TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Adana Şubesi

Çukurova Üniversitesi
Maden Mühendisliği Bölümü

ULUSLARARASI MADEN İŞLETMELERİNDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU'2017

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN MINING'2017

02-03 Kasım 2017 ADANA/TÜRKİYE
November 02-03 2017 ADANA/TURKEY



Editörler
Dr. Mahmut ALTINER
Ali Can ÖZDEMİR
Mehmet YILMAZ

ULUSLARARASI MADEN İŞLETMELERİNDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU'2017 BİLDİRİLER KİTABI

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN MINING'2017 REPORTED BOOK

2-3 Kasım 2017 ADANA/TÜRKİYE

November 2-3 2017 ADANA/TURKEY

Editörler

Dr. Mahmut ALTINER

Ali Can ÖZDEMİR

Mehmet YILMAZ

TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Adana Şubesi

Çukurova Üniversitesi
Maden Mühendisliği Bölümü

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

Ekim 2017

ISBN : 978-605-01-1087-6

İsteme 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

Emek yoğun çalışılan madencilik sektörü; dünya genelinde, meslek hastalıkları ve iş kazalarına uğrama olasılığı yüksek ve çok tehlikeli çalışma ortamına sahip sektörlerin başında yer almaktadır. Bu nedenle, madencilik sektöründe, tehlikeleri kaynağında kontrol altına alarak ortaya çıkması muhtemel risklerin belirlenip değerlendirilmesi, tamamen ortadan kaldırılması ya da kabul edilebilir seviyelere indirilmesi için gerçekleştirilen sağlık ve güvenlik çalışmaları, büyük öneme sahiptir.

Bu bağlamda, bugüne kadar ulusal boyutta beş kez düzenlemiş olduğumuz **"Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu"**, bilim insanları, araştırmacılar, uygulayıcılar, kanun yapıcılar, ilgili kamu kurumları, sektörün önde gelen kuruluşları, alanda öğrenim gören öğrenciler ve meslektaşlarımızın katılımıyla bundan sonra uluslararası boyutta düzenlenecektir.

TMMOB Maden Mühendisleri Odası Adana Şubesi ile Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nün birlikte düzenleyeceği **Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu** 02 - 03 Kasım 2017 tarihlerinde Adana'da düzenlenecektir.

Dünyanın alanında uzman bilim insanlarıyla sektör temsilcilerini bir araya getirerek, işçi sağlığı ve iş güvenliği alanındaki son bilimsel ve teknolojik gelişmelerin paylaşılıp uluslararası alanda konuya etkin bir kaynak oluşturacağına inandığımız sempozyum da siz değerli katılımcıları aramızda görmekten ve Adana'da ağırlamaktan onur duyacağız.

Saygılarımızla

Sempozyum Yürütme Kurulu

PREFACE

Mining sector where labour is intensive takes place at the beginning of very dangerous workplaces and the high likelihood of occupational diseases and accidents. Therefore, health and safety studies have a great significance in order to completely remove risks by controlling hazards at source or to reduce the risks to the acceptable levels in the mining sector.

We cordially invite you to participate in the **6th International Symposium on Occupational Health and Safety in Mining'2017** which will be held on a wide range of attendance of valuable specialists, scientists, researchers, practitioners, policy makers, relevant public institutions, leading companies in OHS, students and colleagues from various countries in November 02-03, 2017 in Adana/TURKEY.

The symposium will be organized by Adana Branch of UCTEA Chamber of Mining Engineers of Turkey and Mining Engineering Department of Çukurova University. Besides, leading OHS companies of the world will be present at the exhibition section of the Symposium.

We will be honoured by your presence. We will be glad to see valuable participants among us and to host them at the Symposium in Adana.

Yours Truly.

Executive Committee of Symposium

ULUSLARARASI MADEN İŞLETMELERİNDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU'2017

YÜRÜTME KURULU

Başkan: Sabahattin ÖZTAŞ
Sekreter: Dr. Mahmut ALTINER
Sekreter: Ali Can ÖZDEMİR
Dr. Suphi URAL
Dr. Hüseyin VAPUR
Dr. Nil YAPICI
Dr. M. Özgür KESKİN
Esma KAHRAMAN
Abdulkadir ÜRÜNVEREN
Zehra ALTINÇELEP
Soner TOP
Sabahatdin SAKATOĞLU
Mehmet YILMAZ
Serdal ÖZBEK
İbrahim IŞIK
Alper Cenk KAYA
Mustafa UYLAŞ

TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI YÖNETİM KURULU

Başkan	**:**	Ayhan YÜKSEL
II. Başkan	**:**	Emre DEMİR
Yazman	**:**	Necmi ERGİN
Sayman	**:**	Mehmet ÖZYURT
Üyeler	**:**	Sinan GİRDAPLI
		Özgür AKÇA
		Servet GÜRER

TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
ADANA ŞUBESİ YÖNETİM KURULU

Başkan	**:**	Mehmet YILMAZ
II. Başkan	**:**	Serdal ÖZBEK
Yazman	**:**	Alper Cenk KAYA
Sayman	**:**	İbrahim IŞIK
Üyeler	**:**	Yrd. Doç. Dr. Mustafa Özgür KESKİN
		Mustafa UYLAŞ
		Ali Can ÖZDEMİR

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR

AKMETAL MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş
EMRE MAKİNA
ADANA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
SEYHAN BELEDİYESİ
ÇUKUROVA BELEDİYESİ
ADANA TİCARET ODASI
ADANA SANAYİ ODASI
HASAN CAN MADENCİLİK İNŞ.SAN. VE TİC. LTD.ŞTİ.
İDEAL EXPLOSIVES
ETİ KROM A.Ş
İNDELON
ARTE MÜHENDİSLİK LTD.ŞTİ.
MEDMAR MERMER MADENCİLİK A.Ş
CYS YAPI İNŞAAT MADENCİLİK SANAYİ A.Ş
DEDEMAN MADENCİLİK A.Ş
GÜMÜŞTAŞ MADENCİLİK VE TİCARET A.Ş
ESEN MADENCİLİK VE TİCARET A.Ş
ALPİN MAKİNA
BEY1GRUP MADENCİLİK A.Ş
MANOLYA MADENCİLİK A.Ş
NUR KİREÇ SAN.TİC.LTD.ŞTİ.
ŞEN PLASTİK

BİLİMSEL TEKNİK KURUL

Dr. A. Ekrem ARITAN	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Dr. A. Erhan TERCAN	Hacettepe Üniversitesi
Dr. Agus Pulung SASMITO	McGill Üniversitesi
Dr. Ahmet DAĞ	Çukurova Üniversitesi
Dr. Ahmet DEMİRCİ	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Ahmet Hakan ONUR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	Çukurova Üniversitesi
Dr. Alberto TASCÓN	La Rioja Üniversitesi
Dr. Ali KAHRİMAN	Okan Üniversitesi
Dr. Ali UÇAR	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Atilla CEYLANOĞLU	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Bayram KAHRAMAN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Birol KARAMAN	KTMMOB Yerbilim Mühendisleri Odası
Dr. Bülent ERDEM	Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Bülent TÜTMEZ	İnönü Üniversitesi
Dr. Celal KARPUZ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Dr. Cem ŞENSÖĞÜT	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Cengiz KARAGÜZEL	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Çetin HOŞTEN	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Dr. David CLIFF	Queensland Üniversitesi
Dr. Dragan KOMLJENOVIC	Kanada
Dr. Ekrem YÜCE	İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Erdoğan KAYMAKÇI	Bülent Ecevit Üniversitesi
Dr. Erkin NASUF	İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Ertan AKÜN	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi
Dr. Fırat ATALAY	Hacettepe Üniversitesi
Dr. Güldidar KIZIL	Avustralya
Dr. Gündüz ÖKTEN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Hakan BENZER	Hacettepe Üniversitesi
Dr. Hilal KINLI	Türkiye
Dr. Hürriyet AKDAŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Dr. İlkay B. ÇELİK	Hacettepe Üniversitesi
Dr. İsmail Göktay EDİZ	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Jill HARRIS	Queensland Üniversitesi
Dr. Kemal BARIŞ	Bülent Ecevit Üniversitesi
Dr. M. Kemal ÖZFIRAT	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Mehmet Ali HİNDİSTAN	Hacettepe Üniversitesi
Dr. Mehmet DOKTAN	Avustralya
Dr. Mehmet KIZIL	Queensland Üniversitesi
Dr. Mehmet NECDET	Jeoloji Maden Dairesi
Dr. Mehmet Saim SARAÇ	Süleyman Demirel Üniversitesi
Dr. Melih GENİŞ	Bülent Ecevit Üniversitesi
Dr. Mesut ANIL	Çukurova Üniversitesi
Dr. Mustafa KUMRAL	McGill Üniversitesi
Dr. Mustafa Özgür KESKİN	Çukurova Üniversitesi
Dr. Mustafa TOPALOĞLU	Türkiye
Dr. Nil YAPICI	Çukurova Üniversitesi
Dr. Nuh BİLGİN	İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Nuray DEMİREL	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Dr. Nuri Ali AKÇIN	Bülent Ecevit Üniversitesi
Dr. Oktay BAYAT	Çukurova Üniversitesi
Dr. Oktay ŞAHBAZ	Dumlupınar Üniversitesi
Dr. Özcan Y. GÜLSOY	Hacettepe Üniversitesi
Dr. Özen KILIÇ	Çukurova Üniversitesi
Dr. Sait KIZGUT	Hacettepe Üniversitesi
Dr. Satar MAHDEVARI	Amirkabir Teknoloji Üniversitesi
Dr. Selma DÜZYOL	Selçuk Üniversitesi
Dr. Suphi URAL	Çukurova Üniversitesi
Dr. Şinasi ESKİKAYA	İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Tevfik GÜYAGÜLER	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Dr. Ümit ÖZER	İstanbul Üniversitesi
Dr. Vedat DİDARİ	Bülent Ecevit Üniversitesi
Dr. Yi LIU	Çin Petrol Üniversitesi
Ahmet KAYA	Türkiye
Gökhan GÜLER	Güney Afrika
Helgi STEDMAN	Avustralya
Mill ARSOVSKI	Makedonya
Onur Utku ŞENYUVA	Türkiye
Seyhan GÜVENÇ	Türkiye

İÇİNDEKİLER ..... SAYFA

SUNUŞ I
PREFACE II
YÜRÜTME KURULU III
YÖNETİM KURULU IV
DESTEKLEYEN KURULUŞLAR V
BİLİMSEL TEKNİK KURUL VI
İÇİNDEKİLER VIII

Maden İş Kazası ve Meslek Hastalığı Nedeniyle İşveren ve İşveren Vekilinin Cezai Sorumluluğu
Ç. Arslan 1

Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinden Doğan Hukuki Sorumluluk
M. Topaloğlu 13

Yeraltı Maden Galerileri: Tahkimatsız, Güçlendirilmiş veya Tahkimatlı
T. Ünlü 28

Yeraltı Madenciliğinde Ocağa Verilmesi Gereken Hava Miktarı Konusunda Türk Mevzuatı Hükümlerinin Değerlendirilmesi
T. D. Yıldız, B. Haner 47

Maden İşyerlerinde Acil Durdurmayı Gerektiren Durumların Değerlendirilmesi ve Öneriler
N. A. Akçın, V. Didari 66

Yeraltı Madenlerinde Acil Durum Eylem Planlarının İncelenmesi ve Örnek Bir Model
A. K. Eyüboğlu, M. K. Özfırat, B. Kahraman 77

Yerüstü Maden İşletmelerinde Şev Duraylılığı ve Delme-Patlatma İşlerinin İş Güvenliği Açısından İrdelenmesi
A. M. Kılıç 90

Kışlaköy Açık İşletmesi Doğu Şevinin Probabilistik Duraylılık Analizi
E. Pınarcı, H. Çetin 108

AEL/Kışlaköy Açık Ocağında Radarlı Şev İzleme Sistemi Kullanılarak Heyelanın Önceden Tahmin Edilmesi
N. Çimen, M. A. Bağcı, G. Sever, C. Bal, S. Ural, A. Ürünveren, A. C. Özdemir 120

Açık İşletmelerde Kamyon Kazaları ve Risk Değerlendirmesi
T. Mallı, D. Karakuş, M. K. Özfırat, A. Gönen, M. Kun 131

Türkiye Madencilik Sektöründe İş Kazalarının İstatistiksel Analizi
B. Bayraktar, H. Uyuçgil, A. Konuk 147

Yeraltı Kömür Madenciliğinde Solunabilir Tozların Önlenmesi ve Tıbbi Gözetim
A. K. Eyüboğlu, S. Kanbur 160

Otonom Madencilik; Teknoloji ve Riskler
M. Ö. Keskin 166

Mermer Ocağı Blok Ebatlama Sahalarında İş Güvenliği Problemleri ve Bir Kazanın Analizi
İ. Çobanoğlu, D. Alkaya 178

Yeraltı Ocaklarında Metan Parlaması ve Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma
C. O. Aksoy 192

An Assessment of Chemical Composition Measurement Applications of Coal Residual Gas
A. Soylu, A. Ramazani-Rend, O. Esen, S. C. Özer, A. Fişne 219

Mekanize Yeraltı Kömür Ocakları İçin Risk Analizi
M. İphar, K. Çukurluöz 228

Yeraltı Madeni Bantlı Konveyör Kazalarının Olay Ağacı Analizi
P. M. Özfırat, M. E. Yetkin, M. K. Özfırat 246

İş Kazalarının Kök Neden Analizleri
A. K. Eyüboğlu, M. K. Özfırat 256

Bir Jeotermal Sondaj Sahasında İnsan Kaynaklı Tehlikelerin Risk Analizi
Y. Erdoğan, O. E. Kök, İ. Tanrıverdi 262

Bir Yeraltı Krom İşletmesinde Risk Analizi Uygulanması
Ü. Atıcı, S. Yurttaş 281

Hava Kalitesi Modelleme Çalışmasına Bir Örnek: Islahiye İlçesi/Gaziantep
M. Yıldızeli, N. Yapıcı, H. Güneyli 298

Maden Mühendisliği Laboratuvarlarında Oluşabilecek Bazı Risklerin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri
T. Ağaçayak, H. Özşen, Y. Ağaçayak 312

Maden Sektörü Çalışanlarının Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımlarının Değerlendirilmesi
S. Önder, M. Önder, F. Günaydın 326

Kamu Kurumlarında Kullanılan Zemin Kaplamalarının Kayma Risklerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi
G. Coşkun, G. Sarışık 336

Doğal Taşların Sürtünme Katsayıları (COF) ile Yeni Kayma Güvenlik Risk Sınıflamasının Belirlenmesi
G. Coşkun, G. Sarışık, A. Sarışık, A. S. Öğütlü 348

Niğde Mikronize Kalsit Paketleme İşlemlerinde Uygulanan İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri
M. S. Delibalta, Ö. Y. Toraman 368

Sivas İlinde Faaliyet Gösteren Mermer Fabrikasında Risk Analizi ve Değerlendirilmesi
Z. Sade, Y. S. Durutürk 380

Bir Taş Ocağı ve Kırma Eleme Tesisi'nde Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının Bulanık Mantık Yöntemi İle Tahmin Edilebilirliği
M. Mutlu, M. Sarı, M. Önder, S. Önder 396

Aksaray İlinde Faaliyet Gösteren Taş Ocaklarında Elmeri İSG Gözlem Yöntemi Uygulamaları
M. Sarı, H. G. Kuzpınarı 412

Maden Tasarım ve Simülasyon Programı
M. O. Kaya 428

Uzunayak Madenciliğinde Kazı İşçisinin Çalışma Ergonomisi
P. M. Özfırat, M. E. Yetkin, M. K. Özfırat 448

ATEX Direktiflerinin Madencilik Sektöründeki Uygulamaları
H. Özcan 457

SEVESO Direktifinin Madencilik Sektöründeki Uygulamaları
K. Tomas, Ö. Asal 467

Madencilikte Meslek Hastalıkları ve Taraflar
A. Kayınova 483

Kömür Hazırlama Tesislerindeki Başlıca Fiziksel Risk Etmenleri
Ö. Öney, S. Samanlı 506

Yeraltı Kömür Ocaklarında Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi
A. E. Arıtan, M. Tümer, C. Şensöğüt 521

Yeraltı Kömür Ocaklarında Metan (CH4) Gazının Tespiti İçin Yeni Bir Erken Uyarı Sisteminin Geliştirilmesi
A. E. Dursun, H. Terzioğlu, G. Yalçın, M. Selek, M. Çalkaya 534

Effects of Cognitive and Motivational Biases on Mine Safety
S. Demir, M. Kumral, D. Komljenovic 553

Doğaltaş Fabrikalarında Maruz Kalınan Fiziksel Risk Etmenleri
A. E. Arıtan, M. Tümer, C. Şensöğüt 562

Uzaktan Kontrol Sisteminin İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Kullanılabilirliği
A. Sakcalı, H. Yavuz 573

Madencilikte Toza Bağlı Meslek Hastalıklarının Aşamalı Logaritmik Doğrusal Analiz İle İncelenmesi: TKİ Himmetoğlu Linyit Ocağı Örneği
M. Önder, S. Önder, B. Demir İroz, E. Adıgüzel 583

AEL/Kışlaköy Açık Maden İşletmesi Batı Nihai Şevinin Olasılığa Dayalı Duraylılık ve Risk Analizi
O. B. Ural, S. Ural, A. M. Kılıç, Ö. Kılıç 597

Pomza Ocağında İş Sağlığı Güvenliği Uygulamaları
Ö. Kılıç, R. E. Tezölmez 614

Riske Maruz Değer Yöntemi İle İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Yönetimi
B. Karadayı, S. Ural 631

Proses Güvenliği Uygulaması
Ö. Kılıç, U. K. Şerifoğlu 644

Vagon İmalat Atölyesinde Risk Değerlendirme: İki Yöntemin Karşılaştırılması
T. Doğan, B. Erdem, E. Bolsu, Z. Duran 661

Madencilikte Nakliye Yolu ve Döküm Dizayn Prosedürü Araştırılması: Örnek Bir Uygulama
A. C. Özdemir, K. Turan, M. A. Dağ 684

Toz Patlayabilirlik Ölçme Cihazlarının Gelişimi
A. Ürünveren, S. Ural 696

Demiryolu Makineleri Sanayisinde Çalışanların Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi
Z. Duran, T. Doğan, B. Erdem, N. Yalnız 706

Bir Mermer Ocağında Enerji Nakil Hattı Projesi ve Alınması Gereken İş Güvenliği Önlemleri
A. Sakcalı 717

Acil Durum Haberleşmesi ve Maden Kazalarında Amatör Telsiz Haberleşmesinden Yararlanılması
B. Kartal, İ. Çakmak 733

Doğu Akdeniz ve KKTC Sahil Kumlarındaki Ağır Metal Dağılımlarının İncelenmesi
E. Demirel Top, S. Top, N. Yapıcı, O. Memiş 739

Konya Çimento Fabrikasında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları
V. Arslan 758

Çok Tehlikeli İşler İçin Uygun Çalışma Ortamı Gözetim Metodolojisinin Geliştirilmesi
O. Beygo, S. Şen 774

Empirical Applications of Fine-Kinney and Fault Tree Risk Analysis Methods Focused on The Risks in Ore Dressing Plants
S. Top, E. Demirel Top, H. Vapur 788

Safety and Stability Data Study of Waste Mining Dumps in The North of Spain
Malagon, Beatriz, Z. Duran, T. Doğan, B. Erdem, N. Yalnız 798

Metal Döküm İşlerinin İş Güvenliği Yönünden İncelenmesi
O. Memiş, E. Demirel Top, S. Top, N. Yapıcı, H. A. Çiçek 811

Mermer İşleme Tesislerinde İş Sağlığı ve Güvenliği
E. Bilger, S. Demirci 825

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından İş Kazalarının Analizi-Örnek Çalışma
S. Düzyol, A. Dursun, H. O. Cihan..... 834

Promising E-Tools For Risk Assessment and Risk Management in Mining Industry
H. Vapur, S. Bendouma 845

Kömür Yakan Termik Santrallerde Tehlikelerin Belirlenmesi
M. Kurul, S. Şen 853

Man Riding Systems (Transportation of Miners) in UG Mines and Its Review in India
K. Srihari 866

MADEN İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIĞI NEDENİYLE İŞVEREN VE İŞVEREN VEKİLİNİN CEZAİ SORUMLULUĞU

THE CRIMINAL LIABILITY OF EMPLOYERS AND REPRESENTATIVE OF THE EMPLOYERS RESULTING FROM OCCUPATIONAL ACCIDENT AND DISEASE

Ç. Arslan
Hacettepe Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Ceza ve Ceza Muhakemesi Hukuku Anabilim Dalı Başkanı

ÖZ: İş kazaları ve meslek hastalıklarının özel hukuk boyutu yanında ceza hukuku alanında da birçok önemli sonucu söz konusudur. Gerçekten meydana gelen bir iş kazası ve meslek hastalığı sonucunda kişi yaralanmakta veya ölmektedir. Doktrinde iş güvenliği ve meslek hastalığının teknik yönü ve özel hukuk boyutu yoğun bir şekilde ele alınmasına rağmen, ceza hukuku boyutu ihmal edilmektedir. Oysa iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda gündeme gelebilecek olan taksirle yaralanmaya veya ölüme neden olma suçları son derece geniş bir uygulama alanına sahip olup, gerek uygulama gerekse doktrinde birçok tartışmalı yönü bulunmaktadır. Bu nedenle tebliğimizde iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle ortaya çıkabilecek suçlarda işveren ve vekillerinin cezai sorumluluğu üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: İş Kazası, İşveren, İşveren Vekili, Cezai Sorumluluk.

ABSTRACT: *In addition to the private law aspects of occupational accidents and diseases, there are many important consequences in the field of criminal law. Literally individuals get injured or die as a result of an occupational disease or accident taken place. Although occupational safety and disease are intensely discussed in the technical aspect and private law aspect, the criminal law dimension is neglected in the doctrine. However, crimes of causing injuries or death by negligence, which may come to the fore as a result of occupational accidents and diseases, have a very wide application area and there are many controversial aspects in the application and the doctrine. For this reason, we will focus on the criminal liability of employers and their representatives in criminal cases that may arise from occupational accidents and diseases in our communiqué.*

Keywords: Occupational Accident, Employer, Vice Principal, Criminal Liability.

1. İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIĞI KAVRAMLARI

"İş kazası" 20.06.2012 tarih ve 6331 sayılı "İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK)"nda[1] "...İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olayı..."(md. 3/1-g); "meslek hastalığı" ise, "...mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalığı..." (md. 3/1-l) ifade etmektedir. 31.05.2006 tarih ve 5510 "Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (SSGSSK)'nda[2] ise "iş kazası" "...a) Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,/b) (Değişik: 17/4/2008-5754/8 md.) İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle, /c) Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, /d) (Değişik: 17/4/2008-5754/8 md.) Bu Kanunun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi kapsamındaki emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda, /e) Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş gelişi sırasında, /meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen engelli hâle getiren olay..." (md. 13/1)[3] şeklinde; "meslek hastalığı" ise; "...sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engellilik halleri..." (md. 14/1) [4] olarak nitelenmektedir[5]. Aktarılan betimlemelerden hareketle "iş kazası" ve "meslek

[1] RG, 30.06.2012/28339.

[2] RG, 16.06.2006/26200.

[3] "İş kazası" kavramı ile bu konudaki tartışmalar için bkz. **Akın, Levent,** İş Kazasından Doğan Maddi Tazminat, Yetkin Yayınları, Ankara 2001, s. 23 vd.

[4] Meslek hastalığı kavramı konusunda detaylı bilgili ve doktriner tartışmalar için bkz. **Akdeniz, Ayşe Ledün,** Meslek Hastalığı Kavramı Üzerine, Beta Yayınevi, İstanbul 2015, s. 39 vd.

[5] "Sigortalının çalıştığı işten dolayı meslek hastalığına tutulduğunun; /a) Kurumca yetkilendirilen sağlık hizmet sunucuları tarafından usulüne uygun olarak düzenlenen sağlık kurulu raporu ve dayanağı tıbbî belgelerin incelenmesi, /b) Kurumca gerekli görüldüğü hallerde, işyerindeki çalışma şartlarını ve buna bağlı tıbbî sonuçlarını ortaya koyan denetim raporları ve gerekli diğer belgelerin incelenmesi, /sonucu Kurum Sağlık Kurulu tarafından tespit edilmesi zorunludur." (SSGSSK md. 14/2). "Sigortalının veya işverenin talebi üzerine Kurumca yetkilendirilen sağlık hizmeti sunucularının sağlık kurullarınca usulüne uygun düzenlenecek

hastalığı"nın 04.06.1985 tarih ve 3213 sayılı "Maden Kanunu"[6] kapsamındaki bir işten/faaliyetten kaynaklanması halinde; "maden iş kazası" ve "maden meslek hastalığı"söz konusu olacaktır. Öncelikle belirtmek gerekir ki iş hukuku anlamındaki iş kazası ile ceza hukuku anlamındaki iş kazası kavramları ve buna bağlı sonuçlar birbirinden farklıdır. Biz iş kazası kavramını ceza hukuku bağlamında ele alacağız.

2. İŞVEREN VE İŞVEREN VEKİLİ KAVRAMLARI VE MADEN İŞ KAZASI İLE MESLEK HASTALIĞI BAĞLAMINDA CEZAİ SORUMLULUK

2.1. İşveren ve İşveren Vekili

2.1.1. İşveren

4857 sayılı İş Kanunu[7]'da (İşK.) "…işçi çalıştıran gerçek veya tüzel kişiye yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşlara..."(md.2/1) "işveren" denirken, bu kavram İSGK'de"...çalışan istihdam eden gerçek veya tüzel kişi yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşları..." ifade etmektedir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere işveren gerçek kişi, tüzel kişi (özel hukuk tüzel kişisi veya kamu hukuku tüzel kişisi) ve hatta tüzel kişiliği olmayan kurum veya kuruluşlar olabilmektedir. Zikredilen kanun hükümlerinde işçinin istihdamından/çalıştırılmasından bahsedildiğine göre, işverenin işyerinin maliki olması gerekmemekte; örneğin işleteni olması yeterli olmaktadır.

2.1.2. İşveren Vekili

İşK.'de "işveren vekili"; "...İşveren adına hareket eden ve işin, işyerinin ve işletmenin yönetiminde görev alan kimseler…" (md. 2/4) şeklinde

raporlar ve dayanağı tıbbî belgelerin incelenmesi sonucu, 4 üncü maddenin birinci fıkrasının (a) ve (b) bentleri kapsamındaki sigortalılar için çalışma gücünün veya iş kazası veya meslek hastalığı sonucu meslekte kazanma gücünün en az % 60'ını, (c) bendi kapsamındaki sigortalılar için çalışma gücünün en az % 60'ını veya vazifelerini yapamayacak şekilde meslekte kazanma gücünü kaybettiği Kurum Sağlık Kurulunca tespit edilen sigortalı, malûl sayılır ." (İSGKmd. 25).

[6] RG, 15.06.1985/18785.

[7] RG 10.06.2003/ 25134

tanımlanırken; İSGK'de"...İşveren adına hareket eden, işin ve işyerinin yönetiminde görev alan işveren vekilleri, bu Kanunun uygulanması bakımından işveren sayılır..." (md. 3/2) ifadesi benimsenmiştir. İki tanım arasında önemli oranda örtüşme bulunmakla birlikte, İSGK'de "işletmenin yönetiminde görev alma" kriterine yer verilmemiştir.

Daimi nezaretçi bir maden işletmesinde daimi olarak istihdam edilen, işletmelerin teknik ve emniyet bakımından nezaretini yapan sorumlu ve yetkili maden mühendisidir. Maden Kanunu'nun 31. maddesine göre; her maden sahasına bir daimi nezaretçi atanması ve üretim faaliyetlerinin onun gözetiminde yürütülmesi gerekir. Ancak bazı durumlarda daimi nezaretçinin de işveren vekili statüsünde bulunabileceği kabul edilmelidir. Örneğin daimi nezaretçi iş sahasında tespit edilen iş güvenliği risklerinin ortadan kaldırılması amacıyla doğrudan doğruya önlem alma veya harcama yapma gibi yetkileri haizse işveren vekili sayılacaktır.

2.2. Cezai Sorumluluk

2.2.1. Genel olarak

5237 sayılı "Türk Ceza Kanunu (TCK)"[8]nda veya özel ceza normu içeren diğer yasada ***"iş kazası", "meslek hastalığı", "işçi", "işveren"***veya ***"işveren vekili"***kavramları özel olarak tanımlanmadığından, bunlar için başta İşK. ile İSGK ve 6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu[9] hükümlerinden yararlanılacaktır (9. CD, 24.06.2009, 2009/4151, 2009/7439).Dolayısıyla bazıları yukarıda verilen tanımların içerikleri ve kapsamları, ceza hukukunun genel hükümleri ve TCK ile özel ceza normları birlikte değerlendirildiğinde işveren ve işveren vekilinin **sadece taksirli** davranışlarla sebep oldukları fiiller açısından cezai sorumluluğu gündeme gelebilecektir. Farklı bir şekilde ifade edecek olursak, olası kastla meydana gelen ölüm ve yaralanma neticelerinin ceza hukuku bağlamında kaza

[8]RG, 12.10.2004/25611.
[9] RG, 4.2.2011/ 27836

olarak kabul edilemeyeceğini, bu durumun ancak İSGK bağlamında bir iş kazası sayılabileceğini düşünüyoruz. Ancak doktrinde bazı yazarlar [10] ve bazı kararlarında Yargıtay [11] aksi görüşü savunarak, iş kazalarının olası kastla da gerçekleşebileceğini belirtmişlerdir.

Taksir TCK md. 22'de[12]; taksirli ölüme veya yaralanmaya neden olma suçları ise TCK md. 85[13] ve 89[14] düzenlenmiştir.

[10] **Taşkın, Ozan Ercan,** İşyeri "Kazalarında" Manevi Unsurun Belirlenmesi, Güncel Hukuk, Haziran 2014,s. 25 aynı yönde **Ertan, İ. Mert- Ozansü, M. Cemil:** İş Cinayetleri Hukuksal Bir Bakış, Güncel Hukuk, Mart 2014, s.15 Aktaran **Erdoğan, Çağla,** İşveren ve İşveren Vekilinin İş Kazasından Doğan Cezai Sorumluluğu, Yetkin Yayınları, Ankara 2016, s.169

[11] Yargıtay 12. CD , 14.11.2013 T. 2012/21104 E. 2013/25712 K.

[12] ***Taksir***

Madde 22 - (1) Taksirle işlenen fiiller, kanunun açıkça belirttiği hâllerde cezalandırılır.

(2) Taksir, dikkat ve özen yükümlülüğüne aykırılık dolayısıyla, bir davranışın suçun kanuni tanımında belirtilen neticesi öngörülmeyerek gerçekleştirilmesidir.

(3) Kişinin öngördüğü neticeyi istememesine karşın, neticenin meydana gelmesi halinde bilinçli taksir vardır; bu halde taksirli suça ilişkin ceza üçte birden yarısına kadar artırılır.

(4) Taksirle işlenen suçtan dolayı verilecek olan ceza failin kusuruna göre belirlenir.

(5) Birden fazla kişinin taksirle işlediği suçlarda, herkes kendi kusurundan dolayı sorumlu olur. Her failin cezası kusuruna göre ayrı ayrı belirlenir.

(6) Taksirli hareket sonucu neden olunan netice, münhasıran failin kişisel ve ailevi durumu bakımından, artık bir cezanın hükmedilmesini gereksiz kılacak derecede mağdur olmasına yol açmışsa ceza verilmez; bilinçli taksir halinde verilecek ceza yarıdan altıda bire kadar indirilebilir.

[13] ***Taksirle öldürme***

Madde 85 - (Değişik: 31.03.2005 – 5328/3 md.)

(1) Taksirle bir insanın ölümüne neden olan kişi, iki yıldan altı yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

(2) Fiil, birden fazla insanın ölümüne ya da bir veya birden fazla kişinin ölümü ile birlikte bir veya birden fazla kişinin yaralanmasına neden olmuş ise, kişi iki yıldan onbeş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

[14] ***Taksirle yaralama***

Madde 89 - (1) Taksirle başkasının vücuduna acı veren veya sağlığının ya da algılama yeteneğinin bozulmasına neden olan kişi, üç aydan bir yıla kadar hapis veya adlî para cezası ile cezalandırılır.

(2) Taksirle yaralama fiili, mağdurun;

a) Duyularından veya organlarından birinin işlevinin sürekli zayıflamasına,

b) Vücudunda kemik kırılmasına,

c) Konuşmasında sürekli zorluğa,

d) Yüzünde sabit ize,

e) Yaşamını tehlikeye sokan bir duruma,

f) Gebe bir kadının çocuğunun vaktinden önce doğmasına,

Neden olmuşsa, birinci fıkraya göre belirlenen ceza, yarısı oranında artırılır.

(3) Taksirle yaralama fiili, mağdurun;

a) İyileşmesi olanağı bulunmayan bir hastalığa veya bitkisel hayata girmesine,

b) Duyularından veya organlarından birinin işlevinin yitirilmesine,

c) Konuşma ya da çocuk yapma yeteneklerinin kaybolmasına,

d) Yüzünün sürekli değişikliğine,

e) Gebe bir kadının çocuğunun düşmesine,

Neden olmuşsa, birinci fıkraya göre belirlenen ceza, bir kat artırılır.

(4) Fiilin birden fazla kişinin yaralanmasına neden olması halinde, altı aydan üç yıla kadar hapis cezasına hükmolunur.

2.2.2. İşveren ve İşveren Vekilinin Cezai Sorumluluğu

a) Genel olarak; İş kazalarında failin belirlenmesi taksire dayalı kusuru bulunan kişi veya kişilerin belirlenmesi ile mümkündür. Bu bağlamda ilk akla gelen kişi doğal olarak işveren ve/veya işveren vekilidir. Keza başka bir işçi vs. yan yana veya bağımsız fail olabilir. İşaret edelim ki işçinin kendi kısmi kusuru diğer fail veya faillerin kendi kusurlu davranışları nedeniyle cezalandırılmalarını engellemez (TCK md. 22/4-5).

"(4) Taksirle işlenen suçtan dolayı verilecek olan ceza failin kusuruna göre belirlenir.

(5) Birden fazla kişinin taksirle işlediği suçlarda, herkes kendi kusurundan dolayı sorumlu olur. Her failin cezası kusuruna göre ayrı ayrı belirlenir."

İşverenin sorumluluğunu doğuran haller genel olarak; *"iş yerinde iş güvenliği veya sağlığı açısından gerekli önlemleri almamak, eğitim, denetim ve gözetim yükümlülüğünü hiç veya gereği gibi yerine getirmemek"*tir.

İşyeri sayılan yerler İş.K'nin 2/2. maddesinde sayılmıştır. Buna göre; işverenin işyerinde ürettiği mal veya hizmet ile nitelik yönünden bağlılığı bulunan ve aynı yönetim altında örgütlenen yerler (işyerine bağlı yerler) ile dinlenme, çocuk emzirme, yemek, uyku, yıkanma, muayene ve bakım, beden ve meslekî eğitim ve avlu gibi diğer eklentiler ve araçlar da işyerinden sayılır. İşyeri, işyerine bağlı yerler, eklentiler ve araçlar ile oluşturulan iş organizasyonu kapsamında bir bütündür. (İşK.md. 2/2-3).

İş kazalarıyla bağlantılı olarak ceza hukuku alanında ve özellikle yargı pratiğinde ortaya çıkan sorunlu ilk nokta ceza hukukunun sorumluluk ve kusur ilkeleriyle, özel hukukun bu konuya ilişkin kurallarının karıştırılmasıdır. Daha açık söylemek gerekirse özel hukuk mantığı/yaklaşımı ile bir ceza hukuku uyuşmazlığının çözülmeye çalışılması durumunda yeni sorunlar meydana

(5) **(Değişik: 06/12/2006 – 5560/5 md.)**[14]Taksirle yaralama suçunun soruşturulması ve kovuşturulması şikâyete bağlıdır. Ancak, birinci fıkra kapsamına giren yaralama hariç, suçun bilinçli taksirle işlenmesi halinde şikâyet aranmaz.

gelmektedir. Yani iş kazalarının ceza hukuku boyutu çözümlenirken ceza hukukundaki fiil kavramı ile özel hukuktaki sorumluluk, kusur ve illiyet bağına ilişkin konular birbirine karıştırılmamalıdır.

Bu büyük sorunun çözümü için özel hukuktan, özellikle iş hukukundan ödünç alınan kavramların içlerinin ceza hukuku ilke ve kurallarıyla doldurulmaları gerekmektedir. Örneğin İşK. md 2/6. maddesine göre üst işveren, alt işverenin işçilerine ilişkin sorunlarda alt işveren (taşeron) ile birlikte sorumluyken, ceza hukukunda durum bu merkezde değildir. Bu bağlamda üzerine düşen her türlü sorumluluğu yerine getirerek yeterli bilgi, tecrübe ve donanıma sahip bir alt işvereni atamış olan asıl işverenin cezai sorumluluğu söz konusu olmayacaktır.

Yani temel sorun meydana gelen ölüm ve/veya yaralama neticesi ile sanığın taksirli fiili arasında bir illiyet bağının bulunup bulunmadığı ve söz konusu neticenin failin bir fiili olarak ona yüklenip yüklenemeyeceği hususudur.

İkinci husus ve aslında bu ilk konunun alt görünümü; bilirkişilerin yetersizliği, hâkim ve savcıların ve hatta avukatların taksirli suça ilişkin ilgisizliği, bilgi ve tecrübe birikiminin yetersizliği olarak sıralanabilir.

b) İşverenin cezai sorumluluğu; İşverenin işin yürütülmesini işveren vekili olmaksızın bizzat sağladığı durumlarda neticenin kendi kusurundan kaynaklanması sebebiyle cezaların şahsiliği ilkesi gereğince cezai sorumluluğunun olacağı açıktır. Ancak işveren işin yürütülmesini işveren vekili aracılığıyla da gerçekleştirebilir. Bu durumda işveren vekiline yapılan yetki devri işverenin cezai sorumluluktan kurtulmasını her durumda sağlamayacaktır. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alınmaması sebebiyle neticenin meydana gelmesinde şayet işverenin kusuru bulunuyorsa ceza sorumluluğu da devam edecektir.

Bunun yanında iş kazası sonucu oluşacak ölüm veya yaralanma ile sonuçlanan suçun failinin tespitinde farklı kriterlerin de göz önünde tutulması

gerekmektedir. Nitekim kurulmuş bir asıl işveren-alt işveren ilişkisinin olup olmadığı veyahut taraflar arasındaki sözleşmenin niteliği gibi hususlar suçun failinin belirlenmesinde önem arz etmektedir. Örneğin uygulamada da sıklıkla karşılaşıldığı üzere taraflar arasındaki sözleşmenin eser sözleşmesi mi yoksa hizmet sözleşmesi mi olduğu meydana gelen iş kazasında cezai sorumluluğunun kimde olacağının belirlenmesinde etkili olmaktadır.

Asıl işveren alt işveren ilişkisi İş K.md. 2/6'da şu şekilde tanımlanmıştır: *"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."*

Görüldüğü üzere İş Kanunu işçiye karşı alt işveren ve asıl işvereni birlikte sorumlu tutmuştur. Ancak bu ilişki içerisinde cezai sorumluluğu belirlerken, ceza hukukunun temel ilkeleri gözetilmelidir. İş kazası sonucu meydana gelen ölüm ve/veya yaralama neticesi ile sanığın taksirli fiili arasında bir illiyet bağının bulunup bulunmadığı ve söz konusu neticenin failin bir fiili olarak ona yüklenip yüklenemeyeceği hususu tartışılmalıdır.

Eser sözleşmesi TBK md. 470'te yüklenicinin bir eser meydana getirmeyi, iş sahibinin de bunun karşılığında bir bedel ödemeyi üstlendiği sözleşme olarak tanımlanmıştır. Bu sözleşmesinin kanuni tanımı da göz önüne alındığında belirli bir bedel karşılığı yapımı, bakımı veya onarımı üstlenilen eserin iş sahibinin denetimi ve gözetimi olmaksızın yüklenicinin bağımsız çalışmasıyla meydana getirileceği kabul edilmektedir. Bu sözleşme türü sıklıkla hizmet sözleşmesiyle karıştırılabilmektedir. Aslında iki sözleşme tipi arasında önemli farklılıklar mevcuttur. Öncelikle eser sözleşmesindeki "iş sahibi" ile

hizmet sözleşmesindeki "işveren" kavramları birbiri ile karıştırılmamalı, yükümlülük ve sorumluluklarının aynı nitelikte olduğu düşünülmemelidir. Eser sözleşmesinde "iş gören (yüklenici)", iş sahibinin gözetimi ve denetimi söz konusu olmaksızın ve ondan buyruk almaksızın, kendi belirlediği zaman içerisinde bağımsız olarak iş gördüğü sırada bir kaza meydana gelmiş ise bu durumda "işsahibi"nin cezai sorumluluğundan söz edilemez. Bunun yanında taraflar arasındaki ilişkinin asıl işveren-alt işveren ilişkisi mi yoksa eser sözleşmesi mi olduğu da dikkatlice belirlenmesi gereken bir konudur. Üstlenilen işin, iş sahibinin talimatları doğrultusunda yapılıp yapılmadığı, yüklenicinin yapılan işin uzmanı olup olmadığı, iş sahibinden o işin, teknik yönden, nasıl yapılması gerektiği konusunda talimat alıp almadığı başka bir anlatımla, iş sahibine karşı bağımsız olup olmadığı hususlarının birlikte değerlendirilmesi gerekecektir. Şayet aradaki ilişki eser sözleşmesi ise, bu sözleşme gereği olarak yapılacak bağımsız çalışma sırasında meydana gelebilecek bir iş kazasından iş sahibinin cezai sorumluluğu doğmayacaktır.

Maden ruhsat sahiplerinin, ruhsat sahalarının bir kısmında veya tamamında üçüncü kişilerle yapmış oldukları rödövans sözleşmelerinde kural olarak alt işveren-asıl işveren ilişkisi bile ortaya çıkmamaktadır. Gerçekten, Maden Kanunun Ek 7.maddesi hükmü gereğince, maden ruhsat sahiplerinin, ruhsat sahalarının bir kısmında veya tamamında üçüncü kişilerle yapmış oldukları rödövans sözleşmelerinde, bu alanlarda yapılacak madencilik faaliyetlerinden doğacak İş Kanunu, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili idari, mali ve hukuki sorumluluklar rödövansçıya aittir. Ancak bu durum ruhsat sahibinin Maden Kanunundan doğan sorumluluklarını ortadan kaldırmaz. Görüldüğü üzere, Kanun rödövans sözleşmelerinde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin idari, mali ve hukuki sorumluluğun rödövansçıya ait olduğunu açıkça düzenlemişken, meydana gelebilecek bir iş kazasında cezai sorumluluğun kime ait olduğunu belirtmemiştir. Bu durumda cezai sorumluluk ceza hukukunun genel ilkelerine göre tespit edilmelidir. Eğer ruhsat sahibi rödövansçıya emir ve talimat veriyor,

çalışma biçimini kontrol ediyorsa meydana gelen iş kazasından diğer şartların bulunması halinde cezai sorumluluğu doğabilecektir. Çok istisnai de olsa, daimi nezaretçi doğrudan ruhsat sahibine raporlama yapıyorsa durumu rödövansçıya bildirmeyen ruhsat sahibinin sorumluluğu gündeme gelecektir.

c) İşveren vekilinin cezai sorumluluğu; İşK.md. 2/4'ün ikinci cümlesinde işveren vekilinin bu sıfatla işçilere karşı işlem ve yükümlülüklerinden doğrudan işverenin sorumlu olacağı hüküm altına alınmıştır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus buradaki sorumluluğun özel hukuka ilişkin olmasıdır. Meydana gelecek iş kazasında cezai sorumluluğun belirlenmesinde bu hükmün esas alınması cezaların şahsiliği ilkesine aykırılık teşkil edecektir.

İşverenin sadece cezai sorumluluktan kurtulmak adına yeterli donanıma sahip olmayan bir vekil ataması işvereni bu sorumluluktan kurtarmayacaktır. Nitekim Yargıtay'ın da bu görüşü destekleyen kararları mevcuttur.[15]

Tüzel kişilerde fail olarak somut işverenin tespiti yapılırken 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu [16] (TTK) hükümlerinden yararlanılması gerekir. Bu durumda öncelikle tüzel kişiliğin yönetim organlarına üye olan gerçek kişiler ceza sorumluluğuyla karşı karşıya kalacaklardır. Ancak yönetim organı üyeleri kendi aralarında iş bölümü yapmış ise iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili gerekli çalışmaların yapılması ve önlemlerin alınmasından hangi üye sorumlu ise ceza sorumluluğu da o üye üzerinde olacaktır. Ayrıca belirtmek gerekir ki tüzel kişiliğin türüne göre cezai sorumluluğu olan somut işveren gerçek kişinin tespiti de farklılık gösterecektir.

Somutlaştıracak olursak; komandit yahut kolektif şirketlerde ortaklardan her biri şirketi yönetme hakkına ve görevine sahipken, limited ve anonim şirketlerde yönetim ve temsil yetkisi ortakların tamamına ait değildir. Limited

[15]"Sanığın ortağı ve yetkilisi olduğu M.A. AŞ isimli firmanın Karkas kaynak elemanı olarak çalışan mağdurun sanığın hazırlıkta verdiği ifadesinde Karkas birim amirlerinin A.Y ve S.D. olduğunu beyan ettiği, mahkemede ise şirkette on dört tane üst düzey yönetici olduğunu belirtmesi karşısında şirket organizasyon şemasının getirilerek sanığın ilgili bölümde işin gerektirdiği vasıfta yöneticiler istihdam edip edilmediğinin tespit edilmesi gerekmektedir. Yargıtay 12. CD. 25.09.2013808/21356. **Erdoğan,** s.123

[16] RG, 14.2.2011/27846

şirketlerde yönetim ve temsil yetkisi müdür sıfatıyla ortaklardan bir veya birkaçına ya da tamamına yahut üçüncü bir kişiye bırakılabilirken anonim şirketlerde bu yetki yönetim kurulunundur. Ancak yönetim kurulu da bu görev ve yetkilerini kurul üyelerinden birine, birkaçına veya üçüncü bir kişiye bırakabilir. Tüm bu sayılan durumlara göre cezai sorumluluğu olan somut işverenin tespitinin ayrı ayrı yapılması gerekecektir. Örneğin anonim ortaklığın merkezinden coğrafi olarak uzak şube ve şantiyelerde işlenen suçlarda yönetim kurulu değil kendisine şirketi temsil yetkisi verilmiş şantiye şefi veya proje müdürü sorumlu olabilecektir.

d)İşyeri hekimleri, iş güvenliği uzmanları ve daimi nezaretçilerin özel durumu; İşyeri hekimi kavramı İSGK'da "İş sağlığı ve güvenliği alanında görev yapmak üzere Bakanlıkça yetkilendirilmiş, işyeri hekimliği belgesine sahip hekim" şeklinde tanımlanmıştır. Genel itibariyle ise işyeri hekimi; alanında uzmanlaşmış çalıştığı iş kolunun sağlık sorunları hakkında yeterli bilgiye sahip, iş kazası yahut meslek hastalığı durumunda kendisine başvurulacak hekimdir[17]. İşyeri hekimlerinin görevleri İşyeri Hekimi ve Diğer Sağlık Personelinin Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik'te belirtilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği uzmanı ise yine İSGK'da "Usul ve esasları yönetmelikle belirlenen, iş sağlığı ve güvenliği alanında görev yapmak üzere Bakanlıkça yetkilendirilmiş, iş güvenliği uzmanlığı belgesine sahip, Bakanlık ve ilgili kuruluşlarında çalışma hayatını denetleyen müfettişler ile mühendislik veya mimarlık eğitimi veren fakültelerin mezunları ile teknik eleman" şeklinde tanımlanmıştır. İşyeri hekimleri ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanları işverene ilgili konularda rehberlik etmek ve tespit ettikleri eksiklik ve aksaklıkları yazılı olarak işverene bildirmekle yükümlüdürler. Bu eksikliklerin ve aksaklıkların düzeltilmesinden, tedbir ve tavsiyelerin yerine getirilmesinden işveren sorumludur. Bu halde iş sağlığı ve güvenliği uzmanı ile işyeri hekimi

[17]**Kılıç, Leyla**, İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliğini Sağlama Hükümlülüğü ve Sorumluluğu, Yetkin Yayınları, Ankara 2006, s.85.

İSGK'den kaynaklı yükümlülüklerini yerine getirerek cezai sorumluluktan kurtulabileceklerdir.

Daimi nezaretçi, iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikeli gördüğü teknik aksaklıkları ve önerileri teknik nezaret defterine yazmak zorundadır. Bu görevin yapılmaması ile kazanın meydana gelmesi arasında illiyet bağı varsa daimi nezaretçinin cezai sorumluluğu doğabilecektir.

3. SONUÇ

Modern iş hukukunun temel prensibi işçi haklarını korumak ve iş sağlığı ve güvenliğini her iş kolunda etkin olarak teminat altına almaktır. Bu bağlamda iş kazalarını en aza indirmek başta devletin ve ardından işverenlerin görevidir. Buna bağlı olarak adalete uygun sonuçların oluşması için meydana gelmiş iş kazaları sonucunda failin ve suçun diğer unsurlarının doğru tespit edilmesi şarttır. Bu tespit yapılırken özel hukuka ait kavramlarla ceza hukukuna ait kavramların birbirine karıştırılmaması gerekmektedir. Ayrıca etkili ceza yargılaması ve ceza yaptırımlarının caydırıcılığı ile iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin kanuni yükümlülüklerin yerine getirilmesi sağlanarak, iş kazaları, meslek hastalıkları ile bunlara bağlı ölüm ve yaralanmaları önemli ölçüde azaltmak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Erdoğan, Çağla, İşveren ve İşveren Vekilinin İş Kazasından Doğan Cezai Sorumluluğu, Yetkin Yayınları, Ankara 2016, s.169

Ertan, İ. Mert- Ozansü, M. Cemil: İş Cinayetleri Hukuksal Bir Bakış, Güncel Hukuk, Mart 2014, s.15

Kılıç, Leyla, İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliğini Sağlama Hükümlülüğü ve Sorumluluğu, Yetkin Yayınları, Ankara 2006, s.85.

Taşkın, Ozan Ercan, İşyeri "Kazalarında" Manevi Unsurun Belirlenmesi, Güncel Hukuk, Haziran 2014,s. 25

MADEN İŞLETMELERİNDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİNDEN DOĞAN HUKUKİ SORUMLULUK

THE CIVIL LIABILITY RESULTS FROM OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN MINING PLANTS

M. Topaloğlu
Özyeğin Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, İstanbul

ÖZ: İşçiler, çalışma yaşamında çok çeşitli risklerle karşılaşabilmektedir. Bu risklerin başlıcası iş kazalarıdır. Bir iş kazasının meydana gelmesi halinde işverenin hukuki ve cezai sorumluluğu doğabilmektedir. Çok tehlikeli işler sınıfında bulunan maden işyerlerinde çalışan işçiler daha büyük risk altında çalışmaktadır. Bu çalışmada maden işyerlerinde meydana gelebilecek kazalar bakımından işverenlerin yükümlülükleri ile bu yükümlülüklere uyulmaması halinde işverenlerin hukuki sorumluluğunun kapsamı incelenmiştir. Ayrıca işyeri devri, alt işverenlik ilişkisi ile maden işyerleri bakımından özellikli bir durum teşkil eden rödovans sözleşmeleri bakımından işverenin işçi sağlığı ve iş güvenliğinden doğan hukuki sorumluluğu ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş Kazası, Maden İşyeri, Rödovans Sözleşmesi, Hukuki Sorumluluk.

ABSTRACT: *The employees would face a variety of risks in their working lives. These risks are mainly occupational accidents. Civil and criminal liability of the employers would arise in the case of an occupational accident. The employees who are employed in mining plants which a kind of workplaces that includes very dangerous jobs are at greater risk. In this study, the liabilities of the employers in terms of accidents that may occur in mining establishments and the scope of civil liabilities of the employers in cases where these obligations are not observed are examined. In addition, the legal responsibility of the employers for employees health and work safety has been dealt with in terms of the workplace transfer, sub-employer relationship and royalty agreements for mining plants.*

Keywords: *Occupational Accident, Mining Workplaces, Royalty Agreements, Civil Liability.*

1. MADEN İŞYERLERİNDE İŞVERENİN YÜKÜMLÜLÜKLERİ

1.1. İşyeri Kavramı

İşyeri, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSveGK) m. 3/1-h'de tanımlanmıştır. İS ve GK m. 3/1-h'ye göre işyeri, "*Mal veya hizmet üretmek amacıyla maddi olan ve olmayan unsurlar ile çalışanın birlikte örgütlendiği, işverenin işyerinde ürettiği mal veya hizmet ile nitelik yönünden bağlılığı bulunan ve aynı yönetim altında örgütlenen işyerine bağlı yerler ile dinlenme, çocuk emzirme, yemek, uyku, yıkanma, muayene ve bakım, beden ve mesleki eğitim yerleri ve avlu gibi diğer eklentiler ve araçları da içeren organizasyonu"* ifade eder. Buna göre maden işletme sahası, kuyular, galeriler, fabrika ve zenginleştirme tesisleri, dinlenme yerleri, atölye ve lokantalar işyeri kapsamındadır. Ayrıca, her türlü araç da işyeri kapsamında değerlendirilmektedir. Buna göre, vinç, dozer, greyder yahut personel servis aracı (minibüs-otobüs gibi) da işyerinden sayılmaktadır (Akyiğit, 2016).

1.2. İşverenlerin Yükümlülükleri

İSveGK uyarınca iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması bakımından işverenin birtakım yükümlülükleri vardır. Bu yükümlülükler İSveGK m.4 hükmü ile düzenlenmiştir.

1.2.1. İşverenin işçiyi gözetme borcu

İşveren, mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dahil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapmakla yükümlüdür.

İşverenin işyerinde alması gereken tedbirlerin yanı sıra, bu tedbirlere uyulup uyulmadığını izleme, denetleme ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlama, risk değerlendirmesi yapma veya yaptırma, çalışana görev verirken,

çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alma, yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alma yükümlülüğü de vardır. Bu bağlamda işveren, işçiyi gözetme borcu altındadır.

1.2.2. Bilgilendirme ve eğitim yükümlülüğü

İşveren, işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve korunması amacıyla çalışanları tehlikeler ve bu tehlikelerden doğan risklere karşı alınmış ve alınacak tedbirler ile yasal hak ve sorumlulukları konusunda derhal bilgilendirmekle ve gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin verilmesini sağlamakla yükümlüdür.

Bu eğitimin özellikle işe başlamadan önce, çalışma yeri veya iş değişikliğinde, iş ekipmanının değişmesi halinde ve yeni teknoloji uygulanması halinde verilmesi gerekir. Ayrıca eğitimler, değişen ve yeni meydana gelen risklere uygun olarak yenilenmeli, gerektiğinde ve düzenli aralıklarla tekrarlanmalıdır (Özdemir, 2014).

Mesleki eğitim alma zorunluluğu bulunan tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan işlerde, yapacağı işle ilgili mesleki eğitim aldığını belgeleyemeyenlerin çalıştırılması yasaktır. Niteliği gereği çok tehlikeli sınıfta yer alan maden işleri de, mesleki eğitim verilmeden işçi çalıştırılması yasağı kapsamında bulunmaktadır.

1.2.3. Örgütleme yükümlülüğü

İşveren, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin mesleki risklerin önlenmesi ve bu risklerden korunmasına ilişkin çalışmaları da kapsayacak şekilde sunulabilmesi için, varsa çalışanları arasından iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ile diğer sağlık personeli görevlendirebilir. Çok tehlikeli sınıfta yer alan maden işyerlerinde A sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belgesine sahip bir iş güvenliği uzmanı görevlendirilir.

İşyeri dışındaki kişi veya kuruluşlardan iş sağlığı ve güvenliği konusunda hizmet alması, işverenin sorumluluğunu ortadan kaldırmaz (Yılmaz, 2016). Ayrıca işverenin, 50 ve daha fazla çalışanın bulunduğu ve altı aydan fazla süren sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalarda bulunmak üzere iş sağlığı ve güvenliği kurulu oluşturma yükümlülüğü vardır.

İşverene iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konularda rehberlik ve danışmanlık yapmak üzere görevlendirilen işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı, görev aldığı işyerinde görevi ile ilgili mevzuat ve teknik gelişmeleri göz önünde bulundurarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eksiklik ve aksaklıkları, tedbir ve tavsiyeleri belirleyerek işverene yazılı olarak bildirir. Bu eksiklik ve aksaklıkların düzeltilmesi ile tedbir ve tavsiyelerin yerine getirilmesinden işveren sorumludur.

Bildirilen eksiklik ve aksaklıkların acil durdurmayı gerektirmesi veya yangın, patlama, göçme, kimyasal sızıntı ve benzeri acil ve hayati tehlike arz etmesi, meslek hastalığına sebep olabilecek ortamların bulunmasına rağmen işveren tarafından gerekli tedbirlerin alınmaması halinde, bu durum işyeri hekimi veya iş güvenliği uzmanınca Bakanlığın yetkili birimine, varsa yetkili sendika temsilcisine, yoksa çalışan temsilcisine bildirilir.

1.2.4. Risk değerlendirmesi yapma yükümlülüğü

İşveren çalışma ortamının ve çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlama, sürdürme ve geliştirme amacı ile iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmakla yükümlüdür.

Risk Değerlendirme Yönetmeliğine göre risk değerlendirmesi, 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 gereken çalışmaları kapsamaktadır.

Daha önce yapılmış olan risk değerlendirmesi, zaman içinde risklerin değişme olasılığı karşısında güncelliğini kaybedebileceğinden, yapılmış olan risk değerlendirmesinin, çok tehlikeli işyerlerinde en geç iki yıl, tehlikeli işyerlerinde en geç dört yıl ve az tehlikeli işyerlerinde en geç altı yılda bir yenilenmesi gerekir.

Yargıtay, İSveGK'nun 5. maddesinde yer alan risk değerlendirme esaslarına uyulmamasını, işveren açısından sözleşmeden doğan kusur sorumluluğu olarak nitelendirmektedir (Yılmaz, 2016).

1.2.5. Önlem alma ve denetim yükümlülüğü

Maden işyerlerinde alınması gereken önlemler, 19 Eylül 2013 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde düzenlenmiştir. Buna göre, işveren, patlama ve yangın çıkmasını ve bunların olumsuz etkilerini önlemek üzere, patlayıcı ve sağlığa zararlı ortam havasının oluşmasını önlemek, yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek, patlama ve yangın başlangıçlarını tespit etmek, yayılmasını önlemek ve mücadele etmek için yapılan işe uygun tedbirler alır.

İşveren, bir tehlike anında çalışanların çalışma yerlerini en kısa zamanda ve güvenli bir şekilde terk edebilmeleri için uygun kaçış ve kurtarma araçlarını sağlar ve kullanıma hazır bulundurur.

İşveren, işyerinin bütününde gerekli haberleşme ve iletişim sistemini kurar. Ayrıca, ihtiyaç halinde yardım, kaçış ve kurtarma işlemlerinin derhal uygulamaya konulabilmesi için gerekli uyarı ve diğer iletişim sistemlerini hazır bulundurur. İşveren aynı zamanda teknik gelişmelere uyum sağlamakla da yükümlüdür.

İşyerinde, alınmış olan önlemlerin etkinliğini artıracak uyarı işaretlerine de yer verilmesi, tam anlamıyla engellenemeyen risklere karşı işçilere kişisel koruyucu malzemeler verilmeli ve işyerinde kullanılan araç, gereç ve makinenin

hatalı kullanımından dolayı bir kazanın meydana gelmesini engellemek amacıyla bunların kullanımına ilişkin önlemlerin de alınması gerekmektedir.

Maden işyerinde, anılan önlemleri almakla yükümlü olan işveren, alması gereken önlemleri belirlemeden önce işyerindeki kaza ve meslek hastalığı risklerini iş güvenliği uzmanları aracılığı ile tespit etmeli, risk değerlendirmesi yapmalıdır.

İSveGK, işverene işin niteliğinden kaynaklanan, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi alma zorunluluğunun getirmiş ve bu konuda herhangi bir sınır öngörmemiştir. İşveren ayrıca, alınmış önlemlerin iş kazası ve meslek hastalığı risklerini engellemede etkinlik sağlaması için, iş güvenliği önlemlerine işçilerin uyumunu denetlemekle yükümlüdür.

1.2.6. Sığınma odaları ve hayat hattı kurulması

Maden işyerlerinde alınması gereken önlemler, 19 Eylül 2013 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde 24 Mart 2016'da değişiklik yapılmıştır. Bu değişiklikle özellikle sığınma odaları ve hayat hatları kurulması zorunluluğu getirilmiştir.

Kömür ve türevleri hariç olmak üzere yeraltı maden işyerlerinde, acil durumlarda kullanılmak amacıyla sığınma odaları kurulur. Ancak henüz hazırlık aşamasında olan ve üretim aşamasına geçmemiş yer altı maden işyerleri, sığınma odalarını üretim aşamasına geçtiklerinde kurar.

Yeraltı madenlerinde, hazırlık faaliyetlerinin yapıldığı alanlar ve üretim panoları gibi yeraltı maden işletmesinin bütün bölümlerini kapsayacak şekilde ve çalışanların yerüstüne çıkmalarını kolaylaştıran, yanmaya, kopmaya ve aşınmaya karşı dayanıklı bir hayat hattı kurulur. Bu hatlar acil durum planlarına uygun olarak yerleştirilir.

Sığınma odası bulunan yeraltı maden işyerlerinde sürekli hayat hattı, acil durum planına uygun şekilde çalışanların sığınma odası veya yeryüzüne en kısa ve hızlı sürede ulaşmasını sağlayacak şekilde yerleştirilir.

2. İŞVERENİN İŞ KAZASINDAN DOĞAN HUKUKİ SORUMLULUĞU

2.1. İşveren Kavramı

4857 sayılı İş Kanunu'nda işveren kavramı önceki kanundan daha geniş bir şekilde tanımlanmıştır. Buna göre, "*İşçi çalıştıran gerçek ve tüzel kişiye yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşlara*" işveren denilir. Bu Kanun ile tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşlar dahi örneğin adi ortaklıklar işveren olarak kabul edilmiştir.

İşveren olarak nitelendirilebilmek için mutlaka işyerinin mülkiyetine sahip olmak gerekli değildir. Kira veya başka tür hukuki ilişkilerle işyerini kullanma hakkının bulunması yeterlidir (Demircioğlu ve Centel, 2007). Asıl işveren de alt işverenin işçilerinin yasadan, hizmet sözleşmesinden ve toplu iş sözleşmesinden doğan yükümlülüklerinden alt işverenle birlikte müteselsilen sorumludur. Hatta alt işveren ilişkisi muvazaalı olarak kurulmuşsa, alt işverenin işçileri asıl işverenin işçileri sayılır ve başlangıçtan itibaren asıl işverenin işçilerinin sahip olduğu tüm haklardan yararlanır (Topaloğlu, 2007).

2.2. İşveren Vekili

4857 sayılı İş Kanunu'nun 2.maddesine göre "*İşveren adına hareket eden ve işin, işyerinin ve işletmenin yönetiminde görev alan kimselere işveren vekili denir*." Yasanın bu tanımına göre işveren vekili sayılabilmek için iki unsurun bir arada bulunması zorunludur. Bunlardan birincisi "işveren adına hareket etmek" diğeri ise "işin, işyerinin ve işletmenin yönetiminde görev almaktır." (Andaç, 2006). Bu tanımdan hareketle işyerinin tümünü yöneten müdürler gibi işyerinin sadece bir bölümünde işveren adına yönetim görevini üstlenen, daimi nezaretçi, daimi nezaretçi şef, ustabaşı, posta başı ve ocak çavuşu vb. işveren vekili sayılır (Süzek, 2006). Bu unvan farklılıkları işveren vekilliği sıfatı bakımından önem teşkil etmez. İşveren vekilinin bu sıfatla işçilere karşı yürüttüğü işlem ve yükümlülüklerinden doğan hukuki sorumluluk doğrudan işverene ait olur. Öte yandan iş hayatında işveren için öngörülen sorumluluklar işveren vekilleri için

de söz konusudur. Yine işçi sağlığı ve iş güvenliğine aykırılık nedeniyle doğacak hukuki sorumluk işverene ait olduğu kadar işverenin sağlık ve güvenlik önlemlerini alma görevini bıraktığı işveren vekiline yani daimi nezaretçi ya da ocak çavuşuna da ait olabilir. Burada sözü edilen işveren vekilinin sorumluğu hukuki değil cezai yöndendir. Nitekim, işveren vekilinin bu sıfatla ve kendisine verilen yetki kapsamında yaptığı iş veya yükümlülüklerine aykırı davranışının suç oluşturması mümkündür (Akyiğit, 2016). Buna karşılık yukarıda bahsedildiği gibi, işveren vekilinin işlemlerinden doğan hukuki sorumluluk ise yasayla işverene yüklenmiştir (Demircioğlu ve Centel, 2007).

2.3. İş Kazası Kavramı

İş kazası kavramı hem 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu ile hem de İSveGK ile tanımlanmıştır. 5510 Sayılı Kanuna göre sigortalıyı zarara uğratan kazanın; işçinin işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle, işveren tarafından görevli olarak başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, emziren kadın sigortalının iş mevzuatı gereği çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş gelişi sırasında gerçekleşmesi halinde bu kaza iş kazası sayılır.

İSveGK'na göre ise iş kazası nedeniyle işverenin hukuki sorumluluğundan söz edilebilmesi için, meydana gelen kaza ile yürütülen iş arasında uygun nedensellik bağının bulunması, işverenin kusurlu olarak iş güvenliği tedbirlerini yeterince veya hiç almamış olması, bunun sonucunda işçinin bedensel ya da ruhsal bir zarara uğramış olması gerekir.

2.4. İşverenin Hukuki Sorumluluğunun Nitelikleri

Türk hukukunda işverenin hukuki sorumluluğu konusunda farklı kanun hükümlerinin uygulanması mümkündür. Aşağıda bu hükümler genel olarak sınıflandırılmıştır (Yılmaz, 2016).

2.4.1. İşverenin iş sözleşmesinden doğan sorumluluğu

İşveren iş kazası nedeniyle Türk Borçlar Kanunu (TBK) m.417 hükmü gereği sözleşme ve haksız fiil hükümlerine göre doğrudan sorumludur.

2.4.2. İşverenin adam çalıştırması nedeniyle sorumluluğu

İşveren TBK m.66 hükmü gereği, çalışanın kendisine verilen işin yapılması sırasında başkalarına verdiği zararı gidermekle yükümlüdür.

2.4.3. İşverenin araç işleten olarak sorumluluğu

İşveren aynı zamanda araç işleteni durumunda ise, Kara Yolları Trafik Kanunu m.85 uyarınca aracın işletilmesinden meydana gelen zarardan kusursuz sorumluluğu söz konusudur.

2.5. İşverenin Hukuki Sorumluluğunda Özel Durumlar

2.5.1. İşyerinin devri

TBK m.202 hükmü uyarınca, bir işletmeyi aktifi ve pasifi ile birlikte devralan işveren, işletmenin borçlarından sorumlu olduğu gibi devreden işveren de iki yıl boyunca devralan işveren ile birlikte işletmenin borçlarından sorumludur.

İş Kanunu m.6 hükmüne göre ise, işyeri veya işyerinin bir bölümü başka birine devredildiğinde devir tarihinde işyerinde veya bir bölümünde mevcut olan iş sözleşmeleri bütün hak ve borçları ile birlikte devralana geçer. Böyle bir durumda devreden ile devralan birlikte sorumlu olur. Buna göre, devralan işverenin işyerinin borçlarından sorumluluğu devir tarihinde derhal başlayarak ihbar ve ilan tarihinden itibaren iki yıl süre ile devam eder.

2.5.2. Alt işveren – asıl işveren ilişkisi

İşyerlerinde, temizlik, nakliye ve güvenlik gibi yardımcı işlerde ya da işletmenin ve işin gereği ile teknolojik nedenlerle uzmanlık gerektiren işlerde alt işveren(taşeron) tarafından da işçi çalıştırılabilmektedir. Bir işletmede alt

işverenin söz konusu olabilmesi için işletmenin sahibi asıl işveren tarafından da işçi çalıştırılması gerekir. Yoksa işyeri sahibinin bütün işleri bölerek ihaleyle gördürmesi halinde asıl işveren olmadığı için alt işverenden de söz edilemez (Süzek, 2006).

Yine alt işveren ilişkisinin doğabilmesi için, asıl işverenin yaptığı işle ilgili ya da hiç olmazsa yardımcı işlerin görülmesi gerekir (Evren, 2017). Örneğin bir maden işletmesinde ek inşaat yapımı veya bina onarım işini alan diğer işveren alt işveren olarak nitelendirilemez.

4857 sayılı İş Kanunu'nun 2.maddesine göre, işyerinde yürütülen mal ve hizmet üretimine ilişkin yardımcı işlerde alt işveren ilişkisi herhangi bir sınırlama olmaksızın kurulabilir. Buna karşılık asıl işlere ilişkin alt işveren çalıştırabilmek için işletmenin ve işin gerekli kılması veya teknolojik nedenlerle uzmanlık gerektiren iş olması gerekir (Süzek, 2006). Örneğin ekonomik güçlükler ya da bir sipariş yetiştirilmesi gibi durumlar iş ve işletme gereği alt işveren çalıştırılmasını haklı gösterebilir. Ancak bazı yazarlar tarafından iş ve işletme gerekleri nedeniyle dahi alt işveren çalıştırabilmek için teknolojik olarak uzmanlık gerektiren bir işin söz konusu olması gerektiği ileri sürülmüştür (Yüksel, 2006). Bu son görüş taraftarlarına göre, TTK Kurumunun kendi işçisi ve ekipmanı var iken uzmanlık ve teknoloji gerektirmeyen bir iş olan galeri açmak için alt işveren çalıştırması yasaya aykırıdır. Alt işveren uygulamasını kötüye kullanılmasını önlemek için işletme ve iş gereği kavramlarını dar yorumlamanın hakkaniyete uygun olduğu düşüncesindeyiz. Bununla birlikte her gün yüksek miktarlarda zarar eden TTK kurumunun zararını düşürmek için işin bir bölümünü alt işverene gördürmesi ekonomik nedenlerden dolayı işletme gereği sayılabilir.

2.5.3. Rödovans işletmeciliği

Ruhsat sahibi, Maden Kanunu m.31 uyarınca daimi nezaretçi bulundurmakla yükümlüdür. Maden ruhsat sahalarındaki işletme faaliyetleri, maden mühendisi

nezaretinde yapılır. Maden ruhsat sahalarındaki işletme faaliyetlerinde asgari bir maden mühendisi daimi olmak üzere, işletme tekniği, büyüklüğü ve yapısal durumu göz önüne alınarak diğer meslek disiplinlerinden mühendis istihdam edilmesi zorunludur.

Rödovansla çalışılan sahalarda daimi nezaretçi istihdamı ruhsat sahibi tarafından yapılması mevzuat gereğidir. Ruhsat sahibinin rödovansla işletilen maden sahasına sadece daimi nezaretçi ataması onu asıl işveren sayarak iş kazalarından dolayı rödovansçı ile müteselsilen sorumlu tutulması için yeterli değildir. Zira, daimi nezaretçinin görevi işçi sağlığı ve iş güvenliğinden ziyade madenin teknik olarak işletilmesini denetlemeye yöneliktir. Böyle bir durumda ruhsat sahibi maden sahasını kiraya veren ihale makamı konumundadır. Kendisi daimi nezaretçiden başka kiraya verdiği sahaya ilişkin işçi çalıştırmadığı için işveren sıfatına da sahip değildir. Hemen hemen rödovans sözleşmelerinin tamamına yakınında, rödovansçının gösterdiği kişi ruhsat sahibi tarafından daimi nezaretçi olarak atanmaktadır. Resmi bordrolarda ruhsat sahibinin işçisi olarak gözüken bu daimi nezaretçinin ücreti bile rödovansçı tarafından karşılanmaktadır. Yargıtay Yüksek 21.Hukuk Dairesi kararlarında daimi nezaretçi ataması yapan ruhsat sahibinin bundan dolayı asıl işveren sayılamayacağını belirtmiştir (Yargıtay 21.Hukuk Dairesi 01.10.2013 gün ve E. 2013/9505K. 2013/17722 sayılı kararı).

Buna karşılık bazı durumlarda rödovans sözleşmesinde sadece daimi nezaretçi ataması yapılmamakta aynı zamanda ruhsat sahibi aynı zamanda işin yönetimi ve denetimi hakkında da yetkili kılınmaktadır. Böyle bir durumda alt işveren asıl işveren ilişkisinin doğduğu tereddütsüz bir şekilde kabul edilmektedir. Bu hususta Yargıtay sözleşme ile oluşturulan hukuki ilişkinin araştırılmasını istemektedir. Eğer bu ilişkide rödovansçının bağımsız hareket etme imkanı kısıtlanmış ve ruhsat sahibinin üretime müdahale bulunma imkanı varsa bu durumda asıl işveren alt ilişkisinin varlığından söz edilir. (Yargıtay 21.HD., 21.06.2005 gün ve E.2005/791, K.2005/6574.)

İşçi sağlığı ve iş güvenliği hükümlerinden kurtulmak için muvazaalı olarak akdedilen rödovans sözleşmelerinde, rödovansçının işinde çalışan işçiler, doğrudan üst işveren ruhsat sahibinin işçileri sayılması gerekir. Bunun sonucu olarak, rödovansçının işçilerinin iş kazası ve meslek hastalığından doğan alacaklarından ruhsat sahibi üst işveren olarak müteselsilen sorumludur (Topaloğlu, 2014).

2.6. İşverenin Hukuki Sorumluluğunun Unsurları

2.6.1. Kusur

İşverenin sorumluluğu kusur sorumluluğu niteliğindedir. Kusur, hukuk düzenin kınadığı hoş görmediği davranış biçimidir (Eren, 2010). İşverenin Kanun, tüzük ve yönetmeliklerde yer alan teknik kural ve tedbirlere aykırı davranışı kusurlu sayılmasını gerektirir. İşverenin kusuru, mahkemeler tarafından teknik bilirkişiler aracılığıyla tespit ettirilmektedir.

Kazanın meydana gelmesinde kusurlu olan işveren, kurumca karşılanmayan zararların tümünden sorumlu olacaktır. Bu durumda işverenin sorumlu tutulacağı miktardan hakkaniyet indirimi yapılamaz. İşverenin kusurunun belirlenebilmesi için mahkemece teknik bilirkişilerden kusur raporu alınması gerekir (Yılmaz, 2016).

2.6.2. Nedensellik bağı

Nedensellik bağı, somut olayda gerçekleşen türden bir zarara olayların normal akışına ve hayat tecrübelerine göre kusurlu davranışın sebep olması demektir. İşçinin işverenden tazminat talebi için, hem kaza ile zarar arasında hem de kaza ile işverence yürütülen iş arasında nedensellik bağı bulunması gerekir. Nedensellik bağının tespitinde birtakım karinelerden yararlanılır. Bunlar; kazanın işverene ait işin yürütülmesi sırasında meydana gelmesi, işverenin iş sağlığı ve güvenliğini sağlama yükümlülüğünü gereği gibi yerine getirmemesi,

zararlı sonucu doğuran olayın iş süresi içerisinde meydana gelmesidir (Yılmaz, 2016).

İşverenin sorumluluğundan söz edilebilmesi için kaza ile yürütülen iş arasındaki nedensellik bağının kesilmemiş olması gerekir. Zorlayıcı bir nedenin varlığı, zarar görenin kusuru ve üçüncü kişinin kusuru nedensellik bağını keserek işverenin sorumluluğunu ortadan kaldırır (Eren, 2010).

2.6.3. Kaçınılmazlığın etkisi

Kaçınılmazlık, zorlayıcı neden olarak nedensellik bağını kesen sebeplerde bulunması gereken bir unsurdur. İşveren tarafından alınması gereken tüm önlemler alınmış ve işçi de tüm bu önlemlere uygun davrandığı halde kaza meydana gelmişse kaçınılmazlıktan söz edilir. Diğer bir ifadeyle, teknik ve bilimin o andaki verilerine göre mevcut her türlü önlem alınsa, her türlü özen gösterilse dahi zararlı sonucun hiç kimse tarafından önlenemediği hallerde kaçınılmazlık hali mevcuttur (Yılmaz, 2016).

Kaçınılmazlık, kusursuz sorumluluk hallerinden biridir. Kaçınılmazlık halinde zarar taraflar arasında paylaştırılmaktadır. Bu şekilde bir kusur olmadan iş kazası kaçınılmaz bir olay sonucu örneğin elektrik kontağından yangın çıkması gibi, meydana gelmiş ise işveren yine de sorumlu tutulmakta fakat kaçınılmazlık nedeniyle tazminattan genellikle %40 oranında indirim yapılmaktadır Ancak, işçinin veya üçüncü kişinin kusuru illiyet bağını kesecek yoğunlukta ise işverene kaçınılmazlık nedeniyle sorumluluk yüklenmemektedir (Topaloğlu, 2007).

2.6.4. Sorumluluğun kapsamı

İş kazası veya meslek hastalığına uğrayan işçiye SGK tarafından sağlık yardımı yapılır ve geçici iş göremezlik ödeneği, koşullarının oluşması halinde sürekli iş göremezlik geliri ve malullük aylığı bağlanır. İşçinin ölümü halinde ise yine SGK tarafından hak sahiplerine belirli şartlar altında gelir bağlanmaktadır.

Götürü nitelikte belirlenen bu yardımlar, işçinin ya da hak sahiplerinin iş kazası veya meslek hastalığı nedeniyle uğramış oldukları maddi zararların tümünü genellikle karşılamaz. Yine SGK tarafından işçilere veya hak sahiplerinin manevi zararlarına karşı bir ödemede bulunulmaz. Bu nedenle zarara uğrayan işçi veya diğer hak sahipleri, SGK tarafından karşılanmayan maddi zararlarıyla, her halde manevi zararlarını işverene karşı açacakları davada talep edebilirler. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınmaması nedeniyle işverene karşı açılacak tazminat davaları, Türk Borçlar Kanununun 114. maddesinin 2.fıkrasındaki "*Haksız fiil sorumluluğuna ilişkin hükümler, kıyas yoluyla sözleşmeye aykırılık hallerine de uygulanır.*" hükmü uyarınca TBK'nın 53., 54. ve 55. maddelerine dayandırılır.

İş kazası ve meslek hastalığı sonucu işçinin uğradığı bedensel veya ruhsal zararlar nedeniyle malvarlığında meydana gelen azalmayı gidermek acıyla maddi tazminat davası açılır. İşçi, açtığı maddi tazminat davasında, TBK 54 uyarınca tedavi masraflarıyla birlikte çalışma gücünü kaybından ve ekonomik geleceğinin sarsılmasından doğan zararlarının Sosyal Sigortalar Kurumunca yapılan yardımları aşan bölümünü işverenden talep edebilir.

Aynı şekilde iş kazası veya meslek hastalığı nedeniyle ölen işçinin desteğinden yoksun kalanlar da Türk Borçlar Kanununun 53. maddesine dayanarak destekten yoksun kalma tazminatı için dava açabilirler (TBK m. 114/II ve 417/III). Bu tazminatın amacı, destekten yoksun kalanın, ölüm olayı gerçekleşmeseydi destekten (işçiden) ne kadar yardım görecek idiyse o miktarda zararın giderilmesidir. Ancak söz konusu miktarın belli bir bölümü, SGK tarafından yapılan yardımlarla karşılanmaktadır. SGK'dan alınan yardımlar, maddi tazminat kalemlerinden düşüldükten sonra kalan meblağ, tazminat miktarı olarak dava edilebilir.

İş kazası veya meslek hastalığı nedeniyle bedensel ya da ruhsal zarara uğrayan işçi maddi zarardan başka elem ve acı çekerek manevi zarara da uğramışsa manevi tazminat isteyebilmesi mümkündür (TBK m.56).

Aynı durum işçinin ölümü halinde acı ve ıstırap duyan yakınları için de söz konusudur. Türk Borçlar Kanununun 56. maddesinde manevi tazminatın "*ölünün ailesine*" ödeneceğinden söz edilmesine karşın öğretide bu ifadeyle, ölüm nedeniyle acı ve ıstırap duyan yakınların anlaşması gerektiği savunulmaktadır. Bu nedenle manevi tazminat isteyebilecek bu kişiler, destekten yoksun kalma tazminatı alabileceklerden farklı olabilir. Zira kaybı acı ve ıstıraba neden olan işçinin bu yakınlara maddi desteği söz konusu olmayabilir (Topaloğlu, 2007).

KAYNAKLAR

Akyiğit, E., 2016. *İş Hukuku*, Seçkin, 71.

Andaç, F., 2006. *İş Hukuku*, Yargı,

Evren, Ö. K., 2017. *İş Mevzuatı Açısından İşverenin El Kitabı*, Seçkin, 33.

Özdemir, E., 2014. *İş Sağlığı ve Güvenliği Hukuku*, Vedat, 147-300.

Süzek, S., 2011. *İş Hukuku*, Beta, 121-197.

Topaloğlu, M., 2007. *Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliğine Aykırılıktan Doğan Hukuki Sorumluluk*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 08-09 Mart 2007, 231-253.

Topaloğlu, M., 2010. *Rödovansla İşletilen Maden Sahalarının İş Güvenliği Hukuku Açısından Değerlendirilmesi*, Türkiye 17. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 02-04 Haziran 2010, 492-501.

Topaloğlu, M., 2014. *Maden Kazaları Karşısında Maden Ruhsat Sahibinin ve Rödovansçının Hukuki Durumu*, Türkiye Madenciler Derneği Sektörden Haberler Dergisi, 52.

Yılmaz, H., 2016. Maden İşyerlerinde Meydana Gelen Kazalarından Dolayı İşverenin Hukuksal Sorumluluğu, *Maden Hukuku Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 03-04 Ekim 2015, 659-733.

YERALTI MADEN GALERİLERİ: TAHKİMATSIZ, GÜÇLENDİRİLMİŞ VEYA TAHKİMATLI

UNDERGROUND MINE ROADWAYS: UNSUPPORTED, REINFORCED OR SUPPORTED

T. Ünlü
Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZ: Bu bildiride, iş sağlığı ve güvenliği açısından, yeraltında madencilik amacıyla açılan galerilerin duraylığını sağlamak amacıyla yapılması gerekenler özetlenmiş, ülke madenciliğimizin daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve iş kazalarının en aza indirgenebilmesi için galerilerin duraylılığı özelinde gerçekleştirilebilecek iyileştirmelere ilişkin öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tahkimat, Güçlendirme, Duraylılık, Maden Tahkimat Raporu.

ABSTRACT: *In this study, some preventative measures that should be undertaken to improve stability and work health-and-safety in underground mine roadways, were summarised and some suggestions were also made to decrease the number of mine accidents that took place at the underground galleries because of inadequate rock reinforcement or rock support.*

Keywords: *Support, Reinforcement, Stability, Mine Support Report.*

1. GİRİŞ

Tahkimat kelimesi dilimize Arapça'dan girmiş olan bir sözcüktür. Bir şeyi sağlamlaştırmak, desteklemek veya pekiştirmek anlamına gelen tahkim etme işlemlerine veya bu amaçla gerçekleştirilen her türlü tesis ve sisteme verilen çoğul bir isimdir. ISRM (1975)'e göre; bir yeraltı açıklığının duraylılığını sağlamak ve sürdürmek için açıklığa kurulan veya inşa edilen yapı ya da yapısal elemanlardır. Birön ve Arıoğlu (1980)'e göre madencilikte tahkimat "madencilik amacıyla yeraltında açılan boşluğu, işin gerektirdiği sürece

emniyetli olarak ayakta tutmak için alınan mühendislik önlemlerinin tümü" olarak tanımlanmıştır.

Yeraltı madenciliğinde, kömür, metal veya diğer tür madenlere ulaşabilmek amacıyla yeryüzünden yeraltına doğru kuyular, eğimli veya düz galeriler açılır. Açılan bu galeriler, yeraltı madenciliği açısından hayati öneme sahip olup ömürleri de çoğu zaman işletilen madenin terkedilmesine kadar geçen süreyi kapsamaktadır.

Herhangi bir yeraltı açıklığının (galerilerin, tünellerin, odaların vb.) tasarımında temel amaç;

- Çevre kayacı asıl yapı malzemesi olarak kullanmak,
- Kazı sırasında çevre kayayı mümkün olduğunca az düzeyde rahatsız etmek,
- Mümkün olduğunca az beton veya çeliği tahkimat olarak kullanmaktır.

Modern tahkimat tasarımındaki temel prensip " tahkimatın asıl işlevinin çevre kayacın ölü yükünü taşımak (tabana iletmek) değil, kayanın kendi kendini taşımasına yardımcı olmaktır (Hoek ve Brown, 1980). Tahkimatın ve/veya yeraltı açıklığını çevreleyen kayacın duraylığının kontrolü, etkiyen yükler (veya bunların neden olduğu gerilmeler) ile tahkimatın ve/veya çevre kayacın dayanım parametreleri arasında kurulan bağıntı(lar) yardımıyla gerçekleştirilir. Ancak bu karmaşık bir yapı arzeder. Şöyle ki; tahkimata etkiyen yüklerdeki, çevre kayaçta oluşan ikincil gerilmelerdeki, malzemelerin (özellikle çevre kayacın) özellikleri ve davranışındaki belirsizlikler ve değişkenlikler nedeniyle problemin tam olarak gerçek bir çözümü pratik ve ekonomik açıdan mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, mühendislik bilgi ve deneyimi oldukça önemlidir. Çevre kaya-tahkimat etkileşimine göre iki tür tahkimattan söz edilebilir. Bunlar;

- Aktif tahkimat: Uygulanması sırasında kaya yüzeyine belirli bir yük uygulayan tahkimattır. Bu tür tahkimatlara örnek olarak hidrolik direkler, yürüyen tahkimatlar ve gerdirmeli kaya saplamaları verilebilir.

- Pasif tahkimat: Uygulanmaları sırasında kaya yüzeyine bir yük uygulamayan, çevre kayaç deformasyona uğradıkça (açıklığın içine doğru hareket ettikçe) üzerlerine etkiyen yüklerin arttığı tahkimattır. Bunlara örnek olarak ahşap tahkimat, çelik galeri bağları, gerdirmesiz kaya saplamaları ve beton tahkimat örnek verilebilir. Tahkimata etkiyen yüklerin artması için;

- Dış yüklerde (gerilmelerde) artış olması,
- Çevre kayacın daha esnek olması,
- Yük transfer edicilerin (takoz vb.) daha katı olması,
- Tahkimatın daha katı olması veya
- Yukarıdakilerin herhangi bir kombinasyonu olması gerekir.

2. TAHKİMATSIZ AÇIKLIKLAR

Madencilik veya diğer tür yeraltı faaliyetleri için açılan yeraltı galerilerinde tahkimat yapma gerekliliğinin duyulmaması, çevre kayacın dayanım ve süreksizlikleri ile ilgili karakteristikleri ile yakından ilgilidir. Mağmatik ve metemorfik kayaçlar çoğunlukla, atmosferik etkiler (asidik sular, nem ve sıcaklık değişimleri vb.) veya patlatma hasarları neticesinde oluşan suni çatlak ve süreksizlikler, kavlaklar veya kaya bloklanmalarına maruz kalmadıkça kendi kendilerini taşıyabilecek derecede bir dayanım gösterebilirler. Bu gibi durumlarda, tahkimat veya güçlendirme gibi ek önlemlerin alınmasına gereksinim kalmaz. Genellikle daha zayıf yapıdaki tortul kayaçlar içinde gerçekleştirilen kömür madenciliğinde, sağlam konglomera içinde açılan galeriler de tahkimat gerektirmeyebilir. Nadir de olsa, Zonguldak kömür havzasında bunun örnekleri mevcuttur.

Madencilik amacıyla açılan ana veya tali galerilerin servis ömrü boyunca maruz kalacağı etkiler, galerinin uzun vadede tahkimat veya güçlendirme gereksinimini doğurabilir. Galerinin aşırı nemli veya sulu olması, galeri içerine verilen hava sıcaklıklarının mevsimlere göre değişkenlikler göstermesi, kayaçta yapısal olumsuzluklar veya bozuşmalara (weathering effect) neden olabilir.

Kaya kütlesi içerisine doğru ilerleyen bu etki de, kısmi taş ve blok düşmeleri, kısmi veya ani akmalar ve hatta göçüklere neden olabilir. Bu tür galeriler, ya açıldığı andan itibaren desteklenmeli ya da tabaka kontrolü açısından sürekli gözlem altında tutulmalı ve gerekli görüldüğü durumlarda da önlemlerin alınmasını gerektirir. Alınabilecek önlemler, hasırlı veya hasırsız kaya saplamaları, çimento enjeksiyonu, püskürtme beton, ahşap veya çelik bağlar veya bunların kombinasyonları şeklinde olabilir. Arazinin yapısına göre hangi tür veya türlerin seçileceği konusu tabaka kontrolü mühendisinin sorumluluğundadır.

3. GÜÇLENDİRME

Yeraltı açıklıklarını çevreleyen kaya kütlesi doğal olarak veya galeri açma çalışmaları sonucu oluşan patlatma hasarları nedeniyle kendi kendini taşıyamayacak durumda olabilir. Galeri çevresindeki bu zonun genişliği açıklığın geometrisi (boyutlar ve şekli) patlatma hasarına ve kaya yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu gibi durumlarda kayanın güçlendirilmesi (kendi kendini taşımasına yardımcı olması) düşünülebilir. Bu işlem kaya saplamaları, kablolu kaya saplamaları, çimento ve/veya kimyasal enjeksiyonlarla yapılabilir. Zayıf zemin yapısı gösteren bazı yapılarda ise çevre kayacın kazı sırasında duraylılığının yitirmemesi amacıyla da dondurma işlemlerinin gerçekleştirildiği bilinmektedir.

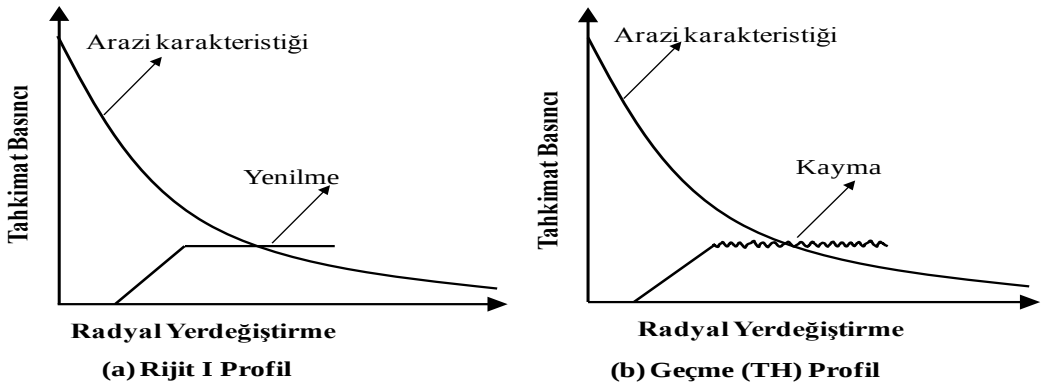
Kaya saplaması ve türevlerinin tahkimat olarak adlandırılması doğru bir tanımlama değildir. Sonuç olarak, bir anlamda, galeri duraylığının ve güvenliğin sağlanması amacıyla yapılan kaya saplamaları da mühendisler arasında tahkimat olarak adlandırılmaktadır. Oysa ki, kaya saplamalarının kayanın kendi kendini taşımasına yardımcı olduğu göz önüne alınacak olursa, tahkimat olarak adlandırılan diğer tür elemanların (ahşap ve çelik bağlar, çelik direkler, hidrolik direkler, püskürtme beton vd.) galeri çevresindeki ana kayadan gevşeyerek ayrılmış ölü kaya yükünü taşıyan unsurlar olduğu görülecektir. Tahkimat;

açıklık içerisine taş düşmesi, akma, kısmi veya tam göçüğü önlemek için açıklık içerisinden çevre kayaya doğru verilen destektir. Bir yeraltı galerisi duraylık açısından güçlendirilerek, tahkimatlı veya hem güçlendirilmiş hem de tahkimatlı olarak tasarımlandırılabilir. Hangi işlem veya işlemlerin söz konusu galeride duraylılığı kısa ve/veya uzun vadede sağlayacağının öngörüsü mühendislik bilgi ve deneyimiyle sağlanabilir.

4. TAHKİMAT

4.1. Giriş

Bilinen en eski tahkimat malzemesi olarak ahşabın kullanımı, günümüz şartlarında, küçük ölçekli maden ocaklarında ve arazi şartlarının düzensiz ve zorlu olduğu madenlerle sınırlı bir alana sahiptir. Ahşap tahkimat genellikle mekanize olmayan ocakların üretim yerlerinde (ayaklarda) ve küçük ölçekli işletmelerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Büyük ölçekli işletmelerde ahşap yerini daha çok rijit çelik tahkimata bırakmıştır. I profilden üretilen rijit çelik bağlar, tabaka hareketlerinden kaynaklanan noktasal yükler altında belirli bir yük sınırına kadar elastik, ancak bu limitin aşılması durumunda plastik deformasyon gösteren bir tahkimat türüdür. Diğer taraftan, geçme çelik bağlar (TH bağlar), yük taşıma kapasiteleri aşıldığında iç içe kayarak yeni bir denge durumuna ulaştıklarından, rijit bağlar gibi plastik deformasyona uğramazlar (Şekil 1).



Şekil 1. Rijit I profili (a) ve TH profilin (b) tipik bir karakteristik eğrisi.

Bundan başka, mukavemet özellikleri karşılaştırıldığında TH profillerin I profile olan belirgin üstünlüğü de bu tür tahkimatın üstünlüğünü yansıtan diğer bir durumdur.

4.2. Kaya Saplamaları ve Püskürtme Beton

4.2.1. Kaya saplamaları

Yeraltı açıklıklarının kısa ve uzun süreli desteklenmesinde dünyada yaygın olarak uygulama alanı bulan kaya saplaması ve/veya püskürtme beton gibi tahkimat türleri, çalışma prensiplerine göre aktif ve/veya pasif tahkimat elemanları olarak uygulanabilmektedirler. Mümkün olan en iyi duraylığı sağlamak için kaya saplamaları sıklıkla çelik hasır ve püskürtme beton ile birlikte kullanılırlar.

Genişleme başlıklı veya çimento dolgulu nervürlü demirden üretilen kaya saplaması, en çok kullanılan mekanik ankrajlı kaya saplaması türü olup, bu sınıftaki diğer tüm çeşitlerin temel çalışma prensipleri genel olarak aynıdır. Ucuz olmaları, kurulduktan hemen sonra yük taşımaya başlamaları ve belirli bir torkla sıkılarak gerdirme uygulanabilir olmaları mekanik ankrajlı saplamalarının başlıca avantajları arasındadır. Bu tip saplamalar, özellikle zayıf kayaçlarda ve patlatma etkisiyle titreşim oluşan formasyonlarda gevşeme eğilimindedirler. Tahkimatın galeri veya taban yolu arınına çok yakın kurulması gerektiği veya zaman içerisinde gerilme durumunda değişiklik olması beklenen koşullarda (ayak ilerlemesi) dolgulu saplamalar mekanik ankrajlı saplamaların yerine kullanılabilir. Dolgulu kaya saplaması, herhangi bir mekanik ankraj içermeyen, genellikle nervürlü çelik çubuktan ibaret, kaya kütlesi içerisinde açılan deliğe yerleştirilen ve delik boyunca bir dolgu maddesi (reçine veya çimento) ile delik çeperine yapışması sağlanan bir sağlamlaştırma elemanıdır. Etkili bir kullanım için dolgulu saplamalar kaya kütlesinde aşırı bir yer değiştirme olmadan uygulanmalıdır.

Aşırı yük ve gerilmeler nedeniyle çatlayan ve/veya kırılan kaya formasyonlarında mekanik ankrajlı saplamaları ankraj kapasitelerini kaybedebilirler. Bu durumu önlemek için mekanik ankraj sistemi ile dolgulu sistem birlikte kullanılabilir

Kaya saplamalarının uygulandığı kaya kütlesinin aşırı yer değiştirmelere maruz kalması sonucu rijit çelikten imal edilmiş normal bir kaya saplaması eğilebilir, kırılabilir veya kayadan kayarak çıkabilir. Bu gibi durumlarda dolgulu esnek kablolar daha rijit olan saplamaların yerine kullanılabilirler.

Kablolu kaya saplamaları, genelde çelikten yapılan değişik boy ve tiplerdeki kabloların çimento dolgusu ile birlikte gerdirmesiz veya gerdirmeli olarak kaya kütlesi içerisinde açılan deliklere yerleştirilmesi esasına göre uygulanmaktadır. Dar galerilerde bile istenilen uzunlukta uygulanabilir olmaların dolayı saplama boyu tasarımda sorun yaratmaz.

Kaya saplamaları ile tahkimat teknolojisinde en son gelişmelerin ürünü sürtünme ankrajlı kaya saplamalarıdır. Sürtünme ankrajlı kaya saplamaları çabuk yerleştirilmeleri ve dolguya ihtiyaç göstermemeleri nedeniyle büyük avantaja sahiptir. İki tip sürtünmeli kaya saplaması vardır; "Split Set" ve "Swellex". İki tipte de kaymaya karşı sürtünme tepkisi delik duvarına uygulanan radyal kuvvetle sağlanır. Sürtünme ankrajlı saplamalar hem saplama boyunca delik yüzeyine karşı radyal bir kuvvet uygular, hem de bu kuvvet ile oluşan sürtünme direnci ile ankraj sağlar.

Kaya saplamalarının kullanılmasında dikkat edilmesi gereken husus, kaya saplamaların kullanılmasıyla artan eğilme dayanımının tavan kirişi üzerine fazladan bir tabaka yükü oluşturabilmesidir. Kiriş artan eğilme dayanımı nedeniyle çekme modunda yenilmeyebilir ancak kirişin her iki ucunda kesme modunda yenilebilir. Bu durum, açıklığın bir ya da her iki üst kenarından düşey veya düşeye yakın bir şekilde yukarı doğru oluşan ve ilerleyen bir çatlak oluşmasıyla başlar. Bu çatlak kaya saplamalarının yatay ankraj yüksekliğinden ve/veya zayıf tabakalaşma düzlemlerinden daha üst bir seviyeye uzandığında

kütlesel bir tavan düşmesi gerçekleşmektedir. Bazen daha uzun saplama kullanımı sadece düşen kaya yüksekliğini arttırmaktadır. Bu durumlarda galeri köşelerine yakın yerlerden yan duvar içine doğru eğimli saplamalar da kullanılabilir. Bu saplamalar olası kesme yenilmelerine karşı tavan kirişine ilave destek sağlamaktadırlar.

4.2.2. Püskürtme beton

Esas uygulama alanı yeraltı açıklıklarının tahkimatı ve şev kaplaması olan püskürtme beton teknolojisi, kazı yüzeyine açılır açılmaz uygulanması ve yüksek uygulanma hızına sahip olması gibi özellikleri nedeniyle, geleneksel betona göre daha ekonomiktir.

Çelik hasır donatının yerleştirilmesi için gereken uzun zaman alıcı işlemlerin azaltılması hatta ortadan kaldırılması için püskürtme betona lif malzemeler eklenir. Özellikle delme-patlatma yöntemi ile açılan tünel ve galerilerde çelik hasır donatının kayanın girintili çıkıntılı olan düzensiz yüzeyine tutturulması ve yerleştirilmesi oldukça zor ve zaman alıcı bir işlemdir. Püskürtme betonda lif kullanıldığında çelik hasıra gerek kalmadığı için malzeme, zaman ve işçilik tasarrufu edilmektedir.

Püskürtme betonun tek başına bir tahkimat olarak kullanıldığı uygulamalar çok enderdir. Bu yüzden, yalnızca püskürtme beton tahkimatını göz önünde bulunduran tasarımlar çok azdır.

Geçici tahkimat uygulamalarında temel amaç; tünelin veya galerinin yeni kazılan kısmının, arazinin kendini tutma süresi içerisinde desteklenmesidir. Ancak, püskürtme beton yapılan tünel veya galerilerde, yüzey hazırlanması (kavlak düşürülmesi, yüzeyin temizlenmesi) işlemleri püskürtme beton performansını olumsuz yönde etkileyebilir. Püskürtme beton kuru, tozlu veya donmuş kaya yüzeyine doğrudan uygulanmamalıdır. Çalışılacak kesim genellikle hava-su jeti ile temizlenerek kırılmış kaya ve tozlar yüzeyden

temizlenir. Nemli kaya püskürtme betonun ilk katının yapışması için iyi bir yüzey oluşturur (Hoek, 2007).

4.3. Çelik Galeri Tahkimatı

Kaya saplamaları ve püskürtme beton gibi destek sistemleri genelde, galeri ve/veya tünel arınında, geçici/kalıcı tahkimat olarak uygulamak için çok uygundurlar. Bununla birlikte, yeraltında karşılaşılan ağır tavan koşullarında (tabanyolları vb.) daha güvenli bir tahkimat sisteminin mümkün olan en çabuk şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu tip kalıcı tahkimat sistemlerinde ahşap veya çelik kullanılmaktadır. Kaya saplamaları ile birlikte çelik bağ uygulamaları da bu şartlarda uygulanan yöntemlerdendir.

19. yüzyılın ortalarında yeraltı tahkimat malzemesi olarak çelik kullanılmaya başlanırken 20. yüzyılın başlarında tahkimata uygun özel profiller üretilmiştir. 1924 yılında eklemli "moll" bağları uygulanmaya başlanmış ve 1931 yılında trapez bağlardan kemerli (kavisli) bağlara geçiş yaşanmıştır. T-H geçme bağ profili ise 1932 yılında yeraltı kömür madenciliğinde kullanılmaya başlanmıştır (Heintzmann, 19..).

Tahkimat malzemesi olarak çelik kullanımının ahşaba göre başlıca avantajları ve dezavantajları şunlardır;

- ✓ Homojen ve izotropik bir malzemedir.
- ✓ Young Modülü büyüktür.
- ✓ Yapısındaki kusurlar diğer malzemelere kıyasla daha azdır.
- ✓ Dayanımı, şekli ve boyutları istenilen şekilde imal edilebilir.
- ✓ Doğal koşullardan etkilenmesi çok azdır (ısı nem zaman).
- ✓ Şekli bozulduğu zaman tekrar düzeltilerek kullanılabilir.
- ✓ Birim dayanımın maliyeti ahşaba kıyasla düşüktür.
- × İlk yatırım maliyeti yüksektir.

- Korozyon etkilerine açıktır.
- Taşınması kurulması, sıkılanması zahmetli olup özen gerektirir.
- Şekillendirilmesi genellikle ocak dışında olup özel bağlantı eleman ve düzenekleri gerektirir.

4.3.1. Rijit çelik galeri tahkimatı

Rijit çelik bağlar, tabaka hareketlerinden kaynaklanan yükler altında belirli bir yük sınırına kadar şekil değiştirmeyen, ancak bu limitin aşılması durumunda plastik deformasyon gösteren bir tahkimat türüdür. Genellikle maden açıklıklarının kalıcı tahkimatı için kullanılırlar. Bunlar açıklığın şekline göre dörtgen, kavisli (kemerli), elips veya dairesel kesitlerde olabilirler. Pratikte yaygın olarak kullanılanlar, dörtgen şekilli trapez bağlar ile kavisli rijit çelik bağlardır.

İyi bir tahkimat sisteminin görevi kaya kütlesi aşın deformasyona uğramadan oluşan konverjansı kontrol etmektir (kayanın kendi kendini taşımasına yardımcı olma prensibi). Genel olarak kavisli tahkimat şekli trapez tahkimat şekline oranla daha duraylı bir yapıdadır. Bununla birlikte, damar yapısına uygun olan taban yollarında, özellikle sağlam tavan şartlarında, trapez kesit şeklinin daha uygun olduğu ileri sürülmektedir. Trapez bağlar ağaç bağlara benzer bir şekilde, ray veya I profilindeki çeliklerin kesilip bir biri üzerine pabuç adı verilen bağlantı parçaları ile tutturularak uygulanmaktadırlar.

Kavisli rijit çelik bağlar, I ve H profilindeki çeliklerin kemer şeklinde bükülmesiyle elde edilmektedir. İki, üç veya dört parçalı kavisli elemanlar çoğunlukla yarı dairesel şeklinde oluşturulurlar. Bu bağlarda segmentler, pabuç adı verilen, profilin yanakları içine giren veya profili üstten kavrayan bir çift kalın saç parçasıyla birleştirilirler. Pabuçlar bağa cıvata-somun veya perno-kama elamanları yardımıyla bağlanırlar. Kavisli rijit bağlarda en zayıf kesimler profillerin bu bağlantı yerleridir. Pabuçlar zorlanmalar karşısında deformasyona

uğrayıp çelik bağ parçaları arasındaki bağlantının yitirilmesine sebep olabilmektedir.

Galeri tahkimatında çelik bağın yük taşıyacak şekilde kaya ile temasının sağlanması gerekmektedir. Çelik bağları birbirine irtibatlandırmak için bağlar arasına yuvarlak direklerden hazırlanmış ahşap veya çelik fırçalar yerleştirilmektedir. Çelik bağ ile çevre kaya arasındaki boşluğun doldurulması ve gevşeme gösteren çevre kayacın açıklığa doğru akmasının önlenmesi için daire veya yarım daire kesitli direklerden oluşan ahşap kama veya sürenler kullanılmaktadır. Bazı durumlarda, tavanda oluşabilecek geniş büyük boşluklar ise domuzdamı direkleri ile doldurulmaktadır.

4.3.2. Esneyen çelik galeri bağları (TH bağlar)

Almanya'nın Bochumer Eisenhütte'de 1932 yılında, ilk defa Heınrıch Toussaint ve Egmont Heintzmann tarafından tasarımlandırılan bu tip bağlar (kısaca TH geçme bağ), özellikle zor madencilik koşullarına uyum sağlaması nedeniyle madencilik endüstrisindeki yeraltı açıklıklarının desteklenmesinde yurt dışında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk üretimler güç arazi koşullarında (yüksek basınç ve deformasyonlar) denenmiş ve bu uygulamalardan elde edilen tecrübelerle 1948 ve daha sonra da 1958 yılında dayanım özelliklerinin ve çalışma performanslarının geliştirilmesi amacıyla tekrar tasarımlandırılmışlardır. 1970 yılında, "TH 58" modeli üzerinde yapılan modifikasyonlarla, daha ağır parçaların birbiri üzerinde kayabilme kabiliyetlerinin artırıldığı son tasarımla, TH bağların çalışma kabiliyetleri oldukça geliştirilmiştir.

TH bağların I veya H profillere karşı üstünlüğünün en önemli göstergelerinden biri profil kesitindeki her iki doğrultuda da (z-z ve y-y eksenleri) mukavemet momentlerinin (section modulus) çok büyük farklılıklar göstermemesidir. Bu da bağın yüklenme doğrultularındaki değişimlerden fazlaca etkilenmemesini (bağın olası burkulma riskinin azalması) sağlamaktadır.

Yaklaşık aynı birim ağırlıktaki (kg/m) I ve H profiller ve TH profiller karşılaştırıldığında bu avantaj açık olarak gözlenmektedir. Örneğin;

GI-110 24.5 kg/m	**Wxx =103 cm^3**	**Wyy=24.5 cm^3**
TH 25 25 kg/m	**Wxx=80 cm^3**	**Wyy=83 cm^3**

Ayrıca, kurulma ve sökülme kolaylıkları, bağlantı yerlerinde üstün sağlamlık, aşırı yüklenme ve ani bozulma olmaksızın arına oldukça yakın kurulabilmeleri (özellikle gevşek arazi şartları için olumlu bir durum), açılan boşluğa göre ayarlanarak yan cidarlara maksimum temas sağlanmasının mümkün olması, iç içe geçtikçe (kaydıkça) dayanımlarının artması, galeri kesitinde düzgün daralma sergilemeleri bu bağların diğer avantajlı yönlerindendir. Geçme bağlar kömür madenciliğindeki ağır çalışma şartlarının yanı sıra diğer yeraltı madenlerinde, tünellerde, hidroelektrik santralleri için açılan açıklıklarda vb. yerlerde başarıyla uygulanmaktadır.

Çok parçalı simetrik, asimetrik, içe büküm /dışa büküm veya rijit tiplerde de tasarımlandırılmaktadırlar. Profil özelliklerinin diğer çelik galeri bağlarına üstünlüğü bu bağların her geçen gün kullanımını daha da yaygınlaştırmaktadır.

5. TAHKİMAT GEREKSİNİMİNİN BELİRLENMESİNDEKİ ESASLAR

Tünelcilik ve madencilik çalışma alanlarında, açılacak olan galerilerinin/tünellerin duraylılığını sağlayacak önlemler ana hatları ile yönetmelikler ve yönergelerle belirlenmiştir. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin EK-3 Yeraltı Maden İşlerinin Yapıldığı İşyerlerinde Uygulanacak Asgari Özel Hükümler kısmının 7. maddesi Tahkimata ayrılmıştır. Bunlar;

7.1. Bütün yeraltı işlerinde, taş, toprak, kömür, cevher vb. maddelerin kayma ve düşmelerini önlemek üzere, uygun ve yeterli tahkimat yapılır. Tavanlar, yan duvarlar ve tahkimat düzenli olarak muayene edilir. Çalışılan

yerin güvenilir şekilde tahkimini, gereğinde derhal onarımını, değiştirilmesini veya takviyesini sağlayacak tedbirler alınır.

7.2. Tahkimat, planlara ve yazılı talimatlara uygun olarak yapılır ve bu talimatlar sorumlu kişilerin rapor defterinde bulundurulur.

7.3. Galeriler zeminin sağlamlığı ve dayanıklılığı açısından düzenli olarak kontrol edilir ve tahkimatların bakımı düzenli olarak yapılır.

"7.4. Tahkimatın onarımı, değiştirilmesi, ileri alınması ve sökülmesi sırasında gerekli güvenlik tedbirleri alınır.

7.5. Tavanlarda ve yanlardaki boşluklar doldurulur ve sıkıştırılır. Bir daha kullanılmayacak olan yollarda dolgu ile ilgili gerekli tedbirler alınır.

7.6. Ocak grizulu veya damar kendi kendine yanmaya elverişli ise ayak arkası, tavan veya yanlarda meydana gelen boşluklar sıkıca doldurulur ve diğer sağlık ve güvenlik tedbirleri alınır.

7.7. Yeraltı maden ocaklarında açık tutulması gereken her yerde tavan kendini taşıyacak kadar sağlam olmadıkça tahkimat yapılması zorunludur. Tahkimat yapılması zorunlu olan ocaklarda aşağıdaki ayrıntıları kapsayan ve ilgili mevzuat hükümlerinin de göz önünde tutulduğu bir yönerge hazırlanır ve çalışanların görebileceği yerlere asılır. Bu Yönergede;

a) Ocakta tahkimat gerektiren her kısımda (ayak, tavan vb.) tahkimattan sorumlu çalışanın belirlenmesi,

b) Tahkimatın yapılması sırasında çevre güvenliğinin alınması,

c) Çalışma yapılan her ayakta uygun nitelik, miktar ve ebatlarda tahkimat malzemesinin bulunması,

ç) Çalışılan yerin özelliğine, jeolojik, tektonik yapısına ve fiziksel ve kimyasal özelliğine göre kademelere uygun tahkimat yapılması ile ilgili gerekli tedbirler,

d) Kendiliğinden yanmaya meyilli ve grizulu ocaklarda tahkimat yapılması ile ilgili gerekli tedbirler,

e) Güvenle çalışmaya imkan verecek arın düzlüğü ile ayak baş ve dibi arasındaki hiza genişliği ilgili tedbirler,

f) Tavan tahkimatının geri kazanılması,

g) Ayak arkasının düşürülmesi"

ile ilgili hususlar yer alır.

