

MADEN İŞLETMELERİNDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU'2015

21-22 ARALIK 2015 ADANA



Editörler

Prof. Dr. Özen KILIÇ

Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

Mahmut ALTINER

Mehmet YILMAZ



TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Adana Şubesi



Çukurova Üniversitesi
Maden Mühendisliği Bölümü

**MADEN İŞLETMELERİNDE
İŐŐI SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞI
SEMPOZYUMU'2015
BİLDİRİLER KİTABI**

**21-22 ARALIK 2015
ADANA**

Editörler

Prof. Dr. Özen KILIŞ

Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIŞ

Mahmut ALTINER

Mehmet YILMAZ



TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Adana Şubesi



Çukurova Üniversitesi
Maden Mühendisliği Bölümü

© Tüm hakları saklıdır. 2015

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

ISBN: 978-605-01-0800-2

Baskı: Kamel A.Ş.

Isteme Adresi: TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Caddesi No: 19/4 Kızılay/ANKARA
Tel : (0.312) 425 10 80 Fax: (0.312) 417 52 90
İnternet : www.maden.org.tr
e-posta : maden@maden.org.tr

SUNUŞ

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, yeniden yazılan Maden Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği ile İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kanunu'nun uygulanmaya başlandığı, Soma, Ermenek ve Karadon kazalarının etkisini hala hissettiğimiz bu dönemde 5. kez yapılacaktır. Sempozyum süresince madencilik sektöründe yaşanan kazaların sebep ve sonuç ilişkilerinin ayrıntılı olarak değerlendirileceği bir ortam Bakanlık, sektör ve meslek örgütümüzle birlikte yaratılacaktır.

Ülkemizde iş kazaları, maddi ve manevi kayıplara neden olmakta ve her yıl yüzlerce çalışan iş kazaları ve meslek hastalığı sonucunda yaşamını yitirmektedir. Toplumumuzda işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda yeterli duyarlılık henüz oluşturulamamıştır. Bu bağlamda yapılacak çalışmalarda, sağlık ve güvenlik konularına yeterince önem verilmeli ve sosyal tarafların aktif katılımı ile gerekli bilincin yayılması için yoğun çaba gösterilmelidir.

Bilim dünyası ve madencilik sektörüne faydalı olacağına inandığımız Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu 2015'te iş güvenliğine gönül veren kazaların kader değil öngörülebilir ve önlenebilir olduğuna inanan siz değerli katılımcıları, 21-22 Aralık 2015 tarihlerinde Adana'da bir kez daha ağırlamaktan onur duyacağız.

TMMOB Maden Mühendisleri Odası Adana Şubesi
Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü

ÖNSÖZ

İş güvenliği kültürünü toplumda ve madencilik sektöründe yaymak amacıyla ilkinin 8-9 Mart 2007 tarihinde Adana'da gerçekleştirdiğimiz Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu'nun 2015 yılında beşincisini Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015 olarak sizlerle paylaşmaktan onur duyuyoruz.

İlk kez 2007 yılında dillendirdiğimiz ve toplumumuzda ve madencilik sektöründe yayılmasını umut ettiğimiz iş sağlığı ve güvenliği kültürü umarız ki bugün olması gereken noktaya gelerek çalışan, işveren ve devlet üçgeni içerisinde yer alan kişiler tarafından özümsemiş ve bir yaşam felsefesi haline getirilmiştir.

21-22 Aralık 2015 tarihinde Adana'da beşincisini gerçekleştirdiğimiz Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, iş güvenliğine gönül veren, kazaların öngörülebilir ve önenebilir olduğuna inanan siz değerli katılımcıların emeğinin ve gayretinin bir sonucudur.

Sempozyumumuzu 13 Mayıs 2014 tarihinde Manisa'nın Soma İlçesi'ndeki kömür madeninde çıkan yangında hayatını kaybeden 301 maden şehidine ve 28 Ekim 2014 tarihinde Konya'nın Ermenek İlçesi'ndeki kömür madeninde su baskını sonucu hayatını kaybeden 18 maden şehidinin anısına atfediyoruz.

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015
Sempozyum Yürütme Kurulu

MADEN İŞLETMELERİNDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU'2015

ORGANİZASYON KURULU

TMMOB Maden Mühendisleri Odası Başkanı – Ayhan YÜKSEL
Ç.Ü. Maden Müh. Bölüm Başkanı – Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

YÜRÜTME KURULU

Sabahatdin SAKATOĞLU
Prof. Dr. Özen KILIÇ
Mehmet YILMAZ
Prof. Dr. Ahmet DAĞ
Öğr. Gör. Dr. M. Özgür KESKİN
Arş. Gör. Mahmut ALTINER
Arş. Gör. Ali Can ÖZDEMİR
Arş. Gör. Esmâ KAHRAMAN
Arş. Gör. A. Kadir ÜRÜNVEREN
Arş. Gör. Zehra ALTINÇELEP
Sabahattin ÖZTAŞ
Seyhan GÜVENÇ
H. Can DOĞAN
Mehmet ÖZYURT
Recai CAN
Harun ATILGAN
Mehmet ÇELİK

TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI YÖNETİM KURULU

Başkan : Ayhan YÜKSEL
II. Başkan : Hüseyin Can DOĞAN
Yazman : Necmi ERGİN
Sayman : Mehmet ÖZYURT
Üyeler : Emre DEMİR
Mehmet ZAMAN
Emra ERGÜZELOĞLU

TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI ADANA ŞUBESİ YÖNETİM KURULU

Başkan : Sabahatdin SAKATOĞLU
II. Başkan : Öğr. Gör. Dr. Mustafa Özgür KESKİN
Yazman : Alper Cenk KAYA
Sayman : Mehmet YILMAZ
Üyeler : Serdal ÖZBEK
Seyhan Yılmaz UYLAŞ
Tolga ÖZKOCAGİL

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR

ETİ KROM A.Ő

MEDMAR MERMER MADENCİLİK A.Ő

CYS YAPI İNŞAAT MADENCİLİK SANAYİ A.Ő

CANOĞULLARI İNŞAAT SANAYİ A.Ő

BARİT MADEN TÜRK A.Ő

AYKOR İŞ GÜVENLİĞİ LTD. ŞTİ.

ALİ BESLER

NUR KİREÇ SANAYİ TİCARET LTD. ŞTİ.

YERÇET MÜHENDİSLİK LTD.ŞTİ.

DEDEMAN MADENCİLİK A.Ő

GÜMÜŐTAŐ MADENCİLİK VE TİCARET A.Ő

AKMETAL MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ő

SOLAR PATLAYICI MADDELER SANAYİ A.Ő

AKDENİZ PETROLLERİ A.Ő

İDEAL AV SPOR PATLAYICI A.Ő

BİLİMSEL TEKNİK KURUL

Prof. Dr. Nuri Ali AKÇIN	Bülent Ecevit Üniversitesi
Prof. Dr. Mesut ANIL	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Oktay BAYAT	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Atilla CEYLANOĞLU	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet DAĞ	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. Vedat DİDARİ	Bülent Ecevit Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail Göktaş EDİZ	Dumlupınar Üniversitesi
Prof. Dr. Şinasi ESKİKAYA	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Sabit GÜRGEN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Tevfik GÜYAGÜLER	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ali KAHRİMAN	Okan Üniversitesi
Prof. Dr. Celal KARPUZ	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ayhan KESİMAL	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Özen KILIÇ	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Adnan KONUK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Halil KÖSE	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet Hakan ONUR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Gündüz ÖKTEN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Eyüp SABAH	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Saim SARAÇ	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT	Dumlupınar Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa TOPALOĞLU	Beykent Üniversitesi
Prof. Dr. Suphi URAL	Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Ali HİNDİSTAN	Hacettepe Üniversitesi
Doç. Dr. Bayram KAHRAMAN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Ümit ÖZER	İstanbul Üniversitesi
Doç. Dr. Ekrem YÜCE	İstanbul Teknik Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KAYMAKÇI	Bülent Ecevit Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. M. Özgür KESKİN	Çukurova Üniversitesi

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Mesut ANIL
Prof. Dr. Oktay BAYAT
Prof. Dr. Suphi URAL
Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM
Doç. Dr. Hüseyin VAPUR
Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KAYMAKÇI
Yrd. Doç. Dr. Nil YAPICI
Arş. Gör. Ayten ESER
Arş. Gör. Soner TOP
Serdar Ömer KAYNAK
Fatih ÖZKAN
Talat KARATAŞ
Ahmet AYDIN
Şule BEYTER
Cemal ÇETE
Levent ÇİL
Mehmet DEMİREZEN
Mustafa DOĞU
Nedret DURUKAN
İbrahim IŞIK
Şenay KADIKÖYLÜ
Alper Cenk KAYA
Halit KELEŞ
Serdar ÖZBEK
Tolga ÖZKOCAGİL
Mustafa SAYDAM
Arif Akın SELÇUK
Mustafa TOSUN
Seyhan YILMAZ UYLAŞ
Mustafa UYLAŞ
Muhammet YILDIZ

İÇİNDEKİLER

SAYFA

SUNUŞ	I
ÖNSÖZ.....	II
ORGANİZASYON KURULU.....	III
YÜRÜTME KURULU	III
YÖNETİM KURULU	IV
DESTEKLEYEN KURULUŞLAR.....	V
BİLİMSEL TEKNİK KURUL	VI
DÜZENLEME KURULU	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII

Geçmişten Günümüze İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği

S. Ö. Kaynak, M. Torun 1

Türkiye’de Meydana Gelen Maden Kazalarının İstatistiksel Olarak İncelenmesi

S. Yaşar, S. İnal, Ö. Yaşar, S. Kaya 25

Maden Kazalarını En Aza İndirme Hususunda Neler Yapılabilir

Ş. Eskikaya..... 39

6331 Sayılı İSG Kanunu ve OSGB Sisteminin İş Güvenliği Uzmanları Üzerinden Değerlendirilmesi

M. Makar, M. Yağımlı 43

Yeraltı Madencilğinde Risk Değerlendirme Yaklaşımlarının İncelenmesi

H. Emrah Can, Ş. Yuvka, S. Beyhan 65

17 Mayıs 2010 Tarihinde TTK Karadon Müessesesinde Meydana Gelen Ölümlü İş Kazasının Teknik ve Hukuki Değerlendirmesi

N. A. Akçın, V. Didari..... 79

Yeraltı Metal Madeni Ocaklarındaki Başlıca Tehlikelerin HTEA Risk Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi

A. K. Eyüboğlu, M. K. Özfirat..... 95

Yeraltı Kömür Ocaklarında Koruyucu Taş Tozu Serpme (Şistleme) Uygulamasının Optik Yansıma Tekniği ile Kontrolü

O. Soylu, A. Ürünveren, S. Ural..... 105

Önleme Kültürü ve Yer Altı Kömür Ocaklarında Yangın (Kendiliğinden Yanma) A. Kara	115
Yeraltı Kömür Madenlerinde Metan Kaynaklı Tehlikeler G. Aydın, S. Kaya, İ. Karakurt	125
Kömür Kökenli Metan Üretiminden Kaynaklanan Çevresel Problemler İ. Karakurt, G. Aydın, S. Kaya	133
TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak Bölgesinde 2013 – 2014 Yılları Arasında Meydana Gelen İş Kazaları A.E. Arıtan, S. Arslan	141
Açık İşletme Yöntemiyle Çalışılan Kömür Ocaklarında İş Güvenliğine Bakış H. H. Irgat, R. Kocaman, S. Yıldırım Irgat, B. Kocaman	149
Yerüstü Kömür Madenlerindeki Gün Kayıplı İş Kazalarının Loglineer Model ve Uyum Analizi ile İncelenmesi M. Önder, S. Önder, M. Mutlu. E. Adıgüzel	163
Bir Açık Kömür İşletmesinde Risklerin ve Önlemlerin Değerlendirilmesi M. G. Özdoğan, D. E. Sarıcı	181
Madenlerde Döküm Sahalarına Malzeme Boşaltma İşlerinde İş Güvenliği Analizi ve Ekonomisi B. Kahraman, M. K. Özfirat, M. E. Yetkin, T. Demirel	197
Büyük Tünel İnşaatlarında İSG Sorunları ve Öneriler H. Atılgan, M. Çelik	207
Tünel Çalışmalarında Sıfır Kaza Riski Vizyonu M. Arslan	239
İşyeri Ortam Ölçümlerinin Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi E. S. Ersöz, C. Karagüzel, Ö. Uysal	263
İSG Yönünden Cevher Hazırlama Proseslerindeki Problemler ve Önerilen Çözümler S. Top, H. Vapur	275
İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Civanın İrdelenmesi C. Şensöğüt, S. Düzyol	289

Maden İşlerinde Solunum Koruyucu Donanımlar	
A. Eser	301
Madencilik Sektöründe Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımların Ergonomik Açısından Değerlendirilmesi	
M. K. Özfırat, S. Şen, B. Kahraman, B. Tufan, P. M. Özfirat	313
Madencilik Çalışmalarında Oluşan Titreşimin Makine ve İnsan Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi	
A. E. Arıtan, M. Tümer	323
Mermer Hazırlama Tesislerinde Oluşan Gürültünün İşçiler Üzerindeki Maruziyet Değerlerinin Belirlenmesi	
İ. Çınar, C. Şensöğüt	335
Endüstriyel Toz ve Atıkların Patlayabilirliğinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi	
C. Şensöğüt	345
İşyerlerinde Psikososyal Riskler ve Yönetimi	
M. Teberik	355
Darbeli Gürültüye Sebep Olan Makinelerin Gürültü Düzeylerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi	
İ. Erol, O. Su	365
Krom Ocaklarında Karşılaşılan Toz Problemi: Denizli Örneği	
A. E. Arıtan, M. Demir	383

Geçmişten Günümüze İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği

Occupational Health and Safety from Past to Present

S. Ö. Kaynak

Maden Mühendisi, İş Güvenliği Uzmanı (A)

M. Torun

Maden Mühendisi, İş Güvenliği Uzmanı (A)

ÖZET Dünyada emekçiler, üretim süreçleri içinde hastalanmakta veya ölmektedir. Bu konuda tutulan istatistikler kitlesel kıyımın boyutlarını göstermektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO) göre; her yıl yaklaşık 2 milyon 300 bin çalışan iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Çoğu ülkenin sunduğu istatistikler gerçeği yansıtmadığından kesin ölüm sayısı bilinmemektedir.

Türkiye, ölümlü iş kazaları sıralamasında dünyada önde gelen ülkelerden biridir. Türkiye'de de meslek hastalıkları ile ilgili verilerin düzenli tutulmadığı bilinen bir gerçektir. Ayrıca çalışma süresi açısından da ülkemiz üst sıralardadır.

Tebliğin amacı; geçmişten bu zamana kadar çalışma hayatını irdeleyerek, kapitalizmin yeni dönemine ilişkin bir bakış açısı sunmaktır

ABSTRACT Labourers are getting ill or dying at production phases in the world. Statistics about this issue illustrates the extent of the massacre. According to the International Labour Organization, approximately 2 million and 300 thousand workers are losing their lives due to accidents and occupational illnesses. These datas are not accurate because many countries' statistics don't reflect the truth.

Turkey is one of the leading countries at deadly work accidents. The known fact that datas about occupational illnesses in Turkey is not crucial owing to not recording properly. In addition, Turkey is located in the upper ranks at working hours.

The objective of the article is to give a point of view about new term of capitalism by examining the working life from past to present.

1. GİRİŞ

İş, en baştan beri insan ile doğa arasındaki bir süreçtir. İnsan, doğa güçlerinin ve kaynakların karşısına kendisi bir doğa gücü olarak ortaya çıkar. Bütün uzuvlarını,

doğa güçlerini yenmek ve kaynaklarını kendi yaşamı için kullanabileceği bir biçime sokmak için harekete geçirir. Bu süreçte doğaya etki ederken kendi doğası da değişikliğe uğrar. Bilinç, düşünme vb. gibi ayırt edici özellikler, iş süreci içinde gelişir. Çalışma ile ilgili F.Engels'in vurgusu şöyledir.“O, her insan yaşamının birinci ve öyle bir temel koşuludur ki, belli bir anlamda; insanı çalışma yaratmıştır, demek zorundayız”

İnsan, sınıfsız toplumda iş süreci içinde daha işin başında iken sonucu tasarlar. Bu anlamda amaçlı bir faaliyettir. Bilinç ve iradeyi kapsar. Güçlerini ve yetkinliklerini geliştirdikçe kendi varlığını da ileriye taşır. Bu anlamda çalışma, özgür bir faaliyettir. İdeolojik bir söylem olan “tembellik hakkı” ise öz olarak insan doğasına aykırıdır. Şu deyiş yeterince açıklayıcıdır. “Çalışma, yaşam lambasına yağ koyar, düşünce ise onu yakar”.

Üretim araçlarının özel mülkiyetine dayanan sınıflı toplumlarda, özgürlük, ancak mevcut olanaklar nispetinde vardır. İnsan, kapitalist toplumda, ekonomik baskıyla üretim araçlarının sahibi için çalışmaya zorlanır. İnsanı, özgürleştiren çalışma artık, baskı aracı ile kölelik faaliyeti haline gelir. Çalışmama hakkı ise, özgürlüğün belirtisine doğru evrilir.

İnsanlar, faaliyetlerinin sonunda zamanla ortaya çıkardıkları ürünlerin, ilişkilerin v.b kendilerine yabancılaşır, onların üstünde duran güçlere dönüşmesi ve giderek kendi egemenlikleri altına alması bu güçlerin etkilerine boyun eğmesi “ iş süreci” olgusu için de geçerlidir.

Kapitalist toplumda işçiler, kendi yarattıkları üretim araçlarından yabancılaşmasında olduğu gibi, “iş süreci” olgusuna da yabancılaşır. İş sürecine, yabancılaşan işçinin faaliyeti bilinç ve iradeden yoksundur. O artık emredilene yapan ücretli bir köle konumundadır.

İş onun önünde bitmeyen bir çaba, Sosifos'un kayası gibidir. Kayayı dağın zirvesine taşır, taş yeniden aşağıya yuvarlanır. Marks, kapitalizmdeki çalışmayı yabancılaşmış çalışma diye tanımlar.

İş süreci içinde iş günü değişmez bir büyüklük değildir. 12 saat, 8 saat olabilir. Göreceli 6 saat'e de inebilir. İş gününün uzatılması sömürünün şiddetlendirilmesidir. “Ama, kör ve önüne geçilmez tutkusuyla, artı-değere duyduğu kurt açlığı ile sermaye, işgününün yalnız manevi değil, fiziksel en üst sınırlarını da çiğner geçer. İnsan bedeninin büyümesi, serpilip gelişmesi ve sağlığının devamı için gerekli olan zamanı bile çalar” (Marks, 1867).

Tersine olarak iş gününün kısaltılması ise sömürünün azalması ve bedensel ve zihinsel olarak gelişmenin sağlanması için zaman sürecinin artmasıdır.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre, dünyada her yıl 270 milyon iş kazası meydana gelirken, her 15 saniyede bir emekçi ve her gün yaklaşık 6 bin 300 kişi iş kazası veya meslek hastalıkları nedeniyle yaşamını kaybetmektedir.

Çalışma hayatı, emekçiler için savaş ve salgın hastalıklar haricinde kitlesel olarak yaşamını yitirdiği bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapitalizmin tarihinde emekçiler; üretim süreci içinde, kitlesel olarak yerini almış ve iş cinayetleri sürecunda yaşamını yitirmiş, kazalanmış veya hastalanmışlar, solgun yüzler, ince bilekler, çöken vücutlar ile doğası dışında farklı insanlara dönüşmüşlerdir.

Pierre Dupont'un (1846)'un dizeleri işçilerin yaşantısını gözler önüne sermektedir.

Üstbaş lime lime, izbe deliklerde,
Çatı katlarında, yıkıntılar içinde,
Yaşarız, karanlıkların dostu,
Baykuşlar ve uğurlarla birlikte

2. İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİNE İLİŞKİN ÇALIŞMALAR VE HUKUKİ DÜZENLEMELER

2.1. Dünün Dünyası

Emekçilerin çalışma hayatının belirleyicisi olan, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğine ait yasal düzenlemeler, diğer haklarının yanında çok sonraları elde edilmiş olan haklardır. Bu hakların elde edilmesi her ne kadar geç olmuş ise de, aydınlar, tarafından konuyu araştırmak 17. yüzyıla ve daha da eskisine kadar gitmektedir.

17. yüzyılda endüstriyel tıbbın babası olarak anılan Ramazzini'nin (1633-1714) De Morbis Artificum Diatriba (İşçilerin Hastalıkları) adlı kitabının bu alanda önemli bir yeri vardır. Hekimlere söylediği ünlü öğüdü ise şudur. “İşçiye adını sormayın. Adından önce mesleğinin ne olduğunu bilmeye gereksiniminiz var”

Ayrıca Ramazzini'yi eşsiz kılan şu evrensel kuralıdır: “İş hastalıkları işyeri ortamında incelenir; hastane koğuşlarında değil”

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği alanına ilişkin konuya yaklaşımlar sadece Ramazzini ile başlamamıştır. Konunun çok eskilere dayanan bir geçmişi de vardır.

Antik Yunan'da Hipokrat (MÖ 460-370) madenlerdeki kurşun zehirlenmesi üzerinde durmuştur. Hipokrates, toksikoloji ilkelerinden ilk kez söz eden hekim olarak kabul edilir.

Romalı Pliny (MS 23-77) kurşun ve kükürdün zehirli etkilerini ele alarak, ilk kişisel korunma aracı olan deri maskeleri yapmıştır.

MS 2. yüzyılda, Yunanlı doktor Galen, kurşun zehirlenmelerinin patolojisini ve bakır ocaklarındaki asit buharlarının zararlarını incelemiştir.

Orta Çağın (MS 500-1500) kilise taassubu sürecinde bilimle birlikte, bu tür çalışmalar da durmuştur. Anılacak nitelikte bir çalışma olmamıştır.

Rönesans, açtığı çığır ve aydınlanma dönemi ile (MS 1500–1800) bilimsel çalışmaların yanında meslek hastalıkları ile ilgili araştırmalarında başladığı dönem olmuştur.

Bu döneme ilişkin Ulrich Allenberg (1473) iş hastalıkları (civa ve kurşun zehirlenmesi) ve sağlık üzerine eserler yazmıştır.

G. Agricola (1494-1555), De Re Metallica adlı kitabında, madenlerdeki sağlıksız koşulları ve kazaları ele alarak, madencilikteki hastalıkları tanımlamış ve havalandırma gibi önlemlerin üzerinde durmuştur.

Paracelsus (1493-1541), maden hastalıklarının tedavisini ele almıştır.

1743'de U. Ellenborg, altın madencilerinde görülen hastalıklar ve karbon monoksit, civa, kurşun ve nitrik asit gibi maddelerin zararları üzerine hazırladığı kitapçıkla, iş hastalıklarına ilişkin bilincin gelişmesine önemli katkıda bulunmuştur.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği alanında, yasal düzenlemelerin dönüm noktası, Percival Pott'un (1704-1788) baca temizleyicilerinin yakalandığı kanser hastalığı üzerine yapmış olduğu çalışmalarıdır. İngiliz Parlamentosu'nun 1788'de kabul ettiği "Baca Temizleyicileri Yasası"nda Percival Pott'un çalışmalarının önemi büyüktür. Konunun toplumsal boyutlarının ele alınmasında da etkili olmuştur.

İş yeri sağlığının ciddi biçimde ele alınması ve yasal düzenlemelere gidilmesi, 19. yüzyıldan sonradır. Bu sürece etmen olan gelişmeler ise şunlardır. Fransız ihtilali ve sendikal etkinlikler, sosyal konuların Avrupa ve İngiltere'de daha etkili biçimde ele alınmasını sağlamıştır. 1824'e kadar yasak olan sendikal etkinlikler yasallaşmış ve kölelik kaldırılmıştır (1833).

İngiltere'deki Sanayi Devrimi ile başlayan endüstriyel gelişmeler (kömür madenleri, buhar, tekstil, seri üretim) kazaları, yangınları, patlamaları ve yeni tür zehirlenmeleri ön plana çıkartmıştır. Ancak, bunun yanında şehirleşmeye, gazetelerin gelişmesine ve sosyal konulara ağırlık veren hak arama mücadelesine giren örgütlerin oluşmasına yol açmıştır. Böylece, sorunların ele alınmasını sağlayacak olan politik baskı grupları ortaya çıkmıştır.

1802'de çıkartılan "Çıraklık Sağlık ve Ahlak Yasası" çocuk işçilerin çalışmalarına ilişkin ilk yasal düzenlemedir. Çırakların Sağlığı ve Ahlakı Hakkında Yasa, çocuk çırakların çalışma süresini on iki saatle sınırladı ve gece çalışmalarını yasakladı. Bu yasa yalnız pamuk ve yün sanayileri için geçerliydi; fabrika müfettişlerinin denetimini öngörmüyordu ve imalatçılar tarafından hemen tümüyle gözardı edildi.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinde en etkili mevzuat 1884'de kabul edilen İngiliz Fabrika yasasıdır. Bu yasa ile fabrikalarda havalandırma iyileştirilmeye çalışılmıştır. İlk öğretim çocukların çalıştırılması için zorunlu koşul olmuştur. *“İngiliz fabrika yasalarına göre, ana babalar, 14 yaşından küçük çocuklarını aynı zamanda bunlara ilköğretim sağlamadan yasanın denetimi altına giren fabrikalara gönderemezler. Fabrikatörlerde yasanın sağlaması hükümlerinin yerine getirilmesinden sorumludurlar. Fabrikanın eğitim sağlaması zorunludur ve yapılacak işin koşullarından biridir”*. “Bu hükümlerin ilk başarısı, öğrenimle jimnastiğin el işiyle birleştirilebileceğini ve dolayısıyla el işinin öğrenim ve jimnastikle bir arada yürütülebileceğini ilk kez tanıtlaması olmuştur.” Yasa ile bugün dahi var olan, “Fabrika Denetçiliği” müessesesi ortaya çıkmıştır. Çocuk işçilere sağlık raporu zorunluluğu getirilmiş ve rapor zorunluluğu, daha sonraki ilavelerle, başka işlerde çalışanları da kapsamıştır. Fabrika yasasında, çocuklar için konulan hüküm madenler için çok sonraları geçerli olmuştur. İngiltere’de 1842 yılında maden yasası çıkar. Bu yasa ile 10 yaşından küçük çocuklarla, kadınların madenlerde çalıştırılmasına yasaklama getirilmiştir. *1840 tarihli soruşturma komisyonu, öyle müthiş öyle sarsıcı ve bütün Avrupa’da öylesine rezalet yaratan açıklamalar yaptı ki, parlamento vicdanını yatıştırmak için, 1842 tarihli Maden Yasasını çıkarttı ve yer altı madenlerinde 10 yaşından küçük çocuklarla kadınların çalıştırılmasını yasaklamakla yetindi* (Marks, 1867).

1860 Madenleri Denetleme Yasası ile özel olarak atanmış resmi memurlar tarafından denetlenmesi ve 10 ile 12 yaş arasındaki oğlan çocukların okul belgeleri olmadıkça veya belirli bir süre okula devam etmedikçe madenlerde çalıştırılmayacağı gibi hükümler getirilmiştir.

Avrupa’da durum bu minvalde iken Amerika’daki benzer girişimler, genelde eyaletlerin ön ayak olması ile ortaya çıkmıştır; Ancak, İngiltere’deki çabalara paralellik vardır; Massachusetts Çocuk İşçiler Yasası (1835) gibi.

1869’da çıkan Maden Yasası, tüm madenlerde iki çıkış olması zorunluluğunu getirmiştir. Yine aynı yıl, kazaların kaydının tutulması için, Çalışma İstatistikleri Bürosu (Bureau of Labour Statistics) kurulmuştur.

1877 İşverenin Sorumluluğu Yasası ile makinalarda koruyucu kullanılması, zorunlu hale getirilmiştir. Bu yasalarda, çalışma saatlerinin kısaltılmasına ilişkin bir düzenleme yoktur. İşçi sınıfının, mücadele tarihi içerisinde iş günü sürecinin azaltılması, mücadelelerle kazanılmıştır.

1866 Ağustosun da Baltimore’da toplanan Ulusal Çalışma Birliği Kongresi’nde Amerikalı işçiler, 8 saatlik çalışma yasasını kabul ettirmenin bir zorunluluk olduğunu karar altına alır. Ve şunu söylerler. “Bugünün ilk ve en büyük zorunluluğu,

bütün Amerika Birleşik Devletleri'nde, sekiz saatlik çalışmayı, normal iş günü kabul eden bir yasayı yürürlüğe koyarak, bu ülkenin emeğini kapitalist kölelikten kurtarmaktır. Bu şanlı sonuca erişene dek bütün gücümüzle çalışmaya kararlıyız.” Aynı yıl içinde, Cenevre Kongresinde I. Enternasyonal, Amerikan işçi sınıfının aldığı karara atıfta bulunarak 8 saat'lik iş günü için mücadele kararı alır: “İş gününün sınırlandırılması önkoşuldur, bu sağlanmadan, kurtuluş yolunda atılacak diğer bütün adımlar başarısızlığa mahkumdur”.Böylelikle emekçilerin insanca çalışma koşulları için yürüttüğü mücadeleler uluslararası bir boyut kazanır.

1 Mayıs 1886'da Amerikan işçileri 8 saat'lik iş günü için genel greve gider. Şikago'da sokağa çıkan işçilerin üzerine açılan ateş sonucu 4 işçi hayatını kaybeder. Emekçi sınıfının bu istemine karşı terör dalgası sürer, 8 saat'lik işgünü için önderlik eden liderler tutuklanarak idam edilir. *Önder işçilerden Spies yargılandığı mahkemede şöyle haykırır: " Bizi asarak işçi hareketini, milyonları, yoksulluk içinde çalışan milyonlarca işçiyi kendisine çeken bir hareketi yok edeceğinize inanıyorsanız durmayın, bizi asın! Burada bir kıvılcımı yok edeceksiniz, ama orada, önünüzde ve arkanızda, her yerde başka kıvılcımlar çakacaktır. Bu, içten içe yanan bir ateş. Bu ateşi söndüremezsiniz."* Spies ve aynı mücadeleyi yürüten arkadaşları Parsons, Engel, Fisher, 11 Kasım 1887 de idam edilir. Bu olay işçi sınıfı tarihine "Kara Cuma" olarak geçer.

Ancak, kapitalist sistemde, bu sürenin daha da aşağı çekilmesinin bir sınırı vardır. Yani işçi kendisini istihdam eden yararına bedava çalıştığı ve metalar ürettiği artı-emek süresinin ortadan kalkması ise mümkün değildir.

1917 Büyük Ekim devrimi, çalışanların sorunlarına tüm ileri ülkelerin eğilmesine neden olmuştur. Artık kapitalist ülkelerde işçi sınıfı hareketi güçlüdür. Ve kimse vahşi kapitalizm döneminin çalışma koşullarını dayatmaya cesaret edememektedir. Dolayısıyla pek çok alanda olduğu gibi işçi sağlığı ve iş güvenliği alanında da emekçiler, mücadelelerinin sonucunu kapitalist ülkelerde “refah devleti” kapsamında, yetersiz de olsa göreceklerdir.

Ekim devrimi ile Sovyetler Birliğinde İşçi sağlığı ve İş Güvenliği alanında neler başarıldı? Bu konunun boyutları oldukça geniş, şüphesiz ayrı bir çalışmanın konusu ve bu alanda çalışmalar son derece yetersiz. Buna rağmen bilindiği kadarı ile değinmek gerekmektedir.

Sovyetler Birliği'nde (SSCB) işçi sağlığının gelişmesinin temelini 1917 Devrimi ve Sovyet sisteminin ilkeleri oluşturmuştur. Devrimden sonra hızla sanayileşen SSCB'de sanayi sağlığına büyük önem verilmiştir.

Sosyalist bir ülkede; çalışmak insanlar için hem bir hak, hem de görevdir. İnsanın insan tarafından sömürülmemesi ilkesine dayanılarak örgütlenmiş sosyalist bir

toplumda insanların emeklerine el koymak yasaklandığı gibi, kira veya faiz gelirleri elde etme olanakları da ortadan kaldırılmıştır.

Bu nedenle çalışmak, insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için zorunlu bir eylemdir. Sosyalizmin Anayasası olarak kabul edilen “çalışmaya ekmek yok” belgesi bu gerçeği yansıtmaktadır.

Sovyet hükümetine iki önemli yükümlülük düşmektedir: herkese iş sağlamak ve insanların çalışabilmeleri için sağlıklı olmalarını sağlamak. Diğer yandan çalışmanın zorunlu olduğu bu ülkede, insanların çalışırken sağlıklı kalmalarını sağlamak da Sovyet hükümetinin bir yükümlülüğüdür.

Birçoğu doğası gereği tehlikeli veya insan sağlığına zarar verebilecek işlerle uğraşılan meslekler, iş yaşamında karşılaşılan psikososyal etkenler ile fiziksel, kimyasal veya biyolojik risk faktörleri devletin bu yükümlülüğünü daha da artırmıştır.

Sovyet hükümeti devrimden hemen sonra 13 Kasım 1917 tarihinde bir kararname yayınlarak, “Ücretli Emekçiler için Tam Sosyal Sigorta” getirmiştir:

Sovyetler Birliği'nde örgütlenen sosyal sigorta, 1920'li yıllarda diğer ülkelerde örgütlenmiş olan sigortalarla karşılaştırıldığında (tıbbi bakım, geçici engellik durumlarında yardım, doğum ölüm durumlarda ek yardım, işsizlik yardımları, iş göremezlik aylığı, yaşlılık aylığı) işçilere hiçbir yerde sunulmayan avantajlar sağlamıştır.

SSCB'de bu yıllarda yürürlükte olan mevzuat dünya ülkelerinin mevzuatlarına göre işçi yararına son derece ileri hükümler içermektedir. Daha bu yıllarda işçinin evinden işe gelirken yolda geçirdiği kazalar da iş kazasından sayılmıştır. Gelişmiş batı ülkelerinde bu tür hükümlerin benimsenmesi için uzun yıllar geçmesi gerekecektir. 18 Haziran 1918'de bir hükümet kararnamesiyle Sovyetler Birliği'ni oluşturan her cumhuriyette de birer Sağlık Bakanlığı kurulmuştur. *Sağlık Bakanlığı kurulur kurulmaz ilk iş olarak bulaşıcı ve salgın hastalıklarla mücadele etmek için İşçi Komiteleri kurulmuştur. Komitelerin görevi kamusal kurumları temizlik yönünden denetlemek, insanlara temizliği öğretmek, sabun dağıtmak ve bitle mücadele etmektir. 1919 yılında Lenin “ya sosyalizm biti yenecek, ya da bit sosyalizmi” diyerek bu mücadelenin önemini vurgulamıştır.*

Sovyet sağlık sistemi “yurttaşlarının sağlığından devletin sorumlu olması ve sağlık bakımının her yurttaşın hakkı” olduğu felsefesine dayanır. Bu felsefeye göre önleyici ve iyileştirici sağlık hizmetleri herkese ücretsiz sunulmuştur. Sağlık esas olarak koruyucu ve önleyici hizmetlere dayanmıştır. *Bu alanlar sermaye için karlı olmadığından kapitalist ülkeler daha çok tedavi hizmetlerine yatırım yaparlar.*

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

Sovyetler Birliği 11 Kasım 1917'de (henüz devrimin üzerinden bir hafta dahi geçmeden) bir kararname ile iş gününü 8 saate indirmiştir.

Devrimin 10. yıldönümü olan 1927 yılında ise iş günü ücret aynı kalmak şartıyla 7 saate indirilmiştir. Gece vardiyaları için ise mesai 6 saat'tir. Daha sonra ağır ve tehlikeli işlerde çalışan işçiler için mesai günde 6 saat'e, bazı kategorilerde (örneğin civa sanayi) 4 saat'e indirilmiştir.

1920 yılında Çalışma Bakanlığı tarafından, yerleşim yerlerinin sanayinin zararlı etkilerinden korunması amacıyla bir kararname yayınlanmıştır. Bu karnameyle sanayi bölgelerinin yerleşim yerlerinin uzağında kurulması yasalaştırılmıştır.

15 Kasım 1922'de İş Kanunu kabul edilmiştir. Yasaya göre hiçbir sanayi tesisi veya işlik, sendikalar ve sağlık otoritelerinin onayı alınmadan inşa edilemez, tadilat yapılamaz veya başka yere taşınmaz. Hiçbir tesis iş müfettişi ve hijyen müfettişi tarafından incelenmeden hizmete giremez. Yasanın uygulanmasını denetlemekten sorumlu olan iş müfettişleri sendikalar tarafından işçiler arasından seçilmekte ve özel iş müfettişliği okullarında eğitilmektedirler. Her işlikte Yerel Komiteler (fabkom veya mestkom) tarafından temsil edilen sendikalar, işyerindeki işçi sağlığı ve iş güvenliği uygulamalarına katılmış ve denetlemiştir.

İşçi sağlığı alanında standartların belirlenmesi ve bunların uygulanmasında Sovyetler Birliği öncülük etmiştir. Hava kirliliği standartları 1920'lerde kullanılmaya başlamış ve işçi sağlığına zararlı 14 maddeyi içeren bir liste yayınlanmıştır. Sovyetler Birliği'nde çalışma ortamlarında toksik maddeler için azami kabul edilebilir yoğunlukların belirlenmesi için hükümet tarafından bilimsel bir komite görevlendirilmiştir. Sendikaların bu değerler üzerinde yorum yapma hakları bulunmaktadır. Komite tarafından oluşturulan işçi sağlığı standartları her yıl yayınlanmıştır. *"Bu standartlar Birleşik Devletler'de 1937 yılında ve Almanya'da 1938 yılında kabul edilmiştir. İsveç, standartları 1969 yılında kabul etmiştir"*.

1922 yılında ilk Meslek Hastalıkları Kliniği açılmıştır. 1921 yılında Moskova Hijyen Enstitüsü (Erisman Enstitüsü) ve 1923 yılında daha sonra İş Hijyeni ve Meslek Hastalıkları adını alacak olan– Obukh Meslek Hastalıkları Araştırma Enstitüsü kurulmuştur. *"1935 yılında Sovyetler Birliği'ndeki meslek hastalıkları enstitülerinin sayısı 25'e ulaşmıştır"*.

Yasaya göre 250'den fazla işçi çalıştıran kuruluşlarda sağlık merkezi açılması zorunluluğu konmuştur. Aynı bölgede birbirlerine yakın birden fazla bu tür büyük kuruluş varsa, hepsinin ortaklaşa yararlanacakları bir merkez ve kuruluşlarda yalnızca rutin çalışmaları ve acil hizmetleri sunacak küçük tıbbi birimler açılması kararlaştırılmıştır.

35 - 49 işçi çalışan deniz araçlarında bir hekim yardımcısı (feldsher), 50 veya daha fazla işçi çalışan deniz araçlarında bir hekim görevlendirilmesi, uzun yol gemilerinde ise işçi sayısına bakılmaksızın hekim bulundurma zorunluluğu getirilmiştir.

Emekçilerin tehlike ve risklerden korunması için alınacak tedbirlerin belirlenmesi, zahmetli ve uzun araştırmalar gerektiren bir alandır. Batı dünyasında ise bu tür araştırmalara daha çok tedavi hizmetleri alanında yoğunlaşma olmuştur. *“Sermaye için bir kazanç vaat etmeyen iş güvenliği alanında yürütülecek çalışmalar için sermayeden destek bulmak oldukça güç olmuştur”*.

Sovyetler Birliği'nde 1930'lu yıllarda emekçilerin iş güvenliği için araştırmalara yoğunluk verilmiştir. 1935 yıllarında ülkede mevcut 40 bilimsel araştırma enstitüsü sendikalar tarafından yönetilmekte ve finanse edilmektedir. İşçiler için güvenlik araçları geliştirmek bu enstitülerin ana amaçlarındandır.

Sendikalar yanında emekçilerin iş güvenliğiyle ilgilenen diğer bir kurum Ağır Sanayi Bakanlığı'na bağlı olan Güvenlik Teknolojisi (Tekhnika Bezopasnosti) bölümü olmuştur. Bölüm yalnız 1935 yılında 180 farklı güvenlik aracı geliştirmiştir. *Bilim insanları, mühendisler ve hijyenistler çalışma yaşamı üzerine etkili fiziksel ve kimyasal faktörler üzerinde yoğunlaşırken, ülkenin 25 Tıp Enstitüsü de meslek hastalıkları ve emeğin korunmasının tıbbi yönleri üzerine çalışmalar yürütmektedir*.

16 Kasım 1935 tarihinde yayınlanan bir kararname ile sanayi kuruluşlarının devletin ve sendikaların müfettişleri tarafından iş güvenliği yönünden düzenli olarak denetlenmesi zorunlu kılınmıştır. Buna göre kurşun ve civa sanayilerinin her 4 ayda ve diğer kimya sanayisinin her 6 ayda bir denetimi yapılmaktadır. Bunun yanında bu sanayi dallarında çalışan işçilerin mesai saatleri kısaltılmış ve yıllık izin süreleri arttırılmıştır.

Sovyetler Birliği, İkinci Paylaşım Savaşı'nda en büyük zararı gören ülkelerden biridir. Ülkenin önemli bir bölümü uzun yıllar işgal altında kalmış, harabeye dönmüş ve genç nüfusunun önemli bir kısmını yitirmiştir. 1945 sonrası uzun bir onarım dönemi yaşayan SSCB'de işçi sağlığı alanında 1930 - 1940 döneminde ulaşılan yere, savaş sonrasında ancak 1950'lerde yeniden ulaşılabilmiştir. Sovyet işçi sağlığı sistemi, ülkenin sağlık bakımı sistemiyle tamamen bütünleşmiş, devletin, sanayinin ve sendikaların rolleri birbirlerine yakından bağlı kalmıştır.

1960'lara gelindiğinde sosyalist işçi sağlığı ve iş güvenliği kavramı ile kapitalist işçi sağlığı ve iş güvenliği kavramı arasındaki fark her açıdan iyice belirginleşmiştir.

2.2. Kapitalizmin “Refah Devleti” Dönemi

İkinci Dünya Savaşı'nın bitimine kadar, emekçi sınıflarının yoğun mücadelelerinin iktidarları sarsması, iktidar olma deneyimleri, yenilgileri, faşizm, savaş ekonomisi ile geçen yıllar; gerek işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından gerekse de iş hukuku açısından çok büyük ilerlemeler içermez. Sadece var olan durum korunur.

1950'lerden sonra sermaye “Keynesyen” politikalarla emekçi sınıflara kısmi olarak haklar tanımıştır. İki kutuplu dünyada yaşanmaktadır. Karşılarında sosyalist sistem vardır. Kapitalist ülkelerde emekçi sınıfların örgütü ve hareketi güçlüdür. Sermaye, geride kalan vahşi kapitalizm döneminin çalışma koşullarını dayatmaya cesaret edemez.

Bu dönemde iş yeri koşulları yasalarla güvence altına alınmakta, devlet tarafından atanan görevliler tarafından, iş yerinin standartlara uygun olup olmadığı denetlenmektedir. Emekçilerin yaşamları ve sağlıkları pazar ekonomisinden bağımsızdır. Hukuk ve kamunun işçi sağlığı ve iş güvenliği alanına göreceli olarak hâkim olması, pazar ekonomisinin bu alana müdahalesini kısmen kırmıştır.

Bu süreçte pek çok yasa, tüzük ve yönetmelik çıkmış ve çalışma yaşamı daha sağlıklı ve güvenli hale gelmeye başlamıştır. En büyük kazanım ise sosyal sigorta sistemi olmuştur. Sosyal Sigorta sistemi ile işçinin işiyle ilgili bir hastalık veya yaralanma sonucunda ücretinin bir kısmını almaya hak kazanması sağlanmıştır.

Bu dönemde kapitalizmin gelişim süreci devam etmiş, bilim ve teknolojiadaki değişiklikler ile birlikte yeni üretim yöntemleri, yeni makineler ve malzemeler çalışma hayatına girmiştir. Beraberinde ise daha önce bilinmeyen, tahmin edilmeyen sağlık ve güvenlik riskleri ortaya çıkmıştır.

1950'li yıllardan sonra emekçilerin yaşam standartlarında yükselme olması ve teknolojik gelişmelere karşın, iş kazaları ve hastalıkları sonucu yaşanan ölüm ve yaralanmalar beklenen oranda azalmamıştır. Gelişmiş kapitalist ülkelerin refahında, belli ölçüde emekçi sınıfların siyasal ve örgütlü gücünün zayıf olduğu ülkelere üretimin kaydırılması da etken olmuştur. Bu ülkelerde emek gücü ucuz ve mevzuat rahattır. Emekçilerin örgütünün İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği konusunda fazla hak talebi yoktur. Bu alana ilişkin talepler ancak toplu ölümlerin olduğu zaman gündeme gelmektedir. Avrupa'daki emekçi sınıfların bir önceki yüzyılda yaşadıklarını, artık Latin Amerika, Hindistan, Endonezya, Türkiye vb. ülkeler yaşamaktadır.

2.3. Günümüz Dünyası-Yeni Vahşi Kapitalizm

“Burjuvazi, üretim araçlarını ve böylelikle üretim ilişkilerini ve onlarla birlikte, toplumsal ilişkilerin tümünü sürekli devrimcileştirmeksizin var olamaz. Daha önceki

bütün sanayici sınıfların ilk varlık koşulu, bunun tersine, eski üretim tarzlarının değişmeksizin korunmasıydı. Üretimin sürekli alt üst oluşu, bütün toplumsal koşullardaki düzenin kesintisiz bozuluşu, sonu gelmez belirsizlik ve hareketlilik, burjuva çağı bütün öncekilerden ayırt eder.” (Engels ve Marks, 1993).

K. Manifestodaki bu tespit, günümüz dünyasının üretim süreçleri içinde geçerliliğini korumaktadır. El zanaatları, taylorist-fordist üretim biçimleri ve günümüzde ise “esnek üretim” biçimi, birbiri sıra devam eden bu süreçlerdeki her yeni durum, kendisinden önce olan oluşumun içinden doğmuştur. Burjuvazi için kar maksimisasyonunu sağlamada, bir önceki üretim biçimi yetersiz ise bunun yerine yenisini bulmak ve gerçekleştirmek zorundadır.

İş hayatı, günümüzdeki “esnek üretim” biçiminden önce, bant ve kitlesel üretim sistemine dayalı “fordist üretim biçimi” ile belirlenmişti. Bu üretim sisteminin zamanla işlevini yitirdiği görüşü sermayeye hakim olmuş ve “esnek üretim tarzı” sistemine uygun, çalışma sürelerinin esnetilmesiyle ilgili modeller oluşturulmuştur. Yarı süreli çalışma, kaydırılmış çalışma, cari hesap modeli, dönüşümlü esnek çalışma, ev çalışması, tele çalışma, geçici çalışma, sözleşmeli çalışma tüm bu modeller iş hayatının içine girmiştir.” *Bunların içinde “cari hesap modeli” okuyucuya iktisadi bir çağrışım yaptığından yabancı gelebilir. Açıklanacak olursa; “burada yıllık çalışma süresinin dengelenmesi hedeflenir. Haftalık çalışma süresi 45 saattir. Talebin yoğun olduğu aylarda 45 yerine 54 saat, talebin az olduğu aylarda ise 36 saat çalışılır. Çok çalışılan aylarda fazla mesai ücreti ödenmemiş olur. İşletmede talebin çok yada az olduğu aylarda bir çekirdek ekip bulundurulur. Talebin yüksek olduğu dönemlerde ise çalışma sürelerinin uzatılması nedeniyle yeni çalışanların istihdamına gerek kalmaz* (Belek, 2004).

“Teknolojinin gelişmesi, bu üretim tarzının çalışma modellerinin oluşmasında en büyük etmendir.

Sermayenin bu üretim biçimini uygulamaya koymasında uluslararası düzeyde politik ve ideolojik olarak bir engel yoktur. En büyük engel olan Sovyet bloğunun dağılması ve SSCB'nin çökmesi, kendi hareket alanını rahatlatmıştır. Artık dünya tek kutupludur. Sermayenin, emekçi sınıflara saldırısı önünde engel yoktur. Yeniden vahşi kapitalizm dönemine geçiş başlamıştır. Çalışma süreleri, açısından bakıldığında ise özellikle emekçilerin örgütsüz, mücadelelerinin güçsüz olduğu ülkelerde 18. yüzyıl koşullarının izleri görülmektedir. Bu dönemin eski vahşi kapitalizm döneminden tek farkı ise yasal mevzuattaki farklılıktır. Refah devleti zamanında, kazanılmış olan haklar yeni dönemin üretim ilişkileri ile uyum sağlaması artık mümkün değildir. Bu çelişki zaman içersinde ortadan kaldırılmaya başlanmış, alt yapı ile üst yapı arasındaki uyumsuzluk süreç içersinde bir uyuma

dönüştürülmüştür. Artık kamunun tarafsız, hatta kimi zaman emekçiler lehine olan pozisyonu yerini başka bir otoriteye bırakmaktadır. Piyasa!

Sosyal haklara sahip olmayan ve mücadelelerinde belli bir yere gelmeyen emekçilerin işçi sağlığı ve iş güvenliği konusundaki duyarlılıkları da zayıf olmaktadır. Bir taraftan kapitalizmin ilk yıllarındaki kötü ve acımasız çalışma koşulları hortlarken, emekçiler eski dönemlerinden farklı “kalite yönetimi, kalite çemberi” gibi olgularla karşı karşıyadır. Bunun sonucunda ise emekçiler daha fazla; yoğun çalışma, yorulma ve kazalar ile karşılaşmaktadırlar. Sermaye teknolojinin gelişmesi ile birlikte emekçi kesimlerin daha az yorulacağını savunmuştur. Bunun böyle olmadığına en iyi örnek Japonya da ortaya çıkan “karoshi” hastalığı vakalarıdır. Karoshi olarak bilinen hastalık “ani tükenme sendromu” olarak tanımlanmıştır. “İlk karoshi vakası 1969 yılında, Japonyanın en büyük gazete şirketlerinden birisinin yüklenme bölümünde çalışan 29 yaşındaki evli bir erkeğin, felç nedeniyle ölümü olarak rapor edilmiştir”.

Karoshi vakalarının önemli tıbbi nedenleri kalp krizi, felç ve beyin kanaması gibi nedenlerdir. Japon Çalışma Bakanlığı karoshi istatistiklerini 1987 yılında kamunun artan ilgisi nedeniyle yayınlamaya başlamıştır. *Büyük bir yaşam sigortası şirketi, Tokyo’da en üst düzeydeki işletmelerde çalışan 500 erkek üzerinde bir araştırma yapmıştır. Araştırma, araştırmaya katılanların %46’sının içinde buldukları karoshi riski bakımından endişeli olduğunu göstermiştir. Yine katılanların dörtte biri kendi ailelerinde karoshi hakkındaki sıkıntılardan kaynaklanan yakınmaları yaşamışlardır. %5-20’si bizzat kendileri, yüksek karoshi riskinden korkmaktadır* (Belek, 2004). Japon hükümetinin Ekonomi Enstitüsü içindeki Ekonomik Planlama Kurumu, karoshi vakalarının sayısını, 1994 için 1000 civarında olduğunu tespit etmiştir. Karoshi kurbanlarının çoğu ölümden önce, yıllık toplam 3000 saat’i aşan bir süreye eşit olan uzun saatler çalışmışlardır. Japonya’da çalışma saatleri diğer endüstrileşmiş ülkelerden daha fazladır. Bu sürenin uzunluğu karoshinin olası nedenlerinden birisi olarak düşünülmektedir. “*Japonya’daki çalışma saatleri incelendiğinde yılda 3120 saat’in üzerinde çalışan erkek işçi sayısı (bu haftada 60 saat’ten fazla çalışmak demektir) 1975’ten beri artmıştır. Sayı 1975 yılında 3 milyon kadardı (toplam çalışan erkeklerin %15’i) 1988 yılında 7 milyona (toplam %24’ü) ulaştı*” (Belek, 2004). Japonya’da emekçiler aşırı yorgunluktan karoshi vakalarını yaşarken, avrupa ülkelerinde uzun çalışma süreleri önemli bir sorun olduğu ortaya çıkmaktadır. Çizelge 1 incelendiğinde durum daha net görülmektedir.

Çizelge 1. Avrupa birliği ülkelerinde uzun çalışma süreleriyle ilgili veriler (2002)

	Haftada 40 saatin üzerinde çalışanlar	Vardiyalı çalışanlar	Gece çalışanlar	Hafta sonu çalışanlar
Belçika	8	10	32	33
Danimarka	16	5	42	40
Almanya	8	15	-	-
Yunanistan	24	19	46	47
İspanya	12	17	23	34
Fransa	10	10	32	47
İrlanda	10	17	26	50
İtalya	14	22	25	49
Lüksemburg	4	11	30	43
Hollanda	2	-	-	-
Avusturya	5	18	28	42
Portekiz	15	18	-	43
Finlandiya	9	24	47	34
İsveç	6	24	41	37
İngiltere	37	19	52	59
Avrupa Birliği	15	16	36	47

2002 yılı itibariyle Avrupa Birliği ülkelerinde tam süre çalışanların ortalama haftalık çalışma süresi yaklaşık 42 saat'tir. Ancak bu süre İngiltere'de 47,3 saat'e çıkmaktadır. Tam süreli çalışanların %15'nin 40 saat'in üzerinde çalıştığı da bilinmektedir. Ortalama 48 saat çalışanların oranı %6'dır. Bu oran İngiltere için %15'e, İzlanda için %25'e ulaşmaktadır. Geceleri çalışanların oranı %36, Cumartesi ya da Pazar günleri çalışanların oranı %47'dir (Belek, 2004). Avrupa'nın emekçilere, sanıldığı kadar sağlıklı ve güvenli bir çalışma sunduğu refah içinde oldukları doğru değildir. Bu ülkelerde merkezlerden periferiye (çevre) doğru gidildiğinde ise durum daha çok vahimleşir. Göçmen emeği kullanımının, iş gücü piyasasında ucuz iş gücü olarak kullanımının, kuralsızlığın hâkim olduğu da görülecektir. Endüstrinin gelişimi ile birlikte bir yandan işçi sağlığını bozan yeni tehditler ortaya çıkarken, iş güvenliği alanında büyük kazalar ve beraberinde çevreyi tahrip eden olaylarda yaşanmaktadır. Bunlara büyük endüstriyel kazalar da denmektedir. Yakın süreçte bu olaylar bakıldığında karşımıza şu tablo çıkar (Çizelge 2).

Bhopal'de 1984 yılında ve İsviçre, Basel'de 1986 yılında gerçekleşen iki büyük kaza ve Mexico City'de doğal gaz patlaması sonucu Seveso direktifinin tekrar gözden geçirilmesi gereği doğdu. Son olarak (82/501/EEC) direktifi gözden geçirilmiş ve yerine son olarak II. Direktif (96/82/EEC), 1996 yılında kabul edilmiştir. Seveso II Direktifi adını alan veya diğer bir adıyla COMAH Direktifi; tehlikeli maddeler içeren büyük endüstriyel kazaların önlenmesine yönelik çeşitli kontrol yükümlülükleri getirmiştir. Avrupa yasası sayılan direktifi Türkiye 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 29. maddesi "Güvenlik raporu veya büyük kaza önleme politika belgesi" ile kendi ulusal yasasına dâhil etmiştir.

30 Haziran 2012 yılında çıkan kanundan bu zamana kadar, 29. madde ile ilgili bir çalışma olmamıştır. Çarpık, başıboş, plansız endüstri yapılaşmasındaki bir ülkede söz konusu kanun maddesinin nasıl uygulanacağı merak konusudur.

Bu süreç özelleştirmeler, taşeronluk, enformal üretim biçimi gibi hepsi birlikte gitmekte, sonucunda ise işçi sağlığı ve iş güvenliği alanına olumsuz olarak yansımaktadır.

Sigortasız ve kayıtsız çalışan sayısındaki artış, uzun ve esnek çalışma saatleri, taşeronlaştırma nedeniyle küçük işletmelerin sayıca artışı, küçük iş yerlerinde iş güvenliğine ilişkin önlemlerin yetersizliği, denetimsizliği ve son dönemde işçi sağlığı ve güvenliğinin kendisini dahi özelleştirilmesi sürecine girdiği düşünüldüğünde iş kazaları ve meslek hastalıklarının neden olduğu sorusu bilinçlerde yerli yerine oturmaya başlamıştır. Madencilik sektörü, inşaat sektörü alanları ülkemizde cinayet mahalleri olmuştur.

Gelişkin kapitalist ülkelerin işçi sağlığı ve güvenliğine daha fazla önem vermesi ve sosyal devlet yapılarının daha gelişkin olması tamamen örgütlü emekçi sınıflarının mücadeleleri sonucudur. Emekçiler, haklarını arayacak olan örgütlerden yoksun ise daha uzun süre ve yoğun olarak çalışır, fazla çalışma ise dikkat dalgınlığına yorgunluğa ve sonucunda kazalara neden olur. İşçiler örgütsüz olduğunda yasak da olsa tehlikeli maddelerle çalışmak zorunda kalırlar. Toplu koruma tedbirleri alınmaz, kişisel koruyucu donanım verilmez vb. gibi daha birçok nedeni sıralayabiliriz.

Liberal ekonominin demokrasisi, ısrarla çizdiği "özgürlük" kavramına göre işçiler özgürdür. Çalışma koşulları kötü ise ister çalışır ister çalışmaz. Ama işsizlik, işsiz kalma korkusu, açlık ve pek çok nedenden dolayı, işçiler tehlikeli her türlü işi yaşamak için yapmak zorundadır. Kırk katır mı, kırk satır mı" tercihiyle karşı karşıya kalırlar. Sermayenin bu anlayışı 1800'li yıllarından beri değişmemiştir.

Türkiye'de, İşçi Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili mevzuat, 2013 yılına kadar 1475 ve 4857 sayılı kanun, tüzük ve yönetmeliklerinde belirlenmiştir. Yeni olarak, 2013

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

yılından itibaren geçerli olmak üzere 6331 sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” çıkmıştır.

Çizelge 2. Büyük endüstriyel kazalar

Yıl	Yer	Olay	Kazalı
1959	Minamata, Japonya	Su yollarına cıva deşarj edilmesi	400 ölü, 2,000 yaralı
1973	Fort Wayne, A.B.D	Demiryolu kazası ile vinil klorür dökülmesi.	4500 tahliye
1974	Flixborough, İngiltere	Patlamada sikloheksan açığa çıkması	23 ölü, 104 yaralı, 3,000 tahliye
1976	Seveso, İtalya ^(*)	Dioksin sızıntısı	193 yaralı, 730 tahliye
1978	Los Alfaquez, İspanya	Ulaşım kazasında propilen dökülmesi	216 ölü, 200 yaralı
	Xilatopec, Meksika	Karayolu kazasında gaz tankeri patlaması	100 ölü, 150 yaralı
	Manfredonia, İtalya	Fabrikadan amonyak sızıntısı	10.000 tahliye
1979	Novosibirsk, Rusya	Kimya fabrikasında patlama	300 ölü
1980	Summerville, A.B.D	Demiryolu kazası ile fosfortriklorür dökülmesi	300 yaralı, pek çok tahliye
	Tacoa, Venezüella	Petrol yangını ve patlaması	145 ölü, 1.000 tahliye
1984	Sao Poulo, Brezilya	Petrol boru hattında patlama	508 ölü
	St. J. Ixhuatepec, Meksika	Gaz tanki patlaması	452 ölü, 4.248 yaralı, 300.000 tahliye
	Bhopal, Hindistan ⁽⁺⁾	Pestisit fabrikasından sızıntı siyan gazı	72.500 ölü, binlerce yaralı, 200.000 tahliye
1988	Piper Alpha	Deniz aşırı petrol platformu kazası	167 ölü
2000	Enschede, Hollanda	Havai fişek fabrikasında patlamada	21 kişi hayatını kaybetti. 800 kişi yaralandı ve 1 kilometrekare çaplı alanda 5300 kişi patlamadan ve sonuçlarından etkilendi.

Not: Seveso direktiflerine göre, maden ve nükleer kazalar büyük endüstriyel kazalardan sayılmamaktadır. Bunun için Çizelge’de yer almamıştır.

*10.Temmuz1976 tarihinde İtalyanın Seveso kasabasında ICMESA Chemical Company’de tri kloro fenol (TCP) üretimi yapan bir reaktörde patlama meydana geldi. Patlamaya sebep olan gaz, zehirli bir gaz olan dioksin (TCDD) idi. endüstriyel donanımlarda kaza önleme üzerine bir Direktif olan Seveso Direktifi (82/501/EEC) kabul edildi.

+3.Aralık 1984, ABD kökenli Union Carbide firmasının Hindistan’da Bhopal’de kurduğu böcek ilacı üreten fabrikadan yanlışlıkla 40 ton metil isosiyanat gazını dışarı atması sonucu olan kaza, Greenpeace’in bölgede kazadan 20 yıl sonra, 2004 yılında yaptığı ölçümlerde, toprakta normalin 6 milyon katı toksik madde bulundu.

Derinliği olmayan bir bakış açısı ile bakıldığında, böyle bir kanunun çıkması olumlu görülebilir. Ancak incelendiğinde, karşımıza çıkan tablonun ne olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Kanunun 3. tanımlar maddesinin 2. bendi “ İşveren adına hareket eden, işin ve işyerinin yönetiminde görev alan işveren vekilleri, bu Kanunun uygulanması bakımından işveren sayılır.” denilmektedir. 4857 sayılı kanunda böyle bir tanım yoktur. Sermaye böyle bir tanıma niçin ihtiyaç duymuştur?

Madde 8.3. “Hizmet sunan kuruluşlar ile işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanları, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin yürütülmesindeki ihmallerinden dolayı, hizmet sundukları işverene karşı sorumludur.” denilmektedir. İşverenin kendi sorumluluğunu başkası üzerine attığı bir başka maddedir.

Madde 19. Çalışanların yükümlülükleri maddesi 1. bendi “Çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili aldıkları eğitim ve işverenin bu konudaki talimatları doğrultusunda, kendilerinin ve hareketlerinden veya yaptıkları işten etkilenen diğer çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye düşürmemekle yükümlüdür.” denilmektedir.

Bu yasada işçi kavramı yoktur. İşçiler çalışanlar kavramı içerisinde tanımlanmıştır. Eski mevzuatta işçilerin iş kazalarında hiçbir sorumluluğu yoktu, ancak şimdi bu kanun ile onlara da bu sorumluluk yüklenmiştir. Süreç içerisinde işçilerin iş kazalarından dolayı sorumlu tutulduğu ve sanık sandalyesine çıktığı görülecektir.

4857 sayılı kanun “esnek üretim tarzı” modelinin uygulanmasının tüm hukuki düzenlemesini getirirken, sermaye kesimine belli sorumlulukları da yüklemiştir. Bu yasanın kavgasız, gürültüsüz çıkması için sermaye ve işçi örgütleri tarafları açısından karşılıklı olarak ödün verilmesi zorunluluğu doğmuştur. Sendikalar, esnek üretim tarzı modelinin uygulanacağı hukuki düzenlemeye karşı çıkmayacak, karşılığında da sermaye iş kazaları olayında belli oranda sorumlu tutulacaktır ve senaryo uygulanmıştır.

4857 sayılı yasaya karşı çıkması gereken sendikaların tepkileri cılız kalmış, işçiler arasında oluşan nefreti gideren gösteriler yapılmıştır. Buhar kazanının patlamasını önlemek için, sibop vazifesi görülmüştür. Sendikaların ve Çalışma Bakanlığının ortak protokolü bu durumu açıklıkla gözler önüne sermektedir. Tisk, Türk-İş, Hak-İş ve Disk konfederasyon başkanlarıyla dönemin Çalışma Bakanı Yaşar Okuyan'ın imzaladıkları protokol: Dünyada meydana gelen ekonomik ve sosyal gelişmenin hızı, niteliği, bölgesel entegrasyonlar, pek çok alanda yenilik ve değişimlere yol açmaktadır. Bunlara uyum sağlamak bizim açımızdan iki noktada önemlidir.

Gelişimin bir ucunda, uluslararası örgütlerde zeminini bulan çalışma standartlarının yükseltilmesi ve bunların dünya ticareti ile ilişkilendirilmesi yer alırken diğer uçta ise uluslararası ekonomik rekabetin yoğunlaşması bulunmaktadır. Böylece sosyal gelişme ve insan merkezli amaçlar ile bunu gerçekleştirecek ekonomik gelişimin önündeki engelleri bir arada ele almak gerekmektedir.

Çalışma yaşamımızı düzenleyen yasaların çağdaş gelişim çizgisine uygun biçime getirilmesi için, taraflarca önerilen ve üniversitemizin çalışma yaşamı ile ilgili saygın öğretim üyelerince oluşturulan "bilim kurulu"nun, öncelikle 1475 sayılı İş Kanunundan başlamak ve 2821 sayılı Sendikalar ile 2822 sayılı Toplu İş Sözleşmesi, Grev ve Lokavt Kanunu ele almak üzere, bu yasalarda gerekli değişiklik ve düzenlemeleri yapmaları kabul edilmiştir. Böylece sosyal diyalog içinde üretilecek çözümün sosyal faydası daha büyük olacaktır.

“Bilim Kurulu”, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nı temsilen üç, Türk-İş, Disk ve Hak-İş Konfederasyonlarını temsilen birer, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonunu temsilen üç olmak üzere, dokuz öğretim üyesinden oluşacak, sekreteryası ise Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nca yürütülecektir.

Kurulun oy birliği ile alacağı kararlar herhangi bir çekince ileri sürülmeden taraflarca kabul edilmiş sayılacak, oyçokluğu ile alınan kararlar da kabul edilmiş sayılacak fakat bu konularda tarafların deklarasyon hakkı saklı kalacaktır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın da en geç Eylül 2001 sonuna kadar bitirilmesi düşünülen bu çalışmalar sonucu elde edilecek tasarı metinlerini 2001 yılı sonuna kadar yasalaştırmak üzere gerekli girişimleri yapacağına ilişkin bu protokol 26 Haziran 2001 günü imza altına alınmıştır.

Protokolle ilgili olarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik eski Bakanı Yaşar Okuyan’ın 3 Haziran 2002 tarihli konfederasyon genel başkanlarına gönderdiği teşekkür mektubu ise şöyledir:

T.C.

ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
ÇALIŞMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Sayı: B.13.O.ÇGM.O.12.00.02/5697

Konu: Yasa Değişikliği Taslağı

3 Haziran 2002 Sayı: B.13.O.ÇGM.O.12.00.02/5697

Konu: Yasa Değişikliği Taslağı

3 Haziran 2002

Sayın Bayram MERAL,

Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu Genel Başkanı

Bilindiği gibi, daha önce imzaladığımız protokol uyarınca, Bakanlığımız tarafından önerilen Prof. Dr. Metin KUTAL, Prof. Dr. Toker DERELİ, Prof. Dr. Savaş TAŞKENT, Türk-İş Konfederasyonu tarafından önerilen Prof. Dr. Sarper SÜZEK, Devrimci İşçi Sendikaları Konfederasyonu tarafından önerilen Prof. Dr. Devrim ULUCAN, Hak-İş Konfederasyonu tarafından önerilen Prof. Dr. Öner EYRENCİ ve Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu tarafından önerilen Prof. Dr. Münir EKONOMİ, Prof. Dr. Teonam AKÜNAL, Prof. Dr. Algun ÇİFTER'in oluşturduğu "Bilim Kurulu" çalışmalarını tamamlamış ve 1475 sayılı İş Kanunu'nda yapılan değişiklikleri ihtiva eden tasarı, kurulu oluşturan üyelerin ortak imzalarını taşıyan bir mektup ile tarafıma teslim edilmiştir. Bilim Kurulu tarafından oybirliği ile hazırlanan taslak, 24. madde ile ilgili alternatif taslak ve Kıdem Tazminatı Fon Kanunu Tasarısı Taslağı, kurul üyeleri tarafından yazılan mektup ile birlikte yazımız ekindedir.

Bugüne kadar, yapılan çalışmalarla ilgili olarak medyaya herhangi bir açıklamada bulunulmadığı için size teşekkür ediyorum.

Konuyla ilgili olarak 6 Haziran Perşembe günü saat 15.00'te bakanlığımızda bir toplantı yapılacaktır. Bilgilerinizi ve söz konusu toplantıya katılmanızı rica ederim.

Yaşar OKUYAN

Bakan

4857 Sayılı Kanunun uygulamaya başlaması ile sermaye kesimi iş kazalarından doğan hukuki sorumluluktan rahatsızlık duydular. Sorumluluğu üzerinden atacak olan 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu getirdiler.

Sermaye örgütleri kendi çıkarları için, nasıl bir yol izleme gerekliliğini iyi bilmektedirler. Ancak, sınıf mücadelesinin örgütleri olan sendikalar için bunu söylemek mümkün değildir. İşveren, iş hayatına doğası gereği “kâr” mantığı ile

bakar. Bunu sağlayamaz ise sermaye birikim yapamaz. Kâr maksimizasyonunu sağlamak ve sermaye birikimini sağlamanın bir yolu “ üretim zorlaması” ise diğer bir yolu da, kendisi açısından gereksiz gördüğü yatırımlardan kaçınmaktır. İşçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili yapılması gereken yatırımlar, çoğu kez onlar için gereksizdir. Özellikle yeraltı maden işletmeleri ve inşaat sektöründe bu durum çok daha bariz olarak görülmektedir.

Madencilik sektöründe 4857 sayılı İş Kanunu'nun alt ve üst işveren ilişkisini tanımlayan 2. maddesi dışında, bir başka uygulama vardır, “rödevans” sözleşmesi uygulamalarıdır.

Anayasa'nın 168. maddesi tabii servetlerin ve kaynakların aranması ve işletilmesi hakkındadır.

“MADDE 168– Tabii servetler ve kaynaklar Devlet'in hüküm ve tasarrufu altındadır. Bunların aranması ve işletilmesi hakkı Devlet'e aittir. Devlet bu hakkını belli bir süre için, gerçek ve tüzel kişilere devredebilir. Hangi tabii servet ve kaynağın arama ve işletmesinin, Devlet'in gerçek ve tüzelkişilerle ortak olarak veya doğrudan gerçek ve tüzel kişiler eliyle yapılması, kanunun açık iznine bağlıdır. Bu durumda gerçek ve tüzel kişilerin uyması gereken şartlar ve Devletçe yapılacak gözetim, denetim usul ve esasları ve müeyyideler kanunda gösterilir.”

“Devlet hakkını belli bir süre için, gerçek ve tüzel kişilere devredebilir” ibaresi ruhsat hukukunun omurgasını teşkil eder. Devlet'ten madeni işletme hakkını alan ruhsat sahibi bir başka kişiye madeni kiralar. Bunun adı da “rödevans” sözleşmesidir. İş Kanununda yeri olmadığı için ruhsatı kiralama uygulaması olan bu sözleşme, “Borçlar Kanununa” göre düzenlenir. Ev sahibi evini kiraya verir, kiracıda evi başkasına kiralar. Özel sektör madencilğinde yaşanan budur.

Sermaye, yatırım sürecinde belli bir “risk” alır. Piyasa şartları, kriz vb. kendisini olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir. Rödevans uygulamasında “ruhsat” sahibinin ise hiçbir riski yoktur. Devletten kiraladığı madeni bir başkasına kiralar. Başka bir sektörde görünmeyen en büyük rant sahibidir.

Madeni işleten şirkete, “cevherin maliyeti” üzerine bir de ruhsat sahibi ile “rödevans” sözleşmesinden kaynaklanan üretimin ton başına komisyon maliyeti biner. Üretim ilişkisi bu şekilde olduğunda maliyetleri asgariye indirme adına “işçi ücretleri” düşük tutulur, harcamalar kısılr. İşçi sağlığı ve iş güvenliği alanında yatırım yapılmaz. En bariz örneği, “kişisel koruyucuların” en basiti ve ucuzu temin edilir.

Bu iş kolundaki taşeronlaştırma uygulamaları ise daha vahim bir boyutu gözler önüne serer. Karadon bölgesindeki 17 Mayıs 2010 tarihinde grizu patlaması sonucu 30 madencinin ölümü olayı,

Kozlu bölgesinde 7 Ocak 2013 tarihinde değaj patlaması sonucu 8 işçinin ölüm olayı, “*En son yaşanan Soma ve Ermenek faciaları, soruşturma aşamasında olduğundan değinilmemiştir*”

Birden fazla ölümlü olayın yaşandığı, iki kazada devlet işletmesi olan Türkiye Taş Kurumu (TTK) ocaklarında, çalışan taşeron firmaların iş yerinde meydana gelmiştir.

Bir yeraltı ocağı içerisinde, devlet işletmesi ile taşeronun aynı yerde çalışması dünyada görünen bir uygulama değildir. Yeraltı işletmesi olduğundan ve birbirlerine bağlantılı olduklarından dolayı birisinde olan kazanın diğerini etkilemesi kaçınılmazdır.

Nitekim, bu iki kaza olayında da daha büyük bir facianın eşiğinden dönülmüştür. Ancak, hala bu uygulamaya devam edilmektedir.

Taşeronlaştırmanın çok geniş olarak uygulandığı diğer bir iş kolu ise “inşaat” sektörüdür. İş Kanununun 2. maddesinde alt işveren tanımı yapılmaktadır.

“Madde 2 - Bir işverenden, işyerinde yürüttüğü mal veya hizmet üretimine ilişkin yardımcı işlerinde veya asıl işin bir bölümünde işletmenin ve işin gereği ile teknolojik nedenlerle uzmanlık gerektiren işlerde iş alan ve bu iş için görevlendirdiği işçilerini sadece bu işyerinde aldığı işte çalıştıran diğer işveren ile iş aldığı işveren arasında kurulan ilişkiye asıl işveren-alt işveren ilişkisi denir. Bu ilişkide asıl işveren, alt işverenin işçilerine karşı o işyeri ile ilgili olarak bu Kanundan, iş sözleşmesinden veya alt işverenin taraf olduğu toplu iş sözleşmesinden doğan yükümlülüklerinden alt işveren ile birlikte sorumludur.”

Asıl işverenin işçilerinin alt işveren tarafından işe alınarak çalıştırılmaya devam ettirilmesi suretiyle hakları kısıtlanamaz veya daha önce o işyerinde çalıştırılan kimse ile alt işveren ilişkisi kurulamaz. Aksi halde ve genel olarak asıl işveren alt işveren ilişkisinin muvazaalı işleme dayandığı kabul edilerek alt işverenin işçileri başlangıçtan itibaren asıl işverenin işçisi sayılarak işlem görürler. İşletmenin ve işin gereği ile teknolojik nedenlerle uzmanlık gerektiren işler dışında asıl iş bölünerek alt işverenlere verilemez.....”

Bu kanun maddesine göre tek bir alt işverenden bahsedilmektedir. Ancak, inşaat sektöründe ise uygulama farklıdır. Alt işveren, altında bir başka işvereni daha çalıştırmaktadır.

Sermaye bu durumu, ana işvereni “ihale makamı” olarak görür, ve herkese kabul ettirmeye çalışır. İş Kanunu 2. maddesinin aşılmasının yolu bulunmuştur. “İnşaat Ya Resulullah” denilerek yola çıkılır.

Ülkemizde inşaat sektörü en fazla kazanın olduğu sektördür. İş kazası sonucu her yıl çok sayıda inşaat işçisi yaşamını yitirmekte veya sakat kalmaktadır. “Sayısal

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

durum hakkında genel bir fikir vermek amacıyla, Sosyal Güvenlik Kurumu'nun (SGK) 2001-2010 yıllarına ait istatistiklerinden elde edilen verilere göre - Türkiye genelinde inşaat sektöründe bu yıllarda her yıl ortalama 340 kişi ölmüş, ve 379 kişi ise iş göremez durumda kalmıştır”

İlk olarak Türkiye’de en tartışmalı verilerden birisi olan Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) kaza istatistikleriyle sektöre genel bir bakış atılabilir. Bu istatistiklerin tartışmalı olması iki nedenden kaynaklanmaktadır. İlki bu veriler o yıl gerçekleşen iş kazalarını değil, işlemi tamamlanmış kazaları vermekte, ikinci olarak da toplam kazaların ancak çok küçük bir kısmını yansıtmaktadır. Daha önce de vurgulandığı gibi resmi istatistikler yalan söylemenin en güzel fırsatını sunmaktadır sermaye sınıfına Söz gelimi çok ama çok tartışmalı, doğruluğu şüpheli bile denilemeyecek kadar güvenilmez 2012 kazaları sonucunda şunlar yazılabilmektedir:

Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından açıklanan 2012 yılı iş kazaları ve meslek hastalıklarından 745 kişi iş kazalarında hayatını kaybederken bu rakam 2011 yılında 1700 olarak kayda geçmişti.

İstatistik sonuçlarına göre yüzde 43,83 oranında bir azalma görüldüğünün altını çizen Güler Özkartal 8 ay önce yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası'nın uyum yılında elde edilen sonuçlar bunlar. Bu rakamlara bakıp doğru yolda olduğumuzu söyleyebiliyoruz. 2013 karnesinin çok daha iyi çıkacağına inanıyorum” (Haber 7 web sitesi)

Bir başka olgu, SSK kayıtlarına girmek için sigortalı olunması gereklidir. Sigortasız işçilerin başına gelenler SSK kayıtlarında yer almaz. Bu durumda kamyon kasasından düşen tarım işçileri nereye koyulacaktır

Ülkemizde en fazla iş kazası olan madencilik ve inşaat sektörleri, çok farklı yapısal özellikler taşımaktadır.

Hizmet sektörü haricinde, sektörler kabaca “proses ve proje” bazlı olmak üzere ikiye ayrılır.

İmalat sektörü “proses” bazlıdır. Hammade veya yarı mamul madde fabrikaya girer mamul madde olarak çıkar. Çalışma ortamının döngüsü aynıdır. İnşaat sektörü ise, “proje” bazlıdır. Proje tamamlanır çalışma sona erer. Madencilik sektörü ise hem “proje” hem de “proses” bazlıdır. Üretim, hazırlık çalışmaları ile birlikte devam eder.

Proses bazlı sektörlerde, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ile ilgili tehlikeler ve oluşturduğu riskler değişiklik arz etmez. Uyulması gereken İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatı bellidir.

Proje bazlı sektörlerde ise tehlike ve risk süreç içerisinde farklılaşır. İnşaatın kaba işi biter (beton atımı, demir işi) ince iş başlar, (sıva, boya, kaplama gibi) “tehlike” ve

“risk” buna göre farklılık arz eder. İşçiler, yapılan işe göre de değişir. Kaba iş ile çalışan işçi farklıdır. İnce iş ile ilgili çalışan işçi farklıdır. Çalışma alanında sürekli bir işçi sirkülasyon söz konusudur.

Madencilik sektöründe çalışan işçilerde sirkülasyon fazla olmaz. Çoğu kez daimi olarak çalışırlar. Geçmişten gelen tecrübe, bilgi işçiler üzerinde birikim oluşturur. Bir başka husus ise inşaat yükseldikçe, maden ise derinleştikçe “tehlike” ve “risk” artar.

Kazaların had safhaya ulaştığı bu iki sektörde, işçi örgütleri ne yapmaktadır. İnşaat sektöründe yapılan işlerin süresi çok kısadır. İş yerinin çalışma süresi kısa olduğundan, daimi olarak bulunamazlar. Bu sektörde yetkili olan bir sendika bulunmamaktadır.

Ancak, maden sektöründe ise durum farklıdır. Maden sektöründe işçilerin çalışması süreklilik arz eder. Maden işçilerin büyük bir kısmı sendikalıdır. Sendikaların toplu sözleşmelerinde İşçi sağlığı ve İş Güvenliği hususu geniş bir yer tutmaktadır.

Mevzuatta bulunan İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik'in 8. maddesi kurulun görev ve yetkileri hakkındadır (g) bendi ise “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 13 üncü maddesinde belirtilen çalışmaktan kaçınma hakkı talepleri ile ilgili acilen toplanarak karar vermek,” denilmektedir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanununun 13. maddesi şöyledir. “ (1) Ciddi ve yakın tehlike ile karşı karşıya kalan çalışanlar kurula, kurulun bulunmadığı işyerlerinde ise işverene başvurarak durumun tespit edilmesini ve gerekli tedbirlerin alınmasına karar verilmesini talep edebilir. Kurul acilen toplanarak, işveren ise derhâl kararını verir ve durumu tutanakla tespit eder. Karar, çalışana ve çalışan temsilcisine yazılı olarak bildirilir.

(2) Kurul veya işverenin çalışanın talebi yönünde karar vermesi hâlinde çalışan, gerekli tedbirler alınmaya kadar çalışmaktan kaçınabilir. Çalışanların çalışmaktan kaçındığı dönemdeki ücreti ile kanunlardan ve iş sözleşmesinden doğan diğer hakları saklıdır”

İşçiler için mevzuatta bu hüküm varken bu haklarını niçin kullanamazlar ?

Sendikasız işçiler, işverenler karşısında bir güç değildir. Mevzuattan doğan haklarını arayamazlar, uygulayamazlar. Böyle bir girişim içinde olduklarında işverenin hışmına uğramaları kesindir. Sermayenin görünen veya görünmeyen yasalarına bağımlı kalırlar. İşte modern kölelikte burada başlar.

Ya yetkili olan sendikalar için ne demeli! Sendikalar, niçin mevzuattan ve toplu sözleşmeden gelen haklarını arayamazlar? Bu sorunun cevabını bulmak uzun bir tartışmanın konusu olacaktır. Ancak, bunun sorgulanması gereklidir.

3. SONUÇ

Kapitalist-emperyalist sistem günümüzde tüm dünyayı şekillendirmeye, yeni bir barbarlık, yeni bir sömürü dönemini insanlığa dayatmaktadır.

Sermaye, daha fazla kar etmek için, üretim süreçleri içinde değişimler yapmaktadır. Kârın maksimasyonunu, maliyetlerin minimasyonunu amaçlayan üretim süreçleri, işçi sağlığı ve iş güvenliği alanını olumsuz olarak etkileyen ana etmen olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sosyalist sistemin dağılması sonrasında, sermaye sınıfı; baskıcı, esnek, güvencesiz, sağlıksız üretim modellerini kurumsallaştırmakta ve buna devam etmektedir. Geçmişin yasa ve tüzükleri mülga edilerek, yeni dönemin çalışma hayatının hukuk düzeni kurulmaktadır.

İş kazalarının birinci muhatabı olan emekçiler, bu sürece dur demenin yollarını bulmak zorundadır. Bunun yolu ise örgütlenme, örgütlerine sahip çıkma ve asli olarak kendilerinin söz sahibi olması, sermayeye yaptırabilme gücüne ulaşmasından geçmektedir.

Şüphesiz konunun boyutları çok geniştir. Maalesef ülkemizde konu ile ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır. Bizler “iş cinayeti” der geçeriz, doğrudur ama eksiktir, mekanizmalarını ortaya koymak, en can alıcı noktalar müdahale etmek, sınıf mücadelesinin bir parçası haline getirmek gerekmektedir.

Bu tebliğ, sermaye sınıfının çalışma hayatındaki uygulamalarına ve onun bakış açısına karşı yazılmıştır. Tebliğ bu doğrultuda okunmalıdır. Ancak, emekçiler eğer kendi tarihlerini yazmadıkları sürece bu ve buna benzer yazılanların da bir anlamı olmayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akalın, M. A., 2012. *Sovyetler Birliği'nde İşçi Sağlığı ve Güvenliği*, <http://www.guvenlicalisma.org/>
- Engels, F., Marx, K., 1993. *Komünist Parti Manifestosu*, Sol Yay. Ankara.
- Belek, İ., 2004. *Esnek Üretim Derin Sömürü*, NK Yayınları, İstanbul.
- Gürcanlı, E. C., 2014. *Bir Cinayetin Öyküsü*, Yazılama Yayınları.
- Marx, K., 1867. *Kapital, Kapitalist Üretim Eleştirel Bir Tahlili, Birinci Cilt: Sermayenin Üretim Süreci*. Sol. Yay., Ankara.

Türkiye’de Meydana Gelen Maden Kazalarının İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Statistical Investigation of Mine Accidents Occurred in Turkey

S. Yaşar, S. İnal, Ö. Yaşar, S. Kaya

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon

ÖZET Madencilik sektörü birçok kaynakta en tehlikeli iş kolu olarak bildirilmektedir. Bunun en büyük sebepleri madencilğin kendisine has zorluklarının olması, bilinmezliklerin ön çalışmalara rağmen diğer sektörlerle göre daha fazla olması ve üretimin sürekli devam etmesi nedeniyle ocak çalışma şartlarının sürekli değişmesidir. Dünya genelinde maden kazaları sayısı tüm iş kollarındaki kazaların yaklaşık %10’unu oluşturmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle, Türkiye, Birleşik Krallık, Finlandiya, Polonya, Almanya ve Avustralya’nın 1998-2008 yılları arasındaki maden kazası sayıları, ölüm oranları ve yaralanma oranları incelenmiştir. Buna ek olarak, 2007-2012 yılları arasında ülkemizde meydana gelen iş kazaları incelenmiştir. Ülkemizde meydana gelen iş kazaları meslek gruplarına göre incelenmiştir. Ayrıca madencilik sektöründe meydana gelen iş kazaları faaliyet alanlarına göre incelenmiştir. Özetle ülkemizin iş kazaları madencilik penceresinden incelenmiş, dünyadaki yerimiz irdelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda ülkemizin karşılaştırma yapılan ülkelere nazaran iş kazaları konusunda çok iyi durumda olmadığı görülmektedir.

ABSTRACT Mining is reported as the most dangerous sector in many references. This is due to characteristic difficulties of mining and majority of the uncertainties despite the preliminary studies. Also, a continuous production result in a continuous change in the pit’s working conditions. In general terms, approximately 10% of the all occupational accidents in the world took place in mining operations.

In this study, number of mining accidents, death and injury rates encountered between 1998 and 2008 in Turkey, United Kingdom, Finland, Poland, Germany and Australia were investigated. In addition, working accidents took place in Turkey between 2007 and 2012 were investigated. Working accidents occurred in Turkey were investigated according to work branches. Also mining sector of

Turkey was inspected in itself and position of Turkey in the world was investigated in terms of mining accidents. As a result of comparison with other countries, it is seen that our country is not in a good situation as occupational accidents' point of view.

1. GİRİŞ

Madencilik insanoğlunun varoluşu kadar eskiye dayanan bir meslek olarak insanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için tarım ile birlikte ilk uğraşlarından olmuştur. İnsanoğlu ilk zamanlarda araç-gereç ve silah yapımı için yerküreyi kazmaya ihtiyaç duymuştur. Bu bağlamda bilinen ilk madencilik faaliyeti kesin bir tarih olmamakla birlikte M.Ö. 300.000'li yıllara dayanan silah ve araç gereç yapımında kullanılan sileks, çakmaktaşı ve obsidiyenin çıkarılmasıdır (Hartman, 1992). Gerekliliği ve önemi hayatın doğal akışı ile birlikte kendini gösteren madencilik, günümüzde de insanoğlu açısından bir olmaz olmaz olarak modern Dünya'nın en önemli yapıtaşlarından biridir. Bu sebeple gerek madencilik tarihi gerekse madenciliğin geçmişini de kapsayan günümüz şartları ile değerlendirilebilecek mesleğin kendine özgü şartları detaylı bir şekilde, sürekli olarak ve uzman kişiler tarafından değerlendirilmeli böylelikle de aksaklıkların önüne geçilmeye çalışılmalıdır (Lewis ve Clark, 1964; Hartman, 1992). Bu amaç ile yüzbinlerce yıllık geçmişe sahip madencilik tarihinde, geçmişten günümüze hem Dünya genelinde hem de ülkemiz özelinde madencilik faaliyetleri incelenmiş, çeşitli tecrübeler ve bilimin ışığında değerlendirilmiş ve mesleğe yön vermesi böylelikle de üretim miktarı ile güvenliğin eş zamanlı olarak arttırılabilmesi için birçok kitap yazılmış ve kanunlar yapılmıştır. 1556 yılında Agricola tarafından kaleme alınan De Re Metallica bilinen ilk madencilik kitabıdır. Ülkemizin madencilik tarihinin MÖ 4600'lü yıllara kadar dayanmasına rağmen (Braidwood, 1970; Kaptan 1990; Hartman, 1992) 1858 yılına kadar madencilikle ilgili kanun niteliğinde bir metni bulunmamaktadır. Bu tarihte ilk yazılı maden kanunu olarak "Arazi Kanunnamesi" yayınlanmıştır (MMO, 1973). 1906 yılında ise "Maadin Nizamnamesi" yayınlanmıştır ve 1954 yılına kadar yürürlükte kalmıştır.

Ancak tüm bu yapıtlar ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilimin ışığında gerçekleştirilmeye çalışılan faaliyetlere rağmen ne yazık ki madencilik hala Dünya genelindeki tüm iş kollarındaki kazalar bakımından % 10,4 gibi büyük bir orana sahiptir (Ritter, 2014). Bunun belki de başlıca sebebi bir iş kolu olarak madenciliğin kendisine has özelliklerinin olmasıdır. Madencilik doğası gereği özellik arz eden, tümü birbirine bağlı olan ve herhangi bir olumsuz durumun

zincirleme olarak birbirini tetikleyebilecek riskleri içerdiği ve bu riskleri en aza indirebilmek için bilgi, deneyim, uzmanlık ile sürekli denetimin gerekli olduğu dünyanın en zor ve riskli işi olmasıdır (MMO, 2010). Tabi ki bu durum kazaları kabullenmeye değil olmaması için kazaların sebeplerini irdeleyen daha çok çalışma yaparak, gerekli tedbirleri almak için azami gayreti göstermeyi ve gerek eğitimlerin gerekse kanunların düzenlenmesi gerekliliğini aşikar kılmaktadır. Bu açıdan maalesef ülkemizin, gelişmiş Dünya ülkeleri ile kıyaslandığında kaza oranlarının bize gösterdiğine göre pekte iyi bir durumda olduğu söylenemez. Ülkemiz özelinde genel bir değerlendirme yapıldığında 2007-2012 yılları arası SGK verilerine göre madenciliğin iş kazaları içindeki oranı %13,5 dolaylarında olmakla birlikte bu kazaların %80 kadarının kömür işletmelerinde gerçekleştiği görülmektedir (URL-2, 2015). Ölümlü kazalar söz konusu olduğunda ise ülkemiz açısından durum gelişmiş ülkelere oranla daha da vahim bir hal almaktadır. Daha sonra rakamsal olarak da detaylandıracağımız bu konuda Türkiye'nin Çin ve Ukrayna'nın ardından kömür madenciliğindeki en yüksek ölüm oranına sahip ülke olduğunu söylemek için vahametini göstermesi açısından sanırım yeterli olacaktır (Feickert, 2013). Bu sebeple madencilik kazaları değerlendirilirken hem Dünya hem de özellikle ülkemiz açısından kömür madenciliğinin günümüzdeki ve gelecekteki muhtemel durumunu kısaca değerlendirmek de fayda sağlayacaktır. Dünya'da şu an için bilinen enerji hammaddeleri içerisinde linyit kömürü toplam rezervin %70' ini oluşturmaktadır (Yılmaz ve Tokgöz, 2012). Türkiye'de TKİ verilerine göre linyit kömürü başta olmak üzere önemli kömür rezervlerine sahiptir (TKİ, 2013). Bu sebeple ülkemiz açısından dışa bağımlılığı azaltıcı politika gereksinimleri, alternatif enerji kaynakları ile ilgili mevcut süren tartışmalar, artan nüfus ve sanayileşmenin devamı ile her geçen gün enerji ihtiyacının bağlı olarak da kömür üretimimizin daha da artacağı ihtimalini belirtmekte fayda vardır (Ünver ve Ünal,1999'dan alıntılan Yılmaz, 2003). Öte yandan talep artışları ile birlikte günden güne artan diğer madencilik faaliyetleri de ölümlü kaza oranlarında kömür madenciliği ilk sırada yer alsa da madencilik gibi ağır ve riskli bir iş kolundaki iş sağlığı ve güvenliği değerlendirmelerini ve istatistiksel çalışmaların gerekliliğini günden güne daha önemli bir konuma taşımaktadır.

Bu çalışmada iş güvenliği konusunun meslek açısından öneminden yola çıkarak günümüze kadar gerçekleşen önemli maden kazalarına kısaca değinilip, Uluslararası Çalışma Örgütü (URL-1, 2015) ve Sosyal Güvenlik Kurumu (URL-2, 2015) verilerinden faydalanılarak Almanya, Birleşik Krallık (İngiltere, Galler, İskoçya ve Kuzey İrlanda), Finlandiya, Polonya ve Avustralya gibi ülkeler

ile Türkiye arasında bir kıyaslama yapılarak ülkemizin durumu belirlenmiş ve bu durumun sebepleri irdelenerek öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

2. İŞ KAZALARINDA MADENCİLİĞİN DURUMU VE MADEN TÜRÜNE GÖRE İŞ KAZALARI

Bu bölümde madencilik sektöründeki iş kazalarının diğer sektörlerle göre oranına ve madencilik faaliyet tipine göre kazaların madencilik içerisindeki dağılımına yer verilmiştir. Bu sebeple daha detaylı ve rahat bir inceleme yapılabilmesi için iş kazalarında madenciliğin durumu ve madenin türüne göre iş kaza oranları olmak üzere iki alt başlıkta inceleme yapılmıştır.

2.1. İş Kazalarında Madenciliğin Durumu

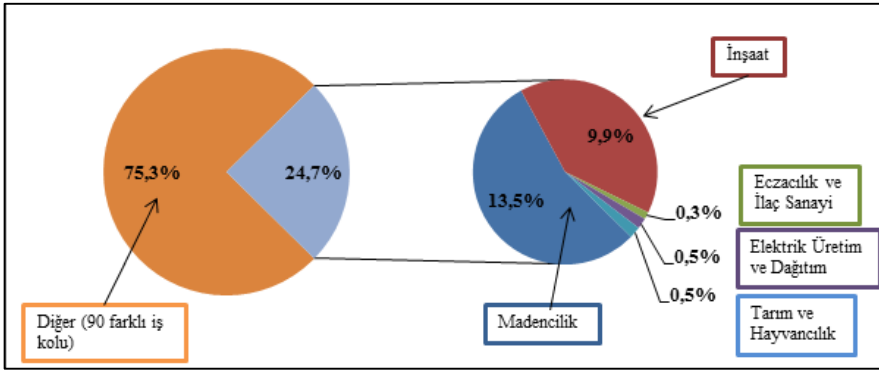
Bu kısımda ülkemizde 2007-2012 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çeşitli mesleklerdeki oranları incelenmiştir. Şekil 1'de ülkemizde 2007-2012 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çeşitli iş kollarına göre dağılımı altı yılın ortalama değerleri üzerinden hazırlanan pasta grafiklerde görülmektedir. Toplam iş kazaları içinde madenciliğin oranı %13,5 seviyesindedir. Grafikler oluşturulurken, madenciliğin yanında madencilğe en yakın iş kazası miktarının meydana geldiği iş kolu olarak inşaat sektörü belirlenmiştir ve grafiklere eklenmiştir. Eczacılık ve ilaç sanayi, elektrik üretim ve dağıtım sektörü ile tarım ve hayvancılık gibi iş kolları düşük oranlara sahip olmakla beraber, madencilik sektörüyle farklı sektörlerin kıyaslanabilmesi açısından rasgele seçilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere sözelimi bir çiftçinin ya da elektrik mühendisi/teknikerinin iş kazasına maruz kalma ihtimali, madencilik sektöründe çalışanlara göre oldukça düşüktür.

Şekil 2'de ise ülkemizde 2007-2012 yılları arasındaki yine altı yılın ortalamasına dayanan ölümlü iş kazalarının çeşitli iş kollarına göre dağılımı görülmektedir. Şekil 1 ve 2 birlikte değerlendirildiğinde iş kazalarının yaklaşık %25'ini oluşturan madencilik ve inşaat sektörü, ölümlü kazalar söz konusu olduğunda toplam ölümlerin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır. Ölümlü kazalarda inşaat sektörü %32,4'lük pay ile ilk sırada bulunmakta iken madenciliğin payı ise %7'dir.

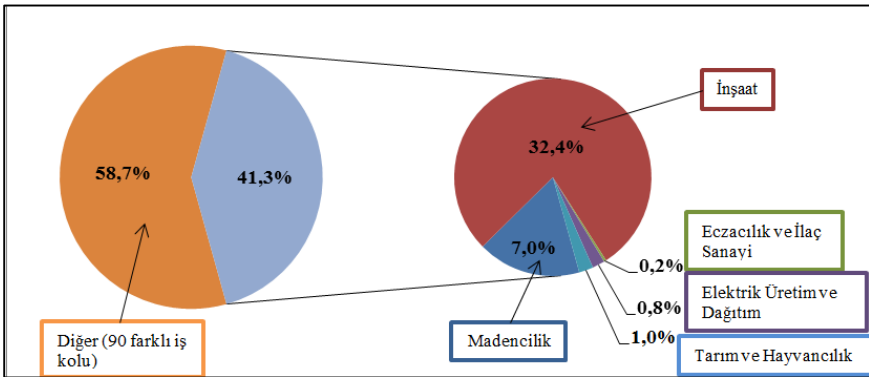
2.2. Madenin Türüne Göre İş Kaza Oranları

Bu kısımda ülkemizde 2007-2012 yılları arasında madencilik sektöründeki yaralanmalı ve ölümlü iş kazalarının cevher/maden çeşitlerine göre oranları ayrı

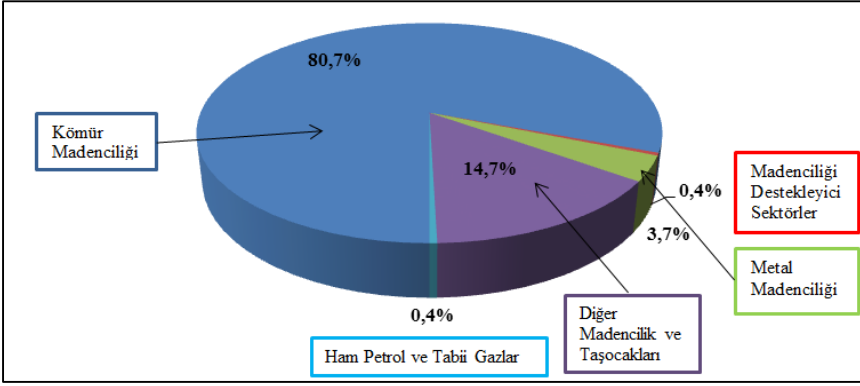
grafiklerle incelenmiştir. Şekil 3'de ülkemizde madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının faaliyet alanlarına göre dağılımı verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi meydana gelen kazaların %80'inden fazlası kömür madenciliğinde meydana gelmektedir. Bu veriler ışığında madenciliğin en tehlikeli faaliyet alanının kömür olduğu bilgisi desteklenebilir. Şekil 4'de ülkemizde madencilik sektöründe meydana gelen ölümlerin faaliyet alanlarına göre dağılımı verilmiştir. Bu grafiğe göre sektörde meydana gelen ölümlerin yarıya yakını kömür madenciliğinde meydana gelmektedir. Burada dikkat edilecek başka bir husus ise diğer madencilik ve taşocakları diye nitelenen kısımdır. Bu alanlardaki madencilik faaliyetlerinin nispeten diğer alanlara göre daha zahmetsiz ve daha güvenli olması beklenir.



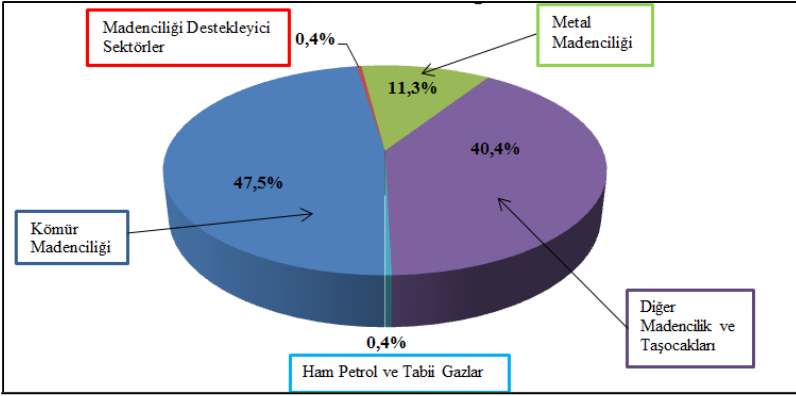
Şekil 1. Ülkemizde farklı meslek gruplarının 2007-2012 yılları arası ortalama iş kazası sayılarına göre oransal olarak dağılımı



Şekil 2. Ülkemizde farklı meslek gruplarının 2007-2012 yılları arası ortalama ölüm sayılarına göre oransal olarak dağılımı



Şekil 3. Ülkemizde madencilik sektöründe meydana gelen kazaların faaliyet alanlarına göre 2007-2012 yılları arası ortalama değerlere göre oransal olarak dağılımı



Şekil 4. Ülkemizde madencilik sektöründe meydana gelen ölümlerin faaliyet alanlarına göre 2007-2012 yılları arası ortalama değerlere göre oransal olarak dağılımı

Ancak Şekil 4'deki veriler açıkça göstermektedir ki faaliyet alanı ne olursa olsun madencilik dikkatsizliği affetmemektedir.

3. TÜRKİYE VE DÜNYADA İŞ KAZASI İSTATİSTİKLERİ

Bu bölümde Almanya, Birleşik Krallık (İngiltere, Galler, İskoçya ve Kuzey İrlanda), Finlandiya, Polonya ve Avustralya gibi gelişmiş ve ülkemiz ile farklı kültürlerle sahip ülkelerin madencilik sektöründeki kaza verileri sunularak değerlendirilecektir. Elde edilen verilerin kaza sonuçları bakımından ölümlü ve yaralanmalı kazalar olmak üzere iki alt başlıkta değerlendirilmesi sırasında ülkelerin madencilik faaliyetlerindeki yoğunlukları da göze önünde bulundurularak

100.000 çalışan başına kaza oranları da verilerek mümkün olan en eş değer oranda kıyaslama imkânı sunulmaya çalışılmıştır.

3.1. Türkiye ve Dünyada Yaralanmalı Kazalar

Madencilik sektörü birçok iş koluna göre büyük, ölümlü sonuçlanabilen kazaların olduğu kadar yaralanmalara yol açıcı kazalarında eğer gerekli önlemler alınmaz ise oldukça sık bir şekilde karşılaşılabileceği bir iş koludur. Şekil 5’de bazı ülkeler ile Türkiye’de gerçekleşen iş kazaları sayıları verilmiştir. Bu rakamlara göre örneğin Birleşik Krallık’ta toplam 1976 kişi yaralanırken ülkemizde ise 1428 kişi yaralanmış ve Türkiye’de yaralanma sayısı 2000 yılında dikkat ve şüphe uyandırıcı şekilde düşmüş, takip eden yıllarda da bu seviyede kalmıştır.

Şekil 6’da ise 6 ülkede 1998-2008 yılları arasında madencilik sektöründe meydana gelen madencilik kazalarında yaralanan sayılarının 100.000 çalışana oranlanması görülmektedir. Bu verilere göre 1998 yılında örneğin Almanya’da madencilik sektöründe çalışan her 100.000 kişiden 9568 kişi yaralanırken Türkiye’de 1840 kişi yaralanmıştır.

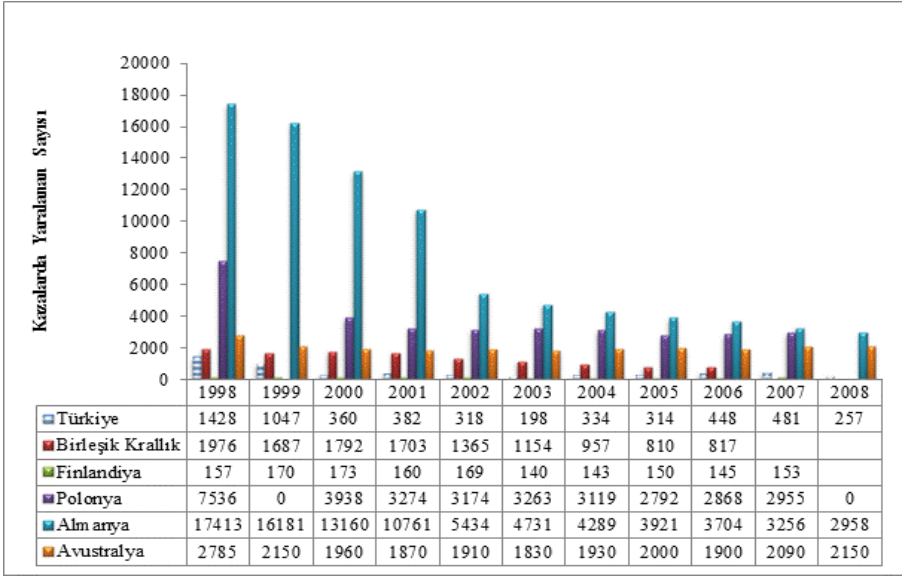
Elde edilen veriler ve grafikler değerlendirildiğinde;

Şekil 6’ya göre, ülkemizde yaralanmalı kazaların oranının diğer tüm ülkelere göre düşük olduğu görülmektedir. Bu durum verilerin sağlıklı olmadığı kuşkusunu uyandırmaktadır.

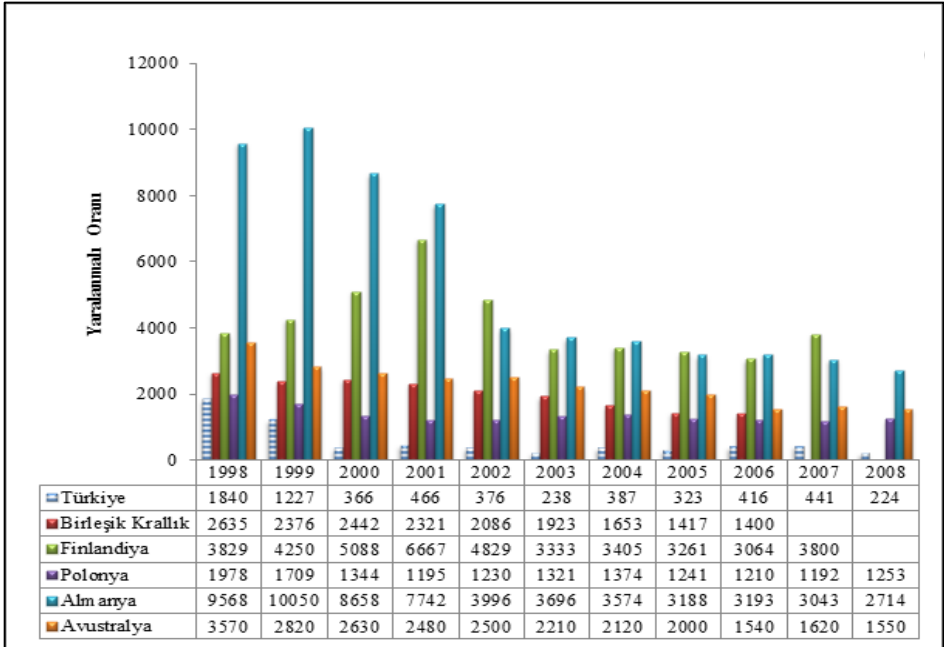
Yaralanma verilerinin ülkemizde bu denli düşük olması, yaralanma algısının diğer toplumlardan çok farklı olduğuna ve yaralanma ile sonuçlanan iş kazalarının birçoğunun Sosyal Güvenlik Kurumu’na (SGK) bildirilmediğine işaret etmektedir.

Şekil 5 ve 6’da gösterilen veriler değerlendirilirken, işyerindeki çalışanların geçirdiği ufak tefek yaralanma olarak adlandırılmasına alışık olduğumuz, ölümcül sonuçlara yol açmayacağı düşünülen yaralanmaların ciddiye alınmayarak, çalışanların işe devam ettiği ya da devam ettirildiği de Türkiye Cumhuriyeti vatandaşları olarak mevcut tecrübelerimizden yola çıkarak maalesef hesaba katılması gereken bir gerçektir. Hâlbuki gelişmiş ülkelerde bu durumun böyle olmadığı ve en ufak bir yaralanmanın bile tedavi edildiği ve kayıt altına alınıp gerekli mercilere bildirildiği çok açık bir şekilde bilinmekte ya da en azından bu konuya bizden daha fazla önem verildiği verilerden de açıkça anlaşılmaktadır.

Özetle yaralanmalı iş kazaları ile ilgili veriler bile tek başına toplumumuzdaki iş sağlığı ve güvenliğine bakışımızı açıkça göstermektedir.



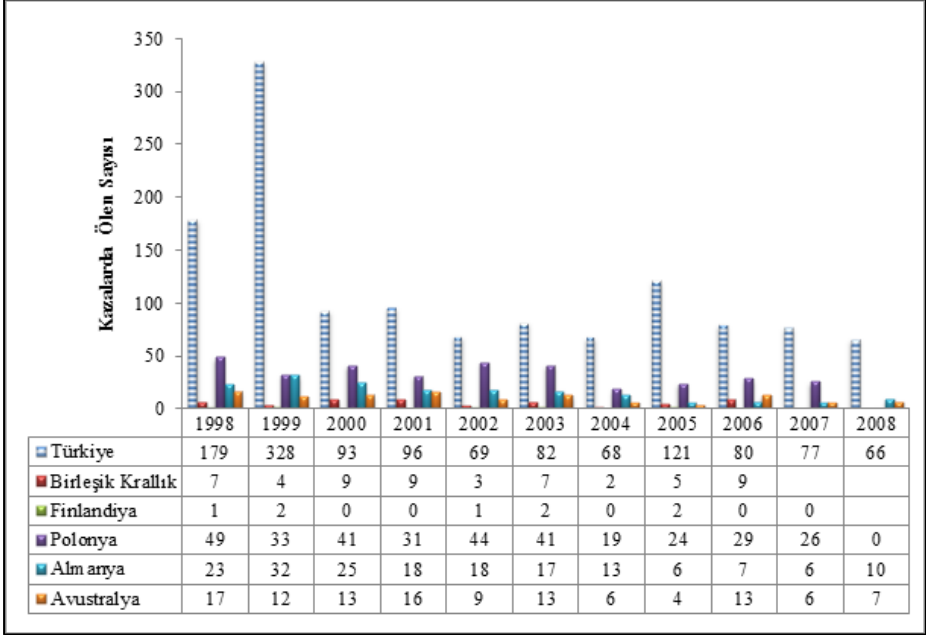
Şekil 5. Çeşitli ülkelerde meydana gelen maden kazalarında yaralanan çalışan sayısı



Şekil 6. Çeşitli ülkelerde 100.000 çalışan başına meydana gelen yaralanma oranları

3.2. Türkiye ve Dünyada Ölümlü Kazalar

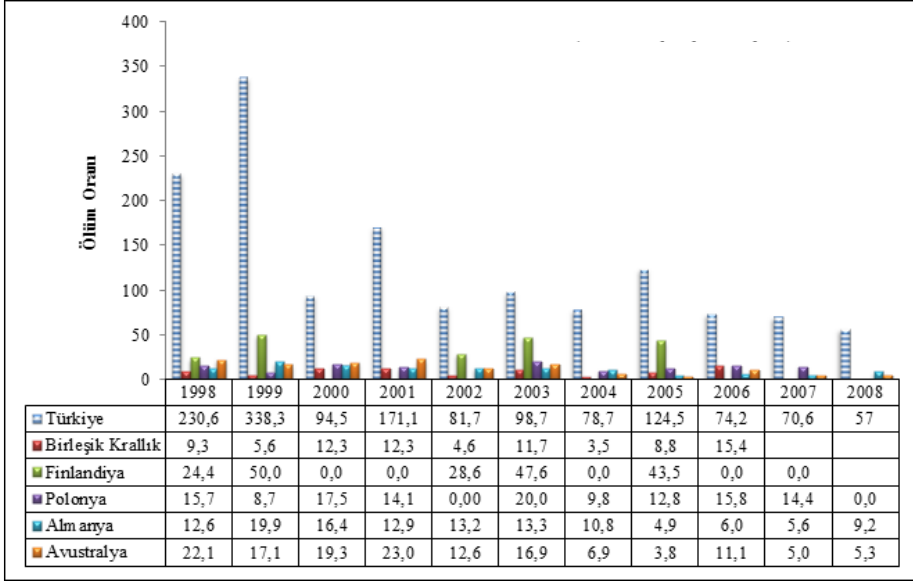
Madencilik sektörü bilindiği üzere ülkemiz ve Dünya’da inşaat sektöründen sonra en çok ölümlü kazanın yaşandığı iş kolu olarak öne çıkmaktadır. Fakat ölüm sayıları ve oranları açısından ülkeler arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Şekil 7 ve 8’den de görülebileceği gibi maalesef Türkiye kıyaslanan 5 ülkeden ciddi miktarlarda fazla ölüm miktar ve oranları ile öne çıkmaktadır.



Şekil 7. Çeşitli ülkelerde meydana gelen maden kazalarında hayatını kaybeden çalışan sayısı

Örneğin 1998 yılında kazalar sonucu hayatını kaybeden sayısı Avustralya’da 17 iken ülkemizde 179, 2008 yılında ise 7 iken ülkemizde 66 olarak kaydedilmiştir.

Şekil 8’de 6 ülkede 1998-2008 yılları arasında madencilik sektöründe meydana gelen ölümlü kaza sayılarının 100.000 çalışana oranlanması görülmektedir. Örnek olarak, 1998 yılında Türkiye’de madencilik sektöründe çalışan her 100.000 kişiden 230,6’sı meydana gelen kazalarda yaşamını yitirirken, Birleşik Krallık ’ta bu oran 9,3 kişidir.



Şekil 8. Çeşitli ülkelerde 100.000 çalışan başına meydana gelen ölüm oranları

Elde edilen veriler ve grafikler değerlendirildiğinde; Ülkemizde meydana gelen ölüm sayılarının diğer ülkelerden çok yüksek oralarda gerçekleştiği görülmektedir.

Finlandiya’da 2000, 2001, 2004, 2006 ve 2007 yıllarında ölümlü kaza meydana gelmemiştir.

Türkiye dışındaki ülkelerde yıllara göre ölüm oranlarının birbirlerine yakın değerlerde seyrettiği görülmektedir.

Birleşik Krallık 2007 ve 2008 yıllarında ILO ile bilgi paylaşımına gitmemiştir. Ancak, Associate Press’ten Karl Ritter’in, Birleşik Krallık Maden Kurtarma Servisi’nden Andrew Watson ile yaptığı röportajda Watson, Birleşik Krallık’ta 2007-2012 yılları arasında yıllık 6 kişi öldüğünü bildirmiştir (Ritter, 2014).

Finlandiya’nın istatistiklerinin bu kadar yüksek olmasının sebebi, ölüm oranlarının yüksek olmasından değil sektörde çalışan sayısının ortalama 5.000 civarında olmasından dolayıdır. Şekil 7’de görülebileceği gibi senelik 2 kişiden fazla ölüm gerçekleşmemektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ülkemiz ile farklı ülkelerin iş kazası istatistikleri birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca ülkemiz içinde madencilik sektörünün iş kazaları açısından durumu istatistikler yardımı ile irdelenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçları genel hatları şu şekildedir:

- Maden kazalarında meydana gelen ölüm oranları incelendiğinde, maalesef ülkemiz gelişmiş ülkelere göre çok yüksek ölüm oranlarına sahiptir.
- Maden kazalarındaki yaralanmalar açısından ise ülkemiz diğer ülkelerden daha düşük oranlara sahip olmakla beraber, buradaki tutarsızlık verilerin sağlıklı işlenmesiyle alakalıdır.
- 2007-2012 yılları arasındaki kazalardaki ölüm sayılarının ortalamasına göre, ülkemizdeki ölümlü kazalarda madencilik (%7), inşaat sektörünün (%32,4) ardından en yüksek kayıpların yaşandığı sektördür. Ancak sektörlerin toplam çalışan sayıları ele alınarak ölüm oranları değerlendirildiğinde, madencilikteki ölüm oranları inşaat sektörünü geçmektedir.
- Madencilik faaliyetleri istatistiksel olarak kendi içinde ayrıca incelendiğinde sektördeki kazaların %80,7'sinin kömür madenciliğinde, %14,7'sinin kömür ve metal olmayan madencilik faaliyetleri ile taş ocakları madenciliğinde, %3,7'si metal madenciliğinde ve geri kalan kısmının ise madencilikle temas halindeki sektörlerde gerçekleştiği tespit edilmiştir. İlaveten sektördeki ölümlü kazalarda ise ölümlerin %47,5'i kömür madenciliğinde, %40,4'ü diğer madencilik faaliyetleri ve taş ocaklarında ve %11,3'ünün ise metal madenciliğinde meydana geldiği görülmüştür.

5. ÖNERİLER

Ülkemizde yüksek risk taşıyan, kurlsız, denetimsiz ve ilkel koşullarda çalışan pek çok maden işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerde her an kaza olma olasılığı mevcuttur. Sektörün özelliği göz önüne alınarak kapsamlı bir risk haritasının söz konusu ilgili Bakanlıklarca hazırlanması ve denetimlerin buna göre yapılması gerekmektedir.

Bilinçsizce ve teknolojiden uzak yapılan maden işletmeciliği, gerekli yatırımların yapılmasından kaçınılması, hızlı ve yüksek kazanç sağlanabilmesi için üretim zorlamaları kazalara davetiye çıkarmaktadır. Mühendislik bilim ve teknolojisinden uzak, teknik elemanın gözetim ve denetimi olmaksızın, tamamen ilkel koşullarda yürütülen emek yoğun işletmecilik tarzı terk edilmelidir.

Yüksek riskli ocaklarda teknoloji kullanımına ilişkin mevzuat geliştirilmelidir. Tüm çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği konusunda sürekli eğitim verilerek bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Çalışanların eğitimi, çalışma alanındaki risklere karşı bilgilendirilmeleri, risklere karşı kişisel donanımlarının uygun ve eksiksiz olması işveren tarafından sağlanmalı ve sürekli olarak denetlenmelidir.

Gelişmiş teknoloji kullanımının ocak emniyetinin sağlanmasındaki olumlu etkisi son derece büyüktür. Üretimin mekanize kazı yöntemiyle gerçekleştirilmesi

bazı güvenlik risklerini ortadan kaldıracaktır. Ancak, her makinenin kazılacak formasyona göre seçilmesi önemli bir parametredir.

2002 yılı sonrasında meydana gelen büyük maden kazalarının hemen hemen tümü taşeron veya rödevans uygulamasının olduğu ocaklarda meydana gelmiştir. Bu nedenle madencilik şirketlerinin taşeron işçiler için de kendi işçileriyle aynı güvenlik standartlarını taşeron şirketlerden talep etmeleri ve denetlemeleri gerekmektedir.

Ülkemizde madencilik ve iş güvenliği ile ilgili kanun ve mevzuatlarda bazı eksiklikler olmakla birlikte en temel problemin de uygulama ve denetlemede olduğu göze çarpmaktadır.

Madencilik faaliyetleri temel olmazsa olmaz kuralların yanı sıra maden sahalarındaki yapıların farklılıklar göstermesi sebebiyle ülkelere ve madenin tipine göre ilave kurallar yaklaşımlar gerektirmektedir. Bu bağlamda yapılan iş güvenliği ve sağlığı ile ilgili çalışmalarının sektörde tecrübe sahibi kurumlar, sendikalar, üniversiteler, ilgili devlet kurumları, iş güvenliği uzmanları tarafından koordineli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu sebeple madencilikle ilgili konularda meslek odasının, sendikanın, mesleki derneklerin ve diğer uzman kurumların gerek kanun ve kurallar belirlenirken gerekse de kontrol mekanizması içerisindeki etkisinin artması gerekmektedir.

Madencilikte eğitim belki de diğer tüm meslek gruplarından daha önemlidir. Yetiştirilen teknik elemanların yeterlilikleri iş güvenliği ve sağlığını doğrudan etkilemekte olup, bu sebeple özellikle üniversitelerdeki kadrolar, eğitim sistemi, eğitim içeriği gerekli şekilde tekrar düzenlenmeli, mesleğin ihtiyacından fazla olmayacak şekilde gereği kadar teknik eleman daha donanımlı bir şekilde yetiştirilmelidir. Bu noktada mesleğimizin öncelikli problemi teknik eleman sayısı değil bu elemanların bilgi yönünden yeterli olmayışlarıdır. Dolayısıyla acilen yeni yaklaşımlar geliştirilmeli ve saha meslekleri içerisinde yüksek riske sahip madencilikte tüm eğitim kurumları teori ile pratiğin, mevzuatlar ile uygulamaların mümkün olduğu kadar fazla birlikte ele alındığı bir sisteme geçiş yapmalıdırlar. Bu açıdan sanayi-üniversite iş birliğinin artması, hemen hemen tüm maden mühendisliği bölümlerinde zorunlu olan stajların iş yerleri tarafından daha ciddiye alınmasının sağlanması ve öğrencinin eğitimi sırasında sahada görerek öğrenmesinin önünün açılması, teknik saha gezilerinin yapılması, meslekteki tecrübeli çalışanların bilgi birikimlerini henüz öğrencilik hayatında geleceğin mühendislerine aktarmaları için seminer, tanıtım, kongre, sempozyum, sunum gibi faaliyetlerin üniversiteler bünyesinde sıkça yapılması ve üniversitelerde farklı kültürlerden, özellikle de madencilik konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiş

ülkelerden eğitimcilerin mümkün olduğunca misafir öğretim elemanı olarak ülkemize gelmesi ile ülkemiz öğretim elemanlarının bu ülkelere gitmesi sağlanmalıdır. Tüm bu çalışmaların arttırılması ve devlet tarafından desteklenmesi ve teşvik edilmesi madencilik açısından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Çambel ve Braidwood, 1970. *An Early Farming Village in Turkey*, Scientific American, vol. 222, 3, s. 51-56.
- Feickert, 2013, *Safety and Health in Mining in China*, Editörler: Kaj Elgstrand and Eva Vingård, Occupational Safety and Health in Mining, s. 23-30.
- Hartman, 1992. *SME Mining Engineering Handbook*, Second Edition, Society for Mining Metallurgy and Exploration Inc., 2260 s.
- Kaptan, 1990. *Findings Related to The History of Mining in Turkey*, Mineral Resources Exploraiton Bulletin, 111, s. 75-84.
- Lewis ve Clark, 1964. *Elements of Mining*, Third Edition, Wiley, 768 s.
- MMO, 1973. *Madencilüğimizin Yapısı ve Sorunları*, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 142 s.
- MMO, 2010. *Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu*, Maden Mühendisleri Odası, 152 s.
- Ritter, 2014. *Questions and Answers About Mine Safety in Turkey After More Than 200 Killed*, Canadian Business, URL: <http://www.canadianbusiness.com/business-news/questions-and-answers-about-mine-safety-in-turkey-after-more-than-200-killed/>.
- TKİ, 2013. *Kömür Sektör Raporu (Linyit)*, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, 60 s.
- Ünver ve Ünal, 1999. *Türkiye'nin Enerji Planlamasında Linyit Kaynaklarının Yeri*, Türkiye II. Enerji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Ankara.
- Yılmaz, 2003. *Ülkemiz Enerji Sektörüne Genel Bakış, Enerji Üretiminde Kömürün Yeri ve Önemi*, TMMOB TÜRKİYE IV. ENERJİ SEMPOZYUMU, Bildiriler Kitabı, 509-524.
- Yılmaz ve Tokgöz, 2012. *Enerjide Sürdürülebilir Gelişimi ile Tunçbilek Havzası Kömürleri*, Anıt Matbaa, Ankara, 148 s.
- URL-1, 2015. <http://laborsta.ilo.org>, 10 Nisan 2015.
- URL-2, 2015. <http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler>, 10 Nisan 2015.

