ağaç Köklerinin Etkileri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Programında Yapılmış Doktora Tezi, (XIX + 243), (Danışman: Prof. Dr. M. Doğan Kantarci), (İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü ve İ.Ü. Araştırma Fonu Proje nu: T-1003/19 02 2001), İstanbul.
- Tokgöz, N., 2004-a. Research on the Effect of the Tree Roots on the Forested Land over the Open Coal Mine Residual Materials; Rehabilitation and Stabilization of the Land, SWEMP 2004, 8th International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, (Ed: Paşamehmetoğlu & Özgen), ISBN: 975 -6707-11-9, 17-20 May 2004, Antalya, s: 305-311.
- Tokgöz, N., 2004-b. Üretim Sonrası Kömür Ocağı Ağaçlandırma Sahalarının Biyo - Mühendislik Özellikleri Üzerine İncelemeler, İ.Ü. Araştırma Fonu (Proje no: 191 / 15 01 2004) (devam etmektedir).
- Tokgöz, N., 2005-a. Research on the Bio - Hydromechanical Effects of the Tree Roots on the Ağaçlı Reclaimed - Forested Coal Mining Residuals, Geotechnical and Geological Engineering, Kluwer, Holland. Vol: 3 (126 - 146), (in press).
- Tokgöz, N., 2005-b. Evaluations of Land Reclamation and Forestation in Open Pit Ağaçlı Post Coal Mining Area, CIM Bulletin, Canada (in press).

DİZİN

Akçıl, A.	99	Kantarcı, M.D.	173
Akpınar, N.	159	Karadeniz, M.	91
Alp, İ.	141	Karakaya, E.	99
Alptekin, A.M.	117	Karapınar, N.	23
Arol, A.İ.	83	Kesimal, A.	127, 149
		Kitis, M.	99
Bayraktar, İ.	73	Koldaş, K.S.	39
Bektaş, H.	43	Kostak, S.	183
		Kuyumcu, M.	165
Cihangir, F.	127, 149	Kuzu, C.	135
Civelekoğlu, G.	99		
Çalik, A.	11	Önal, G.	109
Çavuşoğlu, İ.	141	Özarslan, A.	59
		Özbey, D.	69
Değerli, E.	1		
Demirçin, M.	11	Sarıışık, A.	117
Dikmen, A.Ç.	1	Şahin, B.	51
Durmuş, O.	149		
		Tokgöz, N.	189
Erçıkıdı, B.	127, 149		
Erkan, Z.E.	117	Yıldız, A.	117
Ersoy, B.	117	Yılmaz, A.O.	141
		Yiğit, N.Ö.	99
Güney, A.	109	Yüce, A.E.	109
Gürcan, S.	117		
Hüdaverdi, T.	135	Zanbak, C.	31



Ankara Ticaret Odası

Adres:
Söğütözü Mahallesi
2.Cadde No:5 Söğütözü
06530 ANKARA

Tel: +90 (312) 285 79 50
Web: www.atonet.org.tr

TÜRKİYE'DE

- SİVİL TOPLUM KURULUŞLARININ GÜCÜNE İNANAN
 - BU AMAÇLA KÖMÜR ÜRETİCİLERİNİ BİRARAYA GETİREN
 - SEKTÖRDEKİ KİTLE ÖRGÜTLENMESİ İÇİN ÇALIŞAN BİR KURULUŞ VAR
- VE BU KURULUŞ...

30 YAŞINDA



www.gemad.org.tr

GEMAD

GENÇ MADEN İŞLETMELERİ DERNEĞİ

ADRES: Büyükdere Cad. No:151 Yonca B Blok
K:4 D:25 Zincirlikuyu / İSTANBUL
Tel: (0212) 212 05 10 (3 hat) Fax: (0212) 288 90 59
E-Mail: info@gemad.org.tr