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından hazırlanan yönergenin (eski Maden ve Taş Ocakları ile Açık İşletmelerde Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkında Tüzük Hükümlerine Göre İş Yerlerinde Denetim ve Gözetim İşlemlerinde Uygulanacak Yönergeler) Taş Galerilerde Tahkimat kısmında da 16 maddeden oluşan hükümler yer almaktadır. Bu yönergedeki iki önemli maddede de aşağıdaki hususlara değinilmektedir:

Madde 1- Taşda sürülen galeriler taşın cinsine ve sağlamlığına göre tahkimatsız, ağaç, demir, beton, taş ve tuğla kemer olarak tahkim edilir. Yapılacak tahkimat cinsleri nezaretçi ve yardımcıları tarafından belirlenir,

Madde 5- Tahkimatsız kısımlarda en az haftada bir nezaretçi denetiminde ehil ustalar tarafından kavlak kontrolü yapılır. Kavlaklar düşürülür. Gerekirse, düşürülemeyen kavlakların altına bağ yapılır. Sonuçlar rapor defterine yazılır.

5.1. Kaya kütlesi sınıflama sistemleri

Günümüzde, galerilerde tahkimat gereksiniminin belirlenmesinde yararlanılabilecek en etkin yöntem tünellerde, açık işletmelerde ve yeraltı madenciliğinde yaygın bir kullanım alanı bulan kaya kütlesi sınıflandırma sistemleridir. Kaya kütlesi sınıflama sistemlerinin kullanılmasındaki başlıca amaçlar;

- Kaya kütlesinin davranışını etkileyen en önemli parametreleri tayin etmek,
- Kaya kütlelerini kendi içlerinde benzer özellikler gösteren bölgelere ayırarak değişik kaya kütlesi sınıflarını belirlemek,

- Her kaya kütlesi sınıfının karakteristiklerini anlamak amacıyla bir esas oluşturmak,
- Bir sahadaki kaya koşullarıyla ilgili kazanılan deneyimi diğer sahalarda karşılaşılan koşullarla karşılaştırıp ilişki kurmak,
- Mühendislik tasarımı için sayısal veri ve bir kılavuz elde etmek,
- Mühendisler arasında ortak bir temele dayalı bilimsel ve teknik anlamda iletişim sağlamak, şeklinde sıralanabilir.

Aşağıda belirtilen üç husus ise, kaya kütlesi sınıflama sistemlerinden sağlanan kazanımları belirtmektedir:

- Sınıflama parametreleri olarak en az sayıda veri sağlayarak saha çalışmalarının kalitesini yükseltmek,
- Tasarım amaçlarıyla sayısal veri sağlamak,
- Daha sağlıklı bir mühendislik kararına varılmasına ve proje konusunda daha etkin bir iletişimi sağlamaktır.

Günümüzde oldukça yaygın kullanım alanı bulan kaya kütlesi sınıflandırma sistemleri, ilk olarak Tarzaghi (1946) tarafından ortaya atılan "Kaya Yükü Yüksekliği" ile başlamıştır. Daha sonra bu sınıflama sistemi kullanılarak tünellerde çelik bağ tasarımına yönelik bir çözüm yöntemi de gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, çevre kaya kütlesini dokuz ayrı sınıfa ayırır ve bu kayaç içerisinde açılacak tünelin genişlik ve yüksekliğine bağlı olarak, tünel üzerinde yeralan ve tahkimat tarafından taşınması öngörülen ölü kayacın yüksekliğini tahmin eder. Tahmin edilen kaya yüküne göre de, söz konusu tünelin desteğe ihtiyacı olup olmadığı veya nasıl bir bağ tipi kullanılması gerektiğini belirler. Terzaghi'nin önerdiği bu sistem oldukça pratik olmasına karşın tünele veya galeriye özel fazla detaylı bilgi içermez. Daha sonra Lauffer (1958), Açıklığın Tahkimatsız Kalma Süresi'ni (stand-up-time) dikkate alan bir sistem geliştirmiştir. Kaya kütle kalitesinin fonksiyonu olan, tahkimatsız olarak kalma zamanının tanımlandığı bu sistemde, tahkimatsız kalma süresi; kazıdan sonra açılan boşluğun, tahkimatsız olarak kalma süresi olarak tanımlanmaktadır.

Kazı yapıldıktan sonra açıklığın tahkimatsız olarak göçmeden durabilme zamanı, (stand-up-time), tahkimatla tünel arasındaki açıklığın uzunluğu cinsinden ifade edilmektedir. Bu çalışmaları, Deere (1964)'te Kaya Niteliği Belirteci (RQD) ve Wickham ve ark. (1972) tarafından tünelcilik alanında geliştirilen Kaya Yapısı Değeri (RSR) izlemiştir. "RSR" sistemi, kayaç kütlelerinin kalitesiyle ilgili ağırlık ve sayısal oranları tanımlamaktadır. Bu sistemde, kazı boyutları ve gerekli çelik tahkimat sistem parametreleri de elde edilmektedir. Geliştirilen bu yöntem ayrıca uluslararası literatürde sıkça kullanılan ve Bieniawski'nin (1973-89) yılları arasında geliştirdiği Rock Mass Rating (RMR) ve Barton ve arkadaşları (Norveç Jeoteknik Enstitüsü) (1974) tarafından geliştirilen"Q" sistemine temel teşkil etmiştir. RMR ve Q sistemleri daha sonra değişik araştırmacılar tarafından küçük modifikasyonlarla güncellenseler de öz olarak aynı kalmıştır.

Kaya kütlesi sınıflandırma sistemlerini baz alan pratik tahkimat yaklaşımları tünelcilik sektöründe yaygın olarak kullanılsa da ülkemiz madencilik pratiğinde fazlaca itibar görmemiştir. Madencilik amaçlı açılan galerilerimiz, genellikle geçmiş tecrübelerden, yani daha önce benzer ortamlarda açılan galerilerde yapılan tahkimat türlerinin seçilerek uygulanması veya özellikle metal madenciliğinde çevre kayacın dayanımına da itibar edip tahkimatsız olarak bırakılması esasına göre tasarımlandırılmaktadır.

Galerilerde tahkimata etkiyen yüklerin belirlenmesinde ve/veya galerilerde oluşan deformasyonların ölçülerek geri analizlerle de galeri duraylılıklarının artırılması da mümkündür. Asıl olan, galerilerdeki kontrol ve ölçme işlerinin sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesi ve düzenli olarak raporlandırılmasıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

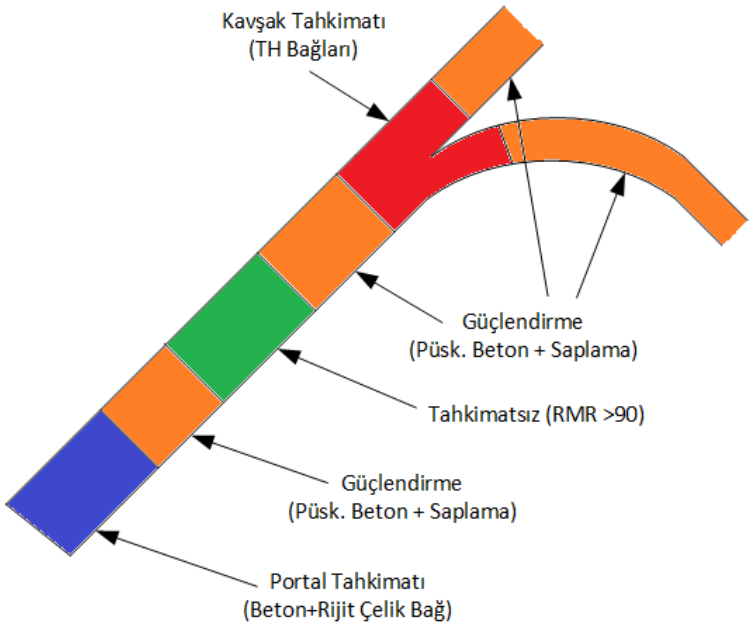
Son yıllarda ülkemizde yaşanan özellikle büyük boyutlu maden kazaları, beraberinde ülke madenciliğimizin ne derece güvenle gerçekleştirildiğini,

madencilik çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından yetersiz mi kaldığı, gerekli denetim ve önlemlerin alınmadığı veya oldukça eksik kaldığı gibi hususların kamuoyunda sorgulanmasına neden olmaktadır. Ülkemizde, çoğu zaman geniş zaman aralıklarında ve çok sayıda ölümün tek bir maden kazasında gerçekleştiği durumların yanı sıra, sık zaman aralıklarında yaşanan ve daha az sayıdaki maden çalışanının öldüğü ve/veya yaralandığı durumlar da yaygındır. Bu tip kazalar genellikle üretim bölgelerinde veya galerilerde göçük olarak adlandırılan kaya-zemin akmaları, taş düşmeleri veya ani göçüklerle meydana gelmektedir. Ülke genelinde yeraltı madenciliğinde sıkça yaşanan bu tip ölümlü kazaların yıllık toplamı da yadsınamayacak oranlarda ve hatta toplu ölümlerin yaşandığı büyük kazalardan daha yüksektir.

Ülkemiz madenciliğinde yaşanan göçük veya kaya düşmeleri sonucu kazalanmaların büyük bir kısmı dinamik kazı işlerinin olduğu üretim kesimlerinde gerçekleşmesine karşın bazı durumlarda hazırlık galerileri veya ana yollarda da taş, kavlak ve blok düşmeleri veya kısmi göçüklerle de karşılaşılabilmektedir. Bu tür kazalar kesinlikle önlenebilir türdendir. Bilinmezlik veya kaçınılmazlık konusunun da tamamen dışındadır. Ancak, özellikle kömür madenciliğinde ve çok ender durumlarda bu olaydan bahsetmek mümkün olabilir. Kazalanmaların önüne ancak iyi bir tahkimat planlaması ve uygulaması ile geçmek mümkündür.

Her türden yeraltı ocağın en azından bir işletme ve havalandırma planı olmasına karşın bir tahkimat planı yoktur. Plan üzerinden hangi galerilerin riskli veya güvenli olduğunun görülebilmesi için işletme planlarına benzer şekilde tahkimat planları oluşturmalı ve bu planlar üzerinde geçilen tüm yollar renk kodları ile işaretlendirilmelidir (Şekil 2). Her renk, geçilen kesimdeki kaya kalitesini (RMR, Q vb.), kaya yükü yükseklikleri, süreksizlik durumu, yeraltı suyu koşullarını belirtmeli ve ne tür tahkimat ile donatıldığını da ayrıca göstermelidir.

Ana ve tali galerilerdekine benzer şekilde, üretim bölgelerinde (ayaklar vb.) tavan yükü yükseklikleri, tavan yükü yoğunlukları ve tahkimat direnci gereksinimleri hesapları vb. yapılmalı ve raporlandırılmalıdır. Galeriler ve üretim bölgelerinde hangi tür tahkimatın seçildiği (uygulandığı) ve kapasiteleri hakkında detaylı bilgiler içeren bir Maden Tahkimat Raporu hazırlanarak, İşletme üst yönetimi tarafından onaylanıp ilgili mercilerin denetimi ve kabulüne sunulmalıdır. Bu rapor ayrıca detaylı risk analizlerini de içerecek şekilde düzenlenmelidir. Denetim tarafından, tahkimatın eksik veya yetersiz kaldığı durumlarda, bu rapor işletme tarafından tekrar revize edilip onaylatılmalıdır.



Şekil 2. Maden Tahkimat Planı'na işlenmesi gerekenlere ilişkin basit bir örnek

Bir maden açıklığının ne derece tahkimatlandırılacağı veya tahkimatın gerekip gerekmediği hususunda son karar tabaka kontrolü mühendisinin ve maden idaresinin yetki ve sorumluluğunda olmalıdır. Tabaka kontrolü mühendisi aynı zamanda yeraltında bırakılacak topukların tasarımı ve duraylılığı konusunda da yetkili kılınmalıdır. Günümüzde bu yetki ve sorumlulukların tam olarak kime ait olduğu konusu muğlaktır. Bir yeraltı madeninde çalışanlar ve

sorumluluklarına dair her husus en küçük ayrıntısına kadar resmileştirilmelidir. Sorumluluklar ile ilgili bazı hususların tam olarak kağıt üzerine dökülmediği veya bölüştürüldüğü durumlarda, herhangi bir iş kazası sonrasında, mühendisler bu tür sorumluluklardan kaçınmak için yetkisiz olduklarını beyan edebilmekte veya sorumluluklarını diğer iş arkadaşlarının üzerine yüklemeye çalışmaktadırlar.

Yukarıda belirtildiği gibi Maden Tahkimat Raporu hazırlanması denetimin de işini kolaylaştıracaktır. Denetimler daha titiz ve elle tutulur veriler üzerinden gerçekleştirileceği için ilgili raporun varsa eksikliklerinin giderilmesi hususunda işletmeye somut öneriler de sunar. Böylece, son zamanlarda sıkça tartışma konusu olan gelişigüzel maden kapatma! şaibelerinin de önüne geçilmesi sağlanır. Son yıllarda yaşanan maden kazaları nedeniyle iş müfettişleri de haklı/haksız baskı altında kalmaktadır. Her işletme ve/veya kurum görevini madencilik bilim ve tekniğinin gerektirdiği ölçüde gerçekleştirirse, yaralanmalı veya ölümlü maden kazaları da azalacaktır.

KAYNAKLAR

Barton, N., Lien, R. and Lunde, J., 1974. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mech.*, 6, 189-236.

Bieniawski, Z. T., 1973. Engineering classification of jointed rock masses. *Trans South African Inst. Civil Engrs.*, 15, 335-344.

Bieniawski, Z. T., 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. John Wiley, Rotterdam.

Birön, C. ve Arıoğlu, E.,1980. *Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı*, Birsen Kitabevi, İstanbul, 777 s

Deere, D. U., 1964. Technical description of rock cores for engineering purposes. *Rock Mech. and Rock Engrg.*, 1, 107-116.

Heintzmann (19..) Bochumer Eisenhütte Heinzmann GmbH&CoKG. (üretim broşürü).

Hoek E. and Brown E. T., 1980. *Underground Excavations in Rock.* Institution of Mining and Metallurgy, London, 527pp.

Hoek, E., 2007. *Practical Rock Engineering*, Course Notes, http://download.rocscience.com/hoek/pdf/ Practical_Rock_Engineering.pdf.

ISRM, 1975. *Terminology (English, French, German).* ISRM, Lizbon.

Lauffer, H., 1958. Gebirgsklassifizierung fiü den Stollenbau. *Geol. Bauwesen*, 24, 46-51.

Terzaghi, K., 1946. Rock defects and loads on tunnel supports. *Rock Tunneling with Steel Supports*, Youngstown, OH, Eds: R. V. Proctor and T. L. White, 1, 17-99.

Wickham, G. E., Tiedemann, H. R. and Skinner, E. H., 1972. Support determination based on geologic predictions. *Proc. North American Rapid Excav. Tunneling Conf.*, Chicago, Eds: K.S. Lane and L.A. Garfield, 43-46.

YERALTI MADENCİLİĞİNDE OCAĞA VERİLMESİ GEREKEN HAVA MİKTARI KONUSUNDA TÜRK MEVZUATI HÜKÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF TURKISH LEGISLATION PROVISIONS ON AIR QUANTITY TO BE SUBMITTED TO UNDERGROUND MINERALS AND VENTILATION WAYS

T. D. Yıldız
İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul

B. Haner
Bülent Ecevit Üniversitesi, ZMYO, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, Zonguldak

ÖZ: Hava miktarı, bir yeraltı ocağının iskeletini oluşturan kuyu, desandre, galeri gibi yeraltı boşluklarının kesit alanlarının belirlenmesinde ve ocağı havalandıracak vantilatörün seçiminde göz önünde bulundurulması gereken temel büyüklüklerden birisidir. Aynı zamanda, maden işletmelerinde yürütülen tüm faaliyetlerde sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamını oluşturmak, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını sınırlandırmak, yeraltı açıklıklarına kontrollü olarak yeterli miktarda ve nitelikte havanın verilmesi ile sağlanabilir. Havalandırma ile ilgili çalışmalar bir yeraltı ocağının faaliyete geçmesinden kapanışına kadar devam eder. Üretimin yeni bölümlere kayması, yeni açıklıkların şebekeye eklenmesi ve işlevi biten açıklıkların çıkarılması, doğal havalandırmanın etkisi, ortam havasında bulunan gaz ve toz miktarlarındaki değişimler sürekli olarak izlenmeli ve gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Bu çalışmada, yeraltı maden ocaklarına verilmesi gereken hava miktarı ile havalandırma yolları konusunda Türkiye'deki mevcut yasal düzenlemeler, iş sağlığı ve güvenliği ile madencilik sektöründeki uygulamalar açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca belirlenen konulardaki Türk mevzuat hükümleri uluslararası mevzuat hükümleriyle karşılaştırılarak öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fan, Gaz, İş Güvenliği, Hava, Havalandırma, Metan.

ABSTRACT: *The amount of air is one of the basic quantities to be considered in determining the cross-sectional areas of underground gaps such as wells, desandres, galleries forming the skeleton of an underground mine and in selecting the ventilator to vent the mine. At the same time, there are measures to be taken in order to ensure that work accidents do not occur and occupational*

health and safety conditions are fulfilled at all stages of activities carried out in mining operations. This can be accomplished by providing adequate air and quality air under control to the underground gaps. Ventilation work continues until the closing of an underground mine. The production passes through new sections, the addition of new gaps to the network and removal of functioning gaps, the effect of natural ventilation, changes in the amount of gas and dust in the ambient air should be continuously monitored and the necessary arrangements must be made. In this study, the existing regulations in Turkey on the amount of air and the way of ventilation to be given to underground mines were evaluated in terms of occupational health and safety and applications in the mining sector. In addition, the provisions of the Turkish legislation on the determined issues are compared with the provisions of international legislation and proposals are presented.

Keywords: *Fan, Gas, Work Safety, Air, Ventilation, Methane.*

1. GİRİŞ

Havalandırma; ocakta çalışanların hava ihtiyacının karşılanması, tehlikeli gazların birikmesini önleme, optimum bir ocak iklimi (sıcaklık ve nem) sağlama, açık alevli lambalar ve patlarlı motorlar için oksijen ihtiyacını karşılama, gazlı ve tozlu havayı seyreltme amaçlarıyla yapılır (Baycık, 2006).

Ocak havası, atmosfer havası ile ocakta bulunan gazlar ve bunların karışımından oluşur. Ocak havasında genellikle toz ve su buharı da bulunur. Yerüstünden kuyu ve galeriler yoluyla ocağa girerek iş yerlerine ulaşan havaya "giriş havası", iş yerlerinde kirlenerek ocağı terk eden havaya da "çıkış havası" veya "dönüş havası" denir. Giriş havası genellikle temiz olmasına karşın dönüş havası kirlidir. Bu nedenle ocak havası, "temiz" ve "kirli" olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir.

Hazırlık veya üretim amacıyla sürdürülen kazı çalışmaları sırasında oluşan ve/veya çevreden yayılan gazlar temiz havaya karışarak onun bileşimini değiştirir. Aynı zamanda tozlar da havanın kirlenmesine neden olmaktadır. Kirli hava içerdiği gazlar ve tozların türüne bağlı olarak "Temiz Hava", "Boğucu

Hava", "Zehirli Hava", "Patlayıcı Hava" ve "Tozlu Hava" şeklinde sınıflandırılabilir (Ökten ve Fişne, 2015).

Oksijen miktarı azalan veya yanıcı, parlayıcı ve zararlı diğer gazların karışmasıyla bozulan yahut çok ısınan hava akımları, diğer çalışma yerlerinden geçmesine meydan verilmeden, derhal ve en kısa yoldan, ocak dışına atılır. Hava özelliklerinin bozulmasından, ısınmasından ve oksijen azalmasından kaynaklı olumsuz etkilerinden çalışanları korumak için, çalışmanın zorunlu olduğu durumlarda çalışma alanı ve zamanı sınırlandırılır.

Yeterli olmayan hava miktarı gibi, gereğinden fazla hava da istenmeyen durumlar doğurur. Fazla miktarda hava, kaçakları arttırır, kömürün ve pirit cevherinin kendiliğinden kızışmasına ve çökelmiş olan tozun havaya karışmasına neden olur, artan soğutma etkisi nedeniyle çalışanlar hastalanabilir. Ayrıca artan enerji sarfiyatı havalandırma maliyetlerini yükseltir.

Diğer taraftan hava miktarı, bir yeraltı ocağının iskeletini oluşturan kuyu, desandre, galeri gibi yeraltı boşluklarının kesit alanlarının belirlenmesinde ve ocağı havalandıracak vantilatörün seçiminde göz önünde bulundurulması gereken temel büyüklüklerden birisidir.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik (MİİSGY) EK – 3, madde (m.) 8.3'e göre; Bir yeraltı ocağının havalandırma sisteminin detaylarını kapsayan bir havalandırma planı hazırlanır, periyodik olarak güncellenir ve işyerinde hazır bulundurulur. Ocağa verilecek havanın yeraltı açıklıklarında dağılımı ve havalandırma ile ilgili veriler bir havalandırma planı üzerinde gösterilmelidir.

2. OCAĞA VERİLMESİ GEREKEN HAVA İLE HAVALANDIRMA YOLLARI ÖZELLİKLERİ

Ülkemizde bazı ocaklar iş sağlığı ve güvenliği yönünden yeterli değildir. Özellikle yeraltı ocaklarında havalandırmanın iş sağlığı ve güvenliği açısından

olması gereken dereceye getirilmesi, bunun da mevzuatla, mevzuat uygulamasıyla sağlanması son derece önem arz etmektedir.

Maden işyerlerinde en sık rastlanan ve büyük kayıplara neden olan gaz ve toz patlamaları ile ocak yangınları, genellikle birbiri ardına gerçekleşen diğer bir ifadeyle biri diğerinin nedeni olan kaza türleridir. Zira yönetmelik ve diğer mevzuatta bu kazalara ilişkin önlemler birlikte düzenlenmiştir (Baycık, 2006). Ancak alınan bu önlemlerin yıllardır yeterli olmadığı, ülkemizde son 35 yılda meydana gelen ölümlü maden kazalarının büyük çoğunluğunun yeraltı kömür ocaklarında havalandırmadan kaynaklı önlemlerin yeterli derecede alınmaması sonucu meydana geldiği tespitlerinden ortaya çıkmaktadır (Yıldız, 2017).

Nitekim, mevzuattaki genel ifadeler, gerekli önlemlerin alınamamasına davetiye çıkarabilmektedir. Örneğin, MİİSGY m.4/3'de "zararlı maddelerin ortam havasına karıştığı veya karışabileceği yerlerde, a) Zararlı maddelerin çıkışının kaynağında engellenmesi, b) Kaynağından emilmesi ve uzaklaştırılması, c) Bu maddelerin ortam havasındaki yoğunluğunun azaltılması…" ifadeleri o kadar esnek cümlelerdir ki küçük basit bir fan koyarak bu yönetmeliğe uyulmuş olunabilmekte ve böylece de denetimden geçilmiş olunabilmektedir (Bilge, 2014).

Son yıllarda görülen havalandırmaya bağlı kaza artışlarının da özellikle rödovansla işletilen özel maden ocaklarında meydana gelmesi, bu konuda alınması gereken önlemlerin bu işletme sahipleri tarafından yeterince önemsenmediği, gereken hassasiyetin gösterilmediği ve mevzuattaki bazı açıkların yanlış değerlendirildiği gerçeğini gündeme getirmektedir. Diğer bir gerçek ise yeraltı işletmelerindeki ölümlü kazaların % 95'inin grizu patlamalarından kaynaklanması, dolayısıyla ocak havası kontrolündeki bu değerlendirme zaaflarının, olumsuz sonuçlar yaşanmasına sebep olduğudur. Öte yandan bir yönetmelik ya da yasa ne kadar mükemmel olsa da, ki bu takdirde detay ve kapsam artacaktır; onun uygulanmasında karşılaşılan zorluklar ve imkansızlıklar da o derece artacaktır.

Evvelki mevzuattaki yetersizliklere ve buna göre yapılanan işletme modellerinden kaynaklanan kökten sorunları incelemeye geçmeden önce, meydana gelen kazalarda tutulan müfettiş raporları, bilirkişiler ve mahkeme tutanaklarına göre en çok karşılaşılan kaza ortak noktaları aşağıda belirtilmiştir:

- Metan kaynaklı maden kazalarının tümü, aynı anda birden çok ölü, birden çok yaralı ile sonuçlanabilecek kazaların oluşabileceği çok riskli bölgelerde meydana gelmiştir,
- Kazaların öncesinde veya kaza sırasında dinamit atımı yapılmıştır,
- Elektrikli teçhizat, kablolar ve motorlar alev sızdırmaz (ALSz) özellikte olmayıp, bu özellikte olan motorlar da arıza yaptığında, yerüstünde yapılan tamiratı sonrası bunların özelliğini koruyup korumadığı kontrol edilmeden tekrar yeraltında kullanılmaktadır,
- Havalandırma planları yok veya yetersizdir. Ocak içersinde özellikle kör bacalarda yeterli ve etkin havalandırma yapılmamaktadır,
- Sağlıklı hava ve gaz ölçümü yapılmamakta, kayıt altına alınmamaktadır. Uzaktan izleme yapılan ocakta varolan sensörler, sayısal olarak yetersiz, bulundukları yerler itibariyle de seyrelmiş gaz ölçümleri yapmaktadırlar,
- Sigara içildiği tespit edilen ocaklarda, mevcut mevzuata göre çalışan sayısı ölçüsünde iş güvenliği mühendisi, iş yeri hekimi çalıştırma ve iş sağlığı güvenliği oluşturma yükümlülüğü yoktur,
- İçsel denetim yapılmamaktadır,
- Çalışanlarda kişisel koruyucu bulunmamaktadır,
- Çalışanlar yeterli uzmanlığa, sertifikaya ve mesleki eğitime sahip değildirler.

Söz konusu kazaların tümü geçmişte; (mülga) "Maden ve Taş Ocakları ile Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkında Tüzük" (Tüzük) ile bu tüzük hükümleri dayanağında çıkarılan özellikle "Grizulu ve Yangına Elverişli Ocaklarda Alınması Gerekli Tedbirler Hakkında Yönetmelik" ve "Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde Sağlık ve Güvenlik

Şartları Yönetmeliği" hükümlerinin gereklerini yerine getirmeme nedenleriyle meydana gelmiştir. Buna ilaveten yapılan kişisel görüşmelere göre; çoğu işletmeye bağlı emniyet mühendis ve başmühendislerinin iş güvenliği tedbirleri ile ilgili yazılı ve sözlü önerileri önemsenmemekte, hafife alınmakta ve uygulanmamaktadır.

Belirtilmelidirki her madenin kendine özgü şartlarının bulunması nedeniyle burada sorunlar yeni yasal mevzuat çıkarmak değil, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının nasıl uygulanacağıdır (Ural, 2017). Bu noktada maden havzalarına özel bilgilerin, bilimsel yaklaşımların yeterince incelenmemesi, Maden İşleri Genel Müdürlüğü'ne (MİGEM) verilen projelerin Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığıyla yeterince paylaşılmadan denetimlerinin gerçekleştirilmeye çalışılması ve söz konusu bakanlık denetimlerinin anlık yaklaşımları içermesi iş kazalarına davetiye çıkarmaktadır. MİGEM projelerin kontrolü, denetimi, eğitimlerin sertifikasyonu, kaza risklerinin analizleri ve bunların toplanıp incelenmesi işlerini sağlaması gerekmektedir. Ayrıca, bir madenin verimli çalışmadan güvenli çalışmasının mümkün olmadığı ve bu itibarla havalandırma planları dahil madenlerin projelendirilmesinin dünya standartlarında yapılmasının gerekmekte olduğu unutulmamalıdır. Bunlar yapıldığı takdirde iş güvenliği sorunlarının, iş kazalarının büyük çoğunluğu gerçekleşmeden kaynağında engellenmesi sağlanmış olacaktır (Ünver, 2017).

Bu yönelimle havalandırma konusundaki söz konusu hükümlerle mevcut tüm mevzuatın, ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğinin geliştirilmesi açısından incelenmesi gerekmektedir. Bu mevzuatın ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) hükümleri ile de karşılaştırması yapılabilir.

ILO kuruluşuna 1932 yılında üye olan Türkiye, günümüze kadar uygulamaya açılan 189 ILO Sözleşmesinden 59'unu onaylamıştır (%31'ini). ILO, bu sözleşmelerden biri olan "C176 Madenlerde Güvenlik ve Sağlık Sözleşmesi" diye anılan 24 maddelik sözleşmeyi, 22 Haziran 1995 tarihinde

Cenevre'de yapılan ILC (Uluslararası Kanun Komisyonu) toplantısının 82. Oturumunda Güncellenmiş Belge (Teknik Sözleşme) adı altında kabul etmiştir. Bu sözleşmenin uygulamaya giriş tarihi ise, 5 Haziran 1998 olmuştur. Ancak bu sözleşme hükümleri Türkiye'de, 12 Aralık 2014 tarih, 29203 Sayılı Resmi Gazete'de (R.G.) 6580 sayı ile kanunlaşmıştır. ILO Sözleşmesi C176'nın yürürlüğe giriş tarihi ise, 18 Haziran 2015'tir (www.ilo.org). Şimdiye kadarki uygulamalarda bu Kanun'a dayalı olarak kapatılmış işletmeye rastlanılmamıştır. Genelde 6331 Sayılı İş Güvenliği Kanununun 25. Maddesi ve İş Yerlerinde İşin Durdurulmasına dair Yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca alınan "Heyet Kararı" gereği "Yeraltı Ocağında" işi durdurma kararı uygulanmaktadır. Buna en yakın zamandaki bir örnek, 05.10.2017 tarihli Dodurga Kaymakamlığının ilgili yazısında, yapılan bu mühürleme işlemine, işletme tarafından yapılan yazılı müracaatla bir süreliğine ara verilmesi ve bu sürede gerekli eksiklerin tamamlanabilmesi talebi reddedilmiştir. 176 sayılı ILO sözleşmesinde "Havalandırma" başlığında aşağıdaki alt başlıklar bulunmaktadır (Pınar ve Sarı, 2011);

- Genel Hükümler,
- Maden Havalandırma Planı,
- Madende Hava Değişiklikleri,
- 4.Çalışma Bölgelerinin/Bölümlerinin ve Çalışma Alanlarının Havalandırılması,
- Maden Havalandırma Fanları,
- Ana Fan Kontrolü,
- Yardımcı Fan Kontrolü,
- Hava Ölçümü ve Metan Tespiti,
- Metan Tehlikesi Olan Bir Madende veya Madenin Bir Bölümünde Alınacak Önlemler ve İnsanların Boşaltılması,
- Kömür, Metan veya Diğer Zararlı Gazların Ani Patlamaları,
- Metan Monitörleri (İzleme Cihazları),

- Maden Genelinde Ortam İzleme Sistemleri (OİS),
- Metan Drenajı.

Havalandırma mevzuatı konusunda yapılabilecek farklı çalışmalarda yukarıdaki başlıkların bazılarının birlikte değerlendirilmesi yapılabilir ve böylece *havalandırma mevzuatı* konusunda öneriler sunulabilir. Bu çalışmada ise, tüm başlıkların kapsamının genişliği itibariyle, yalnızca; "ocak içerisine verilmesi gereken hava", "havalandırma fanları" ve "havalandırma yollarının" özellikleri konularındaki mevzuat hükümlerinin, Türk mevzuatı hükümleri ile kıyaslaması yapılarak bir değerlendirme yapılması tercih edilmiştir. Türk mevzuatı kapsamında, 25.07.2014 tarihinde yürürlükten kaldırılan "Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Önlemlerine İlişkin Tüzük" hükümlerinin ise MİİSGY'ye yansıtılmayan düzenlemelerine de yer verilmiştir.

2.1. Ocak İçerisine Verilmesi Gereken Hava

ILO'ya göre, girilmesine izin verilen yeraltındaki tüm çalışma mahallerinde yeterli havalandırmanın sağlanması öngörülmüştür. Bu doğrultuda bütün bu çalışma alanlarında ve gerekli diğer alanlarda aşağıda belirtilen özellikte atmosfer havası temin edilmelidir:

- Metan ve diğer patlayıcı gazlardan alev alma ve patlama tehlikesinin giderildiği veya asgari düzeye indirildiği;
- İnsanların soluyabileceği yeterli oksijen sağlandığı ve maden ortamında bulunabilecek gazların veya diğer maddelerin zararsız hale getirildiği;
- Hava kaynaklı tozların kontrol altına alındığı ve işçiler için tehlikeli olmayacak düzeylerde tutulduğu yerlerde (Pınar ve Sarı, 2011); ILO m. 7(f).

Ülkemizde de MİİSGY EK I/m.22.6'da *"Kapalı işyerlerinde çalışma şekline ve çalışanların yaptıkları işe göre, ihtiyaç duyacakları yeterli temiz hava bulunması sağlanır."* hükmü yer almaktadır. Ayrıca MİİSGY'de ayrıntılı düzenlemelere yer verilmiştir.

Çalışma yapılan bütün yeraltı işletmelerinde uygun havalandırma sağlanır. Üretime başlamadan önce, her ocakta, uygun bir havalandırma sistemi kurulur. Ocaklarda;

- Sağlığa uygun solunabilir hava sağlanması,
- Ortamdaki patlama riskinin ve solunabilir toz konsantrasyonunun kontrol altında tutulması,
- Kullanılan çalışma yöntemi ve çalışanların fiziki faaliyetleri dikkate alınarak çalışma şartlarına uygun hava özelliklerinin sağlanması ve bu durumun sürdürülebilmesi için sürekli havalandırma yapılması zorunludur (MİİSGY EK 3- m.8).

7 Mart 1983'te 103 kişinin ölümüyle sonuçlanan ve ters bir havalandırma uygulanan TTK Armutçuk Müessese kazası ve devamında Kozlu, Amasra ve Karadon Müesseselerinde meydana gelen kazalar, bu hususların gereken şekilde uygulanmaması sonucu meydana geldiği dikkatlerden kaçmamalıdır.

2.2. Maden Havalandırma Fanları

ILO'ya göre Ulusal yasa veya yönetmelikler, bütün kömür madenlerinin kesintisiz çalışan güç tahrikli bir veya daha fazla *ana maden fanı* tarafından havalandırılmasını zorunlu tutmalıdır. Ayrıca; ana fanlarının kullanımı, denetlenmesi, izlenmesi ve bakımına ilişkin standartlar, ulusal yasa ve yönetmeliklerce belirlenmelidir (ILO m.21.5.1 (1) ve m.21.6.1 (1)).

Havanın yeniden dolaşımının önlenmesi için yetkili makamın onayı alındıktan sonra, *yardımcı üfleyici fanlar* havalandırılacak yerin hava giriş tarafına, *emici fanlar* ise dönüş tarafına yerleştirilmelidir (Pınar ve Sarı, 2011; ILO m.21.7.3/1).

Hatta işveren, madenin büyüklüğüne bağlı olarak, güvenli bir çalışma sistemi ve işçi güvenliğinin sağlanmasının zorunlu olduğu yerlerde, acil durumlarda kullanım için, *yedek fan* tedarik etmelidir. Yasa veya yönetmeliklerde de *yedek fan* zorunlu kılınmalıdır (ILO- m.21.5.1 (2)).

Madenin herhangi bir bölümüne yardımcı fan yerleştirilmeden önce, maden yöneticisi, havalandırma sistemini ve her yardımcı vantilatöre ulaşan hava miktarlarını gösteren bir plan yapmalıdır (Pınar ve Sarı, 2011; ILO m.21.7.7/1).

Türk mevzuatında da; doğal havalandırmanın sağlanamadığı yerlerde, havalandırmanın bir veya daha fazla mekanik sistemle sağlanacağı, havalandırmanın sürekliliğini sağlayacak tedbirlerin alınması, mekanik havalandırma sistemi kullanılan ocaklarda hava akımının mümkünse doğal hava akımı doğrultusunda yönlendirilmesi, havalandırma sistemlerinin devre dışı kalmaması için bu sistemlerin devamlı surette izlenmesi ve istenmeyen devre dışı kalmaları bildirecek otomatik alarm sisteminin bulundurulması öngörülmüştür (MİİSGY EK-3 m.8 ve m.10.5) ve (TTK Havalandırma Yönergesi m.13).

Ayrıca, *havanın* gaz konsantrasyonunu sınır değerler içinde tutmak için gerekli olan havalandırmayı sağlayan vantilatör ve aspiratörlerin kısa devreyi önleyecek şekilde donatılacakları ve *grizulu ocaklarda* herhangi bir arıza halinde sorun yaşamaması için bunların birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağına bağlanması düzenlenmiştir (MİİSGY EK-3 m.8.8). Grizulu ocaklarda çalışan fenni nezaretçi ile iş güvenliğinden sorumlu nezaretçilere vantilatör ve/veya aspiratörlerin arızalanması halinde ocağı kısmen ya da tamamen boşaltma yetkisi verilmiştir. Baycık'a göre işçiler de vantilatör ve/veya aspiratörlerin arızalanmasını fark ettiklerinde nezaretçinin talimatına gerek kalmaksızın ocağı terk etmelidir ve bu davranışları aleyhlerine sonuç doğurmamalıdır (Baycık, 2006).

Yine, metan birikintilerinin temizlenmesi işleminin tek taraftan bir tali havalandırma vantilatörü ile yapılacağı yerlerde, vantilatörün kirli havayı basmayacak şekilde temiz hava tarafına ve hava dönüşürken 10 metre uzaklığa kurulacağı ve ortamın metan oranı %2'nin altına düştükçe bunların arına doğru uzatılacağı öngörülmüştür (TTK Havalandırma Yönergesi m.29).

ILO'ya göre yerüstü havalandırma fanı, maden girişinden en az 5 metre uzakta olmalı ve bu havalandırma fanlarının başında bir mühendis olmalıdır. Bu mühendis ulusal yasa ve yönetmeliklerde belirtilen aralıklarla fanın düzenli olarak bakım ve muayenesinden sorumlu tutulmalıdır (Pınar ve Sarı, 2011; ILO m.21.5.2).

Ayrıca, *ana fan,* havalandırmanın azalması veya kesilmesi, hava dönüşleri, tehlikeli gazlar, yangınlar ya da elektrik arızaları konusunda yerüstündeki sorumlu kişileri uyarması için gereken güvenlik ve işletme verimliliği kontrol cihazları ile teçhiz edilmelidir (Pınar ve Sarı, 2011).

- Madenin *havalandırma planı* kapsamında yer alması gereken tüm kurallar, madende kolay görülebilen bir yerde sürekli asılı olmalıdır. Bu kurallar, örneğin_*vantilatörün* içinden geçen havanın metan içeriğindeki her önemli artışın rapor edilmesi için gerekli düzenlemeler, geçmemesi gereken yoğunlukların yükselmesi durumunda alınması gereken önlemleri; veya bir başka örnek olarak, fanın çalışmasında beklenmedik bir kesinti oluşması halinde, yapılması gereken işlemleri ve bu olayın madende kurulmuş olan diğer *ana veya yardımcı fanlar* üzerindeki etkisini belirlemelidir (Pınar ve Sarı, 2011); (ILO m.21.6.4 (2)).

Türk mevzuatında ILO'dakine benzer hükümler geçmişte, 2014 yılında yürürlükten kaldırılan Tüzükte belirtilmişti. Buna göre;

- Vantilatör ve aspiratörler, yol veya kuyu ağızlarından güvenlikli uzaklıkta bulunması (Mülga Tüzük m.167),
- Ayrıca, ana vantilatörlerin ve aspiratörlerin sürekli olarak gözetim altında bulundurulmadığı yerlerde, içinde sürekli insan bulunan bir yere, bunların çalışmasındaki eksiklikleri derhal haber verecek bir işaret düzeni konur. Bu düzen, ilgili nezaretçi tarafından her hafta muayene edilir; sonuçları havalandırma defterine yazılıp imzalanması (Mülga Tüzük m.168),
- Vantilatör ve aspiratör, gerektiğinde, hava akımını ters yöne çevirebilecek tipte düzenlenmiş olacaktır. Vantilatör ve aspiratörlerde bir su manometresi ve

olanak varsa, basınç değişikliklerini otomatik olarak kaydedecek bir düzen bulundurulması (Mülga Tüzük m.167),

- Vantilatör ve aspiratörlerle dışardaki hava arasındaki kısa devreyi önlemek için, havanın dışardan ocağa verilmesine ve ocaktan dışarı atılmasına yarayan bütün kuyu ve yolların dışarıya açılan kısımları gerekli düzenle donatılması (Mülga Tüzük m. 166) öngörülmüştür.

ILO'ya göre; kömür tozunun veya metan ya da diğer maden gazlarının yanmasının engellenmesi için, kömür aynalarının yakınlarında veya havalandırılan aynalar ile galeri ağızlarında kullanılan *yardımcı fanların* bütün elektrikli parçaları "izin verilebilir" patlamaya dayanıklılık standartlarına uygun olmalı ve yalıtılmalıdır. Söz konusu standartları, AB içerisindeki ulusal yasa veya yönetmelikler belirlemelidir; bu standartların yokluğu durumunda, uluslararası düzeyde kabul görmüş patlamaya dayanıklılık ve elektrik standartları geçerli olmalıdır (Pınar ve Sarı, 2011; ILO m.21.7.3/3).

Ülkemiz mevzuatında konuyla ilgili geçmişte, vantilatör ve aspiratör sistemi bir bina içindeyse, bina, hava kanalı ve infilak kapağının, yangına dayanıklı malzemeden yapılmış olması öngörülmüştü (Mülga Tüzük m. 167). Ancak MİİSGY'ye kaldırılan bu hüküm yansıtılmamıştır.

Unutulmamalıdırki; TTK Kozlu Müessesesinde 3 Mart 1992 tarihinde meydana gelen ve 263 madencimizin şehit olduğu kazada da çoğu ölüm emilen hava içinde bulunan karbonmonoksit gazından kaynaklanmış ve dışarıya çıkmaya çalışan madencilerin hem maske donanımının olmaması, hem de değişen ve öldürücü konsantrasyonlara ulaşan, gaz oranı yüksek hava içinde kalmaları ölü sayısının artmasına neden olmuştur.

2.3. Ocak İçerisinde Havalandırma Yolları

ILO'ya göre; aynı çalışma bölgeleri içindeki çalışma alanlarından kömür ya da kaya kesen, çıkaran veya yükleyen iki veya daha fazla madencilik ekipmanının

eş zamanlı olarak çalışması halinde, her bir madencilik ekipman seti ayrı bir giriş havası diliminde olmalıdır (ILO m.21.4.2).

Sözü edilen madencilik ekipman seti, tek bir yükleme makinesinden, tek kesintisiz madencilik (kesme) makinesinden veya tek bir uzunayak ya da kısaayak madencilik makinesinden oluşmaktadır (Pınar ve Sarı, 2011).

Mülga Tüzüğün 184. maddesine göre; aynı hava akımı üzerinde bulunan ve aynı anda çalışılan yerlerin sayısının, hava miktarına ve grizu çıkışına göre düzenlenmesi öngörülmüştü. Ancak MİİSGY'ye kaldırılan bu hüküm yansıtılmamıştır. ILO'ya göre *seri havalandırma* yasaklanmalıdır.

Ülkemizde Soma olayında 301 madencinin hayatını yitirmesinde de çok önemli bir yer tutan, *seri havalandırma* uygulaması, MİİSGY'de yasaklanmadığı gibi, "MİİSGY" EK-3 madde 8.5'te daha önce bulunan *"Oksijen miktarı azalan veya yanıcı, parlayıcı ve zararlı diğer gazların karışmasıyla bozulan yahut çok ısınan hava akımları, diğer çalışma yerlerinden geçmesine meydan verilmeden, derhal ve en, kısa yoldan, ocak dışına atılır"* ibaresi de MİİSGY'de 10/3/2015'de yapılan değişiklikle maddeden çıkartılmış ve *seri havalandırmanın* önünde engel teşkil edebilecek tek hüküm de kaldırılmıştır.

Grizulu ocaklarda başaşağı havalandırma yapılmamalıdır. "Başaşağı havalandırma", temiz havanın ocak içerisine yukarıdan aşağı doğru gönderilmesini, başyukarı havalandırma ise, temiz havanın ocak içerisine aşağıdan yukarıya doğru gönderilmesini ifade eder (Saltoğlu, 1983). Nitekim metan havadan daha hafif olduğundan yukarıda biriken *metan,* başaşağı havalandırmayla ayak içine ve nakliyat yollarına yayılır (Baycık, 2006).

TTK Havalandırma Yönergesi'nde de havalandırmanın esas itibariyle aşağıdan yukarıya doğru yapılacağı, ancak zorunluluk halinde, Genel Müdürlükten izin alınarak, ayaklarda yukarıdan aşağıya doğru havalandırma yapılabileceği ifade edilmiştir (TTK Havalandırma Yönergesi m.28).

Havalandırılacak yollar ve yönü konusunda bir diğer önemli husus "hava çıkışları"dır. Bu konuda yayınlanan raporlara ve uzman kişi görüşlerine göre, MİİSGY EK-3 madde 2'nin, mevcut hali ile, 'ocağın toplam en az iki yer üstü bağlantısı' olması gerektiğine mi, yoksa 'her çalışma mahallinden iki çıkışın olması' gerektiğine mi hükmettiği konusunun belirsiz kaldığı, bu durumun da uygulamada sorunlara yol açabileceği, bu nedenle hükmün ILO 176 Sayılı Sözleşme gereğince yeniden düzenlenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Türkiye Barolar Birliği, 2015).

MİİSSGY kapsamında bu maddede ILO 176 sayılı Sözleşmesi gereği yapılması gereken düzenlemeye yer verilmemiştir. ILO 176 sayılı Sözleşme'nin 7. maddesinin 1. fıkrasının "d" bendinde geçen "*Mümkün olduğu takdirde, yeraltındaki her çalışma mahalli için her biri ayrı bir yolla yeryüzüne çıkan iki çıkış bulundurulması*" mevzuatımızda düzenlenirken '*mümkün olduğu takdirde'* ibaresi yerine 'hazırlık çalışmalarındaki zorunlu kör çalışmalar dışında' ve '*iki çıkış*' ibaresi yerine 'en az iki çıkış' ibaresi yetinilmesi ve hükmün "*Hazırlık çalışmalarındaki zorunlu kör çalışmalar dışında, yeraltındaki her çalışma mahalli için her biri ayrı bir yolla yeryüzüne çıkan en az iki çıkış bulundurulması*" şeklinde düzenlenmesi önerilmiştir (Türkiye Barolar Birliği, 2015).

ILO'ya göre *tali havalandırma* sadece ana havalandırma akışı ile bağlantısı bulunan hazırlık ve arama kurtarma çalışmalarının yapıldığı yerlerde uygulanacaktır. Üretim yapılan yerlerde sadece çalışanların sağlık ve güvenliği için, yeterli ek tedbirler alınması şartıyla *tali havalandırma* yapılabilir (ILO m.10.7).

Tali havalandırma pervaneleri arına yeterli miktarda temiz havayı kesintisiz bir şekilde aktaracaktır. Tali pervanelerde hava kısa devre yapmayacak ve pervanenin emdiği hava kurulduğu yerdeki temiz havanın % 70'ini geçmeyecektir. Pervanenin bastığı hava miktarı ve gaz oranları ölçülecektir (ILO m.10.7).

Ülkemizde de ILO'ya benzer şekilde, *tali havalandırmanın* sadece ana havalandırma akışı ile bağlantısı bulunan hazırlık ve kurtarma çalışmalarının yapıldığı yerlerde uygulanacağı, *tali havalandırmada* kısa devreyi önleyecek tedbirler alınacağı ve tali havalandırmada kullanılan vantüpler antistatik ve alev yürütmez özellikte olacağı belirtilmiştir (MİİSGY EK-3 m.10.7).

ILO ya göre; *havalandırma yolları* düzenli olarak denetlenmeli ve iyi durumda tutulmalıdır. Bunun mümkün olmadığı yerlerde, hava sızıntısını asgariye indirecek diğer uygun yöntemlere başvurulmalıdır (ILO m.21.1.6 (1) ve m.21.1.11 (2)).

Ayrıca, kontrolü yapılmamış herhangi bir alandan veya ikinci bir madencilik çalışmasının gerçekleştirilmiş olduğu bir alandan geçen *hava,* çalışma alanlarını havalandırmak amacıyla kullanılmamalıdır (Pınar ve Sarı, 2011); (ILO m.21.4.3 (1)).

Ülkemizde MİİSGY m.8.7'ye göre; terk edilen veya yeterince havalandırılamayan yerlerin çalışanların girmesini önleyecek biçimde kapatılacağı ve üzerlerine uyarı işareti konulacağı, çalışmanın bittiği yerlerle terk edilmiş katların, çalışılan yerlerden ve hava yollarından topuk veya gaz sızdırmaz barajlarla ayrılacağı ve buna imkân olmadığı hallerde de buralardan gelecek kirli hava en kısa yoldan nefesliğe verilerek dışarı atılacağı, (bunun da sorumlu kişilerce her vardiyada denetleneceği) öngörülmüştür. Bu konuda mevzuatta diğer belirtilenler şöyledir;

- Ocaklar, gereği kadar bağımsız *havalandırma kısımlarına* ayrılır; özellikle tehlikeli yerler, bağımsız olarak havalandırılır (Mülga Tüzük m.178). Ancak hazırlık işleri veya grizu birikimlerini dağıtmak amacıyla yapılan işler dışında, bölmeyle veya borularla *havalandırma* yasaktır (MİİSGY EK-3 m.10.9),
- Zira MİİSGY'de de; kendiliğinden tutuşmanın önlenmesi veya erken fark edilmesi için gerekli tedbirler alınacağı, jeoloji ve damar yapısı müsaade ettiği müddetçe, ana yollar ve *havalandırma yollarının* kömür içerisinden sürülmemesinin esas olacağı ve bunun sağlanamadığı ana yollar ve

havalandırma yollarında kömürün hava ile temasını tamamen kesecek gerekli tedbirlerin alınması öngörülmüştür (MİİSGY m.13.1),

- Buna ek olarak, grizu temizleme işleminin, kapalı olan iki baraj veya perde arasında kalan sahada, baraj ya da perdelerin açılarak yapılması halinde hava giriş barajına ayarlı bir regülatör konulacağı ve dönüş havasında metan oranının %2'yi geçmeyecek şekilde ayarlanacağı belirtilmiştir. Yönerge, hava dönüş yollarında alınması gereken önlemleri ayrıntılı şekilde düzenlemiş ve grizu birikintilerinin, az miktarda dahi olsalar, doğrudan basınçlı hava verilerek temizlenemeyeceği öngörülmüştür (Baycık, 2006).

ILO'ya göre; ulusal yasa ve yönetmeliklerin farklı uygulamalara izin vermediği yerlerde, hava sızıntısının asgariye indirilmesi için, bir ana girişi ana dönüşe bağlayan her yolun veya çalışılan aynalarda giriş ve dönüş *havalandırma yollarını* bağlayan yolların ve hava akımının kısa devre yapmasının engellenmesi gereken diğer bütün yollarda bu işe uygun ve iyi bir durumda korunan en az iki *kapısı* olmalıdır. Bunun mümkün olmadığı yerlerde, hava sızıntısını asgariye indirecek diğer uygun yöntemlere başvurulmalıdır (ILO m.21.1.11 ve m.21.1.12).

Kapılar yanlışlıkla açık bırakılmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bir *kapı* veya perdeyi açan kişi, o *kapı* veya perdeyi olabildiğince kısa bir süre içinde kapatmalıdır. Bütün havalandırma perdeleri yangına dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır (ILO m.21.1.14, m.21.1.15 ve m.21.1.16).

Bütün *havalandırma yolları*, içinden geçmesi planlanan hava miktarının geçişine izin verecek boyutlarda yapılmalıdır (ILO m.21.1.6 (1)).

Havalandırılan alanlar, madenin artık havalandırılmayan kapatılmış alanlardan ayırmak için yapılacak en yüksek düzeyde aşırı basınç oluşturacak patlayıcı güçlere dayanacak ve arkasında biriken suyun boşaltılabilmesine izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Patlayıcı ortamdan veya etkisizleştirilmiş (inert) atmosferlerde, yetkili makam tarafından farklı bir uygulama belirtilmediği

sürece, barajların asgari olarak 1,4 bar (20 pound/inch^2) gücünde statik bir yatay basınca dayanacak güçte imal edilmelidir (Pınar ve Sarı, 2011; ILO m.21.1.10).

Ülkemiz mevzuatında ise *havalandırma yolları* ve olması gereken nitelikleri konusunda yukarıdaki gibi ayrıntılı bir kapsam belirtilmemiştir. Ancak MİİSGY m.8.6'ya göre; havalandırma sistemi kapı ve perdelerle havayı yönlendirecek şekilde düzenlenmelidir. Kapı ve perdeler nakliyat esnasında havalandırma sistemini olumsuz etkilemeyecek şekilde ayarlanmalı ve ana hava giriş ve çıkış yolları arasında bulunan barajlar, hava köprüleri ve kapılar, bir patlama veya yangın halinde kolayca yıkılmayacak sağlamlıkta ve dayanımda yapılmalıdır. ILO'da *hava hızı* konusunda sınırlayıcı bir üst limit verilmemiştir. Ülkemizde ise maden ocağının farklı yolları için alt ve üst sınırlar verilmiştir.

- İnsan ve malzeme taşımasında kullanılan kuyularda, lağımlarda, ana nefeslik yollarında, eğimli ve düz yollarda, *hava hızı* saniyede 8 m/s'yi geçmez (MİİSGY EK-3 m.8.4). Galerilerde ise *hava hızı* 5 m/sn küçük olmalıdır. Eski işletmelerde havalandırma yolları bu hava hızına göre kesitlendirilmiştir,
- *Hava hızı* her durumda 0,5 m/s'den az olamaz (MİİSGY EK-3 m.8.2),
- Belirtmek gerekirse madencilikte gelişmiş ülkelerde 5 m/s'nin üstündeki hava hızlarında çalışmalar olağan görülürken, ülkemizde ise *hava hızları,* tam tersine mevzuatla, işletmelerin bölgesel şartları değerlendirilmeden sınırlanabilmektedir. Nitekim ülkemizde bazı işletmelerde tehlike yaratmayacağı bilinirken, örneğin galerilerde 5 m/s'nin üstünde çalışmaya izin verilmeyerek optimum çalışmanın engellendiği görülebilmektedir. Buna karşın TTK Havalandırma Yönergesi madde 43'de ise minimum hava hızı belirlenerek optimum çalışma desteklenmeye çalışılmıştır. Buna göre, ocaklarda, trolley nakliyatı yapılan bir yolda; *hava hızı* ise 1,25 m/s'den az olamaz.

3. SONUÇLAR

- Ülkemizde bilhassa, gaz, yangın ve toz riskinin fazla olduğu yeraltı maden ocaklarında, havalandırma kesiti ve galerilerinin, ileriki ihtiyaç düzeyine

paralel olarak bol miktarda hava geçişine uygun olarak tasarımlanması ve yapılması, hava sevkiyatının artan ihtiyaca göre kendiliğinden ve manuel olarak ayarlanabilir olması gerekmektedir,

- Ülkemizde yeraltı maden ocaklarında *hava hızları,* işletmelerin bölgesel şartları değerlendirilmeden mevzuatta sınırlanmamalıdır,
- Maden havalandırma fanları, kapıları ve havalandırma yolları konusunda teknik özellikler belli aralık değerleri belirtmek suretiyle mevzuata yansıtılabilir,
- Mülga Tüzükteki Havalandırma konusundaki hükümlerin bir kısmının MİİSGY'de 2015 yılında yapılan değişiklik sonrasında halen yer almadığı, söz konusu hükümlerin MİİSGY'ye yansıtılmadığı görülmektedir.

Tüm bu mevzuat kıyaslaması sonrasında şimdiye kadar, ülkemizde 12 Aralık 2014 tarih, 29203 Sayılı Resmi Gazete'de 6580 sayı ile kanunlaşan ve 18 Haziran 2015 tarihinde yürürlüğe giren ILO Sözleşmesi C176'na benzer içerikte ve kıstaslarda bir havalandırma mevzuatının ortaya konulması için çaba sarfedildiği görülmektedir. Ancak her ülkenin bölgesel maden işletme şartları farklılık arz edebilmektedir. Bu noktada çalışmada belirlenen konu başlıklarında, zorlu jeolojik ve jeomorfolojik şartların bulunduğu ülkemize özgü mevzuatın ortaya konmasına çaba sarfedilmesine öncelik verilmeli ve bu doğrultuda herşeyden önce, "Maden Ocaklarında Havalandırma Yönetmeliği" çıkarılmalı ve bunun altında diğer ilgili mevzuat oluşturulmalıdır. Böylece, çalışmada incelenen konu başlıklarında genel mevzuatın ifade ettiği hususların mevzuatta Genelgeler, Yönergeler ve Teknik Şartnameler ile bölgesel olarak maden işletmelerinde de uygulanabilirliği sağlanabilir.

6331 Sayılı Maden Kanunu ve ILO'nun madenlerle ilgili olarak uygulanmasını şart koştuğu işçi sağlığı ve iş güvenliği hükümlerini içeren 6580 Sayılı Kanun ve ortaya konan yeni mevzuat hükümleri yeni kurulan ocaklara uygulanmalı, eski ocaklarda ise yapılabilecek yenilemeler belirlenmelidir.

Zira, kanun çıktıktan sonra bunun dışında meşru olmayan bir eylemi uygulamak, herhangi bir kaza anında nezaretçiyi %100 kusurlu bir

duruma sokabilecektir. Yeni yapılan maden projelerinin onaylanmasıyla, Kanunun tüm yönleri ile projeye yansıtıldığı kesinleştikten sonra, sık sık yapılan denetimlerlede projenin doğru uygulanıp uygulanmadığı control edilmelidir. Eski ocaklarda ise Kanuna göre yapılması gereken düzenlemeler ihmal edilirse ihmali gerçekleştiren madenler uyarılıp süre verilmeli, yine de düzenlemelere uyulmazsa bu madenler kapatılmalıdır.

KAYNAKLAR

Ayvazoğlu, E., 1984. *Madenlerde Havalandırma ve Emniyet,* İstanbul, 303 s.

Baycık, G., 2006. *İş ve Sosyal Güvenlik Hukuku Açısından Maden İşçileri*. Ankara, 238 s.

Bilge, M., 2014. *Ayın Dosyası / Maden Ocaklarında Havalandırma*, MTMD Başkan Yardımcısı Mustafa Bilge ile röportaj, Termo Klima Dergisi, Temmuz 2014, s.114-118.

Didari, V., 1985. *Kömür Tozu Patlaması*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Madencilik Dergisi, Cilt 24, Sayı:4, Aralık 1995, s.23-29.

Ökten, G. ve Fişne, A., 2015. *Yeraltı Kazı Çalışmalarında Havalandırma Esasları-2,* Sektörden Haberler Bülteni, Sayı 58, Ekim 2015, s.42-43.

Pınar, T. ve Sarı, Y. D. (Çeviren), 2011. *Yeraltı Kömür Madenlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, International Labour Office (ILO) Tarafından 2009 yılında Cenevre'de Yayınlanan Kitabın Çevirisi*, Ankara, s.208-244.

Sabır, H.U. (Çeviren), 2016. *Yeraltı Kömür Madenlerinde Sağlık ve Güvenlik*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Genel Yayın No: 47, Ankara, 367 s.

TTK Genel Müdürlüğü İş Sağlığı, Güvenliği ve Eğitim Dairesi Başkanlığı, 2015. *TTK Havalandırma Yönergesi,* 15 s.

Türkiye Barolar Birliği, 2015. *Soma Maden Faciası – Benzeri Kazaların Önlenmesine Yönelik Sistem ve Temel Mevzuat Önerileri Hakkında Rapor,* Türkiye Barolar Birliği Yayınları No: 288, 1.Baskı, Ankara, 136 s.

Saltoğlu, S. 1983. *Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri*, İTÜ Maden Fakültesi, Ofset Baskı
Atölyesi, İstanbul, 316 s.

Ural, S., 2017. *Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu (05.10.2017), 4. Oturum: Maden Mevzuatı ve Mevcut Uygulamalara Dair Panel,* Ankara.

Ünver, B., 2017. *Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu (05.10.2017), 4. Oturum: Maden Mevzuatı ve Mevcut Uygulamalara Dair Panel,* Ankara.

Yıldız, T.D., 2017. *Türkiye'de Havalandırma Konusundaki Mevzuat Hükümlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi*, 25. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Antalya, s.270-282.

http://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm (Erişim Tarihi: 01.09.2017)

http://www.resmigazete.gov.tr/ Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Önlemlerine İlişkin Tüzük, Yayımlandığı R.G. Tarihi/Sayısı: 22.10.1984 / 18553. Yürürlükten Kaldırıldığı R.G. Tarihi/Sayısı: 25.07.2014 / 29071.

http://www.resmigazete.gov.tr/ Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik (MİİSGY), Yayımlandığı R.G. Tarihi/Sayısı: 10.03.2015 / 29291.

MADEN İŞYERLERİNDE ACİL DURDURMAYI GEREKTİREN DURUMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

CRITICS ON THE NEW REGULATIONS RELATED TO THE SITUATIONS FOR URGENT STOPPING OF THE ACTIVITIES IN MINES

N. A. Akçın, V. Didari
Bülent Ecevit Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZ: Bu bildiride; İş Yerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik'te yapılan son değişiklikle getirilen "maden işyerlerinde acil durdurmayı gerektiren durumlar" konusunda eleştiriler yapılarak yanlışlıklara dikkat çekilmekte ve öneriler getirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maden Ocaklarının Acil Durdurulması, Ocak Havalandırması, Su Atımı, İnsan Nakli.

ABSTRACT: *In this paper; recent changes involving the urgent stopping of work in mines in the "Regulation Related to the Stopping of the Activities in Work Places" have been criticized. Suggestions have been made on the important misevaluations and mistakes.*

Keywords: *Urgent Stopping in Mines, Mine Ventilation, Water Drainage, Man Riding.*

1. GİRİŞ VE AMAÇ

6331 sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanununun 25. ve 30. Maddelerine dayanarak çıkartılan "İş Yerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik" 30 Mart 2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (RG, 2013a). Bu yönetmelikte değişikliğe gidilerek; 11 Şubat 2016 tarih ve 29621 sayılı Resmi Gazetede "İş Yerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" yayımlanarak

yürürlüğe konulmuştur (RG, 2016). Bu yönetmeliğe yapılan bir ekle aşağıdaki hükümler getirilmiştir; **Maden işyerlerinde acil durdurmayı gerektiren durumlar şunlardır:**

a) Yeraltı kömür madenlerinde birinin durması halinde diğerinin derhal-otomatik olarak çalışacak durumda iki havalandırma grubunun bulunmaması.

b) Yeraltı maden işyerlerinin hazırlık çalışmaları dışında en az iki yoldan yerüstü bağlantısı bulunmaması.

c) Yeraltı kömür madenlerinde havalandırma, su tahliyesi ve insan nakli için kullanılan sistemlerin çalıştırılabilmesi için birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağının bulunmaması, birinin durması halinde diğer kaynağın otomatik olarak devreye girmemesi.

Yönetmeliğe eklenen bu maddelerin teknik ve ekonomik olarak uygulanmasına imkan olmadığı işletmeciler tarafından çeşitli ortamlarda dile getirilmiştir. Bu bildiride yönetmelikle getirilen hususların uygulanıp uygulanamayacağı tartışılmış ve öneriler getirilmiştir. Bu süreçte dünyadaki uygulamalar gözden geçirilmiş, yeraltı kömür madenleri işkolunda en az iş kazasının yaşandığı Almanya'daki uzman kuruluşların yetkilileri ile e-posta yoluyla yazışmalar yapılmıştır.

2. İKİ HAVALANDIRMA GRUBUNUN BULUNMAMASI

Yeraltı kömür madenlerinde ana vantilatörün yedek enerji kaynağına bağlı olması ve grizulu ocaklarda ana vantilatörle aynı özelliklerde bir yedek vantilatörü de içeren bir havalandırma grubunun hazır bulunması koşulları evrenseldir.

Ülkemizde yürürlükte olan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği"nin EK-3'ündeki "Yeraltı Maden İşlerinin Yapıldığı İşyerlerinde Uygulanacak Asgari Özel Hükümler"in 8.8 Maddesinde; "***Ana vantilatör ve aspiratörler birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağına bağlanır. Bu enerji kaynaklarından birinin durması halinde diğer kaynağın ocak***

havalandırmasını aksatmayacak en kısa zamanda devreye girmesi sağlanır." hükmü bulunmaktadır (RG, 2013b).

Aynı yönetmeliğin EK-3 10.13 Maddesinde de ***"Bütün grizulu ocaklarda her biri tek başına ocağın havalandırılmasını sağlayacak güçte, birinin herhangi bir nedenle durması halinde diğeri derhal çalışacak durumda iki havalandırma grubu bulunur."*** ibaresi bulunmaktadır.

Ana vantilatörün enerji kesintisi nedeniyle durmaması için yedek enerjinin devreye girmesi; arızalanma/onarım/bakım durumlarında hemen devreye alınabilecek hazır bir yedek vantilatör grubunun (elektrik motoru+redüktör+pervane'den oluşan bir ünite) bulunması yeterli koşullardır.

Bu maddenin normal kömür ocakları ile grizulu ocaklar dikkate alınarak aşağıdaki şekilde değiştirilmesi daha uygundur:

a)Yeraltı kömür madenlerinde ana vantilatörün ikinci bir enerji hattına (veya jeneratöre) bağlanmamış oluşu; grizulu ocaklarda ayrıca, ana havalandırma grubu ile aynı kapasitede yedek bir havalandırma grubunun hazır bulunmaması

3. EN AZ İKİ YOLDAN YERÜSTÜ BAĞLANTISI BULUNMAMASI

Yeraltı maden işyerlerinin hazırlık çalışmaları dışında en az iki yoldan yerüstü bağlantısı bulunması tüm ocak için geçerli olan evrensel bir kuraldır. Bu kural hem ocağın havalandırmasının sağlanması hem de acil bir durumda çalışanların ocaktan tahliye edilmesi için ikinci bir giriş-çıkış noktasının bulunması açısından gerekli ve önemlidir. Bu sayı asgari olup ocağın konumu ve yapısına göre daha fazla yerüstü bağlantısı da bulunabilir.

Bir yeraltı ocağının genel altyapısı ile ilgili olan bu kuralın panolara indirgenmesi hatalıdır. Bir panonun hava giriş ve çıkış yolları sağlanmaksızın oluşturulmasının/çalıştırılmasının olanağı yoktur. Panolarda geçerli madencilik kuralı, göçük vb. durumlarda işçilerin mahsur kalmasını önlemek için "panonun en az iki kaçamak yolu" olmasıdır.

Topuklu üretim yöntemleri; genel olarak (uygunsuz eğim ve kalınlık koşulları nedeniyle) uzun ayak madenciliğinin yapılamadığı koşullarda başvurulan yöntemlerdendir. Pano hazırlıkları uzun ayak gibi (alt taban yolu, üst taban yolu ve bir ana başyukarı/kelebe) yapılır. Daha sonra pano içinde benzer biçim ve boyutlarda topuklar oluşturacak şekilde; yatay, dikey ya da çapraz bacalar sürülür. Bacalar, pano içi hazırlık işleridir. Üretim esas olarak topuklardan sağlanır. Bacaların sürülmesi ve topukların dönümlü olarak kazanılması birlikte yürür. Hava, panoya uzun ayaklarda olduğu gibi bir taban yolundan getirilir, pano içinde perdelerle topuklara yönlendirilir ve en sonda da diğer bir taban yoluna bağlanır. Bacalar tali havalandırma ile sürülen pano içi hazırlık işleridir. Keza, ara katlı göçertme (sublevel caving) ve travers ayak da (top slicing) topuklu yöntemlere yakın olan evrensel işletme yöntemleridir.

Topuklu üretim yöntemlerini yok sayan bu gereksiz kural yerine; panoların seri havalandırılmasını, hava giriş ve çıkış yollarının aynı açıklığa bağlanmasını yasaklayan kuralların getirilmesi daha elzemdir. Özellikle, yangına müsait ve grizulu ocaklarda üretim panolarında havalandırma açısından tehlike yaratan ve denetlenmesi gereken husus budur. Bu maddenin yukarıdaki tespitler doğrultusunda aşağıdaki şekilde değiştirilmesi daha uygundur:

b) Yeraltı ocaklarında hazırlık çalışmaları dışında ve üretim panolarında hava giriş ve çıkışının aynı ocak açıklığına bağlı olması; kömür ocaklarında üretim panolarının seri havalandırılması ya da

b) Yeraltı maden işyerlerinin hazırlık çalışmaları dışında, en az iki farklı ocak açıklığıyla bağlantısı bulunmaması

4. BİRBİRİNDEN BAĞIMSIZ İKİ AYRI ENERJİ KAYNAĞININ BULUNMAMASI VE BİRİNİN DURMASI HALİNDE DİĞER KAYNAĞIN OTOMATİK OLARAK DEVREYE GİRMEMESİ

Yönetmeliğe yapılan son ekle; **"Yeraltı kömür madenlerinde havalandırma, su tahliyesi ve insan nakli için kullanılan sistemlerin çalıştırılabilmesi için**

birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağının bulunmaması, birinin durması halinde diğer kaynağın otomatik olarak devreye girmemesi" işin acil durdurulmasını gerektiren bir koşul haline getirilmiştir. Diğer yandan; "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği"nde ve bu yönetmeliğin EK-3'ü olan "Yeraltı Maden İşlerinin Yapıldığı İşyerlerinde Uygulanacak Asgari Özel Hükümler"de" birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağının bulunması ve birinin durması halinde diğer kaynağın otomatik olarak devreye girmesi" ile ilgili bir hüküm bulunmamaktadır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde bulunmayan bir hususun İşyerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmeliğin Ek-1'ne konulmuş olması bir çelişkidir. Ana yönetmeliğe göre sağlık güvenlik dokümanını hazırlayan ve ona göre faaliyetlerini sürdüren bir yeraltı maden işletmesinin bu ek madde gösterilerek faaliyetinin acil olarak durdurulması hukuki ve hakkaniyetli değildir.

Zira, birçok maden işletmesi ve özellikle yeraltı kömür işletmeleri zaten en az iki enerji hattından (ulusal enerji şebekesinden) beslenmektedir. Bir hattan alınan enerji kesildiğinde; 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa dayanarak Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından hazırlanan **"Elektrik Şebeke Yönetmeliği"** hükümlerine ve şebeke arz güvenliği koşullarına göre diğer hattan enerji sağlanmaktadır (RG, 2014). Bir hattan diğer hatta geçme (enerji aktarma) ihtiyacı olduğunda Enerji Dağıtım Merkezlerinin işletme sorumluluğunu üstelenen bölge dağıtım şirketlerinin yetkilileri ile haberleşip, mutabık kalındıktan sonra enerji aktarımı yapılabilmektedir. Prosedür olarak böyle bir yola başvurulması gerektiğinden kesilen enerji hattı için enerjinin otomatik olarak diğer kaynaktan sağlanmasına olanak yoktur. Elektrik Şebeke Yönetmeliği ve arz güvenliği açısından otomatik olarak devreye girme koşulu enerji arzının yetersiz olduğu zamanlarda ulusal elektrik şebekesinde sistem çökmelerine neden olabilecektir. Bu nedenle bu maddedeki **"otomatik olarak"** ibaresi yerine **"derhal"** ibaresinin konulması yerinde olur.

Diğer yandan tekniğine, usulüne ve ilgili mevzuat hükümlerine göre açılmış ve işletilmekte olan bir yeraltı kömür madeninde havalandırma, su tahliyesi ve insan nakli için kullanılan sistemlerin çalıştırılabilmesi için birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağının bulunmasına, birinin durması halinde diğer kaynağın otomatik olarak devreye girmesine teknik ve ekonomik olarak gerek yoktur. Bunun dünya madenciliğinde örneği ve uygulaması da bulunmamaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi zaten maden işletmeleri zaten en az iki enerji kaynağından beslenmektedir. Bir hattan alınan enerji kesilince diğeri devreye sokulmaktadır. Tüm bunların dışında enerji kesilmesi durumunda bir yeraltı ocağındaki havalandırma, su tahliyesi ve insan nakli için kullanılan sistemlerin çalıştırılabilmesi için, gerekli olan güç ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda, jeneratör sistemlerinin devreye sokulması teknik ve ekonomik olarak olanaklı değildir. Bunun için enerji santrali büyüklüğünde jeneratör sistemlerine ve kilometrelerce özel enerji kablolarına ihtiyaç olacaktır. Ayrıca, gazlı ocaklar için tasarlanmış yüksek güçte ATEX belgesine sahip jeneratörlerin imalatı da kısıtlıdır.

"Yeraltı kömür madenlerinde havalandırma, su tahliyesi ve insan nakli için kullanılan sistemlerin çalıştırılabilmesi için birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağının bulunmaması, birinin durması halinde diğer kaynağın otomatik olarak devreye girmemesi" şeklindeki acil durdurmaya esas hükmün gerekli olmadığı her bir sistem için ayrı ayrı irdelenmiştir.

4.1. Havalandırma

Havalandırma sistemi olarak burada kastedilen tali havalandırmadır (ana havalandırma sistemiyle ilgili hususlar Böl. 2'de ayrıntılı olarak ele alınmıştır). Tali vantilatörler ile ana vantilatörlerin işlevi ve tali havalandırma ile ana ocak havalandırmasının amaç ve özellikleri birbirine karıştırılmaktadır. Hatta, iş müfettişlerince hazırlanan bazı raporlarda ve iş durdurma kararlarında bu karışıklık dikkati çekmektedir.

Yeraltında kurulu olan **kol vantilatörleri** ile paralel kollardaki hava miktarlarının düzenlenmesi (bazı kollarda akımın şiddetlenmesinin sağlanması) ve **tali vantilatörler** ile de hazırlık çalışmalarında sürülen yolların havalandırması yapılmaktadır. Bu vantilatörler ana vantilatörler gibi olmayıp daha hafif ve daha küçük ebattadırlar (değiştirilmeleri kolaydır). Bu vantilatörlerin arızalanması/çalışmaması durumunda ocakta acil durum planında ve Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde belirtilen önlemlerin alınması yeterlidir:

"Havasında %19'dan az oksijen, %2'den çok metan, %0,5'ten çok karbondioksit, 50 ppm (%0.005) den çok karbonmonoksit ve diğer tehlikeli gazlar bulunan yerlerde gerekli güvenlik önlemleri alınarak mevcut olan tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla önleyici faaliyetler ve kurtarma çalışmaları dışında çalışılmaz. 8 saatlik çalışma için müsaade edilen en yüksek hidrojensülfür oranı 20 ppm (%0,002)'dir." (EK3-Madde 8.5). Ayrıca, yönetmelik gereği yukarıda sayılan tüm gazlar için hava giriş ve çıkış yollarında sensör bulunması zorunluluğu da vardır.

Elektrik kesintilerinde, yaşamsal olan ocak vantilatörünün (ana vantilatör) çalışmaya devam etmesi ve ocak havalandırmasının sürmesidir. Tali vantilatör durduğunda/arızalandığında bu lokasyonlarda bulunan ve ışıklı-sesli ikazları olan taşınabilir gaz ölçerlere sahip ekipler iş yerlerini terk ederek ana havalandırmanın sürdüğü yollara çıkarlar. Lokal metan birikimleri ocakta çalışma yapılmadıkça patlama tehlikesi taşımaz. Elektrik kesintisi durumunda, ana havalandırma sürdükçe ocak güvenlidir. İşler normale döndüğünde metan biriken lokasyonlar usulüne uygun olarak temizlenir ve tekrar işbaşı yapılır.

Dolayısıyla, ocakta kullanılan vantilatörler için yedeğin hazırda olması ve otomatik devreye girmesi gibi bir acil durum hali bulunmamaktadır.

İşletmeleri bir jeneratör ve vantilatör deposu olmaya götürecek bu hüküm tamamen gereksizdir. Tali vantilatörlerin yanında monte edilmiş yedek

vantilatörler ve jeneratörler ocakta gereksiz yere hacim kaplayarak riskli durumlara da yol açabilirler.

4.2. Su Tahliyesi

Bir yeraltı maden işletmesine su çok farklı kaynaklardan gelebilir. Ayrıca, bu kaynaklardan ocaklara su baskınları da söz konusu olabilir. Yeraltı işletmesinin su kaynakları ile olan ilişkisi hayati öneme sahiptir. Bir ocağın fizibilite aşamasında su atımı ve su baskını ile ilgili gerekli incelemeler yapılmalıdır. Bir ocakta su atımı sisteminin; kurulması, işletilmesi ve denetlenmesi konusunda yönetimin ve ilgili teknik elemanların önemli bir rolü vardır. İşletmeye özgü bir "su atımı yönetim sistemi" oluşturmaları gerekir.

Bir yeraltı maden işletmesinde su geliri ve su baskınlarına karşı yerüstünden ve yeraltında önlemler alınabilir. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği hükümlerine göre işletilmekte olan bir yeraltı ocağında su geliri ve su baskınları tehlike kaynağı olmaktan çıkar. Dolayısıyla su tahliye sistemlerinin ikinci bir kaynaktan beslenmesine gerek yoktur.

Keza; Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı'nın 06.05.2015 tarih ve 2015/11 sayılı "Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Sigortası (Sigorta) Kapsamında Yapılacak Risk İncelemesine İlişkin Genelge"sinde Yeraltı Kömür Madenciliği ve Kömürden Gayri Yeraltı Madenciliği İşletmeleri İçin Kontrol Listesi kapsamında su baskınlarına yer verilmiştir. Yeraltı ocaklarında sel ve su baskınları için kontrol edilmesi gereken hususlar sıralanmıştır. Bir yeraltı kömür işletmesi su atımı ve su baskını yönetim sistemini oluştururken ve risk analizi yaparken genelgedeki bu sorulara cevap verilmesi gerekmektedir.

Yönetmelik hükümlerine ve genelgedeki hususlara göre oluşturulmuş bir yeraltı maden ocağındaki su tahliye sistemleri için iki ayrı enerji kaynağının bulunmasına gerek yoktur. Su gelirine göre yedeğiyle birlikte su havuzu bulunan, gene su gelirine göre seçilmiş yedek tulumbalarla donatılmış ve yedek boru şebekesi olan bir işletmede tulumbaların ek bir kaynaktan beslenmesine

ihtiyaç duyulması söz konusu değildir. Tulumbalardaki herhangi bir arıza vb. durumu ortaya çıktığında, sorun giderilinceye kadar ocağın tahliye edilmesi yeterlidir. Su baskını riski olan ocaklarda gerekli önlemler alındıktan sonra yedek tulumbaların yanında rezerve tulumbaların bulundurulması da genel bir madencilik uygulamasıdır. Dünyada madencilik sektöründe ileri olan ve iş sağlığı güvenliği konusunda saygınlık kazanan (Almanya, İngiltere. ABD. vb.) ülkelerde bile yönetmelikte tanımlanmış bağımsız iki enerji kaynağından beslenen su tahliye sistemleri bulunmamaktadır.

4.3. İnsan Nakli

Yeraltı kömür madenlerinde; ocağın yerüstüyle olan bağlantısına, ocağın derinliğine ve yaygınlığına göre insan nakli yapılması gerekebilir. Yeraltındaki çalışma noktaları her gün değiştiği için taşıma mesafeleri ve koşullarda değişmektedir. Bu nedenle, insan taşımaya yönelik olarak kurulacak taşıma sistemlerinin bu dinamizme ayak uydurması gerekir.

Madencilikte cevher ve malzeme taşımada kullanılan sistemler çoğunlukla insan (personel) taşımada da kullanılmaktadır. Bunun yanında sadece personel taşımaya yönelik olarak tasarlanmış sistemler de mevcuttur. Ayrıca, personelin yeraltında yaya seyahati sırasında yardımcı olmak amacıyla kurulmuş mekanik sistemler de bulunmaktadır.

Yeraltı ocaklarında yaygın olarak kullanılan personel taşıma sistemleri ve araçlarını, çalışma şekillerine göre aşağıdaki gibi sınıflamak olasıdır:

1. Sürekli Taşıyıcılar
    a. Lastik Bandlı Taşıyıcılar
        - Tek yönde yaşıma yapan sistemler
        - Çift yönde taşıma yapan sistemler
    b. Telesiyej Sistemi
2. Mekik Taşıyıcılar
    a. Lokomotif Taşımacılığı

b. Halatlı Taşıma Sistemleri

- Monoray sistemi
- Hamal araba sistemi (Coolie-car)

c. Lastik Tekerlekli Taşıyıcılar

3. Kuyulardaki Personel Taşıma Sistemleri

İnsan taşımada yararlanılan bu sistemler, lastik tekerlekli taşıma sistemleri hariç, elektrik enerjisi ile beslenmektedir. Bu sistemler ulusal enerji hatlarından beslenen trafolar tarafından desteklendiği için bağımsız bir enerji kaynağından beslenmelerine gerek yoktur. Bir hattan beslenen enerji kesildiğinde diğer hattın devreye girmesi yeterlidir.

Bu konuda sıkıntı yaşanabilecek nokta kuyudan insan nakli yapılırken enerjinin kesilmesidir. Yeni hattan enerji verilinceye kadar çalışanların kuyu içinde kafeste (taşıyıcıda) askıda kalmaları söz konusu olabilir. Bu koşulda da kuyularda bulunan acil kurtarma kafeslerinin devreye girmesi söz konusudur.

İnsan naklinde kullanılan sistemleri acil kurtarma kafesi (sistemi) dışında iki ayrı enerji kaynağından beslemek için devasa jeneratörlere ve kilometrelerce uzunluğunda oldukça kalın özel enerji kablolarına gereksinim vardır. Bunları imal edilmesi ve ocaklara kurulması bugünkü teknolojiyle olanaklı değildir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Birçok tehlike kaynağı ve kaynaklardan çıkabilecek riskler söz konusu olan bir yeraltı maden ocağında ve özellikle gazlı ve kendiliğinden yanmaya yatkın bir kömür ocağında acil durdurmayı gerektiren koşullar oluşabilir. Bu koşulların oluştuğunun görülmesi veya tespiti halinde tüm faaliyetlerin durdurulup çalışanların acil durum ve tahliye planları doğrultusunda ocaktan çıkartılması (tahliye edilmesi) gerekir.

İş Yerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelikte, maden işyerlerinde acil durdurmayı gerektiren durumlarla ilgili olarak yapılan en son değişiklikler teknik ve ekonomik olarak uygulanabilir değildir. Yukarıda da belirtildiği gibi

yapılan değişikliklerin gözden geçirilmesinde ve öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapılmasında yarar vardır.

KAYNAKLAR

Didari, V., 2015. *Madencilikte Üretim Yöntemleri Ders Notları (Yayınlanmamış)*, BEÜ Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak.

Resmi Gazete, 2013a. *İşyerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik.* http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130330.htm .Erişim tarihi: 31.05.2017.

Resmi Gazete, 2013b. *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği. http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/09/20130919.htm*. Erişim tarihi:31.05.2017.

Resmi Gazete, 2014. *Elektrik Şebeke Yönetmeliği. http: //www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/05/20140528m1.htm*. Erişim tarihi: 01.06.22017.

Resmi Gazete, 2016. *İşyerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılasına Dair Yönetmelik. http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/02/20160211.htm* Erişim tarihi: 31.05.2017.

YERALTI MADENLERİNDE ACİL DURUM EYLEM PLANLARININ İNCELENMESİ VE ÖRNEK BİR MODEL

INVESTIGATION OF EMERGENCY RESPONSE PLANS IN THE UNDERGROUND MINES AND A SAMPLE MODEL

A. K. Eyüboğlu
Maltepe Üniversitesi, MYO, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, İstanbul

M. K. Özfırat, B. Kahraman
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZ: Yeraltı maden işletmelerinde birçok tehlike kaynağı ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek riskler vardır. Bu nedenle yeraltı maden işletmelerinde yaşanabilecek olağanüstü durumlarda oluşacak koşullara göre acil durum eylem planlarının hazır olması gereklidir. Bu nedenle bu tür ortamlarda her tür önlemin, kurtarma çalışmalarının organize edilmiş ve hemen yürütülmesini sağlayacak, çalışanları en az etki ile tahliye edebilecek, sağlık hizmeti alabilmelerini sağlayacak ve iş yeri ortamının fiziki koşullarını koruyabilecek önlemlerin alınması gereklidir. Acil durum eylem planlarının her yeraltı işletmesinin kendi koşul ve imkânlarını gözeterek hazırlaması olağanüstü durumlarda kazayı manevi ve maddi sıfır kayıpla atlatmak açısından önemlidir. Bu nedenle işletmelerin acil durum eylem planlarında dikkat etmesi gerektiği hususlar araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acil Durum Eylem Planı, Acil Durum Yönetimi, Yeraltı Madenciliği.

ABSTRACT: *There are many sources of hazard and due risks in underground mines. Thus, emergency action plans must be prepared by underground mining organizations. In underground mining, all necessary precautions must be taken to operate rescue work smoothly, to evacuate mineworkers with minimum risk, provide medical service immediately and to ensure physical working conditions. It is very important that each underground mining organization should prepare their own emergency action plan considering their special conditions and opportunities in order to overcome hazards with pecuniary and nonpecuniary zero loss. In this study, the important issues that should be dealt with in emergency action plans are discussed.*

Keywords: *Emergency Response Plan, Emergency Management, Underground Mining.*

1. GİRİŞ

Yeraltı madenleri çalışma koşulları bakımından birçok tehlike kaynağına sahiptir. Bu nedenle yeraltı madenlerinde acil durumlar için mutlaka bir plan olmalıdır. Acil durum, İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmeliğin 4. Maddesinde; İşyerinin tamamında veya bir kısmında meydana gelebilecek yangın, patlama, tehlikeli kimyasal maddelerden kaynaklanan yayılım, doğal afet gibi acil müdahale, mücadele, ilkyardım veya tahliye gerektiren olaylar olarak tanımlanmıştır. Aynı maddede Acil durum planı; işyerlerinde meydana gelebilecek acil durumlarda yapılacak iş ve işlemler dâhil bilgilerin ve uygulamaya yönelik eylemlerin yer aldığı plan olarak tanımlanmıştır.

Bir madene ait acil durum eylem planı (ADEP), acil durumun etkili ve zamanında yönetilmesi için gerekli olan müdahale prosedürlerini ve önleyici önlemleri özetlemektedir. İyi hazırlanmış ADEP, hemen harekete geçme ve önceden hazırlık, maden yangınları, patlamalar, göçük ya da su baskınları gibi acil durumlarda can kurtarabilir ve finansal yatırımları koruyabilir. Ülkemizde çoğu, çok sayıda işçinin yaşamını kaybetmesiyle sonuçlanan yeraltı madeni kazalarının sayısı arttıkça acil durum eylem planlarının önemi daha iyi anlaşılmıştır.

Bir yeraltı madenine ait acil durum eylem planı, iş güvenliği uzmanının ve diğer personelin aşağıdakileri belirlemeye yardımcı olarak acil durumları önlemeye ve/veya kontrol etmeye hazır olmasını sağlar;

- Acil durumları önlemek için ne gibi önlemler alınacağı,
- Acil durumların etkilerini en aza indirecek önlemlerin neler olabileceği,
- Personelin acil durum esnasında hangi acil eylemleri yapması gerektiğini,
- Maden personelinin, ADEP'da belirtilen prosedürleri yerine getirmek için gerekli becerilere sahip olup olmadıkları,
- Acil müdahalenin geçici komutasını kimin üstleneceğini,
- Acil durum operasyonunun hangi bölümünden kim ya da kimlerin sorumlu olduğunu,

- Kurtarma faaliyetlerini sürdürmek için ne gibi özel hizmetler ve karşılıklı yardım desteğinin bulunduğunu,
- Kilit mevkideki personelin, kararlar almak için nasıl bilgi edineceğini ve raporları değerlendireceğini,
- Acil durumlarda ne gibi medya ilişkileri prosedürlerinin gerekli olacağını.

Yeraltında olası bir acil durumu en az kayıpla atlatmanın koşulu iyi hazırlanmış acil müdahale prosedürleridir. Acil durumlar için personel organize etmeye ve hazırlamaya yardımcı olan bu prosedürüler acil duruma erken müdahale ve kontrol için oluşturulmuş stratejilerin ana hatlarını çizerek olay esnasında acil durum ekiplerinin hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermesini sağlarlar.

Yeraltı madeninin olası bir acil duruma ne seviyede hazır olduğunu, o şirkete ait güncel bir ADEP belirler. İş güvenliği veya teknik açıdan yapılmış iyileştirmeler ve değişmiş çalışma koşullarının belirlenerek acil durum eylem planlarının periyodik olarak güncellenmesi özellikle yeraltı madenciliği için çok önemlidir. Bu incelemelere dayanarak, yönetim daha sonra şirketin acil durum hazırlık programını iyileştirmek veya değişen koşullara uyarlamak için belirli hedefler geliştirebilir.

Cole vd., 1998; Vaught vd., 2000; Mallett vd., 1999; Perry ve Lindell, 2003; Pelfrey, 2005; Kowalski vd., 2008 acil durum eylem planları üzerine çalışmışlardır. Çalışmalardaki ortak nokta planlamaların yazılı olarak yapılması ve eğitimin vazgeçilmez unsurlar olduğudur.

Orasanu ve Connolly, 1993; Pelfrey 2005'teki çalışmalarında hazırlık aşamasının beş aşama içermesi gerektiğini belirtmiştir. Bunlar; önleme, farkındalık, müdahale, sonuç yönetimi ve iyileştirmedir. Perry ve Lindell, 2003; Jennings ve Lush, 2004; Ernst, 2006; çalışmalarında acil durum planı geliştirme ve bireysel eğitimler yaptırmanın acil durumlarda oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, yeraltı madenciliğinde acil durum operasyonunu yönetmek için tüm personelin hazırlanması, eğitilmesi ve organizasyonu için yaklaşımlar önerilmektedir. Acil bir durum esnasında personel ve malzemelerin nasıl ve nerede seferber edileceği, maden sahasının nasıl güvence altına alınacağı ve çalışanların nasıl korunacağı örnek bir ADEP modeli ile de incelenmiştir.

2. ACİL DURUM EYLEM PLANININ HAZIRLANMASINDA YÜKÜMLÜ OLAN TARAFLAR VE SORUMLULUKLARI

2.1. Düzenleyici Yükümlülükler

Madenler ve madencilik planları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ve Bölge Çalışma Müdürlüğü tarafından düzenlenir. İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik ve Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği ve yönetmeliği ile personel güvenliği ve acil durum hazırlık gereksinimlerini özetlemektedir.

Bu iki yönetmeliğe göre acil durum eylem planı kapsamında bir yeraltı madeninde işveren ve çalışanların yükümlülükleri şöyle özetlenebilir; işveren, yeraltındaki çalışma ortamı, kullanılan maddeler, iş ekipmanı ile çevre şartlarını dikkate alarak meydana gelebilecek ve çalışan ile çalışma çevresini etkileyecek acil durumları önceden değerlendirerek muhtemel acil durumları belirlemelidir. Çalışanlar ise acil durum planında belirtilen hususlar dâhilinde alınan önleyici ve sınırlandırıcı tedbirlere uymalı ve acil durum ile karşılaştıklarında; hemen en yakın amirine, acil durumla ilgili görevlendirilen sorumluya veya çalışan temsilcisine haber vermelidirler.

2.2. Madencilik Şirketi

Maden yöneticileri, acil müdahale hükümlerine uyumu sağlamaktan ve acil durum prosedürlerini yönetmekten sorumludur. Bir işletmenin sahibi, acentesi veya maden yöneticisinin sorumluluğu;

- Güvenli ve verimli madencilik operasyonları yürütmek,

- Bir ADEP'in hazırlanmasını sağlamak ve planı güncel tutmak,
- Acil durumlarda ve olayların zamanında rapor edilmesi sırasında etkili bir müdahale için tüm gerekli kişi ve kurumlarla iletişime geçmek,
- Bir acil durum söz konusu olduğunda tüm işletme faaliyetlerini durdurmak.

3. ACİL DURUM EYLEM PLANI HAZIRLAMA

ADEP, bir yer altı maden ocağı için acil durumda izlenmesi gereken ve potansiyel acil durumlar için ön hazırlık ve koruyucu önlemleri içeren tüm prosedürler ve eylem yolları için bir operasyon rehberidir. Bir acil duruma cevabın bulunmasından hemen sonra ve acil duruma müdahale esnasında hemen harekete geçmekle yükümlü olanları ve görevlerini tanımlar.

ADEP'ler, maden arama ve kurtarma projelerinden ayrıdır fakat buna paraleldir. Arama ve kurtarma projeleri tek bir kurtarma kaynağı iken ADEP tüm olası acil durumlar için geçerlidir. Bir ADEP geliştirmek, önceden planlama, plan geliştirme, devam eden inceleme ve personel eğitimi için firma yönetiminin sorumluluğunu gerektirir.

Ekipmanlar, eğitimler ve personel hakkındaki prosedürler ve bilgiler de dahil olmak üzere bir ADEP'nın içeriği, her yeraltı madeninde özeldir. Sağlanan referanslar ve bilgiler, şirketin kendine özgü endişeleri ve durumlarına göre ayarlanmalıdır.

Yönetim, eksiksiz ve güncel bir ADEP ile personelin bir yeraltı maden ocağı acil durumuna hazır olmasını sağlayarak herhangi acil bir durumun ortaya çıkması halinde acil durum ekiplerinin ve diğer çalışanların düzgün ve profesyonel bir yanıt vermesini sağlayabilir.

4. YERALTI MADENİ ACİL DURUM EYLEM PLANI UNSURLARI

4.1. Acil Durum Talimatnamesi

Madenin acil durum politikası talimatnamesi şirketin ADEP'sine olan bağlılığını ve aldığı önlemleri vurgulamaktadır. Bir yeraltı madeni için hazırlanmış olan

ADEP bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, aşağıdakileri de içerecek belirli, uygulanabilir noktaları özetle ele almalıdır;

- Planın uzun vadeli hedefleri ve amacı,
- Yönetim taahhüdü ve planın desteklenmesi,
- Bir ADEP koordinatörü ve bir şirket planlama komitesinin atanması,
- Acil müdahale programı için bütçe ve teşvikler,
- Çalışanların eğitim programlarına katılımı.

4.2. Yeraltı Madeni Acil Müdahale Planı Koordinatörü ve Planlama Grubu

Bir ADEP koordinatörü, maden sahibine ADEP'nını geliştirirken yardımcı olmak üzere atanır. Atanmış koordinatör uygun yönetim ve operasyonel becerilere sahip bir kişi olmalıdır. Konuyla ilgili olarak özellikle;

- Şirket veya operasyon içindeki her departman veya birimin kapsamlı bir bilgisi,
- Kuruluştaki her seviyede işbirliği ve katılım sağlamak için yeterli otorite,
- Yönetim, üretim, güvenlik ve eğitimle ilgili kişilere riayet,
- İyi yönetim ve kişiler arası iletişim becerileri,

koordinatörün ADEP'nını başarıyla uygulamak için yeterli olacaktır. Yönetim, ADEP organizasyonu ve uygulanmasındaki iş yükünün bölünmesi için bir şirket planlama grubu veya komitesinin seçilmesine de yardımcı olmalıdır. İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulu, bu planlama grubu için mantıklı bir seçim olabilir.

4.3. Acil Durum Tanıma, Önleme ve Koruma Çalışmaları

Bir ADEP geliştirmek, potansiyel olaylar için yeraltı madeninin her alanının yanı sıra olası, önleme ve koruma yöntemlerini de inceler. Bu ön planlama çalışmaları, çalışma koşulları zamanla değişebileceği için periyodik olarak tekrarlanacaktır.

İlk olarak, çalışma ortamıyla ilgili risklerin belirlenmesi için madenin tüm alanları ve süreçleri incelenecektir. Bu riskler, maden yangınları, patlamalar,

kaya patlaması, yerden düşme, atık gideri, sıvılaştırılmış dolgu, su girişleri, tavan çatlakları vb. olası tüm olayları içerecektir. Depremler, bombalı saldırılar, sabotaj gibi nadir ortaya çıkan olayları da içermelidir.

Tüm riskler tespit edildikten sonra, kontrol önlemleri acil durumları önlemek için düşünülmelidir. Önleme tedbirleri, geliştirilmiş tahkimat ve topuk dizaynı ve / veya yangın bastırma sistemlerini içerebilir. Uygun eğitim ve prosedürler, emniyetli çalışma uygulamaları, etkili bir temizlik programı ve ilk yardım eğitimi, küçük bir acil durumun bir kriz ya da felaket haline gelmesini önlemeye yardımcı olacak önlemlere örnektir. Örneğin, ADEP yeraltı madeniyle ilgili aşağıdaki soruları cevaplamalıdır:

- Sığınma evleri düzgün bir şekilde yerleştirilmiş mi?
- Alternatif bir kaçış yolu var mı?
- Kaçış güzergâhları doğru şekilde işaretlenmiş mi?

Çizelge 1. Tehlike tanımlama formu

TEHLİKE TANIMLAMA FORMU
Şirketin adı:
Bölüm ve alan:
Değerlendiren kişi ve Tarih:
Saptanmış olası tehlike:
Önleme ve Koruma yöntemleri:
Koruma ve önleme faaliyetinde kullanılacaklar: Faaliyeti yürüten sorumlu kişi: Bitiş Tarihi: Faaliyetin bittiği tarih: İmza: Yorumlar:

ADEP koordinatörünün koruma ve önleme tedbirleri açısından kapsamlı bir ADEP hazırlaması için, yeraltı madenine ait tehlike unsurlarını detaylı bir şekilde saptaması gerekir. Bu tehlike unsurlarını saptarken de madende çalışanların görüşlerini ve önerilerini alabilir. Çalışanların görüş ve önerilerini

almak için ayda en az bir kez yapılan iş güvenliği kurul toplantısı bu konuda gayet verimli olabilir.

Potansiyel tehlike kaynaklarını ve buna bağlı önleme ve koruma adımlarını saptamak için örnek bir şablon aşağıda Çizelge 1'de gösterilmektedir.

4.4. Personelin Görev ve Sorumlulukları

Acil durum personeli, operasyonun büyüklüğüne bağlı olarak ADEP'te ya birey olarak ya da iş unvanlarına göre adlandırılmalı, ilgili görev ve sorumlulukları da ADEP'te açıkça yer almalıdır. Acil durum personeli, acil bir durum esnasında, görev ve sorumluluklarını iletişime geçmesi gerekli olan kişilere sözlü olarak da belirtmelidir.

4.5. Acil Durum Bildirim Planı

Acil bir durumda, acil durum personeline olayın etkin bir şekilde bildirilmesini veya destek birimlerinin çağrılması için hazırlanması gereken bir plandır.

4.6. Acil Durum Yönetimi Organizasyonu

ADEP' te belirtilen acil durum operasyonları, bir olay komuta sistemi (OKS) esasına dayanır. Bu sistem, bir olayı koordine ederken olay esnasında hangi kişi ve kuruluşlarla irtibata geçileceğini, olayın nasıl rapor edileceğini ve iletişim protokolünü açıkça belirtir.

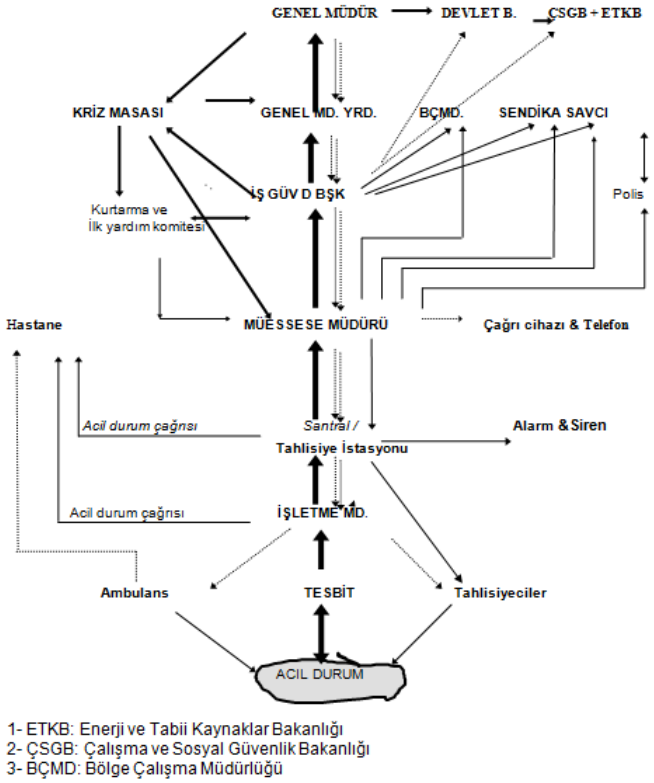
Bu amaçla örnek olarak Şekil 1'de Türkiye Taşkömürü Kurumu'na ait acil eylem planında da gösterildiği gibi bir ADEP, madenin yöneticisi ya da olay komutanı olarak bir komuta zincirini tanımlayan Acil Durum Yönetim Organizasyonunu içermelidir. Bu organizasyon acil bir durum esnasında, gerçekleşen olayın büyüklüğüne göre nasıl müdahale edilmesi gerektiğini bilir. Küçük çaplı bir acil durum esnasında bütün destek elemanlarının kullanılmaması buna iyi bir örnek olabilir.

4.7. Acil Durum Operasyon Merkezi

Olay Komuta Sistemi (OKS), Acil Durum Yönetim Organizasyonunda yer alan destek ekiplerinin acil bir duruma hızlı ve etkili bir müdahalede bulunması açısından önemlidir. Bu sebeple de maden ocağında önceden belirlenmiş bir yerde Acil Operasyon Merkezi kurulmalı ve telefon numaraları ADEP'te belirtilmelidir. Acil Operasyon Merkezi'nin konumu, erişim ve iletişim kolaylığı açısından dikkatli seçilmelidir.

4.8. Acil Müdahale Prosedürleri

Acil Durum Müdahale Prosedürleri bir yeraltı maden ocağı operasyonunda önleme, bildirim ve seferberlik seviyeleridir.



Şekil 1. Türkiye Taşkömürü Kurumu Örneği (TTK Acil Durum Yönergesi)

4.8.1. Önleme

Önleme, yeraltı madeninde yaşanan acil bir durumun fark edilme anından acil müdahale personeline bildirilene kadar ki geçen sürecin ilk adımıdır. Bu

seviyede, yeraltı madeni çalışanlarının acil bir esnasında nasıl davranılması gerektiğini bilmelidirler. Önleme seviyesi aşağıdaki eylemlerden oluşmaktadır:

- Sorunun keşfedilmesi ve raporlanması,
- Durumun izlenmesi,
- Erken ve derhal harekete geçme.

Önlemede, acil durum yöneticileri olay hakkında kesin bilgi edinmeli ve acil müdahale planını başlatabilmeleri için durumu iyi değerlendirmelidir. Bu bilgi, sorunu keşfedilen ve/veya etkilenen bölgedeki koşullarla (ör. Havalandırma, hava durumu) ilgili olarak bildiren kişiler tarafından sunulmalıdır. Denetleyici personel daha sonra bu bilgiyi değerlendirerek problemi kontrol altına alacak ve her çalışan için tehlikeleri en aza indirecek uygun ve hızlı bir müdahale başlatır.

4.8.2. Bildirim

Bildirim seviyesi, acil durum esnasında, bu durumun üstesinden gelmek için dışarıdan yardıma gereksinim duyma seviyesidir. Bu seviyede, olay acil durum yöneticileri olay esnasında çalışanlarına, maruz kalabilecekleri tehlikeler konusunda bilgiler vererek onları kontrol altına alıp kilit personele haber vermelidirler. Yapılacak olan bildirimin usul ve esasları, karışıklık ve gecikmelere mahal vermemesi için kolay ve anlaşılır olmalıdır.

4.8.3. Seferberlik

Seferberlik seviyesi, firmaya ait üst düzey yöneticilerin acil durum operasyonunun yönetimini ele geçirdiğinde yürürlüğe girer. İşveren veya işveren vekili olay yerine vardığında olay komutanı rolünü üstlenecektir.

4.9. Eylem Planları

Acil müdahale prosedürlerinin her bir seviyesi için kısa eylem planları hazırlamak, tüm personelin acil durumun kontrolü için yapılması gerekli olan

görevlerin farkında olmasını sağlar. Gerekli tepki düzeylerinin kapsamlı bir değerlendirmesine dayanan eylem planları, ADEP'a dahil edilmeli ve acil müdahale usullerinin yürütülmesinden sorumlu olanlara atanmalıdır. Eylem planları aşağıdaki türde bilgi ve belgeleri içermelidir;

- Etkin bir raporlama için tüm belgelerin kopyaları,
- Acil durum esmasında irtibata geçilecek kişileri ve telefon numaraları (polis, itfaiye, ambulans servisi, doktorlar ve tıbbi uzmanlar, sağlık görevlileri, hastaneler, havayolları, hava kiralama, helikopter vb. gibi ulaşım hizmetleri) ile acil destek gruplarının listesi,
- Sahada mevcut olan maden kurtarma ekipmanlarının listesi,
- İletişime geçilmesi gereken bakanlık birimlerinin irtibat listesi,
- Acil durumlarda kullanılacak ekipmanların güncel listesi,
- Diğer kilit personel listesi,
- Özel ekipman listesi ve temin edilebileceği yerler (örneğin, hidrolik krikolar gibi),
- Teknik danışmanların listeleri,
- Yeraltı madeninin güncel fiziksel özellikleri gösterir plan ve acil durum operasyon haritası,
- Tahliye planı ve kaçış yollarının haritası,
- Acil durum soruşturma raporu.

Yönetim, güvenilir bir müdahale sisteminin geliştirilmesi için prosedürleri test etmeli ve personelin performansını düzenli olarak değerlendirmelidir.

4.10. İletişim Hizmetleri

Bir yeraltı madende acil durum operasyonunun kontrolü için doğru iletişim gereklidir. Etkili bir iletişim sistemi;

- Olay esnasında bilgi akışını sağlar,
- Tüm raporları ve görevleri etkiler,
- Değişen koşulların zamanında değerlendirilmesini sağlar,

- Yeraltı koşullarını gözlemlemek için yazılan raporları hızla ilgili yerlere iletir,

- Olayda en üstteki sorumlunun, mevcut personel ve acil durum hizmetlerini takip etmelerine yardımcı olur.

5. SONUÇ

Yeraltı madenleri çalışma şartları bakımından hem zor hem de çok tehlike kaynağı içeren çalışma ortamlarıdır. Tehlike kaynakları olarak özellikle gaz, toz ve yangın tehlikesi oldukça vahim sonuçları olan tehlike kaynaklarıdır. Dolayısıyla yönetmeliklere göre maden tahliye şartı olan limite ulaşmış bir gaz varlığında, tahliye sınırına ulaşılmış yangın olayında mutlaka bir acil durum eylem planı olmalıdır. Acil durum eylem planı hakkında tüm personel bilgili olmalı ve plan eksiksiz olarak zamanında uygulanmalıdır. Böylece çok tehlikeli olayların riske dönüştüğü zamanlarda olay daha az veya kayıpsız sonuçlarla bertaraf edilebilir.

KAYNAKLAR

Cole H.P., Vaught, C., Wiehagen, W.J., Haley, J.V., Brnich, M.J. (1998). Decision making during a simulated mine fire escape. *IEEE Transactions on Engineering Management 45*(2): 153-162.

Ernst, R.A. (2006). Emergency response: worst case scenario. *Published online at Occupational Hazards*, http://www.occupationalhazards.com/articles/15684, pp. 4.

Jennings, L.C., Lush, D. [2004]. National pandemic planning must be an ongoing process. *International Congress Series*, 1263, 230-234.

Kowalski-Trakofler K, Brnich, M., Vaught, C. (2008). Expectations Training for Miners Using Self-Contained Self-Rescuers in Escapes from Underground Coal Mines. *Journal of Occupational and Environment Hygiene*. Vol 5, Issue 10, October. 671-677.

Mallett, L., Vaught, C., Brnich, M.J. (1999). The Emergency Communication Triangle. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, *National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 99-157*, October; :1-16.

Orasanu, J., Connolly, T. [1993]. The reinvention of decision making, in Klein, G.A., Orasanu, J., Calderwood, R., Zsambok, C.E. (Eds), *Decision Making in Action: Models and Methods*, Ablex Publishing Corporation, NJ, 3-21.

Pelfrey, W.V. [2005]. The cycle of preparedness: establishing a framework to prepare for terrorist threats. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 2(1).

Perry, R.W., Lindell, M.K. (2003). Preparedness for emergency response: guidelines for the emergency planning process. *Disasters*, 27(4).

Türkiye Taşkömürü kurumu, Acil durum yönergesi, İş Güvenliği Daire Başkanlığı, Zonguldak.

Vaught, C., Brnich, M., Mallett, L., Cole, H., Wiehagen, W., Conti, R., Kowalski, K., Litton, C. (2000). Behavioral and organizational dimensions of underground mine fires'. *IC 9450, U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) publication dissemination*, Cincinnati, OH.

YERÜSTÜ MADEN İŞLETMELERİNDE ŞEV DURAYLILIĞI VE DELME-PATLATMA İŞLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ

INVESTIGATION OF SLOPE STABILITY AND DRILLING-BLASTING WORKS IN OPENCAST MINING OPERATIONS IN TERMS OF OCCUPATIONAL SAFETY

A. M. Kılıç
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Madencilik sektörü sanayileşmenin temel girdilerini üreten bir sektördür. Dünyada maden üretiminin yaklaşık üçte ikisi yerüstü madencilik yöntemiyle yapılmaktadır. Yerüstü maden işletmeleri, iş sağlığı ve güvenliği açısından, çalışanların yaşamı için önemli riskler taşımaktadır. Özellikle şevlerde ve delme-patlatma işlerinde dikkatsizlik ve gerekli güvenlik önlemlerinin alınmaması iş kazalarına neden olmaktadır. Bu nedenle yerüstü maden işletmelerinde gerek şevlerde ve gerekse delme-patlatma işlerinde kazaların önlenmesi bağlamında çok dikkatli olunması gerekmektedir. Bu bildiri kapsamında; yer üstü maden işletmelerinde iş kazalarının çoklukla yaşandığı, şev duraylılığı ve delme-patlatma işlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Madencilik Sektörü, Yerüstü Maden İşletmeleri, Şev Duraylılığı, Delme-Patlatma, İş Güvenliği.