Maden Kazalarını En Aza İndirmek için Çözüm Önerileri

Solutions to Minimize Mining Accident

Ş. ESKİKAYA

İstanbul Teknik Üniversitesi, Emekli Öğretim Üyesi, İstanbul

ÖZET Madencilik faaliyetleri iş kazası açısından inşaat sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bu çalışmada madencilik sektöründeki kazaları azaltmak için çözüm önerileri sunulmuştur.

ABSTRACT In terms of work accidents Mining operation is second after the construction industry. In this study, solution proposal for reducing accidents in mining sector were presented.

1. GİRİŞ

Ülkemizde sanayileşmenin 1980'li yıllardan sonra büyük bir ivme kazanması, çalışanların sağlık ve güvenlik sorunlarını da beraberinde getirmiştir. İş kazaları yüksek düzeyde seyrederken, meslek hastalıklarının çoğu kayıtlara bile geçmemektedir. Bununla birlikte, Avrupa Birliği'ne giriş süreciyle iş sağlığı ve güvenliği konusundaki gayretler artmıştır. Bizzat Avrupa Birliği yetkilileri tarafından ifade edildiğine göre, uyum konusunda en iyi olduğumuz alanlardan biri iş sağlığı ve güvenliğidir (Yılmaz, 2010).

Bilindiği üzere madencilik, dünyada, doğası gereği en riskli iş kollarının başında gelmektedir. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliği kavramının ilk olarak ortaya çıkmasına sebep olan işkolu sayılabilir. Özellikle yer altı kömür madenciliği, iş kazası ve meslek hastalığı yönünden diğer iş kollarına kıyasla ön sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde emek yoğun çalışılan bu sektörde iş kazası ve meslek hastalıklarıyla karşılaşma olasılığı diğer iş kollarına oranla yüksektir. Ağır iş makinelerinin kullanıldığı yer altı ve yerüstü maden işletmelerinde kalifiye eleman istihdamının yetersizliği, makinelerin periyodik bakımlarının yapılmasındaki noksanlıklar ve seçilen işletme metotları maalesef iş kazası ve meslek hastalıklarına önemli ölçüde neden sayılabilir. Ülkemizde madencilik faaliyetleri

aktif bir şekilde devam etmektedir ve ülkemizi kalkındırmak için bu faaliyetleri devam ettirmemiz gerekmektedir. Madencilik çalışmaları sırasında gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri açısından ülkemiz çok geri kalmıştır. Bundan dolayı da hemen hemen her gün maden işletmelerinde iş kazası meydana gelmektedir. Ülkemiz maden kazaları açısından maalesef iyi bir konumda değildir.

Ülkemiz maden kazaları açısından maalesef iyi bir yerde değil. Bunun için birçok sebep sayılabilir ama tüm bunların kaynağı üç genel durumdan doğmaktadır. Bunlar sırasıyla;

1. Emniyet tedbirlerinin alınması ve uygulanmasında “ön teker” durumunda olan “siyasi irade”nin, (daha açık ifadeyle “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı” ile “Çalışma Bakanlığı”nın) madencilik hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları ve bu sebeple de üzerlerine düşen görevleri yapmamaları,
2. Genel siyasi irade'nin karşı karşıya kaldığı sosyal endişelerin (bunların etki alanları tarafından ustaca kullanılması) bulunması,
3. Cemiyetin bütün kesimlerine hakim olan ve “evelallah bir şey olmaz” ya da "olacak varsa olur, olacağın önüne geçilmez " şeklindeki zihniyette ifadesini bulan kadercilik anlayışıdır.

2. MADENCİLİK ÇALIŞMALARINDA İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNE KATKI SAĞLAMASI GEREKEN DEVLET KURUMLARI

2.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Bu bakanlığın her şeyden önce farklı yorumlara yer vermeyecek sadelikte ve madenciliğin bütün safhalarını içine alan kapsamlı bir "emniyet tedbirleri yönetmeliği" hazırlaması lazımdır. Hali hazırdaki yönetmelik, gerek üslup gerekse kapsam bakımından, eskisine rahmet okutacak derecede yetersizdir. Bu rehber olmadan, en iyi niyetli işveren ve keza teknik personel bile, ancak kendi bilgi genişliklerinin elverdiği ölçüde ve fakat çoğu zaman da yetersiz olan önlemler almaktadır. Genelde maden şartları ve özellikle de yeraltı şartları dünyanın her ülkesinde aynıdır. Dolayısıyla, yüzyılların tecrübesinden yararlanarak kazaları en az düzeye indiren ülkeler hangi tedbirlere başvuruyorsa bizim de o tür tedbirler almaya ihtiyacımız vardır. Bu konuda "ülkemizin şartları" gibi bir mazeret sözü konusu olamaz. Bakanlığa bağlı MİGEM, işletme ruhsatlarını verirken, ruhsata esas olan projeleri titizlikle incelemelidir. Bunu yaparken emniyet konusunu da ön planda tutmalıdır. Ayrıca zaman zaman ehil elemanları vasıtasıyla madenlere giderek, çalışmaların kendi tasdik ettikleri projeye göre yürütülüp yürütülmediğini kontrol etmelidir.

2.2. Çalışma Bakanlığı

Denetimler, bu Bakanlığa bağlı müfettişler vasıtasıyla yapılmaktadır. Bir defa denetim elemanlarının, yani müfettişlerin sayısı yetersizdir. Ama ondan daha önemlisi, müfettişlerin arasında yeteri kadar madencilik tecrübesine sahip olmayan elemanlar vardır. Halbuki gelişmiş ülkelerde müfettiş başvurusu yapabilmek için, ülkesine göre değişmekle birlikte, 2 veya 3 yıllık, hatta bazı ülkelerde daha fazla, "madencilik her safhasını kapsayacak şekilde çalışmış, tecrübe sahibi olmuş olmak şartı" aranmaktadır. Mevcut müfettişler arsında bu niteliklere sahip olmayanların belli bir program dahilinde bu eksikliklerini giderecek bir programa tabi tutulmalıdır.

Denetimler belirlenmiş bir kurallar dizisi içinde ve önceden hazırlanmış bir formata uygun olarak, çok ciddi bir şekilde yapılmalıdır. İçinde çok işçi çalışan belli büyüklükteki ocaklara mutlaka tecrübeli müfettişler yollanmalı, bunlar da incelemelerini, her şeyden önce toplu ölümlere yol açan "grizu patlaması, yangın, su patlaması, büyük göçük tehlikesi vb. konular" üzerinde yoğunlaştırarak yapmalıdırlar.

3. SONUÇ

Madencilik çalışmalarında yukarıda alması gereken tedbirler anlatılan devlet kurumlarının gerekli önlemleri almadıkları için birinci derecede siyasi irade sorumludur. Sonraki sorumluluk işverenindir. Teknik personel'in sorumluluğu bundan sonra gelir. Ama ne yazık ki ülkemizdeki uygulama tamamen tersinedir. Bir defa siyasi irade katiiyen sorumluluğu üstlenmemekte ve üstelik çok gariptir ki "sorumluları bulmakta sonuna kadar gidilecek, kimsenin gözyaşına bakılmayacak" türden demeçler vermektedirler."Tedbirler teknik bir konudur. İhmal varsa teknik personelindir" diyerek, işveren de kendini dışarıya atınca, madencilik mevzuatına zaten yabancı olan adalet mekanizması hemen, bu gibi olaylarda daima günah keçisi muamelesi gören teknik personelin yakasına yapışmaktadır. Buraya kadar anlatılanları özetlemek gerekirse siyasi irade ilk sorumluluğun kendilerinde olduğunu kabul etmedikçe, keza işveren de, emniyet tedbirlerini almanın evveleminde kendi görevi olduğunun bilincine sahip olmadıkça, her kazadan sonra hemen teknik personelin yakasına yapışmakla bu kazaları önlemenin yolu yoktur.

Bu ana esasların dışında, detay gibi kalmakla birlikte, temas edilmesinde yarar olan bir iki husus daha vardır. Madenler, özellikleri itibarıyla tehlike riskleri yüksek yerlerdir. Burada uygulanacak emniyet tedbirlerinin, sadece işverenin inisiyatifine ya da devletin ara sıra yapacağı denetimlere bırakılmaması gerekir.

Ocakların gene devlet adına, bilgili ve tecrübeli bir "fenni nezaretçi" tarafından devamlı bir şekilde kontrol edilmesinde yarar vardır. Böyle bir elemanın, ücretini doğrudan işverenden değil de, bir havuzdan alınması halinde bile, eğer o nezaretçinin işe alınması veya işten çıkarılması işverenin elinde ise, o elemanın çalışmasından beklenen objektiflik alınamaz. Onun yerine yarım asırdan bu yana üniversitelerde başarı ile uygulanan sisteme benzer bir uygulamaya geçilebilir. Nitekim üniversitelerde tüm personelin özlük haklarının kontrolü rektöre ait iken, sadece muhasebe müdürü, maliye bakanlığının personeli olup, kadrosu, ataması ve maaşı bizzat bu bakanlığın uhdesindedir. Belli büyüklükteki ocaklara da bu şekilde, ücreti gene işverenden alınıp oluşturulacak bir havuzdan ödenecek şekilde, müfettişler arasından veya dışarıdan devlet tarafından seçilecek tecrübeli bir eleman, fenni nezaretçi olarak atanabilir. Daha küçük ocaklar için bölge fenni nezaretçisi de gündeme gelebilir. Bu konuda gelişmiş ülkelerdeki uygulamaları da göz önüne almakta yarar vardır. İşçilere doğru dürüst bir eğitim verilmelidir. Bu konuda Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) oldukça mesafe almış durumdadır ve örnek olarak alınabilir. Ancak eğitim sadece işçileri değil teknik personeli de kapsamalıdır. Mühendislikteki terfi kademeleri tespit edilmeli ve bir üst kademeye geçiş sadece çalışılan yıl sayısına değil, her kademenin gerektirdiği belli süreli bir kurs ve bu kurstaki başarıya bağlı olmalıdır. Bu konuda gene gelişmiş ülkelerdeki uygulamalar örnek olarak alınabilir. Bir kaza halinde işçilerin ne yapacakları, nereye kaçacakları vs. hususlarını kapsayan bir acil durum planı olmalıdır. Müfettişlerin bakacağı hususlardan biri de budur. Ayrıca sorumluluklarla ilgili karmaşaya son vermek için de yasalarda da gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Bir kaza sonrası ölen ya da sakat kalan işçiler için takdir edilen tazminat miktarları çok yetersizdir. Yasalarda gerek miktar, gerekse hesaplama şekli açısından değişiklik yapılması gerekmektedir. Büyük bir kazadan sonra devlet tarafından üstlenilen her kurtarma çalışması çok büyük masraflara yol açmaktadır. Bu masraf kime aittir? Kazanın oluşu bir ihmâl sonucu ise, işveren'e mi, yoksa ödediği vergilerden karşılandığı için, olayda hiçbir suçu olmayan bu fakir halka mı? Siyasilerimizin "fitrat, helal, haram" söylemleri ile bu kazaların önlenemeyeceğini artık idrak edip bir an önce çalışmaya başlamalarında yarar vardır.

KAYNAKLAR

Yılmaz, F., 2010, *Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları: Türkiye'de Kurulların Etkinliği Konusunda Bir Araştırma*, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, C.7, Sayı.1, s.150-190.

6331 Sayılı İSG Kanunu ve OSGB Sisteminin İş Güvenliği Uzmanları Üzerinden Değerlendirilmesi

The Evaluation of the Law Number 6331 Occupational Health and Safety and the System of Common Health and Safety Units in Terms of Occupational Safety Specialists

M. Makar

Maden Mühendisi, İş Güvenliği Uzmanı (B), Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Bölümü, İstanbul

M. Yağımlı

Okan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZET İş kazalarında, Dünyada kötü bir sicili bulunan Türkiye 2012 yılında 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununu çıkararak kazaları azaltmaya ve önlemeye çalışmıştır. Yasadan sonra birçok yeni yönetmelik yayımlanmış, yetersiz olan yönetmeliklerde değişiklik yapılmıştır. Yasadan sonra İş Güvenliği Uzmanlarına ve Ortak Sağlık Güvenlik Birimlerine (OSGB) büyük sorumluluklar yüklenmiş, tek başlarına iş güvenliği alanının bütün sorunları çözmesi beklenmiştir. 2014 yılı içinde meydana gelen Soma, Ermenek ve Torunlar gibi iş kazalarından sonra 6331 sayılı kanunun yeterliliği üzerine yapılan tartışmalar her geçen gün artmıştır. İş Güvenliği Uzmanlarının çalışma koşullarının bilimsel olarak düzenlenmediği, iş güvencelerinin sağlanmadığı koşullarda uzmanların iş kazalarına karşı sağlıklı olarak çalışma yapması beklenemez. İşçi sağlığı ve iş güvenliği alanının ülke şartlarına göre, tarafların görüşleri alınarak bilimsel olarak düzenlenmesi halinde iş kazalarının önüne geçilebilecektir.

ABSTRACT Turkey which has a poor record about the work-related accident, has introduced law on 6331 occupational health and safety in 2012 and worked to reduce and prevent accidents. New regulations were published and made amendment with insufficient regulations after the law was enforced. Occupational safety specialists and common health and safety units were taken great responsibilities and expected to solve all problems in occupational safety by their

own. In conjunction with work accidents such as Soma, Ermenek and Torunlar in 2014, arguments about sufficiency of law on 6331 have increased day by day. Only if we arrange scientifically the working conditions of occupational safety specialists, provide their job securities can we expect to make working them on work accidents. It would be possible to prevent work accidents on condition that occupational health and safety can be arranged scientifically with considering conditions of country and offering the considerations.

1. TÜRKİYE’NİN İŞ GÜVENLİĞİ GÖRÜNÜMÜ

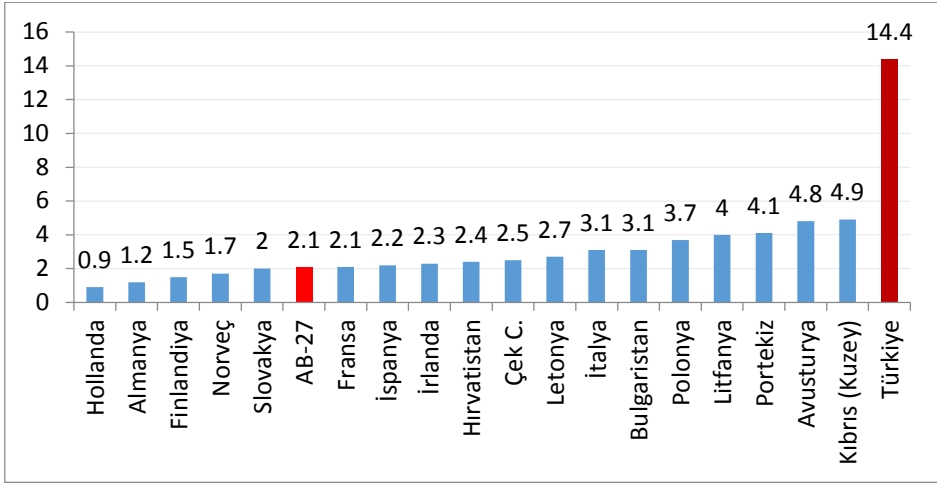
30 Haziran 2012 tarihinde resmi gazete de yayınlanan ve 1 Ocak 2013’te yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’ndan sonra ülkemizde yaşanan iş kazalarında bir azalma beklenirken tersine Karadon, Soma ve Torunlar gibi toplu ölümlerle artarak devam etmiştir. 2012 yılında iş kazası sayısı sadece 74 bin 871 iken 2013’de TÜİK verilerine göre bu rakamın 706 bine çıktığı görülmektedir. SGK istatistiklerine göre 2013 yılında 1360 kişi iş kazaları nedeniyle hayatını kaybetmiştir. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi verilerine göre Soma ve Ermenek facialarının da yaşandığı 2014 yılında 1886 işçi iş kazaları nedeniyle hayatını kaybetmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2013-2014 arası Türkiye’de iş kazası ölüm oranları (Çelik, 2015)

Yıllar	Sigortalı İşçi Sayısı (Bin)	İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Ölüm	Yüz Bin İşçide Ölüm Oranı
2003	5615	811	14.4
2004	6181	843	13.6
2005	6919	1096	15.8
2006	7818	1601	20.5
2007	8505	1044	12.3
2008	8802	866	9.8
2009	9030	1171	13.0
2010	10031	1454	14.4
2011	11031	1710	15.4
2012	11939	745	6.2
2013	12484	1360	10.9
2014	12287	1886	15.4
2014*	12287	1567	12.8
Toplam		14587	11.3

*Soma ve Ermenek kazaları dâhil edilmeden ortaya çıkan sayı

Türkiye AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında ölümlü iş kazalarında açık ara öndedir. Şekil 1’de de görüldüğü gibi AB üyesi 27 ülke için ortalama ölümlü iş kazası oranı istihdam edilen 100 bin kişi başına 2,1 iken, Türkiye’de bu oran 14,4’tür. Yani yaklaşık 7 kat fazladır. Ölümlü iş kazası oranının en düşük olduğu ülke yüz binde 0,9 ile Hollanda iken, Hollanda’yı yüz binde 1,2 ile Almanya ve İsveç takip etmektedir. Hollanda ile Türkiye arasındaki fark 16 kata ulaşmaktadır. Türkiye’ye iş kazası oranında en yakın ülke olan Kıbrıs’ta ise bu oran Türkiye’nin yaklaşık üçte biri kadardır (Disk-Ar, 2014).



Şekil 1. AB-Türkiye 100 bin işçide ölümlü iş kazası oranları (Disk-Ar, 2014; TÜİK 2010)

2. 6331 SAYILI İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KANUNU VE İŞ GÜVENLİĞİ UZMANLIĞI

İş kazaları ve bu kazalara bağlı ölüm oranlarında Avrupa ve Dünya da kötü bir sicili bulunan Türkiye 2012 yılında çıkardığı 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile köklü değişiklikler yaparak iş kazalarının önüne geçmeye çalışmıştır.

Yasanın çıktığı dönemde içeriğe dair tartışmalar başlamadan ilk tartışmalar yasanın ismi üzerinden yapılmıştır. Mevzuatta bugüne kadar işçi sağlığı ve iş güvenliği (İSİG) olarak kullanılan kavram “İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)” olarak yani Türkçe kullanımda hiçbir anlam ifade etmeyen bir yapıya büründürülmüştür.

Kullanılan kavram 161 sayılı ILO sözleşmesinde geçen “occupational” kelimesinin dilimize bire bir “iş” olarak çevrilmesinden kaynaklanmaktadır.

“Occupational” kelimesinin bir anlamı iştir, ancak sözleşmede yer alan kullanım

amacı tam olarak dilimizde var olan “meslek” kelimesinin karşılığıdır. 161 sayılı sözleşme mevzuatımızda yerini İş Sağlığı Hizmetlerine İlişkin Sözleşme olarak almıştır. Olması gereken ise Mesleki Sağlık Hizmetleri Sözleşmesidir (Kaya, 2009).

6331 sayılı İSG Kanunu, 5 bölümden ve 8’i geçici madde olmak üzere, toplam 39 maddeden oluşmaktadır. **Birinci bölümde** kanunun amacı, kapsamı ve kapsam dışında tutulan faaliyetler yanında İSG ile ilgili mevzuatta daha önceden yer alan veya mevzuata yeni katılan çok sayıda kavramın tanımına yer verilmiştir. **İkinci bölümde**, işveren ile çalışanların görev, yetki ve yükümlülükleri ayrıntılı olarak düzenlenmiştir (Kılıkış, 2013).

1475 sayılı İş Kanunu döneminde zorunlu olmamakla birlikte birçok işyerinde işçi sağlığı iş güvenliği ile ilgili olarak, uzman kişilerin görevlendirilmesi uygulaması vardı. Ancak, işyerlerinde işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili olarak uzman (mühendis-teknik eleman) görevlendirme zorunluluğu ülkemiz mevzuatına ilk kez 10 Haziran 2003 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan 4857 sayılı İş Kanunu ile girmiştir. Söz konusu Kanunun “İş güvenliği ile görevli mühendis veya teknik elemanlar” başlıklı 82. maddesinde, “Bu Kanuna göre sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde işverenler, iş güvenliği önlemlerinin sağlanması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesi ve uygulanmasının izlenmesi hizmetlerini yürütmek üzere işyerindeki işçi sayısına, işyerinin niteliğine ve tehlikelilik derecesine göre bir veya daha fazla mühendis veya teknik elemanı görevlendirmekle yükümlüdürler.” hükmü yer almıştır (Tekin, 2014).

2010 yılı TÜİK istatistiklerine göre iş kazalarının %56’sı 1-49 arası sigortalı çalıştıran işyerlerinde yaşanmıştır. Bu işyerlerinin toplam işyerleri içindeki oranı %98’dir ve çalışanların %62’si bu işyerlerinde istihdam edilmektedir. Daha önce çıkarılan yasaların kapsamı KOBİ tarzı iş kazalarının en çok yaşandığı yerleri kapsamazken yeni çıkarılan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile bu kapsam genişletilmiştir. 6331 sayılı Kanun ülkedeki özel/kamu işletme, işyeri, işveren, işveren vekilleri, çırak ve stajyerler dâhil olmak üzere bütün "çalışanları" kapsamına almaya çalışırken ev işçileri gibi tartışma yaratan bazı alanları kapsam dışı bırakmıştır. Az Tehlikeli, Tehlikeli ve Çok Tehlikeli olarak 3 sınıfa ayrılan ve sigortalı çalıştıran bütün işyerlerinin Ocak 2016 tarihinden sonra yasa kapsamına alınması hedeflenmektedir.

30 Haziran 2012 tarihinde çıkarılan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği yasasında iş kazalarının önüne geçilmesinde adeta bir “süperman” olarak öne

çıkarılan İş Güvenliği Uzmanlarının görev yetki ve sorumluluklarına yönelik tartışmalar 2003'te çıktığı ilk günden bugüne kadar halen devam etmektedir. İş Güvenliği ile ilgili görevli Mühendis veya Teknik Eleman tanımından İş Güvenliği Uzmanı'na geline süreçte sürekli değişiklikler yapılarak hiçbir bilimsel gerçekliği olmayan deneme yanılma yöntemi izlenmiştir. 2003'ten sonra çıkarılan yönetmeliklere başta TMMOB tarafından olmak üzere çeşitli kişi ve kurumlardan açılan davalar kabul edilerek birçok yönetmelik maddesi iptal edilmiş, yeni değişiklikler yapılmak zorunda kalınmıştır.

İş Güvenliği Uzmanı olma şartları mühendislik alanı dışındaki Fizik, Kimya Biyoloji gibi Fen Edebiyat Bölümlerine, Teknik Öğretmenlere ve İş Sağlığı ve Güvenliği Teknikerliği Bölümlerine de açılarak neredeyse herkese İş Güvenliği Uzmanı olma hakkı tanınmıştır. Bunun yanı sıra İş Güvenliği Uzmanlarının çalışma süreleri ve Uzmanlık sınıfları arasındaki yükselme şartları da sürekli değiştirilmiştir. Uzmanlık sınıfları arasındaki geçiş için yapılan aşağıda verilmiş olan değişikliklerle daha önce çalıştığı alanlara bakılmaksızın sadece yatırılan sigorta prim gün sayısına bakılarak Uzmanın sınıf atlamasına izin verilmiştir.

İş Güvenliği Uzmanlığı sınıflar arası geçiş için;

• C sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belgesine sahip olanlar;

➤ Başvurdukları tarihte adlarına 1500 gün prim ödenenler B sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belge sınavına,

➤ Başvurdukları tarihte adlarına 3000 gün prim ödenenler, A sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belge sınavına,

• B sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belgesine sahip olanlar;

➤ Başvurdukları tarihte adlarına 1800 gün prim ödenenler, A sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belge sınavına, girmeye hak kazanırlar şeklinde düzenlenmiştir. Daha sonra yapılan itirazlar sonucu Danıştay Nisan 2014'te bu şekilde sınıf yükseltmenin yanlış olduğu kararına vararak bu maddelerin yürütmesini durdurmuştur (Tekin, 2014).

Yasada İş Güvenliği Uzmanlarının çalışma alanları mezun oldukları lisans bölümlerine göre bir sınırlama yapılmamıştır. Örneğin; Moda Tasarımı Bölümü mezunu bir Teknik Öğretmen önce C sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı sertifikası alabilir daha sonra da yeterli sigorta prim gün sayısına sahip olması halinde sınıf yükseltme sınavlarına girerek B ya da A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olmaya hak kazanabilmekteydi. Bu şekilde A sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı olmaya hak kazanan İş Güvenliği Uzmanlarının bugün bir yeraltı kömür ocağında görev almasının önünde hiçbir yasal engel yoktur. İSG yasası çıktıktan sonra meydana gelen ve infial yaratan her kazadan sonra yönetmeliklerde değişiklikler yapılarak

günü kırtarma yolu tercih edilmiş özellikle de çalışma süreleri sürekli değıştirilmiştir. Çalışma süreleri 2004'de İşyeri risk sınıfına göre 1 gün'den başlayarak artarken daha sonra yapılan değışikliklerde yol ve eğitim gibi süreler göz ardı edilerek çalışma süreleri çalışan başına 6 dakika'ya kadar geriletilmiştir. Çalışma sürelerinde yapılan değışiklikler şu şekildedir;

20 Ocak 2004 gün ve 25352 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan *İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki ve Sorumlulukları ile Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik* de işyerleri 5 gruba ayrılarak çalışma süresi;

- I. Risk gruptaki işyerlerine, ayda en az 1 iş günü,
- II. Risk gruptaki işyerlerine, ayda en az 2 iş günü,
- III. Risk gruptaki işyerlerine, ayda en az 3 iş günü,
- IV. Risk gruptaki işyerlerine, ayda en az 4 iş günü,
- V. Risk gruptaki işyerlerine, ayda en az 5 iş günü olarak belirlenmiştir.

5 risk grubuna ayrılan işyerleri 2009 yılında çıkarılan Tehlike Sınıfları Tebliği ile Az Tehlikeli, Tehlikeli ve Çok tehlikeli olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır. 2009 yılından sonra yapılan düzenlemelerle çalışma sürelerinde toplam 4 defa değışikliğe gidilmiş ve aşağıdaki şekilde değışiklikler yapılmıştır.

1) Az tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerine sırasıyla;

➤ 2010 yılında ayda en az 12 saat, buna ilave olarak da işçi başına ayda en az 5 dakika,

➤ 2012 yılında çalışan başına ayda en az 10 dakika,

➤ 2013 yılında çalışan başına ayda en az 6 dakika,

➤ *2015 yılında yapılan ve Ocak 2016'da yürürlüğe girecek şekilde yapılan değışiklikle çalışan başına ayda en az 10 dakika*

2) Tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerine sırasıyla;

➤ 2010 yılında ayda en az 24 saat, buna ilave olarak da işçi başına ayda en az 5 dakika,

➤ 2012 yılında çalışan başına ayda en az 15 dakika,

➤ 2013 yılında çalışan başına ayda en az 8 dakika,

➤ *2015 yılında yapılan ve Ocak 2016'da yürürlüğe girecek şekilde yapılan değışiklikle çalışan başına ayda en az 20 dakika*

3) Çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerine sırasıyla;

➤ 2010 yılında ayda en az 36 saat, buna ilave olarak da işçi başına ayda en az 10 dakika,

- 2012 yılında çalışan başına ayda en az 15 dakika
- 2013 yılında çalışan başına ayda en az 12 dakika olarak
- 2015 yılında yapılan ve Ocak 2016'da yürürlüğe girecek şekilde yapılan değişiklikle çalışan başına ayda en az 40 dakika, değiştirilmiştir.

2009 yılından sonra çalışma sürelerinde yapılan değişikliklerden sona tam zamanlı iş güvenliği uzmanı çalıştırma şartları da aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir;

- 1) Az tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde sırasıyla;
 - 2010 yılında 1000 veya daha fazla çalışan varsa,
 - 2013 yılında 2000 veya daha fazla çalışan varsa
 - 2015 yılında yapılan ve Ocak 2016'da yürürlüğe girecek şekilde yapılan değişiklikle 1000 veya daha fazla çalışan varsa
- 2) Tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde sırasıyla;
 - 2010 yılında 750 veya daha fazla çalışan varsa,
 - 2013 yılında 1500 veya daha fazla çalışan varsa
 - 2015 yılında yapılan ve Ocak 2016'da yürürlüğe girecek şekilde yapılan değişiklikle 500 veya daha fazla çalışan varsa
- 3) Çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde sırasıyla;
 - 2010 yılında 500 veya daha fazla çalışan varsa,
 - 2013 yılında 1000 veya daha fazla çalışan varsa
 - 2015 yılında yapılan ve Ocak 2016'da yürürlüğe girecek şekilde yapılan değişiklikle 250 veya daha fazla çalışan varsa

26.09.2015 tarihi itibari ile İSG Katip sistemine kayıtlı 67522 C sınıfı, 8449 B sınıfı ve 13937 A sınıfı İş Güvenliği olmak üzere toplam 89908 aktif İş Güvenliği Uzmanı bulunmaktadır. Sisteme göre Uzmanların 21940'ı (%25,5) İstanbul'da, 12438'i (%13,9) Ankara ve 6359'u (%7,1) İzmir'de bulunmaktadır.

3. ORTAK SAĞLIK VE GÜVENLİK BİRİMLERİ (OSGB)

Ortak Sağlık Güvenlik Birimi (OSGB) kavramı mevzuatımıza ilk olarak 15 Ağustos 2009 tarihinde yayımlanan *İşyeri Sağlık Ve Güvenlik Birimleri (İSGB) İle Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimleri (OSGB) Hakkında Yönetmelik*'le birlikte girmiştir. Yönetmeliğe göre bünyesinde iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi bulunmayan işyerlerinin dışarıdan bir şirket ya da kurumdan (TSM) ücret karşılığında bu hizmetleri satın alarak yükümlülüğünü yerine getirmesi öngörülmüştür. Yönetmelik OSGB'yi şu şekilde tanımlamıştır;

Ortak sağlık ve güvenlik birimi: Bir veya birden fazla işyerine iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerini vermek üzere işyeri dışında kurulan, gerekli donanım ve

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

personelerine sahip olan ve Genel Müdürlük tarafından yetkilendirilen kamu kurum ve kuruluşlarını ve özel hukuk tüzel kişilerini ifade eder (Yönetmelik,2009).

2009 yılında yayımlanan Yönetmelikte OSGB'den hizmet alınması yada İSGB kurulması yükümlülüğüne en az 50 işçi çalıştırma sınırı getirmiştir. OSGB'nin kurulabilmesi şu şartlar istenmiştir;

•Ortak sağlık ve güvenlik birimlerinin kurucusunun veya kurucu ortaklarından en az birinin işyeri hekimi veya (A) sınıfı iş güvenliği uzmanı olması zorunludur. Bu kurucular, birden fazla ortak sağlık ve güvenlik biriminde kurucu olamazlar.

•Ortak sağlık ve güvenlik biriminin kurulabilmesi için, bu birimlerde tam süreli iş sözleşmesiyle çalışan en az bir işyeri hekimi ve bir iş güvenliği uzmanı istihdam edilir. Ortak sağlık ve güvenlik birimlerinin kurucusunun veya kurucu ortaklarından birinin işyeri hekimi olması halinde işyeri hekimi çalıştırma yükümlülüğü, iş güvenliği uzmanı olması halinde ise iş güvenliği uzmanı çalıştırma yükümlülüğü aranmaz.

TMMOB ve bağlı Odaları tarafından bu Yönetmelik için açılan dava sonrası değişikliğe gidilmiş ve 2010 yılında yapılan değişiklikle Yönetmeliğin adı *İş Sağlığı Ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği* olarak değiştirilmiş ve OSGB'ler faaliyetlerini bu Yönetmeliğe göre yürütmeye devam etmiştir. OSGB kurulabilmesi şartı;

- En az 1 İşyeri Hekimi
- En az 1 İş Güvenliği Uzmanı
- En az 1 Diğer Sağlık Personeli

İstihdamının daimi olarak sağlanması olarak değiştirilmiştir. Yönetmelik kapsamı ise yine en az 50 işçi çalıştıran işyerleri olarak korunmuştur. 2009'da yayımlanan Yönetmelikte OSGB açılabilmesi için ortaklardan en az birinin İşyeri Hekimi veya A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olma zorunluluğu bu yönetmelikte kaldırılmıştır. Yapılan bu değişiklikle OSGB'lerin ticarileşmesinin önü açılmıştır.

2012 yılında 6331 sayılı İSG yasasının yayımlanmasından sonra yapılan değişiklikle OSGB'lerin kapsamının İSG yasasındaki bütün işyerleri olarak değiştirilmiştir. Yönetmelik daha sonra 2013 ve son olarak 2014'de değiştirilerek bugünkü son şeklini almıştır.

İlk OSGB 2010 yılında kurulmuştur. Daha sonra OSGB sayısı hızla artarak 10.07.2015 tarihinde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayımlanan listeye göre hizmet veren OSGB sayısı Şubelerle birlikte toplam **2005** olarak belirlenmiştir. Yine Bakanlık tarafından yayımlanan listeye göre **17** OSGB'nin yetki belgesi askıya alınmıştır. **94** OSGB kendi isteğiyle kapanmış ve **11** OSGB'nin yetkisi 1 yıl veya 6 ay süreyle kadar askıya alınmıştır. Hizmet vermeye

yetkili OSGB'lerin 523'ü İstanbul, 218'i Ankara, 128'i de İzmir ve 50'si de Bursa'da bulunmaktadır. Ayrıca Bakanlık tarafından yayımlanan aynı listeye göre İSG hizmetlerinin yürütülmesi amacıyla yetkilendirilmiş Toplum Sağlığı Merkezi (TSM) sayısı ise 82 olarak belirlenmiştir.

OSGB'ler kurulduğu ilk günlerden sonra özellikle 2012 yılında çıkarılan 6331 sayılı İSG yasasından sonra hızla artarak büyük ticari kuruluşlar haline gelmiş ve tartışma konusu haline gelmişlerdir. İzmir Tabip Odası 2014'de hazırladığı raporda OSGB'lerin kuruluş amaçlarının dışına çıkarak yalnızca kâr etme amacıyla çalışan ticarileşmiş, emek sömürsü mekanizmaları haline geldiği ifade edilmiştir.

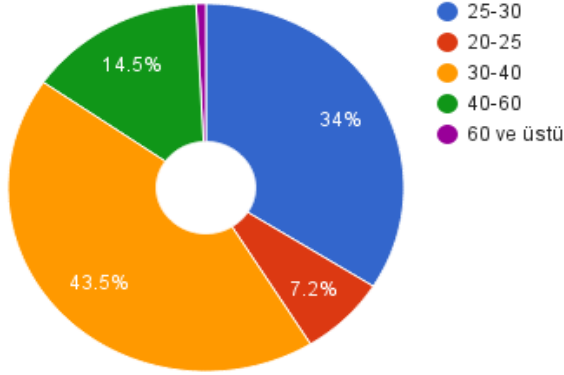
3.1. OSGB sisteminin iş güvenliği uzmanları üzerinden değerlendirilmesi anket çalışması

OSGB sistemi üzerine yapılan değerlendirmelerin yorumlardan öteye geçerek bilimsel olarak belirlenmesi için OSGB'de çalışan iş güvenliği uzmanları ile bir anket çalışması yapılmıştır. 01.09.2015 ile 26.09.2015 tarihleri arasında internet üzerinden online olarak yapılan ankete değişik illerden 506 İş Güvenliği Uzmanı katılmıştır. Ankete katılanların OSGB'lerde çalışan veya çalışmış İş Güvenliği Uzmanları olması istenmiştir. Ankette uzmanlara kişisel bilgiler, iş güvenliği uzmanlığı bilgileri ve son olarak OSGB ile ilgili bilgiler olmak üzere 3 bölüm başlığında sorular sorulmuştur.

3.2. OSGB sisteminin iş güvenliği uzmanları üzerinden değerlendirilmesi anket sonuçları

1. Ankete toplam 506 kişi katılmış ve katılan Uzmanların %70,4'ü erkek, %29,6'sı kadındır. Ankete katılanların yaklaşık %34'ü İstanbul, %9,5'i Ankara, %5,3'ü İzmir, %4,9'u Adana ve diğer illerden katılım sağlamıştır. Katılımcıların %83'ü halen OSGB'de çalışırken %17'si herhangi bir sebeple OSGB'de çalışmayı bırakmıştır.

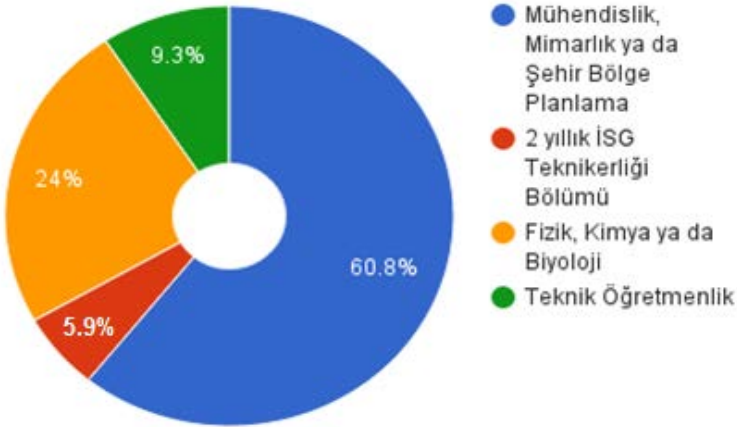
2. Anket katılımcılarının yaklaşık %77'si 25-40 yaşları arasındadır (Şekil 2).



Şekil 2. Anket katılımcılarının yaş aralıkları

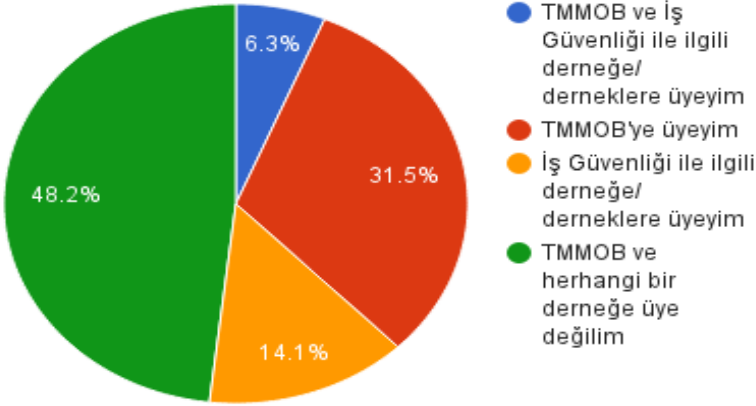
3. Ankete katılan Uzmanların eğitim seviyeleri %70'i Lisans %30,4'ü Yüksek Lisans, %5,1'i ön lisans ve %0,6'sı da Doktora şeklindedir.

4. Ankete katılan İş Güvenliği Uzmanlarının %60'ının Mühendis Mimar ya da Şehir Plancılarından %24'ünün de Fizik Kimya ya da Biyoloji bölümlerinden geri kalanların da Teknik Öğretmen ve 2 yıllık İSG Teknikerliği Bölümlerinden mezun olmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Anket katılımcılarının mezun oldukları üniversite bölümleri

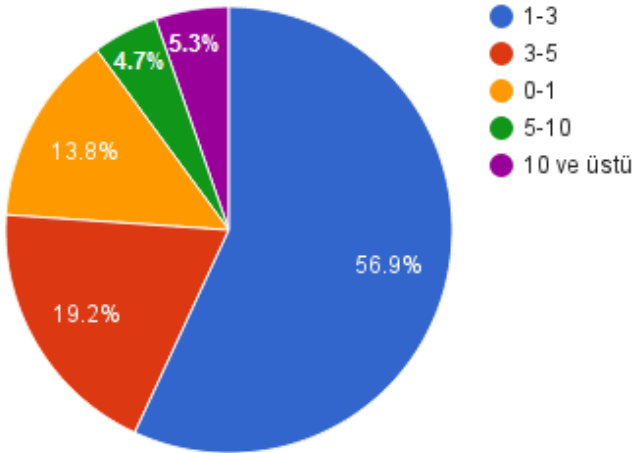
5. Ankete katılan Uzmanların %38,8'i TMMOB'ye üye, %48'i de hiçbir meslek odası ya da derneğe üye değildir (Şekil 4). Ankete katılan Mühendis Mimar ve Şehir Plancılarının %40'ının TMMOB'ye üye olmadığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 4. Ankete katılan uzmanların TMMOB ve dernek üyelikleri

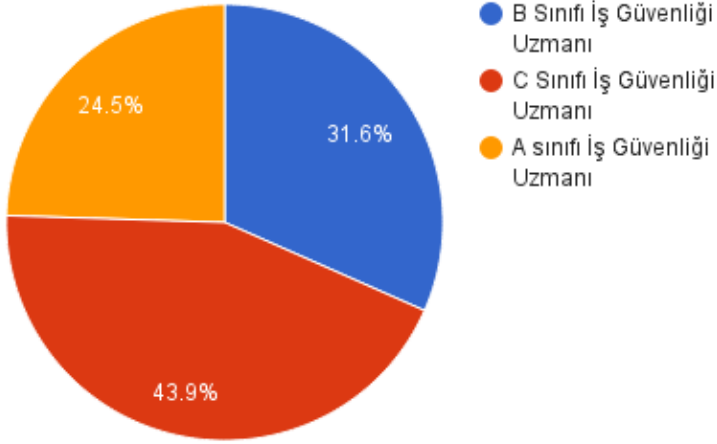
6. Uzmanların %51,3'ü yaptıkları işin adının İş Güvenliği Uzmanlığı, %19,1'i İş Güvenliği Mühendisi, %19,9'u İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Mühendisi ve %5,6'sı da İş Güvenliğinden Sorumlu Mühendis seçeneğini işaretlemiştir. Diğer seçeneği içinde en fazla İş Güvenliği Danışmanı önerisinde bulunulmuştur.

7. Uzmanların yaklaşık %70'lik bir kısmının 0 ile 3 yıl arası değişen iş güvenliği alanı tecrübesine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



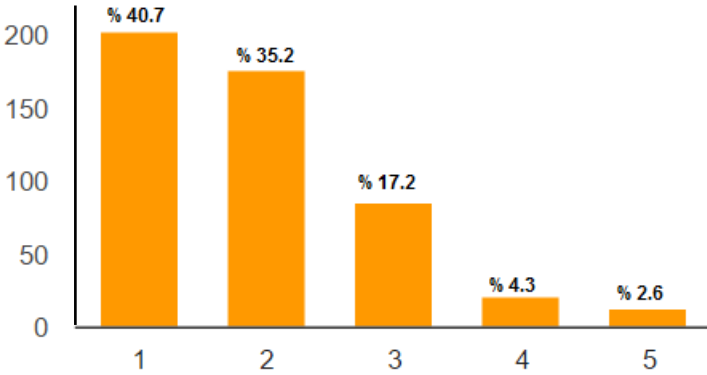
Şekil 5. Anket katılımcılarının iş güvenliği uzmanı olarak çalışma süresi

8. Ankete katılan uzmanların %43'ü C sınıfı, %31,6'sı B sınıfı ve %24,5'i de A sınıfı iş güvenliği uzmanıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Anket katılımcılarının uzmanlık sınıfı

9. Anket katılımcılarına İSG eğitim kurumlarında verilen İş güvenliği eğitimlerinin uzmanlık yapmak için yeterli olup olmadığı sorulmuş ve 1-5 arası değerlendirme yapmaları istenmiştir. Şekil 7'e göre uzmanların %75'i 3'ün altında bir derecelendirme yaparak bu eğitimlerin yetersiz olduğunu ifade etmiştir.



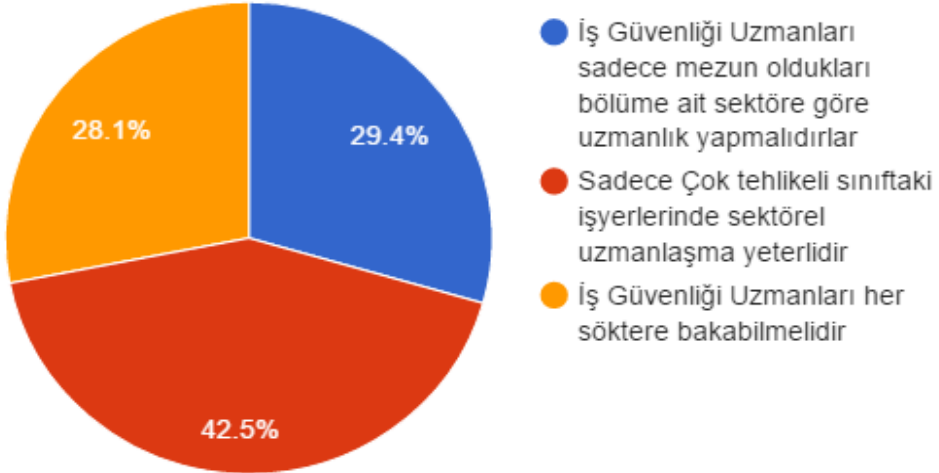
Şekil 7. İSG eğitim kurumlarında verilen eğitimin yeterli olup olmadığının derecelendirmesi

10. Uzmanlara neden İş güvenliği uzmanlığı yaptıkları sorulmuş ve %47,5'i bu alanda çalışmayı tercih ettiğini, %35,6'sı da üniversiteden mezun olduğu bölümde iş bulamaması nedeniyle bu işi yaptığını ifade etmiştir (Şekil 8).



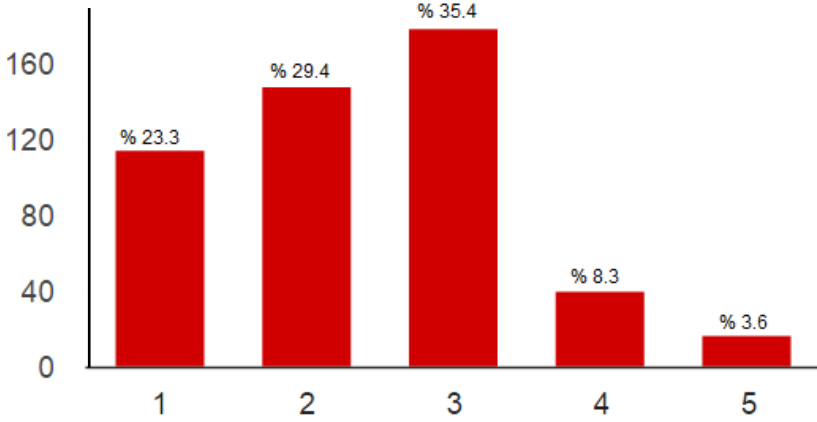
Şekil 8. Anket katılımcılarının iş güvenliği uzmanlığı yapma nedenleri

11. Uzmanlara sektörel bir uzmanlaşma gerekip gerekmediği sorulmuş ve katılımcıların %42,5'i sadece çok tehlikeli sınıfta sektörel branşlaşmanın yeterli olacağını ifade etmiştir. Ankete katılan uzmanların %29,4'ü mezun oldukları bölümlerine göre bir uzmanlık yapılmasını, geri kalan %28'i de bugün ki şekliyle uzmanların her sektöre bakmasının uygun olacağını ifade etmiştir (Şekil 9).



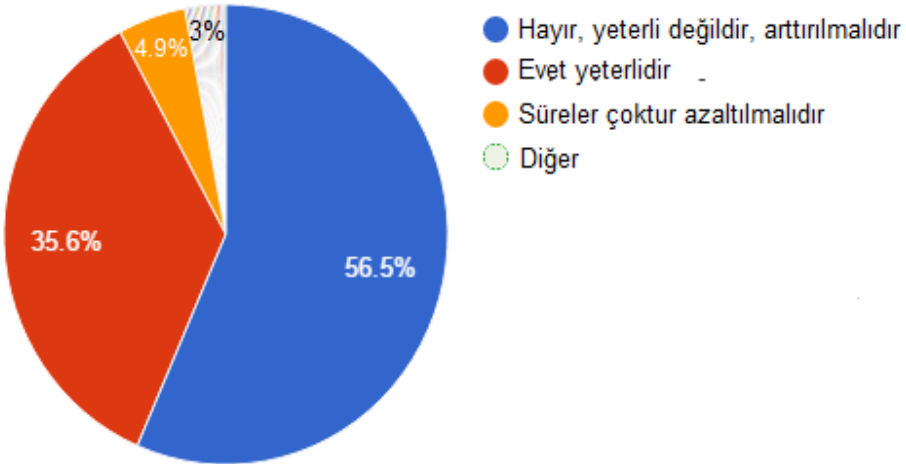
Şekil 9. Uzmanların sektörel branşlaşmaya dair cevapları

12. Uzmanlara 6331 sayılı İSG Kanununun iş kazalarını önlemek için yeterli olup olmadığını 1-5 arasında derecelendirmeleri istenmiş ve %52'si 3'ün altında derecelendirme yaparak 6331 sayılı kanunun yeterli olmadığını ifade etmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. 6331 sayılı Kanunun iş kazalarını önlemek için yeterli olup olmadığının cevapları

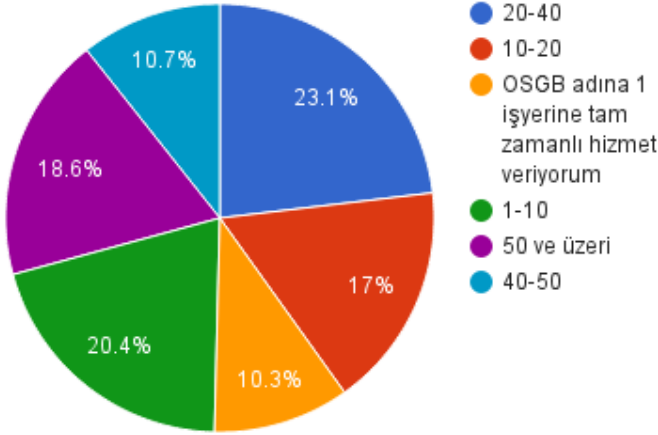
13. Uzmanlara Ocak 2016'da yürürlüğe girecek olan Az Tehlikeli 10, Tehlikeli 20 ve Çok Tehlikeli sınıf için 40 dakikalık çalışma sürelerinin işlerin yürütülmesi için yeterli olup olmadığı sorulmuş ve %56,5'i çalışma sürelerinin yetersiz olduğu ve artırılması gerektiği, %35,6'sı da sürelerin yeterli olduğunu ifade etmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Çalışma sürelerinin yeterli olup olmadığına dair verilen cevaplar

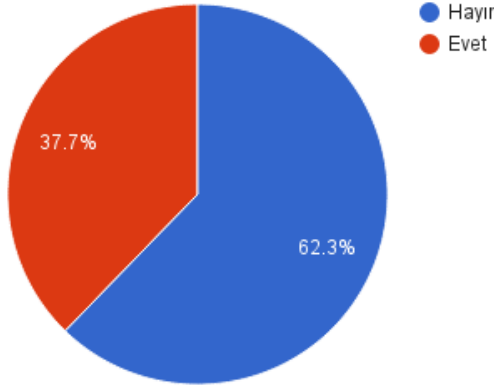
14. Uzmanların %90'ı 0 ile 3 yıl arası değişen sürelerde OSGB'de çalıştığını, %85'i OSGB'de tam zamanlı, geri kalan %15'i de kısmi süreli olarak çalıştığını ifade etmiştir.

15. OSGB'de çalışan uzmanların yaklaşık %29'unun 40'ın üstünde işyerine hizmet verdiği ve %10'unun da OSGB adına sabit 1 işyerinde tam zamanlı olarak hizmet verdiği tespit edilmiştir (Şekil 12). Sabit olarak tam zamanlı hizmet verenlerin %58'inin inşaat sektöründe çalıştığı görülmüştür.



Şekil 12. OSGB tarafından Uzmanlara atama yapılan işyeri sayısı

16. OSGB tarafından ataması yapılan uzmanların %62'si işyerlerine yeteri kadar hizmet veremediği ifade etmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Uzmanların işyerlerine yeteri kadar hizmet verip veremediklerine dair cevapları

17. İşyerlerinde verilmesi gereken eğitimlerin uzmanlar tarafından yasal süreleri kadar verilmediği ve uzmanların %74'lük büyük bir kısmının *eğitimi*

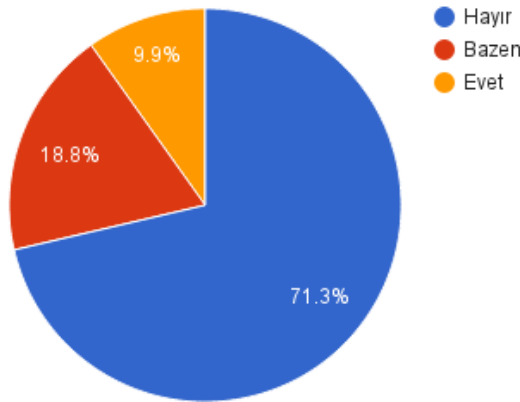
yasal süreleri kadar veremeyip geri kalan süreleri verilmiş gibi gösterdiği görülmüştür (Şekil 14).



Şekil 14. İşyerlerinde verilen eğitimlerin yasal süreleri kadar verilip verilmediğine dair cevaplar

18. OSGB tarafından işyerlerine atama yapılırken uzmanların %42'sinin hiç onayını almazken, %21'inden bazen onay istendiği ve %35'ine atama yaparken onayının alındığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca OSGB tarafından atama yapılırken %67'sinde sektör ayrımı yapılmadan her sektöre, %18'inde iste sadece inşaat sektörüne atama yapıldığı belirlenmiştir.

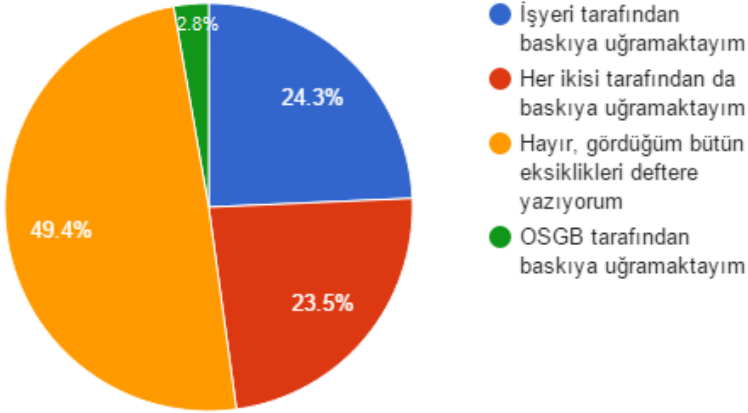
19. OSGB tarafında işyeri atamaları yapılırken uzmanların %71 gibi büyük bir kısmının mezun olduğu üniversite bölümünün dikkate alınmadığı tespit edilmiştir. (Şekil 15).



Şekil 15. OSGB tarafından yapılan işyeri atamalarında Uzmanın üniversite mezuniyetine bakılıp bakılmadığına dair cevaplar

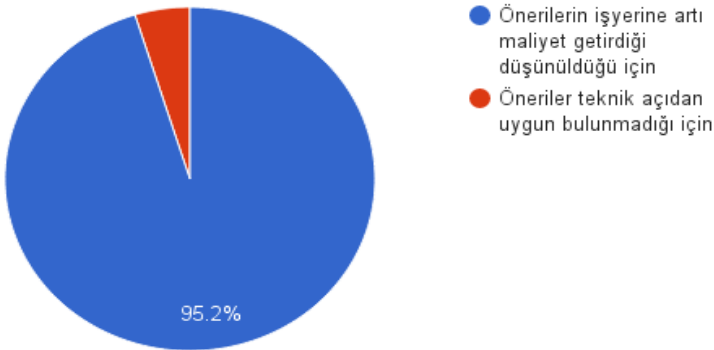
20. Uzmanların %81'inin Mesleki Mesuliyet Sigortalarının olmadığı olanların da sadece %24'ünün ücretinin OSGB tarafından karşılandığı ve %77'sinin de OSGB tarafından sağlanan herhangi bir hukuki desteğe sahip olmadığı ortaya çıkmıştır.

21. İş güvenliği uzmanlarının işyerlerinde gördükleri eksilikleri İSG Tespit ve Öneri defterine yazarken %50'sinden fazlasının bir şekilde OSGB, işyeri ya da her ikisi tarafından baskı gördüğünü ifade etmiştir (Şekil 16).



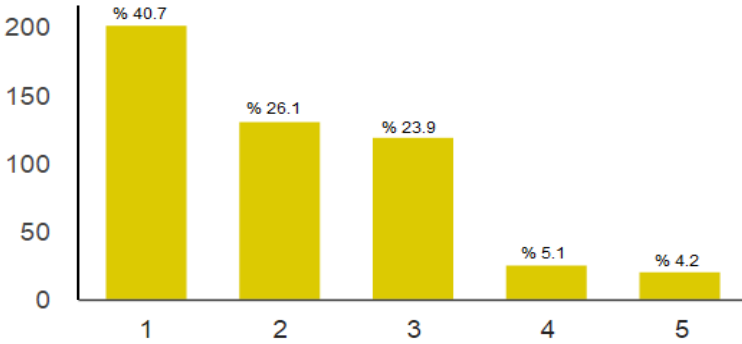
Şekil 16. Uzmanların İSG Tespit ve Öneri defterine önerilerini yazarken herhangi bir baskıya/mobbinge maruz kalıp kalmadıklarına dair cevaplar

22. Uzmanların işyerlerine yaptığı önerilerin %8'inin yerine getirildiği, %12'sinin yerine getirilmediği ve %80'inin de önerilerinden bazılarının yerine getirilip bazılarının yerine getirilmediği ifade edilmiştir. Yine uzmanlara göre yerine getirilmeyen önerilerin %95'inin *Önerilerin işyerine artı maliyet getirdiği düşünüldüğü için* yerine getirilmediği belirtilmiştir (Şekil 17).



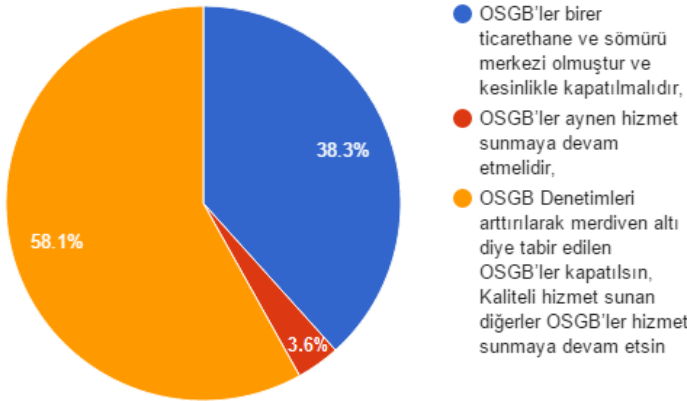
Şekil 17. İşyerlerinin yapılan İSG tespit ve önerilerini yerine getirmeme nedeni

23. İş Güvenliği Uzmanlarına OSGB sisteminin İş kazalarını azaltıp azaltmayacağına dair soru sorulmuş ve 1-5 arasında bir derecelendirme yapmaları istenmiştir. Katılımcıların %66,8'i 3'ün altında derecelendirme yaparak OSGB'lerin kazaları azaltacağına inanmadıklarını ifade etmişlerdir. Uzmanların sadece %9,3'ü 3'ün üstünde bir derecelendirme yaparak OSGB sisteminin kazaları azaltacağını ifade etmişlerdir ki bu çok düşük bir rakamdır (Şekil 18).



Şekil 18. OSGB sisteminin iş kazalarını azaltıp azaltmayacağına dair iş güvenliği uzmanlarının görüşleri

24. Uzmanlara OSGB'lerin geleceği hakkında sorular sorulmuş ve %58'i *OSGB Denetimleri artırılarak merdiven altı diye tabir edilen OSGB'ler kapatılsın, kaliteli hizmet sunan diğerler OSGB'ler hizmet sunmaya devam etsin* derken %38'i *OSGB'ler birer ticarethane ve sömürü merkezi olmuştur ve kesinlikle kapatılmalıdır* demiş ve geri kalan %3.6'lık kesim de *OSGB'ler aynen hizmet sunmaya devam etmelidir* şeklinde cevaplar vermiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Uzmanların OSGB'lerin geleceği hakkındaki görüşleri

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İş kazalarını azaltmak ve önüne geçmek için çıkarılan 6331 sayılı İSG Kanunu ve buna bağlı Yönetmeliklerin geçen 3 yıllık süreçte ölümlü iş kazalarında herhangi bir azalmaya neden olmadığı aksine infial yaratan toplu ölümlü kazalarla arttığı görülmüştür. Yurt dışından “ithal” ve çeviri yapılarak hazırlanan yasaların iş güvenliği kültürü belirli bir seviyenin üstüne çıkmış ülkelerde işe yararken bizim gibi gelişmekte olan ülkelerde bu kültürün olmaması nedeniyle aynı şekilde kazaların azalmasını sağlayamamaktadır.

Yukarıda sonuçları verilen anket çalışmasına göre iş kazalarının önüne geçilebilmesi için 6331 sayılı İSG Kanunu ve OSGB'ler için aşağıdaki çalışmaların yapılması gerekmektedir;

- 6331 sayılı İSG Kanunu ve OSGB sistemi iş kazalarının önüne geçilebilmesi için yetersizdir. OSGB sistemi error/hata vermektedir. Ankete katılan iş güvenliği uzmanlarının büyük bir kısmı OSGB sisteminin ve 6331 sayılı Kanunun iş kazalarını azaltmayacağını ifade etmiştir. Bunun en büyük sebebi OSGB'ler birer ticarethaneye dönüşerek sömürü merkezi haline gelmişlerdir. Kanun başta işçi sendikaları ve TMMOB, TTB gibi meslek örgütlerinin de dâhil olduğu üniversite, işveren örgütleri ve devletin eşit olarak temsil edildiği kurullarda bilimsel olarak yeniden düzenlenmelidir.

- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği denetimleri kamunun asli görevidir. Kamu/Devlet kendini bu alandan çekerek, kaçarak, görevini piyasaya devretmektedir. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği denetimlerinin kamusal olarak nitelikli bir şekilde yapılabilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalı, yeterli müfettiş kadroları oluşturulmalıdır.

- İş Güvenliği mühendislik disiplininin ayrılmaz bir parçasıdır. Mühendis Mimar ve Şehir Plancılarının lisans eğitimlerindeki iş güvenliği eğitimleri artırılarak iş güvenliği bilinci yüksek mühendisler yetiştirilmelidir.

- İşçi sağlığı ve iş güvenliği çalışma yaşamının dolayısı ile 4857 sayılı iş kanununun ayrılmaz bir parçasıdır. İş kazalarının önüne geçilebilmesi için işçilerin çalışma koşulları düzeltilerek neoliberal yönetişimin bir parçası olan göstermelik temsilcilerinin yerine gerçekten işçilerin de iş güvenliği karar süreçlerine katılmalarını sağlayacak mekanizmalar oluşturulmalıdır.

- İş güvenliği uzmanlığında ilk olarak çok tehlikeli sınıf ve daha sonra diğer tehlike sınıflarını da kapsayacak şekilde sektörel uzmanlaşmaya gidilmelidir. Örneğin, bir Biyoloğun maden ya da inşaat işlerine bakabilmesinin önüne geçilmelidir.

• Çalışma süreleri, Tehlike sınıflarına göre yeniden düzenlenmelidir. Uzmanların yolda geçirdiği süreler de dikkate alınarak 2004 yılındaki gibi gün ve işyeri sınırlamaları getirilerek çalışma süreleri arttırılmalıdır.

• OSGB'lerin çok tehlikeli sınıfa hizmet vermesi yasaklanmalıdır. Çok tehlikeli sınıftaki işyerleri ya daimi iş güvenliğinden sorumlu mühendis (iş güvenliği uzmanı) çalıştırmalı ya da serbest mühendislik yapan mühendislerden/SMM tarzı mühendislik bürolarından, iş güvenliği uzmanlarından hizmet almalıdırlar.

• Tehlikeli ve Az Tehlikeli sınıfta yer alan işyerleri için kentlerdeki işçi yoğunluklarına göre bölgesel OSGB'ler kurularak işyerlerinin buralardan hizmet alması sağlanmalıdır. Yeterli kadar OSGB sayısına ulaşılması halinde yeni OSGB vizesi verilmemelidir.

• OSGB'ler ve İş Güvenliği Uzmanları için Tehlike Sınıflarına göre Asgari Ücret Tarifeleri oluşturulmalıdır. Bu şekilde düşük ücretlerle çalıştırılarak yapılan uzman sömürüsünün önüne geçilmeli ve OSGB'ler arası haksız rekabetin önüne geçilerek işyerlerine yeterli hizmetin verilmesi sağlanmalıdır.

• İş Güvenliği Uzmanlarının büyük bir kısmının örgütsüz olduğu ortaya çıkmıştır. TMMOB bu alanda aktif rol alarak uzmanların örgütlenmesini sağlayarak uzmanların sorunlarına çözümler üretmeli, uzmanlara destek olmalıdır.

• İş Güvenliği Uzmanlarının daha adil, bağımsız, nitelikli ve mesleki etik kuralları çerçevesinde hizmet verebilmesi için işverenlere karşı iş güvencelerinin sağlanacağı mekanizmalar oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

Çelik, A., 2015. BirGün Gazetesi.

ÇSGB, 2013. 4857 sayılı İş Kanunu.

ÇSGB, 2012.6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu.

ÇSGB, 2014. *İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki ve Sorumlulukları ile Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik.*

ÇSGB, 2009. *İşyeri Sağlık Ve Güvenlik Birimleri İle Ortak Sağlık Ve Güvenlik Birimleri Hakkında Yönetmelik.*

ÇSGB, 2004;2010. *İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk Ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik.*

ÇSGB, 2004;2010. *İş Sağlığı Ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği.*

Disk-Ar, 2014. Türkiye'de İş Cinayetleri Raporu.

İstanbul İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi, 2014. 2014 İş Cinayetleri Raporu.

İzmir Tabip Odası, 2013. İlk Yılında OSGB Gerçekleri Raporu, İzmir.

- Kaya, V., 2011. *Ülkemizdeki İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatının Madencilik Sektöründe Uygulamaları ve İş Kazaları*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Zonguldak.
- Kılış, İ., 2013. *İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yeni Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK)*, “İş, Güç” Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi, Cilt:15, Sayı:1, Sayfa:17-41.
- Göztepe, O., 2012. *Güvencesizleştirme; Süreç, Yanılgı, Olanak*, Nota Bene Yayınları, Ankara.
- Tekin, B., 2014. 2004'ten 2014'e *İş Güvenliği Uzmanlığı*, Mühendis ve Makine Dergisi, İstanbul, Cilt:55, Sayı:655, Sayfa No:20-22.
- TÜİK, 2010. 2010 yılı İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri.
- TÜİK, 2013. 2013 yılı İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri.

Yeraltı Madenciliğinde Risk Değerlendirme Yaklaşımlarının İncelenmesi

Analysis of Risk Assessment Approaches in Underground Mining

H. E. Can, Ş. Yuvka, S. Beyhan

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET Yeraltı madenciliği ağır ve riskli iş kolları arasında yer almakta olup, iş sağlığı ve güvenliği açısından gerek çalışanların sağlığı gerekse işyeri çalışma koşulları açısından özel önlemlerin alınmasını gerektiren riskler taşımaktadır. Risk değerlendirmesi çalışmaları, işyerlerinde çalışma koşullarından kaynaklanan her türlü tehlike ve sağlık riskini azaltmak, insan sağlığını etkilemeyen seviyeye düşürmek amacıyla ve kazaların tahmini, azaltılması ve önlenmesi için geliştirilmiştir. Bu riskler iş kazaları şeklinde olabileceği gibi her türlü meslek hastalığı ve diğer sağlık problemleri de olabilmektedir. Maden işletmelerinde iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önleme politikalarının geliştirilmesi, güvenlik kültürünün oluşturulması ve yeni yaklaşımların etkin kılınması iş sağlığı ve güvenliği açısından önemlidir. Bu çalışmada, özel bir yeraltı maden işletmesinde iş sağlığı ve güvenliğine yönelik olarak yapılan risk değerlendirme çalışması incelenmiştir. Bu doğrultuda, reaktif ve proaktif yaklaşımlar kullanılarak ayrı ayrı risk değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

ABSTRACT Underground mining takes place in the heavy and risky business sectors in which they carry risks that require special precautions necessary for both health of the workers and working conditions in terms of occupational health and safety. Risk assessment studies have been developed for reducing all kinds of danger and health risks to the ineffective level on human health, which is based on working conditions of workplaces and for estimating, decreasing and preventing accidents. Those risks can come up as industrial accidents and also can be as all kinds of occupational disease and other health problems. Developing prevention policies about industrial accidents and occupational diseases, creating safety culture and enabling new approaches, are very important in terms of occupational health and safety in mining enterprises. In this paper, a risk assessment study has

been realized which performed for occupational health and safety in an underground mine. Accordingly, a risk assessment study has been performed by using reactive and proactive approaches and the results obtained have been given with details.

1. GİRİŞ

Kömür madenciliği, günümüzde de enerji kaynakları içindeki önemini korumakta ve önemli bir istihdam alanı oluşturmaktadır. En zor iş kollarından biri olan yeraltı kömür madenciliği, çeşitli riskleri kapsamaktadır. Kendine özgü zor ve tehlikeli çalışma koşulları bulunan bu sektörde “iş sağlığı ve güvenliği” yaklaşımının daha özenle ele alınmasını gerektirmektedir. Ülkemizde meslek hastalıklarının ve iş kazalarının en fazla görüldüğü sektörler arasında yer alan yeraltı madenciliği; grizu patlaması, yangın, göçük, kaya patlaması, kavlak düşmesi ve daha birçok riskin olduğu bir iş koludur.

Yeraltı kömür madenciliğinde hızla gelişen teknolojiye paralel olarak hammadde ihtiyacı artmış ve daha hızlı üretim amaçlanmıştır. Bu durum tehlikelerin ve risklerin artmasına neden olmuştur. Tehlikelerin ve risklerin artması beraberinde iş kazalarının artmasına neden olmuştur. Dolayısıyla artan teknoloji ve üretim neticesinde oluşan bu durum karşısında kazaları önlemek amacıyla iş güvenliği ve sağlığı tedbirlerinin daha detaylı ele alınması zorunluluğu doğmuştur.

Çalışanların kazalardan korunması amacıyla yapılan iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yönetilmesi ve değerlendirilmesi günümüzde önemli bir çalışma alanı olarak görülmektedir (Demirel ve ark., 2013).

Bir işyerinde sağlıklı ve güvenli bir işyeri şartları sağlamak için, iş sağlığı ve güvenliği sisteminin kurulması, uygulanması, işverence denetlenmesi ve sürekli güncelleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca sistem içerisinde yer alan tehlike ve riskler sabit olmayıp, tekrarlı – hareketli – değişken şekildedir (Tekin, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği politikalarının işyeri çalışanlarının tamamının benimsemesi, risk analizlerinde çalışanlarında görüşünün alınması iş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilmesi açısından son derece önemlidir. Türkiye’de çoğu işyeri reaktif yaklaşımlarla (geleneksel yaklaşım) yani bir kaza ya da olay sonucu alınacak önlemlerle faaliyetini sürdürmektedir. Oysaki iş kazaları ve meslek hastalıklarına proaktif yaklaşım (önleyici yaklaşım) ile iş kazaları sonucu oluşacak dolaylı ve dolaysız maliyetleri yok ederek işletmeye maddi ve manevi katkı sağlayacaktır. Risk analizinin yapılması ve “Kabul Edilebilir Risk” derecesinin belirlenmesiyle başlayan ve işletmenin iş sağlığı ve güvenliği politikasını ve hedeflerini çalışanlarıyla paylaşarak tüm çalışanların desteğini

alması ve yine tüm çalışanların katılımıyla yapılacak planlı eğitimler ve tatbikatlar ile işyerinde proaktif yaklaşım sistemi kurulmalıdır (Yılmaz, 2013).

2. RİSK ANALİZ ve DEĞERLENDİRMESİNİN YAPILMASI

Dünyada ve ülkemizde sanayileşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, işyerlerinde çalışan kişilerin sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir takım sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu durum iş verimini azalttığı ve işletmeyi tehlikeye soktuğu için işyerlerinde çalışma düzenini ve koşullarını kapsayan birtakım kurallar ve kanunlar yürürlüğe konmuştur. Ancak bu düzenlemelerin zamanla yetersiz olduğu görülmüş, yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda “işçi sağlığı ve iş güvenliği” kavramı doğmuş ve konuya bilimsel olarak yaklaşılmaya başlanmıştır (Karaman ve ark., 2011).

Risk, belirlenmiş tehlikeli bir olayın oluşma ihtimali ve sonuçlarının bileşiminden oluşmaktadır. İnsan sağlığına, çevreye veya mala gelebilecek bir zararın meydana gelme olasılığı olan risk, olağan çalışma esnasında mevcut bir tehlikenin yaratabileceği zarar şeklinde de tanımlanabilir.

Risk analizi; işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır.

Risk değerlendirmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde, “İşyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmaları ifade eder” şeklinde tanımlanmaktadır (ÇSGB, 2012). Risk yönetimi ise, insan hayatı ve çevre güvenliği ile ilgili risklerin değerlendirilmesi, iş kazası veya meslek hastalıklarının nedenleri ve bunları etkileyen faktörlerle ilgili en geçerli bilgiyi toplayarak tehlikelerin ortaya çıkmasını engellemek için etkili bir güvenlik ağı kurmaktır (Özkılıç, 2005).

Her şekilde işyerindeki tehlikelerin büyüklüğü, çalışan sayısı, çalışanların eğitim durumu, teknolojik değişimler ve yasal şartlar dikkate alınarak risk değerlendirmesi çalışmaları için bir dönem belirlenmeli ve bu çalışmalar tümüyle tekrar edilmelidir. Ayrıca; yeni bir makine-teçhizat alınması durumunda, teknoloji değişikliğinde, üretim tarzı değişikliğinde, personel yapısında değişiklik olduğunda, iş kazası ve meslek hastalıkları durumunda, iş sağlığı ve güvenliği kurulu veya uzmanının gerek görmesi durumunda belirlenen alanlarda risk analiz ve değerlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Risk değerlendirmesinin amacı; mevcut risklerin neler olduğunun, nerelerden kaynaklandığının, kimleri etkilediğinin, kabul edilebilir olup olmadığının ve önleme faaliyetlerinin belirlenmesidir. Risk değerlendirmesi faaliyetleri işverene, tehlikelerin tanınması, risklerin önceden belirlenmesi, çalışanlar için güvenli ortam tesisi, kazaların önlenmesi ile kayıpların azaltılması, kalite ve verim artışı sağlanması, saygınlık, proaktif yaklaşım ve acil durumlara hazır olma, sorumlulukların belirlenmesi ve görev paylaşımı konularında faydalar sağlamaktadır (Yılmaz, 2009).

Tehlike, insan yaralanması ya da hastalığı, malın hasar görmesi, işyeri çevresinin zarar görmesi ya da bunların kombinasyonuna neden olabilecek potansiyel bir durum ya da kaynak tehlike olarak tanımlanmaktadır. İnsan sağlığına, çevreye veya mala herhangi bir zarar verme potansiyeline sahip olan durum, potansiyel bir zarar kaynağı, tehlikeli bir malzeme olabileceği gibi, yapılan bir aktiviteden de kaynaklanabilir.

Zarar, çalışan insanın kazanma gücünün hasar görmesi veya ortadan kalkması, işletme için ise ekipman hasarı ve maddi kayıptır. Risk ise; “tehlike dolayısıyla ortaya çıkan bir olayın oluşturduğu hasar derecesi ile olayın oluşma olasılığının bileşkesidir” (Sabuncu, 2005).

Risk değerlendirmesinde temel kural, riski doğuran tehlike kaynağını ortadan kaldıracı, onu yok edici tedbirleri almaktır. Bu yapılamıyorsa amaç, alınan önlemlerle tehlike odağının neden olabileceği riski çok düşük olasılıklı bir etken haline dönüştürebilmektir. Sınır değerlerde çalışma yapmak risk tehdidini sürekli gündemde tutacaktır.

Bir işyerinde risk değerlendirilmesi; işe başlama aşamasında, işyerinde bir değişiklik olması durumunda, iş kazası, meslek hastalığı veya ramak kalma olayları sonrasında ve düzenli aralıklarla mutlaka yapılması gereklidir (Tekin, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının sonuçlarının değerlendirilebilmesi amacıyla risk analizi yöntemleri son yıllarda yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Günay, 2009; Çelik ve ark., 2009; Özfırat ve ark., 2013; Demirel ve ark., 2013).

2.1. Risk Analiz Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Risk analiz yöntemleri kazaların tahmini, azaltılması ve önlenmesi için geliştirilmiştir. Risk değerlendirmesi kantitatif ve kalitatif olarak yapılabilir. Kantitatif risk analizinde, riski hesaplarken matematiksel teoremler kullanılarak risk değeri bulunur. Kalitatif risk analizinde, tehdidin olması ihtimali, tehdidin

etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlenerek risk değeri bulunur.

29.12.2012 tarihli 28512 sayılı resmi gazetede yayımlanan “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” 6. Maddesinde risk değerlendirmesi için işverenin oluşturduğu bir ekip tarafından gerçekleştirilir ibaresi yer almaktadır. Bu ekipte, işveren veya işveren vekili, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ile iş yerindeki çalışan temsilcilerin, iş yeri destek elemanı (genel riskler konusunda bilgili formen ya da ustabaşı) yer almaktadır (ÇSGB, 2012).

2.2. Risk Değerlendirmesinde Reaktif ve Proaktif Yaklaşımlar

İş sağlığı ve güvenliğinde reaktif yaklaşım tazmin edici, proaktif yaklaşım ise önleyici faaliyet içeren olmak anlamındadır. İş sağlığı ve güvenliğinde reaktif değil, proaktif olmak gerekmektedir. Tüm işyerlerine uyacak bir risk analiz metodu mevcut değildir. İş sağlığı ve güvenliği uzmanı mevcut işyerinin özelliklerine göre hangi metodu uygulayacağına karar verip o metodu uygulamalıdır. Risk değerlendirmesi yapılırken iş güvenliği uzmanının tecrübesi risk değerlendirmesinin sonuçlarını etkileyecektir. Risk değerlendirmesi, üst yönetim kadrosundan tüm işçilere kadar herkesin birlikte çalışması ile başarıya ulaşabilir (Seber, 2012).

Reaktif yaklaşımda, kazaların ve sistem bozukluklarının incelenmesi esastır. Dolayısıyla olay sonrası inceleme ve işin yeniden düzenlenmesine odaklanır. Proaktif yaklaşım ise sistem bozukluğundan çok, güvenlik yönetim sisteminin incelenmesine, risk değerlendirme ve güvenlik kültürüne odaklanır. Olay gerçekleşmeden öncesine, çalışanlara ve güvenli olmayan uygulamalara odaklanır. Tanımlardan da anlaşılacağı gibi reaktif yaklaşım ülkemizde de geleneksel hale gelmiş olan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda iş kazaları, meslek hastalıkları, yaralanmalar ve maalesef can kayıpları yaşandıktan sonra önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Proaktif yaklaşım ise iş kazaları, meslek hastalıkları vb. kayıplar yaşanmadan önce tehlike ve risklerin öngörülmesi ile birlikte gerekli önlemlerin alınmasıdır. Proaktif yaklaşım, 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun da yer alan ve mutlaka uygulanması gereken yaklaşım şekli olmalıdır.

6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunun kapsamında, 29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı “iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği” ile tüm işyerleri risk analizi gerçekleştirmek zorundadır. Risk değerlendirmesi 4857 sayılı iş kanununun 78. Maddesinde doğrudan yer almış olup bu maddeye istinaden yapılmaktadır.

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden “Risk Değerlendirme Karar Matrisi” yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde göre, 5x5 matris diyagramı ile neden-sonuç ilişkileri değerlendirilmiştir. Bu yöntem, bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi halinde sonucunun derecelendirilmesiyle ölçümü yapılmaktadır. Riskin derecelendirilmesi için olasılık ve sonucun şiddet derecesinin sayısal olarak ifade edilmesi yararlı olacaktır. Risklerin derecelendirilmesi ve değerlendirilmesi için gerekli olan risk puanı aşağıda verilen Eşitlik 1 ile ifade edilmektedir.

$$\text{Risk puanı} = \text{Kaza Olasılığı} \times \text{Kaza Şiddeti} \quad (1)$$

Kaza olasılığının değerlendirilmesinde; kazaya maruz kalan personel sayısı, tehlikeye maruz kalma sıklığı ve süresi, kontrol ve önlemlerin etkinliğini azaltabilecek durumlar, tesis ve makinelerdeki güvenlik bileşenleri eksiklikleri, kişisel koruyucuların etkinliği ile kullanım sıklığı ve güvensiz davranışlar göz önünde bulundurulması gereken hususlardır (Şahin ve ark., 2013).

Risk değerlendirmesi yapılırken kullanılan bir diğer değişken ise kaza şiddetidir. Birden çok ölümlü veya ölümlü, büyük yaralanma, en az üç gün istirahat gerektiren yaralanmalar, ilk yardım gerektiren küçük yaralanmalar, hasar ya da yaralanmaya neden olmayan kazalar gibi etkenler kaza şiddetinin belirlenmesinde kullanılan tanımlamalardır (Şahin ve ark., 2013).

Risk yönetimi çalışmasında uygulanacak adımlar;

a) Tehlikelerin tanımlanması,

b) Tehlikenin gerçekleşmesi halinde olabilecekler,

c) İhtimalin hesaplanması; Çizelge 1'e göre belirlenmektedir. Tehlikenin ortaya çıkma olasılığı için, çok küçük, küçük, orta, yüksek, çok yüksek değerlerinden biri saptanır. Bu değerler özellikle kaza istatistikleri, işyeri İSG organizasyonu, işçilerin eğitim durumu, işyerinin İSG durumu göz önüne alınarak saptanmaktadır.

Çizelge 1. Bir olayın gerçekleşme ihtimali

İHTİMAL	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN
ÇOK KÜÇÜK	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda,
ORTA	Az (yılda bir kaç kez)
YÜKSEK	Sıklıkla (ayda bir)
ÇOK YÜKSEK	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma

d) Şiddetin hesaplanması; Olayın şiddet derecesi Çizelge 2'ye göre belirlenir. Tehlikenin gerçekleşmesi durumunda şiddet değeri için çok hafif, hafif, orta, ciddi, çok ciddi değerlerinden biri saptanır.

Çizelge 2. Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti

SONUÇ	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	İş saati kaybı yok, hemen giderilebilen, ilk yardım gerektiren
HAFİF	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi
ORTA	Hafif yaralanma, yatarak tedavi/yaralanma
CİDDİ	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	Ölüm, sürekli iş göremezlik

e) İhtimal ve şiddet tabloları yardımıyla risk skorunun bulunması;

f) Riskin tolere edilip edilemeyeceğine karar verilmesi; Risk Skoru, Çizelge 3'de verilen Risk Skoru Belirleme Matrisine yerleştirilir. Yerleştirme sonucunda, risk Çizelge 4'te verilen sıralamaya uygun olarak değerlendirilir. Yani ilk olarak tolere edilemez düzeyde olan risklerin ortadan kaldırılmasına öncelik verilir.

Çizelge 3. Risk skoru belirleme matrisi

Risk Skoru	ŞİDDET				
	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
İhtimal					
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

g) Alınacak önlemlere karar verilmesi;

h) Risk skorunun tekrar hesaplanması; Önlemler alındıktan sonra riskler tekrar değerlendirilir, kabul edilebilir seviyede olup olmadığının analizi yapılır.

Çizelge 4. Sonucun kabul edilebilirlik değerleri

Tolere edilemez Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Alınan önlemlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
Önemli Riskler (15, 16, 20)	Belirlenen risk azaltılıncaya kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8, 9, 10, 12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2, 3, 4, 5, 6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

4. RİSK DEĞERLENDİRMESİ ÇALIŞMASININ UYGULANMASI

Risk analizi ve değerlendirme; işyerinde herhangi bir çalışma yöntemi değişikliği olduğunda, yeni ve ciddi bir tehlikenin ortaya çıkması durumunda, işyerinin tamamını ya da büyük kısmını etkileyebilecek herhangi bir kaza ile meslek hastalığı ya da olay vb. durumun meydana gelmiş olması halinde ve düzenli aralıklarla risk analizi ve değerlendirme yenilenmelidir.

6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu çıkmadan önce 4857 sayılı kanunun 78. maddesine istinaden ağır ve tehlikeli iş kolunda yer alan işletmeler risk analizi yapmak ya da yaptırmak durumdaydılar. Bu çalışmalar yapılırken, 6331 öncesi ülkemizde geleneksel hale gelmiş olan reaktif yöntem uygulanmaktaydı. Bu yöntem risk analizi çalışması yapılmadan önce geçmiş bir senelik mevcut kazaları inceler mevcut veriler ışığında risk analizi yapılarak kazaların şiddet ve olasılık değerleri bu geçmiş dönem iş kazaları ile belirlenirdi. Bu analiz sonucunda kazaların hangi alanlarda kimlerin başına ne sıklıkta geldiği ve kazanın sonuçları incelenir, buna göre risk değerlendirme yapılır. Mevcut risklerin skor değerlerine göre sınıflandırılması yapılır, önlem alma işlemi bu değerle göre sıralanır ve öncelik tanınır.

Bu çalışmada özel bir yeraltı maden işletmesinin 2011 Eylül ile 2012 Eylül arasındaki bir yıllık iş kazaları incelenmiştir. Bu süre içerisinde işletmede toplam

92 iş kazası meydana gelmiştir. Risk değerlendirmesinde bu işletmede en çok ve hiç meydana gelmeyen iki kaza faktörü dikkate alınmıştır. Buna göre, en fazla kaza tavandan taş düşmesi (46 iş kazası) sonucu meydana gelmiş olup, bu zaman içerisinde yangınla ilgili herhangi bir iş kazası yaşanmamıştır. Bu iki faktör dikkate alınarak reaktif ve proaktif yaklaşımlara göre risk değerlendirmesi yapılmıştır.

a) *Reaktif yöntem:* Olasılık değerinin hesaplanması için Çizelge 5'e göre tavandan taş düşme olasılığını en az 4 olarak almamız gerektiği görülmektedir. Aynı şekilde yangın için bir olasılık değeri vermek gerekirse, incelenen süre içerisinde hiç meydana gelmediği için olasılık değerimiz en düşük olan 1 olacaktır.

Çizelge 5. Kazanın ortaya çıkma olasılığı

Olasılık	Meydana gelme sıklığı	Derece
1	Yılda bir	Çok küçük
2	Üç ayda bir	Küçük
3	Ayda bir	Orta
4	Haftada bir	Yüksek
5	Her gün	Çok yüksek

Taş düşmesi ve yangın unsurlarının şiddetlerinin belirlenmesi için Çizelge 6'den yararlanılmıştır.

Çizelge 6. Kazaların şiddet değerleri

Şiddet	Kaza etkisi	Derece
1	Hasar ya da yaralanmaya neden olmayan kaza	Çok hafif
2	İlk yardım gerektiren küçük yaralanmalar	Hafif
3	En az 3 gün istirahat gerektiren yaralanmalar	Orta
4	Ciddi yaralanmalar	Ciddi
5	Bir ve birden çok ölümlü veya sürekli iş görmezlik	Çok ciddi

Taş düşmesi sonucunda meydana gelen yaralanmalarda ölümlü kaza gerçekleşmemiş olup ciddi yaralanmalar meydana gelmiştir. Bu durumda şiddet değeri 4 olarak kabul edilmiştir.

Söz konusu işletmede incelenen süre içerisinde yangın meydana gelmediği için şiddeti bilinmemekte olup, geçmişte yaşanan kazalarda ölüm ve ciddi yaralanmalar meydana geldiği için bu kazalar referans alınarak şiddet değeri 5 olarak kabul edilmiştir. Bu durumda;

Tavandan taş düşmesi için:

$4 \times 4 = 16$ olarak risk puanı bulunur.

Ocakta yangın olayı için:

$1 \times 5 = 5$ olarak risk puanı bulunur.

Tavandan taş düşmesi ve yangın için risk puan durumu Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Risk puan durumu

RİSK PUANI	SONUÇ
15 – 25	KABUL EDİLEMEZ RİSK Bu risklerle ilgili hemen çalışma yapılmalı
8 – 12	DİKKATE DEĞER RİSK Bu risklere mümkün olduğu kadar çabuk müdahale edilmeli
1 – 6	KABUL EDİLEBİLİR RİSK Acil Tedbir Gerektirmeyebilir

Çizelge 7'de verilen risk puanlarına göre, tavandan taş düşmesi kabul edilemez risk sınıfına girmekte iken, ocakta yangın çıkma riski kabul edilebilir bir risk olarak sonuçlanmıştır.

b) *Proaktif Yöntem*: Taş düşmesi olayının olasılığı 5 alınmalı şiddeti ise 4 te kalmalıdır. Buna göre risk puanı;

$5 \times 4 = 20$ olacaktır ve kabul edilemez riskler arasına girecektir.

Yangın çıkma olayının olasılığı ise bir yeraltı madenin de yüksek bir ihtimal olacağından olasılık değeri 4 olarak kabul edilmelidir. Yangının neden olduğu kaza sonucu bir ya da birden fazla ölüm meydana gelebilir. Bunun için şiddet puanı 5 alınmalıdır. Bu durumda risk puanı ise;

$4 \times 5 = 20$ olacaktır ve kabul edilemez riskler arasına girecektir.

Reaktif yöntemde önemsiz gibi görünen ve önlem alınmayan yangın riski olası bir kaza neticesinde ciddi zararlar verebilir. Bu amaçla kullanılması uygun olan proaktif yöntem ise bununla ilgili önlem alınması ve tedbirler doğrultusunda çalışılması gerektiğinin öngörüsüdür.

Olası bir yangında reaktif ve proaktif yaklaşımlar ile ilgili değerlendirmeler Çizelge 8 ve Çizelge 9 'da verilmiştir.

5. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

İş sağlığı ve güvenliği alanında çıkartılan 4857 sayılı İş Kanunu ve bu kanuna bağlı yayınlanan yönetmelikler günümüz şartlarında geçerliliğini koruyamamaktadır. Kaza ve hastalıklar oluştuğundan sonra cezalandırmayı veya tazmin etmeyi ön planda tutan bu geleneksel yaklaşım (reaktif yaklaşım) günümüzde artık yavaş yavaş terk edilmiş ve yerine 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile iş kazası ve hastalıklar için "Önleyici Yaklaşım" (proaktif yaklaşım) benimsenmiştir.

Çizelge 8. Proaktif yaklaşım ile ilgili değerlendirme

	TEHLİKE	RİSK	ALINMASI GEREKLİ ÖNLEMLER	RİSK DEĞERLENDİRME			SONUÇ
				OLASILIK	ŞİDDET	RİSK	
1	Yangın söndürme tertibatının olmaması	YANGIN	Çalışma alanında olası bir yangına karşı yangın söndürme tertibatı bulunmalıdır. Yangına müdahale edildikten sonra söğürme işleminin yapılabilmesi için su hattı çekilmelidir.	5	5	25	Kabul Edilemez Risk
2	Uygun olmayan yangın söndürme tertibatı	YANGIN	Olası bir yangında müdahale için seyir yangın söndürücüler bulunmalıdır. Ayrıca elektriksel yangınlara karşı CO ₂ tipi seyir yangın söndürme cihazı konulmalıdır.	5	5	25	Kabul Edilemez Risk
3	Gerekli gaz ölçümlerinin yapılmaması	YANGIN	Vardiya sorumlusu ehil bir personel tarafından düzenli olarak ölçümler yapılmalı ve gerekli raporlamalar yapılmalıdır.	3	5	15	Önemli Riskler
4	Uygun olmayan havalandırma	YANGIN	Yetersiz havalandırma bağlı çalışma alanında kızışma-ısınma meydana gelme ihtimaline karşı düzenli olarak kömür yüzeyi ve ortam sıcaklığı ölçülmelidir.	3	5	15	Önemli Riskler
5	Uygun olmayan havalandırma	YANGIN	Kömür içerisinde sürülüşün olan galerilerde kömür yüzeyinin hava ile temasının kesilmesi gereklidir.	4	5	20	Önemli Riskler
6	Uygun olmayan havalandırma	YANGIN	Mevzuat gereği hava hızı 8m/sn'i geçmemelidir.	3	5	15	Önemli Riskler
7	Uygun olmayan elektriksel donanım	YANGIN	Çalışma alanında kullanılacak olan elektriksel donanımların tamamını ATEX yönetmeliğine uygun exp proof (alev suzdurmaz) özellikte olmalıdır.	5	5	25	Kabul Edilemez Risk
8	Arıza sonrası tamir edilen malzemenin kontrol edilmemesi	YANGIN	Olası bir arıza sonrası onarılan elektriksel donanım kontrol edilmeli tüm emniyet şartları sağlanıyorsa kullanıma alınmalıdır.	4	5	20	Önemli Riskler
9	Ölçüm cihazlarında kalibrasyonun yapılmaması	YANGIN	Çalışma alanında gaz ölçümü yapmaya yarayan cihazlar ekstra bir duruma maruz kalmadığı sürece en az 6 ayda bir olmak üzere kalibrasyona gönderilmelidir.	4	5	20	Önemli Riskler
10	Personelin eğitimsizliği	YANGIN	Çalışma alanında olası bir yangın meydana gelduğunda, personelin yangına doğru müdahale etmesi, olay yerinin acil durum tatbikatlarına uygun bir şekilde tahliye edilmesi için eğitimlere tabi tutulmalı tatbikatlar yapılmalıdır.	5	5	25	Kabul Edilemez Risk

Çizelge 9. Reaktif yaklaşım ile ilgili değerlendirme

	TEHLİKE	RİSK	ALINMASI GEREKLİ ÖNLEMLER	RİSK DEĞERLENDİRME		SONUÇ
				OLASILIK	ŞİDDET	
1	Yangın söndürme tertibatının olmaması	YANGIN	Çalışma alanında olası bir yangına karşı seyir yangın söndürme tertibatı bulunmalıdır. Yangına müdahale edildikten sonra söndürme işleminin yapılabilmesi için su hattı çekilmelidir.	2	2	Kabul Edilebilir Risk 4
2	Uygun olmayan yangın söndürme tertibatı	YANGIN	Olası bir yangında müdahale için seyir yangın söndürücüler bulunmalıdır. Ayrıca elektriksiz yangınlara karşı CO ₂ tipi seyir yangın söndürme cihazı konulmalıdır.	2	2	Kabul Edilebilir Risk 4
3	Gerekli gaz ölçümlerinin yapılmaması	YANGIN	Vardiya sorumlusu ehlî bir personel tarafından düzenli olarak ölçümler yapılmalı ve gerekli raporlamalar yapılmalıdır.	2	2	Kabul Edilebilir Risk 4
4	Uygun olmayan havalandırma	YANGIN	Yetersiz havalandırma başlı çalışmada çalışmada kızışma-sisimle meydana gelme ihtimaline karşı düzenli olarak kömür yüzeyi ve ortam sıcaklığı ölçülmelidir.	2	5	Dikkate Değer Risk 10
5	Uygun olmayan havalandırma	YANGIN	Kömür içerisinde sürülüş olan galerilerde kömür yüzeyinin hava ile temasını kesilmesi gereklidir.	2	5	Dikkate Değer Risk 10
6	Uygun olmayan havalandırma	YANGIN	Mevzuat gereği hava hızı saatte 8m/s'yi geçmemelidir.	1	2	Kabul Edilebilir Risk 2
7	Uygun olmayan elektriksiz donanın	YANGIN	Çalışma alanında kullanılacak olan elektriksiz donanıların tamamı ATEX yönetmeliğine uygun exproof (alev sazdurmaz) özellikte olmalıdır.	1	2	Kabul Edilebilir Risk 2
8	Arıza sonrası tamir edilen malzemenin kontrol edilmemesi	YANGIN	Olası bir arıza sonrası onarılan elektriksiz donanın kontrol edilmesi tüm emniyet şartları sağlanıyorsa kullanılmasına alınmalıdır.	1	2	Kabul Edilebilir Risk 2
9	Ölçüm cihazlarında kalibrasyonun yapılmaması	YANGIN	Çalışma alanında gaz ölçümü yapmaya yarayan cihazlar ekstra bir duruma maruz kalmadığı sürece en geç altı ayda bir olmak üzere kalibrasyonuna gönderilmelidir.	1	2	Kabul Edilebilir Risk 2
10	Personelin eğitimsizliği	YANGIN	Çalışma alanında olası bir yangın meydana geldiğinde, personelin yangına doğru müdahale etmesi, olay yerinin acil durum tabakalarına uygun bir şekilde tahliye edilmesi için eğitimlere tabi tutulmalı tatbikatlar yaptırılmalıdır.	1	2	Kabul Edilebilir Risk 2

İşyeri düzeyinde alınması gereken tedbirlere öncelik veren risk değerlendirmesine dayalı proaktif yaklaşım (önleyici yaklaşım) öngörülerek yapılan bu çalışmada, bir yeraltı maden işletmesinde meydana gelebilecek yangın sonucunda, reaktif yaklaşıma (geleneksel yaklaşım) göre “kabul edilebilir risk “ seviyesinde olan risk puanı, proaktif yaklaşımla “kabul edilemez risk” seviyesinde değerlendirilmektedir. Bu durum iş sağlığı ve güvenliğinde önleyici yaklaşımın, iş kazası ve meslek hastalığına yol açan tehlike unsurlarının, tehlike ortaya çıkmadan kaynağında tespit edilerek ortadan kaldırılması ilkesine göre ne kadar doğru bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bakımdan, iş sağlığı ve güvenliğinde proaktif yaklaşım ile işyeri düzeyinde risk değerlendirmesinin yapılması, denetim sistemlerinin kurulması, teknik gelişmelerden yararlanılması, çalışan katılımının sağlanması ve önleyici sağlık-güvenlik hizmetlerinin sunulması son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Çelik, İ., Eratak, Ö.D., Ergun, A.R., 2009. *Yeraltı Kömür Madenciliğinde Risk Değerlendirmesi Yaklaşımı*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, s.101-116, Adana.
- Demirel, T., Yetkin, M.E., Özfirat, M. K., Kahraman, B., 2013. *Risk Analizi: Kömür Stok Sahaları İçin Örnek Bir Uygulama*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, s.297-303, Adana.
- Günay, E., 2009. *Yeraltı Maden İşletmeciliğinde İş Güvenliği, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu*, s.27-35, Adana.
- ÇSGB, 2012. *İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*, Resmi Gazete, Sayı 28512.
- Karaman, A. E., Çivic, T., Kale, S., 2011. *Çanakkale İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin İnşaat Sektöründeki Yeri ve Önemi*, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, s.85-95, Çanakkale.
- Özkılıç, Ö., 2005. *İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, 3. Baskı, , TİSK Yayını, No: 246, s. 48. Ankara.
- Özfirat, M.K., Yetkin, M.E., Şimşir, F., Kahraman, B., 2013. *Uzunayak Üretiminde Risklerin Fine-Kinney Metodu İle Değerlendirilmesi*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, s.277-287, Adana.
- Sabuncu, H., 2005. *Endüstride Risk Değerlendirmesi Yöntemleri ve Risk Analizi*, İş Güvenliği Dergisi, İSGİAD Yayını, Yıl: 2, Sayı: 4, s. 6.
- Seber, V., 2012. *İşçi Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Analizleri Nasıl Yapılır?* TMMOB, Elektrik Mühendisleri Odası, Sayı 445, s. 30-34.

- Şahin, M., Gürcanlı, G.E., 2013. *Betonarme, Çelik ve Hafif Çelik Binalarda İş Güvenliği Risklerinin Karşılaştırmalı Analizi*, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, s.201-212, Çanakkale.
- Tekin, A.M., 2009. *Risk değerlendirme/derecelendirme*, Maden Yüksek Mühendisi, A sertifikalı iş güvenliği uzmanı, Ankara.
- Yılmaz, F., 2009. *Avrupa Birliği ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği: Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Kurullarının Etkinlik Düzeyinin Ölçülmesi*, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, s.31, İstanbul.
- Yılmaz, F., 2013. *6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu'nda Önleyici Yaklaşım ve İşverenlerin Yükümlülükleri*, TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi Cilt: 24 Sayı: 6 / Cilt: 25 Sayı: 1-2, s.44-69.

17 Mayıs 2010 Tarihinde TTK Karadon Müessesesinde Meydana Gelen Ölümlü İş Kazasının Teknik ve Hukuki Değerlendirmesi

Technical and Legal Evaluation of the Fatal Accident Occurred on the 17th May, 2010 in TTK Karadon Colliery

N. A. Akçın, V. Didari

Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZET Bu bildiride; TTK Karadon Müessesesi'nde 17 Mayıs 2010 tarihinde meydana gelen ve 30 kişinin ölümüne yol açan grizu patlaması olayı çeşitli yönleriyle incelenmiştir. Öncelikle, olayın meydana gelişi ve olaydan sonra ocakta yapılan tespitler açıklanarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Kazanın meydana gelişindeki teknik ve idari etkenler kritik edilmiştir. Son olarak da, olayın cezai ve hukuki aşamalarının sonuçları verilmiştir.

ABSTRACT In this paper; several aspects of the methane explosion occurred on the 17th May 2010 in Karadon Colliery and caused 30 fatality were reviewed. Formerly, the event and finding outs of the in situ inspection were explained and a general evaluation has been made. The technical and administrative factors effecting the accident have been criticized. Lastly, the results of the legal proceedings was given.

1. GİRİŞ

Her türlü yasal düzenlemeler yapılmasına ve yeni donanımlar geliştirilmesine rağmen ülkemizdeki maden iş kazalarının önüne geçilememektedir. Özellikle son yıllarda çok sayıda ölümlü maden kazasının meydana gelmesi iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yapılan çalışmalarını tartışılır hale getirmiştir.

Ülkemizde madencilik sektöründe 1983 yılından buyana meydana gelen ve en az 3 kişinin ölümüne yol açan iş kazalarının genel bir dökümü Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Madencilik sektöründe meydana gelen ölümlü iş kazaları (1983-2014)(TMMOB, 2014).

Yer	Tarih	Madenin Cinsi	Olay	Ölü Sayısı	İşletmeci
Zonguldak Armutçuk	07 Mart 1983	Kömür	Grizu patlaması	103	Kamu kurumu
Zonguldak Kozlu	10 Nisan 1983	Kömür	Grizu patlaması	10	Kamu kurumu
Amasya Yeni Çeltek	14 Temmuz 1983	Kömür	Grizu patlaması	5	Kamu iştiraki
Zonguldak Kozlu	31 Ocak 1987	Kömür	Göçük	8	Kamu kurumu
Zonguldak Amasra	31 Ocak 1990	Kömür	Grizu patlaması	5	Kamu kurumu
Amasya Yeni Çeltek	7 Şubat 1990	Kömür	Grizu patlaması	68	Kamu iştiraki
Zonguldak Kozlu	03 Mart 1992	Kömür	Grizu patlaması	263	Kamu kurumu
Yozgat Sorgun	26 Mart 1995	Kömür	Grizu patlaması	37	Özel firma
Erzurum Aşkale	08 Ağustos 2003	Kömür	Grizu patlaması	8	Yüklenici
Karaman Ermenek	22 Kasım 2003	Kömür	Grizu patlaması	10	Özel firma
Çorum Bayat	09 Ağustos 2004	Kömür	Grizu yanması	3	Özel firma
Kastamonu Küre	08 Eylül 2004	Bakır	Bant yangını	19	Yüklenici
Kütahya Gediz	21 Nisan 2005	Kömür	Grizu patlaması	18	Kamu iştiraki
Balıkesir Dursunbey	02 Haziran 2007	Kömür	Grizu patlaması	17	Özel firma
Bursa Kemalp. M.	10 Aralık 2009	Kömür	Grizu patlaması	19	Özel firma
Balıkesir Dursunbey	23 Şubat 2010	Kömür	Grizu patlaması	13	Özel firma
Zonguldak Karadon	17 Mayıs 2010	Kömür	Grizu patlaması	30	Yüklenici
K. Maraş Elbistan	10 Şubat 2011	Kömür	Şev kayması	11	Yüklenici
Zonguldak Kozlu	07 Ocak 2013	Kömür	Metan degajı	8	Yüklenici
Manisa Soma	13 Mayıs 2014	Kömür	Ocak yangını	301	Yüklenici
Karaman Ermenek	28 Ekim 2014	Kömür	Su baskını	18	Özel firma

Her ölümlü veya ağır yaralanmalı iş kazasında olduğu gibi bu kazaların meydana gelmesinde de teknik ve idari açıdan birçok etken üzerinde durulabilir. Bunun yanında, her olayın sonucunda cezai ve hukuki (tazminatlar açısından) sorgulama ve yargılama süreçleri yaşanabilir. Bu bildiri; 17 Mayıs 2010 tarihinde TTK Karadon Müessesesi'nde meydana gelen ve 30 işçinin ölümüne yol açan grizu patlaması çeşitli yönleriyle ele alınmıştır.

2. OLAYIN MEYDANA GELİŞİ

TTK Karadon Müessesesi, Karadon Yeni Servis Kuyusu (KYSK) Bağlantı Galerileri ve Su Atımı ile Kilimli İşletmesi -540 Katı Hazırlık Galerilerinin sürülmesi işi hizmet alımı yoluyla bir yükleniciye (alt işverene) verilmiştir. Yapım İşleri Genel Şartnamesine göre; 1. sınıf gazlı kömür ocağında 8075,5 m uzunluğunda çeşitli kesit, meyil ve tahkimat özelliklerine göre galeri tesisi işi için sözleşme yapılmış olup toplam bedel 14.978.206 ABD\$'dır. 30 Mart 2005 tarihli sözleşmede işin süresi işyeri tesliminden itibaren 1400 gün olarak belirlenmiştir.

Teknik Şartname'de "yeraltı ocaklarına uygun patlayıcı madde" kullanılmasının zorunlu olduğu ve TTK tarafından mevcut uzaktan izleme sistemine bağlı karbon monoksit (CO) ve metan (CH₄) sensörlerinin yüklenicinin çalışacağı alanlara da kurulması gerektiği belirtilmektedir. Şartname'deki en önemli hususlardan biri; Kömür Damarı İçinde Galeri Kazısında Alınacak Önlemlerle ilgilidir. "Gaz arama ve boşaltma sondajı" ile elde edilen bilgilere göre, galerilerin kömür damarlarını keseceği yerler önceden tespit edilecektir. Arının, kömür damarına 10 m yaklaşılmasından itibaren gecikmesiz elektrikli kapsül ve grizutin klorür dinamit kullanılacaktır. Galerinin kömür damarlarını kesmesi halinde bu durum mümkün olduğu kadar çabuk bir şekilde idareye bildirilecektir. Galeri kazısı süresince, arındaki uygun bir yerde, işletmenin mevcut uzaktan izleme sistemine bağlı karbonmonoksit (CO) ve metan gazı (CH₄) ölçme sensörleri idarece monte edilecek ve kazı faaliyeti gaz geliri açısından sürekli izlenecektir" ibareleri bulunmaktadır. Şartnamede, ilerleme yönünde kontrol sondajları yapılması ve 5 m topuk kaldığında sondajların tekrarlanması ve kömüre 5 m kaldığında degaj sondajları yapılması şart koşulmaktadır.

TTK Genel Emniyet Şartnamesi'nde, "metan oranı %1,5' da elektrikli cihazların elektriği otomatik olarak kesilecek ve grizu oranı %2' yi geçerse işçiler tahliye edilecek" ibaresi bulunmaktadır. Ayrıca, pervanelerin kısa devre yapmayacak şekilde temiz hava girişine kurulması gerekliliğinden söz edilmektedir. Yeraltında kullanılacak ekipmanın "Grup 1 gazlı ortamlarda çalışmaya uygun AISz veya kendinden emniyetli" olması koşulu aranmaktadır.

“Çalışma arınında her vardiya sesli ve ışıklı alarm veren metan detektörü bulunması; ani metan yükselmelerine karşı, elektrikli cihazların cereyanını otomatik olarak kesecek devre kesme tertibatının bulunması” şart koşulmaktadır. Firmanın yeraltına giren her işçisi için Ferdi Koruyucu Maskeler (OFK ve CO FK) temini ve kullandırma zorunluluğu yer almaktadır.

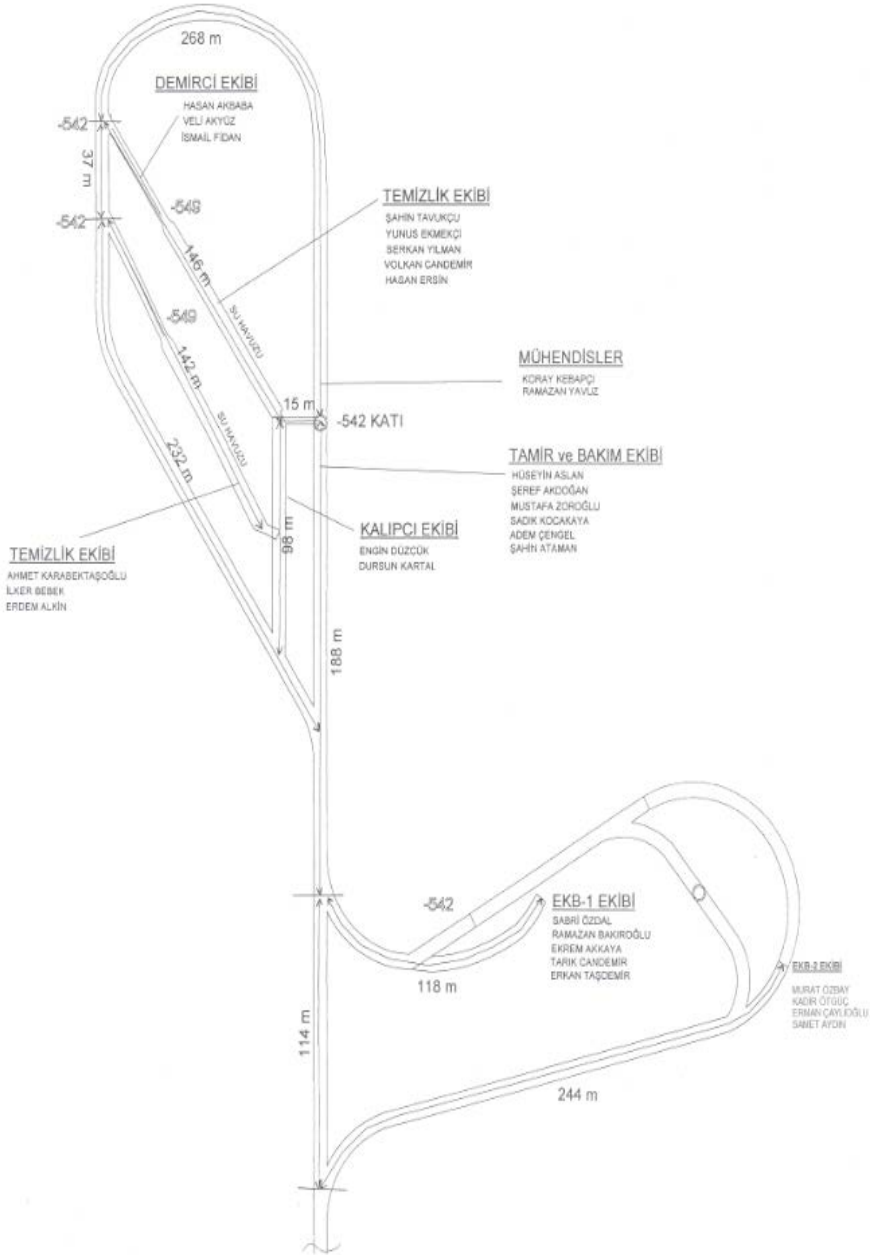
Şartname’de ayrıca; genel iş sağlığı ve iş güvenliği önlemleri ve eğitimleri ile ilgili hususlar yer almaktadır. Yüklenici, çalışan bütün yerleri standartlara uygun ikaz levhası vb. araçlarla donatmak, işaretlemek ve emniyetli bir hale getirmek mecburiyetindedir. Kazı ve hazırlık işlerinin yapılacağı yerlerde, TTK kontrol birimleri ve İş Güvenliği Şube Müdürlüğünün bilgisi dışında kazı yapılmayacaktır. Şartnamelere göre TTK Karadon Müessesesi yapılan tüm işleri denetlemek için bir Yapı Denetim Birimi kurmuş ve yapılan tüm çalışmalar bu birim elemanlarınca izlenmiş ve denetlenmiştir.

Yüklenici firma 17 Mayıs 2010 günü 08:00-16:00 vardiyasında -540 katında muhtelif noktalarda çalışmak üzere 2’si mühendis toplam 30 kişiyi ocağa tertip etmiştir (Şekil 1). Saat 13:27 sularında bu katta bir patlama meydana gelmiştir. Karadon Yeni Kuyu başında patlama sesi ile birlikte duman ve toz bulutu açığa çıkmıştır. İlk yardım ekipleri (ambulans, tahlisiye) en kısa sürede Karadon Yeni Kuyu başına intikal etmiştir. Olay hakkında yetkililerden ilk bilgiler alınmış, Karadon Yeni Servis Kuyusunun patlama sonucu hasar gördüğü, kuyu tesisinin çalışamaz hale geldiği, -360 ve -460 katlarında bir kazalı olmadığı, patlamanın -540 katında yüklenici firmanın hazırlık çalışmalarını yürüttüğü yerde olduğu ve firmanın bu katta çalışan 30 çalışanından haber alınmadığı öğrenilmiştir.

Olay esnasında Karadon Yeni Servis Kuyusu içinde -160 tulumba dairesine kablo çekme işi için kafeste bulunan 8 işçi, -360 kuyu dibi yakınlarında olan 2 işçi ve kuyu başında bulunan 1 işçi olmak üzere toplam 11 TTK işçisi de patlamadan çeşitli şekillerde etkilenerek yaralanmışlardır.

Kısa bir durum tespitinden sonra kurtarma faaliyetleri başlatılmıştır. -540 katı Karadon Yeni Servis Kuyusundan ve Gelik 75. Yıl Kuyusundan, -460/-540 Desandre ve -360/-460/-540 Çin bürü ile bağlantılıdır.-540 katı ile irtibat Gelik 75. Yıl Yeni Kuyusu’ndan (GYK) ve Karadon Yeni Servis Kuyusundan sağlanmaktadır. Oluşturulan uzman heyet tarafından Karadon Yeni Servis Kuyusunun (KYSK) hizmete verilip verilemeyeceği araştırılmış, kuyu halatlarının karıştığı, patlama sonucu denge halatlarının makaralarından çıktığı, vinç dairesi üst çatı kaplamalarının uçtuğu, kuyu içinde ve katlarda ağır tahribat yaptığı görülmüş, KYS Kuyusunun kısa sürede devreye verilmesinin mümkün olmadığı sonucuna varılmıştır. Kuyu içinde zehirli gazların varlığı nedeni ile, kurtarma kafesi ile kuyu

içinde tahliye cihazı kuşanmış bir ekibi ile tespit yapılmasına karar verilmiştir (TTK, 2010a).



Şekil 1. 17 Mayıs 2012 tarihinde ocağa tertip edilen yüklenici firmanın işçileri

Bu amaçla Gelik Kuyusu'dan -540 katına tahlisiye cihazı kuşanmış 2 ekip indirilmiş ve -540 (42600) lağımina Karadon istikametine gönderilmiştir. Ekipler, Çin Bürü tabir edilen yerden yaklaşık 1000 m sonra göçükle karşılaşarak daha ileriye geçememiştir (Şekil 2).

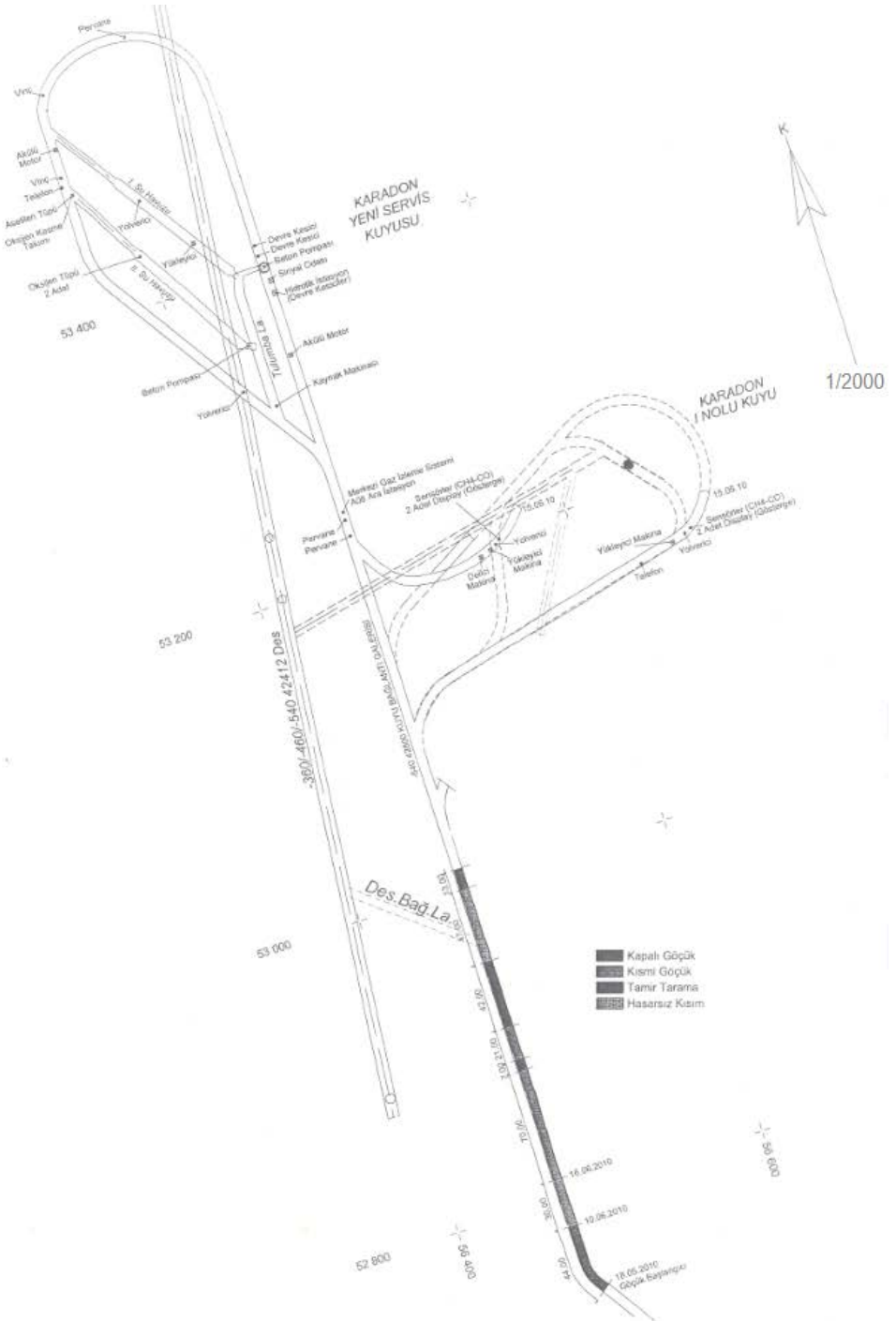
Genel bir durum tespiti yapıldıktan sonra KYSK'dan ve Gelik İşletmesi tarafından olay mahalline ulaşılmaya çalışılmıştır. Gelik tarafından olay yerine müdahale edebilmek için temiz hava tarafına (Çin Büründen önce) vantilatör kurulmuş ve göçük açma çalışmalarına başlanmıştır. Yoğun gaz geliri nedeniyle hızlı bir ilerleme sağlanamamıştır. Diğer taraftan, kuyudaki kurtarma kafesinde tadilatlar yapıldıktan sonra 20 Mayıs 2012 tarihinde kurtarma ekibi -540 katına indirilmiştir. İlk etapta 28 işçinin cesedine ulaşılmıştır. -540 Gelik yolunda göçükle karşılaşıldığı için daha ileriye geçilememiştir. Ocakta olduğu ifade edilen iki kişiye ulaşılamamıştır. Yerleri tespit edilen 28 işçinin cesetleri kurtarma kafesi ile -460 katına çıkarılarak oradan -360 katına ve Karadon 1 Nolu Kuyudan ocak dışına alınmıştır (Öztürk, 2013). Yeraltında yapılan tüm aramaların sonucunda cesetlerine ulaşılamayan iki işçinin kuyunun içine düştüğü kanısına varılmıştır. Kuyu içindeki hurdalar ve su boşaltıldıktan sonra iki işçinin cesedinin kuyu içinde olduğu kesinleşmiş ve olaydan 246 gün sonra buldukları yerden çıkartılmışlardır.

Ocaktaki kurtarma faaliyetleri tamamlandıktan ve gerekli emniyet önlemleri alındıktan sonra bir savcı başkanlığında 15 Haziran 2010 tarihinde ocakta keşif yapılmıştır. Keşif heyeti, Gelik 75. Yıl Cumhuriyet Kuyusu'ndan -540 katına inerek açılmış olan göçük alanından geçmiş; kazaya konu tüm mahaller tek tek dolaşarak ekipman ve tahkimatın durumunu incelemiş, notlar almış ve aynı kuyuya dönerek ocak dışına çıkmıştır.

Ocakta yapılan keşif ve belgeler üzerinde yapılan incelemelerden elde edilen önemli hususlar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Öncelikle, Gaz İzleme Sisteminin grafikleri incelenmiştir. EKB-1 lağımı arınında 13.02'ye kadar gaz sorunu olmadığı;13.02-13.04 saatleri arasında ani metan artışı (> %4) olduğu ve 13.04-13.15 arasında metanın yüksek olarak seyrettiği (%3,2-3,5); 13.15-13.19 arasında tedricen azaldığı (%3,2-1,6) ve 13.20'den itibaren temizlendiği grafikten gözlenmiştir. Sensörün 13:27'de çalışamaz duruma geldiği tespit edilmiştir.

- EKB-2 lağımı arını ile ilgili grafiklerde; 13.07'ye kadar sorun olmadığı; 13.07-13.16 arasında gazın hızla yükseldiği (9 dak. İçinde %0,5 den > %4 e); 13.16'da sensörün çalışamaz duruma geçtiği 13.27'ye kadar (11 dak.) çok yüksek oranda seyrettiği anlaşılmaktadır.



- Grafikler dikkatle değerlendirildiğinde; EKB-1 lağımı arınında bir ani gaz geliri meydana geldiği ve elektrikli tali vantilatörlerin çalışmaya devam etmesiyle bu gazın 5 dakika sonra EKB-2 lağımı arınına taşınmaya ve süratle birikmeye başladığı 9 dakika içinde $> \%4$ 'e ulaşan gaz düzeyinin 11 dakika boyunca sürdüğü ve bunu patlamanın izlediği görülmüştür.

- Olayla ilgili ilk genel kanılar bu grafiklerin incelenmesiyle edinilmiştir. Şöyle ki: Patlama saati 13.27'dir. Yeri, büyük olasılıkla, bu saatte yoğun gaz bulunan EKB-2 lağımıdır. Bu sırada temiz olduğu görülen EKB-1 lağımında, Gelik'e doğru havalandırmanın sürdüğü ana yol kısımlarında veya Karadon'dan temiz havanın geldiği ana yol kısımlarında bir patlama olmuş olması olasılığı düşüktür. Ancak, bu kısımlarda ardışık patlama(lar) olmuş olması mümkündür.

- Keşif için ocağa Gelik İşletmesi tarafından girildiği için ilk önce göçük açma çalışmalarının yapıldığı alanlardan geçilmiştir. Göçük kısım geçildikten sonra demir bağların çok az miktarda Gelik istikametinde yatık olduğu ve bağların yüzeyinde yoğun bir kömür tozu birikimi bulunduğu tespit edilmiştir.