ABSTRACT: *Mining is a sector that produces basic raw materials of industrialization. In about 2/3 of the production of mining was carried out by opencast mining methods. Opencast mining enterprises have important risks on workers' life in terms of occupational health and safety. Especially, not only carelessness in slopes and drilling-blasting operations but also not performing necessary security precautions lead to happen work accidents. Therefore, the working conditions in the opencast mining must be carried out carefully in order to prevent the work accidents. In this paper, the slope stability and drilling-blasting operations of the opencast mining (where work accidents are frequent) were evaluated and precautions should be taken are considered.*

Keywords: *Mining Sector, Opencast Mining Operations, Slope Stability, Drilling-Blasting, Occupational Safety.*

1. GİRİŞ

Ulusal ekonomiyi oluşturan sektörlerden biride "Madencilik Sektörüdür." Madencilik sektörü başta sanayi olmak üzere, ekonominin diğer sektörlerinin ihtiyaç duyduğu temel hammadde girdilerini sağlarken, diğer taraftan özellikle kalkınmada geri kalmış olan bölgelerde, yeni istihdam olanakları yaratır. Ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilmesi madencilik sektörünün sürekli ve verimli bir tarzda üretimde bulunmasına bağlıdır. Maden kaynaklarımız, kalkınmamızın en önemli temel unsurlarından biridir. Ülkemizde zengin maden kaynakları olmasına rağmen, bu kaynakların çoğu henüz işletmeye alınmamıştır. Madencilik sektöründe kaza türleri incelendiğinde yangın, su baskını, göçük ve grizu ve toz patlamaları gibi toplu ölümlere sebep olan kazalar ön plana çıkmaktadır. Doğru havalandırma, tahkimat ve kontrol sistemleri bu kazaların önlenmesi ve azaltılmasında en önemli hususlardır. Bu sistemlerdeki eksiklik, dikkatsizlik ve yanlış uygulamalar madenlerde gerçekleşen birçok kazanın temel sebepleridir.

Maden sektörü, metal ve inşaat sektörü ile birlikte iş kazalarının en fazla yaşandığı sektörlerin başında gelmektedir. Bunun yanında maden sektöründe meydana gelen iş kazaları sonucundaki ölümlerin sayıca fazlalığı dikkatlerimizi bu sektöre daha çok yoğunlaştırmamızı gerektirmektedir. Maden kazalarında bütün kazalara yol açan genel nitelikte teknik sorunlar olduğu gibi, maden sektörünün özelliklerinden kaynaklanan yapısal sorunlarda vardır.

Madencilik sektörü riskli yapısı itibari ile ihtisaslaşmanın, iyi eğitilmiş donanımlı işçi ihtiyacının en çok ihtiyaç duyulduğu sektörlerin başındadır. Oysa uygulamada bunun tam tersiyle karşılaşılmaktadır. Çalışanların çoğu vasıfsız eleman olarak işe girmekte, biraz tecrübe kazanalar, sorumluluk gerektiren riskli görevlere getirilmektedir. Çoğunun mesleki eğitimi, sertifikası, tescil edilmiş uzmanlığı yoktur. Çalışanların eğitimlerinin yetersiz oluşu, gerekli kişisel koruyucuları işverenden talep etmemelerine neden olmakta, bazıları da verilen kişisel koruyucuları, kontroller dışında kullanmamaktadırlar.

Maden İşyerlerinde "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" işverenlerin ve çalışanların yükümlülüklerini belirlemekte olup, patlama ve yangın çıkmasını ve bunların olumsuz etkilerini önlemek üzere, patlayıcı ve sağlığa zararlı ortam havasının oluşmasını önlemek, yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek, patlama ve yangın başlangıçlarını tespit etmek, yayılmasını önlemek ve mücadele etmek için yapılan işe uygun tedbirler almak üzere işvereni zorunlu kılmaktadır (Andaç, 2014).

Ülkemizdeki madencilikle ilgili yasal düzenlemeler incelendiğinde, maden çıkarma işyerlerinde, işverenlerin ihmal, ilgisizlik ve önlem maliyetlerinden kaçınması, çalıştıran ve çalışanların bilgisiz ve eğitimsizliği, devletin denetim olanaklarının yetersizliği ve benzeri nedenlerle iş sağlığı ve güvenliğinde istenilen noktaya gelinememektedir.

Yerüstü madenciliğinin bilinen en eski madencilik faaliyeti olduğu bilinmektedir. Genel olarak yerin üstündeki veya ekonomik derinlikteki maden yataklarının çeşitli yöntem ve araçlarla kazılması, yüklenmesi ve taşınması için yapılan tüm çalışmalara açık işletmecilik denilmektedir. Maden yatağındaki kömür veya cevherin kazılmasından önce, maden yatağının üzerindeki örtü tabakaları ve aralarında bulunan kayaçlar da kazılıp yüklenerek en yakın ve en uygun bir yere taşınır. Açık işletmecilikte bu işleme örtü kazısı veya dekapaj denilmektedir (Konuk ve Göktan, 1999).

Yerüstü maden işletmelerinde, proje safhasında ilk olarak ele alınması gerekli konu, ortaya çıkacak şevlerin duyarlılığının sağlanması ile delme-patlatma yöntemiyle üretim yapılacaksa bu işlemlerin iş güvenliği açısından dikkatte alınmasıdır. Yerüstü maden işletmelerinde yaşanabilecek kazalar yapılacak mühendislik çalışmaları ile en aza indirilebilir. Bunun için üretime başlanmadan önce arazinin yapısıyla ilgili yapılacak detaylı araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Proje tamamlandıktan sonra her aşamada sürekli takip ve kontrol, olası kazaların oluşmasını engelleyecektir (İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2011).

Kaya şev duraylılığının incelenmesi, açık ocak madenleri ve karayolları gibi birçok mühendislik sürecinin tasarlanması için ve bu süreçler sonunda üretimin güvenli bir şekilde ilerlemesi için oldukça önemlidir. Tasarlanan şevin duraylılığı üretimin düzgün, güvenli bir şekilde ilerlemesini sağlamakla birlikte iş kazalarının oluşumunu da azaltmaktadır. Şevlerdeki yenilmeler genellikle süreksizlikler ve su problemlerinden kaynaklanmaktadır. Maden işletmesinde üretime başlamadan önce şevlerin süreksizliklerle olan geometrik ilişki incelenmeli ve yer altı su seviyesi belirlenmelidir (Koca, 1995; Bye ve Bell, 2001; Hack vd., 2003; Koca ve Kıncal, 2004; Kıncal ve Koca, 2009; Karaman, 2013).

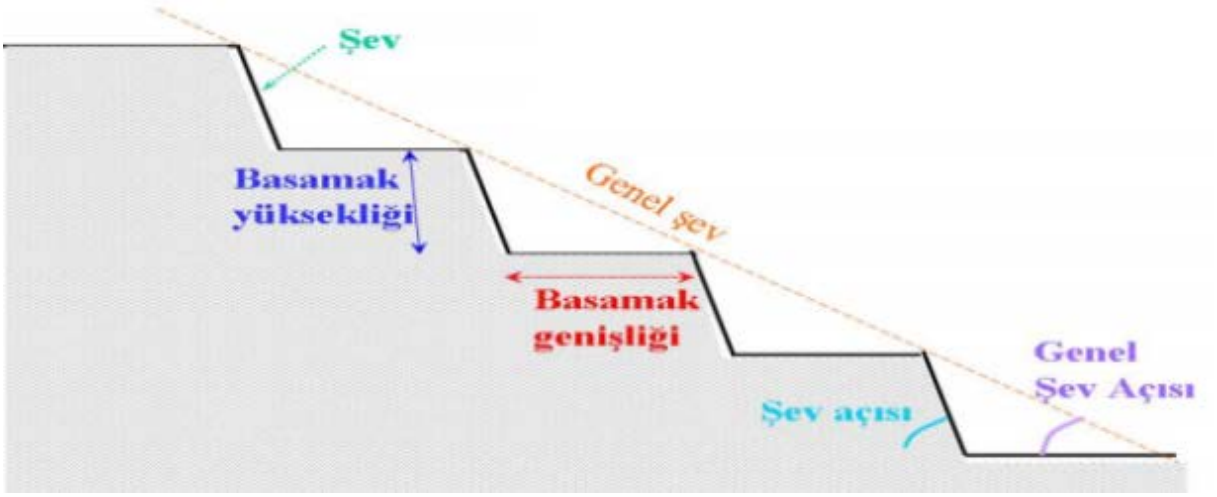
İş sağlığı ve güvenliği yönünden yerüstü işletmesi olarak faaliyet gösteren maden işyerlerinde yürütülen iş sağlığı ve güvenliği teftişlerinde, üzerinde önemle durulan konuların başında şev açısı, basamak yüksekliği ve genişliği gelmektedir. Yer üstü maden ocaklarında patlayıcı maddelerin kullanımı, taşınması, depolanması ve patlamayan maddelerin bertarafı iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ateşleyici belgesi olan kişiler tarafından uygun patlayıcılarla, düzgün patlatma sistemi ile yapılan işlemlerde herhangi bir sorunla karşılaşma olasılığı azaltılabilir (İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2011). Yerüstü işletmelerin büyük bir çoğunluğunda delme-patlatma yöntemiyle üretim yapılmakta olup, bu durumda iş kazalarının olma olasılığı yükseltmektedir. Bu bağlamda delme-patlatma işlemlerinin konun uzmanı ve işini bilen personel tarafından yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

2. YERÜSTÜ MADEN İŞLETMELERİNDE ŞEV DURAYARLILIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ

2.1. Şev Durayarlılığı ile İlgili Genel Bilgiler

Şev için genel anlamda bir tanım yapmak gerekirse bu tanım "doğal veya yapay oluşturulmuş bir zemin kitlesini sınırlayan eğik yüzey " olarak verilebilir. Eğik yüzey bir düzlem olabileceği gibi birbirlerini takip eden düzlemlerden de

oluşabilir. Bir şevin analiz edilmesi sırasında şeve ait bilinmesi parametreler Şekil 1'de (Şekercioğlu, 2007), şevden bir görünüm ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Şev Geometrisi Elemanları



Şekil 2. Yerüstü şevinden bir görünüm

Şev Açısı: Bir şevin yatayla yaptığı açıya 'Şev Açısı' veya 'Eğim Açısı' denilir. *Genel Şev Açısı:* Şev topuğundan şev tepesine çizilen hattın yatayla yaptığı açıdır. Şev profili içbükey ise şevin alt kısmının açısı genel şev açısı olarak alınır, ancak daha dik olan üst kısım için ayrı analiz yapılır. Şev profili dış bükey ise genel şev açısını, şev topuğundan şev tepesine uzanan hat belirler, ancak daha dik olan şevin alt kısmı için ayrı analiz yapılır.

Arazide yer alan kaya kütleleri sürekli ortamlar olmayıp eklem takımları ve tabakalaşma düzlemleri süreksizlikleri içermektedir. Şevin davranışını yapı içerisinde yer alan süreksizlikler kontrol edebilmektedir. Süreksizlik boyunca oluşacak gerilmeler sonucu şevlerde duraysızlık meydana gelebilir.

Basamakların boyutları, basamak şev açısı, genel şev açısı; kaya kütlesi ve zeminin içsel sürtünme açısı (Ø), kohezyon (c) ve makaslama dayanımına bağlıdır. Basamaklar tasarlanıp kalıcı şevler ve basamak genişlikleri belirlendikten sonra var olan jeolojik ve hidrojeolojik koşullar doğrultusunda şev stabilite analizlerinin yapılması gereklidir.

Şev açısı ve basamak yüksekliğini belirlemek için öncelikle arazideki malzeme özellikleri hakkında bilgi sahibi olmamız gereklidir. Kohezyon, içsel sürtünme açısı ve malzeme yoğunluğu laboratuvarlarda üç eksenli basınç deneyi veya arazide yapılacak deneyler sonucu tayin edilmelidir. Daha sonra bir diğer önemli parametre olan arazide bulunan yer altı sularının varlığıdır. Yer altı suları da arazideki çatlaklara nüfuz ederek şevlerde duraylılıkların bozulmasına sebebiyet vermektedir.

Bu verileri elde ettikten sonra denge sınırı yöntemi adı da verilen emniyet katsayısı belirleyerek hesaplamalar yapılan yöntemdir. Emniyet katsayısı, (F) kaymaya karşı koyan toplam kuvvetlerin, kaymayı teşvik eden toplam kuvvetlere oranı olarak ifade edilmektedir. Şev, yenilme noktasında olduğu zaman, karşı koyan ve teşvik eden kuvvetler eşittir ve emniyet katsayısı, F>1'dir. Şev duraylı olduğu zaman, karşı koyan kuvvetler teşvik eden kuvvetlerden daha büyüktür ve emniyet katsayısı birden büyüktür. Yapılan bilimsel çalışmalar ve pratik tecrübeler, uzun süreli duraylılık gerektirmeyen açık ocak şevlerinde emniyet katsayısının, 1,0-1,3 aralığında, uzun süre duraylılık gerektiren ve önemli yapılara ya da nakliye yollarına yakın kritik şevlerde emniyet katsayısının, minimum 1,5 olması gerektiğini göstermiştir.

Kayma tipine göre emniyet katsayısı hesaplamaları ve formülleri farklılıklar arz etmektedir. Hangi tür yenilmeyle karşılaşılabileceği ise arazideki

süreksizlikleri yapısı vb. parametlerle beraber stregrafik izdüşüm yöntemiyle bulunabilmektedir.

Açık işletmelerde oluşturulan şevlerin davranışına ilişkin yürütülen ayrıntılı çalışmalar duraylılığa şev geometrisi, jeolojik yapısal özellikler, yer altı suyu koşulları ve malzemenin özellikleri gibi faktörlerin etkilediğini ortaya koymuştur.

Güvenli şev tasarımı ya da güvenli şev açısının belirlenmesi mühendisliğin en karmaşık problemlerinden biridir. Problemi karmaşıklaştıran en önemli etken, şev duraylılığını belirlemekte kullanılan parametrelerin belirsizliğinden kaynaklanmaktadır. Analiz ya da tasarım parametrelerindeki belirsizliğin büyüklüğü, şevin kayma olasılığını belirleyen en önemli etken olduğundan, olasılık yöntemlerinin bu tip problemlere uygulanması ile belirsizliklerin analizlerde göz önüne alınması mümkün olabilmektedir (Düzgün vd., 1995).

2.2. Şev Duraylılığının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

Kazı, yol dolgusu, dolgu tipi baraj, pasa, atık yığını ve yerüstü madenciliğindeki şevlerinin ekonomik ve güvenli şekilde tasarımı ve iş güvenliği açısından güvenli olabilmesi için aşağıda belirtilen iki aşama esas alınarak şev duraylılığı analizleri yapılır. Bunlar;

Ön analizler: Kritik olabilecek jeolojik, hidrojeolojik, malzeme ve çevre koşullarının belirlenmesi ve ekonomik değerlendirme yapılması.

Ayrıntılı analizler: Şev duraysızlığının özelliklerinin, tekrarlanma sıklığının araştırılıp, tasarıma gidilmesi ve iyileştirme yöntemlerinin belirlenmesidir. İş güvenliği açısından ortaya çıkması muhtemel olan iş güvenliği risklerini ortadan kaldırmak amacıyla şev duraylılığı analizleri yapılmaktadır. Bu analizlerin başlıca amaçları şu şekildedir;

- Değişik koşullar altında farklı özellikteki şevlerin duraylılığının araştırılması,

- Şev yüksekliği ve şev açısı gibi şev tasarımı parametrelerinin tayini amacıyla şev ve malzeme parametrelerinin birbirine bağlı değişimlerinin incelenmesi,
- Kayma (duraysızlık) mekanizmasının belirlenmesi,
- Şevin yeniden tasarımlanması ve iyileştirici yöntemlerin belirlenmesi,
- Deprem, yoğun yapılaşma, trafik vb. gibi etkilerden kaynaklanan dış yüklerin şev duraylılığı üzerindeki etkilerinin araştırılması (Sarıdede, 2011).

İş güvenliği açısından ortaya çıkması muhtemel riskleri önlemek için gerçekleştirilen şev duraylılığı ile ilgili bir risk analiz çalışmasında aşağıda belirtilen aşamaların mutlaka takip edilmesi gerekmektedir. Bu aşamaların takip edilmemesi durumunda, yerüstü maden işletmelerinde iş kazaları ve riskli durumların ortaya çıkması muhtemeldir. Şevlerde ortaya çıkması olası riskleri önlemek için yapılması gereken çalışmalar şu şekildedir;

- Şev duraysızlığına neden olabilecek tetikleyici mekanizmaların incelenmesi,
- Şevi oluşturan katmanların jeomekanik parametrelerindeki belirsizliklerin deprem yükü etkisinin incelenmesi,
- Deprem yüklerini hesaplamaya dahil etmeden olasılığa dayalı statik şev duraysızlığının hesaplanması,
- Şev duraysızlığını tetikleyebilecek büyüklükteki bir deprem yükünün ortaya çıkma olasılığının hesaplanması,
- Muhtemel deprem yüklerini de hesaplamaya dahil ederek olasılığa dayalı şev duraysızlığı olasılığının belirlenmesi (Nadim, 2005),
- Olası bir şev kayması durumunda maruz kalınabilecek risklerin hesaplanması.

Yerüstü maden işletmelerinde şev duraylılığını sağlamak amacıyla çeşitli önlemlerin alınması ve bu önlemlerin eksiksiz bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Şev duraylılığını sağlama yöntemleri Çizelge 1'de ayrıntılı olarak verilmektedir.

Çizelge 1. Şev duraylılığını sağlama yöntemleri

Kazı	• Şev eğimini azaltmak • Yüksekliği düşürmek • Şev yüzeyini kademelendirmek
Dolgu	• Şev topuğuna destek yükü koymak
Su kontrolü	• Yüzey suyunu toplamak • Yüzeyi geçirimsiz yapmak,(kil kaplama, asfalt, püskürtme beton) • Zemin kütlesinin drenajını sağlamak(yatay-düşey, drenler, galeri kuyu v.b.)
Yapısal destek	• Dayanma yapıları (geçirimli duvar) • Donatılandırma (donatılı zemin, çivi) • Kazıklar (sondaj, betonarme silindir) • Ankraj (mekanik, kimyasal enjeksiyon)
Özel yöntemler	• Erken uyarı sistemi (hareket ölçer, radyo verici) • Ağaçlandırma, çimlendirme • Enjeksiyon (çimento, kireç) • Isısal yöntemler (dondurma, pişirme)

Yerüstü maden işletmelerinde şev duraylılığı nedeniyle ortaya çıkması muhtemel riskleri ortadan kaldırmak için, sahada çok dikkatli gözlem ve incelemeleri yapılmalı, şev duraylılığıyla ilgili tüm parametreler dikkatli bir şekilde incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Ayrıca saha gözlem ve incelemelerinin yanında, sahada ve laboratuar ortamında deneysel çalışmalar yapılmalı ve elde edilen sonuçlara bağlı olarak bilgisayar yardımıyla ve benimsenen yöntemler kullanılarak şev duraylılık analizleri yapılmalıdır. Bütün elde edilen sonuçlar kesinlikle yerüstü maden iletmelerinde uygulanmalıdır. Her çalışma öncesinde, çalışma mahallinden ve nakliyat yollarından daha üst seviyelerdeki şevlerde ve kazı yüzeylerinde toprak ve kaya düşmelerine karşı gerekli kontroller yapılmalıdır.

Yerüstü maden işletmelerinde şevlerin düzenli ve güvenilir olması olası kazaların önlenmesi noktasında önemli olurken (Şekil 3), düzenli ve güvenilir olmaması (Şekil 4) olası şev kaymalarına neden olmaktadır.



Şekil 3. Düzenli şevlerden görünüm



Şekil 4. Düzenli olmayan şevlerden görünüm

3. YERÜSTÜ MADEN İŞLETMELERİNDE DELME – PATLATMA İŞLERİ VE İŞ GÜVENLİĞİ

3.1. Delme – Patlatma İşleri ile İlgili Genel Bilgiler

Patlayıcı maddeler, kıvılcım, darbe, sürtünme veya diğer bir patlayıcı maddenin şok etkisiyle kimyevi değişikliğe uğrayan ve yüksek derecede sıcaklık, fazla miktarda gaz meydana getiren kimyevi madde veya bileşiklerdir. Tehlikeli maddeler olduklarından kullanım kriterlerinin standartlaştırılması yüksek öneme sahiptir.

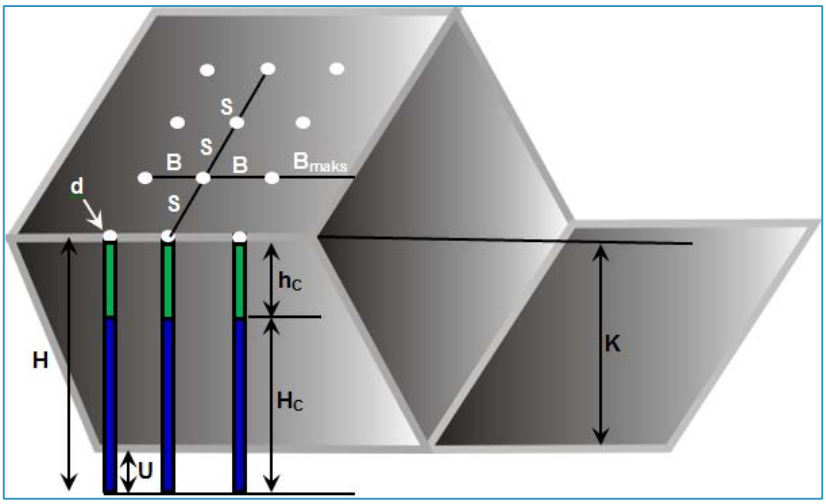
Patlayıcı maddenin meydana getirdiği kimyasal reaksiyon, alev alacak olursa ve ses hızının altında bir yayılma hızına sahipse buna deflagrasyon, bir sıkıştırma darbesi meydana getiriyor ve patlama hızı ses hızının üzerinde ise buna detonasyon denir. Parçalanma etkileri nedeniyle, patlayıcı maddeler madencilik kazı işlerinde çok önemli yere sahiptir. Kazı için patlayıcı maddeler ile yapılan ateşlemede, çıkarılması istenen malzeme doğal kaynağından

sökülerek yüklenebilecek duruma getirilir. Bunun için istenilen derinliğe kadar lağım atılır. İçerisine kapsül, ateşleme fitili veya kablo ile elektrik kaynağına bağlanan patlayıcı madde lokumu, lağım dip tarafına veya ortasına yerleştirilir. Lağımın geri kalan kısmı patlamada meydana gelen gazların dışarı kaçmasına engel olmak amacıyla uygun maddelerle sıkılanır. Gerekli güvenlik önlemleri alındıktan sonra ateşleme yapılır.

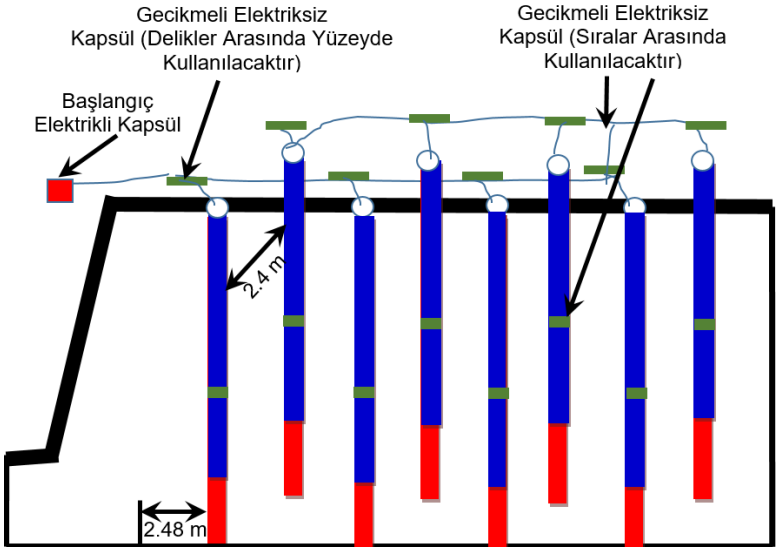
Patlayıcı maddelerin üretimi Ülkemizde ruhsata tabidir. Ruhsatsız üretim yasaktır ve üretimi halinde Ceza Kanunu Hükümlerine göre takibi yapılır. Yasağa rağmen madenciler maliyeti düşük ve kolay hazırlanabilen patlayıcı karışımları (Potasyum Klorat, Mazot ve Kükürt karışımı gibi), tehlikesini göz ardı ederek ve hazırlayıp kullanarak çeşitli iş kazalarına sebebiyet vermektedirler. Madencilikte patlayıcı madde emniyeti ile ilgili tedbirler satın alma safhasında başlar. Nakil, depolama, kullanma ve kulanım sonuna kadar aynı hassasiyette devam eder (İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2011).

Patlatma işlemini kontrollü bir şekilde yapabilmek ve bütün bunlarla birlikte de en yüksek verimi elde edebilmek öncelikli olarak patlatma işlemlerinde kullanılacak olan patlayıcı maddelere ait önemli özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bütün bunların yanı sıra, patlatma işleminin uygulanacağı sahada, kayaç patlatılabilirliğini etkileyen, kayaç ve formasyona ait olan özelliklerine tespit edilmesi gerekmektedir. Bütün bu veriler toplandıktan sonra patlatma tasarımına geçilmelidir. Patlatma tasarımında ise; patlatma tasarımı yapılacak basamağa en uygun, parametrelerin ayrı ayrı tespit edilmesi gereklidir.

Yerüstü maden işletmelerinde, delme-patlatma işlerinde tasarımında açılacak olan deliklerin aralıkları ve dilim kalınlıkları, delik derinlikleri özellikle kullanılacak olan malzemenin kullanım amacına bağlı olarak belirlenir. Yerüstü maden işletmelerinde, delme-patlatma hesaplamalarında kullanılan ana parametreler ise Şekil 5'de, delik düzeni ise Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 5. Yerüstü maden işletmelerinde patlatma tasarım parametreleri



Şekil 6. Yerüstü maden işletmelerinde uygulanan delik düzenine bir örnek

3.2. Delme – Patlatma İşlerinin Güvenlik Açısından Önemi ve İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

Günümüzde yerüstü maden işletmeciliğinin temelini oluşturan delme patlatma işlemlerinde maliyetten önce ilk olarak düşünülmesi gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemleridir. Çalışanların sağlığı ve iş yerinin emniyeti açısından patlatma işleminin ilk aşamasından son aşamasına kadar tüm işlemlerde gerekli riskler belirlenmeli ve tüm önlemler alınmalıdır.

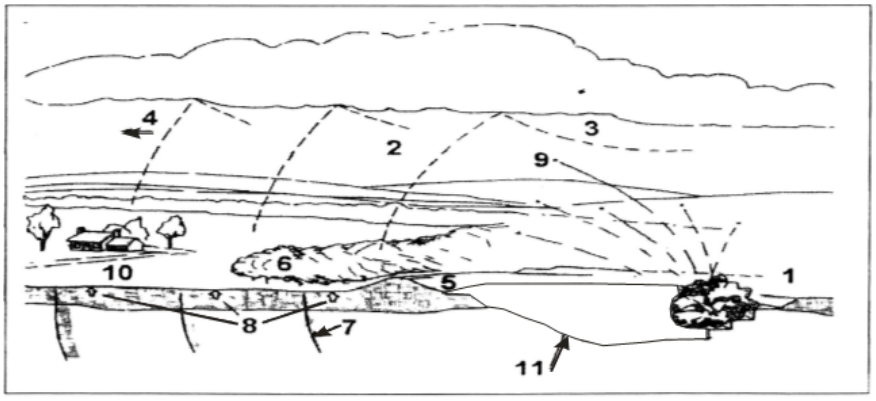
Patlatma madencilik sektörü başta olmak üzere inşaat, tünel, boru hattı ve yol çalışmaları gibi pek çok alanda aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Patlatma

işlemlerinin gürültü, hava şoku, titreşim ve toz oluşumu gibi çevresel etkileri olduğu gibi işletmelerde işyeri düzenini etkileyecek ve işçi sağlığını tehdit edecek etkileri de bulunmaktadır. Bu etkileri en aza indirmek için patlatma işlemi aşamalarının her birinde ayrı ayrı alınması gereken pek çok önlem vardır (Kahraman ve Kılıç, 2016).

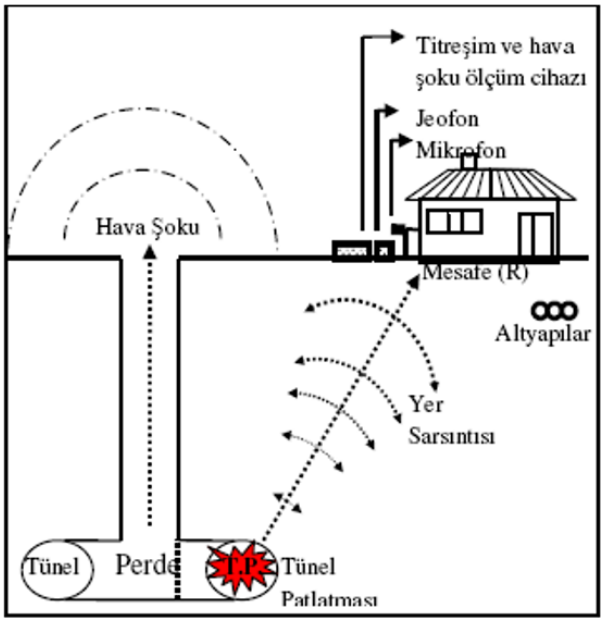
Patlayıcı maddelerin kaya kütlelerini kırma amacı ile kullanımlarında çevreye verebilecekleri başlıca dört değişik olumsuzluk bulunmaktadır. Kaya yapılarını kırma amacı ile kullanılan patlayıcı maddelerin çevreye verebilecekleri başlıca dört değişik olumsuzluk bulunmaktadır. Bunlar;

- Kaya Fırlaması,
- Hava Şoku,
- Toz Emisyonu,
- Yer Sarsıntısı.

Patlatma sonucunda birtakım kişisel tepkiler meydana gelmektedir. Bu tepkiler bazen haklı olurken bazen de haksız tepkiler meydana çıkmaktadır. Bu nedenle patlatma soncunda ortaya çıkan etkilerin bilimsel olarak gerçekleştirilecek olan hava şoku ve titreşim ölçümleri ile bulunmasında yarar vardır. İş güvenliği açısından yerüstü ve yeraltı patlatmalarının çevresel etki alanları bulunmakta olup, bunlar, Şekil 7 ve 8'de, verilmiştir.



Şekil 7. Açık işletme patlatmaları sonucunda ortaya çıkabilecek çevresel etki alanları (*1. Atım yeri, 2. Hava şoku, 3. Yön değiştiren hava şoku, 4. Hava akımı yönü, 5. Toprak bariyer, 6. Yeşil kuşak bariyer, 7. Sismik dalga yayılması, 8.Titreşim ölçümü, 9. Taş savrulması, 10. Yerleşim ve 11. Patlatma alanı önündeki çukurluk)*



Şekil 8. Yeraltı patlatmaları sonucunda ortaya çıkabilecek çevresel etki alanları

Güvenlik tedbirleri alınmadan yapılan çalışmalarda patlayıcı madde kullanımından dolayı olan kazalanmalarda; ateşleme kurallarına uyulmaması, lağımın uygun derinlikte delinmemesi, yeterli sıkılama yapılmaması, uygun yerden ve uzaklıktan ateşleme yapılmaması, ateşleme kaynaklarının periyodik kontrollerinin yapılmaması, patlayıcı madde ve kapsüllerdeki hatalar, yetkisiz kişilerin kullanması ve patlayıcı madde imal edilerek kullanılması ana nedenlerdir (İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2011).

Yer üstü maden ocaklarında patlayıcı maddelerin kullanımı, taşınması, depolanması ve patlamayan maddelerin bertarafı iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ateşleyici belgesi olan kişiler tarafından uygun patlayıcılarla, düzgün patlatma sistemi ile yapılan işlemlerde herhangi bir sorunla karşılaşma olasılığı azaltılabilir.

Patlatmalarda en küçük ihmal veya hataların sonuçları dahi büyük felaketlere neden olabilmektedir. Bu güne kadar dünyada yaşanan patlatma kaynaklı kazalar çoğunlukla küçük ihmallerden olmuştur. Bu küçük hata veya ihmallerden oluşan kazaların sonucu maalesef büyük kayıplara neden olmaktadır. Patlatmalarda uygulamaları doğru yapmak, kurallara uymak

patlayıcı kazalarını önlemekte sigorta rolü oynar ve tehlikeli olmaktan çıkarır (ORİCA, 2010).

Patlayıcı maddeler ve patlatma (atım) işleriyle ilgili ülkemizde yasal yükümlülükler mevcuttur. Bu yükümlülükler (Kılıç, 2014);

- Patlayıcı maddelerle ilgili yasal durum 87/12028 karar sayılı tüzük; Patlayıcı maddelerle av malzemesi vb. üretimi, ithali, taşınması, saklanması, depolanması, satışı, kullanılması, yok edilmesi ve denetlenmesi usul ve esaslarını belirler,
- 84/8428 karar sayılı tüzükle ise; Maden ve taş ocakları işletmelerinde ve tünel yapımında alınacak işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerine ilişkin tüzük. Bu tüzüğün 14-41. maddeleri patlayıcılarla ilgilidir.

Patlatma işleminin güvenli bir şekilde yapılabilmesi öncelikle uygun delik delinmesi ile mümkündür. Delme işlerinin planlanması ve yapılması aşamalarında aşağıda belirtilen önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Patlatmaya yönelik delik delmeye başlamadan önce delme alanları delici makineler için uygun hale getirilmelidir,
- Eğimli bölgelerde delme yapılacaksa ve öncelikle eğimin makinedeki katalog değerlerine bakılmalıdır. Eğim makine için tehlikeli ise gerekli önlemler alınmalıdır,
- Delici makinelerin toz emisyonu kontrol altında olmalıdır,
- Delici makineler birbirlerini olumsuz etkilemeyecek uzaklıkta olması gerekmektedir,
- Delici makinelerin tamir ve bakımı yapılmış olmalıdır,
- Delme takımları; rod bit ve manşon gibi elemanların düşme ve devrilmelerine karşı önlemler alınmış olmalıdır,
- Basamak dibinde delik delinmesi gerekiyor ise bu bölgelerde çalışırken yukarıdan taş düşmesine karşı önlem alınmalıdır,

Tüm delme patlatma işlemleri ilgili kanun hükmüne uygun olarak ve gerekli tüm önlemler alınarak yapılmalıdır. Patlatma işlemleri sırasında en fazla riskler (İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2011);

- Patlamayan ve yığında delme veya hafriyat çıkarma sırasında artık patlayıcıların ateşlenmesi,
- Kalmış duvar ve duvar ayak parçalarının giderilmesi,
- Taş uçması,
- Ateş, kıvılcım sıçraması ve 75^0C üzerinde ısınma sonucu patlayıcıların istenmeden ateşlenmesi,
- Zehirli patlayıcı dumanlar nedeniyle sağlık tehlikesi,
- Hatlardan, elektrostatikten, kıvılcımlardan elektrik enerjisinin etki etmesi olarak sıralanabilir.

Yerüstü maden işletmelerine, gerek üretim gerekse planlama aşamasında delme ve patlatma oldukça sık kullanılmaktadır. Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliği açısından bu kadar sık kullanılan bir yöntemin kazalara ve ölümlere yol açmaması için çok dikkatli olunması bir zorunluluktur. Patlayıcı madde temini, ilk depolanmasından başlayıp patlatma sonrasına kadar geçen süre içinde iş sağlığı ve güvenliği için önemli yaptırımlar ve uyulması gereken kurallar bulunmakla birlikte bu kurallara uyulması gerekmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde maalesef iş sağlığı ve güvenliği kültürü yok denecek kadar azdır. Bunun sosyal ve kültürel sebeplerinin irdelenmesi bir başka çalışmanın konusu olmalıdır. Ancak iş sağlığı ve güvenliği kültüründeki eksikliklerin temelinde, bireylerin doğrudan temel yaşam sağlığı ve güvenliği algısının doğru şekilde oluşmamış olması büyük bir etken teşkil etmektedir. Burada, insan hayatına verilen değerin, diğer birçok mala verilen değerden daha az olması ve bu bilincin maalesef toplumsal belleğimizde aldığı derin yerin incelenmesi, ayrıca bir başka araştırma konusu olabilir.

Maden kazalarının özellikle sebeplerine eğilerek irdelenmesi, dünyada maden kazalarını önlemek adına kullanılan benzer temel çözüm yaklaşımlarının araştırılması ve modern önlemlerin hayata geçirilmesi mevcut şartların iyileştirilmesinde atılması gereken temel adımlardır.

Yerüstü maden işletmelerinde yaşanabilecek kazalar yapılacak mühendislik çalışmaları ile en aza indirilebilir. Bunun için üretime başlanmadan önce arazinin yapısı ile ilgili yapılacak detaylı araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Proje tamamlandıktan sonra her aşamada sürekli takip ve kontrol, olası kazaların oluşmasını engelleyecektir.

Yerüstü işletmelerinde, proje safhasında ilk olarak ele alınması gerekli konu olan, ortaya çıkacak şevlerin duyarlılığının sağlanması ile delme-patlatma yöntemiyle üretim yapılacaksa bu işlemlerin iş güvenliği açısından dikkatte alınmasıdır.

İş güvenliği açısından, şev duraylılığının incelenmesinin amacı, yerüstü maden işletmelerinde, birçok mühendislik sürecinin tasarlanması için ve bu süreçler sonunda üretimin güvenli bir şekilde ilerlemesi için oldukça önemlidir. Tasarlanan şevin duraylılığı üretimin düzgün, güvenli bir şekilde ilerlemesini sağlamakla birlikte iş kazalarının oluşumunu da azaltmaktadır.

Patlatma işlerinde iş sağlığı ve güvenliği işlemlerinin yerine getirilmesinden ve işletmenin teknik esaslar çerçevesinde çalıştırılmasından sorumlu personelin bu sorumluluğu taşıyabilmesi için, bilgili ve aynı zamanda da tecrübeye sahip olması gereklidir.

Tüm patlayıcı maddeler tehlikelidir ve bu yüzden ilgili mevzuat hükümlerine göre taşınmalı, depolanmalı ve kullanılmalıdır. Aksi halde kazalar kaçınılmaz olur. Kazaları önlemek ve iş yerinin güvenliğini sağlamak amacıyla patlatmanın tüm aşamalarında uyulması gereken önlemlere değinilmiştir.

Yerüstü maden işletmelerinde kazı faaliyetlerinin hızlı ve ekonomik bir şekilde ilerlemesi ancak patlatma ile mümkündür. İş güvenliği ve kazaların önlenmesi noktasında ise, delme patlatma işlemlerinin kontrollü ve güvenli bir

şekilde yapılması gerekmektedir. Bu da ancak, iş güvenliği kurallarına uyulması ile sağlanabilecektir. Bununla beraber, ülkemizdeki ilgili mevzuata uymak ve mevzuatın yanı sıra kullanılan patlayıcı maddelerin kullanım koşullarını yerine getirmek de gereklidir.

KAYNAKLAR

Konuk, A., Göktan, M. Açık İşletme Madenciliği Ders Kitabı, 2.basım, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,1999

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Yer altı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, Yayın No: 43,Ankara:2011,s.108-109)

Şekercioğlu, E. Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2007

Koca, M.Y., 1995. Slope stability assessment of the abandoned Andesite quarries in and around the Izmir city centre. Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Science, Izmir, PhD thesis, 430 p (yayımlanmamış).

Koca, M.Y., Kıncal, C., 2004. Abandoned stone quarries in and around the Izmir city centre and their geo-environmental impacts – Turkey. Engineering Geology, 75, 49–67.

Bye, A.R., Bell, F.G., 2001. Stability assessment and slope design at Sandsloot open pit, South Africa. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 38, 449–466

Kıncal, C., Koca, M.Y., 2009. A proposed method for drawing the great circle representing dip angle and strike changes. Environmental and Engineering Geoscience, 15, 145–165.

Hack, R., Price, D., Rengers, N., 2003. A new approach to rock slope stability–a probability classification (SSPC). Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 62, 167–184.

Karaman, K. (2013). Kaya Şev Duraylılığının Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi (Ünye, Ordu). *Geological Engineering Journal/Jeoloji Mühendisligi Dergisi*, *37*(1).

Sarıdede, M. Pozantı otoyolu Kemerhisar-Eminlik Kesiminde (km:312+000- 327+000) Açılan Şevlerin Duraylılık Değerlendirmesi,Yüksek Lisans Tezi,Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Haziran 2011.

Düzgün, H.S.B., Yucemen M.S. and Pasamehmetoglu, A.G., 1995. "Plane Failure Analysis of Rock Slopes: A Reliability Approach", International Journal of Surface Mining and Reclamation, Vol. 9, pp. 1-6.).

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri ve Zorunlu Sendikalaşma, Prof. Dr. Faruk Andaç, 2014 (Çağ University, Turkey), SESSION 3D: Hukuk II), (601-605).

Nadim F, Einstein H, Roberds W., 2005. "Probabilistic stability analysis for individual slopes in soil and rock". In: Proceedings of international conference on landslide risk management, pp 63–98.

ORICA, 2010, Kaya Patlatma Tekniği, Ankara, 144s.

Kahraman E., Kiliç A.M., "Madenlerde Delme Patlatma İşlemlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri", 1. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi (IMSEC 2016), ADANA, TÜRKIYE, 26-28 Ekim 2016, pp.2968-3080

Kılıç, A.M., 2012, Patlatma Teknolojisi Ders Notu, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Adana, 251 s. (Yayınlanmamış)

KIŞLAKÖY AÇIK İŞLETMESİ DOĞU ŞEVİNİN PROBABİLİSTİK DURAYLILIK ANALİZİ

PROBABILISTIC STABILITY ANALYSIS OF THE EASTERN SLOPE OF THE KIŞLAKÖY OPEN PIT MINE

E. Pınarcı, H. Çetin
Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Türkiye'nin en önemli linyit rezervlerinin yer aldığı Afşin-Elbistan havzasında bulunan Kışlaköy Açık İşletmesi 2014 yılı verilerine göre ülkenin linyit ihtiyacının %23,07'lik kısmını karşılamaktadır. Bu üretimin devamlılığı ve iş kazalarının engellenebilmesi için şevlerin duraylılığı büyük önem arz etmektedir. Kışlaköy Açık İşletmesinde Doğu ve Batı şevleri kalıcı şevler olarak tasarlanmıştır. Ocakta yer alan jeolojik birimler yatayda ve düşeyde oldukça değişkendir. Özellikle Doğu Şevinin havza sınırında yer alması nedeniyle bu şevdeki birimlerde oldukça fazla tektonik deformasyonlar gözlenmekte ve şevin jeolojisini karmaşık bir hale getirmektedir. Geçmişte ocakta yapılan duraylılık analizleri deterministik açıdan yaklaşan çalışmalar olup sadece güvenlik katsayısını belirlemeyi hedeflemiştir. Deterministik yaklaşımlar birimlerin jeoteknik parametrelerindeki belirsizlikleri dikkate almamaktadır. Kışlaköy Açık İşletmesi gibi birimlerin çok değişken olduğu şev duraylılığı analizlerinde bu belirsizlikleri en aza indirmek için mutlaka probabilistik analizlerin de göz önüne alınması gereklidir. Ocakta daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılan deterministik analizlerde kullanılan jeoteknik parametreler değerlendirilmiş ve bu çalışmada elde edilen parametreler de eklenerek doğu şevi için farklı senaryolara göre probabilistik analizler yapılmıştır. Probabilistik analizler sonucunda şevin deterministik güvenlik katsayısı, yenilme olasılığı (Probability of Failure-PF) ve güvenilirlik indeksi (Reliability Index-RI) tespit edilmiştir. Sonuç olarak farklı genel şev açısı tasarımları için yenilme olasılıkları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şev Duraylılığı, Probabilistik Analiz, Güvenlik Katsayısı, Açık İşletme.

ABSTRACT: *The Kışlaköy Open-Pit Mine in the Afşin-Elbistan basin hosting the most important lignite reserves of Turkey supplies 23,07 % of the lignite needs of the country. The stability of the slopes in the pit is, therefore, crucial for both uninterrupted production and work accident prevention. The east and west slopes in the Kışlaköy Open-Pit Mine have been designed as permanent*

slopes. Geologic units in the mine vary considerably in the vertical and horizontal dimensions. Being located along the basin edge has resulted in many tectonic deformations in the units of the east slope making its geology complicated. Previous stability analyses in the mine were deterministic studies aiming only to determine the factor of safety. These studies do not take into consideration the uncertainties of the geotechnical parameters. In order to minimize the uncertainties in the stability analysis of mines like the Kışlaköy Open-Pit Mine where the units are varying, probabilistic analysis should be taken into consideration. In this study, geotechnical parameters used in the previous deterministic studies have been evaluated and probabilistic analysis for different scenarios for the east slope were performed using additional parameters obtained. After the probabilistic analysis the deterministic factor of safety of the slope, Probability of Failure (PF) and Reliability Index (RI) have been determined. Finally, probabilities of failure for the different general slope angle designs were detected.

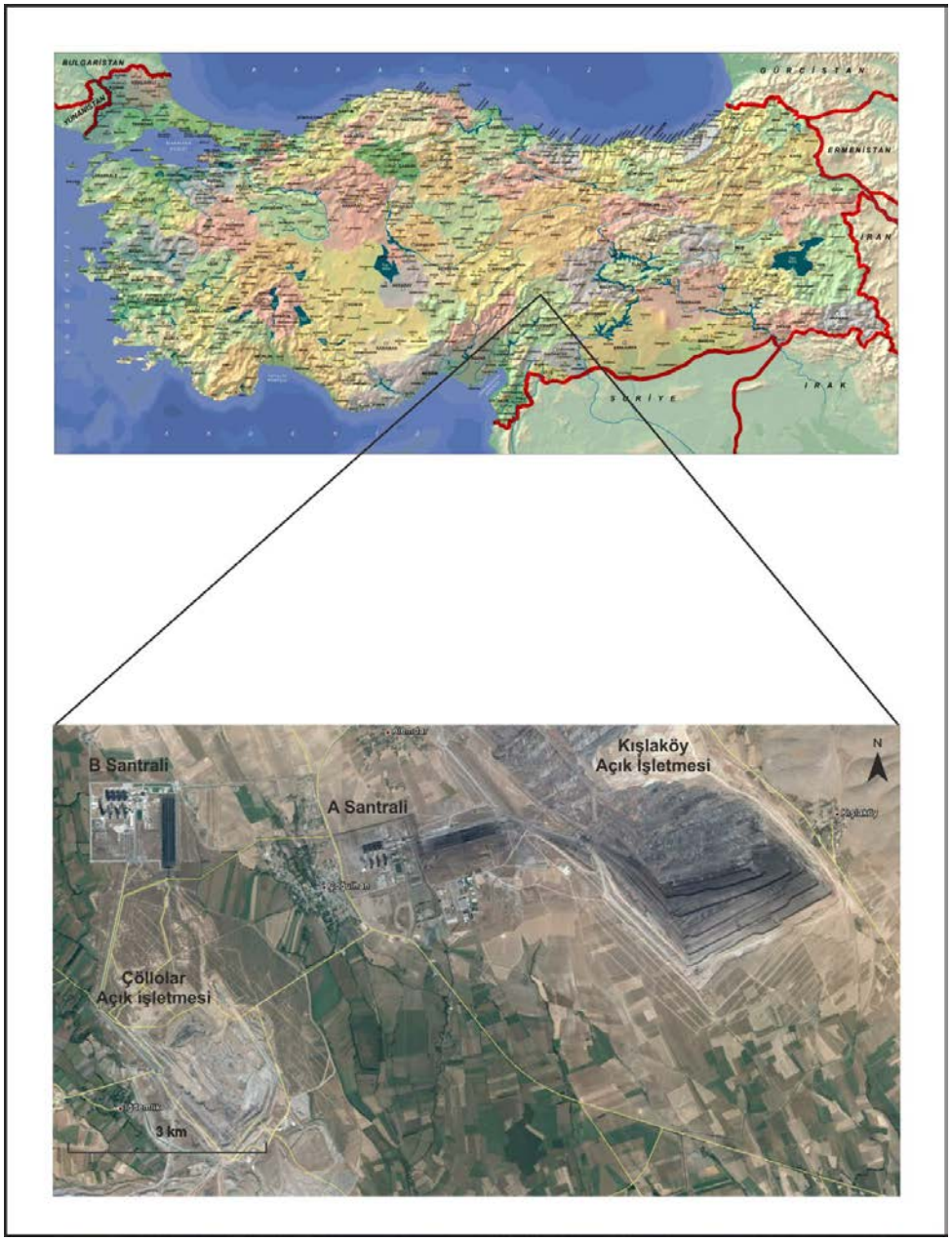
Keywords: *Slope Stability, Probabilistic Analysis, Factor of Safety, Open Pit Mine.*

1. GİRİŞ

1.1. Çalışma Alanı

Kışlaköy Açık Ocak İşletmesi, Kahramanmaraş ilinin Afşin-Elbistan ilçeleri sınırları içerisinde, Afşin ilçesinin kuzeydoğusunda ilçe merkezine 15 km uzaklıkta 1/25000 ölçekli Afşin L38-a4 paftasında yer almaktadır. Kışlaköy Açık Ocak İşletmesi, Afşin Elbistan A ve B Termik Santrali linyit gereksinimini karşılayan dünyanın dördüncü, ülkemizin ise en büyük açık işletmesi olma özelliğini taşımaktadır (Şekil 1).

Afşin-Elbistan havzasında 1981 yılından itibaren faaliyette bulunan Kışlaköy Açık İşletmesi 578 milyon ton linyit rezervi ile ülkemizin en büyük açık maden işletmeleri arasındadır. 2011 yılında havzadaki Çöllolar Linyit ocağında meydana gelen heyelanlar neticesinde faaliyetinin durması sonucu iki termik santralin kömür ihtiyacını karşılayan tek ocak konumuna gelmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Afşin-Elbistan havzası, Doğu Torosların iç kesiminde etrafı dağlar ile çevrili tektonik bir çöküntü havzasıdır. Havza dolgusu linyit içeren Pliyo-Kuvaterner göl-akarsu çökellerinden oluşur. Havzanın üzerinde geliştiği temel kayaları, birbiriyle tektonik ilişkili Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metakarbonat, metakırıntılılar ve Üst Kretase ofiyolitik kayaları ile bunları kesen granitoyidler oluşturup, tüm bu kaya birimleri çok az alanda gözlenen erken Tersiyer yaşlı birimler tarafından açısal uyumsuzlukla üzerlenir. Afşin- Elbistan havzası

stratigrafik, sedimantolojik ve yapısal özelliklerine göre farklı iki ayrı evrede tektonik gelişim göstermektedir (Yusufoğlu vd., 2005).

Kışlaköy Açık İşletmesindeki Neojen birimleri alttan üste doğru; kırmızı kahve renkli killi–kumlu–çakıllı birim, turkuvaz renkli taban kili, linyit horizonu, gri gidya, bej gidya ve gölsel kireçtaşlarıdır. Kuvaterner yaşlı birimler çalışma sahasının batısında akarsu çökelleri, doğusunda ise çoğunlukla yamaç molozu olarak temsil edilmektedir.

Kışlaköy Açık İşletmesinde Doğu ve Batı şevleri kalıcı şevler olarak tasarlanmıştır. İşletmenin Doğu Şevi Afşin-Elbistan havzasının sınırını oluşturmaktadır. Bu nedenle bu şevdeki birimlerde oldukça fazla tektonik deformasyona uğramıştır. Bu şevde yer alan birimler hem kendi içerisinde hem de yatay ve düşeyde oldukça değişken olup oldukça içerisinde çok sayıda fay yer almaktadır (Şekil 2).

Şev duraylılığı açısından ocakta yapılan susuzlaştırma faaliyetleri ve birimlerin yapısal ve jeomekanik özelliklerinin doğru bir şekilde elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Kışlaköy ocağında şev duraysızlıkları zaman zaman önemli işletme problemlerine yol açmıştır. Yaşanan bu tür duraysızlıklar işletmenin ekonomik kaybına yol açtığı gibi aynı zamanda can ve mal kayıplarına da sebep olabilmektedir.



Şekil 2. Doğu şevindeki fayların görünümü

1.3. Çalışmanın Amacı

Ocakta daha önce çok sayıda duraylılık analizi gerçekleştirilmiştir ve bu analizlerin tümü şevlerin duraylılığını deterministik açıdan inceleyen analizlerdir. Deterministik analizler bir şeve ait koşullar bilindiği veya varsayıldığı zaman bir şevin duraylı veya duraysız olduğunu belirten yöntemlerdir. Malzeme davranışını belirleyen fiziksel özellikler ve dayanım parametrelerinin yaklaşık değerleri seçilir ve şevin duraylılık derecesi veya emniyet katsayısı belirlenir. Deterministik yöntemlerde malzemenin özelliklerinin (kohezyon, içsel sürtünme açısı, birim hacim ağırlık vb.) ve şevdeki diğer koşulların (sismik etki, yer altı suyu vb.) değişkenliği dikkate alınmaz.

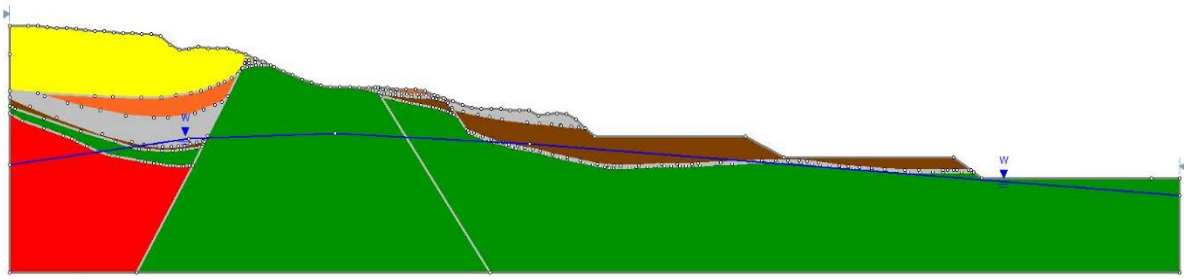
Probabilistik yöntemler ise belli şartlar altında şev yenilme olasılığını inceler. Analizlerde rastgele değişkenler olarak göz önüne alınan farklı değerlerin dağılım fonksiyonları bilinmelidir. Güvenlik katsayısı tekrarlı süreçleri kullanarak bu fonksiyonlardan hesaplanır. Olasılık yoğunluk fonksiyonları ve emniyet katsayısının olasılık dağılımı oluşturulabilir ve emniyet katsayısının özel bir oluşma olasılığı için şev duraylılık eğrileri elde edilebilir (De Vallejo ve Ferrer, 2002). Probabilistik analizlerin amacı malzeme özelliklerindeki belirsizliklerin şev duraylılığı analizlerine dahil edilmesidir. Bu amaçla çok sayıda veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada doğu şevinde oluşturulan bir kesit üzerinde (A-A') farklı genel şev açısı tasarımları için probabilistik duraylılık analizlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Kışlaköy Açık İşletmesi doğu şevinde daha önce yapılan sondaj logları kullanılarak ve sahada ayrıntılı bir jeoloji çalışması yapılarak A-A' olarak adlandırılan bir jeolojik kesit çıkartılmıştır (Şekil 3). Daha sonra kesit güzergahı boyunca belirlenen lokasyonlardan her birim için ayrı ayrı zemin mekaniği

deneylerinde kullanılmak üzere örselenmemiş ve örselenmiş numuneler alınmıştır. Numuneler üzerinde drenajlı direk kesme deneyleri yapılmış ve birimlerin kayma dayanımı parametreleri belirlenmiştir.



Şekil 3. A-A' kesiti

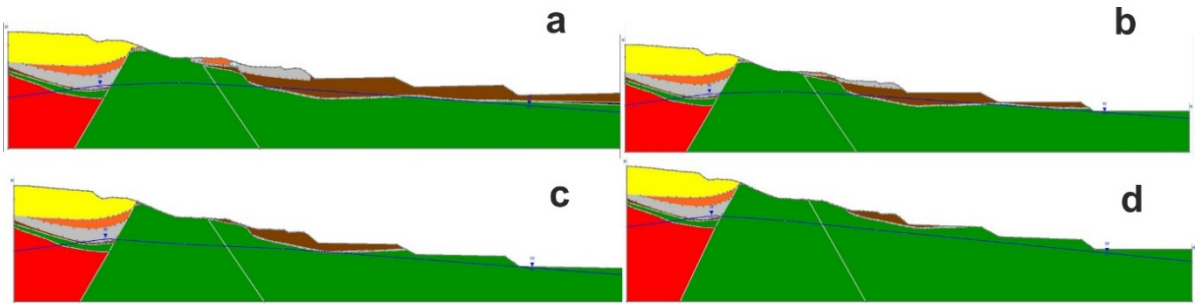
Probabilistik analizlerde kullanılmak üzere Kışlaköy Açık İşletmesinde daha önce yapılan jeoteknik çalışmalarda elde edilen parametreler de analizlere dahil edilmek üzere incelenmiştir (Koçak, 1985; Kılıç, 1996; Ural ve Yüksel, 2004; Akbulut vd., 2007; Akbulut vd., 2008; Akbulut vd., 2009; RWE, 2009; Nasuf vd., 2011; Tutluoğlu vd., 2011). Elde edilen parametrelerin olasılık yoğunluk dağılımları şevin yenilme olasılığını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Parametreleri en iyi temsil eden olasılık yoğunluk fonksiyonunun doğru tespiti önem taşımaktadır. Bu çalışmalarda elde edilen parametreler rastgele değişkenler olarak ele alınıp EasyFit yazılımıyla olasılık yoğunluk fonksiyonları belirlenmiştir (Pınarcı vd., 2017).

Elde edilen parametreler ve olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılarak Limit Denge yaklaşımını kullanan Slide 6.0 yazılımında A-A' kesitinin deterministik ve farklı genel şev açılarına göre probabilistik duraylılığı incelenmiştir. Deterministik yaklaşımla şev duraylılığı incelenirken dairesel limit denge analizlerinde tüm denge koşullarını (yatay yönde kuvvet dengesi, düşey yönde kuvvet dengesi ve moment dengesi) sağlayan Spencer yöntemi kullanılmıştır (Spencer, 1967). Düzlemsel analizlerde ise Janbu (1973) tarafından dairesel olmayan kayma düzlemleri için geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Probabilistik analizlerde rastgele değişkenlerden örnekleme

yapılırken Monte-Carlo simülasyonu kullanılmış ve yazılım 2000 örnekleme yapılacak şekilde ayarlanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Limit denge yöntemleri kullanılarak probabilistik analizler gerçekleştirilirken 4 farklı genel şev açısı tasarımı kullanılmıştır. Genel şev açısının 6°, 7°, 8° ve 9° olması durumunda şevin deterministik güvenlik katsayısı ve yenilme olasılığı incelenmiştir (Şekil 4).



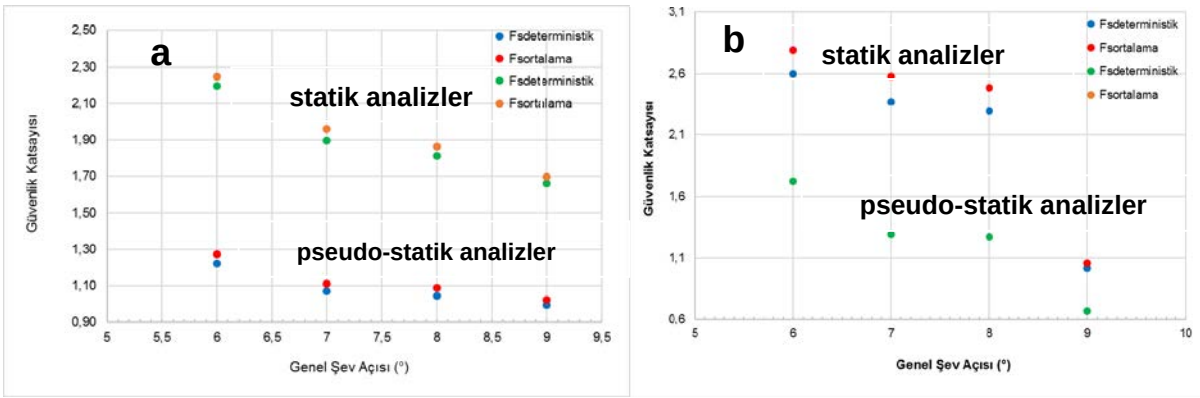
Şekil 4. A-A' kesitinin farklı açılardaki durumu a) 6°, b) 7°, c) 8°, d) 9°

Probabilistik analizler yapılırken öncelikle deterministik güvenlik katsayısının belirlenmesi gerekmektedir. En düşük güvenlik katsayısını veren (global minimum) kayma düzlemi belirlenip bu düzlem üzerinde probabilistik analizler gerçekleştirilmektedir.

Deterministik yaklaşıma göre güvenlik katsayıları incelendiğinde depremsiz koşullarda genel şev açısı 9° dahi olsa hem dairesel hem de düzlemsel kayma yüzeyleri için herhangi bir kayma olasılığı görülmemektedir. Ancak bu durumun sahanın sismik aktivitesi dikkate alındığında gerçekçi bir yaklaşım olmadığı düşünülmektedir. Kışlaköy Açık İşletmesi çevresinde birçok aktif fay (Sürgü Fayı, Beyyurdu Fayı, Çardak Fayı vb.) bulunmaktadır (Emre vd., 2012). Bu durum ocakta yapılacak bütün duraylılık analizlerinin deprem etkisini de göz önüne alacak şekilde gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Depremli koşullarda doğu şevinde meydana gelecek yatay deprem ivmesi kesin olarak bilinemeyeceğinden duraylılık analizlerine bu parametre de rastgele değişken

olarak eklenmiştir. Depremli koşullarda ortalama sismik katsayı 0,11±0,03 olarak belirlenmiştir ve buna göre analizler (pseudo-statik) gerçekleştirilmiştir. Dairesel kayma düzlemi oluşacağı varsayıldığında depremli durumda deterministik analiz sonucu güvenlik katsayısının (Gs) 1 olarak kabul edildiği durumda genel şev açısı 9° olarak tespit edilmiştir. Bu genel şev açısından daha yüksek değerlerde Gs'nin 1'in altına düşeceği görülmektedir. Eğer depremli koşullarda duraylılığın 1,1 Gs ile sağlanacağı düşünülürse maksimum genel şev açısının 8° olması gerektiği görülmektedir.

Düzlemsel kayma yüzeyi oluşacağı varsayıldığında deterministik analizlerde Gs 6°, 7° ve 8° genel şev açıları için depremli koşullarda dahi herhangi bir tehlike oluşturmayacak düzeyde kalmıştır (Gs>1). Genel şev açısı 9°'ye çıkartıldığında şevin geometrisi önemli ölçüde değiştiğinden siyah kil birimi kritik bir duruma gelmiş ve bu birimin içerisinden geçen kayma düzleminin güvenlik katsayısı 0,67 olarak elde edilmiştir (Şekil 5). Düzlemsel analizlerde duraylılığın sağlanması için Gs=1 kabul edilirse maksimum genel şev açısının 8,4°, Gs=1,1 güvenli kabul edilirse maksimum genel şev açısının 8,1° olması gerektiği tespit edilmiştir.



Şekil 5. Şev açısı-güvenlik katsayısı ilişkisi a) dairesel, b) düzlemsel

3.1. Probabilistik Analizler

Şev duraylılığı analizlerinde kullanılan kayma dayanımı parametreleri doğası gereği (bilgi yetersizliği, zemin parametreleri ve saha stratigrafisi vb.) birtakım

belirsizlikler içermektedir. Özellikle jeolojik açıdan karmaşık birimlerin yer aldığı şevlerde duraylılık analizleri yapılırken bu parametrelerdeki değişkenliğin de hesaba katılması gerekmektedir. Duraylılık analizlerinde sıklıkla kullanılan deterministik analizler bu değişkenliğin hesaba katılmasına imkân sağlamazken probabilistik analizler bu değişkenliği de hesaba katarak şevin yenilme olasılığı hakkında fikir verir. Deterministik analizlerde parametrelerin tek bir değere sahip olduğu varsayılmaktadır ancak probabilistik analizlerde olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF) ile tanımlanan bir dizi değere sahip olmaktadır. Malzeme özelliklerine dair belirsizlikler çok fazla miktarda veriye ihtiyaç duyulması anlamına geldiği için probabilistik yöntemlerin kullanımı daha zordur.

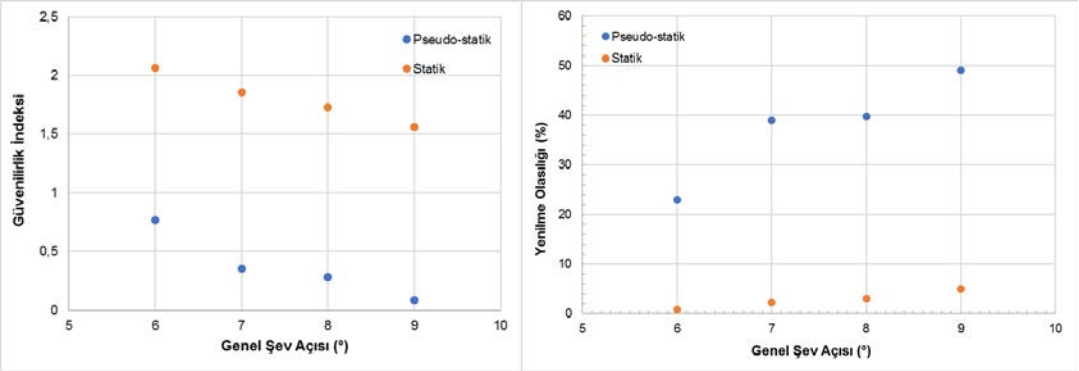
Bu çalışmada probabilistik analizler dairesel ve düzlemsel kayma yüzeyleri için ayrı ayrı yapılarak şevin yenilme olasılığı değerlendirilmiştir.

3.1.1. Dairesel yenilme yüzeyi

Probabilistik analizlerde şevin yenilmesi yenilme olasılığı ve güvenilirlik indeksi ile tanımlanmaktadır. Bu nedenle gerçekleştirilen probabilistik duraylılık analizlerinde farklı genel şev açıları için farklı yenilme olasılığı (PF) değerleri ve güvenilirlik indeksi (RI) değerleri belirlenmiştir.

Kayma düzleminin dairesel olacağı varsayılarak yapılan probabilistik analizlerde şevin duraylılığı hem depremli hem depremsiz koşullar için değerlendirilmiştir. Depremsiz koşullarda Şekil 5'te görüldüğü gibi farklı genel şev açılarında hem yenilme olasılığı hem güvenilirlik indeksi açısından bir tehlike olmayacağı belirlenmiştir.

Depremli koşullarda ise şevin mevcut genel şev açısı (7°) açık işletmeler için kabul edilebilir yenilme olasılığı sınırları içerisinde kaldığı görülmüştür (Gibson, 2011). Eğer şev daha dik açıda bırakılacak olursa Gibson (2011) tarafından belirtilen değerlere göre doğu şevinde tehlike oluşacağı tespit edilmiştir (Şekil 6).

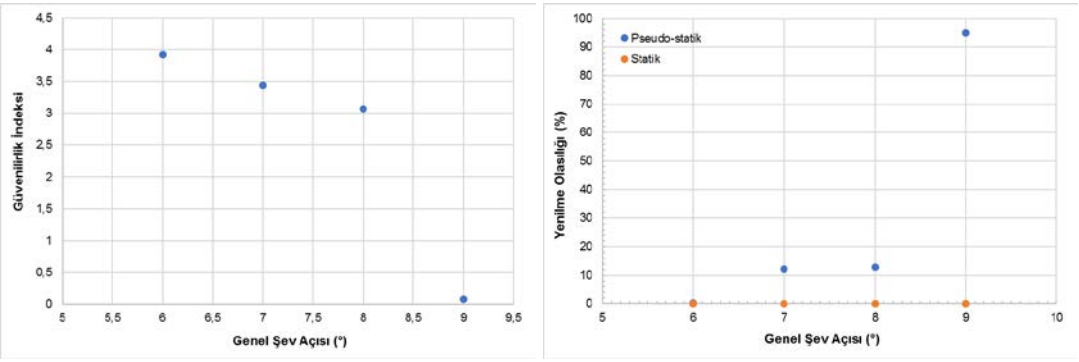


Şekil 6. Şev açısı-yenilme olasılığı ve güvenilirlik indeksi ilişkisi (dairesel kayma yüzeyi)

3.1.2. Düzlemsel (dairesel olmayan-non-circular) yenilme yüzeyi

Düzlemsel analizlerde doğu şevi için kritik seviye olan siyah kil birimi dikkate alınmıştır. Siyah kil birimi ocaktaki birimler içerisinde en düşük kayma dayanımı parametrelerine sahip olduğundan duraylılık analizlerinde kayma düzleminin bu birim içerisinden geçeceği varsayılmıştır.

Düzlemsel kayma yüzeyi varsayımına göre yapılan analizlerde 6°, 7° ve 8° genel şev açıları için depremli koşullarda dahi şevde herhangi bir yenilme olasılığı gözlenmemektedir. Ancak genel şev açısı 9°'ye çıkarıldığında şevin geometrisi önemli ölçüde değişmekte ve yüksek plastisiteye sahip siyah kil daha kritik bir duruma gelmektedir. Depremsiz koşullarda dahi yenilme olasılığı %93,65'e yükselmektedir (Şekil 7). Bu durum düzlemsel kayma varsayımı için maksimum genel şev açısınınım işletme güvenliği için 8°'de tutulması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 7. Şev açısı-yenilme olasılığı ve güvenilirlik indeksi ilişkisi (düzlemsel kayma yüzeyi)

4. SONUÇLAR

Probabilistik duraylılık analizleri malzeme özelliklerinin değişken olduğu durumlarda deterministik yaklaşımlara göre daha güvenilir bir yoldur. Kışlaköy Açık İşletmesi doğu şevinde jeolojinin oldukça karmaşık malzeme özelliklerinin de oldukça değişken olması nedeniyle probabilistik şev duraylılığının da göz önüne alınması gerektiği açıktır. Probabilistik analiz sonuçlarına bakıldığında ocaktaki şev duraylılığının deterministik analizlerden daha düşük genel şev açılarıyla sağlanabileceği belirlenmiştir.

A-A' kesiti üzerinde yapılan probabilistik şev duraylılığı analizi sonuçlarına göre depremli koşullar da dikkate alındığında; dairesel kayma yüzeyi oluşacağı varsayıldığında maksimum genel şev açısının 7°, düzlemsel kayma yüzeyi oluşacağı varsayıldığında 8° olması gerektiği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

Akbulut, A, Aksoy. T., Ölmez, T., Çağlan D., Onak A., Çam, İ., Sezer, S., Çevik, M., Çalışkan, V., Yurtseven, N., Sülükçü, S. 2008. *Afşin – Elbistan Kışlaköy Açık Kömür İşletmesi 2. Kısım I. Bölüm Şev Stabilitesi Çalışması*. MTA Genel Müdürlüğü Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı Jeoteknik Araştırmalar Koordinatörlüğü, Ankara.

Akbulut, A., Aksoy, T., Onak, A., Çağlan, D., Çam, İ., Ölmez, T., Yurtseven, N., Arıcı, N., 2009. *Afşin-Elbistan Kışlaköy Açık Kömür İşletmesi 2. Kısım II. ve III. Bölüm Şev Stabilitesi Çalışması*. MTA Genel Müdürlüğü Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı Jeoteknik Araştırmalar Koordinatörlüğü, Ankara.

Akbulut, İ., Aksoy, T., Çağlan, D., Ölmez T. 2007. *Afşin-Elbistan Kışlaköy Açık Kömür İşletmesi Şev Stabilitesi Çalışması*. MTA Genel Müdürlüğü Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı. Kaya ve Zemin Mekaniği Birimi, Ankara.

De Vallejo, F.I.G., ve Ferrer, M., 2002. (Çeviri: Kayabalı, K., 2014). *Mühendislik Jeolojisi,* Ankara Üniversitesi Yayınevi, 674 s.

Emre, Ö., Duman, T.Y. ve Elmacı, H., 2012. *1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Elbistan (NJ 37-5) Paftası, Seri No: 37.* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara- Türkiye.

Gibson, W., 2011. *Probabilistic Methods for Slope Analysis and Design*. Australian Geomechanics Vol. 46 No. 3. September 2011.

Janbu, N., 1973. *Slope Stability Computations*. Embankment Dam Engineering, Casagrande Volume. Pp. 47-86.

Kılıç, A. M., 1996. *Analyse de la Stabilité Des Talus de la Mine de Lignite D'Afşin-Elbistan*. Pour Obtenir la Grade de Docteur de I'école Nationale Supérieure Des Mines de Paris en Géologie de L'ingéieur. Paris.

Koçak, S., Ulusay R., Selçuk Ş., İder, H. 1985. *TKİ-AEL Kışlaköy Linyit İşletmesi Batı Şevi Stabilite Etüdü*. MTA Fizibilite Etüdleri Dairesi, Kaya ve Zemin Mekaniği Servisi, Ankara.

Nasuf, E., Erçelebi, S.G., Öztürk, A., Yavuz, V., Özkan, M., Önsel, İ.E. 2011. *Kışlaköy Açık İşletmesi İç Döküm Sahası Şev Stabilizasyonu Ve Açık İşletme Genel Şev Açılarının Optimizasyonu*. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul.

Pınarcı, E., Çetin, H., Ural, S., 2017. *Kışlaköy Açık Ocak Kömür İşletmesi'nde (Elbistan/Kahramanmaraş) Yer Alan Jeolojik Birimlerin Jeomekanik Parametrelerinin Karşılaştırılması.* Ulusal Mühendislik Jeolojisi-Jeoteknik Sempozyumu, Adana.

RWE, 2009. *Slope Stability Calculations for Mid-term planning*. Jörg Bürkle, Re GmbH. Ref No: P-0636A.

Spencer, E., 1967. *A Method of analysis of the Stability of Embankments Assuming Parallel Inter-Slice Forces*. Géotechnique. 17: 11. doi:10.1680/geot.1967.17.1.11

Tutluoğlu, L., Öge, İ.F., Karpuz, C. 2011. *Two and three-dimensional analysis of a slope failure in a lignite mine*. Computers & Geosciences 37 (2011) 232–240.

Ural, S., Yüksel, F., 2004. *Geotechnical Characterization of Lignite-Bearing Horizons In The Afsin-Elbistan Lignite Basin*, SE Turkey. Engineering Geology 75, 129-146.

Yusufoğlu, H., Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpirinç, M., Yıldız, H., 2005. *Afsin-Elbistan Neojen Havzasının Tektonik Evrimi, Doğu Toroslar, Türkiye*. 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, Ankara, pp. 264–265.

AEL/KIŞLAKÖY AÇIK OCAĞINDA RADARLI ŞEV İZLEME SİSTEMİ KULLANILARAK HEYELANIN ÖNCEDEN TAHMİN EDİLMESİ

PREDICTION OF SLOPE FAILURE AT AEL/KIŞLAKÖY OPEN CAST MINE USING SLOPE MONITORING RADAR SYSTEM

N. Çimen, M. A. Bağcı, G. Sever, C. Bal
EÜAŞ/AEL İşletme Müdürlüğü, Kahramanmaraş

S. Ural, A. Ürünveren, A. C. Özdemir
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Kahramanmaraş ilinin kuzeyinde yer alan AEL/Kışlaköy açık ocağındaki şevler, 2013 yılından bu yana, interferometrik radar sistemi ile izlenmektedir. Açık ocak 2500 m genişliğinde ve ortalama 140 m derinliğindedir. Şevler heyelan yapmadan önce, şev arkasında ve içerisinde tansiyon çatlakları gelişir. Interferometric radar sistemi şevlerdeki bu küçük yer değiştirme miktarlarını sürekli olarak ölçer ve buradan sağlanan veriler sayesinde heyelan yapabilecek potansiyel bölgeler önceden tahmin edilerek iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli tedbirler alınabilir. Bu çalışmada, interferometrik radarla çalışan şev gözetleme sisteminin, Elektrik Üretim A.Ş (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü'ne bağlı Afşin-Elbistan Linyitleri (AEL), Kışlaköy açık maden işletmesindeki uygulaması incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Açık Ocak, Şev İzleme, Interferometrik Radar, Elbistan.

ABSTRACT: *AEL/Kışlaköy open cast mine is located North of Elbistan, Kahramanmaraş Province, in southeast Turkey has employed Image By Interferometric Survey Radar Technology since 2013 for real-time monitoring of the pit slope stability. The open cast mine has a width of 2500 m and an average depth of 140 m. Slope failure was preceded by the precursors of tension crack formation, crack widening and extension as well as slope monitoring targets movement. It was predicted that slope failure was imminent using the Image By Interferometric Survey radar slope monitoring system, though the timing was not certain. The area to be affected by the slope failure was also known before hand as was the slope failure mode. As a result, measures were taken to avoid exposing personnel and mining equipment to the slope failure risk.*

Keywords: *Open Cast Mine, Slope Monitoring, Interferometric Radar, Elbistan.*

1. GİRİŞ

Afşin-Elbistan havzasında ilk çalışmalar 1966 yılında bir Alman firması ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünün işbirliği ile başlamış ve sistemli olarak yapılan sondajlar neticesinde 1967 yılında ilk defa linyit keşfedilmiştir. Havza Kahramanmaraş ilinin Elbistan ve Afşin ilçeleri arasında 35000 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır. Deniz seviyesinden ortalama 1150 m yükseklikteki havza 4,5 milyar ton linyit rezervi ile Türkiye'nin bilinen en büyük kömür havzasıdır. Havza ulaşım olanakları açısından oldukça elverişli olup, Elbistan'a 30 km ve Afşin'e 14 km'lik asfalt bir yol ile bağlanmıştır. Ayrıca Elbistan'ın 70 km güney doğusunda yer alan Kapıdere tren istasyonu vasıtası ile demiryolu bağlantısı da vardır. Soğuk kara ikliminin egemen olduğu bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (2014) tarafından yapılan 65 yıllık rasat süresince ölçülen en yüksek kar derinliği 98 cm'dir. Yılın 118 günü donlu, 27 günü şiddetli donlu geçmektedir. Ortalama nispi nem %62 olup, yılın 126 günü açık, 176 günü bulutlu ve 64 günü de kapalı geçmektedir. Topoğrafik açıdan saha genel olarak çok az bir meyille kuzeye doğru yükselmektedir. Linyit yatağı limnik havza tipine uygun bir ortamda çökelmiş olup yataklaşma yataydır. Kömürlü serinin tavanını gidya ve kil, tabanını ise kil, marn, çakıllı ve kumlu kil teşkil etmektedir (Otto-Gold, 1969).

Havzadaki madencilik çalışmaları, EÜAŞ Genel Müdürlüğüne bağlı olarak faaliyet gösteren AEL İşletme Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Bölgedeki her biri 1400 MWe gücündeki Afşin-Elbistan (A) ve Afşin-Elbistan (B) termik santrallerinin yakıt ihtiyacı Kışlaköy açık ocağı tarafından karşılanmaktadır.

Kışlaköy açık ocağı (Şekil 1) havzanın ilk açık işletmesi olup yaklaşık 582 milyon ton rezervi olduğu hesaplanmıştır. Orijinal linyitin ortalama ısıl değeri 1170 kcal/kg, kül oranı %17 nem oranı %55 ve kükürt oranı %1,46'dır. Maden 30 yıl boyunca 20 milyon ton/yıl üretimi gerçekleştirebilecek ve havzada

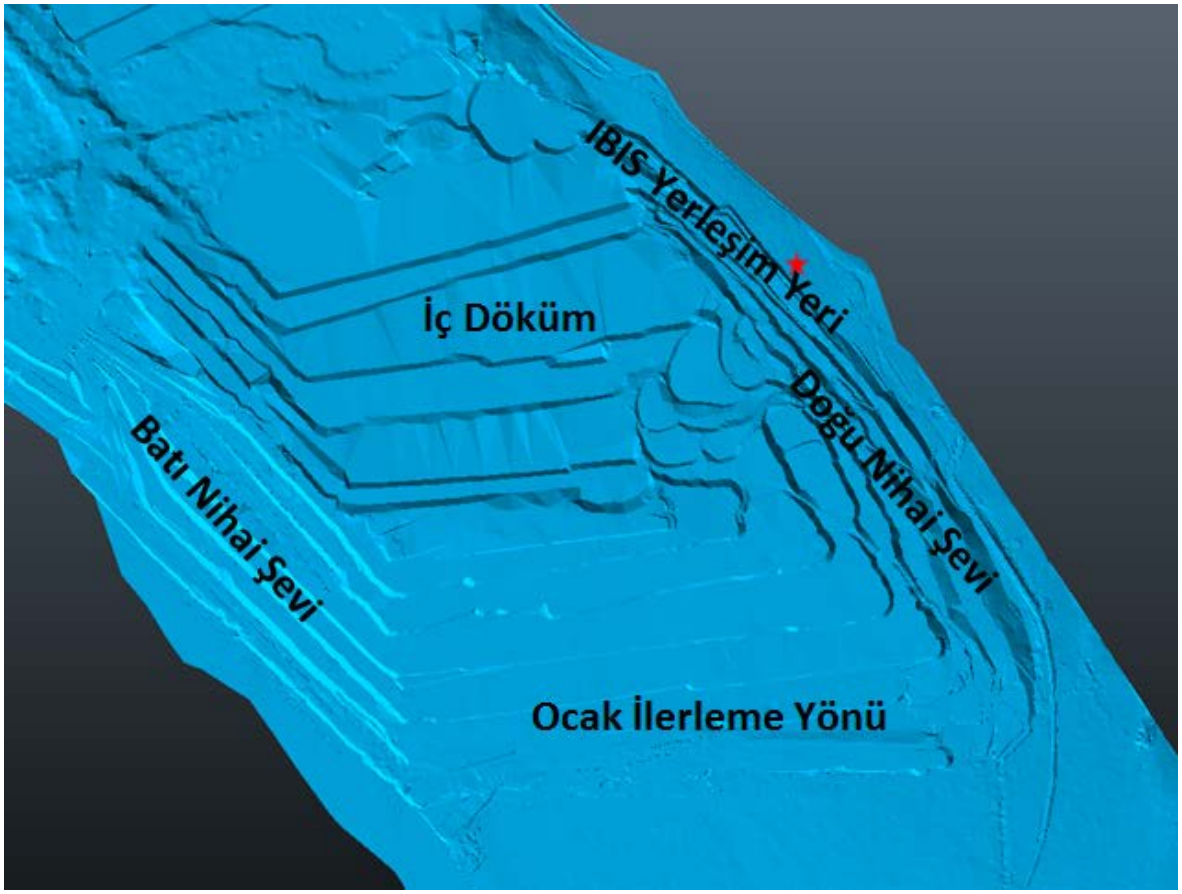
açılacak olan diğer ocakların faaliyetlerine zarar vermeyecek şekilde planlanmıştır. 1980 yılında ilk madencilik faaliyetlerinin başlatıldığı işletmede, "Döner Kepçeli Ekskavatör + Bant Konveyör + Dökücü" yöntemi uygulanmaktadır. Örtü kazısı ve linyit üretimi, bunların nakli 3000 m^3 (yerinde)/saat kapasiteli 6 adet döner kepçeli kazıcı, 5600 m^3/saat kapasiteli 5 adet dökücü, bunların yardımcı ekipmanları ile 45 km uzunluğunda 1800 mm genişliğinde ve 5,2 m/sn hızla hareket eden konveyörlerle yapılmaktadır. Öngörülen üretim hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için seçilen maden makine ve ekipmanları sahanın örtü/kazı oranı ile geometrisi dikkate alınarak belirlenmiştir. Ortalama örtü/linyit oranı 2,7/1'dir. Linyit tabakasının konumuna göre ocağın en derin yeri de 152 m olacaktır.



Şekil 1. Kışlaköy Açık Ocağının Genel Görünüşü

Kışlaköy Açık ocağı ortalama 2500 m genişliğinde ve 3500 m uzunluğundadır. Batı nihai şevinin en derin yeri 140 m ve genel eğim açısı 10° civarındadır. Doğu nihai şevinin en derin yeri 130 m ve genel eğim açısı 10° olup iç döküm sahasının genel eğim açısı da 8° civarındadır (Şekil 2). Ocak

şevlerinin duraylılığı son derece önemli olup, herhangi bir heyelanın gerçekleşmesi durumunda, iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler oluşabilecek ve kömür üretimi uzun süre aksayabilecektir.



Şekil 2. Kışlaköy ocağının ve nihai şevlerin genel görünümü

Açık ocakta güvenli ve sürdürülebilir madencilik koşullarını temin etmek üzere EÜAŞ/AEL İşletme Müdürlüğü, 2013 yılında, Batı nihai şevi ve iç döküm sahası şevlerini izlemek üzere interferometrik radarla çalışan (Image By Interferometric Survey-IBIS) şev gözetleme sistemini satın alarak doğu nihai şevinin üzerine kurmuştur (Şekil 3). Böylece 2013 yılından itibaren, Batı nihai şevi, iç döküm sahası şevleri ve ocak ilerleme yönündeki şevler anlık olarak izlenebilmekte ve şevlerdeki herhangi bir duraysızlık daha gelişmeden işletme tespit edilerek gereken tedbirler alınmaktadır.

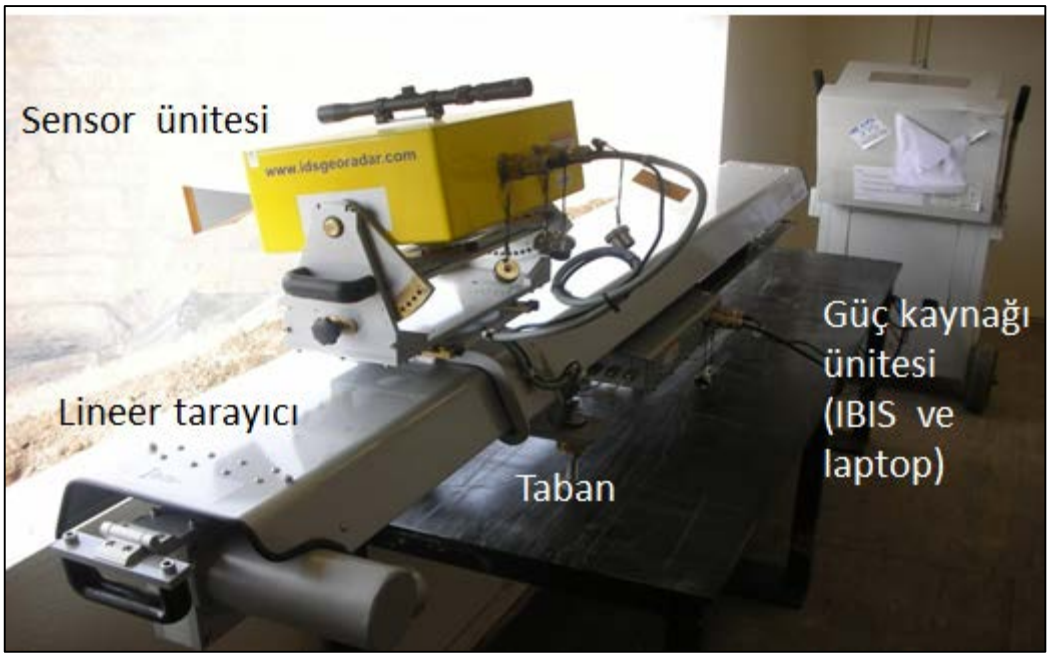


Şekil 3. Doğu nihai şevi üzerinde bulunan IBIS sistemi

Bu çalışmada, interferometrik radarla çalışan IBIS şev gözetleme sisteminin, Elektrik Üretim A.Ş (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü'ne bağlı Afşin-Elbistan Linyitleri (AEL), Kışlaköy açık maden işletmesindeki uygulaması incelenmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Açık Ocak alanındaki Neojen birimleri alttan üste doğru; turkuaz renkli taban kili, linyit horizonu, gri gidya, bej gidya, mavi kil ve kireçtaşlarıdır. İnterferometrik teknik, farklı zamanlarda alınan radar sinyallerini karşılaştırarak her bir pixeldeki yer değiştirmeyi hesaplamaktadır. Sistemi 4,5 km mesafeye kadar 0,1 mm hassasiyetle okuma yapabilmekte ve 3 dakikada bir yeni gelen verilerle güncellenmektedir. Cihaz esas olarak Radar ünitesi ile kontrol ve koruyucu yazılım bölümlerinden oluşmaktadır (Farina vd., 2011; Pieraccini, 2013; Mitri ve Vennes, 2014; Monserrat vd., 2014; Ramsden vd., 2015; Atzeni vd., 2015; Kumar ve Villuri, 2015). Şekil 4'de İnterferometrik radar sisteminin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 4. İnterferometrik radar sisteminin genel görünümü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ocakta kullanılmakta olan interferometrik radar sisteminin sistemin yatay bakış açısı 70°, dikey bakış açısı 30° dir. Bu sebeple, sistemin bakış açısı batı şevine ek olarak ilerleme yönünün ve iç döküm sahasının bir kısmını da kapsamaktadır (Şekil 5). Radar sisteminin izlediği en uzak şev aynası batı şevinde ve 2,5 km mesafededir.



Şekil 5. IBIS şev gözetleme sisteminin izleme altına aldığı bölge

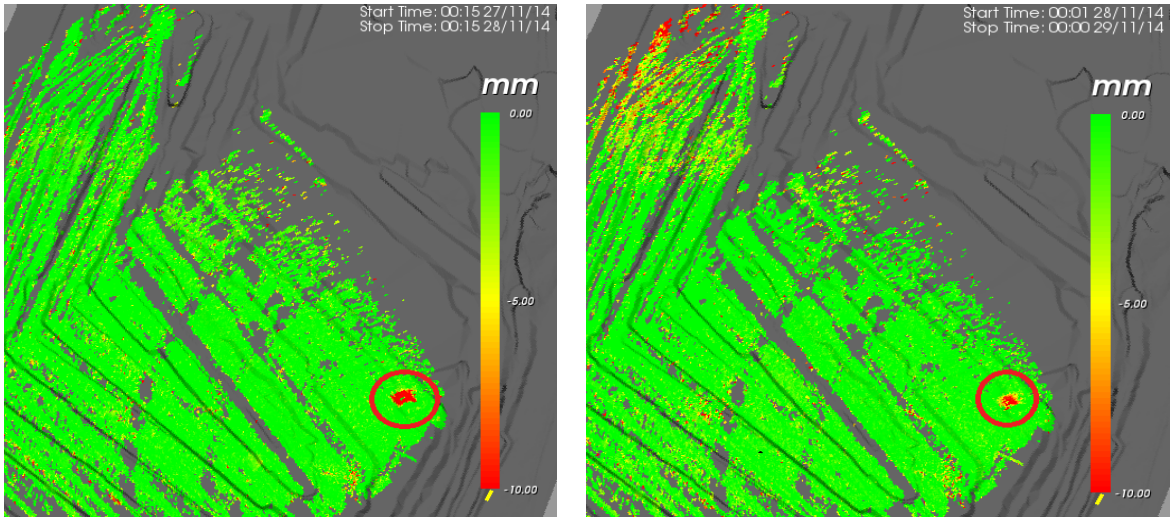
IBIS sisteminin devreye alındığı 2013 yılından bu yana birincisi iç döküm sahasında ve ikincisi de batı nihai şevinde olmak üzere iki önemli duyarsızlık problemi yaşanmıştır. Bu vakalar aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

3.1. İç Döküm Sahasında Vuku Bulan Duraysızlık Problemi

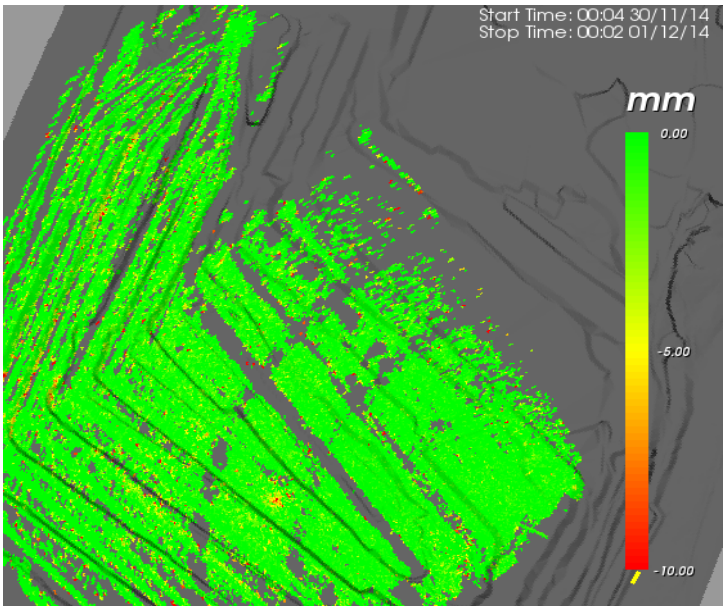
İç döküm sahasının üçüncü basamağında, Dökücü-1'in alt panosunda ve 305 numaralı bantlı konveyörün tahrik istasyonuna yakın bir bölgede, IBIS şev gözetleme sistemi tarafından küçük çaplı bir şev hareketi tespit edilmiştir (Şekil 6). Hemen Acil Eylem Planına göre harekete geçilerek IBIS şev gözetleme sisteminin işaret ettiği bölgede inceleme yapılmış ve duraysızlığın başladığı ancak henüz tehlike yaratacak bir konuma gelmediği anlaşılmıştır. Duraysızlığı gidermek üzere Dökücü-1'in planında değişiklik yapılarak tehlike ortadan kaldırılmıştır. Şekil 7 ve Şekil 8'de IBIS şev gözetleme sistemi tarafından yapılan ölçüm sonuçları görülmektedir.



Şekil 6. Dökücü-1'in alt panosunda tespit edilen gerilim çatlakları



Şekil 7. IBIS şev gözetleme sistemi tarafından tespit edilen gerilme çatlağı

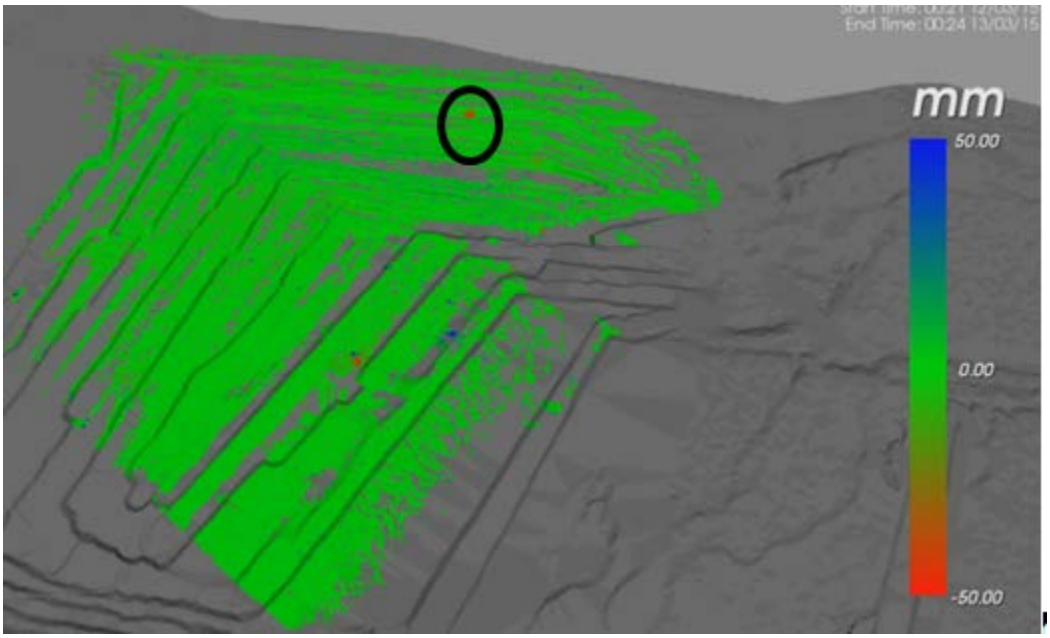


Şekil 8. İşletme tarafından gerekli tedbirler alındıktan sonra IBIS ölçümü

3.2. Kazı Sahası Batı Şevinde Vuku Bulan Duraysızlık Problemi

2015 Mart ayı başlarında radar sistemi ekranında batı şevinde 14 tahrik istasyonuna yaklaşık 400 metre mesafede 2. Basamak şev aynasında 50 mm'ye ulaşan bir hareketlenme olduğu tespit edilmiştir. Hareketlenmenin gerçek mi yoksa parazit mi olduğunu tespit etmek amacıyla sistemin işaret ettiği nokta gözlenmiş ve şev üstünde çatlaklar olduğu gözlenmiştir. İlerleyen günlerde

hareketlenmenin bulunduğu noktada şev üstünde ayrılmaların arttığı ve çatlakların daha da genişlediği tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Batı şevinde 2. Basamak şev aynasında hareketlenmenin başladığı bölge

24 Mart 2015 tarihinde şevdeki hareketlenme tamamlanmıştır. Hareketlenme sonucunda şev üstünden 15 metre genişlik ve 2 m derinlikte ayrılmaya neden olan bir yenilme meydana gelmiştir (Şekil 10). Bu şev yenilmesi IBIS şev izleme sistemi tarafından önceden tespit edildiği için tüm güvenlik tedbirleri alınmıştır.



Şekil 10. Batı şevi 2. Basamak şev aynasında meydana gelen göçük

4. SONUÇLAR

Yapılan gözlemlere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Sistem ile okuma hassasiyeti dâhilindeki (0,1 mm ve 4,5 cm/saat hızında) bir çok hareket (Rüzgar sebebiyle otların hareket etmesi, toz kalkması, vs.) gözetlenebilmektedir. Bu sebeple, hangi hareketin gerçek olup olmadığı saha üzerinde tespit edilmeli ve bu noktalar takip edilmelidir,
- Radarla şev gözetleme sistemi şevde meydana gelen tüm hareketleri yeterli hassasiyetle okuyarak tam ve zamanında aktarabilmiştir,
- Sistemin etkin bir şekilde kullanılması durumunda şev basamaklarında duraysızlığı etkileyebilecek hareketlenmeler önceden tespit edilebilecektir.

KAYNAKLAR

Atzeni, A., Barla, M., Pieraccini, M. and Antolini, F., 2015. Early Warning Monitoring of Natural and Engineered Slopes with Ground-Based Synthetic-Aperture Radar. Rock Mechanics and Rock Engineering. 48 (1), 235-246.

Farina, P., Leoni, L., Babboni, F., Coppi, F., Mayer, L. and Ricci, P., 2011. IBIS-M, Innovative Radar for Monitoring Slopes in Open-Pit Mines. Proceedings of Slope Stability 2011: International Symposium on Rock Slope Stability in Open Pit Mining and Civil. September 18-21. Vancouver, Canada.

Kumar, A. and Villuri, V. G. K., 2015. Role of Mining Radar in Mine Slope Stability Monitoring at Open Cast Mines, Procedia Earth and Planetary Science. (11), 76-83.

Mitri, H. And Vennes, I., 2014. Rock Slope Surface Monitoring Technologies with Focus on Ground-Based Synthetic Aperture Radar. Proceedings of Mine Plan and Equipment Selection. Switzerland, 2014.

Monserrat, O., Crosetto, M. and Luzi, G., 2014. A Review of Ground-Based SAR Interferometry for Deformation Measurement. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. (93), 40-48.

Otto-Gold, 1969. Lignite Deposit of Afsin-Elbistan Feasibility Report. Vol 1, Köln, p.123

Pieraccini, M., 2013. Real Beam vs. Synthetic Aperture Radar for Slope Monitoring. Proceedings Progress in Electromagnetics Research Symposium. Stockholm, Sweden.

Ramsden, F., Coli, N., Beneditti A. I., Falomi, A., Leoni, L. And Michelini, A., 2015. Effective Use of Slope Monitoring Radar to Predict a Slope Failure at Jwaneng Mine, Botswana. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy Slope Stability 2015.

AÇIK İŞLETMELERDE KAMYON KAZALARI VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

MINE TRUCK ACCIDENTS IN OPEN PIT AND RISK ASSESTMENT

T. Mallı, D. Karakuş, M. K. Özfırat, A. Gönen, M. Kun
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZ: Madencilik sektörü, ülkelerin ekonomik sürdürülebilirliği için vazgeçemeyeceği dinamik kaynaklarındandır. Üretilen metalik cevher, kömür ve agrega gibi hammaddelerin büyük bölümü açık işletmelerde gerçekleştirilen üretimlerden sağlanmaktadır. Gelişen ve derinleştikçe genişleyen açık işletmelerde giderek artan hacimsel dekapaj ile üretilen cevherin taşınması, özellikle kamyona dayalı nakliye sistemleri için trafik yoğunluğuna dönüşmektedir. Bu üstesinden gelinmesi gereken karmaşık yapı, üretim hızı ile beraberinde birçok riski de içermektedir. Yapılan risk değerlendirmeleri, açık işletmelerde meydana gelen iş kazalarının, işletme yönetim-organizasyon yetersizliği, uygun olmayan tasarım ölçüleri, riskli çalışma koşulları ve operatör kaynaklı olduğunu göstermektedir. Tüm bu risk etmenleri detaylı analiz edilip gerekli önlemlerin uygulamaya alınması, kontrol ve uyarı sistemlerinin kamyonlara adaptasyonu ile operatörler tarafından algılanamayan tehdit ve riskler bertaraf edilebilir. İş güvenliğini arttırma odaklı planlama ve tasarımlarla, güvensiz çalışma koşulları iyileştirilebilir ve olası riskler azaltılabilir. Böylelikle, ülke ekonomisine büyük kayıplar olarak geri dönen iş kazaları önlenip azaltılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Açık Işletme Madenciliği, Kamyon Kazaları, Risk Değerlendirme, Hata Türü Etki Analizi (HTEA).

ABSTRACT: *Mining sector is one of the dynamic sources that countries can not afford to sustain their economic sustainability. Most of the raw materials such as ore, coal and aggregate produced are supplied from open pit mines. In open pit mines that developing and expanding as it deepens, increasing volumetric stripping and transportation of produced ore, it turns into traffic intensity especially for truck-based haulage systems. This complex structure that should be overcome with production rate also contains many risks. The risk assessments show that common causes of mining accidents are management-organization incapability, improper mine design, risky working conditions and mine operators. By analyzing all these risk factors in detail, taking the necessary precautions and adaptation of control and warning systems to trucks, danger and risks that can not be perceived by operators can be eliminated. With mine*

safety enhancement planning and designs, unsafe working conditions can be improved and possible risks can be reduced. Hereby, workplace accidents that have returned as major losses to the country's economy will be prevented and reduced.

Keywords: *Open Pit Mining, Truck Accident, Risk Assestment, Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

1. GİRİŞ

Madencilik sektörü vazgeçilmez bir ekonomik sürdürülebilirlik kaynağıdır. Üretilen cevher, kömür, agrega vb. kullanım alanına göre metal, elektrik, çimento üretiminden yapı sektörüne kadar çok geniş bir ekonominin temel hammadde ihtiyacının büyük bölümü açık işletmelerde gerçekleştirilen maden üretimleriyle sağlanmaktadır. Üretim payı yeraltı madenciliğinden daha fazla olan açık işletmelerde üretimi arttırmak için yapılan bu baskı, açık ocak güvenliği ve ekonomi konularını ön plana çıkarmaktadır (Verma vd., 2013). Gelişen ve derinleştikçe genişleyen açık işletmelerde giderek artan hacimsel dekapaj ve cevher üretimi ve taşınması, özellikle kamyona dayalı nakliye sistemleri için trafik yoğunluğuna dönüşmektedir. Bu üstesinden gelinmesi gereken karmaşık yapı, üretim hızı ile beraberinde birçok riski de içermektedir. İşletme yönetim-organizasyon eksikliği, önleyici bakım yetersizliği, koşullara uygun yapılmayan tasarım hatalarına bazen de operatör dikkatsizlikleri de eklendiğinde iş kazalarına neden olabilmektedir.

Ülkemizde görülen iş kazalarının madencilik sektöründe çok karşılaşılmasının en önemli sebepleri, iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerinin tam olarak oturtulamamış olması ve ülkemiz maden ocaklarının diğer ülkelerdeki ocaklar ile kıyaslandığında, jeolojik yapı itibarıyla daha fazla risk ve tehlikeyi bünyesinde barındırmasıdır (Bilim, 2015). NIOSH istatistiklerine göre, 2000-2006 yılları arasında Amerika'da meydana gelen ölümlü işkazalarının %14'ünü açık işletmelerde meydana gelen kamyon kazaları oluşturmaktadır (Schaum,

2007). Türkiye'de açık maden işletmelerinde en sık görülen iş kazaları, %16 ile taşımacılığa bağlı kazalardır (Ural ve Demirkol, 2008). Açık maden işletmelerinde ölümlü kazaların en çok rastlandığı araçlar olarak kamyonlar ön plana çıkmaktadırlar. Bu nedenle, açık ocaklarda kamyonlara bağlı ölümlü kazaların araştırılması ve risk değerlendirmesi konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Kecojevic ve Radomsky, 2004; Kecojevic vd., 2007; Ruff vd., 2011; Md-Nor vd., 2008).

2. KAMYON KAZALARI RİSK VE TEHLİKE KAYNAKLARI

1995-2004 yılları arasındaki iş kazası kayıtlarına göre açık ve yeraltı madenciliğinde meydana gelen kazaların %77'sinin maden ekipmanlarına bağlı kazalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ölümcül olmayan hasarlı ve hasarsız yaralanmalardan %54'ünün de maden ekipmanlarıyla ilgili kazalar olduğu belirtilmiştir (Groves vd., 2007). 1995-2005 yılları arasındaki ABD'de açık işletmelerde maden ekipmanlarının neden olduğu ölümlü kazaların analizine göre, kazaların %22,3'ü nakliye kamyonlarından kaynaklanmaktadır (Kecojevic vd., 2007). ABD'de maden ekipmanlarına bağlı olarak gerçekleşen kazaların %46'sı makineler çalışırken, %25'i kazanın makine bakım ve tamiri esnasında ve geriye kalan %6'sı ise kazanın alet ve materyallerin taşınması sırasında gerçekleştiği belirtilmiştir (Ruff vd., 2011).

Açık işletmede kamyon kazalarında yetersiz bakım, uygun olmayan yol ve saha koşulları, eğitim eksikliği ve yanlış operasyonel uygulamalar başlıca nedenlerdir (Mchanan, 2008). Meydana gelebilecek tehlike kaynakları; açık işletme yollarındaki bozukluklar, kamyonda oluşabilecek teknik arızalar ve kamyon operatörlerinin çalışma koşullarındaki zorluklar olarak sıralanabilir. Operatörlerin gerek çalışma gerekse yaşam koşullarına bağlı yorgunluğun kamyonların sebep olduğu madencilik kazalarının yaklaşık %69' un da etken olduğu belirtilmektedir. Ayrıca diğer bir neden olarak kamyonlara yapılan

bakımların yetersiz ve uygun olmamasından kaynaklandığını göstermektedir (Goodbody, 2013).



Şekil 1. Açık işletmelerde kamyon kazaları

ABD' de meydana gelen 12 kömür madeni kazasının sekizi yüklü olarak yolda hareket halinde meydana gelirken, ikisi erişim yolu üzerinde, biri döküm sahasında ve diğeri yükleme alanında gerçekleşmiştir (Zhang vd, 2014). Açık işletme kamyonları genellikle büyük tonajlı ve en fazla %10-12'lik eğime hassas olduklarından düzgün ve güvenli çalışabilmesi için yol eğimi tasarımı önemlidir. Kullanılan ekipmanların frenleme sınırlamaları dikkate alınmadan yol eğimi tasarlandığı takdirde, güvenli nakliye ortamı oluşturulamayacağı vurgulanmaktadır (Kaufman ve Ault, 1977). West Virginya'daki açık ocak madenciliği kazasının oluştuğu yerlerin ortalama eğim yüzdesinin %9,83 olduğu ve kamyonların bu eğimde oldukça uzun bir durma mesafesi gerektirdiği belirlenmiştir. Örneğin, 200 tonun üzerinde brüt araç ağırlığı, %10 eğim derecesinde, 50 km hızında ve 0,15, 0,30, 0,45 ve 0,60 sürtünme faktörleri için kamyonların en az durma mesafesi sırasıyla 240, 125, 102 ve 93 m'lik bir mesafe olduğu belirtilmektedir (Zhang vd, 2014).

Bu nedenle, açık işletme kamyonları büyük tonajlı oldukları için en fazla %12'lik yol ve zemin eğimine hassastır. Kamyonların, verimli ve güvenli çalışabilmesi için yol eğimi tasarımı önemli olup ideal eğimli yollar,

kamyonların sürüş güvenliğiyle birlikte yakıt tüketimini ve ekonomisini de oldukça etkilemektedir.

3. TASARIM VE ÖNLEYİCİ YAKLAŞIMLAR

Çalışma alanları; işletme yolları, yükleme alanları, döküm sahaları olmak üzere üç bölgeden oluşmaktadır. Bu çalışma alanlarının tasarlanması ve boyutlandırılmasında, yol eğimi ve genişliği, bariyer boyutları, dever yüksekliği, kurb yarıçapı, yol malzemesi, çalışma yerlerinin stabilitesi ve kamyonların kör nokta alanları oldukça önemlidir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışma sahası tasarım parametreleri

Yol	Döküm alanı	Yükleme alanı
Yol koşulları	Bariyer yüksekliği	Alanın durumu
Eğim açısı	Bariyer genişliği	Alanın genişliği
Yol genişliği	Bariyer mukavemeti	Alanın uzunluğu
Kurb yarıçapı	Manevra alanı durumu	Aydınlatma
Dever yüksekliği	Alanın genişliği	Kör noktalar
Kenar bariyerleri	Alanın uzunluğu	Uyarı levhaları
Kayganlaşan zemin	Aydınlatma	Zemin stabilitesi
Zemin-lastik sürtünme	Kör noktalar	
Uyarı levhaları	Uyarı levhaları	
Zemin stabilitesi	Zemin stabilitesi	

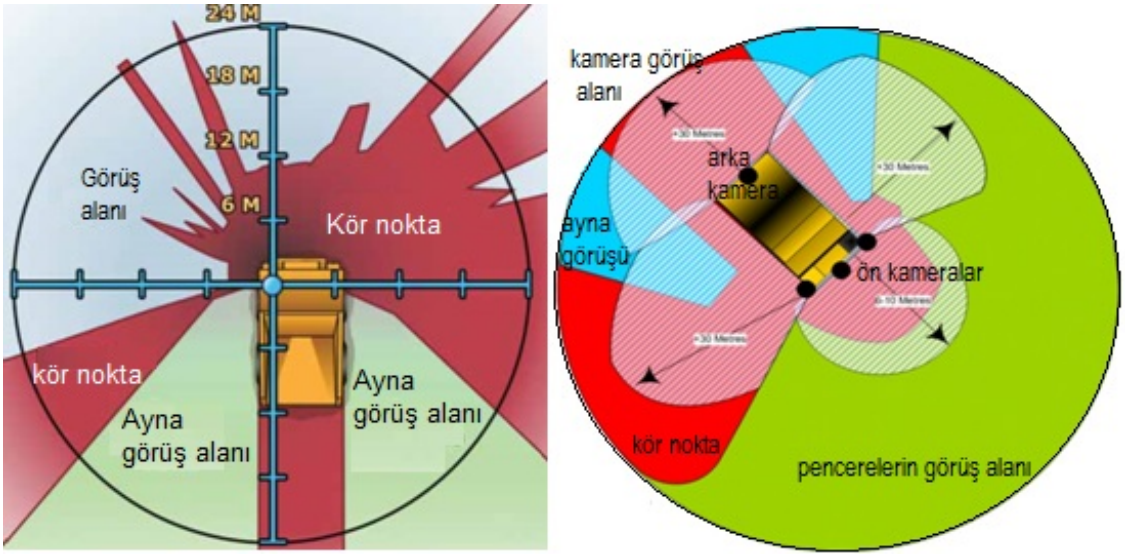
Bariyerler, oldukça dayanıklı bir mukavemete sahip olması ve yüksekliklerinin en az lastik yüksekliğinin yarısı kadar ancak aks yüksekliğinden daha fazla olarak tasarlanması gerekmektedir (Holeman, 2006). Şekil 2' de döküm sahası ve yol bariyer boyutlandırması verilmektedir.

Kamyonların frenleme sınırlamaları dikkate alınmadan yol eğimi tasarlandığında, güvenli bir nakliye ve sürüş ortamı oluşturulamayacağı için, açık işletmelerde yol eğim derecesini olabildiğince azaltmak önerilmektedir. Nakliye yolu boyunca eğim derecesi ve eğim uzunluğunu gösteren görünür ve anlaşılır özellikle de dik eğimli ve farklı bölümlerde uyarı levha ve işaretleri verilmelidir (Zhang vd, 2014).



Şekil 2. Şev ve yol kenarı bariyer yüksekliği (Holeman, 2006)

Kör nokta alanları da kamyon boyutlarına göre değişen bir diğer önemli hususlardandır. NIOSH, maden ekipmanları çevresindeki kör alanları izleyen, alanın görünümünü sağlayan kameralar ile bir nesne veya kişi, eğer yakınlarsa sürücüyü uyaran sensör tabanlı çarpışma uyarı sistemleri gibi daha önce test edilmiş çeşitli teknolojilerden oluşmaktadır (Ruff, 2001). Mevcut oluşan kör nokta alanları; ön ve arka kamera sistemiyle görüş alanları arttırılmıştır (Şekli 3).

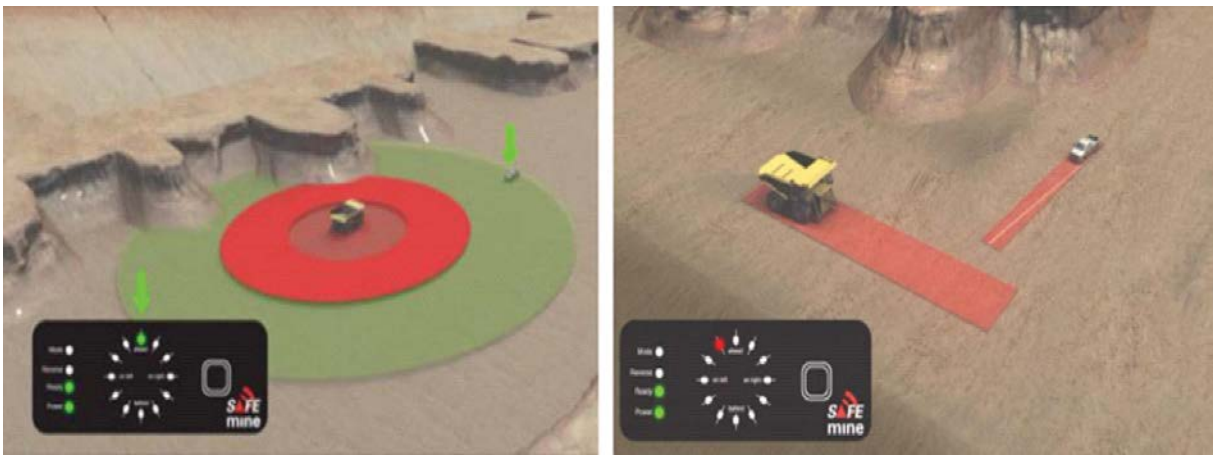


Şekil 3. Kör nokta alanları ve kameralarla geliştirilen görüş alanları

Kamera sistemleri, aynaların sağladığı gibi bir görüş alanı oluşturduğu için pasif bir teknolojidir. Kamera sistemi, kamyonun yakınındaki kör alanın gerçek görünümünü kontrol etmeyi sağlamaktadır. Sensör tabanlı sistemlerde ise

alarm fonksiyonu sürücüye bir uyarı vermektedir. Sistemlerin birlikte kullanımı birçok avantaj sağlayabilmektedir. Aynı zamanda sensör, sürücüye monitörü kontrol etmesini isteyen bir alarm vererek potansiyel bir çarpışma fark edilmektir.

Yakınlık uyarı sistemi ve GPS küresel konumlama sistemine dayalı iletişim ağı ile maden ekipman ve araçların çarpışmaları ve sabit yapılara çarpmaları engelenebilir (Ruff ve Holden, 2003). GPS, kamyonun konumunu koordine etmektedir. Sistem, önceden tanımlanmış bir sanal bariyer ile yüklenerek kamyon ile bariyer arasındaki emniyetli mesafeyi korumaktadır. Döküm sırasında sanal bir tampon güvenlik bölgesi oluşturulması, kamyonun gerçek zamanlı olarak güvenli ve verimli bir şekilde hareket etmesine izin verecektir. Emniyet küresi güvenlik düzlemine dokunduğunda ve çakıştığında alarm tetiklenerek yeşil ışık kırmızıya dönüşmektedir (Nieto, 2001).



Şekil 4. Uyarı sistemi (SAFEmine, 2014)

İş kazalarının önemli bir nedeni yetersiz eğitimdir ve geleneksel eğitim çözümleri madencilik kazalarını azaltmak için bazen yetersizdir. Bu yüzden, daha etkili eğitim vermek, yeni ve geliştirilmiş eğitim yöntemlerine ihtiyaç vardır (McMahan vd., 2008). Bunlardan yeni olanı, sanal gerçekliğe dayalı sanal ortamlarla yeniden oluşturulabilen taklit edebilir eğitimler ve tehlikeli koşullar altında uygulamayı taklit edebilir deneyimler yüksek seviyede yararlılık

sağlamaktadır (Bowman ve McMahan, 2007; Kızıl ve Joy, 2001). Birçok iş kazası ve yaralanmanın bir diğer önemli nedeni, ekipmanın yanlış bakımı ve denetlenmesidir. Bakım ve vardiya öncesi muayeneleri sırasında saptanmayan mekanik sorunlar maliyetli mekanik arızalara ve iş kazalarına neden olabilir (Miller, 2007). Bu nedenle, mekanik etkiler; motor bakım ve revizyonları; fren sistemi, hız kontrol ve tonaj kontrol sistemlerinin periyodik olarak sürekli kontrol edilmesi ve denetlenmeleri sağlanmalıdır.

4. HATA ANALİZ ETKİ YÖNTEMİ

Hata türü etki analizi (HTEA) kazalar sonucunda oluşan şiddeti azaltmak yerine tehlikeleri önceden tanımlayarak tedbirli bir şekilde önlemek ve tasarım aşamasından itibaren tehlikelerin olası nedenlerinin değerlendirilmesidir Özfırat vd, 2013). Sistem ve donanım hatalarının ve bunların etkilerinin belirlenmesi için bir değerlendirme tekniği olarak askeri, uzay, otomotiv, bilgisayar ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmıştır (Durhan, 2006). Hata türü etki analizi yöntemi uygulanmasıyla potansiyel kritik veya önemli tehlikeler belirlenerek bir listesi hazırlanmaktadır. Bunlara yönelik öngörülen mevcut faaliyetler listelenir. Potansiyel tehlike türlerinin risk öncelik sayısı ile belirlenen listesi üzerinde, tehlike türlerinin sebeplerini ortadan kaldıracak, ortaya çıkan tehlikeleri azaltacak ve risk öncelik sayısı yardımıyla proses yeterliliğinin geliştirilemediği durumlarda, hata nedenlerinin belirlenmesinin etkinliğini arttıracak potansiyel bir liste oluşturulmaktadır (Kahraman ve Demirer, 2010; Özfırat vd., 2013). Hata Türü ve Etki Analizi sürecinde; analize konu olan kısmın fonksiyonu, sorun çıkarma potansiyeli, sorunun etkileri, bu sorunun olası nedenleri, bu nedenlerin bulunabilirliği belirlemeye çalışılmaktadır. Hata Türü ve Etki Analizi 9 temel aşamadan oluşan algoritmayla tanımlanmaktadır.

A1. HTEA amaçları ve düzeylerinin belirlenmesi, planlanması

A2. HTEA'nın gerçekleştirilmesi için özel prosedür ve temel kuralların tanımı,

A3. Fonksiyonlara, etkileşim alanlarına, faaliyet aşamalarına, faaliyet türlerine ve çevreye göre sistemin analizi,

A4. Proseslerin, karşılıklı bağlantıların ve bağımlılıkların gösterilmesi için hata ağacı şemaları, görev ve güvenilirlik şemalarının oluşturulması ve analizi,

A5. Potansiyel hata türlerinin tanımlanması,

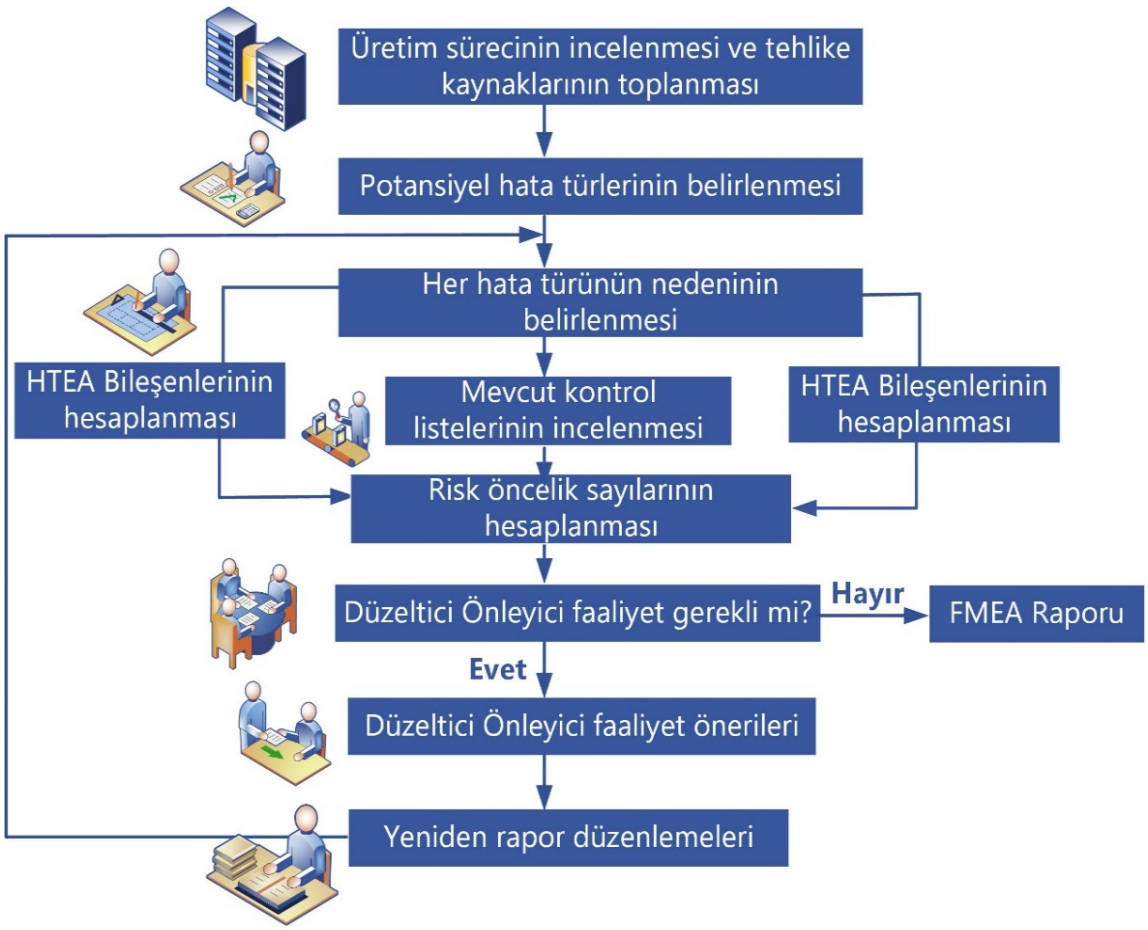
A6. Hata türlerinin ve etkilerinin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması,

A7. Hataları önleyecek ve kontrol edecek önlemlerin tanımlanması,

A8. Önerilen önlemlerin etkilerinin değerlendirilmesi,

A9. Rapor oluşturma ve sonuçların düzenlenmesidir.

Hata türü etki analizi aşamaları akım şeması aşağıda verilmektedir (Şekil 5). Hatanın oluşma sıklığı, olasılığı ve derecesi Çizelge 2'de, tehlikenin etkisi, şiddeti ve derecesi Çizelge 3'de, tehlikenin farkedilebilirliği ve dereceleri Çizelge 4'de verilmektedir.



Şekil 5. HTEA aşamalarını gösteren akım şeması

Çizelge 2. Hatanın ortaya çıkma olasılığı ve derecesi (Özkılıç, 2005; Kahraman ve Demirer, 2010)

Hatanın oluşma sıklığı	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 3. Şiddetin etkisinin sınıflandırılması (Özkılıç, 2005; Wang vd., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010)

Tehlike Etki	Şiddetin etkisi	Derece
Uyarısız gelen yüksek	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız gelen	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 iş 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 süre 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 4. Farkedilebilirlik ve dereceleri (Özkılıç, 2005; Wang vd., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010)

Tehlike Etki	Şiddetin etkisi	Derece
Fark edilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği mümkün değil	10
Çok az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği uzak	8
Çok düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği orta	5
Yüksek ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği yüksek	3
Çok yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği hemen hemen kesin	1

Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4'ten hatanın ortaya çıkma olasılığı, bu hatanın kazaya yol açması durumunda şiddeti ve bu hatanın farkedilebilirlik değerleri 1-10 üzerinden derecelendirilmektedir. Böylelikle Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değeri hesaplanarak sınıflandırılan riskler değerlendirilmektedir. Bu değer,: Her bir zarar türünün oluşma olasılık değeri (O), Zararın ne kadar önemli olduğunun değeri, Şiddeti (Ş): ve Zarar meydana getirecek durumun keşfedilmesinin zorluk derecelendirilmesi (F) ile çizelgelerde elde edilmiş değerlerinin çarpımıyla elde edilir. RÖS değeri 40'dan küçük olduğunda önlem almaya gerek yoktur. RÖS değeri 40 ile 100 arasında iken önlem alınabilir. RÖS değeri; 100'ün üzerinde ise önlem alınması mutlaka gerekmektedir.

4. DEĞERLENDİRME VE BULGULAR

Açık işletmelerde önemli bir risk analiz yöntemi olan HTEA ile kamyonların oluşturabileceği tehlike ve riskler Çizelge 5' te değerlendirilmiştir.

Çizelge 5. Hatanın ortaya çıkma olasılığı ve derecesi

Hata No	Hatanın Cinsi	Mevcut durum				Alınacak önlem	Değerlendirme			
		O	Ş	F	RÖS		O	Ş	F	RÖS
1	Yol eğimlerinde hata	5	7	2	70	Yol eğimleri, max %10-12 olarak tasarlanmalıdır.	5	4	1	20
2	Makine bakımlarının düzenli yapılmaması	7	8	4	224	Makine bakım kartları yazılı kayıt altına alınmalı ve bakımdan sonra operatör bakımla ilgili bilgilendirilmelidir.	7	5	2	70
3	Operatörün yorgun olması	5	7	6	210	Dinlenme ve istirahat sürelerine uyulmalıdır.	5	4	3	60
4	Operatörün kalifiye olmaması	6	8	2	96	Operatör yeterlilik belgesine sahip düzeydekiler tercih edilmelidir.	6	6	1	36
5	Hız limitlerinin aşılması	8	8	2	128	Araçlarda takometre olmalıdır. Yollarda hız sınırlaması ve yaptırımlar uygulanmalıdır.	8	6	1	48
6	Yol genişliğinin yeterli olmaması	6	8	3	144	Kademe genişliği seçilen kamyon ve diğer ekipmanlara uygun şekilde yapılmalıdır.	6	6	2	72
7	Yol trafik uyarı levha ikaz işaretlerinde eksiklik	9	7	3	189	Trafik işaretleri yollarda olmalı ve belli dönemlerde temizlenmelidir.	9	4	1	36
8	Gece çalışmalarında aydınlatmanın yeterli olmaması	8	6	3	144	Gece çalışmalarında çalışma ortamı ve yollar aydınlatılmalıdır.	8	4	1	32
9	Operatörün psiko-sosyal durumdan kötü durumda olması	6	6	8	288	Kurum doktoru ve varsa psikolog tarafından işçilere düzenli kontroller yapılmalıdır.	6	4	3	72
10	Kamyonda geri manevra kontrol sisteminin olmaması	8	4	2	64	Kamyon geri manevra izleme sistemleri kamyonlarda olmalıdır.	8	2	1	16
11	Yol ve döküm alanı bariyer olmaması	7	8	2	112	Yol ve döküm alanı kenarlarına berm malzemesi konulmalıdır.	7	4	1	28
12	Manevracı olmaması	5	5	2	50	Kör nokta dışında reflektör elbiseli bir manevracı olmalıdır.	5	3	1	15
13	Ortamın tozlu olması ve stabilize olmaması	6	5	3	90	Açık ocak yolları arasözle periyodik olarak ıslatılmalıdır.	6	3	2	36
14	Kamyon izleme ve kontrol sistem eksikliği	8	6	2	96	Kamyon atama-izleme sistemleri kurulmalıdır.	8	3	1	24
15	Yolların bakım ve kontrollerin yetersizliği	7	6	3	126	Yolların düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.	7	3	1	21
16	İşçilerin yollarda yaya olarak yürümesi	7	8	2	112	Açık ocak yollarında yaya olarak yürünmemelidir.	7	5	1	35
17	Kör nokta alanlarına önlem alınmaması	8	8	3	192	Kör noktalara insan ve araç girmesine izin verilmemelidir.	8	4	1	32
18	Eğitim eksikliği	7	6	6	252	İşletmede iş güvenliği ve meslek içi eğitimleri verilmelidir.	7	3	2	42

Açık işletmelerde tehlikenin elimine edilerek kazanın önlenmesini sağlayan önemli bir risk analiz yöntemi olan HTEA ile kamyonların oluşturabileceği tehlike ve riskler değerlendirilmiştir. Kamyon kazalarına neden olabilecek tehlike ve riskler mevcut durum için değerlendirilmekte ve ardından düzeltici/önleyici faaliyet sonrası yeniden düzenlenmektedir.

Çalışmada belirlenen temel risk etkenleri, mevcut durum ve önlem sonrası olmak üzere; operatörün psiko-sosyal durumdan kötü durumda olması (288>100), eğitim eksikliği (252>100), makine bakımlarının düzenli yapılmaması (224>100), operatörün yorgun olması (210>100), kör nokta mesafelerine önlem alınmaması (192>100), yol trafik işaretlerinde eksiklik (189>100), yol genişliğinin yeterli olmaması (144>100), gece çalışmalarında aydınlatmanın yeterli olmaması (144>100), hız limitlerinin aşılması (128>100), yolların bakım ve kontrollerinin yapılmaması (126>100), yollarda ve döküm sahalarında bariyerlerin yetersiz olması (112>100), işçilerin yollarda yaya olarak yürümesi (112>100) olarak belirlenmiştir. Düzenleyici faaliyetlerden sonra alınacak önlemler ile oluşabilecek riskin şiddeti ve farkedilebilirliği düşmektedir. Dolayısıyla ile risklerin hepsi 100 puanın altına düşürülmüş ve güvenli işyeri koşulları oluşturulmuştur.

5. ÖNERİLER VE TARTIŞMA

Açık işletmelerde risk değerlendirmeleri ve yönetimi devam ettirilmeli ve sürdürülebilir bir şekilde programlanmalıdır. Öncelikle operatörlerin psiko-sosyal durumları işyeri doktorları ve amirleri tarafından izlenmelidir. Meslek içi eğitimlere katılmaları sağlanmalıdır. Yorgun olarak çalışmaya geldiklerinde mutlaka yedekleri ile değiştirilmelidirler. Bu önleyici faaliyetleri sonrası risk puanı oldukça aşağılara düşürülmektedir.

Çalışmada kamyon iş kazalarında operatör kaynaklı hataların fazlalığı göz önüne alındığında operatörün psiko-sosyal durumunun, yeterliliğinin ve ocak içi yollarda hız sınırlamasına uyulup uyulmadığının kontrolleri önemli olmaktadır.

Açık işletmelerde, yönetim ve organizasyon denetimlerinin arttırılması, sürekli periyodik kontrol süreçleri, kamyon akaryakıt tüketimini azaltacak emniyetli stratejiler, koşullara uygun karar verme, kontrollü sürüş, performans ve yeteneklerinin geliştirilmesi, kamyon işkazalarının önlenebilmesinde önem kazanmaktadır.

- Operatörlere simulasyon uygulamaları ve sanal gerçeklik eğitimleri verilerek verimliliğin yükseltilmesi gerektiği,
- Kamyonlara önleyici bakımı ve servis hizmetinin arttırılmasının gerekliliği,
- Sensor ve kamera uygulamaları, erken uyarı ve GPS tabanlı izleme sistemlerinin kamyonlara entegre edilerek teknolojik altyapının geliştirilmesinin gerekliliği,
- Yol eğim ve genişlikleri, bariyer yükseklikleri detaylı tasarlanıp uygulamaya geçirilmesi gerekliliği,
- Ocak içi yolların, yükleme ve döküm sahalarının zemin stabilitesinin kamyonların dengeli ve emniyetli hareketi için gerekli olduğu açıkça görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Risk etmenleri detaylı analiz edilip değerlendirildiğinde, gerekli planlama ve tasarım parametrelerine uygun mühendislik çözümleri ile proaktif önlemler uygulamaya geçirilerek iş güvenliği arttırılarak riskli çalışma koşulları iyileştirilebilir ve tehlike kaynakları ortadan kaldırılabilir. Ayrıca erken uyarı ve sensör teknolojisiyle desteklenen uygulamalar devreye alınarak operatörler için algılanamayan tehdit ve riskler bertaraf edilebilir. Sanal gerçekliğe dayalı eğitim süreçleriyle operatör, personel performansları ve işyeri verimliliği arttırılabilir. Böylelikle, ülke ekonomisine ciddi kayıplar olarak geri dönen iş kazaları önlenip azaltılabilecektir.

KAYNAKLAR

Bilim, N., Dursun, E. A., Bilim, A., 2015. *Maden Ekipmanlarına Bağlı İş Kazalarının Genel Değerlendirmesi ve Çözüm Önerileri.* Türkiye 5. Uluslararası Maden Makinaları Sempozyumu ve Sergisi, 1-2 Ekim 2015, Eskişehir.

Bowman, D. A., McMahan, R. P., 2007. *Virtual Reality: How Much Immersion is Enough*, Computer, 40(7):36-43.

Goodbody, A., 2013. *Feeling tired*. Mining Magazine, 7, 38-48.

Groves, W., Kecojevic, V., Komljenovic, D., 2007. *Analysis of fatalities and injuries involving mining equipment*, Journal of Safety Research, 38, 4, s.461-470.

Holman, P., 2006. *Caterpillar haul road design and management*. Presented at the Big Iron University, St. Charles, IL.

Özfırat, M. K., Özfırat, P. M., Kahraman, B., Can, Y., Öney, Ö., 2013. *Yeraltı Madeninde Nakliyatta Oluşan Risklerin Hata Türü Etki Analizi (HTEA) Yöntemiyle Sınıflanması*, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu 2013, 21-22 Kasım, 289-296, Adana.

Kahraman, B., Özfırat, M. K., Yetkin,. E. M., Demirel, T., 2015. *Madenlerde Döküm Sahalarına Malzeme Boşaltma İşlerinde İş Güvenliği Analizi ve Ekonomisi*, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş güvenliği Sempozyumu 2015, 21-22 Aralık, Adana.

Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W., Radomsky, M., 2007. *An analysis of equipment-related fatal accidents in U.S. mining operations: 1995–2005*, Safety Science 45 (2007) 864–874

Kecojevic, V., Radomsky, M., 2004. *The causes and control of loader and truck related fatalities in surface mining operations*, Injury Control and Safety Promotion, 11, 4, s.239-251

Kızıl, M. S, Joy, J., 2001. *What can virtual reality do for safety?* Proceedings Queensland Mining Industry Health and Safety Conference: Managing Safety to Have a Future, pp 173-181.

Md-Nor, Z. A., Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W., 2008. *Risk assessment for haul truck-related fatalities in mining*, Mining Engineering, 60, 3, s.43-49.

Miller, T. L, 2007. *Making Haul Truck Maintenance Routine*, Aggregates Manager, 12(12):26-32.

McMahan, R. P., Bowman, D. A., Schafrik, S., Karmis, M., 2008. *Virtual Environment Training for Preshift Inspections of Haul Trucks to Improve Mining Safety*. First International Future Mining Conference Sydney, NSW, 19 – 21.

Nieto, A., 2001. *Development of a real-time proximity warning and 3D mapping system based on wireless networks, virtual reality graphics, and GPS to improve safety in open-pit mines*. PhD thesis. Colorado School of Mines.

Ruff, T. M., 2001. *Miner Training Simulator: User's Guide And Scripting Language/Documentation*, US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, publication no 2001-136.

Ruff, T. M., Holden, T. P., 2003. *Preventing collisions involving surface mining equipment: a GPS-based approach*. Journal of Safety Research 34 (2), 175–181.

Ruff, T., Coleman, P., Martini, L., 2011. *Machine-related injuries in the US mining industry and priorities for safety research*, International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 18, 1, s. 11-20.

SAFEmine., 2014. SAFEmine CAS information. http://www.safe-mine.com/index.php/products

Schaum, A. M., 2007. *Increasing Haul Truck Safety Through The Use Of Virtual Pre-Shift Inspection Training*, Master's thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.

Ural, S., Demirkol, S., 2008. *Evaluation of occupational safety and health in surface mines*, Safety Science, 46, 6, s. 1016-1024.

Verma, D., Kainthola, A., Thareja, R., Singh, T. N., 2013. *Stability Analysis of an Open Cut Slope in Wardha Valley Coal Field*, Journal Geological Society Of India, 17, 804-812

Zhang, M., Kecojevic, V., Komljenovic, D., 2014. *Investigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using fault tree analysis*, Safety Science, 65, 106-117.

TÜRKİYE MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE İŞ KAZALARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

STATISTICAL ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN TURKEY MINING INDUSTRY

B. Bayraktar
Eskişehir Sanayi Odası Organize Sanayi Bölgesi, Eskişehir

H. Uyguçgil
Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir

A. Konuk
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZ: Ülkemizde iş kazaları bütün işkollarında görülmesine rağmen, diğer işkolları ile karşılaştırıldığında, iş kazaları sonrası ölüm oranları yüksekliği nedeniyle madencilik işkolu dikkat çekici bir konumdadır. Her ne kadar çalışanlar eğitilse ve güvenlik önlemleri alınsa da, maden ocaklarında mekanize üretim yerine emek yoğun çalışılması nedeniyle, madencilikte ölümlü iş kazası sıklığı oldukça yüksektir. Bu çalışmada, 2002-2015 yılları arasında Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistik yıllıklarından elde edilen iş kazası verileri istatistiksel olarak incelenmiş, madencilik sektörü ile diğer sektörlerin kaza oranları karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda Türkiye'de madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının önceki yıllarda ve günümüzde yapılan yasal düzenlemelere rağmen azalmadığı, aksine çalışan sayısı başına düşen kaza ve ölüm oranlarının diğer sektörlerle karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, madencilik sektöründe küçük ölçekli madencilikten vazgeçilmesi, madencilikte mekanizasyon oranının arttırılması, madenciliğe özgü önlemlerin alınması ve denetimlerin yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır**.**

Anahtar Kelimeler: Madencilik Sektörü, İş kazaları, Kaza İstatistikleri.

ABSTRACT: *Occupational accidents are prevalently seen in all business segments in our country. However, mining industry comparing to others draws attention due to the high fatality rates of occupational accidents. Although workers are educated and safety precautions are taken, the frequency of fatal occupational accidents in mining industry is quite high because of the labor intensive working instead of mechanized production in the mines. In this study, occupational accidents data, obtained from the Social Security Institution (SSI)*

annual reports between the years 2002-2015, were examined statistically, and the mining accident rates have been compared with other sectors. Analysis show that, in spite of the regulations promulgated in the past and present, the number of occupational accidents occurred in the mining industry did not decrease. Contrarily, it is determined that mining accident and death rate per employee is seriously high when compared with other sectors. As a result of this study the necessity to do the following changes is revealed. Small scale mining should be abandoned, the mechanization ratio in mining should be increased, and mining specific measures and inspections in the occupational safety and health field should be taken.

Keywords: *Mining Industry, Occupational Accidents, Accident Statistics.*

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği insana verilen önemin bir sonucu olarak günümüz modern çağında sürekli gelişen, ilerleyen, dinamik ve çok disiplinli bir alandır. Yaşama hakkı ise en temel insan hakkıdır. Temelinde yaşama hakkının korunması ve devamlılığının sağlanmasını içeren iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının amacı, iş kazaları ve meslek hastalıkları meydana gelmeden gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı çalışanları korumaktır. Ayrıca günümüzde üretim güvenliğini sağlayarak verimliliği arttırmayı da hedeflemektedir.

İş sağlığı ve güvenliği bütün çalışanları ilgilendiren, çalışma yaşamının en önemli unsurlarından biridir. İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin göstergeler çalışma yaşamı ve ülkelerin gelişmişliklerine ilişkin önemli göstergeler sunmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) kaynaklarına göre;

- Dünyada 3 milyar işgücü bulunmaktadır,
- Her yıl 270 milyon iş kazası meydana gelmekte ve 160 milyon kişi meslek hastalılarına yakalanmakta ve iş kazaları ve iş ile ilgili hastalıklar nedeniyle 2 milyon ölüm olmaktadır,

- Her 15 saniyede bir, bir kişi iş kazası veya meslek hastalığı nedeniyle hayatını kaybederken, her 15 saniyede bir 160 çalışan iş kazası geçirmektedir (ILO, 2009).

1.1. İş Kazalarının Genel Görünümü

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de iş kazaları çalışma hayatında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde her yıl meydana gelen iş kazaları ülke ekonomisine ciddi zararlar verirken, aynı zamanda üretim kaybına ve en önemlisi de hiçbir şekilde telafisi mümkün olmayan can kayıplarına neden olmaktadır. Yıllar itibariyle iş kazaları işkollarına göre incelendiğinde ilk üç sırayı inşaat, metal ve maden işkollarının aldığı görülmektedir. 2015 yılı istatistiklerine göre faaliyet grupları bazında sıralama yapıldığında iş kazalarının %39'u ve ölümlerin %52'sinin üç işkolunda meydana geldiği görülmektedir. Bunlar madencilik, metal/makine ve inşaat işkollarıdır. Üç işkolunda da iş kazası sayısı ve ölüm sayıları yüksektir.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği istatistiklerine ulaşabildiğimiz tek kaynak Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistikleridir. SGK istatistiklerine göre 2015 yılında Türkiye 'de 5510 sayılı Kanunun 4/1-a maddesi kapsamında sigortalı işçi çalıştıran 1.740.187 İşyeri faaliyet göstermiş ve bu işyerlerinde 13.999.398 hizmet sözleşmesi ile çalışan istihdam edilmiştir. Bu işyerlerinde bildirimi yapılan 241.547 iş kazası, 510 meslek hastalığı vakası tespit edilmiştir. Meydana gelen iş kazalarında 1.252 çalışan hayatını kaybederken, ölümle sonuçlanan meslek hastalığı bulunmamaktadır (SGK, 2015).

2015 yılı istatistikleri faaliyet grupları bazında incelendiğinde 5510 sayılı Kanunun 4/1-a maddesi kapsamında çalışanlar içinde en fazla 51 bin 327 (%21) iş kazası ile metal/makine sektöründe meydana gelmiştir. Bunu 33 bin 361 (%14) iş kazası ile inşaat sektörü, 10 bin 336 (%4) iş kazası ile madencilik sektörü izlemiştir. İş kazası sıklık hızı yüz çalışana oranlandığında sıralama

maden sektörü, metal/makine sektörü ve inşaat sektörü olarak değişmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İş Kazası Sıklık Hızı (100 Kişide)

Sektörler	İş Kazası	Çalışan Sayısı	Sıklık Hızı (Kişi/100 Çalışan)
Madencilik Sektörü	10 336	128 741	8,05
Metal Sektörü	51 327	1 070 162	4,80
İnşaat Sektörü	33 361	1 980 630	1,68

Ölümlü iş kazası istatistikleri incelendiğinde en fazla 473 (%38) ölüm inşaat sektöründe meydana gelmiştir. Bunu 94 (%8) ölüm ile metal/makine sektörü, 79 (%6) ölüm ile maden sektörü izlemiştir. Ölümlü iş kazası sayıları yüz bin çalışana oranlandığında ise; sıralama maden sektörü, inşaat sektörü ve metal/makine sektörü olarak değişmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ölüm Hızı (100.000 Kişide)

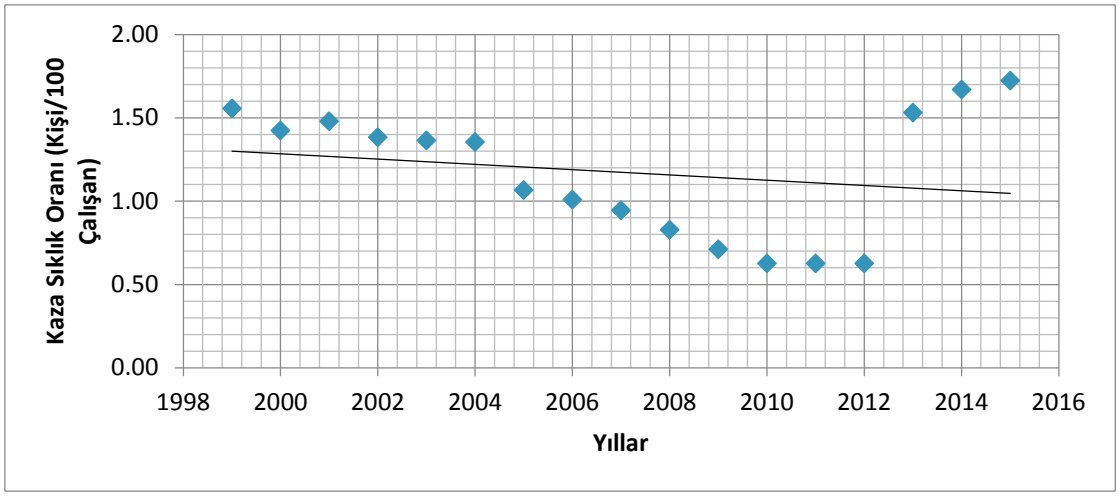
Sektörler	İş Kazası Sonucu Ölüm	Çalışan Sayısı	Sıklık Hızı (Kişi/100.000 Çalışan)
Madencilik Sektörü	79	128 741	61,4
Metal Sektörü	94	1 070 162	8,8
İnşaat Sektörü	473	1 980 630	23,9

2015 yılından önceki istatistik verileri sadece ödemesi yapılarak dosyası kapatılmış iş kazası verilerini içermektedir. Bu durumda, bildirim yapılmış ancak işlem beklemekte olan iş kazalarının olduğunu göstermektedir. 1999-2015 SSK ve SGK istatistik yıllıkları incelendiğinde iş kazalarının önemli boyutlarda olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye geneli 1999-2015 yılları arası işyeri sayıları, çalışan sayıları, iş kazası sayıları ve iş kazası sonucu ölüm sayıları istatistikleri

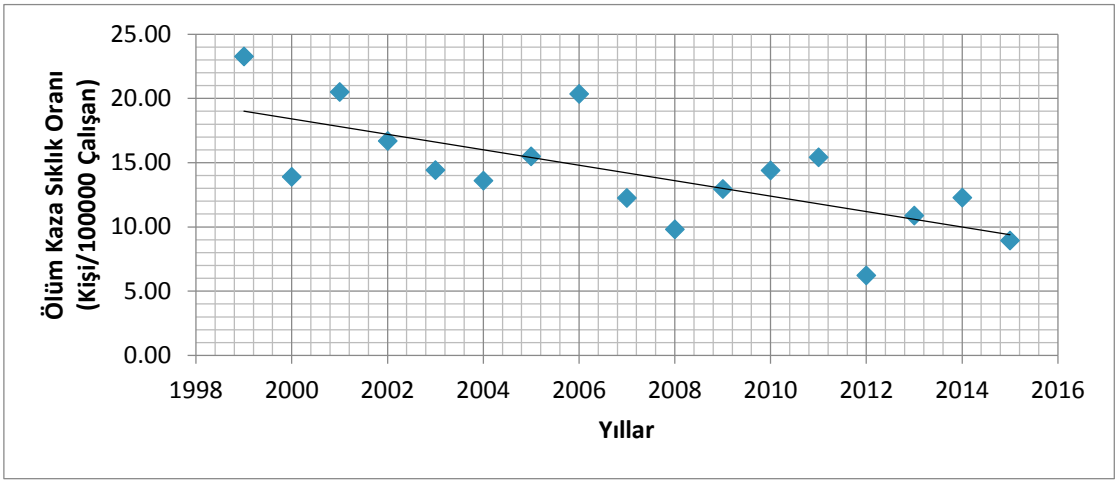
YILLAR	İŞYERİ SAYISI	ÇALIŞAN SAYISI	İŞ KAZASI	İŞ KAZASI SONUCU ÖLÜM
1999	836.447	5.005.403	77.955	1165
2000	753.275	5.254.125	74.847	731
2001	723.503	4.886.881	72.367	1002
2002	727.409	5.223.283	72.344	872
2003	777.177	5.615.238	76.668	810
2004	850.928	6.181.251	83.830	841
2005	944.984	6.918.605	73.923	1072
2006	1.036.328	7.818.642	79.027	1592
2007	1.116.638	8.505.390	80.602	1043
2008	1.170.248	8.802.989	72.963	865
2009	1.216.308	9.030.202	64.316	1171
2010	1.325.749	10.030.810	62.903	1444
2011	1.435.879	11.030.939	69.227	1700
2012	1.538.006	11.939.620	74.871	744
2013	1.611.292	12.484.113	191.389	1360
2014	1.679.990	13.240.122	221.366	1626
2015	1.740.187	13.999.398	241.547	1252
TOPLAM	**19.484.348**	**145.967.011**	**1.690.145**	**19.290**

Şekil 1'e göre ülkemiz genelinde "iş kazası sıklık oranları" incelendiğinde; 10 Haziran 2003 tarihinde yürürlüğe giren "4857 Sayılı İş Kanunu" ile birlikte iş kazalarında önemli oranlarda azalma meydana gelirken, ilginç bir şekilde 30 Haziran 2012 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren "6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu" sonrasında iş kazalarında sıçrama meydana gelmiştir. Özellikle 2013 yılı sonrası iş kazası sıklığında meydana gelen sıçramanın nedeninin, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile birlikte iş kazası bildirimlerinin artmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 1. Türkiye 'de meydana gelen iş kazalarının sıklık (kişi/100 çalışan) oranları

Şekil 2'de görüldüğü gibi ise 1999 yılından itibaren ölümlü kaza sıklık (kişi/100.000 çalışan) oranlarında trendsel azalma söz konusudur. İş kazaları sonrasında ölüm sıklığında azalma eğiliminin ana nedeninin ise sağlık hizmetlerine ulaşımın artmış olması olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. Türkiye 'de meydana gelen iş kazaları sonucu ölüm sıklık (kişi/100000 çalışan) oranları

2. MADENCİLİK SEKTÖRÜNÜN İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN GENEL GÖRÜNÜMÜ

Madencilik sektörü, hem dünya genelinde hem de ülkemizde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının yüksek olduğu işkollarından biridir. İş kazası nedeniyle

vuku bulan ölümlerin neredeyse 1/3'ü madencilik sektöründe olmaktadır. Devlet Denetleme Kurulu (DDK) 2011 yılı raporuna göre; dünya çapında madencilik sektöründe yaşanan iş kazalarında yılda 10.000 ila 20.000 kişi hayatını kaybetmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü ILO'ya göre küresel emek gücünün %1'i madencilik sektöründe istihdam edilmekte, ancak ölümle sonuçlanan iş kazalarının %8'i bu sektörde vuku bulmaktadır (DDK, 2011).

Madencilik faaliyetleri ortam şartları nedeniyle sürekli değişim göstermektedir. Değişen ortam şartlarına göre çalışmak, farklılık arz eden jeolojik yapılarda üretim yapmak, doğa ile mücadele etmek sektörü diğer işkollarından ayırmaktadır. Sektörün bu önemli özellikleri iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını da önemli kılmaktadır.

2.1. İş Kazaları Sayıları

SSK ve SGK istatistik yıllıklarından alınan verilerine göre, ülkemizde 2002-2015 yılları arasında toplam 1.464.976 iş kazası olmuş, 16.392 çalışan iş kazası nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Madencilik sektöründe ise istatistiklere yansıdığı kadarıyla, 2002-2015 yılları arasında toplam 124.288 iş kazası olmuş ve 14 yılda 1399 çalışan iş kazası nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Kayıt dışı çalışma ile iş kazalarının ve meslek hastalıklarının gerçek sayısının tespit edilemediği de dikkate alınırsa, bu rakamlar daha da artabilir. 2002-2015 yılı istatistiklerine göre Türkiye 'de madencilik sektöründe 72.541 işyerinde 1.576.788 çalışan çalışmaktadır. Sektörde yer alan işyerlerinin ülkemizdeki 17.171.123 işyeri sayısı içerisindeki oranı %0,43; sektörde çalışan sigortalıların ülkemizdeki toplam 130.820.602 sigortalı sayısı içerisindeki oranı %1,2'dir. Yaşanan iş kazalarının %9'u, iş kazası sonucu ölümlerin %8,5'i madencilik sektöründe meydana gelmiştir.

2002-2015 yılları arasında madencilik sektöründe ve tüm sektörlerde meydana gelen iş kazası, iş kazası sonucu ölüm kayıtları incelendiğinde madencilik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği alanında çok ciddi tedbirlerin

alınması ve bu tedbirlerin sürekliliğinin sağlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4).

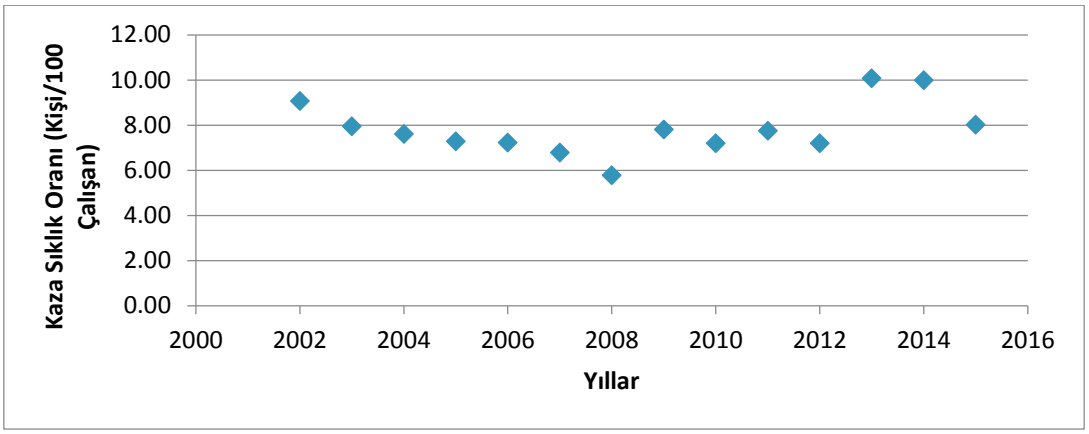
Çizelge 4. Madencilik sektöründe 2002-2015 yılları arası işyeri sayıları, çalışan sayıları, iş kazası sayıları ve iş kazası sonucu ölüm sayıları istatistikleri

YILLAR	MADENCİLİK SEKTÖRÜ			
	İŞYERİ SAYISI	ÇALIŞAN SAYISI	İŞ KAZASI SAYISI	ÖLÜM SAYISI
2002	3.206	81.968	7.437	64
2003	3.344	80.533	6.401	81
2004	3.626	83.624	6.372	68
2005	4.035	94.430	6.879	116
2006	4.325	104.942	7.591	79
2007	4.667	106.004	7.193	76
2008	4.890	112.335	6.495	66
2009	5.310	115.934	9.056	20
2010	5.890	125.457	9.032	125
2011	6.405	135.447	10.507	116
2012	6.644	137.630	9.919	44
2013	6.776	140.781	14.186	84
2014	6.687	128.962	12.884	381
2015	6.736	128.741	10.336	79
TOPLAM	72.541	1.576.788	124.288	1399

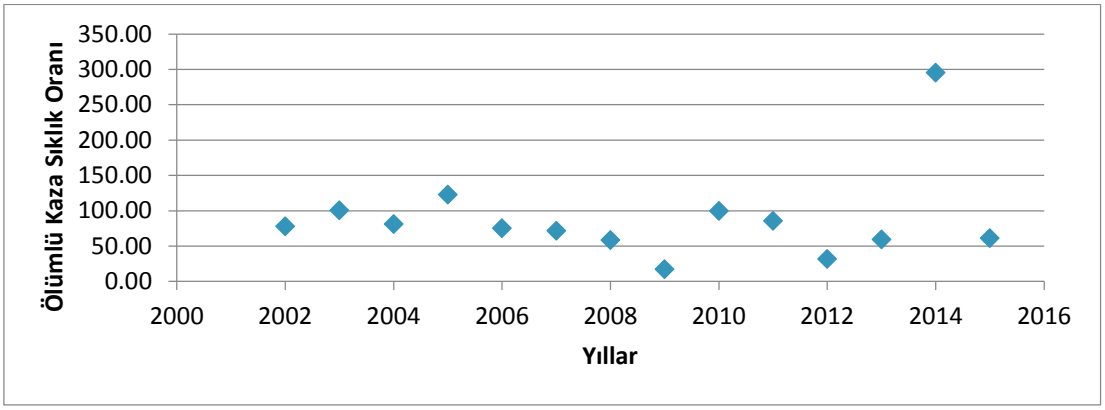
Şekil 3'de görüldüğü gibi madencilik sektöründe meydana gelen iş kazaları sayısında 2008 yılına kadar trendsel bir azalma söz konusu iken, 2013 yılı sonrasında önemli oranda artış gözlenmektedir.

Şekil 4'de görüldüğü gibi 2009 yılına kadar ölümlü kaza sıklık (kişi/100000 çalışan) oranlarında azalma söz konusudur. Ancak, 2009 yılı sonrasında yeraltı kömür madenciliğinde meydana gelen ölümlü iş kazalarındaki (özellikle 2014 yılındaki Soma ve Ermenek kazaları) artış nedeniyle, bu azalış tersine dönmüştür. Özellikle, yeraltı kömür madeni işletmelerinde projeye dayalı

olmadan yapılan kömür çıkartım ihalelerindeki yanlışlık, madencilik sektörü ölümlü iş kazalarında artışa neden olmuştur.



Şekil 3. Türkiye Madencilik Sektöründe meydana gelen iş kazalarının sıklık (kişi/100 çalışan) oranları



Şekil 4. Türkiye Madencilik Sektöründe meydana gelen ölümlü iş kazalarının sıklık (kişi/100.000 çalışan) oranları

2.2. İş Kazalarında Küçük Ölçekli Madenciliğin Etkisi

İşletmeler genellikle işyerinde çalışan sayısına veya yıllık gelirine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Bazı değişkenlikler göstermekle birlikte işyerinde çalışan sayısına bağlı olarak işletmeleri;

a) **Mikro işletme:** On kişiden az çalışan istihdam eden işletmeler,

b) **Küçük işletme:** Elli kişiden az yıllık çalışan istihdam eden işletmeler,

c) **Orta büyüklükteki işletme:** İkiyüzelli kişiden az yıllık çalışan istihdam eden işletmeler,

d) **Büyük işletme:** İkiyüzelli kişiden fazla yıllık çalışan istihdam eden işletmeler, olarak sınıflandırılmaktadır (Gündüz ve Gökhan, 2007).

2015 yılı SGK verilerine göre Türkiye 'de faaliyet yürüten işyerlerinin sayıları Çizelge 5' de görüldüğü gibidir. Çizelge 5'den de görüldüğü gibi tüm faaliyet grupları içinde mikro ve küçük ölçekli işyerleri sayısı %97,93 iken madencilik sektöründe %93,87'dir.

Çizelge 5. Tüm faaliyet grupları ve madencilik sektörü işyerleri sayılarının dağılımı

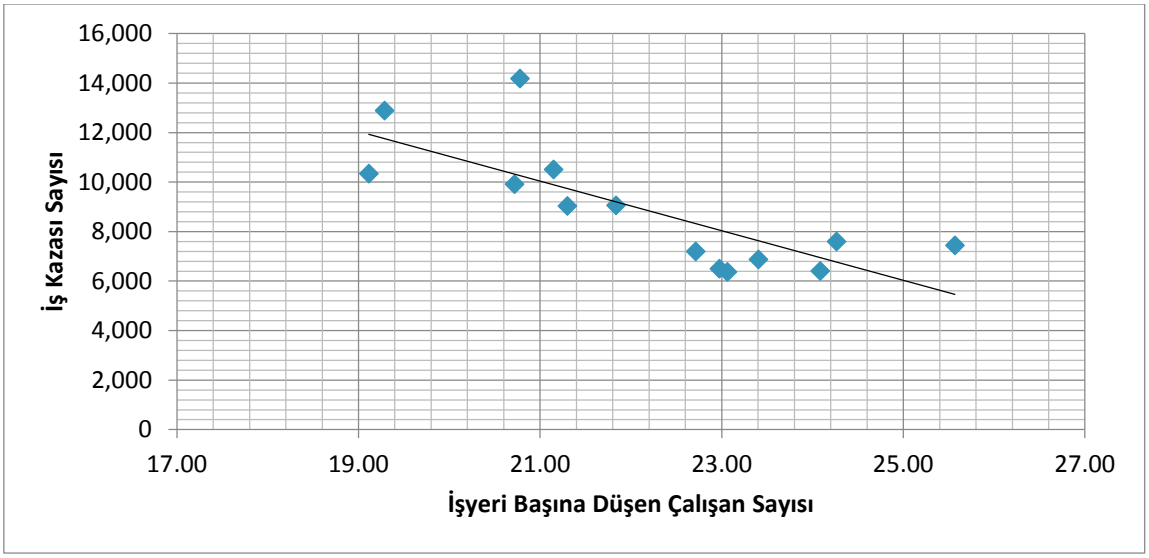
İşyeri Büyüklüğü	Tüm Faaliyet Grupları İçinde Oranı (%)	Madencilik İşyerleri İçinde Oranı (%)
Mikro İşyeri	85,41	62,84
Küçük Ölçekli İşyeri	12,52	31,03
Orta Büyüklükte İşyeri	1,80	5,25
Büyük İşletme	0,27	0,88

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomilerinde ve istihdamında, mikro, küçük ve orta ölçekli işletmeler önemli bir yere sahiptir (Yılmaz vd., 2005; Unnikrishnan vd., 2015). Finansal birikimlerin kısıtlı ve teknolojik yatırımların pahalı olduğu az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, istihdamı arttırmaları nedeniyle genellikle mikro ve küçük işletmeler teşvik edilmektedir. Özellikle de düşük sabit yatırım gerektiren teknolojileri kullanmaları nedeniyle, mikro ve küçük işletmeler ekonomik ve politik krizlere de dayanıklı olmaktadırlar.

Bununla birlikte, küçük ve mikro ölçekli işletmelerin eski teknolojileri kullandığı, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini önemsemediği bilinen bir gerçektir. Mikro ve küçük ölçekli işletmelerde iş kazası ve meslek hastalığını önleme kültürü de olmadığı gibi, bu işletmelerin büyük çoğunluğunda çalışanlar sigortasız ve kayıt dışı çalışmaktadırlar (Unnikrishnan vd., 2015).

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki, küçük işletmelerde kaza sıklık oranı ve iş kazası riski daha yüksek olmakta; işletmeler büyüdükçe ise iş kazaları azalmaktadır (Uysal vd., 2005; Fabiano vd., 2004). İşletme büyüklüğü arttıkça kaza sıklık oranının azalmasında, büyük işletmelerde planlama ve organizasyon derecesinin iyileşmesinin, kurumun iş sağlığı ve güvenliği biriminin olmasının, işletmenin sağlık hizmeti sunucularına kolaylıkla ulaşabilmesinin ve bu işletmelerin devletin kurumları tarafından denetlenebilirliğinin artmasının etkili olduğu düşünülmektedir (McVittie vd., 1997). Büyük işletmeler iş kazası kayıtlarını tutma ve iş kazaları meydana geldiğinde bildirimde bulunma konusuna da önem vermektedirler.

Türkiye Madencilik Sektöründe 2002-2015 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının işletme büyüklüğüne (işyeri başına düşen çalışan sayısına) bağlı olarak değişimi araştırıldığında, Şekil 5'den de görüldüğü gibi, madencilik sektöründe işyeri başına düşen çalışan sayısı (işletme büyüklüğü) arttıkça iş kazaları azalmaktadır (korelasyon katsayısı r=-0,77). Bu durum da göstermektedir ki, Türkiye Madencilik Sektöründe iş kazalarını önlemede veya azaltmada, özellikle mikro işletmelerin tasfiye edilmesi, orta ölçekli işletmelerin ve işletmelerde mekanize çalışmanın teşvik edilmesi gerektirmektedir.



Şekil 5. Türkiye Madencilik Sektöründe meydana gelen iş kazalarının işletme büyüklüğüne (işyeri başına düşen çalışan sayısı) bağlı değişimi

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye madencilik sektörünün içinde bulunduğu durumu ortaya koyabilmek için iş kazası istatistikleri değerlendirilmiştir. Bu amaç ile ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği istatistiklerine ulaşabildiğimiz tek kaynak olan Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistik yıllıklarından faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

- İş kazası sıklık hızı madencilik sektöründe en yüksek iken, madencilik sektörünü metal/makine ve inşaat sektörleri takip etmektedir. Madencilik sektöründe iş kazası sıklık hızı, hemen hemen en yakın sektörün iki katıdır,
- Ölümlü iş kazası sayıları yüz bin çalışana oranlandığında ise; sıralama maden sektörü, inşaat sektörü ve metal/makine sektörü olarak değişmektedir. Madencilik sektöründe ölümlü iş kazası sıklık hızı, hemen hemen en yakın sektörün yedi katıdır,
- 2012 yılında yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile birlikte iş kazası bildirimlerinin artmış olmasından dolayı 2013 yılı sonrası iş kazası istatistiklerde sıçrama gözlemlenmektedir,
- Türkiye genelinde sağlık hizmetlerine ulaşımın artmış olması nedeniyle 1999 yılından itibaren iş kazaları sonrasında ölüm sıklığında azalma eğilimi gözlemlenmektedir,
- Türkiye madencilik sektöründe mikro ve küçük ölçekli işyerleri sayısının, toplam işletme sayısının %93,87'ini oluşturduğu tespit edilmiştir,
- Madencilik sektöründe işletme büyüklüğü arttıkça iş kazalarının azaldığı tespit edilmiş olup, bu nedenle Türkiye Madencilik Sektöründe iş kazalarını önlemede veya azaltmada, özellikle mikro işletmelerin tasfiye edilmesi, orta ölçekli işletmelerin ve işletmelerde mekanize çalışmanın teşvik edilmesi gerektirmektedir.

KAYNAKLAR

Arslanhan S., Cünedioğlu H.E., 2010. Madenlerde Yaşanan İş Kazaları ve Sonuçları Üzerine Bir Değerlendirme, TEPAV (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı)

DDK (Devlet Denetleme Kurulu), 2011. Araştırma ve İnceleme Raporu http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf

ILO (International Labour Office), 2009 http://laborsta.ilo.org

SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu), 2013. İstatistik Yıllıkları, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler/sgk_istatistik_yilliklari/

B. Fabiano, F. Curro and R. Pastorino, 2004. A study of the relationship between occupational injuries and firm size and type in the Italian industry, Safety Science 42 (2004) 587–600

A.O. Yılmaz, İ. Alp ve İ. Çavuşoğlu, 2005. Küçük ve Orta Ölçekli Madencilik: Ülkemiz Madencilik Sektörüne Bu Açıdan Bakış, 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı, İzmir, Türkiye, s.79-86.

B. Uysal, A. Özçifçi ve Ş. Kurt, 2005. Analysis of Industrial Accidents Occurred In Small and Medium-Sized Furniture Manufacturing Firms In Turkey, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 18(3): 439-451(2005).*

S. Gündüz ve E.E. Gökhan, 2007. Küçük İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirlerinin Uygulanabilirliği, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları; 2007, s.55-59.

S. Unnikrishnan, R. Iqbal, A. Singh, I.M. Nimkar, 2015. Safety Management Practices in Small and Medium Enterprises in India, Safety and Health at Work 6 (2015) 46-55.

YERALTI KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE SOLUNABİLİR TOZLARIN ÖNLENMESİ VE TIBBİ GÖZETİM

PREVENTION OF RESPIRABLE DUSTS IN UNDERGROUND COAL MINING AND MEDICAL SURVEILLANCE

A. K. Eyüboğlu
Maltepe Üniversitesi MYO, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, İstanbul

S. Kanbur
İstanbul Gedik Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: Yeraltı kömür madenleri birçok tehlike kaynağını bünyesinde barındıran sektörlerden biridir. Yeraltında kömür üretimi faaliyetlerinde ortaya çıkan toz hem yeraltında çalışanlar hem de makineler için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu hususta yeraltı kömür madenciliğinde toz ile mücadele, iş sağlığı ve güvenliği hususunda önemli bir konudur. Kömürün özellikleri, yan kayaç, kazı şekli ve kullanılan ekipmanın özelliklerine göre toz sorunu farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar göz önünde bulundurularak birçok tozla mücadele yöntemi geliştirilmiştir. Bu çalışmada yeraltı kömür madenciliğinde ortaya çıkan solunabilir boyutta olan tozların önlenmesine ilişkin iş güvenliği tedbirleri araştırılmış ve toz hususunda yeraltında çalışan işçilerin sağlığına dair tıbbi gözetim süreci incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kömür Madenciliği, İş Güvenliği, Solunabilir Toz.

ABSTRACT: *Underground coal mines are one of the sectors that contain many hazardous sources. The dust generated in underground coal production activities is a major problem for workers as well as for machines. In this respect, dust suppression in underground coal mining is an important issue in terms of occupational health and safety. The problem of dust is different according to the characteristics of the coal properties, wall rock, excavation type and the equipment used. Many dust suppression methods have been developed considering these differences. In this study, occupational safety measures for the prevention of dusts of respirable size occurring in underground coal mining were investigated and the medical surveillance process for the health of underground workers in dust was examined.*

Keywords: *Coal Mining, Work Safety, Respirable Dust.*

1. GİRİŞ

Kazı çalışmaları, nakliyat, boyut küçültme gibi başlıca üretim faaliyetleri ile taban ve tavan taşında yaşanan kırılmalar, ocak havasında gözle görülmeyen kömür tozu ve kristal silika tozu parçacıklarının oluşmasına sebebiyet vermektedir. Yeraltı kömür madeninde çalışanların ocak havasında bulunan bu tür solunum sistemi için zararlı tozları soluması, pnömokonyoz, silikozis, fibrozis ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) gibi zaman içinde ilerleyen ve hatta ölüme sebebiyet veren solunum sistemi hastalıklarına sebep olmaktadır (Schroedl vd., 2016).

Ocak havasında bulunan zararlı toz parçacıklarının miktar ve boyutlarını belirleyerek zararlı toz konsantrasyonunu azaltma, ortam koşullarına göre uygun kişisel koruyucu donanım temin etme ve çalışanların sağlığını düzenli olarak kontrol etmek için tıbbi izleme programları oluşturma gibi iş güvenliği faaliyetlerinin, yeraltı kömür madeni ocağında tozla mücadelede önemli faktörler olduğu düşünülmektedir.

2. YERALTI KÖMÜR MADENİNDEKİ TOZ KAYNAKLARI

Yeraltı kömür madenciliğinde çalışma ortamındaki havaya yayılan tehlikeli gazların yanı sıra gözle görülemeyecek boyutta olan toz partikülleri de çalışanların sağlığı açısından oldukça önemlidir Ocak içerisindeki toz, ya kayaç ve minerallerin parçalanmasıyla doğrudan ya da çökelmiş olan tozun dolaylı yollardan tekrar havaya karışmasıyla oluşur. Ocak içerisindeki mevcut hava akımı ile toz parçacıkları ocağın tüm bölümlerine taşınarak tahkimatın üstüne, yanlarına ve galeri tabanına çökelir. Çökelen bu tozlar, bulundukları yüzeyden hava akımı ile tekrar havalanarak ve çalışanların sağlığı açısından ciddi bir sorun teşkil eder (Tello vd., 2015).

Yeraltı kömür madenciliğinde yapılan üretim faaliyetleri göz önünde bulundurulduğunda, ortaya çıkan tozun sebeplerinin şunlar olduğu düşünülmektedir;

- Delik delme faaliyetleri,
- Kesici, yükleyici ve kazıcı mekanizasyon makineleri,
- Lağım atımı sonrasında çıkan tozun temizlenmesi,
- Çalışanların ocak içerisinde yürümeleri,
- Nakliyat,
- Kırma makineleri,
- Göçük olması,
- Tahkimat kurulumu,
- Boşlukların doldurulması (ramble),
- Tavanın akması.

3. TOZLARIN ZARARLI ETKİLERİ VE TIBBI GÖZETİM

İnce taneli kömür ve taş tozlarının fiziksel ve kimyasal etkileşimlerle akciğerlerdeki alveollere yerleşip, akciğerlerde yarattığı tahribatlar sonucu madenci hastalığı da denilen pnömokonyozu meydana gelmektedir. Yeraltı kömür madeni işçilerinde en çok rastlanan solunum yolu rahatsızlığı silis tozlarının sebep olduğu silikozdur. Silikozun yanı sıra diğer cevher tozlarının meydana getirdiği siderosis, asbestosis, aluminosis de diğer akciğer rahatsızlıklarındandır (Ruckley vd., 1984).

Ortam şartları göz önünde bulundurulduğunda, pnömokonyoza en çok yakalanması muhtemel yeraltı kömür maden işçileri, baca kısımlarında çalışan işçiler, nakliyeciler, patlatma ekibi, kazmacılar, tabancı ve taramacılar, lavvar tesisinde çalışanların ve bakım-onarımcıların maruz kaldığı düşünülmektedir (Fletcher, C. M., 1948)

Bir yeraltı kömür madeni işçisine pnömokonyoz teşhisi konulmadan önce, hastada bu belirtilerin varlığı gözlenmiştir;

- İçerisinde kömür tozu bulunan balgam,
- Nefes darlığı,

- Göğüste tıkanma,
- Aşırı kilo kaybı,
- Kalp ritmi bozukluğu,
- Verem ya da bronşite yakalanma.

6331 sayılı iş sağlığı güvenliği kanunu çerçevesinde, maden iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliği göre her maden ocağı sahibi maden çalışanları için iş yeri hekimi tarafınca hazırlanmış olan bir tıbbi gözetim planı oluşturulması gerektiği düşünülmektedir. Bu plan dahilinde, işçilerin her birine ait periyodik olarak akciğer filmlerinin çekilmesi ve ocak tozuna maruz kalıp hastalanan işçilere ait ortalama iyileşme süresinin belirlenmelidir. İşçilerin akciğer filmleri, ILO'ya ait olan pnömokonyoz radyografi sınıflandırması esas alınarak değerlendirilmeli ve buna göre çalışana doğru teşhis konulmalıdır.

Ocak tozuna maruziyet sonucu meslek hastalığına yakalanmış çalışanlar, ocak içerisinde toz konsantrasyonunun en az olduğu bölümlerde çalıştırılmalı ve yakalandıkları hastalıktan ötürü çalışana yapılan ödemeler hiçbir şekilde çalışana yansıtılmamalıdır. Çalışana dair yapılan tedavi hizmetleri ve iş yeri hekimi tarafınca belirlenmiş periyodik muayeneler de ücretsiz temin edilmelidir.

4. SOLUNABİLİR OCAK TOZUNUN ÖNLENMESİ

Toz konsantrasyonu belirli bir seviyede tutulduğu takdirde, yeraltı kömür madeni çalışanları için solunum sistemi rahatsızlıkları önlenebilir. Solunabilen tozları yasal olarak belirtilen seviyede tutmak için toz örnekleri alınarak ocak havası periyodik olarak izlenmeli, üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan tozu bastırmak için etkin mühendislik yöntem ve kontrolleri işveren tarafınca yapılmalıdır.

Bir yeraltı kömür madeninde solunabilir tozların belirli bir konsantrasyonda tutulmasında kullanılabilecek alternatif mühendislik yöntemlerinin şunlar olduğu düşünülmektedir;

- Uzun ayakta kullanılan kırıcı ve yükleyici ekipmanlara toz toplama ve toz bastırıcı sprey tertibatı yerleştirerek,
- Ortaya çıkan tozu arında bastırmak için uzun ayak kazı makinelerinde su spreyi tertibatı kullanarak,
- Kömür kesme ve kazı makineleri arında çalışırken, kesici kafalar su püskürtmek,
- Bantlı konveyörlerin tahrik sistemleri ve aktarım noktaları gibi en çok toz çıkaran yerlerine su püskürtme ve toz bastırma sistemleri yerleştirmek,
- Kazıya başlamadan önce, uzun ayakta kazı ilerleme yönünde bulunan kömür bloklarına su basmak,
- Sürekli kazı yapan makinelere temizleyici fan tertibatı yerleştirerek ve makine çevresindeki tozu filtre ederek,
- Tavan delme makinelerinin kesici uçlarına su basmak,
- Solunabilir toz örneği alınan ekipmanların düzenli olarak bakım ve kontrollerini yaparak,
- Su ve hava dağıtım sistemlerinin periyodik olarak kontrollerini yaparak, ilgili sistemlerde aksaklıklar varsa derhal gidererek,
- Hava akım hızı ile toz konsantrasyonunu izleme tertibatının bulunması.

5. SONUÇ

Hem çalışanların sağlığı hem de üretim faaliyetlerinde kullanılan makine ve ekipmanlar açısından büyük bir sorun olan toz, yeraltı kömür madenciliğindeki önemli sorunlardan bir tanesidir. Açığa çıkan tozu bertaraf etmek için günümüzde birçok yöntem kullanılmakta ve ilerleyen teknoloji ile birlikte yeni yöntemler de denenmektedir.

Maden İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği kapsamında, yeraltı kömür işletmelerinin işverenleri; ocak içerisindeki çalışmalar sırasında yoğun toz çıkışını engellemek, solunabilir toz miktarını yönetmelik gereğince yetkili birimlere ölçtürtmek ve takibini yapmak, tozu bastırmak için teknik

tedbirler almak, düzenli tıbbi kontroller uygulayarak ocak içerisindeki solunabilir zararlı toz sebebiyle meydana gelebilecek meslek hastalıklarından çalışanlarını korumak ve daha da iyi çalışma koşulları sunmak için iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini güncel tutmak zorundadır.

Yapılan bu çalışmada, yeraltı kömür madeninde çalışan işçilerin çalışma ortamlarında, tozun açığa çıkma sebepleri ile bu tozların bastırılarak zararlı etkilerin korunmak için özellikle üretimde kullanılan alet ve ekipmanlara tatbik edilebilecek etkin mühendislik yöntemleri araştırılmış ve işçilerin sağlık bütünlüklerinin bozulmaması için de tıbbi gözetim süreci üzerinde durulmuştur.

KAYNAKLAR

Tello L. I., Grau D., 2015. *Towards a Sustainable and Healthy Work Environment –Lessons Learned from the Unprevented Exposure of Miners to Coal Dust*, In Defining the future of sustainability and resilience in design, engineering and construction, Procedia Engineering, 118:457-464.

Schroedl C., Go L., Cohen R., 2016. *Coal Mine Dust Lung Disease: The Silent Coal Mining Disaster*, Current Respiratory Medicine Reviews, Vol. 12 Issue: 1 p65-73, 9p.

Ruckley VA, Gauld SJ, Chapman JS, Davis JM, Douglas AN, Fernie JM, Jacobsen M , Lamb D., *Emphysema and dust exposure in a group of coal workers.*1984. The American Review of Respiratory Disease, 129(4):528-532]

Fletcher C.M., Pneumoconiosis of Coal Miners, 1948. Br Med J., 1(4561): 1062-1, 1065-1074.

OTONOM MADENCİLİK; TEKNOLOJİ VE RİSKLER

AUTONOMOUS MINING; TECHNOLOGY AND RISKS

M. Ö. Keskin
Çukurova Üniversitesi, Karaisalı MYO, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Karaisalı-Adana

ÖZ: 1900'lü yılların ilk yarısından sonra, gereksinimler dolayısıyla ortaya çıkan otonom sayılabilecek teknolojiler, 1990'lı yıllarda gelişerek madencilikte kullanılmaya başlanmıştır. GPS, engel tespit sensörleri, kablosuz ağ sistemi ve çeşitli denetleyicilerin bir bileşkesi olan modüler sistemler olarak tanımlanabilen otonom sistem ve araçların madencilikte kullanımının yaygınlaşmasıyla, çeşitli güvenlik riskleri ortaya çıkabilir. Bu çalışmada, gelişen otonom madencilik teknolojileri ile ortaya çıkabilecek riskler ve bunların önlenmesi için yapılması gerekenler tanımlanmıştır. Özellikle, madencilikte kullanılan otonom araç ve sistemlerin çevreleriyle olan etkileşimi sonucu ortaya çıkan riskler ve önlenmesi üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otonom, Madencilik, Riskler ve Önlenmesi.

ABSTRACT: *After the first half of the 1900's, technologies that can be regarded as autonomous due to requirements have begun to develop in the 1990s and used in mining. Various security risks can arise due to the widespread use of autonomous systems and tools in mining, which can be defined as modular systems, which are GPS, obstacle detection sensors, wireless networking systems, and modular systems that are a combination of various controllers. In this study, the risks that may arise with the developing autonomous mining technologies and what needs to be done to prevent them are defined. Especially, it focuses on the risks and prevention of interaction with the environment of the autonomous vehicles and systems used in mining.*

Keywords: *Autonomous, Mining, Risks and Prevention.*

1. GİRİŞ

Günümüzde, yüksek hassasiyete sahip GPS (Global Positioning System-Küresel Konumlama Sistemi), engel tespit sensörleri, kablosuz ağ sistemi ve çeşitli

denetleyicilerin bir bileşkesi şeklindeki modüler sistemler olarak tanımlanabilen otonom araçlar, son on yılda aktif olarak hayatımıza girmiş olsa da, gelişim süreci ve evrimi incelendiğinde, 5 asırdan daha uzun zamandır, en azından fikir olarak hayatımızda olduğu düşünülebilir.

İlk düşünce ve tasarım, aracın icadından yüzyıllar önce Leonardo da Vinci tarafından, itilip çekilmeden hareket edebilecek bir arabanın tasarlanmasıyla başladı. Bu tarihten sonra, 1868 yılında Robert Whitehead tarafından geliştirilen sualtı torpidosuna kadar fikir ya da teknoloji olarak ciddi bir gelişme yaşanmamıştır. Whitehead torpidosu, bir basınçlandırma sistemi sayesinde, sualtında derinliğini koruyarak, kendi kendine yüzlerce metre yol katedebilen bir sisteme sahipti. 20. Yüzyılda, günümüz teknolojik sistemlerinin temellerinin atıldığı, pek çok gelişme yaşandı. Havadaki yolculuk sürelerinin uzamasıyla, 1933 yılında uzun menzilli uçaklar için otopilot sistemleri geliştirildi (Mechanical Mike). 1945 yılında, mekanik gaz sistemi vasıtasıyla aracın hızını ayarlayan seyir kontrol sistemi geliştirildi (Teetor Cruise Control). 1961 yılında, Stanford Üniversitesinde, James Adams'ın bir fikriyle ortaya çıkan uzaktan kumanda edilebilen ay aracı, bu teknolojideki en önemli adımlardan sayılabilir. Kameralarla donatılmış bu araç, bir çizgisel algı mekanizması ile bağımsız hareket edebiliyordu (Stanford Cart). 1977 yılında, Tsukuba şirketi tarafından Japonya'da geliştirilen ve kameralarla donatılmış bir araç, yaklaşık 30 km/saat hızla yolculuk yaparken sokaktaki trafik işaretlerini de bağımsız bir biçimde tanımlayarak, ona göre hareketini ayarlayabiliyordu (Tsukuba Mechanical Engineering). 1987 yılında, Ernst Dickmanns tarafından geliştirilen aracın ön ve arkasına yerleştirilen 60 mikro işlem modülüne sahip kameralar, yaklaşık 100 km/saat'lik bir hızda nesneye odaklanıp gürültü filtrelemesi yapabilen dinamik görüntüleme sistemine sahipti (VaMoRs). 1995 yılında General Atomics tarafından askeri amaçla geliştirilen MQ-1 Predator, küresel konumlama sistemleri sayesinde uzaktan kontrolle 14 saat havada kalabilen, termal kamera ve özel radar sistemleriyle donatılmış, gece uçuşu da yapabilen insansız bir hava

aracıydı. 2004-2013 yılları arasında, ABD Savunma Bakanlığı'nın araştırma kolu DARPA, 150 km'lik bir rotada ve çöl şartlarında bağımsız hareket edebilecek bir araç için yarışmalar düzenlendi. 2007 yılındaki yarışmada, 60 km uzunluğunda simüle edilen kentsel bir çevre, dört araba tarafından altı saatlik sürede tamamladı. 2015 yılında, Tesla tarafından kentsel alanlar ve otoyollarda sürücünün ellerini serbest bırakmasını halinde kontrol olanağı sağlayan ve koşullara adapte olabilen bir araç geliştirildi (Tesla Autopilot) (wired.com).

2. OTONOM TEKNOLOJİ

Tam otonom sürüş için gereken temel teknolojilerin çoğu günümüzde geliştirilmiş ve bazıları halihazırda piyasada bulunan araçlarda kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin yakın gelecekte daha da ilerlemesi beklenmektedir. Geliştirilmiş güvenlik şartları ve üretkenlik, daha az çalışma stresi ve insan gücü kullanımı ile araç trafiğinin azaltılması gibi faydaları sayesinde, otonom araçların en büyük kullanım alanlarından biri maden sahaları olacaktır (Nitz, 2014).

Robotik ya da otonom sistem tasarımının temeli algılama-planlama-hareket etme üzerine kuruludur. Otonom bir aracın öncelikle ortamını anlaması gerekir. Otonom araçlar, etraftan bilgi toplar ve bunun için bir dizi sensör kullanırlar. Sonrasında, hangi işlemi yapacağını belirlemek için toplanan bilgileri işler ve son olarak da döngüyü tamamlar. Ardından döngü tekrar başlar (Brundrett, 2014).

2.1. Süreçler

2.1.1. Bağlanabilirlik

Tam otonom araçlarda bağlantı önemli bir gerekliliktir. Araçların birbirleriyle iletişim kurmaları gerekir. Araçların altyapı ve ağa bağlı diğer araç ve unsurlarla iletişim kurmaları gerekir.

2.1.2. Algılama

Otonom sürüş için algılama çok önemlidir. Otonom araçların, hareket ettikleri çevreyi ve içerisindekileri algılamaları gerekir.

2.1.3. Dijital altyapı

Araçların etkileşime girdiği fiziksel dünyanın dijital bir yorumudur. Gerçek dünyadan yola çıkarak dijital bir dünya oluşturmak, yüksek düzeyde işlem gücü gerektirir.

2.1.4. Karar verme

Karar verme algoritması ise üst düzey bir altyapı ve işlem gücü gerektirir. Karar, planlama ve kontrol süreci otonom araçlar için hayati önem taşır.

2.2. Sensörler

Otonom araçlarda bulunan ana sensörler; ışık algılama ve Lidar sistemleri, radyo algılama ve Radar sistemleri ile görsel kameraları içerir. Her sensör, farklı bir bilgi sağladığı ve bu bilgi sınırlı olduğundan otonom araçlar, çeşitli sensörlerden topladığı bilgileri derleyerek hareket eder.

2.2.1. Lidar sistemleri

Otonom araçlarda en göze çarpan ve özellikli sensörlerdir. Bir noktaya doğru lazer ışını yayarak ve yansıyan ışığı analiz ederek aradaki mesafeyi ölçerler. Lidar sistemleri, birden çok lazer ışını yayabilir ve birleştirildiğinde hızla dönen aynalarla çevrelerinden üç boyutlu modeller üretebilirler. Bu sistem, şu an 140 metre mesafede etkin olarak kullanılmaktadır.

2.2.2. Radar sensörleri

Nesnelerin uzaklığını radyo dalgaları yayarak tespit eder. Lidar sensörlerine göre maliyeti oldukça düşüktür. Metalik nesneleri saptamak için iyidir, ancak yayaların tespitinde etkin değildirler.

2.2.3. Diğer düşük maliyetli sensörler

Ultrasonik ve kızıl ötesi sensörlerdir. Ultrasonik sensörler, yakın mesafedeki nesneleri doğru bir şekilde algılarlar ve park etme için kullanışlıdırlar. Kızılötesi sensörler, ışığın az ya da olmadığı ortamlarda, nesneleri tespit etmek için kullanışlıdırlar.

2.2.4. Kamera tabanlı sistemler

İnsan gözü gibi uzak mesafelerde çok zengin bilgi toplayabilir. Bununla birlikte, bu sistemler için algoritmalar, insan gözü ile aynı seviyede görsel veriyi yorumlayamaz. Çevresel koşulların değişmesi, kameralar için algoritmayı daha da zorlaştırabilir (Brundrett, 2014).

Genel olarak, otonom sürüş için mono ve stereo görüş kamerası olmak üzere iki farklı kamera sistemi kullanılmaktadır. Mono görüş kamera sistemleri, nispeten düşük maliyetleri nedeniyle gelişmiş sürücü yardım sistemleri için uygundur. Bu kamera sisteminde, yalnızca bir lens vardır ve objektif tarafından çekilen görüntüler, çevredeki dinamik diğer araçlar, yol işaretleri ve diğer nesneleri tanımlamak için görüntü işleme algoritmalarını gerçekleştirir (Autoliv, 2016) Stereo görüş kamerasında, belirli bir mesafede konumlandırılmış iki ayrı özdeş optik lens vardır ve bu lensler sayesinde oluşturduğu algoritmalarla, etraftaki nesneleri daha doğru tanımlayarak, mono görüntü kameralarından daha ayrıntılı girdi sağlar (Autoliv, 2016).

2.2.5. Yerleşik global konumlandırma sistemleri (GPS)

Bir aracın, yörüngedeki uyduların sinyallerini almasıyla, bir yol haritasına ilişkin konumunu tahmin eden sistemlerdir. Otonom bir aracın bir lokasyondan diğerine en doğrudan rotayı seçmesine olanak sağlasa da, sınırlamaları vardır. Bir aracın konumunun belirlenmesinde GPS'nin doğruluğu, ideal koşullar altında bile metrelerce değişebilir. Nesneler, dağlar ve vadiler gibi unsurlar, sinyalleri engellediğinde ya da azalttığında hata oranı artar. Ataletsel ölçüm

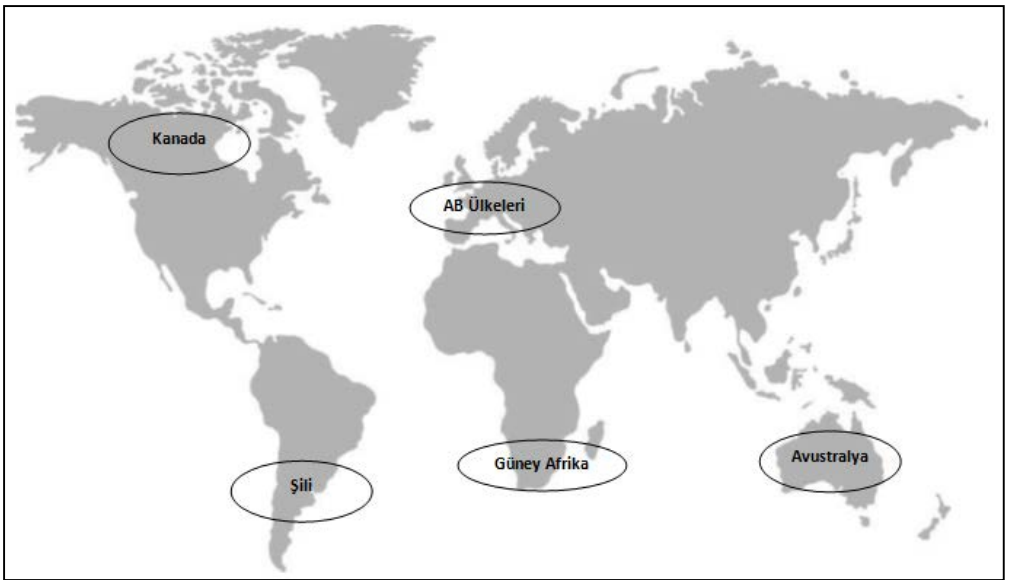
sistemleri (INS), GPS sinyali kaybolduğunda ya da azaldığında, araç konumlandırma hatalarını azaltmak için kullanılırlar. INS, harici bilgi olmadan aracın yerini sürekli hesaplayan ve güncelleyen ivmeölçer ve jiroskop gibi yerleşik sensörleri içerir. Bununla birlikte, GPS sinyalleri alınmadan geçen 10 saniyelik bir sürede, en sofistike INS bile, yaklaşık bir metre bir konum hatası verebilmektedir (Waze, 2014).

2.2.6. Aydınlatma sistemleri

Kameranın görsel sistemlerinin nasıl çalıştığı, kapasitesinin ne olduğu ve otonom araçtaki ana bilgisayarın dünyayı görsel girdiden nasıl inşa ettiğine bağlı olarak seçilen aydınlatma sistemleri sayesinde, günışığından yararlanılamayan ortamlarda bile, kameraların kare yakalama hızları artar (Mitkov).

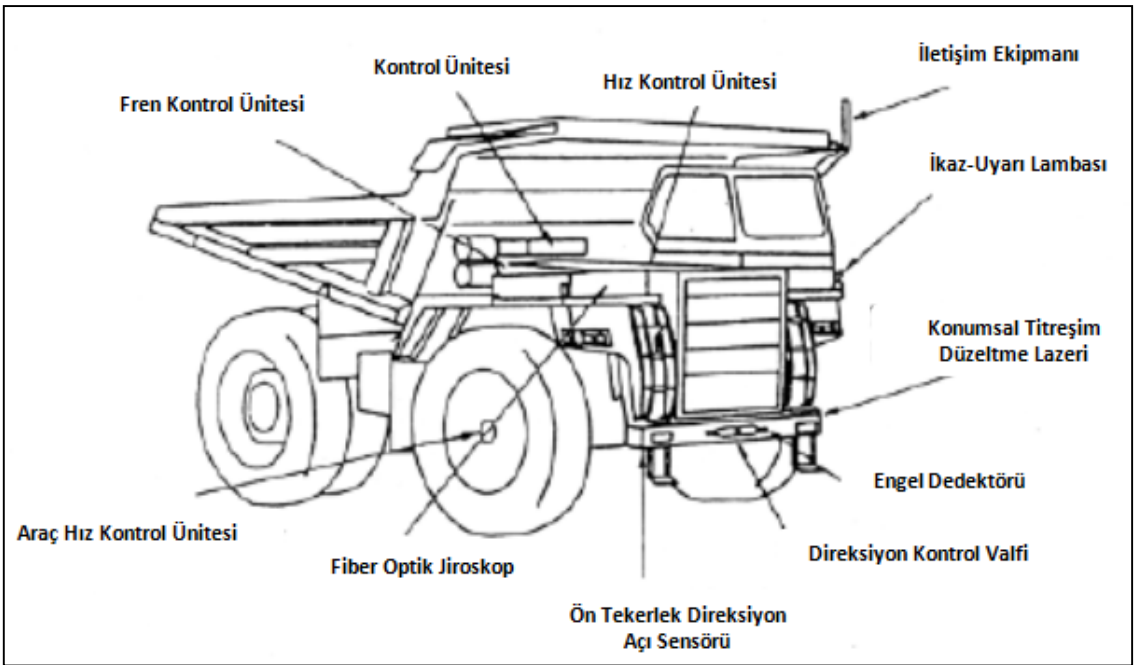
3. MADENCİLİKTE OTONOM ARAÇLAR

1990'lı yılların başlarında ABD'de ve 1995'te Avustralya'daki maden ocaklarında, otonom kamyonların testlerine başlanmış, 2010 yılında ise 11 otonom kamyon Şili'deki Gaby bakır ocağında, ocak içi nakliyede kullanılma alınmıştır. 2000'li yılların başlarında ise otonom delik delme makinelerinin testleri yapılarak, 2006 yılında Avustralya'daki Pilbara demir ocağında kullanılmaya başlanmış ve tam otonom makinelere geçiş 2010 yılında gerçekleşmiştir. Bir iki yıl içerisinde, otonom teknolojinin hızlı bir şekilde gelişerek; arama, patlatma, kazı ve madencilikte kullanılan diğer araçlarda kullanılmaya başlayacağı tahmin edilmektedir. Günümüzde, Avustralya ve Şili başta olmak üzere, dünya genelinde pek çok ülke otonom araçlar ve teknolojiyi kullanmakta ve yatırım yapmaktadır (World Materials Forum, 2015). Dünya'da, otonom madencilik yatırım ve uygulamalarının yapıldığı ülkeler Şekil 1'de verilmiştir.



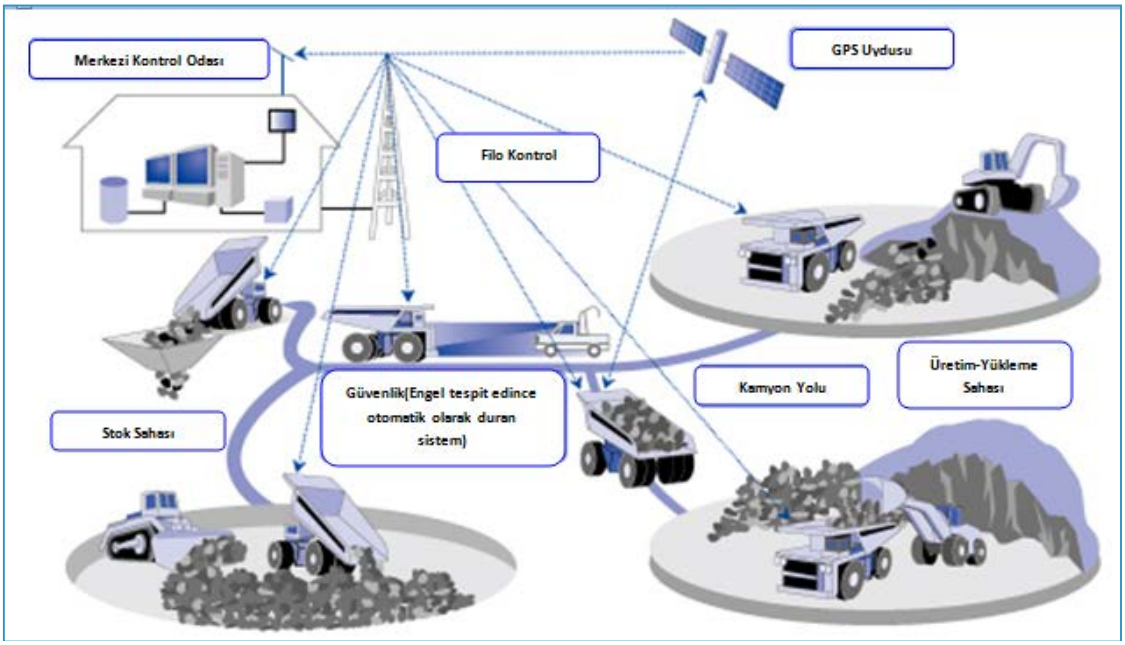
Şekil 1. Dünya'da, otonom madencilik yatırım ve uygulamalarının yapıldığı ülkeler.

Günümüzde, otonom olarak kullanılan araçların başında, ocak içi nakliyede kullanılan kamyonlar gelmektedir. Otonom nakliye kamyonları, Şekil 2'de detaylı olarak belirtilen iletişim, fren, hızlandırıcı, direksiyon, konumlandırma sistemleri, radar sensörleri ve diğer ekipman ve aktümülatörler gibi çeşitli alt sistem ve aracılarla donatılmışlardır. Otonom nakliye kamyonunun yol koşulları, robotik olmayan araçlarla etkileşimler, iklim koşullarındaki değişken ortamlar için davranış şekilleri incelenmeli ve analiz edilmelidir. Farklı otonom davranışları simüle etmek, bir alt sistem ya da genel sistemde davranışların nasıl olabileceğini tahmin etmek için bilgi üretebilir ve herhangi bir sistem parametresinde bir adım değişikliği meydana geldiğinde, sistem verimliliğini artırmak üzere yeniden yapılandırmaya gidilebilir. Otonom bir nakliye kamyonunun çeşitli alt sistemlere ayrılması ve bunların Monte Carlo yaklaşımı ile simüle edilmesi, farklı alt sistem varyasyonlarına karşı sistem hassasiyetlerini anlamayı mümkün kılar.



Şekil 2. Otonom kamyon alt sistemleri (Parreira vd., 2010).

Yakın bir gelecekte, çeşitli ülkelerde, birbirine entegre olmuş ve aynı çalışma düzleminde hareket eden, merkezi kontrollü, insan hataları ve kaza risklerinin en aza indirildiği, maliyetleri günümüze göre daha da düşürülmüş, tam otonom ocak işletmeciliğine geçiş yapılacağı tahmin edilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Tam otonom bir açık ocak işletmesinde kullanılan tasarım parametreleri.

4. OTONOM ARAÇLARLA ÇALIŞMADA KARŞILAŞILAN RİSKLER VE ÖNLENMESİ

4.1. Otonom Araçlarla Çalışmada Karşılaşılan Riskler

Çalışma alanına özgü, temel operasyonel risklerin aşağıda sıralanan hatalardan kaynaklanabileceği düşünülebilir;

- Çalışma alanlarında, özellikle de manuel ve otonom arasındaki çalışma alanlarının değiştirilmesi,
- İletişim sistemleri ile otonom ekipman arasındaki kayıp veya parazitler,
- Otonom ekipmanın hareket kontrolünün kaybedilmesi (kayma ya da savrulma),
- Programlanmış alandan sapan otonom ekipmanın başka bir düzeye düşmesi,
- Diğer insan hataları,
- Yanlış erişim,
- Doğa olayları.

Bu operasyonel riskler göz önünde bulundurulduğunda, aşağıda belirtilen hata ve kaza senaryoları oluşturulabilir;

- Yetkili olmayan personel ya da ekipmanın otonom alana girmesi (açık ya da yer altı ocaklarında),
- Otonom ekipmanın yetkisiz alanlara girmesi ya da görevlerin yerine getirilmesinde güvenlik risklerine neden olabilecek insan hataları (ör. insan müdahalesi, bir alarm durumunda sistem dışı kalma, imalat haritaları (üretim planları) güncelleme hataları),
- Çalışma toleranslarını dikkate almadan tasarlanan ekipman hızı,
- Kayıp, bozulmuş, gecikmeli, yanlış yönlendirilmiş veya saldırıya uğramış (hack'lenmiş) iletişim hatları, tümleşik sensör veya denetleyici arızalarıyla ortaya çıkan iletişim hataları,
- Otonom ekipmanın hareket kontrolünün kaybedilmesi (ör: kayma, savrulma),

Programlanmış alanından sapmış otonom ekipmanın;

- Başka bir aracın yoluna girmesi (insanlı veya otonom),
- Başka bir düzeye düşmesi,
- Otonom bir çevrede otonom ve trafik yönetimi etkileşimleri (ör. sanal kavşağın gerçeğe çevrilme hatası),
- Değişikliklerdeki iletişim hataları (ör: sistem güncellemeleri, yükseltmeler, operasyonel uygulamalarda değişiklikler),
- Otonom bir çevrede, manuel kumandalı ve trafik yönetimi etkileşimleri (sistem dışı ekipmanların ya da sisteme bilmeyen personelin eskortluk etmesi de dahil olmak üzere),
- Otonom ve diğer çalışma modları arasında, kontrol kaybına yol açan ve yanlışlıkla yapılan geçişler,
- Çalışma ortamındaki yayalar ile etkileşimler,
- Duvarlar, çalışma alanındaki diğer bağımsız teknolojik yapılar (baz istasyonu, rüzgar gülü gibi) ya da diğer altyapı elemanları ile etkileşimler,
- Yolcu, gözlemci ve otonom aracı çalıştıran teknisyenler,
- Otonom aracın, uygun durumsal farkındalık olmadan, uzak bir konumdan yeniden başlatılması,
- Yangın,
- Otonom ekipmana erişme ya da kontrol etmedeki başarısızlık,
- Çalışma alanındaki yetkili personel kayıpları (personel devri), kurumsal bilginin kaybına neden olur (MIAC, 2015).

4.2. Otonom Araçlarla Çalışmada Riskler Önlenmesi

Madencilik, doğası gereği çok geniş alanlarda, zorlayıcı topografya ve iklim şartlarında gerçekleştirilen çalışmalar bütünüdür. İster yer altı, isterse açık ocak işletmelerinde, yakın bir gelecekte otonom ya da yarı otonom araçlarla, el ile yönlendirilen araçlar ve çalışanların aynı ortamlarda çalışmaları çeşitli güvenlik risklerine neden olacaktır. Bu risklerin önlenebilmesi için öncelikle, otonom

teknolojiye geçilen işletmelerdeki, mevcut sisteme dahil tüm çalışanların bu yeni teknoloji konusunda yetkin eğitimden geçirilmeleri gerekmektedir. Otonom olmayan diğer bölüm ve ekipmanların güvenli bir şekilde çalışabilmesi için detay analizler yapılıp bu analizler doğrultusunda etkin bir altyapı oluşturularak, kademeli bir şekilde otonom araçların sisteme dahil edilmesi gerekmektedir. Otonom araçlarda, çalışma parametrelerinden sapma anında, acil durum algılama ve durdurma sistemleri ve yedeklerinin mevcudiyetinin sağlanması, kaza ve istenmeyen durumların önlenmesinde yararlı olacaktır. Bu araçlarda, birden fazla iletişim, konumlandırma ve engel tanıma sisteminin bulundurulması, merkezi sistemle bağlantıları kesintiye uğradığında, kendi kendilerini kontrol edebilecek ve güvenliklerini sağlayabilecek ve kısa sürede devreye girebilecek, bağımsız yedek sistemlerin de bulundurulması gerekmektedir. Çalışma ortamında, operasyonel anlamda karşılaşılabilecek tüm algoritmaların hesaplanmasına olanak tanıyan yazılım altyapısının kurulması ve karar mekanizması geliştirilen yapay zekaya sahip desteklerle, bu algoritmalar dışında gelişebilecek ani durumlara da tepki verebilecek şekilde bir tasarım gerçekleştirilmesi ile oluşacak kazaların ve sistemin dolayısıyla üretimin kesintiye uğramasının önüne geçilebilecektir.

KAYNAKLAR

A Brief History of Autonomous Vehicle Technology, https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology. Erişim tarihi: Eylül 2017.

Brundrett, S., 2014. *Industry Analysis of Autonomous Mine Haul Truck Commercialization*, Project Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Master of Business Administration, in the Management of Technology Program of the Faculty of Business Administration, Simon Fraser University, 11-14.

Karaś, H. (Polska Miedź), 2015. *Robotics in Mining*, World Materials Forum, 2015.

McKinsey&Company, 2015. *Challenges in Mining: Scarcity or Opportunity?*, Contribution of Advanced Technologies, World Materials Forum, 2015.

MIAC, 2015. *Safe Mobile Autonomous Mining in Western Australia*, Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum Resources Safety, (ISBN 978 1 922149 41 1), 29.

Mitkov, B.S. *Autonomous Mining Vehicle*, KTH-Royal Institute of Technology, 11-19.

Nitz, J., 2014. *Towards The Future of Automated Operations*, Geospatial World Magazine, Mining/Automation, 30-32.

Parreira, J. &, Meech, J., 2010. *Autonomous vs Manual Haulage Trucks - How Mine Simulation Contributes to Future Haulage System Developments*, CIM Meeting, Vancouver-BC, Canada 2010, 8-9.

MERMER OCAĞI BLOK EBATLAMA SAHALARINDA İŞ GÜVENLİĞİ PROBLEMLERİ VE BİR KAZANIN ANALİZİ

SAFETY PROBLEMS IN MARBLE QUARRY BLOCK CUTTING AREAS: ANALYSIS OF A CASE ACCIDENT

İ. Çobanoğlu
Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli

D. Alkaya
Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

ÖZ: Mermer ocaklarında üretimin önemli bir kısmı, ocak aynasından çıkarılan blokların düzeltilmesi işlemini kapsar. Bu işlem fabrika üretimine girecek bloklara son şekillerinin verilmesini sağlar. Ocak üretim sahası içerisinde seçilen alan içerisinde yer alan ebatlama (düzeltme, sayalama) sahaları iş güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Üretilen blokların dar alanlarda yer almasından ötürü, çok sayıda blok yan yana ve üst üste aynı alan içerisinde yer alabilmektedir. Ebatlama sahası, ocak içerisinde yeri önceden belirlenmiş ve bilinen bir alan içerisinde yer almalıdır. Bu bölge, ocak içerisinde devamlı çalışmanın olduğu bir alan niteliğinde olduğundan yerinin sürekli değiştirilmesi arzu edilmez. Zira alan içerisinde aynı zamanda hem elektrik ve hem de su kullanımı söz konusudur. Bu özellikleri itibariyle adı geçen alan özel güvenlik tedbirleri gerektiren bölgelerden biridir. Ebatlama alanından kesilerek çıkarılan üretime veya satışa hazır bloklar "blok stok sahası" adıyla bilinen ve ocağın daha dış ve alt kotlarında yer alan bölgeye nakledilerek üretim kaydı altına alınır. Bu çalışmada, Muğla İli, Kavaklıdere İlçesi, Burungöz Mevkiinde faaliyet göstermekte olan bir mermer ocağı ebatlama sahası içerisinde meydana gelen ve can kaybı ile sonuçlanan bir kazanın analizi yapılmış ve yasal mevzuat ele alınarak olması gerekenler değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler, benzer koşullarda çalışan işçilerin eğitilmeleri gerektiğini ve verilen eğitimlerin kontrollerinin yeterlilikleri anlamında ciddi sıkıntıların olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ocak Üretimi, Ebatlama, Mermer Ocağı, İş Güvenliği.

ABSTRACT: *An important part of the production of marble quarries involves the cut of blocks removed from the quarry face. This process ensures that the final shapes are given to the blocks that will enter the factory production. In the production area of the quarry, the sizing (correction, counting) within the selected area are of great importance in terms of work safety. Because the*

blocks produced are located in narrow area, a large number of blocks can be located side by side within the same area on top of each other. The block sizing area must be located within a suitable area within the quarry. This area is important where it is constantly working in the hearth, so it is not desirable to constantly replace it. This is because both the electricity and the water are used in the area at the same time. Due to these characteristics, the area mentioned is one of the regions requiring special safety measures. Blocks ready for production or sale, which are cutting from the area, are transferred to the area known as "block stock area" and located in the outer and lower levels of the quarry, and production is recorded. In this study, an analysis of an accident occurring in a marble quarry sizing area in Muğla, Kavaklıdere, Burungöz district was carried out and necessary legistative conditions were evaluated. The assessments revealed that the workers who worked on the similar conditions had serious difficulties in terms of competence of the workers' training and the control of these.

Keywords: *Quarry Production, Sizing, Marble Quarry, Work Safety.*

1. GİRİŞ

İş Sağlığı ve Güvenliği, iş yerlerindeki çalışma koşullarının sağlık ve güvenlik içinde olmasını temin eden ve sonucunda iş kazaları ile meslek hastalıklarını azaltan bir bilim dalı olarak güncel durumuna kavuşmuştur. Bu konuda, işçinin sağlığının korunması ve bu amaçla gereken tedbirlerin alınması esastır. Bu çalışma, ülkemizde çalışan nüfusun da oldukça yüksek olduğu mermer ocaklarında iş güvenliği koşulları ile ilgili genel durumun ele alınması, olması gerekenlerin tartışılması ve risk durumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma, açık ocak şeklinde işletilmekte olan bir mermer ocağında meydana gelen iş kazası üzerinde yoğunlaşmış ve bir vaka analizi şeklinde meydana gelen ölümcül kazanın teknik değerlendirmelerini gerçekleştirmiştir. İncelenen kazanın benzerlerinin tekrar yaşanmaması amacıyla bir toplum bilincinin oluşturulması amaçlanmıştır.

1.1. Mermer Ocak İşletmeciliği ve İş Güvenliği

Mermer ocak işletmeciliği ülkemizde ağırlıklı olarak açık işletme şeklinde yapılan bir maden işletme şeklidir. Bu yöntemde yükseklikleri 8–12 m olan basamaklar teşkil edilerek, bu basamaklardan düzgün kesilmiş blokların elde edilmesi amaçlanmaktadır. Basamaklardan mermer bloklarının kesilmesi amacıyla "tel kesme" yöntemi adıyla da bilinen üretim yöntemi uygulanmaktadır.

Ağır bir iş kolu olan mermer ocak ve fabrika işletmeciliği, iş kazalarının en yoğun olduğu sektörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum ile ilgili nedenlerin başında sektörün kalifiye eleman ihtiyacının karşılanamaması ve düşük ücret politikaları gelmektedir. Meydana gelen kazaların yoğunluğuna bakıldığında, tel kesme sırasında tel kopması ile yaralanmaların en fazla olduğu görülmektedir. Bunun yanında, oluşturulmuş basamaklardan düşme, heyelan ile zarar görme, ağır blokların ve moloz kümelerinin altında kalma, elektrik çarpması, parça sıçramaları, atık havuzuna düşme ve boğulma gibi birçok nedene bağlı ölümler veya ciddi yaralanmalar meydana gelmektedir.

1.2. Mermer Ocaklarında İş Güvenliği İle İlgili Bilimsel Çalışmalar

Gümüş (2005) tarafından Diyarbakır Bölgesi mermer ocağı işletmeciliğinde iş güvenliği ve iş kazalarının doğurduğu sonuçlar irdelenmiş; bölgede meydana gelen iş kazaları ile ilgili istatistiki bilgiler verilerek, mühendis bulunan ve bulunmayan ocaklardaki iş kazaları kıyaslanmıştır.

Gümüş ve Akkoyun (2006) tarafından yapılan çalışmada mermer ocak işletmeciliğinde sık karşılaşılan iş kazaları üzerine bir çalışma yapılmıştır. Mermer işletmeciliği sırasında kaza meydana gelme riski olan makine ve çalışma kısımları hakkında bilgi verildikten sonra muhtemel kazalara karşı alınması gereken tedbirler sıralanmıştır. Ayrıca geçmiş yıllarda mermer ocaklarında meydana gelen iş kazaları ile ilgili istatistiki bilgiler verilerek

mühendis bulunan ve bulunmayan ocaklar kıyaslanmış ve teknik eleman istihdamının önemine vurgu yapılmıştır.

Aslan (2009) tarafından yapılan çalışmada, Bilecik yöresinde faaliyet gösteren 15 mermer ocağı işletmesinin risk analizleri yapılarak bu mermer işletmeleri için mevcut tehlikeler belirlenmiştir.

Eleren ve Ersoy (2011), mermer ocaklarında tel kesme ve kollu kesici ile blok kesme yöntemlerinin iş güvenliği bakımından değerlendirilmesini yapmışlardır. Çalışma, blok üretim süreci içerisinde tel kesme yönteminin kollu kesici yöntemine göre oldukça riskli olduğunu hata türü ve etki analiz yöntemleriyle ortaya koymuştur.

Çelik vd. (2017), mermer ocaklarında elmas tel kesme ve kollu kesme makinelerinin birlikte kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, zincirli kollu kesicilerin kullanıldığı koşullarda elmas tel kesme yöntemine göre hem iş gücü ve hem de zaman bakımından tasarruf yapıldığını ortaya koymuşlardır.

1.3. Ocak İşletme Prosesi

Basamaklandırılmış açık ocak işletmeciliği şeklinde blok üretimi yapan mermer ocağında üretimin ilk ayağı, teşkil edilmiş ocak aynalarından mermer bloklarının kesilerek alınması ile başlar. Bu amaçla kullanılan dağ kesme makineleri (tel kesme makinesi) kesici tellerle farklı geometrik boyutlardaki blokların elde edilmesini sağlar (Şekil 1). Dağ kesme ile elde edilen blokların boyutları büyük olduğundan veya kesilen taşın şekilsiz olması koşulunda elde edilen bu bloklar ocak sahası içerisinde kurulan ve "sayalama" adı verilen telli kesme makinası ile ikincil bir kesme işlemine tabi tutulurlar. Sayalama işleminin amacı taşın fabrikaya nakli ve fabrikada işlenebilmesi amacıyla gerekli düzgün geometrik şekil ve boyutların verilebilmesidir. Zira ocak aynasında kesilen ve ana kütleden ayrılan büyük boyutlu blokların nakliyesi mümkün olmadığından sayalama işlemlerinin ocaklarda yapılması gerekli olmaktadır.



Şekil 1. Ocak üretim aşamasında tel kesme yöntemi ile blok elde edilmesi ve basamaktan çıkarılan bloğun ebatlanması (www.dbcmakina.com, www.mermeras.com).

Sayalama sahaları ocak içerisinde yeri önceden belirlenmiş ve bilinen bir alan içerisinde yer alır. Bu bölge, ocak içerisinde devamlı çalışmanın olduğu bir alan niteliğinde olduğundan yerinin sürekli değiştirilmesi arzu edilmez. Zira alan içerisinde aynı zamanda hem elektrik hem de su kullanımı söz konusudur. Bu özellikleri itibariyle adı geçen "sayalama alanı" özel güvenlik tedbirleri gerektiren bölgelerden biridir. Sayalama alanından kesilerek çıkarılan üretime veya satışa hazır bloklar "blok stok sahası" adıyla bilinen ve ocağın daha dış ve alt kotlarında yer alan bölgeye nakledilerek üretim kaydı altına alınır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada meydana gelen bir iş kazasının teknik incelemeleri yapılmış, mevcut yasal düzenlemeler incelenmiş ve olay mahallinde kazanın oluş şekli canlandırılarak olması gerekenler ışığında, kazanın oluş nedeni ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Muğla ili, Kavaklıdere İlçesi, Derebağ Mahallesi, Burungöz Mevkiinde faaliyet göstermekte olan bir mermer firmasına ait ocak sahası içerisinde 26.08.2015 tarihinde ölümlü bir iş kazası meydana gelmiştir. Ocakta basamaklandırılmış

açık işletme şeklinde blok mermer üretimi yapılmaktadır (Şekil 2). Bu bölümde meydana gelen iş kazasının takdimi, iş güvenliği koşullarının değerlendirilmesi ve kazanın analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Çalışmaya konu olan mermer ocağı ve üretim basamaklarının genel görünümleri.

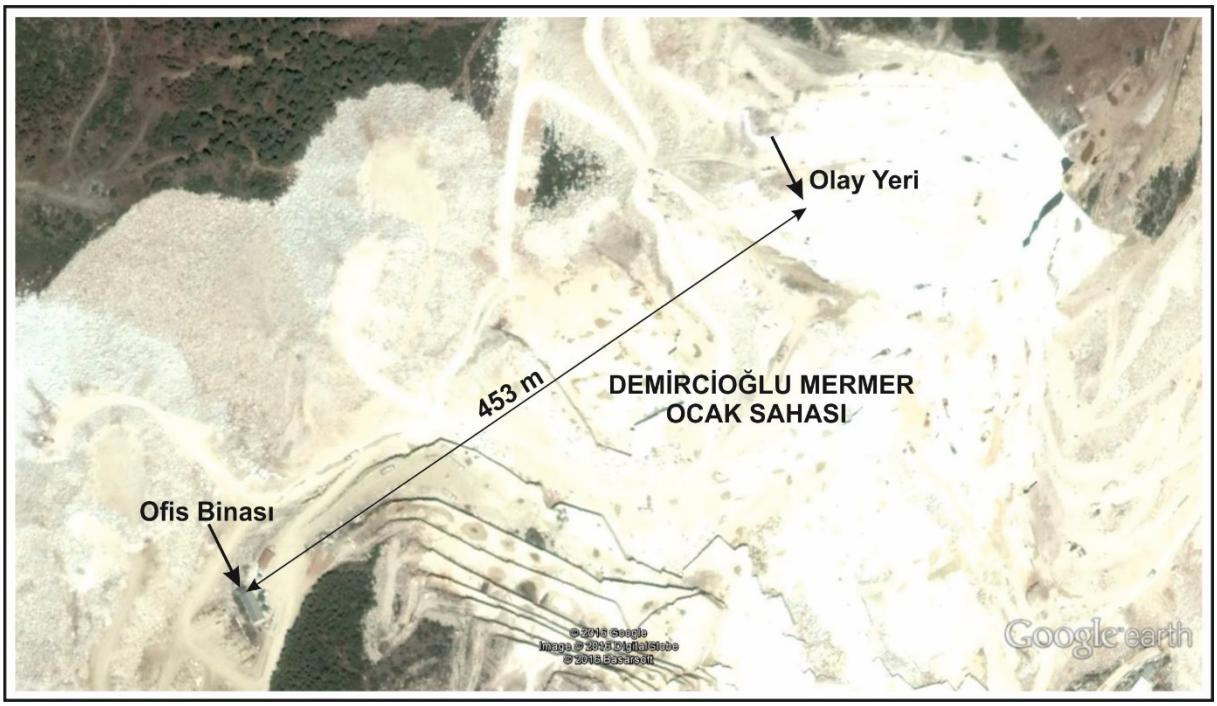
3.1. Meydana Gelen İş Kazasının Analizi ve Değerlendirilmesi

Meydana gelen iş kazası, ocak sayalama sahası içerisinde dizilmiş mermer blokların arasına girerek küçük tuvaletini yapmak isteyen bir işçinin bu esnada mermer bloğunu almak üzere yanaşan yükleyici (loader) iş makinasının bloğu hareket ettirmesi sırasında iki blok arasında kalarak can vermesi şeklinde meydana gelmiştir.

Mermer ocakları geniş alansal büyüklüklere sahip çalışma ortamlarıdır. Ruhsatlı alan içerisinde üretim yapılabilecek her kaya kütlesinin olduğu yer potansiyel çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır. Ancak ocak içerisinde çalışanların sürekli ihtiyaçlarının giderilmesi ve ayrıca teknik elemanların barınmalarının sağlanması amacıyla alan içerisinde bir de ofis binası teşkil edilir. Bu yapı içinde veya yakınında yemek salonu, revir, ocak sorumlusu odası,

depo, çay ocağı ve tuvalet gibi alanlar yer alır. Ofis binası, alan içerisinde çalışılan kademelerin ilerlemesine bağlı olarak bir süre sonra ocaktan uzak bir alanda kalır. Bu durum teknik bir zorunluluktan meydana gelmektedir. Zira ocak çalışma sahası içerisinde veya yakınında ofis yapısının olması istenmez. Bu yapı, aynı zamanda kalıcı bir mekân pozisyonunda olmak durumundadır. Ancak bazı teknik zorunluluklar nedeniyle yer değişiklikleri yapılabilmektedir.