- Anayoldaki tüm vantüplerin kavrulmuş olduğu görülmüş ve EKB-2 lağımı arınına girilmiştir. Burada da vantüplerin kavrulmuş olduğu, telefon, sensör vb. yerlere düşmüş olduğu, tüm kabloların (elektrik, haberleşme, sensör, ateşleme) kopmuş ve yerlere düşmüş olduğu gözlenmiştir. Arında bulunan yükleyicinin enerji bağlantılarının sağlam olduğu görülmüştür.

- EKB-1 ve EKB-2 lağımlarının arasındaki kısımda vantüp yanıkları, kablo parçaları, bağlar üzerinde yoğun bir kömür tozu varlığı tespit edilmiştir.

- EKB-1 lağımının arınında kısmi kömür degajının olduğu ve 100 m^3 civarında toz kömürün bulunduğu gözlenmiştir. Yol vericilerin devrildiği, devre kesicilerin kuyu dibine doğru yattığı görülmüştür. Tam arında bir iki adet degaj sondajı izinin bulunduğu tespit edilmiştir.

- EKB-1 lağımindan KYS Kuyusuna doğru ilerlendiğinde akrosaj lağımindaki bağların çok cüzi bir şekilde kuyu dibine doğru yatmış olduğu görülmüştür. Kuyu dibinde bulunan 5 tonluk vagonların sağa sola savrulduğu, kuyu dibindeki tüm kayıtların (gidaj sistemi) ve denge halatların kuyunun karşı duvarına çakılmış vaziyette olduğu tespit edilmiştir.

- Akrosajda ve su havuzlarında patlamayla ilgili herhangi bir belirti olmamakla birlikte o kesimlerde çalışan kişilerin topluca CO'dan zehirlenip öldükleri o kısımlarda bulunan ifrazatlardan ve kalıntılardan tespit edilmiştir.

- EKB-1 ve EKB-2 lağımlarını havalandıran tali vantilatörlerin asılı buldukları yerden zemine düştükleri ve enerji kablolarının kopmuş olduğu görülmüştür. EKB-2 lağımını havalandıran tali vantilatörün yerinin değiştirilmiş

olduğu tespit edilmiştir. Yerleri neresi olursa olsun tali vantilatörlerin kısa devre yapmış olabileceği üzerinde durulmuştur.

3. GENEL DEĞERLENDİRME

Patlamaya yol açan metan birikmesi; EKB-1 arınındaki ateşlemeden sonra ortaya çıkan çok miktarda gazın ve ince kömür tozunun tali havalandırma vantilatörüyle EKB-2 lağımına doğru sürüklenmesi sonucunda olmuştur.

İncelenen belgelerde yer alan bilgilere (o vardiyanın iş tertibi, teçhizatın ve kazalı işçilerin yerini gösterir krokiler, vb.) ve keşif sırasında edinilen izlenimlere göre; bu gazın patlamasına yol açan olay, büyük olasılıkla, EKB-2 lağımının arınındaki yükleyicinin elektrik donanımındaki bir elektrik arkıdır. Yükleyicide oluşan bir aşırı sıcaklık diğer bir olasılıktır.

Yapılan incelemede devre kesicilerin çalışıp çalışmadığı konusunda yorum yapılmasına yardımcı olabilecek bir bulguya rastlanılmamıştır. Bazı ifadelerde tali vantilatörlerin de yükleyici ve delici makine ile birlikte devre kesicilere bağlı olduğu şeklinde bilgiler olup bu hem bir teknik hatadır ve hem de vantilatörler çalıştığından dolayı devre kesicilerin çalışmadığını işaret etmektedir.

Gaz İzleme grafikleri ile ilgili tartışma ve bu lağımda yapılan keşifle edinilen bilgiler, patlamanın EKB-2 arınına yakın bir kısımda (yükleyici makine ve donanımından tetiklenecek bir şekilde) meydana gelmiş olması olasılığını güçlendirmektedir. Patlama sonu oluşan darbe ve alev, bu galeriye dolmuş (ve muhtemelen Gelik tarafına doğru bir miktar taşmış) olan büyük miktarda gazın yanmasının da yardımıyla hem Gelik tarafına hem de Karadon tarafına ilerlemiş; Gelik tarafında göçüklerin oluştuğu noktalarda ve Karadon'da kuyu dibinde darbe etkisi doruk noktalarına erişmiştir. Bu durum; metanla birlikte taşınan ve yanan kömür tozunun olaya katkısı olabileceği ve ardışık bir veya bir kaç patlama olasılığı bulunduğu şeklinde yorumlanmıştır. Patlama sonrasında alevin ocakta gezmesine neden olacak bir unsur tespit edilemediği (tahkimatta ve galeri çeperlerinde bir açık alev gezinmesi vb.) gibi vantüb kavrulmaları ve bazı kazalı işçilerdeki yanma izleri dışında ortamda belirgin bir alev etkisi de görülememiştir.

4. OLAYIN NEDENİ VE ELEŞTİRİSİ

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Müfettişleri tarafından; olayla ilgili olarak 64 maddede toplanan ayrıntılı tespitler yapılmıştır. Bu tespitleri;

- Ana havalandırma
- Tali havalandırma

- Kontrol degaj sondajları
- Alev sızdırmaz elektrikli ekipman
- Kesiciler
- Gaz ölçümleri
- Gaz izleme
- Sensörler
- Gaz ölçüm cihazları
- CO maskeleri
- Teknik Nezaretçilik
- Risk analizi
- Acil durum-işçilerin tahlisiyesi
- Mesleki eğitim
- Asıl işveren-alt işveren ilişkisi, başlıkları altında toplamak olanaklıdır (ÇSGB, 2012).

Hemen hemen tüm başlıklarda her iki tarafın da (idare ve yüklenici) hatalı davranış içinde oldukları tespit edilmiştir. Bu irdelemelerin sonucunda da patlamaya EKB-1 arınından boşalan ve EKB-2 arınına dolan metan gazının bu arındaki ekipmandan kaynaklanan bir ateşleyici ile temasının yol açtığı kanaatine varılarak TTK'ya %30, Yükleniciye %70 kusur atfedilmiştir. Hazırlanan raporun formatı gereği olarak da hiç kimseye kişisel kusur izafe edilmemiştir. Olayın nedeni ve eleştirisi teknik ve idari açıdan ele alınmıştır.

4.1. Teknik Olarak

Olaya bir grizu patlaması neden olmuştur. Bu patlamanın oluşabilmesi için:

- a) Beklenenin üzerinde bir gaz geliri ve/veya havalandırmadaki bir yetersizlik nedeniyle ocağın bir kesiminde metanın yüksek oranlarda birikmiş olması
- b) Patlayıcı bir konsantrasyonun olduğu bu kesimde bir ateşleyici unsurun (patlayan/yanan bir madde, kaynak, sigara vb. açık alev, elektrik donanımından kaynaklanan bir ark, çok sıcak bir yüzey, kıvılcımlanmaya yol açan bir sürtünme, statik elektrğin deşarjı vb.) devreye girmesi gerekmektedir.

Gaz birikmesinin ana nedeni EKB-1 arınında olay günü kazı amacıyla yapılmış olan ateşlemenin ardından büyük bir metan gelirinin ve kömür boşalmasını; başka bir deyişle orta büyüklükte bir ani gaz ve kömür püskürmesinin; oluşmasıdır.

Tali vantilatörlerin güçleri (tüm ana hava akımını çekmektedirler) ve konumları (birinci vantilatörce bir arına sevk edilen ve o arını temizleyerek dönen havayı ikinci vantilatör emerek diğer arına sevk etmektedir), kısa devreye yol açabilecek

şekildedir. Teknik elemanların iddiaları ve keşif sırasında görülen ikinci vantilatörün konumu farklı da olsa yine kısa devre durumu bulunmaktadır.

Bu kazada, Karadon Müessesesinde tesis edilmiş olan uzaktan gaz izleme sisteminin bir erken uyarı görevi yapamadığı dikkat çekmektedir. Herhangi bir gaz yükselmesi veya ani degaj meydana geldiğinde ocak iş yerlerinde sesli-ışıklı ikaz olmamaktadır. Bu nedenle, arınlarda ek olarak sesli-ışıklı alarm veren metan detektörlerinin bulunması önemlidir. Kazanın olduğu iş yerlerinde bu tür detektörlerin bulunmaması teknik bir eksikliklerdir.

Degaj sondajlarını yaptırmamış ve tali havalandırmayı tekniğine uygun olarak tesis etmemiş olan ve iş yerinde sesli-ışıklı ikaz yapabilen metan detektörü bulundurmeyen Yüklenici ve denetimi gerçekleştirmeyen İdare kusurludur. Atım öncesinde, arının ötesinde bir kömür damarı bulunduğunun kestirilememiş olduğu yönündeki beyanlar da ortak kusuru göstermektedir.

Bir kesimde metan birikmesinin anlaşılması durumunda Gaz İzleme Yönergesine göre ilgililere haber verilmesi gerekmektedir. Uzaktan İzleme Rapor Defterindeki nota göre patlama öncesinde Yüklenicinin mühendisine ulaşılmıştır. Ancak, ciddi bir kayıt ya da tanık bulunmamaktadır.

Metan gazındaki yükselme konusunda, oldukça yeterli bir süre olmasına rağmen, iş yerlerine gerekli ikazın ulaşmaması; bu alt yapının sorumlusu olan İdare'nin kusurudur. Ancak, bu konu açık olmadığından kusurun kişiselleştirilmesi mümkün değildir.

İncelemelerden edinilen bilgiler, gazın ateşlenmesine yol açan kaynak hakkında net bilgi edinilmesinde yeterli olmamıştır. Ancak, patlama noktası EKB-2 arını olarak değerlendirilmiştir. Bu arında yapılan tertibe göre, ateşleyici unsur; büyük olasılıkla; yükleyici makinenin elektrik donanımıdır (bu makinenin bir noktasında, belirlenemeyen bir nedenle, oluşan aşırı sıcak yüzey ya da kaynak, çakmak vb ile yaratılan açık alev daha az olasılıklı diğer ihtimallerdir).

Büyük olasılıkla, AISz özelliğini yitirmiş bir donanım/bağlantı ve çalışmayan devre kesici(ler) olayın nedenidir. Ocaktaki tüm donanımın AISz sertifikaları bulunmaktadır. Ancak, ocakta yapılan tespitler sırasında kablo bağlantılarının yapıldığı kısımlarda bulunan ve sızdırma bir şekilde kapatılması (vidalanması vb.) gereken kapakların vs.'nin uygun şekilde kapatılmadığı görülmüştür. Ayrıca, yükleyici üzerinde aşırı sıcak bir yüzey oluşmuş olması olasılığı da vardır (sıcaklık sensörü devre dışı).

Elektrik tesisatında devre kesicilere kadar (kesiciler dahil) alt yapıdan sorumlu idarenin teknik elemanlarınca denetim görevinin yerine getirilmemiş olma olasılığı ve/veya yüklenicinin personeline bu kesicilere müdahale olasılığı söz konusu olup

tali vantilatörlerin ayrı bir kesiciye bağlanmamış olması gibi kanıtlanamayan ve kişiselleştirilemeyen kusurlar söz konusudur.

Rapor defterlerindeki kayıtlardan gaz izleme sensörlerinin yerlerinin zaman zaman Yüklenici firmanın çalışanları tarafından değiştirildiği ifade edilmekle birlikte, sensörlerin yerleştirilme konumu hatalıdır.

Patlamayı başlatan ateşleyici kaynağın tam olarak açıklanamaması kişiselleştirilemeyen kusurlar olarak görülmekteyse de elektrik alt yapısının denetimindeki yetersizlikte İdarenin ve Yüklenicinin kusurları bulunmaktadır.

Darbe etkisinin Gelik ve Karadon tarafında (etki alanının uç noktalarında) doruğa erişmesi ardışık patlama(lar) olasılığını düşündürmektedir. Gelik tarafında göçükler oluşması ve Karadon tarafında kuyunun devreden çıkması; kazanın boyutunu çok fazla etkileyen büyük talihsizlikler olarak değerlendirilmelidir.

4.2. İdari Olarak

Olayın olduğu iş yerlerinde gerek Devletin (ETKB ve ÇSGB) ve gerekse İdare'nin (TTK) genel bakışından kaynaklanan (yeraltı maden ocaklarında asıl işveren-alt işveren ilişkilerini yaratan/düzenleyen maden kanunu ve iş kanunu ile tüzük ve yönetmelikler; hazırlık ve üretim gibi asli madencilik işlerinin ihalesi, aynı alt yapıda farklı statülerde personel çalışması vb.) çeşitli idari sorunlar ile iş güvenliği ve denetim sorunları yaşanmaktadır:

1. Galeri, lağım sürme vb. gibi hazırlık faaliyetleri TTK'nın asli işlerindedir. Bu işlerin ihale yoluyla bir müteahite/taşeronla verilmiş olması 4857 Sayılı İş Kanununun 2. maddesine göre irdelenmesi gereken bir husustur. Yılda 10-15000 m galeri/lağım süren bir kuruluşun bu konudaki uzmanlığı tartışma götürmez. Dolayısıyla, TTK'dan çok daha uzman olmayan ve TTK'nın kullanmakta olduğu ekipmanı kullanan (yüklenicinin TTK'dan kiraladıkları var) bir yükleniciye bu işin verilmesinde sistemden kaynaklanan bir zorlama vardır.

2. Olayın meydana geldiği iş yerleri; İdare (TTK) tarafından Yükleniciye ihale edilmiş; Karadon Müessesesinin şu anda üretim yapılmakta olan katlarının altında olan -540 katındaki hazırlıklardır. Sözleşme ve Şartnamelere göre havalandırma, nakliyat ve elektrik alt yapısı ile uzaktan izlemeye yönelik sensörlerin kurulum ve tamiri ile patlayıcı madde ambar hizmetleri İdareye aittir. Bu durumda, aynı alt yapıyı kullanan iki farklı kurum ve iki farklı statüye sahip personel söz konusudur. Birinin riskli bir davranışı diğerinin güvenliği için tehdit oluşturabileceğinden denetimin tek elden yapılamaması (veya ortak denetim mekanizmasının olmayışı) özellikle, 1. Grup Gazlı Ocak olarak tanımlanmış bir iş yeri söz konusu olduğunda kaygı veren bir durumdur.

3. Yüklenicinin, İdarenin alt yapıya yönelik eksiklik ve arızalarından büyük ölçüde etkilendiği ve İdarenin Yüklenicinin personelinin iş güvenliği kurallarının uygulanmasındaki özensizliğinden büyük sıkıntı duyduğu iki taraf arasındaki yazışmalardan anlaşılmaktadır. İdarenin yaptığı denetim ve incelemelerde tespit ettiği aksaklık ve eksiklikler konusunda caydırıcı bir tutum ve davranış sergileyemediği görülmektedir.

4. Kurtarma çalışmaları sırasında yapılan tespitlerde yaşamlarını yitiren işçilerin çoğunda ferdi gaz maskelerinin bulunmaması öncelikle Yüklenicinin teknik elemanlarının kusurudur. Ancak, ocağa sevk edilen işçilerin aranması, maske taşımayanların ya da yasak madde (sigara, çakmak, cep telefonu vb.) taşıyanların ocağa sokulmaması vb. kontroller de (şartnamede Yüklenicinin sorumluluğuna verilmiş olsa da) İdarenin sorumluluğudur.

5. İdare, Şartnamede Yüklenicinin Teknik Nezaretçi tayin etmesini zorunlu tutmuştur. Ancak, bu eleman maden kanununa göre teknik nezaretçi olamamaktadır ve bir “Teknik Nezaretçi Rapor Defteri” tutma zorunluluğu da bulunmamaktadır.

İdare; Maden Kanunu'nun yüklediği zorunluluğu yerine getirmek için, ruhsat sahibi olması nedeniyle, kendi mühendislerinden birini Teknik Nezaretçi olarak atamıştır. Çalıştıkları kurum dışında bir yapıyı denetlemekle sorumlu olan bu mühendislerin Teknik Nezaretçi Defteri tutmaları yasal zorunluluk iken böyle defterlerin bulunmadığı tespit edilmiştir. Teknik Nezaretçi Rapor Defteri yerine günlük Yapı Denetim Rapor Defteri'nin tutulduğu görülmüştür. Bu rapora rutin denetim bilgileri yazılmaktadır.

Bu özel olayda, Teknik Nezaret görevinin İdarede mi yoksa Yüklenicide mi olduğu karmaşadır? Her durumda; bir “Teknik Nezaretçi Rapor Defteri” bulunmamaktadır.

Yukarıda ayrıntılı olarak belirtildiği şekilde; oluşan bu ortam iş güvenliği risklerine açık bir ortam olduğu gibi denetim görevleri ve sorumluluklar açısından da karmaşa yaratmaktadır. Bu nedenle, kurulan bu sistemde kusur bulunmaktadır.

6. TTK'nın henüz (olay tarihi itibarıyla) risk analizi yapacak bir sağlık güvenlik dokümanı oluşturmadığı tespit edilmiştir. Yüklenici firmanın eksik de olsa bir risk analizi çalışması vardır. Ancak, 1. Sınıf gazlı bir ocak için yeterli değildir.

Yüklenicinin istihdam ettiği iş güvenliği uzmanının yeraltı çalışma koşulları konusunda herhangi bir öngörüsünün olmaması ve yeraltı çalışmaları ile ilgili herhangi bir denetim yapmamış olması dikkate değerdir.

7. İşçilerin özlük dosyalarından yapılan tespitlerden işçilerin tümüne genel eğitim verildiği anlaşılmakla birlikte, meslek gruplarına göre özel meslek eğitimi

verildiği tartışmalıdır. Bu eğitimi vermek tabii ki yükleniciye aittir, ancak eğitimin verilip verilmediğinin denetimi de idarenin görevidir.

5. OLAYIN HUKUKİ BOYUTU

Olaydan sonra savcılık makamı tarafından olay yerinde keşif yapılmış ve hazırlanan bilirkişi raporu doğrultusunda 26 kişi hakkında 30 kişinin ölümüne ve 11 kişinin yaralanmasına sebep olma suçundan soruşturma açılmıştır. Soruşturma aşamasında TTK Genel Müdürü ve yönetim kurulu hakkında da soruşturma açılması talep edilmiş ancak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı izin vermediği için bu kişiler hakkında işlem yapılmamıştır. Zonguldak 2. Ağır Ceza Mahkemesi'nde yapılan yargılama sırasında beş farklı heyetten daha Bilirkişi Raporu alınarak 31 Ekim 2014 tarihinde karar verilmiştir. Üst mahkemeye temyize gönderilen kararda;

- 30 kişinin taksirle ölümüne ve 11 kişinin taksirle yaralanmasına sebep olma suçundan eylemde kusurları kesin olarak belirlenemeyen 23 kişinin CMK'ın 223/2-(c)(e) maddesi uyarınca ayrı ayrı beraatlerine,

- Yüklenici firmanın 2 yetkilisinin, sübut bulan 30 kişinin taksirle ölümüne ve 11 kişinin taksirle yaralanmasına sebep olma suçundan 10 yıl hapis cezası ile cezalandırılmalarına ve meslek ya da sanatın icrasından 2 yıl süre ile yasaklanmalarına,

- TTK Karadon Müessese Müdürünün, sübut bulan 30 kişinin taksirle ölümüne ve 11 kişinin taksirle yaralanmasına sebep olma suçundan 6 yıl 3 ay hapis cezası ile cezalandırılmasına, meslek ya da sanatın icrasından 1 yıl süre ile yasaklanmasına,

- TTK Karadon Müessesesi yapı denetim sorumlusu ve hizmet alımı işiyle ilgili Teknik Nezaretçinin, sübut bulan 30 kişinin taksirle ölümüne ve 11 kişinin taksirle yaralanmasına sebep olma suçundan 5 yıl hapis cezası ile cezalandırılmalarına, meslek ya da sanatın icrasından 1 yıl süre ile yasaklanmasına,

- Karadon Müessesesi Müdür Yardımcısı'nın (mekanizasyondan sorumlu), sübut bulan 30 kişinin taksirle ölümüne ve 11 kişinin taksirle yaralanmasına sebep olma suçundan 5 yıl hapis cezası ile cezalandırılmalarına, mahkûmiyetine sebep olan iş kolunda bu meslek ya da sanatın icrasından 1 yıl süre ile yasaklanmasına,

şeklinde hüküm verilmiştir.

Kazada yaşamını kaybedenlerin yakınlarının Zonguldak İş Mahkemelerinde açmış oldukları tazminat davaları 2014 yılında sonuçlanmıştır. Olayda; %30 oranında TTK'nın ve %70 oranında da yüklenicinin kusurlu olduğu üzerine hüküm kurulmuş ve yerel mahkemelerin kararı Yargıtay tarafından onaylanmıştır.

6. SONUÇ

Bu olayın temel nedeni, galeri-lağım sürme işinde uzman olan bir kurumun yürürlükteki iş kanununun amir hükümlerine rağmen asli işini hizmet alımı yoluyla bir alt işverene vermesidir. TTK, hizmet alımı yoluyla yapılan uygulamanın gerekçesi olarak; hazırlıkların mevcut işçilik ve galeri ilerleme hızları ile yeterli olmayacağı ve bunun üretime olumsuz yansımalarının dikkate alınarak, ana kat hazırlıklarının zaman geçirilmeden yapılması, üretimin hedeflenen seviyelere çıkarılarak devamlılığının sağlanması ve sağlıklı bir işletme alt yapısının oluşturulmasını savunmuştur. Ancak, geline son noktada hizmet alımı yoluyla yapılan galeri-lağım sürme işlerinden beklenen yararın sağlanmadığı, çok önemli iş sağlığı-güvenliği sorunlarının çıktığı görülmüştür. Sayıştay denetçileri tarafından hazırlanan hizmet alımıyla ilgili raporlarda bu uygulamadan en kısa sürede vazgeçilmesi önerilmiştir.

Hizmet alımı sözleşmeleri ile asli işlerin alt işverene verilmesi ve rödevans uygulamaları maden işletmelerinde özelleştirmenin ve taşeronlaştırmanın en belirgin örnekleridir. Ülkemizdeki uygulamalar; maden işletmelerinin, özellikle yeraltının, iki başlılığı kaldırmadığını, aynı alt yapıyı kullanan iki farklı kurum ve iki farklı statüye sahip işçi çalıştırmanın sakıncalarını acı örneklerle önümüze sermiştir.

17 Mayıs 2010 tarihinde Karadon Müessesesi'nde meydana gelen grizu patlamasının teknik nedeni ise ani degaja eğilimli bir damarda usulüne uygun bir çalışma yönteminin uygulanmamış olması ve hatalı bir tali havalandırma sisteminin kurulmasıdır.

KAYNAKLAR

- Didari, V., Akçın, N. A. Haner, B., 2010. *Keşif+bilirkişi raporu*, Zonguldak Cumhuriyet Başsavcılığı, Hazırlık Dosyası No:2010/3717, 34s.
- Öztürk, M., 2013. *Zonguldak havzasında yaşanan son felaketler ve alınacak önlemler*, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 21-22 Kasım 2013, Adana, s.133-144.
- TMMOB, 2014. *Soma Maden Faciası TMMOB Raporu*, 64s.
- TTK, 2010a. *TTK haberleşme ve halkla ilişkiler şube müdürlüğü basın açıklaması*, 4s.
- TTK, 2010b. *TTK İş güvenliği ve eğitim daire başkanlığı, araştırma inceleme raporu*.

Yeraltı Metal Madeni Ocaklarındaki Başlıca Tehlikelerin HTEA Risk Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Evaluating Main Hazards in Underground Metal Mining by FMEA Risk Analysis Management

A.K. Eyüboğlu

Maltepe Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, İstanbul

M. K. Özfirat

Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZET Ülkemizde her sektör için genellikle iş güvenliği risk analiz yöntemi olarak kontrol listesi ve L tipi matris kullanılmaktadır. Risk derecelendirme işleminde olasılık ve şiddet parametrelerinin yanı sıra Hata Türü Etki Analizi (HTEA)'nde yer alan farkedilebilirlik parametresi, tehlikeyi saptama ve önlem alma hususunda geniş bir görüş açısı sunarak daha iyi bir risk yönetimi sağlamaktadır. Bu sebeple HTEA, yerüstü madencilikine nazaran daha çok risk faktörü içeren yeraltı madencilikinde, hataların önlenmesi amacıyla uygulanan risk tanımlama ve risk kontrolüne yönelik stratejilerde önemli bir araç olarak kabul edilebilir. Bu çalışmada, yeraltı metal madencilikinde karşılaşılan başlıca tehlike unsurları HTEA risk yönetimi metodu ile sınıflandırılmış ve bu tehlike kaynaklarına ilişkin önlemler alınarak Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerleri azaltılmıştır.

ABSTRACT For each sector in Turkey, check list and L type matrix methods are usually used for occupational health and safety analysis. In the risk rating process, in addition to probability and severity parameters, remarkability parameters that are included in Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) offer a wide perspective in terms of hazard detection and prevention and it provides a better risk management. Therefore, FMEA can be considered as a significant tool for risk identification and risk control strategies which are used to prevent errors in underground mining including more risk factor compared to surface mining. In this study, main hazard elements encountered in underground metal mining are classified by FMEA

method and Risk Priority Number (RPN) values are reduced by taking measures for these hazards.

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği açısından, çalışanlar için hayati riskler taşıyan sektörlerin başında madencilik faaliyetleri yer almaktadır. Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre ülkemizde 1941 yılından bu yana Soma ve Ermenek maden faciaları da dahil olmak üzere yaklaşık 4 bin maden işçimiz hayatını kaybetmiş, 100 bin'den fazla işçimiz ise yaralanmıştır. Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde ölümle sonuçlanmış iş kazası sayısı, ülkemizde ölümle sonuçlanan toplam iş kazası sayısının yaklaşık %8'ine denk gelmektedir. Madencilik faaliyetlerinde yaşanan bu kazaların büyük çoğunluğu ise yeraltı maden ocaklarında meydana gelmiştir.

Madencilik faaliyetlerinde yaşanan kazalar çalışanların yaralanmasına, ölmesine ve ayrıca kullanılan yüksek maliyetli ekipmanların da hasar görmesine sebep olmaktadır. Yaşanan bu kazaları bertaraf etmek için işletmedeki belirli ve belirsiz riskler analiz edilerek değerlendirilmeli ve bu değerlendirme sonuçlarına göre gerekli iş güvenliği önlemleri alınmalıdır. İşletmedeki mevcut tehlikeleri değerlendirmek ve ölçeklendirmek için birçok risk analizi yöntemi vardır. HTEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) ise bunlardan bir tanesidir.

1.1. Hata Türü Etki Analizi Yöntemi (HTEA)

HTEA ilk kez Amerikan ordusu tarafından geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (9/11/1949 MIL-P-1629 nolu prorosedir). Sistem ve donanım hatalarının ve bunların etkilerinin belirlenmesi için bir değerlendirme tekniği olarak kullanılan yöntem daha sonra uzay, otomotiv, bilgisayar ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmıştır. Günümüzde HTEA; QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 9001:2000, OHSAS 18001 ve TS 18001 ve diğer kalite yönetim sistemlerinde bir zorunluluk haline gelmiştir (Durhan, 2006; Kahraman ve Demirer, 2010).

HTEA metodu ile gerçekleştirilen bir analiz çok yararlı olmasının sebebi sistemin içindeki aksaklıkların neler olduğunu göstermesi ve sistemin çalışması hakkında bilgi sağlamasıdır. HTEA metodu, risklerin olabildiği yer ve alanların her birini çözümler, kişisel fikirleri de dikkate alarak değer biçer ve ayrıca sistemin parçalarının her birine uygulanabilir. HTEA analizi yardımıyla olası zarar meydana getirecek durumlar önceden sezilerek önlemler geliştirilir ve böylece olası zararların artış olasılığı giderilir. Bu risk analiz yönteminde her risk 3 parametre ile

değerlendirilir. Bu parametreler riskin şiddeti, olma olasılığı ve fark edilebilirliğidir.

Hata Türü Etki ve Analizi şu basamaklardan oluşmaktadır:

1-Tehlike kaynaklarının belirlenmesi

2-Olası hata etkilerinin, nedenlerinin ve mevcut kontrollerin belirlenmesi

3-Olasılık, ağırlık, saptama ve RÖS değerlerinin belirlenmesi, (Çizelge 1-2-3)

4-RÖS' e göre hataların sıralanması, alınacak önlemlerin belirlenmesi (Çizelge 4)

5-Öngörülen önlemlerin hayata geçirilmesinin ardından RÖS değerlerinin yeniden hesaplanması

Çizelge 1. Hatanın ortaya çıkma olasılığı ve derecesi (Özkılıç, 2005; Kahraman ve Demirer, 2010).

Hatanın Oluşma Olasılığı	Hatanın Olasılığı	Derece
Çok yüksek: Kaçınılmaz hata	1/2 'den fazla	10
	1/3	9
Yüksek: Tekrar tekrar hata	1/8	8
	1/20	7
Orta: Ara sıra olan hata	1/80	6
	1/400	5
Düşük: Nispeten az olan hata	1/2000	4
	1/15000	3
Pek az: Olası olmayan hata	1/150000	2
	1/150000'den düşük	1

Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'ten hatanın ortaya çıkma olasılığı, bu hatanın kazaya yol açması durumunda, şiddeti ve bu hatanın farkedilebilirlik değerleri 1-10 üzerinden derecelendirilir ve böylece Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değeri hesaplanır. Bu değere göre sınıflanan riskler Çizelge 4'teki sınıflamaya göre değerlendirilir. RÖS değeri Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'ten elde edilmiş değerler olan O, Ş ve F değerlerinin çarpımıyla elde edilir (Eşitlik 1)

$$RÖS = O (\text{olasılık}) \times \text{Ş} (\text{şiddet}) \times F (\text{fark edilebilirlik}) \quad (1)$$

O: Her bir zarar türünün oluşma olasılık değeri,

Ş: Zararın ne kadar önemli olduğunun değeri, şiddeti,

F: Zarar meydana getirecek durumun keşfedilmesinin zorluk derecelendirilmesi,

RÖS: Risk öncelik sayısı.

Çizelge 2. Şiddetin etkisinin sınıflandırılması (Özkılıç, 2005; Wang ve ark., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010)

Etki	Şiddetin etkisi	Derece
Uyarısız Gelen Yüksek Tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3. derece yanık, akut ölüm vb. etkiye sahip hata türü	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine neden olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölüm vb. etkiye sahip hata türü	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük is görmezlik, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip olan hata	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

Çizelge 3. Farkedilebilirlik ve dereceleri (Özkılıç, 2005; Wang ve ark., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010)

Farkedilebilirlik	Farkedilebilirlik Olasılığı	Derece
Fark edilmez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği mümkün değil	10
Çok az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin saptanabilirliği uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın saptanabilirliği hemen hemen kesin	1

Çizelge 4. Risk öncelik sayısı (RÖS) değerlendirmesi (Özkılıç, 2005; Wang ve ark., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010).

RÖS Değeri	ÖNLEM
RÖS<40	Önlem almaya gerek yok
40≤RÖS≤100	Önlem alınabilir
RÖS>100	Önlem alınması gereklidir

2. YERALTI METAL MADENCİLİĞİNDEKİ RİSK FAKTÖRLERİ

Yeraltı metal madenciliği içerisinde belirli ve belirsiz birçok risk faktörü barındıran bir sektördür. Tehlike ve riski iç içe barındıran, karmaşık bir yapıya sahip olan, yer altındaki çalışma ortamı muhtemel bir olumsuzluk sonucunda zincirleme bir reaksiyon oluşturduğu için kontrol edilmesi zordur. Yeraltı maden ocaklarında meydana gelen patlama, yangın ve göçük gibi kazalar, felaket olarak adlandırılmakta ve telafi edilmesi olanaksız hasar ve kayıplara neden olmaktadır.

Madencilik sektöründe risk analizi çalışması temel olarak maden ocağındaki mevcut ve muhtemel tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin yarattığı risklerin değerlendirilmesi ve sonuç olarak söz konusu risklerin en aza indirgenmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesi üzerine kurulmuştur. Yeraltı metal madenciliğinde aşağıda verilen tehlike kaynaklarının analiz edilmesi, mevcut ve muhtemel tehlikelerin tespit edilmesini kolaylaştıracaktır.

-Parlayıcı, Patlayıcı ve Zehirli Gazlar
-Kazı işleri
-Yangın
-Titreşim
-Tahkimat ve göçükler
-Elektrik tesisatı
-Malzeme ve insan taşıma

-Havalandırma koşulları
-Sıcaklık
-Toz seviyesi
-Aydınlatma
-Delme, Patlatma
-Mekanik tesisat
-Su baskını

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada ülkemizde yer alan birçok metal madeninde tutulan kaza kayıt raporları ve kaza istatistikleri göz önünde bulundurularak yeraltı metal madenlerindeki başlıca tehlike unsurlarına yönelik bir Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) sunulacaktır.

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) risk analizi hazırlama aşamaları doğrultusunda, yeraltı metal madenlerindeki en önemli süreçlerden olan ve gerek

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

reaktif gerekse proaktif dönemde risk unsurları açısından başlıca tehlikeli olabilecek unsurları içerisinde barındıran Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) çalışması, aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir (Çizelge 5-12). Hazırlanmış çizelgelerde, yeraltı metal madenciliğine ilişkin potansiyel tehlikeler, unsurları ve bu potansiyel tehlike unsurlarını iyileştirmek için yapılan faaliyetler belirtilmiştir.

Yapılan düzeltici güvenlik faaliyetlerinden sonra ise risk öncelik sayısı (RÖS) değerlerindeki değişiklikler gözlenmiştir.

Çizelge 5. Tahkimat ve zemin durumu

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	Ş	O	F	RÖS	PLANLANAN ÖNLEM	Risk Kontrol Değerlendirmesi			
								Ş	O	F	RÖS
Tahkimat ve Zemin Durumu	Görülmeyen çatlakların oluşturduğu blok düşmeleri ve göçükler	Yaralanma, Maddi zarar, Ölümcül yaralanma, Kırıklar	10	4	6	240	Tahkimatlar standartlara uygun yapılmalıdır. Tavan ve galeri cidarlarının kavlak kontrolü rutin olarak yapılmalıdır. İlgili birimde çalışan personele yapılan işin niteliğine uygun baret temin edilmelidir.	4	4	3	48
	Emniyetli olmayan yerlerde çalışma	Maddi zarar, Yaralanma, Ölüm	10	6	5	300	Güvenlik yönünden tehlike arz eden bölgelere girişin engellenmesi için gerekli etiketleme ve <u>işaretleme</u> yapılmalı ve çalışanlar mevcut bölge hakkında bilgilendirilmelidir.	3	3	2	18
	Önceden taranmış zeminin yenilmesi, kaya düşmesi	Kalıcı veya ölümcül yaralanma, Burkulma, İncinme	10	4	6	240	Zayıf bölgeler güçlendirilmeli, tehlike arz eden bölgeler çalışanlara bildirilmelidir.	4	3	3	36
	Yerde duran yabancı malzemeler, sivri metaller, kaya parçaları	Yaralanma, Ekipman hasarı	6	4	7	168	Çalışanlara işin gereğine uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) temin edilmeli ve tertip-düzen hususunda eğitim verilmelidir. Gerekli yerlere <u>barikatlama</u> yapılmalıdır.	4	3	3	36

Çizelge 6. Delme-patlatma

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	Ş	O	F	RÖS	PLANLANAN ÖNLEM	Risk Kontrol Değerlendirmesi			
								Ş	O	F	RÖS
Delme Patlatma	Delme sırasında çıkan gürültü	İşitme Kaybı, Stres	5	10	3	150	Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) temin edilmelidir. Delik açma makinasının faaliyet gösterdiği bölgede zorunlu bulunması gereken personelden başka hiçbir çalışan bulunmamalıdır.	1	10	1	10
	Şarj esnasında yemlemenin ateş alması sonucu patlama	Yaralanma, Maddi hasar, Ölüm	10	2	10	200	Şarj <u>ekipmanları antistatik</u> özellikte olmalıdır. Şarj işlemi ateşleyici ehliyeti olan bir çalışan tarafından yapılmalıdır. Patlayıcı maddelerin kullanımı konusunda talimatnameler hazırlanmalı ve konuyla ilgili denetimler artırılmalıdır.	1	2	5	10
	Patlatılmış malzemeyi taşıyan araçlardan çıkan egzoz gazları	Solunum hastalıkları	6	10	7	420	Ocak içi nakliye araçlarında egzoz gazının önleyici sistemler bulunmalıdır. Mekanik havalandırma sistemi düzenli çalışmalıdır. Nakliye araçları çalışırken ocak havasındaki oksijenin azaldığını gösteren <u>sensörler</u> bulundurulmalı ve düşük oksijen <u>konsantrasyonunda</u> çalışma durdurulmalıdır.	2	4	2	16
	Patlatma esnasında ortaya çıkan şok dalgaları	Yaralanma, Ölüm	10	10	1	100	Patlatma yapıldığı esnada ateşçi ve diğer çalışanlar emniyetli bir mesafede ve tahkimatı güçlendirilmiş yerlerde beklemelidir.	3	10	1	30

Çizelge 8. Püskürtme beton

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	Ş	O	F	RÖS	PLANLANAN ÖNLEM	Risk Kontrol Değerlendirmesi			
								Ş	O	F	RÖS
Püskürtme Beton	Beton püskürtme başlığının tıkanması sonucu basıncın aniden boşalması	Yaralanma, Maddi zarar, Ölüm	8	8	4	256	Beton püskürtme başlığı kullanılırken aynaya doğru tutulmalıdır. Püskürtme beton işlemi yapan çalışana işin niteliğine uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) verilmelidir. Püskürtme beton işlemi bu konuda eğitim almış çalışanlar tarafından yapılmalı ve işle ilgili talimatnameler hazırlanmalıdır.	2	8	2	32
	Beton püskürtme başlığının yüksek basınçta çalışması	Yaralanma, Maddi zarar	4	4	6	96	Beton püskürtme başlığının geriye doğru hareketine izin verilmemeli ve çalışanlara işe uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) verilmelidir.	2	4	3	24
	Faaliyet esnasında yüksek ses	İşitme kaybı, Stres	8	8	1	64	Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) temin edilmelidir.	2	8	1	16
	Faaliyet esnasında görme alanının azalması	Göz yaralanması ve tahriş, Zehirlenme, Körlük	8	4	3	96	İşin nasıl yapılacağına dair talimatnameler hazırlanmalı ve Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) temin edilmelidir.	3	4	3	36

Çizelge 9. Kaya saplaması

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	Ş	O	F	RÖS	PLANLANAN ÖNLEM	Risk Kontrol Değerlendirmesi			
								Ş	O	F	RÖS
Kaya Saplaması	Çelik hasırın elle taşınması sırasında hasır çıkıntılarının batması	Yaralanma	6	8	5	240	Hasır çeliği yerleştiren işçilerin çıktığı platform sağlam ve çalışan sayısına uygun olmalıdır. Çalışanlara yük kaldırma eğitimi ve işe uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) verilmelidir.	4	3	3	36
	<u>Split</u> setin kazı koluna yerleştirilmesi sırasında kazı kolunun operatöre çarpması	Yaralanma, Ezilme	4	6	6	144	<u>Split</u> setin kazı koluna yerleştirilmesi işi bu işte ehil kişi tarafından yapılmalıdır. Çalışanlar birbirleri arasındaki iletişime dikkat etmelidir.	2	3	4	24
	Kazı kolunun düşmesi	Kesik, Ezik, Kırık, Çıkık, Burkulma, İncinme, Kalcı veya ölümcül yaralanma, Ekipman hasarı	10	4	6	240	Kazı kolunun periyodik bakımları yapılmalıdır.	4	2	3	24

Çizelge 10. Havalandırma ve yangın

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	Ş	O	F	RÖS	PLANLANAN ÖNLEM	Risk Kontrol Değerlendirmesi			
								Ş	O	F	RÖS
Havalandırma ve Yangın	-Doğal ve mekanik havalandırma sistemindeki arızalar -Periyodik kontrollerdeki aksamalar -Dizayn hatası -Hasarlı alet, ekipman veya malzeme -Yetersiz uyarı sistemi	Solunum yolu rahatsızlıkları, Zehirlenme, Yanıklar, Ölüm	8	6	8	384	Ocaklarda doğal havalandırmanın yetersiz kalacağı göz önünde bulundurularak mutlaka mekanik havalandırma tertibatı tesis edilmelidir. Ocak içine hava iletilmesini sağlayan vantüplerin düzenli olarak kontrolleri yapılarak, yırtık olan yerleri tamir edilmelidir. Ocaktaki havalandırma sistemini desteklemek amacıyla jeneratör bulunmalıdır.	3	3	4	24
	Yangın	Yaralanma, Ölüm	10	4	4	160	Yangın söndürme ekipmanları ekipman ve mekanizmaları eksiksiz olmalıdır. Kaçış yolları ve yangın ekipmanlarının yerlerini belirten işaretlemeler tam olmalıdır. Bu hususta denetlemeler ve ekipmanların periyodik kontrolleri eksiksiz yapılmalıdır.	4	2	2	16
	Zehirli gazlar	Zehirlenme, Ölüm	10	6	9	540	Doğal ve mekanik havalandırma sistemleri ve gaz ölçüm kontrolleri eksiksiz yapılmalıdır. Tehlike anında kullanılan gaz maskeleri çalışılan şartlara uygun nitelikte ve kolay ulaşılabilir yerlerde olmalıdır.	3	3	4	24

Çizelge 11. Çamur havuzları ve elektrik kutuları

FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	Ş	O	F	RÖS	PLANLANAN ÖNLEM	Risk Kontrol Değerlendirmesi			
								Ş	O	F	RÖS
Çamur Havuzları	Havuz içine insan düşmesi	Yaralanma	6	4	7	168	Havuz etrafına barikatlar çekilmeli, gerekli uyarı işaretleri konulmalı ve çalışanlara bu konuda eğitim verilmelidir.	3	2	3	18
	Havuz içine araç düşmesi	Maddi hasar, Yaralanma	6	4	5	120	Havuz etrafına çekilen barikatlar araçların da görebileceği nitelikte olmalıdır. Araç şoförleri ehliyet ve bilgi sahibi kişiler olmalıdır.	3	3	2	18
	Havuzdaki pompanın gereksiz çalışması	Maddi hasar	4	6	4	96	Pompa açma ve kapama düğmelerinin nasıl çalıştığı ilgili kısımda çalışanlara öğretilmeli ve switchlerin devamlı kontrolü sağlanmalıdır.	3	3	1	9
Elektrik Kutuları	Tehlikeli voltaj	Yaralanma, Ölüm	10	8	7	560	Çalışma öncesi gerekli testler ve periyodik kontroller düzenli yapılmalıdır.	3	4	3	24
	Kıvılcım	Yaralanma, Ölüm	10	4	4	160	Kaçak akım rölesi bulunmalıdır.	3	3	2	18
	Kutunun düşürülmesi	Yaralanma, Ölüm	8	4	4	128	Etiketleme ve işaretlemeler tam olmalıdır.	3	3	2	18
	Elektrik kabloları ile çalışılırken kaçak oluşması	Yaralanma, Ölüm	10	8	7	560	Elektrik kutuları L tipi plaka veya pimlere asılmalıdır.	3	5	3	45

4. SONUÇ

HTEA, özellikle belirsiz risk faktörlerinin yoğun olduğu karmaşık sistemlerin güvenilirliğini ve güvenliğini artırmak, bilinen veya bilinmeyen hataları tespit etmek, ortadan kaldırmak ve mevcut işletmeye yönelik risk yönetim kararları almak için bilgi sağlamak amacıyla kullanılan etkin bir risk yönetim çeşididir.

Yapılan bu risk analizi çalışmasında, HTEA yönteminin, yeraltı metal madenlerinde de uygulanabilecek bir risk kontrol sistemi olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

Yeraltı metal madenlerindeki başlıca tehlikeler dikkate alınarak yapılan bu HTEA analizinde RÖS (Risk Öncelik Sayısı) değerlerine bakıldığında havalandırmanın en tehlikeli parametre olduğu görülüyor. Havalandırmayı takiben sırasıyla tahkimat, delme patlatma, elektrik işleri, nakliyat, kaya saplaması, kavlak alma, beton püskürtme ve çamur havuzları yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- Çarıkcı N., 2010. *Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*, ÇSGB yayınları, Ankara.
- Kahraman, Ö., Demirer, A., 2010. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 7, No: 1, 53-68.*
- Özfirat, M. P. 2014. *Bulanık Önceliklendirme Metodu ve Hata Türü ve Etkileri Analizini Birleştiren Yeni Bir Risk Analizi Yöntemi*, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Vol 29, No 4, 755-768.
- Özfirat, M.K.2013. *Yeraltı Madeninde Nakliyatta Oluşan Risklerin Hata Türü Etki Analizi (HTEA) Yöntemiyle Sınıflanması*, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, s.291-294.
- Özkılıç, Ö., 2005. *İş Sağlığı ve Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, TİSK Yayınları, Ankara.
- Wang, Y.M., Chin, K.-S., Poon, G., Yang, J., 2009. *Risk Evaluation in Failure Mode and Effect Analysis using Fuzzy Weighted Geometric Mean*, Expert System with Applications, Volume 36, 1-13.

Yeraltı Kömür Ocaklarında Koruyucu Taş Tozu Serpme (Şistleme) Uygulamasının Optik Yansımaya Tekniği ile Kontrolü

Control of Application of Spreading Protective Stone Dust in Underground Coal Mining (to Schistose) Using Optic Reflectance Technique

O. Soylu

TTK Kozlu TİM İşçi Sağlığı İş Güvenliği ve Eğitim Şube Müdürlüğü, Zonguldak

A. Ürünveren, S. Ural

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET Bu çalışma Zonguldak İli Kozlu İlçesi'nde bulunan Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü'ne bağlı Kozlu Müessese Müdürlüğü bünyesindeki altı farklı kartiyeden şistleme işlemi sonucu alınan toz numunelerin optik yansımaya tekniği ile patlayabilirliğinin araştırılmasını kapsamaktadır. Bu bölgede kömür tozu patlamalarını önlemek için şistleme tekniği kullanılmaktadır. Şistleme sonucu taş tozu-kömür tozu karışımındaki taş tozu oranının en az %80 olması hedeflenmektedir. Bu oran optik yansımaya esasına göre çalışan CDEM-1000 cihazıyla hızlı bir şekilde belirlenmektedir. Yeraltı kömür ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan incelemeler sonucunda cihazın karışımındaki taş tozu oranı %70 ve üzerinde ise gerçeğe yakın okumalar yaptığı görülmektedir. Ancak, yan taş ve ara kesme tabakalarından kaynaklanan koyu renkli tozlar da cihaz tarafından kömür tozu olarak algılanabilmekte ve yanlış uyarı verebilmektedir.

ABSTRACT This study covers the investigation of explosibility of dust samples was taken from six different site from Kozlu General Directorate Turkey Hard Coal Enterprises Institute district in the Zonguldak. Schistose techniques are used to prevent coal dust explosions in this area. But the results of schistose stone dust - coal dust mixture ratio is targeted to be at least 80%. This ratio determined by device is working according to optical reflection principles (CDEM-1000) quickly. As a result of investigations carried out on samples taken from the colliery, if stone dust in the

mixture ratio is above 70% reading device is closer to reality. However, the device may detect dark colored stone dust as coal dust.

1. GİRİŞ

Kömür tozu patlamaları yeraltı kömür işletmeleri için karşılaşılan önemli tehlikeler arasında sayılabilmektedir. Kömür tozu patlamalarına örnek olarak; 1906 yılında Kuzey Fransa'daki Courrières madeni, 1926 yılında Güney Afrika Durnacol ve 1972 yılında Zimbabwe Wankie'de yaşanmış kazaları verebiliriz. Bu kazalarda Courrières madeninde 1099 işçi, Durnacol'da 125 işçi ve Wankie'de 427 işçi kömür tozu patlamaları sonucu hayatını kaybetmiştir. Bu durumun önlenmesi için ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkede yeraltı yollarında ve kömür tozu birikmesi muhtemel yerlerde taş tozu uygulaması (şistleme) yapılmaktadır. Taş tozu serpmeye genellikle kireçtaşı serpilerek gerçekleştirilmektedir. Bu işlem yapılarak, toz içeriğinin inorganik oranının artırılması ve patlamanın önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Kömür tozu patlamalarının önüne geçilmesi için uygulanacak taş tozu seviyesi 20. yüzyılın başından itibaren tartışma konusu olmuştur. İlk zamanlar tozun uçucu madde içeriği dikkate alınmış ancak Humphreys ve O'Beirne'nin (2000) Avustralya kömürleri üzerinde yaptığı çalışmalarda %8,7'nin altında uçucu madde içeren kömür tozlarının da patlayabildiğini göstermiştir. Ayrıca, bu çalışmalarda taş tozu oranının %75-85 arasında olması gerektiği ifade edilmiştir. Günümüzde yürürlükte olan yönetmelikler arasında bir miktar farklılıklar olmakla birlikte karışımdaki taş tozu oranı sınır değerleri belirlenmiştir. Avustralya'da giriş havasında şistleme sonunda %80 taş tozu içeriği istenirken çıkış havasında bu değer %85 olarak belirlenmiştir (DME, 2001). Amerika'da giriş havasında %65 ve geri dönüş havasında %80 taş tozu istenmektedir (CFR, 2011). Ülkemizde ise sınırlayıcı bir mevzuat olmamakla beraber, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulunun Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberinde tavsiye niteliği taşıyan kararında en az %65 oranında taş tozu içeriği olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından Zonguldak havzası için yapılan "Zonguldak Havzası Kömür Tozlarının Patlama Karakteristiklerinin Tespiti ve Kömür Tozu Patlamalarının Taş Tozu ile Önlenmesi Üzerine Yapılan Etüd" (Saltoğlu, 1971) adlı çalışmada bu değer minimum %75 olması gerektiği tespit edilmiştir.

Yeraltı maden yollarında patlamayan toz seviyelerinin tespiti için sürekli örnekleme yapılması ve taş tozu oranlarının belirlenmesi gerekmektedir. Taş tozu miktarı iki farklı teknikle belirlenebilmektedir;

- Kimyasal / laboratuvar analizleri
- Taşınabilir cihazlarla analiz

Bunlardan en doğru sonuç kimyasal analiz yöntemi ile alınmaktadır. Bu yöntem uzun zaman alan ve pahalı olan bir yöntemdir. Toz içindeki yanmaz malzeme yüzdesini renk veya herhangi bir değışkene bağımlı kalmadan direkt verebilmektedir. 500-530°C'de yakılan numunenin kalan kısmı, yanmaz kısım olarak kabul edilmektedir (Ellis, 1999).

Taşınabilir cihazlar iki kısma ayrılmakta olup bunlar; radyoaktif gama ışını emme esasına dayanarak ölçüm yapan cihazlar ve optik yansıma esasına göre ölçüm yapanlardır. Optik yansıma esasına dayalı çalışan cihazlar portatif taşınabilen ve hızlı sonuç veren cihazlardır. Bu cihazın çalışma esası; laboratuvarda taş tozu içeriğı belirlenmiş referans numunesiyle ocaktan alınan numunelerin renk olarak kıyaslanmasıdır.

Bu çalışmada TTK Genel Müdürlüğü'ne bağı Kozlu Müessese Müdürlüğü yeraltı işletmelerinde bulunan altı farklı kartiyeden alınan kömür ve toz numuneleri optik yansıma esasına göre çalışan Kömür Tozu Patlayabilirlik Ölçüm cihazı (Coal Dust Explosibility Meter CDEM-1000) ile yerinde analiz edilmiş ve sonuçlar laboratuvarda elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada Kozlu Müessese Müdürlüğü tarafından işletilen altı farklı kartiyeden farklı damarlardan (arından) kömür numuneleri ve taş tozu serpidikten sonra farklı yerlerden toz numuneleri alınmıştır. Alınan kömür tozu numuneleri ve taş tozu-kömür tozu karışımı numuneleri Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca, çalışmada aynadan alınan ara kesme numunesi ile şistleme için kullanılan kireç taşı tozu kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Düşük sıcaklık külü (low temperature ash-LTA), tozların patlayabilirliğinin belirlenmesinde kömür içindeki yanmayan toz kısmını ifade etmesi bakımından en etkili parametredir. Külde kömür külü ve kalsiyum karbonat (CaCO₃) içeren kireçtaşı artıkları bulunmaktadır. LTA dört saat süren kademeli bir yakma işlemidir. Önceden 105°C'de kurutulmuş numune 1,5 saatlik zaman diliminde 515°C'ye çıkarılarak bu sıcaklıkta 2,5 saat daha yakılarak kalan kısım LTA değeri olarak

almır. Bu işlem uzun zaman aldığından ocakta daha hızlı sonuç alacak bir çözüm bulmak için CDEM-1000 geliştirilmiştir (Cashdollar ve ark., 2007).

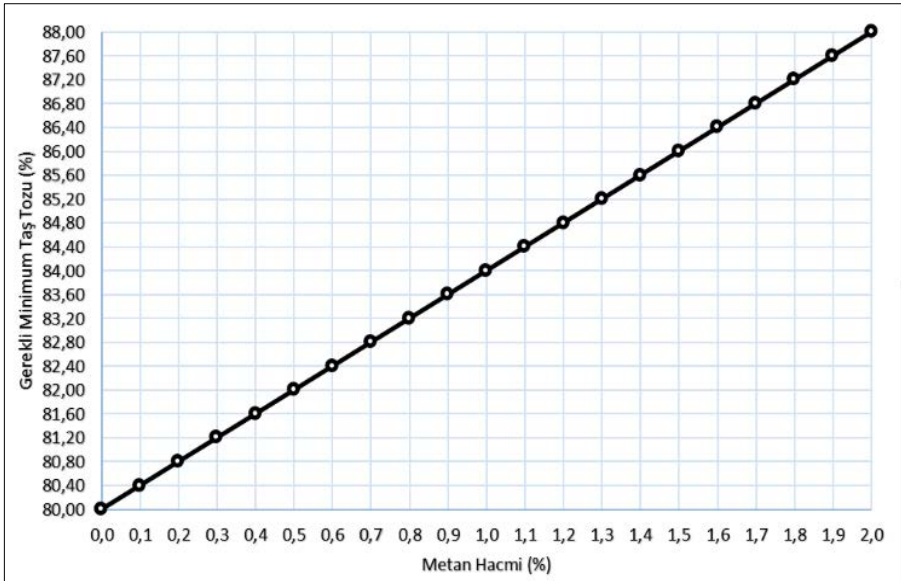
Çizelge 1. TTK Kozlu Müessesesi'nden alınan numuneler ve alındıkları yerler

No	Alındığı kartiye	Alındığı Yer
1	3	485/09 Damar
2	3	450/485 Arası Nefeslik
3	5	Milopera
4	3	425 – 450 Nefeslik
5	3	450 Taban Arın
6	3	450 Taban
7	1	425/930 Çay Ayak Dibi Bati Taban
8	1	425/930 Çay Ayak Dibi Bati Taban Arın
9	4	Çay Damar Bati 400 Taban
10	5	485/03 Sulu Doğu Ayak Başı
11	4	Çay Damar 367 Batı
12	5	560/363 Sulu Bati Taban Sulu Damar
13	4	Çay Damar Doğu Taban
14	2	Çay Yan Taş
15	2	Çay Damar Ayak İçi
16	2	Çay Damar Hazırlık Baştaban 5. Kat
17	Genel	942 Bantı Çıkış Desandre Tahkimat Üzeri
18	1	425/930 Çay Ayak Dibi Bati Taban
19	Genel	922 Bantı İle İncir Harmani
20	4	Çay Damar Bür Kuyu
21	Genel	630/405 Doğu Reкуп Lağım
22	6	485/015 Pano Umumi Ayak Çay, Acılık, Sulu, Hacımemiş
23	Genel	928/23 Nolu Bür Yolu
24	Genel	928/23 Nolu Bür Kuyu Hava Kapısını Geçtikten Sonra

Bu çalışmada kömür tozlarının ve toz karışımlarının patlayabilirliğini kontrol için Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (The National Institute for Occupational Safety and Health-NIOSH) tarafından geliştirilen Kömür Tozu Patlayabilirlik Ölçüm Cihazı olan CDEM-1000 kullanılmıştır. CDEM-1000 kömür tozu - taş tozu karışımlarının patlayabilirliğinin belirlenmesi amacıyla üretilmiş olan bir cihazdır. Cihaz bir fotodiyot sensörü yardımıyla koyu renkli kömür tozu ve açık

renkli taş tozu arasındaki renk farkını esas alarak karışımın patlayabilir olup olmadığını ölçmektedir. Cihazın kalibrasyonu Pittsburgh pulvarize kömür (Pittsburgh Pulverized Coal-PPC) tozu ve ocağa serpilmiş taş tozu referans alınarak yapılmaktadır. Cihaz kalibrasyon için sadece PPC kömürünü referans almaktadır.

Kalibrasyon işlemi sırasında; %100 Pittsburgh kömürünün tanıtılması, %80 taş tozu ve %20 PPC karışımının tanıtılması ve en son olarak %100 taş tozunun tanıtılması şeklinde yapılır. Amerikan İSG standartlarına göre kömür tozu – taş tozu karışımlarında taş tozu oranının en az %80 ve üzeri olmalıdır. Eğer ortamda metan gazı varsa bu oran her %0,1 metan artışı için karışımdaki taş tozu miktarı %0,4 oranında artırılmalıdır. Ortamdaki metan gazına bağlı taş tozu miktarının değişimi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Ortamdaki metana bağlı olarak taş tozu miktarının değişimi

Kömür tozu-taş tozu karışımlarında taş tozu oranı arttıkça karışım rengi açılmaktadır. Cihaz renk koyulaştıkça patlama riskini artarak algılandığından taş tozu konsantrasyonu arttıkça patlama riski azalmaktadır. Bu cihaz güvenli konsantrasyonlarda yeşil (GREEN), tehlikeli konsantrasyonlarda ise Kırmızı (RED) uyarısı vermektedir. Cihaz %70’in altındaki taş tozu konsantrasyonlarında okuma yapamamaktadır.

Kozlu Müessesesi’nde şistleme yapılan bölgeden alınan kömür tozu ve taş tozu karışımlarının özelliklerinin belirlenmesi için de laboratuvar analizleri yapılmıştır. Ayrıca düşük sıcaklık külü (LTA) analizi yapılarak çapraz doğrulama yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

TTK Genel Müdürlüğü'ne bağlı Kozlu Müessese Müdürlüğü yeraltı işletmelerinde şistleme yapılan bölgeden alınan kömür tozu ve taş tozu karışımları üzerinde yapılan kısa analiz sonuçları Çizelge 2'de ve CDEM-1000 cihazı ile yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Kömür tozu-taş tozu numunelerinin kısa analiz sonuçları (orijinal bazda)

Numune No	Nem (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Sabit Karbon (%)	Kükürt (%)
1	2,39	40,86	21,07	38,06	0,44
2	1,52	33,50	26,66	39,84	0,54
3	2,08	19,80	26,55	53,65	0,55
4	1,15	33,95	26,35	39,70	0,53
5	2,41	35,45	25,95	38,60	0,52
6	2,90	41,88	20,61	37,52	0,51
7	2,53	21,31	19,92	55,76	0,34
8	1,47	49,83	34,39	25,77	0,33
9	2,35	24,33	24,25	51,42	0,24
10	2,33	52,84	18,04	29,12	0,47
11	1,73	32,92	24,31	42,77	0,30
12	1,92	15,85	25,27	58,88	0,49
13	2,97	63,09	15,26	21,64	0,17
14	1,64	89,63	8,80	1,87	0,19
15	1,27	32,07	23,38	44,55	0,35
16	1,39	3,80	29,29	68,65	0,55
17	-	57,58	14,01	28,41	0,03
18	-	29,28	26,92	42,87	0,34
19	-	38,50	25,06	40,75	0,41
20	-	42,44	21,18	36,38	0,29
21	-	70,24	11,39	18,37	0,01
22	-	47,94	19,65	32,40	0,13
23	-	52,88	19,74	27,37	0,08
24	-	48,19	26,30	25,51	0,11

Çizelge 3. CDEM ve LTA ölçüm sonuçları

Numune Adı	Metan (%)	Cihaz Okuması		LTA (%)	Açıklama
		Uyarı	(%)		
485/09 Damar	0,5	RED	70	39,96	Kömür tozu
Milopera	0,4	RED	70	31,87	“
450 Taban arın	0,3	RED	70	48,39	“
450 Taban	0,5	RED	70	43,07	“
425/930 Çay	0,4	RED	70	50,15	“
425/930Çay arın	0,4	RED	70	46,25	“
Çay 400 taban	0,4	RED	70	38,52	“
485/03 Sulu	0,7	RED	70	56,34	“
Çay 367 damar	0,7	RED	70	38,67	“
560/363 Sulu	0,6	RED	70	36,05	“
Çay damar	0,3	RED	70	46,21	“
Çay hazırlık	0,3	RED	70	43,47	“
450/485 Nefeslik	0,4	RED	70	33,09	Kömür tozu - taş tozu karışımı
425/450Nefeslik	0,4	RED	70	34,59	“
Çay taban	0,3	RED	70	66,26	“
942 Bant çıkış	0,3	GREEN		98,03	“
425/930 Çay	0,3	RED	70	31,00	“
922 Bant	0,5	RED	70	44,04	“
Çay- Bür kuyu	0,4	RED	70	46,02	“
630/405 Reкуп	0,3	GREEN		93,55	“
485/015 Pano	0,3	RED	70	72,82	“
928/23 Bür yolu	0,3	RED	70	84,75	“
928/23 Bür kapı	0,3	RED	70	66,94	“
Çay Yan taş	0,1	RED	70	90,53	Yan taş

İlk aşamada 12 adet kömür tozu üzerinde cihazla ölçüm yapılmış, cihaz 12 numune için de RED (patlayabilir konsantrasyon) uyarısı vermiştir. Bu numunelerdeki inorganik madde miktarı laboratuvar deney sonuçlarına göre %31,87- 50,15 arasında değişmektedir.

İkinci aşamada işletmenin değişik yerlerinden alınan kömür tozu-taş tozu karışımları hem cihazla okunmuş hem de LTA analiziyle inorganik madde miktarı tespit edilmiştir. Cihaz numune içindeki inorganik madde miktarı (taş tozu + kömür külü) %31,00–84,75 arasında RED (patlayabilir) uyarısı vermiştir. Sadece taş tozu-kömür tozu karışımındaki taş tozu oranı %93,55 ve %98,03 olan iki numunede GREEN (patlamaz konsantrasyon) uyarısı vermiştir.

Son aşamada kömür damarı içerisindeki koyu renkli ara kesmeden numune alınarak cihazda denenmiştir. CDEM cihazı inorganik madde içeriği %90,53 olan bu yan taş numunesi için de RED (patlayabilir konsantrasyon) uyarısı vermiştir. Ara kesme numunesine ilişkin kimyasal analiz sonucu Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Numunenin kimyasal içeriği

TiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	MoO ₃	Fe ₂ O ₃	BaO
1,70	26,2	61,2	4,68	0,49	5,28	0,45

4. SONUÇLAR

Bu çalışmalar sonunda; aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir;

Optik yansıma esasına dayalı çalışan cihazlar, portatif taşınabilen ve hızlı sonuç veren cihazlardır. Ancak bu cihazlardan elde edilen sonuçların laboratuvar deneyleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

Cihazın kalibrasyonu sadece Pittsburgh kömürüne göre yapılabilmektedir.

Optik yansıma prensibine göre çalışan cihaz, %88'e kadar inorganik madde içeren konsantrasyonlarda RED (patlayabilir konsantrasyon) uyarısı vermektedir.

Kömür tozu numunelerinin tamamında RED (patlayabilir konsantrasyon) uyarısı vermiştir.

Koyu renkli ara kesmelerden üretilen tozlar için de RED (patlayabilir konsantrasyon) uyarısı vermesi kullanıcı açısından ciddi problemler doğurabilir.

Cihaz, karışımdaki taş tozu oranını %70 gösterirse aslında karışımdaki taş tozu oranı %20-%70 aralığında olabilir.

Cihaz, karışımdaki taş tozu oranını %72-%78 arasında okursa bu karışımdaki taş tozu oranının %72-%78 arasında olduğunu ve %80'e tamamlanması gerektiğini ifade etmektedir.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışma sırasında gerekli izni veren Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma Öğretim Görevlisi Yetiştirme Programı (ÖYP) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Cashdollar, K.L., Weiss, E.S., Montgomery, T.G., Going, J. E., 2007. *Post-Explosion Observations of Experimental Mine and Laboratory Coal Dust*

- Explosions*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 20, pp. 607-615.
- DME 2001. *Coal Mining Safety and Health Regulation, Draft*. Australia: Queensland Department of Mines and Energy.
- Ellis, C. 1999. MDG 3006 MRT 5: *Guidelines for Coal Dust Explosions Prevention and Suppression, Draft*. New South Wales, Australia: Mineral Resources.
- Humphreys, D., & O'Beirne, T. 2000. *Stone dust requirements and options*. Australian Coal Association Research Program Project C8011 — Final Report to ACARP, Brisbane, Australia.
- Kizil, M.S., Peterson, J., English, W., 2001. The Effect of Coal Particle Size on Colorimetric Analysis of Roadway Dust. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. September 2001, Pages 387–394
- MSHA 2011. *Code of Federal Regulations (Parts 1–199)* [online]. Available at <http://www.msha.gov/regdata/msha/75.0htm>. The Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration.
- Saltoğlu S., 1971. *Zonguldak Havzası Kömür Tozlarının Patlama Karakteristiklerinin Tesbiti ve Kömür Tozu Patlamalarının Taş Tozu ile Önlenmesi Üzerine Yapılan Etüd*, Karaelmas Basımevi, E. K. İ. insan Gücü Eğitim Müdürlüğü Yayını No: 31, s. 71.
- Sapko, M. J., Verakis, H., 2006. *Technical Development of the Coal Dust Explosibility Meter*. SME 2006 Annual Meeting, St. Louis, MO, March 26-29, 2006, Preprint 06-044.
- Sapko, M.J., Cashdollar, K.L., Green, G.M., 2007. Coal Dust Particle Size Survey of U.S. Mines. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 20, pp. 616-620.

Önleme Kültürü ve Yer Altı Kömür Ocaklarında Yangın (Kendiliğinden Yanma)

Culture of Prevention and Underground Coal Mine Fires (Spontaneous Combustion)

A. Kara

MİGEM Strateji ve Koordinasyon Dairesi, Ankara

ÖZET Bilindiği gibi yıllardan beri yer altı madenciliğinde (kömür özelinde) ülkemiz acı tecrübeler ve kahredici kazalar yaşadı ve yaşamaktadır. Bu girdaptan kurtulmak gerekmektedir. Bunun için konu anlaşılır hale getirilmeli ve sonuç odaklı çalışmalar yapılmalıdır.

Genel olarak maden kazaları denince yer altı madenciliği akla gelmekte ve karşımıza kömür madenciliği çıkmaktadır. Yer altı kömür madenciliğinde de ağırlıklı olarak ocak yangınları yer almakta, ocak yangınlarının da odak noktasını kömürün oksijenle oksidasyonu neticesinde meydana gelen ve için için yandığı kendiliğinden yanma olayı yer almaktadır. Kendiliğinden yanma ise metan ve kömür tozu patlamaları ile karbonmonoksit zehirlenmelerinin esas kaynağı ve tetikleyicisidir. Bu nedenle akademik seviyeden itibaren uygulama alanlarına varıncaya kadar konu algılanmalı ve bilimsel olarak çözüme kavuşturulmalıdır. Çözüm için konu önleme kültürü bağlamında ve yangının söndürülmesi değil yanmanın önlenmesi odaklı olarak ele alınmalıdır. Bu bağlamda öncelikle gerek kömür üreten kamu kurumları nezdinde gerekse özel sektör çalışanlarına algılama ve bilgilendirme için eğitim, sunum, seminer verilmeli toplantılar yapılmalı, üniversitelerin yerbilimi bölümleri ile işbirliğine gidilerek yapılacak eylemler için yol haritası belirlenmelidir.

Teori ve pratiğin birlikte uygulandığı, kendiliğinden yanmanın pano hazırlık aşamasından itibaren üretim sonrası da dahil önleme yöntemleri ile nasıl engellenebileceği bu çalışmada anlatılmaktadır.

ABSTRACT As is known, our country faced bitter experiences and overwhelming accidents in underground mining, especially coal, through years and this might continue to be faced. It is a necessary that we work through this vortex. In order to achieve this, the topic must be simplified and result-oriented work should be done.

Usually, underground mining accidents come to mind when mining accidents is being mentioned. Moreover, coal mining is the majority of these underground mining applications. In underground coal mining, predominantly, mine fires occur and at the focal point of these fires spontaneous combustion takes place which is due to the oxidation of coal. However, spontaneous combustion is the main source of methane and coal dust explosions and carbon monoxide poisoning. Therefore, from academic level to application area, the subject must be perceived and resolved scientifically. For solution, the focus should be prevention of the fire instead of extinguishing it in addition to the embrace of the culture of prevention. In this regard, before all else, trainings, presentations, seminars, meetings should be held to inform both coal producing public institutions and private sector workers and the road map should be determined for actions to be taken in cooperation with the geology departments of the universities.

With theory and practice applied together, from panel preparation stage to post-production, how spontaneous combustion can be avoided with prevention methods is to be described in this study.

1. GİRİŞ

Yer altı kömür ocaklarının en büyük problemi hiç şüphesiz ocak yangınlarıdır. Ocak yangınları deyince akla ilk gelen açık alevli olarak yanıcı maddelerin tutuşmasıdır. Ancak açık alevli olarak yanıcı maddelerin yanması klasik yangınlardan pek farkı yoktur; sadece yangının yer altında ve kapalı ortamda meydana gelmesi müdahale ve söndürme faaliyetlerini daha zor ve problemlili hale getirmektedir. Bu nedenle ocak yangınları denince algılanması gereken klasik yangınların dışında oksijenin kömürle reaksiyonu sonucu meydana gelen yangınlardır. Bu nedenle üzerinde durulması gereken ve önem arz eden daha çok yanmaya meyilli kalın kömür damarlarında sıkça rastlanan bu tür yangınlardır. Reaksiyon sonucu yanmaya meyilli kömür madenlerinin üretilmesinde yaşanan en büyük problem kendiliğinden yanma olayıdır.

Gerek klasik ocak yangınları, gerekse kendiliğinden yanma sonucu meydana gelmiş olsun ocak yangınlarının önlenmesi konusunda izlenmesi gereken yol Proaktif yaklaşım'dır. Proaktif yaklaşım yangının söndürülmesi yerine yangının meydana gelmemesi için izlenecek yoldur. Nitekim yangınla mücadele kavram olarak itfaiyeciliği anımsatmaktadır. Bu nedenle yangınla mücadelede önlemeye ağırlık verilmeli, daha doğrusu önleme kültürü benimsenmelidir. Önleme kültürü, meydana gelen olayı bertaraf etmek yerine olayın meydana gelmesini önlemeyi amaçlayan, mal ve can kaybı yönünde oldukça avantajlı olan yöntemi ifade

etmektedir. Önleme yöntemi pahalıdır ancak izlenmemesi durumunda karşılaşılan sonuç, metan ve kömür tozu patlamaları ile Armutçuk ve Kozlu, karbonmonoksit zehirlenmesi ile Soma ve benzeri kazalarda görüldüğü üzere kahredicidir.

Bildiride yeraltı kömür ocaklarında görülen ve çok önem arz eden bu tür yangınların sebepleri, meydana geldiği yerler ve önleme yöntemleri hususlarında açıklayıcı bilgiler verilecektir.

2. KENDİLİĞİNDEN YANMA KAVRAMI

Kendiliğinden yanma kömürün oksijenle reaksiyonu sonucu meydana gelen ısınmanın etkisi ile açık alevli olmaksızın için için yanmasıdır. Kendiliğinden yanmanın meydana geldiği ortamdaki oksijen, kömürü açık alevli hale getiremeyecek kadar düşük, ancak için için yanmayı sağlayacak seviyededir.

Ezilmiş, kırılmış, oluşumu sırasında bükülmüş ve basınç altında kalmış kömür oksijenle reaksiyona girdiği zaman açığa çıkan ısı kömürün yanabilme ısı seviyesine ulaşıncaya açık alev olmaksızın için için yanmaya başlar. Yanma ısı, reaksiyonun hızı ve kömüre etkisi ortamın ve kömürün özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. 100 gram kömürün 96 saat'te ısıya bağlı absorbe ettiği oksijen miktarı aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. 100 gram kömürün 96 saat'te absorbe ettiği O₂ miktarı

Sıcaklık °C	30	100	120	140
O ₂ (cm ³)	520	4550	8030	15450

Kendiliğinden yanma özelliği olan maddeler: Fosfor, selüloit, ham pamuk, rutubetli olmayan saman, talaş, kauçuk tozu, yağlı çaput, kömür'dür.

Yanma ortamının sıcaklığının 500°C'ye ulaşması ile ortamda oluşan karışım ise yüksek sıcaklık, yüksek basınç, CO, CH₄, C₂H₄, hidrokarbonlar, diğer gazlar, düşük oranda oksijen, yoğun duman, kömür tozundan oluşmaktadır. Yanma sıcaklığının artması ile birlikte ısınmanın seyri aşağıdaki gibi olmaktadır (Çizelge 2).

3. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN OLUŞUMU VE ETKİLERİ

Yukarıdaki safhalardan da anlaşılacağı gibi kırılmış, ezilmiş, basınç altında kalmış kömürün çatlak ve yarıklardan oksijenin geçiş hızına bağlı olarak oksidasyonun seyri değişmektedir.

Hava hızının çok düşük olması halinde oksidasyon hızı da düşük seyretmekte ve yanmayı sağlayacak ısınma meydana gelememektedir.

Çizelge 2. Isınmanın seyri

Sıcaklık (°C)	Olay
30 – 40	Buhar ve duvarların terlemesi
40 – 50	Galeride kuruma ve tahkimatta bozulma
50 – 60	Parafin kokusu
60 – 100	Isı artışı ve CO, CO ₂ tespiti
100 – 150	C ₂ H ₄ , C ₂ H ₆ , vb hidrokarbonlar görülür
200 – 300	Kömürün bozulmaya başlamasıyla keskin koku
300 – 500	Kömürün tutuşması duman ve daha çok gaz
500 – 800	Kömürün ikincil bozunması ve daha çok duman, gaz ve alev

Hava hızının çok yüksek olması halinde ısınma ve oksidasyonun çok yüksek olmasına karşılık hava hızının yüksek olması aksi yönde etki göstererek soğumayı sağlayarak ısınma seviyesini kömürün yanabilme seviyesine ulaşmasını engellemektedir. Oysa hava hızının vasat seviyede seyrettiği durumlarda oksidasyon sonucu oluşan ısının yükselerek seyretmesine karşılık hava hızının soğuma sağlayamaması neticesinde ısınmanın kömürün yanma ısısı seviyesine ulaştığı andan itibaren kömürde için için yanma meydana gelmektedir. Bu nedenle kontrol edilemeyen ve yer olarak nokta bazında tespit edilemeyen ayak arkasında ve kapatılmış üretim yerlerinde oluşan yanmaların önlenmesinde daha büyük problemlerle karşılaşılmaktadır. Kendiliğinden yanmanın oluşumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kendiliğinden yanmanın oluşumu

3.1. Kendiliğinden Yanmayı Etkileyen Faktörler

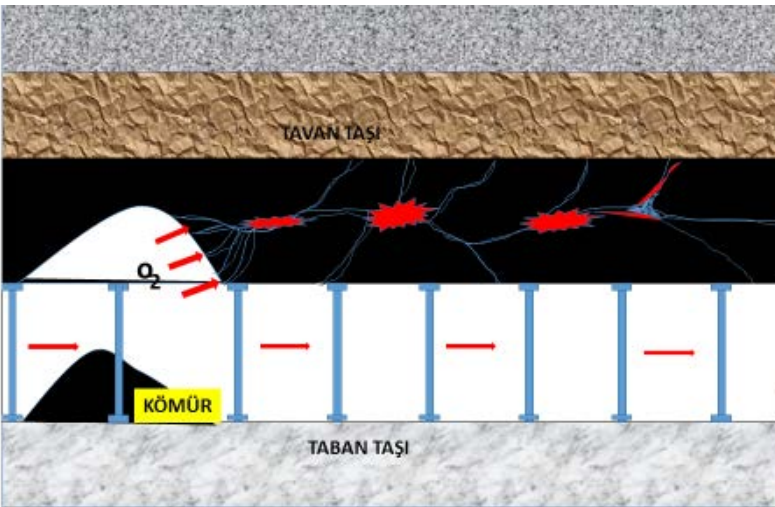
Kömürün kimyasal ve fiziksel özellikleri, yan kayaçların özelliği, üretim sistemi, havalandırma sistemi, sızdırmazlığın sağlanamaması, kendiliğinden yanmanın iyi anlaşılabilmesi ve bir şey olmaz kültürü kendiliğinden yanmayı etkileyen önemli faktörlerdir.

3.2. Kendiliğinden Yanmanın Tetiklediği Olaylar

Kendiliğinden yanma ısı, zehirli ve boğucu gazlar üretir. Sayı olarak diğer maden kazalarından oldukça az olmasına karşılık bıraktığı tahribat ve can kaybı yönünden kahredici özellik gösteren metan ve kömür tozu patlamalarında çok önemli bir tetikleyicidir.

3.3. Kendiliğinden Yanmanın Oluşturduğu Ortamlar

Pano hazırlığı sırasında tavanda bırakılan kömür, üretimi yapılan göçükte kalan kömür, üretim sırasında ayak başlangıç hattı ile taban ve tavan yollarının dış kısmında kömürün dik olarak bırakılması, panolar arasında yangın ya da zorunluluktan bırakılan topukların kırıklı çatlaklı ve çok ince olması, hazırlık lağımlarının kömürde yapılması, fay zonları, çoklu kömür damarları, kömür damarında ani eğim değişim yerleri, yüksek basınç altında kalan kömür gibi yerlerdir (Arıoğlu, 1985). Şekil 2'de hazırlık galerisinde kor haline gelmiş kömür görülmektedir.

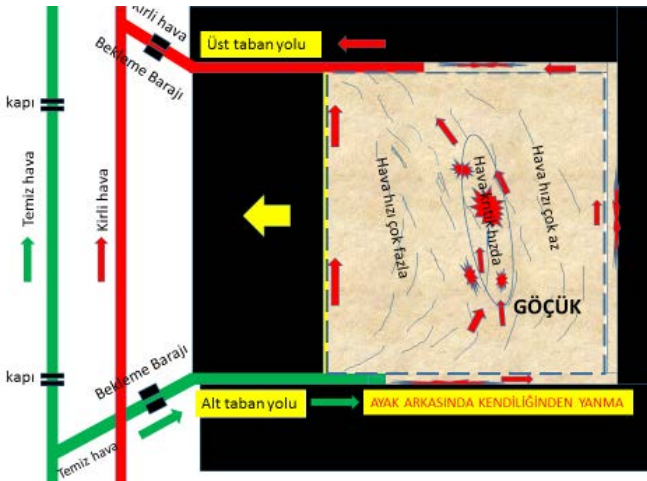


Şekil 2. Hazırlık galerisinde üstünde kor haline gelmiş kömür

Şekil 2'den de görüldüğü gibi, yer altında kayaçta açılan lağım ve tünel ile kömürde açılan galeriler hangi tür tahkimatla emniyete alınırsa alınsın açıklığın üstündeki kömür veya tabakalarda bozulma, kırılma ve sarkma az da olsa mutlaka meydana gelmektedir. Kömürde meydana gelen sarkma neticesinde kömür içinde oluşan kılcal kırık ve çatlaklardan geçen hava, zamana ve hava hızına bağlı olarak kömürü okside etmekte, neticede kendiliğinden yanma meydana gelmektedir.

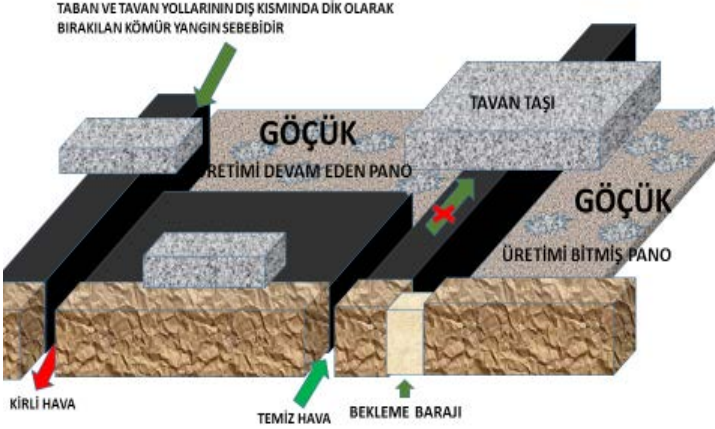
Kalın kömür damarlarının Üretimi sonucu terk edilen ayak arkası göçükte en ideal üretim sistemlerinde bile %10'lara varan kömür üretilmemektedir. Bu nedenle birden çok kat oluşturularak üretim yapılan ocaklarda gerek göçük tabanında, gerekse tabandan daha üst seviyelerde bloklar halinde kömür kalabilmekte, ezilmiş ve kırılmış olan bu kömürler kontrol edilmeyen sızdırmazlık sonucu yanmaktadır. Ayak başlangıç hattı boyunca geride ve ayak alt ve üst taban yollarının dış tarafında dik olarak bırakılan kömür topukları üretim sonucu göçük ve yüksek basınç altında kalarak kırılıp ezilmekte ve en yaygın ayak arkası yangınlar meydana gelmektedir. Yangının sıkça rastlandığı bir diğer ortam ayak bitiş hattıdır. Üretim kömür içinde sonlandırılmış ise en fazla kırılmış ve ezilmiş kömür ayak bitiş hattı boyunca kalmakta ve yangına sebebiyet vermektedir.

Bunların haricinde kömür içinde sürülmüş ve uzun süre açık kalmış galerilerde, fay zonlarında, kömürün ani eğim değişikliğine uğradığı ve yüksek basınç altında kaldığı kısımlarda ve gerek emniyet gerekse tahkimat gayesi ile bırakılan ince kömür topuklarında oksidasyon sonucu yangınlar sıklıkla görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Ayak arkasında yangının oluşumu

Üretimi yapılan veya yapılmakta olan panolar arasında bırakılan ince kömür topukları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Üretimi yapılan veya yapılmakta olan panolar arasında bırakılan ince kömür toplukları

4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Kendiliğinden yanma ile mücadelede izlenecek yöntemin belirlenmesi için öncelikle kömürün analizinin yaptırılarak, kendiliğinden yanmanın başlaması ile öncelikle hangi gaz veya gazların ortaya çıktığının belirlenmesi çok önem arz etmektedir.

Öncelikle üretim yapılacak yerin hazırlanmasından itibaren, üretime hazırlama, üretim ve üretim sonrası yanmayı önlemeye yönelik çalışma yapılmalıdır. Bu bağlamda, üretim yerinin hava giriş ve çıkış yolları olacak olan ve rekup diye adlandırılan bağlantı yollarının istisnalar dışında yan kayaç içinde sürülmesi, bekleme barajlarının söz konusu bu rekuplarda planlanması, kalın kömür damarlarında yapılacak katlı üretim panolarının özellikle en üstteki birinci üretim katının mutlaka alt ve üst taban yollarının tavan taşını takiben sürülmesi, üretiminde üstte kömür bırakılmayacak şekilde yapılması çok önem arz etmektedir.

Üretim aşamasında ise ayak başlangıç hattından itibaren üretim yerinin dışı bakan kısımlarında dik kömür topuğu bırakılmaması, oksijen konsantrasyonunu yakma seviyesinin altında tutmaya yönelik inert gaz olarak azot uygulanması, ayak arkasına hava sirkülasyonunun engellenmesi için ayak alt ve üst taban yollarının göçük tarafında karşısına gelen kısımda arına (üretim yüzeyi) paralel ve azami 10 metre olacak şekilde göçük içine genleşme özelliği oldukça yüksek olan kimyasal köpük enjeksiyonu yapılması, ayak başlangıç hattından başlayarak ayak boyunca kurulacak boru hattı yolu ile gerektiği durumlarda göçük içine azot ve kimyasal köpük enjekte edilmesi, boru hatlarının duruma göre 20-30 m'de bir tekrarlanması, bu boru hatlarının pano nefeslik yolunda bulunan çıkışından sürekli olarak

kendiliğinden yanma belirtisinin izlenmesi gerekmektedir. İzleme neticesinde hangi boru hattında yanma emaresi tespit edilmiş ise söz konusu ortama azot basılarak, oksijen konsantrasyonunun düşürülmesi, ayak içinden göçük içine belirli aralıklar bırakılan boru hatları vasıtası ile göçük tabanında oluşacak yanmaya karşı santral külü enjekte edilmesi, üretim bittiği zaman bitiş hattının gerektiğinde hidrolik ramble ile veya santral külü ile doldurulması, en son olarak bekleme barajlarından hava sızdırmaz şekilde kapatılması, sızdırmazlık yeterince sağlanamıyorsa ilave olarak basınç denge barajı inşaa edilmesi, bekleme barajında kurulan basınç ve gaz kontrol ve numune borularından belirli periyotlarla üretimi bitirilerek terkedilen göçüğün kontrol altında tutulması, üretimi biten panoda yanma belirlenmesi halinde ortama azot, köpük veya benzeri malzeme basılarak sızdırmazlık ve oksijen konsantrasyonunun düşürülmesinin sağlanması yolu takip edilmelidir (Şekil 5).

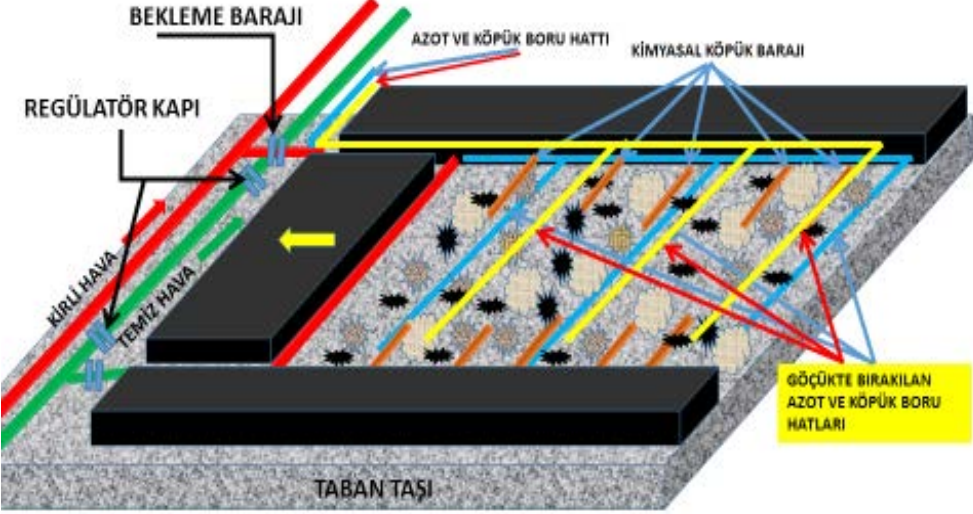
Genel havalandırma ağını ve ocağı dolaylı da olsa ilgilendiren üretimi bitmiş panolar hiçbir zaman göz ardı edilmez, sürekli kontrol ve gözetim altında bulundurulur.

Üretim anında ayak arkasına bırakılan azot ve köpük enjeksiyon borularından alınan numunelerin izlenmesi aşamasında tespit edilen yanmanın durdurulamaması ve her türlü önleme rağmen gaz artışının önlenememesi durumunda duman gelmesi beklenmez, çalışma ortamı tahliye edilir, panonun bekleme barajlarından kapatılması için konusunda uzman tahlisiye ekibine bırakılır. Çalışma ortamının her hangi bir yerinde duman tespit edilmesi halinde tahlisiye faaliyetlerine yönelik olanlar dışında ortam terkedilir.

İnce Kömür damarlarında önleme daha kolay ve pratiktir İnce kömür damarlarında ayak arkası göçükte kalın damarlara nazaran kömür kalma oranı çok daha düşüktür, bu nedenle yangınlar daha çok ayak başlangıç hattı gerisinde, ayak dip ve baş taban yollarının dışa bakan kısımlarında ve ayak bitiş hattında bırakılan topuklardaki ezilmiş, kırılmış ve örselenmiş kömürlerde meydana gelmektedir. Bu nedenle yangını önleme mücadelesi söz konusu ortamlara oksijenin sirayetinin önlenmesi yönünde olmalıdır.

Kalın kömür damarları için yukarıda bahsedilen ayak arkası azot ve köpük uygulamaları daha pratik ve etkindir. Köpük barajları ise hemen hemen aynıdır. Bu tür damarlarda ayak tavan yolu boyunca göçük tarafına suni topuk inşa edilir, tavan yolu korunur, topuk boyunca ayak arkası göçük içine numune ve azot-köpük enjeksiyon boruları bırakılır. Numune ve enjeksiyon borularından ayak arkası atmosferi devamlı izlenir, yangın emaresi olan gaz hareketleri kayıt altına alınır, oluşacak değişiklere göre azot ve köpük enjeksiyonu yapılır. Tavan yolunun korunması, göçük boyunca ayak arkasının izlenmesi daha kolaydır. Kontrol altında

birakılan tavan yolu bir sonraki panoya ayak taban yolu görevi görür. Suni topuk aynı zamanda üretimi bitmiş panolar arasında sirayeti önlemiş olur. Şekil 5'te azot ve köpük enjeksiyonu ve köpük barajlarının birlikte uygulanması gösterilmiştir.



Şekil 5. Azot ve köpük enjeksiyonu ve köpük barajlarının birlikte uygulanması

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

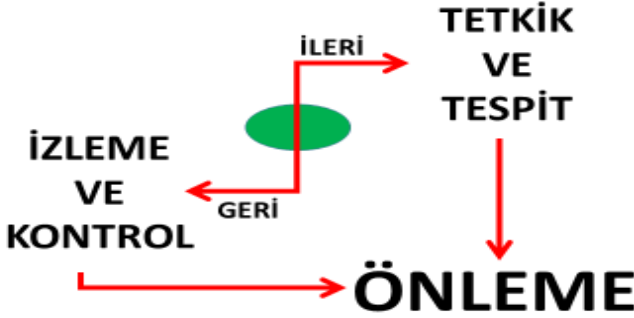
Yer altı kömür ocaklarının en büyük problemi olan ocak yangınlarında klasik yangınların dışında oksijenin kömürle reaksiyonu sonucu meydana gelen yangınların algılanması gerekliliği oldukça önemlidir. Bu nedenle üzerinde durulması gereken ve önem arz eden daha çok yanmaya meyilli kalın kömür damarlarında sıkça rastlanan bu tür yangınlardır.

Reaksiyon sonucu yanmaya meyilli kömür madenlerinin üretilmesinde yaşanan en büyük problem kendiliğinden yanma olayında öncelikle üretim yapılacak yerin hazırlanmasından itibaren, üretime hazırlama, üretim ve üretim sonrası yanmayı önlemeye yönelik çalışma yapılmalıdır. Gerek klasik ocak yangınları, gerekse kendiliğinden yanma sonucu meydana gelmiş olsun ocak yangınlarının önlenmesi konusunda izlenmesi gereken yol proaktif yaklaşım'dır. Proaktif yaklaşım yangının söndürülmesi yerine yangının meydana gelmemesi için izlenecek yoldur.

İnce kömür damarlarında ayak arkası göçükte kalın damarlara nazaran kömür kalma oranı çok daha düşüktür, bu nedenle yangınlar daha çok ayak başlangıç hattı gerisinde, ayak dip ve baş taban yollarının dışı bakan kısımlarında ve ayak bitiş hattında bırakılan topuklardaki ezilmiş, kırılmış ve örselenmiş kömürlerde meydana

gelmektedir. Bu nedenle yangını önleme mücadelesi söz konusu ortamlara oksijenin sirayetinin önlenmesi yönünde olmalıdır.

Kalın kömür damarlarında en ileri teknolojik üretim araçları ve modern üretim sistemlerinin uygulanmasına rağmen ayak arkasında % 15'lere varan oranda kömür kalmaktadır. Bu nedenle kalın kömür damarlarında yanmayı önleme çalışmaları çok daha meşakkatli ve problemlidir. Kalın damarların üretiminde göçükte ayak tabanında ve göçük içinde askıda kömür blokları kalabilmektedir. Tabanda kalan kömürün yanmaması için santral külü enjeksiyonu, askıda kalan kömür bloklarının yanmaması için ise azot ve köpük enjeksiyonu uygulanması uygun olacaktır. Köpük barajları ise ince ve kalın kömür damarları için uygulama yönünden hemen hemen aynıdır. Genel havalandırma ağı ve ocağı dolaylı da olsa ilgilendiren üretimi bitmiş panolar hiçbir zaman göz ardı edilmez, sürekli kontrol ve gözetim altında bulundurulur. Özellikle yer altı kömür ocaklarında hiçbir zaman göz ardı edilmemesi ve sürekli izlenmesi gereken yol Şekil 6'da görüldüğü gibi ilerleme ve bakır ortamlardaki faaliyetler için tetkik ve tespit edilecek doğal mayınlar(metan gazı degajı ve su baskını) ile arkada bırakılan ve terkedilen yerlerde izleme ve kontrol ile önlenmesi gereken, yapılan madencilik faaliyetleri sonucu oluşan mayınlar(göçükler, yangınlar v.b) çok önem arz etmektedir.



Şekil 6. Yeraltı madenciliğinin yol haritası

KAYNAKLAR

- Arioğlu E., 1985. *Yer altı Kömür Madenciliğinde Yangına Karşı Savaşta Azot Enjeksiyonu* İTÜ
- S.,C., 1980. *At Daw Mill in UK (D.T.Childs) (DAW MILL ocağında uygulama kitapçığı ve slayt 30 sayfalık)*

Yeraltı Kömür Madenlerinde Metan Kaynaklı Tehlikeler

Methane-Related Hazards in Underground Coal Mines

G. Aydın, S. Kaya, İ. Karakurt

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon

ÖZET Kömür madenciliğinde, birçok maden çalışanı metan ve beraberindeki tehlikeler sebebiyle yaşamını yitirmektedir. Trajik can kayıplarının yanı sıra, gerekli tedbirleri almayan bazı kömür işletmeleri bazı ekonomik sorunlarla da karşı karşıya kalmaktadırlar. Günümüz teknolojisiyle, metan kaynaklı risklerin ortadan kaldırılması/azaltılabilmesi ve çalışmaların verimli bir şekilde yürütülebilmesi mümkündür. Bu çalışmada, metan kaynaklı tehlikeler belirtilmiş ve bu tehlikelerin önlenmesine yönelik çalışmalar değerlendirilmiştir.

ABSTRACT In coal mining, many mining workers have passed away due to the methane and methane-related hazards. In addition to tragic losses of lives, some coal mine companies that didn't take the necessary precautions have also faced some financial problems. With today's technology, it is possible to annihilate/reduce methane-related risks and conduct the studies efficiently. In this study, methane-related hazards are mentioned and the studies that can be applied for the prevention of these hazards are assessed.

1. GİRİŞ

Gazlı yeraltı kömür madenlerinde yürütülen madencilik faaliyetlerine bağlı olarak çok sayıda maden emekçisi, metan ve beraberindeki tehlikeler yüzünden yaşamlarını yitirmiştir. Gelişen teknolojiyle beraber, metan kaynaklı risklerin ortadan kaldırılması/azaltılabilmesi ve çalışmaların can güvenliği açısından sorun oluşturmayarak verimli bir şekilde yürütülebilmesi mümkündür. Bu çalışmada, kömür madenlerinde metan kaynaklı tehlikeler irdelenmiş ve bu tehlikelerin önlenmesi/azaltılabilmesi adına gerçekleştirilebilecek çalışmalara değinilmiştir.

2. KÖMÜRDE METAN OLUŞUMU

Kömürleşme sürecinde karbondioksit, azot ve suyla beraber metan oluşmaktadır. Metan oluşumu, biyojenik ve termojenik olarak adlandırılan iki mekanizma kontrolünde gerçekleşmektedir (Dallegge ve Barker, 1999). Biyojenik metan oluşumu, bitkisel kökenli organik maddelerin mikrobiyolojik olarak ayrışması sonucunda gerçekleşmekte ve kömürleşme sürecinin ilk aşamalarında gözlenmektedir. Biyolojik metan oluşumuyla açığa çıkan metan miktarı oldukça düşüktür ve oluşumu esnasında içinde barınabileceği bir kaynağın (rezervuarın) bulunmamasından ötürü birikimine çok nadir rastlanır (çok hızlı çöken havzalar).

Termojenik metan oluşumu ise sürecin ilerleyen aşamalarında gözlenmekte olup gömülmeye beraber (artan derinlikle birlikte) ulaşılan yüksek sıcaklık değerlerinden kaynaklanmaktadır. Yaklaşık 55°C'den itibaren karbondioksit, 100°C'den itibaren de metan ve azot gazları oluşmaya başlamaktadır. Artan kömürleşmeyle birlikte oluşan metan miktarı da artmaktadır (Yalçın ve Durucan, 1984; Karakurt ve ark., 2010). Metan, kömür içerisinde aşağıdaki şekillerde tutulabilmektedir.

- i. Çatlaklarda, kırıklarda ve gözenek içinde serbest gaz olarak,
- ii. Çatlaklarda ve gözeneklerde kömür yüzeyine tutunmuş olarak,
- iii. Su içerisinde çözünmüş olarak,

Kömürde oluşan gaz öncelikle adsorpsiyon yoluyla tutulmaktadır. Adsorplama kapasitesinin üzerine çıkıldığı durumlarda ise formasyon suyu içerisinde çözünmekte ve/veya serbest gaz olarak gözenek ve çatlaklarda birikmektedir (Gürdal ve Yalçın, 1992). Kömürün boşluklu yapısı, hacminin 40 katına kadar metan gazını içerisinde tutmasına imkan sağlamaktadır (Dallegge ve Barker, 1999).

3. METAN KAYNAKLI TEHLİKELER

Gazlı kömür işletmelerindeki metan kaynaklı tehlikeleri can ve ekonomik kayıplar olmak üzere iki ana başlık altında incelemek mümkündür.

3.1. Can Kayıpları

Kömür madenlerinde metan ve beraberindeki tehlikelerden ötürü can kayıpları yaşanabilmektedir. Can kayıplarına yol açan bu tehlikeleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- i. Metan (grizu) patlaması
- ii. Ani metan püskürmesi
- iii. Maden havasında ani oksijen azalması

iv. Kömür tozu patlamalarına metanın etkisi

Kömür içerisinde dengedeki metan gazı, madencilik faaliyetleri sonucu (kömürün parçalanmasıyla) serbest hale gelmekte ve maden havasına karışmaktadır. Maden havasına karışan metan gazı ise hava ile belirli konsantrasyonlarda etkileşime girerek patlayıcı özellik gösterebilmektedir. Ayrıca kömür damarı içerisinde belirli bölgelerde biriken (faylar vb.) metan gazı ilerleyen üretimin etkisiyle ani püskürme özelliği göstererek maden açıklıklarını doldurabilmektedir. Her iki durum, metan içeren kömür madenleri için çeşitli sıkıntılar doğurabilmekte ve birçok madencinin yaşamını yitirmesine sebep olabilmektedir. Ek olarak, yayılma hızı havaya oranla yüksek seviyelerde olan metan üretim hızına paralel olarak kısa sürede çalışma bölgelerini doldurabilmekte ve bu bölgelerdeki oksijen konsantrasyonunun ani bir şekilde düşmesine sebep olabilmektedir. Bu ise madencilerin oksijen yetersizliğinden ötürü hayatlarını kaybetmesine yol açmaktadır (Aydın ve ark., 2009).

Kömür madenlerinde, kömür tozlarının patlayıcı özellik gösterebildiği bilinmektedir. Havada askıya geçmiş bir toz bulutunun ateşleyici bir kaynaka teması geçmesi sonucu kömür tozu patlaması meydana gelebilmektedir. Metan-hava karışımlarını patlatabilecek kaynakların bir toz bulutunu da patlatabileceği bilinmektedir. Ancak, faaliyetlerin en etkin şekilde yürütüldüğü ve dolayısıyla fazla miktarda tozun açığa çıktığı maden açıklıklarında bile askıdaki kömür tozları patlayıcı bir toz bulutu oluşturamazlar. Patlama için önemli olan maden açıklıklarının çeşitli bölgelerinde çökmüş halde bulunan tozların bir basınç etkisiyle girdaplanarak havaya karışmasıdır. Buradan da anlaşılacağı gibi, bir kömür tozu patlamasının olabilmesi için çökmüş tozu havalandıracak bir etken ile bu toz bulutunu ateşleyecek bir kaynağın bir araya gelmesi gerekmektedir. Metan patlaması sonucu oluşan sıcak gazların genişmesiyle güçlü bir hava darbesi oluşmakta ve bu darbe çökmüş tozun havaya karışmasına yol açmaktadır. Yanmakta olan metan gazı ise bu toz bulutunu ateşleyebilmektedir (Didari, 1985).

3.2. Ekonomik Kayıplar

Kömür madenlerinde açığa çıkan metan gazı, üretim aksamalarına yol açması, yüksek hazırlık çalışmaları gerektirmesi ve maden içerisinde işletilemeyen alanlara sebep olmasından ötürü maddi kayıplara yol açabilmektedir.

Maden açıklıklarında, metan konsantrasyonunun yükselmesi durumunda üretim yavaşlatılmakta/durdurulmakta ve gazın bölgeden uzaklaştırılması için çalışmalar yürütülmektedir. Üretimin aksamalarına neden olan bu çalışmalar bir hayli zaman

almakta ve üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Ayrıca, gazlı kömür damarlarında, yüksek metan yayılımının bir sonucu olarak büyük panolarla çalışmaların yürütülmesi imkansız hale gelmektedir (Aydın ve ark., 2009). Düşük seçilen pano boyutları nedeniyle madenin üretilmesi için daha fazla hazırlık galerisine ihtiyaç duyulmakta ve bu da hazırlık maliyetlerini arttırmaktadır. Gerekli önlemlerin alınmadığı kömür damarlarında, bazı panolarda yüksek gaz içeriğinden ötürü çalışmalar yürütülememekte ve rezervin bir kısmı üretim yapılmaksızın terk edilmektedir. Bu şekilde, ekonomik olarak değerlendirilebilecek bir kaynak israf edilmekte ve kömür işletmeleri çeşitli zararlara uğrayabilmektedir.

4. METAN DRENAJİ

Çoğu kömür işletmesinde, havalandırma sistemlerinin kullanılmasıyla metan uygun konsantrasyonlara seyreltilmektedir. Ancak, özellikle gazlı madenlerde üretim çalışmalarının verimli bir şekilde sürdürülebilmesi için havalandırma çalışmalarının drenaj faaliyetleriyle desteklenmesi gerekmektedir. Metan drenajı, metan kaynaklı tehlikelerin önlenmesi/azaltılabilmesi ve çalışmaların iş güvenliği açısından sorun oluşturmayacak şekilde yürütülebilmesine olanak sağlamaktadır. Drenaj sistemleriyle madencilik öncesinde, madencilik döneminde ve madencilik sonrasında kömür damarı içerisinde bulunan metan gazı üretilebilmektedir (Anon, 1999; Aydın ve Kesimal, 2007). Yaygın olarak kullanılan metan drenajı yöntemleri aşağıda sunulmaktadır. Çizelge 1'de bu yöntemler drenaj verimi ve gaz kalitesi yönünden karşılaştırılmaktadır.

- i. Yüzeyden damara açılan düşey kuyular
- ii. Yüzeyden göçük bölgesine açılan düşey kuyular
- iii. Hazırlık galerilerinden arın önüne delinen yatay delikler
- iv. Çevreleyen tabakaya doğru delinen çapraz delikler

Yüzeyden damara açılan düşey kuyularla drenajda, kömür damarı (tek bir kömür damarı ya da birkaç damar) boyunca delinen kuyular vasıtasıyla, metanın madencilik işlemleri öncesinde drenajı sağlanır. Üretilen gaz bir pompayla ya da doğal basınç farkından yararlanılarak yeryüzüne alınır. Düşey kuyular genellikle madencilik işlemleri başlamadan 2-7 yıl önce açılırlar ve damar işletilmeye başlamadan önce damardaki gazı üretirler.

Yüzeyden göçük bölgesine açılan düşey kuyularla, kömür üretilip göçertme işlemi gerçekleştirildikten kısa bir süre sonra metan gazı üretilir. Yöntemde metan göçük bölgesinden kuyulara aktarılır ve kuyu boyunca hareket ederek yüzeye ulaşması sağlanır. Akış oranları, göçük bölgesi ve kuyu başı arasındaki doğal basınç farkıyla

kontrol edilir. Basınç farkının yetersiz olduğu durumlarda pompa kullanımı söz konusu olabilir.

Çizelge 1. Drenaj yöntemlerinin karşılaştırılması (Hartman ve ark., 1997)

Drenaj yöntemi	Drenaj verimi¹	Gaz kalitesi
Yüzeiden damara açılan düşey kuyular	$\leq 70^2$	Oldukça saf metan
Yüzeiden göçük bölgesine açılan düşey kuyular	≤ 50	Maden havasıyla kirletilmiş metan
Hazırlık galerilerinden arın önüne delinen yatay delikler	$\leq 20^2$	Saf metan
Çevreleyen tabakaya doğru delinen çapraz delikler	≤ 20	Maden havasıyla kirletilmiş metan

¹ Drene edilen metan yüzdesi

² Damarın hidrolik çatlaklandırılması, damarda boşluk oluşturulması, damara karbondioksit enjekte edilmesi vb. yöntemlerle drenaj verimi arttırılabilir.

Hazırlık galerilerinden arın önüne delinen yatay deliklerle, arının kazılmasından kısa bir süre önce arın gerisinde bulunan metan gazı üretilir ve çalışmalar esnasında açıklığa sızması muhtemel metan gazı potansiyeli azaltılır. Üretim faaliyetlerinin kısıtladığı drenaj zamanının yanı sıra gazın bozunmamış kömür damarlarından elde edilmesi düşük drenaj verimine sebep olmaktadır.

Çapraz delikler maden açıklıklarından kömür damarını çevreleyen tabakalara doğru delinen deliklerdir. Bu yöntemde, göçük bölgesinde daha az gazın birikmesi için çevreleyen tabakanın ön drenajı gerçekleştirilir. Drenaj verimi genellikle düşüktür ve elde edilen metan saf değildir.

Gazlı kömür damarlarında metan drenajı uygulanmasına karar vermek için kapsamlı bir analizin yapılması gerekmektedir. Yapılacak analizde uygulanacak yöntemin avantajları, dezavantajları ve ekonomisi göz önüne alınarak işletme için en uygun drenaj yöntemi seçilmelidir.

5. METANIN KULLANIMI

Kömür işletmeleri, drenajı çeşitli gerekçelerle (maliyet vb.) üretim planlarına almamakta ya da kısmen plansız bir şekilde uygulamakta ve sonrasında karşılaştıkları felaketler yüzünden büyük zararlara uğramaktadırlar. Halbuki, herhangi bir drenaj yöntemiyle eş zamanlı olarak yürütülen havalandırma çalışmaları, çoğu madende metan konsantrasyonunu düşük tutmanın en ekonomik

yöntemi olabilmektedir. Drenaj maliyetleri havalandırma maliyetlerinden düşük olduğundan, metan drenajını artan havalandırma gereksinimleri yerine kullanmak daha karlı olmaktadır. Ayrıca, kömür işletmelerinin birçoğu drenajla birlikte elde edecekleri gazın bir enerji kaynağı olarak kullanılabileceğinden bihaberdirler.

Gazın çeşitli alanlarda kullanılması drenaj uygulamalarının daha popüler hale gelmesine ve daha madenin planlanması aşamasında programa dahil edilmesine katkı sağlayacaktır. İsraf edilecek bir kaynağın değerlendirilmesi ve gazın kullanım/pazar şartlarının değerlendirilmesi her işletme sahibinin göz önünde bulundurması gereken bir durum olmalıdır. Kömür kaynaklı metanın kullanım teknolojilerini aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür (Bibler ve Carothers, 2000; Aydın ve ark., 2012).

- i. Doğal gaz yerine kullanılması
- ii. Direkt olarak metanın kullanılması
 - Kömürle birlikte gazın müşterek yakılması (ısı üretmek için)
 - Kömürün kurutulması
 - Ağır metaller içeren suyun buharlaştırılması
 - Maden binalarının ve havasının ısıtılması
 - Yerel sanayiler tarafından değişik amaçlarda kullanımı
- iii. Elektrik üretimi ve kojenerasyon
 - Kömürle birlikte gazın müşterek yakılması (elektrik üretmek için)
 - İçten yanmalı motorlar
 - Türbinler
 - Yakıt hücreleri
 - Havalandırma havası oksidasyonu
- iv. İmha (yakma, havalandırma havasının oksidasyonu)

Drenajla beraber elde edilen metan gazı, doğal gaz standartlarını karşılaması durumunda doğal gaz şirketlerine pazarlanabilmektedir. Gazın bu amaçla kullanılabilmesi için en az %95 metan içermesi ve diğer bazı özel koşullara sahip olması gerekmektedir. Bu özelliklerdeki gaz, basit bir zenginleştirme ile sıkıştırılarak civarda bulunan doğal gaz hatlarına sevk edilebilmektedir. Gazın doğal gaz gereksinimlerini karşılayamadığı durumlarda, istenmeyen bileşenlerin ortamdaki uzaklaştırılmasıyla ve/veya yüksek ısıl değere sahip gaz ile karıştırılması ile zenginleştirilebilmektedir (Aydın ve Karakurt, 2008).

Drenajla üretilen metan gazının madende veya madene yakın bölgelerde direkt olarak kullanımını sağlayabilecek çeşitli uygulamalar da bulunmaktadır. Kömür madenlerinde metan; kömürün kurutulmasında, atık suyun arıtılmasında, maden işletmelerine ait yerüstü tesislerinin ve bu tesislerde kullanılan suyun ısıtılmasında da değerlendirilebilir. Soğüğün hüküm sürdüğü bazı bölgelerde ise işçilerin çalışma

koşullarının iyileştirilmesi ve/veya maden açıklıklarındaki buzlanmaların önlenmesi amacıyla kullanımı da mümkündür.

Metan gazı kömür, doğal gaz ya da petrolün kullanıldığı bazı uygulamalarda yardımcı yakıt olarak kullanılabilir. Ayrıca, elektrik ve ısı üretmek için kullanılan yöntemlerde alternatif bir kaynak olarak değerlendirilebilir (Flores, 1998; Karakurt ve ark., 2009).

6. SONUÇLAR

Kömür madenlerinde, metan ve beraberindeki tehlikeler yüzünden çok sayıda madenci yaşamını yitirmiştir. Gelişen teknoloji, metan kaynaklı riskleri ortadan kaldırmakta ya da minimuma indirmektedir. Ancak, profesyonelce bir planlamadan uzak olarak çalışmalar yürüten özellikle küçük ölçekli madencilik şirketleri çeşitli gerekçelerle bu teknolojileri görmezlikten gelip adeta yaşanması muhtemel facialara davetiyeler çıkarmaktadırlar.

Gazlı kömür damarlarında uygulanan metan drenajı, üretim aksamalarının azalmasına/önlenmesine, işletme maliyetlerinin düşürülmesine ve en önemlisi çalışmaların daha güvenli bir ortamda sürdürülmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, drenajla birlikte üretilen gaz işletmede farkla amaçlarda kullanılabilir ve/veya uygun pazar koşullarının olması durumunda pazarlanabilir. Böylelikle işletmenin enerjide dışa bağımlılığı en aza inmekte ve gaz satışından ek gelir elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Anon, 1999. *Guidebook on Coalbed Methane Drainage for Underground Coal Mines*. www.epa.gov/cmop/pdf/red_001.pdf
- Aydın G, Karakurt İ, 2008. *Yeraltı Kömür Damarlarından Üretilen Metanın Kullanım Teknolojileri*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15 (1), 129-136.
- Aydın G, Karakurt İ, Aydın K, 2009. *Metan Drenajının İşletme Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması*. 3. Balkan Madencilik Kongresi, 1-3 Ekim, İzmir, 575-583.
- Aydın G, Karakurt İ, Aydın K, 2012. *Analysis and Mitigation Opportunities of Methane Emissions from Energy Sector*. Energy Sources Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 34 (11), 967-982.
- Aydın G, Kesimal A, 2007. *Kömür Madenciliğinde Metan Drenajının Uygulanabilirliğinin Araştırılması*. Madencilik, 46 (4), 11-20.

- Bibler C, Carothers P, 2000. *Overview of Coal Mine Gas Use Technologies. Second International Methane Mitigation Conference*, Haziran 2000, Novosibirsk, Rusya, 475-482.
- Dallegge T, Barker C, 1999. *Coal-bed Methane Gas-in-place Resource Estimates Using Sorption Isotherms and Burial History Reconstruction: An Example from the Ferron Sandstone Member of the Mancos Shale*, http://pubs.usgs.gov/pp/p1625b/Reports/Chapters/Chapter_L.pdf
- Didari V, 1985. *Kömür Tozu Patlaması*. Madencilik, 14 (4), 23-39.
- Flores RM, 1998. *Coalbed Methane: From Hazard to Resource*. International Journal of Coal Geology, 35; 3-26.
- Gürdal G ve Yalcın E, 1992. *Kömürde Gaz Birikmesini Kontrol Eden Parametreler-Genel Bakış*, Türkiye 8. Kömür Kongresi, Mayıs, Bildiriler Kitabı, 307-318.
- Hartman H, Mutmansky JM, Ramanı RV, Wang YJ, 1997. *Mine Ventilation and Air Conditioning*, 3. Baskı, Wiley, New York, 730 sayfa.
- Karakurt İ, Aydın G, Aydın K, 2009. *Kömür Madenlerinden Açığa Çıkan Metan Gazının Azaltım Seçenekleri*. 3. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Haziran 2009, Ankara, 165-172.
- Karakurt İ, Aydın G, Aydın K, 2010. *Kömür Madenlerinde Metan Drenajının İşletme Maliyetlerine Etkisi*. 17. Kömür Kongresi, 2-4 Haziran, Zonguldak, 361-368.
- Yalcın E, Durucan S, 1984. *Zonguldak Kömürlerinin Açığa Çıkabilen Metan İçerikleri*, Türkiye 4. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 319-331.

Kömür Kökenli Metan Üretiminden Kaynaklanan Çevresel Problemler

Environmental Problems related to Coalbed Methane Production

İ. Karakurt, G. Aydın, S. Kaya

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon

ÖZET: Kömür kökenli metan (KKM), kömür damarlarında doğal olarak oluşan ve az miktarlarda hidrokarbon ya da hidrokarbon olmayan gazları içeren bir gazdır. Kömürleşme ile oluşmaya başlayan bu gaz, kömür işletmeleri için büyük tehlike oluşturmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar ve geliştirilen yeni üretim teknikleri sayesinde kömür işletmeleri için sorun oluşturan bu gazın, tehlikesiz hale getirilmesi mümkün hale gelmiştir. Ancak, KKM üretimi bazı çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Hava kirliliği, gürültü, yeryüzünde oluşacak bozulmalar, metan ile birlikte üretilen atık sular bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada, KKM üretiminden kaynaklanan çevresel problemler üzerine detaylı bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme sonuçları, KKM üretiminden kaynaklanan çevresel problemlerin büyük bir bölümünü, metan ile birlikte üretilen atık sular olduğunu göstermiştir.

ABSTRACT: Coalbed methane (CBM) is a kind of gas composed naturally in coal beds and contained small quantities hydrocarbons or non-hydrocarbon gases. This gas composing by coalification process, constitutes a great danger for coal mines. Due to new production techniques developed and researches carried out, it has become possible to make safe environment for the coal mines in terms of methane in recent years. However, certain environmental problems are also associated with the production of the CBM. Air pollution, noise, surface disturbance, produced water disposal are some of those. In this study, a detailed evaluation is made on the environmental problems caused by CBM production. Evaluation results show that a large part of the environmental problems caused by CBM production is the produced water disposal.

1. GİRİŞ

1.1. Kömür Kökenli Metan (KKM)

Kömür kökenli metan (KKM), kömür damarlarında doğal olarak oluşan ve az miktarlarda hidrokarbon ya da hidrokarbon olmayan gazları içeren bir gazdır. Geleneksel olmayan bir fosil yakıt kaynağı olarak KKM, başta Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya olmak üzere Dünyada birkaç ülkede önemli bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Moore, 2012). Metan oluşumunda biyojenik ve termojenik olmak üzere iki mekanizma etkindir (Dallegge ve Barker, 1999). Kömürleşme sürecinin ilk aşamalarında, bitkisel kökenli atıkların belirli sıcaklık ve basınçta mikrobiyolojik ayrışmasıyla biyojenik metan oluşur. Kömürleşme sürecinin bu aşamasında; fosil biyojenik metan birikimleri, metanın tutunabileceği bir rezervuar ya da kütlenin olmayışı ve oluşan gazın azlığı nedeniyle az görülür. Artan derinlikle birlikte sıcaklığın artması, kömürleşme derecesini arttırdığı gibi termojenik metan oluşmasına da sebep olur. Artan derinlik kömürleşmeyi artıracığından metan miktarını da artırır (Yalçın ve Durucan, 1984). Kömür ile beraberindeki metan gazı, belli bir basınçta denge durumundadır. Bu basınç, kömürün rankı (derecesi), damar derinliği ve kömürün yapısına bağlıdır (Aydın ve Kesimal, 2007). Metanın, kömür içerisinde denge halinde bulunduğu basınç bozulmadığı müddetçe açığa çıkması söz konusu değildir.

Kömürleşme ile başlayan metan gazı, kömür madenleri için işletme sırasında büyük tehlike oluşturmaktadır. Ancak bu potansiyelin tehlikesiz duruma getirilmesi ve ekonomiye kazandırılması mümkündür. Gazın üretilmesiyle kömür işletmelerinde metan kaynaklı problemlerin önüne geçilebilecek ve elde edilen gaz bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Ancak, KKM üretimi bazı çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Hava kirliliği, gürültü, yeryüzünde oluşacak bozulmalar (çökme vb.), metan ile birlikte üretilen atık sular bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada, KKM üretiminden kaynaklanan çevresel problemler üzerine detaylı bir değerlendirme yapılmıştır.

1.2. KKM Üretim Yöntemleri

Kömür içerisinde, ya çatlak, kırık ve gözeneklerde serbest gaz, ya çatlaklarda veya gözeneklerde tutunmuş ya da kömür içerisinde çözünmüş olarak bulunan metanın farklı alanlarda kullanılabilmesi için öncelikle uygun teknikler ve/veya teknolojiler kullanılarak üretilmesi gerekmektedir. Üretilen ve/veya üretilecek gazın miktarı, kömür damarı ve çevreleyen tabakanın geçirgenliği, kömür damarının gaz içeriği, üretim süresi ve jeolojik faktörler gibi birçok parametreye bağlı olarak

değişebilmektedir (Aydın ve Karakurt, 2009). Metan gazının üretilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemler, sahip oldukları önemli avantajlarıyla birlikte alt başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

1.2.1. Üretim öncesi metan üretimi

Üretim faaliyeti başlamadan önce yüzeyden tek bir kömür damarı ya da birkaç damara doğru açılan kuyular aracılığı ile metanın, üretim işlemleri öncesinde elde edilmesi sağlanır. Yöntemde, kömür damarının gaz içeriğinin % 50-90'ı üretilmektedir ve elde edilen gazın saflık derecesi yüksektir (Hartman v.d., 1997).

1.2.2. Üretim sırasında metan üretimi

Yatay ve çapraz sondaj delikleri ile metan üretimi ve göçükten metan üretimi şeklinde madencilik faaliyetlerinin devam ettiği sırada damardaki metan elde edilebilmektedir. Tavan ve taban yollarından damara yatay olarak delinen delikler ile açıklıklardan açılı olarak, çapraz şekilde delinen delikler arının kazılmasından kısa bir süre önce arın gerisinde bulunan metan gazının üretilmesine olanak sağlar ve çalışılan bölgeye sızması muhtemel metan gazı potansiyeli azaltılır. Yöntemde üretilen metan miktarı % 20-25 civarındadır.

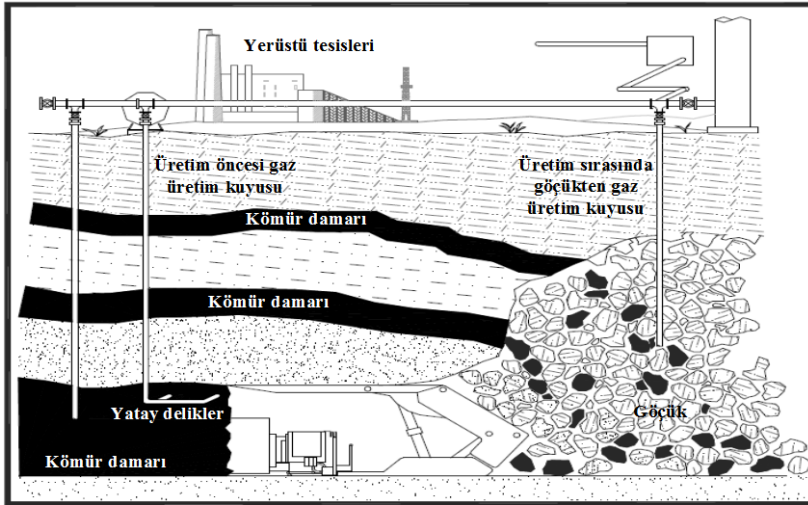
Madencilik faaliyetleri sırasında göçüğe bırakılan bölümde de metan birikimi söz konusudur. Burada biriken metan, gerekli şartların sağlanması durumunda patlamaya neden olabilir. Ayrıca, göçükten üretim bölgesine sızma şeklinde yayılım göstererek ayak için gaz konsantrasyonunun artmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle, yüzeyden göçük bölgesine delinen deliklerle, göçük bölgesindeki metanın üretilmesi sağlanır. Yöntemle üretilen metan miktarı çeşitli faktörlere bağlı olarak %30-70 değerleri arasındadır (Hartman ve ark., 1997). Yaygın olarak kullanılan KKM üretim yöntemleri Şekil 1'e gösterilmektedir.

2. KKM ÜRETİMİNDEN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL PROBLEMLER

KKM'nın araştırılması, üretimi ve dağıtımı esnasında çeşitli çevresel problemler meydana gelebilmektedir. KKM ile birlikte üretilen yeraltı suları, KKM'nın kırık ve/veya çatlaklardan sızması, hava kirliliği, gürültü, yeryüzünde oluşacak bozulmalar (yol ve boru hattı inşası vb.), yeraltı su seviyesinin çekilmesi oluşan başlıca çevresel problemlerdir (Griffiths ve Baker, 2003). İzleyen bölümlerde bu çevresel etkiler hakkında detaylı bilgiler sunulmuştur.

2.1. KKM ile Üretilen Yeraltı (Atık) Suları

Klasik doğal gaz üretim sistemleri karşılaştırıldığında, KKM üretim sistemlerinde yüksek oranlarda yeraltı suyunun (atık su) üretimi de söz konusudur (Plumlee vd., 2014). Yüksek oranlarda üretilen bu yeraltı suyunun yer üstünde bertaraf edilme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, üretilen su içeriğine (tuzluluk oranı gibi) ve yerel yasaların gerekliliklerine göre ya jeolojik formasyonlara enjekte edilerek, ya atık havuzlarında buharlaştırılarak ya yol sulama amaçlı kullanılarak ya da kanalizasyon şebekesine deşarj edilerek bertaraf edilebilmektedir. Bunlar arasında çevresel açıdan bakıldığında en iyi seçenek, üretilen yeraltı suyunun jeolojik formasyonlara enjekte edilmesidir.



Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan metan gazı üretim yöntemleri (Hartman ve ark., 1997).

Atık havuzlarında biriktirilen yeraltı suyunun buharlaştırma yoluyla bertarafı ekonomik olarak uygun bir seçenek olarak değerlendirilmesine rağmen büyük atık havuzları gerektirmesi nedeniyle dezavantajlı bir seçenektir. Ayrıca, atık havuzlarında biriktirilen suyun kırık ve/veya çatlaklardan sızarak yüzeye yakın yeraltı su kaynaklarına ulaşması ve bu kaynakları da kirletmesi söz konusudur. Benzer şekilde, üretilen atık suların yolları sulama amaçlı kullanımı sınırlı miktarda atık suyun bertarafını sağlayacağı ve yine atık suyun içeriğine bağlı olarak bitkiler başta olmak üzere canlılara zarar vermesi söz konusu olacağından dezavantajlı bir seçenektir (Edmunds ve Smedley, 1996; Flores, 2001). Öte yandan, KKM ile üretilen atık suların kanalizasyon şebekesine deşarjı en az maliyetli olan seçenektir. Ancak, bu avantajına rağmen en tartışmalı ve uygulaması problemlere yol açacak bir

seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu işlemin özellikle kurak bölgelerde (atık suyu iyi kalitede olsa bile) çevreye zararlı olabilmektedir. Bu tarz bir deşarj yönteminin bölgenin su akıntısının hidrografik davranışını değiştirebileceği gibi, balık ya da su da yaşayan diğer canlıların yaşamını da tehdit etmektedir. Üstelik, bu uygulama nemliliği arttırarak iklim değişikliğine bile sebep olabilmektedir. Bunların yanı sıra, organik ve/veya inorganik zehirli bileşenler içeren atık suyu, deşarj edildiği yerde yetersiz bir akıntı varlığında da çevresel açıdan tehlike arz etmektedir. Tüm bu olumsuzluklara rağmen, atık suyun kanalizasyon şebekelerine deşarjı uygulama da yoğunlukla tercih edilen yöntemdir (Flores, 2001).

2.2. Yeryüzünde Meydana Gelen/Gelebilecek Bozulmalar

KKM'nın üretimi amaçlı açılacak kuyular için kuyu tesislerinin yanı sıra bu kuyu tesislerinin verimli çalışmasını sağlayacak yollara, boru ve güç hatlarına ve basınç istasyonları gibi işlemlere de ihtiyaç vardır. Petrol ve doğal gaz üretim amaçlı açılan kuyularınkine benzer şekilde KKM üretim amaçlı kuyular için de doğanın yada topografyanın bozulması söz konusu olabilmektedir. Bu amaç için açılacak boru ve/veya güç hatlarının, basınç istasyonlarının ve kuyuların kendilerinin varlığı özellikle tarımsal alanların bozulmasını kaçınılmaz hale getirebilecektir.

Araştırmalar, KKM üretimi sırasında en fazla yüzey bozulmalarının boru ve/veya güç hatlarının inşası sırasında meydana geldiğini işaret etmektedir (Fisher, 2001). Bu bozulmalar; toprak erozyonları başta olmak üzere doğal yaşam dengesinin değişmesi ve istenmeyen türde bitki türlerin oluşması gibi olumsuzlukları beraberinde getirebilmektedir.

2.3. Gürültü

KKM'nın üretimi sırasında kullanılan kuyu ekipmanlarının uğultulu bir şekilde çalışması, ilk başlarda rahatsız edici boyutta görülmemesine rağmen sürekliliği devam edeceği için zamanla yakınlarda yaşayan insanları rahatsız edebilecek boyutlara ulaşabilmektedir. Üretilen gazın pazara sunulabilmesi için basınç ünitelerinde sıkıştırılması ve nakledilmesi gerekmektedir. Bu amaç için kullanılan basınç üniteleri, oldukça gürültülü çalışan ekipmanlardır. Bu yüzden KKM üretim aşamasında ortaya çıkabilecek en gürültülü bölümün bu basınç ünitelerinin ortaya çıkardığı gürültü olduğu söylenebilir. Benzer şekilde, farklı amaçlar (nakliye gibi) için kullanılan ağır araçlarda gürültü kaynağı olarak sayılabilmektedir. KKM üretimi sırasında ortaya çıkabilecek bu gürültü kaynaklarının minimize edilmesi, gürültü

azaltıcı yapıların kullanılmasıyla (ses emicileri gibi) ve özellikle basınç ünitelerinin olduğu bölümlerin izole edilmesiyle sağlanabilmektedir (Fisher, 2001).

2.4. Hava Kirliliği

KKM üretimi kaynaklı hava kirliliğinin büyük bir kısmını, üretim sırasında kullanılan ekipmanlar için içten yanmalı motorların kullanılması ve bu kullanım sırasında karbon monoksit, karbon dioksit ve sülfür dioksit gibi gaz emisyonları oluşturmaktadır. Ayrıca, KKM'nın zenginleştirme işlemleri sırasında açığa çıkan gazlar ile özellikle ağır araçların seyahati sırasında açığa çıkan gazlar da KKM kaynaklı gürültü kaynakları arasında sayılabilmektedir (Fisher, 2001).

2.5. Gaz (Metan) Sızması

Kömür damarı içerisindeki gazın kırık, çatlak gibi süreksizliklerden sızarak yüzeye yakın derinliklere ulaşması ve buradan da atmosfere salınması KKM'nın üretimi sırasında oluşan önemli çevresel problemlerden biridir. Kırık ve/veya çatlaklar aracılığı ile sızan gaz; 1) sığ yeraltı suyunun kirlenmesine yol açabilir, 2) bitkilerin yaşamını tehdit edebilir, 3) herhangi bir kıvılcım varlığında patlama ya da yangınlara sebebiyet verebilmektedir.

2.6. Sığ Yeraltı Su Seviyesinin Çekilmesi

KKM'nın üretimi sırasında meydana gelen önemli bir problem de sığ yeraltı su seviyesinde meydana gelen çekilme/düşmedir. Sığ yeraltı su seviyesindeki düşmelerin/çekilmelerin başlıca etkileri; 1) sığ yeraltı suyunu kullananların (çiftlikler, tarım alanlarının sulanması gibi) ihtiyacı olan miktarı karşılayamamaları, 2) yer yüzeyinde çökmelerin olması, 3) yüzeye yakın linyit gibi kömür damarlarının su içeriğinde meydana gelebilecek herhangi bir azalmayla bu damarlara hava girişinin hızlanması ve oksijenle teması artan damarların kendiliğinden yanma olasılıklarının artması, 4) kendiliğinden yanan kömürün kalitesindeki düşüş, 5) kendiliğinden yanma ile birlikte açığa çıkacak gazlar ve atmosfere salınmasının sera gazlarına/canlılara etkileri olarak sayılabilir (Case vd., 2001).

3. SONUÇLAR

Son yıllarda yapılan araştırmalar ve geliştirilen yeni üretim teknikleri sayesinde kömür işletmeleri için sorun oluşturan metan gazının, tehlikesiz hale getirilmesi mümkün hale gelmiştir. KKM'nın üretim öncesi, üretim sırası ve sonrasında

üretimi ile güvenli bir çalışma ortamının oluşması ve elde edilen gazın bir enerji kaynağı olarak kullanılması söz konusu olabilmektedir. Ancak, KKM üretimi bazı çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. KKM ile birlikte üretilen atık sular, sığ yeraltı su seviyesinin çekilmesi/düşmesi ve etkileri, gürültü, yeryüzünde oluşacak bozulmalar, KKM üretimi kaynaklı önemli çevresel problemlerdendir. Bunlar arasında, atık sular KKM üretiminden kaynaklanan çevresel problemlerin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla sığ yeraltı su seviyesinin çekilmesi/düşmesi, metan sızması ve yüzeyde meydana gelen bozulmalar takip etmektedir. Gürültü ve hava kirliliği problemleri de, diğerleri kadar yoğun olmamasına rağmen KKM üretiminden kaynaklı önemli çevresel problemlerdendir. Çalışmada bahsi geçen her bir çevresel problem için mücadele yöntemlerinin etkin bir şekilde kullanılması, geleceğe dönük KKM araştırılması, üretimi ve dağıtımının çevreye dost bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aydın, G., Kesimal, A., 2007. Kömür Madencilğinde Metan Drenajının Uygulanabilirliğinin Araştırılması. Madencilik, Cilt 46, Sayı 4, s.11-20.
- Aydın, G., Karakurt, İ., 2009. Yeraltı Kömür Damarlarından Üretilen Metanın kullanım teknolojileri. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 15, Sayı 1, s.129-136.
- Case, J.C., Edgar, T.V., De Bruin, R.H., 2001. Subsidence Potential Related to Water Withdrawal in the Powder River Basin. Wyoming State Geological Survey. Available at: <http://www.wsgsweb.uwyo.edu/oilandgas/subsidence.htm>
- Dallegge, T., Barker, C., 1999. Coalbed Methane Gas-in-place Resource Estimates Using Sorption Isotherms and Burial History Reconstruction: An example from the Ferron Sandstone Member of the Mancos Shale, Utah, U.S., Geological Survey Professional Paper, 1625-B.
- Edmunds W.M., Smedley P.L., 1996. Groundwater Geochemistry and Health: An overview. In Appleton, J.D. and Others, Editors. Environmental Geochemistry and Health. Geological Society of London Special Publication No. 113, pp. 91-105.
- Fisher, J.B., 2001. Environmental Issues and Challenges in Coal Bed Methane Production. Available at: http://ipcc.utulsa.edu/Conf2001/fisher_92.pdf.
- Flores, R.M. 2001. A field Conference on Impacts of Coalbed Methane Development in the Powder River Basin, Wyoming. USGS Open File Report 01-126.

- Griffiths, M., Baker, C.S., 2003. The Environmental Challenges of Coalbed Methane Development in Alberta. Available at: https://www.pembina.org/reports/CBM_Final_April2006D.pdf
- Hartman, H., Mutmansky, J.M., Ramani, R.V., Wang, Y.J., 1997. Mine Ventilation and Air Conditioning.
- Moore, T.A., 2012. Coalbed Methane: A review. International Journal of Coal Geology 101; pp. 36–81.
- Plumlee, H.M., Debroux, F.J., Taffler, D. Graydona, J.W., Mayerb, X., Dahmb, K.G., Hancock, N.T., Guerrab, K.L., Xu, P., Drewesb, J.E., Cath, T.Y., 2014. Coalbed Methane Produced Water Screening tool for Treatment Technology and Beneficial Use. Journal of Unconventional Oil and Gas Resources. 5; pp. 22–34.
- Yalçın, E., Durucan, Ş., 1984. Zonguldak Kömürlerinin Açığa Çıkabilen Metan İçerikleri. Türkiye 4. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, s. 319-331.

TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak Bölgesinde 2013-2014 Yılları Arasında Meydana Gelen İş Kazaları

*Work Accidents Occurred Between 2013-2014 Years in
TTK Uzulmez TIM Asma-Zonguldak Region*

A. E. Arıtan, S. Arslan

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

ÖZET Ülkemizde, tüm iş kollarında olduğu gibi maden iş kolunda da iş kazaları olmaktadır. Madencilik, mesleklerin en ağır olarak kabul edilmektedir. Madencilik mesleğinin en ağırlarından birisi ise kömür madenciliğidir. Yeraltı kömür madenciliğinde üretim çalışmaları genellikle tehlikelidir.

Çalışmada TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak Bölgesinde meydana gelen iş kazaları konu alınmıştır. İşyeri olarak genellikle yeraltı ele alınmıştır. Yeraltında çalışanlar yerüstünde çalışanlara oranla daha fazla yaralanmaya maruz kalmaktadırlar. Yapılacak olan araştırmalarda TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak Bölgesindeki iş kazalarının sebepleri, sonuçları, gerekli önlem ve yapılması gereken çalışmaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, iş sağlığı ve güvenliğince yapılabilecek olan çalışmalar ve alınması gereken önlemler, varsa güvenlik açıklarının belirlenmesi, iş kazaları istatistikleri, kazaların ay, gün, saat dağılımları ve yerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmalar sonunda edinilen bilgilere göre TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak Bölgesi'nde kazaların oluş nedenlerinin, sürekli tekrarlanan kazaların çalışan üzerindeki etkileri ile birlikte güvenlik tedbirlerinde alınabilecek ekstra önlemlerin belirlenmesiyle çalışmaların daha verimli ve oluşabilecek risklerin engelleneceği kanısına varılmıştır.

ABSTRACT In our country there could be some work-related accidents in mining as in all lines of business. Mining is accepted by the most severe profession. One of the most severe occupations of mining is coal mining. In the underground coal mining, manufacturing is often dangerous.

In this work occupational accidents were taken which have occurred in the TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak region. Generally underground will taken as

workplace. The people who work in underground get hurt more than the other workers who don't work in underground. Whose research will be done in TTK Üzülmez TİM Asma causes of occupational accidents in Zonguldak, results, the measures which is necessary and works that need to be done for the occupational health and security. At the same time it aimed to set the measures that must be taken, vulnerability if any, statistics of occupational accidents, these accidents' month, day and hour distributions and locations. According to information that got at the end of the researches, works can be more efficient and risks can be prevented by setting the causes of the accidents, effects of repeated accidents to workers and additional measures that can be taken for the security in the TTK Üzülmez TİM Asma-Zonguldak.

1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

İşyerinde işin yürütülmesi ile ilgili olarak meydana gelen tehlikelerden, sağlığa zarar verebilecek şartlardan korunmak ve daha iyi bir iş ortamı oluşturmak için yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır. İşyerlerinde çalışanların sağlıklı ve güvenli çalışmalarını sağlamak üzere alınması gereken tedbirler dizisidir (Yerlikaya, 2013).

1.1. İş Kazası

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13. maddesinde hükme bağlanan 5 durumda meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özre uğratan olaydır.

İş kazası, aşağıdaki hal ve durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedence veya ruhça arızaya uğratan olaydır.

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısıyla,
- Sigortalının işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi yüzünden asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
- Emzikli kadın sigortalının çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,
- Sigortalının, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmesi sırasında, meydana gelen kazalar, iş kazası olarak nitelendirilmektedir (5510 Sayılı Kanun, 2006).

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından yayınlanan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ansiklopedisi'nde iş kazası, "belirli bir zarara ya da yaralanmaya neden olan beklenmeyen ve önceden planlanmamış bir olay" olarak tanımlanmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre ise iş kazası, “önceden planlanmamış, çoğu zaman kişisel yaralanmalara, makinelerin araç ve gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan bir olaydır”. Bir başka tanıma göre iş kazası, “işçinin iş sırasında ya da yaptığı iş nedeniyle karşılaştığı kazadır”. Sosyal politika ve iş güvenliği görüşü açısından şöyle bir tanımlama yapabiliriz: İş kazası, işçinin iş sürecinde çalışma koşulları, işin nitelik ve yürütümü ya da kullanılan makine, araç, gereç ve malzeme nedeniyle uğradığı işgücünün tamamını ya da bir bölümünü yitirdiği bir olaydır.

2. TTK ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASI

Zonguldak kömür havzası 180 yıllık üretim kültürüne sahiptir. Havzada 1848–1940 yılları arasında yerli, yabancı ve özel işletmeciler tarafından değişik adlar altında kesintisiz olarak üretim yapılmıştır. 1924 sonrası kamu işletmeciliği artarak havza 1940'dan sonra tamamen devletleştirilmiştir. 1988 yılında redevans uygulamasına başlamıştır. Bugün redevans usulü üretim yapan özel sektör işletmeleri ve kaçak üretim yapan ocaklar bulunsa da, havza kömürlerinin tamamına yakını kamu eliyle Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından işletilmektedir. İmtiyaz sahası alanı 3.000 km² denizde, 3.885 km²'si karada olmak üzere toplam 6.885 km²'dir.

Havzada mevcut kömür damarlarını, arakat kayaçları, büyük kıvrımlar ve faylarla güç işletme koşulları ortamına sokmuştur. Havzada çeşitli kalınlıkta 37 adet kömür damarı mevcut olup halen bu damarların 16'sında üretim faaliyeti sürdürülmektedir. Türkiye Taşkömürü Kurumu faaliyetlerini Genel Müdürlük birimleri ile beş müessesede (Armutçuk, Kozlu, Üzülmöz, Karadon ve Amasra Müesseseleri) sürdürmektedir (Anonim, 2015).

3. METOD

Zonguldak Üzülmöz Asma Bölgesi TİM iş kazaları incelenerek 2013-2014 yılı yeraltı kazaları saat, gün, ay, yıl olarak incelenmiş incelenen veriler günlük kaza rapor defteri yanı sıra elektronik olarak müessese veri tabanından yararlanılarak 2013-2014 yılı verileri analiz edilmiş ve grafik oluşturularak yorum yapılmıştır.

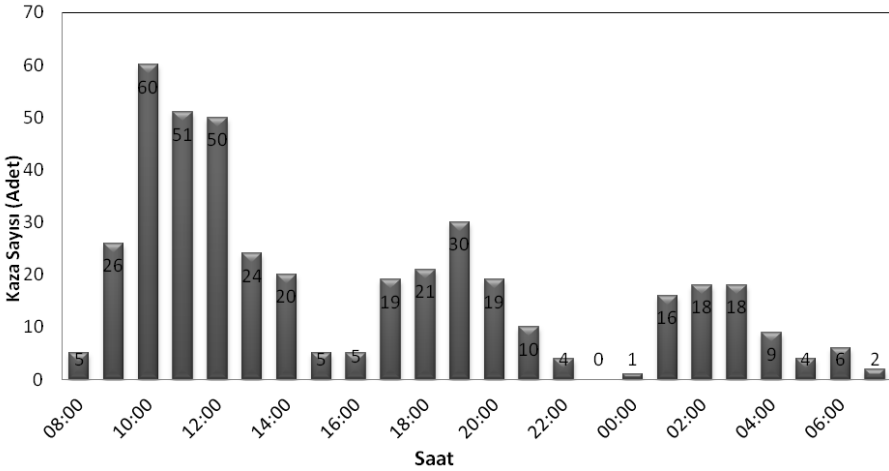
4. BULGULAR

4.1. 2013 Yılı İş Kazaları Analizi

2013 yılı Zonguldak Üzülmez Müessesesi yeraltı kazaları, günlük kaza rapor defteri yanı sıra elektronik olarak müessesede bulunan veri tabanından alınmış, veriler aylık, saatlik ve çalışanların yaş dağılımlarına göre incelenmiştir (TTK [1], 2013; TTK [3], 2013).

4.1.1. 2013 yılı iş kazalarının saatlere göre dağılımı

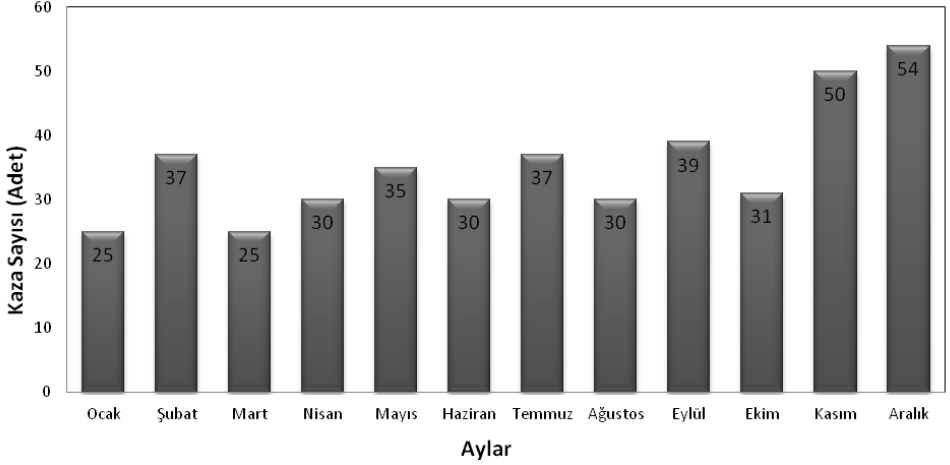
2013 yılı saatlere göre iş kazaları dağılımında 3 vardiya bulunmakta ve genel çalışmalarda 08:00 ile 15:00 saatleri arasındaki vardiyada iş kaza istatistik verilerine göre daha fazla kaza olmakta diğer 2 vardiyada kaza sayısı düşmekte yukarıdaki grafiği üretim vardiyasından sonra tahkimat ve taramanın yapıldığı vardiya olan 08:00-15:00 saatleri arasında kazalanma fazla olması çalışanların tahkimat ve tarama anında kazalandıklarını belirtmektedir. Vardiyalara göre kaza istatistikleri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. 2013 yılı iş kazaları saatlere göre dağılımı

4.1.2. 2013 yılı iş kazalarının aylara göre dağılımı

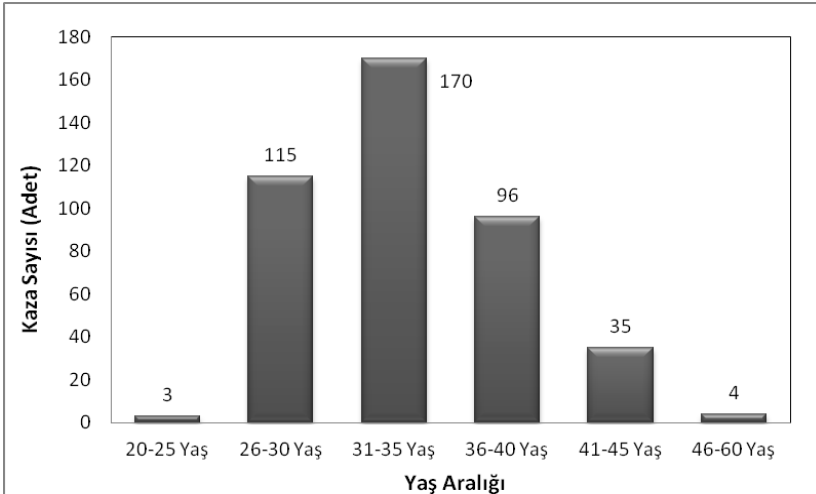
2013 yılında aylara göre iş kazaları dağılımı 25 ile 54 kişi arasında değişmektedir. Aylara göre üretim miktarında görülen değişim bu durumu anlatabilmektedir. Üretimin artmasıyla; tahkimat işlerinin artması, tamir tarama işlerinin artması vb. çalışmaların artması sebebiyle kazalar da artış görülmektedir (Şekil 2) (TTK [1], 2013; TTK [3], 2013).



Şekil 2. 2013 yılı iş kazaları aylara göre dağılımı

4.1.3. 2013 yılı iş kazalarının yaş gruplarına göre dağılımı

2013 yılı iş kazalarının farklılık gösteren bir başka grafiği de yaş guruplarına göre dağılımı olmaktadır. Bu grafikte iş kazalarındaki yoğunluğun orta yaş olarak kabul edilebilecek yaşlarda yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 3) (TTK [1], 2013; TTK [3], 2013).



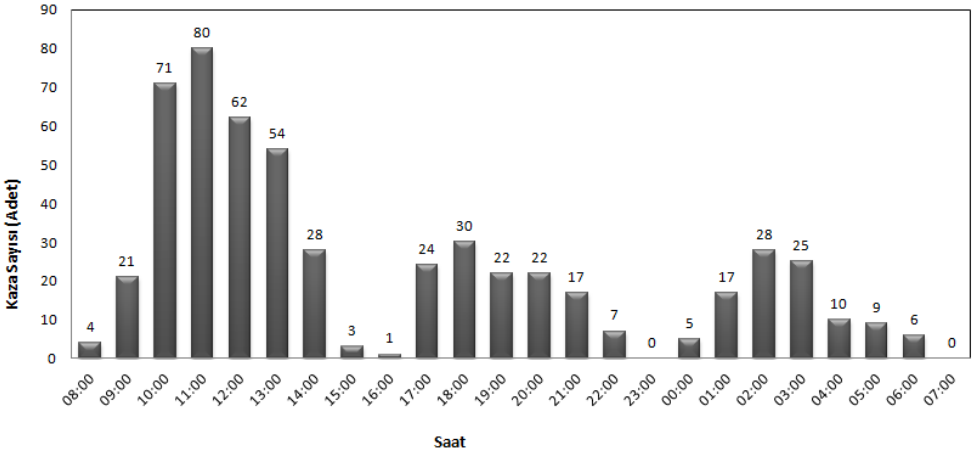
Şekil 3. 2013 yılı iş kazaları yaş gruplarına göre dağılımı

4.2. 2014 Yılı İş Kazaları Analizi

Zonguldak Üzülmez Müessesesinde yeraltı kömür ocağında meydana gelen kazalar; günlük kaza rapor defteri yanı sıra elektronik olarak müessese veri tabanında bulunan verilerden de yararlanılarak, aylık, saatlik ve çalışanların yaş dağılımlarına göre tespit edilmiştir (TTK [2], 2014; TTK [4], 2014).

4.2.1. 2014 yılı iş kazalarının saatlere göre dağılımı

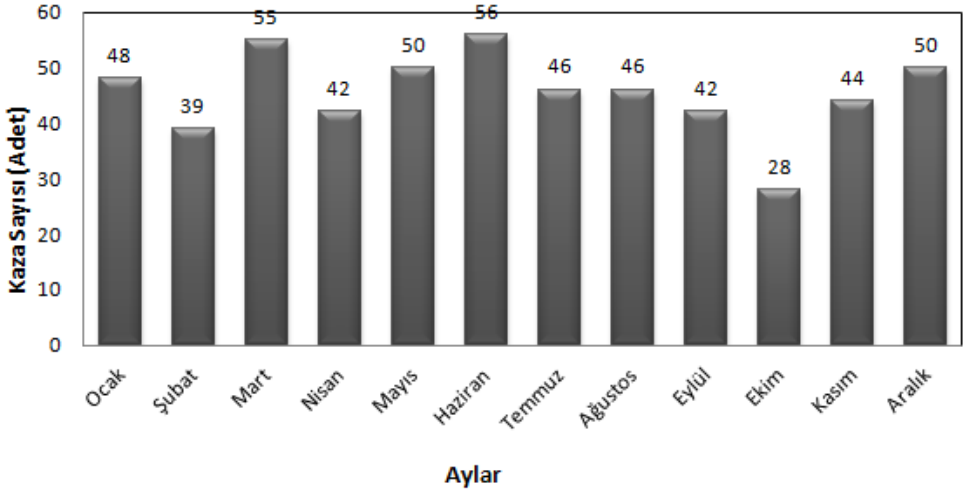
2014 yılı saatlere göre iş kazaları dağılımında, 3 vardiya incelenmiş ve 08:00 ile 15:00 Saatleri arasındaki vardiyada iş kaza istatistik verilerine göre daha fazla kaza olduğu diğer 2 vardiyada kaza sayısı düştüğü görülmüştür. Şekil 4'te üretim vardiyasından sonra tahkimat ve taramanın yapıldığı vardiya olan 08:00-15:00 saatleri arasında kazaların fazla olması, tahkimat ve tarama çalışmalarının dikkatle incelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (TTK [2], 2014; TTK [4], 2014).



Şekil 4. 2014 yılı iş kazaları saatlere göre dağılımı

4.2.2. 2014 yılı iş kazalarının aylara göre dağılımı

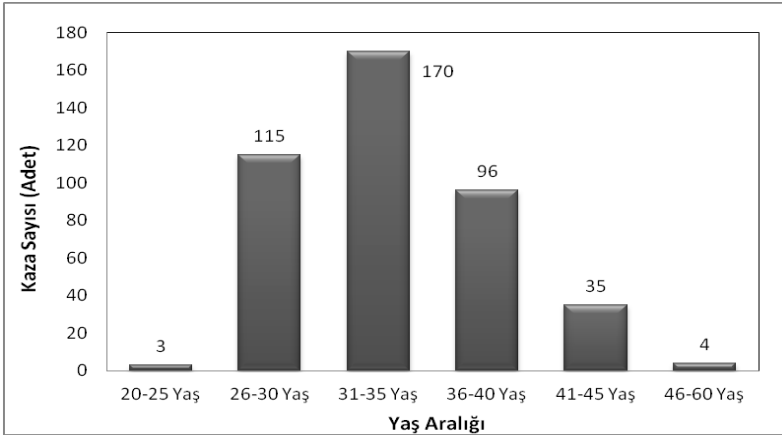
2014 yılında aylara göre iş kazaları dağılımı 28 ile 56 kişi arasında değişmektedir. Aylık değişimlerin sebebini herhangi bir sebebe bağlamak doğru olmamaktadır. Aylara göre üretim faaliyetinde değişim olmakta ve bu sebeple tahkimat işlerinin artması, tamir tarama işlerinin artması vb. çalışmaların artması sebebiyle kaza sayılarında değişim görülmektedir (TTK [2], 2014; TTK [4], 2014).



Şekil 5. 2014 yılı iş kazaları aylara göre dağılımı

4.2.3. 2014 yılı iş kazalarının yaş gruplarına göre dağılımı

2014 yılında, 2013 yılı iş kazalarının yaş guruplarına göre dağılımı ile paralel bir grafik ortaya çıkmıştır. Burada yine 30-35 grubunda kaza sayısı artmıştır (Şekil 6) (TTK [2], 2014; TTK [4], 2014).



Şekil 6. 2014 yılı iş kazaları yaş gruplarına göre dağılımı

4.3. 2013- 2014 Yılları Arasında Meydana Gelen Ölümlü İş Kazaları

Zonguldak Üzülmüş Müessesesi Yeraltı İşletmesinde 2013-2014 yıllarında 2013 Yılında Üzülmüş müessesesi yer altı çalışanlarından bir personel vardiya sonrası

duş sırasında kalp krizi geçirerek vefat ettiği bilgisine ulaşılmış, anılan yıllarda iş kazası sonucu ölüm gerçekleşmediği tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR

2013-2014 yıllarında meydana gelen kazalar incelendiğinde çalışma anında ölümle sonuçlanan (2013 yılında kalp krizi nedeniyle 1 ölüm olmuştur) kazaya kayıtlarda rastlanmamıştır. Her iki yılda gerçekleşen kaza sayılarına bakıldığında, 2013-2014 yılları arasında fazla fark görülmektedir.

Aylık kaza sayıları yıl içerisinde küçük oranlarda değişmektedir. 2013 yılı Ocak ayı verilerinde kaza sayısı 25 iken 2014 yılı Ocak ayı kaza sayısı 48'dir. Aylar arasındaki %30-40'lık fark sebebi olarak çalışma verimi yanı sıra açılan yeni çalışma alanları sebep olarak gösterilebilir. Açılan yeni galeriler, ayaklar, bacalar gibi artan çalışmalar kazalanmaların da artışına sebep olarak görülmektedir. Özellikle yaş aralığına bakıldığında ise, her iki yılda da 31-35 yaş aralığında birikmesi, değerlendirilmesi gereken bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Verilen eğitimlerin de son zamanlarda ölümle sonuçlanan kazalardaki düşüşün sebeplerinden biri olduğu muhakkaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015. <http://www.taskomuru.gov.tr/index.php?page=sayfagoster&id=7>, 05.05.2015.
- TTK [1], 2013. *Zonguldak Üzülmez TİM Yazılı Arşivi 2013 yılı iş kazaları kayıt defteri*, Zonguldak, 65 s.
- TTK [2], 2014. *Zonguldak Üzülmez TİM Yazılı Arşivi 2014 yılı iş kazaları kayıt defteri*, Zonguldak, 62 s.
- TTK [3], 2013. *Zonguldak Üzülmez TİM Elektronik Arşivi 2013 yılı iş kazaları kayıt defteri*, Zonguldak.
- TTK [4], 2014. *Zonguldak Üzülmez TİM Elektronik Arşivi 2013-2014 yılı iş kazaları kayıt defteri*, Zonguldak.
- Yerlikaya, H., 2013. *Zonguldak Kömür Havzası Pratiğinde İş Güvenliği. El kitabı*, Zonguldak, 190 s.
- 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu, 2006.

Açık İşletme Yöntemiyle Çalışılan Kömür Ocaklarında İş Güvenliğine Bakış

Overview of Safety in Coal Mines Working with an Open Pit Method

H. H. Irgat, R. Kocaman, S. Y. Irgat, B. Kocaman
Maden İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara

ÖZET Ülkemizde iş kazaları sürekli devam etmektedir. İş kazaları maddi ve manevi kayıplarla sonuçlanmaktadır. Açık ocak ve yeraltı işletmelerinde çalışanlar da iş sağlığı ve güvenliği yönünden tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Son yıllarda ülkemizde maden kazalarının artmış olması, kazaların önlenmesi için yeni arayışlara, çözüm yolları bulmaya, iş güvenliği kültürü oluşturulmasının sağlanmasına sevk etmiştir. Kazaların oluşmadan önlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. 5684 sayılı Sigortacılık Kanununun 13. maddesine göre, Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Hakkında 26/1/2015 tarihinde 2015/7249 sayılı Bakanlar Kurulu'nca alınan Karardaki “*Yer altı ve yer üstü kömür madenciliği, kömürden gayri yer altı madenciliği faaliyetlerinde bulunan gerçek ve tüzel kişiler, söz konusu faaliyetlerin icrası esnasında meydana gelebilecek kazalar sonucu tesislerinde istihdam ettikleri, üretim ve üretim hazırlığı faaliyetinde bulunan personeli için Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası (Sigorta)*” yaptırmak zorundadırlar.” hükmüne göre, sigorta yaptırmaya zorunluluğu getirilmiştir. Bu bildiriye, açık işletme yöntemiyle çalışılan kömür ocaklarında, sigorta eksperlerinin sigorta yapma aşamasında işletme güvenliğine yönelik kriterler ortaya konularak dikkate alabileceği konular (kazaların oluş şekilleri, sebepleri, alınması gereken önlemler, ocak planlaması, basamak oluşturma, şevler, yollar, genel sorumluluk v.b) hakkında genel bilgiler verilecektir.

ABSTRACT Accidents at work in our country is continuously being updated. Work-related accidents resulting in material and moral losses. The open pit and underground mine workers remain in facing danger in terms of occupational health and safety. In recent years, mining accidents have increased in our country, a new

search for the prevention of accidents, to find solutions, safety culture has led to ensure the establishment. Efforts are made to prevent accidents before they occur. According to the 5684 of the Insurance Law Article 13, Mine Workers Mandatory Personal Accident Insurance on the date 01.26.2015 2015/7249 numbered Council of Ministers received the decision Groundwater and surface coal mining, natural and found in the informal underground mining operations of coal legal persons, during the execution of these activities they employ in accidents as a result of property that may occur, for the personnel involved in production and production preparation activities, Mine Workers Mandatory Personal Accident Insurance (Insurance) must make. According provision, insurance requirement has been introduced. In this paper, the open-pit method with the working coal mines, insurance issues may consider putting forward criteria for the operational safety in the process of making insurance of experts (consisting forms of accidents, causes, precautions should be taken, stove planning, building steps, slopes, roads, general liability, etc.) about the general information will be given.

1. GİRİŞ

Ülkemizin Enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Enerjiye olan ihtiyaç yeni kaynak arayışına itmiştir. Günümüz modern yaşantısına bakıldığında madenler ve madencilğin önemi büyüktür. En yaygın olarak bulunan fosil yakıtlarından biri olan ve madencilik faaliyetleri de yoğun olarak yapılan kömürün kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesi; üretim, hazırlama, taşıma, depolama ve yakma gibi çeşitli süreçleri içermektedir. Rezervi en yüksek fosil enerji kaynağı olan kömür, günümüz koşullarında ve kısa vadede vazgeçemeyeceğimiz bir enerji kaynağı durumundadır (Borand, 2012). Ülkemizde hidrolik, güneş ve nükleer enerji gibi alternatif enerji olanakları olmasına rağmen, kömür bugün olduğu gibi önümüzdeki dönemde de enerji kaynağı olmaya devam edeceği aşikârdır. Ülkemiz açısından yerli enerji kaynaklarının kullanılması ise ayrı bir önem taşımaktadır.

Söz konusu yerli kaynaklarımızdan birisi de kömür rezervlerimizdir. Kömür madenciliği açık ocak ve yer altı işletme yöntemleriyle yapılmaktadır. Açık ocak yöntemiyle kömür madeni işletmeciliği yapılacak arazide kömürün üzerindeki bitki ve toprak örtüsünün kaldırılması ve depolanmasından sonra kömürün çıkarılıp taşınması işlemleridir. Açık ocak işletmesi kömür damarlarının oldukça yatay durumda ve yüzeye yakın olduğu durumlarda uygulanmaktadır. Açık ocak yöntemiyle kömür madenciliği yeraltı işletme yöntemine göre daha az tehlikeli ve daha az masraflıdır ve yeraltı işletmeciliğine göre %40 daha ucuza mal olduğu

bilinmektedir. 19. Yüzyıl'a kadar kaldırılabilen üst tabaka kalınlığı 30 m'yi geçmezdi. Ancak özellikle İkinci Dünya Savaşından sonra geliştirilen büyük kazı makineleri, bunun üç katı kadar toprağın temizlenmesini olanaklı kıldı. Bu tür makinelerdeki kepeçler, bir işlemde birkaç yüz ton toprağı kaldıracabilecek güçtedir. Günümüzde bazı açık madenlerde, günde 50000 ton'a kadar üretim yapılmaktadır.

Açık ocak işletmeciliğı, işletilmesi ekonomik olarak uygun bulunan maden yataklarının, mostra verenlerinin doğrudan kazılarak üretilmesi ya da üzerini kaplayan örtü tabakasının alınarak açılması ve sonrasında cevherin üretilmesi şeklinde yapılan işletme yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde dünya maden üretiminin yaklaşık %70'i açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır.

Kömürün 1/3'ü açık ocak işletmeciliğı ile üretilmektedir. Açık işletmelerde 1 ton kömür üretebilmek için 30 ton'a kadar üst tabakanın kaldırılmasını gerekebilir. Açık tavanlı madenlerde maden işçilerinin verimi, yeraltı işçilerinininkine oranla çok yüksektir ve vardiya başına 50 ton'luk üretimler yapılabilir. Toplam madencilik giderleri de, yeraltı ölçütlerine göre düşüktür; giderler genellikle yer altı madencilik işletmelerininkinin yalnızca dörtte biri kadar olur. Bu nedenlerle, uygun durumlarda açık tavanlı işletmeler, öteki yöntemlere yeğlenir. Örneğın ABD'de üretimin yaklaşık yarısı bu yolla elde edilir (İlker ve Karakurt, 1992). Açık ocak ve yeraltı işletmelerinde çalışanlar da iş sağlığı ve güvenliğı yönünden tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadırlar.

Bilindiğı üzere madencilik, dünyada, doğası gereğı en riskli iş kollarının başında gelmektedir. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliğı kavramının ilk olarak ortaya çıkmasına sebep olan işkolu sayılabilir. Özellikle yer altı kömür madenciliğı, iş kazası ve meslek hastalığı yönünden diğeri iş kollarına kıyasla ön sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde emek yoğun çalışılan bu sektörde iş kazası ve meslek hastalıklarıyla karşılaşma olasılığı diğeri iş kollarına oranla yüksektir. Ağır iş makinelerinin kullanıldığı yer altı ve yerüstü maden işletmelerinde kalifiye eleman istihdamının yetersizliğı, makinelerin periyodik bakımlarının yapılmasındaki noksanlıklar ve seçilen işletme metotları maalesef iş kazası ve meslek hastalıklarına önemli ölçüde neden sayılabilir.

Ülkemizde kömür madenciliğı başta olmak üzere, metal ve endüstriyel hammadde üretimi kamu ve özel sektör kuruluşlarınca yürütölmektedir, iş sağlığı ve güvenliğı organizasyonlarının yetersizliğı, istihdam edilen personelin nitelik ve nicelik yönünden eksiklikleri, yeterli teknolojinin uygulanamaması, riski yüksek olan bu sektörde iş kazası ve meslek hastalığı risklerinin daha da artmasına neden olmaktadır (Dönüşüm akademi ders notları, 2012).

Son zamanda meydana gelen maden kazaları madencilikğin hem teknik ve bilimsel açıdan, hem de hukuki bakımdan incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Maden kazalarının artmış olması, kazaların önlenmesi için yeni arayışlara, çözüm yolları bulmaya, iş güvenliği kültürü oluşturulmasının sağlanmasına sevk etmiştir. Kazaların oluşmadan önlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. 5684 sayılı Sigortacılık Kanununun 13 üncü maddesine göre, Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Hakkında 26/1/2015 tarihinde 2015/7249 sayılı Bakanlar Kurulu'na alınan Karardaki sigorta yaptırma zorunluluğu getirilmiştir.

Açık işletme yöntemiyle çalışılan kömür ocaklarında, sigorta eksperlerinin sigorta yapma aşamasında işletme güvenliğine yönelik kriterler ortaya konularak dikkate alabileceği konular (kazaların oluş şekilleri, sebepleri, alınması gereken önlemler, ocak planlaması, basamak oluşturma, şevler, yollar, genel sorumluluk v.b) hakkında genel bilgiler içermektedir.

2. MADENLERDE ZORUNLU FERDİ KAZA SİGORTASI

2.1. Madenlerde Ferdi Sigorta

Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Hakkında Karar, 5684 Sayılı Sigortacılık Kanunu'nun 13. maddesi kapsamında Bakanlar Kurulu'nun 2015/7249 Sayılı kararıyla kararlaştırılmış olup, 6 Şubat 2015 tarihli ve 29259 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Kararın 7. maddesinde yürürlük tarihi, kararın yayım tarihinden itibaren üç ay sonra (6 Mayıs 2015) olarak belirlenmiştir.

Söz konusu Bakanlar Kurulu Kararı'na göre, yer altı ve yer üstü kömür madenciliği, kömürden gayri yer altı madenciliği faaliyetlerinde bulunan gerçek ve tüzel kişilerin, söz konusu faaliyetlerin icrası esnasında meydana gelebilecek kazalar sonucu tesislerinde istihdam ettikleri, üretim ve üretim hazırlığı faaliyetinde bulunan personeli için "Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası" yaptırımları zorunlu tutulmuştur.

Karar gereği, Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası poliçelerinin, Türkiye'de genel sorumluluk sigortası branşında ruhsatı bulunan bütün sigorta şirketleri tarafından yapılması zorunludur. Karar'da sigorta tarifesini, asgari teminat tutarları, Hazine Müsteşarlığının bağlı olduğu Bakan tarafından; genel şartlar ve bu Kararın uygulanmasına ilişkin diğer usul ve esasların Hazine Müsteşarlığınca belirleneceği belirtilmiş olup, bu kapsamda Hazine Müsteşarlığı tarafından hazırlanan Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Tarife ve Talimatı 6 Mayıs 2015 tarihli ve 29347 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (www.madenferdikazasiortasi.com).

3. AÇIK KÖMÜR OCAKLARINDA İŞLETME GÜVENLİĞİ

3.1. Genel Açıklamalar

3.1.1. Madencilikte İSG riskleri

Madencilik sektörü, doğası gereği içerdiği riskler nedeniyle özellik arz eden, bilgi, deneyim, uzmanlık ve sürekli denetim gerektiren en ağır ve tehlikeli sektörlerin başında gelmektedir. 2005 yılı istatistiklerine göre ülkemizde kömür madenciliği yapan 462 İşletme, kömürden gayri madencilik yapan 492 İşletme ve 2599 taş, kil ve kum ocağı mevcuttur. Bu işletmeler, toplam 83197 kişi istihdam etmektedir. Emek yoğun çalışılan madencilik sektörü de iş kazası ve meslek hastalıklarıyla karşılaşma olasılığı diğer iş kollarına oranla daha yüksektir.

1995-2005 yılları arasındaki SSK verilerine göre iş kazalarının %8,72'si, meslek hastalığı vakalarının %51,12'si, sürekli iş göremezlik vakalarının %28,41'i, ölüm vakalarının ise %10,18'i madencilik sektöründe meydana gelmiştir. Madencilik sektörü yangın, su baskınları, patlamalar, göçükler gibi toplu ölümlere neden olabilecek birçok tehlikeyi barındırmaktadır. Bu tehlikelerin yanı sıra uygunsuz havalandırma, tahkimat sistemleri, toz, ergonomik olmayan çalışma koşulları, gürültü, titreşim, elle taşıma, elektrik çarpmaları, yetersiz aydınlatma, psikolojik sorunlar, olumsuz hijyen koşulları mevcuttur. Ayrıca aşırı yorgunluk ve insan hataları, vardiyalı çalışma, uzun çalışma saatleri, sıcaklık, ağır çalışma şartları gibi unsurlarda bu sektördeki diğer riskleri oluşturmaktadır.

Madencilik sektörü de diğer inşaat, makine, kimya sektörleri gibi kar amaçlı ekonomidir. Madencilik sektörü genelde emek yoğun bir işletmedir. Bunun için işçi sağlığı ve İş güvenliği konularının ön planda olması gerekmektedir. Diğer taraftan madencilik işleri tabiat ile bire bir çalışıldığı için doğa şartlarının toleranstan çerçevesinde çalışılabilmektedir. Bunun için madencilik sektörü bütün kurumlarında işçi sağlığı ve İş güvenliğine diğer sektörlerden daha fazla titizlikle uygulamak ve uygulanmasını kontrol etmek zorundadır (Onur ve Özfirat, 2015).

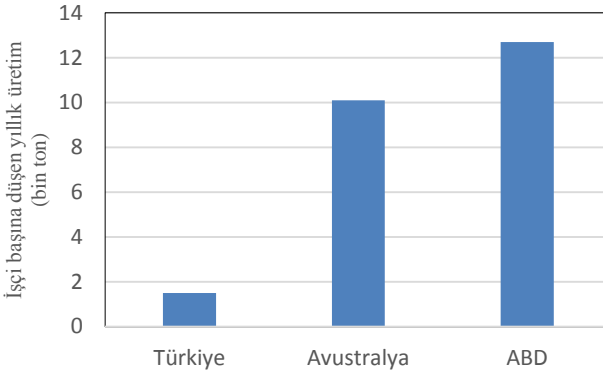
3.1.2. Ocaklarda iş güvenliği

Yılda çıkartılan kömürün tonajı kömür madenciliği sektöründe çalışan toplam işçi sayısına bölüdüğü zaman ortaya çıkan tablo çarpıcıdır (Şekil 1). 2012 yılında Türkiye'nin altı katından daha fazla kömür çıkartılan Avustralya'da kömür madeni işletmelerinde Türkiye'den daha az madenci çalışmaktadır. Bu durumda Türkiye'deki kömür madenlerinin verimliliği işçi başına düşen yıllık üretim açısından ABD ve Avustralya gibi gelişmiş ekonomilerle kıyaslandığında çok geride kalmaktadır (Şekil 2). Çin, ABD, Türkiye ve Hindistan'ın 2007 yılından bu yana

milyon ton kömür üretimi başına ölüm sayılarına baktığımızda Türkiye sadece Çin'den iyi performans gösterebilmiştir. 2014 yılındaki facialardaki kayıplar göze alındığında ise Türkiye'nin 53 katı üretim hacmine sahip olan Çin'in bile gerisine düşmesi beklenmektedir (Çizelge 1).



Şekil 1. Ocaklarda iş güvenliği (Irgat, 2015)



Şekil 2. Türkiye, Avustralya ve ABD'de işçi başına düşen yıllık kömür üretimi(2012-2013) (Irgat, 2015)

Çizelge 1. Kömür üretimleri kaza ölüm sayıları (Irgat, 2015)

Yıl	Çin	ABD	Türkiye	Hindistan
2007	1,28	0,02	0,46	0,13
2008	1,04	0,02	0,34	0,15
2009	0,80	0,01	0,03	0,13
2010	0,68	0,04	1,06	0,18
2011	0,51	0,02	0,66	0,11
2012	0,34	0,02	0,26	0,11
Toplam	0,74	0,02	0,46	0,13

3.1.3. Ocak planlaması, basamaklar, şevler, yollar

Ocak Planlaması yapılırken şevlerin davranışı, basamak genişlikleri basamak yükseklikleri, Şevlerin davranışları, yolların durumları ile ilgili hususlar göz önünde

bulundurularak yapılmalıdır (Şekil 3). Bu planlama ile ilgili detaylar aşağıdaki kısımlarda göz önünde bulundurularak yapılmalıdır:



Şekil 3. Açık işletme ocağı (Irgat, 2015)

⊙ Şevlerin davranışı üzerinde yapılan ayrıntılı çalışmalar; şevin geometrisi, jeolojik yapısı, yar altı suyu ve malzemenin özellikleri gibi faktörlerin şev duraylılığını etkilediğini ortaya koymuştur.

⊙ Diğer faktörler ise; kaya kütlesi dayanımı, şevdeki gerilmeler ve deformasyonlar, patlamadan kaynaklı sismik ivmenin yarattığı kuvvetler, iklim koşulları ve zamandır.

⊙ Şevlerin davranışı üzerinde yapılan ayrıntılı çalışmalar; şevin geometrisi, jeolojik yapısı, yar altı suyu ve malzemenin özellikleri gibi faktörlerin şev duraylılığını etkilediğini ortaya koymuştur.

⊙ Diğer faktörler ise; kaya kütlesi dayanımı, şevdeki gerilmeler ve deformasyonlar, patlamadan kaynaklı sismik ivmenin yarattığı kuvvetler, iklim koşulları ve zamandır.

⊙ Ocak planlamasında; jeoloji, jeoteknik, hidrojeolojik koşullar, rezerv yayılımı, topografya, iklim koşulları, ekipman, nakliyat sistemleri, enerji temini, ekonomik faktörler ve maliyet, cevher çeşidi, cevher zenginleştirme ve pazarlama olanakları vb. parametreler dikkate alınmalıdır.

⊙ Açık işletme faaliyetlerinin yapıldığı alanlar ve bu alanların çevresinde (şev sisteminin etkileyebileceği alanlar) gerekli etütler yapılarak jeolojik yapı ortaya çıkarılmalıdır.

⊙ Kaya kütlesi, süreksizlikler, jeolojik yapı (tabaka eğimi ve doğrultusu, fay, sıkışma-ezilme zonu vb) ve tabakaların fiziksel özellikleri göz önünde bulundurularak basamakların boyutları, basamak şev açısı, genel şev açısı, (şev geometrisi) belirlenmelidir.

⊙ Aynı gereklilik döküm sahaları için de geçerlidir. Döküm sahalarında malzeme boyutu da önemli bir parametredir.

⊙ Tüm bu çalışmalar sonucunda, kaymaya karşı koyan kuvvetlerin, kaymaya neden olan kuvvetlere oranı (Güvenlik Katsayısı-F) belirlenir. Şevlerin dengede kalabilmesi için bu oran 1'den büyük olmalıdır.

⊙ Kazı faaliyetleri; yeraltı su seviyesi, basamak kazı kotunun altında kalacak veya işletme açısından tehlike arz etmeyecek kotun altında kalacak şekilde yürütülmelidir.

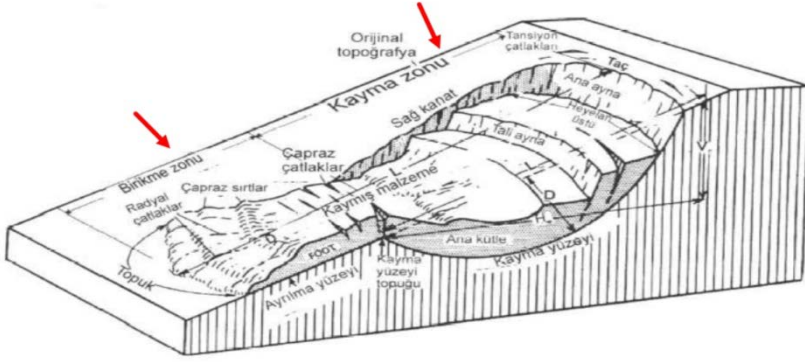
⊙ Yıllık ortalama yağış miktarı, ocağın yakınında var olan doğal su kaynakları, nehir ve göller, yer altı su seviyesinin miktarını belirlemektedir. Ocakta drenaj yapılması gereken toplam alanın hesaplanmasında, bölgenin hidrojeolojik özellikleri dikkate alınmalıdır. Su geçiren ve geçirmeyen tüm katmanların taban ve tavan sınırlarını ve yer altı su seviyesini gösteren haritalar hazırlanmalıdır. Daha sonra yer altı su seviyesi ve ocağa akışı, ocak etrafında yapılan pompalama testleri ile izlenmelidir.

⊙ Yer altı suyunun yarattığı su basıncı, muhtemel kayma yüzeylerindeki makaslama dayanımı azaltabilir. Şev çatlaklarını dolduran su, yanal etki ile kaymayı yaratan kuvvetlerin artmasını sağlayabilir. Bunun yanında, patlatmanın yarattığı hidrodinamik şok, boşluk su basıncında artmalara neden olarak makaslama dayanımını azaltabilir. Ayrıca, şeyl ve benzeri kayalarda nem oranının değişmesi ayrışmanın hızlanmasına ve böylece duraylılığın bozulmasına neden olabilir. Kışın yer altı suyunun donması çatlakların genişlemesine ve drenaj yollarının kapanmasına neden olabilir. Bu değişiklikler su basıncını arttırabilir.

3.1.4. Deformasyon ölçümleri

Açık işletme faaliyetlerinin yapıldığı alanlar ve bu alanların çevresinde (şev sisteminin etkileyebileceği alanlar) deformasyon ölçümleri (zemin hareket ölçümleri) yatay ve düşey yönde sistematik olarak yapılmalıdır (Şekil 4-5).

Açık ocak içerisinde ve çevresinde deformasyon ölçümleri (zemin hareket ölçümleri) yapılırken erken uyarı sisteminin kullanılması olası kaybı azaltabilecek veya yok edebilecektir.



Şekil 4. Deformasyon ölçümleri (Irgat, 2015)



Şekil 5. Açık işletme ocağında şevlerin dikliği (Irgat, 2015)

Basamak genişlikleri (Kademe düzlüğü); atımlardan sonra bile, makinelerin, kamyonların ve çalışan işçilerin rahatlıkla çalışabilecekleri ve tehlike anında kolaylıkla terk edebilecekleri genişlik ve eğimde tasarlanmış olmalıdır (Şekil 6-7).

Üretimi tamamlanmış kısımlarda, arazi sağlam olsa bile, şev sıfırlanmamalı, yukarıdan gelebilecek malzemelerin aşağıya düşmesini önleyecek şekilde emniyet basamakları bırakılmalıdır.

Basamak yüksekliği; Kazıcı ve doldurucu makinelerin çalıştırıldığı ve derin lağım derinliklerinin uygulandığı kademelerin yüksekliği, kullanılan kazıcı ve doldurucu makinelerin, boom yüksekliklerine göre planlanmalı ve uygulanmalıdır.

İşletme sahasında meydana gelen çukurların çevresi, gece ve gündüz görülebilecek biçimde korkuluk, tel örgü ve bunun gibi engellerle çevrilmeli ve gerektiğinde aydınlatılmalıdır.

Yol kenarlarında emniyet setleri yapılmalıdır. İşletme yollarının drenajını sağlayabilmek için yamaç tarafında kanallar açılmalı ve yollara enlemesine olarak ve yamaçtaki suyollarına doğru %5'lik bir eğim verilmelidir.

Ocak içindeki ve dışındaki yollar, kamyon ve iş makinelerinin kaymasını, patinaj yapmasını engelleyecek şekilde olmalıdır.

Yollar, yağışlardan sonra bile araçların çamura saplanmadan rahatlıkla hareket ve manevra yapabileceği şekilde yapılmalı ve bakımlı olarak tutulmalıdır.



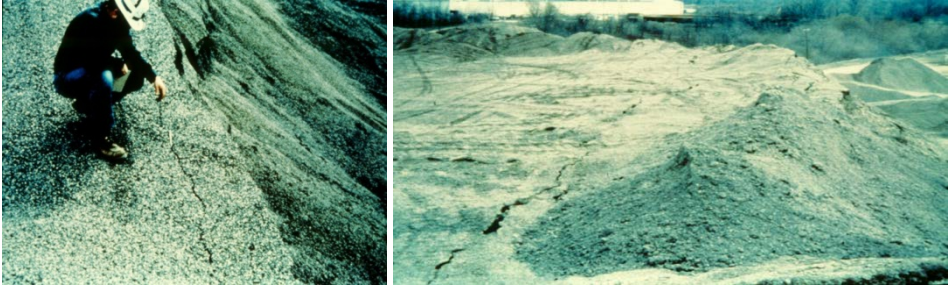
Şekil 6. Açık İşletme ocağında basamak genişlikleri (Irgat, 2015)



Şekil 7. Açık işletme ocağında basamak genişlikleri (Irgat, 2015)

3.1.5. Döküm sahasında çalışma

Şayet kayma çatlığı, şeve 3 metreden daha yakınsa buraya malzeme dökülmemelidir (Şekil 8). İş makinelerinin şev yanlarında güvenli olması için tampon alan bırakılması önemlidir (Şekil 9). Şev yanı tampon bölge; İş makinesi kullanıcılarına şevin nerede başladığını işaret eder, iş makinesi tampon bölge sayesinde şev aynasına daha fazla yaklaşması önlenir.



Şekil 8. Açık işletme ocağından tansiyon çatlaklarından görünüm (Irgat, 2015)



Şekil 9. Açık işletme ocağından döküm sahasından görünüm (Irgat, 2015)

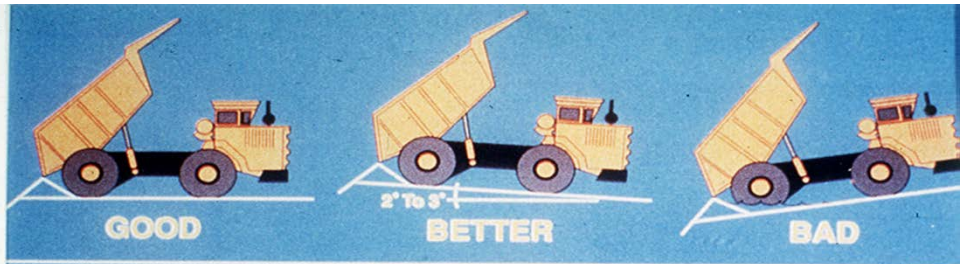
Kademesiz çalışılan böyle bir stok sahasında doğrudan şeve döküm yapılmamalıdır. Şayet stok sahasında şev stabilitesinden herhangi bir nedenle emin olunamamışsa; Malzeme stok sahası üzerine dökülmeli ve Dozer veya kepçe ile malzeme şeve itilmelidir.

Şev aynasında yeterli tampon oluşturulmalıdır.

Döküm sahaları kaymalar ve diğer potansiyel risklere karşı düzenli ve sürekli kontrol edilmeli,

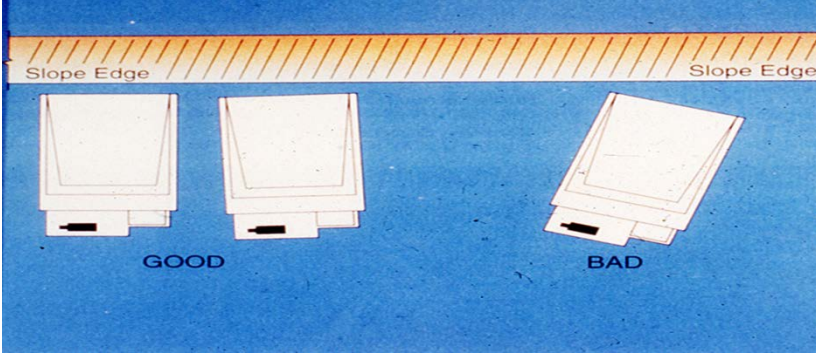
Altında yükleme yapılan stok sahalarında döküm yapılmamalıdır.

Stok döküm sahası düzgün tabanlı olmalıdır (Yamaç yerlere döküm yapılmamalıdır) (Şekil 10-11).



Şekil 10. Stok sahasına kamyonun yük boşaltma işlemi(Irgat, 2015)

Stok sahasındaki taban açısını şevden dışarı doğru verilmelidir. Bunun avantajları; İş makinası operatörüne daha kolay kontrol sağlar. Bir sorun durumunda daha kolay müdahale şansı verir. Stok sahasında yağmurlara karşı daha iyi akma sağlar.



Şekil 11. Stok sahasına kamyonun yük boşaltma işlemi (Irgat, 2015)

Stok sahalarındaki kazaların birçoğunun şevde doğru yanaşmadığından olduğu bilinmektedir.

3.2. Genel Sorumluluklar

Ocak idaresince günlük tertipler yapılırken, çalışma noktalarındaki tehlikeli durumlar dikkate alınmalı, öncelikle tehlikeli durumu ortadan kaldıracak işlemler yapılmalıdır.

Birden çok ekibin çalıştığı ocaklarda, bir noktada beklenmedik olayların olması durumunda bile, diğer ekiplerin etkilenmeyeceği şekilde tertip yapılmalıdır.

Görevli ve ehliyetli olmayan kişiler hiçbir surette herhangi bir işe veya iş makinesine müdahalede bulunmamalıdır.

Yetkisiz ve izinsiz olarak yapılan herhangi bir iş veya hareketten, o iş veya hareketi yapan şahıs, en az o işle görevli olanlar kadar sorumludur.

Dinamitleme yapılacak sahalarda, dekapaj ve şev aynaları dibinde, çatlama ve kayma ihtimali olan yerlerde, yükleyici ve diğer iş makineleri ile vasıtalarının çalışma ve tesir sahaları içerisinde durmak, dolaşmak, bir tarafından diğer tarafına geçmek, gerekli müsaade ve emniyet tedbirlerini almadan çalışılmamalıdır.

Vardiya aralarında ve her türlü duraklamalarda, iş makinelerinin içinde, altında veya yakınlarında istirahat edilmemelidir.

Kademe dipleri; kademe diplerinde, işçilerin yemek yemeleri, dinlenmeleri, patlayıcı maddeleri ve sandıklarını koymak yasaktır.

Çatlak sökümü; ateşlemelerden, donmaları izleyen arazi gevşemesi, kar, yağmur vb. doğal olaylardan sonra, yeniden işe başlamalarda, kademe yüzleri ve çevresi, bu işe ayrılmış deneyimli işçiler tarafından yukarıdan başlanıp aşağıya doğru sürdürülmek suretiyle, çatlak sökümü yapılarak temizlenmelidir.

Kademe alınlarında çalışma; kazı ya da lağımlarla oyularak kademe alımlarının askıya alınması (ters ıskarpa) suretiyle çalışılmamalıdır.

Malzeme yığınları ve artıkları; kademe düzlüklerinde, malzeme yığınları ve artıkları, işçilerin tehlike anında kaçarak kurtulmalarını engellemeyecek biçimde düzenlenmelidir.

Bir kaza meydana geldiğinde kolayca görülemeyecek ve yardıma koşulamayacak yerlerde, tek başına işçi çalıştırılmamalıdır.

Nakliye esnasında ocak içi yollarda dolaşılmalı ve dikkatli olunmalıdır.

İşyerinde çalışan personelin koruyucu malzemelerini kullanmaları ve emniyet tedbirlerini almaları mecburidir. İşçilere iş elbisesi, baret, demir maskaratlı çizme(bot), emniyet kemeri ve halatı ve görevleri ile ilgili diğer koruyucu malzemeler işveren tarafından mutlaka verilmelidir.

Makinelerle insan ilişkilerinde en tehlikeli kazaların bakım-onarım sırasında meydana geldiği görülmektedir. Bu kazalar diğer personeli de tehlikeye atmaktadır.

Bakım-onarım çalışmalarında iş izni sistemi kurulmalıdır. Bütün iş makinelerinin, yağlama, bakım, tamir ve ikmal işleri, bakım katalogunda belirtildiği gibi veya sorumlu mühendisin vereceği talimata uygun olarak, bu işlerle görevli personel tarafından yapılmalıdır. İş makinesi nakliye aracı olarak kullanılmamalıdır (Şekil 12).



Şekil 12. İş Makinesi üzerinde nakliyat yapmak (Irgat, 2015)

4. SONUÇ

Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası yaptırılması hususlarında sigorta eksperlerine verilen eğitimlerle ilgili olarak, Açık işletme yöntemiyle çalışılan kömür ocaklarında iş güvenliğine yönelik bilgiler verilmiştir. Madencilik kültürü oluşturulması amaçlanarak, katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Kazalar oluşmadan önlenmesine yönelik bilgiler verilerek kazaların önlenmesi amaçlanmıştır. Açık kömür ocak işletmelerinde bir sigorta eksperlerinin nelere dikkat etmesi gerektiği hususlarında genel bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası kapsamında kazaların azaltılmasını umut ederek böyle bir sempozyum düzenlediği için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Borand, M. N., 2012. *Açık ve Kapalı Maden İşletmeciliğinde Çevresel Etki*, İ.T.Ü. Fen Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Dönüşüm akademi ders notları,2012.*Maden İşyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği*, (s-275), Ankara
- <http://www.madenferdikazasigortasi.com/maden-ferdi-kaza-sigortasi-nedir>,Ankara.
Erişim Tarihi: 2015
- Irgat, H,H, 2015. *Açık Kömür Ocaklarında İş Güvenliği Önlemleri*, Eğitim Ders Notları, Ankara
- İlker, M., Karakurt, H.,1992. *Ege Bölgesinde Açık Ocak Yöntemiyle Kömür Madenciliği Yapılan Arazilerin Ormancılık Amacına Dönük Kullanımı*, Açık Ocak Madenciliği Yapılan Arazilerin Yeniden Düzenlenmesi ve İyileştirilmesi Konusunda Uluslararası Çalışma Grubu Toplantısı, Ankara.
- Onur. A. H., Özfırat. M. K. 2015, *İş Güvenliğine Giriş Önemi Tanımlar Sunumu* D.E.Ü, İzmir.

Yerüstü Kömür Madenlerindeki Gün Kayıplı İş Kazalarının Loglineer Model ve Uyum Analizi ile İncelenmesi

Investigation of Occupational Accidents with Lost Days among Surface Coal Mines by using Hierarchical Loglinear Model and Homogeneity Analysis

M. Önder, S. Önder

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

M. Mutlu

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Aksaray

E. Adıgüzel

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZET Kömür madenciliği, bünyesinde birçok tehlikeyi ve bunlardan kaynaklanabilecek riskleri içeren, iş kazalarının yoğun olarak meydana geldiği emek yoğun bir sektördür. Yaşanabilecek iş kazalarının azaltılabilmesi için mevcut risklerin doğru algılanması ve analiz edilmesi gereklidir. Bu çalışmada, TKİ'ye bağlı yerüstü işletmelerinde 2006-2011 yılları arasında meydana gelen gün kayıplı yaralanmalı iş kazaları analiz edilmiştir. Kazalar kaza yeri, kaza nedeni, çalışanın mesleği ve kazalanan uzuv olarak sınıflandırılmış ve SPSS® paket programı ile değerlendirilmiştir. Aşamalı loglineer analiz ile ana kategorilerin alt kategorileri göz önüne alınarak çok yönlü olasılık tabloları hazırlanmış ve tüm müesseselerde meydana gelmiş olan iş kazalarının en önemli risk faktörlerini tespit edebilmek için kategorik değişkenler arasındaki çoklu etkileşimler araştırılmıştır. Ayrıca, aşamalı loglineer analiz ile işletmeler için risk unsuru olarak belirlenen etkileşimler uyum analizi ile grafiksel olarak değerlendirilmiş ve alt kategoriler arasındaki çoklu etkileşimler araştırılmıştır.

ABSTRACT Coal mining is a labor-intensive industry that occupational accidents frequently occur, contain many dangers and risks that may arise from them. In order to reduce occupational accidents, it is necessary to detect and analyzing the existing risks correctly. In this study, occupational accidents occurring in Turkish Lignite Enterprises (TKİ) opencast mines between years 2006-2011 were analyzed. The occupational accident records were categorized as accident region, accident reason, occupation of worker and part of body affected and evaluated using SPSS® package program. By considering sub factors of the main factors multiway contingency tables were prepared and multiple interactions between categorical variables were investigated using hierarchical loglinear analysis to determine the most important risk elements of the occupational accidents occurred in all enterprises. Moreover, the important risk factors that determined for these enterprises were evaluated graphically with homogeneity analysis and the multiple interactions of the sub categories were investigated.

1. GİRİŞ

Kömür madenciliği gerek açık işletme, gerek yeraltı olsun arama, hazırlık, üretim, nakliyat ve cevher hazırlama evrelerinin her birinde bünyesinde ayrı tehlikeler barındıran dünyanın en zor ve riskli iş koludur. İşçi sayısı başına düşen kaza ve ölüm sıralamasında bütün sektörlerin başında yer almaktadır. İş kazaları önceden planlanmamış ve istenmeyen olaylar olup, sonucunda ölümlere, yaralanmalara ve maddi kayıplara neden olmaktadır (Güyağüler, 2007). Dünya’da çalışanların sadece %1’i madenlerde iken, meydana gelen ciddi kazaların %8’i madencilik sektöründe olmaktadır (Tanır, 2009). Ülkemizde de iş kazası ve meslek hastalıkları bakımından madencilik sektörü en riskli grupta yer almaktadır.

İş kazalarının değerlendirilmesinde kazalara neden olan sebepler belirlenmelidir. İş kazaları için önlem alınabilmesi, nedenlerin bilinmesine bağlıdır. Bu noktada iş kazası analizlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bunun için de kaza kayıtlarının doğru bir şekilde tutulması, sürekli güncellenmesi, kaza nedenlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve alınacak tedbirlerin belirlenmesi gereklidir. Çalışma ortamındaki olası sorunlu bölgeleri tespit edebilmek için, kaza nedenlerinin araştırılması ve kaza verilerinin kantitatif(nicel) analizler yoluyla kontrolü gereklidir (Maiti ve ark., 2001). Bu bağlamda, iş kazalarının birçok etkenin bileşimi sonucunda meydana geldiği göz önünde bulundurulduğunda, kaza kayıtlarının nicel analizi kazaların önlenmesi açısından araştırmacıya faydalı bilgiler sunabilmektedir. Madencilik endüstrisindeki iş günü kaybı istatistikleri güvenlik stratejileri geliştirme bakımından önemli birer göstergelerdir

(Coleman ve Kerkering, 2007). İş kazalarının neden olduğu ekonomik sorunlar sadece iş göremezlik ödenekleri ya da tedavi masrafları olarak değil; aynı zamanda üretim kaybı, üretim programının aksaması, makine vb. üretim ekipmanlarının tahribi açısından da büyük önem taşır. Ancak bütün bunların arasında yerine konulamayacak tek şey insan hayatıdır (Atılğan, 2007). Literatürde kaza kayıtlarının istatistiksel metodlar kullanılarak değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Önder ve Adıgüzel, TTK müesseselerinde 1980-2004 yılları arasında meydana gelmiş olan ölümlü iş kazalarını uyum analizi ve hiyerarşik loglineer modelleri kullanarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, ölümlü iş kazalarında en çok etkilenen meslek grubunun üretim işçisi olduğunu ve ayrıca, göçük ve metan patlamalarının da ölümlü iş kazalarının oluşumunda en önemli faktörler arasında olduğunu tespit etmişlerdir (Önder ve Adıgüzel 2009; 2010). Diğer bir çalışmada, TKİ'ye bağlı işletmelerde 2001- 2008 yılları arasında meydana gelmiş olan kazalar iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile incelenmiştir. Analizler sonucunda, en fazla kaza geçiren iş grupları, bu iş gruplarının maruz kaldıkları kaza nedenleri ve meydana gelen bu kazalar sonucunda yaralanan uzuvlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir (Önder ve Önder, 2010). Önder ve arkadaşları (2013), TKİ'ye bağlı açık işletmelerde 1996-2009 yılları arasında meydana gelmiş olan iş makineleri ile ilişkili kazaları kategorize ederek aşamalı loglineer analiz ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda en riskli unsurları ve etkileşimleri tespit etmişlerdir. Önder ve Mutlu (2014), ELİ'deki açık işletmelerde meydana gelen gün kayıplı iş kazalarını ESAW kriterlerine uygun olacak şekilde ikili (binary) lojistik regresyon modeli kullanarak değerlendirdikleri çalışmalarında, en riskli yerleri, meslek gruplarını ve kaza nedenlerini tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda ayrıca gün kaybı olasılığını %88,3 oranında doğru tahmin edebilen bir model geliştirmişlerdir. Önder ve arkadaşları (2015), TKİ'ye bağlı açık işletmelerde 2006-2011 yılları arasında meydana gelen gün kayıplı kazaları aşamalı loglineer analiz yöntemini kullanarak incelemiş, kazaları etkileyebilecek etkenleri ve birbirleriyle olan etkileşimleri tespit ederek söz konusu kazaların azaltılabilmesi konusunda tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Bu çalışmada, TKİ'ye bağlı açık işletmelerinde 2006-2011 yılları arasında meydana gelen gün kayıplı yaralanmalı iş kazaları ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, değişkenler arasındaki etkileşimlerin anlamlılığı ve derecesi değerlendirilerek, anlamlı oldukları tespit edilen etkileşimler uyum analizine tabi tutulmuştur. Böylelikle yerüstü işletmeler için en önemli risk faktörleri ve birbirleriyle olan etkileşimleri araştırılmıştır. TKİ'ye bağlı yeraltı ve yerüstü üretim yöntemiyle üretim yapan tüm işletmelerde 2006-2011 yılları arasında

meydana gelmiş olan ölümlü ve gün kayıplı iş kazası sayıları Çizelge 1'de sunulmuştur.

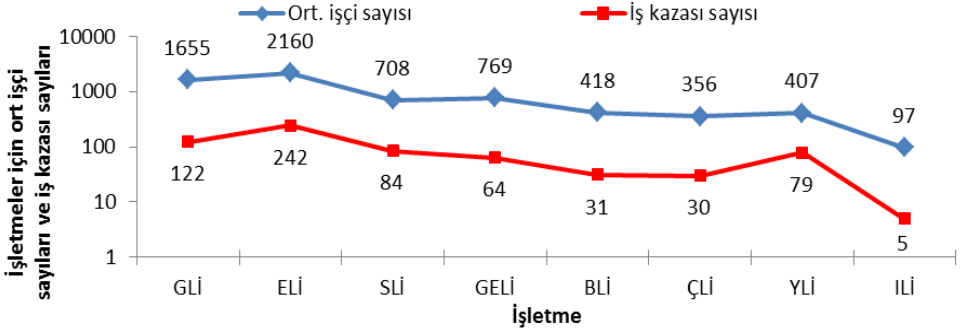
Çizelge 1. Yeraltı ve yerüstü işletmelerinde meydana gelen iş kazası sayıları

	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ
İşçi Sayısı	907	8318	589	7639	464	6279	396	6203	364	5670	468	5314
Kaza Sayısı	46	170	30	121	33	120	12	101	7	86	16	68
Ölü Sayısı	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0	1
İş Günü Kaybı	821	17887	815	17803	713	9451	138	9727	57	9015	138	8649

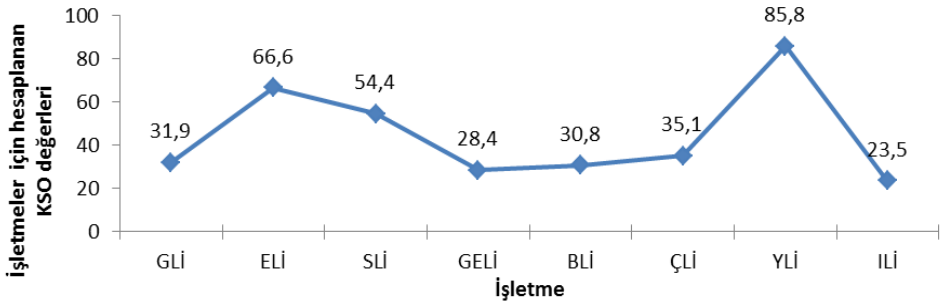
Çizelge 1 incelenerek bir değerlendirme yapılacak olunursa, TKİ' de yeraltı ve yerüstü işletmelerinde meydana gelen kazalarda genel olarak bir azalma olduğu görülmektedir. Değerlendirmesi yapılan yıl aralığında yeraltı işletmelerinde herhangi bir ölümlü iş kazası meydana gelmemiş iken, yerüstü işletmelerinde ortalama her yıl ölümlü iş kazasının meydana gelmiş olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir çalışanın sürekli iş göremez hale gelmesi veya ölümü ile sonuçlanan bir iş kazasına maruz kalması durumunda bu durum iş günü kayıplarına 7500 gün iş günü kaybı olarak işlenmektedir (Sarı ve ark., 2004). Bu nedenle Çizelge 1'de ölümlü iş kazalarının meydana geldiği yıllar için hesaplanan gün kayıplarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada TKİ'ye bağlı faaliyet gösteren açık işletmelerde 2006-2011 yılları arasında meydana gelmiş olan gün kayıplı(yaralanmalı) iş kazaları incelenmiş ve SPSS® paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz olarak aşamalı loglineer analiz ve uyum analizi tekniği kullanılmıştır. Analizin yapıldığı yıllar itibariyle TKİ'ye bağlı faaliyet gösteren işletmeler Manisa-Soma'da Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ), Çanakkale-Çan'da Çan Linyitleri İşletmesi (ÇLİ), Kütahya-Tavşanlı'da Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ), Bursa-Orhaneli'de Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ), Konya-İlgın'da İlgın Linyitleri İşletmesi (İLİ), Muğla-Yatağan'da Güney Ege Linyitleri İşletmesi (GELİ), Muğla-Milas'da Yeniköy Linyitleri İşletmesi (YLİ), Kütahya'da Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ)'dir. Bu işletmelerden ÇLİ, BLİ, İLİ, GELİ, YLİ, SLİ de açık işletme üretim yöntemiyle; GLİ ve ELİ' de ise hem açık işletme, hem de yeraltı işletme yöntemiyle kömür üretimi yapılmaktadır. Bu işletmelerden SLİ özelleştirme politikaları kapsamında 2012 yılında Çelikler İnşaat, GELİ ve YLİ ise Ağustos 2013'te Yeniköy Yatağan Elektrik Üretim ve Ticaret AŞ. (YEAŞ)'a devredilmiştir

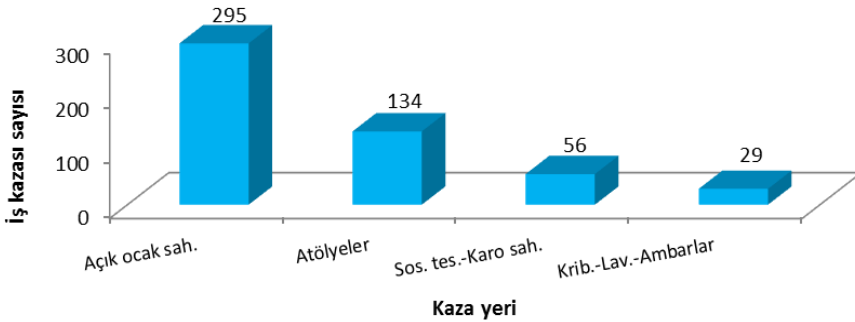
(Önder ve ark., 2015). İşletmelerde meydana gelen, analize tabi tutulan kazalara ilişkin detaylı bilgiler Şekil 1-6'da incelenmiştir.



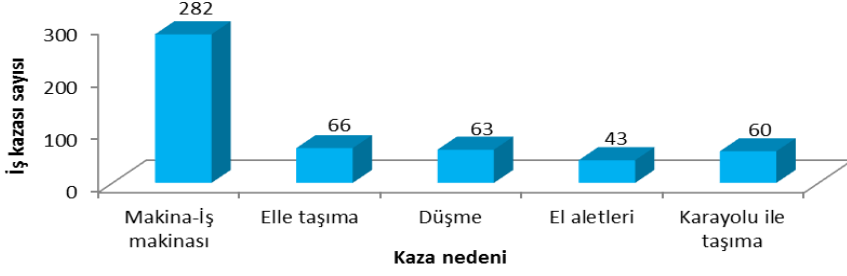
Şekil 1. İşletmeler için ortalama işçi sayıları ve iş kazası sayıları



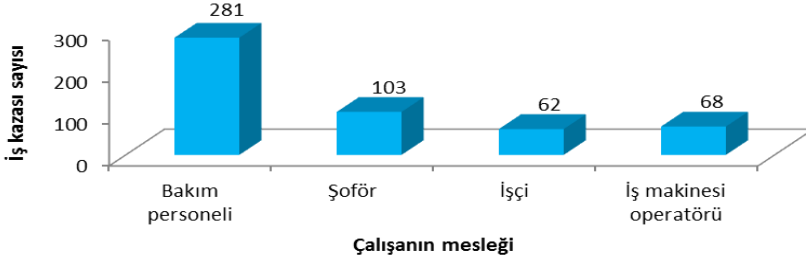
Şekil 2. İşletmeler için hesaplanan kaza sıklık oranları



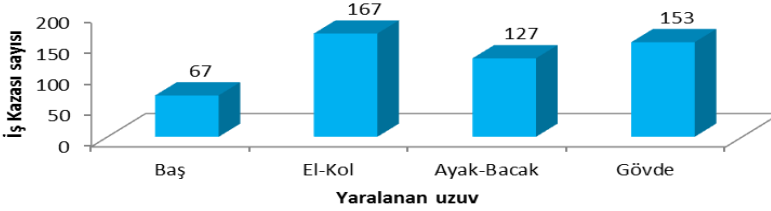
Şekil 3. Kazaların yere göre dağılımları



Şekil 4. Kazaların nedenlerine göre dağılımları



Şekil 5. Kazaların çalışanların mesleğine göre dağılımları



Şekil 6. Kazaların yaralanan uzuvlara göre dağılımları

Kaza istatistiklerinin değerlendirmesinde Kaza Sıklık Oranı (KSO) yaygın olarak kullanılan göstergelerdendir. Kaza Sıklık Oranı (Accident Frequency Rate), takvim yılı içerisindeki ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmaların toplam sayısının 1.000.000 katsayısı ile çarpılmasıyla elde edilen değer, aynı yıl içerisinde referans grupta yer alan işçilerin çalışma saatlerinin toplamına bölünmesiyle hesaplanır ve aşağıda görülen Eşitlik 1 ile hesaplanır (Sarı ve ark., 2009).

$$KSO = (\text{Toplam kaza sayısı} * 1.000.000 / \text{Toplam insan saat çalışma sayısı}) \quad (1)$$

Şekil 1 incelendiğinde en fazla işçi sayısının ELİ ve GLİ'de olduğu, hesaplanan en yüksek kaza sıklık oranı değerlerinin ise sırasıyla YLİ, ELİ ve SLİ için elde

edildiği görülmüştür (Şekil 2). Bu işletmelerin söz konusu gün kayıplı iş kazalarına maruz kalma bakımından en riskli işletmeler olduğu söylenebilir. Şekil 3 incelendiğinde, en çok iş kazası meydana gelen yerlerin açık ocak sahaları olduğu, Şekil 4 incelendiğinde işletmelerde en çok makina-iş makinası kullanımı nedenli iş kazalarının meydana geldiği tespit edilmiştir. Şekil 5'te yer alan meslek gruplarına göre dağılım grafiği incelendiğinde en çok iş kazasına bakım personeli meslek grubundan olan çalışanların maruz kaldığı, Şekil 6 incelendiğinde ise çalışanların daha çok ellerinden, kollarından ve gövdelerinden yaralandıkları tespit edilmiştir.

2. LOGLINEER ANALİZ VE UYUM ANALİZİ

Loglineer analiz (logaritmik doğrusal analiz), R*C biçiminde düzenlenmiş, isimsel, sıralı ya da gruplanarak kategorik hale dönüştürülen değişkenler arasındaki birlikteliğin ve etkileşimin yapısal özelliklerini ortaya koymaya çalışan yöntem olmakla beraber, olumsuzluk(kontenjans) tablolarının analizinde kullanılabilen bir yöntemdir. Olumsuzluk tabloları iki ya da daha fazla değişkenin ortak sıklık dağılımı olup, iki ya da daha fazla değişkenin olası değerlerinin(düzeylerinin) çapraz sınıflandırması olarak da düşünülebilir. Bundan dolayı olumsuzluk tablolarına çapraz tablolar(crosstabs) da denilebilir. Aralarında ilişki olduğu düşünülen değişken sayısı iki olduğu zaman oluşturulan olumsuzluk tablosu iki yönlü, üç olduğu zaman ise üç yönlü olumsuzluk tablosu oluşturulur (Özdamar, 2004; Özaydın, 2001). 3'ten daha çok değişken içeren kontenjans tablolarının analizinde ki-kare analizi yapılamamaktadır. Loglineer analiz ki-kare analizinin yetersiz kaldığı durumlarda, çok boyutlu tabloları doğrusal modeller aracılığıyla analiz eden bir yöntemdir. Loglineer modellerle kontenjans tablosunun her gözesindeki frekansların logaritmaları ayrıştırılır. Burada amaç, ele alınan değişkenler arasında var olan ilişkiyi ve değişkenler arası etkileşimlerin uygun bir matematiksel model ile ortaya konmasıdır (Agesti, 2002; Altaş ve ark., 2006; Şıklar ve ark., 2011).

Loglineer analizde çözümlenmeler yapılırken verilerin durumuna göre üç temel çözümlenme yönteminden yararlanılır. Bu yöntemler:

- Genel loglineer analiz (General loglinear analysis),
- Lojit loglineer analiz (Logit loglinear analysis),
- Aşamalı loglineer analiz (Hierarchical loglinear analysis) olarak adlandırılır.

Bu çalışmada üç veya daha fazla değişkenin iç içe gruplanarak çok yönlü çapraz tablolar biçiminde gösterildiği veri yapılarının analizinde kullanılan bir yöntem uygulanan analiz yöntemi olan aşamalı loglineer analiz yöntemi kullanılmıştır.

Aşamalı loglineer yöntem, değişkenlerin en yüksek dereceden etkileşimlerini

modele almadan önce aşamalı olarak ana etkileri modele alarak benzerlik khi-kare değeri hesaplamayı, sonra ikili etkileşimleri modele katarak benzerlik khi-kare değeri hesaplamayı ve bu işlemi benzerlik khi-kare değeri önemlilik değerini kaybedinceye kadar yüksek dereceden etkileşimleri modele katarak sürdürmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Burada amaç ana etkilerden başlayarak sıra ile faktörler arasındaki ikili, üçlü ve çoklu etkileşimleri modele alarak optimal bir model oluşturmak ve bu modele göre verilerin analizini yapmaktır. Özellikle üçlü, dörtlü ve çok katlı etkileşimlerin doğrudan modele alınmasının parametre tahmininde sıkıntılar yaratacağı durumlarda tercih edilen bir yöntemdir (Özdamar, 2004).

Çalışmada kullanılan diğer tamamlayıcı bir yöntem ise aşamalı loglineer model ve kategorik değişkenler arasındaki yorumlanmasını kolaylaştıran ve bu değişkenlerin birlikte değişimlerini, daha az boyutlu bir uzayda grafiksel olarak gösteren bir yöntem olan uyum analizidir. Uyum analizi, çok değişkenli bir analiz yöntemi olup kontenjans tablolarının satır ve sütunları arasındaki bağımlılığı çok boyutlu inceleyen ve grafiksel olarak gösterimini veren bir yöntemdir (Akdağ, 1998). Uyum analizinde, değişkenler arasındaki ilişkileri indirgenmiş boyutlu bir uzayda sunmak amaçlanmaktadır. Analizde, çapraz tabloların yapılarını belirlemek amacıyla matematiksel teknikleri kullanarak çok boyutlu uzayda değişkenlerin kategorilerini temsil eden noktaları içeren bir grafik oluşturulur (Suner ve Çelikoğlu, 2008).

Uygunluk analizi çapraz tabloda yer alan değişken ve boyut sayısına göre iki farklı şekilde uygulanmaktadır (Cangür ve ark. 2005). Uygunluk analizinin en basit hali olan “Basit Uygunluk Analizi (Simple Correspondence Analysis)” iki yönlü çapraz tabloların incelenmesinde kullanılmaktadır. Değişken sayısının sınırlandırılmadığı, değişkenlerin bir matris olarak kodlanıp çok yönlü çapraz tablolarda uygulandığı hali ise “Çoklu Uygunluk Analizi (Multiple Correspondence Analysis)” olarak adlandırılmaktadır. Çoklu Uygunluk Analizi, Homojenlik Analizi (Homogeneity Analysis) olarak da isimlendirilir. Log-Linear analiz yöntemi ile analiz edildiğinde, ayrıntılı bilgi elde edilemeyen, tablolaştırılmış problemlerin çözümünde uygunluk analizi kullanılır (Greenacre ve Hastie, 1987).

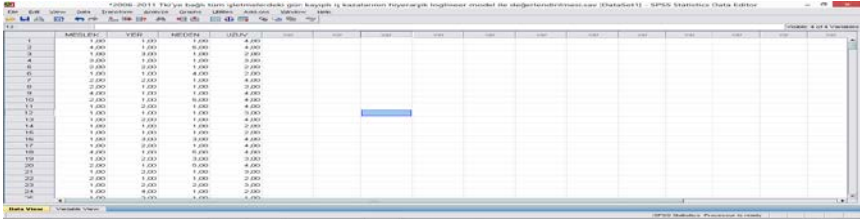
Özellikle son yıllarda, bilgisayar kullanımındaki artışa bağlı olarak “SPSS, MINITAB, SAS” gibi istatistiksel paket programlarında uygulanabilen bir yöntemdir (Clausen, 1998).

3. UYGULAMA ÇALIŞMASI

Meydana gelen iş kazaları yapısında barındırdığı birçok etkenin bileşimi sonucunda meydana geldiği düşünüldüğünde, risk değerlendirmesinin

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

yapılabilmesinde sunduğu kolaylıklar nedeniyle bu çalışmada da loglineer model ve söz konusu unsurlar arasındaki ilişkilerin daha kolay bir şekilde (grafiksel olarak) yorumlanmasını sağlayan uyum analizi tercih edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında 2006-2011 yılları arasında TKİ'ye bağlı açık işletmelerde meydana gelen iş kazaları incelenmiş ve aşamalı loglineer analiz yöntemi uygulayabilmek için iş kazası verileri kategorize edilerek, her bir kaza verisi SPSS istatistiksel analiz paket programına ayrı ayrı kodlanmıştır. Söz konusu kodlama işlemine ilişkin SPSS® programı ekran görünümü Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7. SPSS® programı veri giriş ekranı

Çizelge 2'de analizde kullanılan değişkenler, açıklamaları ve değişkenlere atanan kod değerlerinin açıklamaları verilmiştir. Çalışmada kullanılan loglineer modelde, 4 aşamalı etkileşim olacak şekilde model oluşturulmuştur. Söz konusu modelde kullanılan değişkenlerin çapraz sınıflandırma tablosu ise Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 2. Modelde oluşturulan kaza kategorileri

Değişkenler	Değişkenlerin Açıklaması	Değişkenlere Atanan Kod Değerlerinin Açıklaması
X_{yer}	Kaza yeri	1 = Açık ocak sahası 2 = Atölyeler 3 = Sosyal tesisler-Karo sahası 4 = Kriblaj-Lavvar-Ambarlar
X_{neden}	Kaza nedeni	1 = Makina-İş makinası 2 = Elle taşıma 3 = Düşme 4 = El aletleri 5 = Karayolu ile taşıma
X_{meslek}	Çalışanın mesleği	1 = Bakım personeli 2 = Şoför 3 = İşçi 4 = İş makinesi operatörü
X_{uzuv}	Kazalanan uzuv	1 = Baş 2 = El-Kol 3 = Ayak-Bacak 4 = Gövde

Etkileşim terimlerinin öneminin değerlendirmesi için ise Khi-kare(χ^2) testi kullanılmaktadır (Maiti ve ark., 2001). SPSS programında gerçekleştirilen loglineer analiz işlemi sonucunda elde edilen kategori etkileşim sonuçları ve bu sonuçların önem derecesine yani χ^2 değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanmış olarak Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Modelde kullanılan değişkenlerin çapraz sınıflandırma tablosu

Kaza yeri	Kaza nedeni	Çalışanın mesleği	Kazalanan uzuv
X _{yer} =1	X _{neden} =1	X _{meslek} =1	X _{uzuv} =1
			X _{uzuv} =2
			X _{uzuv} =3
			X _{uzuv} =4
		X _{meslek} =2	X _{uzuv} =1
			X _{uzuv} =2
			X _{uzuv} =3
			X _{uzuv} =4
		X _{meslek} =3	X _{uzuv} =1
			X _{uzuv} =2
			X _{uzuv} =3
			X _{uzuv} =4
		X _{meslek} =4	X _{uzuv} =1
			X _{uzuv} =2
			X _{uzuv} =3
			X _{uzuv} =4
X _{yer} =4	X _{neden} =2	-	-
	X _{neden} =1	X _{meslek} =1	X _{uzuv} =1

Çizelge 4. Modelde kategoriler arasındaki etkileşimler

Etkileşimlerin Derecesi	Etkileşimler	SD	Khi-kare (χ^2)	Anlamlılık (p)
Ana Etkileşimler	Yer	4	551,576	.000*
	Neden	5	496,813	.000*
	Meslek	4	446,624	.000*
	Uzuv	4	280,073	.000*
2	Meslek*Yer	16	121,501	.000*
	Neden*Uzuv	20	85,861	.000*
	Meslek*Neden	20	84,050	.000*
	Yer*Neden	20	48,929	.000*
	Yer*Uzuv	16	12,087	.738
	Meslek*Uzuv	16	11,105	.803
3	Meslek*Neden*Uzuv	80	51,778	.994
	Meslek*Yer*Neden	80	45,597	.999
	Yer*Neden*Uzuv	80	43,280	1.000
	Meslek*Yer*Uzuv	64	38,164	.996

* 0.05 (%95) güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 4'te, Anlamlılık (p) sütununda (kategorilerin istatistiksel olarak anlamlılığı) nı belirten sütundaki değerler incelendiğinde, 3'lü etkileşimlerin

anlamli olmadığı görülmüştür. Modelde 2'li etkileşimlerde Meslek*yer, Neden*uzuv, Meslek*Neden ve Yer*Neden değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamli olduğu ($p<0.05$), ana etkileşimlerin ise tamamının anlamli oldukları tespit edilmiştir. χ^2 değerlerine göre bir değerlendirme yapıldığında, Meslek*Yer etkileşiminin en önemli etkileşimi olduğu tespit edilmiştir. Kategorik verilerin analizlerinde sıklıkla kullanılan kriterlerden birisi de olasılıklar oranıdır. Olasılıklar oranı (Odds Ratio, OR), değişkenler arasındaki etkileşimi ifade eden ve etken varken bir fenomenin gözlenme olasılığının, etken yok iken gözlenme olasılığına göre kaç kat daha fazla gözlendiğini ifade etmekte kullanılan bir istatistiktir (Özdamar, 2004). OR değerleri, SPSS® parametre tahminleri çıktı ekranı tablosundaki önemli parametrelerden biri olan Estimate(β) değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır. β değerinin exponansiyeli ($Exp(\beta)$), olabilirlik oranı değeri OR değerine karşılık gelmektedir. Hesaplanan OR değerleri değişkenlerin etkisinin önemini belirten bir değer olup; 1 ise (OR=1 ise) değişkenin herhangi bir etkisinin olmadığını belirtir. Buna göre eğer OR>1 ise söz konusu etkenin gerçekleşme olasılığı artmakta iken, OR<1 ise azalmaktadır (Agresti, 2007). 95%CI değerlerinin hesabı için ise $Exp = [Estimate(\beta) \pm 1,96(SE)]$ formülü kullanılmıştır (Agresti, 2002). SPSS® parametre tahminleri çıktı ekranında yer alan değerler kullanılarak değişkenler için hesaplanan söz konusu değerler Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 5 incelenerek bir değerlendirme yapıldığında, işletmelerde gün kayıplı kazalara maruz kalma açısından en riskli yerlerin açık ocak sahaları olduğu, bakım personeli meslek grubundan olan çalışanların yüksek risk altında oldukları, makine ve iş makinesi kullanımının en riskli kaza nedeni olduğu, el, kol ve gövde uzuvlarının en riskli uzuvlar olduğu tespit edilmiştir.

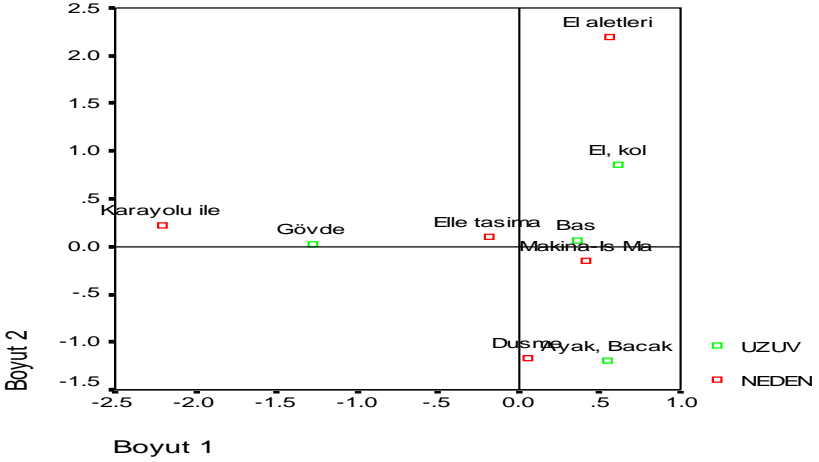
Uygulama çalışmasının ikinci kısmında Çizelge 4' te anlamli olduğu tespit edilen 2'li kategori etkileşimlerini yorumlayabilmek için, aynı verilere Log-Lineer modeller ile birbirinin tamamlayıcısı olarak gösterilen uyum analizi uygulanmıştır. Log-Lineer modellerde ortaya çıkan etkileşimler kaza analizini daha da ayrıntılı incelemek amacıyla uygunluk analizi ile de incelenmiştir. Programda önem sırasına göre Meslek*Yer, Neden*Uzuv, Meslek*Neden, Yer*Neden etkileşimleri ve ayrıca tüm risk faktörlerini bir arada değerlendirebilmek için Meslek*Yer*Neden*Uzuv etkileşimi için de uyum analizi uygulanmıştır. Şekil 8'de Meslek*Yer, Şekil 9'da Neden*Uzuv, Şekil 10'da Meslek*Neden, Şekil 11'de Yer*Neden, Şekil 12'de ise Meslek*Yer*Neden*Uzuv etkileşimleri ile gerçekleştirilen çoklu uygunluk analizi sonucunda elde edilen sonuç ekranında yer alan grafikler incelenmiştir.

Çizelge 5. Modeldeki ana etkileşimler

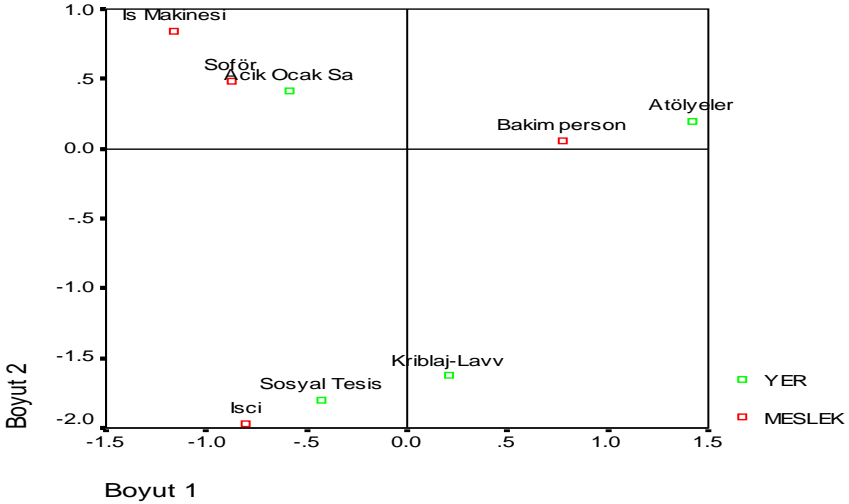
Ana Etkileşimler	Etkileşimler	Estimate(β)	Std. Hata (SE)	Odds Ratio(OR)	95%CI
Yer	Açık ocak sahası	0,433	0,089	1,542	[1,295-1,836]
	Sosyal tesisler-Karo sahası	0,004	0,095	1,004	[0,833-1,209]
	Atölyeler	-0,005	0,097	0,995	[0,823-1,203]
	Kriblaj-Lavvar-Ambarlar	-0,129	0,098	0,879	[0,725-1,065]
Meslek	Bakım personeli	0,409	0,089	1,505	[1,264-1,792]
	Şoför	0,014	0,096	1,014	[0,840-1,224]
	İşçi	-0,006	0,096	0,994	[0,824-1,199]
	İş makinesi operatörü	-0,113	0,098	0,893	[0,737-1,082]
Neden	Makine-İş makinesi	0,395	0,101	1,484	[1,218-1,809]
	Düşme	0,062	0,105	1,064	[0,866-1,307]
	Elle taşıma	0,033	0,106	1,034	[0,839-1,272]
	Karayolu ile taşıma	-0,085	0,109	0,919	[0,742-1,137]
Uzuv	El-Kol	0,155	0,093	1,168	[0,973-1,401]
	Gövde	0,154	0,093	1,166	[0,972-1,399]
	Ayak-Bacak	0,065	0,095	1,067	[0,886-1,286]
	Baş	-0,070	0,097	0,932	[0,771-1,128]

Şekil 8'de Meslek*Yer etkileşimi incelendiğinde, bakım personelinin atölyelerde, işçilerin sosyal tesisler-karo sahasında, şoför ve iş makinesi operatörünün açık ocak sahasında gün kayıplı iş kazalarına maruz kalma olasılıklarının yüksek olduğu görülmüştür.

Şekil 9'da Neden*Uzuv etkileşimi incelendiğinde, söz konusu işletmelerde çalışanların el aletleri ile çalışmada el ve kollarından, karayolu ile taşımada gövdelerinden, makina-iş makinesi nedenli kazalarda başlarından, düşme nedenli kazalarda da ayak ve bacaklarından yaralanma riskinin yüksek olduğu söylenilebilir.

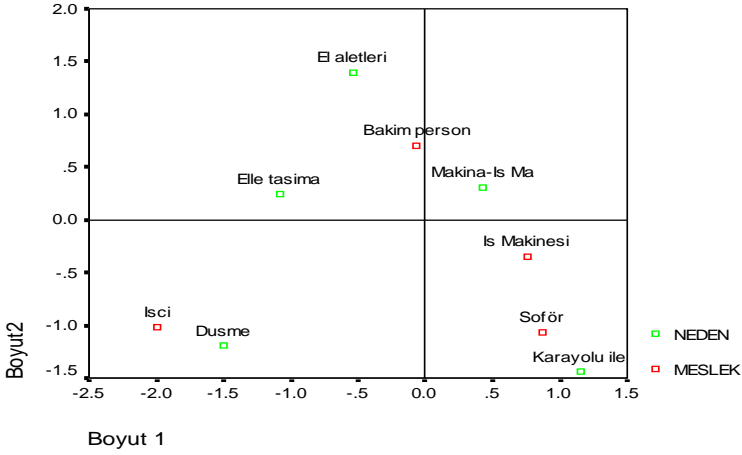


Şekil 8. Meslek*Yer etkileşimi



Şekil 9. Neden*Uzuv etkileşimi

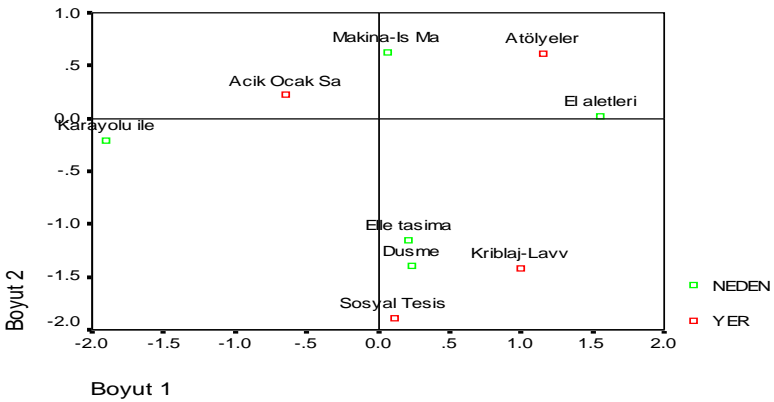
Şekil 10'da Meslek*Neden etkileşimi incelendiğinde, işçilerin düşme nedeni kazalarda, şoför ve iş makinası operatörünün karayolu ile taşımada, bakım personelinin el aletleri ve makina-iş makinası nedeni kazalarda yaralanma ihtimalinin olduğu belirlenmiştir.



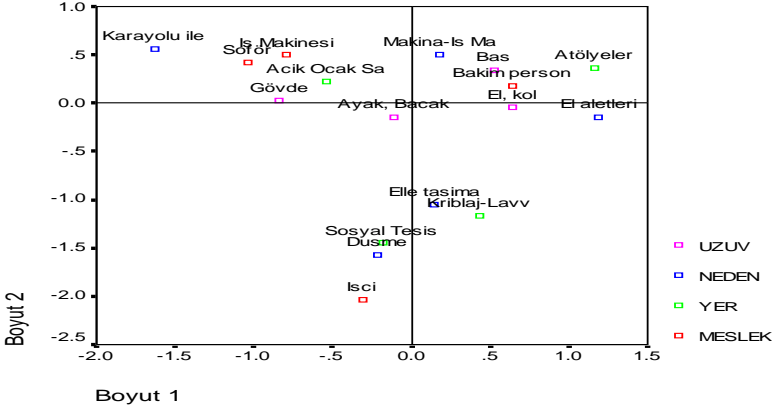
Şekil 10. Meslek*Neden etkileşimi

Şekil 11’de Yer*Neden etkileşimi incelendiğinde, açık ocak sahasında makina-iş makinası ve karayolu ile taşıma, atölyelerde el aletleri, kriblaj, lavvar ve sosyal tesislerde elle taşıma ve düşme nedenli gün kayıplı iş kazaları görülme olasılığı yüksek olduğu yorumu yapılabilir.

Şekil 12’deki 4’lü etkileşim analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise, şoför ve iş makinası operatörünün açık ocak sahasında karayolu ile taşıma sırasında ayak, bacak ve gövdelerinden yaralanma ihtimalinin olduğu söylenebilir. Ayrıca, bakım personelinin atölyelerde el aletlerinin kullanımı sırasında el ve kollarından yaralanma riskinin de yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 11. Yer*Neden etkileşimi



Şekil 12. Meslek*Yer*Neden*Uzuv etkileşimi

4. SONUÇLAR

Madencilik sektöründe yaygın olan gün kayıplı iş kazalarının önlenmesi ve azaltılabilmesi, gerçekleştirilecek bu tür kaza analizleri ve analiz sonucunda elde edilen sonuçlara ilişkin alınacak önlemler ile mümkündür. İş kazalarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi işletmelere kazaların kök nedenlerini belirleme açısından faydalı bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmada kapsamında TKİ'ye bağlı açık işletmelerde 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları aşamalı loglineer analiz ve uyum analizi ile yöntemi ile değerlendirilmiştir. Analiz kapsamında kazalar; kaza yeri, kaza nedeni, çalışanın mesleği ve kazalanan uzuv olmak üzere 4 ayrı kategori oluşturularak sınıflandırılmıştır. Değerlendirme sonucunda;

- Meslek*Yer etkileşiminde bakım personelinin atölyelerde, işçilerin sosyal tesisler-karo sahasında, şoför ve iş makinası operatörünün açık ocak sahasında;

- Neden*Uzuv etkileşiminde, çalışanların el aletleri ile çalışmada el ve kollarından, karayolu ile taşımada gövdelerinden, makina-iş makinası nedenli kazalarda başlarından, düşme nedenli kazalarda da ayak ve bacaklarından yaralandıkları;

- Meslek*Neden etkileşiminde, işçilerin düşme nedenli kazalarda, şoför ve iş makinası operatörünün karayolu ile taşımada, bakım personelinin el aletleri ve makina-iş makinası nedenli kazalarda yaralanma ihtimalinin olduğu;

- Yer*Neden etkileşiminde ise açık ocak sahasında makina-iş makinası ve karayolu ile taşıma, atölyelerde el aletleri, kriblaj, lavvar ve sosyal tesislerde elle

taşıma ve düşme nedenli gün kayıplı iş kazaları görülme olasılığının yüksek olduğu söylenilebilir.

- Modelde oluşturulan tüm kategoriler bir arada değerlendirildiğinde ise şoför ve iş makinası operatörünün açık ocak sahasında karayolu ile taşıma sırasında ayak, bacak ve gövdelerinden yaralanma ihtimalinin olduğu yorumu yapılabilir. Analiz kapsamında tespit edilen risk unsurlarının yeniden gözden geçirilerek yapılacak düzenleyici çalışmaların planlanması, işletmelerde gün kayıplı kazaların azaltılabilmesi için büyük önem arz etmektedir. Bu ve buna benzer yöntemler kullanarak yapılacak risk değerlendirme çalışmaları ve analizler sonucu gerekli tedbirlerin alınması ile iş kazalarının önemli oranlarda azalacağı şüphe götürmez bir gerçektir. Bunun için öncelikle mevcut riskleri kaynağında önlemek için yapılabilecek çalışmalar (eliminasyon, ikame, izolasyon, riski transfer etme, mühendislik kontrolleri vb.) yapılmalıdır. İşyeri düzeni, zemin durumu, makine koruyucuları, kişisel korunma araçları sağlık ve güvenliği sağlamaya uygun hale getirilmelidir. Verilecek mesleki eğitimlerle işçiler olası tehlikeler ve riskler konusunda bilgilendirilmeli, eğitimler yüz yüze verilmeli ve süreklilik arz etmesi sağlanmalıdır. Verilecek eğitimler iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliklerinde geçen en az sürelerle göre değil, işletmelerde gerçekleşen kazalara ve mevcut ihtiyaçlara göre sıklaştırılmalıdır. Bu noktada işverenlerinde konuya duyarlı olmaları, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğini sağlamalarının hem bir insani sorumluluk hem de yasal bir yükümlülük olduğunun bilincine varması gerekmektedir.

Çalışmada gün kayıplı iş kazaları kategorik hale getirilerek değerlendirilmiş, oluşturulan kategorilerin birbirleriyle etkileşimleri araştırılarak işletmelerdeki risk unsurları belirlenmeye çalışılmıştır. Kullanılan analiz yöntemlerinin, kategori oluşturma bakımından araştırmacıların araştırmak istediği unsurlara yönelik kolaylıkla yeniden düzenlenebilir olması açısından tercih edilebilir bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Agresti, A., 2002. *Categorical data analysis*, John Wiley and Sons Inc., New Jersey, 710 p.
- Agresti, A., 2007. *An introduction to categorical data analysis*, John Wiley and Sons Inc., New Jersey, 372 p.
- Akdağ, B., 1998. *Kontenjans Tablolarında Loglineer Analiz İle Homojenite Analizinin Karşılaştırılması*, Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 66 s.
- Altaş, D., Sağırılı, M. ve Giray, S., 2006. *Yurtdışında Çalışıp Türkiye'ye Dönen Akademisyenlerin Eğitim Durumları, Gidiş Ve Dönüş Sebepleri Arasındaki*

- İlişki Yapısının Loglineer Modeller İle İncelenmesi*, Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 21, 1, s.401-421.
- Atılğan, H., 2007. *İş Kazalarının İncelenmesi ve Kaza Analizi*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.193-201, Adana.
- Cangür, Ş., Sığırlı, D., Ediz, B., Ercan, İ. ve Kan, İ., 2005. *Türkiye’de Özürlü Grupların Yapısının Çoklu Uyum Analizi ile İncelenmesi*, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 31, 3, s.153–157.
- Clausen, S. E., 1998. *Applied Correspondence Analysis: An Introduction*, Sage Publications Inc.,USA. 80 p.
- Coleman, P.J. and Kerkering, J.C., 2007. *Measuring Mining Safety With Injury Statistics: Lost Workdays as Indicators of Risk*. J. Safety Res. 38, p.523–533.
- Greenacre, M. J. and Hastie T., 1987. *The Geometric Interpretation of Correspondence Analysis*, JASA, 82, 398, p.437-447.
- Güyağüler, T., 2007. *İnsan Özelliklerinin Kazalara Etkisi*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Adana, s.51-55.
- Maiti, J., Bhattacharjee, A. and Bangdiwala, S.I., 2001. *Loglinear Model For Analysis Of Cross-Tabulated Coal Mine Injury Data*, Injury Control and Safety Promotion, 8, 4, p.229-236.
- Önder, M. ve Adıgüzel, E., 2009. *Uyum Analizi İle Türkiye Taş Kömürü Kurumu Ocaklarındaki İş Kazalarının İncelenmesi*, Türkiye 21. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, Antalya, s.597-605.
- Önder, S. ve Önder, M., 2010. *TKİ’ye Bağlı İşletmelerde Yaralanmalı İş Kazalarının Analizi*, Madencilik Dergisi, 49, 3, s.3-12.
- Önder, M. and Adıgüzel, E., 2010. *Evaluation of Occupational Fatalities Among Underground Coal Mine Workers Through Hierarchical Loglinear Models*, Industrial Health, 48, 6, p.872-878.
- Önder, S., Adıgüzel, E. ve Önder, M., 2013. *Açık İşletme Kömür Madenciliğinde İş Makineleri İle İlişkili Kazaların Analizi*, Türkiye Uluslararası 23. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, s.1895-1901, Antalya.
- Önder, S. ve Mutlu, M., 2014. *Açık İşletme Kömür Madenciliğinde Lojistik Regresyon Analizi İle İş Kazalarının Değerlendirilmesi*, Türkiye 19. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, s.341-352, Zonguldak.
- Önder, M., Mutlu, M., Adıgüzel, E. ve Önder, S., 2015. *TKİ’ye Bağlı Açık İşletme Kömür Madenlerindeki İş Günü Kayıplı İş Kazalarının Aşamalı Loglineer Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi*, Türkiye 24. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, 178-189, Antalya.
- Özaydın, Ö., 2001. *Loglinear Model Analizinin SAS Paket Programında Organ Bağısı İle İlgili Uygulaması*, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 110s.
- Özdamar, K., 2004. *Paket programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1*, Kaan Kitabevi, s.563- 588.

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

- Sarı, M, Duzgun, H.S.B, Karpuz, C and Selcuk, A.S., 2004. *Accident Analysis of Two Turkish Under-Ground Coal Mines*, Safety Science, 42, p.675-690.
- Sarı, M., Selçuk, A.S., Karpuz, C., Düzgün and H.S.B., 2009. *Stochastic Modeling Of Accident Risks Associated With An Underground Coal Mine in Turkey*, Safety Science, 47, 1, p. 78–87.
- Suner, A. ve Çelikoğlu, C.C., 2008. *Uygunluk Analizinin Benzer Çok Değişkenli Analiz Yöntemleri ile Karşılaştırılması*, İstatistikçiler Dergisi, 1, s.9-15.
- Şıklar, E., Yılmaz, V., Coşkun, D., 2011. *Eskişehir'deki Üniversitelerde Görevli Akademik Personelin İş Tatmini ve Duygusal Tükenmişliklerinin Log-Linear Modeller Ve Correspondence Analizi ile İncelenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26, 2, s.113-134.
- Tanır, F., 2009. *Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliğine Bakış*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, s.7-8. Adana.

Bir Açık Kömür İşletmesinde Risklerin ve Önlemlerin Değerlendirilmesi

Evaluation of Risks and Precautions at Opencast Coal Mine

M. G. Özdoğan, D. E. Sarııcı

İnönü Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Malatya

ÖZET Madencilik sektöründe can ve mal kaybına sebebiyet veren kazalar sıklıkla yaşanmaktadır. Ülkemizde yapılan madencilik faaliyetlerinin önemli bir bölümünü teşkil eden kömür madenciliği, ölümlü kazaların yaşandığı iş kolları içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır. Günümüzde gerek yeraltı gerekse açık ocak madenciliği uygulamaları ile yapılan kömür madenciliğinde yaşanan ve kamuoyunda geniş yankılar bulan ölümlü kazalar, madencilik faaliyetlerinin her aşamasında alınması gereken iş güvenliği, risk tespit ve analizi çalışmalarını artırmıştır. Bu çalışmada bir açık kömür maden işletmesinde kazı ve döküm faaliyetlerinde tehlikeli durumların oluşmasına sebebiyet veren risklerin belirlenmesi ve uygun önlemlerin sistematik bir şekilde seçilerek genel bir metodolojinin oluşturulması için, L tipi risk değerlendirme matrisi oluşturulmuştur. İşletmede meydana gelen kazaların oluşum nedenleri incelenerek alınması gereken önlemler ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

ABSTRACT Accidents cause to loss of lives and property have been experienced frequently In mining sector. Coal mining, one of the significant part of our country's mining sector, takes place in primary rankings in terms of jobs with accidents involving death. Nowadays, accidents involving death within coal mining applications both in underground and opencast mining had a broad repercussion by public and have increased work safety, risk assessment and analysis studies that should be done in every stage of mining operations. In this study, L type risk evaluation matrix has been created in order to determine the risks caused to dangerous situation during the excavation and dump operations in an opencast coal mine and to generate a general methodology by choosing suitable measures systematically. By examining the causes of occurred accidents in the mine, an evaluation of actions to be taken has been done.

1. GİRİŞ

Endüstride yüzyıllardır enerjinin elde edilmesinde kullanılan kömür, oluşum süreci, nem, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler açısından çeşitlilik gösterir. Dünyanın en önemli enerji kaynağı olan kömür, dünya genelindeki elektriğin %40'ının üretilmesinde rol oynar. Çoğu ülkede bu oran daha fazladır. Polonya elektriğinin %94'ünden fazlasını; Güney Afrika %92; Çin %77 ve Avustralya %76'sını kömürden elde etmektedir. Kömür son yıllarda dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olmuştur (WCI, 2009; TKİ, 2010). Ülkemizde enerji sektörünün ihtiyaçları göz önüne alındığı zaman kömür yataklarının fosil yakıtlar içinde öncelikli olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır Kömür madenciliği ülkemiz madencilik faaliyetlerinin önemli bir bölümünü teşkil etmektedir. Bunun yanı sıra ülkemizde gerçekleşen son üç yıl içindeki ölümlü maden kazalarının özellikle kömür madenlerinde gerçekleştiği görülmüştür. Bu kazalarda yeraltı kömür madenlerinde grizu patlaması, göçük, açık kömür madenlerinde yüksekte düşmeler, araç kazaları ön plana çıkmaktadır (Ünal ve ark., 2013). Sektörde gerçekleşen bu kazaların oluş sebeplerinin irdelenerek risklerin ve önlemlerin değerlendirilmesi olabilecek iş kazalarının önlenmesi konusunda etkili olacaktır.

Bu amaçla yapılacak risk analizi çalışmalarında önce tehlikeler belirlenmeli, riskler belirlenip analiz edilmeli, kontrol tedbirleri kararlaştırılmalı, çalışma alanında, düzenli aralıklarla kontrol tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığını ve belirlenen risklerin kabul edilebilir risk düzeyine inip inmediği kontrol edilmelidir.

2.İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ NEDENLERİ

Bir iş kazasının ve meslek hastalığının meydana gelmesinde; sosyolojik, psikolojik, fizyolojik, eğitim ve teknik konular etkili olmaktadır. İş kazalarının iki ana sebebi vardır. Bunlar, güvensiz çalışma davranışları ve güvensiz çalışma koşullarıdır. Güvensiz çalışma koşulları da fiziksel ve çevresel şartlar olarak iki kısma ayrılır. Fiziksel şartlar; bozuk ekipmanı, yetersiz makine muhafazasını ve koruyucu ekipman eksikliğini kapsar. Çevresel şartlar ise; gürültü, radyasyon, toz ve stres gibi etkenleri kapsar (Cusico, 1995).

İş kazalarının ve meslek hastalıklarının çoğalmasında rol oynayan temel etkenler şunlardır (Erbay, 1994):

- Kazaların ve hastalıkların oluşunda denetim ve kontrol yetersizliği,
- Geri teknoloji kullanma,
- Eğitimsizlik,

- Koruyucu önlem yetersizliği, verilen koruyucuların titizlikle takip edilmeyişi, uygulamadaki ihmal ve önemsememe,
- Sağlığa ve emniyete elverişli olmayan koşullar,
- Deneyimsiz eleman istihdamı, yeni alınan işçiler için intibak eğitiminin yapılmayışı,
- Kazaların neden, nasıl meydana geldiği, oluş nedenlerinin, aynı kazanın tekrarlanmaması ve ciddi önlemlerin kazadan önce de, kazadan sonra da alınması gereğinin sorumlu formenler, mühendisler, iş yeri güvenlik şefi ve işveren vekili şantiye şefi tarafından da titizlikle ele alınmaması.

Kazaların oluşumunu inceleyen araştırmacılar, kaza zinciri faktörlerini dik duran domino taşlarına benzeterek örneklemişlerdir. Kazalar beş temel faktörün oluşturduğu bir zincir olarak kabul edilir. Dik duran domino taşları modeline göre kaza zinciri faktörü şu şekilde sıralanmıştır (Müngen, 2005):

1. Doğa koşulları (doğal yapı)
2. Kişisel eksiklikler
3. Güvensiz durum ve davranışlar
4. Kaza
5. Zarar (ölüm, yaralanma)

Kaza zincirinde “doğa koşulları” önlenemeyen bir faktördür. İnsan-malzeme düşmelerinin ve zemin kaymalarının yer çekimi sonucunda meydana geldiği, elektrik enerjisinin öldürücü etkisinin bulunması, küçük bir kıvılcımın patlamaya veya yangına neden olabilmesi gibi benzer örnekler, doğanın yapısında var olan ve önlenmesi mümkün olmayan özelliklerdir. Bu nedenle “doğa koşulları” kaza zincirinin ilk halkasını oluşturmaktadır (Müngen, 2005).

Kaza zincirinin ikinci halkasını “kişisel eksiklikler” oluşturmaktadır. İnsan doğası ve yapısındaki yetersizlikler bu faktörde belirtilmektedir.

Kaza zincirini oluşturan üçüncü ve en önemli faktör “güvensiz durum ve davranışlardır”. İnsanın sahip olduğu yeteneklerin fiziksel ve ruhsal açıdan yersiz olduğu bilinmektedir. Fakat bu kazalardan korunmak için yeterli değildir. Bununla birlikte kişisel özürler kaza riskini artırmaktadır. Tüm bunlar “güvensiz durum ve davranışları” en önemli faktör yapmaktadır. Bu modele göre “güvensiz durum ve davranışların” ortadan kaldırılması, birinci ve ikinci faktörlerin kazaya sebebiyet verme ihtimalini yok etmektedir. “Güvensiz durum” kavramı genel olarak kazalara yol açan fiziksel eksiklikleri, hatalı ve tehlikeli durumları oluşturmaktadır.

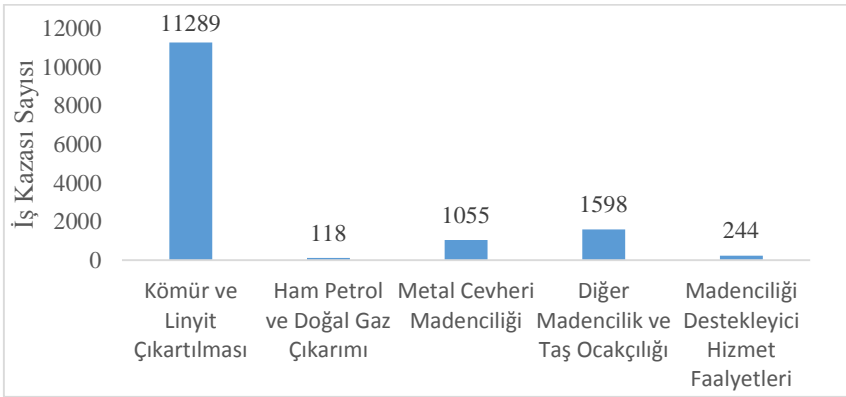
“Güvensiz davranış” kavramı ise, çalışma sırasında kazaya sebebiyet verebilecek dikkatsiz ve tedbirsiz davranışları, hatalı ve bilgisizce yapılan hareketleri içermektedir (Müngen, 2005).

Kaza nedenlerinin iş kazalarının ortaya çıkmasındaki ağırlık oranları konusunda farklı araştırmalara dayanan değişik görüşlerin bulunduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen, genellikle iş kazalarının %80'inin insanlara, %18'inin fiziki ve mekanik çevre koşullarına, %2'sinin ise umulmadık olaylara bağlı olarak oluştuğu belirtilmiştir. Bu genelleme, iş kazalarının yaklaşık olarak %98'i üzerinde önleyici yaklaşımların yapılabileceğini ortaya koymaktadır(Camkurt, 2007).

3. TÜRKİYE'DE MADENCİLİK SEKTÖRÜNDEKİ İŞ KAZALARI

SGK'nın 2013 yılındaki madencilik sektöründeki kaza sayıları incelendiğinde kömür ve linyit çıkartılmasında 11285, ham petrol ve doğal gaz çıkarımında 118, metal cevheri madenciliğinde 1044, diğer madencilik ve taş ocakçılığında 1572 ve madenciliği destekleyici hizmet faaliyetlerinde 244 adet kaza meydana gelmiştir.

İstatistiklerden görüldüğü üzere en çok kaza kömür çıkartılması alanında meydana gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. 2013 yılında madencilik sektöründeki iş kazası sayısı (SGK, 2013)

4. RİSK DEĞERLENDİRME KARAR MATRİSİ

En sık kullanılan yaklaşımlardan biri olan risk değerlendirme matrisi ABD askeri standardı MIL_STD_882-D olarak bilinen sistem güvenlik program gereksinimini karşılamak maksadıyla geliştirilmiştir. Matris diyagramları iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılan bir değerlendirme aracıdır. 5×5 matris diyagramı (L tipi matris) özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Özel önlem gerektiren ve işletmelerde öncelikle önlem alınması gerekli olan tehlikelerin tespitinin yapılabilmesi için

kullanılmaktadır. Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi takdirinde sonucunun derecelendirilmesi ve ölçümü yapılmaktadır.

L tipi matriste kullanılacak olan olasılık skoru Çizelge 1'den belirlenmektedir. Daha sonra şiddet Çizelge 2 'den seçilmektedir. Son olarak risk puanı Çizelge 3'te şiddet puanı ile olasılık puanının çarpılmasıyla belirlenmektedir.

Çizelge 1. Zaman dilimine bağlı olasılık skor tablosu (NHS, 2008)

Zaman dilimine bağlı olasılık	Olasılık için derecelendirme basamakları
(5) Çok Yüksek	Proses süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok. Her gün.
(4) Yüksek	Proses süresince oluşması mümkün. Kontrol edilebileceği kesin değil veya kontroller sınırlı ve yetersiz olabilir. Ayda bir.
(3) Orta	Proses süresince oluşması mümkün ama beklenmiyor. Kontrol edilmemesi çok küçük olasılık. Yılda bir veya iki kez.
(2) Düşük	Proses süresince olasılığın ortadan kaldırıldığı düşünülüyor. Kontrol sistemi mevcut. Birkaç yılda bir.
(1) Çok Düşük	Proses süresince oluşması beklenmiyor. Yeterli kontrol sağlandı. Hemen hemen hiç.

Çizelge 2. Şiddet skor tablosu

Sonuç	Şiddet İçin derecelendirme basamakları
(5) Çok ciddi	Ölüm
(4) Ciddi	Ciddi yaralanma, uzuv kaybı, meslek hastalığı, sürekli iş göremezlik
(3) Orta	Tedavi gerektiren yaralanmalar, yatarak tedavi, kısa süreli iş göremezlik
(2) Hafif	İlk yardım gerektirebilecek durumlar, ayakta tedavi, gün içinde işgücü kaybı
(1)Çok hafif	İş kaybı olmayan, ilk yardım gerektirmeyen

Çizelge 3. L tipi risk skor matrisi

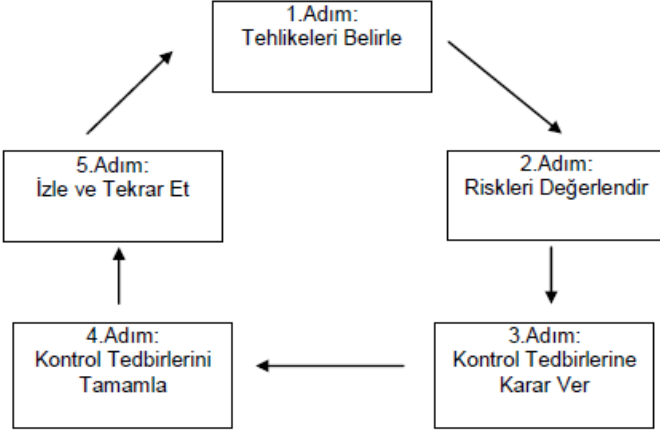
Risk	Etki (Şiddet)				
Olasılık	1 Çok hafif	2 Hafif	3 Orta	4 Ciddi	5 Çok Ciddi
1 Çok Düşük	1 Önemsiz Risk	2 Düşük	3 Düşük	4 Düşük	5 Orta
2 Düşük	2 Düşük	4 Düşük	6 Orta	8 Orta	10 Yüksek
3 Orta	3 Düşük	6 Orta	9 Orta	12 Yüksek	15 Yüksek
4 Yüksek	4 Düşük	8 Orta	12 Yüksek	16 Çok Yüksek	20 Çok Yüksek
5 Çok yüksek	5 Orta	10 Yüksek	15 Yüksek	20 Çok Yüksek	25 Katlanılamaz

Çizelge 4. Risk öncelik tablosu

I. Öncelikli Riskler	II. Öncelikli Riskler	III. Öncelikli Riskler	IV. Öncelikli Riskler
25, 20, 16	15, 12, 10	9, 8, 6, 5	4, 3, 2, 1
Hemen gerekli önlemler alınmalıdır.	Kısa dönemde iyileştirici tedbirler alınmalıdır.	Uzun dönemde tedbirler alınmalı ve önlemler gerektiğinde edilmelidir.	Uzun dönemde iyileştirici tedbirler alınabilir.

5. RİSK DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

Risk değerlendirmesinin verimli olabilmesi için belirli bir sistemde çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Sistemik bir risk değerlendirme çalışmasının aşamaları Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Risk değerlendirme aşamaları (Bayır, 2006)

Risk analizi çalışmaları Şekil 2'deki sistematığe bağlı kalınarak TKİ'ye bağlı bir açık kömür ocağında taşeron firmada yapılmıştır. Risk değerlendirmesinde kazı, nakliyat ve döküm faaliyetleri göz önünde bulundurulmuş ve 2012-2014 yılları arasındaki kazı, yükleme, nakliye ve döküm faaliyetlerindeki kaza verileri kullanılmıştır (Çizelge 5). Risk değerlendirmesi ocakta görevli A sınıfı iş güvenliği uzmanı eşliğinde yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda alınacak önlemler belirlenmiş ve en kısa sürede uygulamaya konulmuştur. Risk analizi sonucunda elde edilen veriler Çizelge 6'da gösterilmektedir.

6. AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ GENEL RİSKLER

Genel olarak açık kömür ocaklarında meslek hastalıklarına sebep olacak riskler toz, gürültü ve titreşim maruziyetidir. Bununla birlikte uygun olmayan basamak yüksekliği ve şev açısında çalışılması, çalışmadan önce ayna üzerinde çatlak kontrolünün yapılmaması, ters ıskarpa yöntemiyle üretim yapılması, patlatma faaliyetlerindeki genel ve güvenlik kurallarına uyulmaması, kişisel koruyucu donanım kullanılmaması, döküm sahasının döküm yapılmasına uygun olmaması, kamyonların aşırı ve dengesiz yüklenmesi iş kazalarının yaşanmasına neden olabilecek risklerdir.

Çalışma alanında ise kazı, yükleme, nakliye ve döküm faaliyetlerindeki çoğu riskin tehlikeli davranıştan dolayı kaynaklandığı görülmüştür. Seyir halinde cep telefonu ile kullanılması, hızlı araç kullanılması, araç veya makinadan inerken kişisel koruyucu kullanılmaması, kazıcı makine operatörlerinin kamyonlara gereğinden fazla yükleme yapması öncelikli olarak belirlenen tehlikeli davranışlardır.

7. ÇALIŞMA SAHASINDA MEYDANA GELEN KAZALAR ve ÖNLEMLER

2012-2014 yılları arası çalışma sahasında meydana gelen kazalar Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 5. 2012-2014 yılları arasında işletmede meydana gelen kazalar

Kaza Türü	Kaza Adedi
Döküm Sahasında Kamyon Devrilmesi	6
Seyir halinde bozuk zemin veya dengesiz malzeme yüklenmesinden dolayı kamyon devrilmesi	3
Makine operatörü malzeme yüklerken kovayı kamyon kupası üzerinden geçirerek yüklemesi sonucu şoförün bulunduğu bölgeye taş düşmesi	3
Kamyonun kademeye paralel yanaşması sonucu kamyon üzerine malzeme akması	1
Ekskavatör operatörünün alçak yükseklikte iskele yapması ve aynayı taramadan kazıya başlaması sonucu kayanın ekskavatör üzerine düşmesi	1
Hızlı kamyon kullanımı sonucu meydana gelen trafik kazası	1

Kaza oluşumunu önlemek için denetim ve uyarıların yanı sıra iş güvenliği eğitimlerinin de yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu eksikliklerin giderilmesi için eğitim planı hazırlanarak eğitim faaliyetlerine başlanmıştır. Eğitim faaliyetlerinde çalışanların bilinçlenmesini sağlamak adına iyi kötü uygulamalar, daha önceden yaşanmış ramak kala ve kaza olaylarının nedenlerinin değerlendirilmesi gibi eğitim konularına daha fazla vurgu yapılmıştır.

8. SONUÇLAR

Ülkemizde enerji kaynağı olarak kömür, petrolden sonra ikinci sırada gelmektedir. Bununla birlikte en çok iş kazası yine kömür üretimi sırasında meydana gelmektedir. Dolayısıyla kömür işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği sistemi oluşturulması için öncelikli olarak çalışanların bilinçlendirilmesi gereklidir.

Yapılan risk analizi çalışmalarından elde edilen sonuçlara baktığımızda;

- Risk analizini tecrübeli kişiler koordine etmeli bununla birlikte tüm çalışanların katılımı sağlanmalıdır. Çünkü riske maruz kalan çalışanın düşünceleri risk değerlendirmesi için önemlidir.

- Yapılan risk değerlendirmesi ve eğitim çalışmaları sonucunda 2015 yılında 1 adet kamyon devrilme kazası dışında kaza yaşanmamıştır. Önceki yıllara ait kaza

sayıları ile karşılaştırıldığında yapılan risk analizi ve eğitim çalışmaları kaza sayısının azalmasında etkili olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sırasında, gerek arazi çalışmalarında gerekse diğer faaliyetlerde her türlü yardımda bulunan başta Binali Özdoğan olmak üzere, Ferhat Demir ve Rasim Solmaz'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Bayır, M., Ergül, M., 2006. *İş Güvenliği ve Risk Değerlendirme Uygulamaları*. Martı Ajans, Bursa.
- Camkurt M.Z., 2007. *İş Yeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi*, TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 20(6)-21(1), 80-106.
- Cuscio, Nayne F., 1995. *Managing Human Resources*. 5. Edition, Irwin Mc Graw Hill.
- Müngen U.,2005. *İş Güvenliği Ders Notu*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- NSH, 2008. *A Risk Matrix for Risk Managers*.
- Nuri, Ö.E., 1994. *İnşaat Sektöründe İş Güvenliği*, Türkiye Mühendislik Haberleri, 374, 56.
- SGK,2013. *İstatistik Yıllığı*.
- TKİ, 2010. *Kömür Linyit Sektörü Raporu*, Ankara.
- Ünal, F.G., Akçakoca, H., Uysal, Ö., Altunbudak, A.,2013. *Türkiye'de Son Yıllarda Yaşanan Ölümlü Maden Kazaları ve Alınabilecek Önlemler*, Maden İşyerlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, s.145-158. Adana.
- WCI, 2009. *The Coal Resource a Comprehensive Overview of Coal*.

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AİT RISK ANALİZİ							
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	
ALINACAK ÖNLEMLER							
1	Döküm Sahası	Döküm sahasına çapraz yanaşmak	Kamyon devrilmesi sonucu yaralanma, ölüm	4	5	20	Döküm sahasına çapraz yanaşıldığında kamyonun yük dengesizliği meydana gelmesi için kamyonlar döküme dik yanaşmalı ve bu konuda personel uyarılmalıdır.
2	Kazı ve Yükleme	Kazı, yükleme ve boşaltmalarda araç etrafında dolaşmak	Taş düşmesi sonucu ciddi yaralanma	3	5	15	Çalışan araçtan inilmemeli ve çalışan makinelere yaklaşılmamalıdır. Acil olarak araçtan inilmesi gereken durumlarda ise çalışanlar baretleri kullanmalıdır.
3	Nakliye	Araç kullanırken telefonla konuşmak	Trafik kazası, kamyon devrilmesi sonucu yaralanma, ölüm	3	5	15	Sürekli denetimle personel uyarılmalı ve talimatlara uyulması sağlanmalıdır.
4	Kazı ve Yükleme	Kazı veya şev dibinde beklenmesi	Kazı ya da döküm alanında heyelan veya taş düşmesi sonucu yaralanma, ölüm	3	5	15	Yazın güneşten korunmak için yapılan bu harekete iş amirleri izin vermemeli, yönerge ve talimatlara uyulması sağlanmalıdır.
5	Nakliye	Şoförlerin aşırı hız yapması	Trafik kazası sonucu yaralanma	3	5	15	Uyarıcı ve ikaz levhalar konulmalı, şoförler sürekli olarak aşırı hız yapmalarını konusunda uyarılmalıdır.

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AİT RİSK ANALİZİ							
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	
			ALINACAK ÖNLEMLER	ÖNCELİK SIRASI			
6	Döküm Sahası	Döküm sahasındaki çatlaklar	Malzeme akması sonucu yaralanma, ölüm	3	5	15	Manevracı ve dozer operatörünün sürekli olarak dökümde çatlak kontrolü yapmalıdır. İş amirleri tarafından da döküm sürekli gözlenmelidir.
7	Kazı ve Nakliye	Kazı kenarları ve şevlerinden kaya, taş, toprak kütlelerinin akması	Malzeme akması veya taş düşmesi sonucu yaralanma, ölüm	3	5	15	Özellikle yüksek uzunluktaki kazılarda ekskavatör operatörü sallantıda bulunan parçaları mutlaka düşürmelidir. Gerekli görüldüğü yerlerde beden işçiliği kullanılarak sallantıda kalan taş, kaya gibi malzemeler güvenlik tedbiri alınarak zemine düşürülebilir.
8	Nakliye	Kamyon tekerine taş girmesi	Taş fırlaması sonucu yaralanma	3	4	12	Kamyon tekerine taş sıkıştığında şoförler müdahale etmemeli, sorumlu personel taşı çıkarmalıdır.
9	Kazı ve Nakliye	Yükleme esnasında teker önüne düşen taşın alınması	Taş düşmesi sonucu yaralanma	3	4	12	Şoförler yükleme bitimine kadar hiçbir eylemde bulunmamalıdır.
10	Nakliye	Geri manevra yapan aracın arkasından	Trafik kazası sonucu yaralanma	3	4	12	Geri manevra yapan aracın manevrası bitene kadar arkasından geçilmemelidir.

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AİT RİSK ANALİZİ							
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	ÖNCELİK SIRASI
ALINACAK ÖNLEMLER							
11	Döküm Sahası	Döküm sahasına yavaşırken hızlı geri manevra veya ani fren yapılması	Kamyon makaslarının kırılması sonucu kamyonun devrilmesi	3	4	12	2
12	Nakliye	Yağışlı, sisli havada çalışılması	Trafik kazası sonucu yaralanma	2	5	10	2
13	Döküm Sahası	Döküm sahasın şev açısının dik olması veya dökümün güvensiz olması	Malzeme akması veya taş düşmesi sonucu yaralanma,	2	5	10	2
14	Döküm Sahası	Döküm sahasında ışıltak bulunmaması	Trafik kazası sonucu yaralanma	2	5	10	2
15	Nakliye	Hatalı sollama	Trafik kazası sonucu yaralanma	2	5	10	2
16	Döküm Sahası	Döküm sahasında kamyonun sete düzğün yavaşırılmaması	Kamyon devrilmesi sonucu yaralanma, ölüm	2	5	10	2

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AİT RİSK ANALİZİ								
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	ŞİDDET	OLASILIK	RİSK PUANI		
			ÖNCELİK SIRASI	ALINACAK ÖNLEMLER				
17	Nakliye	Yolların tozlanması	Görüş mesafesinin kısıtlanması sonucu trafik kazası	3	3	9	3	Yolların tozlanması önlenecek kadar sulanmalıdır.
18	Nakliye	Aşırı yükleme	Şoförlerin kaza yapması	3	3	9	3	Taşıyıcının taşıyabileceği tonaja uyulmalıdır. Fazla yükleme sonucu yola düşen taşlar diğer kamyonların geçtiği yollarda engel oluşturacaktır.
19	Kazı ve Yükleme	İş makinesi kullanılırken güdültüye maruz kalınması	İşitme kaybı	3	3	9	3	Kazı makinelerinin çalıştığı çevrede referans güdültü ölümlü yapılmalıdır. Operatöre kulak koruyucu verilmeli ve kullanması sağlanmalıdır.
20	Kazı ve Nakliye	Kaza geçiren kişiye kısa süre içerisinde müdahale edilememesi	İş kazalarının etkilerinin artması	3	3	9	3	Acil durum telefon listelerinin hazırlanıp gerekli yerlere asılmalıdır.
21	Kazı ve Nakliye	Yükleme için kademeye paralel yanaşmış kamyonlar	Malzeme akması veya taş düşmesi sonucu yaralanma,	4	2	8	3	İş başı ve devam eden zamanda personel uyarılmalı, talimatlara uyulması sağlanmalıdır.

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AİT RİSK ANALİZİ							
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	ŞİDDET	OLASILIK	RİSK PUNANI	
			ÖNCELİK SIRASI	ALINACAK ÖNLEMLER			
22	Kazı ve Nakliye	Kazıcı makinenin manevra alanında çalışanların bulunması	Yaralanma, ölüm	4	2	8	Kazı işlerinde kullanılacak bütün iş makinelerine sesli ve ışıklı uyarı sistemleri, dikiz aynaları monte edilmelidir. Kazı işinde kullanılan iş makinelerine manevra alanına girişi yasaklayan uyarı levhaları yerleştirilmeli ve çalışanlar bu alanlara yaklaşılmamalıdır.
23	Kazı ve Nakliye	Kazıcı makine operatörlerinin kabinden baret giymeden çıkması	Taş düşmesi sonucu yaralanma	4	2	8	Operatörlere konu hakkında eğitim/talimat verilmesi, kişisel koruyucu donanım (baret) kullanılması sağlanmalıdır.
24	Nakliye	Kamyon şoförlerinin izinsiz ve koruyucu donanım kullanmadan saha içerisinde dolaşması	Taş düşmesi sonucu yaralanma, ölüm	4	2	8	Kamyon şoförlerinin sahada buldukları süre içerisinde kamyon içerisinden ayrılmamalı, araç dışına çıktıklarında koruyucu donanımlarını kullanmalıdır.
25	Kazı ve Yükleme	Kazıcı makine kabineine ikinci kişi almak	Makineden düşme sonucu yaralanma	4	2	8	Kabin içine operatörden başkası bindirilmemeli, talimatlara uyulması

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AIT RİSK ANALİZİ							
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	ÖNCELİK SIRASI
						ALINACAK ÖNLEMLER	
26	Nakliye	Hareket halinde ve döküm sahasında takip mesafesini korumama	Trafik kazası sonucu yaralanma	4	2	8	3
27	Nakliye	Yorgun ve uykusuz araç kullanmak	Trafik kazası sonucu yaralanma	4	2	8	3
28	Kazı ve Yükleme	Makine yükleme iskelesinin düzgün olmaması	Yükleme sırasında makinenin dengesini kaybedip devrilmesi	2	4	8	3
29	Kazı ve Nakliye	Dar alanda birden fazla makine ve araç çalışması	Araçların makine ile çarpışması	2	4	8	3

Çizelge 6. Açık kömür ocağındaki kazı, nakliye ve döküm sahalarındaki faaliyetlere ait risk analizi

AÇIK KÖMÜR OCAĞINDAKİ KAZI, NAKLİYE VE DÖKÜM SAHALARINDAKİ FAALİYETLERE AİT RİSK ANALİZİ							
NO	FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK PUANI	
						ÖNCELİK SIRASI	
						ALINACAK ÖNLEMLER	
30	Nakliye	Damper havada hareket edilmesi	Kamyon devrilmesi sonucu yaralanma, ölümler	2	4	8	Damper havada hareket edilmesi yasaklanmalı, döküm sahasına uyarı levhası konulmalıdır.
32	Nakliye	Yüklü araçlarla dar dönüş yapılması	Kamyon devrilmesi sonucu yaralanma, ölümler	2	3	6	Yüklü araçlarla dar dönüş yapılması için şoförlere uyarılarda bulunulmalı ve güvenli sürüş eğitimi aldırılmalıdır.
33	Kazı ve Yükleme	Makinaları aşırı hararete kullanılması	Yangın	2	3	6	Makine bakımlarının eksiksiz yapılması sağlanmalı, Kapasitesinin üstünde çalıştırılmamalı ve hararet yükseldiğinde ilgili birimlere haber verilmelidir.
34	Yükleme	Yükleme bitirildiğinde damperdeki malzemenin makine ile düzeltilmemesi	Araçtan taş düşmesi	2	2	4	Son keçe atıldığında damperdeki malzeme düzeltilmelidir.

Madenlerde Döküm Sahalarına Malzeme Boşaltma İşlerinde İş Güvenliği Analizi ve Ekonomisi

Work Safety Analysis and Economics in Material Dumping Works to Mining Dump Side

B. Kahraman, M. K. Özfirat, M. E. Yetkin, T. Demirel
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZET Açık işletmelerde birçok avantajının olması (Yükleme yerinin değişimine kolay uyum sağlaması, demiryoluna göre daha fazla hareketlilik yeteneği, daha basit selektif üretime imkan vermesi vb.) sebebi ile kamyon ile taşıma çoğunlukla tercih edilmektedir. Kamyon ile döküm sahalarına yaklaşip malzemeyi boşaltırken yığın şevinin uç kısmından kamyon devrilmesi riskine karşılık bazı önlemler alınması gereklidir. Operatörler, şev önüne çok yaklaşarak kenar dökme işlemini iş güvenliği açısından daha güvensiz buldukları için daha isteksiz olarak yaparlar. Geri dökme işleminde ise dökülen malzeme dozerler ile itilerek dökülmesi sağlanır. Burada da dozer ile itmenin ilave olarak çalışma maliyetleri bulunmaktadır. Çalışmada her iki durumunda iş güvenliği analizi yapılmıştır. Ayrıca her iki durum ekonomik açıdan da kısaca karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT Truck haulage systems are widely preferred in open pit mining due to its many advantages such as adaptability to loading point displacements, higher mobility with respect to railway transportation, simpler selective production possibility, etc. Several precautions should be taken against truck rollover possibilities near slope ends during dumping. Truck operators generally accomplish the dumping with reverse maneuver near the slope ends. Thus, the operators work unwillingly since performing such a maneuver near slope ends reveals high risks regarding work safety. However, in back dumping, trucks dump the material in front the slope and pushed forward with loaders, consequently. Hence, additional operating costs of loader emerge. In this study, risk assessments of both conditions and occupational accidents were performed and compared in economical point of view.

1. GİRİŞ

Açık işletmelerde birçok avantajının olması (yükleme yerinin değişimine kolay uyum sağlaması, demiryoluna göre daha fazla hareketlilik yeteneği, daha basit selektif üretime imkân vermesi vs.) sebebi ile kamyon ile taşıma daha çok tercih edilmektedir. Kamyon ile döküm sahalarına yaklaşım malzemeyi boşaltırken yığın şevinin uç kısmından kamyon devrilmesi riski oldukça fazladır. Şev önünde oluşan gerilme çatlaklarından dolayı kamyonların döküm esnasında yığından aşağı devrilmeleri söz konusudur. Operatörler, şev önüne çok yaklaşarak kenar dökme işlemini iş güvenliği açısından daha güvensiz buldukları için daha isteksiz olarak görevlerini yaparlar. Geri dökme işleminde ise dökülen malzeme dozerler ile itilerek dökülmesi sağlanır. Burada da dozer ile itmenin ilave olarak çalışma maliyetleri bulunmaktadır. Dolayısıyla diğer yöntemlere göre daha az tercih edilmektedir.

Alansal üretim yöntemlerinde sadece ocak başlangıcında oluşturulan, ancak diğer yöntemlerde tüm işletme boyunca gereksinilen dış döküm sahaları, çok değişik yüzey şekillerine sahip olmaktadır. Düzgün topografyaya sahip bir arazide yapılan madencilikte, dış döküm sahası bir yığın veya üzeri düz bir tepe şeklinde oluşturulmuş durumdadır. Bunun tek alternatifini yörede işletilmesi son bulmuş nihai açık ocak çukurlarının bulunmasıdır. Dağlık arazilerde ise, yatağın konumuna göre, yerçekiminden yararlanılarak pasanın alt kotlardaki vadilere boşaltılması veya var olan bir tepenin önüne döküm yapılarak tepenin uzatılması yoluna gidilmesidir (Şimşir ve Köse, 2005).

Açık işletmelerde döküm harmanı sahası planlaması üretim ile birlikte yapılmak durumdadır. Cevherin çok fazla derine dalmadığı tepe ve alansal üretim yöntemlerinde ocağın belli bir kısmı iç döküm yapılarak döküm alanı olarak kullanılabilir. Ancak çukur işletmelerde bir de cevher derine dalıyor ise iç döküm çok kısıtlı hale gelmektedir. İşletme farklı alanlarda açık işletme çalışmalarına devam ediyor ise oluşan çukurları döküm alanı olarak kullanmaktadır. Bu durumda maden kamyonları ile bu sahalar döküm yapılmaktadır. Burada Şekil 1'de gösterilen yöntemler kullanılabilir.

Tipik olarak, maden dekapaj kamyonları üst örtü dökümünü bir yığın şeklinde döker ve yığının kenarına geri manevra ile gelerek yeni malzemeyi yığının kenardaki bölümünün üzerine döker bu işleme kenar dökme veya son dökme de denir (Şekil 1.a). Daha az kullanılan alternatif yöntemde ise kamyon tarafından yığının ön kısmına dökülen malzeme bir dozer yardımı ile yığının kenar kısmına doğru itilir. Bu yöntem geri dökme veya kısa dökme denir (Şekil 1.b).

Çalışmada kenar dökme ve geri dökme çalışmaları durumunda iş güvenliği analizi yapılmıştır. Ayrıca her iki durum ekonomik açıdan da kısaca karşılaştırılmıştır.



(a)



(b)

Şekil 1. Döküm sahalarında kenar dökme (a) ve geri dökme (b) (Ahmad, 2013)

2. DÖKÜM İŞLERİNDE KAZALAR

Döküm işlerinde kazalar birçok madende yaşanmaktadır. Döküm işlerinde çalışan kamyon ve diğer araçlar kalıcı döküm alanlarının üzerinde veya geçici döküm alanlarının üzerinde ve özellikle kenar bölgelerinde döküm işi yapmak üzere çalışırlar. En verimli döküm işleminin bir kenarın üzerinden malzemenin döküldüğü bölgelerde gerçekleşmektedir. Bu nedenle döküm işlemini sıklıkla bir kenar üzerinden uygulanır. Ancak, kaza yaşanması olasılığı bakımından kenar dökmenin önemli bir risk taşıdığı ortadadır. Krowczyk (1995)'te bir açık işletmede 1991 ve 1994 yılları arasında 26 ölümlü gerçekleşen kazanın sebebinin nakliyat yapan kamyonlar olduğunu ve açık işletmelerde gerçekleşen toplam ölümlü kazaların %27,7'sini bu olayların kapsadığını vurgulamıştır. Basamaktan yuvarlanma veya basamak yollarında gerçekleşmiş kazalardır. 1983 ve 1987 arasında ise kamyonların dökme işleri sırasında %80 olarak kazaya sebebiyet verdiği ve sonucunda 7 ölümlü ile 61 gün gün kayıplı kaza ile sonuçlandığını belirtmiştir. Bu kazaların sebebi Şekil 2'de gösterilen döküm harmanının kenarında zamanla meydana gelen gerilme çatlaklarıdır.

Camm (2000)'e göre 1988-1997 yılları arasında kömür, metal ve diğer maden işletmelerinde, kamyon ile yapılan döküm işleri sırasında 370 tane gün kayıplı kaza ve bu kazalara bağlı ölümlü kaza yaşanmıştır. 370 olayın 26 tanesi ölümlü, 5 i ise

sürekli iş görmezlikle sonuçlanmıştır. 33 tanesi gün kayıplı fakat kısmi uzuv kayıplı, diğer 306 tanesi ise gün kayıplı gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Döküm Alanının Kenarında Meydana Gelen Gerilme Çatlakları (Camm, 2000)

3. FINE-KINNEY İLE RİSK ANALİZİ

Fine-Kinney yönteminde üç tane değişken ile risk puanı hesaplanır. Bu bölümde Fine-Kinney tabloları çalışmada anlatılan her iki durum için değerlendirilerek sonuçlar elde edilmiştir. Risk puanı Eşitlik (1)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Risk} = \text{Şans} \times \text{Frekans} \times \text{Şiddet} \quad (1)$$

Bu metotta şans, frekans ve şiddet kavramları kullanılmaktadır. Şans, zararın gerçekleşme olasılığıdır ve 0,2, 0,5, 1, 3, 6 ve 10 ile değerlendirilmektedir. Frekans, tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarıdır 0,5, 1, 2, 3 ve 10 puanlarını almaktadır. Şiddet ise tehlikenin insan ve/veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarardır ve 1, 3, 7, 15 ve 100 ile değerlendirilmiştir. Yukarıdaki formül neticesinde hesaplanan risk 400'den büyük çıkarsa tolerans gösterilemez (Çizelge 1) ve hemen çalışma durdurulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır (Fine ve Kinney, 1971).

Çizelge 1. Fine-Kinney risk hesaplama çizelgeleri

OLASILIK-İHTİMAL-ŞANS		OLASILIK DEĞERİ	FREKANS-SIKLIK		FREKANS DEĞERİ
Beklenir, Kesin	Çok kuvvetle	10	Rutin olmayan	Rutin olan	
Yüksek/ oldukça mümkün	Kuvvetle muhtemel	6	Sürekli (hemen hemen her zaman)	Bir saatte birkaç defa	10
Olası	Nadir fakat olabilir	3	Sık (sıklıkla)	Günde bir veya birkaç defa	6
Mümkün fakat düşük	Oldukça düşük ihtimal	1	Ara sıra	Haftada bir veya birkaç defa	3
Beklenmez fakat mümkün	Zayıf ihtimal	0,5	Sık değil (nadir)	Ayda bir veya birkaç defa	2
Beklenmez	Pratik olarak imkansız	0,2	Oldukça seyrek (oldukça nadir)	Yılda birkaç defa	1
			Çok seyrek (çok nadir)	Yılda bir veya daha seyrek	0,5
ŞİDDET-SONUÇLARIN ETKİSİ			ŞİDDET DEĞERİ		
	İnsana zararlı	Çevreye zararlı			
Felaket	Birden fazla ölümlü kaza	Çevresel felaket	100		
Çok kötü	Öldürücü kaza	Ciddi çevresel	40		
Çok ciddi	Kalıcı hasar-yaralanma- iş kaybı	Çevresel engel ve şikayet	15		
Ciddi	Önemli hasar-yaralanma-dış ilkyardım	Arazi dışında çevresel zarar	7		
Önemli	Küçük hasar-yaralanma-dahili ilkyardım	Arazide çevresel zarar	3		
Dikkate alınmalı	Ucuz atlatma	Çevresel zarar yok	1		
				RİSK DEĞERİ	RİSK DERECELENDİRME SONUCU (Yapılacak İşlemler)
				400 < R	Tolerans gösterilemez risk Hemen gerekli önlemler alınmalı veya iş durdurulmalı, kapatılma gibi önlemler düşünülmelidir.
				200 < R < 400	Esaslı risk Kısa dönemde " birkaç ay içinde" iyileştirilmelidir.
				70 < R < 200	Önemli risk Uzun dönemde " yıl içinde" iyileştirilmez.
				20 < R < 70	Olası risk Gözetim altında tutulmalıdır.
				R < 20	Önemsiz risk Gözetim altında tutulmalıdır.

Çizelge 2’de tehlikeler belirlenmiş olup risk analizleri yapılmıştır. Kamyonun şevden aşağı yuvarlanması, kamyonun yan yatması, operatörlerin istekli çalışmamlarından ötürü ergonomik koşullarının kötü olması ve manevracı ile nakliyat ekipmanlarının çarpışması riskleri mevcut kaza sayıları da dikkate alınarak riskler açısından değerlendirilmiştir.

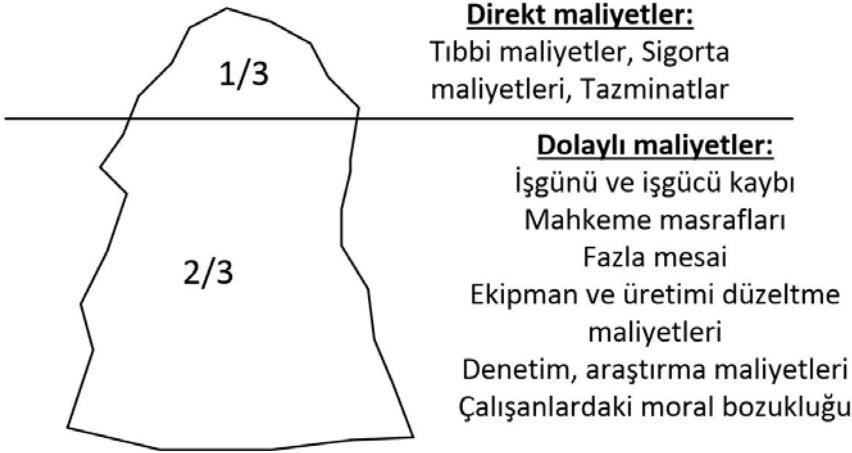
Çizelge 2. Kenar döküm ve geri döküm işleminin risk analizi ile değerlendirilmesi

İş	Tehlikeler	Şans	Frekans	Şiddet	Puan	Önlem
Kenar Dökme	Kamyonun yuvarlanması	3	2	40	240	Esaslı risk. Kısa dönemde iyileştirme yapılmalıdır. Yığın önünde meydana gelen gerilme çatlakları kontrol edilmeli, giderilmeli ve döküm daha geriden yaptırılmalıdır.
	Kamyonun yan yatması	3	2	7	42	Olası risk. Gözetim altında çalışma yapılmalıdır. Gerilme çatlakları kontrol edilmelidir.
	Operatör ergonomisi (Zihinsel ve psikolojik)	6	3	15	270	Esaslı risk. Kısa dönemde iyileştirme yapılmalı, alınan önlemler ve yapılan çalışmalar ile ilgili operatöre bilgi verilerek güvenilirlik sağlanmalıdır.
	Kamyonun manevracıya çarpması	1	1	40	40	Gözetim altında çalışmaya devam edilmelidir. Manevracının reflektörlü elbise ve bayrak kullanmasına dikkat edilmelidir.
Geri Dökme	Kamyonun yuvarlanması	1	2	40	80	Önemli risk. Uzun dönemde iyileştirme yapılmalıdır. Yığın önünde meydana gelen gerilme çatlakları kontrol edilmeli, giderilmelidir.
	Kamyonun yan yatması	3	1	7	21	Olası risk. Gözetim altında çalışma yapılmalıdır. Gerilme çatlakları kontrol edilmelidir.
	Operatör ergonomisi (Zihinsel ve psikolojik)	6	2	15	180	Önemli risk. Kısa dönemde iyileştirme yapılmalı, alınan önlemler ve yapılan çalışmalar ile ilgili operatöre bilgi verilerek güvenilirlik sağlanmalıdır.
	Dozerin yuvarlanması	3	0,5	40	60	Olası risk. Gözetim altında çalışma yapılmalıdır. Dozerin yığın kenarına çok yaklaşması önlenmelidir.
	Kamyonun dozere çarpması	3	0,5	40	60	Olası risk. Gözetim altında çalışma yapılmalıdır. Araçlar manevra alanında izlenerek veya kontrollü çalıştırılmalıdır.

4. EKONOMİK ANALİZ

Genel maliyetlere bakıldığında yaklaşık günde 10000 ton cevher üretmek için 2,2-2,5 dolar/t, 20000 ton için 2-2,2 dolar/t ve 40000 ton için 1,8-2 dolar/t olması beklenmektedir. Örtü kazı oranının 2:1 olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca bu maliyetler içerisinde idari, altyapı, dolaylı giderler veya cevher hazırlama tesisi giderleri yer almamaktadır. Çeşitli üretim tipleri ve çalışma maliyet tahmin yöntemlerine göre açık işletme maliyetlerinin 1,8 ile 2,5 t/dolar arasında değişebilir. Genel olarak yatırım ve işletme maliyetlerine bakıldığında geri dökme yönteminde dozerin çalışma mesafelerine bağlı olarak kenar dökme yöntemine göre %1'lik ek yatırım ve işletme maliyetleri olduğu belirlenmiştir (Camm, 2000).

1995 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde oluşan iş kazalarının maliyeti 140 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Oluşan kazaların sadece %0,1'i ölümlü kazalardır, fakat toplam maliyetlerin %20,5'ini kapsamaktadır. Aynı zamanda tazminatlı yaralanmalı kazaların %20,9'u toplam maliyetlerin %73,8'ini oluşturmaktadır (Leigh, 1997).



Şekil 3. İş güvenliği maliyetleri

Leigh (1997)'de iş kazaları maliyetlerini direkt ve dolaylı olarak ayırmıştır. Direkt maliyetlerde işitme kaybı, polis ve itfaiye maliyetleri ve sigorta giderleri, tazminatlar sayılabilir (Şekil 3). Dolaylı maliyetlerde ise işgücü kayıpları, normal yaşama aktivitelerine dönebilmek için hastane giderleri, verimlilik kaybı ve üretim zaman gecikmeleri sayılabilir. Bu anlamda bakıldığında toplam maliyetlerin %34'u direkt maliyetler, %66'sı ise dolaylı maliyetlerdir (Leigh ve ark., 1996).

Ölümlü bir kaza ortalama 2,57 milyon dolara, tazminat sonuçlu yaralanmalı bir kaza ise 46000 dolar ile karşılanabilmektedir (Miller, 1997). Kazaların çoğunluğu incelendiğinde ortalama olarak ölümlü bir kaza 1,9 milyon dolarlık bir kayba yol açmaktadır. Viscusi (1996)'da yaptığı çalışmada ölümlü bir kazanın 5 milyon dolarlık bir kayba yol açtığını vurgulamıştır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın verilerine göre (2013), 2002 yılında 72 bin iş kazası yaşanırken, 2003'te bu rakam 76 bine, 2004'te 83 bine yükselmiştir. Yıllar içinde iş kazaları benzer seyir izlerken, 2011 yılında iş kazası sayısı 69 bin olarak gerçekleşmiştir. İş kazalarında hayatını kaybeden kişi sayısına bakıldığında ise 2002 yılında 872 kişi iş kazalarından hayatını kaybederken, bu rakam yıllar içinde artış göstererek, 2011 yılına gelindiğinde 1700'e yükselmiştir. 2012'de 744 kişi iş kazalarında hayatını kaybetmiş, 2013 yılında ise 1235 kişi olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılında 1800 olarak gerçekleşmiştir. ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) kaynaklarına, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının toplam maliyetlerinin o ülkenin gayri safi milli hâsıllarının (GSMH) %1 i ile %3 ü arasında değiştiği belirtilmektedir (Torres, 2012). Buna göre Türkiye'nin 2011 yılı GSMH'si 1 trilyon 119 milyon dolar olduğu göz önüne alınırsa iş kazaları ve meslek hastalıklarının en iyi ihtimalle Türkiye'ye yaklaşık 10 milyar dolarlık bir toplam maliyetinin olduğu söylenebilir. Son yıllarda yapılan araştırmalar ile bu rakamın yıllık 35 milyar TL olarak gerçekleştiği belirtilmektedir.

5. DEĞERLENDİRME

Açık işletme döküm sahalarında en çok uygulanan iki yöntem kenar dökme ve geri dökme yöntemleri Fine-Kinney risk analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Diğer taraftan bu yöntemlerin genel anlamda maliyet analizleri ve iş kazalarının sebebiyet verdiği maliyetler araştırılmıştır. Kenar dökme yöntemi daha çok tercih edilmektedir. Ancak kenar dökme yöntemi, geri dökme yöntemine göre daha riskli olarak belirlenmiştir. Özellikle yağmur suları nedeniyle kayacın su geçirgenliğinin düşük olması ile birlikte artan boşluk suyu basıncı, oluşan kesme kuvvetleri, dökümün ince taneli olması gibi sebeplerle Şekil 2'deki gibi gerilme çatlakları oluşabilir.

Bu nedenle şev stabilitesini kontrol etmek için limit denge analizleri yapılmalıdır. Suyun drene edilmesi sağlanmalıdır. Suyun şev yüzeyinden akması önlenmelidir. Yağmurlu havalarda çalışan operatörün görme koşulları ve iklimsel koşulları iyileştirilmelidir. Ayrıca risk tablosunda ergonomik olarak yüksek bulunan durum için operatörlerin ergonomik çalışma koşullarının iyileştirilmesi gereklidir.

6. SONUÇLAR

Açık işletmede döküm yöntemlerinden kenar dökme ve geri dökme iş güvenliği ve ekonomisi bakımlarından karşılaştırılmıştır. Yatırım ve çalışma maliyetleri bakımından geri dökme çalışmasında kısa dökme göre yatırımların ve çalışma maliyetlerinin daha fazla olmasına rağmen yaşanan kazalar ve çalışma tehlike ve riskleri dikkate alındığında daha güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Kenar dökmede oluşan gerilme çatlakları ve iklim koşullarına bağlı olarak şevden aşağı kamyon yuvarlanma kazaları ile sıklıkla karşılaşmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, S., 2013. *A Contribution to Open Pit Hard Coal Mine Waste Rock Management – Comparing Sidehill Fill with Layered Dumping*, Von der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik der Rheinisch -Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, PhD. Thesis.
- Camm, T.W., 2000. *Economics of Safety at Surface Mine Spoil Piles, Report of Investigations 9653*, National Institute for Occupational Safety and Health.
- Fine, W.T., Kinney, W.D., 1971. *Mathematical Evaluation for Controlling Hazards*. Journal of Safety Research, 3(4), 157-166.
- Krowczyk, C., 1995. *Haulage Fatalities at Surface Coal Mines, 1991-1994. Mine Safety and Health Administration*, Office of Injury and Employment Information, Denver, CO.
- Leigh, J. P., S. Markowitz, M. Fahs, J. Bernstein, L. Mishel, C. Shin, and P. Landrigan. *Costs of Occupational Injuries and Illnesses in 1992: Final NIOSH Report for Cooperative Agreement with E.R.C., Inc.* U60/CCU902886. NIOSH, 1996, 98 pp.
- Leigh, J. P., Markowitz, S. B., Fahs, M., Shin, C., Landrigan, P. J., 1997. *Occupational Injury and Illness in the United States*. Archives of Internal Medicine, v. 157, pp. 1557-1568.
- Miller, T. R. *Estimating the Costs of Injury to U.S. Employers*. Journal of Safety Research., v. 28, no. 1, 1997, pp. 1-13.
- Şimşir, F., Köse, H., 2005. *Açık Maden İşletmelerinde Rekültivasyon ve Rekreasyon, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı*, Eskikaya, Ş., Karpuz, C., Hindistan, M.A., Tamzok, N., (Eds), TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara, s. 679-723, ISBN: 975-395-980-x.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2012. *Çalışma Hayatı İstatistikleri*, yayın no:5, 2013.

Torres, R., 2012. *World of Work Report, Better jobs for a better economy*, International Labor Organization, International Institute for Labor Studies, Switzerland.

Viscusi, W. K., 1996. *The Dangers of Unbounded Commitments To Regulate Risk. In Risks, Costs, and Lives Saved: Getting Better Results from Regulation*, ed. by R. W. Hahn. Oxford Univ. Press, New York, pp. 135-166.

Büyük Tünel İnşaatlarında İSG Sorunları ve Öneriler

OHS Problems and Offers in Big Tunnel Construction

H. Atılğan, M. Çelik

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Adana

ÖZET Son yıllarda karayolu, demiryolu ve regülatör tipi HES ve sulama amaçlı açılan ve birkaç kilometreden 10-15 km ye kadar uzunlukta TBM veya delme patlatma yöntemiyle tüneller inşa edilmektedir. Henüz bu büyüklükte tünel inşaatlarında yeterli deneyim ile bilimsel ve teknolojik bilgi eksikliğimiz nedeniyle İSG açısından birçok problem ortaya çıkmaktadır. İnşaat işleri ile ilgili mevzuatta ise bu konularda yeterli düzenleme bulunmamaktadır. Özellikle çok uzun (5 km' den uzun) tüneller tek yönden her hangi bir havalandırma bacası, yaklaşım, kılavuz ve kaçamak olmadan açılmaktadır. Bu kadar uzun tünellerde havalandırma da önemli hususlardan biridir. Ayrıca bu kazılar sırasında metan, doğalgaz, karstik boşluk, su baskını vb. birçok tehlike de henüz bilinmemekte ve tam olarak tedbir alınmamaktadır.

Bu makalede büyük ve uzun tünel inşaatlarındaki iş sağlığı ve güvenliği sorunları ile alınması gerekli tedbirler tartışılacaktır.

ABSTRACT In recent years, road, rail and regulator-type HPP and tunnels are built with the CPC which is opened for irrigation and from a few kilometers to 10-15 km in length or with drilling and blasting methods. Because of lack of sufficient experience in this size tunnel construction and technological knowledge, many problems arise in terms of the Occupational Health and Safety. There is not enough regulations in the legislation related to construction works. In particular, very long (5 km long) tunnels are opened with any ventilation shaft in one direction, approaches, and guidelines and switched on without a home. Ventilation in the long tunnel is one of the important issues. In addition, during the excavations, methane, natural gas, karst cavities, floods, etc. are also many dangers yet unknown and cannot be fully measure.

In this article, the occupational health and safety issues in great and long tunnel construction and necessary measures will be discussed.

1. GİRİŞ

Tünel inşaatları inşaat iş kolu içinde yer almasına rağmen uygulama ve çalışma şartları bakımından maden işleri ile aynı tehlike ve riskleri içermektedir. Ancak, buna rağmen inşaat iş kolunda uygulanan “Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” içinde çok az yer almaktadır. Bu bildiri de uzun ve derin yeraltı tünelleri ile ilgili tehlike ve riskler ile çözüm önerileri açıklanmıştır. 1.000’den kısa ve aç-kapa tüneller makale kapsamı dışındadır.

2. TÜNEL İNŞAAT YÖNTEMLERİ

Ulaşım ve nakliyenin hızlanması ve kapasitesinin artması yolların en kısa mesafeden açılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bunun için de en uygun çözüm tünel açmaktır.

Tarihteki ilk tünellerden biri Ergenekon Destanı’nda anlatıldığına göre dağın eritilmesi ile Türkler tarafından açılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ergenekon Destanı (temsili)

Barut kullanılarak yapılan ilk tünel 160 m uzunluğunda olup, Fransa’da 1681 yılında açıldı.

1850 yılında ilk defa nitrogliserin kullanılarak patlatma yapıldı.

Gelişen teknoloji ile birlikte tünel açma yöntemleri de gelişti ve hızlandı.

Thames Tüneli, Londra’yı ikiye ayıran Thames nehrinin altından geçmektedir; ilk olarak kullanımı yaya ve at arabalarına açılmış olup; 1863 yılında dünyada ilk kez metro olarak kullanılmaya başlamıştır.

Dünyadaki ikinci metro sistemi ise Karaköy-Beyoğlu arasındaki 573 m’lik tüneldir, 1875’te açılmıştır.

Günümüzde tünel açma metodları oldukça gelişmiş ve hızlanmıştır. Türkiye'deki en uzun tünellerden bazıları Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye'deki bazı tüneller ve uzunlukları

İl	Bulunduğu Yer	Uzunluk
Ordu	Fatsa-Ordu N.Akçeltik Tüneli	3.825 m
Bursa-Yalova	Orhangazi-Samanlı Tüneli	3.440 metre (Otoyol Projesi)
Bolu	Bulu Dağı Tüneli	3.125 m
Osmaniye	Kızlaç Tüneli	2.851 m
İstanbul	Marmaray Tüneli	13.558 m
Rize	Ovit Tüneli	14.300 m (İnşaat Halinde)
İstanbul	Avrasya Tüneli	14.600 m (İnşaat Halinde)
Diyarbakır/Silvan	Silvan Barajı Sulama Tüneli	10.210 m (İnşaa halinde)
Şanlıurfa	Şanlıurfa Sulama Tüneli	26.400 m (7,62 m çapında Çift Tüp) (2)
Ş.Urfa/Suruç	Suruç Sulama Tüneli	17.185 m

2.1. Tünel Tipleri ve Özellikleri

2.1.1. Karayolu tünelleri

Demiryolu tünellerine nazaran güzergah geometrisi açısından çok daha esneklerdir. Genellikle karayolu tünel projeleri $\pm\%2$ 'lik bir eğime göre projelendirilmektedir.

Eğer, trafik hacmi düşük ise sözkonusu eğim $\pm\%4$ 'e kadar çıkmaktadır. Daha yüksek eğimler havalandırma (CO, CO₂, NO₂, emisyonları gibi) ve görüş güvenliği açısından uygun değildir. Karayolu enkesiti günlük trafik hacmine sıkı sıkıya bağlıdır. Uzun tünellerde "havalandırma" ve "yangın güvenliği" projenin en önemli öğelerinin başında yer alır.

2.1.2. Demiryolu tünelleri

Demiryolu yerçekimi parametresi açısından maksimum eğimler $\%1,2$ 'dir. Bir ve iki hatlı hızlı tren projelerinde tünel en kesiti sırasıyla 50 m² ve 80 m²-100 m² dir.

2.1.3. Metro tünelleri

Tünel en kesiti hatta çalıştırılacak trenlerin maksimum kapasitesine tren ticari hızı, koltuk sayısı, konfor derecesi, araç sayısı, araç kapı sayıları ve genişlikleri, istasyon uzunluğu vs., tren dizilerinin takip aralıklarına, sinyalizasyon ve ücret toplama sistemlerine bağlıdır. Tek ve çift hatlı metro tünelleri için tipik bir en kesit

35 m²'dir. Yangın güvenliği en üst düzeyde olmalıdır. 2003 yılında Güney Kore'de çıkan yangın sonucunda 168 can kaybı olmuştur.

2.1.4. Hidrolik güç ve su tünelleri

Güzergah geometrisi (yol eğimi, kurp yarıçapı) diğer tünellere nazaran daha esnektir. Genelde sağlam kayada açılırlar. Hidrolik güç tünel kesit alanları düşüm yüksekliği, su debisi ve enerji kayıpları gibi faktörlere bağlı olup, 10 m²-30 m² arasındadır.

2.1.5. Kanalizasyon tünelleri

Kesit alanı 10 m²'dir.

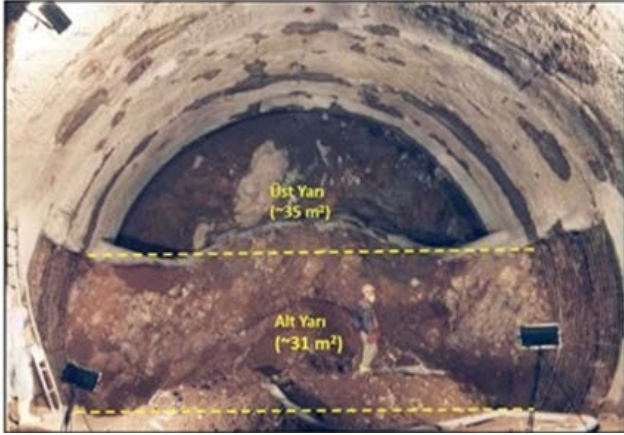
2.2. Delme Patlatma Yöntemi

Bu yöntem uzun yıllardır yer altı kazılarında kullanılmaktadır. Tünel açılacak yerdeki kayaçları, hızlı ve ekonomik şekilde çıkarmak tünel kazılarının esas amaçlarındanındır. Bu işlem yapılırken tünel duvarlarındaki kayaçlara zarar verilemeye dikkat edilmektedir. İyi bir patlatma tasarımı ve kontrolü, tünel çeperinin zarar görmeyecek şekilde olmasına bağlıdır. Gaziantep TEM projesinin Bahçe Tünelleri delme-patlatma ile açılmıştır. Delme-patlatma yöntemi ile ilk aşamada, kayaç delinir. Kuyular veya delikler aynı zamanda kaya bulonları içinde ayrı açılabilir. Bu aşamada Jumbo denen delici makine kullanılır. Açılan deliklere önceden kararlaştırılmış cins ve miktarda patlayıcı yerleştirilir. Daha sonra ateşleme mekanizmasıyla patlatma gerçekleştirilir. Duman ve tozun dağılmasından sonra tavan tıraşlanır, püskürtme beton aynaya kadar yapılır (Şekil 2). Günümüzde delme-patlatma ile açılan tünellerde bilgisayar kontrollü, hidrolik mekanizma ile delik açılabilen jumbolar yaygın olarak kullanılır.

Çapı 8 m'den küçük olan ve kaya kalitesinin yüksek olduğu kayaçalarda açılan tüneller delme-patlatma ile tek aşamada tam kesit açılabilir. Kaya koşullarının bozulduğu ve aynanın daha geniş olacağı yerlerde kademeli yöntem uygulanır. Bu yöntemde ilk önce üst yarı, daha sonra alt yarı alınır.

Tipik olarak, bir tünel günde 1-3 rountluk (patlatma safhası) patlatma ile açılır. Her rounttaki ilerleme uzunluğu, kaya kalitesi ve kazı çapına bağlı olarak sınırlıdır. Tünelde ilerleme, ayna genişliğinin %50-95'i kadardır. Aynı zamanda ilerleme derhal iksa isteyen çok kırıklı tünel koşullarında 0,5 m olabileceği gibi geniş çaplı kazıların yapıldığı masif ve kendini destekleyebilen kayaçalarda 3 m olabilir.

Genelde tünel problemleri rutin koşullardan kaynaklanmaz. Özellikle bazı kısımlarda lokal olarak bulunan aşırı kötü/zayıf kayalar sorun yaratmaktadır. Örneğin, deniz altında açılan bir tünelde 400 m'lik zayıf bir zona rastlanmıştır (Palmstorn ve Berthelsen,1988). Bu tünel açılırken kısa patlatma rountları uygulanmış, her bir rounttan sonra hızlı bir şekilde fiber-donatılı püskürtme beton ve beton kaplama uygulaması yapılmıştır (Şekil 2) (Bozkurt, 1987; Acar, 1997).



Şekil 2. Kademeli tünel kazı yöntemi (İzmir metro projesi Nene Hatun tüneli alt yapı kazısı ve desteklenmesi, yapı merkezi arşivi, Çamlıca İstanbul)

2.3. Yeni Avusturya Metodu (NATM)

Aslında bir tünel açma yöntemi değil, bir yaklaşım ve prensiplerden oluşan bir uygulamadır. NATM'nin yirmiden fazla prensibi olup, esas ana kayanın ilk sağlamlığını korumak, dağı fazla kurcalamamak yükü dağa taşıtmak koruyucu zonu boşluk ve yakınında oluşturmak, deformasyonları ve gerilmeleri ölçümlerle denetlemek, sağlamlaştırma işlemlerini en kısa zamanda tamamlamak ve kazı kesitlerini olduğunca yuvarlak seçmektir. Kollu kazıcı makinelerini kullanıldığı Şanlıurfa Tüneli bu yöntem ile açılmıştır kazıdan sonra püskürtme beton (7-8 cm), ankraj, tel kafes, çelik bağlar ve tekrar püskürtme beton(8 cm) uygulanmıştır.

NATM, tünel zeminine uygun oranlarda donatı ve kaplama malzemesi kullanılır. Etkileşme ve Kaplama basınçlarının yakından izlenmesi NATM'nin önemli bir kısmını oluşturur. Uygulama yavaş olmasına rağmen tünel zemini deplasmanları ve iksa miktarları minimum seviyeye indirilerek, sonuçta ekonomik bir uygulama gerçekleştirilmiş olur. Adana-Gaziantep TEM otoyolu inşaatının Bahçe Tüneli de NATM prensipleri kapsamında delme patlatma ile açılmıştır. Mukavemeti fazla

olan iyi bir kayada, iksaya gerek yoktur. Devamlı bozulan koşullar için, başlangıçta 20-40 mm kalınlığında püskürtme beton uygulaması gerekir. Fay yakınlarında ve tünel zemininin sıkışma potansiyelinin mevcut olduğu zamanlar püskürtme beton tabakaları U şekilli kesite sahip esnek, hafif çelik kaburgalar ile daha da kuvvetlendirilir. Günümüzde artık çelik kaburgalar yerine, çelikten yapılmış olan kafes kirişler kullanılmaktadır. Bunlar ağırlık olarak daha hafif olup, kayaca daha kolay iliştilirler. Püskürtme beton uygulamasından sonra, donatılı beton kirişler oluşturulur. NATM, İlk önce Avusturya, Fransa, Almanya, İsviçre ve İtalya'da uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemin dünyaya yayılımı hızlı olmuştur. İlk uygulamalarda biri olan Frankfurt Metrosunda tünel açımına 1969 yılında iç içe tabakalı kil, marn, tebeşir ve kum taşında başlamıştır. Bu yöntem Japonya'daki Seikan Tüneli'nde de başarı ile uygulanmıştır. Bir başka başarılı uygulama Mexiko City'deki Emissor Central kanalizasyon tüneline olmuştur. NATM'de kullanılan desteğin esnek olmasının iki anlamı vardır. Mekanik olarak esnektir ve uygun bir membrane rolü oynayarak kaya sıkışması esnasında deforme olur. Bu tip iksa, çok yönlü olup, lokasyondan lokasyona değişecek iksa gereksinimlerine göre ayarlanması yapılabilir. Tek sistem alternatifi basittir ve daha az beceri, kontrol araştırma, izleme ve test etme gerektirir. Tünel zemini koşullarının üniform ve iyi bilindiği durumlarda küçük çaplı kısa tünellerde, bu sistem iyi sonuç verir. NATM, koşulların değişen olduğu ve iyi bilinmediği büyük çaplı uzun tünellerde daha iyi sonuç vermektedir.

Tavan levhaları, makine ile kazılarak açılan tünellerin desteklenmesinde etkili sonuç verirler. Toronto'da müteahitler hızlı bir şekilde çalışarak yüksek gerilmeli şeyllerde, tavan levhaları ve her bir levhada 4 kaya çivisi (dowelin) tünel tavanın ikisi sağına ikisi soluna gelecek şekilde bir uygulama yapmışlardır. Donatılı püskürtme beton, dayanıklı, esnek ve duraylıdır. Thorp ve Heuze (1986), yoğun patlatma altındaki farklı tünel kaplama sistemleri üzerindeki testlerden bahsetmişlerdir. 2,4 m uzunluğunda, 1,2 m'lik çapa sahip bir yer altı odasında tamamen enjeksiyonlanmış kaya bulonları ile yoğun bir kuvvetlendirme programı uygulamışlardır. Bu uygulamada, kaburgalar, tel kafesler ve en azından 50 mm lik kalınlığa sahip fiberle kuvvetlendirilmiş püskürtme betonlar kullanılmıştır. Yüksek miktarda patlayıcılar kullanılarak, kayacın buna karşı olan tepkisi izlenmiştir. Her testten sonra odaya girilerek gerekli incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonunda, kuvvetlendirmenin veya donatının tamamen sağlam kaldığı görülmüştür. Püskürtme betonlu kaplamada, parçalanma veya çatlama oluşmamıştır. Buna karşılık, beton ve donatılı beton iyi bir performans göstermemiştir. Son yıllarda, mikrosilika ve çelik fiber katkılı donatıların kullanımı, yüksek mukavemetli

püskürtme betonların oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca daha fazla işçilik isteyen kaynakla tutturulmuş tel kafesle kuvvetlendirme sistemi de yüksek mukavemet göstermektedir (Bozkurt, 1987; Acar, 1997).

2.4. Kırıcı-Kesici Makinelerle Tünel Kazısı

Bu yöntem delme-patlatma yönteminden daha az yıkıcı ve bozucu olduğundan daha az iksa isteyen daha duraylı tünel koşulları sağlar. Günümüzde makine ile kazılar tam kesit makine ve yarım kesit makine kullanılarak yapılmaktadır. Tam kesit kazı makineleri günümüzde birçok tünel şartlarında ekonomik olarak kazı yapabilmektedir. Fakat bu makinelerin satın alınması, kurulması, çalışılacak sahaya getirilmesi, pahalıdır. Eğer tünel uzunluğu 1 km'den fazla ise tam kesit makine ile kazı yöntemi olumlu sonuçlar verir.

Eğer tünel zemini koşulları güzergah boyunca sıkça değişiyorsa patlatma, makine kazısına oranla daha ekonomik bir yöntemdir. Kesici başlar ve ekipmanı, itme kapasiteleri ve kalkan koruyucuları, yumuşak zeminlerin delinmesinde olumlu sonuçlar veririrken, sert kayaçlarda aynı durum söz konusu değildir. Sorunlar olduğu zaman, tam kesit TBM tamamen sökülmeden tünelden çıkarılabilir. Açık kesici baş, geri çekilme özelliğinden dolayı ön tarafta çalışma yapılmasına olanak verir. Fakat kapalı başı olan makinelerde, ön tarafta çalışma ancak kazı etrafının boşaltım aşısı ile mümkündür. Ayrıca, patlatma kazılabilir tünel zeminine rastlayınca kadar devam edebilir. Birçok tam kesit TBM, dairesel bir kesite sahiptir ve dönmeli kesicilere sahip başın çapı tünel çapı ile aynıdır.

Yarım kesit tünel açma makineleri veya kollu makineler, aynanın bir kısmını bir anda kazar. Manevra kabiliyetleri daha fazladır. Bu makineler UCS değerleri 60Mpa'dan küçük ve aşındırma özelliği düşük kayaçlarda kazı yapabilirler (çok düşük-orta dayanımlı kayaçlar). Masif ve yüksek dayanımlı kayaçlarda çalışamazlar.

Eğimli veya düşey shaftlar shaftın tabanında iki kesitte bençlenebilirler veya tam ayna patlatılırlar. Ayrıca shaftlar özel makine kullanılarak aşağıdan yukarıya veya yukardan aşağıya açılabilir. Aşağıdan yukarı yönden delme shaft altından ulaşım mümkünse diğer bir alternatif yöntemdir. Bu yöntemle önce yaklaşık 28 cm çapında bir pilot kuyu açılır. Daha sonra 2 m çapındaki döndürmeli- delici burğu açılan pilot kuyuya alttan yerleştirilip yukarı yönde döndürülüp çekilir. Delici burğu ile shaft açımı ise saatte 0,5-2 m ilerler. Örneğin 350 m uzunluğa sahip bir shaft delme ve patlatma ile 7 ayda tamamlanırken, döndürmeli-delici burğu kullanılarak 3 ayda tamamlanır. Uygun koşullarda 600 m den uzun shaftlarda döndürmeli-delici burğu uygun bir yöntemdir (Bozkurt, 1987; Acar, 1997).

2.5. TBM ile Tünel İnşaatı

Otomatik veya yarı otomatik tünel açma makinaları (TBM) ile tünel açma yöntemidir. Bu yöntemde kesici bir kafa ve bu sisteme bütünleşmiş bir pasa alma ve dışarıya atma sistemi (bantlı taşıyıcı veya vagon vs.) bulunmaktadır. Amerika'da ilk tünel açma makinesi Hoosac Tünelinde kullanılmıştır. Bu makine daire şeklinde döner bir kesme kafasına sahipti ve keski kesme konsantrik daireler çizerek kazı yapacak şekilde dizilmişlerdi. Tutunma mekanizması, itme (baskı) mekanizması ve pasa uzaklaştırma düzenleri vardı.

Amerika'da ilk tünel açma makinesi Hoosac Tünelinde kullanılmıştır. Bu makine daire şeklinde döner bir kesme kafasına sahipti ve keski kesme konsantrik daireler çizerek kazı yapacak şekilde dizilmişlerdi. Tutunma mekanizması, itme (baskı) mekanizması ve pasa uzaklaştırma düzenleri vardı. Ancak, 1856 yılında tasarım şekli nedeniyle sert kayalarda başarılı olarak çalışabileceği inanılmayan bu makine ile Herman Haupt isimli meşhur inşaat mühendisi 3 metrelik bir ilerleme yapmayı başarmıştı.

TBM'in esasını oluşturan bu kavram, izleyen 100 yıl için güçsüz kalmış ve hiçbir gelişme gerçekleşmemiştir. Bazı keski ve kesme cihazları ile donatılmış TBM'ler yumuşak kayalar ve kömür damarlarında denenmek istenmiş fakat istenen sonuçlara ulaşılamamıştır. James Robbins isimli mühendis 1956 yılında, kalem keski yerine döner disklerin kullanılma fikrini ortaya atmıştır. Toronto'daki bir uygulamada günde 38 m'lik ilerleme gerçekleştirilmiştir.

Bu uygulama, TBM'lerin yumuşak ve orta sert kayalarda ekonomik olarak kullanılabilmesinin ilk göstergesi olmuştur.

Toronto'daki uygulamayı izleyen 26 yıl boyunca teknoloji oldukça yavaş ilerlemiştir. TBM yapımcıları dene gör politikası izleyerek makinelerin daha sert ve aşındırıcı kayalarda kullanılmasını sağlamaya çalışmışlardır. 1970'lerin sonu ve 1980'li yılların başlarında Amerika ve Avrupa'da birçok üniversite ve araştırma kurumu disk kesicilerin sert kayalardaki performansının fizik prensiplerini anlamak üzere çok sayıda araştırma yapmışlardır. Benzer şekilde, yumuşak arazideki tünel teknolojisi de, Times Nehri 1824-1840 yılları arasında geçtiği meşhur Brunei şildinden başlayarak, gelişim göstermiştir. Brunei'in tasarımları 1864'de dairevi şilt patenti alan Peter Parlow tarafından geliştirildi. Bu şilt içine yerleştirilen astar segmentlerin itilmesi suretiyle baskı oluşturulması ve ön tarafında çamur (pasa) akışını ve uzaklaştırılışını temin edecek açıklığa sahipti. Bu şildin bir benzeri ile 1869'da Times nehri bir yılda geçilmiştir.

Bu makine, Arazi Basınç Dengeleme Makinesinin (EPB) ilk tipini teşkil etmektedir. EPB ve biraz daha karmaşık yapıları çamur basınçlı makineler kavram

olarak esasta Avrupa'dan çıkmışsa da asıl gelişmesini Japonya'da yapmıştır. Japonlar yeraltında yaptıkları nakliye ağını genişletirken, 1960'lardan 1980'lere doğru, bu tür şiltlerden yüzlercesini üretmiştir (Çınar ve Feridunoğlu, 2002).

3. TÜNEL İNŞAATLARINDA HAVALANDIRMA

Tünel havasından söz edildiğinde, kazı çalışmaları sırasında yayılan ve oluşan gazlar ile bunların karışımını anlamak gerekir. Tünele girip, arına ulaşan hava "Giriş Havası" ve kirlenerek tüneli terk eden hava ise "Dönüş Havası" olarak isimlendirilir. Bu nedenle hava temiz ve kirli olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Henüz kirlenmemiş olan temiz hava, özellikle tünel havalandırılmasında yeryüzü atmosfer havası ile yanı bileşimdedir. Temiz havayı oluşturan gazlar, hacimce;

%20,93 Oksijen (O₂)

%79,04 Azot (N₂)

%0,03 – 0,04 Karbondioksit (CO₂) tir.

Ayrıca daima ve değişen miktarlarda su buharı da bulunur. Ama havadaki N₂/O₂ oranını etkilemez. Kirli hava ise içerdiği kirleticilere ve dolayısıyla taşıdığı özelliklere göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

Pis Hava: Oksijen içeriği %20'den az olan havadır. Boğucu özelliğe sahiptir (Yüksek konsantrasyonda CO₂ ve N₂ içeren hava gibi).

Zehirli Hava: Organizmayı bozan ve dolayısıyla yaşam için tehlikeli olan gazları içeren havadır (CO, H₂S, Azot Oksitleri, SO₂ ve Radon içeren hava gibi).

Patlayıcı Hava: Hidrokarbonların gaz elemanlarını (CH₄ vd.), H₂, CO vd. yanıcı gazları içeren havadır.

Tozlu Hava : içinde taş tozu bulunan havadır. Sağlığa zararlı ve kayaç özeliğine bağlı olarak patlayıcı olabilir. Toz, genel olarak "Pnömokonyoz" diye isimlendirilen akciğer hastalıklarını meydana getirir (Ayvazoğlu ve ark., 1974).

3.1. Tehlikeli ve Zararlı Gazlar

3.1.1. Metan (CH₄)

Bataklık gazı olarak da bilinen bu gaz organik maddelerin parçalanması ile ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif ve yanıcı bir gazdır. Özellikle kömür ocaklarında sıkça rastlanır. Bunun dışında atık su kanallarında organik maddelerin bozuşması sonucu oluşabildiği gibi, sedimenter orijinli yeraltı katmanlarından ve petrol ve kömür damarlarından yeraltı sularına karışarak yüzeye çıkabildiği de

bilinmektedir. Bu nedenle metan gazı da oldukça tehlikeli ve dikkate alınması gerekli bir gazdır. Metanın havaya göre yoğunluğu 0,55 olup, oldukça hafif olduğundan kapalı ortamlarda tavana yakın bölgelerde toplanır. Bu durumda bu gibi çukur yerlerin üst kısmında metan yoğunlaşırken taban bölgesinde ise karbondioksit bulunmaktadır. Bu da gazla ilgili meydana gelen kazalarda metanın tek suçlu olmadığını gösterir.

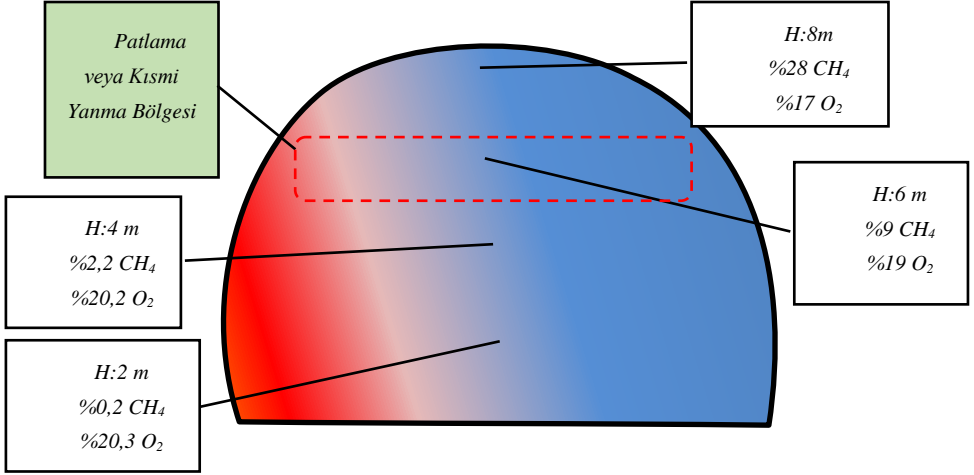
Şurası unutulmamalıdır ki ister yeraltı kaynaklı olsun, ister organik maddelerin ayrışmasından kaynaklı olsun metana karbondioksit de eşlik eder. Çünkü organik maddelerin bozulmasında, glikoz ve laktik asit fermantasyonunda da nihai ürünlerden biri mutlaka CO₂ dir. Kömürleşmede, petrol yataklarında ortaya çıkan ürünler arasında metan(doğalgaz) ile birlikte karbondioksit de vardır (Atılğan, 2009). Metan, esas itibariyle zehirli olmayan basit boğucu gaz sınıfına girer. Dokular üzerinde bir etkisi yoktur. Ancak metan konsantrasyonunun %10'u geçmesi durumunda oksijen yüzdesi %16'nın altına düşeceğinden, oksijensiz kalma sonucu ölüm meydana gelebilir. Ortamda %4-14 aralığında bulunması halinde patlama tehlikesi de vardır. Ancak, metan havadan hafif bir gaz olmasından dolayı çalışma ortamında üst seviyelerde toplanır ve çalışma ortamındaki çeşitli seviyelerde farklı oranlarda metan yoğunlaşması meydana gelir. Bu nedenle patlama sınırı olan %4-14 aralığı çeşitli seviyelerde çoğu zaman mevcuttur. Bu kısımlarda oluşacak kıvılcım ve ateşleme ile patlama veya kısmi yanma meydana gelebilir. Şekil 3'te bir tünel inşaatında yapılan metan ve oksijen ölçüm sonuçları görülmektedir. (ÇSGB Teftiş Raporları)

3.1.2. Karbondioksit (CO₂)

Karbon ihtiva eden organik maddelerin yanması ile oluşan havadan 1,53 kat ağır bir gazdır. Kapalı ortamlarda anfo (Amonyum nitrat+mazot) ile yapılan patlatmalarda karbon (mazot)'nun yanması sonucu ortaya çıkar. Kapalı ortamlarda çalıştırılan dizel veya benzin motorlu iş makinesi veya araçlardan da karbondioksit ortama yayılır. Bunlardan başka karbondioksit doğada organik çökelti havzalarında (kömür, petrol, doğalgaz vb) ve volkanik bölgelerde yeraltında da bulunabilmektedir. Tabii maden sularındaki karbondioksitin kaynağı budur. Yeraltından karbondioksit çıkarılan sondaj işletmeleri mevcuttur. Ayrıca organik maddelerin bozulmasına yol açan bazı mantar, küf ve mayalar da karbondioksit açığa çıkarırlar. Şekerin alkole dönüşmesi sırasında nihai ürün olarak alkol ve karbondioksit oluşur. Petrol ve doğal gaz da %10 kadar karbondioksit ihtiva eder.

Metan ve diğer hidrokarbon kökenli gazlarla birlikte karbondioksit de yeraltında yapılan madencilik ve tünel kazı işlerinde de dikkat edilmesi gereken bir gazdır.

Şehirler, katı ve atık su alanları ve bataklıklar gibi yerlerden geçecek olan tünel ve kanal inşaatlarında metan ve karbondioksit sızma ihtimali oldukça yüksektir. Özellikle içme suyu ve atık su kanal kazılarında çok dikkat edilmesi gereken hususlardan biridir. (Tarsus Atık Su kanalizasyon inşaatında meydana gelen kazada kanal shaftında 5 işçi hayatını kaybetmiştir (ÇSGB Teftiş Raporları).



Şekil 3. Tünel içinde çeşitli seviyelerdeki metan ve oksijen ölçüm sonuçları (ÇSGB Teftiş Raporları)

Kömür tabakaları, petrol alanları ile organik çökelti alanlarında karbondioksit bulunsa da buralardan milyonlarca yılda sürüklenerek ve yer değiştirerek kayaçların boşluklarına ve hatta mikro boşluklarına sıkışık halde (kaya gazı vb.) bulunabilir ve kazılar sırasında üzerindeki basınç kalktığı anda tünel ve ocak içine gaz degajı şeklinde boşalabilir. Hatta yeraltı sularında çözülmüş şekilde de kapalı ortamlara taşınabilir. Bu nedenle **ister maden olsun, ister tünel kazısı olsun, civarda her hangi bir kömür, petrol, doğalgaz alanı bulunmasa bile metan ve karbondioksit gazı yeraltında kapalı ortamlarda mutlaka dikkate alınması gereken bir gazdır.**

Karbondioksitin birçok yolla oluşuyor olması bir takım tehlike ve riskleri de beraberinde getirmektedir. Çalışma ortamlarında meydana gelen zehirlenme ve boğulmaların birçoğunun metan veya zehirli gaz olduğu rivayetleri dolaşsa da gerçekte birçoğunun gizli faili karbondioksittir. Çünkü işyerlerinde daha tehlikeli ve patlayıcı etkisinden dolayı metan ve zehirli gazların ölçümü yapılmakta, karbondioksit ise genellikle ölçülmemektedir. Bundan dolayı tehlikesi bilinmemektedir. Oysa atık su çukurları, tank ve silolar ve kuyu veya desandrelerde

meydana gelen boğulmaların asıl faili karbondioksittir. Ölçümler genellikle üst kısımdan ve genellikle metan ölçülerek yapıldığından failin de metan olduğu zannedilmektedir. Oysa metan havadan hafiftir ve çukur ve kuyu gibi yerlerde toplanmaz. Karbondioksit havadan ağır olduğu için tabanda toplanırken metan üst kısımda toplanır ve ölçümde hatalı sonuç verir. Organik bozuşma nedeniyle metan ve karbondioksit oluşumunda ortaya çıkan gazın %70'i metan %30'u ise karbondioksit'tir.

Yeraltı kaynaklı karbondioksit ise maden ve tünel inşaatlarında dikkat edilmesi gereken bir husustur. Fay, çatlak veya karstik boşluklar yoluyla sızabilir ve/veya yeraltı suları yoluyla taşınabilir. Özellikle yeraltı karbondioksit yataklarının bulunduğu bölgelerde daha dikkatli olunmalıdır. Kömür ocaklarında da metan ile birlikte karbondioksit de açığa çıkar. Bu nedenle desandre ve kuyu gibi yerlerin üst kısmında metan ölçülebiliyorsa taban zonunda karbondioksit yoğunlaşmış olabilir (Atılğan, 2009).

Şehir ve dağlık bölgelerde değişmek üzere atmosfer havasında ortalama %0,03–0,04 (300–400 ppm) nispetinde, egzoz ise %13 nispetinde bulunur. Kimyasal Maddeler Yönetmeliği'ne göre işyeri havasında bulunmasına müsaade edilen karbondioksit miktarı 9000 ppm (%0,9), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Standardına göre ise 5000 ppm (%0,5)'dir. Acil tehlike sınır değeri ise 40000 ppm (%4) (Immediately Dangerous To Life or Health-IDLH)'dir. 50000 ppm de 30 dakika maruziyette sarhoşluk, 70000-100000 ppm de birkaç dakika maruziyet bilinç kaybına neden olmaktadır (Ayvazoğlu, 1974).

Karbondioksit etkilenmelerinde de özel bir tedavi ve ilk yardım şekli yoktur. Kazalı derhal açık havaya çıkarılır ve suni teneffüs cihazıyla oksijen verilerek hastaneye ulaştırılır. Suni teneffüs hastaneye ulaştırılıncaya kadar devam etmelidir.

3.1.3. Karbonmonoksit (CO)

Renksiz, kokusuz, tahriş etkisi olmayan çok zehirli gaz olarak tanımlanır. Özgül ağırlığı **1,255 kg/m³** olup, havanınkine çok yakındır. Oksijence fakir yanma sonucu ortaya çıkan çok zehirli bir gazdır. Hem patlayıcı hem de zehirleyici etkisi vardır.

Karbon monoksit yüksek yoğunlukta (**%12,5–74** limitleri arasında) patlayıcıdır. Genellikle kömür ocaklarında basınç altındaki kömür damarlarındaki kızışmalar nedeniyle ortaya çıkar. Bunun dışında iyi hazırlanmamış anfo ile yapılan patlatmalarda karbon (mazot) miktarının fazla olması halinde ortaya çıkabilir. Bunlardan başka kapalı ortamlarda çalıştırılan dizel veya benzin motorlu iş

makinesi veya araçlardan da önemli oranda **karbon monoksit** ortaya çıkabilmektedir.

- **1 kg patlayıcı maddenin ateşlenmesi sonucu yaklaşık 0,04 m³ CO açığa çıkabilir.**
- **Egzoz gazı hacimce %3,5-7 CO içerebilir. Bu nedenle her beygir gücü için 50 lt/s hava gerekebilir. Başka bir deyişle CO konsantrasyonu egzoz içinde %0,12 ve tünel havası içinde %0,004 (40 ppm) olabilir** (Ayvazoğlu,1974).

Karbon monoksitin çalışma ortamındaki yoğunluğuna ve maruz kalınma süresine göre etkileri de değişiktir. “**Madenlerde İSG Yönetmeliği**’ne göre karbon monoksit bulunması ihtimali olan yerlerde çalışan işçilere **karbon monoksit** maskeleri verilmelidir. Ancak, **karbon monoksit maskeleri çalışma sırasında kullanılmak için değil, sadece işçilerin tehlikeli ortamı güvenli bir şekilde terk etmeleri içindir.** Sınır değerinin (50 ppm) üzerinde **karbon monoksit** tespit edilmesi halinde bunun nedenleri araştırılmalı, havalandırma kontrol edilmelidir. **Occupational Safety and Health Administration, USA (OSHA)** standartlarına göre **50 ppm (8 saat)**, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOHS) standartlarına göre **35 ppm (10 saat)** karbon monoksit ile çalışma sınır değerlerdir. Kimyasal Maddeler Yönetmeliği’ne göre ise sınır değer **50 ppm** dir. 50 ppm’den yüksek karbonmonoksit tespit edilmesi halinde gerekli tedbirler alınarak ve çalışma süreleri oransal olarak azaltılarak kontrol altında 100 ppm de 4, 200 ppm de 2 saatten çok olmamak üzere zorunlu hallerde çalışılabilir. Çünkü bu sınır 8 saatlik marûziyet sınır değeridir. Acil sağlık marûziyet sınır değeri 1000 ppm - 1200 ppm (IDLH)’dir (Atılğan, 2009).

CO’in hemoglobine affinitesi oksijene göre 220 kat fazladır. Solunulan havadaki CO konsantrasyonu çok düşük bile olsa bu yüksek affinite nedeniyle önemli klinik sonuçlara neden olabilir. CO, oksijenin hemoglobinden ayrılmasına neden olur ve hemoglobinle birleşerek karboksihemoglobin (COHb) oluşturur. Bu da oksijenin bağlanmasını engelleyerek hemoglobinin dokulara oksijen taşıma işlevini bozar. İkinci tür etki ise karbon monoksidin miyoglobine bağlanması sonucu oluşan karboksimiyoglobin etkisidir. Bu etki sonucunda başta kalp kasları olmak üzere, kas metabolizması zarar görür.

CO etkileniminin klinik etkileri, karboksihemoglobinin derecesine bağlıdır. Bireysel aktivite durumu, etkilenim süresi ve solunulan havadaki **CO** konsantrasyonu da bu durumu etkileyen faktörlerdir.

Acil tehlike sınır değeri 1.200 ppm (Immediately Dangerous To Life or Health-IDLH) dir. (1000-1.200 ppm konsantrasyonda ve 1 saatlik marûziyette hayati tehlike ortaya çıkabilmektedir.)

Çizelge 2. Karbon monoksit oranı ve etkileri.

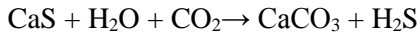
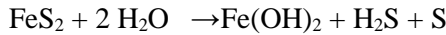
CO Konsantrasyonu	Kanda %COHb (*)	Semptomlar
%0,01 (100 ppm)		Uzun sürede baş ağrısı
%0,02 – 0,07 200-700 ppm	<20	50 dk. maruziyette başağrısı, bulantı, kulak çınlaması, efor sırasında halsizlik
%0,11-%1 1000-10000 ppm	20-40	13-15 dk'da baş dönmesi, 10-45 dk bilinç kaybı
>%1-4 >10000-40000 ppm	>40	Birkaç dakika maruziyette kalp ritminin bozulması, ölüm

(*) COHb: Kanda karbon monoksitle birleşmiş hemoglobin (karboksihemoglobin)

Karbon monoksit zehirlenmesinde yapılacak ilk yardım kazalıyı derhal açık havaya çıkarmak ve varsa suni teneffüs cihazıyla hiperbarik %100 oksijen vermektir. Suni teneffüs hastaneye ulaştırılıncaya kadar devam etmelidir. Bunun dışında işyeri ortamında yapılacak her hangi bir şey yoktur. Çünkü karbon monoksit zehirlenmesinde tıbbi tedavi son derece karmaşık ve ileri düzeyde tıbbi bilgi gerektirir. Bunun da işyeri ortamında yapılması çok zordur.

3.1.4. Hidrojen sülfür (H₂S)

Çok zehirli bir gaz olan hidrojen sülfür 0,1 ppm'lik bir yoğunlukta dahi kokusu hissedilir. Havadan 1,19 kat ağırdır, suda ve alkolde çok kolay çözünür. Yanıcıdır, %4,5-45,5 oranında hidrojen sülfür içeren hava patlayıcıdır. Hidrojen sülfür az miktarda petrolde, kaplıcalarda ve doğal gaz kuyularında bulunur. Özellikle kirli suların arıtılması işlemleri sırasında, madencilik ve petrol arıtım işlemleri sırasında organik maddelerin değişimi sonucu ortaya çıkan bir gazdır. Ayrıca birçok endüstriyel işlem sırasında yan ürün veya ara ürün olarak kullanılır. Kauçuk ve lastiklerin kükürtle sertleştirilmesi, kömür ve metal madenciliği, altın-gümüş işleme işleri, bakırcılık, deri işlemeciliği, suni ipek imalatı, lâğım arıtım işlemleri, maden suyu üretimi, petrol ve gaz endüstrisi sırasında meydana çıkan bir gazdır. Doğada sülfürce zengin bakır, pirit ve jipsin su ile ayrışması ve volkanik bölgelerde kükürtlü gazlar çıkaran volkanik kayaçlar vasıtasıyla oluşur.



Dakikada 0,1-0,2 ppm yoğunlukta H₂S'e maruz kalmak (çürük yumurta kokusu benzeri koku ile) solunum yollarında yanma yapar. H₂S yüksek yoğunluklarda ise hızla ölüme götüren bir etki yapar (Çizelge 3). Özel ve yoğun bir koku ile karakterize olmasına rağmen bu koku çalışanlar için tehlike durumunu gösteren bir

uyarı özelliği taşımaz. Çünkü H₂S konsantrasyonu arttıkça koku alma hücreleri yüksek doz H₂S kokusuna karşı duyarsız olurlar. Zehirlenme esnasında koku alma duyusunun süratle kaybolması nedeniyle sadece koklamakla kişilerin kendini güvende olduğu hissi oldukça tehlikeli sonuçlar ve ölüm meydana getirir. Zehirlenen kişilerde ağrılı konjunktivit, ışık etrafında hale görülmesi, baş ağrısı, anozmi, duyu azlığı, bulantı, uyku hali, boğaz kuruluğu, öksürük, akciğer ödemi, ishal ve karın ağrısı gelişir. Kokuyu duymuyorsanız (eğer ortamı terk emmemişseniz veya kokunun kaynağının kesildiğinden emin değilseniz) tehlikeyesiniz demektir.

Çizelge 3. Hidrojen sülfür oranı ve etkisi

H₂S Konsantrasyonu (ppm)	Klinik Etki
1-2	Koku eşiği
50-100	Göz ve üst solunum yollarında yanma
> 200	Geç dönemde anozmi, pulmoner ödem
700-1000	1 saat içinde Bilinç kaybı, ölüm
>1000	Birkaç dakika içinde Solunum felci, ölüm

Kronik düşük doz (50-100 ppm) H₂S etkilenimi (veya akut düşük doz H₂S nedeniyle oluşan subakut intoksikasyon) gecikmiş pulmoner ödem ve ölümlerle sonuçlanır. Hidrojen sülfürün boğucu özelliği sitokrom oksidaza bağlanması ve oksidatif fosforilasyonu engellemesi nedeniyledir. Bu durum derin metabolik asidoz ve aerobik metabolizmanın bozulması ile sonuçlanır. H₂S ayrıca beyindeki solunum merkezi ve carotis cisimciği üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Başlangıçta solunumu uyarır ancak ardından solunumu baskılayarak apne ve ölüm meydana gelir.

Çalışma ortamında maruziyet sınır değeri Kimyasal Maddeler Yönetmeliği, OSHA, ACGIH ve NOSH standartlarına göre 10 ppm'dir. Acil tehlike sınırı ise 100 ppm (IDLH) dir. 170-300 ppm 1 saat için ciddi sonuçları olmadan tahammül edilebilir seviyedir. 500-700 ppm 0,5-1 saat maruziyet solunum durması ve ölüm meydana gelebilir.

H₂S havadan ağır bir gaz olup, çukurlar, kuyular, tanklar ve kapalı yerlerde birikme eğiliminde olan bir gazdır. Suda oldukça kolay çözünmesinden dolayı hidrojen sülfür içiren suların tahliyesi sırasında ve hidrojen sülfürlü sularda yapılacak karıştırma ve müdahale (örneğin bu suyun pompalanması, bu suyun içinden yürümek, araç vs. geçirmek, göçük veya kavlak düşmesi vb) ani olarak yüksek oranda hidrojen sülfürün açığa çıkmasına yol açabilir.

Hidrojen sülfür zehirlenmesinde yapılacak ilk yardım da diğer boğucu gazlarda olduğu gibi, oksijen taşıyacak dokuların hasar görmüş olması ve solunumu inhibe etmesine rağmen işyeri ortamında oksijen ile suni teneffüs yaptırmaktan başka yapılacak müdahale yoktur. Suni teneffüs hastaneye ulaştırılıncaya kadar devam etmelidir. Tıbbi tedavide “amil nitrit” ve “sodyum nitrit sülfür” methemoglobinemi yaparak dokudaki sulfid atılımına yardımcı olur. Ancak bu tedavi ve daha ileri tıbbi müdahale ancak hastanelerde yapılabilir.

3.1.5. Kükürtdioksit (SO₂)

Renksiz, keskin ve özel kokulu bir gazdır. Çok düşük konsantrasyonlarda (%0,002) bile hissedilir ve gözleri tahriş eder. Çok zehirlidir ve %0,05 konsantrasyonda çok kısa sürede ölüme neden olur. Müsaade edilebilir maksimum konsantrasyonu %0,0007'dir. Sülfürlü cevherleri içeren kayaçların kazısı sırasında yangınlar ve ateşlemeler sonucu oluşur. Bu nedenle ateşleme yapılan kazı aynasında aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

- Etkili bir havalandırma sağlanır,
- Ateşlemelerden önce arın ve yan taşlar su spreyi ile ıslatılır,
- Lağım delikleri ıslak kil ile iyice sıkılır,
- Ateşlemeler vardiya sonuna kaydırılır,
- Ateşçilere gaz maskesi verilir.

3.1.6. Azot oksitleri

N₂O, (NO), N₂O₃, N₂O₄, (NO₂) ve N₂O₅ şeklinde görülürler. Ancak, en çok stabil olan Azotperoksit (NO₂) halinde bulunur. N₂O hariç azot oksitlerin tümü zehirlidir. NO₂ ağır ve kırmızı-kahve renginde olup, patlayıcı madde dumanlarının karakteristik rengini verir. Göz, burun, ağız ve akciğer mukozasını tahriş eder.

Ciğerlerde nitrikasit (ödem) oluşturduğundan yapay solunum veya temiz havanın yararı yoktur. Bu nedenle patlayıcı madde ateşlemelerinden sonra çok dikkat edilmelidir. Azot oksitleri su tarafından kolayca absorbe edilebildiklerinden ateşleme sonrası uygulanacak su spreyi (fisketeler vb.) havalandırma süresini kısaltabilir. Azot oksitlerin diğer önemli bir oluşum kaynağı ise egzoz gazlarıdır.

Petrol ürünleri ile çalışan bir motor yakınında azot oksitleri konsantrasyonu %0,00048 (4,8 ppm) olabilir. Tehlikesiz sayılabilecek konsantrasyonu %0,00025 (2,5 ppm)'tir. Az miktarlarda bulunduğu bile ciğerlerde toplandığından ve ödem oluşturduğundan söz edilmişti. Ancak söz konusu etki hemen görülmeyip bir süre

sonra ortaya çıktığından 20-30 saat sonra ölümler olduğu görülmüştür. Bu nedenle, azot oksitlerin solunması kesin olarak önlenmelidir.

3.2. Cebri ve Tali Havalandırma Sistemleri

Henüz hava dönüş bağlantıları sağlanmamış tünellerin havalandırılmasını "Tali Havalandırma" olarak tariflemek mümkündür. Bu sisteme yurdumuzda bazen "*İkincil Havalandırma*" da denilmektedir. Tali havalandırma, emici veya üfleyici vantilatörler ve borular (genellikle vantüp veya demir) yardımı ile sağlanır. Uzun tünellerde, kaçakları azaltmak bakımından, aralıklı ve seri bağlantılı vantilatörler kullanılabilir. Tünel havalandırmasının büyük bir şansı, yeryüzünden temiz hava sağlanmasının bir güçlük göstermemesidir. Temiz havadan faydalanmak ve kirli havayı doğrudan doğruya yeryüzüne vermek mümkündür. Kısa devre oluşmaması için, vantilatörlerin havalandırılacak tünel ağzına mesafeleri en az 5 m. olmalıdır.

Temiz hava yeryüzü atmosferinden sağlandığı için, tünele ulaştırılacak hava miktarının kısıtlanması söz konusu değildir, bu da tünel havalandırmasının başka bir avantajıdır.(Şekil 4)

3.2.1. Üfleyici sistem

Üfleyici sistemin yararı, borular vasıtasıyla arına ulaşan temiz havanın hızının yüksek olması ve dolayısıyla oluşan ve/veya yayılan gazları arını doldurmadan temizleyebilmesidir. Bu sistemde vantüpler kullanılabilir ve böylece eğer varsa patlayıcı madde ateşlemelerinin borularda oluşturabileceği zararlardan kolayca kurtulunur (Şekil 4). Çünkü, vantüpleri toplayarak arından uzağa çekmek mümkündür. Sistemin diğer bir yaran, eğer varsa kayaçlardan yayılan tehlikeli gazları arına taşınmıyor olmasıdır. Fakat tünel içindeki hava hızlarının az olması yüzünden bazı tehlikeli gazlar tünel içinde toplanabilir ve hatta hava akışına karşı hareket edebilir. Özellikle meyilli kazılarda (başyukarı kazıları gibi) bu durum çok büyük önem taşır. Uzun tünellerde arında kirlenen havanın tünele yayılması ve tüneli çok düşük bir hızla terk etmesi yüzünden, üfleyici sistem sakıncalıdır. Böyle bir durumda üfleyici sistem tek babına kullanılacak olursa, ateşlemelerden veya kazı, yükleme ve taşıma işlerinde oluşacak gazların ve tozların tüneli terk etmesi saatlerce sürebilir

Bu nedenle uzun tünellerde ve bazı önemli durumlarda (yangın ve/veya patlamada mücadelede) üfleyici sistemin emici sistemle birlikte kullanılması gerekir (Şekil 4).

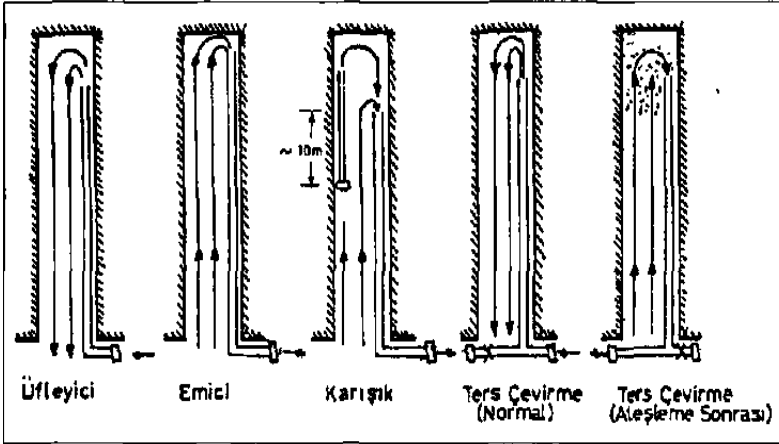
3.2.2. Emici Sistem

Emici sistemlerde arına ulaşan hava daha düşük hıza sahiptir. Arında oluşan gaz ve tozlar tüneli doldurmadan borular vasıtasıyla dışarıya taşınır. Ancak, çevre kayalardan gaz yayılımı söz konusu ise, gazlar ve eğer varsa arın gerisindeki faaliyetler sırasında oluşan gaz ve/veya tozlar arına taşının çelik çemberler ile takviye edilmemiş ise vantüpler kullanılamaz.

3.2.3. Karışık sistem

İki sistemin birlikte çalışabilmesi için bütün tünel boyunca iki boru tesisine gerek yoktur. Arından uygun bir uzaklıkta (genellikle 30-35 metre) bir emici boru tesisine kullanılır. Böylece iki sistemin avantajlarından da faydalanılmış olur. Bu sistemde arındaki toz ve gaz konsantrasyonunu uygun şartlarda sağlamak için kullanılan üfleyici sistemde kısa devre olmamasına dikkat edilmelidir. Bunun için üfleyici vantilatör ile emici boru ağzı arasında uygun bir mesafe (genellikle 10 m.) bırakılmalıdır. Üfleyici sistemin kapasitesi emiciye oranla daha küçük olmalıdır.

Tecrübeler, arma üflenen havanın emilen havanın 2/3 ünü geçmemesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca, emici sistemin durması halinde üfleyici sisteminde çalışmaması istenir (Şekil 4).



Şekil 4. Cebri havalandırma çeşitleri (Ayvazoğlu, 1974).

4. TÜNEL İNŞAATLARINDA MEYDANA GELEN İŞ KAZALARI VE DİĞER SORUNLAR

Tünel inşaatları son on yılda oldukça artmış ve bu artışa paralel olarak da kazalar ve sorunlar da artış kaydetmiştir.

Bazı tünel kazaları şu şekildedir:

- Tünel inşaatında metan degajı ve sızıntı nedeniyle patlama meydana gelmiş ve 3 işçi ağır şekilde yaralanmıştır. Tünel proje güzergâhının TPAO gaz arama sahası içinden geçtiği bu bölgede TPAO'na ait 5 adet gaz arama sondajı bulunduğu tespit edilmiştir (ÇSGB-Teftiş Raporları).
- Tünel inşaatında önemli oranda (1000-2000 lt/sn) su geliri ortaya çıkmış projede önemli ölçüde sorunlara ve gecikmeye yol açmıştır (ÇSGB-Teftiş Raporları).
- Tünel inşaatında çok büyük karstik boşluk ortaya çıkmış ve projede önemli ölçüde gecikme meydana gelmiştir (www.tuneldergisi.org.tr, 2015).
- TBM tünel şefi Onur Kansu'nun yaptığı açıklamaya göre çift kalkanlı TBM'in olduğu tarafta 1151. metre'de 42 m derinlikte 9 m genişlikte 8 m uzunlukta karstik bir boşluğa rastlanmıştır. Karstik boşluğun betonla doldurulması için 45 gün beklenmiştir. Tünelin, peridotitlerin bulunduğu tarafında göçük yaşanması sebebiyle tek kalkanlı TBM 3,5 ay kadar beklemek zorunda kalmıştır.
- Tünel inşaatında kullanılan TBM zemindeki formasyonun aşırı derecede yumuşak ve faylı olması nedeniyle tünelde kalmış, TBM yeraltında bırakılmak zorunda kalmış ve önemli ölçüde ekonomik kayıp meydana gelmiştir.

4.1. Tünel İnşaatlarında Ortaya Çıkan İSG Problemleri

Havalandırma: Çok uzun (>5 km) açılan tünellerde yaklaşım veya bağlantı bulunmaması nedeniyle sadece fantüple havalandırma yapılması, havalandırmanın istenilen şekilde yapılmasını engellemektedir. Çalışmalar klasik delme-patlatma yöntemi ile yapılıyorsa patlatma sonrası oluşan gazlar ve iş makinelerinden kaynaklanan egzoz gazları çalışma ortamında oldukça sorunlara yol açmaktadır. Yeterli sayıda yedekli fantüp ve yedek enerji kaynağı olmaması, fantüp borularındaki kaçak ve yırtıklar da çalışma riskleri önemli ölçüde arttırmaktadır.

Kaçamak-yaklaşım: Birkaç km'den 10-15 km'ye kadar açılan tüneller çoğu zaman iki uçtan birden çalışma yapılarak açılmakta ve bunların şaftları, kılavuz tüneli, yaklaşım tüneli veya kaçamağı bulunmamaktadır. Bu da olası bir olumsuzluk durumunda kurtarma çalışmalarını engelleyecek bir durumdur.

Kontrol sondajları: Tünel proje güzergahı bölgesinde jeolojik etüt ve kontrol sondajları yeterli şekilde yapılmamaktadır. Bu da inşaat sırasında karstik boşluk, göçük, gaz degajı ve su baskını gibi sorunları ortaya çıkarmaktadır.

Tünel portalları: Tünel giriş ve çıkış ağızları genellikle şev stabilitesi, heyelan, kayma, su ve sel baskını vb. tehlike ve riskler barındırmaktadır. Ayrıca sivil (avcı, çoban, gezgin, meraklı vb.) kişilerin tünel giriş çevresinde dolaşmaları sırasında

düşmelerinin, malzeme vb. düşürmelerinin önlenmesi gerekmektedir. Pek çok tünel inşaatında portalların tel örgü vb. engellerle korunmasına dair projede her hangi bir önlem görülmemektedir.

Göçük tehlikesi: Çoğu kez iyi araştırılmayan tünel projelerinde sürpriz şekilde göçükler meydana gelebilmektedir. Bunlar zaman zaman hesap edilen tahkimat ve tünel kaplama değerlerini değerlerinin çok üzerinde basınçlar nedeniyle meydana gelmektedir.

Su baskını: Jeolojik olarak yeraltı suyu bulunması muhtemel karstik boşlukların iyi araştırılmaması sonucu ani su baskını meydana gelmesi muhtemel risklerdendir. Akifer şeklindeki su içeren tabakalardan çok yeraltı göleti şeklindeki karstik boşlukların ani olarak kırılması sonucu meydana gelebilir.

Tehlikeli gaz deşarjı: Tünel proje güzergahı üzerinde muhtemel patlayabilir gaz (metan, doğalgaz, vb.) ile diğer boğucu (karbondioksit vb.) ve zehirli (hidrojen sülfür vb.) gaz içeren formasyonlardan tünel içine ani gaz deşarjı veya sızıntı şeklinde gaz girişi meydana gelmesi muhtemel tehlikelerdendir. Tünelde kullanılan ekipmanın bunlara uygun olmaması durumunda patlama riski ve çalışanların yeterli kurtarma ekipmanları olmaması durumunda da boğulma ve zehirlenme riski mevcuttur.

Çalışma süreleri: Son değişiklikle yeraltı maden ocaklarında uygulanan haftada 37,5 saat çalışma uygulaması tünel inşaatlarında uygulanmamaktadır. Ayrıca bir çok baraj ve tünel inşaatında günlük 11-12 saat ve haftada 7 gün çalışma yapıldığı, hafta tatillerinin ay sonunda veya 2 ayda bir yapıldığı bilinmektedir.

Ex-proof ekipman: Tüneldeki muhtemel patlayabilir gazlarla ilgili yeterli araştırma yapılmadığından tünel içinde kullanılan ve ATEX vb. standartlara uygun seçilmeyen tüm makine ve ekipmanlar ileride doğabilecek olumsuz durumlarda tehlike yaratmaktadır.

Kurtarma-Tahlisiye: Çok uzun tünel inşaatlarında meydana gelebilecek olumsuzluk durumunda kurtarma ve tahlisiye ekibi ve gerekli teçhizatın bulunması kurtarmanın en kısa sürede başlatılması açısından son derece önemlidir.

Oksijenli ferdi kurtarıcı: Özellikle gaz tehlikesi olan tünel inşaatları ile araç ve tesisat yangını meydana gelme ihtimali bulunan tünel inşaatlarında tünel içinde çalışan sayısı kadar ile değiştirme istasyonlarında yedek OFK bulundurulmalıdır.

Uzaktan takip sistemi: Maden işleri mevzuatındaki düzenlemenin tünel işlerinde de yapılması gerekir.

Enerji kesme tertibatı: Acil durumlarda ve patlayabilir gaz vb. durumlarda enerjinin otomatik şekilde kesileceği sistem bulunmalıdır.

Maden-jeoloji mühendisi görevlendirilmesi: Ancak, patlatma, tahkimat, havalandırma, kapalı alanlarda tehlikeli ve zararlı gazların kontrolü vb. işlerde maden mühendisleri uzman konumundadır. Tünel güzergahının jeolojik durumu kontrol sondajları vb konular jeoloji mühendisliğinin alanına girmektedir. Bu nedenle tünel inşaatlarında maden ve jeoloji mühendisi çalıştırılması zorunlu olabilir.

Tünellerde püskürtme beton (shot grid) uygulanması: Tünel aynasında yeni delik delmeden önce ve tünel cidarında tahkimat öncesi püskürtme beton uygulanmaktadır. Püskürtme beton uygulanan yerlerin görünümüne bakarak beton gibi sağlam olduğu sanılmakta, beton kaplama tünel aynasındaki veya tavandaki çatlaklardak kaynaklanabilecek kavlak düşme risklerini maskeleyemekte ve başka önlem alınmadan çalışmaya devam edilmektedir. Ancak, bu işlem sonrasında tünel aynasından, tavandan veya tünel yan cidarından göçmeler, kopmalar veya döküntüler meydana gelebilmektedir.

5. TÜNEL İNŞAATLARINDA TEHLİKE VE RİSKLER

Tünel inşaatlarında karşılaşılabilecek muhtemel tehlike ve riskler Çizelge 3'de belirtilmiştir.

6. TÜNEL İNŞAATLARINDA İSG MEVZUATI

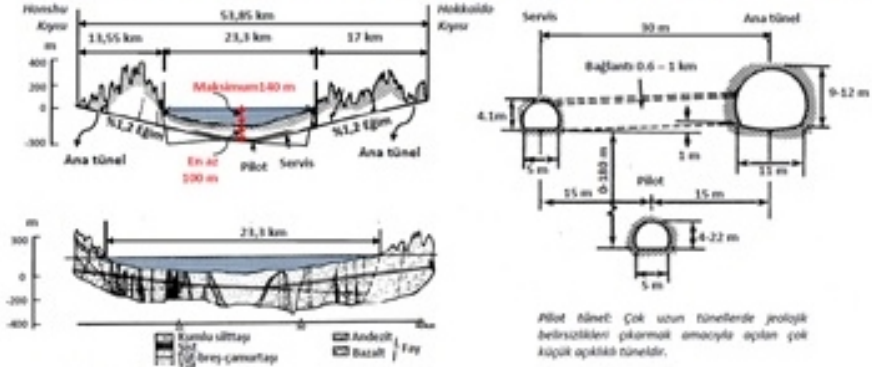
6.1. Kaçamak Yaklaşım

Tek tüp olarak projelendirilmiş (HES-Regülatör tipi) tünel inşaatlarında mutlaka belirli aralıklarda (ör. 500 m'de bir) kaçamak veya yaklaşım, kılavuz veya pilot tüneli yapılmalıdır. Bunun sağlanamaması durumunda asıl tünele paralel ve daha dar kesitli kılavuz tüneli sürülmeli ve her 500 m'de bir birbirine bağlanmalıdır. Şekil 5.a'da görülen Japonya/Seikan tüneli tek tüp olarak projelendirilen tünellere örnektir.

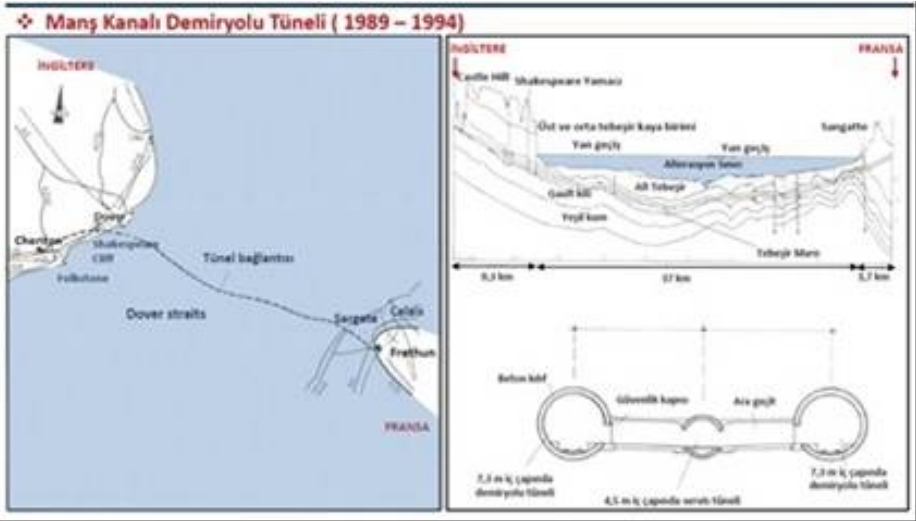
Karayolu ve demiryolu tünelleri iki tüp olarak projelendirildiğinden bunlar arasında belirli mesafelerde birbirine geçiş konulmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gerekli konu iki tünel aynası arasında 250 m'den fazla mesafe bulunmaması gerekir. Şekil 5.b'de ise iki tüp ve bir servis tüneli olarak projelendirilen Manş Tüneli görülmektedir.

Mevzuatta bu hususla ilgili en uygun düzenleme 6331 Sayılı İSG Kanunu'nun 11. ve 12. Maddeler ile Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği, EK-4/31. Maddede bulunmaktadır (Ek 1-3).

❖ **Kompleks bir jeolojik ortamda uzun bir tünel projesi başarı örneği:
Dünyanın en uzun çift hatlı demiryolu tüneli Seikan Demiryolu Tüneli⁽⁷⁾ / Tokyo – Japonya**



Şekil 5.a. Japonya/Seikan Tüneli



Şekil 5.b. Manş Tüneli İki Tüp ve bir Servis Tüneli

6.2. Yaşam Sığınma Odası

Kaçış ve kurtarma imkanı olmayan tünel inşaatlarında yeterli donanımına sahip sığınma cepleri ve/veya yaşam odası veya sığınma cepleri kurulmalıdır. Mevzuatta bu hususla ilgili en uygun düzenleme 6331 Sayılı İSG Kanunu'nun 12. Madde ile Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği\ EK-4/B-Madde:63 de bulunmaktadır.

Çizelge 3. Tünel inşaatlarında karşılaşılabilecek riskler ve muhtemel sonuçları

Tehlike	Tehlike-Riskin Kaynağı	Risk	Sonuç
Patlayabilir gazlar (Metan-Doğalgaz)	-Metan-Doğalgaz deşarjı -Sızıntı ve yetersiz havalandırma nedeniyle Patlayabilir gazın belirli bölgelerde konsantre olması	-Patlama -Yanma -Zehirlenme (CO)	Ö-UK-Y
Boğucu gazlar (Karbondiyoksit, Azot Oksitler)	-Karbondiyoksit deşarjı -Boğucu gazın (CO ₂ , NO _x vb) belirli bölgelerde konsantre olması	-Boğulma	Ö-UK-Y
Zehirli gazlar (CO, Hidrojen sülfür, Azot Oksitler vb)	-Hidrojen sülfür vb zehirli gaz deşarjı -Zehirli gazın (CO, H ₂ S, NO _x vb) belirli bölgelerde konsantre olması	-Zehirlenme	Ö-UK-Y
Su baskını	Su dolu karstik boşluklar Tünel ağzından, shaftlardan sel baskını	-Boğulma	Ö-UK-Y
Göçük	Göçük, Arın göçmesi Blok düşmesi Kavlak düşmesi	-Üzerine kavlak Düşme -Çarpma -Sıkışma	Ö-UK-Y
Kapalı ve Kısıtlı Çalışma Ortamı	Yangın, parlama, patlama, su baskını, göçük vb. durumlarda kaçamak ve sığınak bulunmaması	-Boğulma -Zehirlenme	Ö-UK-Y
Hareket Halindeki Ağır Cisimler	İş makineleri Forklift, Vinçler Kamyon ve Taşıyıcılar	-Üzerinden Düşme -Çarpma -Sıkışma	Ö-UK-Y
Parlayıcı Patlayıcı Maddeler	Patlayıcı maddeler Kaynak ekipmanlarından gaz sızıntısı	-Ateş alma -Patlama	Çoklu Ö-UK-Y
Yükseklik	Tahkimat, delme, kavlak kontrolü vb. işlerinde Yükseklikte çalışma	-Düşme	Ö-UK-Y
Hareketli Makine Aksamı	Tüm iş ekipmanları ve iş makineleri	-Makinaya kapılma	Ö-UK-Y
Yüksek Voltajlı Elektrik (>65Volt)	Elektrik Tesisatı, Elektrikli ekipman	-Elektrik Çarpması	Ö-UK-Y
Basınç altındaki gazlar	Kompresör Havali Ekipmanlar	-Patlama şoku darbesi -Şarapnel Etkisi	Ö-UK-Y
Basınç altındaki Sıvılar	İş makineleri Hidrolik ekipmanlar	-Sıçrama	Ö-UK-Y
Yanıcı Maddeler	Akaryakıt Motor-Hidrolik Yağı Kablo, lastik-plastik boru aksamı	-Yangın, -Zehirli gaza maruziyet	Ö-UK-Y
Güveli olmayan zemin	Çamurlu, yağlı zemin	-Düşme -Kayma	Ö-UK-Y
Zararlı tozlar	Delme işlemi veya yükleme işleri sırasında Formasyon kaynaklı zararlı tozlar	-Maruziyet	Ö-UK-Y-MH
Gürültü-Titreşim	Tüm iş ekipmanları Delici kırıcı makineler	-Uzun Süreli Maruziyet	İşit.Kayıbı, Mes.Hast.

6.3. Havalandırma

Yeterli sayıda yedekli fantüp ve yedek enerji kaynağı ile tünel uzunluğu 1000 m den fazla olan yerlerde jet fanlar ve hava hızlandırıcılar kullanılmalı ve sürekli ölçüm sağlayan merkezi uzaktan izleme sistemi bulunmalıdır. Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği, EK-4/A-Madde:35 ve EK-4/B-Madde:63 de bulunmaktadır.

6.4. Merkezi İzleme Sistemi

Gaz ihtimali olan veya olmayan ayrımı yapılmadan tünel inşaatlarında hava hızı, oksijen, karbon monoksit, karbondioksit, azot oksitler ve diğer tehlikeli ve zararlı gazların ölçülecek şekilde ortam havasının sürekli olarak izlenmesi. Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği, EK-4/A-Madde:38 ve EK-4/B-Madde:72,a,b de bulunmaktadır.

6.5. Ex-Proof Ekipman

Gaz ihtimali olan tünel inşaatlarında elektrik tesisatı ve ekipmanların ex-proof özellikli veya ATEX sertifikalı olması gereklidir. Ancak gaz ihtimali bölgede, doğal gaz, kömür vb. oluşumlar beklenmese bile mutlaka göz önünde bulundurulması gereken bir olasılıktır. Hiç gaz beklenmeyen bazı metalik maden ocaklarında dahi ofiyolitik zonlarda metan vb. gazlara rastlanmaktadır. Bunun dışında yeraltında kısıtlı alanda yapılan çalışmalarda her türlü patlayabilir (metan, doğalgaz), boğucu (karbondioksit) ve zehirli (hidrojen sülfür, kükürt dioksit vb.) gazın hiçbir belirti ve gerekçe (petrol, doğalgaz, kömür katmanı vb.) olmaksızın ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır.

Bununla ilgili düzenleme Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/A 27.Madde'de düzenlenmiştir. Patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan işlerde ***Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelik*** (94/9/AT) hükümlerine uygun çalışılır.

6.6. Enerji Kesme Sistemi

Tünel inşaatlarında gaz seviyesine göre otomatik devreye girecek enerji kesme sistemi ile acil uyarı ve tahliye sistemi kurulmalıdır. Bununla ilgili düzenleme Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/A 13.14,...23.Madde'de düzenlenmiştir. *Makina Emniyeti Yönetmeliği* (2006/42/AT) ile *İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği* hükümleri dikkate alınır.

6.7. Jeolojik Etüt ve Kontrol Sondajları

Tünel inşaatlarının yapılacağı güzergahta formasyon yapısı, tünele yapılacak tahkimat ve beton kaplama vb. uygulamalara alt yapı hazırlamak üzere kayaç yapısı, üç eksenli basınç deneyi vb. laboratuvar verileri ile karstik boşluk, yeraltı suyu durumu, gaz durumu, faylanmalar, ezik ve yumuşak formasyonların tespiti için detaylı bir jeolojik etüt yapılmalıdır.

Bu etütlerden sonra tünel inşaatının yapılacağı güzergah boyunca toplam boyu, tünel proje boyu kadar kontrol sondajı yapılmalıdır. Ayrıca su baskını ve gaz degajı ihtimali olan tünel inşaatlarında tünel ilerleme istikametinde yelpaze şeklinde kontrol sondajı yapılması gerekir.

Bunun sağlanmasına yönelik en uygun düzenleme Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/B-Madde:63 de düzenlenmiştir.

6.8. Maden-Jeoloji Mühendisi Çalıştırılması

Mühendislik disiplinleri içinde tünel inşaatları için en uygun mühendislik dalları inşaat ve maden mühendisleridir. Ancak, patlatma, tahkimat, havalandırma, kapalı alanlarda tehlikeli ve zararlı gazların kontrolü vb. işlerde maden mühendisleri uzman konumundadır. Bu konularda inşaat mühendisliği öğrenimi sırasında yeterli eğitim yapılmamaktadır. Aynı durum jeoloji mühendisliği içinde geçerlidir. Tünel güzergahının jeolojik durumu kontrol sondajları vb konular jeoloji mühendisliğinin alanına girmektedir. Bu nedenle tünel inşaatlarında maden ve jeoloji mühendisi çalıştırılması zorunlu olabilir.

Bunun sağlanmasına yönelik en uygun düzenleme Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/B-Madde:63 de düzenlenmiştir.

6.9. Çalışma Süresi

Son değişiklikle yeraltı maden ocaklarında uygulanan haftada 37,5 saat çalışma uygulaması tünel inşaatlarında uygulanmamaktadır. Ayrıca birçok baraj ve tünel inşaatında günlük 11-12 saat ve haftada 7 gün çalışma yapıldığı, hafta tatillerinin ay sonunda veya 2 ayda bir yapıldığı bilinmektedir. Tünel inşaatları da metalik maden ocakları ile aynı çalışma şartlarına ve aynı tehlike ve risklere sahip olup, buralarda da aynı uygulama yapılmalıdır. Mevzuatta buna uygun düzenleme mevcut değildir. Ancak, ikametgahından uzaktan gelerek çalışan işçilerin hafta tatillerinin en fazla 2 haftada bir kullanılmasına izin verilmelidir. İSG mevzuatında bununla ilgili düzenleme yoktur.

6.10. Portal Güvenlik Alanı

Tünel giriş yapısı olarak adlandırılan tünel portali yapısı bir çok risk barındırmaktadır. Sivil insanların merak, avcılık ve gezi amaçlı olarak tünel portali civarından yüksekten düşme riski, bunlardan kaynaklı cisim (kaya, taş, vb) düşme riski, yağmur, kar, buz vb. nedeniyle arazi gevşemesi ve heyelan vb birçok tehlike ve risk bulunmaktadır. Birçok tünel inşaat projesinde bu kısımlarda tel örgü vb koruma projelendirilmemiş olduğu görülmüştür. Bu korumanın tünel inşaatının başlamasını müteakip yapılması gerekir.

Bunun sağlanmasına yönelik en uygun düzenleme Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/B-Madde:63 de düzenlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Tünel Giriş yapısı, tünel portali

6.11. Tünel Aynasında ve Tünel Cidarında Püskürtme Beton (Shot Grid) Uygulanması

Tünel aynasında yeni delik delmeden önce ve tünel cidarında tahkimat öncesi püskürtme beton uygulanmaktadır. Püskürtme beton uygulanan yerlerin görünümüne bakarak beton gibi sağlam olduğu sanılmakta, beton kaplama tünel aynasındaki veya tavandaki çatlaklardak kaynaklanabilecek kavlak düşme risklerini maskeleyemekte ve başka önlem alınmadan çalışmaya devam edilmektedir. Ancak, bu işlem sonrasında tünel aynasından, tavandan veya tünel yan cidarından göçmeler, kopmalar veya döküntüler meydana gelebilmektedir.

Püskürtme betonun tek başına taşıyıcı özelliği yoktur. Bu nedenle iyi kavlak temizliği yapılmamış olan kısımlarda yapılacak çalışmalarda ekiplere bu bölgelerin altında veya yanında korumasız çalışma yaptırılmamalıdır. İlerleme aynalarında gerekmedikçe püskürtme beton uygulanmamalı, uygulanması durumunda ise arın göçmesi veya kavlak düşmesi riskine karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.

Bunun sağlanmasına yönelik en uygun düzenleme Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/B-Madde:72’de düzenlenmiştir

6.12. Kurtarma ve Tahlisiye Ekipmanı

Patlayabilir gaz ihtimali olan tünel inşaatlarında ayrıca tahlisiye (kurtarma) ekipmanı ve eğitimli tahlisiye elemanı bulundurulmalıdır. Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/A-Madde:38’de düzenlenmiştir.

6.13. Oksijenli Ferdi Kurtarıcı Maske

Tehlikeli ve zararlı gaz ihtimali olan tünel inşaatları ile tünel içi araç ve tesisat yangın tehlikesi bulunan tünel inşaatlarında çalışanların güvenli alana ulaşabilmeleri için tünelde çalışan sayısı kadar oksijenli ferdi kurtarıcı maske ve bunların değişim istasyonları bulunması zorunlu olmalıdır. Yapı İşlerinde İSG Yönetmeliği EK-4/A-Madde: 36-38’de düzenlenmiştir.

7. SONUÇ

Tünel inşaatları tehlike ve riskler bakımından yeraltı maden işleri ile benzer özellikler taşımaktadır. Bazı hususlarda ise maden işyerlerinden daha fazla tehlike ve riske sahiptir. Özellikle bir çok hususun proje aşamasında öngörülerek gerekli hazırlığın yapılması çok önemlidir. Bu hususla ilgili kurum ve kuruluşlar (TCDD, TCK, DSİ vb.) proje aşamasında tünel projesi özellikle kaçamak, havalandırma, jeolojik etüt ve kontrol sondajları yönünden gerekli hazırlığın yapılması, araç gereç ve ekipmanla ilgili seçimlerin buna göre yapılmasının sağlanması gerekir.