Olayın olduğu gün itibariyle olayın olduğu yerin ofis içerisindeki tuvalete yani ofis binasına yürüyüş uzaklığı yapılan inceleme sırasında ölçülmüş ve 580 m olarak tespit edilmiştir. Aynı mesafenin alınmış koordinatları (Ofis: 35 S 0622690 D / 4152406 K; Olay Yeri: 35 S 0623050 D / 4152680 K) ve uydu görüntüsü kullanılarak belirlenmiş uzaklığı 453 m olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Ocak sahası içerisinde yer alan ofis binası ile olayın meydana geldiği yerin alansal konumları ve aralarındaki kuş uçuşu uzaklık.

Ocak işletmelerinde, çalışan işçilerin küçük tuvaletlerinin ocak içerisinde yer alan uygun bir yere yapmaları güncel olarak da halen devam etmektedir. Bu tür konularda yasal bir zorunluluk da bulunmadığından genel olarak ocak

çalışma sahası içerisinde bir tuvalet yapısı veya seyyar tuvalet bulunmamaktadır. Ancak çalışanlar büyük tuvalet ihtiyaçlarını ustabaşından izin alarak ofis alanı içerisinde bulunan tuvaletler içerisinde giderebilmektedirler. Bu amaçla blok arasının tuvalet ihtiyacı için seçilmiş olması yapılan hataların başında gelmektedir.

İş kazasının olduğu alan sayalama sahası içerisinde yer almaktadır. Sayalama sahası ocak aynalarından çıkan çok sayıda bloğun düzgün şekilde kesilmesinin sağlandığı da bir alandır. Bu sahada sayalama için bekleyen bloklar yer almaktadır. Burada stoklanan ve sayalama işlemini bekleyen blokların bir hat boyunca dizilmiş olmaları gerekir. Bu anlamda iş güvenliği açısından bloklar arasında boşluk bırakılmaması önem taşımaktadır. Ancak üretim öncesi blokların teknik olarak değerlendirilmesi, kusurlu kısımlarının görülebilmesi ve renk geçişlerinin izlenebilmesi, ayrıca blok boyutlarının da ölçülebilmesi amacıyla bloklar arasında zorunlu olarak boşlukların bırakılması gerekebilmektedir. Bu durum blok boyutları büyüdüğünde daha fazla önem taşımaktadır.

Olay yerinde önceden çekilmiş fotoğraflara bakıldığında, sayalama sahası içerisindeki küçük blokların aralarında boşluk bırakılmayacak şekilde yerleştirildikleri, ancak kazanın olduğu büyük bloklar arasında bir insanın girebileceği (olay günü ölçülen değer 71 cm) büyüklükte aralık bulunduğu görülmektedir (Şekil 4). Yükleyici makinanın çatalı ile bloğu almak üzere giriş yaptığı yön, Şekil 4'de "blok itilme yönü" olarak gösterilmiştir. 12,61 m^3 hacmindeki bu bloğun ölçülmüş olan yüksekliği 1,98 metredir. Bloğun taban kısmının düzgün olmayıp diğer bloğa doğru kolayca yaslanabilecek şekilde olması bu bloğun hareketini de kolaylaştırmıştır. Bu hacimdeki bir bloğun ortalama ağırlığı 34 ton gelmektedir (taşın ortalama birim hacim ağırlığı 2,7 t/m^3 alınmıştır). İtilme yönündeki bloğun daha yüksek (1,98 m), yerinde duran bloğun ise daha alçak olması araya giren işçinin operatör tarafından görülmesini de imkânsız hale getirmiştir.



Şekil 4. Olay yeri fotoğrafları içinde, sayalama sahası içerisinde görülen bloklar ve kaza yerindeki bloklar ile işçinin girdiği blok aralığının görünümü

İtilen bloğun tabanda ve bir eksen boyunca şekilsiz olması aynı zamanda bloğun diğer bloğa yatışını kolaylaştırmıştır. Şekil 4'de şekilsiz bloğun alt yüzeyi görülmektedir. Bu durum, arada kalan işçinin bütün olarak ezilmesinden ziyade kafasının darbe almasının da esas nedeni olarak belirlenmiştir.

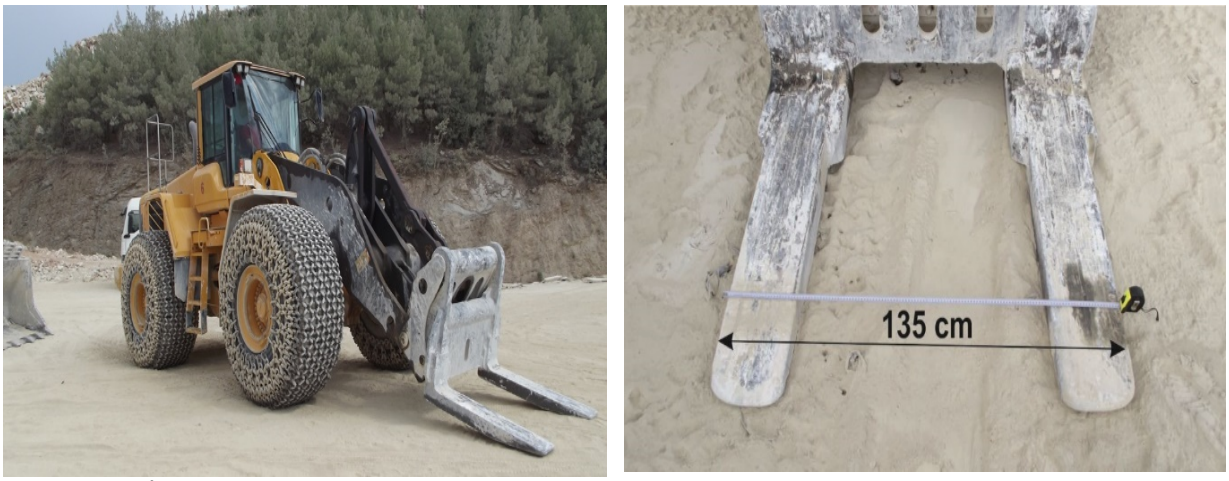
Büyük boyutlu blokların saha içerinde hareket ettirilebilmesi amacıyla iş makinasının bir geliş hattından gücünü de aktaracak hızda bloğa yaklaşması gerekmektedir. Blok tabanının rahat bir şekilde alınabilmesi için önden yaklaşıldığında forklift çatalının eğimli bir şekilde bloğu yerinden etmesi ve ardından yatay bir şekilde alması gerekmektedir. Şekil 5, yapılan arazi incelemeleri sırasında yapılan bir canlandırmaya ait fotoğrafları göstermektedir.

Ocak içerinde çalışmakta olan ve olay günü de bloğu almak üzere operasyon yapan operatörün kullandığı "Volvo L220F Marble" modelindeki iş makinası özellikle mermer ocakçılığı için üretilmiş ekipmana sahip bir iş makinasıdır (Şekil 5). Makinanın zeminden yüksekliği 3,73 m ve operatör koltuk seviyesi yüksekliği 3 m'dir (Volvo L220F specifications, kataloğundan alınmıştır). Makinanın kullandığı ve blok taşıma amaçlı olarak kullanılan forklift ataçmanı, aralarında 135 cm mesafe bulunan iki demir çataldan oluşmaktadır (Şekil 6).



Şekil 5. Ocak sahası içerisinde yükleyici çatalı tarafından bloğun alınması aşamaları

Bu açıklığın sabit ve standart oluşu nedeniyle makinenin alacağı bloğun geniş yüzeyine dik doğrultuda yanaşması gerekmektedir. Bu anlamda, operatörün olay günü alması gereken bloğa yanaşma yönü uygun olarak değerlendirilmiştir. Sayalama sahasındaki stok alanında bekletilen blokların dizilme yönleri de bu açıdan değerlendirildiklerinde makinenin alım kolaylığı açısından doğru şekilde dizildikleri görülmektedir.



Şekil 6. İnceleme alanında blok nakli ve yüklenmesi işlemlerinde kullanılan Volvo L220 F modelindeki yükleyici makine ve ucuna takılı olan forklift çatalı

3.2. Bulguların Yorumlanması

Bu çalışma ile incelenen ölümcül iş kazası kapsamında ele alınan hususlar değerlendirildiğinde sahada gerekli uyarı tabelalarının bulunduğu, ancak;

- Sayalama sahası içerisinde mermer blokları arasında herhangi bir çalışanın hiçbir şekilde bulunmaması,
- Sahada çalışan bütün iş makineleri için operasyon öncesi gerekli sesli uyarıların yapılması gerektiği ön plana çıkmıştır.

Bunun yanında bu tür işletmelerle ilgili olarak 2 husus tartışmaya açık halde bulunmaktadır;

1) Ocak çalışma sahası içinde bir tuvalet bulunmalı mıdır?

E: Özellikle geniş alana sahip mermer ocaklarında çalışanların ofis alanına gidip gelmeleri şeklindeki vakit kaybını da önlemek adına böyle bir uygulama yapılabilir. Benzerleri birçok Avrupa ülkesinde de uygulanmakta ve seyyar tuvalet yerleri oluşturulmaktadır.

H: İşçi ocak sahasında çalışırken arazinin herhangi bir yerinde ihtiyacını giderebilir. Ayrıca ofis tesisinin bulunduğu yerde zaten tuvaletler de olmaktadır. Bu yüzden ayrıca saha içinde tuvalet bulunmasına gerek olmamaktadır.

2) Bloklar arasında aralık bırakılmalı mıdır?

E: Teknik olarak ocak aynasından çıkarılmış bloğun kesilmesi öncesinde ve sonrasında ebatlanması, gözlemsel olarak değerlendirilmesi veya satışa sunulması sırasında incelenmesi amacıyla blok aralarında bir insanın dolaşabileceği kadar bir aralık bırakılmalıdır.

H: Aralık bırakılması, teknik açıdan gerekli olabilse de iş güvenliği açısından risk taşıyabileceğinden uygun değildir.

Meydana gelen kazada belirtilen yasal yükümlülüklerin işveren tarafından yerine getirildiği belirlenmiştir.

- İş güvenliği eğitimi verilmiştir,
- Sağlık raporu alınmıştır,
- Risk analizi yaptırılmıştır,
- Kişisel koruyucu donanım teslim edilmiştir,
- Mesleki eğitim belgesi tüm çalışanlarda vardır,
- Ocakta yeterli sayıda teknik eleman ve saha formeni bulunmaktadır,

- İş Müfettişlerince yapılan kontrol incelemesinde iş güvenliği yönünden bir eksik görülmemiştir.

İş güvenliği açısından güvenlik tedbirlerinin yanında uyarı levhalarının uygun yerlerde bulunması ve zaman zaman bu levhalardaki uyarıların işçilere hatırlatılması da önem taşımaktadır (Şekil 7). Yapılan incelemelerde kazadan önce, iş güvenliği amaçlı uyarı levhalarının işveren tarafından uygun yerlere yerleştirildiği ve çalışanlar tarafından görünecek şekilde olduğu görülmüştür.



Şekil 7. İnceleme alanında yer alan iş güvenliği amaçlı uyarı levhaları.

4. SONUÇLAR

Mermer ocakları iş kazalarının en fazla olduğu çalışma alanlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunda, çalışanların kalifiye olmamaları, işin kalifiye elemana ihtiyaç zorunluluğunun az olması, firmaların maddi endişeler yüzünden iş güvenliğine gerekli önemi vermemeleri gelmektedir.

Bu çalışma kapsamında incelenen kazada mermer ocağında sayalama makinesi çalışanı olan işçi, iş güvenliği eğitimlerinde bloklar arasında bulunmamak konusunda uyarılarda bulunulmasına rağmen, sayalama kademesinde yan yana dizili olan mermer bloklardan arasında boşluk olan iki blok arasına girerek, ayakta tuvaletini yapmaya çalışarak yükümlülüklerini yerine getirmemiştir. Bu hususta;

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 19.Madde' de - (1) "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."ibaresi yer almaktadır.

Meydana gelen kazada iş makinesini kullanan operatör, mermer ocağında mermer bloklarının kaldırılması ve kamyona yüklenmesi konusunda yeterli eğitim almıştır. Ancak, iş makinesi operatör belgesi olmasına rağmen çevresini kontrol etmemiş ve uyarmamış, iki mermer blok arasında boşluk olduğunu görmesine rağmen, boşluğu da görecek şekilde öndeki mermer bloğu uygun olarak kaldırmamıştır. Bu nedenle, lastik tekerlekli iş makinesi operatörünün de kısmen kusuru olmaktadır.

Operatörlerin eğitim, kullanım belgeleri ve yeterli teknik uyarıları almalarına rağmen iş güvenliğine dikkat etmemeleri pratikte oldukça sık rastlanan bir durumdur. Eğer üretimde hız ve verimlilik açısından bloklar arasında boşluk bırakılması gerekiyorsa, blokların ölçümleri süreci dışında bu bloklar bir uyarı ile çevrelenebilir. Ayrıca tuvalet ihtiyaçlarını gidermeleri için çalışma sahasının planlamasının en baştan, operatörlerin seyyar tuvaletlere makul mesafelerde olabilecek şekilde yapılması gerçekleştirilebilir ve seyyar tuvaletlerin işletmenin durumuna göre taşınmaları sağlanabilir.

Benzer iş kazalarının yaşanmaması, ancak eğitim seviyelerinin yükseltilmesi, yetişmiş ve kalifiye insan gücünün çalıştırılması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi ile mümkün olabilecektir. Bu inceleme, açık ocak işletmeleri için işçilerin tuvalet ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla ocak sahası içerisinde portatif tuvalet kullanım alışkanlıklarının kazandırılmasının da gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Aslan, S., 2009. *Mermer Ocaklarında İşGüvenliği ve Risk Analizi, Yüksek LisansTezi, Eskişehir Osmangazi Üniv., Fen Bil. Enst., Eskişehir, 150 s.*

Çelik, M.Y., Ersoy, M., Yeşilkaya, L., Kayı, Z., 2017. *Mermer Ocaklarında Elmas Tel Kesme ve Zincirli Kollu Kesme Makinelerinin Birlikte Kullanımının İncelenmesi, Politeknik Dergisi, 20 (2), s. 459 – 473.*

Gümüş, A., 2005. *Diyarbakır Bölgesinde Mermer OcağıİşletmeciliğindeİşGüvenliği ve İşKazalarının Doğurduğu Sonuçlar, Diyarbakır.*

Gümüş, A. ve Akkoyun, Ö. 2006. *Diyarbakır Bölgesi Mermer OcakİşletmeciliğindeSik KarşılaşılanİşKazalarıÜzerine Bir İnceleme,MERSEM'2006 Türkiye V. Mermer ve DoğaltaşSempozyumu BildirilerKitabı, Afyonkarahisar.*

Eleren, A., Ersoy, M., 2011. *Mermer Ocaklarında Elmas Tel ve Kollu Kesiciyle Kesme Teknolojilerinin İş Güvenliği Bakımından Karşılaştırılmasında Hata Türü Etki Analizi Yönteminin Uygulanması, TÜBAV Bilim Dergisi, 4 (1), s. 9 – 19.*

YERALTI OCAKLARINDA METAN PARLAMASI VE ETKİLERİ ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

AN EXPERIMENTAL STUDY ON METHANE FLARE AND ITS EFFECTS IN UNDERGROUND MINES

C. O. Aksoy
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZ: Türkiye'de kömür kaynakları her geçen gün derinleşmektedir. Derinleşen yeraltı kömür madenciliği ile birlikte karşımıza çıkan önemli sorunlardan bir tanesi Metan gazıdır. Metan, gaz olarak karakterizasyonu bilinen ancak önlem konusunda çok fazla tecrübemiz olmayan (TTK hariç) bir gazdır. Zehirli olmayan metan gazı, normal maden ikliminde %5-15 arasında (yeterli oksijen olması durumunda) patlar. %5'in altında ise yanar. Eğer sıcaklık çok yüksek ise (yaklaşık 200 derece ve üstü) daha düşük konsantrasyonlarda da patlama özelliğine sahiptir. Yanma esnasında oluşan etkiler bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Bu çalışmada, Oluşturulan Araştırma Galerisinde gerçekleştirilen deneyler ile bir galeride düşük konsantrasyondaki metanın yanması sonucu oluşan etkiler araştırılmıştır. Gerçekleştirilen bütün çalışmalar tekrarlanabilir çalışmalar olup, deneylerin tümü kayıt altına alınmıştır. Elde edilen sonuçlar açısından değerlendirildiğinde, metan parlamasının etkilerinin incelendiği bütün deneylerde benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güvenli Kömür Madenciliği, Metan, Metan Parlaması.

ABSTRACT: *The coal resources in Turkey are deepening day by day. One of the important problems that have come to light with deepening underground coal mining is methane gas. Methane is well known as gas but is not very experienced in prevention (except TTK). Non-toxic methane gas explode between 5-15% (in case of sufficient oxygen) in normal mine climate. If it is below 5%, it is burn. If the temperature is too high (about 200 degrees and above) it also has the explosion property at lower concentrations. The effects of combustion are examined in this study. In this study, experiments carried out in the Research Gallery and the effects of low-concentration methane flare in a gallery were investigated. All the works done are repeatable and all the experiments are recorded. When evaluated in terms of the obtained results, similar results were obtained in all experiments in which the effects of methane combustion were examined.*

Keywords: *Safe Coal Mining, Methane, Methane Flare.*

1. GİRİŞ

Bu araştırmanın ana konusu, Ekim, 2014 yılında başlatılan "**Güvenli Yeraltı Kömür Madenciliği**" adlı projenin içerdiği birçok konu içerisinden, sadece **Metan Gazı Parlamasının Etkilerin**in incelendiği bölümü ile ilgili olup, bütünsel açıdan bakıldığında çalışmanın ana amacı güvenli şekilde yeraltı kömür madenciliği yapabilmek için bilgi üretmektir. Metan Parlaması Deneylerinin ilk başladığı tarih 14.03.2015 olup, şu ana kadar 8 adet deney yapılmıştır.

Bu çalışmada, tarafımızca oluşturulan bir araştırma galerisinde, değişik tarihlerde yapılan Metan Parlaması deneyleri ve sonuçları verilecektir. Sonuçlar, hiçbir şekilde yorum içermemektedir. Gerçekleştirilen deneylerin hepsi kayıt altına alınmıştır. Tarafımızca yapılan bütün deneyler tekrarlanabilir deneylerdir. Sonuçları kişilerin yorumlarına göre değişmeyen deneylerdir. Başka bir deyişle, başkaları da aynı koşullarda deneyi gerçekleştirirse, benzer sonuçları elde edecektir. Deneylerin yapılış tarihleri göz önüne alındığında, ilerleyen süreç içerisinde deneyler ve koşullar konusundaki gelişmeler de görülecektir.

Güvenli Yeraltı Kömür Madenciliği Araştırma Projesinin Metan Gazı Parlaması ve Etkileri üzerine hazırlanan makale üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, oluşturulan Araştırma Galerisi, ikincisinde gerçekleştirilen deneyler ve üçüncüsünde ise yorumsuz olarak deney sonuçlarından bahsedilecektir.

Madencilikte **METAN+HAVA** karışımına **GRİZU** denilmektedir ve madencilerin korktuğu en önemli karışımdır. Dünyadaki ölümlü yer altı kazalarının en sık rastlanan sebebidir. Yoğunluğu 0,716 kg/m^3 olan metanın havadan hafif olması nedeni ile madenlerde tavanda (maden galerisinin üst kısmında) toplanır. Metan hava içerisinde çok çabuk dağılır ve hava ile karıştığında ayrılma imkanı yoktur. Metan gazı havadan hafif oluşu nedeniyle kaçak yaptığında hava ile kolayca karışır, galerilerde üst seviyelerde toplanır ve bu özelliği nedeniyle kolay tahliye edilebilir bir gazdır.

Ülkemizde metan yanması ve sonrası oluşan grizu patlaması nedenli kazalar aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tablo Ülkemizdeki Önemli Maden Kazaları (TMMOB Maden Mühendisleri Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu)

YER	YIL	NEDENİ	ÖLÜ SAYISI	
TTK/ Armutçuk/kömür	7 Mart 1983	Grizupatlaması	103	
TTK/ Kozlu/kömür	10 Nisan 1983	Grizu patlaması	10	
Yeni çeltek/Amasya/kömür	14 Temz 1983	Grizu patlaması	5	
TTK/ Kozlu/kömür	*31 Ocak 1987*	*Göçük*	*8*	
TTK/ Amasra/kömür	31 Ocak 1990	Grizu patlaması	5	
YENİ ÇELTEK/Amasya/kömür	7 Şubat 1990	grizu patlaması	68	
TTK/ Kozlu/kömür	3 Mart 1992	Grizu patlaması	263	
Yozgat/Sorgun/kömür	26 Mart 1995	Grizu patlaması	37	
Erzurum/ Aşkale/kömür	8 Ağustos 2003	Grizu patlaması	8	
Karaman/Ermenek/kömür	22 Kasım2003	Grizu patlaması	10	
Çorum/ Bayat/kömür	9 Ağustos2004	Grizu parlaması	3	
Kastamonu/ Küre/metal	*8 Eylül 2004*	*Yangın*	*19*	
Kütahya/ Gediz/kömür	21 Nisan 2005	Grizu patlaması	18	
Balıkesir/Dursunbey/kömür	2 Haziran 2006	Grizu patlaması	17	
Bursa/Mustafakemalpaşa/kömür	10 Aralık 2009	Grizu patlaması	19	
Balıkesir/ Dursunbey /kömür	23 Şubat 2010	Grizu patlaması	13	
TTK/ Karadon/kömür	17 Mayıs 2010	Grizu patlaması	30	
		TOPLAM	609	27
		GENEL TOPLAM	636	

Metan ülkemizde sanılanın aksine zehirli bir gaz değildir. Eğer ortamda oksijen tükenirse veya azalırsa boğucu bir gaz özelliği göstermektedir. Metan ülkemizde yine bilinenin aksine patlayıcı bir gaz değildir. Metan yanıcı bir gazdır. Eğer yanma (Flame) kapalı bir ortamda olursa, açığa çıkan ısı ve basınç etkisi ile oluşan durum patlama (Explosive) olarak ifade edilir. Hava ile yanması aşağıdaki kimyasal reaksiyon ile gerçekleşir.

$$CH_4 + 2(O_2 + 4N2) \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 8N_2$$

Tam yanma; metan + hava oranının 1/11 olduğu durumda veya %9,5 metan konsantrasyonunda olmaktadır (Ayvazoğlu, 1984).

Metanın kapalı bir ortamda yanması eğer bir maden galerisinde ise metanın yanmasında/patlamasında iki türlü etki görülmektedir (Ayvazoğlu, 1984).

- Direkt darbe etkisi: Gazın genleşmesinden dolayı olan etkidir ve patlama merkezinden uzaklara doğru yayılır,
- Geri darbe etkisi: Oluşan vakumdan dolayı meydana gelir, etraftan patlama merkezine doğru yayılır.

2. MALZEME, YÖNTEM ve BULGULAR

2.1. Araştırma Galerisi

Güvenli Yeraltı Kömür Madenciliği projesi kapsamında Manisa-Somada bir Araştırma Galerisi tesis edilmiştir. Galerinin kesit alanı 16 m^2'dir. Galeri ait görünüm Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Araştırma Galerisinden bir görünüm

Galeri içerisinde bulunan teçhizat ve ekipmanı daha rahat anlatabilmek adına Şekil 2 incelenmelidir. Şekil 2'de, (a) resmi galerinin boylamışına görünümünü vermektedir. Bu resmin arkasında bulunan ve (b) resminde

detaylandırılan teçhizat yeraltı madenlerinin havalandırmasında kullanılan "Havalandırma Vantilatörü"dür. Vantilatör, Fantüp vasıtası ile galeriye hava göndermektedir. (c) ve (d) resimlerinden görüleceği üzere, galeri içerisinde yeraltı tahkimatını temsil etmesi açısından TH 27 Çelik Tahkimat, ağaç kamalar bulunmaktadır. (c) ve (f) resimlerinde açıkça görüleceği üzere, galeride nakliyatı temsil etmesi açısından bant konveyör bulunmaktadır. Bu aşamada şunu belirtmek gerekmektedir. Bant Konveyörün Kayışı Alev Yürütmez özellikte değildir. (d) ve (e) resimlerinde görüleceği üzere bir yeraltı madenindeki galeride bulunan basınçlı hava, su gibi malzemeleri taşıyan çelik ve plastik borular yerleştirilmiştir. Burada boruların bazılarının plastik olmasının nedeni, yapılacak deneylerde plastiğin davranışını da izleyebilmektir. Başkaca bir amacı bulunmamaktadır. Diğer taraftan galeri içindeki kabloların ATEX belgesi bulunmamaktadır. Maalesef böyle bir kablo temini gerçekleştirilememiştir.



Şekil 2. Galeri teçhizatı

Burada tekrar etmekte fayda görülmektedir. Deneyler, 16 m^2 kesitinde ve 20 m uzunluğunda, üzeri toprak yığınıyla kaplanmış, boşluk ve delikleri ise sızıntı olmaması için kimyasal malzeme ile kaplanmıştır. Dolayısıyla,

çalışmaların gerçekleştiği galeri hacmi 320 m^3 olmaktadır. Galeri içerisinde gaz birikmesini ve biriken gazı havaya sızmasını önlemek için Metan Parlaması deneyleri yapılırken galerinin önüne çelik kapı yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Galerinin kapalı hali

2.2. Metan Parlaması ve Etkilerinin İncelendiği Deneyler

Araştırma galerisinde 8 adet metan parlaması deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerden aşağıda detaylı olarak bahsedilecektir. Bu deneylerin ana amacı, metan patlaması (grizu) seviyesinin altında bir konsantrasyonda metan, ocak içinde ya da galeride birikim yapar ve bu birikim açık alev ile karşılaşırsa etkileri ‘’ne olacak?’’ sorusuna cevap aramaktır. Gerçekleştirilen deneyler esnasında her deneyde A sınıfı İş Güvenliği Belgesi olan bir uzman hem deney öncesi hem de deney esnasında ve sonrasında gerekli çalışmaları ve risk analizlerini yapmıştır. Bu çalışmalar esnasında yangın söndürme tüpleri, ambulans, yangın söndürme aracı vb. güvenlik önlemleri alınmıştır.

Bu deneyler esnasında, metan gazı HABAŞ A.Ş.'den %98 saflıkta alınan metan gazları ile sağlanmıştır. Şekil 4'de HABAŞ A.Ş.'den alınan metan gazı tüplerine örnek görülmektedir. Her deney öncesinde galerideki hava hızı ve hava sıcaklığı ve ortamdaki gaz içeriği ölçülmüştür.

Metanın galeri içinde birikim yapabilmesi için metan tüpü bir hortum ile galeri ortasına kadar giden çelik boruya bağlanmıştır. Elektrik arkı yaratarak metanın yanmasını sağlamak için iki adet ampul kırılarak çelik boru önüne konumlandırılmıştır (Şekil 4). İlk 4 deneyde, elektrik arkı yapılmadan önce metan tüpünün emniyet vanası kapatılmak suretiyle ortamın metan akışı ilişkisi kesilmiştir. 5. ve 6. Deneylerde ise metan parlamasının metan kaynağına hareketini incelemek için elektrik arkı yapıldığı anda metan akışının devam etmesi için emniyet vanası kapatılmamıştır.

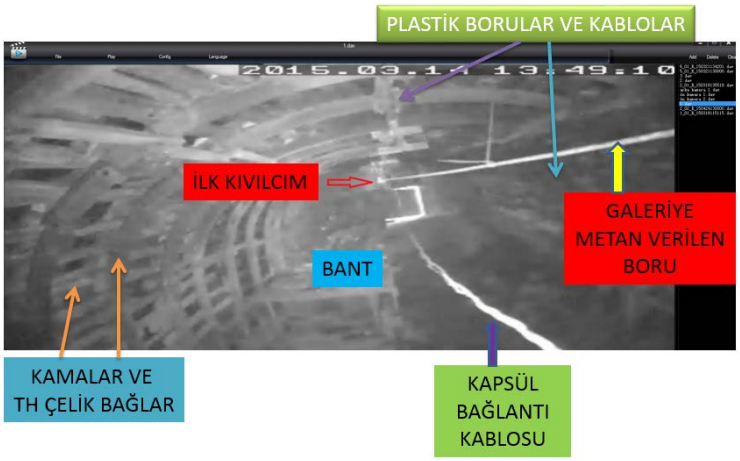


Şekil 4. Metanı ileten çelik boru ve elektrik arkı için kırılan ampul

2.2.1. Birinci metan parlaması deneyi

1.Metan Parlaması Deneyinde, ortamda bant hiçbir şekilde hareket ettirilmeden, araştırma galerisine **%2,625 (Metanın %98 saflıkta olduğu düşünüldüğünde %2,5725) (8,4 m^3)** Metan gazı verilmiştir. Verilen metan miktarı, HABAŞ A.Ş.'den alınan metan gazı tüpünün hacmine bakılarak hesaplanmıştır. Kırık ampul sayesinde ortama verilen elektrik arkı sayesinde metanın parlaması sağlanmıştır. Şekil 5'de Metan parlamasının hemen öncesinde (elektrik arkı

sayesinde ilk alevin görüldüğü an) kamera kayıtlarından alınan bir kare gözükmektedir.



Şekil 5. Metanın parladığı ilk an

Şekil 5'de görüldüğü üzere elektrik arkı sayesinden metanın parlaması sağlanıyor. Galeri daha öncede bahsedildiği üzere bir galeride olabilecek bazı teçhizatları barındırmaktadır. Şekil 6'da ise parlama sonrası gelişen olaylar yer almaktadır.



Şekil 6. Metan parlaması sonrası gelişen olaylar

Şekil 6'da (a) resmi ilk parlama sonrasında alev topunu göstermektedir. (b) resmi alevin büyüdüğünü, (c) resmi görülebilen en büyük alevi ve (d) resmi ise alevin bütün galeriyi kapladığı anı göstermektedir. Resimlerin sağ üst köşesindeki tarih-saat bölümü incelendiğinde parlama olayının 1 saniye kadar

sürdüğü anlaşılmaktadır. Parlama olayından hemen sonra galerinin halini gösterir resim Şekil 6'da (e) resmi ile verilmiştir. (e) resminden de görüleceği üzere içerde oluşan basınç nedeniyle galerinin kapısı yıkılmıştır. Metan parlaması sonucunda, galerinin arka tarafına yerleştirilmiş olan kayıt cihazı hareket etmiştir. Deney sonrası görüntü kameranın aynı istikamete çevrilmesi sonrasında alınmaya devam edilmiştir.

Bu deneyin çıktısı metan parlaması 1 saniye kadar sürmüştür. Ortamdaki makine teçhizat durağan olduğu durumda, deney koşullarında metan parlaması herhangi bir makine ekipman veya etraftaki tahkimat, ahşap kama veya bant vb. gibi unsurlarda yanma gözlenmemiştir. Ek olarak, ortamda oluşan basınç nedeniyle araştırma galerisinin önüne yapılan kapı yıkılmıştır.

2.2.2. İkinci ve üçüncü metan parlaması deneyi

2. ve 3. Metan parlaması deneylerinde de şartlar 1. Deneyle aynı olarak planlanmış ve deney gerçekleştirilmiştir. 2. ve 3. Metan parlaması deneyini, ilk deneyden ayıran en önemli unsur, bu deneyler yapılırken araştırma galerisi içinde bulunan bant tamburunun çalışıyor olmasıdır. Bant tamburu çalıştırılmış fakat bantın hareket etmemesi için gerekli düzenek kurulduğu için bant kayışı tambura sürttürülmüştür. Bu sayede, bant kayışından beyaz duman çıkması sağlanmıştır. Şekil 7'de 2. Metan Parlaması Deneyi ve Şekil 8'de 3. Metan Parlaması Deneyine ait galeri düzeni, deney öncesi durum, deney esnasında (metan gazının galeriye verildiği süreçte) bant kayışının tambura sürtmesi ile oluşan beyaz duman, bu süreç içerisinde belli bir süre sonra ortamın gazla kaplandığına dair görüntüler verilmektedir. Deney esnasında alınan kayıtlardan, bant kayışının tambura sürtmesi nedeniyle oluşan gazı hareketinden tambur motorunun çalışması nedeniyle bir hava akımı oluştuğu görülmektedir. Her iki deneyde de bant kayışını tambura sürttürmenin ana amacı tambur ve bantın ısınmasını sağlamaktır. Bantın tambura sürttürülme süresi minimum 10-15 dakika olmuştur. Her iki deneyde de metan parlaması gerçekleşmemiştir. Metan

parlamasının gerçekleşmemesinin birkaç nedeni olabilir. Ancak, bu rapor kapsamında herhangi bir yorum yapılmamaktadır.



Şekil 7. İkinci metan parlaması deneyine ait görüntüler



Şekil 8. Üçüncü metan parlaması deneyine ait görüntüler

2.2.3. Dördüncü metan parlaması deneyi

Deney sayısı arttıkça edinilen bilgi ve tecrübe ile bundan sonra yapılacak deneylerde yeni unsurlar deney şartlarına entegre edilmiştir. 4. Metan Parlaması deneyinde Şekil 9'da görüldüğü üzere galeri içerisine bir adet vitrin mankeni yerleştirilmiştir. Buradaki ana amaç, metan parlaması sonrasında oluşan olayların işçiler üzerindeki etkisini bir miktar analiz edebilmektedir. 4. Metan parlaması deneyinde galeri içerisine %3,85 metan gazı verilmiştir. Metan

miktarı yine HABAŞ A.Ş.'den alınan metan gazı tüpünden galeriye verilen miktarla hesaplanmıştır.



Şekil 9. Araştırma galerisine yerleştirilen vitrin mankeni

Bu deneyde, 2. ve 3. deneylerde tamburun çalışması esnasında metan parlaması gerçekleştiremediğimiz için, önce bant kayışının tambura sürtmesi ile bantın ve tamburun ısınması sağlanmış, sonrasında tambur durdurulmuş ve ortama metan gazı verilmiştir. Bant kayışının tambura sürtmesi ile çıkan beyaz dumana ait görüntü Şekil 10'da verilmektedir. Belli bir süre sonrasında ise bu beyaz duman bütün galeriyi kaplamıştır (Şekil 11).



Şekil 10. Bant kayışının tambura sürtmesi sonucu çıkan beyaz duman

Gerçekleştirilen deney esnasında metanın parlamasını sağlamak üzere, deney öncesi kırık bir ampul galeri içerisine yerleştirilmiştir. Metan gazı galeri içine verildikten sonra bu ampule elektrik verilmek suretiyle oluşturulan elektrik arkı vasıtasıyla metan parlaması sağlanmıştır. Metan gazının parladığı ilk an Şekil 12'de verilmektedir.



Şekil 11. Beyaz dumanın galeriyi kaplamış hali ve vitrin mankeninin görünüşü



Şekil 12. Metan gazının parladığı an

Metan parlamasının süresi yaklaşık 1 saniye kadar sürmüştür. Parlama alevinin galeriyi sardığı ve mankene etki ettiği ana dair görüntü Şekil 13'da verilmektedir. Kayıtlar devam ederken, metan parlaması ile birlikte galeri içindeki ve dışındaki kameralarda parlamanın yarattığı şiddet ile görüntü kesilmiştir. Bir süre sonra görüntü tekrar alınmaya başlamıştır. Şekil 14'de

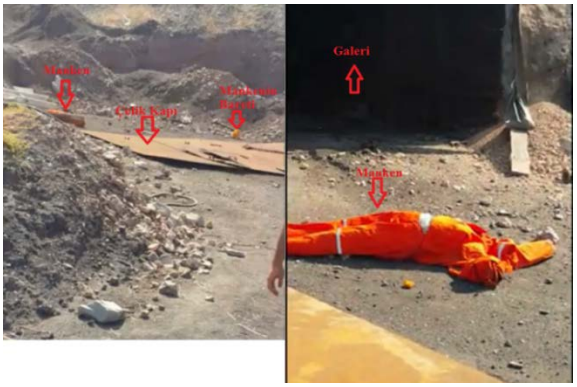
galeri dışındaki kayıt cihazından alınan görüntü verilmektedir. Ek olarak, dış ortamda cep telefonu ile yapılan kayıttan parlamanın hemen sonrasında kapının yıkıldığı ve vitrin mankeninin savrulduğu görülmektedir (Şekil 15). Bu parlama neticesinde de galeri içindeki herhangi bir ekipmanda yanma meydana gelmediği gibi manken üzerindeki elbisede de herhangi bir yanma izine rastlanmamıştır (Şekil 15).



Şekil 13. Metan parlama alevinin galeriyi sardığı an



Şekil 14. Deney sonrası galeri içinin dış ortamdan görünümü



Şekil 15. Vitrin mankeninin savrulduğunu gösterir görüntü

2.2.4. Beşinci metan parlaması deneyi

Daha öncede bahsedildiği üzere deneyler ilerledikçe, ortam şartları ve bunların denetlenmesi açısından da gelişmeler sağlanmıştır. 5. Metan Parlaması Deneyi öncesinde galeri içerisine yan tarafta 2 adet, dış ortamda 1 adet, galeri arkasında 2 adet ve galeri önünde 2 adet olmak üzere toplam 6 adet kayıt cihazı yerleştirilmiştir.

Ek olarak, galeri içindeki metan gazı bulutunun durumunu anlayabilmek amacıyla galeri tavanına 1 adet dışardan gaz miktarını dakikalık olarak görülebilecek şekilde metan sensörü (Şekil 16), galerinin tabanına ve tabanına 1'er adet el tipi metan gazı sensörü (Şekil 17) yerleştirilmiştir.



Şekil 16. Galeri tavan ve tabanına yerleştirilen el tipi metan sensörleri



Şekil 17. Galeri içindeki mankenlerin pozisyonunu gösterir resim

Dış ortamda, galeri içindeki gaz miktarını anlık olarak görülebileceği gaz izleme sistemi kurulmuştur (Şekil 18). Bunların yanında, bant konveyör üzerine küçük parça boyutlu ve toz kömür serpilmiştir. Metan parlamasının çalışanlar üzerindeki etkisini görebilmek için galeri içine 3 adet vitrin mankeni yerleştirilmiştir (Şekil 19).



Şekil 18. Elektrik arkının oluştuğu an (saat 15:53:19)



Şekil 19. Metanın ilk parladığı an (saat 15:53:22)

Bu şartlar altında oluşturulan deney ortamında metanın parlamasını sağlamak üzere kırık ampuller yerleştirilmiştir. Bu kırık ampullere dış ortamdan elektrik verilmek suretiyle ark yapması sağlanmıştır. Şekil 18'de kırık ampullerin ark yaptığı an görülmektedir.

Deney esnasında farkına varılan en önemli unsur, elektrik arkından sonra metanın ilk parladığı an arasında yaklaşık 3 saniyelik bir ara bulunduğudur. Metanın ilk parladığı ana ait görüntü Şekil 19'da verilmektedir. Metanın parlamasına ait devam eden görüntüler Şekil 20'de verilmektedir. Şekil 20'de A-G resimlerinde görüleceği üzere, metan parlaması ile alev büyümeye başlamaktadır. Yine Şekil 20'de (H) resminde artık alev tüm galeriyi kapladığı görülmektedir. Bu an itibarıyla bütün kayıt cihazlarında kayıt aksamaya uğramıştır ((I) resmi). Kayıt cihazlarından ilk kayıt yaklaşık 13 saniye sonra alınabilmiştir. Bu ana ilişkin görüntü Şekil 20'de (J) resminde verilmektedir. Görüntülerden anlaşılacağı üzere metan parlaması sonrasında herhangi bir yanma olayı ile karşılaşılmamıştır. Şekil 20 incelendiğinde parlama süresinin 1 saniye kadar olduğu görülmektedir. Deney sonrası havalandırılan ve emniyetli hale getirilen galeri girildiğinde çekilen bazı fotoğraflar Şekil 21 ve 22'de verilmektedir. Bu şekillerden de açıkça görüldüğü üzere mankenin saçı plastik malzemedir ve parlama sonrası yanma gerçekleşmemiştir. Sadece kavrulma söz konusudur. Bu kavrulmanın derecesini Şekil 21'da parlama sonrası resimde görmek mümkündür. Şekil 22'de ise parlama sonrası oluşan basınç etkisi ile savrulmuş ve bir kolu çıkmış manken görülmektedir. Aynı şekilde diğer resimlerde ise galeri içindeki hiçbir makine ekipmanda bir yangın izi görülmemekte olup, işçinin üzerindeki penye t-shirt'de yanmamıştır.



Şekil 20. Metan parlamasına ait görüntüler



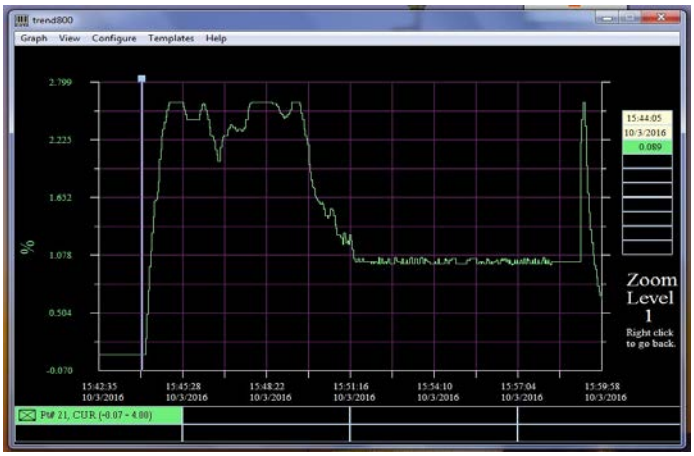
Parlama öncesi **Parlama sonrası**

Şekil 21. Parlama öncesi ve sonrası vitrin mankeninin saçının durumu



Şekil 22. Parlama sonrası galeri içi görüntü

Bu deneyde, 1 adet el tipi (tabanda) ve 1 adet sabit sensör (tavanda) kullanıldığından bahsedilmişti. Bu sabit sensörün ölçtüğü metan değerleri aşağıda Şekil 23'de verilmektedir. Şekil 23 incelendiğinde, metan parlamasının gerçekleşmesi için gereken metan bulutunun galeri tavanında oluştuğu görülmektedir.



Şekil 23. Deney esnasında ölçülen metan miktarları

Şekil 23'den anlaşılacağı üzere, kayıt cihazlarının saat ayarı ile kurulan merkezi gaz izleme sisteminin saat ayarları arasında farklılık bulunmaktadır. Deney esnasında, merkezi gaz izleme sistemine göre hangi saatte elektrik arkı verildiğine dikkat edilmediği için burada bir yorum yapılmamaktadır. Ancak, Şekil 28 belli bir süre metan varlığının %1,075 seviyelerinde gittiğini sonra %2,7 değerine ulaşıp ani düştüğünü göstermektedir ki, bu düşüş parlamanın olduğu an olarak değerlendirilmelidir. Bu arada şunu da belirtmek gerekir. Tabandaki metan sensöründe kayda değer bir metan miktarı okunamamıştır.

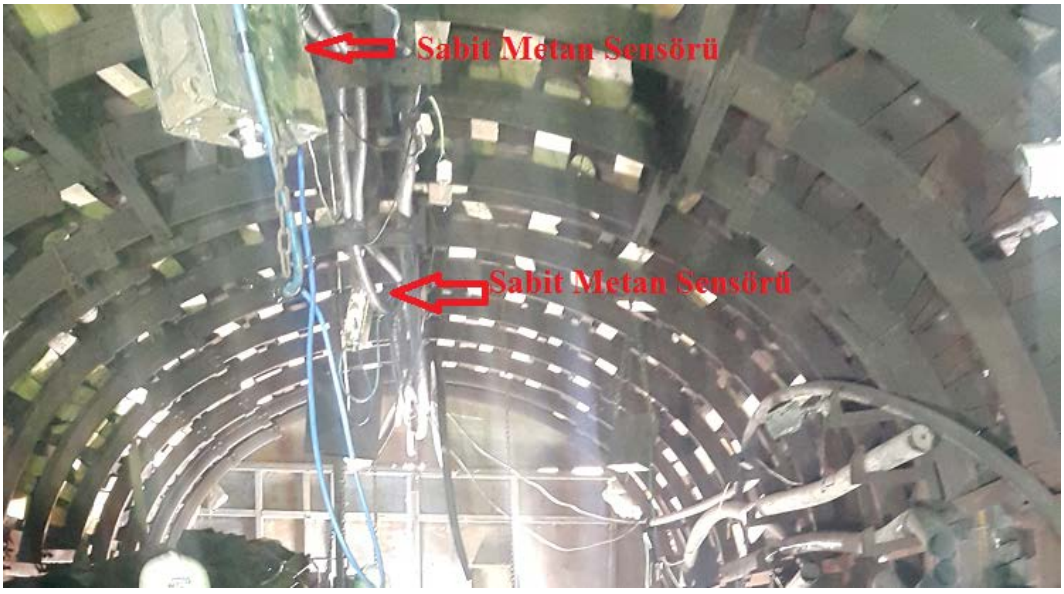
2.2.5. Altıncı metan parlaması deneyi

6. Metan parlaması deneyi için bir önceki deneydeki şartlar oluşturulmuştur. Ancak, bir önceki deneyden farklı olarak 2 adet sabit metan sensörü yerleştirilmiştir. Buradaki ana amaç, galeri tavanında metan bulutunun oluşup oluşmadığını kontrol temek ve oluşuyor ise metan yayılımının nasıl olduğunu anlayabilmektir. Şekil 24'de deney öncesi galerinin durumu ve Şekil 25'de sabit metan sensörlerinin konumu gözükmektedir.



Şekil 24. Deney öncesi galerinin durumu

Bu deneyde bant kayışının ısınmasını sağlamak amacıyla tambur çalıştırılmış ve beyaz duman çıkışı sağlanmıştır. Bant kayışının ısınmasından sonra, tamburun çalışmasından dolayı oluşacak hava akımını engellemek için tambur durdurulmuştur. Tambur durduktan hemen sonra galeriye metan gazı verilmiştir. Bu deneyde, metan parlamasına dair görüntüler Şekil 26'da verilmektedir.



Şekil 25. Sabit metan sensörlerinin konumu

Şekil 26 (A) resminde deneyin hemen öncesi verilmektedir. (B) resminde ise metan gazının ilk parladığı an görülmektedir. (C) resminde büyüyen alev daha sonra (D) resminde görüldüğü üzere küçükmüş ve daha sonra (E9, (F), (G) resimlerinde görüldüğü üzere tekrar büyümüştür. (H) resminde parlamanın bitmeye başladığı anı, (I) resmi parlamanın bittiği anı göstermektedir. (I) resminde ve (J) resminde ortamdaki metanın yarattığı alev parçaları görülmektedir. Şekil 27'de parlamadan hemen sonra galeri içinin durumu gözükmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, parlama sonrasında ellerinden kenara tutturulan mankenlerde ve elbiselerinde herhangi bir yanma olmamıştır. Sadece ortamdaki metan bulutu nedeniyle atex belgesi olmayan bir kabloda duman çıkışı olmuştur.

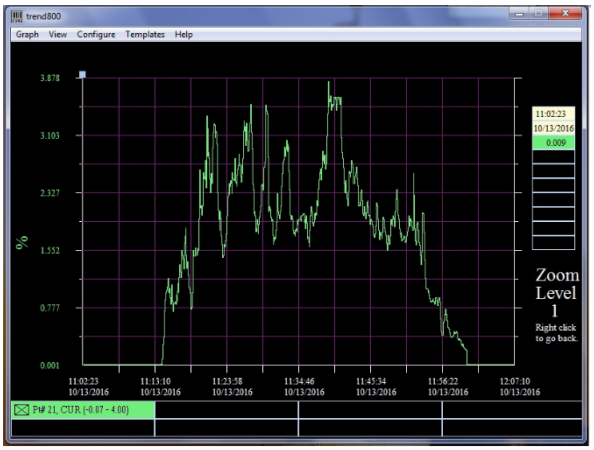


Şekil 26. Metan parlaması süreci

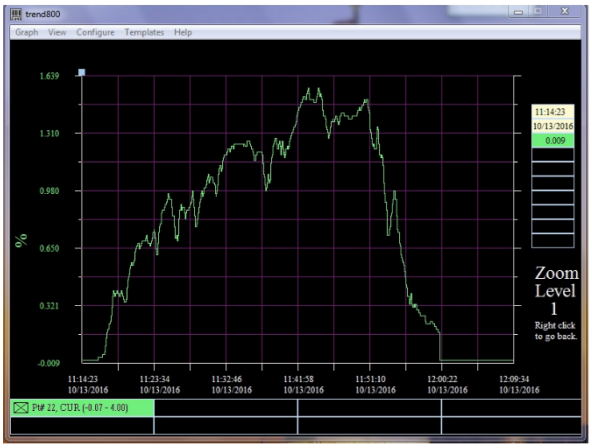


Şekil 27. Parlama sonrası galerinin durumu

Deneye ait sabit sensör verileri aşağıda Şekil 28'de verilmektedir. Şekil 28 incelendiğinde, metan parlamasının gerçekleşmesi için gereken metan bulutunun galeri tavanında oluştuğu görülmektedir.



1 No'lu Metan Sensörü

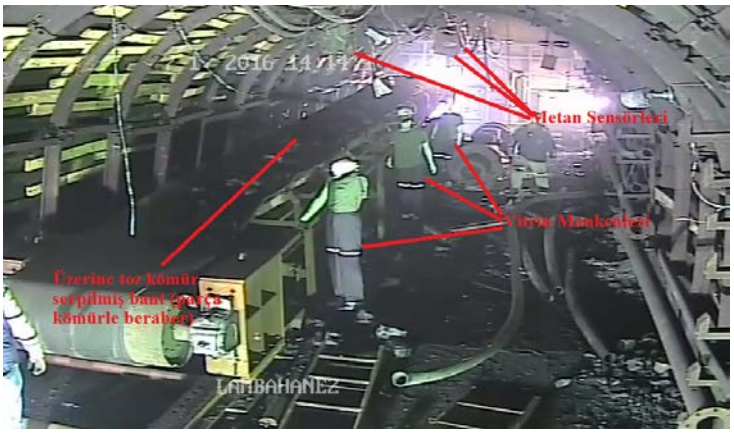


2 No'lu Metan Sensörü

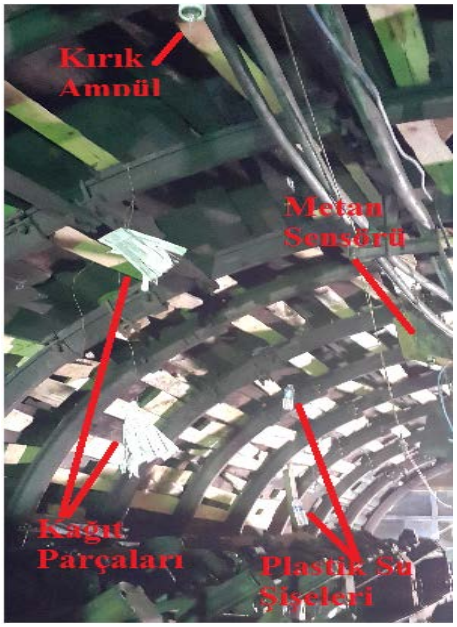
Şekil 28. Sabit metan sensörlerine ait verilerin grafiksel gösterimi

2.2.6. Yedinci ve sekizinci metan parlaması deneyi

Bu deneylerde öncelikle galeride bulunan bant üzerinde bulunan kömür parçalarının üzerine pudra kıvamında toz kömür serpiştirilmiştir. Deney sırasında bant kayışının ısınmasını dolayısıyla tamburun ısınmasını sağlamak amacıyla tambur çalıştırılmıştır. Tamburun çalıştırılmasıyla birlikte beyaz duman çıkışı olmuştur. Deney ortamına 3 adet sabit metan sensörü yerleştirilmiştir. Ayrıca, 3 adet vitrin mankeni yerleştirilmiş olup (Şekil 29), metan parlaması sonucu ortaya çıkacak alevin yakması için galeri içine havada asılı olacak şekilde plastik su şişesi ve kağıt parçaları asılmıştır (Şekil 30).



Şekil 29. Deney öncesi galerinin durumu



Şekil 30. Deney öncesi kağıt parçaları ve plastik su şişelerinin görünümü

Deney esnasında tamburun bant ile sürtünmesi ile ortaya çıkan beyaz dumana ait görüntüler Şekil 31'de verilmektedir.



Şekil 31. Bantın tambura sürtmesi ile çıkan beyaz duman

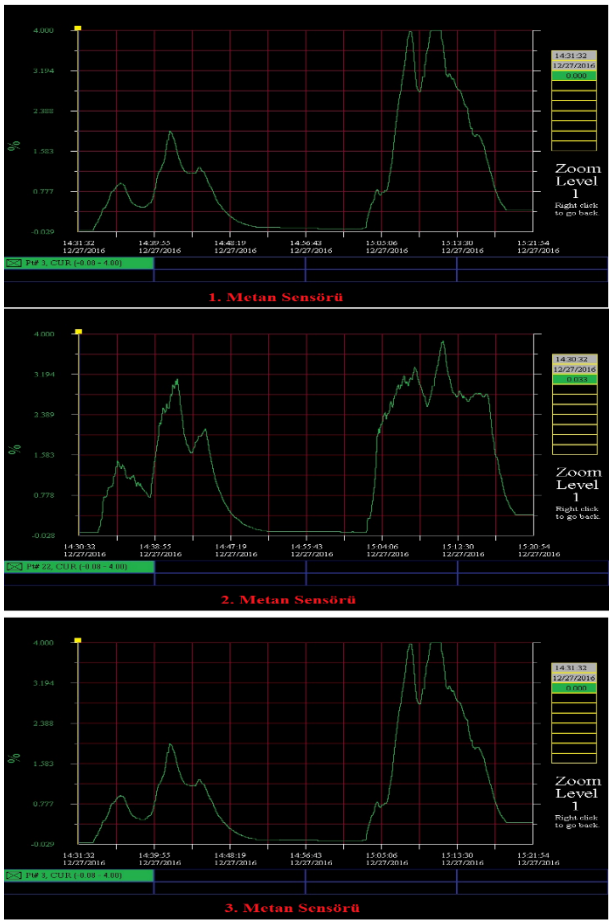
Deney esnasında süregelen tambur bant sürtünmesinden dolayı ortam tamamen beyaz duman ile kaplanmıştır. Bu durumda iken kırık ampul vasıtası ile ortama elektrik arkı verilmiştir. Ancak, tamburun çalıştığı galeride herhangi bir parlama olmamıştır. Elektrik arkı verilmeden hemen öncesi, elektrik arkının verildiği an ve hemen sonrasına ait resimler Şekil 32'de verilmektedir. 7. ve 8. deney esnasında elektrik arkı verilirken ve sonrasında metan gazı galeriye verilmeye devam edilmiş olup, sonrasında gaz verilme işlemi hemen kesilmiştir.

8. Metan Parlaması Deneyi sonrası görüntüler incelendiğinde, elektrik arkının hemen öncesinde galerinin arka tarafından hafif bir hava akımı oluştuğu net olarak görülmektedir.

Bu iki deney sonucunda, 7. Metan Parlaması Deneyinde tambur çalışırken ortama elektrik arkı verilmiş ancak parlama olmamıştır. 8. Metan Parlaması Deneyinde ise tambur dururken elektrik arkı verilmiş ancak yine parlama sağlanamamıştır. Deneyler esnasında sabit sensörlerden ölçülen metan miktarları (%) cinsinden Şekil 33'de verilmektedir. Şekil 34 incelendiğinde, metan parlamasının gerçekleşmesi için gereken metan bulutunun galeri tavanında oluştuğu görülmektedir.



Şekil 32. Elektrik arkı öncesi, anı ve sonrasının görünümü



Şekil 33. 7. ve 8. Metan Parlaması Deneyleri esnasında ölçülen metan miktarları

3. SONUÇLAR

Güvenli Kömür Madenciliği Araştırma Projesi kapsamında 14 Mart 2015 tarihinden bu yana gerçekleştirilen metan parlamasına yönelik deneyler sonrasında elde edilen sonuçlar yorum katılmadan aşağıda verilmektedir;

- Ortamda, %4,5'in altında metan olduğu durumlarda metan parlamasının gerçekleşebileceği tespit edilmiştir,
- Ortamda tambur çalışıyor ise veya küçük bir hava akımı olması durumunda, gerçekleştirilen deneylerden metan parlaması gerçekleşmemiştir,
- Ortamda, metan parlamasının gerçekleştiği deneylerde, elektrik arkı ile parlama arasında kısa da olsa bir süre olduğu tespit edilmiştir. Bu süre içerinde ortamın güvenliğini alacak bir sistem ya da cihaz henüz geliştirilmemiş olmakla beraber bu konu üzerinde çalışmalar yapılarak bu süre zarfında parlamayı engelleyecek bir sistem oluşturulmaya gayret edilmelidir,

- Çalışanların, ocak çerisinde böylesi bir ilk alev gördüklerinde, eğilmeleri veya yere yatmaları, parlamadan daha az hasarla ayrılmalarını sağlayacaktır,
- Parlama sonrası oluşan alevin süresi çok kısa (1 sn'den az ve eşit) olduğu için herhangi bir makine-teçhizat-ahşap kama-bant-plastik boru-kablo vb yanasını sağlamamaktadır. Bu durum, grizu patlamaları içinde aynıdır. Bir örneği, ABD'de Big Brach Mine'da yaşanan grizu patlamasında görülmüş ve işçi lastik ayakkabıları yanmamıştır. Bunun dışında, bilinebildiği kadarıyla, ülkemizde yaşanan metan parlaması kazalarında da yangın bildirimi olmamış, kazalanan çalışanlarda yanıklar olduğu bildirilmiştir,
- Parlama esnasında anlık sıcaklık yükselmesi olmaktadır. Bu da ortamda bulunan plastik türünden manken saçlarını kavurmuştur. Aynı olay plastik kablolar içinde geçerlidir. Bu kavrulma sonrasında bir yangın ve yanma oluşmamıştır,
- Parlama sonrası oluşan ani yüksek sıcaklık, ortamda ani basınç yükselmesi sağlamaktadır. Bu basınç, bir çelik kapıyı bağlantılarından koparıp yıkacak büyüklüktedir. Bu basınç nedeniyle, galeri içindeki serbest mankenler savrulmuştur,
- Güvenli Kömür Madenciliği Araştırmaları kapsamında gerçekleştirilen deneylerden çıkarılacak en önemli sonuç, metanı yakacak ilk alevle (elektrik arkı) ile metan parlaması arasında çok kısada olsa bir süre olduğudur. Bu süre zarfında metanın parlamasını ve habersiz işçilerin kazalanmasını önlemek üzere bir cihaz ya da sistem üzerinde çalışmaların yoğunlaştırılması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Aksoy, C.O., 2016. *Güvenli Kömür Madenciliği için Yeraltı Kömür Madenlerinde Metan Gazı Parlamasının Etkilerinin Araştırılması,* DEÜ. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, DEÜ Döner Sermaye İşletmesi, s:45

Ayvazoğlu, E, 1984. *Madenlerde Havalandırma ve Emniyet,* İTÜ Maden Fak. Ofset matbaasi, s:135.

TMMOB Maden Mühendisleri Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu, 2015.

AN ASSESSMENT OF CHEMICAL COMPOSITION MEASUREMENT APPLICATIONS OF COAL RESIDUAL GAS

KÖMÜR ARTIK GAZININ KİMYASAL KOMPOZİSYONUN ÖLÇÜM UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

A. Soylu, A. Ramazani-Rend, O. Esen, S. C. Özer, A. Fişne
Istanbul Technical University, Department of Mining Engineering, Istanbul

ABSTRACT: In this study, variations in technique during application and their effect on residual gas composition measurement of a coal sample were discussed. The samples were taken from different basins in Turkey. The residual gas content of coal was released via grinding and measured by utilizing a gas chromatograph. Specimens were grinded in both air and inert atmospheres. The results show that grinding of coal in presence of oxygen initiates oxidation. On the other hand, adsorption of nitrogen on freshly opened surfaces of coal particles during grinding effects composition measurements. In addition to these, in experiments with this setup produce faulty results either excessive or lessened readings of nitrogen and carbon dioxide ratios. Nonetheless, the grinding applications executed in an inert environment produce more beneficial results that can be used in qualitative purposes, rough assessment of the composition and determination of residual gas content.

Keywords: Coal, Residual Gas, Gas Composition, Inert Grinding, Self-heating, Oxidation, Nitrogen Adsorption

ÖZ: *Bu çalışmada, kömür artık gazı kompozisyonu ölçüm yöntemleri ve bu yöntemlerde yapılacak değişikliklerin ölçüm sonuçları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Numuneler Türkiye'de bulunan farklı kömür havzalarından alınmıştır. Kömür bünyesinde bulunan artık gaz, öğütme işlemi ile serbest hale getirilmiş ve sonrasında gaz kromatografi ile gaz kompozisyonu belirlenmiştir. Örnekler hem atmosferik hava, hem de inert ortamlarda öğütülmüştür. Sonuçlar göstermektedir ki oksijenin varlığında öğütülen kömür oksidasyona maruz kalmaktadır. Bunun yanısıra, azotun öğütülme sırasında oluşan kömür yüzeylerine adsorpsiyonu kompozisyon ölçümlerini etkilediği tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak, bu düzenekler ile öğütülen kömür üzerinden alınacak gaz numuneleri normalden fazla ya da az azot ve karbon dioksit derişimi görülmek üzere hatalı sonuç vermektedir. Yine de inert ortamda öğütülme işlemi sonucu elde edilen sonuçlar kalitatif amaçlarla, kömür gazına ait kompozisyon hakkında kaba bir fikir edinmek üzere ya da kömürün artık gaz içeriğini tayin etmede kullanılabileceği görülmüştür.*

Anahtar Kelimeler: *Kömür, Artık Gaz, Gaz Kompozisyonu, Inert Öğütme, Kendiliğinden Yanma, Oksidasyon, Azot Adsorpsiyonu*

1. INTRODUCTION

Gas exploration works are required in exploration of coal basins in order to determine if a specific part of a basin is proper for methane production and/or assess risk factors concerning health and safety issues of coal mining. Because of this necessity, there are many examples of gas exploration applications on different coal basins around the World (Kotarba ve Rice, 2001; Thielemann, vd., 2004; Li vd., 2015). With changes done in 2015 in the Regulations of Health and Safety in Mine Areas [2013] Annex-3,12.5.1/a-b gas content determination in coal fields became compulsory in Turkey. After the change, there have been many applications of it among coal basin exploration works. Although it isn't stated in the law, determination of chemical composition of gas content is as significant as determination of amount.

Gas content can be divided into two categories as desorbed gas and residual gas which is trapped gas in pores of coal that cannot be released via existing fracture system (Seidle, 2011). Although, in order to obtain a desorbed gas sample, core must be prepared in a unique way after it encounters surface conditions, residual gas of coal can still exist in crushed material after several years when it openned into atmospheric conditions. Due to this easiness, this study aimed to understand if there might be any usage of residual gas composition helping gas exploration works.

2. METHOD

Four samples from four different basins were utilized in the experiments. These samples were taken from Çayırhan-Ankara, Alpu-Eskişehir, Kınık-İzmir and Acılık-Zonguldak basins. Zonguldak coal is divided into three specimens and the samples from other basins are divided into two specimens. The specimens

was crushed material and each specimen had mass of 75 g and particle size -2 cm. One specimen of each basin excluding Çayırhan was grinded in atmospheric air and the other specimens were grinded in argon gas, all Çayırhan samples were grinded in argon. The third specimen of Zonguldak was grinded with helium.

In order to determine chemical composition, a gas chromatograph was utilized. Since residual gas amount of specimens are low due to either being lignite or being couple of years old, it is imperative to apply chromatography techniques. A GC device can work with gas samples with limited volume. Agilent 7890A model gas chromatograph was utilized to analyze chemical composition. Argon was used as mobile phase in the device. There is an ASTM method for executing gas composition analysis (ASTM, 2006), however, the method is designed for limited compounds and specific columns. In these experiments, more extensive group of gas compounds were assessed and there were many efficient columns in the market available.

Normalization calculations were also performed for both eliminating air contamination and adjusting signal results to make total of composition as 100% (Timko ve Derick, 2006). In order to eliminate atmospheric air, it was considered that there is no oxygen in coal gas content. Nitrogen and carbon dioxide equivalent of the oxygen ratio were substracted from the result as seen in the calculations below. Then, the remaining ratios were recalculated between each other.

N_2 Content(%) = N_2 Measured(%) – O_2 Measured(%) x 3,73

CO_2 Content(%) = CO_2 Measured(%) – O_2 Measured(%) x 0,00167

2.1. Grinding

A lab scale Fritsch Pulverisette 9 vibrating cup mill was used in grinding. Volume of grinding cell was 100 ml. Grinding duration was adjusted to 75 seconds with 900 RPM. After grinding of specimens, particle size of them

decreased to -250μm level. Grinding cell has a hole to measure residual gas amount that is used to store inert gas into the cell. In order to perform that either argon or helium gas was invaded into cell with 4 bar pressure. Then, the gas was released that the pressure inside the cell decreased down to atmospheric level which is approximately 1 bar. This was performed four times which hypotetically drops atmospherich air content 1/256 of the volume. However, signal levels from composition analysis results suggests that air content changes between 0-1% of the total. These are quite low levels to assume that self-heating activity is not in the case.

Purpose of argon utilization was not only to create an inert setting but also to see only residual gas and atmospheric air signals in the chromatograms since the device used argon as carrier gas. On the other hand, helium created different signals from the base line which informs the ratio of cell volume of helium. Beside of inert gas usage, grinding with atmospheric air was performed for each sample.



Figure 1. Filling argon gas into grinding cell

After grinding, gas samples were taken into gas-tight syringes and introduced into the chromatograph.

3. RESULTS AND DISCUSSION

After executing the procedure mentioned in the previous part, obtained results are summarized in table 1. These results are normalized by software of the device automatically that grinding with argon gas produces 1-5 % signal amounts for total of compounds.

Table 1. Results of experiments as percentages

Compound	A1	A2	K1	K2	Z3	Z2	Z1	C1-1	C1-2	C1-3
CO_2	0,213	0,081	0,614	0,055	0,053	0,065	0,050	7,535	5,986	2,782
CH_4	0,394	0,155	0,805	0,127	0,127	0,183	0,351	4,070	4,175	2,326
N_2	78,513	79,195	77,930	79,538	35,038	79,096	78,414	65,824	66,702	73,197
C_2H_6			0,011	0,006	0,032	0,043	0,053	0,003		
C_2H_4	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
C_2H_2	P			P	P	P	P			
C_3H_8	P	P	P	0,008	0,006	0,011	0,018			
i-C_4H_{10}	P		P	P	0,003	0,009	0,012			
C_5H_{12}						P	P			
H_2	0,006	P	P					0,186	0,255	0,055
He		0,002			54,766					
O_2	20,874	20,567	20,632	20,267	9,919	20,516	21,013	22,383	22,882	21,640
CO			P	0,021	0,055	0,078	0,089			
A:Alpu, K: Kınık, Z: Zonguldak, C: Cayırhan, 1: Argon, 2: Air, 3: Helium, P: Present at ppb levels										

Then, eliminating of atmospheric air in the measurements is done. Due to surface interactions between gas in the grinding cell and coal particles, the normalized values are discordand but meaningful that gives clue concerning physical and chemical processes during grinding.

As shown in the Table 2, nitrogen composition values of grinding with atmospheric air are dominating assumed residual gas composition. On the other hand, nitrogen values of inert grinding results are negative which is

mathematically incorrect. When air is present, self-heating effect takes place and consumes some of oxygen present in the cell. Because of this, its equivalent nitrogen value decreases leaving relatively high 'nitrogen content' of residual gas. Adsorbing power of coal to N_2 is stronger than O_2 and CO_2 at low temperatures (Wang, vd., 2008). In case of inert grinding, due to extremely low level of oxygen, self-heating effect is negligible relative to adsorption effect of nitrogen on to freshly openned surface of coal particles during grinding. Since this gives equivalent nitrogen content of oxygen higher than present readings, negative results are actually inavoidable which can be seen in all inert grinding nitrogen values.

Table 2. Normalized values as percentages

Compound	A1	A2	K1	K2	Z3	Z2	Z1	C1/a	C1/b	C1/c
CO_2	30,841	2,806	41,312	0,676	14,054	1,615	2,797	63,773	57,308	53,564
CH_4	68,140	9,383	57,329	4,069	48,886	9,633	65,339	34,617	40,234	45,366
N_2	N	87,673	N	94,144	N	81,377	N	N	N	N
C_2H_6			0,791	0,178	12,359	2,252	9,884	0,026		
C_2H_4	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
C_2H_2	P			P	P	P	P			
C_3H_8	P	P	0,025	0,253	2,206	0,575	3,275			
i-C_4H_{10}	P		P	P	1,239	0,466	2,198			
C_5H_{12}						P	P			
H_2	1,019	0,021	P					1,584	2,458	1,070
He		0,117								
CO			0,008	0,679	21,256	4,082	16,507			
Location: A: Alpu, K: Kınık, Z: Zonguldak, C: Cayırhan - Grinding condition: 1: Argon, 2: Air, 3: Helium - Result: P: Present, N: Negative Result										

Besides, it is understood that even smallest amount of air contamination in grinding cell is intolerable that cause adsorption and desorption effect on surface of particles. Since nitrogen values are inconclusive, they affect whole composition those aren't reliable. Instead of using pressurize and depressurize cycles, utilization of two holes on the grinding cell and complete flushing inside of cell with an inert gas might prevent adsorption of athmospheric nitrogen.

However, in this case, adsorption of nitrogen from residual gas on to freshly openned surface of coal particles can happen and produce incorrect results.

Table 3. Desorbed gas composition values as percentages

Compound	K	A
CO_2	3,759	0,450
He		0,009
H_2		0,005
N_2	3,360	50,510
CO	0,302	0,122
CH_4	92,333	48,820
C_2H_6	0,243	0,073
C_2H_2		0,001
C_2H_4	0,004	
i-C_4H_{10}		0,002
Location: A:Alpu, K: Kınık		

In any case, obtained composition is affected by either oxidation or adsorption. Therefore, it cannot give a reliable result of a specific part of seam. However, even if it cannot give a quantitative result, the result might be used for qualitative purposes. And, the result can be used to have an idea concerning relative amount of gases excluding nitrogen. In table 3, desorbed gas composition of Kınık and Alpu samples' results are given to compare with residual gas composition results. It can be seen that residual gas indicates hydrogen and helium presence in desorbed gas of Alpu samples. Also, apart from nitrogen, methane and carbon dioxide are most dominating gases in order in the composition. This case is compatible between residual and desorbed gas composition.

Apart from these, Zonguldak sample is grinded in helium in order to measure its residual gas content by its concentration. In Table 1, column Z3, gas composition values are taken into calculation as in the followings. Since atmospheric air content is lesser than 1%, it is neglected, therefore, oxygen and

nitrogen concentrations are resulted from air contamination during introducing of the sample into the chromatograph. Remaining gases are either residual gas or helium in the space of grinding cell.

Total gas in the cell = 55,029 %, Helium = 54,766 %

Cell Volume = 100 ml, Sample Mass = 75 g, Sample Specific Gravity = 1,37

Volume of Space = 100 – 75/1,37 = 45,26 ml

Residual Gas Content = (1 – 54,766/55,029) x 45,26 = 0,22 ml for 75 g

In other words, determining gas concentration in the grinding cell is can be used for verification of presence of residual gas and calculating its amount even if it is low.

4. CONCLUSION

In this study, residual gas composition measurement of coal was discussed as it described in the previous parts to beneficiate its ease of specimen obtaining and assist in advance of gas exploration works in the fields for energy and safety concerns. Thus,

- Measurement of residual gas composition can be used to identify present gas compounds in the field,
- It can be used to determine some of the dominating gases in the seam and to have order of concentration values,
- Residual gas content can be determined by using of an inert gas different from carrier gas used in GC device,
- Coal surface shows strong activity that adsorption of gas phase matters happens in a short time effecting measurement results.

REFERENCES

ASTM., 2006. D1946 - Standard Practice for Analysis of Reformed Gas by Gas Chromatography.

Kotarba, M. J., & Rice, D. D., 2001. Composition and origin of coalbed gases in the Lower Silesion basin, southwest Poland. Applied Geochemistry, 895-910.

Qingguang, L., Ju, Y., Bao, Y., Zhifeng, Y., Li, X., & Sun, Y., 2015. Composition, Origin, and Distribution of Coalbed Methane in the Huaibei Coalfield, China. Energy&Fuels, 546-555.

Resmi Gazete, 2015. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150310-8.htm Date accessed : August 24, 2017

Seidle, J., 2011. Fundementals of Coalbed Methane Reservoir Engineering. Tulsa: PennWell Corporation.

Thielemann, T., Cramer, B., & Schippers, A., 2004. Coalbed methane in the Ruhr Basin, Germany: a renewable energy resource? Organic Geochemistry, 1537-1549.

Timko, R. J., & Derick, R. L., 2006. Methods to Determine The Status of Mine Atmospheres - An Overview. Retrieved from Center of Disease Control and Prevention: http://www.cdc.gov/niosh/mining/works/coversheet1406.html

Wang, L. Y., Jiang, S. G., Wu Z. Y., et al, 2008. Experimental Research on Effects of CO2 on Oxygen Physisorption Process of Coal at Low Temperature, Express Information of Mining Industry (2), p 29-31.

MEKANİZE YERALTI KÖMÜR OCAKLARI İÇİN RİSK ANALİZİ

RISK ASSESSMENT FOR MECHANIZED UNDERGROUND COAL MINES

M. İphar
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

K. Çukurluöz
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu İzmir Grup Başkanlığı, İzmir

ÖZ: Mekanize üretim yönteminin uygulandığı kömür madenlerinde karşılaşılabilecek risklerin belirlenmesi ve belirlenen risklere karşı alınması gereken tedbirlerin uygulanması, emniyetli bir çalışma ortamının sağlanması açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye'deki mekanize yeraltı kömür ocaklarında karşılaşılabilecek risklerin ve önceliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye'nin en önemli mekanize kömür üretimi yapılan 3 farklı ocağındaki mevcut koşulların yerinde gözlenmesi, uzman görüşleri, kişisel deneyimler ve mekanize ayaklardaki iş kazası istatistiklerinin incelenmesi ile mekanize kömür ocaklarında karşılaşılabilecek potansiyel riskler belirlenmiştir. Riskler belirlenirken, yeraltı maden işletmelerinde alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği konusunda ülkemizde bulunan yönetmelik ve mevzuatların yanı sıra saha gözlemlerinden elde edilmiş olan mühendislik deneyimlerinden yararlanılmıştır. Tespit edilen tehlikeli durumlar, literatürde yaygın olarak kullanılan L-tipi risk matrisi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yapılan analiz ve değerlendirmede, yeraltı mekanize kömür ocaklarında karşılaşılabilecek birçok riskli durumun "Orta Seviye Risk" veya "Önemli Risk" kapsamına girdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, üreticiler ve firmalar tarafından her ne kadar makineleşmeye gidilerek insan faktörü sistem dışında tutulmaya çalışılsa da çalışması zorunlu personel için risklerin kabul edilebilir/katlanılabilir risk seviyesine getirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Türkiye'deki mekanize yeraltı kömür ocaklarının iş sağlığı ve güvenliği bakımından şimdiki durumunu ortaya koymakla beraber gelecekte klasik üretim yönteminden mekanize yönteme geçilmesi planlanan maden işletmelerinde çalışan mühendisler için faydalı bir rehber olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Risk Değerlendirmesi, L Tipi Matris Yöntemi, Mekanize Kömür Ocağı

ABSTRACT: *It is very important to assess the risks that can be encountered in underground coal mines in which the mechanized production method is applied, and to take protective measures against the identified risks in order to provide a safe working environment. It has been aimed to determine the potential risks and their priorities in mechanized underground coal mines in Turkey. The potential risks have been identified based on the field observations as well as expert knowledge, personal experience and statistical data related to work accidents about three important mechanized underground coal mines in Turkey. During risk assessment process, it has been utilized not only mandatory regulations and legislations for underground mines in terms of occupational health and safety in Turkey and also engineering experiences gained by field observations. The identified hazardous situations were evaluated by the L-type risk matrix method which is widely used in the literature. It was concluded that lots of risky situations in mechanized underground coal mines could be categorized in "intermediate" or "significant" risk level as a result of the risk assessment process. Therefore, even though manufacturers and firms try to keep the human factor out of the system by applying mechanized production method, the risks for the mandatory personnel have to be brought to an acceptable risk level. The results not only reveal the current safety status of the underground coal mines in Turkey but also will be a valuable guide for the engineers working in underground coal mines in which the production method is planned to change in the near future from conventional longwall mining to mechanization.*

Keywords: *Risk Assessment, L-Type Risk Matrix, Mechanized Underground Coal Mine*

1. GİRİŞ

Günümüz enerji kaynaklarının rezervleri ve kullanım ömürleri göz önüne alındığında, enerji ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla kömüre olan talebin artacağı kaçınılmazıdır. Giderek artan bu talebin karşılanması ancak üretim artışı ile gerçekleşebileceğinden, yeni ve yüksek üretim kapasitesine sahip kömür madenlerinin kurulması ya da mevcut ocaklardaki üretim kapasitesinin artırılması gerekecektir. Ancak; kapasite artışını hedefleyen öncelikli üretim anlayışı, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin ikinci planda kalmasına neden olabilmektedir. Halbuki, üretim kapasitesinin arttırılması ile birlikte gerekli iş sağlığı ve güvenliği şartlarının öncelikle yerine getirilmesi, ilgili mevzuat

hükümlerine uyulması, başta işveren olmak üzere çalışanların iş sağlığı ve güvenliği kültürünü benimsemiş olmaları ve sürekli kontrol ve iyileştirme gibi hususların sağlanması gerektiği açıktır.

Günümüzdeki teknolojik gelişmelere paralel olarak otomasyon ve mekatronik teknolojisindeki gelişmeler, kömür madenciliğinde makinelerin ağırlıklı olarak kullanılmasını ve buna bağlı olarak kömür üretimindeki artışı da beraberinde getirebilmektedir. Tam mekanize kömür madenciliği olarak tanımlanabilen bu sistemlerde, makine kullanımının artmasıyla beraber insan faktörünün kısmen devre dışı bırakıldığı düşünülebilir. Buna rağmen; yeraltı kömür madenciliği, çalışma koşulları ve çevresel faktörler bakımından dünyanın en riskli meslek grupları arasında yer almaktadır.

Yeraltı kömür madenciliğinde gerçekleştirilen faaliyetler uygun bir şekilde kontrol edilmediği takdirde hastalık, yaralanma, ölüm gibi felaketlere yol açabilecek birçok tehlikeyi içermektedir (Samantra vd., 2017). Meydana gelen kazalar ise genellikle; uygulanan üretim yöntemi, bölgedeki jeolojik koşullar, çalışan personelin eğitim seviyesi ve iş sağlığı ve güvenliği konusundaki farkındalığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Yeraltı kömür madenciliğinin doğası gereği diğer endüstrilerden çok daha tehlikeli olduğu doğrudur, ancak bu durum, bilinen bu gerçeğin sadece kabul edilmesi gerektiği anlamına gelmemektedir (Mahdevari vd., 2014). Yapılması gereken öncelikli işlerden biri, kazaları ve istenmeyen olayları azaltabilmek için modern risk yönetim sistemlerini yeraltı kömür madenciliğine uygulamaktır.

Mekanize üretim yönteminin uygulandığı kömür madenlerinde karşılaşılabilecek risklerin belirlenmesi ve belirlenen risklere karşı alınması gereken tedbirlerin uygulanması, emniyetli bir çalışma ortamının sağlanması açısından son derece önemlidir.

İş kazalarının iki ana nedeni olan, ekipmanlardan ve/veya çalışma ortamından kaynaklanan "tehlikeli durumlar" ile çalışanlardan kaynaklanan "tehlikeli davranışlar"ın kesişimi olabildiğince en aza indirgenmelidir.

İşyerlerinde yapılması zorunlu risk analiz ve değerlendirmesi ile çalışma sahasının, ekipmanın ve çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yönünden mevcut durumunun ortaya konulması gerekmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki mekanize yeraltı kömür ocaklarında karşılaşılabilecek risklerin ve önceliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Risk Analizi ve Değerlendirmesi

Risk, bir insanın sağlığı veya güvenliği üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilecek bir şeylerin meydana gelme ihtimali olarak tanımlanabilir. Risk değerlendirme ise, mevcut kontrollerin yeterliliği ve riskin kabul edilebilir seviyede olup olmadığını dikkate alarak bir tehlikeden kaynaklanan riskin değerlendirilmesi sürecidir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda yapılan tanımlamaya göre risk değerlendirmesi; "*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 çalışmaları*" ifade eder. Sıklıkla analiz ve değerlendirme kavramları birbirinin yerine kullanılsa da farklı anlamlar içerir ve risk belirlemede farklı süreçlerde kullanılırlar. Analiz; bir konuyu, bütünü (maddi veya düşünsel) temel parçalarına ayırarak, daha sonra parçaları ve aralarındaki ilişkileri tanımlayarak sonuca gitme yolu olarak tanımlanır. Bu tanımdan yola çıkarak bir bütün olan yeraltı maden işletmelerinin tahkimat, nakliyat, havalandırma, ekipman gibi belirli bölümlere ayrılması, bu bölümlerden de her bölüme ait tehlike kaynaklarının ve birbirleriyle olan etkileşimlerinin belirlenme süreci bir analizdir. Analiz edilen bu tehlike kaynaklarının nelere neden olabileceği, bunlara karşı gerekli önlemlerin belirlenmesi, tehlikelerden etkilenebilecek yerleri ve kişileri belirleme süreci ise değerlendirmedir.

Risk analizi ve değerlendirmesi için pratikte birçok yöntem aşağıda sıralanmıştır (Özkılıç, 2005):

1. Risk haritası,
2. Başlangıç tehlike analizi (PHA),
3. İş güvenlik analizi (JSA),
4. What if..?
5. Kontrol listesi kullanılarak birincil risk analizi (PRA-Checklist),
6. Birincil risk analizi (PRA),
7. Risk değerlendirme karar matris metodolojisi:
    a) L-tipi matris,
    b) Çok Değişkenli X-tipi matris diyagramı,
8. Tehlike ve işletilebilme çalışması metodolojisi (HAZOP),
9. Tehlike derecelendirme indeksi (DOW, MOND, NFPA index),
10. Hızlı derecelendirme metodu,
11. Hata ağacı analizi metodolojisi (FTA),
12. Olası hata türleri ve etki analizi metodolojisi (FMEA/FMECA),
13. Güvenlik denetimi,
14. Olay ağacı analizi (ETA),
15. Neden – Sonuç analizi.

6331 saylı İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kanunu gereğince işyerlerinde risk değerlendirmesi yapılması ya da yaptırılması yasal olarak zorunlu hale getirilmiştir. Ancak; işverenler, hangi risk değerlendirme yönteminin seçileceği ile ilgili belirsizlikle karşılaşmaktadırlar (Gül ve Güneri, 2016). Diğer bir ifadeyle, 6331 sayılı kanunda ve İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nde risk değerlendirme yönteminin seçilmesi ile ilgili bir öneride bulunulmamıştır (Gürcanli ve Müngen, 2009). Bu nedenle, işletmenin durumuna göre en uygun risk analizi ve değerlendirmesi yöntemi seçilmelidir. Genel olarak uygulama kolaylığı, pratikliği ve birçok işletmeye uygulanabilirliği

açısından 5×5 L-tipi matris yöntemi en çok tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir (Wang vd., 2014; Gül ve Güneri, 2016).

2.2. Risk Matrisi Yöntemi

Risk matrisinin temeli, belirli bir kaza senaryosunda ortaya çıkan sonuçların olasılık ve şiddetinin bir kombinasyonu olarak riskin tanımlanmasına dayanmaktadır. Bu şekilde bir tanımlama hem olasılıkların hem de sonuçların birlikte değerlendirilmesini sağlar, ayrıca bu yöntemde karmaşık matematiksel ilişkilerin kullanımına ihtiyaç duyulmaz (Kirchsteiger, 1999).

Risk, incelenen bir tehlikenin olasılık ve şiddetinin çarpımıyla aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Pokoradi, 2002).

$$R = S \times P \tag{1}$$

Burada; "P" tehlikeli bir olayın meydana geleme olasılığı, "S" ise şiddetidir (Gul ve Guneri, 2016). S ve P için sayısal değerlerin belirlenmesi amacıyla Çizelge 1 ve 2 kullanılır.

Çizelge 1. Şiddet Puanları (S) (Gül ve Güneri, 2016)

Şiddet Puanları (S)	
Puan Kategorisi	Tanımlama
Çok Hafif (1)	İş saati kaybı yok, hemen giderilebilen, çok hafif ilkyardım gerekir
Hafif (2)	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavili ilk yardım gerekir
Orta (3)	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerekir.
Ciddi (4)	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, uzuv kaybı, meslek hastalığı
Çok Ciddi (5)	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Çizelge 2. Olasılık Puanları (P) (Gül ve Güneri, 2016)

Olasılık Puanları (P)	
Puan Kategorisi	Tanımlama
Çok Küçük (1)	Hemen hemen hiç
Küçük (2)	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
Orta (3)	Az (yılda bir kaç kez)
Yüksek (4)	Sıklıkla (ayda bir kaç kez)
Çok Yüksek (5)	Çok sıklıkla (her gün), normal çalışma şartlarında

Genellikle olasılık ve şiddet puanları 5 kategoriye ayrılır ve nihai risk değerlendirmesi için Çizelge 3'de verilen 5×5'lik risk matrisi kullanılır.

Çizelge 3. Risk değerlendirme karar matrisi (Gül ve Güneri, 2016)

	Olasılık (P)				
Şiddet (S)	Çok Küçük (1)	Küçük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Çok Hafif (1)	1	2	3	4	5
Hafif (2)	2	4	6	8	10
Orta (3)	3	6	9	12	15
Ciddi (4)	4	8	12	16	20
Çok Ciddi (5)	5	10	15	20	25

Çizelge 3'e göre hesaplanan risk skorunun değeri dikkate alınarak, riskin kabul edilebilirlik düzeyi Çizelge 4'e göre yorumlanır. En yüksek risk seviyesi, yani meydana gelme olasılığı en yüksek ve sonuçları çok ciddi riskler ilk önce kontrol edilmeli ya da minimize edilmelidir (Barnes, 2009).

Risk matrisi yöntemi aynı zamanda, risk yönetiminde önceliklerin belirlenmesinde kullanılabilen oldukça faydalı bir araçtır (Vatanpour vd., 2015).

Çizelge 4. Risk kategorileri (Gül ve Güneri, 2016)

Risk Düzeyi	Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri
Katlanılamaz Riskler(25)	*Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere 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.*

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'deki mekanize yeraltı kömür ocaklarında karşılaşılabilecek potansiyel riskleri ve bu risklerin önceliklerini belirlemek amacıyla mekanize kömür üretimi yapılan 3 farklı ocaktaki mevcut koşullar yerinde gözlenmiştir. Riskler belirlenirken, yeraltı maden işletmelerinde alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği konusunda ülkemizde bulunan yönetmelik ve mevzuatların yanı sıra yeraltı kömür işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği konusunda 15-20 yıllık deneyime sahip olan maden mühendislerinin uzman görüşlerinden de yararlanılmıştır.

Yarı ve tam mekanize kömür ocakları için yapılan risk analizi ve değerlendirmesi ile özellikle ana sorunlara dikkat çekilmek istenmiş, tespit edilen bazı riskler için sahadaki ve mevzuattaki önlemler birleştirilerek sunulmaya çalışılmıştır. Tespit edilen tehlikeli durumlar, L-tipi matris

yöntemiyle değerlendirilmiştir. Olasılık ve şiddet puanlaması; uzman görüşleri, kişisel deneyimler ve mekanize ayaklardaki iş kazası istatistiklerinin incelenmesi ile verilmiştir.

Mekanize yeraltı kömür ocaklarında karşılaşılması muhtemel riskler aşağıda sıralanmıştır:

Risk 1: Mekanizasyonda kullanılacak olan ekipmanların ocağın teknik ve jeolojik şartlarına (zemin ve tavan yapısı, faylanma, damar-ayak eğimi, metan geliri, kendiliğinden yanmaya yatkınlık, kazı kolaylığı vb.) uygun olarak seçilmemesi.

Risk 2: Ocak içindeki bütün nakliyat ve ulaşım yollarının boyutlarının-kesitlerinin yapılan işe uygun yeterli boyutta olmaması.

Risk 3: Mekanize ve diğer ocak içi ekipmanlarının kurulumunda, sökülmesinde ve taşımasında ekipmanların, kayma, düşme, çarpma, devrilme vb. durumlar.

Risk 4: Ekipmanların yeraltına ve yerüstüne nakliyesinde, sökümü, taşıması ve kurulması sırasında kullanılacak araçların (colie-car, monoray, vinç vb.) kapasitesinin yapılan işe uygun olmaması.

Risk 5: Ekipmanların sökümü, taşıması ve kurulması sırasında kullanılacak çelik vb. halatların özelliklerinin yapılan işe uygun olmaması.

Risk 6: Ekipmanları nakletmede kullanılan kaydırma kızaklarının (saclarının) yerinden çıkması.

Risk 7: Mekanize sistem içerisindeki genel basınçlı (pnömatik, hidrolik vb.) hortum/boru bağlantılarında sızdırmazlığın tam olarak sağlanamaması ve/veya kopması.

Risk 8: Arından gelebilecek kömür patlamaları ve/veya akmaları.

Risk 9: Ayak arkasının göçmemesi/Ayak arkasına büyük blokların düşmesi.

Risk 10: Yürüyen tahkimat ünitelerinin uzun süre bekleme, bozuk zemine ya da aşırı basınçlı zonlara gelmesi durumunda batma, yana yatma, dönme vb. durumlar.

Risk 11: Kömür üretimi sırasında toz oluşumu ve yayılımı.

Risk 12:Sorumlu olmayan çalışanların kesici yükleyici ve zincirli oluk tarafına geçmesi/Sorumluların müdahalesi sırasındaki riskler.

Risk 13: Kesim esnasında parça fırlamalarına karşı gerekli önlemlerin alınmaması.

Risk 14: Genel tahkimat sistemi ve yürüyen tahkimat ünitelerinin arasından, tavandan, göçükten ve/veya yanlardan taş/kömür parçalarının düşmesi.

Risk 15: Kesici yükleyicinin kesme/kazma derinliğinin ve hızının makine gücüne uygun ayarlanmaması/üretim sınırlarının zorlanması.

Risk 16: Ayak arkasında kalan, eski imalatlardaki ve/veya topuk olarak bırakılan kömürlerin kendiliğinden yanması.

Risk 17: Mekanize ekipmanların bakım, onarım ve parça değişimleri sırasında gerekli güvenlik önlemlerinin alınmaması.

Risk 18: Her türlü basınçlı sistem (pnömatik, hidrolik vs.) üzerinde yapılacak işlemlerde hattın içindeki basıncın sıfırlanmaması.

Risk 19: Yürüyen tahkimatın, çalışılan alanın ve gerekli görülen diğer yerler ile iş ekipmanının çalışılan veya bakımı yapılan bölge ve operasyon noktalarının yeterli seviyede aydınlatılmaması.

Risk 20: Ocak içinde gerekli uyarı, bilgi, ikaz vb. işaretlemelerinin yapılmaması.

Risk 21: Ocakta, yeraltındaki önemli noktalarda, yeraltı ile yerüstü arasında ve ayak içinde gerekli haberleşme ve iletişim sistemlerinin kurulmaması.

Risk 22: Yüksek basınçlı sistemlerde kontrolsüz basınç yükselmesi.

Risk 23: Klasik ve yürüyen tahkimatlarda (şiltlerde) yapılan işlemlerde (tamir-tarama) parça düşmelerine karşı gerekli önlemlerin alınmaması.

Risk 24: Merkezi gaz izleme sisteminin kurulmaması-Sistem izlemesi yapılmaması.

Risk 25: Ocakta uygun bir havalandırma sistemi kurulmaması.

Risk 26: Ocak genel havası içindeki metan oranının %1,5'u geçtiğinde elektrik sisteminin otomatik olarak devre dışı kalmaması.

Risk 27: Ocak içinde hava hızı, sıcaklık ve nem oranı düzenli olarak ölçülmemesi.

Risk 28: Ocak içinde gereken yerlerde tali (yardımcı) havalandırma sistemlerinin kurulmaması.

Risk 29: Ocağın havalandırılmasında, hava iletiminde kullanılan fantüplerin uygun özelliklerde olmaması.

Risk 30: Ocak içinde patlama barajları yapılmaması.

Risk 31: Çalışanlar için gerekli ulaşım araçlarının sağlanmaması.

Risk 32: Ekipmanların üzerlerinde acil durdurma butonlarının olmaması.

Risk 33: Ekipmanlar üzerinde sesli ve ışıklı ikaz sistemlerinin olmaması.

Risk 34: Nakliyat ekipmanlarında yeterli mesafelerin bırakılmaması.

Risk 35: Gereken yerlerde yeterli dolgu malzemesi kullanılmaması.

Risk 36: Aşırı gerilimlere karşı önlem alınmaması.

Risk 37: Uygun kaçış ve kurtarma araçlarının sağlanmaması.

Risk 38: Ekipmanların alev sızdırmaz (ex-proof) özellikte ve ATEX standartlarında olmaması.

Risk 39: Gerekli yerlere devre kesicilerin yerleştirilmemesi.

Risk 40: Hasarlı elektrik kablolarının kullanılması.

Risk 41: Ocakta ergonomi şartlarının dikkate alınmaması.

Risk 42: İş ekipmanları ile temas riskinin engellenmemesi.

Risk 43: Çalışanların kaldırılması veya taşınmasında gerekli güvenlik önlemlerinin alınmaması.

Risk 44: Ocak içerisinde nitelik ve nicelik olarak yeterli insan kaynağının bulunmaması.

Risk 45: Üretim zorlaması.

Risk 46: Gaz degajı olması.

Risk 47: Ocak giriş ve çıkış yollarının yetersiz olması.

Risk 48: Ocak giriş ve çıkış yerinin uygunsuzluğu.

Risk 49: Seri havalandırma yapılması.

Risk 50: Havanın ters çevrilebilir olmaması.

Risk 51: Yeraltında çalışacakların takip edilebileceği bir sistem kurulmaması.

Risk 52: Oksijenli ferdi kurtarıcının bulunmaması.

Risk 53: Oksijenli ferdi kurtarıcı değişim istasyonları kurulmaması.

Risk 54: Acil durum kurgularının yapılmaması.

Risk 55: Seyyar gaz ölçüm cihazlarının olmaması.

Risk 56: Uygun termal konfor şartlarının sağlanmaması.

Risk 57: Degaj riskinin belirlenmemesi.

Risk 58: Kontrol sondajlarının yapılmaması.

Risk 59: Kendiliğinden yanma-tutuşma.-kömürün hava ile temasını kesecek tedbirlerin alınmaması.

Risk 60: Bekleme-yangın barajlarının kurulmaması.

Risk 61: Hayat hattının kurulmaması.

Risk 62: Bantlı konveyörlerin anti-statik ve alev yürütmez özellikte olmaması.

Risk 63: Bantlı konveyörlerin üzerinde soğutma/söndürme sistemi ile donatılmaması.

Türkiye'deki mekanize yeraltı kömür ocaklarında karşılaşılması muhtemel 63 adet risk için olasılık (P) ve şiddet (S) değerleri kullanılarak risk skoru (R) hesaplanmıştır. Hesaplanan risk skoru dikkate alınarak, risklerin düzeyleri belirlenmiş ve mekanize yeraltı kömür ocaklarındaki potansiyel risklerin risk önem sıraları (RÖS) belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Yeraltı mekanize kömür ocaklarındaki potansiyel risk düzeyleri

Risk Matrisi Yöntemi											
Risk No	P	S	R	RÖS	Risk Düzeyi	Risk No	P	S	R	RÖS	Risk Düzeyi
1	2,25	4,5	10,1	17	*Orta*	33	3	4,25	12,8	10	*Orta*
2	2,5	5	12,5	11	*Orta*	34	4	3,5	14	7	*Orta*
3	3,75	4	15	6	*Önemli*	35	3,25	4	13	9	*Orta*
4	2,25	4,5	10,1	17	*Orta*	36	3,5	3,5	12,3	12	*Orta*
5	3	4,5	13,5	8	*Orta*	37	4	5	20	1	*Önemli*
6	2,75	4	11	15	*Orta*	38	4	5	20	1	*Önemli*
7	3	4,5	13,5	8	*Orta*	39	3,5	4	14	7	*Orta*

8	3,5	2,5	8,8	21	*Orta*	40	4,5	4	18	3	*Önemli*
9	3,5	4	14	7	*Orta*	41	3,5	3	10,5	16	*Orta*
10	3,5	4	14	7	*Orta*	42	3,5	4	14	7	*Orta*
11	5	3,75	18,8	2	*Önemli*	43	3,5	4	14	7	*Orta*
12	2,25	4,5	10,1	17	*Orta*	44	3	5	15	6	*Önemli*
13	3,5	4	14	7	*Orta*	45	2	5	10	18	*Orta*
14	4,5	3,5	15,8	5	*Önemli*	46	2	5	10	18	*Orta*
15	3	4	12	13	*Orta*	47	3	5	15	6	*Önemli*
16	4	5	20	1	*Önemli*	48	2	5	10	18	*Orta*
17	3,5	3,5	12,3	12	*Orta*	49	3	5	15	6	*Önemli*
18	3	4	12	13	*Orta*	50	2	5	10	18	*Orta*
19	3,5	3	10,5	16	*Orta*	51	2	5	10	18	*Orta*
20	3	3,25	9,8	19	*Orta*	52	2	5	10	18	*Orta*
21	3,5	4,5	15,8	5	*Önemli*	53	2	5	10	18	*Orta*
22	2,75	4	11	15	*Orta*	54	3	5	15	6	*Önemli*
23	4,25	4	17	4	*Önemli*	55	3	5	15	6	*Önemli*
24	4	5	20	1	*Önemli*	56	3	3	9	20	*Orta*
25	4	5	20	1	*Önemli*	57	3	4	12	13	*Orta*
26	4	5	20	1	*Önemli*	58	3	5	15	6	*Önemli*
27	4	2,5	10	18	*Orta*	59	3	5	15	6	*Önemli*
28	3,25	4	13	9	*Orta*	60	3	5	15	6	*Önemli*
29	4,5	3	13,5	8	*Orta*	61	2	4	8	22	*Orta*
30	3,5	3	10,5	16	*Orta*	62	3	5	15	6	*Önemli*
31	3,5	3	10,5	16	*Orta*	63	3	5	15	6	*Önemli*
32	2,5	4,5	11,3	14	*Orta*						

4. SONUÇLAR

Yapılan analiz ve değerlendirmede, yeraltı mekanize kömür ocaklarında karşılaşılabilecek birçok riskli durum, "*Orta Seviye Risk*" veya "*Önemli Risk*" kapsamına girmektedir. Dolayısıyla, mekanize kömür üretimiyle insan faktörü sistem dışında tutulmaya çalışılsa da yeraltı çalışanları için risklerin kabul edilebilir/katlanılabilir risk seviyesine getirilmesi gerekmektedir.

Mekanize üretim yönteminin uygulandığı kömür madenlerinde karşılaşılabilecek risklerden, RÖS 1-6 arasında olan bazı riskler için alınması gereken önlemler ya da tedbirler şu şekilde sıralanabilir;

- Risk 16 için alınması gereken önlem: Kömür içinde açılan yolların yüzeylerine su-kül veya su-kül-çimento karışımı basılması, yanmaz malzeme (bez vb.) ile kömür yüzeyi arasına su-kül veya su-çimento verilerek kaplanması

(gömlekleme) veya kömür yüzeyinin uygun özellikte (alev almaz, anti-statik) kimyasal köpük ile kaplanarak, temelde kömür yüzeyinin hava ile teması kesilmelidir. Ayrıca kömür üretimi sırasında ayak arkasına, göçüklere ve devamında tavan ve taban yollarına da kül-su karışımı veya kimyasal dolgu (ramble) basılarak, üretimi biten panonun tamamen dolgu malzemesi ile doldurup en son barajlanarak, pano içinde üretilemeden kalan bir miktar kömürün (kayıp) hava ile temasının kesilmesi sağlanmalıdır. Bazı durumlarda teknik gerekliliklere bağlı olarak ayak arkasına (göçüğe) azot (nitrojen) gazı basılarak da ortamdaki oksijenin uzaklaşması böylece kömürün oksidasyonunun engellenmesi sağlanabilir. Ocak genelindeki ve göçükte kalan kömürün yüzey sıcaklıkları uygun (infrared) termometreler ya da termal kamera ile izlenebilir. Ocak (özellikle ayak içi) havalandırma parametrelerinin de (hava hızı ve debi – miktar) kömürün kendiliğinden yanmasını tetikleyici-hızlandırıcı özellikte olmasını engellemek için, uygun bir havalandırma tasarımı yapılmalıdır. Kömürün kendiliğinden yanmaya başlama süresi (kuluçka süresi) ile ilgili testler yapılmalıdır. Buna göre de günlük kazı hızı, ayak ilerleme hızı (have miktarı), ayak bekleme süresi vb. ayarlanarak kömürün ısınma veya yanma imkânı bulamadan üretilmesi gerekir Ayrıca ocak geneli ve ayak içerisine giren ve çıkan havadaki sıcaklık değişimleri de merkezi izleme sistemi üzerinden dikkatle izlenmelidir.

Ocağa giren ve ocaktan çıkan hava miktarlarının sürekli takip edilmesi, hava kaçağının nerelerde oluştuğunun, tasmanların durumunun sürekli izlenmesi gerekir. Yerüstündeki tasman yüzeylerinin ezilerek boşluklarının kapatılması, ayak arkasında oturmayan yerlerin tespit edilmesi ve gerekli müdahalelerin (yapay göçertme vb.) yapılması gerekir. Ayak arkasının iyi oturtularak havanın ayak arkasından dolaşmasına izin verilmemelidir.

Kömür içerisinde açılan galerilerde bulunan hava kapılarının, havayı kapı etrafındaki kömürden geçmeye zorlamasıyla kapı çevresinde kızışmalar meydana gelebilir. Bu kısımlarda kömür yüzeyleri kontrol edilmeli, kapı ve

kömür yüzeyi arasında gerekli izolasyon tam olarak sağlanmalı, CO ölçümleri yapılmalı, koku ve duman gelip gelmediği gözlenmelidir.

- Risk 24 için alınması gereken önlem: Yeraltı kömür ocaklarında, ortam havasında sağlığa zararlı ve/veya patlayıcı maddelerin (CO, CO_2, CH_4, H_2S vb.) bulunup bulunmadığının tespit edilmesi (gaz, toz, sis ya da buhar halinde) ve bu maddelerin konsantrasyonunun ölçülmesi için havalandırma ile ilgili değerler, merkezi gaz izleme sistemi kurularak anlık olarak izlenmelidir. Merkezi izleme sistemine bağlı sensörler; oksijen, metan, karbonmonoksit, hidrojensülfür, sıcaklık ve hava hızı değerlerini ölçecek şekilde, sayıları ve yerleri sağlık ve güvenlik dokümanında belirtilerek yerleştirilir. Ancak bu sensörler asgari olarak; ocağın ana hava giriş yolunda, üretim bölgelerinin her birinin temiz hava giriş ve hava dönüş yollarında, hazırlık çalışması yapılan bölgelerin hava dönüş yollarında ve ocağın kirli havasının ocak dışına çıktığı nefesliklerde bulunur ve ölçümü yapılacak gazın fiziksel özelliklerine göre doğru şekilde konumlandırılır. Ayrıca merkezi izleme sistemi ile ayak içi yürüyen tahkimat (şilt) ünitelerine gelen basınçlar, tahkimat ünitelerinin konumları, bant, aktarma ve zincirli konveyör motorlarının çektikleri akımlar ve aşırı yüklenme durumları, ana ve tali fanların çalışma parametreleri (debi, frekans, voltaj, sıcaklık, titreşim, basınç değerleri vb.), hava kapılarının durumu (açık ya da kapalı olma), su pompalarının durumu, basınçlı hatların (su, hava, kül azot vb.) değerleri, kesici-yükleyicinin çalışma parametreleri (çektiği akım-yüklenme durumu, genel eğim, kesici kolların çalışma mesafeleri ve açıları vb.) gibi elektrikli ve/veya mekanik ekipmanların çalışma değerleri ile ilgili bilgiler yerüstünde bulunan bir kontrol merkezinden izlenmelidir.
- Risk 37 için alınması gereken önlem: Bir tehlike anında çalışanların çalışma yerlerini en kısa zamanda ve güvenli bir şekilde terk edebilmeleri için uygun kaçış ve kurtarma araçlarını sağlanmalı ve kullanıma hazır bulundurulmalıdır.

Acil durumlarda kaçışın zor olduğu, zaman aldığı veya sağlığa zararlı havanın solunabileceği veya oluşabileceği yerlerde, temiz hava sağlayan taşınabilir solunum cihazları bulundurulmalıdır. Bu cihazlar en kısa sürede ve kolaylıkla ulaşılabilir ve kullanıma hazır şekilde muhafaza edilmelidir. Özellikle tahlisiye ekiplerinin kullanması amacıyla uygun özellik ve kullanım süresine sahip cihazlar ve yedek aparatları olmalıdır.

Ayrıca yeraltı kömür ocaklarında, tüm çalışanlar çalışma süresince, yanlarında galeri ve üretim alanlarındaki eğim ile damar kalınlıklarına bağlı olarak kaçış sürelerini ve TS-EN 13794 sayılı standartta belirtilen kriterleri sağlayacak oksijenli ferdi kurtarıcı bulundurmalı ve gerektiğinde kullanmalıdır. Çalışanlar bu cihazların kullanımı ile ilgili olarak, davranış değişikliği kazanacak şekilde eğitilmelidir. Bu cihazların her zaman çalışır durumda bulunmaları için düzenli kontrolleri yapılmalı ve işyerinde muhafaza edilmelidir. Gerekmesi durumunda değişim istasyonları kurulmalıdır.

- Risk 14 için alınması gereken önlem: Maden ocaklarında yaşanan kazaların en yaygın nedenlerinden biri olan taş, toprak, kömür, cevher, parça vb. maddelerin kayma ve düşmelerini önlemenin en basit yolu formasyona uygun ve yeterli bir tahkimat yaparak tavanlardaki ve yanlardaki boşlukların sıkıca doldurulmasıdır. Çalışma yapılan her yerde, tavanın kendini taşıyacak kadar sağlam olduğu, yapılacak testlerle kanıtlanmadığı sürece çalışılan yerin, jeomekanik özelliğine göre uygun nitelik, miktar ve ebatlarda tahkimat malzemesi ile tahkimi zorunludur. Ahşap, çelik profiller, betonarme, püskürtme beton, kaya saplaması (ankraj, bulon vb.), hidrolik veya sürtünmeli direk, yürüyen tahkimat gibi birçok tahkimat türü içinden formasyona ve galeri türüne-amacına (açıklığa) en uygunu ve/veya birden çok kombinasyonu beraber seçilir. Mekanize kömür ocaklarının galeri kesitleri düşünüldüğünde ana yolların-desandrelerin girişten itibaren belirli bir mesafeye kadar betonarme, çelik hasır püskürtme beton sonrasında ise tavan ve taban yolları (rekup-kaçamak) da dâhil olmak üzere çelik I ve TH profiller, çelik hasır ve gerekirse de kaya saplamaları

ile beraber kullanılması gerekir. Sadece bazı özel durumlarda ayak arkası için ahşap domuz damı kurulabilir. Yürüyen tahkimatlar arasındaki açıklık (boşluk) tavandan taş düşmesine imkân vermeyecek şekilde olmalıdır. Gerekirse tavan bölgelerinde kısa aralıklı çelik hasır kullanılmalıdır. Her vardiyada kavlak kontrollerinin mühendis, çavuş vb. kişiler tarafından sürekli olarak yapılması gerekir.

- Risk 3 için alınması gereken önlem: Yeraltı galerilerinde taşınacak olan malzeme ağırlıklarının ve boyutlarının taşıma araçlarının kapasitesine ve galeri kesitlerine (geometrisine) uygun olması sağlanmalıdır. Yük dengeli kaldırılıp indirilmelidir, zemine yakın taşınmamalıdır. Ocak içinde kullanılan birçok ekipman yüksek ağırlığa sahip olduklarından bunların kullanımı (kurulum, söküm ve taşıma) sırasında özelliklerine uygun, periyodik kontrolleri yapılmış kaldırma ve iletme ekipmanları (vinç, monoray, kulikar, caraskal, shunting-trolley vb.) kullanılmalıdır. Özellikle taşıma sırasında malzemeler kılavuz olarak belirlenmiş sabit yapılara bağlanmalıdır. Kaldırma ve iletme araçlarına yüklenen malzemeler tam olarak yerleştirilmeli ve işletme şartlarına göre gerekli ek tedbirler (nakliye hattının düzeni, doğrusallığı, eğimi vb.) alınmalıdır. Çalışanlar mutlaka gerekli kişisel koruyucu donanımları kullanmalıdır. Gereken yüzeyler-kısımlar kaymaz ve/veya darbe emici malzemelerle kaplanabilir.

Tespit edilen durumlar bir kesinlik içermemekte ve ocaktan ocağa değişebilmektedir. Belirlenen risklere karşı alınması gerekli tedbirlerin niceliği ve niteliği, her ocak yapısı için kendine özgü riskler barındırdığından buradaki analiz ve değerlendirmede sadece genel sorunlara değinilmiştir.

Bu çalışmada belirtilen riskler, mevzuat çerçevesinde tahmin edilmeye çalışılmıştır. Risklerin sonucunda etkilenecek kişiler, tüm çalışanlar ya da riskin gerçekleştiği alandaki ocak çalışanları olacaktır. Ancak bütün bu puanlama ve hesaplamalara karşın tam ve kesin olarak risklerin hangi olasılıkla gerçekleşeceğini veya şiddetin sonucunu önceden tanımlamak, hangi risk sonucu ölüm, toplu ölüm, yaralanma veya uzuv kayıplı kaza yaşanacağını ya da

meydana gelebilecek risklerin zaman içerisinde kaç kere gerçekleşeceğini belirlemek olanaksız ve hayatın olağan akışına terstir. Daha önce yaşanan maden kaza tecrübeleri de dikkate alındığında, çok tehlikeli sınıfta yer alan yeraltı kömür ocaklarındaki riskler tespit edildiği anda şiddetine, olasılığına ve sonucuna bakılmaksızın derhal giderilmelidir.

KAYNAKLAR

Barnes, M., 2009. *Risk Assessment Workbook for Mines*, Metalliferous, Extractive and Opal Mines, and Quarries, Mine Safety Operations. IGA-019 (TRIM: OUT09/16488).

Gul, M, Guneri, A.F., 2016. *A fuzzy multi criteria risk assessment based on decision matrix technique: A case study for aluminum industry*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 40:89-100.

Gürcanli, G.E., Müngen, U., 2009. *An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets*, International Journal of Industrial Ergonomics, 39(2):371-387.

Kirchsteiger, C., 1999. *On the use of probabilistic and deterministic methods in risk analysis*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 12(5):399-419.

Mahdevari, S., Shahriar, K., Esfahanipour, A., 2014. *Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS*, Science of the Total Environment, 488-489:85-99.