Mevzuatta da yapılan düzenlemelerin yoruma gerek kalmadan maden mevzuatına paralel şekilde ve açık biçimde düzenlenmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acar, A.. 1997. *Tünel Mühendisliğine Giriş-1*, KAYA MEKANİĞİ DERS NOTLARI, Adana.
- Arıoğlu, E.. 2011. *Tünel Dersi*, Yıldız Teknik Ün.v.İnş. Müh. Böl., İstanbul (http://www.yildiz.edu.tr/~sahin/tuneller/1.BOLUM_Genel%20Giris_Genisletilmis.pdf)
- Atilgan, H.. 2009. *Kapalı Ortamlarda Tehlikeli ve Zararlı Gazlar ve Kontrolü*, MMO İSG Kongresi Bildiriler Kitabı, ADANA
- Ayvazoğlu, E.. 1974. *Maden Havalandırma*, İTÜ Maden Fak. Ofset Baskı Atölyesi,
- Bozkurt, M.. 1987, *Tüneller, Ders Notları*, İ.T.Ü. İNŞAAT FAKÜLTESİ DERS NOTLARI, İstanbul.
- Çınar, M., Feridunoğlu, C., 2002. *Tünel Açma Makineleri (TBM)*, Ulaşımında Yeraltı Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 343- 367, İTÜ Maden Bölümü, İstanbul.
- ÇSGB-İş Kazası ve İnceleme Teftiş Raporları
International Labour Organization, <http://www.ilo.org/>
- J.E.Friant, ve L, Özdemir, (Çeviren: Prof. Dr. Ş. Eskikaya), 1994. *Tünel Açma Teknolojisi Bugün ve Yarın*, İTÜ Maden Fakültesi Tünel ve Galeri Açma Meslek İçi Semineri
- National Institute for Occupational Safety and Health, <http://www.cdc.gov/niosh/>
Tünel Dergisi, 2013, Sayı 1 (info@tuneldergisi.com, info@turkishtunnel.org/
www.tunelder.org.tr)
- United States Department of Labour Occupational Safety and Health
<http://www.osha.gov/>
- Yeşilnacar, M.İ. *Şanlıurfa Tünellerinde Enjeksiyon Çalışmaları*, DSİ Teknik Bülten-Sayı 100 (http://www2.dsi.gov.tr/kutuphane/dsi_teknik_bulten/100.pdf)

EK-1:

6331 Sayılı İSG Kanunu ve Yapı İşleri Yönetmeliğinin ilgili maddeleri:

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

Acil durum planları, yangınla mücadele ve ilk yardım

MADDE 11 – (1) İşveren;

- a) Çalışma ortamı, kullanılan maddeler, iş ekipmanı ile çevre şartlarını dikkate alarak meydana gelebilecek acil durumları önceden değerlendirerek, çalışanları ve çalışma çevresini etkilemesi mümkün ve muhtemel acil durumları belirler ve bunların olumsuz etkilerini önleyici ve sınırlandırıcı tedbirleri alır.
- b) Acil durumların olumsuz etkilerinden korunmak üzere gerekli ölçüm ve değerlendirmeleri yapar, acil durum planlarını hazırlar.
- c) Acil durumlarla mücadele için işyerinin büyüklüğü ve taşıdığı özel tehlikeler, yapılan işin niteliği, çalışan sayısı ile işyerinde bulunan diğer kişileri dikkate alarak; önleme, koruma, tahliye, yangınla mücadele, ilk yardım ve benzeri konularda uygun donanıma sahip ve bu konularda eğitilmiş yeterli sayıda kişiyi görevlendirir, araç ve gereçleri sağlayarak eğitim ve tatbikatları yaptırır ve ekiplerin her zaman hazır bulunmalarını sağlar.
- ç) Özellikle ilk yardım, acil tıbbi müdahale, kurtarma ve yangınla mücadele konularında, işyeri dışındaki kuruluşlarla irtibatı sağlayacak gerekli düzenlemeleri yapar.

Tahliye

MADDE 12 – (1) Ciddi, yakın ve önlenemeyen tehlikenin meydana gelmesi durumunda işveren;

- a) **Çalışanların işi bırakarak derhal çalışma yerlerinden ayrılmış güvenli bir yere gidebilmeleri için, önceden gerekli düzenlemeleri yapar ve çalışanlara gerekli talimatları verir.**

Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği

EK-4/A

MADDE 14 – (1) İşveren, yapı işlerinin yapıldığı işyerlerinde kullanılan makine, araç, ekipman, malzeme ve çalışma yöntemlerinin ilgili teknik mevzuata ve iş sağlığı ve güvenliği yönünden kabul görmüş, uyumlaştırılmış ulusal veya uluslararası standartlara uygun olmasını sağlar.

(2) İşveren, mekanik ve elektrikli ekipmanın seçimi, kurulması, uygun yerlere yerleştirilmesi, hizmete alınması, işletilmesi ve bakımında, çalışanların sağlık ve güvenliği için, bu Yönetmelik hükümleri ile 3/3/2009 tarihli ve 27158 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) ile İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği hükümlerini dikkate alır.

Enerji dağıtım tesisleri ve elektrikle çalışma

13– Enerji dağıtım tesisleri, yangın veya patlama riski oluşturmayacak şekilde tasarlanarak kurulur ve işletilir. Kişilerin, doğrudan veya dolaylı teması sonucu elektrik çarpması riskine karşı korunması sağlanır.

18– Yapı alanında elektrik bağlantıları için uygun bağlantı elemanları kullanılır, açık uçlu kablolarla bağlantı yapılmaz.

19– Yapı alanında kullanılan sabit ve seyyar iletkenler ile teçhizatların dış etkenlerden korunması sağlanır, eskimiş veya yıpranmış olanlar kullanılmaz.

22– Elektrikle çalışan iş ekipmanlarının gövde güvenlik topraklaması yapılır.

23– Her türlü elektrik kullanımı ve elektrik tesisatının işletilmesiyle ilgili olarak, bu Yönetmelik hükümleri yanında ilgili diğer mevzuat hükümleri de uygulanır.

27– Yapı alanında, yanıcı veya patlayıcı maddelerin depolandığı depo alanlarında ve patlayıcı ortam oluşan çalışma alanlarında bakım, onarım işleri dahil her türlü çalışmalarda 30/4/2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik hükümleri ve iş ekipmanları ve koruyucu sistemlerin kullanımında 30/12/2006 tarihli ve 26392 4 üncü mükerrer sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelik (94/9/AT) hükümlerine uygun çalışılır.

Madde 31– Acil çıkış yolları ve kapıları ile ilgili aşağıdaki hususlara uyulur:

- a) Acil çıkış yolları ve kapıları doğrudan dışarıya veya güvenli bir alana açılır ve çıkışı önleyecek hiçbir engel bulunmaz.**
- b) Acil çıkış yolları ve kapıları herhangi bir tehlike durumunda, bütün çalışanların işyerini derhal ve güvenli bir şekilde terk etmelerine imkân sağlar.**

Havalandırma

35– Çalışanların harcadıkları fiziksel güç ve çalışma şekli dikkate alınarak yeterli temiz hava sağlanır. Cebri havalandırma sistemi kullanıldığında, sistemin her zaman çalışır durumda olması sağlanır ve bu sistem çalışanların sağlığına zarar verebilecek hava akımlarına neden olmayacak şekilde tesis edilir. Çalışanların sağlığı yönünden gerekli hallerde havalandırma sistemindeki herhangi bir arızayı bildiren sistem bulundurulur.

Kazı işleri, kuyular, yeraltı işleri, tünel ve kanal işleri

37– Zehirli veya zararlı madde bulunması muhtemel veya oksijen düzeyi yetersiz veya parlayıcı olabilecek bir ortama girmek zorunda kalan çalışanların, herhangi bir tehlikeye maruz kalmalarını önlemek üzere kapalı ortam havası kontrol edilir ve gerekli tedbirler alınır.

EK-4/B

Madde 63 – Kazı işleri, kuyular, yeraltı işleri ile tünel ve kanal çalışmalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur:

- a) Çalışmalar, işveren tarafından görevlendirilen ehil kişi gözetiminde yapılır.**
- c) Kazılarda zemin yapısı, iklim koşulları, kazı alanı yakınlarında meydana gelebilecek sarsıntılar, çevredeki su kaynakları ve fazla yük kuvvetleri göz önüne alınarak uygun şev açıları belirlenir ve/veya statik hesabı yapılmış uygun destek ve setler kullanılır. Kazı yüzeyleri, şevlerin eğimi ve yüksekliği zeminin yapısına, sağlamlığına ve çalışma yöntemlerine uygun seçilir.**
- ç) Malzeme veya cisim düşmesine, su baskını tehlikesine ve insanların düşmesine karşı uygun tedbirler alınır.**
- d) Tehlikeli veya zararlı olmayan özellikte solunabilir hava sağlamak için bütün çalışma yerlerinde gerekli tedbirler alınır.**
- e) Yangın, parlama, patlama, su baskını veya göçük gibi durumlarda çalışanların güvenli bir yere ulaşmaları sağlanır.**

Madde:72– Yeraltı çalışmalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur:

a) Havalandırma sisteminin arızalanması durumunda, yer altı çalışmaları durdurulur ve bütün çalışanlar tahliye edilir, uygun havalandırma sağlanıncaya kadar kimsenin içeri girmesine izin verilmez.

b) Uygun bir haberleşme sistemi oluşturulur, buralardaki kaçış yolları görülebilir bir şekilde işaretlenir.

72– Yeraltı çalışmalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur:

a) Havalandırma sisteminin arızalanması durumunda, yer altı çalışmaları durdurulur ve bütün çalışanlar tahliye edilir, uygun havalandırma sağlanıncaya kadar kimsenin içeri girmesine izin verilmez.

b) Uygun bir haberleşme sistemi oluşturulur, buralardaki kaçış yolları görülebilir bir şekilde işaretlenir.

73– Çeşitli gazların hava ile patlayıcı bir karışım meydana getirebileceği yeraltı işlerinde, yangın ve patlama riskinin bulunabileceği yerlerde, açık alevli lamba veya cihazlar kullanılmaz, sigara içilmez ve ilgili mevzuata uygun malzeme ve ekipmanlar kullanılır.

Tünel Çalışmalarında Sıfır Kaza Riski Vizyonu

Vision of the Zero Accident Risk in the Tunnel Work

M. Arslan

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Adana

ÖZET Gelişmiş toplumlarda ulusun günlük yaşamının önemli bir parçasını oluşturan tünellerin, ilk çağlardan beri kullanılmakta olduğu bilinmektedir. Eski topluluklar bile yaşamlarını sürdürebilmek, günlük uygulamalarını devam ettirebilmek, gelişebilmek ve değişik toplumlarla yakınlaşabilmek için tünellere ihtiyaç duymuşlardır.

Dünyada ve ülkemizde, hızla gelişen teknoloji ile birlikte tünel açma yöntemlerinin gelişmesi, tünel inşaatlarının artış göstermesine olanak sağlamıştır. Teknolojinin gelişmesi, tünel yapım aşım süresini kısaltması ve tünel yapım aşamasında karşılaşılan sıkıntıları azalttığından dolayı tünel yapımı geçmişe oranla daha kolay hale gelmiştir.

Tünel yapımı her ne kadar teknolojinin yardımıyla kolaylaşmış olsa da tünel inşaat aşamasında birçok kaza riski bulunmaktadır. Tünel inşaatında insan gücünün ön planda olması, yapılan tünel boyutlarının ve uzunluklarının sürekli artması, projelerin kapsamlı ve geniş olması ve ihtiyaçların karşılanması için tünellerinin en erken sürede yetiştirilme çabası risklerin artmasına sebep olmaktadır.

Bu bildiriye Dünyada ve ülkemizde tünel inşaat çalışmalarında gerçekleşen kaza istatistikleri göz önünde bulundurularak tünel inşaatı çalışmalarında karşılaşılabilecek risklerin belirtilip alınması gereken tedbirler önerilmektedir. Tünel yapımında iş sağlığı ve güvenliği koşullarının kabul edilebilir seviyeye çıkarılması, bunu temin etmek için de yeni bir strateji çerçevesinde etkin bir döngünün uygulanması gerektiği ve planlamanın bütüncül bir yaklaşım içermesi hususu ele alınmıştır.

ABSTRACT Tunnels are important for developed societies' daily life and used since primeval era. Ancient communities needed tunnels in order to maintain life, to go on daily activities, and to develop and reach developed society's level.

In our country and the world, the development in tunnel digging technology enables the growth of number of tunnel construction. Development of technology

shortens the time of tunnel construction and makes easier the constructions due to eliminate the problems come across.

Although the constructions become easier, the occupational accident risks still exist. Being labour force at the forefront of tunnel construction, increment in length and size of tunnels, complexity of projects and necessity of finishing projects in short time cause the step up of risks.

The paper identifies the risks of the tunnel constructions by taking into consideration of statistics of occupational hazards in our country and suggests precautions to reduce these risks. It refers to development of occupational health and safety conditions, requirement of the application of an effective circle with new strategy and holistic approach to planning for realization of this development.

1. TÜNELLER

1.1. Tanım

Tüneller kısaca ulaşım veya iletim amacıyla, projesinde öngörölmüş güzergâhı, profili ve kesiti belirlenmiş, yer altı geçişini sağlayan yapılar olarak tanımlanabilir.

Tüneller, yolların yeryüzünden geçirilmesinin teknik ya da ekonomik olarak uygun olmadığı durumlarda dağlık arazi, nehirler ve denizler gibi doğal engelleri, izin verilen güvenli ve elverişli ulaştırma sistemiyle, iklim şartlarından da etkilenmeyecek şekilde aşmaya yararlar.

Tüneller yer altından kazı yapılmak suretiyle oluşturulur. Ana kullanım amaçları motorlu taşıt ulaşımı, metro ve demiryolu ulaşımı ve su taşımaktır. Şekil 1'de karayolu tüneli görüntüsü ve Şekil 2'de HES iletim tünelleri görölmektedir.



Şekil 1. Karayolu tüneli



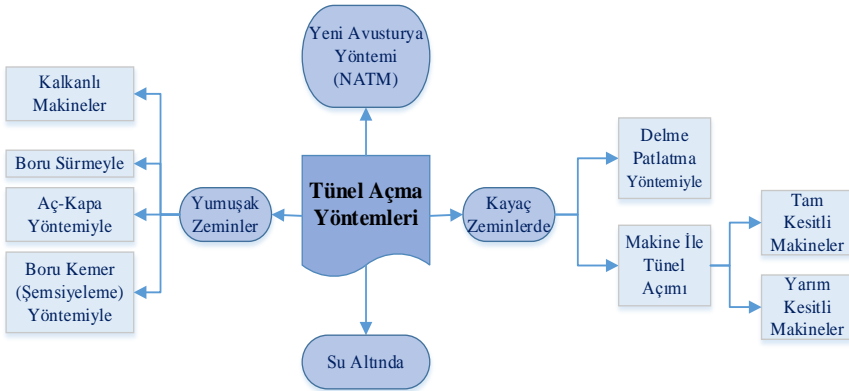
Şekil 2. HES iletim tünelleri

1.2. Tünel Çeşitleri

Tüneller, yapım şekillerine göre ve işlevlerine göre olmak üzere iki ana başlıkta incelenebilir. Yapım sekline göre tüneller, tünellerin nasıl bir toprak parçasında nasıl inşa edilmesi gerektiğiyle ilgili, işlevlerine göre tüneller ise tünellerin ne amaçla ve ne şekilde kullanılacağına dair bir sınıflandırmadır.

1.2.1. Yapım şekline göre tüneller

Yapım sekline göre tüneller kayaç zeminlerde açılan tüneller, yumuşak zeminlerde açılan tüneller, su altında yapılan tüneller ve yeni Avusturya tünel açma yöntemi şeklinde sınıflandırılabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Yapım şekillerine göre tünel açma yöntemleri

1.2.1.1. Kaya zeminlerde açılan tüneller

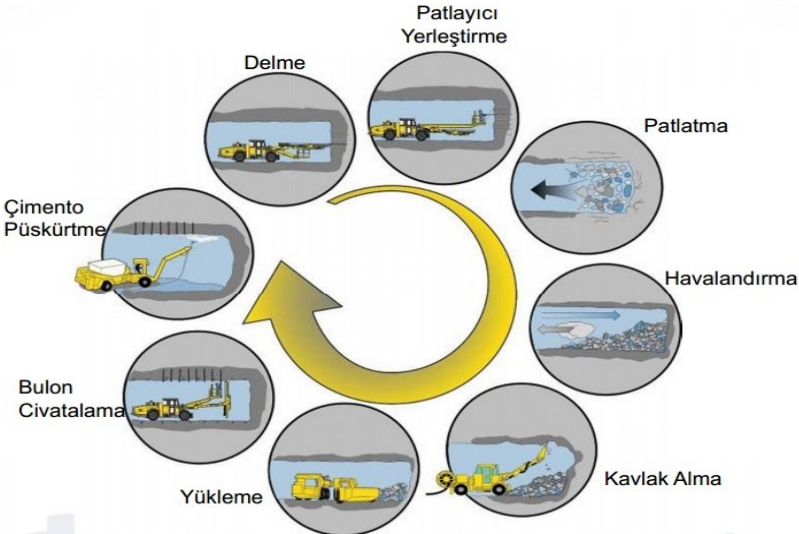
Kaya zeminlerde inşa edilen tünellerde genellikle delme-patlatma yöntemi ya da değişik tipteki makineler kullanılmaktadır. Kaya zeminlerin kendini taşıyabilir özellikte olması nedeniyle bu tip zeminlerde inşa edilen tünellerde, genellikle stabilite sorunlarıyla karşılaşmamaktadır.

1.2.1.1.1. Kaya zeminlerde del - patlat yöntemiyle tünel açma

Klasik yöntem adıyla da anılmakta olan delme-patlatma yöntemi ile tünel inşası yüz yılı aşkın süredir önemli bir değişiklik yapılmadan hemen her türlü kayaç koşullarında kullanılmaktadır.

Delme-Patlatma yöntemiyle tünel kazısının gerçekleştirilmesinde kısaca ve sırasıyla şu adımlar izlenir (Şekil 4).

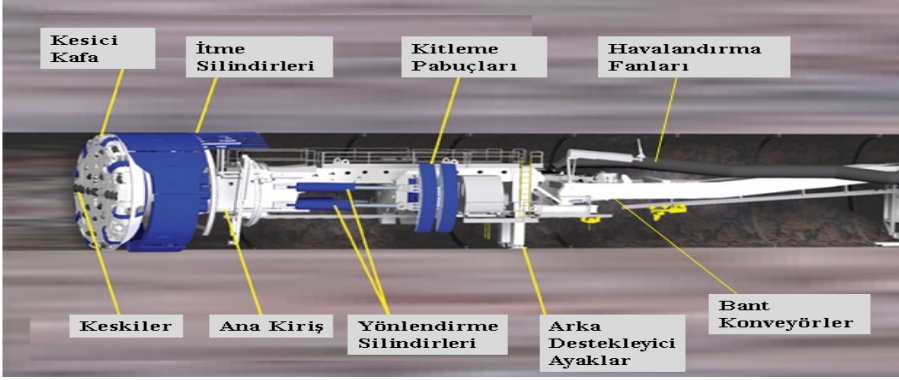
1. Patlatma deliklerinin delinmesi ve bu deliklere patlayıcı maddenin şarj edilmesi,
 2. Patlayıcı ile şarj edilen deliklerin patlatılması ve patlama gazlarının tahliye edilmesi,
 3. Patlatılan kayanın tünel boşluğundan alınarak nakledilmesi,
 4. Tünel duvarlarındaki askıda kalmış kavlak parçalarının temizlenmesi,
 5. Ön (geçici) tahkimatın kurulması,
 6. Rayların, havalandırma ekipmanlarının ve diğer donanımın ilerletilmesi
- (Aksoy, 2002)



Şekil 4. Del-patlat yöntemiyle açılan tünelde yapım aşamaları

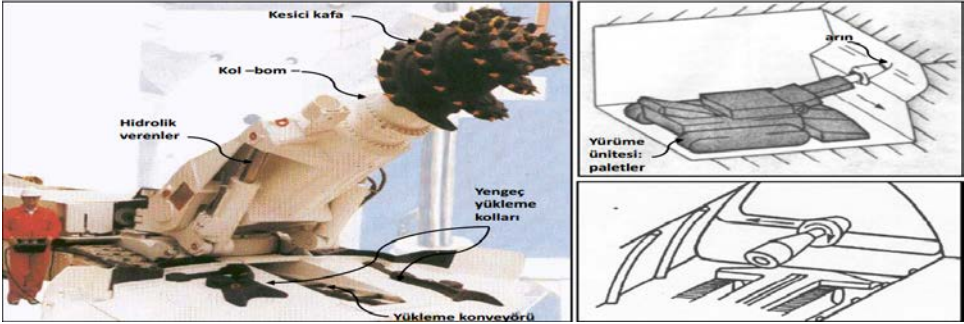
1.2.1.1.2. Kayaç zeminlerde makine ile tünel açma

Bu yöntem delme-patlatma yönteminden daha az yıkıcı ve bozucu olduğundan daha az iksa isteyen daha duraylı tünel koşulları sağlar. (Şekil 5).

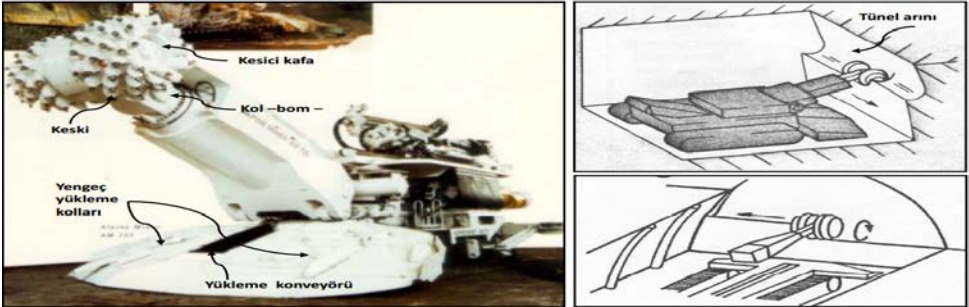


Şekil 5. Tünel açma makinası (TBM) (www.therobbinscompany.com)

Diğer bir tünel açma makinesi de kollu tünel açma makineleridir. Aksiyal tip kollu tünel açma (Şekil 6) ve yatay tip kollu tünel açma (Şekil 7) yöntemleriyle iki tip yontma olabilmektedir.



Şekil 6. Aksiyal tip kollu tünel açma aygıtı (Poşluk, 2012)



Şekil 7. Yatay tip kollu tünel açma aygıtı (Arioğlu, 2009)

1.2.1.2. Yumuşak zeminlerde açılan tüneller

Alt geçitler, gömme depolar, yer altı otoparkları, içme suyu ve kanalizasyon tünelleri gibi yer altı yapılar genellikle sığ derinliklerde ve yumuşak zeminlerde açılmaktadırlar.

Stabiliteyi sağlamak ve su sızıntılarını önlemek için enjeksiyon, zemini dondurma, denetimli drenajla zemin suyu seviyesinin düşürülmesi ve basınçlı hava yardımıyla suyun denetim altına alınması gibi işlemler yapılmaktadır (Öztürk ve Durmuş, 2008).

1.2.1.2.1. Kalkanlı tünel makineleri

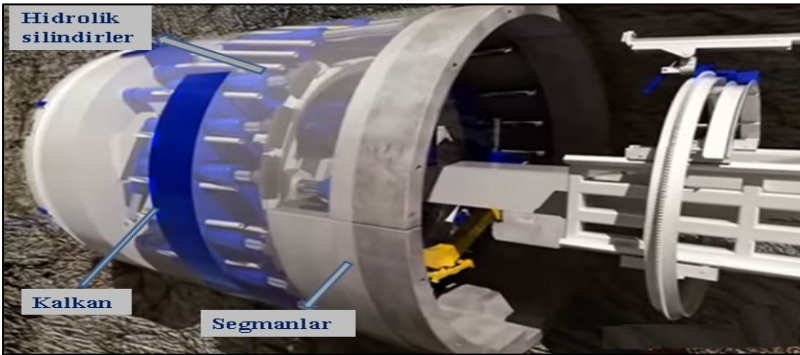
Kalkanlar makine etrafında kazı alanını korumak amacıyla kullanılan çelik borulardır. Zayıf kayalarda ve yumuşak zeminlerde kullanılmaktadırlar (Poşluk, 2012).

1.2.1.2.1.1. Tek kalkanlı tünel makineleri

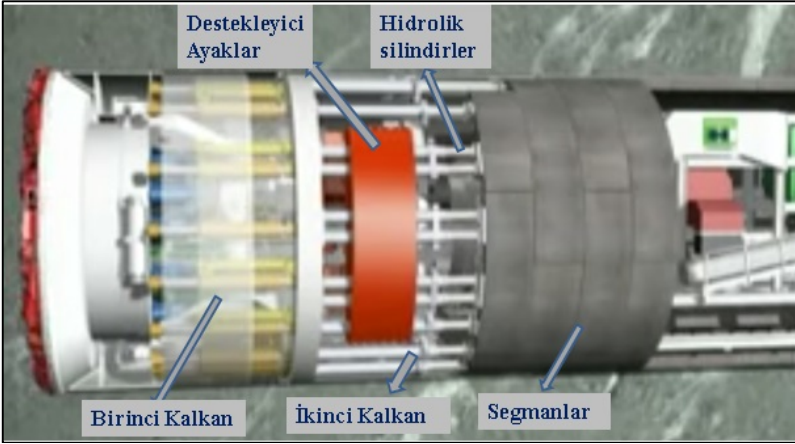
Tek Kalkanlı TBM 'ler formasyondaki kırık çatlak miktarının yüksek olduğu ve formasyonun kendini tutamadığı yerlerde kullanılmaktadır. Şekil 8'de tek kalkanlı tünel makinesi ve segmanların resmi görüntüsü verilmiştir.

1.2.1.2.1.2. Çift kalkanlı tünel makineleri

Çift Kalkanlı TBM 'lerde adından da anlaşılacağı üzere iki adet kalkan bulunmaktadır. Bu tip TBM 'ler de kazı için gerekli olan itme kuvveti iki şekilde sağlanmaktadır. Bunlardan ilki kalkansız TBM 'ler de olduğu gibi pabuçların kullanılmasıdır (Ateş, 2005). Şekil 9'da çift kalkanlı tünel makinesi ve segmanları görülmektedir.



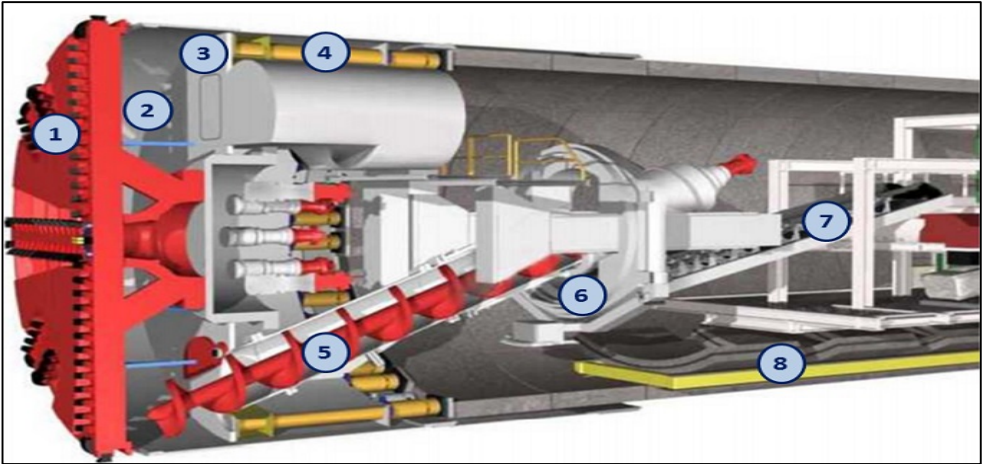
Şekil 8. Tek kalkanlı tünel makinesi ve segmanlar



Şekil 9. Çift kalkanlı tünel makinesi ve segmanlar

1.2.1.2.3. Çevre basıncı dengeleme makineleri (EPB)

Yapışkan olmayan ortamlarda ve yeraltı su seviyesi altında bulunan zeminlerde ilerlemeler sırasında stabilite kaybı kaçınılmazdır. Genellikle bu gibi alanlarda ve kazısında bu makineden faydalanılır.(Şekil 10).



1-Kesici Baş, 2-Kazı Bölmesi, 3-Basınc Bölümü, 4-Hidrolik Silindir, 5- Burgu Konveyör, 6- Erektör, 7-Taşıyıcı Konveyör, 8- Segmanlar

Şekil 10. EPB makinesi

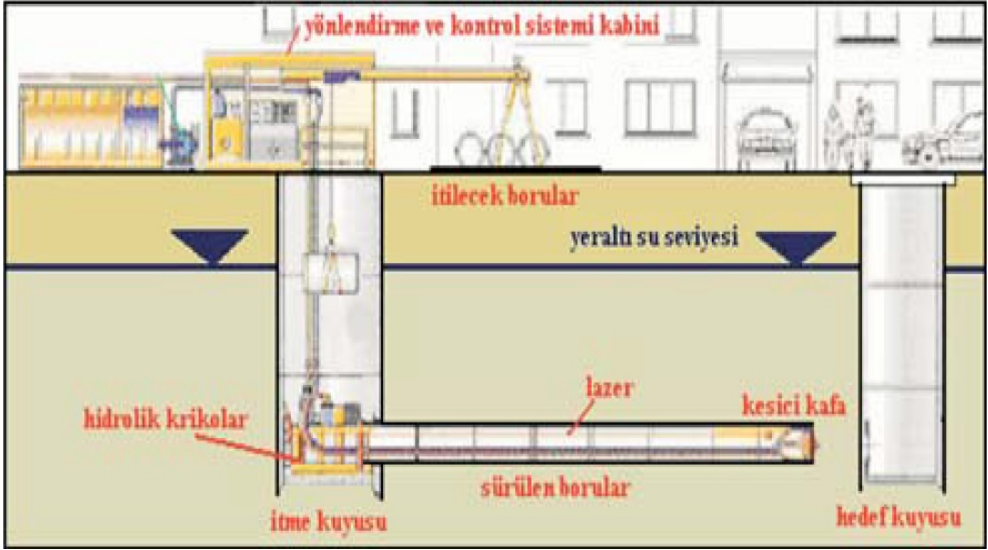
1.2.1.2.4. Çamur şildi (Slurry TBM)

Bu tip şiltler, arazinin çok akıcı olduğu veya tünel güzergahı boyunca böyle akıcı formasyonlara da rastlanabileceği durumlar için yapılmışlardır. Makine kalem

keskili tam cephe şilt tipinden "daima basınç altındaki kafa ile çalışıyor" olma özelliğiyle anılmaktadır.

1.2.1.2.5. Boru sürme ile tünel açma

Boru sürmeyle dışarıda imal edilmiş borular, krikolar yardımıyla arka arkaya zemine sürülmektedir. Bu yöntem kanalizasyon ve su şebekelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 11) (Öztürk ve Durmuş, 2008.)



Şekil 11. Boru sürme ile tünel açma

1.2.1.2.6. Aç-kapa yöntemi ile tünel açma

Genellikle metro tünelleri, güzergah itibariyle ana yolların altından geçebildiği gibi yüzeye yakın kısımların altından da geçebilmektedir. Ayrıca diğer yöntemlerle yeteri kadar yapılamayan izolasyon işlemi bu yöntemle kolaylıkla yapılabilmektedir (Emiroğlu, 2010).

1.2.1.2.7. Boru kemer (şemsiye) yöntemi ile tünel açma

Zayıf zemin koşullarında ön kemerlendirmeli yöntemler (prevault, pre-lining techniques) adı altında bir takım yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler temelde, tünel aynasında kazı yapılmadan ileriye doğru tünel yayı boyunca bir tahkimat kabuğu oluşturup, daha sonra bu kabuğun altında kazı yapılarak

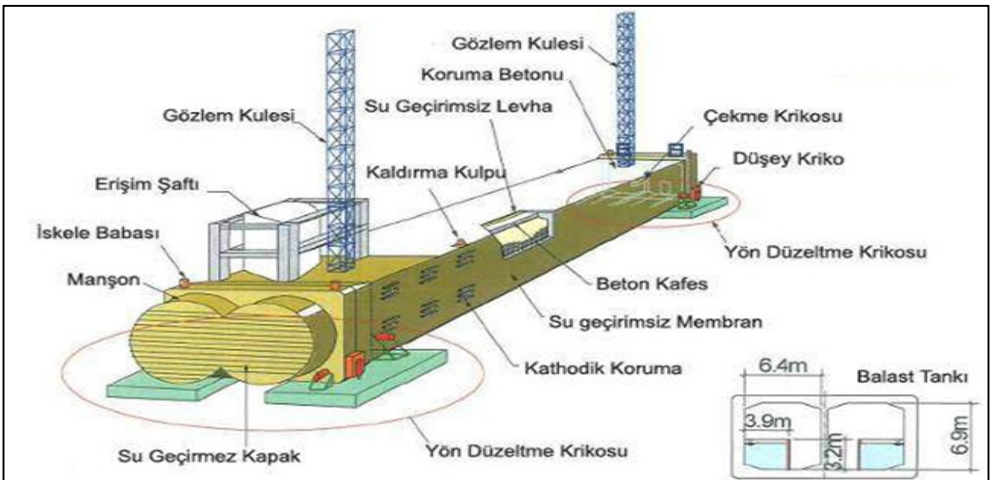
ilerlenmesi esasına dayanmaktadır (Tünelcilik ve Yeraltı Teknolojileri Dergisi, 2014).

1.2.1.3. Su altında tünel açma

Su altında tünel yapım işleri batırma tünel şeklinde yapılmaktadır (Şekil 12). Bu kuru havuzlarda batırma tüp imalatları yapılmıştır. Tüplerin her iki tarafında kapaklar vardır bu kapaklar denizin altında bir sonraki tüple birleştirildikten sonra kesilip bağlantı sağlanmıştır (Şekil 13).



Şekil 12. Batırma tüneller için oluşturulan trapez çukurlar



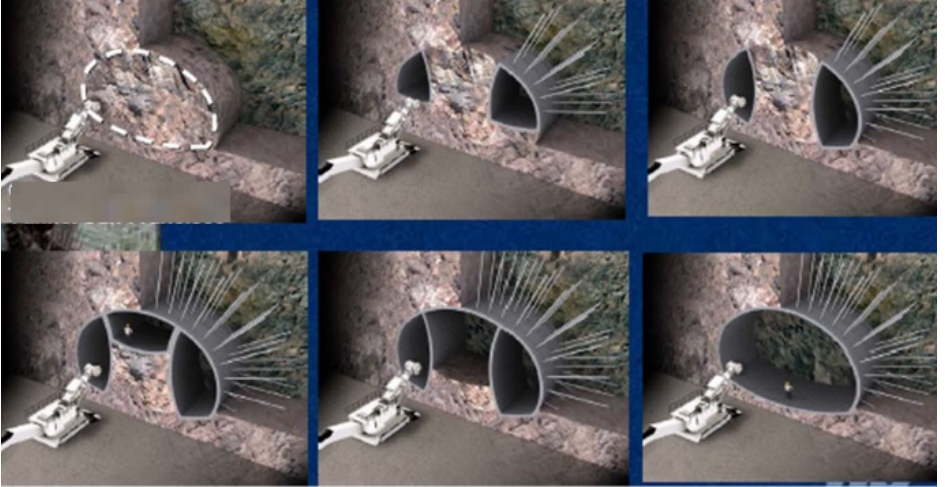
Şekil 13. İmal edilmiş batırma tüp tünel örneği

1.2.1.4. Yeni avusturya yöntemi (NATM)

Bu yöntemde ana amaç tüneli çevreleyen kaya yada zemin ortamlarda nihai kaplama imal edilmeden önce bir takım iyileştirme önlemleri alınarak kaya ortamı kendi kendine taşıtmak ve tünelin açılmasıyla ortaya çıkacak olan gerilme ve deformasyonların kabul edilebilir bir değerde tutulmasını sağlamaktır. Şekil 14'de NATM yöntemiyle açılan tünel içindeki çalışmalar ve Şekil 15'te yeni Avusturya tünel açma yöntemi



Şekil 14. NATM yöntemiyle açılan tünel içindeki çalışmalar



Şekil 15. Yeni Avusturya tünel açma yöntemi

1.2.1. İşlevlerine göre tüneller

Tünelin inşa edileceği altyapının çeşidi bu sınıflandırmanın oluşumundaki en önemli ölçüttür. İşlevlerine göre tüneller karayolu tünelleri, demiryolu tünelleri, yaya tünelleri, kanal (akarsu) tünelleri, hidrolik güç tünelleri metro tünelleri ve maden galerileri olarak sıralanabilir. Şekil 16'da. tünel içinde iksa, çelik hasır ve püskürtme betonlar, Şekil 17'de metro tünel örneği ve Şekil 18'de galeri örnekleri verilmiştir.



Şekil 16. Tünel içinde iksa, çelik hasır ve püskürtme beton.



Şekil 17. Metro tünel örneği



Şekil 18. Galeri örnekleri

2. TÜNELLERDE İNŞAAT ÇALIŞMALARI

Tünel inşaat aşamalarına geçmeden önce tünelcilikte kullanılan terimleri şöyle açıklayabiliriz.

Tünel: Değişik boyut ve 30°den düşük eğimlere sahip, yeryüzüyle iki taraftan bağlantısı olan yeraltı yapılarıdır.

Galeri: Tünellerden farkı yeryüzü ile bağlantısı olma koşulu yoktur.

Kuyu: Düşey veya düşeye yakın şekilde açılmış, yüzeyle bağıntısı olan yeraltı yapılarıdır.

Zemin: Kazının yapıldığı ortam.

Üzengi: En kesitte kemerin kenar ayaklara oturduğu seviyeden geçen çizgiye üzengi çizgisi, bunun tespit edildiği seviyeye de üzengi seviyesi denir.

Üzengi Hattı: Tünelin sağ ve solundaki kavislenmeye başladığı noktalardan geçen yatay vaziyetteki arakesitidir. Bu hat daire şeklindeki tünellerde merkezden geçen yatay durumdaki tam çapa eşittir ve onunla çakışır.

Merkez Hattı: Tüneli, boylamasına iki eşit parçaya bölen düzlem arakesitidir.

Kalot: En kesit alanının üzengi seviyesi üstünde kalan kısmıdır.

Stros veya Çekirdek: En kesit alanının üzengi seviyesi altında kalan orta kısmıdır.

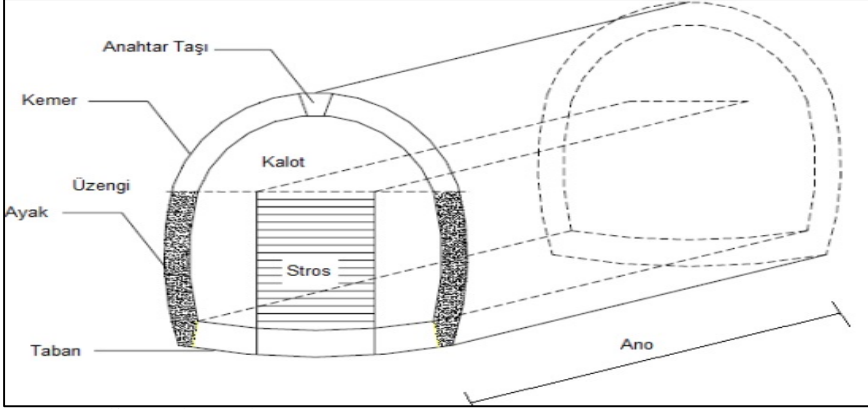
Ano: Herhangi bir yöntemin uygulanmasında» bir işlemin gerçekleştirildiği tünel parçasına denir. Ano uzunluğu, zemin cinsine ve uygulanan yöntemle göre 1,5 m-9,0 m arasındadır.

Radye: Tünele gelen yükü daha geniş bir alana yaymak amacıyla tünelin kenar ayakları altında genellikle ters kemer şekli verilen taban kısmıdır.

Kenar Ayaklar: Temelden üzengi seviyesine kadar olan yan duvarlardır.

Kemer: Yapının kenar ayaklar üzerine oturan tavan kısmıdır.

Anahtar: Kemerin en kesit eksenine rastlayan en yüksek kısmı olup, kenar ayaklardan itibaren itibaren örülen kemer kagiri burada "anahtar taşı" denen bir taşla kapanır (Şekil 19) (Bilim, 2010).



Şekil 19. Tünelin üç boyutlu görünümü

2.1. Hazırlık Aşamaları

Tünellerin yapım aşamalarında şantiye tesisinin kurulması, patlatma işleri kazı ve tahkimat işleri, beton püskürtme, tünel içi kalıp çalışmaları gibi pek çok çalışma yapılmaktadır (Şekil 21-22-23-24)



Şekil 20. Tünel için kurulan tesise örnek



Şekil 21. Patlayıcıların yerleştirilmesi için delik açma



Şekil 22. Tünel içi beton püskürtme



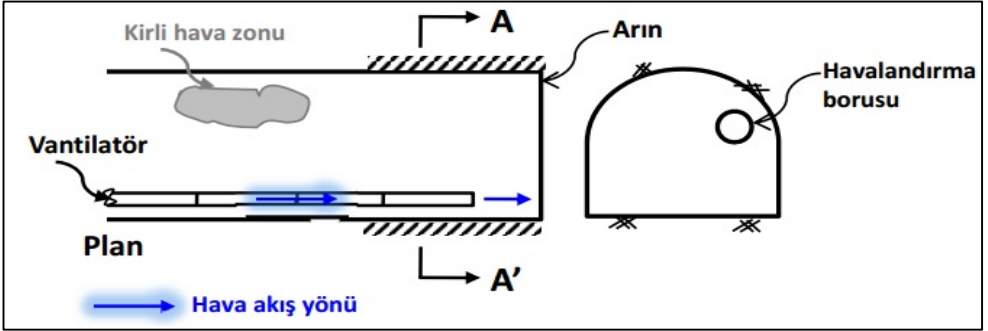
Şekil 23. Tünel aynasına patlayıcıların yerleştirilmesi



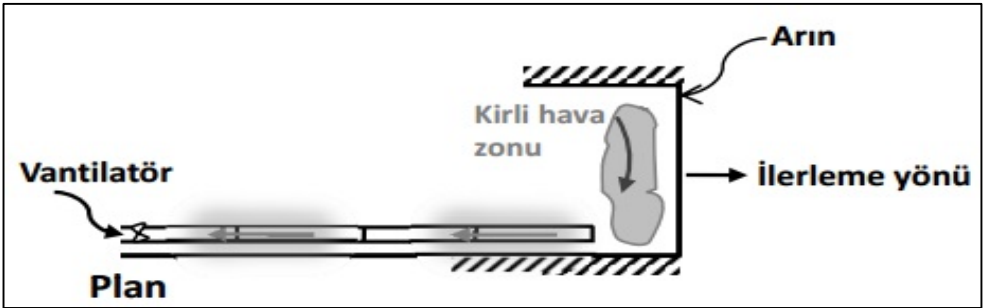
Şekil 24. Tünel içi kalıp çalışmaları

2.2. Havalandırma

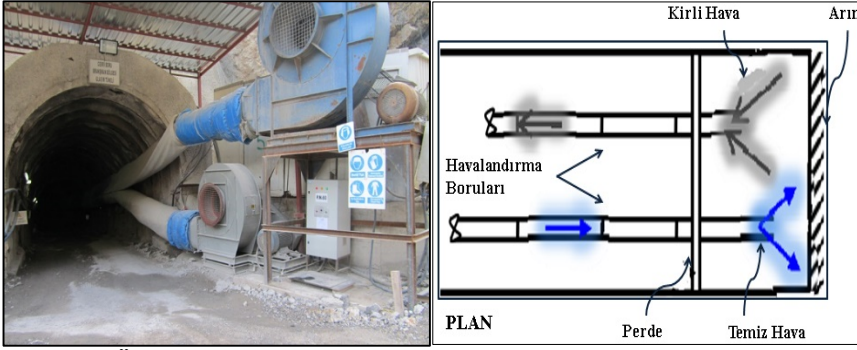
Tünellerde havalandırma geçici ve sürekli olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. Geçici havalandırma ise kendi arasında üfleyici, emici ve emici-üfleyici olarak üçe ayrılmaktadır (Şekil 25-26-27).



Şekil 25. Üfleyici havalandırma



Şekil 26. Emici havalandırma



Şekil 27. Üfleyici ve emici sistem

2.4. Elektrik ve Aydınlatma İşleri

Tünel kazımı ile beraber, tünel içindeki aydınlatmanın sağlanması için elektrik panoları tünel içine ve dışına kurulur jeneratörler ise tünel dışına kurulur. Tünel dışına kurulan ana panodan elektrik, uzatma kablolarıyla beraber tünel içindeki tali panolara iletilir. Tünel içinde, elektrikli iş ekipmanı ile çalışma yapılacaksa tali panolardan elektrik alınır. Tünel içinde su çıkışı olduğundan tünel içine iletilen kabloların, elektriğin suyla temasını engelleyecek şekilde korunaklı çekilmesi gerekir. Tünel içindeki aydınlatmaların, dışardan mekanik etkilere karşı korunaklı olması için etanjlı olması gerekir. Ayrıca tüneldeki gaz çıkışının çeşidi ve miktarına göre tünel içindepatlamalara karşı kullanılan aydınlatma veya iş ekipmanlarınınexproof malzemedan yapılması gerekmektedir.

2.4. Su Drenajı

Tünel inşaatlarının başlıca sorunlarından biri de zeminden çıkan sudur. Çalışma ortamını ve yapılan işi etkilememesi için kazılan zeminden sızan suyun dışarı tahliyesi sağlanmalıdır. Kazılan zeminde çıkan sular su pompaları yardımıyla tünel dışı tahliyesi yapılır. Su pompalarının tünel içine yerleştirilmesi tünel kazı ile birlikte devam eden bir çalışmadır.

3. TÜNEL İNŞAAT ÇALIŞMALARINDAKİ TEHLİKELER ve RİSKLER

3.1. Tünel Kazılarında Tehlike ve Riskler

Hareket halindeki araçların çalışanlara ve objelere çarpması, araçların ve iş makinelerinin geri vites uyarı ikazlarının çalışmaması, yaya veya çalışanların çalışma alanına girmesi, kazı işleri esnasında iş makinesinin trafik kontrolü

olmaksızın çalışması, acil durumlarda zamanında müdahale için acil durum planının hazırlanmamış olması, TBM başlıklarını değiştirme sırasında sıkışma ve ezilmeler gibi pek çok tehlike ve risk arz olmaktadır.

3.2. Tünel İçindeki Çalışmalarda Tehlike ve Riskler

Elektrik kesintisi/aydınlatma, gaz ve patlama, yetersiz aydınlatmadan dolayı; çalışanların kayması, düşmesi vb., zararlı ortam koşulları (gazlar, toz, duman ve buhar), yetersiz havalandırmadan dolayı bilinç kaybı veya bayılma, yetersiz destekleme ve hasır döşemeden dolayı çökme oluşması, asbeste maruz kalma, elektrik çarpmaları, su baskınları olarak gözlenmiştir.

Tünel içindeki patlatma çalışmalarında; yetersiz kontrol sonucu askıda kalan malzemenin çalışanlara düşmesi, tecrübesiz,yetkili olmayan personelin patlatma çalışmasını yönlendirmesi, patlatma sırasında çalışanların uygun mesafede durmaması, patlatma sonrası tünel içinde yetersiz havalandırma,, patlatmadan sonra uygun süre geçmeden çalışma alanına girilmesi, patlatma sırasında iletişim eksikliği, patlatma sırasında gürültü, zemin çökmesi, tünelin ayna kısmına patlayıcı dolumu yapılırken patlama ve yangın, patlatma sırasında malzeme fırlaması, patlatmadan sonra yüksek ısı ve yangın tehlikesi, patlatmadan sonra zararlı gazların açığa çıkmasıdır.

Patlatmadan sonra malzemenin taşınması sırasındaki çalışmalarda; tünel içinde gerekli kontrolün yapılmadığından dolayı malzeme düşmesi, kamyonların aşırı yüklenmesinden dolayı iş ekipmanı kazaları, patlamadan sonra tam havalandırılmamış tünel içinde tehlikeli gaz ve toz, iş ekipmanlarının manevra alanlarının kısıtlılığından dolayı iş ekipmanı kazaları, iş ekipmanlarında geri vites ikaz lambalarının olmadığından çalışanların ezilmesi, desteklenmiş alanların malzeme taşınması sırasında çökmesidir.

Tünel içinde kavlak sökümü; kavlak sökümü sırasında malzeme düşmesi, iş ekipmanı sepetinde yapılan kavlak sökümü sırasında çalışanın sıkışması, kepçeye çıkıp kavlak sökümü yapan çalışanın düşmesidir.

Tünel içinde el aletleriyle yapılan çalışmalarda; aletlerin uygunsuz kullanımı, tünel içinde yetersiz aydınlatma olan yerlerde el aletlerinin rastgele atılması sonucu oluşan kesilme ve yaralanmalar, elektrikli el aletlerinde elektrik çarpmaları, el aletlerinde kısa devre olmasıdır.

Tünel içinde kaynak ve kesme işleri; kaynaktan çıkan kıvılcım sonucu yangın ve patlama, çalışanların Uygun KKD kullanmaması, çalışanın kaynaktan çıkan ark ışınlarına maruz kalması, çalışanın kaynak makinesinden elektrige kapılması, ekipman arızası, kaynaktan çıkan gazın temizlenememesinden dolayı çalışanın

solunum tehlikesi, kaynak için kullanılan tüplerin devrilmesi, kaynak için kullanılan tüplerin(oksijen, propan vb.) yanması ve patlaması,

Tünel içinde kurulan panolar; panoların kapaklarının kilitli olmaması, panoların içinde kullanılan kabloların yıpranmış olması, panolarda kaçak akım rölesinin bulunmaması, panoların zemindeki su ile temas etmesidir.

İletişim ve acil uyarı sistemleri; acil durumlarda çalışanları uyaracak acil uyarı siren sisteminin bulunmaması, tünelin dışındaki çalışanlarla iletişim telefon hattının bulunmaması, tehlikeli gaz oluşumunda tahliye için uyarı sistemi,

Tünel içi havalandırma sistemi; havalandırma sisteminin yetersiz olması sonucu solunum sıkıntısı, havalandırma sisteminin çalışma alanına uzak olması, havalandırma borularında çatlaklar ve yırtılmalar yüzünden havanın tam iletilmemesi, tünel içine temiz hava verilmesine rağmen kirli havanın dışarı atılmaması, elektrik kesintisinde yedek enerji sisteminin devreye girmemesi sonucu havalandırma sisteminin durmasıdır.

Tünel içi destekleme çalışmaları; beton püskürtülürken çalışanın betonun zararlı maddelerine maruz kalması, iksa çalışmalarında ezilme sıkışma vb. kalıp çalışmalarında ezilme ve sıkışma, kalıp çalışmasında yüksekte düşme,kalıp çalışmasında malzeme düşmesi, kalıp çalışmasında kalıp çökmesidir.

Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması, tünel içinde maske kullanılmamasından dolayı akciğer hastalıkları, yüksekte yapılan çalışmalarda emniyet kemeri takılmamasından dolayı yüksekte düşme, malzeme düşmesine karşı baret kullanmama,kaynak işlerinde koruyucu maske kullanılmaması, acil durumlar için oksijen maskesi taşımama,uygun iş ayakkabısı kullanılmamasından dolayı hastalıklar, uygun eldiven kullanılmaması ve betona temas sonucu ciltte yaralanmalardır.

3.3. Tünel Dışındaki Çalışmalarda

Patlayıcı malzemenin depolanması ve taşınması; patlayıcı malzeme deposunda yangın ve patlama, patlayıcının uygun olmayan yöntemle taşınması, kapsül ve fitillerin aynı yerde taşınması, patlayıcıların yetkisiz kişiler tarafından taşınması,

Toprak kayması; Heyelan sonucu çalışanın toprak altında kalması, yeterli şev yapılmaması sonucu toprak kaymaları, toprak kayması sonucu tünel giriş çıkışının kapanması ve ofis ve konaklama yerlerinin toprak kaymaları gözetilmeden kurulmasıdır.

Enerji sistemleri; jeneratöre temas sonucu yanma ve yanıklar, jeneratöre temas sonucu elektrik çarpması, jeneratörün yangın çıkarması, jeneratörde patlama

meydana gelmesi ve jeneratör çalışması sonucu zararlı gazların açığa çıkması olarak sıralanabilir.

Beton santrallerinde; konveyör bantta acil durdurma telinin olmaması, konveyör bantların temizliği sırasında çalışanın uzuv kaybı, beton mikserlerinin trafik kazaları, beton mikserlerinin temizlenmesi sırasında kazalar, beton santrallerinde kurulan çökme havuzlarına çalışanların düşmesi, beton silolarında yüksekte düşme, kırıcı bunkerlerine çalışanların düşmesi, kontrol merkezinde elektrik çarpmaları ve trafo merkezinde yangın tehlikesidir.

Araç bakım ve onarım atölyesindeki çalışmalarda; bakım onarım sırasında sıkışmalar ve ezilmeler, kaynak işleri sırasında yangın ve patlamalar ve yağ değişimi sırasında yangın ve patlamadır.

4. TÜNEL İNŞAAT ÇALIŞMALARINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

4.1. Tünel İçi Çalışmalarda Alınması Gereken Önlemler

Çalışanların tünel içindeki çalışmalara ulaşımı için uygun yaya yolları yapılmalı ve işaretlenmeli, hareketli araçlardan uzak durmaları sağlanmalı, tünel içine yürüyerek giriliyorsa yol güzergahında sürekli oksijen ölçümü yapılmalı, ölçülen değer sınır değerden düşükse çalışanların tahliyesi sağlanmalı, eğimli bir bölge varsa çalışanların kayarak düşmelerini engellemek için bu bölgelere merdiven yapılmalı, tünele ulaşmak için shaft kuyusu açılmış ise, çalışanların shafttan aşağı inmeleri için gemici tipi merdiven (korkuluklu merdiven) yapılmalı ve çalışanlara emniyet kemeri verilmeli, işçilerin tünele girişleri kayıt altına alınmalı, çalışma alanlarında ani oksijen düşmesine karşı çalışanlara acil durumlarda kullanabilecekleri oksijen maskeleri temin edilmeli, çalışanlara toz maskeleri ve gaz maskeleri verilmeli, eğer farklı bir gaz çıkışı varsa veya yapılan spesifik çalışma sonucu farklı bir gaz ortamda ölçülürse ona göre maske çalışanlara verilmelidir ve en önemlisi çalışanlara işe başlamadan önce işe başlama ve bilgilendirme eğitimi verilmelidir.

Araçlar ve iş makinelerinde geri vites sinyali olmalı ve trafik kontrolünü sağlayacak bayrakçı temin edilmeli, elektrik kesintisi ve aydınlatma işlerine sadece yetkili kişi müdahale etmeli, elektrik kesintisine karşı acil durum lambaları kurulmalı, yetkili bir gözetmen tünel içindeki aydınlatmaları sürekli kontrol etmeli, aydınlatmanın yetersiz olduğu yerlerde çalışanların düşmesini tökezlemesini engellemek için tünel içerisinde kullanılan malzemeler uygun istif yapılmalı, gaz patlamalarına karşı tünel içindeki gaz değerleri sürekli gaz ölçüm cihazlarıyla ölçülmeli, ölçülen gaz değerleri kayıt altına alınmalı ani değişimlerde gerekli

önlemler alınmalı, havalandırma sistemleri sürekli çalışır durumda olmalı, shafttan aşağıya inmek için asansör kullanılacaksa TS-EN 12159 standardına uygun şekilde kurulmalı, shaftın ağız bölgesi çalışanların düşmelerini engellemek için korkuluk ile çevrilmelidir.

Tünel içindeki patlatma çalışmalarında; patlatma işlemi yetkili kişiler tarafından yapılmalı ve kontrol edilmeli, patlayıcılar tünel ayna bölgesine uygun şekilde yerleştirilmeli, jumbo ile ayna delinirken elektrikli aksamlarına yaklaşılmamalı, jumbo ile delme işlemi yapılırken taş fırlamasına karşı güvenli mesafede durulmalı, jumbo delicinin çıkardığı gürültüden dolayı çalışanlara kulak koruyucu verilmeli, patlayıcı yerleştirme sırasında mümkün olduğunca az çalışan tünel içinde bulundurulmalı, patlayıcılar yerleştirilirken jeneratör aktif olmalı, uygun uyarı ikaz işaretleri koyulmalı, patlatma sırasında havalandırma sistemi kesilmeli, olabilecek aksi bir durumda yapılması gerekenler hakkında çalışanlara bilgi verilmeli, yangın riskine karşı gerekli önlemler alınmalı, patlatma öncesi tünelde kimsenin olmadığından emin olunmalı. Herkesin güvenli mesafede olması sağlandıktan sonra patlatma yapılmalı, patlatma yapılan bölge şehir içinde evlere yakın yerde yapılıyorsa titreşime karşı uyarı ikaz sireni kurulmalı, patlatmadan sonra havalandırma sistemleri çalıştırılmalı, patlatmadan sonra uygun koşullar sağlandığında yetkili kişi kontrolünde çalışanların patlatma alanına girmeli, patlatmadan sonra gaz dedektörleri aktif kullanılmalı, patlatmadan sonra destek elemanlarının zarar görüp görmediği kontrol edilmeli, tünelin ayna kısmında akma olup olmadığı kontrol edilmeli, patlatma sonrası çalışma alanının enerji ve aydınlatma sistemleri kontrol edilmeli, çalışanlara gürültüden korunmaları için uygun kulak koruyucuları verilmelidir.

Patlatmadan sonra malzemenin taşınması sırasındaki çalışmalarda; tünel içine çalışanların rahat girmeleri için yürüyüş yollarının yapılması, tünel içi toz ve zararlı gazlara karşı sürekli havalandırılmalı ve gaz ölçümü yapılmalı, patlatma sonrası tünel içinde kalan kavlaklar kontrol edilerek sökülmesi, tünel içinde insan geçişlerinde makineler durmalı, insanlar duran makinenin yanından geçmeli, daha sonra makine hareket etmeli, kavlak söküm talimatı tünel içine asılmalı, tünel çapı büyük ise kavlak sökümü uygun kaldırma vinçleriyle yapılmalı, kavlak sökümünü yapan çalışan vincin sepetine emniyet kemerini takarak çalışmalı, tünel içinde kullanılan iş makinelerini, operatör belgesi olmayan çalışan kullanmamalı, malzemenin taşınması için kullanılan iş ekipmanlarında geri vites uyarı ikaz sinyallerinin kontrol edilmeli arızalı olanlar düzeltilmeli, malzemeyi taşıyan kamyonlara aşırı yük koyulmamalı, iş makinelerinin egzozundan çıkan dumanın etkisini azaltmak çalışanlara uygun solunum maskeleri verilmeli ve işçi rotasyonu

sağlanmalı, tünel içinde iş makinelerini yönlendirecek işaretçi bulunmalı, iş makinelerinin manevra yapabilmesi için uygun manevra alanları oluşturulmalıdır.

Tünel içinde kaynak çalışmalarında; yetkili kişi tarafından çalışma alanındaki havanın uygun olduğu onayı alınmadan kaynak işi yapılmamalı, kaynak makinesi kontrol edilmeli herhangi bir arızası veya elektrik kaçağı varsa düzeltilmeli, kaynak işini yapan çalışan uygun KKD 'ler (maske eldiven vb.) kullanılmalı, kaynaktan çıkan zararlı gazların yok edilmesi için gerekli sistem kurulmalı, kaynak için kullanılan tüpler gelişigüzel yerleştirilmemeli, tüpler dik tutulmalı, tünel içine kullanılacak kadar tüp getirilmeli fazlası tünel dışında depolanmalı, kaynak tüplerinde yangın ve patlamalara karşı geri tepme emniyet ventilleri olmalı, tünel içinde yangın ve patlamaya etki etmemesi için kaynak üflecinin aşırı ısınması durumunda kaynak işine ara verilmeli, kaynak işi yapılırken tünel içindeki suya dikkat edilmeli, mümkün olduğunca kuru ortam sağlanmalıdır.

Tünel içinde enerji; tünel içindeki panoların kilitli olmalı ve panolara yetkili kişi tarafından başka kimse müdahale etmemeli, elektrik panosuna müdahale edecek yetkili kişiye yalıtkan tabanlı ayakkabı verilmeli, elektrik panoları gelişigüzel tünel içine yerleştirilmemeli, tünel içinde uygun yerlere asılmalı, elektrik panolarında elektrik kaçaklarına karşı kaçak akım röleleri bulunmalı, elektrik panoları ve elektrikli iş ekipmanları uygun şekilde topraklanmalı, tünel içine uzanan elektrik kabloları yıpranmış olmamalı, yıpranmış olan kablolar değiştirilmeli, kablolar duvardan geçirilmeli, kabloların su ile teması engellenmeli, tünel içinde tehlikeli gaz bulunuyorsa kullanılan aydınlatmalar exproof malzemedan yapılmalıdır.

İletişim ve acil uyarı sistemleri; acil durumlarda tünel içinden dışarıya veya tünel dışından içeriye haber verebilecek iletişim sistemleri (telsiz, telefon hattı vb.) kurulmalı, su baskını olabilecek tünel çalışmalarında suyun geleceği noktada su seviyesini ölçen sistem kurulmalı, su seviyesinin sınır değeri belirlenmeli, su seviyesinin sınır değeri aştığı durumlarda tünel içinde çalışanların tahliyesi sağlanmalı, tünel içindeki gaz miktarını kontrol merkezine ulaştıran sabit gaz ölçen sistemler kurulmalı, gaz miktarının sınır değeri aştığı durumlarda tünel içinde çalışanların tahliyesi sağlanmalıdır.

Tünel içi destekleme çalışmaları; açık kalan aynalarda parça veya blok düşmelerine karşı shotcrete püskürtülmeli, tünel içine shotcrete püskürtülürken operatör yeterli mesafede durmalı, shotcrete yapılırken püskürtülen betondan çalışanların etkilenmemesi için çalışanlara uygun kişisel koruyucu ekipman verilmeli (maske, gözlük vb.) çalışanlar elektrikli shotcrete makinelerinin elektrik aksamlarından uzak durmalı, iksaların çalışanların üzerine düşmemesi için iksalar düzenli istif edilmeli, iksa ve çelik hasırların montajı sepetli vinç yardımıyla

yapılmalı, iksa ve çelik hasır montajı yapılırken çalışanlara uygun kişisel koruyucu ekipmanlar verilmeli (eldiven, baret, ayakkabı vb.) iksa montaj talimatı asılmalı, tünel içi bulonlama yapılması esnasında çıkan gürültüden korunma amaçlı çalışanlara kulak koruyucusu verilmeli, bulon montajı kepçe kovanında yapılmamalı, montaj için uygun platformlar kurulmalı, tünel içi kalıp çalışmaları uygun platformlar kurularak yapılmalı, kalıp çalışmalarında yüksekten düşmeleri engellemek için düşme tehlikesi bulunan yerlerde toplu koruma önlemi alınmalı, toplu koruma önleminin alınmadığı yerlerde yaşam hattı kurulup çalışanlara emniyet kemerleri verilmeli, TBM ile tünel içi kalıp yapılan çalışmalarda TBM kollarının segmentleri yerleştirirken sıkışmalara karşı çalışanlar o bölgeden uzaklaştırılmalıdır.

Acil durum eylem planı hazırlığı; acil eylem planı iş başlamadan hazırlanıp sunulmalı, acil durum planları 6 ayda bir İSG birimi tarafından revize edilmeli, kaza ve olay sonrasında acil eylem planı yenilenmeli ve olan kaza/olay yok ise plana ek edilmeli, tünel içi acil kaçış yerleri ve toplanma yerleri belirlenmeli, acil durumlarla ilgili çalışanlara eğitimler verilmeli, yönetim veya işveren bildiri yayınlayıp, sürekli geliştirmeli, yetkili personel tüm aktiviteleri kontrol etmeli, acil uyarı sistemleri kurulmalı ve belli aralıklarla çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli, iletişim hatları sürekli kontrol edilmelidir.

4.2. Tünel Dışı Çalışmalarda Alınması Gereken Önlemler

Patlayıcı deposunda; patlama deposu çalışma alanından uzak bir yerde kurulmalı, patlayıcı deposunun etrafı uygun şekilde çevrilmeli, yetkisiz kişilerin girmesi engellenmeli, patlayıcı deposuna giren kişinin patlamalara karşı üzerindeki metal ve radyasyon yayan aletlerin (cep telefonu, çakmak vb.) dışarda bırakılması sağlanmalı, patlama deposunun kilidi kıvılcım yapmayacak şekilde yalıtımlı malzemedden olmalı ve kesme aleti olarak kıvılcım çıkarmayan makaslar kullanılmalı, patlayıcı deposunda uygun yangın söndürücüler bulundurulmalı, ve yapılması gerekenlerin talimatı asılmalıdır.

Toprak kaymaları ve malzeme düşmesi; tünel dışı zemin hareketleri sürekli takip edilmeli, tehlikeli bir durum gözlenirse çalışma durdurulmalı ve gerekli önlemler alınmalı, tünel çalışma etrafındaki yamaçlara uygun şevler yapılmalı, yamaçlardaki kavlaklar sökülmesi, tünel çalışma etrafındaki yamaçlar sağlam zemin olduğu düşünüldüğü için şev yapılması gerekmiyor ise yamaçlara malzeme düşmesine karşı shotcrete püskürtülmeli veya güvenlik filesi serilmelidir.

Enerji sistemleri; jeneratörlere sadece yetkili kişiler müdahale etmeli, jeneratörlerin etrafı yetkisiz kişilerin girmesini engellemek için çevrilmeli,

jeneratörlerin elektrik çarpmalarına karşı statik topraklaması yapılmalı ve periyodik kontrolleri uygun periyotlarda yapılmalı, jeneratör ıslak elle çalıştırılmamalı ve hareketli parçalara dokunulmamalı, jeneratörün yakınında yangın söndürücüler bulundurulmalı, jeneratörlerin kullanım talimatı asılmalı, jeneratörler çalışır durumdayken yakıt dolumu yapılmamalıdır.

Beton santralleri; konveyör bantlarında acil durdurma ipleri olmalı, beton silolarına çıkmak için gemici tipi merdiven yapılmalı, beton mikserlerin şevlerden düşmesini engellemek için şev kenarlarına araç durdurucu tümsekler yapılmalı, beton santrali kontrol merkezindeki trafolardan elektrik çarpmasını engellemek için yerde yalıtkan paspas olmalı, kontrol merkezine sadece yetkili kişiler girmeli, kontrol merkezinde acil durumlarda sistemi tamamen durdurabilecek acil durdurma butonları olmalı, agreganın döküldüğü bunker ağzına çalışanların düşmesini engellemek için ızgara koyulmalıdır.

5. SONUÇ

Ülkemizdeki büyüme ve gelişme inşaat sektörünün hızla gelişmesine neden olmuştur. Ancak, sektördeki gelişmeye paralel olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda beklenen düzeyde gelişme sağlanamamıştır. Yapı işlerinde güvenlik kültürü oluşturulması ve geliştirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği yönünden yeni yaklaşımın etkin kılınması, sektördeki iş kazası, meslek hastalığı ve bunlara bağlı kayıpların azaltılması, tarafların iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı ve uygulamaları konusunda bilgilendirilmesi yoluyla, tünelyapım işlerinde öncelikli risklerin belirlenerek işyerlerinde önleyici ve koruyucu önlemlerin daha etkin bir şekilde alınmasına katkıda bulunmak için bu çalışma hazırlanmıştır.

Bu çalışma, tünel inşaatı çalışmalarında oluşabilecek riskleri gösterip alınması gereken tedbirleri önermektedir. Başlangıç olarak tanımlar tünel inşaat çeşitleri, yapım aşamaları ve kullanılan yöntemler daha sonra yapım aşamasındaki çalışmalarda oluşabilecek riskler fotoğraflarla desteklenerek anlatılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, O., 2002. MTS 3022 Tünel Açma Sunumu.
- Arioğlu, E., 2009. Kazı Şekilleri, İksa Sistemleri ve Kazı Makinelerinin Kollu ve Hidrolik Kırıcıların Kapasiteleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, s.21,22.
- Ateş, U., 2005. Çift Kalkanlı TBM Kullanımında Karşılaşılan Sorunlar ve Uygulanan Çözümler, İstanbul Teknik Üniversitesi , İstanbul, s.2.

- Emiroğlu, A., 2010. İstanbul (4. Levent-Hacıosman arası) Metro Tünelindeki Mühendislik Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Adana ,Çukurova Üniversitesi, s.5.
- Poşluk, E., 2012. Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi 26'nolu Tünelin TBM Kazı PerformansınınQtbm Metodu İle Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, Niğde Üniversitesi, s.19.
- Öztürk, H.T., Durmuş, A., 2008. Tünellere Toplu Bir Bakış ve Savunma Tünellerinin Türkiye için Önemi, sayı 96,İstanbul Bülten, s.15.
- Tünelcilik ve Yeraltı Teknolojileri Dergisi, 2014. Sayı 3 ,Mart-Nisan, s.50-51.
http://www.therobbinscompany.com/wpcontent/uploads/2010/01/cd_mb_detail.jpg

İşyeri Ortam Ölçümlerinin Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

Comparative Analysis of Work Environment Measurements with Risk Assessment Decision Matrix Methods

E. Ş. Ersöz, C. Karagüzel, Ö. Uysal

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET Risk değerlendirme karar matrisi yöntemleri, sayısal değerler kullanılmasına rağmen kalitatif yöntemler olarak kabul edilir. Bu çalışmada, doğal taş işleyen bir firmaya ait kapalı alanlarda fiziksel risk etmenlerinin belirlenmesine yönelik gürültü, aydınlatma, toz ve termal ölçümleri gerçekleştirilmiş ve iki farklı kalitatif yöntemden elde edilen risk skorları karşılaştırılmıştır. Sahada, dokuz farklı noktada gerçekleştirilen ölçümler L ve X türü risk değerlendirme karar matrisleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Her iki yöntem ile elde edilen risk skorlarının ölçüm değerleri ile doğrudan ilişkilendirilebileceği belirlenirken, iki yöntem karşılaştırıldığında risk skorları arasında sayısal olarak farklılıklar olmasına rağmen risk gruplandırılmasında benzer aralıklara ulaşıldığı görülmüştür.

ABSTRACT Risk assessment decision matrix methods, despite the use of numerical values are considered to be qualitative methods. In this study, the work areas belonging to a company, produce natural stone in application, determine the physical risk factors noise, lighting, dust and thermal measurements were performed and qualitative methods derived from two different risk scores were compared. In the field, the measurements obtained at nine different points evaluated in comparison with L and X-type matrix of risk assessment decision. The risk scores obtained from both methods can be correlated with environmental measurements. Also, the numerical differences between the two methods of risk scores were observed with a comparison to similar risk groups.

1. GİRİŞ

Dünyada, nüfus artışıyla birlikte nüfus artış hızına bağlı olarak insan ihtiyaçları da artmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanması/giderilmesi için tüm sektörlerde üretim hızı artmaktadır. Bu süreç içerisinde iş kazaları ve işçi sağlığı sorunları kaygı duyulacak boyutlara ulaşmıştır. Bu durum insan gücü ve verimlilik ile birlikte ekonomik kayıplara da neden olmaktadır.

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin öncelikli öneme sahip olduğu gelişmekte ve gelişmiş olan toplumlarda bilimin ve teknolojinin sağladığı imkanlar ile üretim süreçlerinde ölçümler yapılmakta ve elde edilen ölçümlerden faydalanılarak sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulmaktadır. Bu bağlamda yapılacak risk analizlerinde fiziksel risklerin belirlenmesine yönelik gürültü, aydınlatma, toz ve termal ölçümler gibi ortam ölçümleri yapılmaktadır. Literatürde ortam ölçümlerinin risk analizi ile ilişkilendirildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte bu çalışmaların çoğu risk etmeninin işçi sağlığına ve iş kazalarına doğrudan etkileri üzerinedir (Çınar ve Şensöğüt, 2009; Arıtan ve Eskikurt, 2013; Ersöz, 2013). Yapılan çalışmalar uygun olmayan çalışma ortamlarının çalışanların solunum, dolaşım, kas ve sinir sistemi başta olmak üzere moral ve motivasyonunu da olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu durum insan kaynaklı iş kazalarına yatkınlığı artırırken, iş veriminin düşmesine neden olmaktadır.

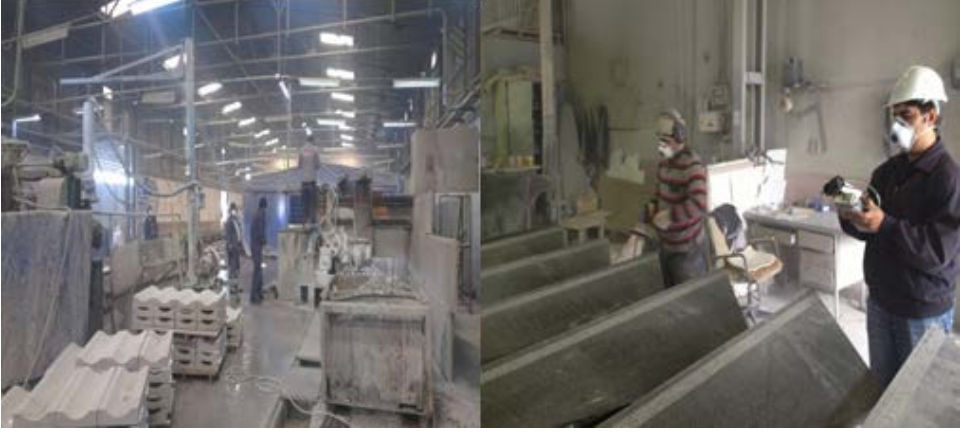
Bu çalışmada, doğal taş işleyen bir firmaya ait çalışma ortamının işçi sağlığı ve iş güvenliği yönetmeliklerine uygun hale getirilmesine yönelik ortam ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümleri takiben, elde edilen sonuçlar yönetmelikler ile mukayese edilerek çalışma ortamına ait risk değerlendirilmesi iki farklı teknik ile yapılarak, mukayese edilmiştir.

2. ÇALIŞMA ORTAMI VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Ortamı

Çalışmaya konu olan Greton A.Ş. 1988 yılından bu yana doğal taş dayalı yer döşemesi, dekoratif cephe kaplaması ve merdiven basamağı gibi prekast elemanlar üretmektedir. İzmir Kemalpaşa'da bulunan tesis doğadan temin ettiği hammaddeleri kırma tesislerinde uygun boyutlara getirerek son ürün üretmekte kullanmaktadır. Tesiste, prekast, kumlama, perdah gibi gürültü ve toz üreterek işçi sağlığı ve iş güvenliğini tehdit eden işlemler gerçekleştirilmektedir. Toplam 35000 m²'lik alanda üretim yapan tesisin kapalı alanlarında gürültü, toz, aydınlatma ve termal konfor gibi fiziksel risk etmenleri bulunmaktadır (Şekil 1).

Kalite kontrole ve otomasyona dayalı bir çalışma sistemini izleyen tesis Ar-Ge çalışmalarının yanında iş sağlığı ve güvenliğini öncelikleri arasına almıştır.



Şekil 1. Firmaya ait çalışma alanlarından görünüm

2.1. Yöntem

2.2.1. Ölçüm yöntemleri

İç ortam gürültü ölçümleri, TS EN 61672-1 ve TS EN 61672-2 standartlarında tarif edilen teknik özelliklere sahip SVANTEK marka SVAN 949 model gürültü ölçüm cihazı ile TS EN ISO 11204 ve TS EN ISO 11200 standartlarına göre yapılmıştır. Ölçümler gürültü kaynağına (makine, tezgah vb.) bir metre mesafede gürültü değeri sabit hale geldiğinde birer dakika arayla kayıt altına alınmıştır. Bu üç ölçümün logaritmik ortalaması alınarak ortamın gürültü değeri belirlenmiştir.

Aydınlatma ölçümleri, ISO/CIE 8992-1:2002 standartlarına göre ölçüm yapan el tipi aydınlatma ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiş olup, ölçümler cihazın tespit ettiği lüks değerinin hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Cihaz işçinin göz seviyesinde örnekleme süresini doldurana kadar tutulmak suretiyle ölçümler gerçekleştirilmiştir. Alınan ışık lüks cinsinden işçinin maruz kaldığı aydınlığı tarif etmektedir.

İç ortam toz ölçümlerinde ise, TS 2361 standardında tarif edilen optik yansıma metodu ile ölçüm yapabilen THERMO Marka Pdr-1200 cihazı kullanılmıştır. Bu yöntemde havada asılı bulunan toz taneleri ışık saçılımı meydana getireceğinden optik yansıma sağlayan bu cihaz yardımıyla havadaki partikül madde miktarı tespit edilebilmektedir. Ölçümler toz kaynaklarına bir metre mesafede üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınarak ölçüm sonucu belirlenmiştir.

İç ortama ait termal konfor şartlarının belirlenmesine yönelik ise el tipi hava akım ölçüm cihazı, sıcaklık ve nem ölçüm cihazları kullanılmıştır. Ölçümler hava akımının laminer olduğu bölgelerde ve değerlerin sabitlendiği andaki kontroller sonucunda elde edilen değer baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Risk değerlendirme yöntemleri

Bu çalışmada risk değerlendirme karar matrisleri kullanılmak suretiyle çalışma ortamına ait değerlendirmeler yapılmıştır. En sık kullanılan yaklaşımlardan olan matris yöntemleri iki veya daha fazla sayıdaki değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılmaktadır. Çalışmada sebep sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan L tipi matris ile çok boyutlu düşünce yoluyla problemleri konuların analiz edildiği X tipi (çok değişkenli) matris yöntemleri kullanılmıştır. L tipi matriste risk skoru ihtimal ve zararın çarpımı ile elde edilirken, X tipi matriste risk skoru ihtimal ve zarar derecesinin çarpımı ile elde edilmiştir. X tipi ve L tipi matrislerde risk puanları sırası ile Eşitlik (1) ve Eşitlik (2) ile yapılmıştır. Kullanılan yöntemler, ayrı başlıklar altında kısaca açıklanmalı ve riskin boyutunu göstermesi açısından karar için kullanılan çizelgeler verilmelidir (Covello ve Merkhofer, 1993; Modarres, 2006; Seber, 2012; Ersöz, 2013).

$$\text{Risk Puanı} = O \times \text{Ş} \quad (1)$$

$$\text{Risk Puanı} = (O \times \text{Ş}) + (O \times K) + (K \times P) + (P \times \text{Ş}) \quad (2)$$

Formüllerde O: olasılığı, Ş: şiddeti, P: risk altındaki personel sayısını, K: önceki kazalar ve meslek hastalıkları ifade etmektedir.

3. ÖLÇÜM SONUÇLARI VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

3.1. İç Ortam Gürültü Ölçümleri

İç ortam gürültü ölçümleri işletmeye ait kapalı alanlarda dokuz farklı bölgede gerçekleştirilmiş olup Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde tüm ölçüm yerlerinde 6331 Sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına dair yönetmeliğin beşinci maddesindeki maruziyet eylem ve maruziyet sınır değerlerini aştığı görülmektedir. Yapılacak risk değerlendirme çalışmalarında gerekli önlemlerin alınması önerilmektedir.

Çizelge 1. İç ortam gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm noktası no	Ölçüm yapılan yer	Ölçüm 1	Ölçülen değer		
			Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama
Leq dB (A)					
1	Prekast P. Döküm	105,4	110,2	107,3	108,1
2	Macun Sürme	89,5	88,7	88,9	89,0
3	Kumlama	90,6	91,1	90,8	90,8
4	Silim	90,3	91,3	93,2	91,8
5	Perdah bölümü	85,2	86,0	86,3	85,9
6	Kalibre	91,3	91,4	90,9	91,2
7	Son Kontrol	91,3	90,8	90,7	90,9
8	850 Pres	88,9	91,4	90,9	90,5
9	Kesim alanı	98,9	99,9	99,5	99,5

3.2. İç Ortam Aydınlatma Ölçümleri

İç ortam aydınlatma ölçümleri işletmeye ait kapalı alanlarda dokuz farklı bölgede gerçekleştirilmiş olup Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İç ortam aydınlatma ölçüm sonuçları

Ölçüm noktası no	Ölçüm yapılan yer	Ölçülen değer (Lüks)
1	Prekast Pres Döküm	655
2	Macun Sürme	150
3	Kumlama	106
4	Silim	136
5	Perdah bölümü	205
6	Kalibre	130
7	Son Kontrol	340
8	850 Pres	650
9	Kesim alanı	886

Çizelge 2 incelendiğinde tüm ölçüm yerlerinde TS EN 12464 nolu “Işık ve Işıklandırma-İş Mahallerinin Aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri” standardında belirtilen değerlere göre işletmede aydınlatmanın yeterli

olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumun korunması ya da iyileştirilmesine yönelik önlemlerin risk değerlendirme tablolarına eklenmesi önerilmektedir.

3.3. İç Ortam Toz Ölçümleri

İç ortam toz ölçümleri işletmeye ait kapalı alanlarda dokuz farklı bölgede gerçekleştirilmiş olup sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

6331 Sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Tozla Mücadele Yönetmeliğinde ortamda bulunan tozlar için herhangi bir sınır değer verilmediği için İç ortam toz ölçüm sonuçları ILO'nun belirlediği inert tozlar için sınır değer olan 5 mg/m³ sınır değeri baz alınarak incelenmiştir. Buna göre Son Kontrol noktasında tozlanmanın sınır değerler üzerinde olduğu, kesim alanında ise sınır değere yakın önlem alınması gereken değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Tozun sınır değerler üzerinde ölçüldüğü bu alanlarda kesme ve aşındırma işlemleri nedeniyle aşırı toz oluşumu söz konusudur.

Çizelge 3. İç ortam toz ölçüm sonuçları

Ölçüm noktası no	Ölçüm yapılan yer	Ölçülen değer				Ortalama
		Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	(mg/m ³)	
1	Prekast P. Döküm	0,135	0,138	0,140	0,138	
2	Macun Sürme	0,140	0,142	0,145	0,142	
3	Kumlama	0,202	0,198	0,191	0,197	
4	Silim	0,508	0,538	0,612	0,553	
5	Perdah bölümü	0,535	0,531	0,532	0,533	
6	Kalibre	0,103	0,122	0,131	0,119	
7	Son Kontrol	7,705	9,205	8,884	8,859	
8	850 Pres	0,312	0,308	0,334	0,318	
9	Kesim alanı	3,308	3,315	3,322	3,315	

3.4. İç Ortam Termal Konfor Ölçümleri

İç ortam sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümleri işletmeye ait kapalı alanlarda dokuz farklı bölgede gerçekleştirilmiş olup ölçüm sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde ortam sıcaklığı, nem ve hava hızı değerlerinin termal konfor açısından uygun değerlerde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. İç ortam toz ölçüm sonuçları

Ölçüm noktası no	Ölçüm yapılan yer	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Hava hızı (m/sn)
1	Prekast P. Döküm	22,4	56,9	0,12
2	Macun Sürme	22,6	60,3	0,13
3	Kumlama	23,0	53,0	0,12
4	Silim	22,7	55,7	0,12
5	Perdah bölümü	22,7	59,6	0,14
6	Kalibre	22,5	60,8	0,12
7	Son Kontrol	22,9	58,1	0,17
8	850 Pres	22,6	56,8	0,15
9	Kesim alanı	22,3	55,9	0,16

3.5. Risk Değerlendirmesi

Çalışma ortamında işçi sağlığı ve iş güvenliğini etkileyen fiziksel risk etmenleri ortam ölçümleri yapılarak belirlenmiş, elde edilen değerlerden faydalanılarak L tipi ve X tipi matris yöntemleri kullanılarak risk değerlendirme yapılmıştır. Risk değerlendirme yapılırken ölçümlerin yapıldığı dokuz farklı bölge ele alınmıştır. Bu bölgelerde gürültü, aydınlatma, toz ve termal konfor gibi fiziksel risk etmenleri ayrıntılı olarak değerlendirilmiş olup, bu çalışmada 1 numaralı çalışma alanı olan prekast pres döküm sahası için değerlendirmeler L tipi matris ve X tipi matris yöntemleri için sırasıyla Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5 ve Çizelge 6 incelendiğinde ortam ölçümlerinin sırasıyla L tipi matris ve X tipi matris ile değerlendirilmesi sonucunda elde edilen risk puanlarında farklılıklar olduğu görülmekte, bunun da kantitatif hesaplama yönteminden kaynaklandığı bilinmektedir. Ancak risk gruplarının benzer aralıklara geldiği ve kalitatif değerlendirmede aynı anlamı taşıdığı görülmektedir. Her iki çizelge genel olarak değerlendirildiğinde çalışma ortamının (prekast pres döküm sahası) maruziyet eylem ve maruziyet sınır değerleri üzerinde gürültülü olduğu ve risk gruplandırılmasında her iki yöntemde 1 ve A grubunda öncelikli önlem alınması gereken tehlikeli durumlar içerdiği tespit edilmiştir. Aydınlatma ölçümlerine göre yapılan değerlendirmede 2 ve B guruplarında sonuçlar elde edilmiş, her iki yönteme göre de yüksek seviyede riskler oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. L tipi matris risk değerlendirme tablosu

Fiziksel Risk Etmeni Ölçüm türü	Tehlike Kaynağı	Olası Risk	Etki Alanı	Mevcut Durum	Olasılık	Siddet	Risk Puanı	Risk Gurbu	Alınması Gereken Önlem
Gürültü	İç ortam gürültü ölçümlerinin yapılması ve gürültünün sağlığı bozacağı yerlerde gerekli önlemin alınmaması.	Personelin dikkat dağınıklığı sonucu kaza geçirmesi sonucu ölümler, meslek hastalığı makinelerin-ekipmanların malzemelerin zarar görmesi.	Tüm çalışanlar	İç ortam gürültü ölçümleri yapılmıştır. 108,1 dbA	5	5	25	1	1. Gürültülü çıkan noktalarda gerekli mühendislik önlemlerinin alınması, gürültü kaynağında önlenmeli, mümkünse motor susturucusu takılmalı 2. Gürültünün kaynağında önlenemediği noktalarda çalışanların uygun kulak koruyucularını kullanımı sağlanmalı ve düzenli olarak denetlenmeli.
	Aydınlatmanın kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılması, aydınlatma ölçümlerinin yapılması.	Yeterli aydınlatmanın olmadığı yerlerde, çalışmalarda personelin kaza yapmasına, sağlık problemlerine, makine ve malzeme/lerin zarar görmesine sebep olabilir.	Tüm çalışanlar	Aydınlatma ölçümleri yapılmıştır, ölçüm sonuçlarında yetersiz aydınlatma olan yer yoktur. Ölçüm sonuçları 655 lüks dür	3	5	15	2	Yapılan işin niteliğine göre, 100 lux ün altında olan çalışma alanları ilave aydınlatma cihazları ile desteklenmeli ve asgari aydınlatma değeri değiştirilmelidir.
Toz	Toz ölçümlerinin yapılması, toza karşı önlem alınmaması	Tozlu ortamlardaki çalışmalarda personelin meslek hastalıklarına yakalanmasına sebep olabilir	Tüm çalışanlar	Toz ölçümleri yapılmıştır, ölçüm sonucu 0,138 mg/m ³	2	5	10	3	1-Tozlu işyerlerinde genel havalandırma ile birlikte, uygun aspirasyon ile tozun, çevre havasına yayılmasını önlemek için, su perdeleri, vakum ve uzaktan kumanda sistemleri kurulacaktır. 2-Toz çıkaran işler, teknik imkânlarla göre, kapalı sistemde yapılacak veya bu işler, diğerlerinden tecrü edilecektir. İşyeri havasındaki toz miktarı, belirlenen miktarı geçmeyecektir.
	Termal ölçümlerinin yapılması, konfor şartlarının oluşturulmaması	Personelin sağlık problemleri yaşaması	Tüm çalışanlar	Termal ölçümleri yapılmıştır, ölçüm sonuçları 22,4 C°/56,9 nem hava hızı 0.12 m/sn dir.	2	2	4	4	Yapılan işin niteliğine göre, sürekli olarak çok sıcak veya çok soğuk bir derecede çalışması ve bu durumun değiştirilmesi zorunlu olan hallerde, işçilere, kendilerini fazla sıcak veya soğuktan koruyacak özellikte elbise vesaire malzeme verilecektir.

Çizelge 6. X tipi risk değerlendirme tablosu

Fiziksel Risk Etmeni Ölçüm türü	Tehlike Kaynağı	Olası Risk	Etki Alanı	Mevcut Durum	Olasılık	Siddet	P	R	K	Y	Risk Puanı	Risk Grubu	Alınması Gereken Önlem
Gürültü	İç ortam gürültü ölçümlerinin yapılması ve gürültünün sağlığı bozacağı yerlerde gerekli önlemin alınmaması.	Personelin dikkat dağınıklığı sonucu kaza geçirmesi sonucu ölümlü, meslek hastalığı hastalığı makinaların ekipmanların malzemelerin zarar görmesi.	Tüm çalışanlar	İç ortam gürültü ölçümleri yapılmıştır 108,1 dbA	5	5	3	2	2	2	94	A	1. Gürültü çıkan noktalarda gerekli mühendislik önlemlerinin alınması, gürültü kaynağında önlenebilir, mümkünse motor susturucusu takılması 2. Gürültünün kaynağında önlenemediği noktalarda çalışmaları uygun kulak koruyucularını kullanımı sağlanmalı ve düzenli olarak denetlenmeli.
Aydınlatma	Aydınlatmanın kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılması, aydınlatma ölçümlerinin yapılması.	Yeterli aydınlatmanın olmadığı yerde, çalışmalarda personelin kaza yapmasına, sağlık problemlerine, makine ve malzemelerin zarar görmesine sebep olabilir.	Tüm çalışanlar	Aydınlatma ölçümleri yapılmıştır, ölçüm sonuçlarında yetersiz aydınlatma olan yer yoktur. Ölçüm sonuçları 655 lüks dir	3	5	3	3	2	68	B		Yapılan işin niteliğine göre, 100 lux ün altında olan çalışma alanları ilave aydınlatma cihazları ile desteklenmeli ve asgari aydınlatma değeri getirilmelidir.500 lux ü geçen yerlerde aydınlatma değeri artırılmalıdır
Toz	Toz ölçümlerinin yapılması, toza karşı önlem alınmaması	Tozlu ortamlardaki çalışmalarda personelin meslek hastalıklarına yakalanmasına sebep olabilir	Tüm çalışanlar	Toz ölçümleri yapılmıştır, ölçüm sonucu 0,138 mg/m ³	2	5	3	1	1	44	C		1-Tozlu işyerlerinde genel havalandırma ile birlikte, uygun aspirasyon ile ortamı çevre havasına yayılmasını önlemek için, su perdeleri, vakum ve uzaktan kumanda sistemleri kurulacaktır. 2-Toz çıkaran işler, teknik imkânlarla göre, kapalı sistemde yapılacak veya bu işler, diğerlerinden tecrit edilecektir. İşyeri havasındaki toz miktarı, belirlenen miktardan geçmeyecektir.
Termal Konfor	Termal konfor ölçümlerinin yapılması, termal konfor şartlarının oluşturulmaması	Personelin sağlık problemleri yaşamaması	Tüm çalışanlar	Termal konfor ölçüm sonuçları 22,4 C%/56,9 nem hava hızı 0.12 m/sn dir.	2	2	3	1	1	26	D		Yapılan işin niteliğine göre, sürekli olarak çok sıcak veya çok soğuk bir ortamda çalışıldığı hallerde, işçilere, kendilerini fazla sıcak veya soğuktan koruyacak donanım verilecektir.

Prekast pres döküm sahasında yapılan toz ölçümleri, ortamın partikül madde sınır değerleri altında olduğunu göstermiştir. Yapılan risk değerlendirmelerinde her iki yöntem 3 ve C gruplandırması ile orta seviyede riskler olabileceğini ifade etmiştir. Çalışma ortamına ait sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümlerinin risk değerlendirme tablosundaki değerlendirme sonuçları ise 4 ve D gruplandırmaları ile düşük seviyede riskler oluşturabileceğini göstermektedir. Diğer yandan risk değerlendirme tablolarında her bir fiziksel risk etmeninin tehlike kaynağı oluşturacağı risk ve alınması gereken önlemler detaylı olarak verilmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğal taş işleyen bir çalışma ortamının iş sağlığı ve güvenliğine uygunluğunun araştırılmasına yönelik ortam ölçümlerinin, risk değerlendirmesinde öneminin araştırıldığı bu çalışmada; sahadan alınan ölçümlerin önemi ortaya konulmak istenmiştir. Yapılan çalışmalar sonunda;

- Çalışma ortamında gürültü seviyesinin sınır değerler üzerinde olduğu,
- Aydınlatma, toz ve termal konforun belirlenmesine yönelik yapılan değerlendirmelerde ise sınır değerlerin aşılmadığı görülmüştür.

Ortam ölçümlerinden faydalanılarak yapılan L tipi ve X tipi matris yöntemlerinin kullanıldığı risk analizlerinde ise;

- Her iki yöntem ile yapılan değerlendirmede, gürültü için acil önlem alınması gerekliliği, aydınlatma, toz ve termal konfor için ise, tedbir amaçlı önlemler alınması gerekliliği görülmüştür. Bu amaçla cihazlarda ses yalıtımı ve bakım, KKD kullanımı, toz bastırma yöntemleri, aydınlatma yönlerinin değiştirilmesi gibi önlemler önerilmektedir.

- İki yöntem karşılaştırıldığında elde edilen risk puanlarında sayısal farklılıklar olduğu, ancak, risk gruplarının benzer aralıklara geldiği ve kalitatif değerlendirmede aynı anlamı taşıdığı görülmektedir.

Sonuç olarak, işyeri ortam ölçümlerinin sürekliliği, kaynağında gerçekleştirilecek sürekli izlemeler ve bu ölçümlerden elde edilecek değerlere bağlı olarak yapılacak risk değerlendirmeleri ile meslek hastalıkları ve iş kazalarının azaltılabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Greton AŞ'ye ve ölçümlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Osman Utku Çelik'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Arıtan, A.E., Eskikurt, İ.A., 2013. *Mermer Fabrikalarında toz sorunu: uygulamalı Afyonkarahisar Örneği*, MİİSGS 2013, s.305-312.
- Covello, V.T., 1993. *Risk Assesment Methods*, Plenum Press, 319 s.
- Çınar, İ., Şensöğüt, C., 2009. *Maden İşletmelerinde Meydana Gelen Gürültünün İşçi Sağlığı Açısından değerlendirilmesi*, MİİSGS 2009, s.93-99.
- ÇSGB, *Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*
- Ersöz S. E., 2013. *Ortam Ölçümlerinin Risk Analizinde Önemi ve İki Farklı Metodoloji İle Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, DPÜ Fen bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 40 s.
- Modarres, M., 2006. *Risk Analysis in Engineering*, Taylor and Francis. 411 s.
- Seber V., 2012. *İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk analizleri Nasıl Yapılır*, Elektrik Mühendisleri Odası dergisi, Sayı, 445, s.30-40.
- TS EN 12464, *Işık ve Işıklandırma - İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri*

İSG Yönünden Cevher Hazırlama Proseslerindeki Problemler ve Önerilen Çözümler

Problems and Proposed Solutions for Mineral Processing Plants from the Point of OHS

S. Top, H. Vapur

Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET Bu çalışmada, cevher hazırlama tesislerindeki iş sağlığı ve güvenliği (İSG) çalışmalarının incelenmesi amacıyla sorunlar ve çözüm önerileri hakkında bilgiler verilmiştir. Fiziksel ve kimyasal mineral zenginleştirme proseslerindeki risk etmenleri belirlenmiş ve risklerin azaltılması, tehlikelerin olasılık ve şiddetinin istenilen sınırlara indirilmesi irdelenmiştir. Risk değerlendirme karar matrisi tekniği ile risk seviyeleri yüksek olan proseslere yönelik tedbirler vurgulanmıştır. Çalışmanın madencilik ve cevher hazırlama faaliyetlerine olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

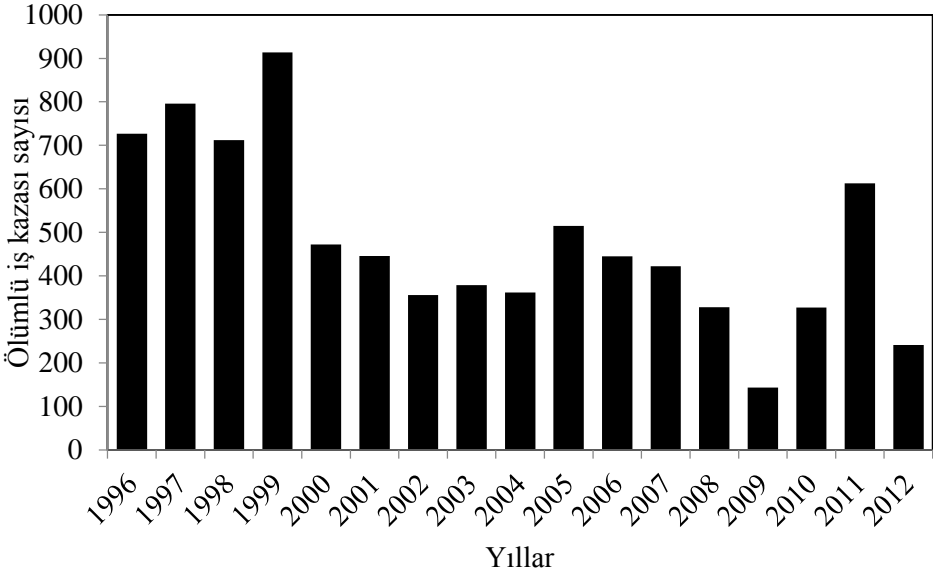
ABSTRACT In this study, common problems and solution recommendations about the ore processing plants were demonstrated in order to investigate occupational health and safety (OHS) applications. Risk factors in the physical and chemical mineral beneficiation processes were determined and reducing the risks, limiting the possibility and intensity of dangers were examined. The precautions about the processes which have high risk levels were highlighted by decision matrix risk assessment technique (DMRA). It is hoped that this study will provide positive contributions to the mining and mineral processing activities.

1. GİRİŞ

Toplumların kalkınmasındaki en önemli etken, yer altı kaynaklarının mühendislik tekniğine uygun ve ekonomik şekilde değerlendirilerek insanlığın hizmetine sunulmasıdır. Bu aynı zamanda ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin de ölçütüdür. Madencilik, en ilkel çağlardan beri var olan ve son birkaç on yılda baş döndürücü hızla gelişerek sanayinin temel lokomotifi haline gelmiş ana endüstriyel sektördür.

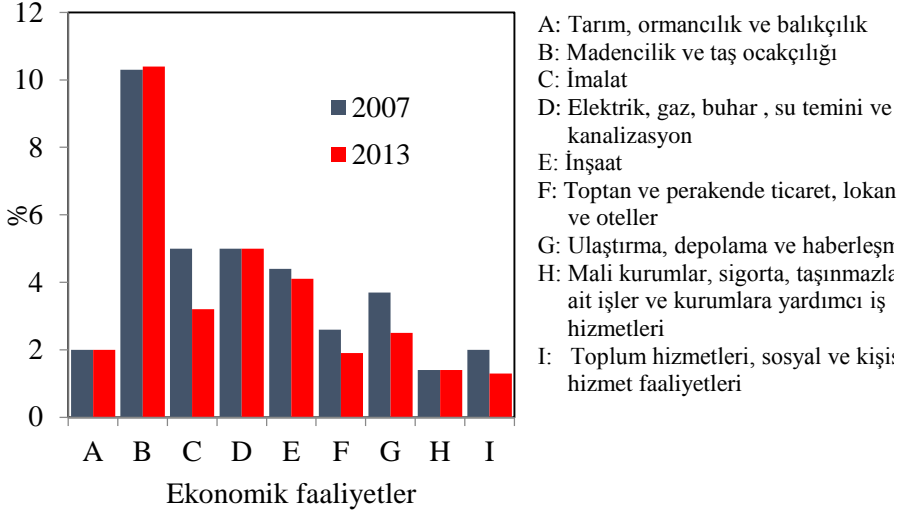
Hızlı teknolojik gelişmeler bir yandan insanın refahına hizmet ederken, öte

yandan insan hayatı ve çevre için tehlikeleri de beraberinde getirmektedir. Üretim sürecine giren her yeni madde, her yeni makine, araç ve gereç, gerekli tedbirler alınmaz ise; insan sağlığı, işyeri güvenliği, çevre sağlığı ve çevre güvenliği için tehdit oluşturmaktadır. Bir bakıma yükselen refah, insanlığa iş kazaları, meslek hastalıkları ve çevre kirlenmesi olarak geri dönmektedir. Sağlıklı çalışma ortamı ve çevresi iş barışının, hızlı ve sağlıklı kalkınmanın da ön şartıdır. Çünkü iş kazaları ve meslek hastalıkları sonuçları itibariyle insan hayatını ve sağlığını tehdit etmesinin yanı sıra işletmelere de ağır bedeller yüklemektedir (Baradan, 2006;



Şekil 1. Yıllara göre Türkiye’de madencilik sektöründeki ölümlü iş kazalarının sayısı (ILO, 2015)

Madencilik endüstrisi, iş yükü ve çalışma ortamı gereği iş kazalarının daha çok yaşandığı bir konuma sahiptir. Ancak, işin doğasından kaynaklanan zorluklara rağmen iş kazalarının neredeyse tamamına yakını gerekli tedbirler alındığında önlenmektedir. Şekil 1’de Uluslararası Çalışma Örgütü’nün 1996-2012 yılları arasında Türkiye madencilik sektörü ölümlü iş kazalarının miktarına bakıldığında son yıllarda kaza sayılarında azalma olduğu gözlenirse de özellikle 2014 yılındaki Soma ve Ermenek maden facialarında gözlenen tablo maden sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının daha etkin bir şekilde uygulanması gerektiğini gözler önüne sermektedir (Grossman, 2014).



Şekil 2. Türkiye’de sektörlere göre iş kazası geçirenlerin oranı (TÜİK, 2013).

Türkiye’de en çok iş kazası yaşanan sektör inşaat sektörü olmasına rağmen; çalışanların iş kazası geçirme sıklığı göz önüne alındığında ilk sırada madencilik sektörü bulunmaktadır (Şekil 2). Yer kabuğunu oluşturan kayaçlar 3500 civarındaki mineralin çeşitli bileşimlerde bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Ancak, minerallerin çoğu nadir olup, kayaçalarda en çok izlenenler 250 kadardır. İçerdiği minerallerden bir veya birkaçı ekonomik değer taşıyan kayaca cevher adı verilmektedir. Bir cevherdeki çeşitli mineralleri, endüstrinin gereksinimine en uygun hammadde haline getirmek ve ekonomik değer taşıyanları diğerlerinden ayırmak için yapılan işlemlerin tümüne cevher hazırlama adı verilir. Türkiye’de bulunan cevher hazırlama tesislerinin önemli bir bölümü düşük performansla işletilmektedir. Bu duruma, tesislerdeki teknolojinin çok eski olmasının yanı sıra cevher hazırlama bilgisinin eksikliği ve yetişmiş eleman azlığı neden olmaktadır (Wills ve Napier-Munn, 2006; Önal, 2014). Cevher hazırlama alanındaki bu olumsuzluklara, ülkemizde İSG kültürünün yeni yeni yerleşmeye başladığı gerçeği de eklendiğinde, cevher hazırlama proseslerinde İSG uygulamalarının önemi daha belirgin şekilde gözlenmektedir. Bu çalışmada, cevher hazırlama proseslerinde kullanılan temel yöntemler ve ekipmanlar açıklanarak İSG yönünden alınması gereken tedbirler basit bir risk analizi ile özetlenmiştir.

1.1. Risk ve Tehlike Kavramları

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda tehlike, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini; risk ise tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ifade etmektedir. Örnekle açıklamak gerekirse yüksekte çalışmak veya titreşimli bir makine tehlikedir. Yüksekte çalışırken düşme ve titreşimden dolayı ortopedik rahatsızlık oluşması riskleri bulunmaktadır.

1.2. Cevher Hazırlamanın Tarihsel Gelişimi

Cevherlerin kırılması ve öğütülmesi antik zamanlardan beri uygulanan cevher hazırlama yöntemlerindedir. İlkel kırma el ile bir kayanın diğerine çarpılması ile başlamış ve metalik çekiçler kayanın yerini almıştır. Orta çağlarda proseslerin boyutu büyümüş ve harç yapımı gibi uygulamalarda mekanizasyon başlamıştır.

Değirmen taşı, cevherlerin öğütülmesinde önemli rol oynamıştır. Ağır metallerin kazanımı için suyun kullanımı ve el ile ayıklama; şimdi bize modern cevher hazırlama tekniklerini veren 2 eski metottur. Kimyasal reaktifler tarafından istenilen minerallerin yüzdürerek toplanması prosesi olan flotasyon işlemi 19. yüzyılın ortalarında başlamıştır.

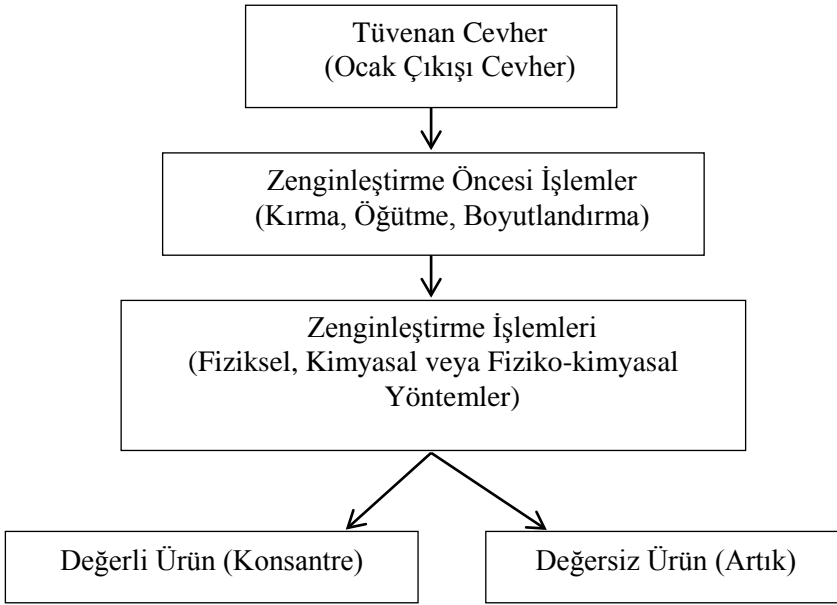
Organik malzemelerin efektif flotasyon kimyasalı olduğunun keşfedilmesi 1920'ler civarına denk gelmektedir. Rittinger, Taggart gibi tanınmış bilim adamlarının yazmış olduğu kitaplar, bu alanın üniversitelerde okutulan yeni bir disiplin olarak tanınmasına katkı sağlamıştır. Orta çağlarda ergitme fırınları için enerji sağlama amacıyla çok fazla ağacın kesildiği sıralarda, ağaç tüketimini azaltmak amacıyla, fırın şarjından gang minerallerinin mümkün olduğu kadar uzaklaştırılması gerektiği fark edilmiştir. Bakır, demir ve gümüş cevherleri bu sıralarda üretilen önemli cevherlerdendi. Değerli bir minerali gang'tan ayırmak için küçük parçalara ufalamak gerektiği anlaşılmıştı. Böylece kırma işlemi cevher hazırlamanın ilk aşaması oldu.

Modern mineral hazırlama, saatte binlerce ton işleme kapasitesine sahip çeneli ve dönel (jirator) kırıcılar ile başladı. Bilinen en eski cevher zenginleştirme işlemi muhtemelen graviteyle tavada altın yıkanmasıdır. Manisa civarlarında antik zamanlardan beri demirlerin bazı kayalara karşı ilgisi olduğu görülmesine rağmen William Gilbert bu olayı manyetizma olarak tanımlamıştır. 19. Yüzyılda elektromanyetik indüksiyonun keşfiyle manyetik olan minerallerin olmayanlardan ayrılması olanaklı hale gelmiştir. 19. Yüzyılın sonlarında altın ve gümüş kazanımı

için siyanürleme ve boksit cevherinden alüminyum eldesi için Bayer Prosesi'nin keşfedilmesiyle modern hidrometalurjinin temelleri atılmıştır. 20. Yüzyılın ortalarında elektrostatik özellikler, radyoaktivite ve X-Ray'e dayanan yeni metotlar ortaya çıkmıştır. Arthur Redman Wilfley (1860-1927) 1896'da sallantılı masayı keşfederken, 1940'larda Humprey Spirali kullanılmaya başlanmıştır.

Flotasyon (yüzdürme) işlemi ince boyutlu minerallerin seçimli kazanımı için günümüzdeki en ekonomik ve verimli proseslerin başında gelmektedir (Habashi, 2005; 2006; Wills ve Napier-Munn, 2006).

Cevher hazırlama devrelerinin basitleştirilmiş akım şeması Şekil 1'de görülmektedir. Cevher hazırlama proseslerinde değerli mineraller değersiz olanlardan sertlik, gevreklik, yapı, kırılış şekli, renk, parlaklık, flüoresans, fosforesans, manyetik duyarlılık, elektrik iletkenliği, radyoaktivite gibi fiziksel özellikler; ısıl özellik ve farklı çözünürlük gibi kimyasal özellikler ile yüzey ve ara yüzey özelliklerine dayanan fiziko-kimyasal özellikleri yardımıyla ayrılmaktadır (Çizelge 1 ve 2).



Şekil 3. Basitleştirilmiş cevher hazırlama akım şeması.

Çizelge 1. Boyut küçültme/boyutlandırma yöntemlerinin sınıflandırılması.

Kırma	Boyutlandırma Şekli				
	Öğütme	Eleme	Hidrolik	ve	Havali
-Çeneli Kırıcı	-Klasik	-Izgara	-Spiral Sınıflandırıcı		
-Konik Kırıcı	Değirmenler	-Sabit Elek	-Kütüklü Yıkayıcı		
-Dönel Kırıcı	a)Bilyalı	-Titreşimli Elek	-Hidrolik		
-Çekiçli Kırıcı	b)Çubuklu	-Tromel Elek	-Diğerleri		
-Merdaneli Kırıcı	-Karıştırmalı	-Diğerleri			
-Darbeli Kırıcı	Değirmen				
-Diskli Kırıcı	-Gezegensel				
-Diğerleri	Değirmen				
	-Diğerleri				

Çizelge 2. Cevher zenginleştirme yöntemlerinin sınıflandırılması.

Fiziksel	Kimyasal	Fiziko-kimyasal
Elle Ayıklama (Triyaj)	Metallerin işlemleri	Flotasyon
Gravite Ayırma	-Hidrometalurjik	-Klasik Flotasyon
-Jig	a)Liç Tankları	-Jameson Flotasyonu
-Sallantılı Masa	b)Yerinde Liç Yöntemi	-Kolon Flotasyonu
-Gemini Masası	-Pirometalurjik	-İyon Flotasyonu
-Humphrey Spirali	a)Ergitme Fırınları	Flokülasyon
-MGS	-Fiziksel Metalurjik	Diğerleri
-Falcon Konsantratörü	Elektroliz işlemleri	
-Knelson Konsantratörü	Solvent Ekstraksiyonu	
-Hidrolikonlar	Sementasyon	
-Yüzdürme-Batırma Tankları	Diğerleri	
-Ağır Ortam Tamburları		
Manyetik Ayırma		
-Yaş Manyetik Ayırıcı		
-Kuru Manyetik Ayırıcı		
Elektrostatik Ayırma		
Diğerleri		

1.3. Risk Değerlendirme Karar Matrisi Tekniği (Decision Matrix Risk Assessment Technique - DMRA)

Risk değerlendirme karar matrisi tekniği risklerin tahmini için kantitatif ve sistematik bir yaklaşım olup; oluşacak zararın oluşma olasılığı ve şiddetinin sonuçları olarak risk seviyeleri belirlenir. Sonuçta belirlenen risk skoru uyarınca alınacak tedbirler ortaya konur. Risk skoru olayın oluşma olasılığı (O) ve eğer olursa hasarın şiddetinin (Ş) çarpımı ile aşağıdaki formül uyarınca gerçekleşir (Eşitlik 1). 3x3, 5x5 gibi olasılık ve şiddet dereceleri göreceli olarak belirlenir (Haines, 2009; Marhavilas ve ark., 2011). Cevher hazırlama proseslerinin risk değerlendirmesi için 3*3 matris sistemi uygulanmıştır. Olasılıklar: düşük, orta,

yüksek; şiddetler ise: hafif şiddetli, şiddetli ve çok şiddetli olarak seçilmiştir.

Çizelge 4'te görüldüğü üzere olasılık ve şiddet eşleştirmeleri sonucu önemsiz risk, düşük risk, orta derecede risk, yüksek risk ve çok yüksek risk olmak üzere risk dereceleri belirlenmiştir. Örneğin burkulma önemsiz risk iken yüksek ve çok yüksek riskler uzuv kaybı ve ölüm olarak düşünülebilir.

$$R = O * \text{Ş} \quad (1)$$

Eşitlik (1) uyarınca Çizelge 3'te tehlikelerin yol açabileceği risklerin Çizelge 4'e göre belirlenen dereceleri dikkate alınarak yüksek ve çok yüksek risklere karşı alınabilecek tedbirler 2. Bölüm'de özetlenmiştir.

Çizelge 3. Cevher zenginleştirme proseslerinin basit 3x3 risk değerlendirme karar matrisi olasılık (O) ve şiddet (Ş) tablosu

Tehlike	Yöntem	Tırtıl		Kırma ve Öğütme		Elene		Hidrolik veya Havallı Süzülme		Granite Ayrma		Manyetik ve Elektromagnetik Ayrma		Liç İşlemleri		Pirometalürjik İşlemler		Fiziksel Metalurjik İşlemler		Flotasyon ve Flotülasyon İşlemleri	
		O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş	O	Ş
Ergonomik Uyumsuzluk		3	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Elektrik		1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	3	2	2	2	1
Yangın		1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1
Titreşim		1	2	3	2	1	2	2	2	2	3	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1
Gürültü		1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Kimyasal Madde		1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	3	3	2	2	1	1	2	2
Radasyon		1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Yüksekte Çalışma		1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Toz		1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	1	1
Basmaç		1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1
Sert-Sıvı Uçlu Nesnelere		2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1
Zemine Düşme		1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
Gas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
Böğülme		1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3
Sıyrılan-Uygun Parçacıklar		1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1
Hareketli Makine Parçaları		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3
Sızak, Nesnelere		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Isı, Nem-Hava		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2
Aydınlatma		2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1
Yetersiz Eğitim		2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Patlama		1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
Psikolojik Sorunlar		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2

Çizelge 4. 3x3 Karar matrisinde risk dereceleri

Muhtemel (Yüksek)(3)	Orta Derecede Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
Muhtemel Olmayan (Orta)(2)	Düşük Risk	Orta Derecede Risk	Yüksek Risk
Oldukça Muhtemel Olmayan (Düşük)(1)	Önemsiz Risk	Düşük Risk	Orta Derecede Risk
	Az Şiddetli(1)	Şiddetli(2)	Çok Şiddetli(3)

2. TEHLİKELERE KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

2.1. Ergonomik Uygunsuzluklar

Cevher hazırlama proseslerinde dikkat edilmesi gereken en önemli konuların başında ergonomik uygunsuzluklar gelmektedir. Çalışanların sürekli sabit veya uygunsuz pozisyonda kalması, kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabileceği gibi, konsantrasyonu dağıtarak diğer tehlikelere de davetiye çıkarmaktadır. Özellikle elle ayıklama sırasında monoton şekilde aynı işlemleri binlerce kez tekrarlamak stresi tetikleyen en önemli unsurlardandır. Belirli aralıklarla vardiyaların başka proseslere kaydırılması ve elle ayıklama gibi yorucu işlerle uğraşan işçilere daha çok dinlenme zamanı verilmesi sağlanabilir (Şekil 4).



Şekil 4. Elle ayıklama ile kolemanit ayıran işçiler.

2.2. Gürültü

Endüstriyel tüm uygulamalarda gürültü problemiyle karşılaşılsa da cevher hazırlamada en fazla kırma ve öğütme devreleri bu sorunun ana kaynaklarıdır. Değirmen kauçuk astarlarının zamanında değişimi ile makine ve ekipmanların uygun periyodik kontrolü gürültüyü azaltmaya yarasa da gürültü çıkarıcı

ekipmanlara yakın çalışanlara kişisel koruyucu donanım (KKD) olarak kulaklık sağlanması etkili ve ucuz bir yöntemdir.

2.3. Elektrik ve Manyetik Alan

Dünya çapında enerjinin en çok kullanılan biçimi olan elektrikten yararlanılırken, cevher hazırlama tesislerinde oldukça dikkatli olunmalıdır. Topraklamaya dikkat edilmeli, elektrikli ortamda çalışırken ıslak kalınmamaya özen gösterilmeli, elektrik devrelerinden, kablolardan değişik bir koku alırsa elektrik bağlantısı devre dışı bırakılmalı, bozuk-kırık kablolar vs. ehliyetli kişilerce tamir edilmelidir.

Ayrıca iletkenlikten dolayı elektrikten çıkabilecek bir yangında su yerine yangın söndürücü kullanılmalıdır. Manyetik alan yardımıyla mineral ayırımının yapıldığı proseslerde kalp pili, metal protez vs. kullananların çalıştırılmaması gerekir. Bu tür makinalarda çalışanlar metallere arındırılmalıdır. Anodik veya katodik korozyondan koruma yöntemlerinin işinin ehli kişilerce yapılması sağlanmalıdır.

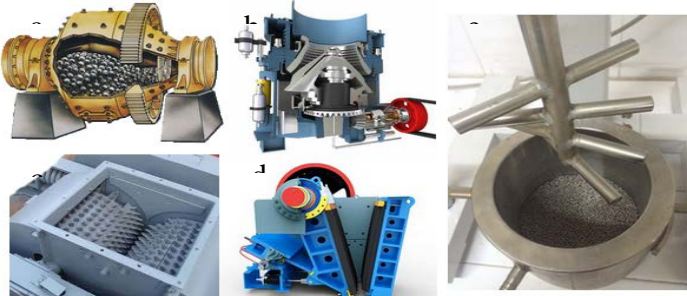
2.4. Toz

Özellikle minerallerin kırma ve öğütülmesi ile kuru eleme ve zenginleştirilmesi sırasında ortaya çıkan toz önemli bir sorundur. Eğer ekonomik olarak çok fark yok ise yaş proseslerin tercih edilmesi ile sorun kaynağında bertaraf edilebilir.

Alternatif olarak KKD olarak toz maskeleri kullanımı yaygınlaştırılabilir veya toz tutucuların kullanımı sağlanabilir. Aksi takdirde kuvars kaynaklı silikoz, demir kaynaklı sideroz ve kömür kaynaklı antrakoz gibi hastalıklar olasıdır.

2.5. Titreşim ve Hareketli Parçalar

Özellikle gravite ayırmada kullanılan makinelerde titreşim ve hareketli makine parçaları önemli tehlikelerdir.



Şekil 5. Değirmen (a), konik kırıcı (b), döner kırıcı (c), çeneli kırıcı (d) ve karıştırıcı değirmen (e).

Pulsasyon hareketiyle ayırımın sağlandığı jigler, ileri geri hareketlerle ayırım yapan sallantılı masalar, MGS'ler ve diğer konsantratörlerde çalışanlara yönelik olarak yönetmelikte belirtilen titreşim değerlerinin aşılmasına özen gösterilmelidir. Yönetmelikte makineler arası mesafenin işçilerin rahatça çalışması için uygun; masaya hareketi veren motorların el, kol sıkışmalarına karşı korumalı olması gerektiği belirtilmektedir (Sakatoğlu ve Kılıç, 2007). Ayrıca boyut küçültme işlemlerinde kullanılan tamburlu değirmenlerdeki dönme hareketi çalışanlar için büyük tehlike oluşturmaktadır. Son zamanlarda yaygınlaşan ve enerji verimliliğinin yanında çok daha ince boyutlara öğütme sağlayan karıştırıcı değirmenlerde tambur kısmı sabit olup, bir karıştırıcı yardımıyla öğütme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu yönüyle daha güvenli bir boyut küçültme yöntemi olarak karıştırıcı değirmenler tercih edilebilir (Şekil 5).

2.6. Kimyasal Maddeler

Liç işlemleri ile flotasyon ve flokülasyon işlemlerinde yoğunlukla kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Şekil 6). Liç işlemlerinde kullanılan asit ve bazların canlılar üzerinde olumsuz etkileri büyüktür. Bu nedenle artık sulardaki asit-baz konsantrasyonlarının yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında konsantrasyonlara sahip ve nötr pH seviyesinde olması önem arz etmektedir. Eğer mümkünse organik asitlerin kullanılması doğa yararınadır. Artık havuzlarının alt ve yan tabanlarının yeterince geçirimsiz olması gerekmektedir. Periyodik kontrollerle sızıntıların ve kimyasalların neden olabileceği korozyonun tespiti sağlanarak gereken önlemler alınmalıdır.



Şekil 6. Fiziksel zenginleştirme metotlarından sallantılı masa (a) ve Gemini masası (b) ile fiziko-kimyasal flotasyon işleminde reaktiflerce oluşturulan köpükler (c).

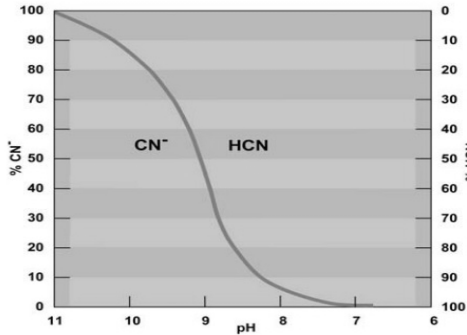
Siyanür, “Hidrosiyanik asit” ya da “prussik asit” olarak ta bilinen, son derece toksik maddedir. Gaz formu olan hidrojen siyanür (HCN); renksiz, acı bademi

andıran batıcı kokulu gazdır. Sıvı formu olan hidrosiyanik asit ya da prussik asit ise, %2 ve %4 oranında suda çözelti halinde bulunur. Siyanür, sıcak kuru havada son derece uçucu bir maddedir. Kaynama noktası 26°C'dir. Sudan hafiftir (özellik ağırlığı 0,699). Hidrojen siyanür için ölümcül doz 50 mg, sodyum ve potasyum tuzları için ise 200-300 mg'dır. Hava ile 0,2-0,3 mg/L derişimde siyanür solunması; anında, 0,13 mg/L (130 ppm) ise bir saat sonra öldürücü olmaktadır (Renklidağ ve Karaman, 2003).

Siyanür içeren kimyasallar altın ve gümüş kazanımı için 125 yıldan fazla süredir verimli ve güvenli olarak kullanılmaktadır. Siyanür liçi uygulamalarındaki siyanür konsantrasyonu ortalama 250 ppm dolayındadır.

Siyanür liçi gerekli tedbirler alınırca daha eski altın kazanım tekniği olan civa ile amalgamlaştırmadan daha güvenli ve çok daha verimli bir kazanım tekniğidir. Artık sularda izin verilen siyanür miktarı ülkelerin yetkili organlarınca düzenlenmektedir. Kanada'da bu miktar maksimum seviye olan 1 mg/L'nin altıdır.

Siyanür düşük pH'larda kolaylıkla buharlaşabildiğinden proseslerde yüksek pH'ta kullanılmalıdır. pH 9,3-9,5 arasında HCN ve CN⁻ miktarı eşit olup bir denge söz konusudur (Şekil 7).



Şekil 7. CN⁻ ve HCN'nin Ph'ya dayalı denge diyagramı (Longsdon ve ark., 2001)

Genellikle proseslerde NaCN kullanılmakta ve NaCN'nin suda hidrolizi sonucu HCN oluşmaktadır. HCN'nin denge denklemi Eşitlik 2'de görülmektedir. HCN'nin sudaki asitlik sabiti (K_a) 25 °C'de 4.9 * 10⁻¹⁰'dur.

HCN molaritesi de dikkate alınarak Eşitlik 3'teki denge denklemine göre aynı derişime sahip olacak hidrojen ve siyanürün iyon derişimleri hesaplanabilir.



$$K_a = [\text{H}^+] [\text{CN}^-] / [\text{HCN}] \quad (3)$$

Hidrojen iyon derişimi bilindiğinde ise bu değerin eksi logaritması alınarak pH değeri bulunacaktır. Endüstride siyanürün geri kazanımı ve bozundurulmasına yönelik çok fazla teknik bulunmaktadır (SME, 2014; Longsdon ve ark., 2001).