Özkılıç, Ö., 2005. *İş Sağlığı Ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*. Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, Ankara, 244 s.

Pokoradi, L., 2002. *Fuzzy logic-based risk assessment*, AARMS, Academic and Applied Research in Military Science, 1(1):63-73.

Samantra, C., Datta, S., Mahapatra, S.S., 2017. *A risk-based decision support framework for selection of appropriate safety measure system for underground coal mines*, International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 24(1):54-68.

Vatanpour, S., Hrudey, S.E., Dinu, I., 2015. *Can public health risk assessment using risk matrices be misleading?* International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(8):9575-9588.

Wang, L., Wang, Y., Cao, Q., Li, X., Li, J., Wu, X., 2014. *A framework for human error risk analysis of coal mine emergency evacuation in China*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 30:113-123.

YERALTI MADENİ BANTLI KONVEYÖR KAZALARININ OLAY AĞACI ANALİZİ

FAULT TREE ANALYSİS OF BELT CONVEYORS IN UNDERGROUND MINES

P. M. Özfırat
Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Muradiye-Manisa

M. E. Yetkin, M. K. Özfırat
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Buca-Izmir

ÖZ: Yeraltı madenlerinde özellikle kömür madenciliğinde sıklıkla tercih edilen nakliyat yöntemlerinden bir tanesi bantlı konveyör nakliyatıdır. Bantlı konveyör nakliyatı madenlerde sürekli bir nakliyat türüdür. Üretim devamlılığı için arızalandığında çalışmaya tekrar alınması için fazla gecikme yaşanmaz. Bantlı konveyör arızaları olarak ise kopma, rulolarda tozlanmaya bağlı dönmeme ve mekanik arızalar daha fazla olasılıkla beklenen arızalardır. Arıza durumlarında özellikle ruloların dönmemesi durumunda bant ile rulo arasındaki sürtünmeye bağlı bant aşınması olasılığı vardır. Bunun dışında ruloların temizlenmesi ve bakımının yapılması esnasında çalışanın bantı durdurmadan rulo temizliği ve değişimi yapması, hareketli banda el, kol ve vücut sıkışması ile ciddi kazalanmalara yol açmaktadır. Bu çalışmada işçinin bakım sırasında, temizlik sırasında veya bant üstünden-altından geçişlerde hareketli aksamlara sıkışması kazalarının Olay Ağacı Analizi ile değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın sonucu olarak, bant sistemlerinin düzenli bakımlarının yapılması ve bant arıza tespit ve uyarı sistemlerinin olması önemlidir. Bant durdurma elemanlarının olmaması veya sistemin tesis edilmemesi durumlarında 0.014 olasılıkla felaket ve 0.036 olasılıkla kritik olayların olması olasılıklıdır.

Anahtar Kelimeler: Bantlı Konveyör, Yeraltı Madeni, Risk Analizi, Olay Ağacı Analizi.

ABSTRACT: *Belt conveyor transportation is widely used in underground mines and especially in coal mining. Belt conveyor transportation is continuous transport technique. When belt conveyor is broken down, it can be repaired quickly. Thanks to this, loss of production can be prevented. Belt conveyor failures are breakage, not spinning due to dusting on the rolls, and mechanical failures. There is probability of wear of belt based on friction between belt and roll in fault conditions. Except those, cleaning to rolls without stopping belt conveyor causes*

serious accidents. In this study, assessment of accidents that are occurred during maintenance of machines, cleaning of belt conveyors have been carried out using fault tree analysis method. As a result of the work, it is important to carry out regular maintenance of the band systems and to have band fault detection and warning systems. In the absence of belt conveyor stoppers or system installation, it is probable that there will be catastrophic events with a probability of 0.014 and critical events with a probability of 0.036.

Keywords: *Belt Conveyor, Underground Mining, Risk Assesment, Fault Tree Analysis.*

1. GİRİŞ

Bantlı konveyörler, iki tambur arasında gerdirilmiş sonsuz bir bant yardımıyla büyük miktarlardaki yığın madenlerin uzun mesafelere yatay ve eğimli olarak nakledilmesinde kullanılan nakliyat sistemidir. İletilecek malzeme bir veya birkaç tambur tarafından tahrik edilen bant üzerinde taşınır. Bant ise makara şasiye bağlı makara grupları üzerinde hareket eder. Bantlı konveyörün üst tarafında maden taşınırken alt taraftan boş bant geriye döner. Uzun nakliyat mesafelerinde ve büyük kapasitelerde oldukça ucuz ve verimli bir nakliyata olanak sağladığından, günümüz madencilik uygulamalarında sıklıkla kullanım alanı bulmaktadır (Şimşir vd., 2013).

Bantlı konveyörlerin çevresinde yapılan işler, yaralanma ya da ölümle sonuçlanabilecek riskler taşımaktadır. En çok gerçekleşen kazalar arasında hareket eden konveyör banda veya tambura sıkışma yer almaktadır. Bu kazaların önemli bir bölümü bantlı konveyörü kontrol ederken, yağlama, bakım yaparken ya da konveyör bandın etrafını temizlerken gerçekleşmektedir. (http://www.cementurk.com.tr/Interviews).

İyi muhafaza edilmeyen ekipmanların altında veya yanında çalışmak, rulonun arasından dökülen malzemeleri çıkarmak için elini veya bir aleti kullanmak, elle veya bir aletle ruloları döndürmeyi denemek, çalışan bantlı konveyörlerinin muhafazasını takmak veya çıkarmak ve konveyörü çalıştırmak

için v-kayışını çekmek amacıyla muhafaza arkasına geçmek gibi aktiviteler çok tehlikelidir. Tahrik veya kuyruk tamburundaki maddelerin çıkartılmasını çalışır durumdayken denemek, bantlı konveyörlerin etrafındayken rahat ve bol kıyafetler giymek, enerjiyi kesmeden önce durmuş bir bandı engellemeye çalışmak diğer yapılmaması gereken çalışmalardır.

2. RİSK ANALİZİ

Gelişen iş güvenliği kanun ve yönetmeliklerinde ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte kazaların sayısının düşürülmesine yönelik proaktif yaklaşımlar oldukça önemli hale gelmiştir. Olayı başlatmadan durdurmak ve önlemek kazanın olmamasını sağlayacaktır. Bu nedenle risk tanımı, tehlike tanımı ve risk analizi ve yönetimi yapılması oldukça önemlidir. Risk olasılık ve şiddetin çarpımıdır. Risk değerlendirmesi yönetmeliğinde tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali olarak tanımlanmıştır (ÇSGB, 2012). Aynı yönetmelikte tehlike, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli olarak tanımlanmıştır. Risk değerlendirmesi ise; iş yerinde 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 çalışmalar olarak tanımlanmıştır (ÇSGB, 2012). Tanımlarda da görüldüğü gibi tehlike ve risklerin önceden tahmin edilerek yönetilmesi ve kontrolü için yeni iş güvenliği yaklaşımlarında risk analizi ve yönetimi kaçınılmaz hale gelmiştir. Risk analizi, çok tehlikeli bir sektör olan madencilikte sıklıkla yeraltı ve açık ocak madenlerinde tüm çalışmalarda, tünelcilikte ve cevher hazırlama tesislerinde kullanılmaktadır. Bahr, 1997; Sarı vd., 2009; Önder vd., 2009; Einstein, 1996; Ciarapica ve Giacchetta, 2009; Zhang vd., 2014 yıllarında kazaları azaltmak ve önlemek için çalışmalarında risk analizi ve iş güvenliği temel konularını kullanmışlardır. Kullandıkları risk analizi yöntemleri literatürde ve endüstride

sıklıkla kullanılan ön tehlike analizi, L tipi matris ile analiz, olay ağacı analizi, papyon analizi, hata türü ve etki analizi ve neden sonuç analizleridir.

Dey vd., 2006; Özfirat vd., 2013; Önder vd., 2014 ve Erdem vd., 2016 yeraltı madenlerinde tehlike kaynaklarını, fiziksel risk etmenlerini ve kazaları azaltmak için alınması gerekli önlemleri detaylı olarak anlatmışlardır. Özellikle Erdem vd. 2016, bu çalışmanın konusu olan yeraltı bantlı konveyörler ile yapılan çalışmalara yönelik iş güvenliği çalışmalarını ele almıştır.

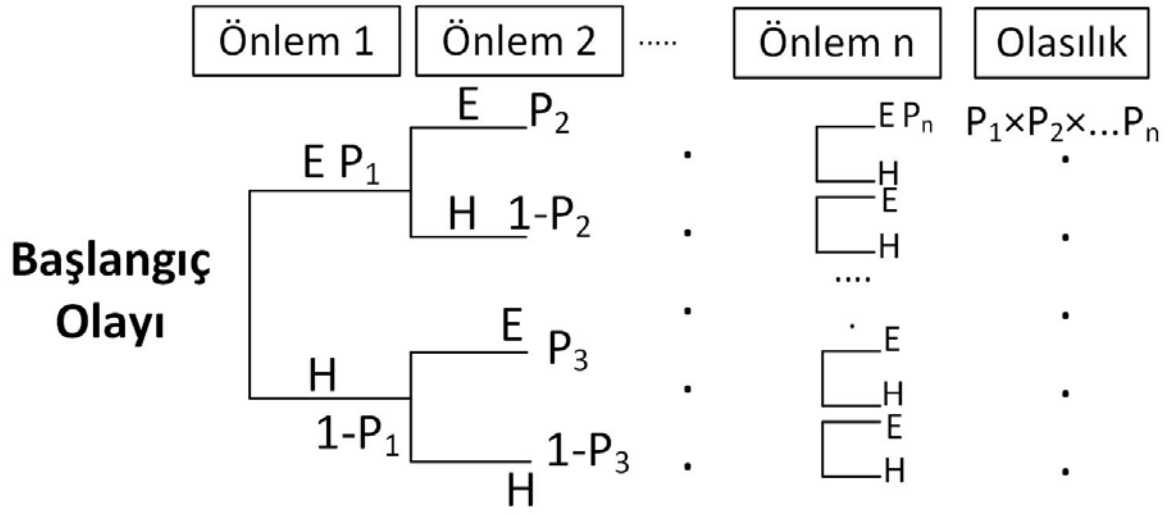
Çalışmada, yeraltında nakliyat aracı olarak kullanılan bantlı konveyörlerde bakım ve çalışma sırasında meydana gelebilecek bir olayın olay ağacı analizi ile değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda risk derecesine göre alınması gerekli önlemler için değerlendirmelerde bulunulmuştur.

3. OLAY AĞACI ANALİZİ

Olay ağacı analizi, olaylarda temel tehlikelerin değerlendirilmesi için, bir olayın kök nedenlerini, istenmeyen olayın oluşma olasılığını ve alınan önlemlerin olayı engelleme olasılıklarını tanımlayan, alınan önlemlere göre sonucun derecesini (Felaket, Kritik, Ciddi, Sınır değerinde ve ihmal edilebilir) belirleyen ve önlemlerin dikkate alınmasını sağlayan bir risk analizi yöntemidir (Clemens, 1990; Özkılıç, 2014; Pamukçu, 2015). Olay ağacı analizi yöntemi çok çeşitli endüstri kollarında uygulama alanı bulmuştur. Beş aşamada olay ağacı kurulabilir. Bunlar; başlangıç olayının ve olasılığının belirlenmesi, önlemlerin belirlenmesi, ağacın kurulması, ağacın değerlendirilmesi ve risklerin sınıflandırılmasıdır (Stapelberg, 2009).

Olay ağacı bir başlangıç olayı ile başlar. Daha sonra tanımlanan önlemlerden ilkinin olma ve olmama olasılığına göre iki kola ayrılır. Bu iki kol, ikinci önlemin olma ve olmama olasılığına göre iki kola daha ayrılır. Bu işlem tüm önlemler için aynı şekilde devam ettirilir. Dolayısıyla n adet olay (önlem) var ise ağacın en son seviyesinde 2n sayıda dal olacaktır. Her dalın olasılığı, o dala kadar ulaşan dalların olasılıkları çarpılarak bulunur. Daha sonra her dal için alınan

ve alınmayan önlemlere göre olayın sonuçları sınıflandırılır (Felaket, Kritik, Ciddi, Sınır değerinde ve ihmal edilebilir). Tüm dallarda elde edilen sonuçlara göre aynı sınıftaki risk olasılıkları toplanarak risk derecelendirmesi yapılmış olur. Şekil 1 de temsili bir olay ağacı verilmiştir.



Şekil 1. Genel Olay Ağacı Analizi Şeması

3.1 Bantlı Konveyörde İnsan Sıkışması için Olay Ağacı Analizi

Bantlı konveyör sistemlerinin güvenli ve verimli çalışmasında en önemli etkenlerden biri bant temizliği ve bakımıdır. İyi temizlenmeyen bir konveyör bant çalışırken tam verimli çalışamaz. Yüzeye yapışan toz, cevher veya yantaş temas ettiği bütün döndürme parçalarında (rulo, tambur) birikmeye, bandın sağa / sola kaymasına ya da bandın üzerinden hareket esnasında şasenin altına dökülerek birikintiler oluşmasına neden olur. Üzerinde malzeme biriken parçalar, temizlikleri ve bakımı yapılmadığı takdirde zor dönmeye ve banda sürtünmeye başlar. Dolayısıyla bandın aşınması ve kopması riski artar.

Konveyör sistemlerinin bakımları yapılmadan önce sistemin enerjisi mutlak suretle kesilmeli ve bakım esnasında çalışmayacağından emin olarak işe başlanmalıdır. Zamandan kazanmak ve yapılan değişikliklerin reaksiyonunu anında görmek için enerjisi kesilmeden hatta çalışır haldeyken yapılan bakım ve

montaj çalışmaları iş güvenliğini kabul edilemeyecek ölçüde tehlikeye düşürür. Oluşacak herhangi bir kaza, uzuv kaybı veya can kaybı üretimin geçici olarak durmasıyla kıyaslanamayacak kadar ağır maddi ve manevi zararları beraberinde getirecektir. Bu nedenle bakım esnasında ortaya çıkabilecek bantlı konveyöre insan sıkışmasına yönelik alınabilecek önlemler belirlenmiş ve olay ağacı analizi yapılmıştır. Belirlenen olay için dört önlem ele alınmıştır. Bunlar sırasıyla aşağıda görülmektedir:

Bant durdurma elemanlarının olması: Olay ağacında durdurma elemanları en önemli tedbirdir. Yeraltı madenlerinde bantlı konveyör belli bir hızda nakliyatını sürdürürken insanların bandın altından veya üstünden geçmeye çalışması, bandı durdurmadan yapılan temizlik ve bakım sırasında sıkışmalara yönelik olarak emniyet teli tesis edilir. Emniyet telinin olmaması veya çalışır durumda olmaması önemli bir eksikliktir. Ayrıca bant yol vericilerinin ve acil durum düğmelerinin görünür bir yerde ve kolay kullanılabilir durumda olması istenir.

Gözlemci ve yedekli çalışılması: Bantlı konveyörde bakım çalışması ve temizlik yaparken gözlemci ile çalışılması ve hatta bir yedek eleman olması oldukça önemlidir. Oluşabilecek olağan dışı bir durumda yedek elemanın emniyet telini çekerek bandı durdurması ve hemen sıkışan kişiye müdahale etmesi sağlanmış olacaktır.

Ortamın hazırlanması: Bakım ve temizlik işlerinde veya bant çalışırken çalışma ortamının düzenlenmesi önemli bir tedbirdir. Bakım alanında zeminde olabilecek aksaklıklar, çukurlar ve birikmiş malzemeler kazalara yol açabilir. Ayrıca, küçük el aletlerinin veya hareketli parçaların fırlaması ile çarpma şeklinde kazaların önüne geçilmiş olunur

İlgili amire bilgi verilmesi: Bakım ve temizlik yapılmadan önce mutlaka ilgili amire bilgi verilmesi gerekir. Böylece bandın durdurulması izni sağlanabilir. Ayrıca amir yetkisinde daha düzenli bir bakım çalışması yapılması sağlanabilir.

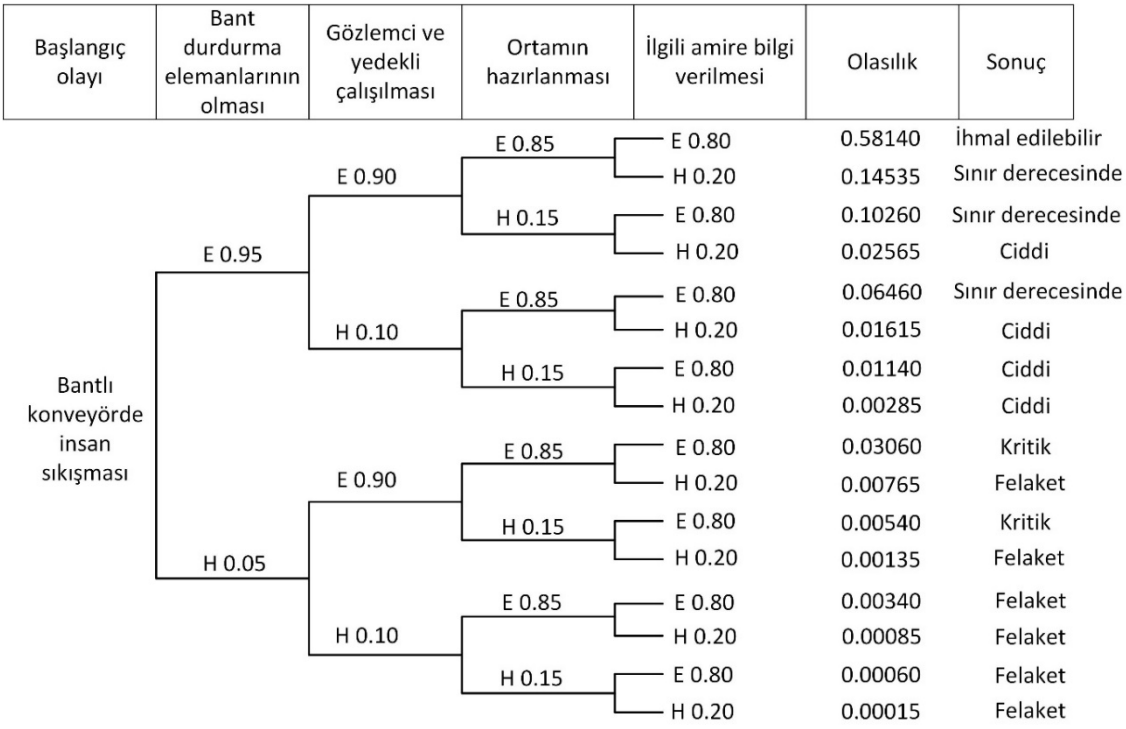
Yönetim şeması dâhilinde üst yöneticilere bilgi aktarılarak önlemler daha fazla ve düzenli alınabilir.

Belirlenen dört önlemin bantlı konveyöre insan sıkışmasını engelleme olasılıkları Çizelge 1de görülmektedir. Buna göre, "bant durdurma elemanlarının olmasının" kazayı %95 olasılıkla, "gözlemci ve yedekli çalışılmasının" kazayı %90 olasılıkla, "ortamın hazırlanmasının" %85 olasılıkla ve "ilgili amire bilgi verilmesinin" ise %80 olasılıkla önleyeceği öngörülmektedir.

Çizelge 1. Belirlenen önlemlerin olayı engelleme olasılığı

	Bantlı konveyöre insan sıkışması olayının engellenmesi olasılığı
Bant durdurma elemanlarının olması	0,95
Gözlemci ve yedekli çalışılması	0,90
Ortamın hazırlanması	0,85
İlgili amire bilgi verilmesi	0,80

Çizelge 1'de verilen olasılıklar kullanılarak bantlı konveyöre insan sıkışması olayının olay ağacı hazırlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Bantlı konveyöre insan sıkışması olayı ağacı

3.2 Olay Ağacı Analizinin Olasılık Sonuçları

Bantlı konveyöre insan sıkışması başlangıç olayı, olay ağacı analizi ile incelenmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi bir önlemin kazayı önleme ve önlememesi olasılığı toplamı 1'dir. Elde edilen risk sınıflamaları ve olasılık değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Başlangıç olayının olasılıkları

Risk Sınıfı	Olasılık
Felaket	0,01400
Kritik	0,03600
Ciddi	0,05605
Sınır derecesinde	0,31255
İhmal edilebilir	0,58140
Total	1,00000

4. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Bantlı konveyörler hareketli elemanlar oldukları için iş güvenliği açısından her zaman risk teşkil eden unsurlardır. Durdurulduklarında bile durmaları belli bir zaman alır. Dolayısıyla proaktif yaklaşım olarak risk analizleri yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır. Tüm önlemlere rağmen risk yok edilemez ancak kabul edilebilir seviyelerde tutulabilir. Çalışmada olay ağacı analizi ile bantlı konveyörün hareketli parçalarına insan sıkışması başlangıç olayı, olay ağacı analizi ile değerlendirilmiştir. Tüm önlemler; "Bant durdurma elemanlarının olması", "Gözlemci ve yedekli çalışılması", "Ortamın hazırlanması" ve "İlgili amire bilgi verilmesi" alındığında, kazanın etkisinin 0,5814 olasılıkla ihmal edilebilir düzeyde olacağı hesaplanmıştır. Diğer durumlarda önlemlerin kazayı önleme olasılıklarına göre sonuçlar elde edilmiştir. 0,014 olasılıkla felaket sonuçlu (ölümlü veya ağır yaralanmalı) bir kaza olması olasılığı bulunmuştur. 0,036 olasılıkla ise kritik derecede kaza olması (hastane ve raporlu), 0,056

olasılıkla ciddi bir olay (hastane ve raporlu) ve 0,31255 olasılıkla sınır derecesinde (hafif yaralanmalı) bir olay olması beklenebilir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde felaket sonuçlu kaza riskinin önlenmesi için mutlaka durdurma elemanlarının düzgün tesis edilmiş olması ve emniyet telinin olması gereklidir. Bu önlem bantlı konveyör sıkışmalarında oldukça öneme sahip bir tedbirdir. Çalışma sırasında mutlaka gözlemcili ve yedekli çalışma yapılması da beklenen kritik sonuçlu kazanın önlenmesinde etkilidir. Mutlaka bakım yapan ustanın bir yedeği (yardımcısı) ve gözlemcisi olmalıdır. Bantlı konveyör kenarlarında bakım için gerekli mesafe olmalıdır. Çalışma ortamının özellikleri ve ortamın hazırlanması da oldukça önemli bir tedbirdir. Dolayısıyla Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberinde belirtilen bantlı konveyör önlemlerine uymak, çalışmada belirtilen önlemleri almak bantlı konveyörlerde sıkışma kazalarını azaltacaktır.

5. SONUÇ

Çalışmada yeraltı madenlerinde bantlı konveyör kazalarında sıklıkla görülen kaza türü olan bantlı konveyöre sıkışma başlangıç olayı, olay ağacı analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada, verilen önlemlerin olduğu bir madende oluşacak bir sıkışma olayının sonuçları, 0,5814 olasılıkla ihmal edilebilir düzeyde olacağı bulunmuştur. Buna karşılık 0,014 olasılıkla felaket derecesinde (ölümlü veya ağır yaralanmalı) kaza olma olasılığı belirlenmiştir. Risk analizi yöntemleri ile tehlike unsuru içeren olayların analiz edilmesi, önlemlerin geliştirilmesini, sistematik çalışılmasını ve kazaların önlenmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Bahr, N. J., 1997. System Safety Engineering and Risk Assessment: A Practical Approach. Taylor&Francis, printed in USA.

Ciarapica, F. E., Giacchetta, G., 2009. Classification and prediction of occupational injury risk using soft computing techniques: An Italian Study, Safety Science. 47(1): 36-49.

Clemens, P. L., 1990. Event Tree Analysis. 2nd edition. Sverdrup.

Dey, N. C., Samanta, A., Saha, R., 2006. A Study of the Workload of Underground Trammers in the Ranigang Coal Field Area of West Bengal, India. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 12(4): 399-407.

Einstein, H. H., 1996. Risk and risk analysis in rock engineering. Tunneling&Underground Space Technology. 2(11): 141–55.

İşçi Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, (30.06.2012). 28339 Sayılı Resmi Gazete.

İşçi Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, (29.12.2012). 28512 Sayılı Resmi Gazete.

Önder, M., Önder, S., Akdağ, T., 2009. Özgün F. Investigation of Dust Levels in Different Areas of Underground Coal Mines, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). 15(1): 125–130.

Özfırat, M. K., Mızrak, Özfırat, P., Kahraman, B., Can, Y., ve Öney, Ö., 2013. Yeraltı Madeninde Nakliyatta Oluşan Risklerin Hata Türü Etki Analizi (HTEA) Yöntemiyle Sınıflanması, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Adana, Türkiye, pp. 289-295.

Önder, M., Önder, S., Adıgüzel, E., 2014. Applying Hierarchical Loglinear Models to Nonfatal Underground Coal Mine Accidents for Safety Management. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 20(2): 239-248.

Özkılıç, Ö., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TİSK Yayınları, Ankara.

Pamukçu, Ç., 2015. Analysis and Management of Risks Experienced in Tunnel Construction, Acta Montanistica Slovaca. 20(4): 271-281.

Sarı, M., Selcuk, A. S., Karpuz, C., 2009. Düzgün H.Ş.B. Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey, Safety Science. 47(1):78–87.

Stapelberg, R. F., 2009. Handbook of Reliability, Availability, Maintainability and Safety in Engineering Design.

Şimşir, F., Tatar, Ç., Özfırat, M. K., 2013. Madenlerde Nakliyat (IV. Baskı), Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 296, İzmir.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, ÇSGB, 2012.

Zhang, M., Kecojevic, V., Komljenovic, D., 2014. Investigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using event tree analysis. Safety Science. 65: 106–117.

İnternet sayfası: http://www.cementurk.com.tr/Interviews

İŞ KAZALARININ KÖK NEDEN ANALİZLERİ

ROOT CAUSE ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS

A. K. Eyüboğlu
Maltepe Üniversitesi, MYO, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, İstanbul

M. K. Özfırat
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZ: Kazaların kök analizlerini yapmak, gelecekte oluşabilecek kazaları önlemek, tehlikeleri tanımlamak ve elimine etmek içindir. Kök analizlerinde genel amaç ise insan hatalarından çok sistemsel hataları ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle kaza teoremlerini (Domino teoremi, İnsan Faktörleri Kuramı, Kaza/Olay Kuramı, Sistem Kazaları, Çok Etken Teorisi, Kombinasyon Kuramı, Epidemiyoloji Kuramı ve Enerji Teorisi gibi) araştırmak önemlidir. Olay gerçekleştiğinde ramak kala olay ile kaza olayının sebeplerinin araştırılması gereklidir. Olayın detaylı krokisi yapılabilir. Sonuç olarak rapor hazırlanarak olayın kök nedenleri verilir. Düzeltici önleyici faaliyetler yapılarak kazanın analizi tamamlanır. Bu çalışmada, 5 "Neden?" kök neden analizi yöntemi kullanılarak yeraltı madenciliğindeki tehlike unsurlarından biri olan zincirli konveyörde yaşanmış bir iş kazası ele alınmıştır. Meydana gelen iş kazasına dair yapılan incelemeler sonucunda, ayak içerisinde gerekli kontrol ve istiflemelerin usulünce yapılması bu tür iş kazalarının yaşanmasını önleyici niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: İş Kazası, Kök Olay Analizi, Zincirli Konveyör.

ABSTRACT: *Performing root analyzes of accidents is to prevent future accidents in addition to identifying and eliminating hazards. The general aim in root analysis is to reveal systematic errors rather than human errors. For this reason it is important to investigate accident theorems (Domino theorem, Human Factor Theory, Accident / Event Theory, System Accidents, Multi-Agent Theory, Combination Theory, Epidemiology Theory and Energy Theory). When the event occurs, it is necessary to investigate the causes of the accident with the ramp-stay event. Detailed crochet of the event can be done. As a result, a report is prepared and root causes of the event are given. Correction preventive activities are carried out and the analysis of the win is completed. In this study, 5 "Why?" root cause analysis method was used to deal with a work accident in a chain conveyor, one of the dangerous elements in underground mining. As a result of the examinations made about the work accident coming to the square, the necessary control and stacking in the face is done in order to prevent the occurrence of such work accidents.*

Keywords: *Work Accident, Root Cause Analysis, Chain Conveyor.*

1. GİRİŞ

Çalışma ortamlarında gerçekleşen bir kazanın, tüm ayrıntılarıyla araştırılması, kazaya ilişkin neden analizlerinin etkin şekilde gerçekleştirilmesi kazaların önlenmesi açısından önemlidir. Yaşanan kazaların görünen ya da görünmeyen sebepleri vardır. Kök sebep analizi, bu kazaları meydana getiren olayın altında yatan nedenlerin bulunmasına ve düzelterek kazanın bir daha meydana gelmemesine olanak sağlamaktadır (Alan, 2017).

Kök neden analizi çok çeşitli alanlarda meydana gelebilecek beklenmedik olayları, kazaları da kapsadığı için değişik sektörler tarafından kullanılmış, sektöre özgü değişikliklere uğramış ve geliştirilmiştir. Kök sebep analizi basit bir tarifle planlananın dışında gerçekleşen her türlü olayın (ramak kala ve kaza) belirli bir sistematik içerisinde araştırılmasıdır. İş Güvenliği ile ilgili olarak yapılan kök sebep analizi çalışmaları daha sonra geliştirilerek ağır ve çok tehlikeli sanayi alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Özçatalbaş, 2014).

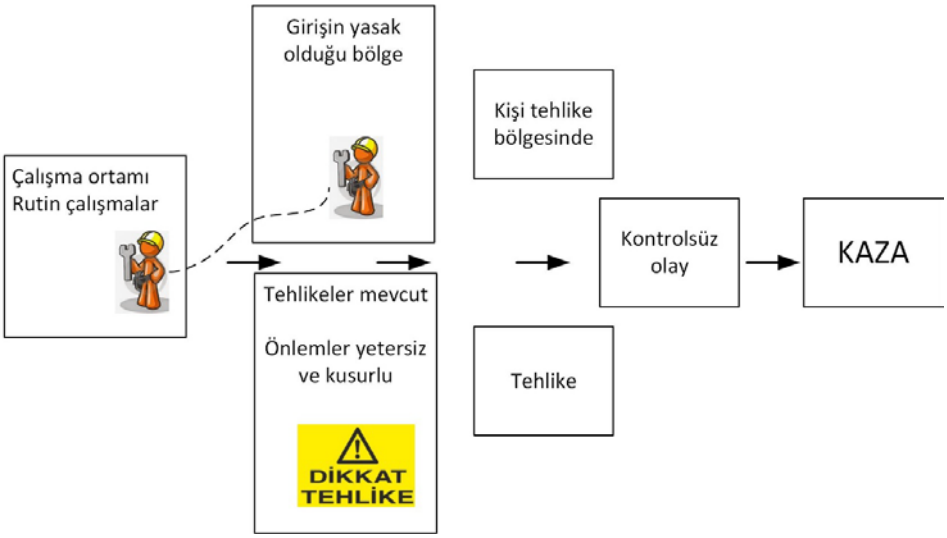
Yaygın olarak kullanılan risk analizi çeşitlerinde olasılık ve şiddet parametreleri kullanılarak her tehlike unsuru için ayrı bir risk skoru tayin edilir. Yüksek olan değerden düşük olan değere doğru tehlike kaynakları bertaraf edilmeye başlanır. Fakat risk skoruna göre yapılan risk değerlendirmelerinde, yaşanan bir iş kazası ya da ramak kalalar dikkate alınarak tehlike kaynağının asıl olarak ne olduğu saptanamayabilir. Bu durumda yapılan bir kök neden analizinin, diğer risk analizi yöntemlerine kıyasla tehlike kaynağını bulmada daha belirleyici bir yöntem olduğu düşünülmektedir (Hand, 2016).

Birçok tehlike unsurunu bünyesinde barındıran madencilik faaliyetlerinde iş kazası yaşanmakta ve bu sebeple madencilik sektöründe kaza nedenlerinin analizi önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan çalışmada yeraltı madenciliğinde,

nakliyat esnasında zincirli konveyörde yaşanan bir iş kazasının kök sebebi "5 Neden?" yöntemi ile ele alınarak analiz edilmiş ve önlemler geliştirilmiştir.

2. 5 "NEDEN?" YÖNTEMİ İLE KÖK NEDEN ANALİZİ

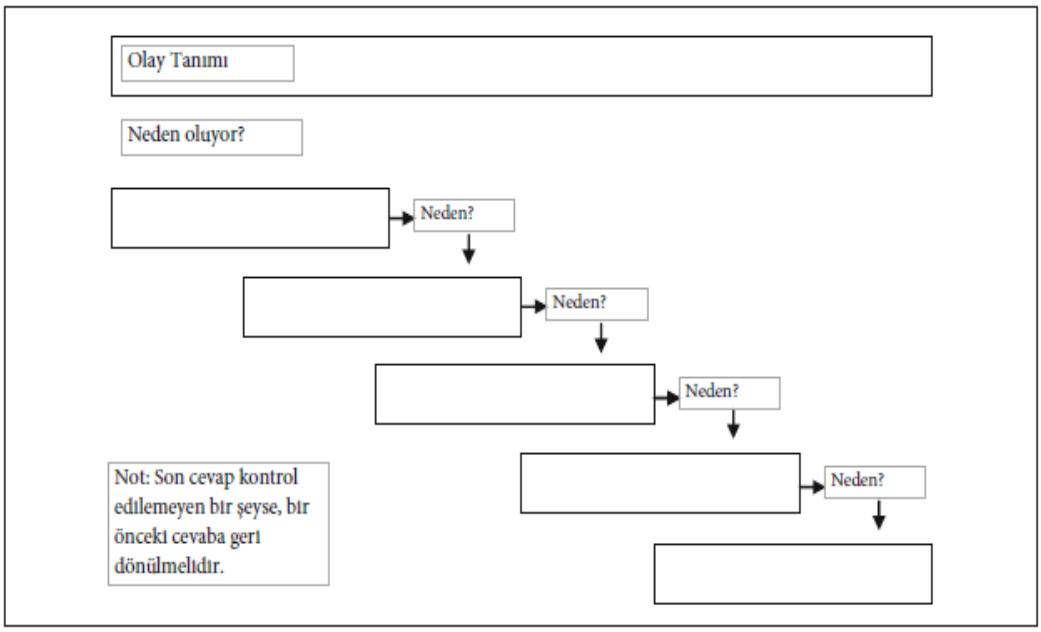
Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından iş kazası, belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olay olarak tanımlanmıştır (ILO, 1983). Şekil 1'de verilen kaza oluşum şemasında görüldüğü gibi, bir insanla bir tehlike aynı anda, aynı yerde bulunduğunda kaza veya hastalık (meslek hastalığı) ihtimali her zaman var olacaktır. 5 "Neden?" yöntemi, bir sorunda veya bir hata olayında neden-sonuç ilişkilerini belirlemede yardımcı olmaktadır. Daha çok bir sorunun veya durumun gerçek nedeni net olmadığında kullanılabilir. 5 "Neden?" yöntemini kullanmak, belirtilmiş bir sorunun asıl nedenini, ayrıntılı incelemeler ve kaynak taraması yapmaksızın çözümlemenin basit bir yoludur. Ayrıca istatistiksel analiz yapılmaksızın kolayca yapılabilen en basit soruşturma araçlarından biridir (Benjamin vd., 2015).



Şekil 1. Kaza oluşum şeması

Bir problemin kök neden araştırmasında verilen cevaplara beş kez "Neden?" sorusunu sormak bu yöntemin en etkili kısmıdır. Sorun çözmeye

yönelik bu etkili yaklaşım, derin düşünmeyi sorgulama yoluyla teşvik eder ve hızlı bir şekilde pek çok soruna uygulanabilir (Serrat, 2009). Sistematik bir biçimde problem çözme ilkesine dayanan 5 Neden? tekniğini en iyi şekilde kullanmak için üç önemli unsur bulunmaktadır (Özkılıç, 2005). Bunlardan ilki problemin doğru ve eksiksiz beyan edilmesi, sorulara verilen cevapların kesinlikle doğru cevaplanması ve problemi çözmedeki kararlılıktır (Şekil 2).

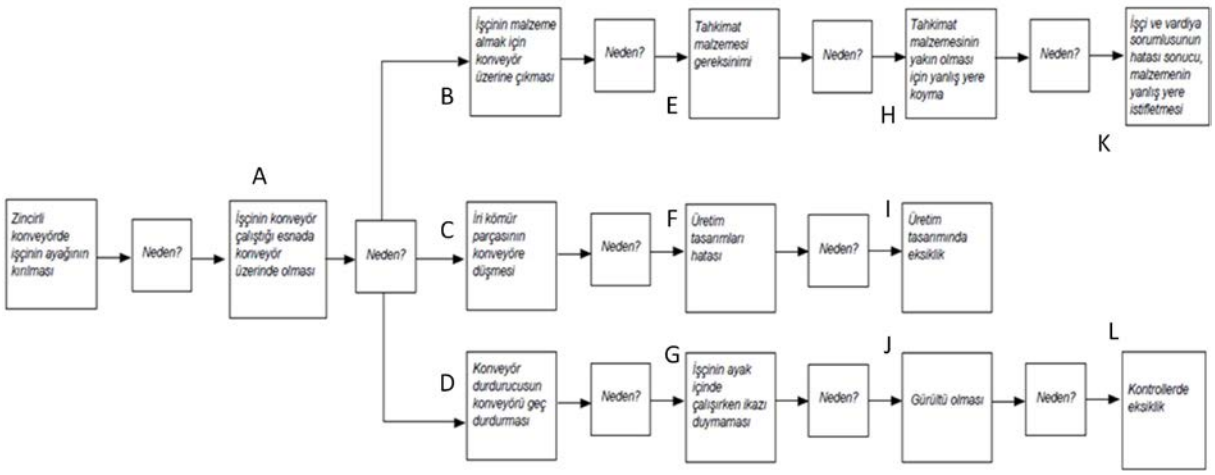


Şekil 2. 5 "Neden?" analizi çalışma diyagramı

3. ÖRNEK OLAY ANALİZİ

Örnek olay analizi olarak uzunayaklarda kullanılan zincirli konveyörler seçilmiştir. Zincirli konveyör kazaları sıklıkla görülen kazalardandır. Makinalar ve hareketli ekipmanlar iş güvenliği açısından her zaman risk teşkil eden unsurlardır. Risk değerlendirmeleri neticesinde gerekli önlemler alınsa dahi risk yok edilemez ancak kabul edilebilir seviyelerde tutulmalıdır. Bu hareketli unsurların potansiyel tehlikelerini minimize etmek için çeşitli önlemler alınmalıdır. Çalışmada bir yeraltı madeninde, nakliyat işlerinde kullanılan zincirli konveyörde yaşanmış bir iş kazası 5 "Neden?" analizi tekniği ile değerlendirilip, yaşanmış iş kazasının kök nedenleri incelenmiştir. Yeraltı ve

Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberine, 2012 ve TTK nakliyat yönergesi 2016'da bahsedildiği gibi işçinin konveyör üzerine, kenarlarına ve palet üzerine basmasının yasaklanması ve verilen eğitimlerle yapmaması sağlanmalıdır. Konveyörler çalışmaya başlamadan önce otomatik olarak devreye girecek sesli ve ışıklı ikaz sistemi yine kazaları azaltacak önemli bir önlemdir. Böylece Şekil 3'de gösterilen (A)-(B) nedeni ortadan kaldırılabilir. Zincirli konveyörler, yol vericiye haber vermek üzere, işaretleşme araçları ile veya herhangi bir noktada durdurmak amacıyla bir durdurucu düzenle donatılmalıdır. Ayaklarda sıklıkla rastlanan kazalardan bir diğeri de zincirli konveyör ile ayak içinde diğer ayak malzemelerinin taşınması işlemidir. Konveyörler üzerinde kama, direk, boru, ray, kazma, kürek gibi herhangi bir malzeme taşımak yasaktır. Büyük kömür parçalarının konveyör üzerine düşmesi durumunda ise konveyörü durdurmak gerekir. Bu önlemler ile (C) ve (D) nedenleri önlenebilir.



Şekil 3. Zincirli konveyör kazasında kök sebebi bulmada 5 "Neden?" analizi uygulaması

Çalıştırma talimatını alan yol verici, konveyörü kısa bir süre çalıştırarak durdurur. Bir dakika bekler ve bu sürede dur işareti verilmediği takdirde konveyörü devamlı çalıştırır. Zincirli konveyörlerin kuyruk tamburları ve redüktör kısmı muhafaza altına alınmalıdır. Ayrıca tahkimat malzemesi ayak

içinde en müsait yerde istiflenir. Böylece (E), (F), (G), (H), (I) ve (J) nedenleri kontrol edilebilir. (K) ve (L) nedenleri ise kök neden analizinde kök nedenler olarak bulunmuştur. Ayak içinde gerekli kontrollerin ve istiflemelerin düzgün yapılması zincirli konveyörde oluşacak kazaları azaltacaktır. Sadece kaza sayısı azalmayacak ilerleyen dönemde aynı kazanın olması engellenmiş olacaktır.

4. SONUÇ

Zincirli konveyörler, uzunayakta sürekli nakliyat sağlayarak üretim açısından önemli bir ekipman olmuştur. Ancak bir taraftan kaza türlerine bakıldığında azımsanmayacak kadar kazaların zincirli konveyör kaynaklı olduğu görülmektedir. Çalışmada, 5 "Neden?" yöntemi kullanılmıştır. Amaç kök neden analizi ile kazadaki kök nedenleri bularak kaza sayılarını azaltmak ve önlemektir. (K) ve (L) nedenleri ise kök neden analizinde kök nedenler olarak bulunmuştur. Ayak içinde gerekli kontrollerin ve istiflemelerin düzgün yapılması zincirli konveyörde oluşacak kazaları azaltacak hatta önleyecektir.

KAYNAKLAR

Alan J., 2017, *The problem with '5 whys'*, BMJ Quality & Safety (BMJ QUAL SAF), 26(8): 671-677. (7p).

Benjamin S., Marathamuthu M., Murugaiah U., 2015, *The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 21, Issue 4, pp. 419-435.

Hand MW., 2016, *Linking Root Cause Analysis to Practice Using Problem-Based Learning,* Nurse Educator, Vol. 41 (5), pp. 225-7.

ILO, 1983, Encyclopedia of Occupational Safety and Health, ILO, Geneva.

Özçatalbaş, Ö., 2014, *İş Kazası Nedenlerinin Kök Sebep Analizi ile İncelenmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Özkılıç Ö., 2005, *İş Sağlığı ve Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri,* TİSK Yayınları, ,Ankara.

Serrat O., 2009, *The Five Whys Technique,* Knowledge Solutions, Singapore.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, *Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*, ÇSGB, Ankara, 2012.

Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü, *Nakliyat Yönergesi*, İş sağlığı, güvenliği ve eğitim dairesi başkanlığı, Zonguldak, Mart 2016.

BİR JEOTERMAL SONDAJ SAHASINDA İNSAN KAYNAKLI TEHLİKELERİN RİSK ANALİZİ

RİSK ANALYSİS OF EMPLOYEES BASED HAZARDS İN A GEOTHERMAL DRİLLİNG

Y. Erdoğan, O. E. Kök
İskenderun Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, İskenderun/HATAY

İ. Tanrıverdi
İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İskenderun/HATAY

ÖZ: Türkiye'de Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) 2015 yılı verilerine göre yılda ortalama 240 bin iş kazası gerçekleşmiş ve 510 kişi meslek hastalığına yakalanmıştır. Yaşanan iş kazaları sonucunda yılda 1252 kişi hayatını kaybetmiştir. Ölümlü iş kazalarının çoğunluğu ağır sanayi olarak tanımlanan iş kollarında meydana gelmektedir. Ağır sanayi kollarından biri olan sondaj sektörü iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Çanakkale, Tuzla bölgesi, Çamköy formasyonunda bulunan bir jeotermal kaynak sondaj sahasında çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca sondaj sahası çalışanlarından kaynaklanabilecek tehlikelerin 5x5 L tipi matrisle risk analizleri yapılmış ve kaza olasılıklarının azaltılması için yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Sondaj Sahası, Risk Analizi, Çamköy Formasyonu

***ABSTRACT:**. According to the Social Security Institution (SSI) data for 2015 in Turkey, an average of 240 thousand work accidents per year have occurred and 510 people have been suffering from occupational diseases. As a result of the ongoing job accidents, 1252 people die per year. The majority of fatal work accidents occur in the business sectors which are defined as heavy industries. The drilling sector, which is one of the heavy industry sectors, is of great importance in terms of work health and safety. In this study, a geothermal resource located in Çanakkale, Tuzla region and Çamköy formation was evaluated in terms of occupational health and safety. In addition, risk analyzes were conducted with 5x5 L type matrix of hazards that could be caused by drilling workers and interpreted to reduce the probability of accidents.*

Keywords: *Occupational Health and Safety, Drilling Area, Risk Analysis, Çamköy Formation*

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği konusu çağdaş toplumların çalışma hayatının en temel konularından biridir. İş sağlığı ve güvenliği günümüzde bir bilim dalı olarak kabul görmektedir. Üretim süreçlerini, üretim yöntemlerini, verimliliği, ergonomiyi, çalışanların sağlığını yakından ilgilendiren iş sağlığı ve güvenliği konusu günümüzde çevre konusuyla birlikte düşünülmekte, birlikte ele alınmaktadır (TMMOB, 2011).

Dünyada en fazla iş kazası olan ülkeler arasında Türkiye üçüncü sırada yer alırken AB ülkeleri arasında ölümlü iş kazaları açısından ilk sırada yer almaktadır (ESAW, 2013). ILO verilerine göre; dünyada her yıl 270 milyondan fazla iş kazası meydana gelmekte, 160 milyon çalışan yaptığı iş nedeniyle hastalanmakta 2,2 milyon çalışan da meslek hastalıkları ya da iş kazaları sonucunda ölmektedir (ILO, 2009). ILO'nun 2002 yılında hazırladığı "Güvenlik Kültürü Raporuna göre, meslek hastalıklarının tümü, iş kazalarının %98'i önlenebilir kazalardır. Bu bağlamda, güvenli çalışmanın sağlanması, çalışanların sürdürülebilir bir refah seviyesine ulaşabilmeleri açısından İSG büyük önem taşır.

İş Sağlığı ve Güvenliğini yakından ilgilendiren temel alanlardan biri de sondaj sektörüdür. Sondaj sektörü çalışma şartları gereği dünyada en riskli meslekler arasında yer alır. Bu nedenle madencilik, petrol ve doğalgaz gibi iş kolları iş sağlığı ve güvenliği kavramının ortaya çıkmasına sebep olan ana sektörler arasındadır. Bu alanlarda özellikle sondaj esnasında birçok iş kazası meydana gelebilmekte ve yüksek oranlarda meslek hastalığı ile karşılaşılmaktadır. Bu nedenle gerekli risk analizleri ile tehlikeler değerlendirilerek olası riskler belirlenmelidir. Analiz sonuçları yorumlanarak tehlikelerin giderilmesi için önlemler alınmalıdır.

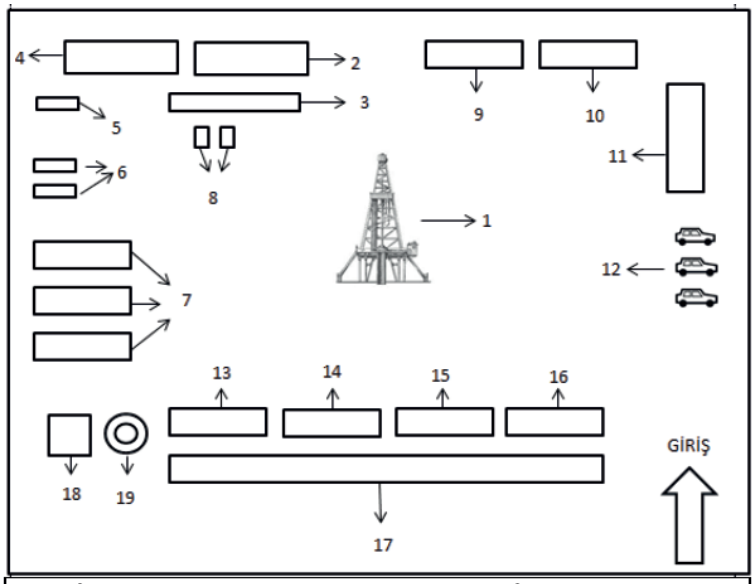
Bu çalışmada Çanakkale Çamköy formasyonunda yapılan bir jeotermal sondaj sahası incelenmiştir. Sondaj sahasında karşılaşılabilen tehlikeler çalışan kaynaklı ve ortam kaynaklı olarak düşünülmüş ve çalışanlardan kaynaklanabilecek tehlikeler belirlenmiştir. Çalışanlar tanımlarına göre gruplandırılarak oluşturabilecekleri tehlikeler 8 başlıkta toplanmış ve tehlike kaynakları detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Belirlenen tüm tehlikelerin şiddet dereceleri belirlenerek risk analizleri yapılmıştır. Risk analizleri sonucu gözlemlenen tehlikeler için önlemler alınmış, denetlemeleri yapılmış ve tehlikeler giderilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı Çanakkale ili, Tuzla bölgesi Çamköy formasyonu içerisinde yer almaktadır. Çalışmanın yapıldığı saha yüksek potansiyele sahip, jeotermal enerji açısından önem arz eden bir alandadır. İncelenen alanda 2542 m rotary yöntemiyle sondaj açılmıştır. 0-266 m arasında Spud, 266-1550 m arasında Lignosülfonat, 1550-2188 m arasında Polimer çamur sistemi ile devam edilmiştir. Devamında ise su ile sondaj başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. Sondaj mahalinin yerleşim planı ölçeksiz bir şeklide çizilerek Şekil 1'de verilmiştir (MTA, 2010).

3. SONDAJ SAHASINDA ÇALIŞANLAR VE GÖREVLERİ

Sondaj sahasının çalışanları meslek bakımından sınıflandırıldığında 21 farklı meslek dalı olduğu belirlenmiştir. Bir sondaj lokasyonunda çalışan personel sayısı, vardiya süreleri, vardiya süresince görev alan personel sayısı Çizelge 1'de verilmiştir.



1. Kule1
2. Atık Çamur Havuzu
3. Çamur Tankları
4. Su Havuzu
5. Kimyasal Deposu
6. Enerji Kaynakları
7. Atölyeler
8. Çamur Pompaları
9. Jeoloji Laboratuvarı
10. Çamur Laboratuvarı
11. Malzeme Deposu
12. Otopark
13. Çamaşırhane
14. Yemekhane
15. Toplantı Odası
16. Mühendis Odası
17. Yatakhaneler
18. Lavabolar
19. Su Tankı

Şekil 1. Sondaj sahası yerleşim planı (Erdoğan vd., 2017).

Çizelge 1. Sondaj sahası çalışanları ve çalışma süreleri

Personel	Toplam Kişi Sayısı	Vardiya Süresi (Saat/Kişi)
Company Man	2	12/1
Sondaj Mühendisi	4	12/2
Çamur Mühendisi	2	12/2
Jeoloji Mühendisi	2	12/2
Makine Mühendisi	1	12/1
İSG Uzmanı	2	12/1
Başsondör	2	12/1
Sondör	3	8/1
Derikmen	3	8/1
Sondaj İşçisi	12	8/4
Çamur İşçisi	6	8/2
Genel İşçi	6	8/2
Makine Teknikeri	3	8/1
Elektrik Teknikeri	3	8/1
Kaynak Ustası	2	12/1
Ambarcı	2	12/1
Güvenlik Görevlisi	9	8/3
Şoför	4	12/2
Aşçı	2	12/1
Garson	6	8/2
Temizlik Görevlisi	6	8/2

4. ÇALIŞAN KAYNAKLI TEHLİKELER

4.1. Company Man Kaynaklı Tehlikeler

Company Man, Sondaj işleminin verildiği firmayı denetleyen, yapılan opeasyonların ve sondajın ilerleyişi ile planlanan programa göre ilerlemesini kontrol eden kişidir. Ruhsat sahibi olan firmaya bağlıdır. Company Man kaynaklı tehlikeler;

- KKD kullanmama,
- Sahadaki uyarı ve işaretlere uymama,
- Dikkatsiz araç kullanma şeklinde sıralanır.

4.2. Mühendislerden Kaynaklanabilecek Tehlikeler

Sondaj mühendisi: Sondaj servis hizmeti sunan firmaya bağlıdır. Başlıca sondaj olmak üzere diğer operasyonların da planlanması, yapılması, yürütülmesi ve kontrolünden sorumlu kişidir.

Çamur Mühendisi, Sondaj süresi boyunca kullanılacak çamur türüne karar veren, gerekli çamur testlerini gün içinde periyodik olarak yapan ve stabil ilerlemesini sağlayan, sondaj hidroliği ve kontrol ekipmanlarından sorumlu olan kişidir.

Jeoloji Mühendisi, Sondaj öncesinde sismik ve manyetik analizleri yapan, sondaj esnasında ise çamur ile birlikte gelen cutting'leri inceleyerek formasyon hakkında bilgi veren ve sondajın log ile uyumlu ilerleyip ilerlemediğini kontrol eder. Ayrıca leak-off test, Drill Stem Test, PT ya da Tatco gibi testlerin yapılmasında görev alır. Hem ruhsat sahibi firmadan hem de servis firmasından bulunabilir.

Makine Mühendisi, Lokasyonda bulunan mekanik aletlerin ve makinaların tamir, tedarik, bakım ve onarımından sorumlu olan kişidir. Servis firmasına bağlı olarak çalışır. Sondaj sahasında mühendislerden kaynaklanabilecek tehlikeler;

- Doğru KKD kullanılmaması,

- İşaret ve levhalara uyulmaması,
- Bakım ve onarım işlerinin takip edilmemesi,
- Dikkatsiz kimyasal madde kullanımı,
- Kuyu programına uygun ilerlemenin sağlanamaması,
- Çalışanların teknik açıdan bilgilendirilmemesi şeklinde sıralanır.

4.3. İSG Uzmanlarından Kaynaklanabilecek Tehlikeler

İSG Uzmanı, Lokasyonda bulunan bütün personellerin ve yapılan işin iş sağlığı ve güvenliği kuralları çerçevesinde hareket etmesini sağlar ve denetler. Risk analizleri yaparak sürekli iyileştirmelerde bulunur. Hem servis hem de ruhsat sahibi firmaya bağlı olarak çalışabilir. İSG uzmanlarından kaynaklanabilecek tehlikeler;

- İSG eğitimlerinin düzenli ve yeterli verilmemesi,
- Eğitimlerin çalışanların alanlarına uygun planlanmaması,
- İşçinin İSG kurallarına uyumunun denetlenmemesi,
- Yapılan risk analizleri sonucu gerekli önlemlein alınmaması,
- Çalışanlar için geçerli olan bütün İSG kurallarına uzman tarafından uyulmaması şeklinde sıralanır.

4.4. Başsondör ve Sondör Kaynaklı Tehlikeler

Başsondör, Sondaj mühendisi ve Company Man tarafından alınan talimatları sondöre iletir. Ayrıca diğer işçilerin sorumluluğunun bir kısmını üstlenir. Sondaj Mühendisinin yardımcısı konumundadır ve önemli kuyu operasyonlarını kendisi yapar. Kıdemli sondörlerden oluşur. Servis firmasına bağlı olarak çalışır.

Sondör, Vardiyası boyunca teslim aldığı metrajı problemsiz ilerletir ve bir sonraki vardiya sondörüne teslim eder. Sondör panelinde bulunur ve dizi ilerleyişini yönetir. Ayrıca kuyu operasyonlarını yönetir ve kontrol eder. Servis

firmasına bağlı olarak çalışır. Başsondör ve sondörden kaynaklanabilecek tehlikeler;

- Doğru KKD kullanılmaması,
- Ekip koordinasyonunun sağlanmaması,
- Dijital ve analog göstergelerin takip edilmemesi şeklinde sıralanır.

4.5. Derikmen Kaynaklı Tehlikeler

Derikmen, Mast üzerindeki Monkey House'a çıkarak Drill Pipe, Drill Collar veya Tübing gibi dizi ekipmanlarının elevatöre söküp takılmasını sağlar. Ayrıca bu dizi ekipmanlarını Döner masa (Rotary Table) üzerine dizilimi konusunda yönlendirir. Pompalardan sorumludur ve bakım onarımını yapar, arıza durumunda müdahale eder. Çamur işçilerini yönlendirir ve kontrol eder. Derikmen kaynaklı tehlikeler;

- Gerekli İSG eğitimleri alınmadan kuleye çıkılması,
- Emniyet kemeri kullanılmaması,
- Kaçış halatının test edilmemesi,
- Platforma yanlış istifleme,
- Mekanik parçaların düşürülmesi,
- Pompa çalışma kontrollerinin düzenli yapılmaması şeklinde sıralanır.

4.6. İşçilerden Kaynaklanan Tehlikeler

Sondaj İşçisi, Rotary Table üzerinde bulunur ve sondör tarafından verilen talimatları yerine getirir. Sondajın ilerleyişi, manevra yapımı, kuyu operasyonları ve testlerinin yapılmasında görev alır. Servis firmasına bağlı olarak çalışır.

Çamur İşçisi, Sondaj çamurunun hazırlanması ve bazı günlük periyodik ölçümlerinin (Flowline sıcaklığı, Funnel Viskozite, Çamur Ağırlığı, tank seviyeleri ölçümü) yapılmasını sağlar. Ayrıca yeni çamur hazırlanacağı zaman

katkı malzemelerinin hopper vasıtasıyla ilavesini yapar. Yüzey tankları arası boru hatlarını kontrol eder ve elekten gelen numuneleri belirli zamanlarda alarak jeoloji mühendisine götürür. Servis firmasına bağlı olarak çalışır.

Genel İşçi, Lokasyonda sondaj işçisi ve çamur işçisine nazaran daha az riskli ve daha az kabiliyet gerektiren işleri yapan kişidir. Servis firmasına bağlı olarak çalışır. İşçilerden kaynaklanan tehlikeler;

- Doğru KKD kullanılmaması,
- Uyarı levhalarına uyulmaması,
- Gerekli teknik ve İSG eğitimlerine katılmama,
- Izgara ve korkuluklara dikkat edilmemesi,
- Basınç kontrollerinin düzenli yapılmaması,
- Yanlış istifleme,
- Yorgun ve dikkatsiz çalışılması,
- Kimyasal maddelerin talimatlara uygun kullanılmaması şeklinde sıralanır.

4.7. Tekniker Kaynaklı Tehlikeler

Makine Teknikeri, Makine mühendisine bağlı olarak çalışır ve kendisine verdiği talimatları yerine getirir. Servis firmasına bağlı olarak çalışır.

Elektrik Teknikeri, Lokasyon içerisinde elektrik aksamı bulundururan her yerde tamir, kontrol, bakım ve onarım işlerini yapar. Servis firmasına bağlı olarak çalışır.

Kaynak Ustası, Kaynak işleri gereken yerlerde çalışırlar. Servis firmasına bağlıdır. Tekniker kaynaklı tehlikeler;

- Doğru KKD kullanılmaması,
- Elektrik kablolarının uygun yerlerden geçirilmemesi,
- Tetikleyici ve yanıcı maddelerin konumuna dikkat edlmemesi,
- Gerekli yalıtım ve topraklanmanın sağlanmaması, şeklinde sıralanır.

4.8. Diğer Personellerden Kaynaklanan Tehlikeler

Ambarcı, Lokasyonda bulunan malzemelerin (Çamur katkı malzemeleri, DP, DC, CSG, Tools vb) tedarik ve stok durumlarını kontrol eder.

Güvenlik Görevlisi: Sahanın, malzemelerin ve çalışanların güvenliğinden sorumludur.

Şoför, Çalışanların ulaşımından sorumludur.

Aşçı, Vardiyalara göre çalışanların öğünlerinin hazırlanmasından, gıdaların stoklanmasından sorumludur.

Garson, Yemek ve içecek servisinden sorumludur.

Temizlik Görevlisi, Çamaşırhane, yatakhaneler ve lavabolar gibi yaşam alanlarının temizliğinden sorumludur. Diğer personellerden kaynaklanan tehlikeler;

- Belirlenen İSG önlemlerine uyulmaması,
- Birbirini aktive edecek malzemelerin yan yana bulundurulması,
- Dikkatli araç kullanılmaması,
- Gıdaların uygun koşullarda depolanmaması,
- Hijyen kurallarına uyulmaması,
- Kimyasal kullanımına dikkat edilmemesi şeklinde sıralanır.

5. RİSK ANALİZİ

5.1. Company Man Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda Company Man tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk dikkatsiz araç kullanılmasından oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü üzere Company Man kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 3 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda

hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

Çizelge 2. Company man kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
KKD kullanmama	Yaralanma, cilde kimyasal teması, Toz soluma ve göz ile teması, Düşme, ezilme, kırılma, Yüksek ısıya maruz kalmak.	2	4	8
Sahadaki uyarı ve işaretlere uymama	Uygun duruş pozisyonunda olmama, Hatalı davranışlarda bulunma ve iş kazasına sebep olmak.	2	4	8
Dikkatsiz araç kullanma	Normal ve yağışlı havalarda araç kazaları, Yaralanma veya ölüm.	2	5	10

Company Man kaynaklı 'Yüksek Derece Risk' grubunda tehlike bulunmamaktadır. 'Orta Derece Risk' grupta ise bir adet tehlike bulunmaktadır.

5.2. Mühendis Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda sahada bulunan mühendisler tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk çalışan işçilerin teknik bilgiler açısından bilgilendirilmemesi sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü üzere mühendis kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 7 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu

çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

Çizelge 3. Mühendis kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
Doğru KKD kullanılmaması	Yaralanma, cilde kimyasal teması, toz soluma ve göz ile teması, düşme, ezilme, kırılma, yüksek ısıya maruz kalmak.	3	3	9
İşaret ve levhalara uyulmaması	Uygun duruş pozisyonunda bulunmama, Hatalı davranışlarda bulunma ve iş kazasına sebep olmak.	3	3	9
Bakım ve onarım işlerinin takip edilmemesi	Mekanik cihaz ve motorlarda elektrik kaçaklarına bağlı çarpılma, Basınçlı borularda sızdırma kaynaklı patlamada yaralanma veya ölüm.	2	4	8
Dikkatsiz kimyasal madde kullanımı	Cilt üzerinde meydana gelen hastalıklar, Soluma kaynaklı akciğer ve göz hastalıkları meydana gelmesi.	3	4	12
Kuyu programına uygun ilerlemenin sağlanamaması	Blow Out sonucu yaralanma veya ölüm.	1	5	5
Çalışanların teknik açıdan bilgilendirilmemesi	Yaralanma veya ölüm.	4	4	16

Mühendis kaynaklı 'Yüksek Derece Risk' grubunda bir adet tehlike bulunmaktadır. 'Orta Derece Risk' grubunda ise bir adet tehlike bulunmaktadır.

5.3. İSG Uzmanı Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda sahada bulunan iş sağlığı ve güvenliği uzmanları tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak

yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk çalışan işçilerin denetlenmemesi ve kontrol edilmemesi sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 4' te verilmiştir.

Çizelge 4. İsg uzmanı kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
İSG eğitimlerinin düzenli ve yeterli verilmemesi,	Çalışanlarda bilgisizlikten meydana gelen yaralanma veya ölümle sonuçlanan iş kazaları.	4	3	12
Eğitimlerin çalışanların alanlarına uygun planlanmaması,	Çalışanlarda eksik farkındalıktan dolayı meydana gelen yaralanma veya ölüm.	4	2	8
İşçinin İSG kurallarına uyumunun denetlenmemesi	Yaralanma veya ölümle sonuçlanan iş kazası.	5	3	15
Yapılan risk analizleri sonucu gerekli önlemlerin alınmaması,	İhmal kaynaklı yaralanma veya ölümle sonuçlanan iş kazası.	3	4	12
Çalışanlar için geçerli olan bütün İSG kurallarına uzman tarafından uyulmaması	Yaralanma veya ölümle sonuçlanan iş kazası.	1	3	3

Çizelge 4'te görüldüğü üzere iş sağlığı ve güvenliği uzmanı kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 5 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği uzmanından kaynaklı 'Yüksek Derece Risk' grubunda bir adet tehlike bulunmaktadır. 'Orta Derece Risk' grubunda iki adet tehlike bulunmaktadır.

5.4. Başsondör ve Sondör Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda sahada bulunan başsondör ve sondörler tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk dijital ve analog göstergelerin takip edilmemesi sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 5' de verilmiştir.

Çizelge 5. Başsondör ve sondör kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
Doğru KKD kullanılmaması	Yaralanma, Cilde kimyasal teması, Toz soluma ve göz ile teması, düşme, ezilme, kırılma, Yüksek ısıya maruz kalmak.	3	3	9
Ekip koordinasyonunun sağlanmaması	Çalışanlar arası iletişimsizlikten kaynaklı yaralanma veya ölümler.	4	3	12
Dijital ve analog göstergelerin takip edilmemesi	Ani basınç oluşumu, Vinç üzerindeki ağırlıkların düşmesi sonucu yaralanma veya ölüm, Tong anahtarlarında zincir kopması ve çarpması.	3	5	15

Çizelge 5'de görüldüğü üzere başsondör ve sondör kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 3 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

Başsondör ve sondör kaynaklı 'Yüksek Derece Risk' grubunda bir adet tehlike bulunmaktadır. 'Orta Derece Risk' grubunda ise bir adet tehlike bulunmaktadır.

5.5. Derikmen Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda derikmen tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk mekanik parçaların düşürülmesi sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 6' da verilmiştir. Derikmen kaynaklı 'Tolere Edilemez Risk' grubunda bir adet tehlike bulunmaktadır. 'Orta Derece Risk' grubunda ise üç adet tehlike bulunmaktadır.

Çizelge 6. Derikmen kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
Gerekli İSG eğitimleri alınmadan kuleye çıkılması	Bilgisizlik sonucu yaralanma, Düşme, ezilme, kırılma.	4	2	8
Emniyet kemeri kullanılmaması	Yüksekten düşerek yaralanma veya ölüm.	2	5	10
Kaçış halatının test edilmemesi	Yüksekten düşerek yaralanma veya ölüm.	2	5	10
Platforma yanlış istifleme	Ezilme, çarpma sonucu travma geçirme, El veya parmak sıkışması veya kopması.	3	4	12
Mekanik parçaların düşürülmesi	Çarpma sonucu yaralama veya ölüm.	4	5	20
Pompa çalışma kontrollerinin düzenli olarak yapılmaması	Elektrik kaçaklarına bağlı çarpılma, Basınçlı borularda veya pistonlarda sızdırma kaynaklı patlamada yaralanma veya ölüm.	2	4	8

5.6. İşçi Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda sahada çalışan işçiler tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk uygun olmayan KKD kullanılması sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 7' de verilmiştir.

Çizelge 7. İşçi kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
Doğru KKD kullanılmaması	Yaralanma, Cilde kimyasal teması, Toz soluma ve göz ile teması, Düşme, ezilme, kırılma, yüksek ısıya maruz kalmak.	5	4	20
Uyarı levhalarına uyulmaması	Uygun duruş pozisyonunda bulunmama, Hatalı davranışlarda bulunma ve iş kazasına sebep olmak.	4	4	16
Gerekli teknik ve İSG eğitimlerine katılmama	Bilgisizlik sonucu yaralanma, Düşme, ezilme, kırılma.	4	3	12
Izgara ve korkuluklara dikkat edilmemesi	Yüksekten düşme, Kol veya bacağını kırma sonucu yaralanma veya ölüm.	3	4	12
Basınç kontrollerinin düzenli yapılmaması	Basınçlı borularda sızdırma kaynaklı patlamada yaralanma veya ölüm.	2	5	10
Yanlış istifleme	Ezilme, çarpma sonucu travma geçirme, El veya parmak sıkışması veya kopması.	4	3	12
Yorgun ve dikkatsiz çalışılması	Cilde kimyasal teması, Toz soluma ve göz ile teması, Düşme, ezilme, kırılma, Yüksek ısıya maruz kalma sonucu yaralanma veya ölüm.	5	3	15
Kimyasal maddelerin talimatlara uygun kullanılmaması	Toksik maddeye maruz kalma, Toz soluma, Cildin kimyasal ile teması sonucu yaralanma veya ölüm.	3	4	12

Çizelge 7'de görüldüğü üzere işçi kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 8 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

İşçi kaynaklı 'Tolere Edilemez Risk' grubunda bir adet tehlike bulunmaktadır. 'Yüksek Derece Risk' grubunda iki, 'Orta Derece Risk' grubunda ise beş adet tehlike bulunmaktadır.

5.7. Tekniker Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda sahada çalışan teknikerler tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk uygun olmayan KKD kullanılması sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 8' de verilmiştir.

Çizelge 8'de görüldüğü üzere tekniker kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 4 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

İşçi kaynaklı 'Tolere Edilemez Risk' grubunda tehlike bulunmamaktadır. 'Yüksek Derece Risk' grubunda bir adet, 'Orta Derece Risk' grubunda ise üç adet tehlike bulunmaktadır.

Çizelge 8. Tekniker kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
Doğru KKD kullanılmaması	Yaralanma, Cilde kimyasal teması, Toz soluma ve göz ile teması, Düşme, ezilme, kırılma, Yüksek ısıya maruz kalmak.	4	4	16
Elektrik kablo hatlarının uygunsuz yerlerden geçirilmesi	Elektrik çarpması, kesilmesi veya elektriksel alan kaynaklı yangın, Kimyasal madde alevlenmesi gibi durumlarda yaralanma veya ölüm.	2	5	10
Tetikleyici ve yanıcı maddelerin konumuna dikkat edilmemesi	Maddelerin reaksiyon göstermesi sonucu zehirli gazdan etkilenme, Maddelerin alevlenmesi sonucu çıkan yangında yaralanma veya ölüm.	2	5	10
Gerekli yalıtım ve topraklamanın yapılmaması	Bakım ve onarım işlerinde statik elektriğin boşaltılmamasından kaynaklı çarpılmalarda yaralanma, yanık oluşumu veya ölüm.	3	4	12

5.8. Diğer Personellerden Kaynaklı Tehlikeler için Risk Analizi

Bu kısımda sahada çalışan ambarcı, güvenlik görevlisi, şoför, aşçı, garson ve temizlik görevlisi gibi diğer çalışanlar tarafından kaynaklanan tehlikelerin risk analizi 5x5 L tipi matris yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda en büyük tehlike ve risk birbirini aktive eden maddelerin etki alanı sınırlarında bulundurulması sonucunda oluşmaktadır. Yapılan risk analizleri Çizelge 9' da verilmiştir.

Çizelge 9'da görüldüğü üzere sahada bulunan diğer çalışanlardan kaynaklı tehlikeler ve oluşturabileceği riskler 6 adettir. Bu risklerin azaltılması amacıyla sürekli iyileştirmeler ve rutin kontroller yapılarak tehlike arz eden durumlar minimize edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tatbikatları yapılarak olası bir kaza durumunda hazırlıklı olunması ve en az hasar ile atlatılması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarla risk grubundaki tehlikelerin olasılık dereceleri daha aşağılara çekilmiş ve analiz değerlerinin azalması sağlanmıştır.

Diğer çalışanlardan kaynaklı 'Tolere Edilemez Risk' grubunda bir adet tehlike bulunmaktadır. 'Yüksek Derece Risk' grubunda iki adet, 'Orta Derece Risk' grubuna ise üç adet tehlike bulunmaktadır.

Çizelge 9. Diğer personellerden kaynaklı tehlikeler için risk analizi

TEHLİKE	ETKİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ
İSG önlemlerine uyulmaması	Yaralanma, Toz soluma ve göz ile teması, Düşme, ezilme, kırılma.	5	3	15
Birbirini aktive edecek malzemelerin yan yana bulundurulması	Maddelerin reaksiyon göstermesi sonucu zehirli gazdan etkilenme, Maddelerin alevlenmesi sonucu çıkan yangında yaralanma veya ölüm.	4	5	20
Dikkatli araç kullanılmaması	Normal ve yağışlı havalarda araç kazaları,yaralanma veya ölüm.	3	5	15
Gıdaların uygun koşullarda depolanmaması	Gıda bozulmalarından kaynaklı zehirlenme, Zararlı bakteri bulundurmasından dolayı hastalanma.	2	5	10
Hijyen kurallarına uyulmaması	Hastalık bulaşması veya lokasyondaki personellerde salgın hastalık başlaması.	3	4	12
Kimyasal kullanımına dikkat edilmemesi	Toksik maddeye maruz kalma, toz soluma, Cildin kimyasal ile teması sonucu yaralanma veya ölüm.	3	4	12

6. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, Çanakkale Çamköy formasyonunda yapılan bir jeotermal sondaj sahasının çalışanlardan kaynaklı tehlikeler ve riskler iş sağlığı ve işçi güvenliği açısından incelenerek risk analizi yapılmıştır. Sondaj sahasındaki çalışanlar sekiz gruba indirgenmiştir. Tüm tehlike kaynakları ve etkileri detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Sonrasında bu tehlike kaynaklarının risk analizleri

yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sahada çalışanlardan kaynaklı "Tolere Edilemez Risk" grubunda üç adet tehlike bulunmaktadır. "Yüksek Derecede Risk" grubunda ise sekiz adet tehlike bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar ile bu gruplardaki tehlikelerin olasılık seviyelerinde azalmalar meydana getirilerek risk analiz değerleri düşürülmüştür. Elde edilen bulgular hem çalışılan saha hem de başka sondaj sahalarında insan kaynaklı tehlikelerin azaltılmasında yol göstermesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

TMMOB, 2011. TMMOB İstanbul İl Koordinasyon Kurul Raporu, Türkiye Mühendis ve Mimarlar Odası Birliği, Ekim 2011, İstanbul.

ESAW, 2013. Europhean Statistics on Accident at Work Summary, Methodology, Eurostat Methodologies & Working Papers, Luxembourg.

ILO, 2009. International Global Report, İnternational Labour Organization, May 2009, Switzerland.

Erdoğan, Y., Kök, O.E., Tanrıverdi, İ., 2017. Çanakkale, Tuzla Bölgesi Jeotermal Sondaj Sahasının İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi ve Risk Analizi. Türkiye 25. Uluslararası Madencilik Kongresi, p. 399-407, Antalya.

MTA, 2010. Çanakkale-Tuzla ir:17/08 ruhsat numaralı etüt raporu, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Kasım 2010, Ankara.

BİR YERALTI KROM İŞLETMESİNDE RİSK ANALİZİ UYGULANMASI

THE APPLICATION OF RİSK ANALYSİS IN AN UNDERGROUND CHROME MINING

Ü. Atıcı
Ömer Halisdemir Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Niğde

S. Yurttaş
Gülse Patlayıcı Maddeler, Kayseri

ÖZ: Madencilik yüksek tehlikeli iş kolları arasında görülmekte olup, yer altı madenciliğinde ise riskler daha da yüksek olmaktadır. Bu çalışmada, "Bir Yeraltı Krom İşletmesinde Risk Analizi Uygulanması" gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ilgili işletmede yaşanabilecek olası problemler "Personel Servisi, Yeraltı-Nakliye, Zenginleştirme Tesisleri, Atölyeler, Karo Tesisleri, Sosyal Tesisler, Genel İşletme ve sondaj olmak üzere 8 ana başlık altında 200 farklı noktada incelemeler gerçekleştirilmiştir. Her risk bölgesi için tehlike faktörleri meydana gelme olasılıkları ve etkilerine göre tespit edilerek değerlendirilmiştir. Tespit edilen riskler, tehlikenin olabileceği bölge ve çevresinde yapılan iyileştirmeler ile ilave önlemler sonucu kabul edilebilinir seviyelere indirilmiştir. "Yeraltında LHD ile ağaç tahkimat ekipmanlarının taşınması esnasında mevcut tahkimat sistemlerine çarpması sonucu oluşabilecek taş düşmesi göçük gibi kaza riski" ile "Elle vagon dayanma sırasında yolların pasa ile kapalı olması vagon devrilmesi sonucu oluşabilecek kaza riski" yüksek risk seviyesi olan 25 sayı değerine sahip olup, yapılan çalışmalar sonucunda risk seviyeleri 12 değerine kadar düşürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: OHSAS 18001, Risk Analizi, Yeraltı Krom İşletmesinde İş Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT: *Mining is seen as a high-risk business line, and underground mining is more risky. In this study, "Risk Analysis Application in an Underground Chromium Operation" was carried out. For this purpose, the possible problems that may be experienced in the related operation were examined in 200 different points under 8 main headings as Personnel Service, Underground-Transport, Ore dressing, Workshops, Tile plant, Social plant, General Operation and Drilling. The hazard factors for each risk zone were determined and assessed according to their probability and impact. The identified risks, improvements made in the area and around the danger area, and additional measures were reduced to acceptable levels. "The risk of accidents, such as stone dump dents, which may occur as a*

result of striking existing support systems during transport of LHD underground wood support equipment" and "The risk of accident that can be caused by overturning of the wagon when the roads are closed with Pasha during manual wagon installation" had a high risk level of 25 and the risk levels were reduced to 12 as a result of the studies.

Keywords: *OHSAS 18001, Risk Analysis, Occupational Health And Safety In Underground Chromium Operation.*

1. GİRİŞ

Yer kabuğunun doğal bileşenlerinden sert, paslanmaz ve iyi parlatılan bir maden olan krom; metalürji, kimya ve refrakter sanayinin temel elementlerinden biridir. Ülkemizde ilk defa 1848 yılında Bursa yakınlarında (Harmancık) bulunmuş, 1868'den bu yana önemli ihraç ürünlerimizden biri haline gelmiştir. Ülkemiz dünya krom üreticileri arasında ilk üç içerisinde yer almaktadır. Krom hem açık hem de kapalı işletmelerce üretilmektedir. Yer altı işletmeleri yüksek riskli işletmeler olup, iş sağlığı ve işçi güvenliği titizlikle uyulması gereken işletmelerdir. Dünyada ki tüm iş kazalarının içerisinde Madencilik faaliyetleri %10,4 gibi oldukça yüksek bir oranda yer almaktadır. Ülkemizde ise bu oran daha da yükselerek 2007-2012 yılları arasında %13,5 oranla, diğer meslek dalları arasında birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Ölümlü kazalarda ise toplam ölümlü kazaların içerisinde %7'lik bir oranla İnşaat sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır (Yaşar vd., 2015).

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının amacı, çalışanlara en yüksek sağlıklı ortam sunmak, çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden çalışanları korumak, iş ve işçi arasında mümkün olan en iyi uyumu sağlamak ve işyerlerindeki riskleri tamamen ortadan kaldırmak ya da zararları en aza indirebilmek şeklinde dört ana başlık altında özetlemek mümkündür. İş sağlığı ve güvenliği, sadece işçi ve işvereni ilgilendiren bir konu olmayıp, işyerlerinde iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemek amacıyla gerekli bütün faaliyetleri kapsamaktadır.

İşyerinde başarıyı sağlamak isteyen bir işveren kazaları önlemek amacıyla işçisini gözlemleyecek, işçi de bu süreç içinde verilen eğitimleri alacak, verilen talimatlara uyacak, işyerinde gördüğü tehlikeleri işverenine bildirerek sürekli iyileşmenin bir parçası halini alacaktır (Güçlü, 2007).

Dünyada iş güvenliği tarihçesi MÖ 460 yıllarında Hipokrat ile Antik Yunanlılara kadar uzanmaktadır. Ancak, bu günkü anladığımız anlamda yapılan çalışmalar İngiliz parlamentosunca 1788 yılında kabul edilen "Baca Temizleyicileri Yasası" ile başladığı düşünülebilir. 19. YY içersinde Avrupa'da başlayan sanayi devrimi ile İşçi sağlığı ve iş güvenliği kavramları önemini iyice artırmış ve çalışma hayatındaki sorunlara yasal düzenlemelerle çözümler üretilmeye çalışılmıştır.

Ülkemizde ise, Türkiye'de işçiyi koruyan ilk mevzuat 1865 yılında Kabul edilen Dilaver Paşa Nizamnamesidir (Gökpınar, 2004). Türk hukukunda (1869)'da çıkarılan ve 1954 yılına kadar yürürlükte kalan Maadin Nizamnamesi de özellikle maden ocaklarında iş kazalarına karşı önleyici ve koruyucu tedbirler alınmasını içermektedir. Maadin nizamnamesine göre; maden ocaklarında maden mühendisi çalıştırma mecburiyeti getirilmektedir. Maden mühendisleri madendeki tehlikeleri saptayacak, bunları maden sahibine bildirecek kaza olasılığının görüldüğü hallerde gerekli önlemleri alacak, kaza meydana geldiğinde ise durumu derhal hükümete bildirmekle yükümlü tutulmaktadır. Ayrıca, nizamnamede maden işletenlerin, madende bir eczane ve hekim bulundurma zorunluluğuna kazaya uğrayan işçi ve ailesine tazminat ödenmesine karar verilmiştir (Akbulut,1996). Günümüzde ise, madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü işyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması için uyulması gerekli asgari şartlar ise 2013 tarihinde resmi gazetede yayımlanan 28770 sayılı kanunla belirtilmektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği sisteminin, uzun vadede, iş kazaları ve hastalıklar sonucu karşılaşılan maliyet artışını ve kâr kaybını önlediği, personelin motivasyonu yükselterek, işletmenin prestijini, rekabet edebilirliğini artırdığı

artık günümüzde herkes tarafından kabul görmüş bir gerçektir. Yapılan bu çalışmanın amacı ise orta Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren bir Yeraltı Krom İşletmelerindeki risklerin tespit edilmesi ve işyerlerindeki çalışma koşulları, makine ve tesisat, kullanılan hammaddeler, insan ve organizasyon hatalarından kaynaklanan tehlikeler de dikkate alınarak çalışanların sağlık ve güvenliklerini etkileyebilecek tüm unsurların belirlenerek değerlendirilmesi ve risklerinin kontrol altına alınmasını sağlamaktır.

2. RİSK ANALİZİ

Risk değerlendirmesinde temel kural, riski doğuran tehlike kaynağını ortadan kaldırıcı, onu yok edici tedbirleri almaktır. Bu yapılamıyorsa amaç, alınan önlemlerle tehlike odağının neden olabileceği riski çok düşük profilli bir etken haline dönüştürebilmektir. Bu çalışmada örnek olarak seçilmiş olan, orta Anadolu bölgesinde kapalı işletme şeklinde Travers ayak yöntemi ile krom üretimini gerçekleştiren bir işletme için tehlike kaynakları belirlenerek, ana tehlike kaynaklarından İşlemlerden kaynaklanan tehlikelerin belirlenmesi ve L tipi Matris yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu süreçte takip edilen işlemler sırası ise;

- Bilgilendirme,
- Tehlike Belirleme ve Risk Değerlendirme Ekiplerinin Oluşturulması,
- Tehlike Kaynaklarının Belirlenmesi,
- Tehlikelerin Belirlenmesi,
- Seçilmiş bir tehlikenin risk analizinin yapılması,
- Yöntem ve Kriterlerin belirlenmesi,
- Tehlikenin değerlendirilmesi,
- Sonucun değerlendirilmesi,
- Risk faktörünün hesaplanması,
- Risk faktörünün değerlendirilmesi şeklindedir.

Bu amaçla ilgili işletmede yaşanabilecek olası problemler "Personel Servisi, Yeraltı-Nakliye, Zenginleştirme Tesisleri, Atölyeler, Karo Tesisleri, Sosyal Tesisler, Genel İşletme ve sondaj olmak üzere 8 ana başlık altında 200 farklı noktada incelemeler gerçekleştirilmiştir. Her risk bölgesi için tehlike faktörleri meydana gelme olasılıkları ve etkilerine göre tespit edilerek değerlendirilmiştir (Yurttaş, 2015).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Personel Servisi

Risk analizi çalışması yapılan işletme için öncelikle personel servisi ile ilgili riskler değerlendirilmiş olup, personel servisi ile çalışan personelin taşınması sırasında oluşabilecek tehlikeler yaklaşık 6-7 gün personel servisi ile işyerine seyahat edilerek yedi ana başlık altında detaylı şekilde incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda;

Servis bekledikleri alanın güvenli olmasının oldukça önemli olduğu belirlenmiş olup, risk analizi sırasında en yüksek risk seviyesini 8 olarak tespit edilen bu riskin, çalışanlara gerekli eğitimler verilerek ve daha güvenli bekleme alanı tespit edilerek seviyesi 4'e düşürülmüştür. Ayrıca, işyerine seyahat esnasında olabilecek tehlikeler belirlenmiş, alınan önlemler ve verilen sürekli eğitimler ile düşük-orta risk seviyelerine indirgenmiştir. Diğer altı başlık ise yapılan çalışmada risk seviyesi 6 olarak belirlenmiş olup, servis kullanım talimatnamesi servis içinde bulundurularak servis kullanıcılarına okutulması ve gerekli eğitimler verilecek yapılan düzenlemelerle hepsinin risk seviyesi L tipi Matris'te düşük olarak belirtilen 4 seviyesine indirilmiştir.

3.2. Yeraltı – Nakliye

Kapalı işletme ile üretim yapan işletmelerde en yüksek kaza oranı yeraltı ve nakliye kazalarında yaşanmaktadır. Yeraltında nakliye ve üretim-hazırlık çalışmaları sırasında oluşabilecek tehlikeler ve riskler yaklaşık 1 yıl boyunca

çeşitli zaman aralıklarında incelenmiş olup, Yeraltı ve Nakliye işlemleri için belirlenen risk seviyeleri, alınacak tedbirler ve revize edilmiş risk seviyeleri yüksek ve tolere edilemez olanlar Çizelge 1'de verilmektedir. Madencilik sektöründe yer altı çalışmaları ve nakliyat işlemleri kaza oranı yüksek başlıklar olduğu için iki ayrı başlık altında incelenmiştir.

3.2.1. Yeraltı

Yeraltında yapılan çalışmalar sadece kaza oranı olarak değil, ölümlü ve ağır yaralanmalı kaza oranları açısından da en tehlikeli bölgelerdir. Bu sebepten buradaki riskler daha detaylı bir şekilde değerlendirilmiş olup, yeraltında yapılan çalışmalarda en yüksek risk ilgili işletme için risk seviyesi 25 olan "Ana galeri ve desandre gibi geçiş yollarında tahkimatın zayıflaması, direklerin, boyundurukların, fırçaların vs. kırılmış ve çatlamış olması neticesinde oluşabilecek taş düşmeleri ve göçükler ile personelin ciddi şekilde yaralanması." olarak belirlenmiş olup bu riskin seviyesinin düşürülmesi için; bu geçiş yollarından geçen ve yeraltında bulunan tüm çalışanların tüm kişisel koruyucu donanımları eksiksiz sağlanması, bu yollardan geçen her kişi sağını solunu kontrol ederek bir eksiklik varsa derhal amirine bildirecek bu yöntemle derhal müdahale edilmesi, tahkimat talimatnamelerine birebir uyulması için gereken tüm imkânlar seferber edilmesi gibi önlemler belirlenmiştir. Bu önlemlerin uygulanması ile risk seviyesi, yüksek risk değeri olan 16 değerine düşürülmüştür.

Risk seviyesi kabul edilemez seviye olarak belirlenen diğer olaylar ise "Ferelere malzeme boşaltılması sırasında fere kaçamağında olan personelin düşen malzeme ile yaralanması.", "Kuyuya maden direği indirileceği zaman, kafese ağaçları yüklerken personelin uzuv sıkışması sonucu yaralanması", "Yeraltında başyukarı (fere) açma çalışmaları esnasında kişinin yüksekten düşmesi sonucu oluşabilecek kaza riski", "Başyukarı (fere) açma çalışması yapılırken lağım makinesinin düşmesi sonucu kaza oluşması riski", "Makinelerin hareketli ekipmanlarının muhafaza kapaklarının çıkarılması ile personelin o kısımlara uzuv

kaptırması (örnek; LHD'de kayış bölmesinin açık bırakılarak işçinin elini kayışa kaptırması) sonucu oluşabilecek kaza riski" ve "Haber vermeden patlatma yapılması sonucu oluşabilecek kaza riski" olarak belirlenmiş olup bu riskler de Çizelge 1'de belirtilen önlemlerin uygulanması ile risk seviyelerinin 12-16 seviyelerine indirilebileceği belirlenmiştir. Yeraltında karşılaşılabilecek riskler ve alınması önerilen tedbirler tolere edilemez riskler için topluca Çizelge 1'de verilmektedir.

3.2.2. Nakliye

Yeraltında Nakliye yollarında yüksek risk potansiyeline sahip tehlikeler tespit edilip alınacak önlemlerle ilgili detaylı çalışmalar yapılmıştır. Risk seviyesi "Yüksek" ve "Tolere Edilemez" sınıfta olan risklerin üzerinde özellikle durularak bu risklerin "kabul edilebilir risk seviyesi" aralığına indirgenmeye çalışılmıştır. Nakliyede katlanılamaz risk seviyesi olan 25 risk seviyesine sahip olarak belirlenen olaylar; "Yeraltında LHD makinesi ile ağaç tahkimat ekipmanlarının taşınması esnasında mevcut tahkimat sistemlerine çarpması sonucu oluşabilecek taş düşmesi, göçük gibi kazalar", ve "Elle vagon dayanma sırasında yolların pasa ile kapalı olması, vagon devrilmesi sonucu oluşabilecek kaza riski" olarak belirlenmiştir. Önemli risk olarak kabul edilen 20 risk seviyesine sahip olay ise; "Vagonların kafese yüklenmesi ve yeryüzüne çekilmesi esnasında kafes içindeki karakolların kapatılmaması sonucu vagonun kafes içinde denge bozması ve olabilecek kazalar" olup, bu risk seviyesinden sonra en yüksek risk seviyesine sahip olarak belirlenen olay ise 15 risk seviyesi ile "Vagon sürülen anayolların zamanla tahrip olması-ayrılması-tabandan şişme yapması sebebiyle vagonun tumba olması sonucunda oluşabilecek kazalar" olarak belirlenmiş olup, Çizelge 1'de belirtilen önlemler ile orta düzey riskler sınıfında olan 12-10 risk seviyelerine indirilebileceği öngörülmüştür. Nakliye konusunda tespit edilen tolere edilemez risk seviyesine sahip diğer riskler, öneriler ve alınan tedbirler sonucunda belirlenen yeni risk seviyeleri topluca Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yer altı-Nakliye için risk analiz tablosu

Belirlenen tehlike	Risk altındaki insanlar			Görülme sıklığı (a)	Önem ve şiddeti (b)	Risk seviyesi (a*b)	Yapılacak aksiyonlar	Revize edilen risk		
	Personel	Ziyaretçi	Halk					A	B	A*B
Yeraltında LHD ile ağaç tahkimat ekipmanlarının taşınması esnasında mevcut tahkimat sistemlerine çarpması sonucu oluşabilecek taş düşmesi, göçük gibi kazalar	X			5	5	25	1) Tahkimat konusunda yapım ve güvenlik ile ilgili talimatlar oluşturularak işçilere anlatılacak. 2) Yeraltında gerekli olan ISG eğitimleri verilecek. 3) İşçinin gerekli olan KKD alması sağlanacak. 4) LHD operatörlerine ayrıca yapılması gereken talimatlar ve eğitimler verilecek.	3	4	12
Elektrik panoları ve prizler tüzel şartlarına uygun olmamasından kaynaklanacak elektrik çarpmaları.	X			5	5	25	1) Elektrik panoları kilitlenebilen, su sızdırmaz olmalı, çarpmalara karşı korumalı kısımlara konacak, elektrik tesisatına yetkili elektrikçi haricinde müdahale edilmesi engellenecek ve bu konuda panolara ikaz levhası konulacak.	3	5	15
Anagaleri ve desandre gibi geçiş yollarında tahkimatın zayıflaması, direklerin, boyundurukların, fırçaların vs. Kırılmış ve çatlamış olması ile oluşabilecek taş düşmeleri ve göçükler ile personelin ciddi şekilde yaralanması.	X	X		5	5	25	1) Bu yollarda dolaşan her personel kesinlikle KKD ile donanmış olacaktır. 2) Geçilen yollardaki deformasyon ve tahkimat eksiklikleri acilen müdahale edilerek düzeltilecek. 3) Buralarla ilgili tahkimat talimatları hazırlanarak personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir.	4	4	16
Delme ve patlatma sırasında oluşacak olan tozların personele zarar vermesi.	X	X		5	5	25	1) Ocak içi havalandırma iyileştirilerek tozlanmanın engellenmesi sağlanacak. 2) Delme ve patlatma sonucu oluşacak toz için personelin KKD kullanması sağlanacak. 3) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecek. 4) Delme ve patlatma ile ilgili talimatlar haz. 5) Toz maskelerinin standartlara uygun olması sağ. 6) Delik delme işleminin su ile yapılması sağ.	4	4	16
Patlatmalardan ve dizel iş makinelerinin kullanımından CO, CO_2 ve NO_2 gazları tüzel havasına karışmasıyla sağlık riskinin oluşması	X	X		5	5	25	1) Gaz ölçümleri başlatılmalı, o.ı'in %19 altına düşmemesi için yeterli havalandırma sağlanmalı, 2) Yükleme esnasında operatör CO algılayıcısı kullanılacak	4	4	16
Ferelere malzeme boşaltılması sırasında fere kaçamağında olan personelin düşen malzeme ile yaralanması.	X	X		5	5	25	1) LHD ile malzeme boşaltan operatörün, fere içerisinde birinin olup olmadığını bilmesi sağlanacak. Bunun için bir uyarı mekanizması kurulacak ve bu sayede operatör uzaktan anlayabilecek. 2) Ferelerde iniş ve çıkışları anlatan uyarı ve ikaz tabelaları fere başlarına asılacak.	4	4	16
Kuyuya maden direği indirileceği zaman, kafese 4'lük yb ağaçları yüklerken personelin uzuv sıkışması sonucu yaralanma.	X			5	5	25	1) Direkler kafes yüklemesinden dolayı burada personelin malzeme taşıması ile ilgili talimat oluşturulacak 2) İşçilere gerekli ISG eğitimleri verilecek 3) İşçilerin KKD sağlanacak,	3	4	12
Yeraltında fere açma çalışmaları esnasında kişinin yüksekten düşmesi sonucu oluşabilecek kaza riski	X			5	5	25	1) Fere sürme talimatlarına uyulması emniyet kemeri kullanımı.	3	4	12
Fere açma çalışması yapılırken lağım makinesinin düşmesi sonucu kaza riski	X			5	5	25	1) Fere aynasında delik delme çalışması yapılırken lağım makinesi sağlam bir platforma yerleştirilecek, lağım ustası emniyet kemeriyle kendisini sağlam bir yere bağlayacak.	4	4	16
Elle vagon dayanma sırasında yolların pasa ile kapalı olması vagon devrilmesi sonucu oluşabilecek kaza riski	X			5	5	25	1) Vagonların düşmesini engellemek için taşıt yolları temiz ve açık tutulacak, yeterli aydınlatma sağlanacak, eğitim ve talimatlara uygun davranış sergilenmelidir. Gerekli kişisel koruyucu donanım ekipmanların kullanıldığı sık sık kontrol edilecek.	3	4	12
Makinelerin hareketli ekipmanlarının muhafaza kapaklarının çıkarılması ile personelin o kısımlara uzuv kaptırması (örneğin LHD'de kayış bölmesinin açık bırakılarak işçinin elini kayışa kaptırması) olması sonucu oluşabilecek kaza riski	X	X		5	5	25	1) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir. 2) Makinelerin tüm hareketli yerleri koruyucu altına alınacak ve kesinlikle çıkartılması yasaklanacak. 3) Makinelerin koruyucu ekipmanları periyodik olarak kontrol edilecektir.	3	4	12
Yeraltında düşeli olan 380 v yüksek gerilim hattının normal aydınlatma hattıyla aynı yerde olmasından dolayı, işçi yada elektrikçinin duy takarken, aydınlatma kablosu yerine yanlışlıkla yüksek gerilim hattını kesmesiyle elektrik çarpması.	X			5	5	25	1) Hatlar burbirinden ayrılacak.	4	5	20
Fere civarında çalışırken fereden aşağıya düşülmesi	X			5	5	25	1) Fere civarında uyarı ve ikaz levhaları asılacak. 2) Personele gerekli KKD ve gerekli ISG eğitimleri verilecek.	3	5	15
Patlatma esnasında yolların tutulup kişinin patlatma alanına girmesinin engellenememesi sonucu ağır yaralanmaların oluşması	X	X		5	5	25	1) Ateşçilere ve yeraltında çalışan personele gerekli ISG eğitimleri verilecek.	3	5	15
Uygulanan yanlış patlatma bölgesi ateşleme prosedürleri sonucu oluşabilecek kaza riski	X	X	X	5	5	25	1) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir. 2) Patlayıcı maddelerin teslim alınması, taşınması, depolanması dağıtılması, geri alınması vb. işler bu amaçla eğitilmiş ve fenni nezaretçi tarafından görevlendirilmiş kimseler tarafından, ilgili mevzuat hükümlerine göre yapılır. 3) Ocakta kullanılacak patlayıcı maddeler güvenlik önlemleri altında yetkili ve sorumlu bir kimse nezaretinde, derhal patlayıcı madde deposuna taşınır. 4) 10 kg dan fazla patlayıcı madde taşınması yasaklanacak. 5) Ocakta bakanlığın onay verdiği türden patlayıcı madde kullanılacak.	3	5	15
Uygun olmayan nakliye araçları ile patlayıcı taşıma sonucu oluşabilecek kaza riski	X	X	X	5	5	25	1) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir. 2) İlgili yasa ve ocak idaresince izin verilen dışındaki nakliye araçları ile patlayıcı madde taşınmayacaktır	3	5	15
Haber vermeden patlatma yapma sonucu oluşabilecek kaza riski	X	X	X	5	5	25	1) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir. 2) İlişkin esaslar fenni nezaretçi tarafından prosedürlere uygun hazırlanacak yönergeyle saptanıp uygulanacaktır. 3) Patlatma öncesinde ocaktaki tüm çalışanlara haber verilecek bir uyarı sistemi kurulacaktır.	3	5	15
Patlayıcı maddelerin uygun olmayan yerde depolanması sonucu oluşabilecek kaza riski	X			5	5	25	1) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir. 2) Teknik nezaretçinin hazırlayacağı yönergeye uygun olarak depolanacak.	3	5	15
Deliklerde patlamamış patlayıcı kalması sonucu oluşabilecek kaza riski	X			5	5	25	1) Personele gerekli ISG eğitimleri verilecektir. 2) İlişkin esaslar fenni nezaretçi tarafından prosedürlere uygun hazırlanacak yönergeyle saptanıp uygulanacaktır.	4	5	20

Çizelge 1. Yer altı-Nakliye için risk analiz tablosu (Devamı)

Patlayıcı madde ateşleme belgesi olmadan ateşleme yapılması sonucu kaza riski oluşması	X			5	5	25	1) Personele gerekli İSG eğitimleri verilecektir. 2) Bu konuda yetiştirilmiş ve yetkililer tarafından görevlendirilmiş sınıfına uygun patlayıcı madde kullanma yetki belgesi olan ateşleyiciler tarafından yapılmalıdır.	3	5	15
Patlayıcı patlayıcı teh. ve zar. madde bulunduğu yerlerde ateş ve kıvılcım yasağını belirten uyarı levhalarının konulmaması nedeniyle kaza riski oluşması	X			5	5	25	1) Personele gerekli İSG eğitimleri verilecektir. 2) İlişkin esaslar fenni nezaretçi tarafından proseduerlere uygun hazırlanacak yönergeyle saptanıp uygulanacaktır. 3) Patlayıcı maddelerle işgal edilen iş yerlerinde, açık ateş ve kıvılcım yasağını belirten uyarı levhaları bulunacaktır.	3	5	15
Yetkisiz personelin makine araç ve ekipmanları emniyet tedbiri alınmadan kural dışı kullanması sonucu oluşabilecek kaza riski	X	X	X	5	5	25	1) Personele gerekli İSG eğitimleri verilecektir. 2) Gerekli güvenlik talimatları hazırlanarak ilgili personele öetilecektir. 3) Personele gerekli KKD sağlanacak	3	5	15
Yeraltında kaynak yapılması sırasında, önlem alınamaması, dikkatsiz çalışılma, yetkisiz personelin kaynak yapması sonucu ağır durumdan zehirlenmenin oluşması ya da tahkimata ateş sıçraması nedeniyle yangın çıkması sonucu ağır yaralanma veya zehirlenmeler.	X			5	5	25	1) Personele gerekli iş eğitimleri verilecektir. 2) Yeraltında kaynak işleri yetkili personel tarafından ya bir nezaretçi eşliğinde ya da nezaretçinin/ocak mühendisinin izni ile yapılacaktır.	3	5	15
Akaryakıt tanklarının (LPG tanklarının) kontrolü yapılmaması sonucu veya gerekli uyarı levhalarının bulunmaması sonucu personelin dikkatsizlik veya ateşle yaklaşarak yaralanmalara sebebiyet vermesi.	X	X	X	5	5	25	1) Personele gerekli İSG eğitimleri verilecektir. 2) Gerekli uyarı ve ikaz levhaları konulacak	3	5	15
Basınçlı hava ile çalışan el hızarı ile çalışırken, hızar zincirine personelin elini kaptırması sonucu yaralanmalar	X			5	5	25	1) Personele gerekli İSG eğitimleri verilecektir.	4	5	20
Kuyu karakollarının hava basıncının ani düşmesi nedeni ile ani kapanması, kafesin hareket halinde iken bu	X	X		5	5	25	1) Vinççiye bu tehlike durumu ile ilgili gerekli iş eğitimleri verilecektir. 2) Belirli bir süre karakolların düşmemesini sağlayacak yedek hava destek sistemi kurulmalıdır.	3	5	15
Kuyu kapaklarının kafes kuyu ağzına gelmemişken, veya tam durmadan açık kalması/açılması ile personel veya ziyaretçinin dalgınlıkla kuyu boşluğuna düşmesi veya kafes ile kuyu arasında sıkışması sonucu ölümlerin yada ölümcül yaralanmaların oluşması	X	X		5	5	25	1) Kuyu kapakları üzerine uyarı ve ikaz tabelaları asılacak 2) Kapakçılara gerekli İSG eğitimleri verilecek	3	5	15
Kafes karakol üzerine inmeden kafes kapısının açılması ile personel veya ziyaretçinin boş bulunarak yaralanması	X	X		5	5	25	1) Kafes kapılarına gerekli uyarı ve ikaz tabelaları ile kafes içerisinde yolculuk ile ilgili kuyu ağzı ve kafes içerisine talimat yazılıp asılacak 2) Kafes içerisinde yolculuk edecek personel için gerekli İSG eğitimleri verilecek	3	4	12
Kuyuların günlük bakım ve kontrollerinin yapılmaması sonucu ortaya çıkan risklerle ölümcül kazaların oluşması.	X	X		5	5	25	1) Halat ve molet bakım talimatları ve planı oluşturulacak. 2) Bu konuyla ilgili personele İSG emniyet verilecek 3) Kuyular yetkin kişiler tarafından makinelerin dış parçaları ve kuyu kayıtları, moletleri, zincirleri, kafesleri bağlama yerleri, halatları günde en az 1 kere muayene edilir ve sonuçlar bakım defterine yazılarak imzalanacaktır.		5	15
Çelik tahkimatların taşınması ve kurulması esnasında dalgınlık sonucu çelik ekipmanların personelin üzerine düşmesi, yıkılması ve kalıcı yaralanmalara sebep olması.	X			4	5	20	1) Tahkimat talimatnamesi personele okutulacak gerekli yerlere asılacak ve gerekli iş eğitimleri verilecek.		5	15
Kafes ve kafes ağırlığının halatlarının bakımlarının yapılmaması ve kopma sonucu oluşabilecek ölümcül kazalar	X	X		5	5	25	1) Halat değişimlerinin en az yılda 1 defa yapılması sağlanacak, gerekli İSG eğitimleri verilecek. 2) Gerekli koruyucu ekipmanların bulundurulması sağlanacak.		5	15
Kafes paraşütlerinin periyodik bakımlarının yapılmaması ve olabilecek bir halat kopmasında paraşütlerin açılmaması sonucu oluşabilecek ölümcül kazalar	X	X		5	5	25	1) Paraşüt sistemlerinin periyodik olarak bakımlarının yapılması, zaman zaman test edilmesi, 2) Gerekli İSG eğitimlerinin verilmesi.		5	15

3.3. Zenginleştirme Tesisleri

Mevcut işletmede zenginleştirme tesisi olarak triyaj (elle ayıklama) yöntemi kullanılmakta olup bu tesiste yapılan çalışmalar sırasında oluşabilecek tehlikeler ve olası riskler tespit edilmiş ve gerekli önlemlere yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yüksek risk potansiyeline sahip tehlikelerden "Tesis çevresinde ve bant konveyör altında duran kişilerin üzerine takoz malzeme düşmesi sebebi ile oluşabilecek kazalar" ve "Eleme tesisindeki elekte oluşabilecek sıkışmalarda tesis durdurulmadan müdahale edilmesi sonucu uzuv kopmaları gibi kazaların oluşması riski" katlanılamaz riskler içersinde belirlenmiş olup, Çizelge 2'de

belirtilen tedbirlerin uygulanması sonucunda her iki olay da da risk seviyesi 15'e düşürüleceği belirlenmiştir.

Cevher Zenginleştirme tesisinde yapılan çalışmalarda önemli riskler sınıfında risk seviyesine sahip diğer olaylar ise "Çalışanlarının gerekli koruyucu ekipmanlarla çalışmaması sonucu oluşabilecek kazalar", "Tesiste bantlardan elektrik aksamlarının üzerine takoz malzeme düşmesi sebebiyle oluşabilecek yangın elektrik çarpması gibi kazalar" ve "Kamyonların siloya cevher boşaltmak için yaklaşması esnasında dikkat etmemesi sonucu siloya düşmesi, yanlış boşaltma yapması, altında personel kalması gibi ölümcül kazalara sebebiyet vermesi" olarak belirlenmiştir. Zenginleştirme tesisi için risk seviyesi yüksek ve tolere edilemez olanlar, alınacak tedbirler ve revize edilmiş risk seviyeleri Çizelge 2' Risk Analiz Tablosunda verilmektedir.

Çizelge 2. Zenginleştirme Tesisleri-Triyaj için risk analiz tablosu

Belirlenen Tehlike	Risk Altındaki İnsanlar			Görülme Şansı (A)	Onem ve Şiddeti (B)	Risk Seviyesi (A*B)	Yapılacak Aksiyonlar	Revize Edilen Risk		
	Personel	Ziyaretçi	Halk					A	B	A*B
Eleme tesisinde elektrik kaçağı olması yağış gibi etkenler dolayısıyla çalışanları elektrik çarpması sonucu ölümcül kazalar olması	X			4	4	16	1) Eleme tesisinin elektrik ve pano bakımlarının periyodik olarak yapılması periyodik kontrollerin yapılmasının sağlanması. 2) Gerekli isg eğitimlerinin verilmesi	3	4	12
Çalışanlarının gerekli koruyucu ekipmanlarla çalışmaması sonucu oluşabilecek kazalar	X			4	5	20	1) Gerekli kkd lerin temin edilmesi ve çalışanların kullandığının takibinin yapılması. 2) Gerekli isg eğitimlerinin verilmesi.	2	5	10
Tesiste bantlardan elektrik aksamlarının üzerine takoz malzeme düşmesi sebebiyle oluşabilecek yangın elektrik çarpması gibi kazalar	X			4	5	20	1) Bantların malzeme düşmesini engelleyecek şekilde yeniden dizayn edilmesi. 2) Çalışanlara gerekli isg eğitimlerinin verilmesi	2	5	10
Tesisteki bantların aşınması kopması kesilmesi sonucu çalışanların üzerine takoz ve büyük malzemelerin düşerek ölümcül kazalara sebebiyet vermesi	X	X		3	5	15	1) Bantların periyodik olarak bakımlarının yapılması, periyodik kontrollerinin yapılmasının sağlanması. 2) Çalışanlara acil durumlarda nasıl davranmaları gerektiği konusunda eğitimler verilmesi. 3) Gerekli isg eğitimlerinin verilmesi.	3	4	12
Kamyonların siloya cevher boşaltmak için yaklaşması esnasında dikkat etmemesi sonucu siloya düşmesi yanlış boşaltma yapması altında personel kalması gibi ölümcül kazalar	X	X		4	5	20	1) Kamyonların siloya bir işaretçi yardımıyla yanaştırılması, çalışanların morallerinin en üst seviyede tutulması. 2) Iş makinelerinin ve kamyonların geri vites ikaz sistemlerinin çalıştığının kontrol edilmesi	2	5	10
Eleme tesisi çevresinde gerekli güvenlik önlemlerinin alınmaması sonucu oluşabilecek kazalar	X	X		3	5	15	1) Eleme tesisi çevresinde ikaz ve uyarı işaretleri koyulması, gerekli eksiklerin tamamlanması ve güvenli hale getirilmesi. 2) Gerekli isg eğitimlerinin verilmesi	2	5	10
Eleme tesisindeki elekte oluşabilecek sıkışmalarda tesis durdurulmadan müdahale edilmesi sonucu uzuv kopmaları gibi kazaların oluşması riski	X			5	5	25	1) Çalışanların olası sıkışmalarda kesinlikle tesis durdurularak müdahale edilmesi konusunda talimat verilmesi gerekli eğitimlerin verilmesi.	3	5	15
Bant konveyör boşaltım alanlarında kişilerin bulunması takoz malzeme düşmesi sonucu oluşabilecek kazalar	X	X		4	4	16	1) Eleme tesisi çevresinde ikaz ve uyarı işaretleri koyulması, gerekli eksiklerin tamamlanması ve güvenli hale getirilmesi. 2) Gerekli isg eğitimlerinin verilmesi	2	5	10
Çalışanların maske ve gözlük gibi koruyucu ekipmanları kullanmaması sonucu oluşabilecek meslek hastalıkları ve kazalar	X			4	4	16	1) Çalışanlara gerekli kkd ekipmanlarının temin edilmesi ve kullandıklarının kontrol edilmesi. 2) Gerekli isg eğitimlerinin verilmesi	3	4	12
Tesis çevresinde ve bant konveyör altında duran kişilerin üzerine takoz malzeme düşmesi sebebi ile oluşabilecek kazalar	X	X		5	5	25	1) Eleme tesisi çevresinde ikaz ve uyarı işaretleri koyulması, gerekli eksiklerin tamamlanması ve güvenli hale getirilmesi. 2) Gerekli ISG eğitimlerinin verilmesi	3	5	15
Eleme tesisindeki aydınlatma tesisatında problem olması karanlıkta çalışılması sonucu oluşabilecek kazalar	X			4	4	16	1) Tesisteki aydınlatmalarda herhangi bir problem olduğunda tesisin kesinlikle durdurulması. 2) Gerekli ISG eğitimlerinin verilmesi.	3	3	9

3.4. Atölyeler ve Karo Tesisleri

İşletme sahasında Bakım-Onarım, Kaynak ve Ağaç İşleme (Hızarhane) olmak üzere üç adet atölye bulunmakta olup, her birinde detaylı çalışmalar yapılarak

tehlikeler ve olası riskler belirlenmiş ve gerekli önlemler alınması için gerekli çalışmalar yapılmıştır.

Çizelge 3. Atölye ve Karo Tesisleri için risk analiz tablosu (Devamı)

Belirlenen Tehlike	Risk Altındaki İnsanlar			Görülme Şansı (A)	Önem ve Şiddeti (B)	Risk Seviyesi (A*B)	Yapılacak Aksiyonlar	Revize Edilen Risk		
	Personel	Ziyaretçi	Halk					A	B	A*B
Maden direği ve çelik tahkimat taşınırken, kafese yüklenirken ve kafesten alınırken personelin ayağa/ele düşmesi, belini incitmesi, parmaklarını sıkıştırması ile yaralanması	X			4	5	20	1) Direk, çelik tahkimat ve burebir personelin malzeme taşıması ile ilgili talimat oluşturulacak, 2)İlçilere gerekli isg eğitimleri verilecek 3- işçilerin kkd sağlanacak	3	5	15
Elektrik aksamlarından kaynaklanan çarpma gibi yaralanmaların oluşması	X			3	5	15	1) Şantiye içerisinde açıkta bulunan elektrik aksamlarının izolasyonları sağlanacak.	3	4	12
Araçlar hareket halinde iken (özellikle geri geri giderken) araç arkasında olan ve operatörün farkında olmadığı personel için ciddi yaralanmalar oluşabilir.	X	X		4	5	20	1) Araçların özellikle geri geri gittiğinde uyarı ikaz sesi çıkarması sağlanacak. Bu sistemin olmadığı araçlara sistem acilen kurulacak.	3	5	15
Balta ile çinti-kurtağzı-direkbaşı-sivriltme yapılırken baltayı kaçırarak işçinin ayağına vurması ile oluşan yaralanmalar.	X			3	5	15	1) Direkağzı-çinti-kurtağzı-sivriltme işlemleri için talimatlar hazırlanarak işçiye gerekli isg eğitimleri verilecek.	3	4	12
İş makinalarında yangın söndürücü, tepe lambası, ilkyardım çantası eksiklikleri var ve bazılarında geri vites ikazı çalışmıyor.	X			3	5	15	1) Çalışma sahası içerisinde bulunan ve hareket eden bütün iş makineleri tepe lambalarını yakacak, her iş makinesinde yangın söndürücü ile ilkyardım çantası bulundurulacak.	3	4	12
Kaynak yapan kişinin maske kullanmaması nedeni ile gözlerinin zarar görmesi.	X			4	4	16	1) Personele kkd sağlanacak. 2) Personele gerekli isg eğitimleri verilecektir. 3) Kaynak yapımı ile ilgili güvenlik ve kullanım talimatları oluşturulacak ilgili yerlere asılacak.	3	4	12
Keser ya da balta ile tahkimat üzerine veya ağaç üzerine çivi çakarken personelin elinin yaralanması.	X			4	4	16	1) Personele gerekli isg eğitimleri verilecektir.	3	4	12
Tezgah matkabı ile metal malzeme delinirken, personelin el ve yüzüne çapak fırlaması sonucu yaralanması	X			4	4	16	1) Personele kkd sağlanacak 2) Cihaz ile ilgili emniyet ve kullanım talimatı oluşturularak cihaz üzerine asılacak 3) Atölye personeline gerekli isg eğitimleri verilecek.	3	4	12
Oksijen cihazında bulunan mutfak tüpünün patlama tehlikesi taşıması nedeniyle ciddi yaralanma riskinin görülmesi	X			4	4	16	1) Oksijen cihazı üzerindeki mutfak tüpü sanayi tipi tüp ile değiştirilecek	3	3	9
Spiral ve taşlama makinesinde çalışan personelin el ve yüzüne çapak ve kıvılcım sıçraması ile yaralanması	X			4	4	16	1) Cihazlara kullanım ve güvenlik talimatları hazırlanıp çalışma alanlarına asılacak 2) Personele kkd sağlanacak	3	3	9
Elektrik ark kaynağı yapılırken elektrik akımına kapılma riski	X			4	4	16	1) Elektrik kaynak makinesi yetkeye yetkili bir elektrikçinin bağlaması ve işin devamı süresince elektrikçinin kaynak yapılan yerden ayrılmaması gereklidir.	3	4	12
Personelin arızalı olduğunu düşündüğü makine ve ekipmanların kullanılmasından doğan kaza riski	X			4	4	16	1) Arızalı ve bozuk olan iş ekipmanlarını yetkili bir şahıstan izin almadan kullanılması kesinlikle yasaktır.	3	4	12
Kompresör ve hava tankında kurt ağzı kelepçe bağlantısının kopması sonucu yaralanma riski	X			4	4	16	1) Eğitim ve iş talimatlarına göre hareket edilecek ve yetkin kişilerce yapılacaktır.	3	4	12
Spiral ve taşlama makinesinde çalışan personelin dikkatsizlik sonucu vücudunun herhangi bir bölgesini kapturması sonucu kaza olması	X			4	4	16	1) Cihazlara kullanım ve güvenlik talimatları hazırlanıp çalışma alanlarına asılacak 2) Personele kkd sağlanacak	3	4	12
Atölye içerisinde bulunan oda üzerine konulan cisimlerin düşerek personeli yaralaması	X			4	4	16	1) Yüksek yerlerde bulunan malzeme veya ekipmanlar taşınacak koruyucu bölge oluşturulacak	3	4	12
Argon kaynak cihazı kullanılırken yaralanmaların oluşması	X			5	5	25	1) Cihaz üzerine güvenlik ve kullanım talimatları hazırlanarak asılacak. 2) Personele gerekli kkd sağlanacak 3) Personele gerekli isg eğitimleri verilecek	3	5	15
Demirhane içerisinde bulunan ve kışın yakılan odun sobası gibi cihazlardan kaynaklı yangın çıkması	X			4	4	16	1) Demirhane içerisinde yangın söndürücü bulundurulacak.	3	4	12
Oluşacak talaş ve tozlanmadan dolayı personelin ciğerlerinin etkilenmesi.	X			4	4	16	1) Personele kkd sağlanacak (toz maskesi). 2) Ortamın havalandırılması sağlanacak.	2	4	8
Gürültüden ötürü işitme kayıplarının oluşması.	X			4	4	16	1) Personele kkd sağlanacak (kulak tıkacı).	2	4	8
Hızar makinesine el-ayak-kol kaptırılması ile ciddi yaralanmaların oluşması.	X			5	5	25	1) Hızar cihazı ile ilgili kullanma ve güvenlik talimatları oluşturulacak. 2) Personele gerekli olan isg eğitimleri verilecek. 3) Personele kkd sağlanacak.	3	5	15
Vinç ağırlık pancosunda elektrik kaçağının oluşmasından dolayı pano ile çalışan personeli elektrik çarpması oluşabilir	X			4	5	20	1) Elektrik ışı ile ilgilenen personele isg eğitimi verilecek 2) Elektrikçiye bu işlerle ilgilenirken kişisel koruyu donanım sağlanacaktır. 3) Bu işlerle ilgili gerekli emniyet talimatları oluşturulacak	3	5	15

Çizelge 3. Atölye ve Karo Tesisleri için risk analiz tablosu (Devamı)

Vinçhane anapano elektrik kaçağının oluşmasından dolayı pano ile çalışan personeli elektrik çarpması oluşabilir.	X			4	5	20	1) Elektrik ışı ile ilgilenen personele ısg eğitimi verilecek 2) Elektrikçiye bu işlerle ilgilenirken kişisel koruyu donanım sağlanacaktır. 3) Bu işlerle ilgili gerekli emniyet talimatları oluşturulacak	3	5	15
Kuleşçi büyük ve küçük panolarda elektrik kaçağın oluşmasından dolayı pano ile çalışan personeli elektrik çarpması oluşabilir	X			4	5	20	1) Elektrik ışı ile ilgilenen personele ısg eğitimi verilecek 2) Elektrikçiye bu işlerle ilgilenirken kişisel koruyu donanım sağlanacaktır. 3) Bu işlerle ilgili gerekli emniyet talimatları oluşturulacak	3	5	15
Vinç tamburu ağızlıklarının boşalarak güvenlik şeridini geçen personel üzerine düşmesi ve ölümcül yaralanmalar oluşturabilir	X	X		4	5	20	1) Uyarı ikaz tabelaları oluşturulacak 2) Personele gerekli ısg eğitimi verilecek 3) Vinç kontrol ve halat yağlama talimatları oluşturulacak	3	5	15
Vinç halatının yağlaması sırasında halatın boşalarak personelde yaralanmaya sebebiyet vermesi	X			5	5	25	1) Yağlama yapacak ve halatı döndürecek olan personele gerekli ısg eğitimlerin verilmesi sağlanacak 2) Yağlama yapacak personele kkd sağlanacak.	3	5	15
Kafes kumanda merkezi - hidrolik motor fren balatalarının patlaması sonucu vinççi (kumanda eden kişinin) personelin ciddi şekilde yaralanması veya sakatlanması	X			5	5	25	1) Kafes kumandasını yapan işçi ile motor balataları arasında koruyucu bir plaka oluşturulacak. 2) Balataların periyodik kontrollerinin yapılacak	3	5	15
Traktör kepçenin maden direği çelik tahkimat vs. Malzemeleri taşırken emniyet arzetmemesi sonucu yaralanmaların oluşması	X			4	5	20	1) Bu cihazın emniyetli olmaması nedeni ile bunun yerine forklift'in sağlanması.	3	5	15
Vagon yanlarında bulunan yay kulaklara, vagonu devreen işçinin dalgınlıkla elini koyması sonucu parmaklarını yaralaması	X			4	5	20	1) Personele gerekli ısg eğitimleri verilecek. 2) Yapılabiliyorsa koruyucu bir kapak oluşturulacak.	3	5	15
Vagona ıslak cevher yapışması neticesinde vagonun boşaltılırken tumbadan aşağıya düşmesi veya personeli fırlatması neticesinde ciddi yaralanmaların oluşması	X			4	4	16	1) Nakliye personeline gerekli ısg emniyetleri verilecek	3	5	15
Tumba bölgesinde oluşan kör noktalardan önerü işçinin takılıp yaralanması	X			4	4	16	1) Tumba bölgesinde aydınlatma sisteminden kaynaklı oluşan kör noktalar giderilecek	3	4	12
Kalorifer kazanlarının kontrolü yapılmaması sonucu oluşan kaza riski	X			4	4	16	1) Kazanların yılda bir kez yetkili kuruluşlarca periyodik bakım kontrollerinin yapılması	2	4	8
Nizamiye çevresinin açık olması dolayısı ile dışarıdan oluşacak herhangi bir çevresel tehlike karşısında mühendis ve işçilerin bu tehlikeye açık olması. Halkın işletme alanına geldiğinde sınırları bilmediğinden çalışma koşulları nedeniyle tehlike içerisinde olması.	X	X	X	5	5	25	1) Nizamiye çevresi belirlenerek, giriş ve çıkışlar kontrollü, kimlik kartlı ve bariyer sistemi ile çalışacak. Gelen misafir ve çalışanlar arabalarını dışarıda bırakacak, gerekirse kapıya, dedektör konularak, bireylerin şantiye içerisinde kesici/delici ve silah vb... Sokması engellenecek.	3	5	15
İş makinası operatör belgesi olmadan iş makinası kullanımı sonucu kaza riski oluşması	X			4	5	20	1) İş makinesi operatör belgesi olmayanların iş araçlarını kullanması yasaktır. Aksi halde hem belgesiz kullanan hem de iş aracının operatörüne ilgili mevzuat gereği cezai işlem uygulanacaktır.	3	5	15
Araçları aşırı yüklemekten oluşabilecek kaza riski	X			4	5	20	1) Araçları kapasitesinden fazla yükleme yapılmamalıdır. Eğitim ve talimatlara uygun davranmayanlar ilgili mevzuata göre cezalandırılmalıdır.	3	5	15
Paratoner tesisatının kontrolü yapılmaması sonucunda oluşabilecek kaza riski	X			4	5	20	1) Paratonerin her sene yetkili teknik elemanlar tarafından kontrol edilerek kontrol belgesi düzenlenmelidir.	3	4	12
5'ten fazla basamağa sahip merdivenlerde yan korkulukların olmaması sonucu hafif yaralanmaların görülmesi	X			4	4	16	1) 5'ten fazla basamağı olan dayanak merdivenlere korkuluk sistemi yapılacak	3	4	12

Atölyelerde en yüksek risk seviyesine sahip olaylar "Argon kaynak cihazı kullanılırken yaralanmaların oluşması" ve "Hızar makinesine el-ayak-kol kaptırılması ile uzuv kaybı ve ciddi yaralanmaların oluşması" olarak tespit edilmiş olup, cihazları mesleki belgeli yetkili kişiler tarafından kullanılmasının sağlanması, cihaz üzerine güvenlik ve kullanım talimatları hazırlanarak asılması, çalışan personele gerekli KKD ekipmanları sağlanarak personele gerekli İSG eğitimlerinin verilmesi ile risk seviyesinin iki olay içinde 15'e düşürüleceği tespit edilmiştir.

Vinçhane, Kafes Merkezi, Kantar, Maden Boşaltma Tumbası vb. tesisler Karo Tesisleri olarak isimlendirilmiş olup, yüksek risk potansiyeline sahip tehlikeler olarak, "Vinç halatının yağlaması sırasında halatın boşalarak personelde yaralanmaya sebebiyet vermesi", "Kafes kumanda merkezi-hidrolik

motor fren balatalarının patlaması sonucu vinç personelin ciddi şekilde yaralanması veya sakatlanması" ve "Nizamiye çevresinin açık olması dolayısı ile dışarıdan oluşacak herhangi bir çevresel tehlike karşısında mühendis ve işçilerin bu tehlikeye açık olması, halkın işletme alanına geldiğinde, sınırları bilmediğinden, çalışma koşulları nedeniyle tehlike içerisinde olması" olarak belirlenmiş olup, risk seviyesinin katlanılamaz risk seviyesinden önemli risk seviyesine indirilmesi için yapılan öneriler ile atölyeler ve karo tesisi için yüksek ve tolere edilemez riskler, alınacak tedbirler ve revize edilmiş risk seviyeleri Çizelge 3. Risk Analiz Tablosunda topluca verilmiştir.

3.5. Sosyal Tesisler

İşletmede çalışan işçilerin kaldığı bir yatakhane ve idari personelin konakladığı misafirhane mevcut olup, buralarda oluşabilecek tehlikeler ve olası riskler incelendiğinde sosyal tesisler bölümündeki risklerin tamamı kabul edilebilir risk seviyesi aralığında olduğu görülmektedir.

Belirlenen riskler "Tuvalet ve banyo gibi ortamların kirli olması sonucu hastalıkların görülmesi" ve "Hijyen noktasında oluşacak bulaşıcı hastalıklar" olup her iki riskin görülme şansı ile önem ve şiddeti üç seviyesinde olup risk değeri dokuz olarak belirlenmiştir. Bu risklerin basit hijyen tedbirleri ile risk seviyelerinin kolaylıkla altı düzeyine indirilebileceği tespit edilmiştir.

3.6. Genel İşletme

Bütün bu incelenen noktalar haricinde, hiçbir tehlikenin gözden kaçmaması için ocak sahası tamamen taranmış detaylı bir şekilde yukarıda bahsedilen başlıklara girmeyen işletme genel sahasıyla ilgili durumlar da incelenerek bu olaylar için de tehlikeler ve olası riskler belirlenmiştir. İşletme genel sahasıyla ilgili tespit edilen en yüksek risk seviyeleri; "Ocakta bir kurtarma istasyonu olmaması nedeniyle oluşacak riskler", "Gıda işinde çalışanların portör muayenelerinin yapılmaması sonucu oluşabilecek sağlık sorunları riski" ve "Ocaklara kesici, yaralayıcı,

öldürücü silahlarla alkollü içki sokulması nedeniyle oluşacak kaza riski" olarak tespit edilmiş olup, bu risklerin yapılan önerilerin yerine getirilmesi durumunda orta düzey riskler gurubuna girecek seviyeye indirilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Yapılan değerlendirmelerde, Sosyal tesisler ve genel İşletme için risklerin tamamının kabul edilebilir risk seviyesi aralığında olduğu belirlenmiş olup, detaylı bilgiler Çizelge 4. Risk analizi tablosunda görülmektedir.

Çizelge 4. Genel İşletme İçin Risk Analiz Tablosu

Belirlenen Tehlike	Risk Altındaki İnsanlar			Görülme Şansı (A)	Önem ve Şiddeti (B)	Risk Seviyesi (A*B)	Yapılacak Aksiyonlar	Revize Edilen Risk		
	Personel	Ziyaretçi	Halk					A	B	A*B
Ocakta bir kurtarma istasyonu olmaması nedeniyle oluşacak riskler	X			4	4	16	Maden ocaklarında bir kurtarma istasyonu kurulması zorunludur. Ortaklaşa bir kurtarma istasyonu da kurulabilir. Ancak yarıçapı en çok 50km olan alan içinde bulunan maden işletmeleri merkezi bir yerde ortaklaşa bir kurtarma istasyonu kurabilirler.	3	3	9
Gıda işinde çalışanların portör muayenelerinin yapılmaması sonucu oluşabilecek sağlık sorunları riski	X			4	4	16	Her üç ayda bir gıda biriminde çalışanların portör muayenelerinin mutlaka yapılması, sağlık memuru ve personel birimi tarafından kayıt altına alınmalıdır.	3	3	9
Ocaklara kesici, yaralayıcı, öldürücü silahlarla alkollü içki sokulması nedeniyle oluşacak kaza riski	X			4	4	16	Bu malzemelerin ocağa sokulup sokulmadığını anlamak için ocağa girenlerin üstleri aranır. Üstlerinin aranmasına engel olan kişiler ocağa sokulamaz.	3	3	9

3.7. Sondaj

İşletme sahasında yerüstünde ve yeraltında yapılan sondaj çalışmaları sırasında ortaya çıkabilecek tehlikeler ve risklerin belirlenmesi için 24 ayrı başlık altında olaylar incelenmiş olup, bu olayların sadece "Tambur frenlerinin tutmaması sonucu halat kaymaları sonucu yaralanma" ve "Yeraltı sondaj makinesinde elektrik kaçağı sonucu yaralanma" olaylarının önemli riskler sınıfına girdiği, diğer risklerin risk seviyelerinin 16 ve daha düşük olduğu tespit edilmiş olup, yapılan çalışmada elde edilen veri ve değerlendirmeler detaylı bir şekilde risk analizi tablosunda verilmiştir (Çizelge 5).

4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada; orta Anadolu bölgesinde kapalı işletme şeklinde Travers ayak yöntemi ile krom üretimini gerçekleştiren bir işletme için risklerin tespit edilmesi ve işyerlerindeki çalışma koşulları, makine ve tesisat, kullanılan hammaddeler, insan ve organizasyon hatalarından kaynaklanan tehlikeler de dikkate alınarak çalışanların sağlık ve güvenliklerini etkileyebilecek tüm

unsurların belirlenerek değerlendirilmesi ve risklerinin kontrol altına alınmasını sağlamak ve iş kazaları ve önlenmesi için yapılan çalışmaların verilerini risk analizi yardımıyla karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla ilgili işletmede yaşanabilecek olası problemler Personel Servisi, Yeraltı-Nakliye, Zenginleştirme Tesisleri, Atölyeler, Karo Tesisleri, Sosyal Tesisler, Genel İşletme ve sondaj olmak üzere 8 ana başlık altında 200 farklı noktada incelemeler gerçekleştirilerek, değerlendirilmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Personel servisi için yedi farklı noktada incelemeler gerçekleştirilmiş olup, risk seviyesi birinde 8, diğer altı noktada ise altı olarak tespit edilmiştir. Risk analizi sırasında en yüksek risk seviyesine sahip olan "personelin çalışma alanlarına gitmek için bekledikleri servis bölgelerinin tehlikeli olması sonucu olabilecek kazalar" riski, çalışanlara gerekli eğitimler verilerek ve daha güvenli bekleme alanı tespit edilerek risk seviyesi 4'e düşürülmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir.

İlgili işletme için en yüksek risk grubuna sahip olarak görülen yeraltı ve nakliye konusunda da 96 farklı başlık altında incelenerek, bunlardan tehlike seviyesi en yüksek olarak tespit edilen; Ana galeri ve desandre gibi geçiş yollarında tahkimatın zayıflaması, direklerin, boyunduruklarının, fırçaların vs. kırılmış ve çatlamış olması neticesinde oluşabilecek taş düşmeleri ve göçükler ile personelin ciddi şekilde yaralanması, Ferelere malzeme boşaltılması sırasında fere kaçamağında olan personelin düşen malzeme ile yaralanması, Kuyuya maden direği indirileceği zaman ağaçları yüklerken personelin uzuv sıkışması sonucu yaralanması, Yeraltında başyukarı (fere) açma çalışmaları esnasında kişinin yüksekten düşmesi sonucu oluşabilecek kaza riski, Başyukarı (fere) açma çalışması yapılırken lağım makinesinin düşmesi sonucu kaza riski, Makinelerin hareketli ekipmanlarının muhafaza kapaklarının çıkarılması ile personelin o kısımlara uzuv kaptırması sonucu oluşabilecek kaza riski, Uygulanan yanlış patlatma bölgesi ateşleme prosedürleri sonucu oluşabilecek kaza riski, Haber vermeden patlatma yapma sonucu oluşabilecek kaza riski, gibi konular tolere

edilemez risk seviyeleri olarak tespit edilmiş olup, önerilen tedbirlerin alınması ile bu risk seviyelerinin de kabul edilebilinir risk seviyelerine düşürüleceği öngörülmektedir.

Bütün bu incelenen noktalar haricinde, hiçbir tehlikenin gözden kaçmaması için ocak sahası tamamen taranmış detaylı bir şekilde incelenmiş, tehlikeler ve olası riskler belirlenmiş, bunların bertaraf edilmesi için gerekli önlemler belirlenmiştir. Orta Anadolu bölgesinde yer altı yöntemi ile üretim yapan bir krom işletmesi için, genel emniyet kurallarına uyulmasının sağlanması, kişisel koruyucuların kullanılması ve gerekli eğitimlerin verilmesi ile yeniden yapılan risk değerlendirme analizlerinde risk seviyelerinin büyük çoğunluğunun kabul edilebilinir risk seviyelerine indirilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Sondaj için risk analiz tablosu

Belirlenen Tehlike	Risk Altındaki İnsanlar			Görülme Şansı (A)	Önem ve Şiddeti (B)	Risk Seviyesi (A*B)	Yapılacak Aksiyonlar	Revize Edilen Risk		
	Personel	Ziyaretçi	Halk					A	B	A*B
Sondaj Tijlerin Manevra Değişimi Sırasında Kayarak Düşmesi Sonucunda Kaza Riski	X			4	4	16	Yönergeye Uygun Korkuluklu Merdiven Yapılmalıdır. Talimatlara Uygun Davranılmalıdır.	3	4	12
Sehpanın Zemininin Mazot Ve Yağlı Olmasından Dolayı Takımı Alma Sırasında Oluşabilecek Kaza Riski	X			4	4	16	Sehpa Zemininin Sürekli Temiz Tutulup, Kişisel Koruyucuların Kullanılması Ve Güvenlik Talimatlarına Uygun Çalışılmalıdır.	3	4	12
Yakıtın Kıvılcımla Alev Alması Sonucu Yangın Çıkma Tehlikesi	X			4	4	16	Yangın Söndürücü Ekipmanlarının Her Daim Hazır Koşulda Çalışırken Bulundurulmalıdır.	3	3	9
Egzos Gazıyla Zehirlenme Riski	X			4	4	16	Çalışılan Yerlerde Gerekli Havalandırma Koşulları Sağlandıktan Sonra İşe Başlanmalıdır.	3	3	9
Yanıcı Ot, Yağ, Mazot Atık Bentonit Kimyasal Madde Torbaları Vs. Nedeniyle Yangın Çıkma İhtimali .	X			4	4	16	Çalışma Alanı Çevresi Yanıcı Maddelerden Temizlenmeli Ve Yangın Söndürücü Bulundurulmalıdır.	2	3	6
Sondaj Makinesi Çalışırken Morset Ve Tambura Temas Edilmesi Sonucu Yaralanma	X			4	4	16	İşçilere Sondaj Ve İş Güvenliği Hakkında Eğitim Verilmesi	3	4	12
Sondaj Makinesi Çalışırken Mazot İkmali Veya Bakım Yaparken Yaralanma	X			4	4	16	İşçilere Sondaj Ve İş Güvenliği Hakkında Eğitim Verilmesi Görev Tanımlarının Ve Güvenlik Talimatlarının Eğitimlerinin Verilmesi	3	3	9
Tij Boru Anahtarı İle Tutturulup Manevra Yapılarak Çözülmesi İle Yaralanma	X			4	4	16	Boru Malzemeler Emniyet Freni İle Durdurularak Morset Yavaş Yavaş Çevrilerek Açılmalıdır	3	4	12
Tij ve boru ilavelerinde oluşabilecek tehlikeler	X			4	4	16	Morset durmadan ve tamburdan aldığı hareketi ayırmadan tij ilavelerine başlanmamalıdır, sondaj ekibi acele etmeden disiplin ile ve koruyucu malzeme kullanarak manevra yapmalıdır	3	4	12
Tambur frenlerinin tutmaması sonucu halat kaymaları sonucu yaralanma	X			4	5	20	Tambur frenlerinin ıslaklığı ve kayganlığı giderilmeden manevra yapılmamalıdır	3	4	12
Sondaj alanında veya sehpa üzerine dizilmiş malzemenin düşmesi ile yaralanma	X			4	4	16	Sondajcılık eğitimi sırasında uygulamalı olarak anlatım ve koruyucu malzeme kullanımının sağlanması	3	4	12
Kulede çalışanların yüksekten düşmesi, elinden anahtar düşmesi, iniş çıkışlarda kayma ve düşme	X			4	4	16	Sondajcılık eğitimlerinde kule çalışanlarına korunma eğitimlerinin verilmesi, kule etrafında korkuluk yerleştirilmesi	3	4	12
Sondaj çamurunda kullanılan bentonit ve kimyasal maddelerden etkilenme	X			4	4	16	Eldiven ve göz koruyucu kulaklık ve koruyucu maske kullanılması ve kimyasal madde kullanımının anlatılması	3	4	12
Yeraltı sondaj makinesinde elektrik kaçağı sonucu yaralanma	X			4	5	20	Makine günlük olarak kontrol edilmeli, elektrik kaçağı olabilecek yerler elektrikçilere tamir ettirilmeli	3	5	15
Yeraltı sondaj makinesinde su havuzuna düşerek yaralanma	X			4	4	16	Su havuzunun olduğu yer tahta ile kapatılmalı ve etrafına belirleyici dikmeler ile korumaya alınmalıdır	3	4	12
Yeraltı sondaj makinesinin döner aksamlarına takılarak yaralanma	X			4	5	20	Makine panodan durdurulmadan işlem yapılmamalıdır. Gerekli ekipmanlar ile çalışılmalıdır.	2	5	10
Yeraltında aydınlatmadan oluşan kazalanma	X			4	4	16	Aydınlatma elektrikçi tarafından yapılmalı ve karanlık nokta olmamalıdır.	3	4	12
Yeraltı sondaj cebi havalandırması	X			4	4	16	Havalandırma sağlanmalı gerekirse fan tüp ile hava taşınmalı	3	4	12

KAYNAKLAR

Yaşar, S., İnal, S., Yaşar, Ö., ve Kaya, S., 2015. *Türkiye'de Meydana Gelen Maden Kazalarının İstatistiksel Olarak İncelenmesi,* Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015, 21-22 Aralık, Adana.

Güçlü, M., 2007. *OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi*, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 104s.

Gökpınar, S., 2004. *İş Güvenliğinin Boyutları,* İş Sağlığı Ve Güvenliği Dergisi, 19 20-24.

Akbulut, T. 1996. *İşçi Sağlığı Prensip ve Uygulamaları*, Sistem Yayıncılık AŞ. İstanbul 2,25-48.

Resmi Gazete, 2013. *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği,* http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/09/20130919-3.htm erişim tarihi: 17.05.2017.

Yurttaş, S., 2015. *Bir Yeraltı Krom İşletmesinde Risk Analizinin Uygulanması*, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yükseklisans Tezi, 105s.

HAVA KALİTESİ MODELLEME ÇALIŞMASINA BİR ÖRNEK: ISLAHİYE İLÇESİ/GAZİANTEP

A CASE STUDY ON AIR QUALITY MODELING: ISLAHİYE DISTRICT/GAZİANTEP REGION

M. Yıldızeli
M.O.S.K Trd. Comp., Adana

N. Yapıcı
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

H. Güneyli
Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Endüstriyel tesislerin, yer aldıkları bölgelerdeki hava kalitesi üzerindeki etkilerini görmek ve Sanayi Kaynaklı Hava Kirlenmesinin Kontrolü Yönetmeliği'nde öngörülen kriterlere uygunluğunu tespit etmek için hava kirliliği dağılım programları, ilgili karar verme konumunda kümülatif etkilerinin ortaya konmasında önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Islahiye İlçesinin faaliyetin etki alanında bulunan yerleşim yerlerine ait hava kirliliğinin kümülatif etkilerinin AERMOD hava kirliliği dağılımı programı kullanılarak modelle yapılması ve planlamada olan ocaklara ait farklı senaryolar dahilinde incelenerek çevre ve insan sağlığıyla ilgili mevcut durumun ve gelecekte oluşabilecek problemlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. AERMOD modelinde, emisyon envanterinde kirletici konsantrasyonlarını oluşturmak için emisyonlara ve meteorolojik girdi verilerine ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçla ocakta oluşacak tüm toz emisyonları hesaplanmış, modelleme çalışmaları için gerekli olan uzun dönemli meteorolojik veriler, yöredeki mevcut meteoroloji istasyonlarından sağlanmıştır. Modelleme çalışması sonucunda, oluşabilecek hava kirliliğinin farklı durumlar altında incelenmesi amaçlanmıştır. Birinci senaryoda arazi hazırlık, yol, açık ocak işletmeciliği ve kırma-eleme tesisi faaliyetine bağlı emisyonlar, ikinci senaryoda patlatmaya bağlı emisyonlar, üçüncü senaryoda ise "Kümülatif Toz Emisyonu" kapsamında toz emisyonuna sebebiyet verebilecek her tür emisyon kaynağı modellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hava Kirliliği, Hava Kalitesi Dağılım Modeli, SKHKKY.*

ABSTRACT: Air pollution distribution programs are important in bringing about cumulative effects in the relevant decision-making authority in order to determine the effects of industrial facilities on air quality in the regions where

they are located, and to detect the compliance with the criteria specified in the Regulation on the Control of Industrial Air Pollution. In this study, it is aimed to make modelling of cumulative effects of air pollution of Islahiye region using AERMOD air pollution distribution program, and to evaluate the current situation and the problems that may arise in the future, which are related to the environment and human health, by examining the quarries in the plan within different scenarios. In the AERMOD model, emissions and meteorological inputs are required to produce pollutant concentrations in the emission inventory. For this purpose, all dust emissions in the furnace are calculated and the long-range meteorological data required for modeling studies were obtained from existing meteorological stations on the site. As a result of modeling study, it is aimed to investigate possible air pollution under different conditions. In the first scenario, land preparation, road, open pit mine operation and emissions related to crushing-screening facility activity; in the second scenario, emissions due to blasting, and in the third scenario, all kinds of emission sources that can cause dust emission within the scope of "Cumulative Dust Emission" were modeled.

Keywords: *Air pollution, Air quality dispersion model, SKHKKY.*

1. GİRİŞ

Hava kirliliği; Ekolojik dengeyi bozan, insan sağlığını ve canlı hayatını olumsuz bir şekilde etkileyen insanların çeşitli tüketim aktiviteleri ve ekonomik faaliyetler sonucu, yapay yollarla havanın bileşimindeki maddelerin normalin üzerinde yoğunluğa ve miktara ulaşması ile havanın doğal bileşiminin bozulmasıdır (Ay vd., 2010.

Endüstriyel veya diğer kaynaklardan meydana gelen kirleticilerin sağlık ve çevre üzerindeki etkilerini ölçebilmek ve tanımlayabilmek için hava kirliliği modelleme sistemleri kullanılabilmektedir. Birçok özelleşmiş dağılım modeli bulunmakta olup bu modeller emisyonların kaynağından kilometrelerce uzaklığa kadar değişimlerini modelleyebilmektedir. Dağılım modelleri, atmosfer olaylarını, hava kirleticilerinin atmosferdeki fiziksel ve kimyasal hareketlerini, reaksiyonlarını, bozunmalarını ve konsantrasyonlarını matematiksel olarak hesaplayabilmektedirler. Hava kirliliği dağılım modellemeleri uygulanırken, hava kirleticilerinin atmosfer içerisinde dağılımının nasıl olduğu, matematiksel

olarak simüle edilebilmektedir. Burada yapılan işlem, geliştirilen bilgisayar programları ile kirleticilerin matematiksel eşitliklerinin ve algoritmaların çözülmesidir. Tüm bunları yaparken kaynak bilgiler, tüm emisyon bilgileri, meteorolojik, yeryüzü şekilleri gibi parametreler de kullanılmaktadır (Demirarslan vd., 2008).

2. MALZEME VE YÖNTEM

Hava kalitesi modelleme çalışmaları, lisanslı olarak kullanılmakta olan "Lakes Environmental AERMOD View" dağılım modeli vasıtasıyla yürütülmüştür. Model, zaman içerisinde değişen gerçek zaman verilerini baz alarak saatlik, günlük ve yıllık YSK değerlerini tahmin edebilen en gelişmiş bilgisayar modellerinden birisidir. İzole bacalardan kaçak kirleticilere kadar değişik (nokta, hacim, alan) pek çok farklı yayılım modeli hesaplamasını bünyesinde barındırmakta, ayrıca herhangi bir endüstri bölgesindeki kaynaklardan çıkan kirleticilerin uğrayabileceği aerodinamik dalgalar, türbülans ve benzeri olayları da göz önüne almaktadır.

AERMOD View modeli, kullanıcı tarafından tanımlanan bir ağ sisteminde çalışmakta, hesaplar ağ sistemini oluşturan her bir alıcı ortam elemanının köşe noktaları için yapılmaktadır. AERMOD View modelinin kullanıldığı ağ sistemi, polar veya kartezyen olarak tanımlanabilmekte, ayrıca ağ sistemi dışında da ayrık alıcı noktalar belirlenerek, bu noktalarda daha detaylı hesaplar yapılabilmektedir. Yayılım hesaplarında Pasquill kararlılık sınıfı kullanılmaktadır. Modelde engebeli araziyi göz önüne almak için de bir seçenek bulunmaktadır. AERMOD View modeli aşağıda belirtilen dört değişik veri türünü kullanmaktadır;

- Rüzgâr yönü, rüzgâr hızı, sıcaklık, Pasquill kararlılık sınıfı, karışma yüksekliği, (kullanıcının seçimine bağlı) rüzgâr profili eksponenti ile potansiyel dikey sıcaklık farkını içeren saatlik meteorolojik veri seti,

- Alıcı ortam olarak tanımlanan ağ sistemindeki her bir elemanın koordinatları ve yüksekliği,
- Kullanıcı tarafından tespit edilen bir başlangıç noktasına göre belirlenen kaynak koordinatları, kaynak yüksekliği, çapı, kirletici hızı, sıcaklığı ve debisini içeren kaynak verileri,
- Modelde ayrıca, kullanıcının opsiyonuna bağlı birçok program kontrol parametresi bulunmaktadır.

Model çıktıları, inceleme alanının bütünü için dağılım haritaları hazırlanmasına olanak tanıyacak yapıdadır. Böylelikle, yörenin hava kalitesini değişik senaryolar (ör. değişik arıtma koşulları, farklı kirletici kaynaklar veya değişen mevsimsel şartlar) altında değerlendirmek mümkün olmaktadır.

Gaz ve toz halindeki kirleticilerin ortam havasındaki konsantrasyonlarının matematiksel hesaplamalar yoluyla tahmin edilmesini sağlayan modelleme çalışması aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır:

- Kaynaklara ait "Dağılım Bölgesi" belirlenir,
- Bu dağılım bölgesi 1000 m×1000 m ebadında karelere ayrılır; enlem, boylam ve yükseklik bilgileri temin edilir. Karelerin köşe noktaları, tepe noktalarıdır,
- Kirletici kaynaklara ait bilgiler belirlenir,
- Temsili bir yıla ait saatlik meteoroloji verileri temin edilir.

Mevcut mevzuata göre sonuçların değerlendirilebilmesi için kullanılan kaynak 03.07.2009 tarih ve 27277 sayı ile Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren ve en son 20.12.2014 tarih ve 29211 sayı ile değişiklik yapılan "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü (SKHKK) Yönetmeliğidir. Modelleme sonuçları 2024 yılı ve sonrası için verilen PM10 ve Çöken Toz değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma, 25.11.2014 tarihli ve 29186 Sayılı (Değişik**:** RG-26/5/2017-30077) Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne tabi olan ve kütlesel debileri hesaplanan, IV.

Grup Gaziantep İli, Islahiye İlçesi, Yeniceli Köyü, Çakmak Mahallesi sınırları dahilinde 119,42 ha'lık İşletme Ruhsatlı sahasını kapsamaktadır. Hava kalitesi modelleme çalışması ile tesis etki alanı içerisindeki Hava Kirlenmesine Katkı Değeri (HKKD) ile hava kalitesi değerleri hesaplanmış ve ilgili sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Modelleme çalışmalarından elde edilen sonuçlar 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)" (Değişik: RG-05/05/2009-27219) uyarınca değerlendirilmiştir.

2.1. Modelleme Senaryoları

Modelleme çalışması sonucunda oluşabilecek hava kirliliğinin farklı durumlar altında incelenmesi amaçlanmıştır.

2.1.1.Senaryo 1

Birinci senaryoda Mevcut Kapasite Maden Ocak işletmeciliği ve Patlatma işlemlerine bağlı emisyonlar tek başına modellenmiştir.

2.1.2. Senaryo 2

İkinci senaryoda "Kümülatif Toz Emisyonu" kapsamında İlave Kapasite Maden Ocak İşletmeciliği (açık-kapalı maden{arazi hazırlık, yol-nakliye, depolama dahil} ocak işletmeciliğine bağlı faaliyetlerinden kaynaklı toz emisyonuna sebebiyet verebilecek her tür emisyon kaynağı modellenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Modelleme Çalışmaları Kapsamında Kullanılan Senaryolarda Yer Alan Emisyon Kaynakları

Senaryo	Mevcut Kapasite Maden Ocak İşletmeciliği	Patlatma	İlave Kapasite Maden Ocak İşletmeciliği
1	X	X	
2	X	X	X

Yapılan hesaplamalar sonucunda gerçekleştirilen senaryo dahilinde en yakın yerleşim birimlerinde meydana gelecek PM10 ve çöken toz konsantrasyonları yönetmelikte verilen sınır değerleri sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. SKHKK Yönetmeliği Tesis Etki Alanında Sınır Değerler (Tablo Ek-2.2)

Parametre	Periyot	Yıl						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019-2023	2024 ve sonrası
PM10 (µg/m^3)	24 Saatlik (KVS)	100	90	80	70	60	50	50
	Yıllık (UVS)	60	56	52	48	44	40	40
Çöken Toz (mg/{m^2-gün})	Aylık (KVS)	390	390	390	390	390	390	390
	Yıllık (UVS)	210	210	210	210	210	210	210

2.2. Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler

Modelleme çalışmaları ile gerçekleştirilmesi planlanan Madencilik faaliyeti sırasında atmosfere atılacak kirleticilerin (PM) belirlenen çalışma alanı içinde, mevcut meteorolojik koşullar altında ne şekilde yayılacağı ve bu yayılma sonucunda söz konusu kirleticilerin yaratacağı muhtemel yer seviyesi konsantrasyon (YSK) değerleri incelenmiştir.

2.2.1. Yayılım Modelinin Tanımı

"Lakes Environmental AERMOD View" dağılım modeli vasıtasıyla yürütülmüştür. Model, zaman içerisinde değişen gerçek zaman verilerini baz alarak saatlik, günlük ve yıllık YSK değerlerini tahmin edebilen en gelişmiş bilgisayar modellerinden birisidir.

2.2.2.Meteorolojik Veri Seti

Modelleme çalışmaları için gerekli olan uzun dönemli meteorolojik veriler, yöredeki mevcut meteoroloji istasyonlarından sağlanmaktadır. Bu çalışmada, gerekli meteorolojik veri setlerinin, Kilis Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilmesi uygun bulunmuş ve bu istasyona ait meteorolojik veriler modelleme çalışmaları sırasında kullanılmıştır. Ayrıca atmosferik karışım yüksekliği ve bu parametreye ait veriler proje sahasına yakın olan Kilis Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilmiştir.

2.2.3.Kaynak Parametreleri

Tesisten kaynaklanacak başlıca emisyonlar üretim aşamasında meydana gelmesi muhtemel toz emisyonları olacaktır. Modelleme çalışmalarında, Madencilik faaliyetinden kaynaklanacak emisyonlar göz önünde bulundurulmuştur. Modelleme ile çalışma alanında tesisten kaynaklanması muhtemel YSK değerleri belirlenmiş ve HKDYY'de belirtilen standartlar ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hava kalitesi modelleme çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur. Modelleme sonuçları 2024 yılı ve sonrası için verilen PM10 ve Çöken Toz değerleri ile karşılaştırılmıştır. Faaliyetlere ait emisyon bilgileri Çizelge 3'de özet olarak verilmiştir. Çalışmalar kontrollü olarak yapılacağından, modelleme çalışmasında "Kontrolsüz Durum" emisyonları kullanılmıştır.

3.1. Partiküler Madde (Pm10) Emisyonları

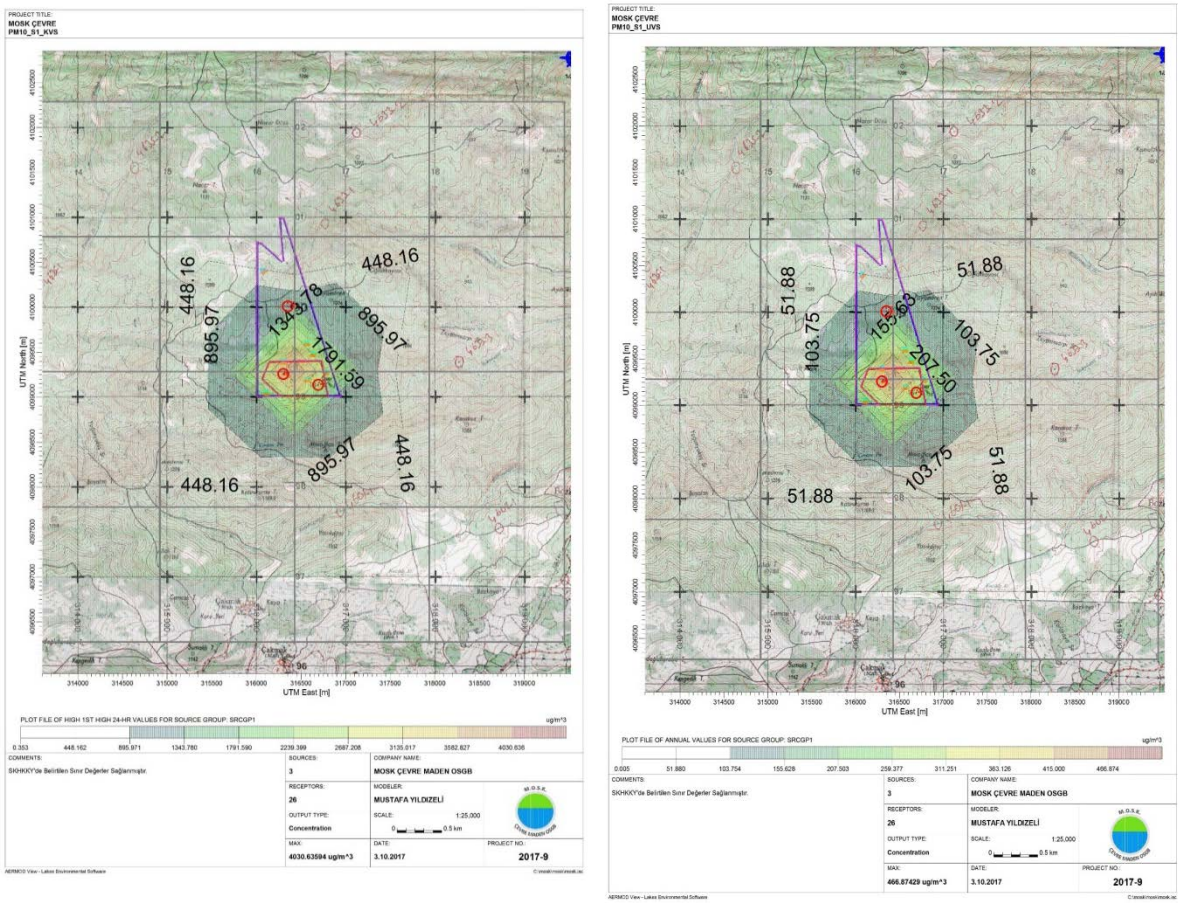
Senaryo 1 - Partiküler Madde (Pm10) Dağılımı – Kvd (Günlük-Uvd (Yıllık): Modelleme sonucu çalışma alanı (ÇED izin alanı) içerisinde bulunan koordinatlarda varsa çıkan en yüksek ve en yakın yerleşimlerdeki ve hassas alanlardaki değerler Çizelge 4, Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 3. Toz Emisyon Kaynakları ve Kümülatif Toz Emisyon Miktarı

	Toz Oluşum Kaynakları	Kontrolsüz Üretimde Oluşan Toz Miktarı (kg/sa)	Kontrollü Üretimde Oluşan Toz Miktarı (kg/sa)
Üretim+Hafriyat	**MEVCUT ÇED KAPSAMINDA**		
	Üretim	0,374	0,187
	Yüklenme	0,150	0,075
	Nakliye	0,210	0,105
	Boşaltma	0,150	0,075
	Stoklama	28,28	14,14
	Cevherin Yüklenmesi	0,042	0,021
	Cevherin Nakliyesi (Stabilize Yol)	1,4	0,70
	Toplam	**30,61**	**15,30**
	Patlatma	**345,6**	
	TALEP EDİLEN İLAVE ÇED KAPSAMINDA		
Bitkisel Toprak	**Sökme**	0,005625	0,0028125
	Yükleme	0,00225	0,001125
	Nakliye	0,035	0,0175
	Boşaltma	0,00225	0,001125
	Depolama	0,029	0,0145
Pasa	**Sökme**	Yeraltı faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilecek pasa sökme işlemleri sırasında galeri dışında dışa dönük herhangi bir toz emisyonu söz konusu olmayacak olup oluşan tozun tamamı galeri içerisinde çökecektir.	
	Yükleme	0,0025	0,00125
	Nakliye	0,0044	0,0022
	Boşaltma	0,0025	0,00125
	Depolama	0,1916175	0,09580875
Ocak	**Sökme**	Yeraltı faaliyetleri sırasında dışarıda herhangi bir faaliyet olmayacağından üretimden kaynaklı dışa dönük bir emisyon oluşmayacaktır. Yeraltı faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilecek cevher sökme işlemleri sırasında galeri dışında dışa dönük herhangi bir toz emisyonu söz konusu olmayacak olup oluşan tozun tamamı galeri içerisinde çökecektir.	
	Yükleme	0,05	0,025
	Nakliye	0,175	0,0875
	Boşaltma	Yeraltından çıkarılan cevher herhangi bir depolama gerçekleştirilmeksizin satış için nakledilecektir.	
	Depolama		
	Toplam	**0,500143**	**0,250071**
	Patlatma	Yeraltı faaliyetleri sırasında dışarıda herhangi bir faaliyet olmayacağından üretimden kaynaklı dışa dönük bir emisyon oluşmayacaktır. Yeraltı faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilecek patlatma işlemleri sırasında galeri dışında dışa dönük herhangi bir toz emisyonu söz konusu olmayacak olup oluşan tozun tamamı galeri içerisinde çökecektir.	
	Kümülatif Toplam	**31,110143**	**15,550071**

Çizelge 4. Senaryo 1 Faaliyetlerinden Kaynaklı Günlük –Yıllık En Yüksek Toz Emisyonu Değerleri (µg/m^3)

Sıra No	Y	X	Toz Emisyonu	
			KVD (Günlük)	UVD (Yıllık)
Çakmak Mahallesi En Yakın Konut	315954.000	4096774.000	1.93845	0.04367



KVD (Günlük) UVD (Yıllık)

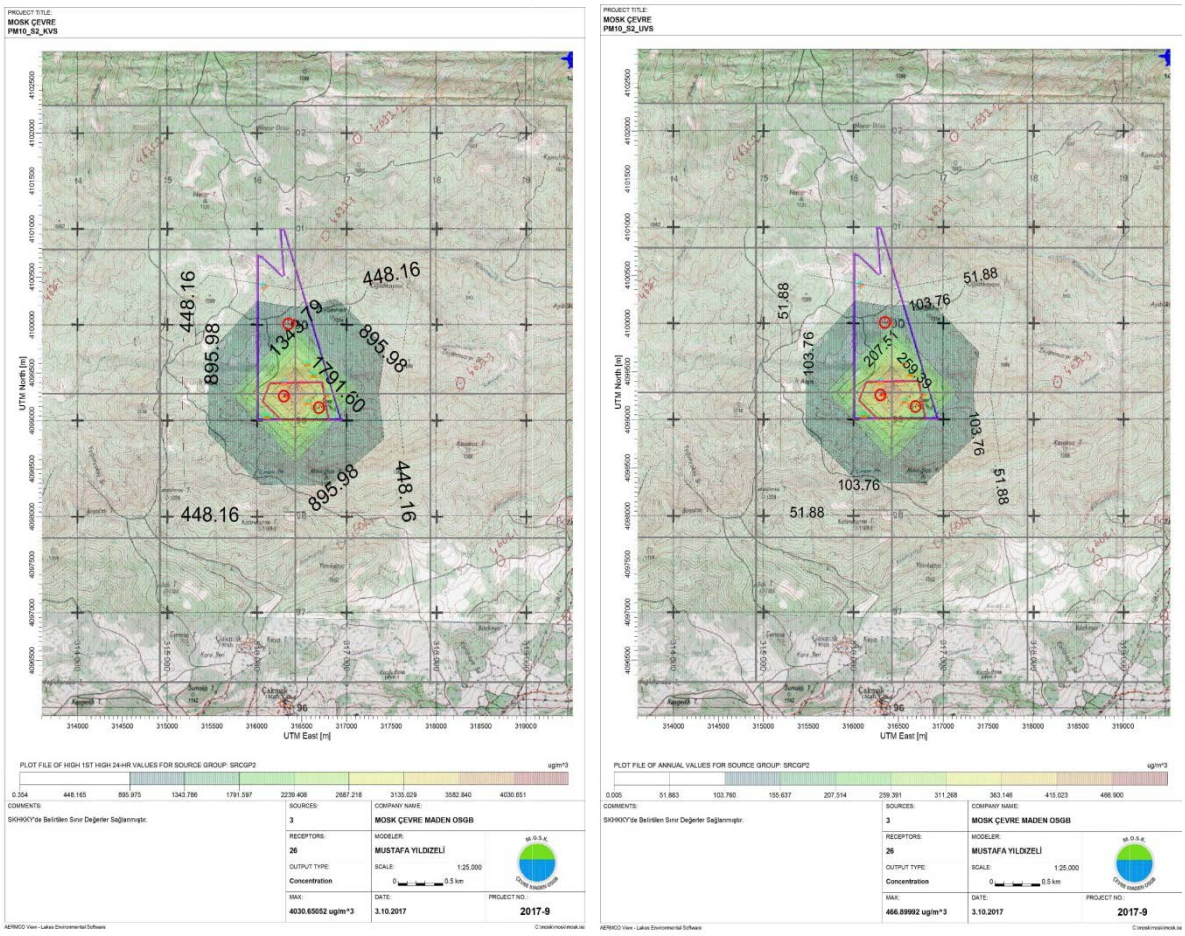
Şekil 1. Senaryo 1 Üretim Faaliyetlerinden Kaynaklı Günlük (KVD-UVD) En Yüksek Toz Emisyonu Değerlerinin (µg/m^3) Topoğrafik Harita Üzerinde Gösterilmesi

Senaryo 2 - Partiküler Madde (Pm10) Dağılımı- Kvd (Günlük - Uvd (Yıllık): Modelleme sonucu çalışma alanı (ÇED izin alanı) içerisinde bulunan koordinatlarda varsa çıkan en yüksek değerler ve en yakın yerleşimlerdeki ve hassas alanlardaki değerler verilmiştir (Çizelge 5, Şekil 2).

Modelleme alanında yukarıda verilen emisyon kaynaklarından başka kirletici kaynak bulunmamaktadır.

Çizelge 5. Senaryo 2 Faaliyetlerinden Kaynaklı Günlük –Yıllık En Yüksek Toz Emisyonu Değerleri (µg/m^3)

Sıra No	Y	X	Toz Emisyonu	
			KVD (Günlük)	UVD (Yıllık)
Çakmak Mahallesi En Yakın Konut	315954.000	4096774.000	1.95418	0.04401



KVD (Günlük) UVD (Yıllık)

Şekil 2. Senaryo 2 Üretim Faaliyetlerinden Kaynaklı (KVD-UVD) En Yüksek Toz Emisyonu Değerlerinin (µg/m^3) Topoğrafik Harita Üzerinde Gösterilmesi

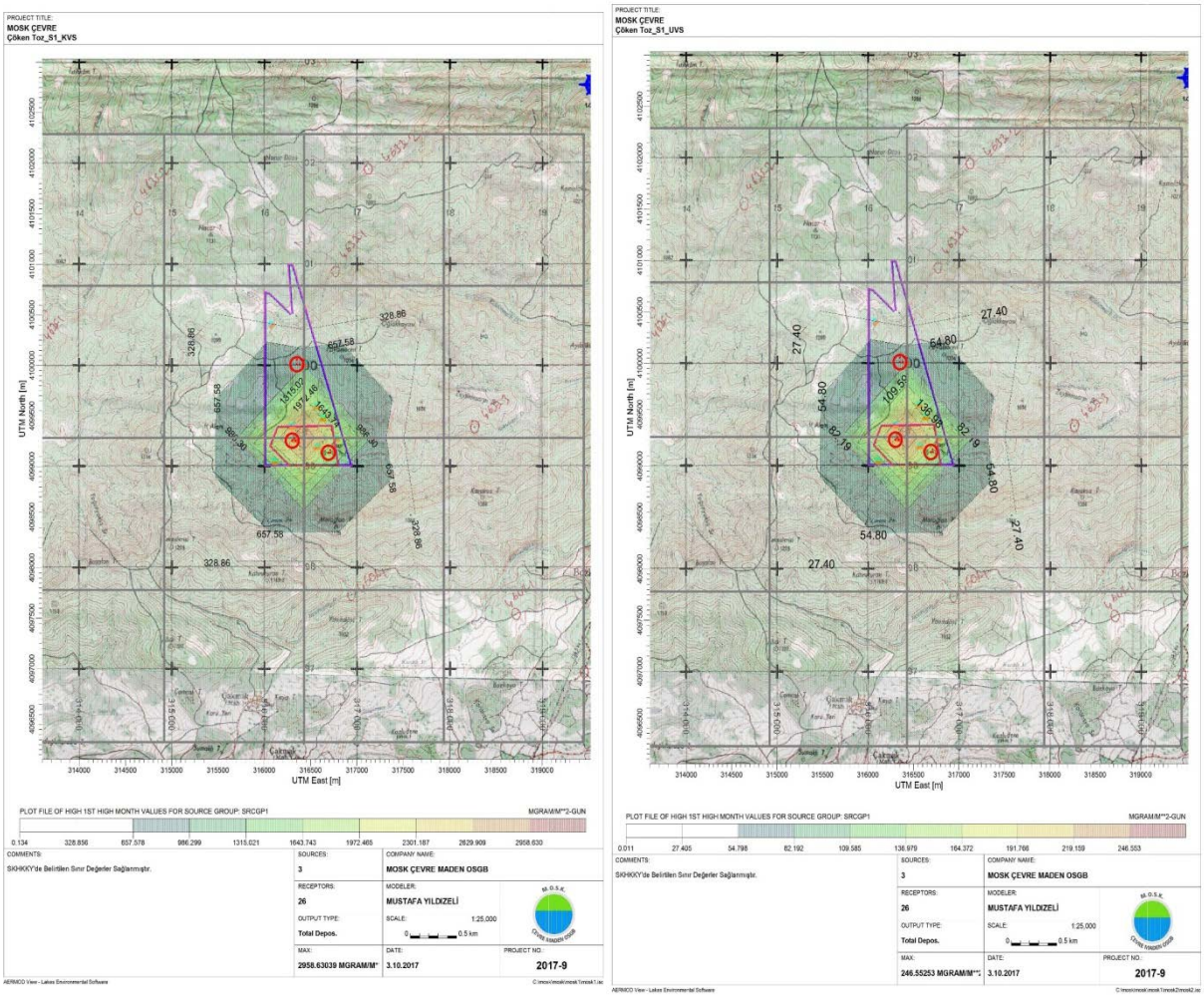
ÇÖKEN TOZ KONSANTRASYONLARI

SENARYO 1 – AYLIK-YILLIK ÇÖKEN TOZ DAĞILIMI – KVD-UVD

Çıkan en yüksek değerler ve en yakın yerleşimlerdeki ve hassas alanlardaki değerler Çizelge 6, Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 6. Senaryo 1 Faaliyetlerinden Kaynaklı Aylık (KVD)- Yıllık (UVD)En Yüksek Çöken Toz Emisyonu Değerleri {mg/(m^2-gün)}

Sıra No	Y	X	Toz Emisyonu	
			KVD (Aylık)	UVD (Yıllık)
Çakmak Mahallesi	315954.000	4096774.000	0.38219	0.03185



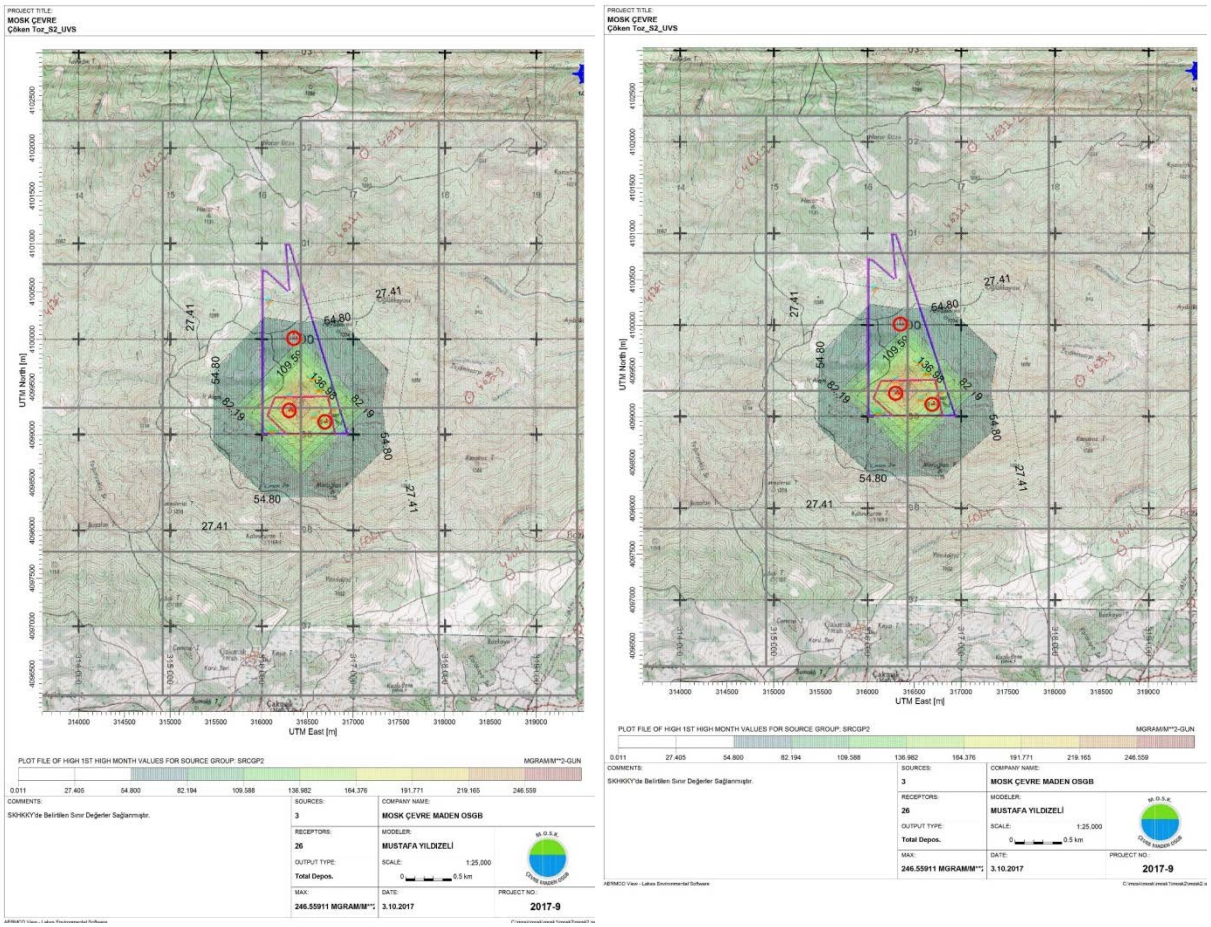
Aylık (KVD) Yıllık (UVD)

Şekil 3. Senaryo 1 Faaliyetlerinden Kaynaklı En Yüksek Çöken Toz Emisyonu Değerlerinin {mg/(m^2-gün)} Gösterilmesi

Senaryo 2 - Aylık-Yıllık Çöken Toz Dağılımı – Kvd-Uvd: Çıkan en yüksek değerler ve en yakın yerleşimlerdeki ve hassas alanlardaki değerler Çizelge 7, Şekil 4'de verilmiştir.

Çizelge 7. Senaryo 2 Faaliyetlerinden Kaynaklı Aylık (KVD)- Yıllık (UVD)En Yüksek Çöken Toz Emisyonu Değerleri {mg/(m^2-gün)}

Sıra No	Y	X	Toz Emisyonu	
			KVD (Aylık)	UVD (Yıllık)
Çakmak Mahallesi En Yakın Konut	315954.000	4096774.000	0.38393	0.03199



Aylık (KVD) Yıllık (UVD)

Şekil 4. Senaryo 2 Faaliyetlerinden Kaynaklı En Yüksek Çöken Toz Emisyonu Değerlerinin {mg/(m^2-gün)} Gösterilmesi

3.2. HAVA KALİTESİ STANDARTLARI

06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği" (05.05.2009 tarih ve 27219 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik") Ek-1 Limit Değerler, Hedef Değerler, Uzun Vadeli Hedefler,

Değerlendirme Eşikleri, Bilgilendirme ve Uyarı Eşikleri, B) Limit değerler, değerlendirme ve uyarı eşikleri tablosunda "bir yılda 35 defadan fazla aşılamaz" denilmekte olup bir yıl içinde Senaryo 2'de (Kümülatif) çalışma alanı (ÇED izin alanı) içerisinde ve en yakın yerleşim birimi olarak kabul edilen ÇED izin alanının güney yönünde 2,3 km mesafede bulunan Çakmak Mahallesine bağlı evlerde günlük PM10 (KVD) sınır değeri olan 50 μg/m^3 değerinin aşımı söz konusu değildir. Çalışmaların sonuçlarına göre en yakın yerleşim yerlerinde hesaplanan emisyon değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre: PM10 toz konsantrasyonları; Senaryo 2'de (Kümülatif) çalışma alanı (ÇED izin alanı) içerisinde ve en yakın yerleşim birimi olarak kabul edilen ÇED izin alanının güney yönünde 2,3 km mesafede bulunan Çakmak Mahallesine bağlı evlerde yönetmelikte belirtilen 50 μg/m^3 sınır değerinin aşımı söz konusu değildir. Buradan da anlaşılacağı üzere konsantrasyonların görüldüğü yerler çalışma sahası içinde, faaliyetin en yoğun olduğu bölgede kalmaktadır.

4. MODELLEME ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Normal Koşullar; Tesis etki alanında SKHKKY, Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Uzun Vadeli, Kısa Vadeli Sınır Değerler ve Kademeli Azaltım Tablosu'nda belirtilen havada asılı partikül madde genel bölgeler için; UVS için 40 μg/m^3, KVS için 50 μg/m^3 değerlerinin altında olması gerektiği belirtilmiştir.

Yer Seviyesindeki PM10 Konsantrasyonları; Tesis etki alanında SKHKKY, Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Uzun Vadeli, Kısa Vadeli Sınır Değerler ve Kademeli Azaltım Tablosu'nda belirtilen çöken toz için; UVS için 210 μg/(m^2-gün), KVS için 390 μg/(m^2-gün) değerlerinin altında olması gerektiği belirtilmiştir. Havada asılı partiküller ve Çöken toz emisyonu için etkin yöne göre konsantrasyon değeri, kontrollü ve kontrolsüz üretim esnasında en yakın yerleşim birimlerinde oluşacak toz emisyonu yönetmelikte belirtilen sınır

değerlerin altında kalması sağlanacak olup çalışmalar süresince toz emisyonlarını azaltmak için tüm önleyici tedbirler alınmalıdır.

Çizelge 8. Madencilik Faaliyetleri Kapsamında Hesaplanan Proje Etki Alanındaki Yakın Yerleşim Birimlerinde ve Çalışma Alanı İçerisinde PM10 ve Çöken Toz Parametreleri İçin Hesaplanan En Yüksek Konsantrasyon Değerlerine ait KV ve UV Değerleri ile SKHKK Yönetmeliği Sınır Değerleri Karşılaştırma Tablosu

YER	KONTROLSUZ ŞARTLAR (SENARYO 1)				KUMULATİF (SENARYO 2)			
	PM10		ÇÖKEN TOZ		PM10		ÇÖKEN TOZ	
	KVD GUNLUK (%90,41)	UVD YILLIK	KVD AYLIK (MAKSIMUM)	UVD YILLIK	KVD GUNLUK (%90,41)	UVD YILLIK	KVD AYLIK (MAKSIMUM)	UVD YILLIK
Çakmak Mahallesi En Yakın Konut Y:315954.000 X:4096774.000	1.93845	0.04367	0.38219	0.03185	1.95418	0.04401	0.38393	0.03199
SKHKK YÖNETMELİĞİ EK-2; Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi Sınır Değerleri	24 saatlik (bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz) 50 µg/m^3	Yıllık 40 µg/m^3	KVS 390 mg/(m^2-gün)	UVS 210 mg/(m^2-gün)	24 saatlik (bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz) 50 µg/m^3	Yıllık 40 µg/m^3	KVS 390 mg/(m^2-gün)	UVS 210 mg/(m^2-gün)

SENARYO 1: Açık-Kapalı Maden Ocak İşletmeciliği, Patlatma
SENARYO 2: Açık-Kapalı Maden Ocak İşletmeciliği, Patlatma, İlave Kapasite Maden Ocak İşletmeciliği

Toz kaynaklarından neden olan emisyonlarda; işletme aşamasında kontrollü ve kontrolsüz çalışma esnasında ve patlatma esnasında PM10 ve çöken toz parametreleri için sınır değerleri sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Ay, E. F., Balta, M., Çolak, M.., Semercioğlu, H., 2010. *Hava Kirliliği ve Modellemesi,* Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü Sakarya

Demirarslan, O., Çetin, Ş., Savaş, A., 2008. *Hava Kirliliği Belirlemelerinde Modelleme Yaklaşimi ve Modelleme Aşamasinda Karşilaşilabilecek Sorunlar*, Çevre Sorunları Sempozyumu,322-334 Kocaeli-2008

Sanayi Kaynakli Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2014. Ankara

HKDYY, 2008. *Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği*, Ankara

MADEN MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARLARINDA OLUŞABİLECEK BAZI RİSKLERİN BELİRLENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

DETERMINATION OF SOME DANGERS TO BE CREATED IN MINING ENGINEERING LABORATORIES AND SUGGESTION FOR THE SOLUTIONS

T. Ağaçayak, H. Özşen
Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

Y. Ağaçayak
Kimyager, C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Konya

ÖZ: İş sağlığı ve güvenliği; çalışanların işyerinde maruz kaldığı olumsuz koşulların sebebiyet verdiği sağlık sorunlarını belirlemek, meydana gelen riskleri en aza indirmek, oluşabilecek tehlikeler hakkında bilgilendirmek ve olumsuzlukları azaltmak için çözüm önerileri sunan bir bilim dalıdır. Çalışma ortamına, kullanılan tekniklere ve iş ekipmanlarına bağlı olarak farklı tehlike ve riskler ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada, Maden laboratuvarlarında oluşabilecek belli başlı tehlikeler hakkında bilgiler verilmiştir. Laboratuvar ortamında oluşabilecek kazaları azaltmak için çözüm önerileri sunulmuştur. Risk analizi sonucunda, kimyasalların kullanımı ve depolanmasından kaynaklı riskler, ortamdaki gürültü, toz ve titreşim riski, döner aksamlardan ve keskin yüzeylerden kaynaklı riskler yüksek riskler olarak tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maden Mühendisliği Laboratuvarı, İş Sağlığı ve Güvenliği, Risk, Tehlike.

ABSTRACT: *Occupational health and safety is a scientific discipline which suggests solutions for determining the health problems caused by poor conditions that the employees are exposed in the workplace, minimizing the risk occurred, informing about the possible dangers and decreasing negativities. Different dangers and risks can take place depending on the work environment, the techniques used and the work equipment. In this study, information about the certain hazards that may arise in the mining laboratories is given. Suggestions for the solution are presented to reduce accidents that can occur in the laboratory. As a result of the risk analysis, the risks arising from the use and storage of the chemicals, the noise from the environment, the risk of dust and vibration, the rotating parts and the sharp surfaces are defined as high risks.*

Keywords: *Mining Engineering Laboratory, Occupational Health and Safety, Risk, Danger.*

1. GİRİŞ

İnsanlar, günlük yaşamda farklı farklı risklere maruz kalabilmektedirler. Özellikle çalışma hayatına başlanması ile birlikte iş kazaları, meslek hastalıkları ve tehlikeler ortaya çıkmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda sanayileşmenin artması ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte işyerlerinde çalışan kişilerin iş kazaları ve meslek hastalıklarından korunması daha önemli hale gelmiştir (Altın ve Taşdemir, 2017).

Ortaya çıkan tehlikeler iş verimini azalttığı gibi işletmeyi olumsuz etkilemekte ve olası kazaları da ortaya çıkarmaktadır. İş kazalarının maddi ve manevi kayıplarla sonuçlanması, bu kazaların artması, kayıpların oluşması, insanları yeni çözüm yolları bulmaya ve iş güvenliği kültürü oluşturulmasının sağlanmasına sevk etmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri sayesinde kişilerin daha huzurlu ve sağlıklı ortamda çalışmaları sağlanmaktadır. Bu nedenle, çalışma ortamında oluşan olumsuzluklar göz önünde bulundurularak çalışma düzenini ve koşullarını kapsayan birtakım kurallar ve kanunlar yürürlüğe konmuştur. Yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda "işçi sağlığı ve iş güvenliği" kavramı doğmuş ve konuya bilimsel olarak yaklaşılmaya başlanmıştır (Karaman vd., 2011).

Genel olarak, İş Sağlığı ve Güvenliği çalışmalarının büyük bir kısmını eğitim oluşturmaktadır. Eğitim birtakım bilgilerin gerekli kişilere ulaştırılması olmayıp; politika, planlama, organizasyon, finansman ve kontrol unsurlarını içeren dinamik bir süreçtir. Özellikle, eğitimin başarılı olabilmesi için her aşamasına ilgili tüm tarafların katılımının sağlanması ve kararlılıkla uygulanması gerekmektedir (Yılmaz, 2007).

Güvenli çalışma ortamının sağlanması ve laboratuvarlarda çalışanların tehlikelerden korunması için çalışanların; laboratuvar güvenliği, kazalar ve kimyasallarla ilgili gerekli eğitimleri alması gerekmektedir (Karabulut, 2016).

Özellikle yapılan çalışmalarda, işyeri koşulları, makine ve teçhizat, kullanılan hammaddeler ve kimyasallar, insan ve yönetimsel kaynaklı tehlikeler dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehlikeye sokabilecek tüm unsurların belirlenmesi, değerlendirilmesi, risk olabilecek unsurların kontrol altına alınması asıl amaç olarak belirlenmektedir.

Risk oluşturabilecek bu unsurların kontrol altına alınması için, önleyici ve koruyucu bir takım kontrol tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Bu önleyici ve koruyucu tedbirler belirli bir düzen ve sıra ile gerçekleştirilmelidir. İlk olarak, tehlike ve risk eliminasyonunun yapılması; ikinci olarak ise, Mühendislik kontrolleri ya da organizasyon tedbirleri kullanılarak, kaynağında tehlike ve risk kontrolünün sağlanması, en son ise yönetim kontrol tedbirlerini içine alan emniyetli çalışma sistemleri ile tehlike ve riskin en aza indirilmesi ve ortak tedbirlerle kontrol edilemeyen tehlike ve risklerin olduğu yerlerde ise kişisel koruyucu donanımların temin edilmesidir (Kuzumoğlu, 2005).

Bu çalışmada, Maden laboratuvarlarında oluşabilecek belli başlı tehlikeler bir örnek ile tanımlanmış, tehlike kaynakları ve faaliyet sırasında oluşabilecek riskler belirlenmiştir. Daha sonra, laboratuvar ortamında oluşabilecek olası istenmeyen sonuçlar hakkında bilgiler verilerek, olumsuzlukları azaltmak için gerekli çözüm önerileri sunulmuştur.

2.MADEN MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARLARINDA KARŞILAŞILAN BAZI RİSKLER

2.1. Risklerin Tanımlanması

Madencilik sektöründe; yer altı ve yer üstü arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları gibi riskli çalışma alanları bulunmaktadır. Bu çalışma alanlarından bir tanesi olan Üniversite laboratuvarları, araştırma ve eğitim amaçlı kurulmuş

laboratuvarlar olup, cevher hazırlama ve zenginleştirme, maden işletme, kırma öğütme (Numune hazırlama) laboratuvarları ve çalışma ofisi kısımlarından oluşmaktadır. Maden Mühendisliği laboratuvarında anabilim dallarına bağlı olarak bazı proje, deney ve analiz hizmetleri sunulmaktadır. Maden İşletme Laboratuvarlarında, doğal yapıtaşı- agrega deneyleri, kaya maddesine ait mekanik davranışların belirlenmesi, kayaç kesilebilirliği ve kazılabilirliği tayini, kaya mekaniği deneyleri, kaya kütle sınıflaması vb.; Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme laboratuvarında kömür analizi, cevher ve endüstriyel hammaddeler için element analiz tayinleri, flotasyon, flokülasyon, gravite yöntemleri, manyetik ayırma ve kimyasal zenginleştirme gibi cevher zenginleştirme deneyleri, kırma öğütme laboratuvarında (numune hazırlama) ise kırma-öğütme, eleme işlemleri, öğütebilirlik testleri, tane boyutu analizi, blok ve karot kesme-düzeltme işlemleri yapılmaktadır.

İş yerlerinde tehlikelerden doğabilecek risklerin belirlenebilmesi için olası tüm tehlikelerin eksiksiz bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Tehlike tanımlanmasında özellikle iş yeri bölümlere ayrılmalı ve her bir bölümdeki tehlikeler ayrı ayrı belirlenmelidir. Bu bölümde, Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarları örnek olarak verilmiştir. Bunlar, 4 bölüme ayrılmış olup, bazı belirlenmiş olan tehlikeler tanımlanmıştır. Aşağıdaki Çizelge 1'de Maden Mühendisliği laboratuvarları örneğinde tanımlanan bazı tehlike ve riskler verilmiştir.

2.2. Olası Risklerin Belirlenmesi, Değerlendirilmesi ve Önerilen Kontrol Tedbirleri

Çalışma ortamında, tespit edilmiş olan tehlikelerin titizlikle incelenip bu tehlikelerden kaynaklı oluşabilecek riskler belirlenebilmektedir. Bu risklerin hangi sıklıkla oluşabileceği bu risklerden kimlerin, nasıl ve ne şekilde etkileneceği belirlenmektedir. Ayrıca, bu risklerin büyüklükleri belirlenip kabul edilebilir olup olmadıklarına karar verilmektedir. Bu işlemler yapılırken mevcut

olan düzeltici ve önleyici kontrol tedbirlerinin etkisinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sonuç olarak, risk değerlendirmesi faaliyetleri; tehlikelerin tanınması, risklerin önceden belirlenmesi, çalışanlar için güvenli bir ortam sağlanması, olası iş kazalarının önlenmesi, iş kalitesinin ve veriminin artırılması, oluşabilecek acil durumlara hazır olma, çalışma ortamında sorumlulukların belirlenmesi ve görev paylaşımı konularında faydalar sağladığı göz ardı edilmemelidir (Yılmaz, 2009).

Çizelge 1. Maden laboratuvarı örneğinde tanımlanan bazı tehlikeler.

Bölüm Adı	**Tehlike Kaynağı**	**Tehlikeler**
Cevher Zenginleştirme Laboratuvarı	İşyeri binası	C01. Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler
	Makine ve ekipmanlar	C02. Elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlar
		C03. Basınçla gaz yakan cihazlar ve tüpler
		C04. Gürültü, titreşim ve toz
		C05. Döner aksamalar ve keskin yüzeyler
		C06. Isıtma için kullanılan ekipmanlar ve sıcak yüzeyler
		C07. Acil durum düğmesinin bulunmaması
	Hammadde ve malzemeler	C08. Kullanılan kimyasal reaktifler
		C09. Sıcak su, yağ ve sıcak cisimler
		C10. Kimyasalların, depolama şartlarına uyulmaması
		C11. Cam laboratuvar malzemelerinin kullanımı
		C12. Yanıcı ve patlayıcı malzemeler
		C13. Kırılan veya kesilen numune parçasının sıçraması
	Çalışma ortamı	C14. Termal konforun uygun olmaması
		C15. Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma
		C16. Hijyenik ortamın olmaması
	Çalışma yöntemleri	C17. Elle yük kaldırma taşıma
		C18. Kimyasallar kullanılırken uygun metod kullanılmaması
	Diğer tehlikeler	C19. Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması
		C20. Kullanım talimatlarının bulunmaması ve/veya uyulmaması
Maden İşletme Laboratuvarı	İşyeri binası	M01. Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler
	Makine ve ekipmanlar	M02. Elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlar
		M03. Basınçla gaz yakan cihazlar ve tüpler
		M04. Gürültü, titreşim ve toz
		M05. Döner aksamalar ve keskin yüzeyler
		M06. Isıtma için kullanılan ekipmanlar ve sıcak yüzeyler

		M07. Acil durum düğmesinin bulunmaması
	Hammadde ve malzemeler	M08. Sıcak su, yağ ve sıcak cisimler
		M09. Yanıcı ve patlayıcı malzemeler
		M10. Kırılan veya kesilen numune parçasının sıçraması
	Çalışma ortamı	M11. Termal konforun uygun olmaması
		M12. Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma
		M13. Hijyenik ortamın olmaması
	Çalışma yöntemleri	M14. Elle yük kaldırma taşıma
	Diğer tehlikeler	M15. Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması
		M16. Kullanım talimatlarının bulunmaması ve/veya uyulmaması
Numune Hazırlama Laboratuvarı	İşyeri binası	N01. Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler
	Makine ve ekipmanlar	N02. Elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlar
		N03. Gürültü, titreşim ve toz
		N04. Döner aksamalar ve keskin yüzeyler
		N05. Acil durum düğmesinin bulunmaması
	Hammadde ve malzemeler	N06. Kırılan veya kesilen numune parçasının sıçraması
		N07. Kırma-eleme-öğütme sırasında numuneden kaynaklı gürültü toz oluşumu
	Çalışma ortamı	N08. Termal konforun uygun olmaması
		N09. Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma
		N10. Hijyenik ortamın olmaması
	Çalışma yöntemleri	N11. Elle yük kaldırma taşıma
	Diğer tehlikeler	N12. Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması
		N13. Kullanım talimatlarının bulunmaması ve/veya uyulmaması
Ofis	İşyeri binası	O01. Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler
	Hammadde ve malzemeler	O02. Yanıcı malzemeler (Masa, perde v.s.)
	Çalışma ortamı	O03. Termal konforun uygun olmaması
		O04. Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma
		O05. Hijyenik ortamın olmaması
	Çalışma yöntemleri	O06. Ekranlı araçlarla çalışma

Risklerin değerlendirilmesi için pratikte en yaygın kullanılan yöntem, "Risk Değerlendirme Karar Matrisi" olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, L tipi (5x5) matris diyagramı ile neden-sonuç ilişkileri değerlendirilmiştir. Risklerin

derecelendirilmesi ve değerlendirilmesi için gerekli olan risk puanı aşağıda verilen Eşitlik 1 ile belirlenmiştir.

Risk puanı = Olasılığı x Şiddeti (1)

Tehlikeden kaynaklanan olayın gerçekleşme ihtimali ve şiddeti 1 ila 5 arasında değerler verilerek belirlenmektedir (Çizelge 2-3).

Çizelge 2. L tipi matris yöntemi için olayın gerçekleşme ihtimali

İhtimal	**İhtimaller için derecelendirme basamakları**
1-Çok düşük	Hemen hemen hiç (yeterli kontrol tedbirleri sağlanmış)
2-Düşük	Birkaç yılda bir (ihtimal ortadan kalmış, kontrolun mevcut olduğu düşünülebilir)
3-Orta	Yılda birkaç kez (olayın kontrol edilmemesi çok küçük ihtimal)
4-Yüksek	Ayda bir (olayın çalışma süresince oluşması mümkün, kontroller sınırlı ve yetersiz olabilir.
5-Çok yüksek	Haftada bir veya birkaç kez (çalışma süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok

Çizelge 3. L tipi matris yöntemi için olayın şiddeti

Şiddet	**Şiddet için derecelendirme basamakları**
1-Çok hafif	İş saati kaybı yok, hemen giderilebilen, ilk yardım gerektiren
2-Hafif	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi
3-Orta derece	Hafif yaralanma, yatarak tedavi/yaralanma
4-Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
5-Çok ciddi	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Sonuç olarak, Çizelge 2-3'den elde edilen ihtimal ve şiddet değerleri çarpılarak 1 ila 25 arasında Risk skoru ile adlandırılan bir puan elde edilir. Bu skora bağlı olarak riskin Kabul edilip edilmeyeceği hususunda karar verilir (Çizelge 4). Çizelge 4'de verilen risk skorlarının yorumlanması ve bu skorlara bağlı olarak uygulanacak eylem planları Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 1'de Maden laboratuvarı örneğinde tanımlanan bazı tehlikelerden kaynaklanan risklerin tanımı, risk altındaki kişiler ve mevcut alınabilecek kontrol tedbirleri belirlenerek olası riskler değerlendirilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 4. L tipi matris yöntemi için karar matrisi

Risk matrisi	**Şiddet**				
İhtimal	1	2	3	4	5
1	Çok hafif seviye risk **1**	Düşük seviye risk **2**	Düşük seviye risk **3**	Düşük seviye risk **4**	Düşük seviye risk **5**
2	Düşük seviye risk **2**	Düşük seviye risk **4**	Düşük seviye risk **6**	Orta seviye risk **8**	Orta seviye risk **10**
3	Düşük seviye risk **3**	Düşük seviye risk **6**	Orta seviye risk **9**	Orta seviye risk **12**	Yüksek seviye risk **15**
4	Düşük seviye risk **4**	Orta seviye risk **8**	Orta seviye risk **12**	Yüksek seviye risk **16**	Yüksek seviye risk **20**
5	Düşük seviye risk **5**	Orta seviye risk **10**	Yüksek seviye risk **15**	Yüksek seviye risk **20**	Çok yüksek seviye risk **25**

Çizelge 5. Risk puan durumu ve eylem planı

Risk puanı	**Risk seviyesi**	**Sonuç**	**Eylem planı**
1	Çok düşük	İhmal edilebilir risk	Riskleri ortadan kaldırmak için kontrol tedbirleri planlamaya ihtiyaç olmayabilir.
2, 3, 4, 5, 6	Düşük	Kabul edilebilir risk	Riskleri ortadan kaldırmak için kontrol tedbirleri planlamaya ihtiyaç olmayabilir. Mevcut kontroller yapılmalıdır.
8, 9, 10, 12	Orta	Dikkate değer risk	Riskleri azaltmak için Kontrol tedbirleri faaliyete geçirilmelidir. İlave risk kontrollerine ihtiyaç olabilir.
15, 16, 20	Yüksek	Önemli riskler	İlave risk kontrol tedbirlerine acilen ihtiyaç vardır. Acil önlem alınmalı sonucuna göre karar verilmelidir.
25	Çok yüksek	Kabul edilemez risk	Risk Kabul edilebilir seviyeye düşürülünceye kadar çalışma durdurulmalı, ilave tedbirler alınmalıdır.

Çizelge 6. Maden laboratuvarı örneğindeki risklerin değerlendirilmesi

No	Tehlike	Risk tanımı	Risk altındakiler	Kontrol tedbirleri	Risk değerlendirmesi			
					İhtimal (İ)	Şiddet (Ş)	Risk puanı	Risk seviyesi
C01	Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler	Numunelere, cihazlara takılma veya kayma sonucu düşme, yaralanma, ezilme meydana gelebilir.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Geçiş yolları her zaman açık tutulmalı - Numuneler düzgün istiflenmeli - Zeminler ıslak olmamalı ve uygun malzeme ile temizlenmeli - Yeterli aydınlatma olmalı - Kablolar duvar dibinden korumalı kutular içerisinden geçirilmeli	2	3	6	Düşük seviye risk
C02	Elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlar	Elektrik akımına kapılma sonucu yaralanma/ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	-Elektrik panolarının önüne yalıtkan paspas konulmalı. -Kırık veya yerinden çıkmış prizler değiştirilmeli veya onarılmalı -Elektrik akımına dayanıklı eldivenler kullanılmalı -Yılda bir kez elektrik tesisatı ve topraklama kontrolleri yapılmalıdır	3	4	12	Orta seviye risk
C03	Basınçla gaz yakan cihazlar ve tüpler	Basınçlı gaz tüplerinin düşmesi sonucu, patlama yangın ölüm Basınçlı tüplerin etiketlerinin bulunmaması yanlış kullanım sonucu patlama yangın ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	-Basınçlı gaz tüpleri devrilmeye karşı sabitlenmeli -Periyodik kontrol ve bakımlar yapılmalı -Basınçlı gaz tüplerinin üzerinde hangi gazı içerdiği ile ilgili etiketler bulunmalı. -Basınçlı gaz tüpleri güneş ışığına direk maruz kalmamalı.	2	5	10	Orta seviye risk
C04	Gürültü, titreşim ve toz	Sallantılı masadan eklem rahatsızlıklarının oluşması, gürültü sonucu işitme kaybının olması, değirmenlerin ve kırıcıların çalışması esnasında gürültü sonucu işitme kaybının olması ortama toz yayılması sonucunda ise solunum yolları rahatsızlıklarının ortaya çıkması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	-Gürültülü ortamlarda çalışırken kulaklık kullanılmalı -Titreşim yapan ekipmanların ayakları titreşim yutucu malzemeler ile kaplanmalı. -Kırıcı ve değirmenlerin bulunduğu yerlerde lokal havalandırma yapılmalı -Tozlu ortamda çalışma yapılırken toz maskesi kullanılmalı	2	4	8	Orta seviye risk
C05	Döner aksamalar ve keskin yüzeyler	Değirmenlerin dönen kısımlarına el, saç kaptırma veya dönen akşamların kopması veya parça fırlatması sonucu uzuv kaybı ve yaralanmalar. Kırıcı dönen kayış kasnak kısımlarına el, saç kaptırma, uzuv kaybı ve yaralanmalar Diğer keskin yüzeylerin önemli yaralanmalara sebep olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Makinaların kullanımı hakkında kullanacak kişilere eğitim verilmeli - Makine koruyucu aparatlar bulunmalı - Periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalı - Kullanım talimatları makine üzerine asılmış olmalı - Kullanacak kişiler saçlarını toplamalı - Acil durdurma buton bulunmalı	2	4	8	Orta seviye risk
C06	Isıtma için kullanılan ekipmanlar ve sıcak yüzeyler	Sıcak cisim ve sıvılarla temas sonucu (Kül fırınından, etüvden, indüksiyon ocağından sıcak malzeme alma, yanma, yaralanma Sıcak su banyosunda çalışma esnasında sıcak suyun sıçraması sonucu yanma, yaralanma	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personel çalışırken uzun kollu koruyucu elbiseler giymeli - Malzeme maşa ile alınmalı ve sıcağa dayanıklı eldiven kullanmalı. - Çalışanlara eğitim verilmeli. - Uyarı levhaları cihazın yanında bulundurulmalı	2	4	8	Orta seviye risk
C07	Acil durum düğmesinin bulunmaması	Genellikle makine ve ekipmanların genelinde acil butonunun bulunmaması sonucunda yaralanma ve uzuv kayıpları olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tehlike anında, uzak bir yerden durdurulması sağlayacak acil durdurma butonları olmalıdır.	3	4	12	Orta seviye risk
C08	Kullanılan kimyasal reaktifler	Ciltte ve gözde alerjik reaksiyon verebilir. Solunum yolunda tahriş ve zehirlenmelere sebep olabilir.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı - Kimyasallar hakkında çalışanlar bilgilendirilmeli - Malzeme güvenlik bilgi formları bulundurulmalı	3	4	12	Orta seviye risk
C09	Sıcak su, yağ ve sıcak cisimler	Sıcak su, yağ, çözelti ve sıcak cisimler ile çalışma esnasında yanıkların oluşması.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personel çalışırken uzun kollu koruyucu elbiseler giymeli - Isı geçirmez, yanmaya dayanıklı kıyafetler kullanılmalı. - Malzeme maşa ile alınmalı ve sıcağa dayanıklı eldiven kullanmalı. - Çalışanlara eğitim verilmeli. - Uyarı levhaları, talimatlar görünebilir yerde asılı durmalıdır.	2	4	8	Orta seviye risk
C10	Kimyasalların, depolama şartlarına uyulmaması	Yanıcı parlayıcı kimyasallar etkisiyle yangın, patlama ve ölüm olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Alev alabilen maddeleri tüm ateşleme kaynaklarından uzak tutulmalıdır. - Alev alabilen maddeler özellikle oksitleyiciler ve toksikler gibi tehlike sınıflarından ayrı depolanmalıdır. - Depolama alanı sık sık havalandırılmalı	3	5	15	Yüksek seviye risk
C11	Cam laboratuar malzemelerinin kullanımı	Laboratuarda kullanılacak cam malzemelerin kırılması ile el kesilmesi ve göze sıçraması sonucu yaralanmalar	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Çalışanlar dikkatli ve tedbirli olmalı - Kişisel koruyucu donanımları kullanmalı (gözlük, kesmeye karşı dayanıklı eldiven v.s.)	2	3	6	Düşük seviye risk
C12	Yanıcı ve patlayıcı malzemeler	Yanıcı patlayıcı malzemelerin dikkatsizce kullanımı sonucu yangın, patlama ve ölüm olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Yanıcı ve patlayıcı maddeleri tüm ateşleme kaynaklarından uzak tutulmalıdır. - Yangın söndürücüler bu maddelerin kullanıldığı yerlere yakın olmalı - Gerekli yerlere uyarı işaretleri asılarak kullanıcılara bilgi verilmelidir. - Malzeme güvenlik bilgi formları bulundurulmalı	2	5	10	Orta seviye risk
C13	Kırılan veya kesilen numune parçasının sıçraması	Numune kırma sırasında kırıcıdan parça sıçraması sonucu yaralanma,	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Makine koruyucu aparatlar bulunmalı - Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı - Acil durdurma butonu bulunmalı	2	4	8	Orta seviye risk
C14	Termal konforun uygun olmaması	Mesleki hastalıklar, Isı Değişimlerinden Kaynaklı Rahatsızlıklar	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Ortam sıcaklığının (20-22 ^{0}C) olması için gerekli önlemlerin alınması. - Termal konfor ölçümü yapılmalı	3	4	12	Orta seviye risk
C15	Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma	Dikkat dağılması, göz hastalıkları, Meslek hastalıkları.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Uygun ışık kaynağı sağlanmalı - Lambaların periyodik temizliğinin yapılmalı.	2	4	8	Orta seviye risk
C16	Hijyenik ortamın olmaması	Çalışanların enfeksiyon riskinin olması, mesleki hastalık,	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tüm çalışanlara enfeksiyon riskini azaltmak için genel hijyen bilgisi verilmeli ve gerekli önlemler alınmalı - Laboratuar genel temizliği yapılmalı	1	4	4	Düşük seviye risk
C17	Elle yük kaldırma taşıma	Deney numunelerini dengesiz bir biçimde elle taşınması sonucu bel boyun incinmesi	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personele taşıma eğitimi verilmeli - Numune taşıma arabaları kullanılmalı	1	4	4	Düşük seviye risk
C18	Kimyasallar kullanılırken uygun metod kullanılmaması	Kimyasalları kullanım sırasında içeriği bilinmeden birbirine karıştırılması sonucu zehirlenme ve yaralanma	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personel kimyasallar konusunda bilgilendirilmeli - Gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı - Çeker ocak altında işlemler gerçekleştirilmeli	2	4	8	Orta seviye risk
C19	Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması	Kişisel koruyucu kullanmama sonucu görme kaybı, yanma, yaralanma, zehirlenme, uzuv kaybı, meslek hastalıkları	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Laboratuar çalışanları gözlük, eldiven, maske v.s. gerekli bütün koruyucu donanımları kullanmalı	2	4	8	Orta seviye risk

Çizelge 6. Maden laboratuvarı örneğindeki risklerin değerlendirilmesi (Devamı)

C20	Kullanım talimatlarının bulunmaması ve/veya uyulmaması	Kullanma talimatlarının eksikliği sonucu iş kazası, yaralanma, uzuv kaybı ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tüm makine ve ekipmanlarin iş sağlığı ve güvenliği kullanma talimatları ortada olmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M01	Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler	Numunelere, cihazlara takılma veya kayma sonucu düşme, yaralanma, ezilme meydana gelebilir.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Geçiş yolları her zaman açık tutulmalı - Numuneler düzgün istiflenmeli - Zeminler ıslak olmamalı ve uygun malzeme ile temizlenmeli - Yeterli aydınlatma olmalı - Kablolar duvar dibinden korumalı kutular içerisinden geçirilmeli	**2**	**3**	**6**	Düşük seviye risk
M02	Elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlar	Elektrik akımına kapılma sonucu yaralanma/ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Elektrik panolarının önüne yalıtkan paspas konulmalı. - Kırık veya yerinden çıkmış prizler değiştirilmeli veya onarılmalı - Elektrik akımına dayanıklı eldivenler kullanılmalı - Yılda bir kez elektrik tesisatı ve topraklama kontrolleri yapılmalıdır	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
M03	Basınçla gaz yakan cihazlar ve tüpler	Basınçlı gaz tüplerinin düşmesi sonucu, patlama yangın ölüm Basınçlı tüplerin etiketlerinin bulunmaması yanlış kullanım sonucu patlama yangın ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Basınçlı gaz tüpleri devrilmeye karşı sabitlenmeli - Periyodik kontrol ve bakımlar yapılmalı - Basınçlı gaz tüplerinin üzerinde hangi gazı içerdiği ile ilgili etiketler bulunmalı. - Basınçlı gaz tüpleri güneş ışığına direk maruz kalmamalı.	**2**	**5**	**10**	Orta seviye risk
M04	Gürültü, titreşim ve toz	Karot ve blok kesme cihazlarından eklem rahatsızlıklarının oluşması, gürültü sonucu işitme kaybının olması, değirmenlerin ve kırıcıların çalışması esnasında gürültü sonucu işitme kaybının olması ortama toz yayılması sonucunda ise solunum yolları rahatsızlıklarının ortaya çıkması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Gürültülü ortamlarda çalışırken kulaklık kullanılmalı - Titreşim yapan ekipmanların ayakları titreşim yutucu malzemeler ile kaplanmalı. - Aşınma indeksi, blok kesme, karot alma, kırıcı ve değirmenlerin bulunduğu yerlerde lokal havalandırma yapılmalı - Tozlu ortamda çalışma yapılırken toz maskesi kullanılmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M05	Döner aksamalar ve keskin yüzeyler	Değirmenlerin, karot alma ve düzeltme makinasının, blok kesme makinasının dönen kısımlarına el, saç kaptırma veya dönen akşamların kopması veya parça fırlatması sonucu uzuv kaybı ve yaralanmalar. Kırıcı dönen kayış kasnak kısımlarına el, saç kaptırma, uzuv kaybı ve yaralanmalar Diğer keskin yüzeylerin önemli yaralanmalara sebep olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Makinaların kullanımı hakkında kullanacak kişilere eğitim verilmeli - Makine koruyucu aparatlar bulunmalı - Periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalı - Kullanım talimatları makine üzerine asılmış olmalı - Kullanacak kişiler saçlarını toplamalı - Acil durdurma buton bulunmalı	**4**	**4**	**16**	Yüksek seviye risk
M06	Isıtma için kullanılan ekipmanlar ve sıcak yüzeyler	Sıcak cisim ve sıvılarla temas sonucu (Kül fırınından, etüvden, indüksiyon ocağından sıcak malzeme alma, yanma, yaralanma Sıcak su banyosunda çalışma esnasında sıcak suyun sıçraması sonucu yanma, yaralanma	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personel çalışırken uzun kollu koruyucu elbiseler giymeli - Malzeme maşa ile alınmalı ve sıcağa dayanıklı eldiven kullanmalı. - Çalışanlara eğitim verilmeli. - Uyarı levhaları cihazın yanında bulundurulmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M07	Acil durum düğmesinin bulunmaması	Genellikle makine ve ekipmanların genelinde acil butonunun bulunmaması sonucunda yaralanma ve uzuv kayıpları olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tehlike anında, uzak bir yerden durdurulması sağlayacak acil durdurma butonları olmalıdır.	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
M08	Sıcak su, yağ ve sıcak cisimler	Sıcak su, yağ, çözelti ve sıcak cisimler ile çalışma esnasında yanıkların oluşması.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personel çalışırken uzun kollu koruyucu elbiseler giymeli - Isı geçirmez, yanmaya dayanıklı kıyafetler kullanılmalı. - Malzeme maşa ile alınmalı ve sıcağa dayanıklı eldiven kullanmalı. - Çalışanlara eğitim verilmeli. - Uyarı levhaları, talimatlar görünebilir yerde asılı durmalıdır.	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M09	Yanıcı ve patlayıcı malzemeler	Yanıcı patlayıcı malzemelerin dikkatsizce kullanımı sonucu yangın, patlama ve ölüm olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Yanıcı ve patlayıcı maddeleri tüm ateşleme kaynaklarından uzak tutulmalıdır. - Yangın söndürücüler bu maddelerin kullanıldığı yerlere yakın olmalı - Gerekli yerlere uyarı işaretleri asılarak kullanıcılara bilgi verilmelidir. - Malzeme güvenlik bilgi formları bulundurulmalı	**1**	**5**	**5**	Düşük seviye risk
M10	Kırılan veya kesilen numune parçasının sıçraması	Karot alma, blok kesme, numune düzeltme ve numune kırma sırasında parça sıçraması sonucu yaralanma,	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Makine koruyucu aparatlar bulunmalı - Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı - Acil durdurma butonu bulunmalı	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
M11	Termal konforun uygun olmaması	Mesleki hastalıklar, Isı Değişimlerinden Kaynaklı Rahatsızlıklar	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Ortam sıcaklığının (20-22 ^{0}C) olması için gerekli önlemlerin alınması. - Termal konfor ölçümü yapılmalı	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
M12	Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma	Dikkat dağılması, göz hastalıkları, Meslek hastalıkları.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Uygun ışık kaynağı sağlanmalı - Lambaların periyodik temizliğinin yapılmalı.	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M13	Hijyenik ortamın olmaması	Çalışanların enfeksiyon riskinin olması, mesleki hastalık,	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tüm çalışanlara enfeksiyon riskini azaltmak için genel hijyen bilgisi verilmeli ve gerekli önlemler alınmalı - Laboratuar genel temizliği yapılmalı	**1**	**4**	**4**	Düşük seviye risk
M14	Elle yük kaldırma taşıma	Deney numunelerini dengesiz bir biçimde elle taşınması sonucu bel boyun incinmesi	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personele taşıma eğitimi verilmeli - Numune taşıma arabaları kullanılmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M15	Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması	Kişisel koruyucu kullanmama sonucu görme kaybı, yanma, yaralanma, zehirlenme, uzuv kaybı, meslek hastalıkları	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Laboratuar çalışanları gözlük, eldiven, maske v.s. gerekli bütün koruyucu donanımları kullanmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
M16	Kullanım talimatlarının bulunmaması ve/veya uyulmaması	Kullanma talimatlarının eksikliği sonucu iş kazası, yaralanma, uzuv kaybı ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tüm makine ve ekipmanlarin iş sağlığı ve güvenliği kullanma talimatları ortada olmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
N01	Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler	Numunelere, cihazlara takılma veya kayma sonucu düşme, yaralanma, ezilme meydana gelebilir.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Geçiş yolları her zaman açık tutulmalı - Numuneler düzgün istiflenmeli - Zeminler ıslak olmamalı ve uygun malzeme ile temizlenmeli - Yeterli aydınlatma olmalı - Kablolar duvar dibinden korumalı kutular içerisinden geçirilmeli	**2**	**3**	**6**	Düşük seviye risk

Çizelge 6. Maden laboratuvarı örneğindeki risklerin değerlendirilmesi (Devamı)

N02	Elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlar	Elektrik akımına kapılma sonucu yaralanma/ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Elektrik panolarının önüne yalıtkan paspas konulmalı. - Kırık veya yerinden çıkmış prizler değiştirilmeli veya onarılmalı - Elektrik akımına dayanıklı eldivenler kullanılmalı - Yılda bir kez elektrik tesisatı ve topraklama kontrolleri yapılmalıdır	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
N03	Gürültü, titreşim ve toz	Karot ve blok kesme cihazlarından eklem rahatsızlıklarının oluşması, gürültü sonucu işitme kaybının olması, değirmenlerin ve kırıcıların çalışması esnasında gürültü sonucu işitme kaybının olması ortama toz yayılması sonucunda ise solunum yolları rahatsızlıklarının ortaya çıkması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Gürültülü ortamlarda çalışırken kulaklık kullanılmalı - Titreşim yapan ekipmanların ayakları titreşim yutucu malzemeler ile kaplanmalı. - Aşınma indeksi, blok kesme, karot alma, kırıcı ve değirmenlerin bulunduğu yerlerde lokal havalandırma yapılmalı - Tozlu ortamda çalışma yapılırken toz maskesi kullanılmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
N04	Döner aksamalar ve keskin yüzeyler	Değirmenlerin, karot alma ve düzeltme makinasının, blok kesme makinasının dönen kısımlarına el, saç kaptırma veya dönen akşamların kopması veya parça fırlatması sonucu uzuv kaybı ve yaralanmalar. Kırıcı dönen kayış kasnak kısımlarına el, saç kaptırma, uzuv kaybı ve yaralanmalar Diğer keskin yüzeylerin önemli yaralanmalara sebep olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Makinaların kullanımı hakkında kullanacak kişilere eğitim verilmeli - Makine koruyucu aparatlar bulunmalı - Periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalı - Kullanım talimatları makine üzerine asılmış olmalı - Kullanacak kişiler saçlarını toplamalı - Acil durdurma buton bulunmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
N05	Acil durum düğmesinin bulunmaması	Genellikle makine ve ekipmanların genelinde acil butonunun bulunmaması sonucunda yaralanma ve uzuv kayıpları olması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tehlike anında, uzak bir yerden durdurulması sağlayacak acil durdurma butonları olmalıdır.	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
N06	Kırılan veya kesilen numune parçasının sıçraması	Karot alma, blok kesme, numune düzeltme ve numune kırma eleme öğütme sırasında parça sıçraması sonucu yaralanma, Özellikle balyoz ile küçük parçalara ayırma esnasında, parça sıçraması ve uzuv kaybı	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Makine koruyucu aparatlar bulunmalı - Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı - Acil durdurma butonu bulunmalı - El aletleri ile kırma işlemi yapılmamalı	**4**	**4**	**16**	Yüksek seviye risk
N07	Kırma-eleme-öğütme sırasında numuneden kaynaklı gürültü toz oluşumu	Kırma, eleme, öğütme değirmenlerin esnasında gürültü sonucu işitme kaybının olması ortama toz yayılması sonucunda ise solunum yolları rahatsızlıklarının ortaya çıkması	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Gürültülü ortamlarda çalışırken kulaklık kullanılmalı - Kırıcı, elek ve değirmenlerin bulunduğu yerlerde lokal havalandırma yapılmalı - Tozlu ortamda çalışma yapılırken toz maskesi kullanılmalı	**4**	**4**	**16**	Yüksek seviye risk
N08	Termal konforun uygun olmaması	Mesleki hastalıklar, Isı Değişimlerinden Kaynaklı Rahatsızlıklar	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Ortam sıcaklığının (20-22 ^{0}C) olması için gerekli önlemlerin alınması. - Termal konfor ölçümü yapılmalı	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
N09	Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma	Dikkat dağılması, göz hastalıkları, Meslek hastalıkları.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Uygun ışık kaynağı sağlanmalı - Lambaların periyodik temizliğinin yapılmalı.	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
N10	Hijyenik ortamın olmaması	Çalışanların enfeksiyon riskinin olması, mesleki hastalık,	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tüm çalışanlara enfeksiyon riskini azaltmak için genel hijyen bilgisi verilmeli ve gerekli önlemler alınmalı - Laboratuar genel temizliği yapılmalı	**1**	**4**	**4**	Düşük seviye risk
N11	Elle yük kaldırma taşıma	Büyük boyutlu deney numunelerini dengesiz bir biçimde elle taşınması sonucu bel boyun incinmesi	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Personele taşıma eğitimi verilmeli - Numune taşıma arabaları kullanılmalı Büyük boyutlu numunelerin küçük boyutlara indirilmesi	**3**	**4**	**12**	Orta seviye risk
N12	Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması	Kişisel koruyucu kullanmama sonucu görme kaybı, yanma, yaralanma, zehirlenme, uzuv kaybı, meslek hastalıkları	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Laboratuar çalışanları gözlük, eldiven, maske v.s. gerekli bütün koruyucu donanımları kullanmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
N13	Kullanım talimatlarının bulunmaması ve/veya uyulmaması	Kullanma talimatlarının eksikliği sonucu iş kazası, yaralanma, uzuv kaybı ölüm	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Tüm makine ve ekipmanlarin iş sağlığı ve güvenliği kullanma talimatları ortada olmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
O01	Kayma, takılma ve benzeri şekilde düşmeye sebep olabilecek zeminler	Ofis malzemelerine takılma veya zeminden kayma sonucu düşme, yaralanma, ezilme meydana gelebilir.	Öğretim elemanları, tekniker	- Zeminler ıslak olmamalı ve uygun malzeme ile temizlenmeli - Yeterli aydınlatma olmalı - Kablolar duvar dibinden korumalı kutular içerisinden geçirilmeli	**1**	**3**	**3**	Düşük seviye risk
O02	Yanıcı malzemeler (Masa, perde v.s.)	Yangın sonucu yaralanma ve ölüm meydana gelebilir.	Öğretim elemanları, tekniker ve öğrenciler	- Gerekli noktalarda yangın söndürücü bulunmalı. Tutuşturucu malzemeler kullanılırken dikkat edilmeli	**1**	**5**	**5**	Düşük seviye risk
O03	Termal konforun uygun olmaması	Mesleki hastalıklar, Isı Değişimlerinden Kaynaklı Rahatsızlıklar	Öğretim elemanları, tekniker	- Ortam sıcaklığının (20-22 ^{0}C) olması için gerekli önlemlerin alınması. - Termal konfor ölçümü yapılmalı	**2**	**4**	**8**	Orta seviye risk
O04	Yetersiz ve uygun olmayan aydınlatma	Dikkat dağılması, göz hastalıkları, Meslek hastalıkları.	Öğretim elemanları, tekniker	- Uygun ışık kaynağı sağlanmalı - Lambaların periyodik temizliğinin yapılmalı.	**1**	**4**	**8**	Orta seviye risk
O05	Hijyenik ortamın olmaması	Çalışanların enfeksiyon riskinin olması, mesleki hastalık,	Öğretim elemanları, tekniker	- Tüm çalışanlara enfeksiyon riskini azaltmak için genel hijyen bilgisi verilmeli ve gerekli önlemler alınmalı - Laboratuar genel temizliği yapılmalı	**1**	**4**	**4**	Düşük seviye risk
O06	Ekranlı araçlarla çalışma	Oturuş bozukluğu nedeniyle bel ve sırt rahatsızlığı ve göz bozuklukları	Öğretim elemanları, tekniker	- Oturma pozisyonları hakkında bilgi verilmeli - Arada sırada mola verilmeli - Aydınlatma yeterli olmalı	**3**	**2**	**6**	Düşük seviye risk

3. SONUÇLAR

Teknolojinin sürekli gelişmesi ile endüstriyel alanlarda ve diğer sektörlerin birçoğunda makina kullanımı artmaktadır. Bu teknolojik gelişmeler sonucunda doğal olarak çalışma ortamlarında oluşabilecek risklere karşı tedbirlerinde

artırılması gerekliliği de göz ardı edilmemelidir. Güvenli bir ortamda çalışmanın devam ettirilebilmesi için, gerekli tedbirlerin alınması gerekli düzenlemelerin yapılması ve en önemlisi olan iş sağlığı güvenliği kültürünün çalışanlara aşılanması ve eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir. Çalışma ortamında ekipmanlardan, kullanılan malzemelerden, çalışma yöntemlerinden, ortam şartlarından ve kişisel davranışlardan kaynaklı tehlikelerin titizlikle tespit edilmesi gerekmektedir. Bu tehlikelerden oluşabilecek riskler ayrı ayrı belirlenmelidir. Bu risklerden kimlerin nasıl ve ne şekilde etkileneceği de önem arz etmektedir. Ayrıca, bu risklerin büyüklükleri belirlenip kabul edilebilir olup olmadıklarına karar verilmeli düzeltici, önleyici kontrol tedbirleri ve gerekirse ilave tedbirler alınmalıdır.