2.7. Yetersiz Eğitim

15 mayıs 2013 tarihli ve 28648 sayılı resmi gazetede yayımlanan “çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin usul ve esasları hakkında yönetmelik” ile 13 temmuz 2013 tarihli ve 28706 sayılı resmi gazetede yayımlanan “tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan işlerde çalıştırılacakların mesleki eğitimlerine dair yönetmelik” kapsamında işverenler çalışanlarının işyeri ortamında karşılaşıacağı risklerden korunmaları adına işçilere; işe başlamadan önce, proseste/teknolojide herhangi bir değişme olduğunda, altı aydan daha çok işten ayrı kalıp tekrar işe döndüklerinde iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin verilmesini sağlamakla görevlidir. Meslek hastalığı geçiren veya iş kazası yaşadıktan sonra işe dönen işçilere ilave eğitim verilmektedir. Çalışanların yapılan işe uygun mesleki eğitim belgesinin olup olmadığı bakanlıkça yetkilendirilen müfettişlerce denetlenmektedir.

Periyodik İSG eğitimleri, çok tehlikeli işyerleri için yılda 1, tehlikeli iş yerleri için 2 yılda 1, az tehlikeli işyerleri için ise 3 yılda 1 kere verilmekte olup; çok tehlikeli işyerlerinde en az 16 saat, tehlikeli işyerleri için en az 12 saat, az tehlikeli işyerleri için ise en az 8 saattir ve her çalışan için düzenlenmektedir. Çalışanların hepsi, kendilerine verilen görevi, görevin gerektirdiği yerde ve gerekli emniyet koşullarını sağlayarak yapmakla yükümlüdür.

2.8. Diğer

Cevher hazırlama prosesleri, zenginleştirilecek veya işlenecek minerallerin özelliklerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Uranit, monazit gibi uranyum ve toryum içeren radyoaktif mineraller ile realgar, orpiment gibi zehirli arsenik içeren borlu cevherlerin işlenmesi sırasında son derece özen gösterilmelidir.

Türkiye'nin dünya bor rezervleri açısından birinci, toryum rezervleri açısından ikinci sırada olduğu ve İSG kültürünün yeni yeni yerleşmeye başladığı düşünüldüğünde; Türkiye'nin bu cevherleri işlemede uygulanacak İSG yöntemleri bakımından dünya standartlarını belirlemesi gerekmektedir.

Proseslerdeki farklı tehlikelerin bir araya gelerek risk derecesini artıracığı ve daha kötü sonuçlara neden olabileceği unutulmamalıdır. Bu açıdan en önemli konu

huzurlu bir çalışma ortamının sağlanmasıdır. Stres faktörü ve mobbing konusu göz önüne alınması gereken en önemli faktörlerdendir.

İSG konusunda teknik destek veren kurum ve kuruluşların çıkar gözetmeksizin ve objektif olarak, alınacak tedbirleri yönetmelikte belirtilen hususları göz önüne alarak uygulaması büyük önem taşımaktadır.

3. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında cevher hazırlama proseslerinde İSG yönünden oluşabilecek risklere karşı alınması gereken temel tedbirler incelenmiş olup; ampirik bir risk analizi taslağı oluşturulmuştur. İSG konusunda ibre branşlaşmaktan yanadır. Bu nedenle maden ve cevher hazırlama mühendisi kökenli İSG uzmanları çoğalsa da İSG uzmanı olmayan yer bilimlileri kökenli mühendislerin İSG kültürünü özümseyerek, İSG uzmanları ile birlikte karar mekanizmasında etkili olması daha güvenli bir gelecek için şarttır. Risk analizi kavramı göreceli bir kavram olup, alınacak tedbirlerin analizi yapan İSG uzmanlarının inisiyatifine kaldığı unutulmamalı ve cevher hazırlama gibi sürekli yeni teknolojilerin ortaya çıktığı çalışma alanları iyi gözlemlenerek İSG uygulamalarının evrimi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Baradan, S., 2006. *Türkiye İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Yeri ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması*, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, S. 87-100.
- Dursun, S., 2013. *İş Güvenliği Kültürünün Çalışanların Güvenli Davranışları Üzerine Etkisi*, Sosyal Güvenlik Dergisi, 3, 2, S. 61-75.
- Grossman, L., 2014. Rescue Robots Could Help in Next Turkey Mine Disaster, New Scientist, 222, Issue 2970, s. 24.
- Habashi, F., 2005. *A Short History of Hydrometallurgy*, Hydrometallurgy, 79, 15-22.
- Habashi, F., 2006. *A Short History of Mineral Processing*, Proceedings of XXIII International Mineral Processing Congress, 3-8.
- Haimes, Y.Y., 2009. *Risk Modelling, Assessment, and Management* (3rd ed.), A John Wiley & Sons Inc. Publication, New York, 1040 s.
- ILO, 2015. *Uluslararası Çalışma Örgütü Veritabanı: ILOSTAT*.
- Longsdon, M.J., Hagelstein, K., Mudder, T.I., 2001. *Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi*, ICME, Kanada, 40 s.
- Marhavilas, P.K., Koulouriotis, D., Gemeni, V., 2011. *Risk Analysis and Assessment Methodologies in The Work Sites: On a Review, Classification and Comparative Study of The Scientific Literature of The Period 2000-2009*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 24, 477-523.

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

- Önal, G., (Önal, G., Ateşok, G., Tahsin, K.), 2014. *Cevher Hazırlama El Kitabı*, Yurt Madencilikini Geliştirme Vakfı Yayınları, İstanbul, 632 s.
- Renklidağ, T., Karaman, A.G., 2003. *Siyaniür Zehirlenmesi*, Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 12, 9, 350-353.
- Sakatoğlu, S., Kılıç, Ö., 2007. *Cevher Hazırlama Tesislerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 267-273.
- SME, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2014. *The Safe and Effective Use of Cyanide in the Mining Industry*, (<http://www.smenet.org/docs/public/SafeAndEffectiveUseOfCyanideInTheMiningIndustry.pdf>), (Erişim Tarihi: 05/03/2015).
- TMMOB-MMO, 2010. *Maden Mühendisleri Odası*, Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu, 152 s.
- TÜİK, 2013. *İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Araştırma Sonuçları Raporu*, 26 s.
- Wills, B.A., Napier-Munn, T., 2006, *Mineral Processing Technology* 7th Edition, Elsevier Science & Technology Books, 444 s.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Civanın İrdelenmesi

Evaluation of Mercury from the Point of the Occupational Health and Safety

C. Şensöğüt

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

S. Düzyol

Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

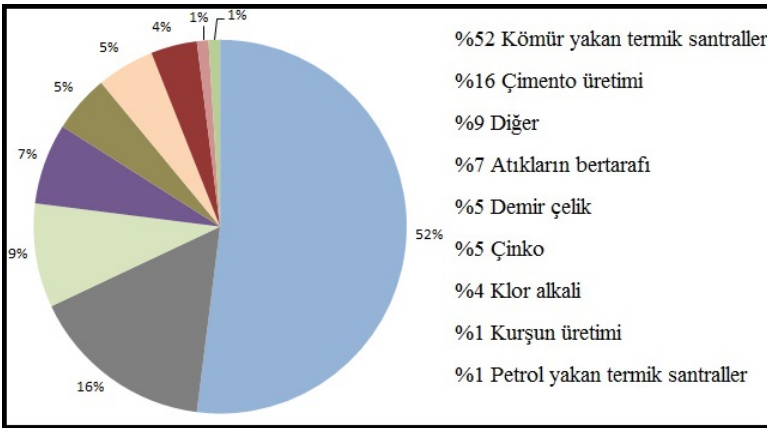
ÖZET Bulunuşu çok eski zamanlara dayanan civa, pek çok alanda yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte çevre ve insan sağlığı açısından en tehlikeli ağır metallere biridir. Gerek üretim gerekse tüketim esnasında civa ve bileşiklerine maruz kalındığında çok ciddi sağlık sorunları meydana gelmekte hatta bu bileşikler bünyesinde bulunduran endüstriyel atıkların besin zincirine karışmasıyla bu sorun önlenemez hale gelebilmektedir. Bu çalışmada dünyada ve ülkemizde bulunan mevcut civa yatakları, üretimi ve endüstriyel kullanımı araştırılmıştır. Ayrıca, üretim esnasında ve sonrasında çevreye yayılan civa ve bileşiklerinin kaynakları, bunların canlılara olumsuz etkileri, meslek hastalıkları işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından detaylı olarak irdelenmiş korunma yöntemleri anlatılmıştır.

ABSTRACT Although mercury which was discovered at the ancient times has been used in many areas, it is one of the most dangerous heavy metals for the health of human beings and the environment. When the presence of the exposure to mercury and its compounds at the times of production and consumption cycles, very serious health problems are to be formed and yet these problems may be undeterred if the industrial wastes with these compounds become involved in the food chain. In the present work, industrial use, production and ore beds of mercury in Turkey and in the world were searched. Additionally, sources of mercury and its compounds spreading out to the environment during and after its production, their unfavourable effects to the living beings were emphasized in the light of occupational health and safety together with the precautions to be taken.

1. GİRİŞ

MÖ 15. asırda Mezopotamya'da bulunduğu bilinen civa, normal şartlarda sıvı halde bulunan, yüksek buhar basıncı nedeni ile oda sıcaklığında bile kısmen buharlaşabilen bir metaldir. Ancak -40°C 'de katı hale geçerek heksagonal (romboedrik) kristaller meydana getirir. Özgül ağırlığı $13,6 \text{ gr/cm}^3$, rengi kalay beyazı veya çinko beyazı olup yer kabuğunun bileşiminde 0,08 ppm oranında bulunur (MTA, 1977). Doğada en çok zinober (HgS) minerali halinde pirit (FeS_2), markasit (FeS_2), az miktarda da arsenik (As) ve antimon (Sb) sülfitlerle birlikte bulunur. Bileşiminde %86,2 Hg ve %13,8 S vardır. Diğer civa mineralleri metazinober (HgS) ve livingstonit ($\text{HgS} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$) olup genellikle, kalsit, kuvars, barit ve hidrokarbonlar ise birlikte bulunduğu gang mineralleridir (Bircan ve Aydoğanlı, 1969).

Civa ve bileşikleri, diğer ağır metaller gibi canlıların sağlığı üzerinde toksik etkiye sahiptir. Bir şekilde toprağa karışan civa, canlıların sağlığını ciddi şekilde tehdit eden bileşikler oluşturmakta hatta bu bileşikler bitkilerin bünyesinde birikmektedir. Civa yerkürede doğal olarak bulunan bir madde olması dolayısıyla volkanik patlamalar esnasında civa buharı şeklinde dışarıya verilir. Bunun yanı sıra kömür gibi katı yakıt ile elektrik üreten fabrika bacalarından atmosfere salınan civa buharı, yağmur rüzgâr gibi doğal yollarla tekrar yerküreye ve denizlere döner. Atmosfere salınan civanın kaynağı irdelendiğinde en büyük kirleticinin %52'lik salınım oranıyla kömür yakan termik santraller olduğu belirtilmektedir (Şekil 1) (Pacyna ve ark., 2006).



Şekil 1. Civa kirliliğinin sektör bazında çevreye salınım oranları (Pacyna ve ark., 2006)

Çevreye yayılan cıvanın diğer kaynakları ise cıva madenciliği esnasında ve sonrasında meydana gelen sızıntılar, hali hazırda cıva içeren evsel ve endüstriyel atıklar olarak sayılabilir (Sienko, 1983; Eto, 2000; Sarkar, 2002; Dökmeci ve Dökmeci, 2005; Klaassen, 2009).

Meslek hastalıkları ise çok uzun süredir bilinmektedir. MÖ 370 yıllarında Hipokrat, iş ile bazı hastalıklar arasında ilişki kurmuştur. Daha sonraları Agricola ve Paracelsus bu ilişkiyi daha iyi tarif ederek meslek hastalıkları ile ilgili kitaplar yayınlamışlardır. Madenlerde çalışan işçilerin maruz kaldığı çeşitli hastalıklar ve korunma yöntemlerine 15. yüzyılda Agricola'nın De Re Metallica isimli kitabında rastlanmıştır (Agricola, 1556). Yine 17. asırda Ramazzini, meslek hastalıkları ile yapılan işin ilişkisini inceleyerek bir meslek hastalıkları kitabı yazmıştır. Ramazzini hastalarına yaptıkları işi sormak sureti ile iş ve hastalık arasında ilişki kurma yolunu tayin etmiştir (Ramazzini, 1700).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Cıva Bileşikleri

Cıvanın elementel cıva, organik cıva ve inorganik cıva olmak üzere üç farklı formu insanlar üzerinde etkili olmaktadır.

Elementel (metalik) cıva; likit gümüş de denilebilen parlak, kokusuz, likit halde, gümüş renginde, özellikle termometrelerde kullanılan cıva formudur. Oda sıcaklığında buharlaşabildiğinden deri yoluyla da vücut tarafından rahatlıkla absorbe edilebilir ve kandaki yarı ömrü kısadır. Vücuttaki yarı ömrü ise ortalama iki aydır. Bu sebeple nörolojik bulguların azalması daha uzun zamana yayılan bir süreçtir. Beyin, böbrekler, karaciğer, bağışıklık sistem hücreleri üzerine toksik etki göstermektedir.

Organik cıva; cıvanın karbon atomu veya karbon içeren bileşiklerle kombine şeklidir. Cıvanın en toksik formudur. Cıvanın başlıca organik birleşimleri metil, etil ve fenil cıva olup bazı mikroorganizmalar elementel cıvayı metil cıvaya dönüştürür. Doğada en çok karşılaşılan organik cıva bileşiği metil cıvadır ve yağda çözünen özellikte olduğu için organizmalarda birikir. FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi); balıklardaki maksimum cıva düzeyini 1 ppm olarak sınırlandırmıştır. Yarı ömrü 40–50 gün'dür.

Cıvanın diğer bir formu olan inorganik (merkürük) cıva; cıvanın karbon içermeyen maddelerle kombine şekli olup beyaz toz şeklinde veya kristaller halinde bulunabilir. Cıva tuzları bir çeşit inorganik cıvadır (merkürük nitrat gibi). Başlıcaları cıva klorür ($HgCl_2$), cıva fülminat ($Hg(CNO)_2$) olup en sık kullanılan

inorganik civa bileşiği ise civa klorittir (Hg_2Cl_2). Civa tuzları, kan beyin bariyerini kolayca geçememelerine rağmen, sürekli veya ağır etkilenim olmaksızın nörolojik hasara yol açabilirler. Akut ölümcül oral civa klorür dozu yaklaşık 1 gram'dır. Civa tuzları ağızdan alındığında yarı ömrü 40 gün'dür.

2.2. Geçmişten Günümüze Civa

Civanın tarihte çok eski devirlerden beri bilindiğine dair ilk kanıt Çatalhöyük'teki duvar resimlerinde karşımıza çıkmaktadır. MÖ 7000-6000'de kullanılmış olan kırmızı boya, bilinen en eski civa sülfür boyasıdır. Yine Çin'de MÖ 5000-4000'lerden itibaren seramik yapımında da vermilion olarak bilinen civa sülfürlü kırmızı boya kullanılmıştır. Tanınmış kimyacı el Cabir'in kitaplarında, civa ve kükürtten boya yapma tekniği anlatılmaktadır (www.uralakbulut.com.tr).

Mısır'da, MÖ 1500'den kalma bir mezardaki tören kabında bulunan civa metali, bilinen en eski civa örneği olmaktadır (www.uralakbulut.com.tr). Aristo ve Theophrastus Milâttan 315 yıl önce civadan bahsetmişlerdir. Milâttan önce 210 yılında Çin'de bulunan kabartma, bir haritada nehir ve denizler metal civa ile işlenmiştir (Bateman, 1959). Romalılar zamanında İspanya'da, civa işlenmiş olup altın elde etmek üzere amalgamasyon tekniği geliştirilmiş ve 16. asırda İspanyollar tarafından dünyaya yayılmıştır. Civanın Anadolu yarımadasında ne zamandan beri kullanıldığı tam olarak bilinmemekle beraber Konya ve Karaburun yarımadasında çok eski zamanlarda çalışılmış eski kalıntılara rastlanmıştır. Bunların Frigyalılar ve Romalılara kadar uzandığı sanılmaktadır.

MÖ 50 yılında Dioscorides tarafından ilk defa distilasyon yoluyla civa elde edilmiştir. Demir bir kabın içindeki zinoberi toprak bir kaba yerleştirilerek üzerine bir kapak kapattıktan sonra balçıkla sıvamıştır. Kömür aleviyle ısınan civa buharlaşarak kalan katı kısım kapağın iç yüzüne çarparak toplanmıştır. Topladığı bu katı kısmı soğuk bir kaba ayırarak damla damla civa elde etmiştir.

MS 700-1100 yılları arasında kimyacılar tarafından bazı tecrübelerde kullanılmıştır. Yine sülfür varlığına göre, metal içerisindeki ısı değişimleri hesaplanarak çekiçle dövülebilme ve parlaklık gibi bir takım metalik özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır (Bircan ve Aydoğanlı, 1969).

1643 yılında ilk civa barometresi Toriçelli tarafından yapılmıştır. 1714'te Fahrenheit civa termometresini keşfetmiştir. 1760'ta St. Petersburg'lu Braun $-40^{\circ}C$ de civayı katılaştırıncaya kadar civa gerçek bir metal olarak kabul edilmemiştir (Bircan ve Aydoğanlı,1969).

2.3. Ülkemizdeki Civa Yatakları ve Zenginleştirilmesi

Ülkemizdeki büyük civa yatakları epitermal kökenli olup, sıcak suların yükselmesiyle 1 m'den 600 m'ye kadar değişen derinliklerde meydana gelmişlerdir. Cevher damarlar halinde veya kumtaşları ve şistler içine saçınımlı halde bulunur (Bircan ve Aydoğanlı, 1969). Şekil 2'de ülkemizdeki bilinen civa yatakları gösterilmektedir. Ancak civa fiyatlarının ve talebin düşmesi ve artan çevresel duyarlılık sonucunda bu madenler kademeli olarak faaliyetlerini durdurmuşlardır. Ülkemizdeki civa yataklarını, Karaburun yarımadası, Aydın masifi civarı (Ödemiş-Tire-Gemencik-Bozdoğan-Alaşehir), Murat dağı masifi civarı (Banaz-Gediz), Konya, Niğde, Kastamonu ve Kocaeli olmak üzere 7 bölgede toplamak mümkündür. Bunlardan Kastamonu Şeyhşaban civa yatağı ile Kapı Suyu Köyü yatağı 20. yüzyılın başlarında bir süre için Fransızlar tarafından, Konya-Sızma, Lâdik, Kurşunlu köylerindeki civa yatakları ile Manisa, Alaşehir-Kozluca civa yatağı son yüzyılın başlarında İngilizler tarafından işletilmiştir. İzmir- Karaburun civa yatağı da Birinci Dünya Savaşından önceki ve sonraki yıllarda ise zaman zaman işletilmiştir (MTA, 1977).



Şekil 2. Ülkemizdeki civa yatakları (MTA, 2015)

Yeraltı veya açık işletme ile kazanılan cevher boyut küçültme işlemlerinden sonra sallantılı masalarda, cevher yıkayıcılarda ve nadiren de jiglerde konsantre edilmektedir. Bir takım tesislerde çamura kaçan kısımları kazanmak için flotasyon hücreleri de ilave edilmiş olup diğer tesislerde ise tamamen flotasyon devreleri kurulmuştur.

2.4. Civanın Kullanım Alanları

Civanın kullanım alanları oldukça çeşitlilik göstermektedir. Aşağıda civanın kullanım alanlarına bazı örnekler verilmiştir:

Civa yeraltı maden ocaklarında ahşap tahkimatın parazitten ve nemden korunması amacıyla (Bulut ve Göktepe, 2012), yoğuşurma borularının temizlenmesinde, erimiş metalin kaplara boşaltılmasında, kâğıt sanayiinde, floresan ampul, plastik, pil, bir kısım elektrik malzemesi üretimi ve tamir işlerinde kullanılmaktadır.

Anorganik civa bileşikleri, tahıl ve tohumlarının dezenfektasyonunda ve konserve edilmesinde, civa bileşikleri veya amalgam yardımı ile altınlama, gümüşleme, kalaylama, bronzlama ve dalgalı yüzey işlemede kullanılır.

Alkil civa ve tuzları mantar ilacı, mikrop öldürücü üretimi gibi değişik alanlarda kullanılmaktadır (Baş ve Demet, 1992).

Gemilerin deniz altında kalan kısımları buralara midye ve istiridyelerin yapışarak toplanmalarını önlemek amacıyla civa içeren özel bir boya ile boyanmaktadır.

$HgCl_2$ (civa klorür) ve Hg_2Cl_2 (civa klorit) gibi civa tuzları sanayide kullanılmaktadır.

Civanın nitrik asitte çözülmesi ve buna alkol katılmasıyla elde edilen civa fülminat ($Hg(CNO)_2$), top mermilerinin ateşleme kapsüllerinde kullanılır (Di Maio, 1999, Can ve ark., 2005).

Buharından elektrik geçirildiği takdirde ışıl özellik kazanan civa, morötesi ışınım yayar. Bu ışınlar bakterileri yok ettiği için, civa buharlı lambalar hastanelerde ve hazır yemek sanayiinde kullanılan araç gereçlerin ve yiyeceklerin sterilize edilmesinde kullanılır. Ayrıca, güneş ışığı olmadan bronzlaşmak için yine bu tür lambalardan yararlanılmaktadır.

Thiomersal (sodyum etil-civa tiyosalisilat), aşılarda (difteri, boğmaca, tetanoz, hepatit B ve bazı menenjit aşılarında), göz damlalarında, kontakt lens solüsyonlarında yaygın olarak kullanılan organik bir civa bileşigidir (Yurdakök, 2006).

Dişçilikte kullanılan amalgamlar; gümüş, kalay ve bakır alaşımının civa ile karıştırılması ile elde edilmektedir.

Elementel civa; sanayide klor gazı ve soda yapımında kullanılmaktadır. Termometre, barometre, vakum tulumbaları, aynaların sırlanması, yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnorganik civa tuzları ise; antiseptik krem, merhem ve güneş kremlerinin içinde yer alır. İnorganik bir civa tuzu olan merkürük nitrat yine keçe şapka yapımında keçenin tuzlanması aşamasında kullanılmaktadır.

Gübrelerde, pestisidlerde, döşeme cilalarında, boru yapımında, laksatiflerde (kabızlık giderici), deri sanayisinde, klima filtrelerinde, yapıştırıcılarda çeşitli oranlarda bulunmaktadır. Günümüzde civa ve bileşiklerinin neden olduğu zararlar nedeniyle kullanımı sınırlandırılmış ve kontrol altına alınmıştır.

3. İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN CİVA

3.1. Civanın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Çeşitli faktörlere bağlı olarak, civanın insan sağlığına etkisi çok şiddetli olabileceği gibi, çok sinsi ve uzun sürede ortaya çıkan bir etki şeklinde de olabilir. Bazı durumlarda ise hiçbir etkisi olmayabilir. Civa doğada geniş şekilde dağıldığı için temas öyküsü olmasa da birçok insanın idrar ve kanında civa saptanabilir (Ng ve ark., 2007). Atmosfer, göl ve akarsuların bazı kısımlarında yoğunlaşmış olan civa, bu bölgelerde yaşayan canlıların bünyesinde tutulurlar. İnsan ve hayvanlar bu canlılarla beslenmeleri durumunda civa zehirlenmeleriyle karşı karşıya kalırlar. İnsanlar vücutlarına civayı ayrıca çevreden ve yiyeceklerden alabildikleri gibi endüstriyel maruziyetler ile civalı bileşikleriyle doğrudan temas veya amalgam dolgulardan da alabilirler. Maruz kalınan civanın kimyasal formu ve dozu, maruz kalma şekli ve süresi, kişinin fiziksel ve metabolik durumu, civanın vücuda vereceği zararı etkileyen önemli faktörlerdendir. Civa şiddetli bir protoplazma zehri olup, kana geçen civa okside olur, vücut sıvılarında erir ve hücre protoplazması ile birleşir. Vücutta karaciğer, böbrek ve kemikte depo edilir. Biriken zehirlerdendir. Vücut dışına atılma dışı, idrar, tükürük, ter ve süt ile olabilir. Dışkı ile eser miktar civa çıkarılması normaldir. Civa zehirlenmesi akut veya kronik olarak belirtiler gösterebilmektedir.

Organik civa bileşikleri yağda çözünebilmekte, organik yapısı ve kısa hidrokarbon zinciri olması nedeniyle kolayca gastrointestinal sistemden emilmektedir. Metil civa, kan-beyin zarından, plasentadan ve süt kanallarından kolaylıkla geçebilmektedir. Metil civa suya karışan civanın bakteriler ve organizmalar tarafından civanın metil civaya çevrilmesi ile meydana gelir ve bu sularda yaşayan büyük balıklar ile besin zincirine karışır. Metalik ve metil civa kana karışarak beyine kadar gider ve beyinde birikirken, inorganik civa bileşikleri beyine gidemezler ve ancak böbreklerde birikerek böbreklerin çalışmasını engellerler. Metil civa zehirlenmesi ağırlıklı olarak nörolojiktir. İnsanların

inorganik civa temasında en önemli kaynak ise amalgam diş dolgusudur (Davidson ve ark., 2004).

Dünyada civa ve bileşiklerinin neden olduğu bilinen birkaç olaydan bahsetmek gerekirse;

1953 yılında Japonya'nın Minamata körfezinde gözlenen metil civa salgımında kaydedilen 200'ün üzerinde zehirlenme vakası olup 46 kişi hayatını kaybetmiştir. Bölgedeki kirlenme tespit edilene kadar civarda yaşayan pek çok kişide ciddi sinir sistemi rahatsızlıkları, koma hali hatta ölümler dahi gözlemlenmiştir (Harada, 1995). Yine tarım alanlarında metil civa içerikli ilaçlar, ucuz ve etkili bir ilaç olarak görüldüğü için kullanılmış ve tohumların bilinçsizce besin maddesi olarak tüketilmesiyle Irak, Pakistan, Gana ve Guatemala'da pek çok ölüm vakası olmuştur (Bingham ve ark., 2001). İsveç'te metil civa ile korunan tohumların kullanımı 1940'lı yıllara dayanmaktadır. Tarihe geçen en büyük felaket 1972'de Irak'ta olmuştur. Metil civa ile işlenmiş tahılların Meksika'dan ithalatı ve bu tahılların un ile karıştırılması sonucunda yapılan ekmekleri tüketen insanların yaklaşık 460'ı yaşamını yitirmiştir (Bakir ve ark., 1973; Bingham ve ark., 2001). 1966 yılında İsveç hükümeti ise tarımda alkil civa bileşiklerinin kullanılmasını yasaklamış diğer bileşiklerinin kullanılmasına ise sınırlamalar getirmiştir.

1990'lı yıllarda yine koruyucu özelliğinden dolayı duvar boyalarının yapısına eklenen civa kullanımı günümüzde birçok ülkede sınırlanmış ya da yasaklanmıştır.

Floresan lamba yapımında çalışan işçiler üzerinde on yıla yakın bir sürede yapılan bir çalışma sonucunda, işçilerde hafızada ve karakter özelliklerinde birtakım eksikliklerin geliştiği ifade edilmiştir (Kirschner ve ark., 1988).

Putman'ın yapmış olduğu araştırmada, yine şapka yapımında çalışan işçilerin keçeğe şekil vermek üzere civa nitrat eriğine batırmaları ile oluşan maruziyet sonucunda, civanın merkezi sinir sistemi üzerine olan olumsuz etkisi ve bir takım davranış bozukluklarının gözlemlendiği belirtilmektedir (Gürpınar, 1995).

Diğer bir örnek ise saç dökülmesi, baş ağrıları, romatizma ve eklem iltihabı, iştahsızlık, sık gribal enfeksiyon, bayılma, ağır depresyon ve psikolojik problemler gibi birtakım şikayetleri bulunan 160 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, bu kişilerin daha önceden yaptırmış oldukları amalgam diş dolguları çıkartılmış ve sonraki ilk bir yıl içerisinde hastaların büyük çoğunluğunun durumlarının "çok iyi" ya da "iyi" olduğu belirlenmiştir (Mackert ve Berglund, 1997).

Yine ABD'de kimya profesörü olan Karen Wetterhahn'ın 1996'da lastik eldivenden sızan dimetil civa ile zehirlenerek 6 ay sonra yaşamını kaybetmiştir (www.encyclopedia.com).

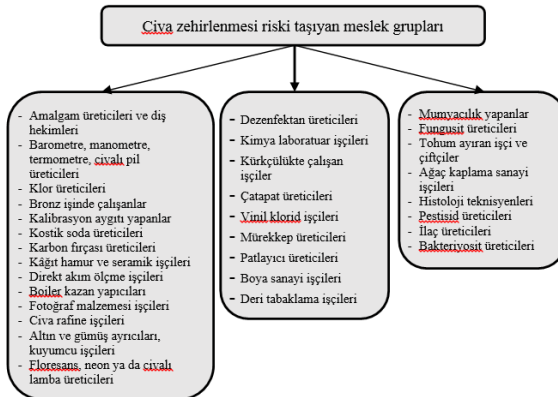
3.2. Civa Zehirlenmesinin Belirtileri

Civa zehirlenmelerinde maruz kalma süresi ve doz, en önemli etken olup bu zehirlenmelerinin belirtileri vücuda alınış şekline göre farklılık gösterir. Solunum yolu ile alınmışsa, öksürük, ateş, nefes darlığı, kusma, ağızda metalik tat ve yaralar, pis koku, tahriş görülebilir. Dişlerin sallanması, diş eti kanamaları akut zehirlenmenin belirtileridir. Şayet sindirim yolu ile alınmışsa, mide ve karın ağrısı, kusma ve kanlı ishal, nabız bozulması, böbrek bozuklukları görülmektedir. Ayrıca baş ağrısı, kas kontrolü kaybı ve istemsiz kasılmalar gelişir. Zehirlenmeden uzun yıllar sonra dahi, dokularda ve sinir sisteminde depo edilen civanın kana salınmasıyla kronik zehirlenmenin belirtileri olan ilerleyici sinir bozuklukları, konuşmada tutukluk ve kekemelik, halsizlik, çekingenlik, asabiyet, korku hali gibi belirtileri gözlenebilir (Bakar ve Baba, 2009).

Nörolojik bulguların yanında guatr, troitte radyoaktif iyot tutulumu, taşikardi, düzensiz nabız, dermografi ve idrarda yüksek miktarda civa bulunması gibi durumlar söz konusudur. Bunun dışında psikolojik semptomlar, unutkanlık, sabırsızlık, şiddetli tükürük salgılaması ve gingivitis adı verilen diş eti problemleri görülmektedir. Dermotografizm, erken görülen belirtilerdendir, ciltte renk değişiklikleri olur ve çok ter söz konusudur. Endüstride genellikle kronik zehirlenme görülmektedir.

3.3. Risk Altındaki Meslek Grupları

Civanın kullanıldığı yerlerde çalışan işçiler, çeşitli şekilde civa buharlarına maruz kalmakta ve dolayısıyla civa zehirlenmesi riski ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Şekil 3'de bu meslek grupları görülmektedir.



Şekil 3. Civa zehirlenmesi riski taşıyan meslek grupları (Dökmeci ve Dökmeci, 2005)

4. ÜLKEMİZDE CİVA İLE İLGİLİ MEVZUAT

31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı “**Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**”nde izin verilebilir civa konsantrasyon değerleri; maden, petrol ve kimya sanayi atık suları için 0,05 mg/l, metal sanayi için 0,01 mg/l, endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atık suların ön arıtma öncesi kanala deşarj standartlarında izin verilebilir maksimum civa değeri 0,2 mg/l’dir.

17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı “**İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik**”te içme ve kullanma suları için izin verilen civa miktarı 1 µg/l’dir.

14.03.2005 tarih ve 25755 sayılı “**Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**”nde yakma tesisleri baca gazlarında “civa ve civa bileşikleri (Hg olarak) toplam 0,05 mg/m³ emisyon limit değerini aşamaz” denilmektedir.

20.11.2005 tarih ve 25999 sayılı “**İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik**”te izin verilebilen civa konsantrasyonu 0,001mg/l ile sınırlandırılmıştır.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2005 yılında “**Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik**” yayımlanmış ve burada “ağırlıkça yüzde iki (%2) den fazla civa oksit veya civa içeren düğme tipi pillerin üretimi ve ithalatı yasaktır” ve “ağırlıkça yüzde iki (%2) ye kadar civa oksit veya civa içeren düğme tipi piller ve ağırlıkça %2’ye kadar civa içeren düğme tipi pillerden oluşan piller hariç; ağırlıkça milyonda beş (%0,0005) den fazla civa içeren (Hg) pillerin, ithalatı ve üretimi yasaktır” denilmektedir.

30.06.2013 tarih ve 28693 sayılı “**Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği**”nde gıdalarda kullanılan renklendiriciler ve tatlandırıcılar dışındaki maddelerin içerdiği civa miktarı 1 mg/kg ile sınırlandırılmıştır.

16.07.2013 tarih ve 28709 sayılı “**Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami 7,5 Saat veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik**” madde 4 c bendinde civa sanayi işleri tanımlanmaktadır. Madde 5’te tanımlanan civa işlerinde ise çalışma saati 6 saat olarak sınırlandırılmıştır.

12.08.2013 tarih ve 28733 sayılı “**Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik**”te mesleki maruziyet sınır değerleri (8 saat) civa oksit ve civa klorid dahil olmak üzere civa ve iki değerlikli inorganik civa bileşikleri için 0,02 mg/m³ olarak belirtilmiştir.

Havada bulunan civa miktarının (zamana göre ağırlıklandırılmış) metreküpte 0,05 mg’ı aşmaması gerekir. Mesleki etkilenim açısından 15 dk’lık ağırlıklı değeri metreküpte 0,03 mg’ı, sekiz saatlik ağırlıklı değeri ise 0,01 mg’ı aşmamalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde yer kabuğunda bulunan pek çok maddenin insan sağlığı üzerindeki somut etkisi kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

Suyu kirleten civa ve kurşun gibi ağır metallerin tannik asit gibi bir takım kimyasallar ile uzaklaştırılması mümkündür.

Civa ve bileşiklerinin neden olduğu zararlı etkilere karşı alınacak birincil korunma yöntemi civa ile temasın önlenmesidir. Özellikle civa buharına maruziyetin önlenmesi için havalandırmaya önem verilmeli, genel havalandırmaya ilaveten solunumla alınması muhtemel civanın ağız ve burun seviyesine yükseltmeyecek bir havalandırma sistemi kurulmalı, tezgâhların üzerine davlumbazlar yerleştirilmelidir. Periyodik ölçümler yapılmalıdır. Ayrıca işçilere lastik eldiven, uygun iş elbisesinin yanında yüksek civa buharına maruz kalınma ihtimali olan işyerlerinde ilaveten maske verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Agricola, G., 1556. *De re metallica*, (Çevirenler: Hoover, H. C., Hoover, L. H.), Dover Publications, Inc. New York. (s.637)
- Bakar, C., Baba, A., 2009. *Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu*, 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştay, s. 162-185.
- Bakir, F., Damlugi, S. F., Amin-Zaki, L., 1973. *Methylmercury Poisoning in Iraq*. Science, 181, s. 230-241.
- Baş, L., Demet, Ö., 1992. *Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller*, Ekoloji, 5, s. 42-46.
- Bateman, J.D., 1959. *Economic Mineral Deposits*. s. 614-618.
- Bingham, E., Cohrssen, B., Powell, C. H., 2001. *Patty's Toxicology (5th Edition) Toxicological Issues Related to Metals: Neurotoxicology and Radiation Metals and Metal Compounds*, Vol II, ISBN: 0-471-31943-0, John Wiley & Sons.
- Bircan, A., Aydoğanlı E., 1969. *Türkiye Civa Envanteri*, Maden Tetkik ve Arama Yayınları, No. 143, Ankara.
- Bulut, G., Göktepe, F., 2012. *Madencilik ve Cevher Hazırlama İşlemlerinde Kullanılan Kimyasallar*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(1).
- Can, M., Üner, H. B., Koç, S., Tok, M., Toprak, S., Dişbudak, M., 2005. *MKE Kurumu Yapımı Tabanca Mermileriyle Yapılan Atışlarda El Üzerinde Kalan Atış Artıklarının Alevsiz Atomik Absorpsiyon Spektrofotometri Yöntemiyle Tespiti*, Adli Tıp Bülteni, 10(1), s. 5-14.
- Davidson, P. W., Myers, G. J., Weiss, B., 2004. *Mercury Exposure and Child Development Outcomes*. Pediatrics, 113, s. 1023-1029.

- Di Maio V.J.M.,1999. *Gunshot Wounds, Practical Aspects of Firearms, Ballistics and Forensic Techniques*, CRC Press. LCL, New York.
- Dökmeci, İ., Dökmeci, A.H., 2005. *Toksikoloji Zehirlendirmede Tanı ve Tedavi*, 4. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri.
- Eto, K., 2000. *Minamata Disease, Neuropathology*, 20, s.14-19.
- Gürpınar, E., 1995, *Civa ile gelen yavaş ölüm*, (Çeviren Dr. Gürpınar, E.), İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, No:10
- Harada, M., 1995. *Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution*. Crit Rev Toxicol, 25, s. 1-24.
- Kirschner, D. S., Billau, R. L., MacDonald, T. J., 1988. *Fluorescent Light Tube Compaction: Evaluation of Employee Exposure to Airborne Mercury*. Applied Industrial Hygiene, 3(4), s.129-131.
- Klaassen, C.D., 2009. *Ağır Metaller ve Ağır Metal Antagonistleri* (Konu:65), Brunton LL, Lazo JS, Parker KL (eds), (Çeviri Editörü: Süzer Ö), (Çeviri: Kalkan, Ş., Soner, B.C.), Tedavinin Farmakolojik Temeli, Nobel Tıp Kitapevleri.
- Mackert, J. R., Berglund, A., 1997. *Mercury Exposure from Dental Amalgam Fillings: Absorbed Döşe and Potential for Adverse Health Effects*. Crit Rev Oral Biol Med. 8(4), s. 410-436.
- MTA, 1977. *Dünya'da ve Türkiye'de Metal ve Mineral Kaynaklarının Potansiyeli, Ticareti, Beklenen Gelişmeleri* (Civa), no. 166.
- MTA, 2015 www.mta.gov.tr
- Ng, D. K., Chan, C. H., Soo, M. T., ve Lee, R. S., 2007. *Low-level Chronic Mercury Exposure in Children and Adolescents: Meta-analysis*, Pediatrics International, 49(1), s. 80-87.
- Pacyna, E.G., Pacyna, J.M., Steenhuise, F, Wilson, S., 2006. *Global Anthropogenic Mercury Emission Inventory for 2000*, Atmospheric Enviroment, 40 (22), s.4048-4063.
- Ramazini, B., 1700. *De Morbis Artificum Diatriba, The Latin text of 1713, rev. with Translation and Notes by Wright W. C., Chicago, IL (USA): University of Chicago Press.*
- Sarkar, B., 2002. *Heavy Metals in the Enviroment*, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sienko, R.A., 1983. *Temel Kimya* (Chemistry:Principles and Properties), (Çevirenler: Gündüz N., Gündüz T., Tüzün C., Pulat E., Üneri S., Zeren A., Özgüner S.), Savaş Yayınları, Fen Bilimleri Dizisi.
- www.saglik.gov.tr
- www.uralakbulut.com.tr
- www.encyclopedia.com/Mercury (revised)."Chemical Elements: From Carbon to Krypton. 2006. Encyclopedia.com. 9 Jun. 2015
- Yurdakök, K., 2006. *Thiomersal ve Aşılar*, Hacettepe Tıp Dergisi, 37, s. 35-42.

Maden İşlerinde Solunum Koruyucu Donanımlar

Respiratory Protective Equipment in Mining Operations

A. Eser

Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET Madencilik sektöründe çalışma koşulları nedeniyle risk faktörlerinin kaynağında yok edilmesi oldukça zordur. Pek çok tehlikeli çalışmanın bir arada yürütüldüğü bu sektörde çok sayıda kişisel koruyucu donanımlar (KKD) kullanılmaktadır. Meslek hastalıkları ve kaza riskleri açısından bakıldığında, madencilik faaliyetlerinde en temel önlemlerden biri solunumun korunmasıdır.

Bu çalışmada, maden işlerinde çalışma ortamında solunumun korunması gereken durumlar ve ortamlar incelenmiştir. Kullanılması gereken KKD ekipmanlarına değinilmiştir. Çalışma ortamına uygun ekipmanlar tanıtılarak ekipman seçimindeki parametreler irdelenmiştir.

ABSTRACT The elimination of sources of risk factors is very difficult due to the working conditions in the mining sector. A large number of personal protective equipment (PPE) is used in this sector where many dangerous work being carried out together. In terms of the risk of occupational diseases and accidents, respiratory protection is one of the most basic measures in mining activities.

In this study, situations that the respiratory need to be protected in working area in mining activities and the areas were examined. Using required PPE equipment is mentioned. The equipment selection parameters were examined by introducing the appropriate equipment for the working area.

1. GİRİŞ

Madencilik sektöründe, iş kazası ve meslek hastalıkları ciddiyetle üzerinde durulması gereken konulardandır. Meydana gelen kazalar ve tanımlanan meslek hastalıklarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Her sahada, her ocakta farklılık gösteren jeolojik, mineralojik, fizikomekanik özellikler, madencilik çalışmalarının da sahaya özgü yöntemlerle yapılmasını gerekli kılmaktadır. Üretim, nakliyat, stoklama, zenginleştirme proseslerinin her biri farklı riskler getirmektedir.

Genellikle zararlı gazlar ve partiküller nedeniyle solunum yolları tehdit altındadır. Bu nedenle madencilik işlemlerinde iş kazaları ve meslek hastalıkları açısından solunumun korunması en temel tedbirlerden biridir. Göz ardı edilmemesi gereken gerçek ise solunum yolu hastalıklarının son yıllarda artarak ciddi boyutlara ulaşmasıdır. Bu açıdan bakıldığında madencilik en riskli sektörler arasındadır (ÇSGB, 2015; Yıldızgören ve ark., 2015). Temel madencilik faaliyetleri tehlikelerle yan yana gerçekleştirilmektedir. Teknik ve yapısal tedbirlerin yeterli olmadığı durumlarda ise kişisel koruyucu donanımlar (KKD) ile ek tedbirler alınmalıdır.

Bu çalışmada maden işlerinde çalışma ortamında karşılaşılan solunumu tehdit eden tehlikelere yönelik KKD önerileri getirilmiş ve bu sektörde solunum koruyucu ekipmanların kullanımının önemi vurgulanmıştır.

2. SOLUNUMA BAĞLI MESLEK HASTALIKLARI VERİLERİ

Günümüzde iş kazalarını çeşitli istatistikler ile izleyebiliyor olsak da meslek hastalıkları hakkında geçmişe yönelik çalışmalar yapılamadığı için bu gün itibari ile bilgi toplamakla yetinilmektedir. Çizelge 1, yıllara göre solunuma bağlı hastalıkların, tanı koyulan tüm meslek hastalıkları içerisindeki yerini ortaya koymaktadır. 2010-2013 yıllarını kapsayan SGK istatistikleri incelendiğine, meslek hastalığı tanısı koyulan çalışan sayılarında solunuma bağlı meslek hastalığına yakalananların belirgin bir şekilde öne çıktığı görülmektedir (SGK, 2015). En güncel araştırmalar bunlar olup, 2014 yılına ait istatistikler henüz yayınlanmamıştır.

Çizelge 1. Yıllara göre tanı konulan solunuma bağlı meslek hastalıklarının dağılımı

Yıllar	Meslek Hastalığına Yakalanmış Çalışan Sayısı		
	Tamamı	Solunuma Bağlı	Oranları (%)
2010	533	142	27
2011	697	170	24
2012	395	271	69
2013	156	76	49
		Ortalama	42

2010-2013 yılları arasında tanılanmış solunuma bağlı meslek hastalıklarının ortalaması %42 olup, tüm meslek hastalıkları arasındaki oranı dramatik olarak artmaktadır (Çizelge 1).

Meslek hastalıklarının iş sağlığı açısından öneminin artmasına paralel olarak, tanı sayısında artış meydana gelmiş ve yapılan çalışmalar daha önceki yıllarda teşhis koyulmamış hastalarında bu istatistiklere girmesine neden olmuştur. Nitekim Çizelge 1 hazırlanırken, 2013 yılında 371 kişiye meslek hastalığı tanısı konulduğu belirlenmiştir. Ancak, bu hastaların 215'i sigortalılığı sona erdikten sonra meslek hastalığı teşhisi konulan sigortalı sayısıdır ve hastalığın türüne göre ayrıca tanımlanmamıştır (SGK, 2015). Bu nedenle 2013 yılına ait istatistik, hastalık tanımı yapılmış 156 hasta üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3. TEMEL MADENCİLİK FAALİYETLERİ VE SOLUNUM KORUMA

Genel olarak bakıldığında madencilik faaliyetleri; arama çalışmaları, işletme hazırlık çalışmaları, gerekiyorsa tesis kurulması, işletme, işletmenin kapatılması ve sahanın rehabilitasyonu ana aşamalarından oluşmaktadır. Bu işlemler esnasında karşılaşılabilecek temel risklere karşı alınacak tedbirler belirli işlemlere ve ortamda bulunan zararlı maddelere bağlı olarak alınır. Solunum riskleri açısından bakıldığında havalandırma işlemi ve toz varlığı en önemli risk faktörleridir. Bu çalışmada bu iki faktör üzerinde durulmuştur.

3.1. Havalandırma ve Solunum Koruyucu Gereksinimi

Havalandırma basitçe; kirli havanın çalışma ortamından uzaklaştırılarak temiz havanın ocağa verilmesi işlemidir. Havalandırma özellikle yeraltı çalışmalarında çalışanların ihtiyaç duyduğu oksijeni sağlamak, var ise tehlikeli gazların ortamdaki uzaklaştırılması veya ocak havasında maruziyet sınırlarında seyrebilmesi için gereklidir. Aynı zamanda kullanılan araçların ve açık alevli lambaların oksijen ihtiyacı havalandırma teknikleri ile sağlanmaktadır. Benzer şekilde çalışma şartlarını zorlaştıran nem ve sıcaklık etmenlerinin uygun düzeye çekilmesi içinde havalandırma şarttır. Havalandırma aynı zamanda patlatma, delme, yükleme ve nakliye esnasında ortaya çıkan tozların ortamdaki uzaklaştırılması içinde kullanılmaktadır. Madenlerde yapılan hazırlık ve üretim çalışmaları sırasında yeraltına gönderilen temiz hava; cevher, kömür damarı ve çevre kayaçları içerisinde bulunan zararlı gazlar ile birlikte cevher ve kömürün oksidasyonu sonucu ocak havasına karışan gazlar ve oluşan tozlar nedeniyle kirlenmektedir (ÇSGB, 2009). Çalışanlar, kurulan havalandırma sistemleri yeterli olmadığında ve herhangi bir nedenle (yangın, göçük, arıza vb.) görevini yerine getiremezse ortam gazlarına, toza, yüksek ısıya maruz kalacağı gibi oksijensiz ortam nedeniyle boğulma riskiyle karşı karşıya gelecektir. Ortamdaki oksijenin azalması, zararlı

gazların ocak havasındaki konsantrasyonlarının artmasına sebep olurken, hava akımının azalmasına ısının artmasına ve ortam tozlarının solunuma karışmasına sebep olacaktır. Meslek hastalıkları açısından bakıldığında silikozis gibi toz hastalıklarının yanı sıra çeşitli astım hastalıklarının oluşmasında ortam gaz ve buharlarının da etkisi büyüktür (Çımrın, 2000). Bu gibi yetersiz havalandırmalarda veya acil durumlarda solunum koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır (ÇSGB, 2015).

3.2. Ocak Tozları ve Solunum Koruyucu Gereksinimi

Toz, genel anlamda kayaç ve cevherin mekanik işlemler sonucunda küçük parçalara ayrılması ile oluşmuş, çapı 1 mm'den küçük, hava içinde asılı kalabilen veya zamanla çöken parçacıklardır. Madencilikte hazırlık, üretim, doldurma, boşaltma, kırma, eleme ve nakliye çalışmaları sırasında cevher ve yantaşın özelliklerine ilişkin toz oluşmaktadır. Yer altı ocaklarında tozun büyük bir kısmı, madenlerin mekanik işlemler sonucu küçük parçacıklar haline dönüşmesiyle, çok az bir kısmı ise madenin havalandırılması sırasında tozun ocak içerisine taşınması ile oluşur. Oluşan tozlar, sağlığa zararlı (taş ve kömür tozu) veya patlayıcı (özellikle kömür tozu) olabilir (ÇSGB, 2015).

Ocak tozlarının en önemli etkisi meslek hastalıklarına yakalanma riskini arttırmasıdır. Akciğerde toz birikiminin genel adına pnömokonyoz denilmektedir. Pnömokonyozlar mesleki akciğer hastalıklarının çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Akciğerlerde biriken toz herhangi bir doku reaksiyonuna yol açmıyor, maruziyet sonlandıktan sonra belli bir zaman periyodunda tam veya tama yakın bir düzelme oluyorsa bu tip pnömokonyozlara benign pnömokonyoz denir ki bilinen en iyi örneği kaynakçılarda görülen siderosis'dir.

Akciğerlerde biriken toz doku reaksiyonuna yol açarak sonu progressif masif fibrosisle bitecek fibrotik bir gelişmeye neden oluyor ise buna da kollajenöz pnömokonyozlar denir (Akkurt, 2015). Kömür ve silis tozları haricinde bazı cevher tozları da solunum sisteminde kalıcı hasara neden olurlar. Genel olarak silikoz, siliko-tüberkiloz ve bu iki hastalığın bir arada görüldüğü ağır durumlara yol açmaktadırlar (ÇSGB, 2009). Fibrojenik tozlar olarak adlandırılan bu tozların haricinde kanserojen tozlar; organları, dokuyu vb., zehirleyen zehirli tozlar, radyoaktif tozlar ve havada süspansiyon halindeyken yanabilen patlayıcı tozlar ocak havasında bulunan insan sağlığına zararlı tozlardandır (ÇSGB, 2015).

Ocak havasında bulunan maddelerin partiküllerin boyutu 100 mikron'dan küçük ise toz olarak adlandırılmaktadırlar. 5 mikron'dan küçük parçacıklar solunum yoluyla ciğerlere ve daha küçük yapıdaki alveollere kadar girebilmektedirler. 0,5 mikron'dan küçük parçacıklar soluk alırken ciğerlere girmekle birlikte soluk verme

ile geri dışarı atılırlar. Bu boyuttaki parçacıklar direkt kana karıştıklarından partikülün kimyasal özelliği oldukça önem kazanmaktadır. Benzer şekilde partikülün lifli yapıya sahip olup olmadığına da dikkat edilmektedir. Lifsel yapıya sahip, başka bir deyişle tanecik boyu çapından üç kat fazla olan minerallerle yapılan çalışmalar, asbestoz gibi ayrıca bir tehlike olarak ortaya çıkmaktadırlar (Sezginer, 2015; ÇSGB, 2009; Akgün, 2015; Aydoğan ve Tuncay, 2007; Evyapan, 2015; Akkurt, 2015). Sözü edilen tehlikeler karşısında kişisel solunum koruyucu ekipmanların önemi anlaşılmaktadır.

4. KİŞİSEL SOLUNUM KORUYUCU DONANIMLAR

4.1. Solunum Koruyucu Çeşitleri

Tüm sektörlerde olduğu gibi madencilik sektöründe kullanılacak kişisel koruyucu donanımların kullanımı ve özellikleri çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığı tarafından resmi gazetede yayınlanan ilgili yönetmelikler ile belirlenmiştir (Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği, 2006 ve Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik, 2013). Bu kapsamda piyasada bulunan tüm KKD'ler CE işaretli olmak zorundadır. CE işareti taşıyan ürün azami güvenlik şartlarını taşımaktadır. Dolayısıyla, seçilecek solunum koruyucuların bu işareti taşıması gerekmektedir. Solunum koruyucu donanımlar temelde ikiye ayrılmaktadır.

Birinci grup solunum koruyucuları, çalışanın ortam havasını soluduğu donanımlardır. Bu donanımlarda, ortam havasında bulunan tehlikeli partiküller ve çeşitli gaz ve buharları filtre eden cihazlar bulunmaktadır (ÇSGB, 2009; 2015). İster açık ister yeraltı işletmesi olsun ortamda toz bulunma olasılığı yüksektir. Bu gibi durumlarda ortam tozlarının çoğu yarım yüz maskeleri ile filtrelenebilmektedir (Şekil 1).

Ortam havasında toz, sis, duman, organik buhar veya asit gazlarının bileşimleri gibi hava kirleticileri bulunuyorsa, akciğer hasarına ve geri dönüşümü olmayan meslek hastalıklarına sebep olabilmektedir. Bu gibi durumlarda ise iki tarafında kartuş bulunan maskeler kullanılmalı, bu maskeler ortam havasındaki zararlı maddeye uygun kartuş kullanımına izin vermelidir (Şekil 2) (Sezginer, 2015).



Şekil 1. Yarım yüz toz maskesi



Şekil 2. Kartuşlu filtreli maske ve filtreler

İkinci grup solunum koruyucular ortam havasından bağımsız cihazlardır. Bunlar temiz hava beslemeli maskeler ve oksijen maskeleridir. Ocak yangınlarında ortaya çıkan dumandan veya çalışma ortamındaki oksijen seviyesinin düşmesi halinde kullanıldığı gibi ihtiyaç duyulan kapalı ortam çalışmalarında bu tip maskelerden faydalanılmaktadır (Şekil 3). Özellikle, dikkat edilmesi gereken husus, bu tip solunum koruyucuların çalışanı zorlayabileceğidir. Bu cihazların kullanımı sırasında bir miktar solunum direnci oluşmaktadır. Çalışanların tıbbi olarak muayeneden geçirilmesinin ardından sakınca görülmediği takdirde bu tip solunum cihazlarının kullanımı uygun olmaktadır.



Şekil 3. Hava beslemeli solunum koruyucu

KKD piyasasına baktığımızda madencilikte kullanılabilecek solunum koruyucuları aşağıda özetlenmiştir (Sezginer, 2015).

- Solunum koruyucu maskeler, sadece partiküllere karşı koruma sağlayanlar ile gaz/partikül karışımı havalarda kullanılabilen valfli yarım yüz maskeleri olarak bulunmaktadır. Bunlar tek kullanımlı veya tekrar kullanılabilen maskeler olarak çeşitlidir.

- Güçlendirilmiş solunum cihazları, kask ve başlıkla kullanılanlar ile tam yüz, yarım yüz ve çeyrek yüz maskeleri ile birlikte güç destekli filtre cihazlarıdır.

- Hava beslemeli yalıtımlı cihazlar, sürekli akışlı basınçlı hava hatlı aparatı bulunan cihazlardır.

- Kendi kendine yeten solunum cihazları, açık devreli sıkıştırılmış hava solunum cihazları ile kapalı devre solunum cihazları olarak bulunabilmektedir.

- Kaçış cihazları olarak kullanılan, tam yüz maskesi veya ağızlık tertibatı olan, kendi kendine yeten, açık ve kapalı devre solunum cihazları bulunmaktadır. Yangın veya diğer acil durumlarda kullanılan bu cihazların kullanım yerine göre pek çok çeşidi bulunmaktadır.

4.2. Madenlerde Solunum Koruyucu Kullanımında Temel İlkeler

Solunum koruyucu ekipman ve bu ekipmanların özellikleri dikkatlice seçilmelidir. Yeraltı işletmelerinde ve kapalı ortam madencilik çalışmalarında (kuyu, tank ve her türlü kapalı ortam) ilk bakılması gereken parametre ortamın oksijen seviyesidir.

Ortam havasındaki oksijen oranı %19,5'den az ise filtre edilen sistemler değil, temiz hava beslemeli sistemler kullanılmalıdır (Sezginer, 2015). Ortamdaki oksijen seviyesinden sonra ortam havasındaki zararlı maddelerin varlığı ve miktarları değerlendirilmelidir. Zararlı gazların varlığı söz konusu ise uygun kartuşlu filtreli maskeler kullanılmalıdır. Bunlar tekrar kullanılabilir solunum koruyucu donanımlardır, tam ve yarım yüz maskeleri şeklinde piyasada bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Kartuşlu filtreli tam ve yarım yüz maskeleri

Bu tip solunum koruyucuların filtre seçimi oldukça önemlidir. Filtre seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken ortam havasının içeriğidir. Ortam havasında zararlı gazlar ve buharlar bulunabildiği gibi hem zararlı gaz/buharlar hem de zararlı tozlar bulunabilmektedir. Hem gaz hem de toz bulunan bu tip ortamlarda partikül/gaz kombinasyonlu filtreli solunum koruyucular kullanılmalıdır.

Ortam havasındaki zehirli gaz ve buharların öncelikle cinsi belirlenmelidir. Daha sonra bu kirleticilerin ortamdaki konsantrasyonu ölçülmelidir. Mevcut konsantrasyonda yeterli oksijen ortam havasında bulunuyorsa filtreli solunum koruyucular kullanılabilir. Aksi halde hava beslemeli sistemler düşünülmelidir. Tüm bunlar göz önüne alındığında gaz filtreleri, zehirli gaz veya buhara, zararlı maddenin yapısına ve miktarına uygun olarak seçilmeli ve ortamdaki partikül varlığında toz filtreleri ile kombine edilmelidir.

Ortamda oksijen seviyesi yeterli, zehirli gaz ve buhar konsantrasyonu bulunmadığında partikül filtreli solunum koruyucular kullanılmalıdır. Partikül filtre seçiminde önce partikül kirleticilerin ve ortamın çeşitli özellikleri incelenmelidir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır (Sezginer, 2015).

- Kirleticinin fiziksel, biyolojik ve kimyasal özellikleri
- Partikülün şekli ve boyutu
- Havadaki konsantrasyon ve açığa çıkma zamanı
- Çalışma hızı

Kirleticinin fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapısı hangi tür partikül filtresi seçilmesi gerektiğinin belirlenmesi için gereklidir. Partikülün şeklinin lifsi, iğnemi veya küresel olması ve tane boyutu filtre gözenekliliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Partiküllere karşı kullanılan maskeler üç tiptir (TS EN 149+A1, 2010). Yapılması gereken maruz kalma seviyesinin belirlenmesidir. Bunun için maruz kalma limiti (ölçü birimi mikron) ve ortamdaki madde konsantrasyonu belirlenmelidir. Çalışma hızı ise solunum sayısını ve dolayısıyla maruz kalınan kirli hava miktarını arttırdığından oldukça önemli bir başka kriterdir. Ağır işlerde solunum sayısı ve hızı arttıkça maruz kalma seviyesi değişmektedir. 2010 tarihli TS EN 149+A1 standardına göre ortam konsantrasyonundaki zararlı partikül miktarı, maruz kalma seviyesi ile koruyucu seviyelerin katsayıları çarpımından küçük ise o seviyedeki solunum koruyucusu uygundur denmektedir.

Solunum koruyucularının kullanımında dikkat edilmesi gerekenler şu şekilde sıralanabilir (ÇSGB, 2015)

- Ortamdaki kirleticilerin belirlenmesi ve uygun maske seçimi
- Kirleticilerin özelliklerine göre maskede kullanılacak filtre seçimi
- Filtrelerin sürekli kontrol edilmesi ve zamanında değiştirilmesi
- Maskede kaçak olup olmadığının kontrol edilmesi
- Kullanım ve bakım konusunda çalışanların eğitimi
- Maskenin kullanım kılavuzuna uygun bakım ve temizliğinin yapılması
- Maskenin yüze tam olarak oturtulması gerekmektedir.

5. SONUÇ

Son yıllarda solunum ile ilgili meslek hastalığı tanısı konulan çalışan sayılarında belirgin bir yükseliş olduğu gözlenmiştir. Bu durum solunum koruyucu ekipmanların kullanılmasının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. KKD seçiminde, ortamda bulunan zararlı maddenin özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Öncelikle, zararlı maddenin kimyasal içeriği ve ortamdaki konsantrasyonunun

tespiti önerilmektedir. Partikül boyutu ve şekli analiz edildikten sonra ne çeşit KKD kullanılması gerektiğine karar verilmelidir. Uygun olmayan KKD doğru korumayı sağlamadığı gibi, KKD'nin doğru kullanılmaması da çalışanın göreceği zararları arttırmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akgün, M., Silikozis. *İlk Söz*, 34. http://www.klinikgelisim.org.tr/kg_23_4/7.pdf
Erişim tarihi: 03.08.2015.
- Akkurt, İ. *Mesleki Akciğer Hastalıkları*,
http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/kisokulu3-ppt-pdf/ibrahim_Akkurt.pdf Erişim tarihi: 22.07.2015.
- Aydoğan, S., ve Tuncay, A., 2007. *Taş ve Kağıt İşçiliğinde Çalışanlar ile Büro Çalışanlarında Akciğer Fonksiyonlarının Karşılaştırılması*, Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences), 16(2) 103-108.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2009, *Maden Sektörü İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi* (İş Teftiş Sisteminin Geliştirilmesi Projesi), Ankara
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2015. *Yeraltı Ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*, Sayı: 43 <http://www.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/ipm/isg11> Erişim tarihi: 15.06.2015.
- Çımrın, A. H., 2000. *Meslek astımı-Türkiye gerçeği*. Toraks Dergisi, 1, 87-89.
- Evyapan, F. F. *Mesleksel Akciğer Hastalıkları*,
http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/kisokulu4-ppt-pdf/Fatma_Fisekci_Evyapan.pdf Erişim tarihi: 01.08.2015.
- Resmi Gazete, 2006. *Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği*,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/11/20061129-9.htm> Erişim tarihi: 09.04.2015.
- Resmi Gazete, 2013. *Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik*,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/11/20061129-9.htm> Erişim tarihi: 09.04.2015.
- Sezginer, S., 2015. *Kişisel Koruyucu Donanımların Doğru Seçimi, Doğru Kullanılması ve Kişisel Koruyucu Malzemelerin Taşınması Gereken Özellikleri*, Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt: 55, Sayı, 655 http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e0720fe4623c306_ek.pdf?dergi=1467 Erişim tarihi: 19.06.2015.

SGK İstatistik Yıllığı, 2010, www.sgk.gov.tr, Erişim tarihi: 19.05.2015

SGK İstatistik Yıllığı, 2011, www.sgk.gov.tr, Erişim tarihi: 19.05.2015

SGK İstatistik Yıllığı, 2012, www.sgk.gov.tr, Erişim tarihi: 19.05.2015

SGK İstatistik Yıllığı, 2013, www.sgk.gov.tr, Erişim tarihi: 19.05.2015

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı *İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü*, *Madenlerde İSG Serisi – 4, Madencilik Sektöründe Kişisel Koruyucu Donanımlar*

<http://www.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/yayinlar/brosur/brosur12> Erişim tarihi: 15.06.2015.

Yıldızgören, M. T., Baki, A. E., Ekiz, T., Eroğlu, P. K., Tutkun, E., ve Yılmaz, H., 2015. *Dört Farklı Meslek Grubunda Kemik Mineral Yoğunluğunun Değerlendirilmesi*, Türk Osteoporoz Dergisi, 21: 19-22.

Madencilik Sektöründe Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımların Ergonomik Açıdan Değerlendirilmesi

Ergonomic Evaluation of Personal Protective Equipment in Mining Industry

M. K. Özfırat, S. Şen, B. Kahraman, B. Tufan

Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

P. M. Özfırat

Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Manisa

ÖZET Kişisel koruyucu donanımlar (KKD) iş güvenliğinde tüm önlemlerden sonra alınması gerekli son önlem olduğu için kullanılması gerekliliği çok önemlidir. Teknik önlemlerde tehlike kaynağında ve ortamda alınan önlemlerden sonra en son kişide kontrol olarak kullanılırlar. Kişisel koruyucu donanımların bir takım özelliklere sahip olması gereklidir. Bunlardan en önemlisi insan vücuduna tam uygun şekilde yapılmış olmalarıdır. Böylece olası bir kaza anında tam görev yapması sağlanarak daha büyük sonuçlardan işçinin korunması sağlanacaktır. CE belgesi olması ve ergonomik olmaları bu anlamda çok önemlidir. Kişisel koruyucu donanımların teknik özelliklerinin kullanacak personel tarafından bilinmesi doğru kullanım ve tehlike kaynaklarından korunmak için gereklidir. Bu anlamda madenlerde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar anlatılarak, özellikleri ve ergonomik açıdan değerlendirmeleri yapılmıştır.

ABSTRACT Since personal protectors are the final precautions prior to all other precautions in occupational safety, it is quite significant to be put in use. They are used as control of personnel after precautions at the hazard source and the working environment. Personal protectors must have certain properties. The most important characteristic is that they should fit the human body. By this way, in case of an accident the operator may be protected from the results of the accident more effectively. It is important that the personal protectors are ergonomic and have CE approval. Also, technical properties of personal protectors must be explained to the operators so that they can use protectors properly. In this manner, personal protectors used in mining industry are explained and evaluated in terms of ergonomic principles.

1. GİRİŞ

Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD) madenlerde çalışanları çeşitli tehlikelerden korumak üzere ergonomik olarak tasarlanmış kişisel koruyucu donanımlardır. Kişisel koruyucu donanımlar 02.07.2013'te yayımlanan kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkındaki yönetmeliğin Madde 4 (b) şikkında 29/11/2006 tarihli ve 26361 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği" esas alınmak üzere (KKD Yönetmeliği, 2013);

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) :

1) Çalışanı, yürütülen işten kaynaklanan, sağlık ve güvenliği etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan, çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan, bu amaca uygun olarak tasarımı yapılmış tüm alet, araç, gereç ve cihazları,

2) Kişiyi bir veya birden fazla riske karşı korumak amacıyla üretici tarafından bir bütün haline getirilmiş cihaz, alet veya malzemeden oluşmuş donanımı,

3) Belirli bir faaliyette bulunmak için korunma amacı olmaksızın taşınan veya giyilen donanımla birlikte kullanılan, ayrılabilir veya ayrılamaz nitelikteki koruyucu cihaz, alet veya malzemeyi,

4) Kişisel koruyucu donanımın rahat ve işlevsel bir şekilde çalışması için gerekli olan ve sadece bu tür donanımlarla kullanılan değiştirilebilir parçaları şeklinde tanımlanmıştır.

KKD tehlike kontrol sıralamalarında en son alınacak önlemler arasında yer alır. Daha önce alınması gerekli önlemler yönetsel önlemler, mühendislik önlemleri ve en son olarak KKD ile oluşabilecek tehlikelere karşı önlemler alınır.



Şekil 1. Tehlike önleme sıralaması (Trbojevic, 2008)

2. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR (KKD)

Kişisel Koruyucu Donanımların (KKD) etkin kullanımı için iş yerindeki tehlike türlerinin belirlenmesi, bu ihtiyaca uygun kişisel koruyucuların doğru seçimi, kullanıcıların ergonomik açıdan rahat kullanımının sağlanması, etkin kullanım için eğitim verilmesi ve bakım, kontrol ile denetim gibi çalışmalarını gerektiren bir konudur. İşyerlerinde kişisel koruyucu donanımların seçimine ve satın alınmasına karar verilirken etkili olan en önemli unsur, standartlara uygun olup olmadığının bilinmesidir. Yaşamımız içinde her geçen gün daha fazla yer almaya başlayan standartlar, tüm dünya ülkelerinin üzerinde büyük bir titizlikle durduğu vazgeçilmez bir konuma getirilmiştir. Madenlerde yer altı, yerüstü ve cevher hazırlama tesislerinde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Madenlerde kullanılan başlıca kişisel koruyucu donanımlar; a) çizme b) iş elbisesi c) baret d) koruyucu gözlük e) toz maskesi f) kulaklık-kulak tıkacı g) ferdi karbon monoksit gaz maskesi

Kişisel Koruyucu Donanımlarda TS-EN kodları ve CE uygulamasına yönelik yönetmelikler yayımlanmıştır; bu yönetmelikler ve söz konusu direktiflere göre KKD'ler, üç grup içinde incelenmektedir. Bu sınıflamada KKD'lerin hangi riske karşı koruma sağladığı önem taşımaktadır. Çünkü KKD'ler, koruma sağladığı riskin özelliğine göre kategorize edilirler. Kategorizasyon, CE işaretlemesi yapılırken doğru uygunluk değerlendirme yönteminin seçiminde önemli bir kriterdir (Sezginer, 2014).

Kategori 0: KKD yönetmeliği kapsamına girmeyen KKD'lerdir.

Kategori 1 (Minör Riskler): Kullanıcının kendisinin değerlendirebileceği kabul edilen, tedrici olarak ortaya çıkan ve zamanında fark edilebilir derecede düşük düzeydeki risklere karşı koruma sağlayan basit yapıdaki KKD'lerdir.

Kategori 2 (Orta Riskler): Kategori 1 ve kategori 3'ün dışında kalan tüm KKD'ler, kategori 2 olarak sınıflandırılır; özellikle yaralanmalarda onaylanmış kurumların bunları sertifikalandırmasına ihtiyaç duyulur.

Kategori 3: Ani olarak ortaya çıkan tehlikeler karşısında kullanıcının zamanında fark edemeyeceği düşüncesinden hareketle, tasarımcı tarafından üretilen, hayati tehlike oluşturan, sağlığa ciddi şekilde, geriye dönüşü olmayan derecede zarar veren risklere karşı koruma sağlayan karmaşık yapıdaki kişisel koruyucu donanımlardır. Geri dönüşü olmayan (toksik ya da yüksek yoğunluklu kimyasal içeren) riskler sertifikalandırılmalı ve bu sertifikalarda onaylanmış kurumun kimlik numarası yer almalıdır. Kategori 3 içinde sayılan kişisel koruyucular, çalışanları ortam riskleri ve tehlikelerine, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı korumak üzere çalışanlara işveren tarafından verilmesi zorunlu olan malzemelerdir.

KKD işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmeliğin Madde 6 –(1) Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanımı ile ilgili olan hususlar ile ilgili olarak;

- Kendisi ek risk oluşturmadan ilgili riski önlemeye uygun olur.
- İşyerinde var olan koşullara uygun olur.
- Kullananın ergonomik gereksinimlerine ve sağlık durumuna uygun olur.
- Gerekli ayarlamalar yapıldığında kullanana tam uyar.
- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği kapsamına giren ürünlerde uygun şekilde CE işareti ve Türkçe kullanım kılavuzu bulundurulur.

2.1. KKD'lerde EN ve CE'nin Önemi

EN, Avrupa için standartlar oluşturan Avrupa Standartları Komitesi'dir (European Committee for Standardization/CEN). Bu komite, EFTA üyesi ülkelerin(Avusturya, Finlandiya, İzlanda, Norveç, İsveç ve İsviçre) ve her AB ülkesinin ulusal standart enstitüleri ve ayrıca önde gelen Kişisel Koruyucu Donanım üreticileri temsilcilerinden oluşmuştur.

Söz konusu standartlar; Avrupa Standartları Komitesi tarafından geliştirilir ve her üye ülkedeki sağlık ve güvenlik yönetimi tarafından kontrol edilir. Bazı standartlar (prENs), taslak halindedir; fakat bunlar, tüm üye ülkeler tarafından onaylandıktan sonra “pr” ön eki kaldırılarak bağlayıcı Avrupa normu durumuna getirilir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından kişisel koruyucu donanımlarla ilgili uyumlaştırılmış standartlara dair tebliğ, 17.01.2002 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan, ürünlerin piyasa gözetimi ve denetimine dair yönetmeliğin 5. maddesi ile 09.02.2004 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği”nin 6. maddesine göre uyumlaştırılmış standartlar, Türk Standartları olarak kabul edilip yayımlanmıştır. KKD yönetmeliği, kişisel koruyucu donanımların CE belgelendirme işlemlerinin yapılabilmesi için hangi kategoriye dâhil olduklarını belirlemektir. Bu yönetmelik, 09.02.2005 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

CE, uygunluk işareti, üreticinin ilgili teknik düzenlemeden kaynaklanan bütün yükümlülüklerini yerine getirdiğini ve ürünün ilgili tüm uygunluk değerlendirme işlemlerine tabi tutulduğunu gösteren bir işarettir. CE işareti, ürünün mevzuata uygunluğunu göstermek için kullanılır. Ürün üzerinde, üretici veya temsilcisinin ismi, onaylanmış kuruluş numarası, ürünün adı, yönetmelikte tanımlanan beden ölçüsü olmalıdır. KKD’nin kendisi veya ambalajı üzerinde CE işareti olmayan, hangi riske karşı nerede, nasıl kullanıldığına ilişkin bilgi bulunmayan kategori 3 (yüksek riskli işlere yönelik KKD) olduğu halde, onaylanmış kuruluş numarası ya da standart numarası olmayan ürünlerin güvensiz ürün olma ihtimali yüksektir. Böyle bir ürünle karşılaşılması halinde, iletişim bilgilerinden yetkili makama ulaşarak ürünün tamamlayıcı bilgilerinin alınması suretiyle ürün ihbar edilmelidir.

3. ERGONOMİ

Küreselleşme süreciyle birlikte teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler, teknolojik yoğun sanayi kullanımını arttırmaktadır. Bu durum, günümüzde iş hayatında makine-insan ilişkisinin ivme kazanmasına katkı sağlamaktadır. Üretimin en önemli unsurlarından olan makine-insan ilişkilerindeki bu süratli gelişme, iki unsur arasındaki ilişkiyi düzenleme gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. İşte insan, makine ve çevre arasındaki ilişkiyi optimize etme çalışmaları sonucu ergonomi bilimi doğmuştur.

Ergonomi, çalışanların biyolojik, psikolojik özelliklerini ve kapasitelerini göz önünde bulundurarak, insan-makine-çevre uyumunun tabii ve teknolojik yasalarını ortaya koyan çok disiplinli bir bilim dalıdır (Güler, 1997). Ergonominin disiplinler arası özelliğinden dolayı kapsadığı alanların her geçen gün artması, diğer bilim dallarına göre yeni bir bilim dalı olması ve uygulamalarının heyecan verici sonuçlar yaratması, üzerinde her geçen gün yeni tanımlamalar yapılmasına neden olmaktadır. Yunanca “Ergon=iş, çalışma” ve “Nomos=yasa” anlamına gelen sözcüklerin birleştirilmesiyle elde edilen ergonomi sözcüğü, insanın anatomik özelliklerini, antropometrik ölçülerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını göz önüne alarak; işyeri yerleşimi ve ortam değişkenlerinin etkisi ile oluşan, organik ve psikolojik reaksiyonlara göre, insan-makine-ortam uyumunun temel kuramlarını araştıran bir bilim disiplinini ifade etmektedir (Kaya, 2008).

Ergonominin Hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Ergonominin ana hedefi; özellikle çalışma hayatının kalitesini arttırmaktır. Bu hem fiziksel hem de psikolojik şartlara bağlıdır.

Ergonominin öncelikli hedeflerini aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- İnsancılık ve Ekonomiklik: Amaçlar göz önünde bulundurularak insana ait özelliklerin, bilgilerin, yeteneklerin ve becerilerin bilinmesi ve bunlara ait alt ve üst sınırların belirlenmesi, insana yararlı bir iş düzenlemesinin en önemli değerlendirmeye ölçütleridir.

- Sağlıkın Korunması: Geniş anlamıyla çalışma koşullarından ileri gelen hastalıkların önlenmesi veya azaltılması anlamındadır.

- İşin Sosyal Uygunluğu: İşin sosyal açıdan insana uygunluğu, insanın yaşamını toplumsal normlar içinde sürdürebileceği ortamın sağlanması ve bireyler arası ilişkilerin özendirilmesi anlamını taşır.

- Teknik Ekonomiklik: İnsan-makine sisteminin fonksiyonel açıdan doğru biçimde düzenlenmesi, bu tür sistemlerin performanslarının sürekliliğinin sağlanması ve insanların sistem içinde ekonomik açıdan en doğru biçimde görevlendirilmesi anlamını taşır (Yiğit, 2012).

4. ERGONOMİK AÇIDAN KKD'LERİN İNCELENMESİ

Kişisel koruyucu donanımların kullanımları esnasında rahatsızlık vermemeleri gereklidir. Bu nedenle kişisel kuyucu donanımlarda ergonomik tasarımlar kullanımı oldukça kolaylaştırarak kişiye kullanım konforu sağlar. Şekil 3'te verilen barete konulan ayarlama düğmesi ile kullanıcı başına baretini tam istediği sıklıkta ayarlayabilmektedir. Böylece yüksekte düşmelerde düşme esnasında baretin kolay çıkması önlenmiş olmaktadır.



Şekil 3. Ergonomik tasarım (OSHA, 2008)

Şekil 4'te ise gözlükte yapılan ek tasarımlar ile kullanıcının kullanım kolaylık, konfor ve temizliği artırılmıştır. Gözlük kenar ve üst kısımlar kapatılarak tozlu alanlarda çalışmalarda toz taneciklerinin göze gözlük kenar ve üst kısımlarından ulaşması engellenmiştir.



Şekil 4. Gözlükte ergonomik eklentiler (OSHA, 2008)

Şekil 5'te ise metal kesme işinde kullanılacak bir barette olması gereken ek ergonomik tasarımlar görülmektedir. Çalışan kişiyi kıvılcımlardan koruyacak yüz koruyucu ve gürültüye karşı kulaklık baret üzerine eklenerek çalışma konforu artırılmıştır.



Şekil 5. Metal kesme işi için tasarlanmış bir baret örneği (OSHA, 2008)

Şekil 6'da ise dizler için tasarlanan diz destekleyicinin takılması ile çalışan işçinin ergonomik çalışma şekli sağlanmaktadır. Dizlik, dizin çok kıvrılarak dize gelmesi muhtemel ek basınçları önlemektedir. Ayrıca dizin yere konması sırasında da dizde ek yüklerin oluşacağı ortadadır.



ÖNCE



SONRA

Şekil 6. Çalışmalarda dizlik tasarımı (OSHA, 2008)

5. SONUÇ

Kişisel koruyucu donanımların ergonomik açıdan işçinin kullanımına uygun, yapılan işin özelliğine uygun olması çok önemlidir. Kaza sırasında kişisel koruyucunun işçinin üzerinden düşmesi veya gerekli kaliteyi içermemesi durumunda hiçbir koruyucu etkisi kalmayacaktır. Kişisel koruyucu donanımların CE işareti taşıması EN standartlarına uygun olarak yapılması kalitesi, güvenilirliği açısından oldukça önemlidir. Ayrıca kişisel koruyucu donanımların periyodik kontrollerinin yapılması ve ömürlerini tamamlamış olanların bertaraf edilmesi göz ardı edilmemesi gereken diğer bir husustur.

KAYNAKLAR

- Güler, Ç., 1997. *Ergonomiye Giriş*, Çevre sağlığı temel kaynak dizisi no:45, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- Kaya, S., 2008. *Ergonomi ve Çalışanların Verimliliği Üzerine Etkileri*, Ar&Ge Bülten, Ağustos-Kurumsal, İzmir Ticaret Odası.
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 02.07.2013 Resmi Gazete Sayısı: 28695.

- OSHA, 2008. *Guidelines for Shipyards, Ergonomics for the Prevention of Musculoskeletal Disorders United States*. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration, 3341-03N.
- Sezginer, S., 2014. *Kişisel Koruyucu Donanımların Doğru Seçimi, Doğru Kullanılması ve Kişisel Koruyucu Malzemelerin Taşınması*, Mühendis ve Makine, 55, 655.
- Trbojevic, V. M., 2008. *Optimising Hazard Management by Workforce Engagement and Supervision*, Health and Safety Executive, Research Report RR637.
- Yiğit, A., 2012. *İş güvenliği*, Alfa Akademi Lts. Şti., s. 291, Bursa.

Madencilik Çalışmalarında Oluşan Titreşimin Makine ve İnsan Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi

Evaluation of Vibration Effects Caused by the Mining Activities on Machine and Human Health

A. E. Arıtan, M. Tümer

Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

ÖZET Bu çalışmada; titreşimin, maruziyet süresi ve titreşimin frekansına bağlı olarak, el-kol ve tüm vücut titreşimine maruz kalan maden işçilerinin sağlığına zararlı etkileri araştırılmıştır. Birçok rahatsızlığa sebep olan titreşimi meydana getiren makine ve ekipmanlarda ise titreşimin ana kaynağı olan parçanın tespitinden sonra önlenmesi için izlenecek adımlardan bahsedilmiştir. Makine ve ekipmanda titreşimin oluşmaması için önlemler alınmasına rağmen titreşim devam ettiği takdirde işçiler için koruyucu işlemler hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca, ölçümlerin yapılmasında uyulması gereken kurallar ve ölçümlerde kullanılması gereken standartlar hakkında bilgi verilmiştir.

ABSTRACT In this study the unhealthy effects for mine workers exposed to hand-arm vibrations as well as whole body vibrations were analysed based upon exposure time and vibration frequency. After the detection of the part which is the main source for those vibrations in machines and equipment, and as such causes lots of discomfort, the further steps to be taken to avoid them are mentioned. In the case that those vibrations still continue despite precautionary measures taken to avoid the emergence of such vibrations in machines and equipment, information is given about how the workers should be protected. Of course, the study contains also detailed information about the rules to be followed and the standards to be applied during the measuring process.

1. TİTREŞİM

1.1. El-Kol Titreşimi

İnsanda el-kol sistemine aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşimi ifade eder. Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s^2 , sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: $2,5 \text{ m/s}^2$ (ÇSGB, 2013). El kol vibrasyonuna maruziyet esnasında hasar ile ilişkili değişkenler:

- Vibrasyonun karakteristikleri
- Araçlar veya işlemler
- Maruziyet koşulları
- Çevresel şartlar
- Kişisel karakteristiklerdir.

Vibrasyonun geçişi hem vibrasyonun fiziksel karakterine hem de elin dinamik cevabına bağlıdır. Genel olarak yüksek vibrasyon seviyelerinde sıkı el kavramaları olduğu zaman daha büyük özdirenç ile sonuçlanabilmektedir. Bununla birlikte özdirençlerdeki değişim hem kişiler arasında hem de kişinin kendisinde değişebildiği gibi vibrasyon uyarılarının yönü ve frekansına büyük ölçüde bağlı olduğu bulunmuştur. Çeşitli çalışmalarda el kol parmak sistemi için rezonans bölgesi 80 ile 300 Hz arasında olduğu belirtilmiştir (İşsever ve Sabuncu, 1998).

1.2. Tüm Vücut Titreşimi

Vücudun tümüne aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşimi ifade eder. Yönetmeliğe göre; sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: $1,15 \text{ m/s}^2$, sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: $0,5 \text{ m/s}^2$ dir. İnsan vücudunda baş 20–30 Hz aralığında daha duyarlıyken, bacakları 2–20 Hz aralığında daha duyarlıdır (ÇSGB, 2013).

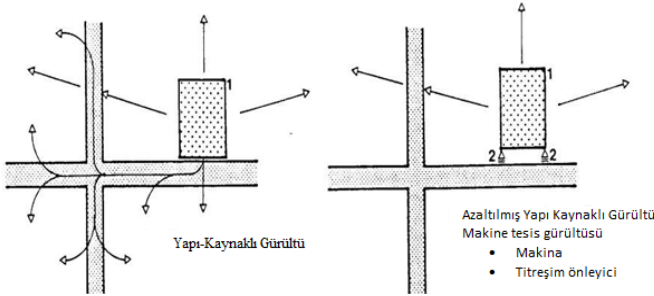
Vücudun mekanik özdirenci her bir frekansta vücudun hareket etmesi için gerekli olan gücü gösterir. Her ne kadar bu özdirenç vücudun kütlesine bağlı olmasına rağmen vücudun dikey özdirenci yaklaşık olarak 5 Hz de rezonans gösterir. Vücudun mekanik özdirenci, bu rezonans da dahil olmak üzere, oturma yerinden iletilen vibrasyonun özelliğine göre büyük etkiye sahiptir (İşsever ve Sabuncu, 1998).

2. MAKİNALARDA OLUŞAN TİTREŞİM

Birçok makine parçası periyodik hareket yapacak şekilde tasarlanır. Bu hareket sırasında makinelerin çeşitli elemanlarına zamana göre değişen kuvvet ve momentler uygulanır. Bunun sonucu titreşimler ortaya çıkar. Titreşimlerin ve bunlarla birlikte gelen kuvvet ve moment değişikliklerinin tasarımlarda dikkate alınması gereklidir. Zira makinelerde titreşimler, statik kuvvetlerin ötesinde zamana göre değişen kuvvetlere sebep olur. Bu kuvvetlerin genliklerinin büyük olması ise bazı parçaların mukavemet sınırlarının ötesinde yüklenmesine ve kalıcı deformasyonlara sebep olabilir.

Makinelerde titreşim olması genelde arzu edilmez. Çünkü titreşimler sırasında makine parçalarına uygulanan kuvvet gürültü, yüksek gerilmeler, aşınma, malzeme yorulması gibi istenmeyen davranışlara sebep olur. Ancak titreşimden yararlanan bazı makineler de vardır.

Maden makineleri sadece statik yüklere göre değil, çalışmalarında karşılaşılabilecekleri titreşimler dikkate alınarak dinamik yüklere göre tasarlanırlar. Ancak bir makine tasarlanıp imal edildikten sonra da beklenmedik titreşimler ortaya çıkabilir. Bu durumda, titreşimlerin ortadan kaldırılması için gerekli değişikliklerin yapılması ve önlemlerin alınması gerekir (Aktürk, 1993).



Şekil 1. Yapı kaynaklı gürültü

2.1. Titreşim/Darbe Denetim Sistemleri

Titreşim/Darbe denetim sistemleri iki başlık altında ele alınabilir;

- Titreşimlerin strüktüre geçişini azaltmak (titreşim yalıtım sistemleri),
- Kaynaktan yayılan titreşimlerin genliğini azaltmak (titreşim sönümleme sistemleri) (Anonim 1).

2.1.1. Titreşim yalıtım sistemleri

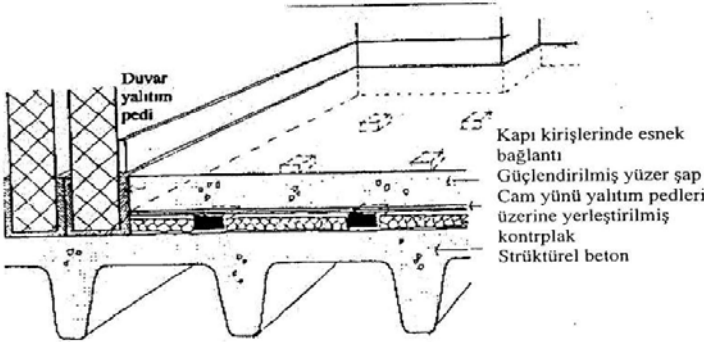
Titreşimin strüktüre geçişini azaltma; titreşim kaynağı ile yayıcı yüzey arasındaki geçiş yolunun değiştirilmesiyle sağlanır. Bu değişiklik; titreşimin geçişini azaltan esnek gereç uygulaması, strüktürde devamsızlık oluşturulması, yüzer döşeme uygulaması gibi değişik yollarla sağlanabilir (Anonim 1).

Esnek Gereç Kullanılması: Etkileyen ve etkilenen nesnelere arasında esnek gereç uygulamasıyla, hareketin veya titreşen kuvvetlerin bir nesneden diğerine geçişinin yalıtılması titreşim yalıtımı olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan gereçler;

- Çelik esaslı gereçler,
- Şekli elastomerler,
- Yalıtım pedleri,
- Pnömatik düzenekler, olarak dört grupta toplanabilir (Anonim 1).

Strüktürde Devamsızlık Oluşturma: Özellikle darbe gürültüsünün denetiminde etkilidir. Darbenin bütün strüktüre yayıldığı noktalarda strüktür kesilip araya esnek bağlantılar yerleştirilerek strüktüre devam edilir. Böylece enerjinin strüktürde yayılması önlenir (Anonim 1).

Yüzer Döşeme: Yüzer döşeme; strüktürel döşeme ile taşınan, ancak strüktürel döşemeden rijit temas olmaksızın tamamen yalıtılmış döşemedir. Yüzer döşeme, havada ve katıda doğan seslerin yalıtımında etkili olur (Anonim 1).



Şekil 2. Yüzer döşeme örneği (Templeton ve Saunders, 1987)

2.1.2. Titreşim söndürme sistemleri

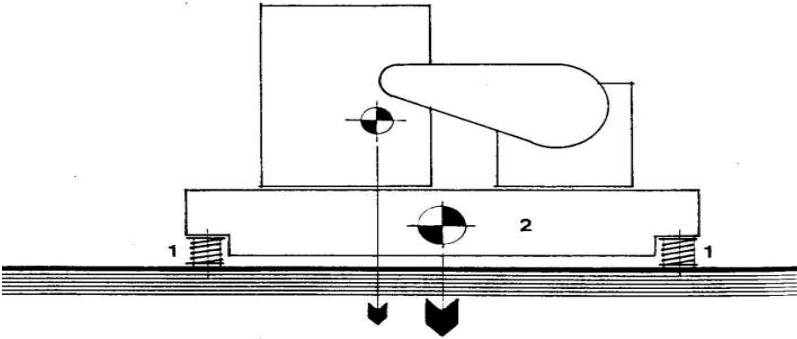
Makinenin ya da temelin altında esnek gereç uygulanması, zemine geçen titreşimleri önemli oranda azaltır. Ancak bu uygulama, makinenin çalışmaya başlaması ya da durması sırasında meydana gelen titreşimleri ya da çalışması sırasında uyarım frekanslarından birinin döşemenin doğal frekansı ile

rastlaşmasıyla ortaya çıkabilecek rezonans durumunda meydana gelecek titreşimleri engellemede yetersiz kalmaktadır (Anonim1).

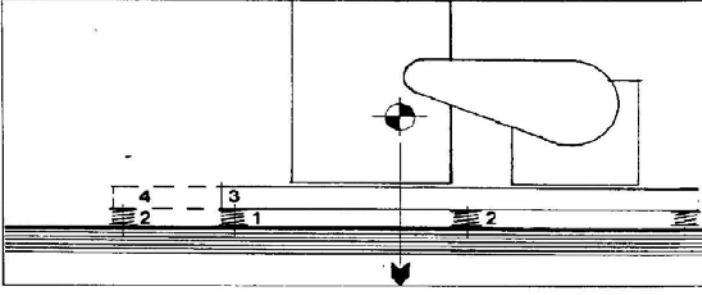
Sönümleyici Uygulaması: Sönümleme uygulaması, rezonans (makinenin çalışması sırasında uyarım frekanslarından birinin döşemenin doğal frekansıyla rastlaşması) durumunda oluşan titreşimleri engeller. Sönümleyici kullanarak titreşim genliğinde azalma sağlama olayı titreşim sönümlemesi olarak adlandırılır. Sönümleyicilerin manyetik, mekanik ve yüzeye katman olarak uygulanan türleri vardır. Literatürde, sönümleyici, titreşim damperi olarak da geçmektedir. Sönümleyici, titreşim enerjisini bir çeşit sürtünme ile ısı enerjisine dönüştürür. Uygulamaya bağlı olmakla birlikte, sönümleme uygulamasıyla, yayılan ya da geçen ses düzeyinde azalma 20 dB'e kadar çıkabilmektedir. Pratikte en fazla kullanılan mekanik ve manyetik sönümleme düzenekleri;

- Viskoz sönümleyici,
- Sıkıştırılmış yağ sönümleyicisi,
- Gereç iç sönümleyicisi,
- Kuru sürtünme sönümleyicisi,
- Elektromanyetik sönümleyici, olarak sıralanabilir (Anonim 1).

Atalet bloğu uygulaması: Kaynağa kütle ekleyerek ağırlığını arttırma, olanaklı ise üzerine ağırlık koyarak ya da kaynağı atalet bloğu üzerine yerleştirerek elde edilebilir. Eklenen kütle, titreşen strüktürün en az iki katı olmalıdır. Endüstride yaygın olarak kullanılan kompresör, pompa gibi bazı titreşim kaynaklarının basit titreşim yalıtımları ile döşemeden yalıtılması olanaklı olmamaktadır. Bu durumda, kaynağın atalet bloğu üzerine oturtularak kütesinin arttırılması, kaynağın hareketini ve titreşim genliğini azaltmada uygulanan yöntemlerden biridir. Mekanik ekipman için taban görevi gören atalet bloğu, genellikle titreşim yalıtıcı gereçlerle taşınır.



Şekil 3. Sistemin ağırlık merkezinin dengelenmesi (1. Yalıtım gereci, 2. Atalet bloğu)



Şekil 4. Atalet bloğu üzerine eşit yük dağılımının sağlanması

Atalet bloğu; titreşimin genliğini azaltır. Atalet bloğu;

- Gerekli yalıtımı sağlayacak olan yayın sertliğinin yanal hareketlere karşı sistemin stabilitesini sağlamadığı,
- Çeşitli mekanik bileşenlerin, örneğin motor ve dişli kutusunun iyi bir eşit düzlem gerektirdiği,
- Hoplama ve sallanma hareketinin yok edilmesi gerektiği durumlarda kullanılır (Anonim 1).

3. ÖLÇÜMLER

Titreşim ölçümünde, titreşim düzgün ise; etkin değer rms hızı m/sn cinsinden oktav bantları ile ölçülür. Tüm vücut vibrasyonu, vibrasyon kaynağı ve vücut arasında ölçülmelidir. Vibrasyon bazen oturma yerinin arkasında sırt ile arkalık arasında ve el ile ayaklar arasında da ölçülebilir. Eğer iletim esnasında bir engel veya diğer faktörler etkili ise bunlar ölçüm esnasında göz önünde bulundurulur. Kişinin ortalama maruziyetinden daha ziyade toplam maruziyeti kabul edilir. Bu çok önemli bir konudur ve uygun şekilde ölçülmesi gereklidir. Buna ilave olarak güncel standartlara göre ölçülen vibrasyonun değerlendirilmesi, frekans spektrumu, maruziyetin diğer karakteristikleri ve farklı eksenlerdeki büyüklükler, günlük ve ömür boyu maruziyet sürelerinin belirtilmesi tavsiye edilir. Diğer çevresel yan etkileri varlığı özellikle oturma postürü göz önünde bulundurulmalıdır (Aksoy ve ark., 1999).

4. SAĞLIK ETKİLERİ

Titreşimin tıbbi ve biyolojik etkisi; titreşimin frekansına, şiddetine, yönüne, büyüklüğüne, maruz kalınan süreye, kişinin cinsiyetine ve yaşına, kişinin duyarlılık ve genel sağlık durumuna bağlıdır (ÇSGB, 2011).

4.1. Titreşime Bağlı Beyaz Parmak Sendromu

Beyaz parmak hastalığı, damarlarda, sinirlerde, kas ve eklemlerde oluşan, iş göremezliğe yol açan ağrılı bir rahatsızlıktır. Ellerin titreşim yayan ekipmanlara maruz kalması neticesinde oluşan tekrar eden bir rahatsızlıktır. Düzenli olarak; günde yaklaşık 15 dakikanın üzerinde bir süre boyunca darbe etkili ekipman kullanan, ya da günde yaklaşık bir saatten uzun süre bazı döner ve diğer hareketli makineleri kullanan bir çalışan ciddi risk altındadır. Çünkü bu çalışanlar titreşim maruziyeti hakkındaki ilgili yönetmeliklerde belirlenmiş maruziyet eylem sınırının muhtemelen üzerinde bir değerde tehlikeye maruz kalmaktadırlar (ÇSGB, 2011).

4.2. Karpal tünel sendromu (KTS)

KTS, karpal tüneldeki medyan sinirin hastalığıdır. Patofizyolojisi, karpal tünelden geçen medyan sinirin sıkışması olarak düşünülebilir. KTS, özellikle aşağıdaki işlerle ilişkilendirilir:

- Tekrarlayan el hareketleri,
- Ellerin doğal olmayan pozisyonlarda kalması,
- Sıkı kavrama,
- Avuç içinde mekanik stres,
- El-kol vibrasyonu.

Çizelge 1. Titreşimin eller üzerindeki etkisini belirleyen faktörler

Fiziksel Faktörler	Biyodinamik Faktörler	Bireysel Faktörler
Titreşimin hızlanması	Tutma gücü-çalışanın titreşim yayan ekipmanı ne kadar sıkı kavradığı	Operatörün aleti kontrolü
Titreşim frekansı	Yüzey alanı, bulunduğu yer ve ellerin titreşim kaynağı ile temas eden kısımları	Makine çalışma oranı
Her bir iş günü içindeki maruziyet süresi	El aletleri ile temas edilen malzemenin sertliği, örneğin taşlama ve çapak alma işlemleri yapılan metaller	Beceri ve verimlilik
İşte titreşim maruziyetinin yaşandığı yıllar	El ve kolların vücuda göre konumu	Bireyin titreşime duyarlılığı
Aletlerin bakım durumu	Ele uyumlu ve yumuşak saplı araç-gerece karşılık sert malzemeler	Sigara ve uyuşturucu kullanımı Diğer fiziksel ve kimyasal ajanlara maruziyet
Eldiven, ayakkabı, çalışma-dinlenme süreleri dahil koruyucu uygulamalar ve ekipman.	Hastanın öyküsünde parmaklarda ve ellerde oluşmuş yaralanmalar, özellikle donma	Parmaklarda veya ellerde önceden var olan hastalık veya yaralanma

Semptom ve belirtiler KTS'de dirsekten aşağıda ve elde ağrı, uyuşukluk, yanma ve kas güçsüzlüğü vardır. Bu tünel el bileği kemiklerinin avuç içi tarafında yer alır. Şu temel semptom ve bulgular görülebilir;

- Ellerde veya önkolda bir şeyi tutma veya kaldırma güçlüğüne neden olan güçsüzlük,
- Karıncalanma, iğnelenme,
- Uyuşma,
- Sakarlık; bir şeyi tutarken, kaldırırken yoğunlaşma ihtiyacı,
- Sıradan işlerde elleri kullanma güçlüğü,
- Olağan işlerde elleri kullanmaktan kaçınma,
- El, dirsek, omuz ağrılarıyla uyanma,
- Ellerde üşüme veya hassasiyet,
- Kronik ağrı.

Semptomlar günlük iş ve aktivitelere göre farklılık gösterebilir. Ağrı başlamadan önceki dönemde uyuşukluk, şişlik, aşırı sıcaklık, karıncalanma gibi yakınmalar olabilir. Hasardan korunmak için bu erken semptomları anlamlandırabilmek önemlidir. İleri olgularda yorgunluk, motor fonksiyonlarda bozulma, hareket becerilerinde azalma, kuvvet kaybı görülebilir (ÇSGB, 2011).

4.3. Bel rahatsızlıkları

Bel rahatsızlıkları sık rastlanan mesleki yakınmalar arasındadır. Madencilikte her bir bel ağrısının tam nedeni çok net olmayabilir, fakat yapılan işte genellikle aşağıdaki özellikler görülür:

- Elle yapılan ağır işler ve özellikle de ağır ve rahatsızlık veren yükleri kaldırmak,
- Yeraltı madenleri gibi farklı yerlerde elle yük taşımak,
- Martopikör kullanmak gibi tekrarlayan işler,
- Alçalmak, eğilmek veya çömelmek (örneğin dik durmaya yetecek alan sınırlı olduğunda kötü pozisyonlarda çalışmak),
- Aşırı güç gerektiren yükleri itmek, çekmek veya sürüklemek,
- Normal beceri ve sınırlar aşılarak ve fazlasıyla yorgunken çalışmak,
- Sıcaklık ya da nem açısından olumsuz koşullarda çalışmak,
- Germek, döndürmek ve uzanmak.

Yeraltı madenciliğinde, genellikle çalışanlar sıklıkla ciddi bir şekilde eğilmelerini ve dönmelerini gerektiren garip çalışma pozisyonlarını zorunlu kılan ve başka yerde benzeri olmayan çevresel kısıtlamalarla karşı karşıya kalırlar. Ne var ki, eğilme ve dönme faaliyetleri yerüstü madencilik faaliyetlerinde de

karşımıza çıkmaktadır. Sınırlı mekân (dikey ya da yatay boyutlarda) maden çalışanlarını garip pozisyonlarda çalışmaya itmektedir ve bu da hem fiziksel çalışma kapasitelerini hem de bel üzerine uygulanan baskıyı etkilemektedir. İnsan bedeni bu tarz ortamlarda da çalışmayı sürdürebilir; ancak herhangi bir kısıtlamanın olmadığı durumlardaki kadar iyi bir performans sergileyemez.

Aslında, (madencilik ortamında olduğu gibi) normalin dışında görevler ve çevresel taleplerle karşılaşıldığında, çalışanlar önemli derecede performans sınırlamalarına dayanabilmektedirler. Yerin kısıtlı olması çözümü daha zor etkilerle de sonuçlanabilir. Bunlardan bir tanesi dik duracak mekân yeterli olmadığından çalışanların asimetric hareketler (eğilme bükülme) yapmaya zorlanması eğilimidir.

Madencilikte en önemli sorunlardan bir tanesi malzeme akışıdır (hem üretim hem de tedarik açısından). Malzeme akışının etkin bir şekilde sağlanması yerüstünde ya da yeraltında olabildiğince az nakliye hareketinin olmasıyla ilişkilendirilir. Sorunlu alanlar arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

- Kalabalık çalışma ortamı,
- Dağınık girişler ve tedarik alanları,
- Düzen ve tertibin kötü olması,
- Malzeme akışında gecikmeler ya da gerilemeler,
- Malzeme akışında engeller,
- Ağırlığı 25 kg'dan fazla yüklerin el-kol gücüyle kaldırılması,
- Materyaller için aşırı depolama süreleri,
- Malzemenin tek tek veya topyekün kaldırılıp taşınması,
 - Uygun noktalarda malzeme kaldırma ekipmanlarının gereğinden az kullanılması,
- Depodaki parça ya da malzemelerin alınması için çok fazla zaman gerekmesi,
- Aynı malzemenin birkaç şekilde tutulması,
- Raylı nakliye sistemlerinde raydan çıkma.

Hem yerüstü hem de yeraltı çalışmalarında tüm vücut vibrasyonu da bel ağrısına neden olan bir başka faktördür. Bu vibrasyon farklı kırıcı tipleri, titreşimli elek gibi titreşim yayan makinelerin yanında hareket ederken ya da üzerindeyken ya da bazı loder tiplerini kullanırken ayaklar vasıtasıyla vücuda geçer. Vücudun farklı kısımlarının doğal bir (rezonans) frekansı vardır. Eğer kaynaktaki titreşim frekansı vücut parçasının rezonans frekansı ile eşleşirse, titreşim etkisi 4 kata kadar artabilir ve ciddi bel ağrısı gibi hasarlara neden olabilir (ÇSGB, 2011).

5. STANDARTLAR

Çalışanların titreşim ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelikte el-kol titreşim ölçümleri için TS EN ISO 5349–1 ve TS EN ISO 5349–2 standartlarının kullanılması ve tüm vücut titreşim ölçümleri için TS ISO 2631–1 ve TS EN 1032+A1 standartlarının kullanılması zorunluluğu belirtilmiştir. Bu iki standardın her biri için kalite dokümanları (talimat, form, ölçüm belirsizliği, metot verifikasyonu vb.) ayrı ayrı hazırlanmalıdır. (Çakmak ve Alayunt, 2009).

Cihazların kalibrasyonu için ise seviye doğrusalığı ve 1/3 oktav bantlarında frekans ağırlıklandırılmalı testlerini içeren bir kalibrasyonun yapılması zorunludur. Ayrıca kalibrasyon kabul kriterleri için ISO 8041 standardındaki tolerans ve tepki değerleri ile karşılaştırma yapılmalıdır. Titreşim ölçüm cihazlarında istenen özellikler; titreşimlerin ölçülmesi, titreşimlerin kayıt ve analiz edilmesi, titreşimlerin değerlendirilmesidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma ortamında hazırlanan veriler neticesinde titreşimin kaynağı olan makine ve ekipmanlar daha ergonomik olarak tasarlanmalıdır. Buna rağmen devam etmekte olan titreşimi sönümleme veya yalıtma yoluna gidilmelidir. Maruz kalınan titreşim insan sağlığını tehdit edecek boyutta ise çalışanların, titreşimle temasta olduğu noktalarda yardımcı ekipmanlar kullanılmalıdır.

Yapılan çalışmadan yola çıkarak öncelikle titreşimin kaynağından azaltılması tercih edilmelidir. Eğer titreşim kaynağından azaltılmasına rağmen maden işçilerinin ve maden makinelerinin sağlığını tehdit etmeye devam ediyorsa şu önlemler alınmalıdır; titreşimi azaltan farklı çalışma yöntemleri seçmek, titreşimin kaynağı olan makinenin daha ergonomik olarak dizayn edilmesini tercih etmek, titreşimle çalışanların temasta olduğu noktalara titreşim azaltıcı ve sönümleyici yardımcı ekipman kullanmak, çalışanların titreşim maruziyet süresini azaltmak, çalışanlara vardiya içerisinde daha uzun dinlenme süreleri vermek, çalışanları ocak içerisinde soğuktan ve nemden uzak tutmaktır.

Bu önlemler alındıktan sonra, meydana gelen titreşim hakkında çalışanlar bilgilendirilmeli ve eğitim verilmelidir. Bu eğitimde verilen bilgiler çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik çerçevesinde olmalıdır.

KAYNAKLAR

Aksoy C, İşsever H., Sabuncu H.H., Karan A.,1999. *Investigation of Vibration Effects on the Body, Medical Bulletin*, İstanbul.

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana

- Aktürk, N., 1993. *Mekanik titreşimler*, Ders Notu, Ankara, 83 s.
- Berk, M., Önal, B., Güven, R.,2011. *Meslek Hastalıkları Rehberi*, Matsa Basımevi, Ankara, 578 s.
- Çakmak, B., Alayurt, N.F., 2009. *İki Farklı Motorlu Tırpanın Titreşim ve Gürültü Değerlerinin Belirlenmesi, Tarım Makineleri Bilimi Dergisi*, s. 167-173.
- ÇSGB, 2011, *Meslek Hastalıkları ve İş İle İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi*, Ankara, 350 s.
- ÇSGB, 2013. *Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*, Ankara.
- İşsever H., Sabuncu H.H., 1998. *El Kol Vibrasyonlarına Mesleksel Maruziyetlerde Vücut Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Göztepe Tıp Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 2, s. 85-98.
- Kıral, Z., *Mekanik Titreşimler Ders Notları*, İzmir, 179 s.
- Kin-İşler, A., 2007. *Titreşimin Performansa Etkisi, Hacettepe J. Of Sport Sciences*, s. 42-56.
- Templeton, D. ve Saunders, D., 1987. *Acoustic Design*, Architectural Press, Michigan-ABD, 152 s.
- Anonim 1, 16.05.2015.
http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/nakdag_0a5742283965cd9e620c9c52631d4720.pdf

Mermer Hazırlama Tesislerinde Oluşan Gürültünün İşçiler Üzerindeki Maruziyet Değerlerinin Belirlenmesi

Determination of Exposure Value of Noise on Workers in Marble Processing Plant

İ. Çınar

Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

C. Şensöğüt

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET Bu çalışmada, gürültü seviyesi ölçümleri yanı sıra işçilerin bir vardiya boyunca maruz kaldıkları gürültü doz miktarları da incelenmiştir. Mermer hazırlama tesislerinde meydana gelen gürültü seviyeleri belirlenerek, çalışan işçilerin bu gürültü seviyelerinden ne derece etkilendikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla gürültü ölçüm cihazı ve kişisel gürültü dosimetresi kullanılmıştır. Çalışmalar Konya İli, Karatay ve Beyşehir İlçelerinde hizmet veren özel şirketlere ait mermer hazırlama tesislerinde yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde gürültü kaynağına yakın çalışmak zorunda olan kişiler üzerinde vardiya boyunca maruz kaldıkları gürültü miktarları tespit edilmiştir.

ABSTRACT In this study, along with the noise level measurements the dose of noise that the workers were exposed to through a shift was also analyzed. To what extent the workers were affected by this noise tried to be determined by identifying the noise levels of the equipments used in marble processing plant. For this purpose, noise measurement device and a personal noise dosimeter was used. The studies were performed in marble processing plant owned by private companies which serves in Karatay and Beyşehir counties of the Province of Konya. As a result of the measurements, the amount of noise for the laborers working nearby the noise source were exposed to throughout their shift was identified.

1. GİRİŞ

Mermer ocak işletmeciliği, ülkemizde yoğun insan gücüne dayanarak yapılmaktadır ve ülkemizde irili ufaklı çok sayıda mermer ocağı bulunmaktadır. Mermer ocaklarının iş sağlığı ve iş güvenliği açısından daha verimli hale getirilmesi için kazalar olmadan önce risk analizi yapmak, iş kazaları ve iş kazaları sonucu meydana gelebilecek, ölüm, sakatlanma ve maddi hasar gibi unsurları ortadan kaldırmak için yapılması gereken en temel unsurlardan biri haline gelmiştir (Akkoyun, 2006).

Madenciliğin ülke ekonomisindeki yeri ne kadar önemli ise, maden işçilerinin çalışma şartlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından iyileştirilmesi de o derece öneme sahip bir konudur. Bu durum gürültü açısından ele alındığında, gürültü kontrolüne yönelik devamlı ve etkin mücadele stratejilerinin daha sağlıklı, verimli bir çalışma ortamının oluşturulmasına katkı sağlayacağı açıktır.

Gürültü, insan çevresini tehdit eden önemli bir problemdir. Aynı zamanda gürültü, insanların işitme duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, çalışma performansını azaltan, çevrenin dinlendirici özelliklerini azaltarak veya yok ederek niteliğini değiştiren gelişmiş ve birbirleri ile uyumlu olmayan karmaşık seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisidir (Ener, 2006).

Ülkemizdeki madencilik sektörünün en önemli bileşenlerinden birisini doğaltaş ve mermer sanayi teşkil etmektedir. Mermer fabrikaları ocaklardan gelen blok halindeki mermer kütlelerinin işlendiği ve nihai bir ürüne dönüştürüldüğü madencilik sektörü içerisinde son yıllarda önemini arttırmış tesislerdir. Ülkemizin hemen hemen her köşesinde mermer fabrikalarına rastlanmakta ve gün geçtikçe artmaktadır. Mermer fabrikalarında üretilen nihai ürünler iç pazara olduğu gibi dış pazara da satılmakta, ekonomimize ciddi miktarda döviz getirisi sağlanmaktadır (Özer, 2005).

Ülkemizde var olan gürültü yönetmeliğine göre; sekiz saatlik iş günü için, anlık gürültünün de dahil olduğu bütün gürültü maruziyet sınır değeri 87 dBA, en yüksek maruziyet etkin değeri 85 dBA olarak belirlenmiştir. İşçiyi etkileyen maruziyetin belirlenmesinde, işçinin kullandığı kişisel kulak koruyucuların koruyucu etkisi de dikkate alınarak maruziyet sınır değer uygulanır. Maruziyet etkin değerinde kulak koruyucuların etkisi dikkate alınmamaktadır (Anonim, 2013).

Açık alanlarda kullanılan ekipmanlar için müsaade edilen ses gücü seviyeleri, teçhizatın tipi, paletli ya da lastik tekerlekli olması ve motor gücü gibi özelliklerine göre 93 dBA'dan başlayıp 110 dBA'ya kadar çıkabilmektedir (Anonim, 2006).

Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliğine göre; endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri ve şantiye alanı için çevresel gürültü sınır değeri 75 dBA olarak belirlenmiştir. Yine aynı yönetmelikte açık alanda kullanılan ekipmanların gürültü seviyesi, açık alanlarda kullanılan teçhizat tarafından oluşturulan çevredeki gürültü emisyonu ile ilgili yönetmelik (2000/14/AT) hükümlerine tabii olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2010).

2. İŞLETMELERİN TANITIMI

Remar Dış Tic. Ltd. Şti.'ye ait mermer fabrikası (İşletme 1), Konya ili Karatay ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Fabrika 1997 yılında kurulmuştur. Belediyeler, yurtdışına, inşaat sektörü gibi kamu kuruluşlarına ve özel sektörlere fayans, mozaik, plaka, profil ve peyzaj için ürün temin etmektedir. Fabrikaya birçok şehirden blok halinde mermer gelmektedir. Bunlar başlıca; Eskişehir (Sivrihisar), Ankara (Polatlı), Yozgat (Çayıralan), Karaman, Konya (Seydişehir) ve Nevşehir' dir.

Selçuklu Mermer San. ve Tic. A.Ş.'ye ait mermer fabrikası (İşletme 2), Konya ili Beyşehir ilçesi organize sanayi bölgesi (Bayafşar Mevki) sınırları içerisinde 3929 m² kapalı ve 3600 m² açık alanda olmak üzere faaliyet göstermektedir. Fabrika 2006 yılında kurulmuştur. Fabrikaya mermer blokları kendi işletmekte olduğu Beyşehir Gencek mevkiindeki ocaktan getirilmektedir.

3. YAPILAN GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM ÇALIŞMALARI

3.1. Ölçüm Cihazlarının Tanıtımı

Değişik ortamlarda sağlık ve kalite kontrol tespitleri için geliştirilmiş Şekil 1a'da gösterilen AZ DSM 8922 gürültü seviyesi ölçüm cihazı, mermer fabrikalarında gürültü seviyesi tespiti için farklı noktalarda kullanılmıştır.

Şekil 1b'de gösterilen Extech 407355 kişisel gürültü dozimetre ise, kişisel gürültüye maruz kalma dozunu ölçmek için tasarlanmıştır. Sekiz saatlik bir süre içinde verileri alır ve toplam sese maruz kalma miktarının hesaplanmasında kullanılır.

3.2. İşletme İçerisinde Yapılan Ölçümler

AZ DSM 8922 dijital ses ölçüm cihazı ile alınan veriler neticesinde eşdeğer gürültü seviyesi aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır (Pathak, 1996).

$$L_{eq} = 10 \log \left((1/n) (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}) \right) \quad (1)$$

Burada; n: Ölçüm sayısı (bir dakika için 60 alınmıştır), L_1 - L_n : Ölçüm değerleri, dBA, L_{eq} : Eşdeğer gürültü seviyesidir (dBA).



(a)



(b)

Şekil 1. (a) AZ DSM 8922 dijital gürültü seviyesi ölçüm cihazı, (b) Extech 407355 kişisel gürültü dosimetresi

1. İşletmede ve 2. İşletmede üretim esnasında çalışan makineden gürültü ölçümleri alınmıştır. Alınan ölçümlerin tamamı eşdeğer gürültü seviyesi olarak Çizelge 1 ve Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. İşletme 1’e ait gürültü ölçüm sonuçları

Makinalar	Eşdeğer gürültü seviyeleri (dBA)	Etkisi
Yatay Yarma-1 Makinası	96,73	Zararı var
Kalibre Makinası	92,18	Zararı var
Otomatik Silim Makinası	90,00	Zararı var
Pah Makinası	92,98	Zararı var
Ebatlama-1 Makinası	92,08	Zararı var
Ebatlama-2 Makinası	96,57	Zararı var
Silim-1 Makinası	90,44	Zararı var
Yarma-2 Makinası	93,21	Zararı var
Silim-2 Makinası	89,55	Zararı var
Ebatlama-3 Makinası	96,74	Zararı var

Çizelge 2. İşletme 2'ye ait gürültü ölçüm sonuçları

Makinalar	Eşdeğer gürültü seviyeleri (dBA)	Etkisi
Yatay Yarma Makinası	94,44	Zararı var
Kalibre Makinası	91,28	Zararı var
Otomatik Silim Makinası	89,41	Zararı var
Katrak Makinası	87,51	Zararı var
Ebatlama Makinası	88,33	Zararı var
2'li Baş Kesme Makinası	88,52	Zararı var
Este Makinası	90,13	Zararı var
Köprülü Kesim Makinası	90,38	Zararı var
Tekli Baş Kesme Makinası	91,27	Zararı var
Pah Makinası	87,68	Zararı var

3.3. Kişisel Doz Ölçümleri

Gürültü seviyesi ölçüm cihazları; herhangi bir andaki ses yüksekliğini ölçmek için kullanılmaktadır. Ölçümler gürültü kaynağında yapılarak iş makinesinin ya da çalışan ekipmanın ortama yaydığı gürültü miktarı tespit edilmektedir. Çalışanların bir vardiya boyunca maruz kaldığı gürültü ise fonksiyonel maruziyet miktarı hesaplanarak bulunmaktadır. Fonksiyonel maruziyet miktarı ise aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanmaktadır (Anon., 2005). Fonksiyonel maruziyet miktarı (f) ve eşdeğer gürültü seviyesi (Leq);

$$f = (t/8)10^{1/10(L-90)} \quad L_{eq} = 10 \log f + 90 \quad (2)$$

Burada; t: Gürültüye maruz kaldığı süre, (saat) ve L: Maruz kaldığı gürültü miktarıdır (dBA).

Ses dozimetresi ise, normal bir vardiya boyunca toplam sese maruz kalma miktarını ölçmektedir. Şekil 1b'de gösterilen Extech 407355 Kişisel gürültü dosimetresinin bilgisayar ekran çıktısı Şekil 2'de verilmiştir.

İşletme 1'de 10 farklı çalışan üzerinde 2 saat boyunca alınan ölçüm sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama değerleri ise aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır (OSHA 1910, 2004).

$$TWA = 16,61. \log(D/100) + 90 \quad (3)$$

Burada; TWA: Zaman ağırlıklı ortalama (dBA) ve D: Gürültü doz değeridir (%)



Şekil 2. Extech 407355 Kişisel gürültü dosimetresinin bilgisayar ekran çıktısı

Çizelge 3. İşletme 1'e ait kişisel gürültü dosimetresi ölçüm sonuçları

Çalıştığı birim	Ölçüm süresi (saat, dakika)	Doz değeri (%)	8 saatlik ortalama ses (dBA)
Yarma Makina İşçisi	02:00	32,62	81,9
Silim Makina İşçisi	02:00	108,6	90,5
Ebatlama Makina İşçisi	02:00	33,86	82,1
Silim Makina İşçisi	02:04	44,04	84,0
Otomatik Silim Makina İşçisi	02:00	52,66	85,3
Paketleme İşçisi	02:00	14,84	76,2
Mozaik Bölümü İşçisi	02:00	3,70	66,2
Yarma Makinası İşçisi	02:02	62,86	79,7
Yapıştırma Bölümü İşçisi	02:00	38,64	83,1
Muhasebe Çalışanı	02:00	0,42	50,5

Ölçüt değeri: 90 dBA Değişim oranı: 5 dBA 115 dBA aşımı: Hayır

Eşik değeri: 80 dBA Zaman ağırlığı: Yavaş 140 dBA aşımı: Hayır

İşletme 2'de ise 6 farklı çalışan üzerinde vardiya boyunca alınan ölçüm sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir

Çizelge 4. İşletme 2'ye ait kişisel gürültü dosimetresi ölçüm sonuçları

Çalıştığı birim	Ölçüm süresi (saat, dakika)	Doz değeri (%)	8 saatlik ortalama ses (dBA)
Baş Kesme Makina İşçisi	03:06	34,3	82,2
Este Makina İşçisi	08:21	408,3	100,1
Ebatlama Makina İşçisi	08:44	48,91	84,8
Silim Makina İşçisi	07:42	393,9	99,8
Maden Mühendisi	08:20	181,9	94,3
Forklift Operatörü	09:32	90,21	89,2

Ölçüt değeri: 90 dBA Değişim oranı: 5 dBA 115 dBA aşımı: Hayır
Eşik değeri: 80 dBA Zaman ağırlığı: Yavaş 140 dBA aşımı: Hayır

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İşçilerin sağlıklı ve uygun koşullarda çalışması, işletmenin itibarını arttırmakla beraber daha verimli çalışma, üretim kalitesinin artması, iş kazalarının minimuma inmesi gibi sonuçlar doğurmaktadır.

Mermer hazırlama tesislerinde yapılan ölçümler neticesinde; İşletme 1'de yapılan 10 farklı ölçüm noktasında en yüksek gürültü kaynağı Ebatlama-3 makinası (96,74 dBA) olarak, en düşük gürültü kaynağı ise (89,55 dBA) Silim-2 makinası olarak tespit edilmiştir. İşletme 2'de ise ölçüm yapılan 10 farklı ölçüm noktasında en yüksek gürültü kaynağı Yatay Yarma Makinası (94,44 dBA), en düşük gürültü kaynağı ise Katrak Makinası (87,51 dBA) olarak belirlenmiştir.

Ancak; çalışanların gürültüden etkilenme dereceleri için makinelerin gürültü seviyelerini ölçmek yeterli olmamaktadır. Bunun için gürültüde çalışanların ayrı ayrı günlük doz değerleri tespit edilmemelidir. Bu amaçla İşletme 1'de farklı görevlerde çalışan 10 işçi seçilerek 2 saatlik çalışma süreleri boyunca maruz kaldıkları gürültü doz değerleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre en yüksek gürültüye maruz kalan silim makina işçisi (%108,6), en düşük gürültüye maruz kalan kişinin ise muhasebe çalışanı (%0,42) olduğu belirlenmiştir. İşletme 2'de ise farklı görevlerde çalışan 6 işçi seçilerek vardiya boyunca maruz kaldıkları gürültü doz değerleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre baş kesme makinası işçisi (%34,3) ve ebatlama makine işçisi (%48,91) dışında ölçüm yapılan diğer çalışanlarda gürültü doz değerlerinin sınır değeri aştığı görülmüştür.

Sonuç olarak, gürültülü ortamlarda çalışan işçiler düzenli olarak odyometrik testlerden geçirilmelidir. Duyma kaybı başlamış işçiler varsa tespit edilip, yüksek gürültü seviyesinde çalışıyorsa günlük çalışma saatleri düzenlenmeli ve gürültüyü

kaynağında önlemek için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. İşçilere kişisel koruyucu kullanmanın önemi ve faydaları seminer verilerek anlatılmalı, kişisel koruyucu kullanımını özendirici ve gürültünün zararlarına ilişkin afiş ve panolar işçilerin görebileceği yerlere asılmalıdır. Ferdi önlemler olarak 8-30 dBA gürültü yalıtımı sağlayan kulak tıkaçları veya işçilerin maruz kaldığı gürültü seviyesini 25 - 40 dBA azaltan kulak manşonları kullanılabilir. Kulak tıkacı ve manşonu aynı anda kullanıldığında 50 dBA'yı geçmeyecek ses yalıtımı sağlanabilir. Gürültü etkisi ile oluşan işitme kayıpları tedavisi günümüz şartlarında imkânsızdır. Bu sebeple işverenler, işçilere sağlıklı ve uygun çalışma koşulları sağlamalı, işçiler ise gürültünün zararlarını önemseyip, kişisel koruyucularını kullanmalıdırlar.

Ayrıca gürültüyü kaynağında azaltmak için; iş makinesinin hareketli aksamaları düzenli olarak yağlanmalıdır, böylece yağsız parçaların sürtünmesi ile ortaya çıkan ses engellenmiş olunacaktır. Aşınan ve eskiyen parçalar değiştirilmelidir. İş makinesinin gürültü yalıtımı iyi yapılmalıdır, kapılar ve camlar kapatıldığında boşluk kalmamalı ve yalıtım malzemeleri ile gürültü kaynağı muhafaza edilip gürültü iletimi azaltılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasını maddi olarak destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP)'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akkoyun, Ö., 2006. *Mermer İşleme Tesislerinde Kalite Maliyetlerine Bağlı Üretim Optimizasyonu*, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Maden İşletme, Eskişehir, 137s.
- Anonim, 2013. *Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*, Resmi Gazete, 28 Temmuz, Sayı 28721, Ankara.
- Anonim, 2010. *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği*, Resmi Gazete, 4 Haziran, Sayı 27601, Ankara.
- Anonim, 2006. *Açık Alanda Kullanılan Teçhizat Tarafından Oluşturulan Çevredeki Gürültü Emisyonu ile ilgili Yönetmelik*, 4.Mükerrer Resmi Gazete, 30 Aralık, Sayı 26392, Ankara.
- Anon., 2005. *Guidance Notes on Factories and Industrial Undertakings (Noise at Work) Regulation*, Occupational Safety and Health Branch of the Labour Department, October, Hong Kong.

- Ener, G., 2006. *Köprülü Kavşakların Çevresel Trafik Gürültü Seviyelerine Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Çevre Bilimleri, Ankara, 122 s.
- OSHA 1910, 2004. *Occupational Safety and Health Standards*, Occupational Safety and Health Administration, United States Department of Labor, 17 February 2004.
- Özer, S., 2005. *Mermer Fabrikaları için En İyi Tesis Yeri Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Maden İşletme, Eskişehir, 98s.
- Pathak, K., 1996. *Modelling and Prediction of Environmental Noise Levels Near Mechanised Surface Mines and Quarries*, PhD Thesis, Imperial College, London, October, p302.

Endüstriyel Toz ve Atıkların Patlayabilirliğinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

Assessment of the Explosibility of Industrial Dusts and Wastes in the Light of Occupational Health and Safety

C. Şensöğüt

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET Endüstriyel ortamlarda toz patlamaları, gaz patlamalarından daha ciddi sonuçlara yol açmasına rağmen daha az toplumsal dikkat çekmektedir. Toz patlamaları, yaşam standartlarımızın yükselmesiyle hayatımıza giren bir olgu olmayıp, yanabilir katı malzemelerin daha küçük parçalara ufaldığı veya öğütüldüğü endüstriyel proseslerin kullanılmaya başlamasıyla karşılaştığımız ve özellikle iş sağlığı ve güvenliğini önemli ölçüde tehdit eden olaylardır.

Bu çalışmada, patlayabilir endüstriyel toz ve atıkların patlama koşullarına değinilmiş ayrıca söz konusu toz ve atıkların patlayabilirliğinin tespitine yönelik yapılan araştırmalar ile patlamanın önlenmesi için alınacak tedbirler üzerinde durulmuştur. İlave olarak, ülkemizde işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından toz ile ilgili mevzuat hakkında kısa bilgi verilmiştir.

ABSTRACT Although the explosion of dusts in industrial environments causes worse results than the explosion of gases, it gets less consideration by the society. Dust explosion is not a phenomenon took place in our lives with the rise of living standards, it is a fact threating occupational health and safety significantly which began with the utilization of the industrial processes where combustible solid materials are crushed and ground into smaller particles.

In the present work, explosibility conditions of the explosive industrial dusts and wastes were dealt with including the research works carried out for the determination of their explosibility and the precautions to be taken. In addition, the legislative rules related to the occupational health and safety in Turkey was briefly explained.

1. GİRİŞ

Günümüzde artan endüstrileşme çabaları ve daha büyük ölçekli üretimler sırasında, patlama potansiyeline sahip daha fazla toz ve atık açığa çıkmaktadır (Glor, 2003; Nifuku, 2005). Katı halde yanabilme özelliğine sahip bir malzemenin daha küçük parçalarının havada toz bulutu oluşturması ve ısı kaynağı ile temasa geçmesi halinde patlayabildiği bilinen bir gerçektir. Patlayabilen tozların olduğu endüstrileri; madencilik, kâğıt, ağaç, metal, yiyecek, kimyasal, yakıt, plastik, boya gibi olarak sıralayabiliriz. Toz patlamalarının meydana geldiği çalışma alanlarını ise silolar, filtreler, değirmenler, iletim makineleri, kurutucular, fırınlar, karıştırıcılar, elekler vb. şeklinde listeleyebiliriz. Endüstriyel pek çok tesiste sıralanan bu donanımların büyük bir kısmına rastlamak mümkündür ve bu ekipmanların pek çoğu da çalışmaları sırasında toz bulutu oluşturduklarından patlama riski her zaman mevcuttur.

2. TOZ PATLAMALARINA SEBEP OLAN MADDELER VE MEKANİZMASI

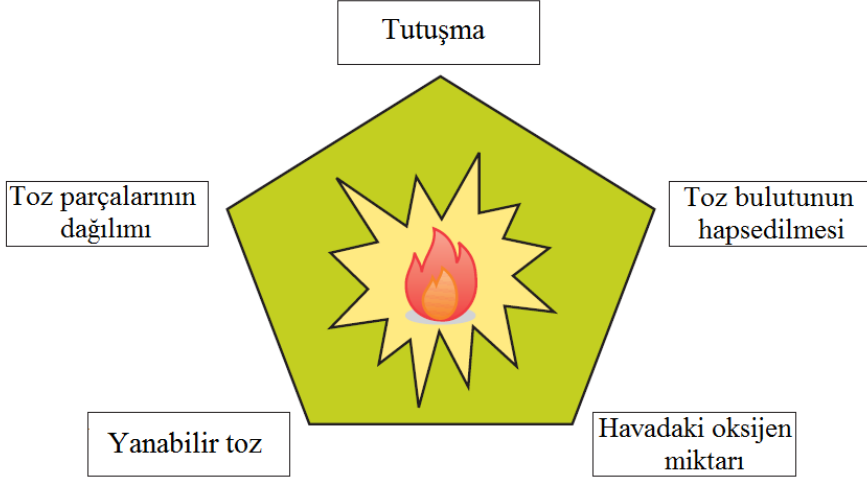
Toz patlamaları genellikle kimyasal reaksiyonlar sonucunda ısının hızlıca açığa çıkması ile oluşmaktadır. Bazı özel durumlarda metal tozları nitrojen ve karbon dioksit ile ekzotermik reaksiyon vermesine rağmen, toz patlamasındaki oksidasyon aslen oksijen ile ısı üreten bir işlem olarak ortaya çıkmaktadır. Toz patlamasına sebep olan maddeleri şu şekilde sıralayabiliriz (ig43, 2012):

- Doğal organik maddeler (tahıl, keten, şeker vb.)
- Sentetik organik maddeler (plastikler, organik pigmentler, pestisitler vb.)
- Kömür ve turba
- Metaller (alüminyum, magnezyum, manganez, demir, çinko vb.)

Toz patlamaları, aslında oksijen, toz ve ısı kaynağının birlikteliğiyle oluşmasına rağmen bu üçlü sisteme toz taneciklerinin dağılımının ve toz bulutunun kapalı bir ortamda tutulması beklenen patlamayı daha güçlü kılacaktır (Şekil 1). Maddenin yanma ısısı, patlama sırasında açığa çıkacak ısı miktarını belirlediği için önemli bir parametredir (Eckoff, 2003). Toz patlamalarında en önemli faktör tane boyutu veya spesifik yüzey alanıdır ancak bu faktörler kadar önemli sayılabilecek diğer parametreler ise:

- Tozun kimyasal bileşimi ve nem oranı,
- Gaz fazına geçişteki ilk basınç ve sıcaklık değeri,
- Tane boyut dağılımı ve taneciğin şekli,
- Gerçek bir toz bulutundaki toz konsantrasyon dağılımı,

- Gerçek bir toz bulutundaki ilk türbülans dağılımı,
- Toz bulutu içindeki yanmamış taneciklerin patlama etkisiyle türbülans oluşturma olasılığı olarak sıralanabilir (Eickoff, 2003).



Şekil 1. Toz patlaması ve patlama beşgeni (ig43, 2012)

3. ENDÜSTRİYEL TOZ PATLAMALARI

Ölümlü ve yaralanmalı kazaların muhtemelen çok daha önceki zamanlarda da var olmasına rağmen ilk kayıt altına alınan toz patlaması, 1785 yılında Torino'da bir İtalyan un değirmeninde meydana gelmiştir (Verakis ve Nagy, 1987; Bartknecht ve Zwahlen, 1989; Miller, 2011). İzleyen yüzyılda meydana gelen ve kayıt altına alınan önemli beş diğer kazanın listesi ise Çizelge 1'de görülmektedir:

Çizelge 1. Toz patlamaları (Bartknecht ve Zwahlen, 1989)

Yıl	Yer	Tesis	Toz Tipi	Oluşan Hasar
1858	Stettih (Polonya)	Taş değirmen	Tahıl	Değirmen binası tahrip oldu
1860	Milwaukee (ABD)	Değirmen	Un	Değirmen binası tahrip oldu
1864	Mascoutah (ABD)	Değirmen	Un	Değirmen binası tahrip oldu
1869	Bilinmiyor (Almanya)	Değirmen	Bezelye unu	Değirmende kısmi zarar
1887	Hamein (Almanya)	Silo	Tahıl	Silo ve bina tahrip oldu

1900-1952 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen toz kaynaklı patlamaların dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir.

1890-1922 yılları arasında Almanya'da 66 şeker tozu patlamasının yanı sıra kayıt altına alınan diğer 77 toz patlaması, kömür tozu, boya maddesi, kurum ve

alüminyum tozu kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. Sadece kömür tozu patlamalarında 404 çalışan yaşamını yitirmiştir (Bartknecht ve Zwahlen, 1989). Almanya'da 1965-1980 yılları arasında meydana gelen 357 toz patlamasının 1/3'ü ağaç talaşı ve 1/4'ü de yiyecek ve hayvan yemi endüstrisinde olup Tablo 2'de verilen değerlere benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. ABD'nde 1900-1952 yılları arasında meydana gelen toz patlamalarındaki toz çeşitleri (Bartknecht ve Zwahlen, 1989)

%	Patlama Sayısı	Toz Tipi
24,8	191	Tahıl
16,8	129	Ağaç talaşı
14,7	113	Hayvan yemi
13,1	101	Un
5,6	43	Nişasta
4,8	37	Mantar talaşı
3,4	26	Toz şekeri
3,2	25	Plastik
3,1	24	Sülfür
3,1	24	Malt
1,8	14	Kınakına kabuğu
5,5	42	Diğer
100	769	

1987 yılında Harbin'de (Çin Halk Cumhuriyeti) keten dokuma fabrikasında meydana gelen toz patlamasında 58 çalışan yaşamını kaybederken 177 çalışan da yaralanmıştır (Bowen, 1988).

1989 yılında İngiltere'de kayıt altına yangın ve patlamaların %22'si kağıt ve ağaç, %18'i metal, %13'ü yiyecek, %8'i tahıl ve un endüstrilerinde oluşmuştur (Glor, 2003). Kayıtlardan elde edilen verilerden 1976-1985 yılları arasında kömür ocaklarındaki patlamalarda toplam 1896 çalışanın hayatını kaybettiği ve yaralı sayısının da 1495 olduğu tespit edilmiştir (Michelis ve ark., 1987). Yeraltı kömür ocaklarındaki toz patlamalarının 19. yüzyılın başına kadar yanıcı gazların yardımıyla olduğu düşünülüyordu, ancak İngiltere, Fransa ve ABD'lerinde gerçekleştirilen araştırmalar, ısı altında yanıcı gaz (metan) desteği olmaksızın da kömür tozunun patlayabileceğini göstermiştir (Nagy, 1987; Dastidar ve ark., 1997).

Fransa'da süt tozu fabrikasında meydana gelen patlama, süt tozunun havada bulut oluşturduğu durumlarda ısı kaynağı ile temas halinde patlayabildiğini göstermiştir (Pineau, 1984; 1985).

Japonya'daki kayıtlar 1992-1996 yılları arasında belediyelere ait atık işleme tesislerinde meydana gelen 358 kazanın 74'ünde toz patlaması ve 53'ünde yangına sebebiyet verildiğini göstermektedir. Meydana gelen 358 kazanın %40'ı çöp yakma ve yaklaşık %30'u da kırma tesislerinde oluşmuştur. Atıkların parçalanması ve kırılması sırasında oluşan toz bulutlarının ise patlamaya sebep olduğu belirtilmiştir (Nifuka ve ark., 2005).

0,5 mm'nin üstünde çapa sahip olan tanecikler, genellikle toz bulutu oluşturamazlar. Atmosferik şartlar altında toz patlaması genellikle aşağıda belirtilen özellikleri göstermektedir (Glor, 1988; Bartknecht, 1993; Eckhoff, 2003):

- Patlama aralığı: 15 g/m³'ten birkaç kg/m³'e kadar,
- Maksimum patlama basıncı: organik malzeme için 9 atm ve metal tozu için 13 atm'e kadar,
- 1 m³'lük tankta maksimum basınç artış oranı: organik malzeme için 100-300 atm/sn, metal tozu için yaklaşık 1000 atm/sn'ye kadar.

4. ENDÜSTRİYEL TOZ PATLAMALARINA YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sebebi tespit edilmeden önce pek çok endüstriyel toz patlaması, yanıcı gaz patlaması ile ilişkilendirilmiştir. Organik tozların patlayabilirliği, ilk defa dönemin İngiltere başbakanı tarafından görevlendirilen Michael Faraday'ın 28 Eylül 1844 tarihinde Haswell Kömür Ocağı'nda (Durham, İngiltere) meydana gelen ve 95 çalışanın yaşamını kaybettiği patlamanın nedenlerini araştırdığı çalışmada ortaya konulmuştur (Bartknecht ve Zwahlen, 1989; Anon., 2008). Bu bulgular, daha sonra Verpilleux'un 1867 ve Vital'in 1875 yılında yapmış olduğu çalışmalar ile de desteklenmiştir (Mills, 2010). Yanıcı tozların patlayabilirliğini araştıran diğer örnekler, Çizelge 3'de verilmiştir. Beyersdorfer (1925) yılında gerçekleştirdiği çalışma ile toz patlamasında, toz tane boyutunun önemini vurgulamıştır.

Çizelge 3. Yanıcı toz patlamaları ile ilgili gerçekleştirilen ilk çalışmalar (Bartknecht ve Zwahlen, 1989)

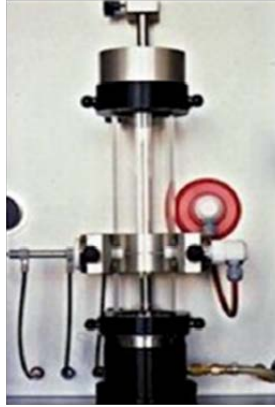
Yıl	Araştırmacı	Patlayabilir Toz
1844	M. Faraday	Kömür tozu
1878	R. Weber	Un
1885	Engler	Yanabilir gaz ve toz karışımı
1891	R. Holtzward ve E.v. Meyer	Linyit tozu
1891	R. Holtzward ve E.v. Meyer	Elektrik kıvılcımı ile toz bulutunun ateşlenmesi
1899	H. Stockmeier	Elektrik kıvılcımı ile Al. tozunun ateşlenmesi

Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda, oluşan veya oluşturulacak toz bulutunun yapısı ve ateşleme kaynaklarının çeşitliliği üzerinde durulmuş, ancak problemin çok karmaşık olduğu ve daha fazla deneysel çalışmaların yapılmasının gerekliliği ortaya konulmuştur (Hauert ve ark., 1994; Kosinski ve ark., 2001; Kosinski ve ark., 2005a; Kosinski ve ark., 2005b; Ilea ve ark., 2008)

4.1. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Ekipmanlar

Toz patlamalarına ait deneysel çalışmalarda kullanılan belli başlı cihazlar Şekil 2-5'te görülmektedir.

Şekil 2'de kapalı Hartman deney tüpü görülmektedir. Bu tüpte 10 J'luk efektif enerjiye sahip bir ark kıvılcımı üretilmektedir. Deney için kullanılan toz, tüpe ilave edildiğinde eğer alev kıvılcım kaynağından yukarı doğru hareket ederse, tozun patlama özelliğinin olduğu kabul edilmektedir.



Şekil 2. Kapalı hartman tüpü

Şekil 3'de deneylerde kullanılan 20 litrelik patlama küresi görülmektedir. Tamamen kapalı bir odacıktan oluşan küre, ASTM Standartları E1226 ve E1515'e göre maksimum basınç artış oranı ile birlikte minimum patlamanın oluşacağı toz konsantrasyonunu tespit etmek için kullanılmaktadır.

Şekil 4'de diyaframlı 1,2 litrelik Hartman deney tüpü görülmektedir. Tüm Hartman deney tüpleri için 10 J'luk ateşleme enerjisi kullanılmaktadır.

Şekil 5'de deneylerde kullanılan 28 litrelik patlama odası görülmektedir. Bu odacıktaki parlamaya ait zamanlama, toz bulutunun sabit ateşleme kaynağına temas edip kendiliğinden parlamasından sonrası olarak kabul edilmektedir. Sonuçta oluşan basınç, üstteki diyaframı parçalayarak alev ve gazın kaçmasını sağlamaktadır.



Şekil 3. 20 Litrelik patlama küresi



Şekil 4. 1,2 Litrelik hartman tüpü

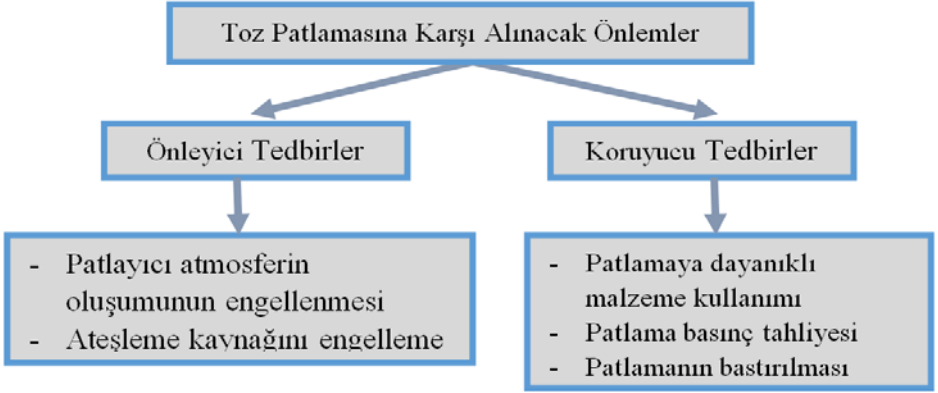


Şekil 5. 28 Litrelik patlama odası

5. ENDÜSTRİYEL TOZ PATLAMALARINA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Toz patlamalarına karşı alınacak önlemler; önleyici ve koruyucu tedbirler olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır (Şekil 6). Toz patlamasından korunmak için, tozun, tutuşmanın ve hasarın kontrol altında tutulması son derece önemlidir.

Ülkemizde 20.06.2012 tarihinde kabul edilen 6331 sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” kapsamına giren her türlü işyerinde, kanununun 30. maddesine dayanarak düzenlenen “Tozla Mücadele Yönetmeliği”, tozun oluşumunu sınırlamak adına işverenin her türlü tedbir almasını özellikle meslek hastalıklarını önlemek açısından zorunlu kılmıştır. Ayrıca patlama riski olan tozlarla mücadele için gerekenin yapılması noktasında işvereni uyarmıştır.



Şekil 6. Toz patlamalarına karşı alınacak önlemler

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstriyel toz ve atıkların patlamalarının önlenmesine yönelik olarak yapılacak çalışmalarda, toz bulutunun davranışının toz özellikleriyle birlikte matematiksel temelli yaklaşımlarla modellenmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, söz konusu toz ve atıkların patlaması, gerçek kıvılcım kaynaklarının tespitini de beraberinde getirmektedir. Tüm bunların ötesinde daha güvenli iş ortamının oluşturulması, patlama riskine karşı daha deneyimli ve eğitilmiş çalışan sayısının artırılması, iş sağlığı ve güvenliği açısından ele alınacak konuların başında gelmektedir.

KAYNAKLAR

Anon., 2008. <http://www.haswell-history.co.uk/disaster.html>

- Bartknecht, W., Zwahlen, G., 1989. *Dust Explosions – Course, Prevention, Protection*, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 13:978-3-612-73947-7
- Bartknecht, W., 1993. *Explosionsschutz-Grundlagen und Anwendung*, Springer Verlag, Berlin
- Beyersdorfer, P., 1925. *Staub-Explosionen. Dresden und Leibzig*, Verlag von Theodor Steinkopff
- Bowen, Xu, 1988. The Explosion Accident in the Harbin Linen Textile Plant, *EuropEx Newsletter*, No. 6, pp2-3
- Dastidar, A.G., Amyotte, P.R., Pegg, M.J., 1997, Factors Influencing the Suppression of Coal Dust Explosions, *Fuel*, 76(7), ss663-670.
- Eckhoff, R.K., 2003. *Dust Explosions in the Process Industries*, Elsevier, USA
- Glor, M., 1988. *Electrostatic Hazards in Powder Handling*, Research Studies Press, Hertfordshire, England
- Glor, M., 2003. Dust Explosions-Hazards, Prevention, and Protection, *Safe Process Management in the Chemical Industry*, Vol. 57, pp778-780
- Hauert, F., Vogl, A., Radant, S., 1994. Measurement of Turbulence and Dust Concentration in Silos and Vessels, *Proceedings of the 6th International Colloquium on Dust Explosions*, Shenyang, China, pp71-80.
- Kosinski, P., Klemens, R., Wolanski, P., Korobeinikov, V.P., Markov, V.V., Men'shov, I.S., 2001. Dust-Air Mixtures Spreading in Branched Ducts, *Proceedings of the 18th International Colloquium Dynamics & Reaction System*, Seattle, USA
- Kosinski, P., Hoffman, A.C., 2005a. Modelling of Dust Lifting using the Lagrangian Approach, *International Journal of Multiphase Flow*, 31(10-11), ss1097-1115
- Kosinski, P., Hoffman, A.C., Klemens, R., 2005b. Dust Lifting behind Shock Waves: Comparison of two Modelling Techniques, *Chemical Engineering Science*, 60(19), ss5219-5230.
- Ilea, C.G., Kosinski, P., Hoffman, A.C., 2008. Three-Dimensional Simulaion of a Dust Lifting Process with Varying Parameters, *International Journal of Multiphase Flow*, 34(9), ss869-878
- ig43, 2012. *A Guide to Combustible Dusts*, NCDOL OSH program, s15
- Michelis, J., Margenburg, B, Müller, G., Kleine, W., 1987. Investigations into the Buildup and Development Conditions of Coal Dust Explosions in a 700-m Underground Gallery, *Industrial Dust Explosions, ASTM STP 958, Kenneth L. Cashdollar and Martin Hetzberg, Eds., American Society for Testing and Materials*, Philadelphia, ss124-137.
- Miller, P.R., 2011. *Dust to Dust, A Seemingly Harmless Particle Raises Explosive Issues*, <http://ohsonline.com/Articles/2011/05/01/Dust-to-Dust.aspx>
- Mills, C., 2010. *Regulating Health and Safety in the British Mining Industries, 1800-1914*, Ashgate Publishing Company, Surrey, England, s184

- Nagy, J., 1987. Early Research on Gas and Dust Explosion, *Proceedings of the Int. Symposium on the Explosion Hazard Classification of Vapours, Gases and Dusts*, Publ. NMAS-467, National Academy Press, ss17-23
- Nifuku, M., Tsujita, H., Fujino, K., Takaichi, K., Barre, C., Hatori, M., Fujiwara, S., Horiguchi, S., Paya, E., 2005. A Study on the Ignition Characteristics for Dust Explosion of Industrial Wastes, *Journal of Electrostatics*, Vol. 63,ss-462.
- Pineau, J.P., 1984. Sécurité incendie et explosion des installations de fabrication de poudre de lait, *Annales des Mines de Belgique* 7-8, ss302-318
- Pineau, J.P., 1985. Sécurité incendie et explosion des installations de fabrication de poudre de lait, *In Proceedings of the International Symposium on the Control of Risks in Handling and Storage of Granular Foods*, Paris : APRIA
- Verakis, H.C., Nagy, J., 1987. A Brief History of Dust Explosions, *Industrial Dust Explosions*, ASTM STP 958, Kenneth L. Cashdollar and Martin Hetzberg, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, ss342-350.

İşyerlerinde Psikososyal Riskler ve Yönetimi

Psychosocial Risks and Management in the Workplace

M. Teberik

Endüstri Mühendisi / İş Güvenliği Uzmanı

ÖZET Küreselleşme sürecinde; çalışma hızının artışı, düzensiz çalışma, çalışma yaşamında kural dışılaşma, artan işsizlik ve iş güvencesizliği gibi temel sorunlar yaşanmaktadır. Bu temel sorunlar çalışanlarda; baskıya, güvencesiz işlerde, olumsuz koşullarda çalışmaya ve sonuçta psikososyal sorunlara (strese) neden olmaktadır. Ülkemizde faaliyet gösteren çoğu işyerinde; işyerindeki sosyal ortam kötü, farklı grupları ve bölümler arasındaki işbirliği zayıf, kişiler/çalışan gruplar arasında çatışmalar mevcut, işle ilgili konu ve sorunlar tartışılmıyor veya çözülmüyor, çalışanlar birbiriyle rekabet içinde, taciz/kaba kuvvet kullanılmakta, halkın çalışanlara karşı şiddet uygulama riski bulunmakta (sözlü taciz, tehdit/fiziksel saldırı), sigortasız insan çalıştırma meşrulaşmış, sendika kapıdan içeri sokulmuyor ve alt yüklenici (Taşeron sistemi) oldukça yaygınlaşmış durumdadır.

ABSTRACT In the globalization process; the main problems such as the increase of operating speed, irregular working, working life on deregulation, increasing unemployment and job insecurity, etc. are experienced. These main problems lead to pressure, working in precarious jobs and unfavorable conditions and finally psychosocial problems (stress) on the workers. In many businesses operating in our country; bad social environment in the workplace, poor cooperation between the different groups and departments, conflicts between people/staff groups, work-related issues and problems not discussed, not solved, employees in competition with each other, harassment/brute force is used, there is risk of violence against working (verbal abuse, threats/physical assault) by people, employ to uninsured people was legitimated, the union not inserted in the door and sub-contractor (subcontractor system) was fairly widespread.

1. GİRİŞ

BM İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi Madde 23: “Herkesin, kendi özgür seçimiyle belirlediği bir işyerinde, adil ve elverişli çalışma koşullarında çalışma hakkı vardır. Günümüzde bu hak kullanılmadığı için, sonuç olarak sırasıyla; Stres, dikkat dağınılığı, güvensiz davranışlar, iş kazaları/meslek hastalıkları süreci yaşanmaktadır.

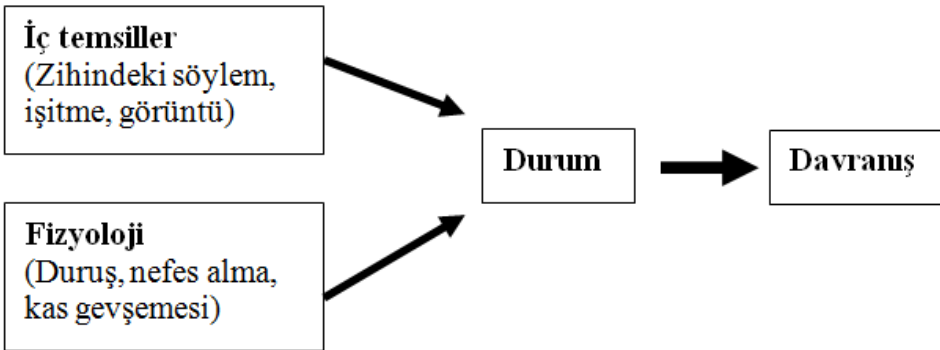
1.1. Stres

Stres, bireyin ruhsal sınırlarının tehdit edilmesi ile ortaya çıkan bir durumdur. En tipik özelliği; hem dış etkenler hem de kişinin kendi kendine yarattığı faktörlerden meydana gelmiş olmasıdır.

Stres; kişinin çevresinin kişiye yüklediği yüküdür. Kişide olan değil, kişiye olandır. Aynı zamanda onu zihninde taşıyan kişiye aittir ve sıklıkla geri dönüşümlüdür.

İşyerinde stres; çalışanın yetenek ve becerilerinin, işin gereksinimleri ile uyuşmadığında oluşan, zararlı fiziksel ve duygusal yanıtlardır. Sağlık bozuklukları ve yaralanmalara neden olabilir. (OSHA, 1999)

Stres-Motivasyon ilişkisi şu gereksinimlerden oluşmaktadır; kendini gerçekleştirme gereksinimi, saygınlık gereksinimi, toplumsal gereksinimler, güvenlik ve korunma gereksinimleri, temel fizyolojik gereksinimler. Eğer bu gereksinimler karşılanmaz ise; stres, güvensiz davranışlar, iş kazası/meslek hastalıkları meydana gelebilir. Şekil 1'de Stres-Davranış ilişkisi görülmektedir.

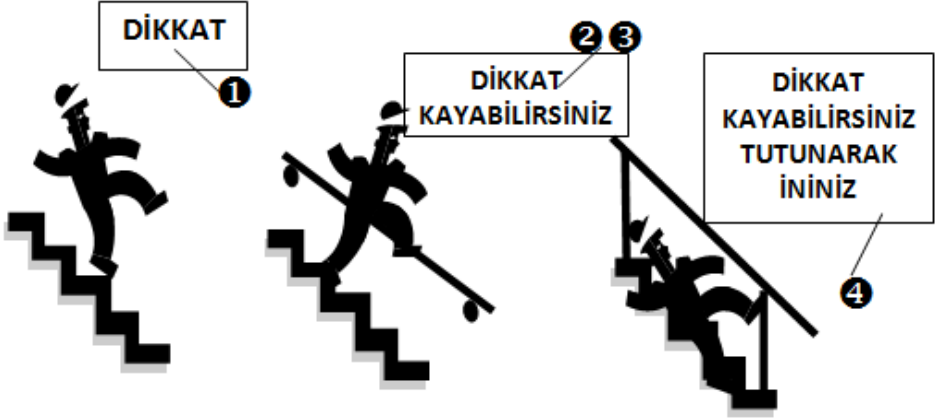


Şekil 1. Stres-davranış ilişkisi

Durumun iki ana ögesi, iç temsiller ve fizyoloji birlikte çalışır. Birini etkileyen bir şey diğeri de etkiler. Her ikisi ya da biri bozursa önce durum, sonra davranış

bozulur. Yani iş kazaları ya da meslek hastalıklarına yol açan güvensiz davranışlar ortaya çıkar.

Stres uyarı ilişkisinde uyarıların iki temel amacı vardır: kişileri tehlikeli durumlar konusunda uyarmak ve tehlikeli durumlara yol açabilecek davranışlardan alıkoymaktır. Şekil 2 'de Stres-Uyarı ilişkisi görülmektedir.



Stres varsa uyarıların etkisi azalır

Şekil 2. Stres-uyarı ilişkisi

Uyarıdan davranışa sırasıyla uyarı, dikkat, algılama, inanç ve tutum, ödenecek bedel şeklinde oluşan zihinsel bir süreç vardır. Eğer, stres varsa bu süreç işlemez.

1.2. Dikkat

Dikkat, duygularla düşüncüyü bir şey üzerinde toplama, bir iş üzerinde uyanık davranma şeklinde tanımlanabilir. Uyarılarla dikkat; istenmeden, isteyerek veya alışkanlıkla dikkatin verilmesi sağlanır. İsteyerek dikkat çeşitleri; seçici dikkat, odaklanmış dikkat, bölünmüş dikkat, sürdürülen dikkat olarak sıralanabilir. Eğer, çalışan stresli ise bu durumlar sağlanamaz.

Dikkatin dağılması(Stres-zihinsel yorgunluk-dikkat dağılması) süreci sonucunda çalışanlar; **Sürçme**; dalgınlıkla yanlış iş yapma, **Yanlış yapma**; bir kurala, ilkeye, gerçeğe uymayan iş yapma, **Risk alma**; zarara uğrama tehlikesini göze alma, olmak üzere her üç yanlış davranışı da yapabilir.

Karar alma sürecinin adımları; bilgiyi alma, yorumlama ve değerlendirme, karar şeklinde sıralanabilir. Stres varsa karar alma sürecinin her adımında yanlış yapılabilir.

2. STRESİN NEDENLERİ

Stresin işle ilgili nedenleri; çalışanın iş için eğitimi, beceri ve deneyimi yetersiz, yaptığı iş kendisine pis, zor ya da sevimsiz görünüyor, iş yükü, işin niteliği ve çalışma yöntemleri, işyeri ortamındaki fiziksel ve kimyasal etmenler, iş düzeni tekdüze, performans kaygısı (yeni bir iş ya da terfiden sonra), kötü planlama, çok yüksek hedefler koyma, aşırı iş yükü ya da boş oturma, karar verme konusunda yetkisizlik, işteki aşırı talepler, düşük moral, güvensizlik (örn. gelecekle ilgili), gereksinimlerin tatmin olmaması, iletişim yetersizliği/yanlış anlaşılmalara, formal başarı değerlendirmeleri, çalışma ortamı ve koşulları, iş araçları, yöneticinin tutarsız davranışları, hızlı değişim, akran baskısı, organizasyonun politikaları, becerinin kullanılmaması, zaman baskısı, çatışmalar, duygusallık (Kişinin korkunç bir şey olmasını beklemesi), diğerlerinin önünde eleştirilmek, servis araçları, yolun uzunluğu, çalışma süresi, ücret düzeyi, ücret ödeme biçimi, işletme büyüklüğü ve yönetim şekli olarak düşünülmektedir.

Çalışılan ortamda bulunan; aşırı sıcak veya soğuk hava, yüksek nem ve hava akım hızı, aydınlatma ve havalandırmanın yeterli olmaması, aşırı gürültü vb. etkiler vücudun dengesini bozar ve kişiyi endişeye iter.

Sezgiler: Birey, gerçekleşme olasılığı yüksek bir olay ya da istenmeyen olayların yaklaşmasından dolayı duygusal strese girer.

Durumsal Belirsizlikler: Birey, gelecekte ne olacağını bilmek ister. Eğer gelecek için kaygı taşıyorsa, bu kaygı stres yaratır.

Etkileşim: Kişi bazen yalnız kalmak/başkalarından uzakta da bir iş yapmak ister. Fakat çevresi ona bu olanağı tanımaz.

Dikey İletişim ve Stres: Her yönetici, aktarılmak üzere kendisine gelen mesajları, kendi beklentileri ve statüsünü korumak amacıyla az ya da çok süzer ya da değiştirir.

Mesajlar: aşağıdan yukarıya doğru yumuşatılır, yukarıdan aşağıya doğru sertleştirilir. Bu eğilim, astlarda güvensizlik ve strese yol açar.

Rol çatışması: Çatışan rollerinden birisinin daha üstün tutulması gereken durumlarda birey kararsızlığa düşer.

Rol belirsizliği: Bireye yetecek kadar bilginin aktarılmaması veya eksik görev tanımından kaynaklanır.

Aşırı veya fazla hafif roller: Aşırı bir rol yüklenmişse, kişinin zorlandığını hissetmesiyle ortaya çıkar.

Görevin Karmaşıklığı: Birey; çok karmaşık görevler karşısında yetersiz kalırsa, görevleri uzmanlık ve yeterliliklerini aşarsa, dengesi bozulur ve strese girer.

Görevin sağladığı bağımsızlık: İşgören, güvenilmediğini hissederse sorumluluğunu yerine getirecek kadar bağımsız olmadığını düşünür. Sınırsız bağımsızlık ve sorumluluk ta stres yaratır.

Örn. hava kontrolcülerde kalp hastalıkları sık olur.

Çözüm: Örgütte optimum bağımsızlık sağlanmalıdır.

Ekonomik belirsizlikler: İşsizlik, düşük ücret, haftalık çalışma saatlerinin arttırılması vb. durumlar stres yaratır.

Politik belirsizlikler: İktidar değişimlerinin sık yaşandığı ülkelerde güvensizlik ve dolayısıyla da strese neden olur.

Teknolojik belirsizlikler: Bilgisayar, robot ve otomasyon çalışanların beceri ve deneyimlerini gereksiz kılar ve stres kaynağı olur.

İşyeri dışındaki; işçinin aile yapısı, sorunları, oturduğu ev, beslenmesi, ekonomik sorunlar, sağlık sorunları, madde bağımlılığı (İlaç, içki, sigara, vb.), otomobile ilişkin problemler, komşular, son zamanlarda yaşananlar, uykusuzluk, ev tamiriyle ilgili problemler vb. faktörler stres yaratabilir.

Sonuç olarak, işyeri ve işyeri dışı nedenlerle çalışanlarda oluşan stres sonucu; iş kazaları ve meslek hastalıkları **“Ben geliyorum”** der.

3. STRESİN AŞAMALARI

Stres, alarm, direnme ve tükenme olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır: Alarm aşaması; stresörlerle ilk karşılaşmada vücudun verdiği tepkidir. Uyaran, organizmanın baş edemeyeceği kadar güçlüyse ölüm bile yaşanabilir. Direnme aşaması; organizma stresörlerle baş edecek kadar güçlüyse ya da stresörler baş edilebilecek düzeydeyse direnç oluşur. Tükenme aşaması; stres verici olay çok ciddi ise ve uzun sürerse, organizma için tükenme basamağına gelinir. Strese direnme konusunda; her canlının uyum yeteneği ile enerjisi farklıdır ve sınırlıdır.

4. STRESİN ETKİLERİ/SONUÇLARI

Stres altında insan; espri yeteneğinin sönmesi, dinlenme ve yemek molalarını atlama, tatile çıkmama ve işe gidişte gecikme, fizyolojik şikayetlerde artış, sosyal geri çekilme, içsel değişiklikler (depresyon, vb.), önemli veya önemsiz, önceden kolaylıkla verilebilen kararları vermekte güçlük, alışılmış davranış biçimlerinde önemli değişiklik, en iyi olanı değil, garanti olanı seçmek, uygun olmayan durumlarda ortaya çıkan öfke, düşmanlık ve kızgınlık dalgaları, sigara ve içki içme eğiliminin artması, sürekli kişisel hata ve başarısızlıkları düşünmek, aşırı hayal kurmak, duygusal hayatta düşüncesiz davranışlar, çevreye aşırı güven veya güvensizlik, nispeten önemsiz konularda aşırı endişelenme, gerçek problemler karşısında ise ilgisizlik ve kayıtsızlık, sağlığa aşırı ilgi, uyku bozukluğu (zor uyuma veya sık sık uyanma), tepkilerin başkasına yönlendirilmesi, fobiler, dışa vurma, öç alma, alkol ve kumar tutkusu, intihar, dış dünya ile ilişkiyi en aza indirme, karamsarlık, düşünce karışıklığı gibi davranışlar gösterebilir.

Strese karşı savunma mekanizmaları; duyguların bastırılması, tehlikelerin yok sayılması, haklı olduğuna kendini inandırma, yenilgi vb. sorumluluğunu başkalarına yükleme, daha büyük başarıya yönelme, engellenen istek ve davranışların tedirginliğini, onların yerine geçecek diğer istek ve davranışlarla giderme (yüceltme), örnek aldığı bir kişiyle veya grupla özdeşleşme, kendi ülkülerine uyan insanları, kavramları benimseme,

5. STRES YÖNETİMİ

Stresle başa çıkma örgütsel ve bireysel başa çıkma yöntemleri olarak iki grup altında toplanabilir.

5.1. Örgütsel Başa Çıkma Yöntemleri

Öncelikle stresin üç ana nedenini ortadan kaldırılmalıdır.

a. Belirsizlik: Çalışanlar şirketin ve kendilerinin bugünü ve geleceği hakkında mümkün olduğunca bilgi sahibi olmalıdır.

b. Kontrolün elden çıktığı düşüncesi: Çalışanlara yetki ve sorumluluk birlikte verilmelidir.

c. Baskı: Çalışanlarında katılımının sağlandığı demokratik bir yönetim tarzı.

5.1.1. Organizasyonun yapısı

İşletmenin örgütsel işleyişi planlanırken yapıyı; merkeziyetten uzak, katılımcılığı destekleyici, ortak karar vermeyi özendirici, ast üst arası iletişim engellerini yok edici bir organizasyon geliştirilirse, yalnızlık, desteksizlik ve aşırı işbölümünün yarattığı stres, önemli ölçüde engellenir.

5.1.2. İş zenginleştirilmesi

Tekdüze, zihinsel çaba, farklı düşünme gerektirmeyen işler, bir müddet sonra sıkıcı ve çekilmez olur. Özellikle yetenekli ve yaratıcı tipler, işlerinde boyut ve derinlik ararlar. Yönetim, işleri zenginleştirmelidir. İş içerik olarak zenginleştirilip, kişiye daha fazla sorumluluk verilebilir, önüne başarı fırsatları çıkarılabilir, kendi gayretine göre yükselmesi sağlanabilir.

5.1.3. Çatışmayı azaltmak ve örgütsel rolleri belirgin hale getirmek

İyi bir organizasyon, yeterli işbaşı eğitimi, açık görev tanımları ve çalışanlardan zamansız bilgi istemeyi engellemeye yönelik düzenlemeler rol belirsizliğini ve kişiler arası çatışmayı önemli ölçüde azaltır.

5.1.4. İyi ve açık bir kariyer planı yapmak

Eğer işletmede yükselme ve ilerleme basamakları belirli ve kişiler tarafından kavranırsa; çalışanlar kendilerini istedikleri hedeflere göre yetiştirmeye çalışacaklar, ara sıra yöneticilerinden tavsiye isteyeceklerdir.

5.1.5. Maddi teşvikler

Ücretler önemlidir. Maaş, yaşam için gereken geçimi sağlar ve böylece çalışmak için bir teşvik olur. Maaş ölçüsü işçinin konumunu gösterir, bir statü simgesidir. Maaştaki artış, işinizdeki başarının onaylanmasıdır. Ancak, her şey ekmekle olmaz.

5.1.6. Katılım

Katılma sonucu işgören kendine saygı ve tanınma gereksinmelerini tatmin eder. İşyerinde bu gereksinmelerini gideremeyen çalışanlar strese girer. Konferanslara, komite çalışmalarına, hatta işin kendisi ile ilgili olan yönetsel kararlara katılması işgöreni işine daha bağlı yapar ve böylece motivasyonu artar.

5.1.7. Yetki ve sorumluluk verme

Yetki ve sorumluluk verildiğinde; işgören işinde özgür olur, sorumluluk yüklenir ve gereksinimlerini gidereceği davranışlara yönelebilir. Ayrıca yöneticinin giderek artan sorumlulukları ve denetim yükü de azalabilir. Ancak; yetki ve sorumluluk birlikte verilmelidir.

5.1.8. Yükselme (terfi)

Yükselmenin nedeni; kişinin takdir edilme, saygı görme ve kendini gerçekleştirme ihtiyacının bir sonucudur. Yükselmeler; işgörelere üstün şevk sağlar, işgücü devrini düşürür, bazı durumlarda personel gereksinmesini karşılar.

5.1.9. Çalışma grupları

Samimi ve cana yakın çalışma arkadaşlarının bulunduğu gruplar bireylerde iş tatminini sağlar. Çalışanlar; arkadaşlarıyla konuşabildikleri için rahatlar, aksi takdirde kişi kendini soyutlanmış hisseder ve motivasyonu düşer. Bu gruplar; kişilerin bazı sosyal problemlerini gidermeleri için seslerini duyurabildikleri bir ortamdır.

5.1.10. İş ortamı ve şartları

Çalışma ortamı uygun ve rahat olmalıdır. İşyerinde ısı, nem, havalandırma, ışık, gürültü, temizlik vb. araç ve gereçler önemlidir. İşin durumu, kişinin sosyal hayatını da etkiler.

Çok çalışıyorsa sosyal yaşama zaman bulamaz, mutsuz olur. İş şartlarına iyi veya kötü, tüm çalışanlar dikkat eder. Örn. asıl problem yerine küçük ofisten dolayı yönetime kızgınlık duyabilir.

5.1.11. Eğitim

Motivasyon için önemli bir araçtır. Yeni bilgilerin sunulması, davranış ve tutum değişimi ve tatmin açısından çok önemlidir. Örgütün yeni gelişmelere ve yeniliklere uyum sağlaması ancak çalışanların yeni bilgilerle donatılmasıyla mümkündür.

5.1.12. Rekabet

Rekabet; işin ağırlığını hissettirmeyecek, dinamizmi ve şevki getirecek, çalışmayı kamçılayacak, dolayısıyla verimliliği sağlayacak bir araçtır. Bireyin rekabete yönelmesinin nedeni; saygı görme, tanınma ve kendini gerçekleştirme ihtiyaçlarının bir görüntüsüdür.

5.2. Bireysel Başa Çıkma Yöntemleri

Bireysel başa çıkma için şunlar yapılmalıdır; zihinsel stresle bedensel yorgunluk arasındaki etkileşimi kırın, olumlu hayal kurun, egzersiz yapın, iletişim kurun, gülün, kakhaha atın, hobiler edinin, meditasyon, gıda kontrolü ve masaj, verdiğiniz sözü tutun, hayır demesini öğrenin, yaşam dansını en iyi siz yapın, sen ben değil biz bilinci içinde olun, kaybetme korkunuzu atın, egonuzu aşın, içten olun, kalıplanmış değil özgür insan olun, güçlü olun (1. Kişiliğin gücü, 2. İletişim gücü, 3. Amaçlardan kaynaklanan güç), yetişkin özgürlüğü isterken, çocuk sorumluluğu göstermeyin, kralların kudretine sahip olun (Bilgi + Eylem= Başarı), hırslı olun, inançlı olun, odaklanın (konsantrasyonun gücünü kullanın), kelimelerin gücünden yararlanın, karar verin, yanıt sorulardır ve kaliteli sorular sorun, değerlerinizi bilin, planlı programlı olun, hedeflerinizi belirleyin (Kişisel/Aile/İş/Toplumsal), sorumluluklarınızı sınırlayın, başkalarıyla iyi geçinin, hayata olumlu yaklaşın, hedeflerinizi düşünün.

Kişisel bütünlük içinde olarak aşağıda sıralanmış tavsiyelerin uygulanmasında yarar vardır.

1. Karar vermeden önce düşünün, inceleyin, gözden geçirin, acele etmeyin, her şeyi hesaba katarak ve tümüyle sorumluluk alın.
2. Kararını özgür iradenizle verin. Kararınız bir seçimdir. Her şeyi gözden geçirdikten, bilgi sahibi olduktan sonra özgürce seçim yapın.
3. Verdiğiniz kararlardan pişmanlık duymayın.
4. Sabırlı olun ve niçin beklediğinizi bilin. “Savaşçı sabırla bekler, beklediğini ve ne için beklediğini bilerek bekler.” Don Juan.
5. ‘Ölümün bilincinde’ ama aynı zamanda bunu umursamaz bir tavır içerisinde olun.
6. Stratejik bir tavır içinde yaşayın.
7. Hiçbir şeyin müptelası olmayın.
8. Her şeye saygı ile yaklaşın.
9. Taşıyamayacağınız yükün altına girmeyin.
10. Gönlünüzün yolunu seçin.

11. Dünyayı olduğu gibi görün.
12. İçinde bulunduğunuz duygusal durumu kendiniz belirleyin.
13. Alçakgönüllü olun. Başınızı kimseye eğmeyin ama hiç kimsenin de başını s izin önünüzde eğmesini istemeyin, buna izin vermeyin.
14. Her şeyi, üstesinden gelinmesi gereken bir öğrenme fırsatı olarak görün.
15. Sağlığınıza gözünüz gibi bakın, özen gösterin.
16. Yaşamınıza katkıda bulunan her şeye ve herkese teşekkür duygusu besleyin.

Dünyanın yedi harikası; Görün, duyun, dokunun, tadın, hissedin, gülün, sevin olarak düşünülebilir. Aynı zamanda hayatın; duygusal hakimiyet, fiziksel hakimiyet, ilişkilerde hakimiyet, finansal hakimiyet, zaman hakimiyeti alanlarına hakim olmak oldukça önemlidir. Son olarak vurgulamak gerekirse şükretmesini bilmek gerekir. Çünkü şükretmesini bilmeyen, gönül huzuru bulamaz.

KAYNAKLAR

- Esin, A., 2008. *Yeni Mevzuatın Işığında İş Sağlığı ve Güvenliği*. MMO Yayınları. Ankara. 530 s.
- Gödelek, E., MMO Adana Şubesi Yönetim Geliştirme Seminer Notları.

Darbeli Gürültüye Sebep Olan Makinelerin Gürültü Düzeylerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Comparative Assessment of Noise Levels of Machines Causing Impact Noise

İ. Erol

Bülent Ecevit Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

O. Su

Bülent Ecevit Üniversitesi, ZMYO, Madencilik ve Maden Çıkarma Böl., Zonguldak

ÖZET Bu çalışmada kömür kazısında kullanılan martopikör, galeri ve lağımlarda patlatma deliklerinin delinmesinde kullanılan martoperfaratör ve elektro-hidrolik delici ile bölünmüş yol yapım çalışmalarında kullanılan hidrolik kırıcı gibi darbe ile çalışan makinelerin gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Ölçümler makine çevresinde, 5 m ve 10 m'lik mesafelerde yürütülmüştür. Bu ölçümlerden sonra tüm makinelerin eşdeğer gürültü seviyeleri hesaplanmış ve mevzuatlar doğrultusunda değerlendirilmiştir. Ayrıca, makina civarında çalışan işçilerin çalışma sürelerine göre eşdeğer gürültü düzeylerinin işçi sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak gürültü düzeyi en düşük olan makinenin hidrolik kırıcı olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra makinelerin etrafında çalışanlar ve operatörlerin gürültünün zararlı etkilerinden korunmak için mevzuat gereklerine göre önlem almaları gerektiği görülmektedir.

ABSTRACT In this study, the noise levels of jack hammers, electro-hydraulic drill, and pneumatic hammer, which are employed in coal production, drilling blastholes in the roadways, and road construction respectively, were measured. Measurements were carried out around and 5-10 m away from the machine. Then, equivalent noise levels of the machines were calculated and evaluated in relation to Turkish regulations. In addition, the effect of equivalent noise level results on the workers' health was examined in light of working hours of the employees standing around the machined. As a result, it was found that impact hammer is the machine having minimum noise level. Moreover, the workers around the machines and operators should definitely take precautions to be protected from harmful effects of noise in accordance with the requirements of legislation.

1. GİRİŞ

Madencilik faaliyetlerinin birçok safhasında yüksek gürültü seviyeleri ile karşılaşmaktadır. Son yıllarda mekanizasyonun artması gürültüyü ön plana çıkarmaktadır. İşçiler günlük çalıştığı ortamlarda sürekli makinalardan yararlanmakta ve yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmaktadırlar. Özellikle yeraltı kömür madenciliğinde kullanılan elektro hidrolik delici, galeri açma makinası, kesici yükleyici, martopikör, martoperfaratör, vb. gibi hazırlık ve üretim makineleri, bunun yanı sıra tünellerde kullanılan jumbo deliciler, hidrolik kırıcılar ana gürültü kaynakları olarak sıralanabilir. Yine nakliyatada kullanılan zincirli oluklar ve bandlar, havalandırmada kullanılan fanlar da yeraltındaki diğer önemli gürültü kaynaklarıdır.

Çalışanların sağlığının korunabilmesi, aynı zamanda iş güvenliğinin sağlanabilmesi için işyerlerindeki gürültü seviyelerinin limit değerlerin altında tutulması gerekmektedir. Çalışanların işitme kaybına uğramaması için yeraltı veya tünellerde gerekli tedbirlerin alınması önemlidir. Ayrıca arında, galerilerde, ayakta çalışan işçilerin ve hatta buralarda çalışan makineleri kullanan operatörlerin sağlık kontrollerinin düzenli olarak yapılması gerekmektedir.

Mekanizasyonun gelişmesine paralel olarak, önemli sorun olarak karşımıza çıkan gürültünün, insanlar üzerindeki olumsuz etkileri; işitme kaybından iş veriminin önemli derecede azalmasına, işyeri ortamında haberleşmeye olan olumsuz etkisine, fizyolojik rahatsızlıklardan psikolojik bozukluklara ve bunların neden olacağı iş kazalarına kadar uzanmaktadır.

Gerek klasik ve gerekse de mekanize kazı yöntemlerinin uygulandığı galeri, lağım ve tünellerin açımı sırasında çeşitli makineler çalışmakta ve ortamda zaman zaman yüksek gürültü seviyelerine ulaşılmaktadır. Bu nedenle gerek makinadan ve gerekse de ortamdaki kaynaklanan gürültü kaynaklarının belirlenmesi işçi sağlığı açısından oldukça önemlidir. Gerekli iş güvenliği önlemlerinin alınmasıyla gürültü seviyesi belirli limit değerlerin altında tutulacak ve böylece çalışanların sağlığı da korunmuş olacaktır.

2. SES VE GÜRÜLTÜNÜN TANIMI

Ses dalgalar halinde yayılan bir enerji şeklidir. Sesin tanımı “kulak tarafından algılanabilen hava, su ya da benzeri bir ortamdaki basınç değişimi” olarak verilmektedir. Sesin doğuşu ve yayılması, ortamdaki parçacıkların titreşimi ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle olmaktadır. Ortamdaki parçacıkların titreşmesiyle oluşan dalgalar, havada basınç değişiklikleri oluşturmaktadır. Bu

basınç değişiklikleri kulak tarafından elektrik sinyallerine çevrilmekte ve beyin tarafından “ses” olarak algılanmaktadır (Özgüven, 1986).

Sesin frekans ve şiddet olmak üzere iki temel özelliği bulunmaktadır. Frekans, sesin tizliğini belirleyen bir büyüklük olup, saniyedeki çevrim sayısı olarak tanımlanır ve birimi Hertz (Hz)'dir. Şiddet (yeğinlik, amplitüd) ise sesi oluşturan titreşimlerin atmosferde yarattığı basınçtır. Sağlıklı ve genç bir insan 16 Hz ile 20000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. Kulağın en hassas olduğu frekans 4000 Hz'dir. Sesin şiddeti ise desibel (dB) olarak ölçülür. Sesin kulak tarafından duyulan yüksekliği sesin fizik şiddetine bağlıdır (Karasalihoğlu, 1992).

Gürültü ise istenmeyen ve hoş gitmeyen ses olarak tanımlanmaktadır. Günlük hayatta karşılaşılan gürültü seviyeleri 60-140 dBA arasında değişmektedir. Ancak 90 dBA'nın üstündeki gürültü değerleri insan sağlığı açısından istenmeyen düzeylerdir (Ünver, 1995).

2.1. Gürültünün Sınıflandırılması

Gürültü frekans dağılımına ve ses düzeylerinin zamanla değişimine göre iki ana başlık altında sınıflandırılabilir.

1. Frekans dağılımına göre sınıflandırma: Geniş ve dar bant gürültü olmak üzere iki tip gürültüden söz edilebilir.

- Geniş bant gürültü: Gürültüyü meydana getiren seslerin frekansı, tüm frekans aralığı boyunca yayılmış olan gürültüye denir. Her frekanstaki katkının aynı olduğu geniş bant gürültüye ise “Beyaz Gürültü” denir. Doğada bulunan tüm renklerin karışımı nasıl beyaz ışığı meydana getiriyorsa, bütün frekans aralıklarına sahip sürekli spektrumlu sesler de Beyaz Gürültü'yü meydana getirir. Buna en iyi örnek makine gürültüsüdür.

- Dar bant gürültü: Bu tür gürültünün frekans dağılımı, belli bir frekans bandında toplanmış bir grafik gösterir. Diğer bir deyişle, gürültüyü oluşturan saf seslerden frekansı belli bir aralıkta toplanmış olanlar baskındır.

2. Ses düzeyinin zamanla değişimine göre sınıflandırma: Ses düzeyinin zamanla değişimine göre ise gürültüyü kararlı ve kararsız olmak üzere iki ana grupta sınıflandırmak mümkündür.

- Kararlı Gürültü: Gürültü düzeyinde zamanla önemli bir değişimin olmadığı durumdur. Sabit bir hız ve güçte çalışan herhangi bir motorun meydana getireceği gürültü bu tür gürültüye en iyi örnektir.

- Kararsız Gürültü: Gürültü düzeyinde sürekli ve önemli değişiklikler olan gürültü türüdür. Zamanla değişme, dalgalanma veya durup yeniden başlama

(kesikli olma) şeklinde gözlenebilir. Bu tür gürültüye, sırasıyla “Dalgalı Gürültü” ve “Kesikli Gürültü” adı verilir. Dalgalı gürültü, gürültü düzeyinde önemli değişiklikler olan gürültüdür. Kesikli gürültü ise, gözlem süresinde gürültü düzeyi aniden ortam gürültü düzeyine düşen ve ortam gürültü düzeyi üzerindeki bir değeri bir saniye veya daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüdür. Kararsız gürültünün diğer bir şekli de “Darbe Gürültüsü”dür. Her biri bir saniyeden daha az süren veya daha fazla vuruşun çıkardığı gürültüdür (Ertürk, 2001; Fişne, 2008).

2.2. Eşdeğer Gürültü Seviyesinin Belirlenmesi

Gürültü sadece işletmelerin sorunu olmaktan çıkmış, hemen her ortamın ve insanların ortak sorunu haline gelmiştir. Gürültüyle ilgili problemlerin çözümü için gürültünün doğru olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir (Vatandaş ve ark., 2000). Bu amaçla uygulanan yöntemlerden bir tanesi eşdeğer gürültü seviyesinin (L_{eq}) belirlenmesidir.

Eşdeğer gürültü seviyesi; verilmiş bir süre içinde süreklilik gösteren ses enerjisinin ortalama değerlerini veren dBA biriminde bir gürültü ölçөгüdür ve Eşitlik 1’den hesaplanmaktadır (Çınar, 2005).

$$L_{eq} = 10 \log \left((1/n) (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}) \right) \quad (1)$$

Burada L_{eq} : Eşdeğer gürültü seviyesi, (dBA); n: Ölçüm sayısı; (L_1-L_n): Ölçüm değerleri (dBA) dir.

3. GÜRÜLTÜ İÇİN YASAL SINIRLAR

Arazide yapılan gürültü ölçümlerini işçi sağlığı açısından değerlendirmek üzere Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 19.9.2013 tarihli ve 28770 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olan “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” esas alınmıştır. Bu yönetmelikte çalışanların, gürültü etkisinden korunması için 28.7.2013 tarihli ve 28721 sayılı RG’de yayımlanan 6331 sayılı Kanununun 30 uncu maddesine ve 9.1.1985 tarihli ve 3146 sayılı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanuna dayanılarak ve 6.2.2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifine paralel olarak hazırlanan “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği”nin dikkate alınmasının gerekliliği belirtilmiştir. Yönetmeliğin amacı, çalışanların gürültüye maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için asgari

gereklilikleri belirlemektir. Bu yönetmeliğe göre, günlük gürültü maruziyet düzeyi ($L_{EX,8h}$); TS2607 -ISO1999 standardında tanımlandığı gibi anlık darbeli gürültünün de dahil olduğu A ağırlıklı bütün maruziyet düzeylerinin, 8 saat'lik bir iş günü için, zaman ağırlıklı ortalamasıdır. En düşük maruziyet eylem değerleri ($L_{EX,8h}$) 80 dBA ve 135 dBC; en yüksek maruziyet eylem değerleri ise ($L_{EX,8h}$) 85 dBA ve 137 dBC'dir. En düşük maruziyet eylem değeri aşıldığında işverenin kulak koruyucu donanımları çalışanların kullanımına hazır halde bulundurması gerekmektedir. En yüksek maruziyet eylem değerine ulaşıldığında ya da bu değerler aşıldığında ise, işverenin, kulak koruyucu donanımları çalışanlar tarafından kullanılmasını sağlaması ve denetlemesi gerekmektedir.

$L_{EX,8h}$ hiçbir koşulda maruziyet sınır değerleri olan 87 dBA ve 140 dBC değerini aşmamalıdır. Maruziyet sınır değerlerinin aşıldığının tespit edildiği durumlarda, işveren, maruziyeti sınır değerlerin altına indirmek için gerekli tedbirleri almakla; sınır değerinin aşılma nedenlerini belirlemek ve bunun tekrarını önlemek amacıyla, koruma ve önlemeye yönelik tedbirleri gözden geçirerek yeniden düzenlemekle yükümlüdür (Gürültü Yönetmeliği, 2013).

Bir işletmede izin verilen gürültü maruziyet düzeyi, gürültü düzeyinin yüksekliğine ve gürültü etkisi altında kalma süresine bağlıdır. 16.7.2013 tarih ve 28709 sayılı RG'de yayımlanan "Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedibuçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmeliği"nin 4. maddesinde; gürültünün kabul edilebilir en yüksek maruziyet etkin değeri $8h=85$ dBA aşan işlerde, işçinin en fazla 7,5 saat çalıştırılabileceği belirtilmiştir.

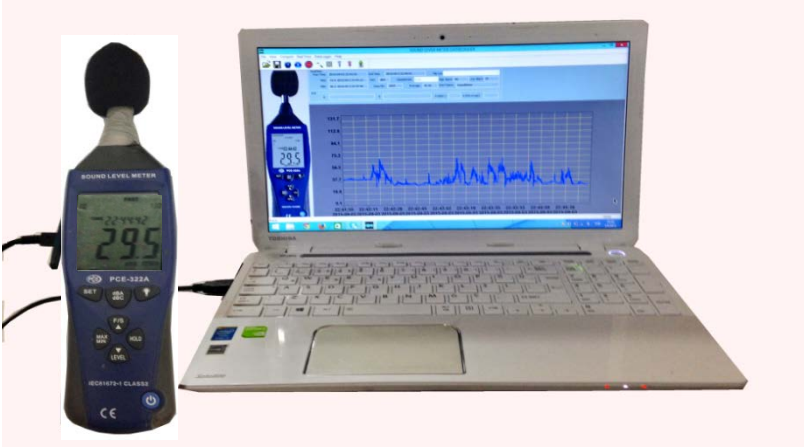
Çoğu ülkenin standartlarınca izin verilen gürültü düzeyi 8 saat'lik bir iş günü boyunca genellikle 85-90 dBA'dır (Koç, 1997). Amerika'da uluslararası bir kuruluş olan Maden Sağlık ve Güvenlik İdaresi (MHSA) ve Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH) tarafından 8 saat'lik bir işgünü için izin verilen sınır değeri 90 dBA'dır (Reeves ve ark., 2009). Yine benzer şekilde, İngiltere ve Avustralya da gürültü maruziyet sınır değeri 85 dBA, Fransa'da ise 85 dBA uyarı sınırı, 90 dBA'da tehlike sınırı olarak kabul etmişlerdir. Kanada'da 87-90 dBA (8 saat/gün) ve Arjantin de 91-95 dBA (6 saat/gün) arasında değişmektedir (Vardhan ve Bayar, 2013).

4. ARAZİDE GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

Bu çalışmada darbeli gürültüye sebep olan bazı maden makinalarının gerek kazı ve gerekse de üretim sırasında çıkardıkları kararsız gürültü seviyeleri ölçülmüştür.

Gürültü ölçümlerinde bilgisayar desteği ile verilerin kayıt edilebildiği PCE-

322A marka ses düzeyi ölçer cihaz kullanılmıştır (Şekil 1). Cihaz A ağırlıklı yavaş tepki zamanlı (slow response) olarak ayarlanmış ve 60 – 90 sn'lik sürelerde gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Bunun yanı sıra C ağırlıklı pik değerleri de belirlenmiştir. Ölçümler, makine tipine ve makine çevresinde çalışan işçi sayısına bağlı olarak farklı mesafelerde (0, 5 m ve 10 m) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Arazi ölçümlerinde kullanılan gürültü düzeyi ölçer

İlk gürültü ölçümleri TTK Kozlu ve TTK Üzülmüş müesseselerinde kullanılan martoperfaratörler ile TTK Karadon müessesesinde kullanılan E-H delici üzerinde yapılmıştır. Bunun yanı sıra yine Kozlu müessesesinde kömür kazısında çalışan bir martopikörün gürültü seviyesi ölçülmüştür. Ayrıca, Zonguldak-Ankara yol genişletme çalışmalarında kullanılan hidrolik kırıcının çıkardığı gürültü belirlenmiştir.

Ölçüm sonuçları bilgisayarla kayıt altına alınmış ve daha sonra Eşitlik 1'den eşdeğer gürültü seviyesi (L_{eq} , dbA) hesaplanmıştır. Ölçümler sırasında makinaların çalıştığı sürelerde işçilerin gürültüye maruz kaldıkları zaman aralıkları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Darbeli gürültüye sebep olan makinelerin eşdeğer gürültü düzeyleri

Uzaklık (m)	Martopikör (L_{eq} , dBA)	Martoperf. (L_{eq} , dBA)		E-H delici (L_{eq} , dBA)	H. kırıcı (L_{eq} , dBA)
		Üzülmüş	Kozlu		
0	101,1	110,4	109,5	107,6	-
5	-	95,8	98,1	101,7	92,8
10	-	88,9	90,5	94,9	86,1
15	-	-	-	-	83,3

4.1. Martopikör Gürültü Seviyesi

Zonguldak Taşkömürü Havzasında kömür üretimi genellikle iş gücüne dayalı olarak martopikörlerle yapılmaktadır. Bu makineler genellikle 4-6 atü basınçlı hava ve darbe etkisiyle çalışmaktadırlar. Özellikle yumuşak kömürlerin kazısında yaygın olarak emniyetli bir şekilde kullanılırlar. 6-12 kg ağırlıklarında değişen farklı türleri vardır.

Kazı sırasında gürültüye sebebiyet veren en önemli kaynak makinede bulunan pistondur. Piston ana gövde içerisindeki strok boyunca ileri-geri hareket ettikçe makineye takılı olan delici uç darbe etkisiyle birlikte kömürü kazmaktadır. Darbe de kazı sırasında oldukça yüksek bir gürültüye neden olmaktadır.

Martopikörlerin ağırlığı arttıkça oluşturdukları darbe sayısı azalır. 6 kg ağırlığındaki bir makine dakikada 1400-1500 darbe vururken, 12 kg ağırlığındaki bir makine 500-650 darbe vurabilir. Makine ağırlığı arttıkça içerisindeki pistonun da ağırlığı artmakta ve böylece daha ağır makinelerde daha fazla gürültü meydana gelmektedir.

Zonguldak taşkömürü havzasında jeolojik koşulların oldukça zor olması, damar eğimlerinin yüksek ve kalınlıklarının fazla olması gibi nedenlerle mekanize kazı yöntemleri uygulanamamaktadır. Bu nedenle kömür kazısı genellikle martopikörlerle yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında da TTK Kozlu müessesesindeki bir ayak içerisinde çalışan bir martopikörün gürültü seviyeleri A ve C ağırlıklı olarak ölçülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Martopikörde gürültüye neden olan piston ve ana gövdesi

Ölçümler kömür kazısı sırasında makinenin yanında yapılmıştır. Bu amaçla makine bir işçinin 1 dk boyunca maruz kaldığı gürültü seviyesi ölçülmüştür. Daha sonra Eşitlik 1'den yararlanılarak ortalama eşdeğer gürültü seviyesi 101,1 dBA olarak hesaplanmıştır. Bu değer sınır maruziyet değerinden (87 dBA) yüksek olduğu için kömür üretiminde çalışan işçilerin ileride işitme kaybına uğramaması için önlem almaları şarttır. Bunun yanı sıra C ağırlıklı pik gürültü değerinin de 107,2 dBC olduğu belirlenmiştir.

İşçilerin 8 saatlik bir vardiyada iş yerine gidip gelmesi, yemek molası, ayak içi çeşitli arızalar, makinaların bakım onarımı vb. duraklamalarla birlikte martopikör kullanan bir işçi ortalama 3 saat ayak içinde kömür kazısı yapmaktadır.

4.2. Martoperfaratör Gürültü Seviyesi

Martoperfaratörler daha çok sert kayacıkta patlatma deliklerinin delinmesinde tercih edilirler. Basınçlı hava ile çalışan bu makinaların madencilikteki en önemli kullanım alanı patlatma deliklerinin delinmesidir. Genellikle B10 veya B14 kesitte yani bir jumbo delicinin çalışmayacağı kadar dar olan galeri ve lağım ilerlemelerinde kullanılmaktadırlar. Lağım lar genellikle konglomera, kumtaşı veya silttaşı gibi sert kayacıklar içerisinde açıldığı için bu delicilerin ağırlıkları martopikörlere göre daha fazla olup, yaklaşık 15-27 kg ağırlığında imal edilirler. Bu sebeple ana gövde içerisinde bulunan pistonların da hem çapları ve hem de uzunlukları daha fazladır. Bu bağlamda uygulanan darbe şiddeti daha yüksek olduğu için çıkardıkları gürültü seviyesi de daha fazladır.

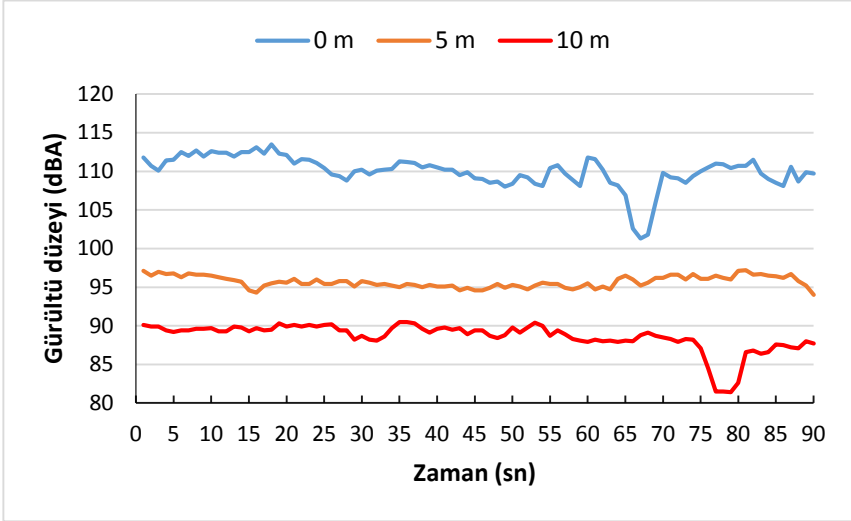
Bu çalışmada TTK Üzümez ve Kozlu müesseselerinde çalışan martoperfaratörlerin çıkardığı gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Bu makinaların kullanımında; delik delerken 1-2 işçi makinanın stabilizasyonunu sağlamaya çalışırken, 1 işçi de delik delme kontrolünü yapmaktadır. Bu nedenle delme sırasında makinanın etrafında en az 2 ya da 3 işçi bulunmaktadır (Şekil 3). Delicinin 5-10 m arkasında 5-6 işçi de farklı işlerle meşgul olmaktadır.



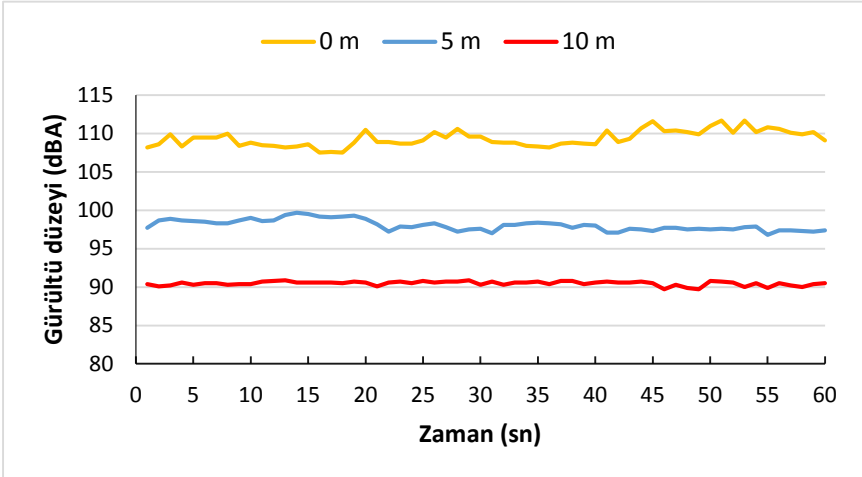
Şekil 3. Martoperfaratör ile arında delik delerken işçilerin gürültüye maruziyeti

Delik delinen kesitin genişliğine göre delik sayısı artmaktadır. B10 kesitte ortalama 40 delik delinirken, B14 kesitte delik sayısı 50 olmaktadır. Delik sayısı arttıkça delme süresi de artmakta ve işçiler daha fazla gürültüye maruz kalmaktadırlar. Dolayısı ile bu makinalarla bir vardiyada harcanan delik delme süresi ortalama 2-3 saati bulmaktadır.

Delik delme işleri yapılırken makine civarında yine A ağırlıklı yavaş modda işçilerin maruz kaldıkları gürültü seviyeleri belirlenmiştir. Buna göre Üzülmaz ve Kozlu müesseselerinde delici makinaların yanında (0 m), 5 ve 10 m gerisinde ölçümler yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4-5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. TTK Üzülmaz müessesesindeki bir martoperforatörün gürültü düzeyi grafikleri



Şekil 5. TTK Kozlu müessesesindeki bir martoperforatörün gürültü düzeyi grafikleri

Şekil 4 ve 5'teki verilere göre Eşitlik 1'den eşdeğer gürültü seviyesi hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Ayrıca, makinaların çıkardıkları C ağırlıklı pik gürültü değerleri martoperferatörün yanında ölçüldüğünde Üzülmez müessesesinde 118,5 dBC ve Kozlu'da ise 116,7 dBC olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Üzülmez ve Kozlu müesseselerindeki martoperferatörlerin eşdeğer gürültü değerleri

Uzaklık (m)	Üzülmez (Leq, dBA)	Kozlu (Leq, dBA)
0	110,4	109,5
5	95,8	98,1
10	88,9	90,5

Çizelgedeki veriler incelendiğinde Üzülmez ve Kozlu müesseselerinde kumtaşı formasyonunda kazı yapan martoperferatörleri kullanan işçilerin yaklaşık 110 dBA, deliciye 5 m ve 10 m uzaklıktaki işçilerin ise 96 ve 89 dBA gürültüye maruz kaldıkları ortaya çıkmıştır.

Buna göre maroperferatörü kullanan işçilerin maruz kaldığı gürültü değerleri 87 dBA'dan yüksek olduğu için kulaklık takmaları kesinlikle gereklidir. Hatta delici makineye 10 m mesafeye kadar çalışan işçilerin dahi benzer önlemler alarak çalışması şarttır.

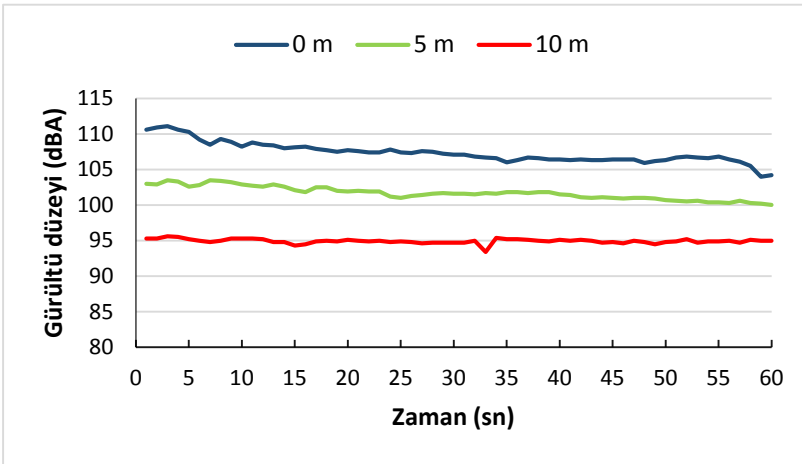
4.3. Elektro-Hidrolik Delici Gürültü Seviyesi

Yeraltı madencilğinde galeri ve lağım sürme işlerinde klasik yöntemlerin uygulandığı koşullarda patlatma deliklerinin hızlı bir şekilde delinebilmesi için elektro-hidrolik veya jumbo delik delme makinalarından yararlanılır.

TTK Karadon müessesesinde çok uzun yıllardır döner-darbeli bir elektro-hidrolik delici kullanılmaktadır. Daha çok B14 ve B18 kesitteki lağımın sürülmesinde kullanılan bu delici ile patlatma delikleri hızlı bir şekilde delinebilmektedir. Martoperferatör'lere göre 4-5 kat daha hızlı delik delen bu makinaların uçları dönme ve darbe etkisiyle birlikte kazı yapmaktadır. Diğer delici makinalarda olduğu gibi yine darbe etkisini yaratan piston delme sırasındaki en önemli gürültü kaynağı olarak çalışanların sağlığını etkilemektedir.

TTK Karadon müessesesinde makinanın yanında, 5 ve 10 m uzaklığında yapılan A ağırlıklı yapılan gürültü ölçüm sonuçları Şekil 6'da grafik olarak gösterilmiştir. Ayrıca, makinanın çıkardığı C ağırlıklı pik gürültü değerinin de 116,1 dBC olduğu tespit edilmiştir.

Arazide yapılan ölçüm sonuçlarından elde edilen verilere göre Eşitlik 1'den yine eşdeğer gürültü düzeyleri belirlenmiştir. Buna göre makinanın yanında 107,6 dBA, 5 m gerisinde 101,7 dBA ve 10 m gerisinde de 94,9 dBA olduğu hesaplanmıştır. Bu bağlamda E-H delicinin oluşturduğu gürültü düzeyinin diğer darbe ile çalışan makinalara eşdeğer ve bu değerlerin de gerekli önlemlerin alınmadığı hallerde yine tehlike sınırları içerisinde olduğu görülmüştür.



Şekil 6. TTK Karadon müessesesi E-H delicinin gürültü düzeyi grafikleri

Makinanın kazı yapması sırasında yine martoperfaratörde olduğu gibi galeri veya lağımda yaklaşık 5-6 kişi bulunmaktadır. Kesite bağlı olarak bir vardiyada 50-60 delik ortalama 1,5- 2 saatte delinmektedir. Dolayısı ile makine operatöre 105 dBA'nın üzerindeki gürültüye 2 saat boyunca maruz kalırken, makinanın en az 5 m gerisindeki işçiler de 102 dBA gürültüye maruz kalmaktadırlar. Tüm bu değerler maruziyet sınır değerlerinden (87 dBA) yüksek olduğu için gerekli önlemlerin alınmaması halinde hem makine operatörü ve hem de makine gerisinde çalışan işçilerin sağlığının tehlikede olduğu belirlenmiştir.

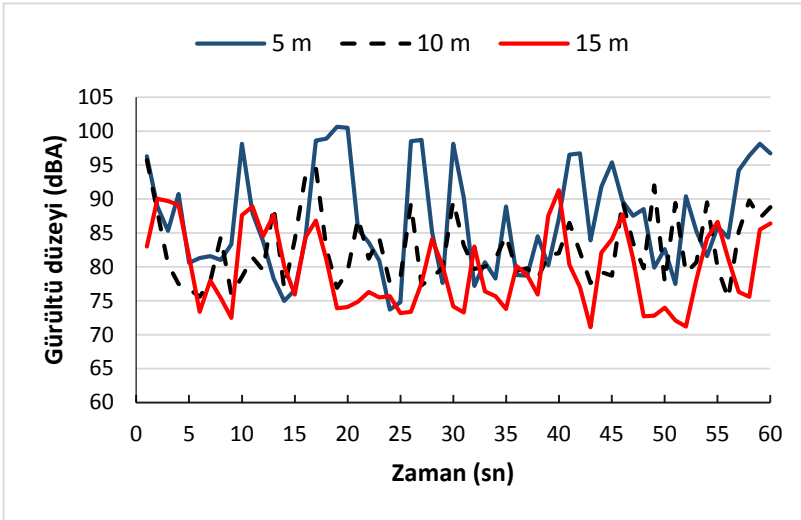
4.4. Hidrolik Kırıcı Gürültü Seviyesi

Açık işletmelerde basamak oluşturma, hendek açma, yeraltı tünellerinin açılması veya yol inşaatlarında, yol genişletme çalışmalarında darbeleri kırıcılardan yararlanılmaktadır. Bu makinalar hem kayacın içerisine batma ve hem de darbe etkisi ile kayacı parçalarlar. Kayacın dayanımına göre darbe sayısı ve darbe enerjisi değişmektedir. Çok sert kayalarda darbe sayısı düşürülür. 1-2 ton ağırlığındaki bir makine dakikada 1200-1300 darbe vururken, 8-10 ağırlığındaki bir başka makine 500-600 darbe vurmaktadır.

Bu çalışmada Zonguldak-Ankara karayolunda bölünmüş yol çalışmalarında kullanılan bir darbeli kırıcının gürültü düzeyleri A ağırlıklı olarak 1 dk boyunca makinaya 5, 10 ve 15 m mesafede ölçülmüştür. Makinenin kazı yapması sırasında taş, kırıntı sıçraması söz konusu olduğu için kırıcı uca yaklaşmanın emniyetsiz olması nedeni ile ucun yanında gürültü ölçümü yapılmamıştır. Buna göre elde edilen veriler bilgisayara kayıt edilmiş ve sonuçlar Şekil 8’de çizilmiştir.



Şekil 7. Bölünmüş yol çalışmasında kullanılan hidrolik kırıcı



Şekil 8. Hidrolik kırıcı gürültü düzeyi grafikleri

Hidrolik kırıcıların ağır makineler olmaları itibarı darbe vuruşları diğer delicilerin ki kadar süreklilik göstermemektedir. Dolayısı ile Şekil 8’de görüldüğü üzere gürültü seviyesi değerlerinde dalgalanmalar söz konusudur.

Elde edilen ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, 5, 10 ve 15 m mesafede hesaplanan eşdeğer gürültü seviyeleri (L_{Aeq}) sırasıyla 92,8 dBA, 86,1 dBA ve 83,3 dBA olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, C ağırlıklı pik gürültü seviyesi 111,6 dBC olarak ölçülmüştür.

Hidrolik kırıcının operatörü yol çalışmalarına sabah 7'den başlayıp akşam 5'e kadar devam etmekte, böylece yaklaşık 10 saatlik sürede kazı yapmaktadır. Kazı devam ederken yoldan geçen arabalar, şev kontrolü, yoldan geçen arabaların hız kontrolü gibi sebeplerden dolayı ortamda 2-3 işçi daha bulunmaktadır. İşçilerin, yemek, bakım onarım gibi çeşitli sebeplerle verdiği aralar çıkarıldığında tüm işçilerin ortalama 7-8 saat gürültüye maruz kaldığı söylenebilir.

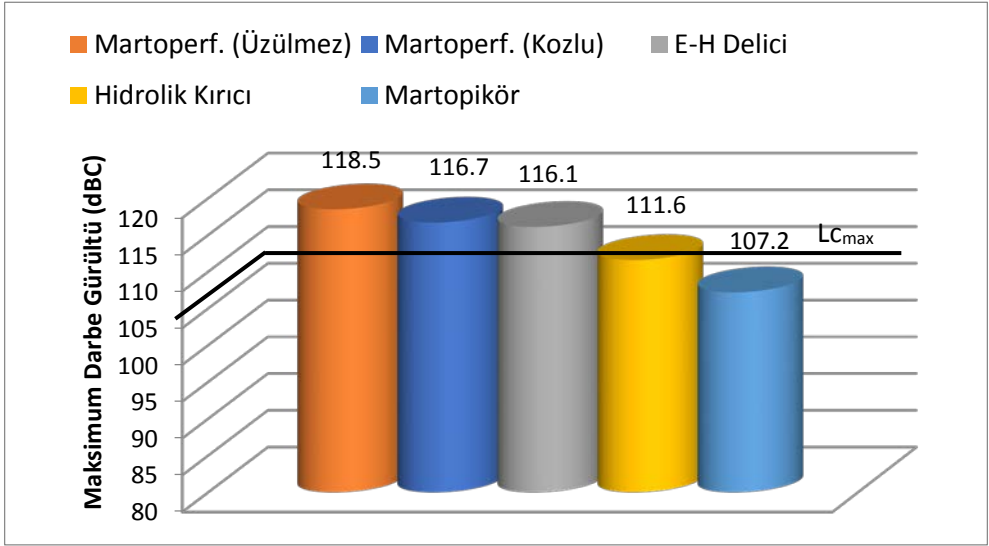
Makine bomunun 4-5 m olduğu göz önüne alındığında operatörünün 92-95 dBA, etraftaki diğer işçilerin de 83-85 dBA gürültüye maruz kaldığı görülmektedir. Ölçüm yapılan makinanın operatörünün kabin içerisinde olması ve işçilerin maruz kaldığı gürültü seviyelerinin 87 dBA'dan düşük olması nedeni ile hidrolik kırıcının güvenli bir şekilde kazı yaptığı söylenebilir. Bu değerler makinanın türüne ve kazı yapılan formasyonun dayanımına göre değişmekle birlikte darbe enerjisi ve dayanımı fazla olan makinalarda daha da artacaktır.

5. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Madenlerde gürültü düzeyi yüksek olan makineler genellikle basınçlı hava ile darbe oluşturan makinalardır. Hidrolik olanlar nispeten daha az gürültü oluşturmaktadır (Hughes, 1974; Bilgin ve ark., 2014). Bu nedenle darbeli gürültü oluşturan makinelerin gürültü düzeyleri incelenmiştir.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” bulunmaktadır. Bu yönetmelik; endüstriyel tesisler, sanayi tesisleri ve yerüstü şantiye alanları gibi kısımları kapsamaktadır. Yönetmeliğin 23. maddesinde, şantiye alanlarında çevresel gürültüyü değerlendirmek için C seviyesi darbe gürültüsü pik değerinin (L_{Cmax}) esas alınmasını ve bu değer de 100 dBC'yi aşmaması önerilmektedir (Çevresel Gürültü Yönetmeliği, 2010).

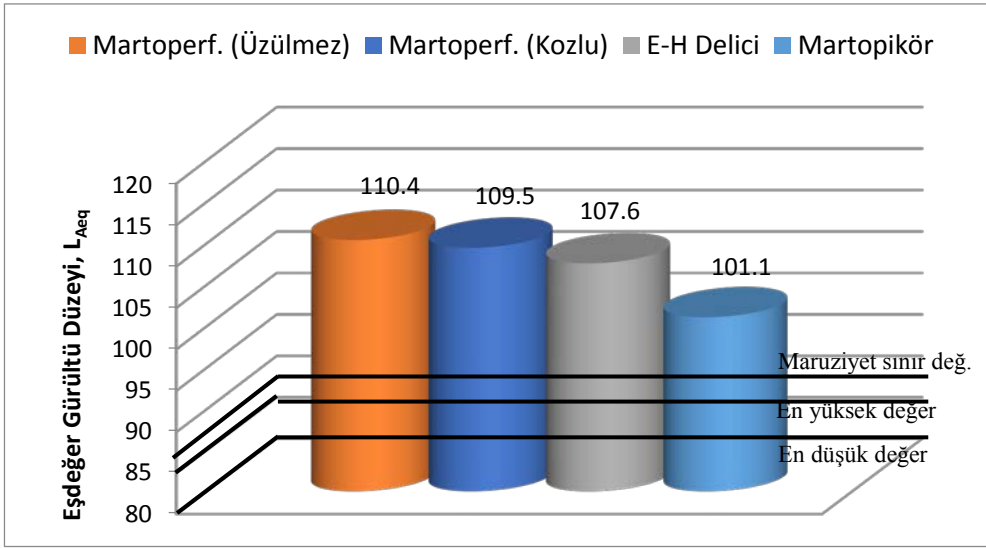
Bu çalışma kapsamında sadece hidrolik kırıcı yeryüzünde çalışmakta, diğer tüm makinalar yeraltında kullanılmaktadır. Bu nedenle sadece hidrolik kırıcı “Çevresel Gürültü Değerlendirmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”ne göre değerlendirilmiştir. Bu amaçla gürültü ölçümü yapılan tüm makinaların oluşturduğu pik darbe gürültüsü genel bir değerlendirme açısından Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. Darbeli gürültüye sebep olan makinaların pik darbe gürültüleri (dBC)

Şekil 9'daki limit değerlere göre hidrolik kırıcının L_{Cmax} değeri 111,6 dBC belirlenmiştir. Kazı çalışmalarının yaşam alanı sınırları dışındaki bölünmüş yol çalışmaları kapsamında yapıldığı göz önüne alındığında hidrolik kırıcının çalıştığı bölgede insan sağlığına önemli bir zararının olmadığı söylenebilir. Makine operatörünün kapalı bir kabinde çalıştığı varsayıldığında da yine hidrolik kırıcının gürültü açısından operatörüne de bir zararının olmadığı sonucu da ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar diğer makinalar yeraltında çalışıyor olsa da, onlarında yine aynı yönetmeliğe uymadıkları aynı grafikte görülmektedir.

Diğer taraftan darbe ile çalışan diğer yeraltı maden makinalarının gürültü seviyeleri "Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik"e göre değerlendirilmiştir. Bu yönetmeliğe göre A ağırlıklı gürültü maruziyet sınır değerlerinin göz önüne alınması gerektiği önerilmektedir. Bu nedenle Şekil 10'da yeraltında darbe ile çalışan makinaların eşdeğer gürültü düzeyleri (L_{Aeq}) karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre tüm makinaların eşdeğer gürültü düzeyleri 8 saatlik bir işgünü için maruziyet sınır değerini ($L_{ex, 8 \text{ saat}}=87 \text{ dBA}$) aştığı görülmektedir. Hatta makinadan 5 ve 10 m mesafelerdeki ölçüm sonuçlarında dahi elde edilen değerler yine maruziyet sınır değerinin üzerindedir. Bu nedenle gerek darbe ile çalışan makinaları kullanan ve gerekse de ayak içi ve galerilerde çalışan işçilerin işitme kaybına bağlı bir meslek hastalığına yakalanamaması için kulaklık takmaları veya makinadan uzak noktalarda çalışmaları gibi birtakım önlemleri almaları zorunludur.



Şekil 10. Bazı maden makinalarının eşdeğer gürültü düzeyleri (L_{Aeq})

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada darbe ile çalışan bazı maden makinelerinin (martopikör, martoperfaratör ve elektro-hidrolik delici) eşdeğer gürültü seviyelerinin 101-110 dBA arasında değiştiği görülmüştür.

Üzülmez ve Kozlu müesseselerinde kumtaşı formasyonunda yapılan gürültü ölçümlerinde, martoperfaratörleri kullanan işçilerin yaklaşık 110 dBA, bu makineye 5 m ve 10 m uzaklıktaki işçilerin sırasıyla 96 ve 89 dBA, martopikör kullanan işçilerin ise 101 dBA gürültüye maruz kaldıkları ortaya çıkmıştır. Buna göre martoperfaratörü kullanan bir işçinin, martopikörü kullanan işçiye göre daha fazla gürültüden etkilendiği açıktır. Çünkü martoperfaratörler daha büyük ve daha ağır pistonlarla çalışmakta ve bu yüzden daha yüksek şiddetli darbeler oluşturmaktadırlar.

Diğer taraftan elektro-hidrolik delicinin (107 dBA) ve martoperfaratörlerin (109 dBA) eşdeğer gürültü düzeyleri birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Makineleri kullanan operatörlerin gürültüye maruziyet süreleri ise farklıdır. Çünkü martoperfaratörlerle bir vardiyada harcanan delik delme süresi ortalama 2-3 saat iken, hidrolik delicilerde bu süre 1,5-2 saati bulmaktadır.

Bunular birlikte hidrolik kırıcının 5 m, 10 m ve 15 m mesafede hesaplanan eşdeğer gürültü seviyeleri sırasıyla 92,8 dBA, 86,1 dBA ve 83,2 dBA olduğu belirlenmiştir. Gürültü kaynağından uzaklaştıkça gürültünün azaldığı görülmektedir. Hidrolik kırıcının bomunun 4-5 m olduğu göz önüne alındığında

operatörünün 92-95 dBA, etraftaki diğer işçilerin de 83-85 dBA gürültüye maruz kaldığı görülmektedir.

Tüm bu sonuçlar ışığında eşdeğer gürültü seviyesi açısından en çok gürültü çıkaran makinaların martoperfaratörler ve en az gürültü çıkaranların ise martopikör olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler tüm makinaların eşdeğer gürültü seviyelerinin oldukça yüksek olduğunu ve buna göre “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği” (maruziyet sınır değeri 87 dBA) ile “Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmeliği”ne (en yüksek maruziyet etkin değeri olan 8h=85 dBA) uygun olmadığını göstermektedir. Dolayısı ile makine operatörlerinin, ayak işçilerinin veya galerilerde makinaya yakın konumda çalışan işçilerin gürültü düzeyine uygun kulak koruyucu kullanmaları gerekmektedir.

Yeraltı madencilğinde çalışma koşulları zor olmakla birlikte insan sağlığının ve psikolojisinin yüksek olması, işçinin motivasyonu ve çalışma verimi açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışma koşulları ve özellikle çalışma süreleri işçilerin sağlığı göz önüne alınarak uygun şekilde oluşturulmalıdır.

Maden İşletmelerinin tüm bölümlerindeki (hazırlık, üretim, nakliyat vb.) gürültü kaynakları rutin olarak ölçülmelidir. Gürültü etki alanları belirlenmelidir. Ayrıca ölçüm sonuçlarının zamana bağlı olarak istatistiki değerlendirmesi yapılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Yüksek seviyede gürültü çıkaran makinelerde ses yalıtım sistemlerinin bulundurulması ve mekanizasyon ünitelerinin periyodik bakımlarının yapılması alınabilecek diğer önlemlerdendir.

Darbe ile çalışan makineleri kullanan operatörlerin ve makinanın yakın çevresinde (gürültü etki alanı içinde) çalışan işçilerin maruz kaldıkları gürültü seviyelerine uygun kulak koruyucuları kullanım alışkanlıklarının kazandırılması gerekmektedir. Koruyucu kullanmayan işçiye gerektiğinde cezai işlem uygulanmalıdır. Bu sayede gürültünün işçi üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkisi azalacaktır.

İşçilerin işitme kaybına bağlı meslek hastalığına yakalanmaması için iş sanatı ve çalışma süreleri gözetmeksizin tüm personele ait odyogramların 6 ayda bir düzenli çekimi sağlanmalı ve zamana bağlı değişimleri izlenmelidir. Bu amaçla odyometrik sonuçların sadece kağıt üzerinde kalmaması; tüm işçilere ait sonuçların yer aldığı veri bankalarının oluşturulması gereklidir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, arazi çalışmalarının yürütülmesinde gerekli izni veren Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Genel Müdürlüğü'ne ve proje süresince maddi destek sağlayan BEÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne (2014-29011448-01) teşekkürü bir borç bilir.

KAYNAKLAR

- Bilgin, N., Copur, H., ve Balcı, C. 2014. *Mechanical excavation in mining and civil industries*. 1st edn. CRC Press, New York.
- Çevresel Gürültü Yönetmeliği, 2010. Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete, 04.06.2010 Tarih, Sayı 27601, Ankara.
- Çınar, İ., 2005. *Madencilikte Gürültü Analizi, Modellenmesi ve Haritalanması*, Doktora Tezi, Konya Selçuk Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, s.141., Konya.
- Ertürk, B., 2001. *Hidrolik Gürültü ve Azaltma Yöntemleri*, II. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, s. 213-236.G
- Fişne, A., 2008. *Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Gürültü Koşullarının İncelenmesi, Etkilenme Düzeylerinin İstatistiksel Analizi ve Risk Değerlendirme*, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, s.194, İstanbul.
- Gürültü Yönetmeliği, 2013. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete, 28.07.2013 Tarih, Sayı 28721, Ankara.
- Hughes, H.M., 1974. *The Hydraulic Hammer in Coal Mining. Proceedings, Fluid Power Equipment in Mining, Quarrying and Tunnelling*, IMM, London, pp. 83–88.
- Karasalihoğlu, R.A., 1992. *KBB Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*, Trakya Üniversitesi Tıp fakültesi, KBB Anabilim Dalı, s.12, 62-63.
- Koç, C., 1997. *İşyerinde Gürültü*, Uluslararası Çalışma Örgütü, Ankara.
- Reeves, E.R., Randolph R. F., Yantek D. S. ve Peterson, J. S., 2009. *Noise Control in Underground Metal mining, Centers for Disease Control and Prevention*. National Institute for Occupational Safety and Health, p.62
- Özgüven, H.N., 1986. *Endüstriyel Gürültü Kontrolü*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın no:118, Ankara.
- Ünver, B., 1995. *Madencilik Faaliyetleri Sırasında Oluşan Gürültünün İşçi Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkilerinin İncelenmesi*, Maden İşletmelerinde İş Güvenliği-Sağlığı ve Çevrenin Korunması Konferansı, s.83-98, İSGÜM, Ankara.
- Vardhan, H., ve Bayar, R.K., 2013. *Rock Engineering Design: Properties and Applications of Sound Level*, CRC Press, 168 s.
- Vatandaş, M., Gürhan , R., ve Özgüven, M.M., 2000. *Gürültü ve ölçümü*, 19. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, s. 515-521, Erzurum.

Krom Ocaklarında Karşılaşılan Toz Problemi: Denizli Örneği

Dust Problem in Chrome Mines: Denizli Example

A. E. Arıtan

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

M. Demir

Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

ÖZET Bu çalışmanın amacı; kromit madenlerinde çalışanların solunabilir kromit tozuna bağlı kalacakları riskleri ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında Denizli İli Beyağaç ilçesinde bulunan bir kromit ocağında toz ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Ölçümler TSI SIDEPAK AM 510 marka toz örnekleme cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ocakta, her ölçüm noktasında toz miktarının, yasal sınır değeri olan, 5 mg/m³ üstünde olduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT The aim of this study is to establish the risks related to chromite dust, which the workers can exposure. In the scope of research in a chromite mine which is located the Beyağaç district of Denizli city dust measurement studies had been done. Measurements had been done by being used TSI SIDEPAK AM 510 dust measurement apparatus. The amount of dust in the mines, the legal limit, 5 mg / m³ has been found to be above.

1. TOZ

Toz kayaç ve cevherlerin mekanik işlemler sonucunda küçük parçalara ayrılması ile oluşan, çapı 0,1 mm'den küçük, havada asılı kalabilen veya zamanla çökebilen katı parçacıkların genel adı olarak tanımlanır (Güyağüler, 1974).

Maden ocaklarında cevher ve yan kayacın çeşitli nedenlerle parçalanmasına bağlı olarak toz oluşumu meydana gelmekte ve bu tozlar çalışanların sağlığını tehdit ederek ölümcül hastalıklara neden olabilmektedir. Toz çalışanların sağlığını tehdit ettiği gibi ayrıca çalışanın görüş alanını düşürmekte ve buna bağlı olarak üretim kayıplarının ve emniyetsiz bir çalışma ortamının oluşmasına sebep olmaktadır. Yetişkin bir insan dinlenme esnasında bir dakikada 15 kez nefes almakta her nefes aldığı anda ise 500 ml

hava solumaktadır. Sekiz saatte soluduğu hava miktarı ise $3,6 \text{ m}^3$ olmaktadır (Özyurt, 2011). Ağır çalışma koşullarında insanın soluduğu hava 3 kat daha artabilmektedir (Hinds, 1999). Solunabilir toz konsantrasyonunun 5 mg/m^3 olduğu varsayılırsa tozlu ortamda çalışan birisinin dinlenme esnasında, 8 saatte, akciğeri 18 mg toza maruz kalacaktır ve çalışma esnasında solunumu hızlanacağı için bu oran artacaktır. Solunabilir toz konsantrasyonunun artması durumunda solunum sisteminde depolanan toz miktarı da artacaktır.

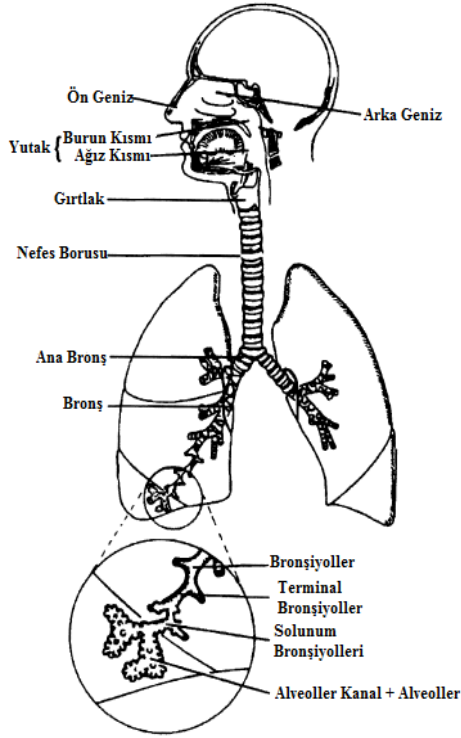
1.1. Solunabilir Toz

Solunabilir toz boyutu, aerodinamik çap olarak ifade edilmektedir ve aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır. Aerodinamik çap; tane/parça çökme hızı ile aynı hıza sahip olan birim yoğunluktaki (1 gr/cm^3) bir kürenin çapıdır (DeCarlo ve ark., 2004).

Tozla mücadele yönetmeliğinde solunabilir toz; aerodinamik eşdeğer çapı $0,1-5$ mikron büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı üç mikrondan küçük, uzunluğu çapının en az üç katı olan lifsi tozlar solunabilir toz olarak tanımlanmaktadır.

1.2. İnsan Solunum Sistemi Toz ve Pnömonyoz

Solunum sistemi her biri birkaç anatomik birim içeren üç bölgeye ayrılabilir. Bu bölgeler, yapıları içinde depo edilen partiküllere duyarlılıkları ve hava akım biçimi, işlevleri ve muhafaza zamanı gibi özellikleriyle birbirinden göze çarpan şekilde farklılaşır. İlk bölge, ağız, burun, yutak ve gırtlığı içeren, baş bölgesi hava yollarıdır. Baş bölgesi hava yollarına ayrıca extra-tratokal veya nazal bölge denir. Solunan hava bu bölgede ısıtılır ve nemlendirilir. İkinci bölge, nefes borusundan terminal bronşlara kadar uzanan, akciğer hava yolları denilen bölgedir. Bu bölge, nefes borusunun kendi arasında küçük, küçük bronşlara ayrıldığı, ters çevrilmiş ağaca benzer. Üçüncü bölge ise terminal bronşların ötesinde solunan havadan kana oksijen emildiği ve kandan gelen karbondioksitin hava geliş yoluna tekrar verildiği gaz değişim bölgesi olarak da adlandırılan, *pulmoner* (solunum bronşları ve alveoller kanalları kapsayan bölge) ve alveoller bölgedir. Gaz değişim bölgesinin alanı 75 m^2 civarındadır ve 2000 km^2 'den daha fazla kılcal damar bu bölgenin yüzeyine serpilmiştir (Hinds, 1999). Solunum sisteminin üç bölümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İnsan solunum sistemi (Hinds, 1999).

Akciğerde depo edilen parçacıklar, fiziko-kimyasal özelliklerine, depo edildikleri bölgeye ve depo edildikleri bölgenin temizleme mekanizmasına göre akciğer içinde farklılık gösteren zaman sürelerinde muhafaza edilir. Baş hava yolları ve akciğer hava yolları bir mukus tabakasıyla kaplıdır. Bu mukus tabakası, kirpiksi hareketle otomatik olarak yutağı ileri iter ve sindirim yoluna geçer. Bu mukus sisteminin hareketi yürüten merdiven gibi hava yollarında depo edilen partikülleri bir madde içinde insan bilinci dışında hava yollarının dışına iter yutkunmayla uzaklaştırılmasını sağlar. Solunum sisteminin bu mekanizması rahatsız edici gazlar ve aerosoller olması durumunda hızlandırılabilir veya yüksek dozda partikül depo edildiğinde yavaşlatılabilir. Gaz değişim bölgesi olması nedeniyle alveoller bölge mukus tabakasına sahip değildir. Bu nedenle alveoller bölgede biriken çözünmeyen partiküller çok yavaş temizlenir ve bu süreç aylar; hatta yıllar alabilir. Çözülebilir partiküller ise alveollerin yüzeyindeki ince zardan geçer ve kana karışır. Katı partiküller yavaşça çözülebilir veya alveollerin makrofaj (yabancı maddeleri yutan) hücreleri tarafından alveoller içine çekilebilir veya lenf bezlerine taşınabilir. Fibrojenik tozlar (Silis, vb.) alveollerin bu temizleme mekanizmasını engeller ve yavaşça alveolar bölgenin yaralanmasına ve fibrozise neden olur (Hinds, 1999).

İş yerinde çeşitli işlemler sonucu oluşan tozları uzun süre soluyan işçilerde görülen ve tozun neden olduğu hastalıkların adına *pnömokonyoz* denilmektedir. Pnömokonyoz hastalığının neden olduğu tozun cinsine göre adlandırılmakta; kömür tozunun solunmasıyla *antrakoz*, kuvars içeren tozların solunmasıyla *silikoz*, demir tozlarının solunmasıyla *sideroz*, asbest tozlarının solunmasıyla *asbestoz*, olarak adlandırılan akciğer fibrozu denilen hastalıkları meydana gelmektedir. Tepkisel bağ dokusu olarak adlandırılan fibrozis, akciğer dokusunun iltihaplanmasına neden olur ve alveoller bölgede yumrucuklar meydana getirir. Meydana gelen bu yumrucuklar irileşir ve zamanla parçalanarak akciğer dokusunu bozar ve fibrozise neden olur (Didari ve ark., 1999).

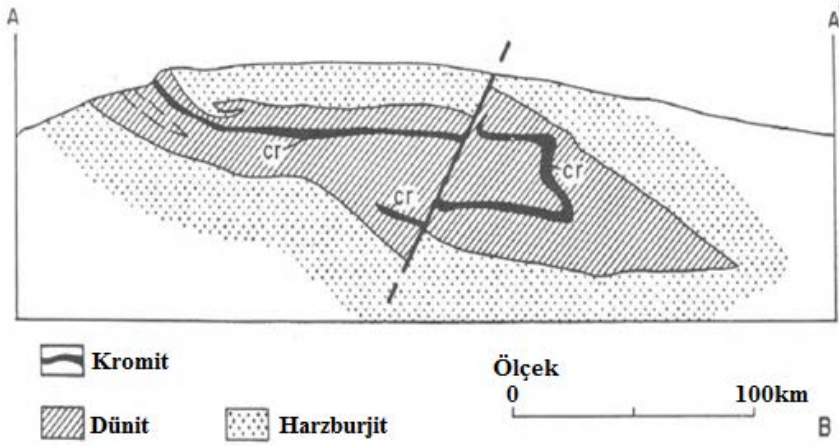
2. KROMİT OLUŞUMU VE YANKAYAÇ MİNERALLERİ

Kromit yatakları, tabakalı (stratiform) ve Alpin tipi kromit yatakları olarak iki guruba ayrılmaktadır. Alpin tipindeki yataklara yığın, mercek, kese ve kök şeklinde görüldükleri için podiform şekilli kromit yatakları da denilmektedir. Türkiye de kromit yatakları Alpin tipinde oluşmuştur (Özkoçak, 1972).

Kromit minerali, peridotit ve diğer ultra bazik kayalarda ve serpantinitlerde yaygın olarak bulunmaktadır. Magmatik diferansiyasyon sonucu magmadan itibaren kromit kristalleri oluşarak yan kayaç içinde yerleşmektedir (Ağrılı ve ark., 2012). Kromit, hemen hemen tüm ultramafik kayaçlar içindeki yaygın bir aksesuar mineraldir. Fakat bazı örneklerde kromit taneleri ekonomik kromit yataklarını oluşturacak şekilde yeteri kadar konsantr olabilmektedirler. Merceksel kütleler oluşturma eğilimleri nedeniyle, ultramafik kompleksler içindeki bu tür yataklar podiform yataklar olarak nitelendirilmiştir. Podiform kromit yatakları levhamsı, ovalimsi veya düzensiz kütleler olarak oluşmakta ve her zaman bir parça metamorfik deformasyon belirtisi sergilemektedir (Ünlü ve Sayılı, 1999). Alpin tipi kromit yataklarında dünitler, kılavuz kayacı temsil etmekte magmatik tabakalanma ve lineasyon gibi primer yapılar kromitleri kontrol etmektedir. Masif kromit kütleleri etrafındaki serpantinitleşme zonları kromiti çevrelemektedir (Özkoçak, 1972). Şekil 2’de magmatik tabakalarda Alpin tipi kromit yerleşimi gösterilmiştir.

Dünitler sadece olivin mineralinden meydana gelmiş kayaçlardır. Serpantinitler ise peridotit, dünit ve harzburjit gibi kromit kütlelerini çevreleyen kayaçların ayrışması sonucu meydana gelmektedir. Serpantinitin mineral bileşimi ise lifsi *krizotil*, *lizardit* ve *antigorit* mineralleridir. Krizotil asbest olarak nitelendirilmektedir. Olivin grubu mineraller içinde de *krizotil* yer almaktadır. Kromit ve yan kayaç bileşimi Eşitlik 1’de verilmiştir (Karaman ve Kibici, 2008).

Peridotit = Olivin+Piroksen, Dünit = Olivin+/-Kromit (1)



Şekil 2. Dünitler içinde yerleşmiş kromit kütlesi (Ünlü ve Sayılı, 1999).

2.1. Kromit Tozu ve Sağlığa Zararları

Kromit minarelinin yan kayaç yapısında ve kendi yapısında gözlenen magnezyum silikatlar ve demir silikatlar, olivin ve serpantinitten kaynaklanmaktadır. Serpantinit minarelerinden, lizardit ve antigoritin lifsel yapısı yoktur ve asbest olarak sınıflandırılmamaktadırlar. Bu minerallere göre lifsi yapısı nedeniyle daha tehlikeli olan ve bazı kaynaklarda serpantin asbest bazılarında krizotil asbest olarak geçen krizotil, asbestoza neden olmaktadır.

Krizotil, lizardit ve antigoritin ampirik formülleri, $Mg_6(OH_8/SiO_4O_{10})$, kimyasal formülleri; $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ 'dir. Kütlece oksit dağılımları ise; %43,63 MgO, %43,37 SiO_2 , %13 H_2O ve elementlerin kütlece moleküler dağılımı ise; %26,29 Mg, %51,92 O, %1,55 H, %20,24 SiO_2 şeklindedir. Olivin minerali metamorfik şartlarda yeniden kristalize olarak serpantinit minerallerini oluşturmakta, krizotil ve lizardit yapısında Fe minerali içerebilmektedir (Erkan, 2001). Olivin, Fosterit (Mg_2SiO_4) ve Fayalit (Fe_2SiO_4) şeklinde ifade edilmekte ve %85 Fosterit içeren minerali tanımlamaktadır (Karaman ve Kibici, 2008).

Göğüs hastalıklarına neden olan minerallerin hepsinin silikat bileşimli oldukları (rutil hariç) yapılarında, Mg ve Fe'nin katyonları oluşturduğu ve aynı zamanda yapılarında OH bulunduğu belirlenmiştir (Aydın, 1989). Kromitin olduğu jeolojik yapı bu silikatları yapısında barındırmaktadır. Kromit madenlerinde çalışanların toza bağlı kalabileceği riskler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İnsan sağlığına etki eden mineraller ve neden olduğu hastalıklar (Kavak ve ark., 2004).

Mineralin Adı	Neden Olduğu Hastalık
Asbest Grubu (Krizotil)	Akciğer, Plevra, Periton, Ovaryum, Mide, Pankreas, Böbrek, Üst Sindirim Yolu ve Solunum Yolu Kanseri, Hyalanize Kalsifiye Plevral Plaklar, Pulmoner Fibrozis
Olivin	Pulmoner Fibrozis
Kromit	Deri ve Akciğer Kanseri

2.2. Kromit Tozunun Müsaade Edilen Yasal Sınır Değerleri

Tozla mücadele yönetmeliğinde, toz maruziyet sınır değeri zaman ağırlıklı ortalama değer; (Time Weighted Average–TWA) olarak ifade edilir ve 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama olarak 1 m³ hava içinde bulunan tozun miligram cinsinden (mg/m³) miktarını gösterir. Bu yönetmeliğe göre kromit tozu sınır değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Kromit tozu sınır değerleri.

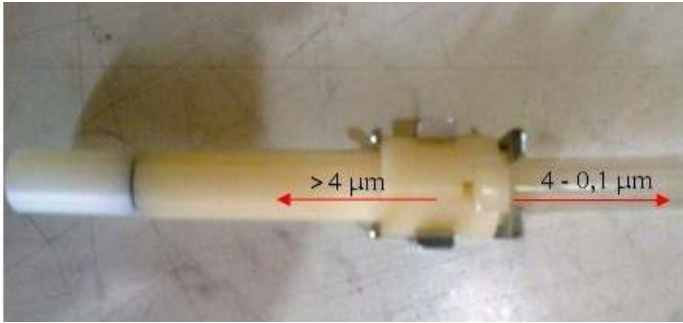
Toplam Toz Miktarı TWA/ZAOD (mg/m ³)	Solunabilir Toz Miktarı TWA/ZAOD (mg/m ³)
15	5

3. TOZ KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Toz konsantrasyonlarını belirlemek için TSI SIDEPAK AM 510 marka toz örnekleme cihazı kullanılmıştır. Ölçümler örnekleme siklonu kullanılarak, hava dönüş yolları üzerinde ve üretim bölgelerinde işçilerin nefes alma hizasında gerçekleştirilmiştir. Cihazın ölçüm debisi 1,7 litre/dakika olarak ayarlanmıştır. Toplamda 4 adet ölçüm gerçekleştirilmiştir. İlk ölçümler işçilerin çalıştığı bölgede, desandre içinde, ikinci ölçümler, ölçüm yapılan desandrenin hava dönüş yolu bağlantısında gerçekleştirilmiştir. Ölçümlere lağım deliklerinin açılma anından başlayarak ara verilmeden patlatma ve nakliyat süreleri boyunca devam edilmiş ve toz konsantrasyonu 5 mg/m³’ün altına düştükten 5 dakika sonra toz örnekleme cihazı durdurulmuştur. Böylece işletmedeki havalandırmanın toz konsantrasyonu üzerinde etkinliğinin de incelenmesi amaçlanmıştır.

3.1. Toz Örneklemeye Cihazının Kullanımı ve Teknik Özellikleri

Bu cihaz fotometrik yöntemle dayalı toz örneklemesi yapmaktadır. Cihaz; filtresi içinden geçen toz taneleri üzerine ışık göndererek ışığın kırılma indisine göre tozları örneklemekte ve ölçülen değerleri mg/m^3 cinsinden dijital ekranı üzerinde göstermektedir ve aynı zamanda toz konsantrasyonlarının maksimum, minimum, ortalama ve TWA değerlerini hesaplayabilmektedir. Cihaz her saniye ölçüm yapmakta ve bu değerleri kaydetmektedir. İstenildiğinde ölçüm kayıt zamanı 1 dakika olarak ayarlanabilmektedir. Siklon başlığı kullanılması halinde cihaz ($0,1-4 \mu\text{m}$) arasında alveoller de birikebilen boyuttaki toz taneciklerini ölçmektedir. $4 \mu\text{m}$ üzerindeki boyutta toz tanecikleri siklon başlığının altındaki kutuda tutulmakta, ($0,1-4 \mu\text{m}$) arası boyuttaki tanecikler ise siklon yoluyla cihazın filtresinde ölçülmektedir. Siklon başlığı kullanılmaması durumunda cihaz ($0,1-10 \mu\text{m}$) boyutundaki toz partiküllerini örneklemektedir. Örneklenen toz örnekleri cihazın egzozundan dışarı verilmektedir. Şekil 3'de siklon başlığında toz hareketleri gösterilmiştir.



Şekil 3. Örneklemeye başlığı ve toz tanelerinin hareketi.

Cihazda bir adet manüel ve iki adet bilgisayar programı ayarı mevcuttur. Manüel durumda ölçüm yapılırken cihaz istenildiği anda durdurulabilmektedir. Bilgisayarla ölçüm yapabilmek için cihaz bilgisayara programlanmalıdır. Programlama işlemleri bittikten sonra cihaz otomatik olarak toz değerlerini ölçmekte ve ölçüm tamamlandıktan sonra ölçüm değerlerini kaydederek, kendisini kapatmaktadır. Şekil 4'de toz örneklemeye cihazı verilmiştir.



Şekil 4. Toz örnekleme cihazı.

Cihazın teknik bilgileri aşağıdaki gibidir.

Partikül ölçüm aralığı	: 0,001 – 20 mg/m ³
Partikül aralığı	: 0,1 – 10 µm
Çalışma sıcaklığı	: 0,1 – 50 °C

4. TOZ ÖLÇÜM SONUÇLARI

Ölçüm sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Toz ölçüm sonuçları.

Ölçüm yapılan yer	Ölçülen en büyük değer (mg/m ³)	Ölçülen en küçük değer (mg/m ³)	Ölçülen ortalama değer (mg/m ³)	TWA (mg/m ³)	Ölçüm süresi (Saat)
1. Desandre Çalışma Bölgesi	19,981	4,624	8,262	1,959	1,5
1. Desandre Girişi Hava Dönüş Yolu	19,089	2,325	6,022	1,129	1
2. Desandre Çalışma Bölgesi	20,00	5,139	13,017	2,201	2
2. Desandre Girişi Hava Dönüş Yolu	19,967	3,414	8,036	1,522	2

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Toz ölçüm sonuçlarının ortalama değerleri göz önüne alındığında, her ölçüm noktasında yasal sınır değeri olan, 5 mg/m³ üstünde olduğu tespit edilmiştir. Mevcut havalandırma şartlarında;

1. desandre işçilerin çalıştığı bölgeye 1,5 saat, 1. desandre girişi hava dönüş yolu 1 saat, 2. desandre girişi hava dönüş yolu 2 saat olmak üzere; delme ve patlatma sonrası işçi çalıştırılmamalıdır. 2. desandre işçilerin çalıştığı bölgede işçi çalıştırılmamalıdır. Çünkü bu bölgede toz konsantrasyonu 5 mg/m³'ün altına düşmemektedir.

Ülkemizde kromit yatakları yan kayaç yapısı nedeniyle krizotil asbest mineralini bulundurabilmektedir. Bu nedenle kromit ocaklarında meydana gelen toz ciddi solunum yolu hastalıkları riski taşımaktadır. Havalandırmanın yanı sıra, tozla mücadele için farklı önlemler alınmalıdır. ABD'de sık olarak kullanılan köpük teknolojisi ile üretim bölgelerinde tozun ocak havasına karışmadan bastırılması mümkündür. Bu teknoloji ile hem havalandırma maliyetleri düşürülebilir, hem de tozsuz bir ortam oluşturulabilir. Köpük tekniği yöntemi genel olarak; suyun yüzey gerilimini düşürerek, tozlu havaya nozüller yardımıyla püskürtülmesi şeklindedir. Bu sayede kullanılan su miktarı azalır ve toz tutma verimi artırılabilir.

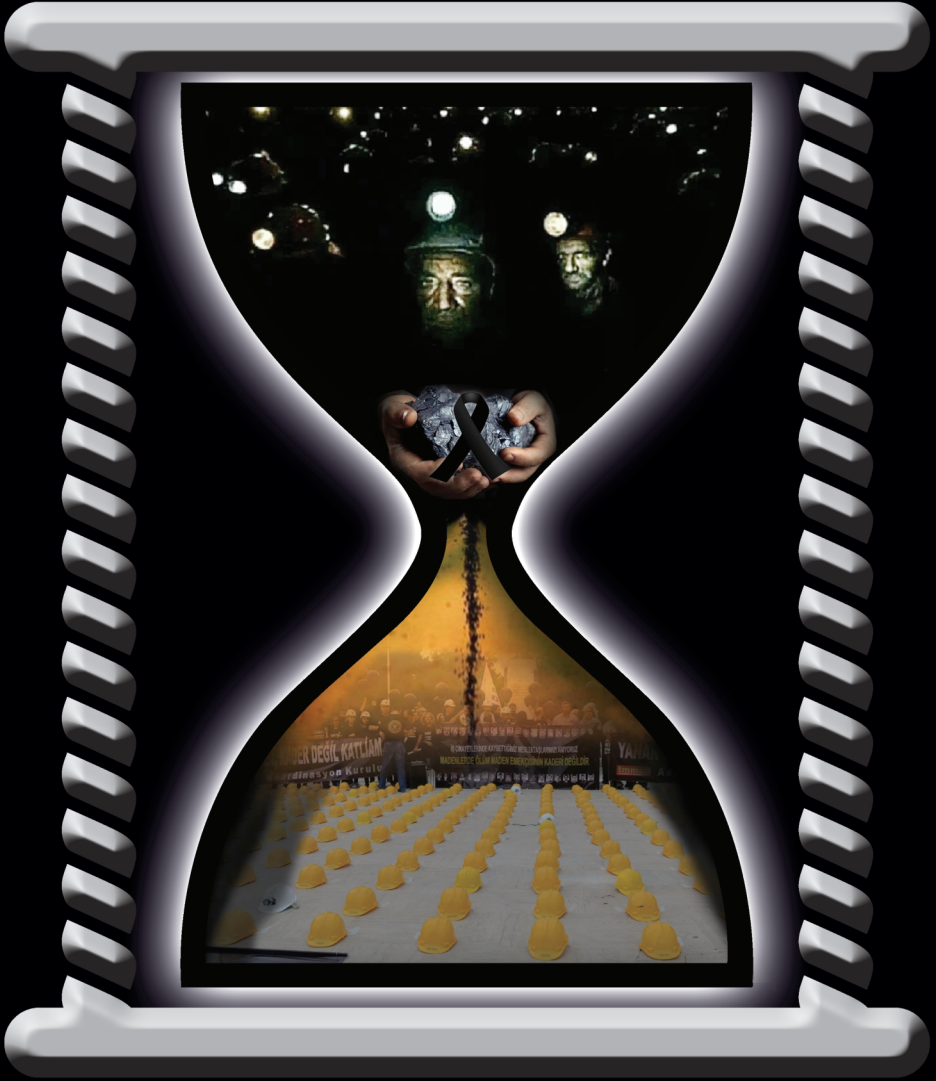
TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nden alınan 14.HIZ.DES.71 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aydın, N.Ş., 1989. *Mineraloji - Petrografi - Jeokimya ve İnsan Sağlığı Arasındaki Bağlantılar*, Jeoloji Mühendisliği Mayıs – Kasım, Sayı, 34-35, s. 25 – 26.
- DeCarlo, F. P., Slowik, G. J., Worsnop, D. R., Davidovits, P. ve Jimenez, J. L., 2004. *Particle Morphology and Density Characterization by Combined Mobility and Aerodynamic Diameter Measurements, Part 1, Theory*, Aerosol Science and Technology, 38 :11-1205, s.1190 – 1191.
- Erkan, Y., 2001. *Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmesi, Serpantin Grubu Mineraller İçinde*, T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No : 42, 294 -297.
- Gebdek, M., Didari, V. ve Çakır, A., 1999. *TTK Karadon Müessesesi Ocaklarında Solunabilir Tozların Kuvars İçeriğinin Araştırılması*, Madencilik Dergisi, Mart Sayı 1, Cilt 38, s.31- 32.

- Güyağüler, T. 1974. Toz. Madencilik Dergisi, Sayı 13, Cilt 6, s. 13-14.
- Hinds, C. W., 1999. *Aerosol Technology, in Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*, A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons Press, Los Angeles, California, 504 s.
- Karaman, E. ve Kibici, Y., 2008. *Temel Jeoloji Prensipleri, 3. Bölüm (Mineraller) ve 4. Bölüm (Yer Kabuğunu Oluşturan Kayaçlar) İçinde*, Belen Yayıncılık Matbaacılık, Ankara, 3. Bölüm, 38, 4. Bölüm 12-13.
- Kavak, O. Dalgıç., A. ve Şenyiğit, A., 2004. *İnsan Sağlığına Etki Eden Mineraller ve Analiz Yöntemleri*, Dicle Tıp Dergisi, Sayı 1, Cilt 31, s. 69 – 70.
- Özkoçak, O., 1972. *Alpin Tipindeki Kromit Yataklarının Özellikleri ve Araştırılması*, Madencilik Dergisi, Sayı 2, Cilt 11, s. 25-26.
- Özyurt, G., 2011. *Toksik Etkilerden Korunma Mekanizmaları*, Klinik Toksikoloji Derneği 16. Kongresi Özet Kitabı, s.3-4, 18 – 21 Mayıs, Erciyes-Kayseri.
- Ünlü, T. ve Sayılı, İ. S., 1999. *Maden Yatakları ve Levha Tektoniği, Ofiyolit Kompleksleri İçinde Kromit Yatakları İçinde*, Ankara Üniversitesi Basım Evi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayını, No: 55, 331 s.



TMMOB Maden Mühendisleri Odası
web : www.madenisg.org