Bu çalışmada, Maden Mühendisliği laboratuvarları örneğinde tanımlanan bazı tehlikelerden kaynaklanan risklerin tanımı, risk altındaki kişiler ve mevcut alınabilecek kontrol tedbirleri belirlenmiş ve olası riskler değerlendirilmiştir. Risklerin azaltılabilmesi için gerekli kontrol tedbirleri hakkında bilgiler verilmiştir. Sonuç olarak, orta ve düşük seviyede risk düzeylerinin olduğu görülmektedir. Yüksek risk olarak; Kırma öğütme laboratuvarında gürültü, titreşim ve toz riski, kırılan veya kesilen parçaların sıçrama riski, cevher zenginleştirme laboratuvarında kimyasalların kullanımı ve depolanması ile ilgili riskler, maden işletme laboratuvarında döner aksamlar ve keskin yüzeylerden kaynaklı riskler bulunmaktadır. Orta dereceli riskler ise şunlardır; cevher zenginleştirme laboratuvarında, elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlardan kaynaklı elektrik akımına kapılma riski, basınçlı tüp ve cihazlardan kaynaklı riskler, zenginleştirme aletlerinden kaynaklı titreşim, toz ve gürültü riski, döner aksamlar ve keskin yüzeylerden kaynaklı riskler, sıcak cisim ve sıvılarla temas sonucu oluşan riskler, kullanılan kimyasal reaktiflerin ciltte alerjik reaksiyon verme riski, yanıcı ve patlayıcı malzemelerden kaynaklı riskler, termal konforun ve aydınlatmanın uygun olmayışından kaynaklı riskler, kullanım talimatlarına uyulmamasından ve kişisel koruyucu donanımların

kullanılmamasından kaynaklı riskler; maden işletme laboratuvarında elektrik tesisatı ve elektrikle çalışan ekipmanlardan kaynaklı elektrik akımına kapılma riski, basınçlı tüp ve cihazlardan kaynaklı riskler, deneyler sırasında kullanılan cihazlardan kaynaklı titreşim, toz ve gürültü riski, sıcak cisim ve sıvılarla temas sonucu oluşan riskler, bazı cihazlarda acil durum butonunun bulunmamasından kaynaklı riskler, termal konforun ve aydınlatmanın uygun olmayışından kaynaklı riskler, elle yük kaldırmadan kaynaklı riskler, kullanım talimatlarına uyulmamasından ve kişisel koruyucu donanımların kullanılmamasından kaynaklı riskler; kırma öğütme laboratuvarında elektrik tesisatından ve cihazlarından kaynaklı riskler, numune hazırlama esnasında oluşan titreşim, toz ve gürültü riski, döner aksamlardan ve kesici yüzeylerden kaynaklı riskler, termal konforun ve aydınlatmanın uygun olmayışından kaynaklı riskler, elle ağır yük kaldırma sonucu oluşan riskler, kullanım talimatlarına uyulmamasından ve kişisel koruyucu donanımların kullanılmamasından kaynaklı riskler; ofislerde ise termal konforun ve aydınlatmanın uygun olmayışından kaynaklı riskler.

Riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için mevcut kontrollerin yapılması buna ilaveten belirtilmiş olan kontrol tedbirlerin gözönünde bulundurulması gerekmektedir. Düşme, kayma sonucu yaralanmalara karşı zeminleri kuru olmasına dikkat edilmeli ve yeterli aydınlatma sağlanmalıdır. Elektrik akımına kapılmaya karşı yalıtkan eldivenler kullanılmalı ve elektrik tesisatının uygun periyotlarda bakımı yapılmalıdır. Basınçlı gazlar ile çalışılırken içeriğinin bilinmesi, tüplerin sabitlenmesi ve güneş ışığından uzak tutulmasına dikkat edilmelidir. Gürültü ve titreşime karşı zemin önlemleri alınmalı gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Tozlu ortamlarda çalışma sırasında uygun maske kullanılmalı ve ortam uygun havalandırma yöntemi ile havalandırılmalıdır. Kesici yüzeylere karşı uygun eldivenler kullanılmalı, sıcak malzemeler ile çalışırken ise uzun kollu yanmaz koruyucu elbiseler giyilmeli, sıcağa dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Kimyasallar kullanılırken malzeme bilgi formları incelenmeli, içerikleri bilinmeli ve uygun

şartlarda depolanmalıdır. Yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı malzemelerin bulunduğu ortamlara yakın yangın söndürme tüpleri bulundurulmalıdır. Özellikle çalışanların kullanım talimatlarına uyması ve kişisel koruyucu donanımları kullanımı sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Altın, M., ve Taşdemir, Ş., 2017. *İş Sağlığı ve Güvenliğine (İSG) Giriş, Tanımlar, Önemi, Tarihsel Gelişim Süreci, Uluslararası Sözleşme ve Yönergeler*. İş Sağlığı ve Güvenliği, Ed: Altın, M., ve Taşdemir, Ş., Eğitim Yayınevi, Konya, 1-31.

Karabulut, M., 2016. *Üniversitelerin Kimya Laboratuavarlarında Çalışanların İSG Risklerinin Tespiti ve Kimyasal Maruziyetinin Çözüm Önerileri,* İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, ÇSGB, Ankara, 63 s.

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.

Kuzumoğlu, D., 2005. *Aliağa'daki Tersane ve Gemi Söküm Tesislerinin Ekonomik ve Çevresel Etkileri* . Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Yılmaz, F., 2007. *Ülkemizde İSG Eğitiminde Model Arayışı,* İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 35 (7), 30-35.

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, İstanbul.

MADEN SEKTÖRÜ ÇALIŞANLARININ KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM KULLANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT USAGE OF MINING SECTOR EMPLOYEES

S. Önder, M. Önder, F. Günaydın
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZ: Riski önlenememiş ya da istenilen düzeyde azaltılamamış işlerde, çalışanlara kişisel koruyucu donanım (KKD) kullandırmak gerekmektedir. Ancak çalışanların, kendilerine verilen KKD'leri çeşitli sebeplerden sürekli kullanmadıkları gözlemlenmektedir. Çalışanların bu konuya yaklaşımlarını belirleyebilmek için bir anket hazırlanmıştır. Anket, kömür sektörü (açık ocak, yeraltı), mermer sektörü (ocak, fabrika) seramik sektörü, çimento sektörü, bor sektörü olmak üzere toplam 8 farklı işletmede çalışan 247 çalışana uygulanmıştır. Ankette KKD eğitimleri, KKD'lerin düzenli kullanılıp kullanılmadığı, KKD'leri kullanırken rahatsızlık verip vermediği, KKD kullanımdan dolayı herhangi bir tehlikeyle karşılaşıp karşılaşılmadığı, kullanılan KKD'lerin tam koruma sağlayıp sağlamadığı ve KKD'lerin çalışanların vücut yapılarına uygun olup olmadığı sorgulanmıştır. Sonuç olarak, elde edilen tüm bilgiler grafiksel olarak yorumlanmış ve sektördeki kişisel koruyucu donanım kullanımının yaygınlaştırılması için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kişisel Koruyucu Donanım, Risk Değerlendirme, Maden.

ABSTRACT: *Employees need to use personal protective equipment (PPE) in jobs that can not be prevented or reduced to the desired level. However, it is observed that employees do not continuously use the PPE given to them from various causes. A questionnaire was prepared to determine the employees' approach to this issue. The questionnaire was applied to 247 employees working in a total of 8 different operations, namely the coal sector (open pit, underground), marble sector (quarry, factory), ceramic sector, cement sector and boron sector. The survey questioned whether PPE training, regular use of PPE, discomfort when using PPE, encountering any danger due to PPE use, whether the PPE used provided full protection and PPE was suitable for body structures. As a result, all information obtained is interpreted graphically and suggestions have been made to spread the use of personal protective equipment in the sector.*

Keywords: *Personal Protective Equipment, Risk Assessment, Mining.*

1. GİRİŞ

İşverenin, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlama yükümlülüğü bulunmaktadır. Bunun için de, mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar (Resmi Gazete, 2012). Çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarından korumak, sağlıklı ve güvenli bir iş yeri ortamı sağlamak amacıyla yapılan çalışmalarda öncelik risk değerlendirmesi yapmaktır. Risk değerlendirmesi, tehlikelerin belirlenmesi, risklerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, dokümantasyon, yapılan çalışmaların güncellenmesi ve gerektiğinde yenilenmesi aşamalarından oluşmaktadır. Elde edilen verilere göre, ortamdaki tehlikelerin hem sağlık hem de güvenlik yönünden oluşturduğu riskler belirlenip analiz edilerek, riskle mücadele yöntemi belirlenir.

İşyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin korunması ile ilgili yapılacak çalışmalarda öncelik risklerle kaynağında mücadele etmektir. İkinci sırada riskin oluşumuna engel olmak için ortamda önlem almak, üçüncü sırada ise kişide önlem almak yer alır. Korunma önlemleri hiyerarşisinde kişide koruma her ne kadar son sırada yer alsa da, riskleri azaltmak için mühendislik çözümleri veya idari kontrollere başvurulmuş fakat yine de riski önlenememiş ya da istenilen düzeyde sınırlandırılamamışsa son çare olarak kişisel koruyucu donanım kullanılmaktadır.

2. MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE KULLANILAN KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Kişisel koruyucu donanım; çalışanı yürütülen işten kaynaklanan, sağlık ve güvenliğini etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan, çalışan tarafından takılmak, giyilmek veya taşınmak üzere tasarlanmış tüm alet, araç, gereç ve cihazları ifade eder. Riskleri azaltmak için mühendislik çözümlemeleri ve idari kontrollere başvurulmuş fakat risk önlenememiş ya da istenilen düzeyde sınırlandırılamamışsa kişisel koruyucu donanım kullanılır. Çalışan sağlığı ve güvenliğinin korunması amacıyla kullanılan KKD'lerin imalatı, ithalatı, dağıtımı, piyasaya arzı, hizmete sunumu ve denetimi ile üçüncü şahısların can ve mal güvenliğinin tehlikelere karşı korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla 29.11.2006 tarihinde KKD Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Kişisel koruyucu donanımlar Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Tüm kişisel koruyucu donanımların sağlamak zorunda olduğu bazı koşullar aşağıda verilmiştir (Resmi Gazete, 2013);

- Kendisi ek risk oluşturmadan ilgili riski önlemeye uygun olur,
- Kullananın ergonomik gereksinimlerine ve sağlık durumuna uygun olur,
- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği kapsamına giren ürünlerde uygun şekilde CE işareti ve Türkçe kullanım kılavuzu bulundurur,
- Kişisel koruyucu donanımların kullanım şartları ve özellikle kullanılma süreleri; riskin derecesi, maruziyet sıklığı, her bir çalışanın iş yaptığı yerin özellikleri ve kişisel koruyucu donanımın performansı dikkate alınarak belirlenir,
- Kişisel koruyucu donanımlar, işveren tarafından ücretsiz verilir, imalatçı tarafından sağlanacak kullanım kılavuzuna uygun olarak bakım, onarım ve periyodik kontrolleri yapılır, ihtiyaç duyulan parçaları değiştirilir, hijyenik şartlarda muhafaza edilir ve kullanıma hazır bulundurulur,
- İşveren, kişisel koruyucu donanımları hangi risklere karşı kullanacağı konusunda çalışanı bilgilendirir,

- Kişisel koruyucu donanımlar çalışanların kolayca erişebilecekleri yerlerde ve yeterli miktarlarda bulundurulur,
- Kişisel koruyucu donanımlar talimatlara uygun olarak kullanılır, bakımı ve temizliği yapılır. Talimatlar çalışanlar tarafından anlaşılır olmak zorundadır.

Çizelge1. Kişisel Koruyucu Donanımlar

Baş Koruyucular	Saçlı derinin korunması, koruyucu başlık.
Kulak Koruyucular	Kulak tıkaçları ve benzeri cihazlar, tam akustik baretler, endüstriyel baretlere uyan kulaklıklar, kapalı devre haberleşme alıcısı olan kulaklıklar, iç haberleşme donanımlı kulak koruyucuları
Göz ve Yüz Koruyucular	Fincan tipli muhafazalı gözlükler, taşçı tipi gözlükler, tozdan koruyucu, kaynak tipi, elastik aksamlı muhafazalı gözlükler, plastik siperli, dökümcü tipi, miğferli siperler, el siperleri, yüz siperleri
Solunum Sistemi Koruyucular	Gaz, toz ve radyoaktif toz filtreli maskeler, hava beslemeli solunum cihazları, takılıp çıkarılabilen kaynak maskesi bulundurulan
Gövde ve Karın Bölgesi Koruyucular	Delinme ve kesilmelere karşı koruyucu önlük ceket ve yelekler, kimyasallara karşı koruyucu önlük, ceket ve yelekler, ısıtmalı yelekler, cankurtaran yelekleri, paraşüt tipi kemerler
El ve Kol Koruyucular	Makineden, kimyasallardan, elektrikten, ısı ve titreşimden koruyan eldivenler, sıyrılma, kesilme ve darbelere karşı koruyucu eldivenler, radyasyona karşı koruyucu eldivenler, bilek ve ö kolu örten kolluklar, dirsek hizasına kadar örten kolluklar, omuzlara kadar örten kolluklar
Ayak ve Bacak Koruyucular	Parmak koruyucu ayakkabılar, iletken ayakkabılar, yalıtkan ayakkabılar, kıvılcım çıkarmayan ayakkabılar, bot ve çizmeler, tozluklar
Vücut ve Cilt Koruyucular	Düşmeyi önleyici ekipman, kinetik enerjiyi absorbe eden frenleme ekipmanı, paraşütçü kemeri, koruyucu iş elbisesi, makinelerden, kimyasallardan, radyoaktif kirlilikten, korunma sağlayan giysi, toz, gaz geçirmez giysiler, florasan maddeli

3. UYGULAMA ÇALIŞMASI

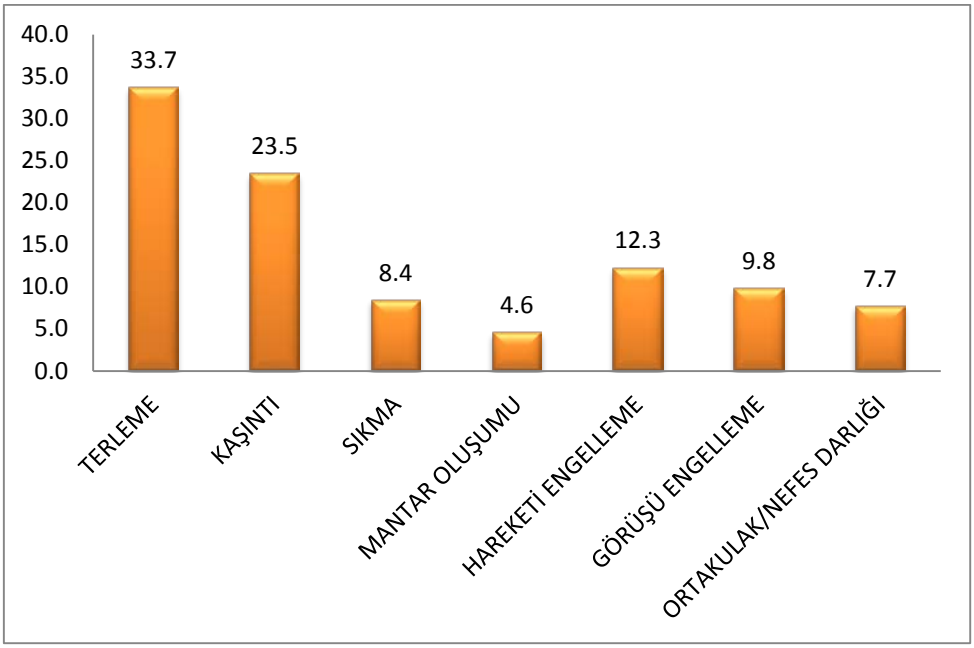
Madencilik sektöründe farklı işletmelerde çalışanların KKD kullanım tutumlarını belirlemek amacıyla;

"KKD hakkında eğitim verildi mi?",
"KKD'lerinizi düzenli kullanıyor musunuz?",
"KKD'lerinizin sizde oluşturduğu bir rahatsızlık var mı?",
"KKD kullanımından dolayı herhangi bir tehlikeyle karşılaştınız mı?",
"KKD'ler tam koruma sağlıyor mu?" ve
"KKD'ler vücut yapınıza uygun mu?" gibi sorulardan oluşan anket hazırlanmıştır. Anket çalışması, farklı illerde faaliyet gösteren bor (açık ocak, fabrika), kömür (açık ocak, yeraltı), seramik (açık ocak), çimento (açık ocak, fabrika), mermer sektörü (ocak, fabrika) olmak üzere beş farklı sektöre ait sekiz farklı işletmede toplamda 247 çalışana uygulanmıştır.

Çalışanlara yöneltilen sorulara evet/hayır şeklinde cevap vermeleri istenmiştir. Anketten elde edilen sonuçlar yüzdesel ve grafiksel olarak yorumlanmıştır.

İlk olarak ankette, çalışanların işyerlerinde, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) ile KKD kullanımı hakkında eğitim alıp almadıkları sorgulanmıştır. Tüm çalışanların %98'inin İSG ve KKD eğitimi aldıkları, çalıştıkları birimdeki tehlike ve risklere karşı bilinçlendikleri, KKD kullanım amaçları, kullanımı, bakımı, temizliği ve saklanması konularında bilgi sahibi oldukları %2'sinin ise İSG ve KKD eğitimi almadığı belirlenmiştir.

Eğitimlerin etkinliğini kontrol etmek amacıyla çalışanlara KKD'lerini düzenli kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur. Çalışanların %98'i eğitim almış olmasına rağmen, %54'ü düzenli kullandığını, %46'sı düzenli kullanmadığını belirtmiştir. Çalışanların eğitim almış olmalarına rağmen KKD kullanımına özen göstermemelerinin sebeplerini belirlemek amacıyla çalışanlara KKD'nin sizde oluşturduğu herhangi bir rahatsızlık var mı? sorusu sorulmuştur. Çalışanların %52'si kullandıkları KKD'den dolayı rahatsızlık yaşadığını belirtmiş, %48'i ise herhangi bir rahatsızlık yaşamadıklarını belirtmişlerdir. KKD'nin çalışanlarda oluşturduğu rahatsızlıkların dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışanlarda KKD kullanımından dolayı oluşan rahatsızlıklar

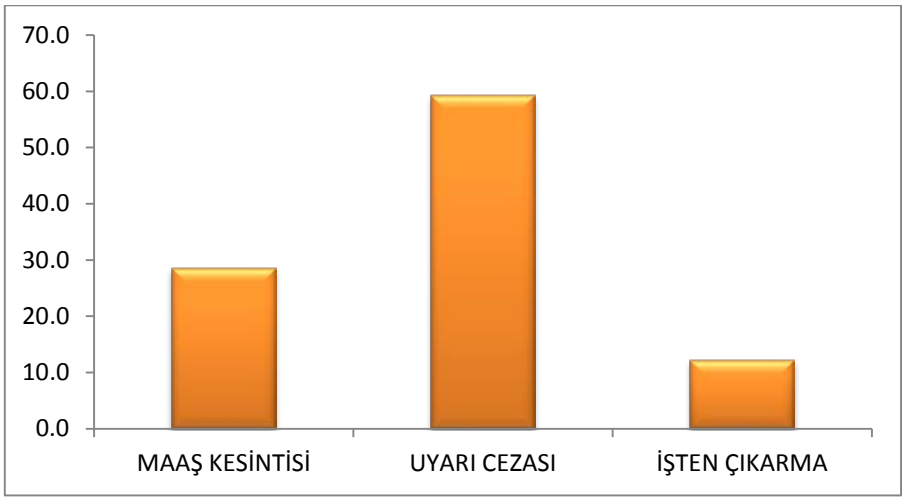
Şekil 1 incelendiğinde, çalışanlar kullandıkları KKD'den dolayı, %33,7'si terleme, %23,5'i kaşıntı, %12,3'ü hareketi engellemesi, %9,8'i görüşü engellemesi, %8,4'ü sıkma, %7,7'si orta kulak rahatsızlığı ve nefes darlığı %4,6'sı mantar oluşumu rahatsızlığı yaşadıkları görülmektedir. Bu sonuçlar, çalışanlara aslında korunma düzeyini yükseltmek amacıyla verilen KKD'lerin ergonomik açıdan çalışana uygun olmadığını göstermektedir. Bu durumda çalışanlar fizyolojik açıdan olumsuz etkilendiğinden, yaptıkları işe konsantre olamayarak iş kazası yaşama olasılıkları artabilecektir.

Çalışanlara kullandığınız KKD'den dolayı tehlikeyle (yeleğin banda sıkışması, baretin görüşü engellemesi gibi) karşılaştınız mı? sorusu sorulmuştur. Çalışanların %79'u tehlikeyle karşılaşmadığını, %21'i ise KKD'den dolayı tehlikeyle karşılaştıkları belirtmiştir.

Çalışanlara KKD'lerin etkinliğini sorgulamak için, kullandığınız KKD'ler karşılaştığınız tehlikelere karşı tam koruma sağlıyor mu? sorusu sorulmuştur. Çalışanların %72'si kullandıkları KKD'lerin tam koruma sağladığını, %28'i ise tam koruma sağlamadığını belirtmiştir. KKD'lerin koruyuculuğunu ve kullanım

süresini etkileyen faktörlerden arasında bakım, temizlik ve depolanma koşulları yer almaktadır.

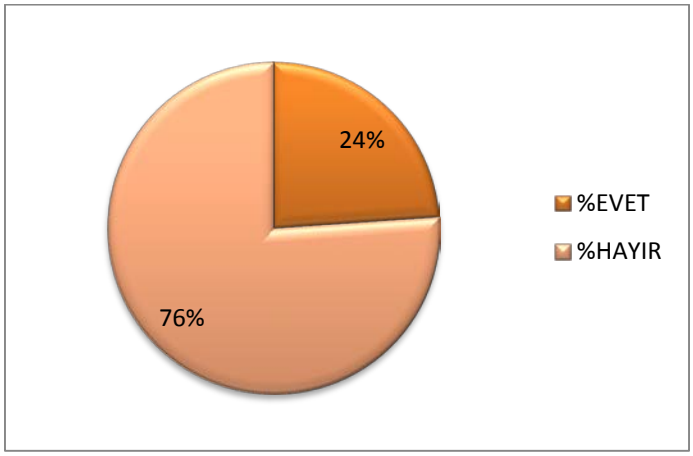
Çalışanlara KKD'lerinizin temizliğine, bakımına ve depolanmasına özen gösteriliyor mu? sorusu sorulmuştur. Çalışanların %77'si özen gösteriliyor derken, %23'ü gerekli özenin gösterilmediğini belirtmiştir. İSG yönelik çalışmalarda etkinlik, denetimler ve yaptırımların uygulanması ile arttırılabilmektedir. Bu bağlamda, çalışanlara KKD kullanımı ile ilgili işyerinizin uyguladığı bir yaptırım var mı? sorusu sorulmuştur. Çalışanların %59'u çalıştıkları yerlerde KKD kullanımı ile ilgili yaptırım uygulandığını belirtirken %41'i yaptırım uygulanmadığını belirtmiştir. Hangi yaptırımın işyerinde uygulandığı sorulduğunda çalışanların bu soruya verdiği cevapların dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İşyerlerinin uyguladığı yaptırım türleri

Şekil 2 incelendiğinde, işyerlerinde %59,2 uyarı, %28,6 maaş kesintisi ve %12,2 işten çıkarma yaptırımı uygulandığı gözlemlenmektedir. KKD kullanımında etkinliğin arttırılması için maaş kesintisi ve işten çıkarma gibi daha ağır yaptırımların uygulanması daha etkili olacaktır. Çalışanların KKD donanınım kullanımına teşvik etmek ve ergonomik yapılarına uygun KKD seçmek amaçlı KKD seçiminde çalışanların veya çalışan temsilcilerinin

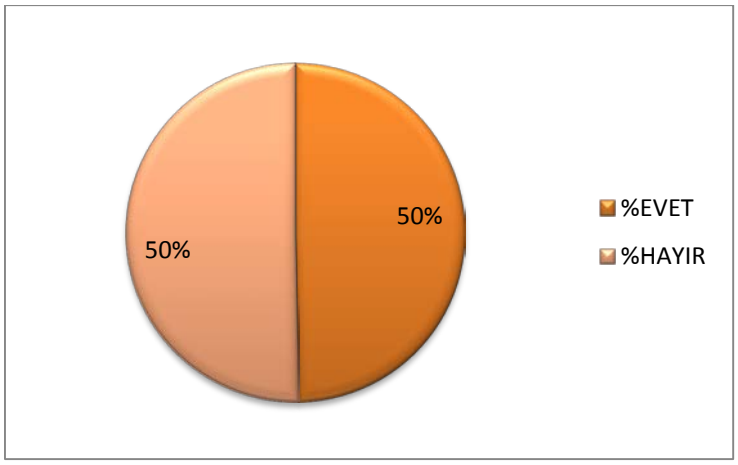
görüşlerini almak etkinliği arttırmaktadır. Çalışanlara KKD seçiminde görüşünüz alındı mı? sorusu sorulmuş ve verilen cevap dağılımı Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışanların KKD seçiminde görüşlerinin alınması durumu

Çalışanların %24'ü KKD seçiminde görüşlerinin alındığını, %76'sı görüşlerinin alınmadığını belirtmiştir. Çalışanların KKD seçim sürecine etkin katılımlarının sağlanması, KKD kullanım oranını artırırken daha ergonomik KKD seçimine de yardımcı olacaktır.

Çalışanların KKD'lere bakış açılarını değerlendirmek amacıyla, "KKD kullanımını gerekli buluyor musunuz?" sorusu sorulmuş ve elde edilen sonuçların dağılımı Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Çalışanların KKD kullanımını gerekli bulma durumu

Şekil 4 incelendiğinde, çalışanların %50'sinin KKD kullanımını gerekli bulurken %50'si gibi büyük bir oranının gerekli bulmadığı görülmektedir. Çalışanların KKD kullanımını gereksiz bulmalarının sebepleri arasında en önemlileri, çalışanların riski kabul etmedeki eğitim eksiklikleri, işyeri tarafından ergonomik olmayan KKD'lerin seçimi, bazı KKD'lerin yanlış seçilmesi sonucu tehlike oluşturması ve işyerlerinde ve çalışanlarda İSG kültürünün oluşmaması gibi nedenler sayılabilir.

4. SONUÇLAR

Çalışanların, KKD'lerin nasıl kullanacaklarına, ne zaman gerekli olduğuna ve donanımın sınırlılıklarına ve bakımını nasıl yapacaklarına ilişkin eğitim alması kaçınılmazdır. Anket sonuçlarına göre çalışanlar KKD kullanımına yönelik eğitimlerini almışlardır.

Çalışanlar, KKD kullanımından dolayı hareketin ve görüşün engellenmesi, kaşıntı, sıkma, mantar oluşumu, nefes darlığı gibi çeşitli rahatsızlıklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, çalışanların %21'inin kullandıkları KKD'lerden dolayı görüşün engellenmesi ve yeleğin banda sıkışması gibi tehlikelerle karşılaştıkları, %28'inin kullandıkları KKD'lerin tam koruma sağlamadığı ve bunların sonucu olarak %46'sının KKD'lerini düzenli kullanmadıkları ve ayrıca, %50'sinin KKD kullanımını gerekli bulmadığı belirlenmiştir. Çalışanların KKD eğitimi almış olmalarına rağmen %50'sinin KKD kullanımının gerekli olmadığını düşünmesi verilen eğitimlerin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir. Uygun olmayan KKD seçimi koruma sağlamadığı gibi, çalışanların görebileceği zararı artırırken maliyeti de arttırması kaçınılmazdır.

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.

Çalışanların tehlikelerden ve bunların oluşturacağı risklerden korunmaları için son aşama KKD'lerdir. Bunların seçimlerinde, çalışan temsilcisi ve/veya çalışanların KKD hakkında görüşlerinin alınması, verilen eğitimlerin daha verimli hale getirilmesi, çalışanların KKD kullanımına teşvik edilmesi için çalışmalar yapılması ve KKD kullanımı hakkında denetim ve gözetimlerin arttırılması ve yaptırımların daha ağır şekilde uygulanması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Resmi Gazete, 2012. *İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630.htm Erişim tarihi: 30.06.2012.

Resmi Gazete, 2013. *Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik*, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/11/20061129-9.htm Erişim tarihi: 01.08.2017.

KAMU KURUMLARINDA KULLANILAN ZEMİN KAPLAMALARININ KAYMA RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

DETERMINATION AND EVALUATION OF SLIP RISK OF FLOOR COVERINGS USED IN PUBLIC INSTITUTIONS

G. Çoşkun
Cumhuriyet Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Sivas

G. Sarıışık
Harran Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

ÖZ: Bu çalışma, 5378 sayılı engelliler hakkında kanun ile erişebilirlik kapsamında kamu kurumları başta olmak üzere topluma açık ve kapalı alanlarda yaya yüzey zemin kaplamalarının özellikle ıslak ortamda kaymaz hale getirilmesi hukuken zorunlu hale gelmiştir. Genel olarak bakıldığında, kamu kurumlarında merdiven, ana giriş, koridor, ofis, sınıf, otopark gibi birçok yerde yüzey zemin kaplaması olarak doğal taş (kireçtaşı, granit ve traverten), seramik, suni granit, mozaik karo taşı, laminat parke ve PVC zemin kaplamalarının kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle kamu kurumlarında insanların güvenli hareket edebilmeleri için yaya yüzey zemin kaplaması olarak kullanılan bu malzemelerin kayma risklerinin belirlenmesi ve güvenlik sınıflamasının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada iki ortamda DIN 51131:2014-03 ile EN 13893 standardına göre çalışan taşınabilir (mobil) ölçekli GMG 200 test cihazı kullanılarak yerinde dinamik sürtünme katsayıları ölçülmüş ve Wuppertaler Sınıflaması dikkate alınarak zemin kaplamalarının güvenlik sınıflaması yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde genel olarak yaya yüzey zemin kaplamalarının yüzey sürtünme katsayılarının çok düşük bunun paralelinde ise kayma potansiyellerinin çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kamu kurumlarında çalışanların ve yayaların daha emniyetli hareket edebilmeleri için kuru ve ıslak ortamda kullanılan zemin kaplamalarının standartlara uygun yüzey işleminde olması ve seçilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak kamu kurumlarına yönelik standart oluşturarak güvenlik sınıflaması belirlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kamu Kurumları, Zemin Kaplamaları, Kayma Riskleri.

ABSTRACT: *This study has become legally compulsory to make pedestrian surface floor coverings especially in wet environments in public indoor and outdoor areas, particularly in public institutions, within the scope of accessibility of law 5378 by law. Generally speaking, in many places such as*

stairs, main entrance, corridor, office, classroom, parking lot in public institutions, natural stone (limestone, granite and travertine), ceramic, artificial granite, mosaic tile, laminate parquet and PVC floor coverings are used. For this reason, it is necessary to determine the risk of sliding and security classification of these materials which are used as pedestrian surface floor covering in public institutions so that people can move safely. In this study, on-site dynamic friction coefficients were measured using portable (mobile) scale GMG 200 tester operating according to DIN 51131: 2014-03 and EN 13893 standards in two environments and the safety classification of floor coverings was done considering Wuppertal Classification. In the measurements made, it is determined that in general the surface friction coefficient of the pedestrian surface floor coverings was very low in parallel with very high slip potentials. In public institutions, the floor coverings used in dry and wet environment should be selected according to the standards so that employees and pedestrians can move more safely. As a result, it is recommended that a standard and security classification should be determined in public institutions.

Keywords: *Public Institutions, Floor Coverings, Slip Risks.*

1. GİRİŞ

Günümüzde, kamu kurumlarında topluma açık ve kapalı alanlarda yaya yüzey zemin kaplaması olarak farklı türde ve özellikte doğal taş (kireçtaşı, granit ve traverten), seramik, suni granit, mozaik karo taşı, laminat parke ve PVC zemin kaplamalarının kullanıldığı görülmektedir. Bu tür malzemelerin zemin kaplaması olarak kullanılmasında, dikkat edilecek özelliklerinden biri de kayma risklerinin belirlenmesidir. Zemin kaplamalarının kayma risklerinin belirlenmesinde önemli faktörlerden biriside yüzeyin sürtünme katsayısıdır (Grönqvıst 1995; Rowland vd., 1996; Kim 1996; Chang 1999; Manning vd., 1998).

Bilim adamları, iki sert yüzey arasındaki harekete direnç gösteren sürtünme kuvvetinin, yüzeylerin birbirine basma kuvveti ile orantılı olduğunu belirtmişlerdir. "Sürtünme katsayısı" sürtünme kuvveti ile basma kuvveti arasındaki sabit oran için kullanılan bir terimdir. Çekme veya kayma direncinin şu anki kadar basit olmadığı bilinmektedir. Özellikle sulu veya yağlı yüzeyleri

birbirinden ayırdığında, ancak sürtünme katsayısı kavramı kullanılmaktadır (Ricotti vd., 2009).

Kayma vakaları yaya, deney ortamı (su, yağ, donma, toz), kirleticiler gibi çevresel faktörler ile yetersiz zaman, ısı, aydınlatma, ayakkabı ve yaya yüzey kaplama özellikleri dâhil bir ya da birden fazla sebepten kaynaklanır (Kim 2001). Tüm bu unsurlar, sürtünme kuvvetinin (ya da yüzey kayma direncinin) kaymayı önlemeye yeterli olup olmadığına karar vermek için birleştirilebilir. Doğal taş plakalarında kayganlık, yüzey ve yüzeyle etkileşen nesnenin çekme ya da sürtünmesinden oluşan etki olarak tanımlanabilir. Adams'a göre (1997) yayaların yürürken, kayma kazalarının artmasıyla kaymayı önleme çalışmalarının önemi belirgin olarak artırmıştır.

Yapılan istatistiklerde Dünya'da kayma ve düşmelerin sebep olduğu kaza ve yaralanmaların trafik kazalarından sonra ikinci sırada olduğu ve özellikle oteller, restoranlar ve halka açık yerlerde kayıp düşmeler en başta gelen kaza sebepleridir. Yapılan araştırmalar her 5 kazadan birinin kayma sonucu oluştuğunu, bugün sadece Amerika Birleşik Devletlerinde; Yılda ortalama 9 milyon kayma ve düşme kazası olmakta, günde 25,000 kişi bu tip yaralanmalardan dolayı hastanelere kaldırılmakta, günde 55 kişi bu tip kayma ve düşme olaylarından dolayı hayatını kaybetmektedir. 40 yaş üzeri insanların %55'i bu tip kayma ve düşme kazalarına maruz kalmakta, bu kazaların %35'inde çocuklar da yaralanmaktadır. Kayma kazaları ve iş kayıpları Dünya ekonomisine 110 Milyar Euro'ya mal olurken bu oranın ülkemizde ise yılda 554 Milyon Euro'dur (Trusty-Step 2015).

Ülkemizde 07 Temmuz 2015 tarihinde Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun ile ıslak ortamda kullanılan zemin kaplamalarının ve eğimli rampaların kaymaz özellikte olması istenmektedir. Tüm kamu kurumlarının bu yasa kapsamında erişebilirlik belgesi alabilmeleri için yaya yüzey zemin kaplamalarının kaymaz özellikte ve standartlara uygun güvenlik sınıflamasında malzeme kullanmaları artık yasal bir

zorunluluk olmuş ve zemin kaplamalarının kaygan olduğuna dair uyarı levhalarının ve yazılarının ise artık hukuken bir geçerliliği kalmamıştır. Bu nedenle, kamu kurumlarında hem çalışanların iş güvenliği, hem de insanların zemin kaplamaları üzerinde daha emniyetli hareket edebilmeleri için zemin kaplamalarının dinamik sürtünme katsayılarının belirlenmesi önem verilmesi gereken bir konu olarak ön plana çıkmaktadır (Coşkun, 2015).

Araştırmacılar tarafından DIN 15097 ve DIN 15131 standartlarına göre eğik düzlem test cihazı kullanılarak, TS EN 14158 standardına göre pandül cihazı kullanarak, laboratuar ortamında farklı doğal taşlar ve farklı yüzeylerde kayma direnci belirlenmiş ve sınıflandırmaları yapılmıştır (Sarıışık 2009; Sarıışık ve Sarıışık, 2010; Sarıışık vd., 2011; 2012; Coşkun vd., 2016). Bu çalışmada, kamu kurumlarında yaya yüzey zemin kaplaması olarak kullanılan farklı türde ve özellikteki malzemelerin farkı iki ortamda kayma risklerinin belirlenmesi amacıyla DIN 51131:2014-03 ve EN 13893 standardına göre çalışan taşınabilir (mobil) test cihazı GMG 200 kullanılmış ve zemin kaplamalarının yerinde dinamik sürtünme katsayıları ölçülmüştür. Elde edilen veriler ışığında zemin kaplamalarının kuru ve ıslak ortama göre kayma riskleri belirlenmiş ve standartlara uygun güvenlik sınıflaması yapılmıştır.

2. METARYAL VE METOD

2.1. Materyal

Günümüzde kamu kurum binalarında topluma açık ve kapalı alanlarda yüzey zemin kaplaması olarak doğal taş (kireçtaşı, granit ve traverten), seramik, suni granit, mozaik karo taşı, laminat parke ve PVC zemin kaplamaları gibi malzemelerin kullanılmaktadır. Kamu kurum binalarında daha güzel ve parlak görünmesi amacıyla cilalı yüzey işleminde malzemeler tercih edilmektedir. Bu tür malzemelerin kullanımından dolayı kayma sonucu oluşan kazaları en aza indirmek ve daha güvenli zeminler oluşturmak adına amacıyla, zemin

kaplamalarının kullanıldığı zeminlerde kuru ve ıslak ortamda kayma risklerinin belirlenmesi ve güvenlik sınıflamasının yapılması gerekmektedir.

Bu amaçla, on bir farklı kamu kurumunda farklı türde ve özellikte zemin kaplaması olarak kullanılan malzemelerin yerinde dinamik sürtünme katsayıları ölçülmüştür. Ölçüm yapılan kurumlarının kodları ve zemin kaplamalarının türleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kamu kurum kodları ve zemin türleri

Kamu Kurum Saha	Kamu Kurum Adı	Zemin Türü	Zemin Kaplama Malzemesi
Z1	Kamu Kurumu	Koridor	Kireçtaşı
Z2	Rektörlük	Ana giriş	Granit
Z3	Hastane	Acil giriş	PVC
Z4	Anaokul	Ana sınıfı	Laminat Parke
Z5	Hastane	Ana giriş	Kireçtaşı
Z6	Okul	Okul sınıfı	Seramik
Z7	Okul	Ana Sınıfı	Laminat Parke
Z8	Kamu Kurumu	Koridor	Seramik
Z9	AVM	Ana Giriş	Traverten
Z10	Okul	Koridor	Karo Taşı
Z11	Okul	Oda	Suni Granit

2.2. Metot

2.2.1 GMG 200 Sürtünme Katsayısı Ölçüm Test Cihazı

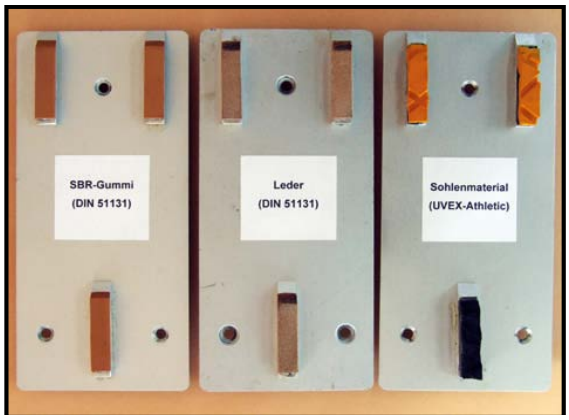
Yaya yüzey zemin kaplamalarının döşendikleri mekânda kayma risklerinin belirlenmesinde etken olan dinamik sürtünme katsayılarını belirlemek adına farklı özelliklerde ve farklı standartlara göre çalışan birçok test cihazları bulunmaktadır. Bu çalışmada, yaya yüzey zemin kaplamalarının dinamik sürtünme katsayılarının tam olarak belirlenmesinde modern ve yüksek kaliteye sahip taşınabilir (mobil) DIN 51131:2014-03 ve EN 13893 standardına göre çalışan ve 200 değişik Zemin kaplamasının sürtünme katsayısını ölçen GMG 200 test cihazı kullanılmıştır. GMG 200 test cihazı Alman GTE şirketi tarafından geliştirilmiş taşınabilir (mobil) özellikte ve ölçümleri tekraranabilir,

güvenilir elektronik bir test cihazıdır. Alman sağlık ve güvenlik makamlarınca tavsiye edilmektedir. Avrupa'da birçok ülkede zemin kaplamalarının sürtünme katsayısının belirlenmesinde kullanılan bir test cihazıdır (Şekil 1).



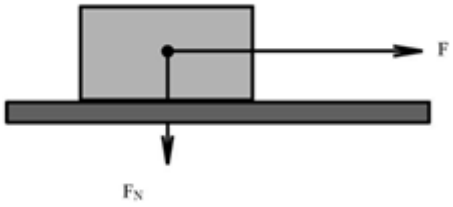
Şekil 1. Sürtünme katsayısı ölçüm test cihazı (GMG 200)

GMG 200 test cihazı tasarımı, mekanik ölçüm ve elektronik ölçüm tekniklerinin bir kayma gövdesinde birleştirilmesine dayanır, böylece tek bir sistem bileşeni ile ölçme sistemi elde edilir. Test cihazı altına takılan ve ayakkabı altlığını temsilen 3 farklı türde değiştirilebilir özellikte kullanılan özel kaydırıcılar sayesinde zeminde yürüyüş etkisi yaratarak zeminin dinamik sürtünme katsayısını ölçmektedir. Lastik pabuçlar cinslerine göre kodlanmış olup cihaz tarafından otomatik olarak algılar ve ekranda gösterir ve ilgili ölçüm değeri ile birlikte kaydeder. Opsiyon olarak, kaydırıcı sistem özel malzeme gerektiren durumlar için kaydırıcı malzeme donatılmadan da tedarik edilebilir ve daha sonra yerleştirilebilir (Şekil 2).



Şekil 2. Kaydırıcı malzeme (GMG 200)

Sürtünme kuvveti, yüzey üzerindeki bir nesnenin çekilmesi için gerekli olan bir güç olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3).



$$\mu = F_R / F_N = F_Z / m.g$$

Şekil 3. Sürtünme katsayısı ölçümü

Cihazla ölçümlere başlanmadan önce, pabuçların takıldığı ve cihazın alt kısmına takılan kızakların en az 15 dakika ortamda bekletilmesi ve ölçülecek yüzeyde birkaç kez ölçüm yapılması gerekmektedir. Daha sonra kızak altına takılan pabuçlar 320 zımpara ile 20 defa zımpara yapılarak tozlardan arındırılmalı. Zımpara vuruşu (Taşıyıcı plakaya ilave baskı yapmadan ileri ve geri hareket) kızağın boylamasına yönüne eşit şekilde ileri ve geri gitmelidir. Bu işlem her ölçümden önce tekrarlanmalıdır. Kirli zemin kaplamaları üzerinde yapılan ölçümlerde pabuçların kirlenmesi ve pütürleşmesinin giderilmesi için 120 nolu zımpara kullanılmalıdır. Daha sonra ise üzerine 320 nolu zımpara ile 40 defa tekrar bir zımpara yapılmalıdır.

Zemin kaplaması üzerinde farklı iki ortamda (kuru-ıslak) ölçümler yapılmaktadır. Ölçüm sırasında elde edilen farklı dinamik sürtünme katsayısı değerlerinin minimum, maksimum değerleri ile bütün bu değerlerin ortalamasını cihaz ekranında gösterilirken, istenilmesi halinde ölçüm sonuçları ve ölçümün grafiksel gösterimi cihazdan çıktı olarak alınabilmektedir.

Ölçüm yapılacak zemine cihaz yerleştirilir. Cihaz altında çekilen tel belirli bir mesafe çekilerek telin ucuna bağlı plakaya ayakla basılır ve cihaz çalıştırılır. Cihaz istenilen ölçü mesafesinde giderek durur. Bu işlem 5 kez tekrarlanarak elde edilen 5 ölçümün ilk 2'si atılarak kalan 3 ölçümün ortalaması alınarak kaydedilir. Elde edilen sürtünme katsayısı değerleri Çizelge 2'de ki Wuppertaler Tabelası (SKIBA 1997 ve LEHDER 2011) kullanılarak değerlendirme yapılır.

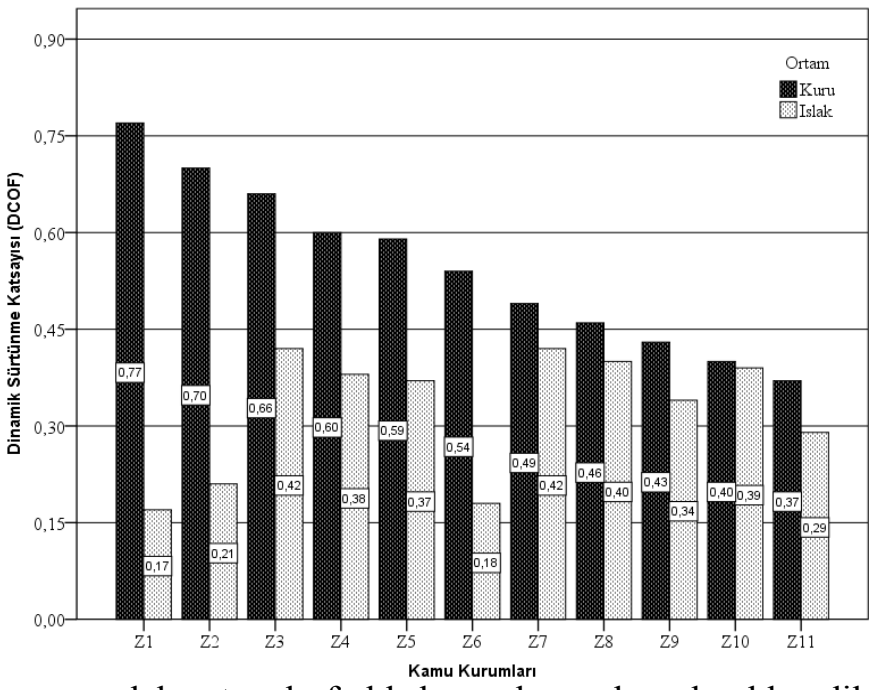
Çizelge 2. Wuppertaler Tabelası (Skıba, 1997)

Sürtünme Katsayısı (μ)	Değerlendirme
$\mu \geq 0.60$	Çok Güvenli
$0.45 \leq \mu < 0.60$	Güvenli
$0.30 \leq \mu < 0.45$	Şartlı Güvenli
$\mu < 0.30$	Güvensiz

3. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

3.1. Kamu Kurumlarının Taşınabilir Test Cihazı ile Ölçüm Sonuçları

Kamu kurumlarında özellikle hastane, okul, anaokulu zemin kaplamalarında serbest plaka boyutunda renk ve albenisinin yüksek olması, daha kolay temizlenmesinden dolayı doğal taş (kireçtaşı, granit ve traverten), seramik, suni granit, mozaik karo taşı, laminat parke ve PVC zemin kaplamalarının tercih edildiği görülmektedir. Kamu kurumlarında kullanılan farklı türde ve özellikteki zemin kaplamalarının kuru ve ıslak ortamda DIN 51131:2014-03 ile EN 13893 standardına göre yerinde yapılan ölçümlerde elde edilen dinamik sürtünme katsayısı değerleri (DCOF) Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 4. Kuru ve ıslak ortamda farklı kamu kurumlarında elde edilen ortalama DCOF (μ) değerleri

Kuru ortamda Z1 kamu kurumunda en yüksek DCOF değeri 0,77 μ ile kireçtaşı döşenen zemin kaplamalarında elde edilmiştir. Kuru ortamda Z11 kamu kurumunda en düşük DCOF değeri 0,37 μ ile suni granit döşenen zemin kaplamalarında elde edilmiştir. Islak ortamda Z3 ve Z7 en yüksek DCOF değeri 0,42 μ ile PVC ve Laminat parke döşenen zemin kaplamalarında elde edilmiştir. Islak ortamda Z1 kamu kurumunda en düşük DCOF değeri 0,17 μ ile kireçtaşı döşenen zemin kaplamalarında elde edilmiştir.

Doğal taşlarda cilalı yüzeylerde kayma direnci düşük olduğu için kayma potansiyeli yüksektir. Bu durumda cilalı yüzeyli doğal taşlarda ıslak ortamlarda kuru ortama göre kayma direnci daha düşük olduğu için kayma riski daha yüksektir (Sarıışık, 2009; Sarıışık ve Sarıışık, 2010; Sarıışık vd., 2011; 2012; Coşkun vd., 2016). Bu çalışmada kamu kurumlarında yerinde yapılan ölçümler sonucunda ıslak ortamların DCOF değeri kuru ortamların DCOF değerinden düşük olduğu için kayma riski daha yüksek olmaktadır.

Kamu kurumların zemin kaplamalarında cilalı yüzeyli granit, kireçtaşı ve traverten doğal taşlar kullanılmıştır. Yazarların laboratuar ortamında yaptığı daha önceki çalışmalarda doğal taşlarda hem yüzey işlemlerine bağlı olarak hem de yüzeyin ıslak/kuru durumuna göre, kayma dirençleri önemli ölçüde değiştiği ortaya konulmuştur. Ayrıca cilalı doğal taşlarda kayma direnci düşük olduğu durumlarda honlu, patinalolu ve eskitilmiş yüzeylerin kullanımı tavsiye edilmiştir (Sarıışık, 2009; Sarıışık ve Sarıışık 2010; Sarıışık vd., 2011; 2012; Coşkun vd., 2016). Bu çalışmada, kamu kurumlarında özellikle insan yoğunluğunun fazla olduğu merdiven, ana giriş, koridor, ofis, sınıf, otopark gibi zemin kaplamalarında kullanılan doğal taşların yüzeyi cilalı olmaması gerekmektedir. Bu alanlarda cilalı yüzey yerine kireçtaşı ve traverten kullanılması durumunda honlu yüzey, daha güvenli olması isteniyorsa patinatolu veya eskitilmiş yüzeyler tercih edilmelidir. Eğer bu alanlarda granit kullanılması durumunda honlu yüzey, daha güvenli olması isteniyorsa kumlu yüzeyler tercih edilmelidir.

3.2. Kamu Kurumlarındaki Zemin Kaplamalarının Sınıflandırılması

Zemin kaplamalarının yerinde kuru ve ıslak ortamda dinamik sürtünme katsayıları ölçülmüştür. DIN 51131:2014-03 ile EN 13893 standardında bir sınıflama sistemi olmadığından dolayı elde edilen DCOF değerleri Alman Kaza Sigortaların da kabul ettiği ve kullanıldığı DGUV 208-041 tabelası kullanılarak güvenlik sınıflaması yapılmıştır.

Çizelge 3. Hastanelerin zemin kaplamalarının DCOF değerlerinin sınıflanması

Kamu Kurum Saha	Zemin Kaplama Malzemesi	Kuru Ortam		Islak Ortam	
		DCOF (μ)	Sınıflama	DCOF (μ)	Sınıflama
Z1	Kireçtaşı	0,77	Çok Güvenli	0,17	Güvensiz
Z2	Granit	0,70	Çok Güvenli	0,21	Güvensiz
Z3	PVC	0,66	Çok Güvenli	0,42	Şartlı Güvenli
Z4	Laminat Parke	0,60	Çok Güvenli	0,38	Şartlı Güvenli
Z5	Kireçtaşı	0,59	Güvenli	0,37	Şartlı Güvenli
Z6	Seramik	0,54	Güvenli	0,18	Güvensiz
Z7	Laminat Parke	0,49	Güvenli	0,42	Şartlı Güvenli
Z8	Seramik	0,46	Güvenli	0,40	Şartlı Güvenli
Z9	Traverten	0,43	Şartlı Güvenli	0,34	Şartlı Güvenli
Z10	Karo Taşı	0,40	Şartlı Güvenli	0,39	Şartlı Güvenli
Z11	Suni Granit	0,37	Şartlı Güvenli	0,29	Güvensiz

Çizelge 3'de incelendiğinde ıslak ortamda Z1, Z2, Z6, Z11 kamu kurumlarında kullanılan zemin kaplamalarında elde edilen DCOF değerleri 0,30 μ'dan küçük olmasından dolayı güvensiz, Z3, Z4, Z5, Z7, Z8, Z9, Z10 kamu kurumlarında kullanılan zemin kaplamalarında elde edilen DCOF değerleri 0,45 μ'dan küçük olmasından dolayı güvensiz sınıflamasında yer almaktadır.

Kuru ortamda Z1, Z2, Z3, Z4 kamu kurumlarında kullanılan zemin kaplamalarında elde edilen DCOF (μ) değerleri ise 0,60 μ 'dan yüksek olmasında dolayı çok güvenli sınıflaması içerisinde yer almaktadır.

Kuru ortamda Z5, Z6, Z7, Z8 kamu kurumlarında kullanılan zemin kaplamalarında elde edilen DCOF (μ) değerleri ise 0,45-0,60 μ arasında

olmasında dolayı güvenli sınıflaması içerisinde yer almaktadır. Kuru ortamda diğerleri DCOF değerleri 0,45 μ'dan küçük olmasından dolayı şartlı güvensiz sınıflamasında yer almaktadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kamu kurumlarında zemin kaplaması olarak kullanılan doğal taşların kuru ve ıslak ortamda yüzey işlemlerine göre DIN 51131 standardı dikkate alınarak DCOF değerleri ölçülmüş ve sınıflaması yapılmıştır.

Genel olarak bakıldığında kamu kurumlarında zemin kaplaması olarak cilalı yüzey işleminde ve serbest plaka boyutunda doğal taşların kullanıldığı görülmektedir. Bu zeminler üzerinde kuru ortamda elde edilen DCOF değerlerinin, ıslak ortamda elde edilen DCOF değerlerinden azda olsa yüksek olduğu görülmektedir. İki ortamda da birbirine yakın değerlerin çıkmasında cilalı yüzey işleminde doğal taşların kullanılmasının etkisi bulunmaktadır.

Ülkemizde son dönemde çıkan yönetmelikler ve erişebilirlik kapsamında özellikle insan yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda kuru ve ıslak ortamlarda kaymaz özellikte zemin kaplamalarının kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle ölçüm yapılan beş farklı kamu kurumunda hem çalışanların hem de hastaların daha güvenli hareket edebilmeleri için kamu kurumlarında cilalı yüzey işleminde doğal taşların kullanılması son derece sakıncalı ve uygun değildir. Kullanılması halinde hem hastaların hem de çalışanlar açısında büyük oranda risk taşımaktadır.

Bu nedenle kamu kurumlarında kullanılan zemin kaplamalarının güzel gözükmesi veya kolay temizlenmesi gibi faktörler göz ardı edilerek öncelikle hem hastaların hem de çalışanların zemin kaplamaları üzerinde daha rahat hareket edebilmeleri için cilalı yüzey işleminde doğal taşların kullanılmaması önerilmektedir.

Kamu kurumlarında çalışanların ve yayaların daha emniyetli hareket edebilmeleri için binalara yönelik standart oluşturarak, yeni bir kayma güvenlik sınıflaması belirlenmesi önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ BAP SMYO – 010 nolu proje tarafından desteklenmiştir. Katkıları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Adams N (1997) Slips and Falls: Some Arguments About Measuring Coefficients of Friction. University of NSW.

Çoşkun G (2013) The effects of roughness and surface processing techniques on slip resistance in stone naturel calcareous stones. Ph.D. Thesis, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, p 249.

Çoşkun G, Sarıışık G, Sarıışık A (2016) Classification of parameters affecting slip safety of limestones. Cogent Engineering, 3(1):1217821.

Chang WR (1999) The effect of surface roughness on the measurement of slip resistance. International Journal of Industrial Ergonomics 24(3): 299–313.

Grönqvıst, R. (1995). Mechanisms of friction and assessment of slip resistance of new and used footwear soles on contaminated floors. Ergonomics 38: 224–241.

Kim IJ (1996a) Tribological approach for the investigation of pedestrian slipping and falling accidents. In: Proceedings of the 1996 International Occupational Injury Symposium, Sydney, Australia.

Kim, I.J., 2001; "Microscopic observations of the progressive wear on shoe surfaces that affect the slip resistance characteristics", International Journal of Industrial Ergonomics, 28, 17-29.

Manning DP, Jones C, Rowland FJ, Roff M (1998) The surface roughness of a rubber soling material determines the coefficient of friction on water-lubricated surfaces. Journal of Safety Research 29: 275–283.

Ricotti R, Delucchi M, Cerisola G. A comparison of results from portable and laboratory floor slipperiness testers. International Journal of Industrial Ergonomics. 2009;39:353–357. doi:10.1016/j.ergon.2008.07.004.

Sarıışık A (2009) Safety analysis of slipping barefoot on marble covered wet areas. Safety Science 47: 417–1428.

Sarıışık A, Sarıışık G (2010) Analysis of the parameters affecting the slip angle of surface-processed natural stones. Mining Journal 49: 17–30 (in Turkish).

Sarıışık A, Akdaş H, Sarıışık G, Çoşkun G (2011) Slip safety analysis of differently surface processed dimension marbles. Journal of Testing and Evaluation 39(5): 1–10.

Sariisik A, Sariisik G, Akdaş H (2012) Slip analysis of surface processed limestones. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials 165: 279–296.

Skiba, R (1997) Taschenbuch Arbeitssicher-heit. 9. Aufl. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Trusty-Step (2015) The Anti-Slip Treatment, United States.

Rowland FJ, Jones C, Manning DP (1996) Surface roughness of footwear soling materials: Relevance to slip resistance. Journal of Testing and Evaluation 24: 368–376.

DOĞAL TAŞLARIN SÜRTÜNME KATSAYILARI (COF) İLE YENİ KAYMA GÜVENLİK RİSK SINIFLAMASININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF FRICTION COEFFICIENT (COF) WITH NEW SLIP SAFETY RISK CLASSIFICATION OF NATURAL STONES

G. Çoşkun
Cumhuriyet Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Sivas

G. Sarıışık
Harran Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

A. Sarıışık
Harran Üniversitesi, İnşaat Bölümü, Şanlıurfa

A. S. Öğütlü
Harran Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

ÖZ: Bu çalışmada yalınayak ve ayakkabı ile yürürken doğal taş zemin kaplamalarında yayaların yeni güvenlik kayma riski sınıflaması belirlenmiştir. Sürtünme katsayıları (COF) değerleri 15 farklı türde oluşmuş doğal taş, dört yüzey işleme yöntemi, üç ortam koşulu, iki test cihazı (eğik düzlem ve pandül) ve üç standart (DIN EN 51097, DIN EN 51130 ve TS EN 14231) ile hesaplanmıştır. Doğal taşların COF değerlerini etkileyen parametrelerin ortam koşulları (yaş, kuru ve yağlı) ve uygulanan yüzey işleme teknikleri dikkate alınarak, K ortalama yöntemi ile yeni kayma güvenlik riski skalası belirlenmiştir. Doğal taşların istatistiksel sonuçlara göre COF değerlerine bağlı olarak güvenli kullanım alanlarına göre sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal Taşlar, Sürtünme Katsayısı (COF), Kayma Güvenlik Riski.

ABSTRACT: *In this study, the classification of the risk of new safety slip of the pedestrians in natural stone floor covering when barefoot and walking with shoes. Coefficients of friction (COF) have been found by the rock formed in 15 different types, four surface processing technique, three environmental condition, two test device (ramp test and pendulum) and three standards (DIN EN 51097, DIN EN 51130 and TS EN 14231). The new sliding safety risk scale is determined by the K average method considering the environmental conditions (wet, dry and oily) and the applied surface processing technique of*

the parameters affecting the COF values of natural stones. According to statistical results, natural stones have been classified according to their safe use areas depending on their COF values.

Keywords: *Natural Stones, Coefficients of Friction (COF), Sliding Safety Risk.*

1. GİRİŞ

Günümüz mimarisinde zemin kaplama malzemesi olarak doğal taş çeşitleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Zemin kaplamalarının kullanılmasında en önemli parametrelerden biri malzeme yüzeyinin kaymazlık özelliğidir. Son günlerde binalarda zemin kaplama malzemelerinin kaymazlık özellikleri zemin güvenliği açısından talep edilmektedir (Grönqvıst, 1995; Rowland vd., 1996; Kim, 1996; Chang, 1999; Manning vd., 1998; Coşkun, 2013).

Yüzyıllar önce bilim adamları, iki sert yüzey arasındaki harekete direnç gösteren sürtünme kuvvetinin, yüzeylerin birbirine basma kuvveti orantılı olduğu fark edilmiştir. "Sürtünme katsayısı" COF, sürtünme kuvveti ile basma kuvveti arasındaki sabit oran için kullanılan terimdir. Çekme veya kayma direncinin şu anki kadar basit olmadığı bilinmektedir; özellikle sulu veya yağlı yüzeyleri birbirinden ayırdığında, ancak sürtünme katsayısı kavramı hala kullanılmaktadır (Ricotti vd., 2009).

İş kazalarında en çok iş yerinde düşme ya da ayak kaymaları tespit edilmiştir. Ayak kayma olayları bir veya birden fazla faktörlerden dolayı gerçekleşmektedir. Kaymazlığa neden olan faktörler çevresel faktörlerden su, yağ, buz, toz, deterjan ve sabun gibi kirleticiler, kişinin dikkat dağınıklığı, psikolojisi, bulunduğu ortamın sıcaklığı ve aydınlığı, en önemlisi de zemin kaplamada kullanılan malzemenin karakteristik ve yüzey işleme özelliğidir (Kim, 2015; 2016; Li ve Chen, 2004). Kullanım alanı, parlaklık, cilalama ve kaymayı önleyici özellikler doğrudan doğal yüzeylere uygulanan yüzey işleme yöntemlerinden etkilenir (Sarıışık, 2009; Sarıışık ve Sarıışık, 2010; Sarıışık vd.,

2012; Coşkun 2016). Bu nedenle, ıslak ve kuru ortamlarda yer döşemeleri olarak kullanılan kireçtaşların kayma güvenliği, insanların kayma riski olmadan çıplak ayakla güvenle hareket edebilecekleri şekilde belirlenmelidir. Farklı kireçtaşlarının kayma emniyetini belirlemek için, farklı boyutlarda işlenmiş kireç taşının kayma açısı laboratuar ortamında test edilmelidir (Chang ve Matz, 2011; Chang vd., 2001; Grönqvist vd., 1999; Leclercq, 1999; Powers vd., 1999; Ricotti, 2008).Literatürde birçok farklı test cihazı kullanıldığı tespit edilmiştir. Birkaç yazar, bir kişi normal yürüdüğünde yüzey / ayakkabı ara yüzünde oluşan tribolojik olayları incelemiştir (Cham ve Redfern, 2002; Hanson, 1999; Marpet, 2002; Strandberg ve Lanshammar, 1981).

Bu çalışmada zemin kaplamalarında kullanılan 15 farklı doğal taş üzerinde, eğik düzlem ve pandül test cihazı kullanılarak doğal taşların kuru, ıslak ve yağlı ortamda kayma risklerinin belirlenmesinde etken olan kayma açıları ve kayma dirençleri belirlenmiştir. Elde edilen test sonuçları sürtünme katsayısı değerleri hesaplanarak, K ortalama yöntemi ile yeni bir sınıflandırma belirlenmiştir. Bu sınıflandırma ile COF değerlerine bağlı olarak güvenli kullanım alanlarına göre karşılaştırılmaları yapılmıştır.

2. METARYAL VE METOD

2.1. Materyal

Son yıllarda doğal taşlar, alışveriş merkezleri, hastaneler, otobüs istasyonları, tren istasyonları, okullar ve yüzme havuzları gibi insan dolaşımının yüksek olduğu kamu alanlarında zemin kaplama malzemeleri olarak kullanılmaktadır. Bu alanlarda kaymalara bağlı kazaları en aza indirgemek için döşeme malzemeleri olarak kullanılan doğal taşların özellikleri bilinmelidir. Bu çalışmada 5 metamorfik, 10 sedimanter (5'şer mermer, kireçtaşı ve traverten) kayaç türü seçilmiştir. Bu doğal taş örnekleri, Afyonkarahisar / Iscehisar'da taş ocakları işleten firmalardan temin edilmiştir. Bir COF deneyi için 300 × 300 × 10 mm^3 boyutlarında doğal taş plakaları kullanılmıştır. Doğal taşların COF

değerlerini belirlemek için toplam 360 numune test edilmiştir. Deneysel çalışmada her bir doğal taş numunesinin test yüzeyi ölçümlerinde 75 veri alınmıştır. Toplam (15 doğal taş türü × 2 ortam × 4 yüzey işleme x 3 yöntem × 75 tekrarlı veri) 27000 veri kullanılmıştır.

2.2. Metot

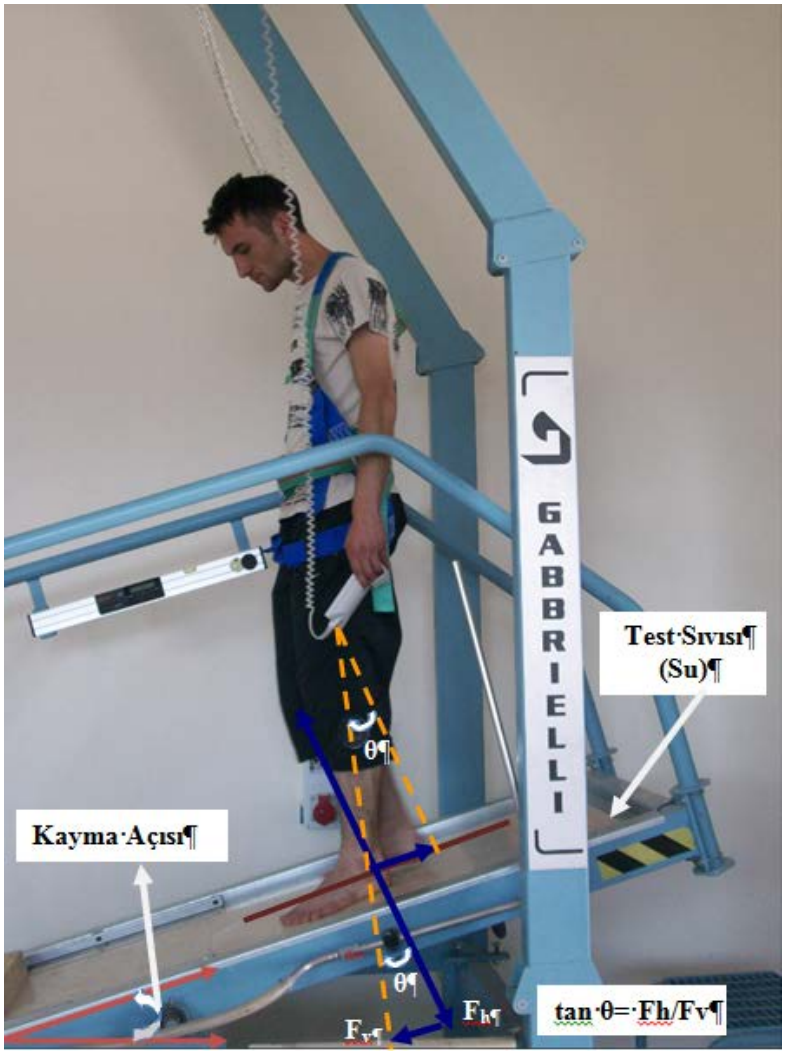
2.2.1 Eğik Düzlem Test Cihazı

Eğik düzlem test cihazı, DIN 51097 ve ISO 10545-17,DIN 51130standartlarına göre uygun olarak tasarlanan ve zemin kaplamalarının yüzeylerinin dinamik sürtünme katsayılarının belirlenmesinde kullanılan laboratuvar ölçekli bir test cihazıdır (Şekil 1). Eğik düzlem test cihazında elde edilen kayma açısının tanjantı, çıplak ayak ile kaplama malzemesi yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısını verir.



Şekil 1. Eğik Düzlem Test Cihazı

DIN 51097 standardına göre yapılan çalışmalar: Islak ve çıplak ayakla yürünen alanlardaki yer döşemelerinde kullanılan doğal taş örneklerinin, kaymayı önleyici özelliklerinin saptanması ve değerlendirilmesi amacıyla, DIN 51097 standardı dikkate alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. DIN 51097 standardına göre ölçüm

Buna göre, çıplak ayakla yürünen ıslak alanlar olarak; havuzlar, banyolar, soyunma odaları, sağlık merkezleri ve tuvalet gibi mekânlarda kullanılacak kaplama malzemelerinin kayma özellikleri belirlenmektedir. DIN 51097 standardına göre, kayma açıları A, B ve C olarak sınıflanmakta olup, her bir kodun açısal aralıkları ve karşılık gelen kayma riski (potansiyelleri) Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Çıplak ayakla gezilen ıslak bölgelerin kaymayı önleme özelliğinin belirlenme testi sonuçlarının sınıflandırılması (DIN 51097, 1992)

Sınıflama	Kritik Açı	Cof (μ)	Kayma Riski (Potansiyeli)
A	≥ 12°	0,21-0,31	Yüksek
B	≥ 18°	0,32-0,42	Orta
C	≥ 24°	≥0,45	Düşük

Test cihazı, 600 mm genişliğinde ve 2000 mm uzunluğuna sahip, eğimi uzunlamasına 0º ile 45º arasında ayarlanabilen, düz ve eğilmeyen bir döşemeden oluşmaktadır. Testin uygulanması esnasında sürekli ve eşit olarak 6±1 litre/dakika test sıvısı eğik düzlem test cihazı üzerinde bulunan delikli borudan örnek yüzey üzerine dökülerek ıslatılmıştır. Örnek üzerinde yürüyecek kişi, elindeki kumanda ile test cihazın hareketini başlatır. Dik durarak yarım adım boyunda adımlar atarak ileriye ve geriye doğru suyun aktığı yönde, yatay düzlemden başlayarak eğimi yaklaşık 1º/s ile artan test edilecek doğal taş üzerinde hareket eder. Kişinin yürüyüşü sırasındaki eğim artışına bağlı olarak ve yüzey özelliğine göre kaydığı anda cihazı durdurur. Yapılan yürüme sonucunda kişinin güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı eğim açısı, eğik düzlem test cihazı üzerinde bulunan açıölçerden kritik bölgede 10 kez tekrarlanarak ileri ve geri gidişi ile tespit edilmiştir. Elde edilen 10 verinin aritmetik ortalaması alınarak, kayma açısı değerleri kaydedilmektedir.

DIN 51130 standardına göre yapılan çalışmalar: Ayakkabı ile yürünen yerlerde kullanılan zemin kaplamalarının kaymayı önleyici özelliklerinin saptanması ve değerlendirilmesi amacıyla DIN 51130 ve ISO 10545-17 standardı dikkate alınarak testler yapılmıştır (Şekil 3). Bu test yöntemi ile yüksek kayma riski olan ve ayakkabıyla yürünen yerlerde kullanılan yer kaplamalarının kaymazlık özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Yüksek kayma riskli işlerin çalışma odaları ve alanları; üretim veya işlem aşamasında yağ, su, yiyecek, yiyecek atıkları, toz ve bitkisel maddeler gibi kayganlaştırıcı

maddelere maruz kalan çalışma odaları veya alanları bu kategoride incelenmiştir. Test personeli deney esnasında ST şeklinde S1 tipinde, DIN 4843'e uygun nitril kauçuk esaslı olarak üretilmiş DIN 53505'e göre 73±5 shore-A sertliği olan ve DIN 51130'da verilen taban şekline sahip koruyucu ayakkabıları giymektedir. Deneylere başlanmadan önce, eğik düzlem test cihazında test yürüyüşünde bulunacak test personelinin ölçümleme işlemi yapılmıştır.



Şekil 3. DIN 51130 standardına göre ölçüm

Test işlemine başlamadan önce deney odası, ayakkabı, yağlayıcı ve taban yüzeyinin sıcaklığı 23°±5°C'de olması sağlanır ve örnek doğal taş eğik düzlem test platformuna yerleştirilir. Test platformuna yerleştirilen doğal taş örneklerinin yüzeyleri, deneye başlamadan önce temizlenir. Örnek yüzeyine sürülmek üzere 200 ml makine yağı hazırlanır. Örnek yüzeyine fırça ile düzgün bir şekilde yayılır. Aynı şekilde standartlara uygun test ayakkabısının tabanları

da fırça ile yağlanmıştır. Test ayakkabılarını giyen test personeli test edilecek yüzey üzerinde dik pozisyonda ileri-geri doğru yatay düzlemden başlayarak eğimi yaklaşık 1◦/s ile artan eğik düzlem test cihazı üzerinde bulunan örnek üzerinde hareket eder. Kritik açı makine yağı sürülmüş yüzey üzerinde belirlenir. Kişinin, güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı eğim açısı kritik bölgede 10 kez tekrarlanarak ileri-geri gidiş ile tespit edilmiş ve elde edilen veriler kaydedilmektedir.

Eğik düzlem test cihazı ile elde edilen kayma açılarının düzeltilmiş değerleri uygulama alanlarına göre sınıflandırılmıştır. DIN 51130 ve ISO 10545-17 standardına göre kayma açıları R9, R10, R11, R12 ve R13 olarak kodlanmakta olup her bir kodun açısal aralıkları ve karşılık gelen kullanım alanları Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Kuru bölgelerin yağlanmasıyla kaymayı önleme özelliğinin belirlenmesi test sonuçlarının uygulama alanına göre sınıflandırılması (DIN 51130, 2004)

Sınıflama	Kritik Açı	Cof (μ)	Kayma Riski
R 9	6°-10,0°	0,11-0,18	Yüksek
R10	10,1°-19,0°	0,18-0,34	Orta ve Yüksek
R11	19,1°-27,0°	0,34-0,51	Orta ve Düşük
R12	27,1°-35,0°	0,51-0,70	Düşük
R13	>35,0°	>0,70	Düşük

2.2.2. Pandül Test Cihazı

Pandül test cihazı, zemin kaplamalarının kayma direncinin belirlenmesinde TS EN 14231 standardına göre çalışan taşınabilir ölçekli bir test cihazı olup, kaydırıcı ve deney yüzeyi arasındaki sürtünmeyi ölçmek ve kayma direncine ait standart bir değer tayin etmek üzere tasarlanmıştır (Şekil 4). Bu çalışmada WESSEX, S885 model taşınabilir pandül test cihazı kullanılmış olup, ayakkabı altlığını temsilen 4S lastik kauçuk pençe ölçümlerde kullanılmıştır.



Şekil 4. Pandül test cihazı

Test cihazı, kaydırıcıda dâhil olmak üzere pandül kolunun kütlesi, (1.50 ± 0.03) kg olmalıdır, ağırlık merkezi askı ekseninden (410 ± 5) mm mesafede kol ekseni üzerinde olmalıdır. Kaydırıcı tertibat; pandül kolu, yaptığı salınımın en alt noktasındayken, kaydırıcının kayma yapan kenarı deney numunesiyle temas halinde olduğu halde, kaydırıcı düzlemi, yatayla (26 ± 3)° açı yapacak şekilde kol ucuna monte edilmelidir. Söz konusu bu düzenekte, pandül salınım yaptıkça, numunenin yüzey pürüzlülüğünün izlenmesi için kaydırıcı kendi ekseni etrafında engel olmadan dönebilir.

Test aşamasında; deney numuneleri, mamulün tamamı veya birimin üst yüzeyini ihtiva edecek özellikte kesilmiş bir parçası olmalıdır. Her bir numune, 136 x 86 mm bir deney alanı sağlamalıdır. Bu çalışmada deney numunelerinin nihai ürünü olan 30,5x30,5x1,0 cm plaka boyutu kullanılmıştır. Bu alan, C skalası üzerinde okumaların yapılacağı, 126 mm'lik kayma uzunluğunda ve 76 mm genişliğinde bir kaydırıcının kullanımıyla deneye tâbi tutulmalıdır. Sürtünme deney donanımı, kaydırıcı ve numuneler, deneyin başlamasından en az 2 saat önce (20 ± 5)º C'lık oda sıcaklığında laboratuvar ölçümleri için muhafaza edilir. Numunenin büyüklüğüne göre uygun kaydırıcı ve deney skalası seçilmelidir. Çalışma yerlerinin zeminlerinde yapılacak ölçümlerde, deney için belirlenmiş yüzeylerde bulunan ince taneler fırça ile temizlenir ve suyla yıkanarak uzaklaştırılır. Deney yüzeyi ve kaydırıcının sıcaklığı 1 ºC yaklaşımla

ölçülür. Yüzeyin sıcaklığı 5 ºC ilâ 40 ºC aralığının dışında ise, deney yapılmamalıdır. Sürtünme deney cihazı, sert, düz bir yüzey üzerine yerleştirilir. Destek kolonu düşey olacak şekilde seviye ayar vidalarıyla ayarlanır. Sonra, pandül kolunun serbestçe salınım yapması için pandülün askı ekseni yükseltilir.

Pandül kolu ve ibre, sağ yatay konumdan bırakıldığında deney skalasında sıfır işaretinde duracak şekilde ibre mekanizmasındaki sürtünme ayarlanır. Deney numunesi, uzun tarafı pandül hattında olacak ve lâstik kaydırıcıya ve pandül süspansiyon eksenine göre merkezde bulunacak şekilde sıkı biçimde yerleştirilerek, lâstik kaydırıcı ve pandül askı eksenine göre merkezlenir. Kaydırıcı hattının, kayma mesafesi boyunca numunenin uzun eksenine paralel olması sağlanır. Belirli kayma uzunluğunda ve lâstik kaydırıcının tüm genişliği boyunca temas ettiği numunenin üzerinden geçen pandül kolunun yüksekliği ayarlanır. Pandül test değeri (PTV) Eşitlik (1) kullanılarak sürtünme katsayısına (Cof) çevrilebilmektedir.

$$\mu = \left[\frac{110}{PTV} - \frac{1}{3} \right]^{-1} \tag{1}$$

Bu formül kullanılarak doğal taşlar üzerinde kuru ve ıslak ortamda yapılan pandül deney verilerinin, sürtünme katsayısı (Cof) değerleri bulunmaktadır.

Kuru Şartlarda Deney İşlemi: Doğal taş örnekleri, laboratuvar ölçümleri için deneyin yapılmasından önce (105 ± 5) °C sıcaklıkta kurutulur. Pandül cihazında ibre başlangıç konumuna getirilir. Yüzeye yapılan işlemler cihazın serbest bırakma düğmesine bastırılarak pandül kolunun serbest olarak hareketi sağlanır ve kaydırıcının deney yüzeyine yeniden temas etmesinden önce geri dönüş hareketinde tutulur. Skalada okunan değer kaydedilir. Hazırlanmış mekanizmayla kaydırıcı ve yüzeyin temasını sağlayacak şekilde, kol ve ibre yeniden başlangıç konumuna getirilir. Aralarında üç birimden daha fazla bir

farkın olmadığı art arda beş okuma (C skalası üzerinde) alınacak şekilde aynı işlemler tekrar edilir. F skalası kullanılırsa, art arda yapılan beş okuma arasında 0,03'ten daha fazla fark olmamalıdır. Laboratuvar ölçümleri için numune, 180° döndürüldükten sonra yeniden yerleştirilir ve bütün işlemler kontrol edilerek tekrarlanır.

Yaş Şartlarda Deney İşlemi: Doğal taş örnekleri, laboratuvar ölçümleri için deneyin yapılmasından önce (20 ± 5) °C sıcaklıktaki su içerisinde en az 2 saat süreyle bekletilir. Pandülün her kaymasından önce deney yüzeyi ve kaydırıcı, (20 ± 5) °C sıcaklıktaki damıtık veya deiyonize su ile devamlı olarak ıslatılır. Yüzey üzerinde hareket eden deney cihazının başlığı yukarı kaldırılır ve sıfır hata için serbest kayma kontrol edilir. Laboratuvar ölçümleri için numune, 180° döndürüldükten sonra yeniden yerleştirilir ve bütün işlemler tekrar kontrol edilerek tekrarlanır. Her bir yüzey üzerinde kuru ve ıslak ortamda 6 farklı pozisyonda ölçülmüş beşli grup halindeki okuma değerlerinin ortalaması alınarak kayma direnci değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen pandül test verileri kayma potansiyeline göre Çizelge 3'de verilen sınıflama kullanılmaktadır.

Çizelge 3. Kayma direncinin kayma potansiyeline göre yorumlanması (Bowman, 2010; TS EN 14231, 2004).

Sınıflama	Pandül Değeri	Cof (μ)	Kayma Potansiyeli
Z	< 24	< 0.25	Çok Yüksek
Y	25-34	0.25-0.34	Yüksek
X	35-44	0.36-0.46	Orta
W	45-54	0.47-0.59	Düşük
V	> 54	> 0.59	Çok Düşük

2.2.3. İstatistiksel Analiz

K ortalamalar hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemidir. Özellikle sınıflandırılacak birim sayısı çok fazla olduğunda kullanışlıdır. Bu yöntemde sınıflama yapılacak küme sayısı önceden belirlenmektedir (Hair vd., 2010). Bu yöntem Lloyd algoritması olarak bilinmektedir. Bu bir lokal arama

algoritmasıdır ve n tane veri noktasını k tane kümeye şu şekilde sınıflandırır: k tane başlangıç küme merkezi belirlenir ve her veri noktası kendisine en yakın merkeze atanır. Daha sonra yeni merkezler kendilerine atanan noktaların ortalaması olarak yeniden hesaplanır. Veri noktalarını atama ve merkezleri tekrar belirleme süreci algoritma kararlı hale gelene kadar tekrarlanır (Vattani, 2011)

K ortalamalar algoritması R^d de n tane noktadan oluşan bir X kümesini k tane kümeye sınıflandırır. Başlangıçta R^d de k tane küme merkezi belirlenir. Daha sonra her veri noktası, merkezi kendisine en yakın olan kümeye atanır. Bir merkezin yeni pozisyonu kendisine atanan noktaların ortalaması olarak hesaplanmıştır. Algoritmanın adımları şu aşamalardan oluşmaktadır;

- K tane başlangıç merkezi c_1, c_2,....,c_k keyfi olarak seçilmiştir,
- Her bir $1 \leq i \leq k$ için C_i kümesini c_i ye diğer merkezlerden daha yakın olan X deki noktaların kümesi olarak belirlenmiştir,
- Her bir $1 \leq i \leq k$ için C_i 'deki noktaların kütle merkezini (ortalamasını) $c_i = \frac{1}{|C_i|}\sum_{x \in C_i} x$ ile hesaplayarak yeni merkezleri belirlenmiştir,
- 4 C_i kümeleri ve c_i merkezleri değişmez duruma gelene kadar 2. ve 3. adımları tekrarla. Böylece X, C_1, C_2,... C_k kümelerine sınıflanmıştır.

3. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

3.1. İstatistiksel Analiz Sonuçları

Eğik düzlem ve pandül test yöntemi deneylerinde kullanılan 15 doğal taştürü için, 2 ortam ve 4 yüzey işleme tekniği ile K ortalama yöntemi kullanarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda DIN EN 51097, DIN EN 51130 ve TS EN 14231 standartlara alternatif olarak yeni kayma güvenlik risk skalaları belirlenmiştir. Doğal taş numunelerinde COF değerlerinin K ortama yöntemi ile belirlenen yeni kayma güvenlik risk skalası Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Doğal taşların K ortalama yöntemi ile belirlenen kayma güvenlik risk skalası

Yöntem	Sınıflama	Cof (μ)	Kayma Potansiyeli
Eğik düzlem-çıplak ayak	G1	< 0.32	Çok Yüksek
	G2	0.33-0.40	Yüksek
	G3	0.41-0.54	Orta
	G4	0.55-0.70	Düşük
	G5	> 0.71	Çok Düşük
Yöntem	Sınıflama	Cof (μ)	Kayma Potansiyeli
Eğik düzlem-ayakkabı	G1	< 0.10	Çok Yüksek
	G2	0.11-0.35	Yüksek
	G3	0.36-0.50	Orta
	G4	0.51-0.65	Düşük
	G5	> 0.66	Çok Düşük
Yöntem	Sınıflama	Cof (μ)	Kayma Potansiyeli
Pandül	G1	< 0.19	Çok Yüksek
	G2	0.20-0.37	Yüksek
	G3	0.38-0.55	Orta
	G4	0.56-0.68	Düşük
	G5	> 0.69	Çok Düşük

3.2. Doğal Taşların COF Değerlerinin Yeni Kayma Güvenlik Risk Skalası ve Sınıflandırılması

Doğal taş numuneleri DIN EN 51097 standartlarına göre yapılan testler ile COF değerleri tespit edilmiştir. Bu veriler kullanılarak, K ortalama yöntemi ile elde edilen yeni kayma güvenlik risk skalasına göre Çizelge 5'de doğal taşların güvenli kullanım alanlarına göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Doğal taşların COF değerleri, ıslak ortamlarda cilalı yüzeylerde 0,32 μ düşük olduğu için G1 sınıfına dahil edilmiştir. G1 sınıflandırmasında yer alan doğal taşlar kullanımı uygun değildir. Doğal taş örnekleri, ıslak ortamda cilalı ve honlu yüzeylerde kayma açısı 0,33-0,40 μ arası olduğu için G2 sınıfına dahil edilmiştir. G2 sınıfında yer alan doğal taşlar yağmurlu alanlardaki merdivenler, yüzme havuzu dışındaki merdiven basamaklarında kullanılabilir. Doğal taşlar ıslak ortamda patinatolu ve eskitilmiş yüzeylerde, kuru ortamda cilalı ve honlu yüzeylerde COF değeri 0,41-0,54 μ arasında olduğu için G3 sınıfına dahil edilir. G3 sınıfında yer alan doğal taşlar yüzme havuzu çevresindeki alanlar, platformlar ve çocuk havuzlarında kullanılabilir Doğal taşlar kuru ortamda

patinatolu ve eskitilmiş yüzeylerde COF değeri 0,55-0,70 μ arasında olduğu için G4 sınıfına dahil edilir. G4 sınıfında yer alan doğal taşlar havuz kenarlarında kullanılabilir. Doğal taşlar ıslak ortamda patinatolu ve eskitilmiş yüzeylerde, kuru ortamda cilalı ve honlu yüzeylerde COF değeri 0,71 μ'dan düşük olduğu için G5 sınıfına dahil edilir. G5 sınıfında yer alan doğal taşlar havuzların kenarındaki eğimli alanlarda kullanılabilir.

Çizelge 5. Doğal taşların eğik düzlem-çıplak ayak yöntemine göre sınıflandırılması

Doğaltaş	Ortam	Yüzey İşleme	T1		T2		T3		T4		T5	
			COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf
Traverten	Islak	Cilalı	0,42	G3	0,36	G2	0,46	G3	0,37	G2	0,53	G3
		Honlu	0,51	G3	0,43	G3	0,47	G3	0,38	G2	0,53	G3
		Patinato	0,54	G3	0,51	G3	0,54	G3	0,52	G3	0,54	G3
		Eskitme	0,54	G3	0,53	G3	0,57	G4	0,55	G4	0,55	G4
	Kuru	Cilalı	0,60	G4	0,42	G3	0,56	G4	0,60	G4	0,56	G4
		Honlu	0,61	G4	0,45	G3	0,59	G4	0,61	G4	0,60	G4
		Patinato	0,62	G4	0,61	G4	0,61	G4	0,62	G4	0,60	G4
		Eskitme	0,62	G4	0,66	G4	0,61	G4	0,62	G4	0,61	G4
			M1		M2		M3		M4		M5	
Mermer	Islak	Cilalı	0,31	G1	0,39	G2	0,41	G3	0,35	G2	0,40	G2
		Honlu	0,36	G2	0,41	G3	0,43	G3	0,39	G2	0,45	G3
		Patinato	0,38	G2	0,43	G3	0,48	G3	0,44	G3	0,48	G3
		Eskitme	0,39	G2	0,47	G3	0,48	G3	0,49	G3	0,48	G3
	Kuru	Cilalı	0,47	G3	0,60	G4	0,59	G4	0,69	G4	0,70	G4
		Honlu	0,48	G3	0,67	G4	0,60	G4	0,69	G4	0,76	G5
		Patinato	0,49	G3	0,73	G5	0,68	G4	0,73	G5	0,77	G5
		Eskitme	0,53	G4	0,75	G5	0,69	G4	0,73	G5	0,81	G5
			B 1		B 2		B 3		B 4		B 5	
Kireçtaşı	Islak	Cilalı	0,31	G1	0,36	G2	0,32	G1	0,32	G1	0,32	G1
		Honlu	0,32	G1	0,42	G3	0,35	G2	0,47	G3	0,43	G3
		Patinato	0,44	G3	0,43	G3	0,48	G3	0,47	G3	0,43	G3
		Eskitme	0,45	G3	0,50	G3	0,49	G3	0,49	G4	0,45	G3
	Kuru	Cilalı	0,40	G2	0,40	G2	0,41	G3	0,42	G3	0,53	G3
		Honlu	0,42	G3	0,42	G3	0,42	G3	0,43	G3	0,54	G3
		Patinato	0,50	G3	0,43	G3	0,45	G3	0,45	G3	0,54	G3
		Eskitme	0,51	G3	0,44	G3	0,48	G3	0,45	G3	0,60	G4

Doğal taş numuneleri DIN EN 51130 standartına göre yapılan testler ile COF değerleri tespit edilmiştir. Bu veriler kullanılarak, K ortalama yöntemi ile

elde edilen yeni kayma güvenlik risk skalasına göre Çizelge 6'da doğal taşların güvenli kullanım alanlarına göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Çizelge 6. Doğal taşların eğik düzlem-ayakkabı yöntemine göre sınıflandırılması

Doğaltaş	Ortam	Yüzey İşleme	T1		T2		T3		T4		T5	
			COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf
Traverten	Yağlı	Cilalı	0,04	G1	0,15	G2	0,09	G1	0,07	G1	0,12	G2
		Honlu	0,11	G2	0,20	G2	0,22	G2	0,10	G1	0,14	G2
		Patinato	0,13	G2	0,20	G2	0,23	G2	0,12	G2	0,19	G2
		Eskitme	0,19	G2	0,27	G2	0,23	G2	0,17	G2	0,21	G2
	Kuru	Cilalı	0,37	G3	0,58	G4	0,49	G4	0,45	G3	0,52	G4
		Honlu	0,50	G4	0,65	G4	0,60	G4	0,48	G4	0,59	G4
		Patinato	0,51	G4	0,66	G5	0,62	G4	0,50	G4	0,62	G4
		Eskitme	0,59	G4	0,66	G5	0,62	G4	0,59	G4	0,62	G4
			M1		M2		M3		M4		M5	
Mermer	Yağlı	Cilalı	0,04	G1	0,05	G1	0,05	G1	0,04	G1	0,05	G1
		Honlu	0,07	G1	0,09	G1	0,07	G1	0,04	G1	0,09	G1
		Patinato	0,08	G1	0,10	G1	0,09	G1	0,05	G1	0,11	G1
		Eskitme	0,09	G1	0,10	G1	0,10	G1	0,10	G1	0,08	G1
	Kuru	Cilalı	0,30	G2	0,32	G2	0,35	G2	0,33	G2	0,32	G2
		Honlu	0,44	G3	0,43	G3	0,46	G3	0,41	G3	0,41	G3
		Patinato	0,44	G3	0,44	G3	0,49	G4	0,42	G3	0,42	G3
		Eskitme	0,48	G4	0,46	G3	0,51	G4	0,45	G3	0,44	G3
			B 1		B 2		B 3		B 4		B 5	
Kireçtaşı	Yağlı	Cilalı	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1
		Honlu	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1
		Patinato	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1
		Eskitme	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1
	Kuru	Cilalı	0,30	G2	0,30	G2	0,32	G2	0,35	G2	0,31	G2
		Honlu	0,33	G2	0,39	G3	0,44	G3	0,36	G3	0,36	G3
		Patinato	0,33	G2	0,47	G3	0,47	G3	0,38	G3	0,39	G3
		Eskitme	0,35	G2	0,52	G4	0,47	G3	0,51	G4	0,40	G3

Yağlı ve kuru ortamlarda test edilen doğal taşlar DIN 51130 standardı göre sınıflandırılmıştır. Doğal taşların COF değerleri, yağlı ortamlarda cilalı ve honlu yüzeylerde 0,10 μ düşük olduğu için G1 sınıfına dahil edilmiştir. G1 sınıflandırmasında yer alan doğal taşlar kullanımı uygun değildir.. Doğal taşların COF değerleri yağlı ortamlarda patinatolu ve eskitilmiş, kuru ortamda cilalı ve honlu yüzeylerde 0,11-0,35 μ arasında olduğu için G2 sınıfına dahil edilmiştir.

G2 sınıfındaki doğal taşlar oturmaya ayrılmış alan, okullar, muayenehanelerde kullanılabilir. Doğal taşlar kuru ortamlarda cilalı yüzeylerde 0,36-0,50 μ arasında olduğu için G3 sınıfına dâhil edilmiştir. G3 sınıfındaki doğal taşlar banyo, depo ve restoran mutfaklarında kullanılabilir. Doğal taşlar kuru ortamlarda honlu ve patinatolu yüzeylerde 0,51-0,65 μ arasında olduğu için G4 sınıfına dahil edilmiştir. G4 sınıfındaki doğal taşlar soğutma odaları, süt üretim alanları, çamaşırhanelerde kullanılabilir. T2 doğal taşı kuru ortamlarda patinatolu ve eskitilmiş yüzeylerde 0,66 μ'dan yüksek olduğu için G5 sınıfına dahil edilmiştir. G5 et üretim tesisleri, endüstriyel mutfaklar ve şeker üretim alanlarında kullanılabilir.

Doğal taş numuneleri TS EN 14231 standartına göre yapılan testler ile COF değerleri tespit edilmiştir. Bu veriler kullanılarak, K ortalama yöntemi ile elde edilen yeni kayma güvenlik risk skalasına göre Çizelge 7'de doğal taşların güvenli kullanım alanlarına göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Islak ortamda cilalı, honlu ve patinatolu yüzeyler doğal taş örnekleri 0,19 μ'dan küçük olduğu için G1 sınıfı içinde yer almaktadır. G1 sınıflandırmasında yer alan doğal taşlar kullanımı uygun değildir. Islak ortamda eskitilmiş, kuru ortamda cilalı yüzeylerde COF değerleri 0,20-0,37 μ arasında olduğu için G2 sınıfı içinde yer almaktadır G2 sınıfında yer alan doğal taşlar alışveriş merkezlerinde kullanılabilir. Kuru ortamda honlu ve patinatolu yüzeylerde COF değerleri 0,38-0,55 μ arasında olduğu için G3 sınıfı içinde yer almaktadır. G3 sınıfında yer alan doğal taşlar banyo, depo, çamaşırhanelerde kullanılabilir. Kuru ortamda patinatolu eskitilmiş yüzeylerde COF değerleri 0,56-0,68 μ arasında olduğu için G4 sınıfı içinde yer almaktadır. G4 sınıfında yer alan doğal taşlar alışveriş merkezleri yemek alanları, otel giriş salonları, ortak soyunma odaları ve iç mekân basamaklarında kullanılabilir. M5 doğal taşı kuru ortamda eskitilmiş COF değerleri 0,69 μ'dan yüksek olduğu için G5 sınıfı içinde yer almaktadır. G5 sınıfında yer alan doğal taşlar dış mekân yürüyüş yolları, yüzme havuzu çevresi, dış mekân basamaklar ve eğimli alanlarda kullanılabilir.

Çizelge 7. Doğal taşların pandül yöntemine göre sınıflandırılması

Doğaltaş	Ortam	Yüzey İşleme	T1		T2		T3		T4		T5	
			COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf	COF	Sınıf
Traverten	Islak	Cilalı	0,08	G1	0,10	G1	0,06	G1	0,07	G1	0,10	G1
		Honlu	0,13	G1	0,20	G1	0,13	G1	0,11	G1	0,37	G2
		Patinato	0,14	G1	0,36	G2	0,27	G2	0,23	G2	0,37	G2
		Eskitme	0,14	G1	0,39	G3	0,40	G3	0,32	G2	0,51	G3
	Kuru	Cilalı	0,33	G2	0,41	G3	0,30	G2	0,33	G2	0,40	G3
		Honlu	0,36	G2	0,50	G3	0,33	G2	0,39	G3	0,54	G3
		Patinato	0,40	G3	0,55	G3	0,39	G2	0,40	G3	0,56	G4
		Eskitme	0,56	G4	0,57	G4	0,55	G3	0,44	G3	0,61	G4
			M1		M2		M3		M4		M5	
Mermer	Islak	Cilalı	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1	0,01	G1
		Honlu	0,07	G1	0,09	G1	0,13	G1	0,04	G1	0,05	G1
		Patinato	0,09	G1	0,27	G2	0,23	G2	0,12	G1	0,07	G1
		Eskitme	0,12	G1	0,33	G2	0,38	G3	0,32	G2	0,33	G2
	Kuru	Cilalı	0,32	G2	0,36	G2	0,39	G3	0,38	G3	0,39	G3
		Honlu	0,36	G2	0,36	G2	0,46	G3	0,44	G3	0,40	G3
		Patinato	0,39	G3	0,57	G4	0,47	G3	0,44	G3	0,40	G3
		Eskitme	0,50	G3	0,60	G4	0,60	G4	0,57	G4	0,69	G5
			B 1		B 2		B 3		B 4		B 5	
Kireçtaşı	Islak	Cilalı	0,01	G1	0,03	G1	0,01	G1	0,03	G1	0,01	G1
		Honlu	0,01	G1	0,26	G2	0,05	G1	0,08	G1	0,02	G1
		Patinato	0,04	G1	0,26	G2	0,24	G2	0,19	G1	0,04	G1
		Eskitme	0,01	G1	0,35	G2	0,29	G2	0,36	G2	0,05	G1
	Kuru	Cilalı	0,23	G2	0,20	G2	0,24	G2	0,22	G2	0,17	G1
		Honlu	0,23	G2	0,27	G2	0,26	G2	0,25	G2	0,18	G1
		Patinato	0,28	G2	0,35	G2	0,30	G3	0,40	G3	0,20	G2
		Eskitme	0,35	G3	0,41	G3	0,38	G3	0,51	G3	0,23	G2

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğal taşlar DIN 51097, DIN 51130 ve TS EN 14231 standartlarına göre yapılan testler ile COF değerleri belirlenmiştir. Doğal taşların COF değerleri istatistiksel analiz edilerek, K ortalama yöntemi ile her üç yöntem için yeni kayma güvenlik riski skalası belirlenmiştir. Bu çalışmadaki doğal taşlar, belirlenen istatistiksel analizlere göre COF değerleri dikkate alarak güvenli kullanım alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Deneysel çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir;

Islak ortamda, doğal taşların COF değerleri azaldığı için özellikle cilalanmış yüzeylerde kayma riski yüksektir. Islak ortamda çıplak ayakla

yürünen alanlarda eskitilmiş yüzeylerde kullanımı daha güvenli olduğu belirlenmiştir.

Kuru ortamda, doğal taşlar tüm yüzeylerde ayakkabı ile yürünen alanlarda, COF değerleri yüksek olduğu için kayma riski düşüktür. Doğal taşlar yağlı ortamlarda ayakkabı ile yürünen alanlarda, COF değerinin düşük olmasından dolayı, kayma riski tüm yüzeyler için daha yüksektir. Buna göre, kuru ortamlarda ayakkabı ile yürünen alanlarda doğal taşların kullanımı daha güvenlidir. Bununla birlikte, bu konuda geliştirilen ve yayınlanan standartlar kuru ortamları dikkate almamaktadır. Bu çalışmada kuru ortamlarda farklı yüzey işleme yöntemleri ile doğal taşların kayma riski belirlenmiştir.

Pandül yönteminde kuru ortamlarda doğal taşların COF değeri tüm yüzeylerde yükseldiği için kayma riski düşüktür. Pandül yöntemi ile ıslak ortamlarda COF değeri düştüğünden, tüm yüzeyler için kayma riski daha düşüktür. Buna göre zemin kaplamalarında doğal taşların kullanımı kuru ortamlarda daha güvenli olabilir. Pandül yönteminden elde edilen sonuçlara göre, ıslak ortamlarda, doğal taşların zorunlu olduğu durumlarda eskitilmiş plakalar kullanmak daha uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

Bowman R. Slip resistance testing—zones of uncertainty. Boletin de la Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio. 2010;49(4):227–238.

Çoşkun G, Sarıışık G, Sarıışık A. Classification of parameters affecting slip safety of limestones. Cogent Engineering. 2016; 3(1):1217821. doi:10.1080/23311916.2016.1217821.

Chang W R, Matz S. The slip resistance of common footwear materials measured with two slipmeters. Applied Ergonomics. 2001; 32: 540–558. doi:10.1016/S0003-6870(01)00031-X.

Chang WR, Grönqvist R, Leclercq S, Brungraber RJ, Mattke U, Strandberg L, Courtney T K The role of friction in the measurement of slipperiness, Part 2: Survey of friction measurement devices. Ergonomics. 2001;44: 1233–1261. doi:10.1080/00140130110085583.

Cham R, Redfern M. Heel contact dynamics during slip events on level and inclined surfaces. Safety Science. 2002;40: 559–576. doi:10.1016/S0925-7535(01)00059-5.

DIN EN 51097, 1992; "Testing of floor Coverings; Determination of The Anti-Slip Properties; Wet Loaded Barefoot Areas; Walking Method-Ramp Test", Deutsche Norm, Berlin.

DIN EN 51130, 1992; "Testing of Floor Coverings; Determination of The Anti-Slip Properties; Workrooms and Fields of Activities with Slip Danger; Walking Method; Ramp Test", Deutsche Norm, Berlin

Grönqvist R, Hirvonen M, Tohv A. Evaluation of three portable flor slipperiness testers. International Journal of Industrial Ergonomics, 1999;25: 85–95. doi:10.1016/S0169-8141(98)00101-2.

Grönqvist R. Mechanisms of friction and assessment of slip resistance of new and used footwear soles on contaminated floors. Ergonomics. 1995; 38: 224–241. doi:10.1080/00140139508925100.

Hair, J. F. J., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). Multivariate Data Analysis Seventh Edition Prentice Hall.

Hanson J, Redfern M, Mazumdar M Predicting slips and falls considering required and available friction. Ergonomics. 1999;42:1619–1633. doi:10.1080/001401399184712.

Kim IJ. Wear observation of shoe surfaces: Application for slip and fall safety assessments. Tribology Transactions. 2015; 58: 407–417. doi:10.1080/10402004.2014.980593.

Kim IJ. A study on wear development of floor surfaces: Impact on pedestrian walk way slip-resistance performance. Tribology International. 2016; 95: 316–323. doi:10.1016/j.triboint.2015.11.039.

Kim IJ. Microscopic investigation to analyze the slip resistance of shoes. Proceedings of the Fourth Pan Pacific Conference on Occupational Ergonomics. Taiwan. 1996; 68–73.

Leclercq S. The prevention of slipping accidents: A review and discussion of work related to the methodology of measuring slip resistance. Safety Science. 1999;31:95–125. doi:10.1016/S0925-7535(98)00064-2.

Li KW, Chen CJ. The effect of shoe soling tread groove width on the coefficient of friction with different sole materials, floors, and contaminants. Applied Ergonomics. 2004; 35: 499–507. doi:10.1016/j.apergo.2004.06.010.

Marpet M. Improved characterization of tribometric test results. Safety Science. 2002; 40: 705–714. doi:10.1016/S0925-7535(01)00068-6.

Manning DP, Jones C, Rowland FJ, Roff M. The surface roughness of a rubber soling material determines the coefficient of friction on water-lubricated surfaces. Journal of Safety Research 1998; 29: 275–283. doi:10.1016/S0022-4375(98)00053-X.

Powers CM, Kulig K, Flynn J, Brault JR. Repeatability and bias of two walkway safety tribometers. Journal of Testing and Evaluation.1999;27:368–374. doi:10.1520/JTE12164 J.

Ricotti R, Delucchi M, Cerisola G. A comparison of results from portable and laboratory floor slipperiness testers. International Journal of Industrial Ergonomics. 2009;39:353–357. doi:10.1016/j.ergon.2008.07.004.

Rowland FJ, Jones C, Manning DP. Surface roughness of footwear soling materials: Relevance to slip resistance. Journal of Testing and Evaluation. 1996;24: 368–376. doi:10.1520/JTE11459 J.

Sarıışık A. Safety analysis of slipping barefoot on marble covered wet areas. Safety Science. 2009; 47: 417–1428. doi:10.1016/j.ssci.2009.03.006.

Sarıışık A, Sarıışık G. Analysis of the parameters affecting the slip angle of surface-processed natural stones. Mining Journal. 2010b;49: 17–30 (in Turkish).

Sariisik A, Sariisik G, Akdaş H. Slip analysis of surface processed limestones. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials. 2012;165: 279–296. doi:10.1680/coma.10.00062.

Sarıışık A, Akdaş H, Sarıışık G, Çoşkun G. Slip safety analysis of differently surface processed dimension marbles. Journal of Testing and Evaluation. 2011;39(5): 1–10. doi:10.1520/JTE103702.

Strandberg L, Lanshammar H The dynamics of slipping accidents. Journal of Occupational Accidents.1981;3: 153–162. doi:10.1016/0376-6349(81)90009-2.

TS EN 14231 (2004) "Natural Stone Test Methods-Determination of the Slip Resistance by Means of the Pendulum Tester," Turkish Standards Institute, p.13

Vattani, A. (2011). K-means requires exponentially many iterations even in the plane. Discrete & Computational Geometry, 45(4), 596-616.

NİĞDE MİKRONİZE KALSİT PAKETLEME İŞLEMLERİNDE UYGULANAN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY PRECAUTIONS IN NIGDE MICRONIZED CALCITE PACKAGING PROCESSES

M. S. Delibalta
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Niğde

Ö. Y. Toraman
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Endüstriyel Hammaddeler ve Yapı Malzemeleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Niğde

ÖZ: Toplumlarının gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi de kullandıkları endüstriyel hammadde miktarıdır. Türkiye kalsit tüketimi 2000'li yıllarda 300-400.000 ton/yıl'dan 2015'lere gelindiğinde 1.500.000 ton/yıl'a yaklaşmış ve yıllık tüketim oranı hızla artmaktadır. Türkiye'nin en saf ve beyaz kalsit oluşumları Niğde bölgesinde bulunmaktadır. Kalsit ocakları Niğde Masifi içindeki Gümüşler formasyonunda yer almaktadır. Bölge oldukça büyük endüstriyel hammadde rezervlerine sahiptir. Açık işletme yöntemi ile üretim yapılmakta olup, sektördeki toplam istihdam sayısı yaklaşık 1600-1700 kişi arasında değişmektedir. Açık ocaklardan çıkarılan tüvenan kalsit madeni kırma-eleme ünitelerine oradan da öğütme devrelerinin bulunduğu cevher hazırlama tesislerine sevk edilmektedir. 18 farklı firma tarafından üretilen mikronize ve granüle kalsitler yurtiçi ve yurtdışına pazarlanmaktadır. Paketleme; ürünlerin dağıtım, depolama, satış ve kullanımı için ambalajlanması veya korunması için uygulanan bir teknolojidir. Burada; kâğıt (Kraft) torba, PP (Polipropilen) torba, Big-Bag, Sling-Bag ve Palet türlerinden bahsedilecektir. İş sağlığı ve güvenliği, genel anlamda yalnızca çalışanların değil, tüm işletmenin ve üretimin güvenliğinin düşünülmesi demektir. Bu maksatla yapılan araştırmada; Niğde bölgesinde bulunan mikronize kalsit paketleme tesislerinde gerek teorik gerekse uygulamalı çalışmalardan elde edilen bulgular; işçi sağlığı ve iş güvenliği yönünden incelenerek, sektöre uygulanabilir modern çalışma önlemleri ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Madencilik, Niğde, Kalsit, Paketleme, İş Güvenliği.

ABSTRACT: *The amount of industrial raw materials used is an indicator for the level of development of society. In Turkey, while the annual micronized calcite consumptions were about 300-400.000 tons in 2000s, it has been getting about 1.500.000 tons during 2015s and the consumption ratio per annum is now*

dramatically increasing. The pure white calcite formations of Turkey are mostly situated in Nigde Region. The calcite mines in the Nigde Massif are located in the Gumusler formation. The region has very huge reserves of industrial raw materials. Open pit production method is being carried out and the total number of employee in the sector range from about 1600-1700 persons. The raw calcites exploited from open pit mines are conveyed to the crushing and screening units and then to mining facilities where the grinding and separation units are located. The micronized and granular materials, which are produced by 18 different companies, are marketed domestically and internationally. Packaging is a technology applied to the packaging or protection of products for distribution, storage, sale and use. Here; Paper (Kraft) bag, PP (Polypropylene) bag, Big-Bag, Sling-Bag and Pallet packaging types will be mentioned. Occupational health and safety includes, in general, not only the employees, but also the entire enterprise and the safety of production. For this study; findings obtained from micronized calcite packaging plants in Nigde region, both theoretically and practically, worker health and safety at work are examined from the perspective of the modern working precautions applicable in the sector are explained.

Keywords: *Mining, Nigde, Calcite, Packaging, Occupational Safety.*

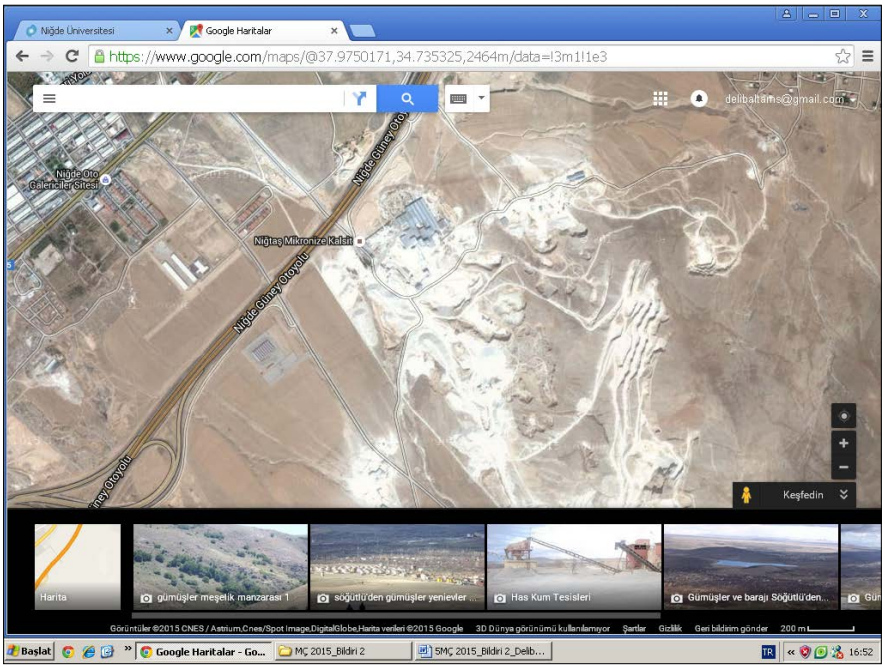
1. GİRİŞ

İnsan ve toplum hayatında vazgeçilmez bir yer tutan madencilik sektörü, tarih boyunca gelişmiş ülkelerin sahip oldukları teknoloji ve refah düzeyine ulaşmalarında en etkin rol oynayan faaliyet alanlarından birisi olmuştur. Madencilik; özellikle tarım ile birlikte toplumların hammadde ihtiyaçlarını sağlayan iki temel üretim alanından birisi konumundadır. Doğal kaynaklarını etkin bir biçimde kullanan gelişmiş ülkeler, var olan ekonomik güçlerini büyük oranda bu sektöre borçludur (Ernst ve Young, 2010). Sanayi dalları arasında en yüksek katma değer ve istihdam yaratma kapasitesine sahip olan madencilik sektörü, daha çok kırsal alanlara yakın yerlerde gerçekleştirildiği için kente olan göçü önlemekte ve bölgesel kalkınmayı da hızlandırmaktadır.

Toplumlarının gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi de kullandıkları endüstriyel hammadde miktarıdır. Özellikle bunlardan, kimyasal yapısı $CaCO_3$

(kalsiyum karbonat) olan kalsit; mikronize boyutlarda öğütüldükten sonra inşaat, boya, kağıt, plastik vb. birçok sektörde, dolgu ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır (Şahin, 2008; Kılıç, 2015). Türkiye kalsit tüketimi 2000'li yıllarda 300-400.000 ton/yıl'dan 2015'lere gelindiğinde 1.500.000 ton/yıl'a yaklaşmış ve yıllık tüketim oranı hızla artmaktadır.

Kalsit, çeşitli şekillerde kristal halde bulunan camsı parlaklıkta, renksiz, sertliği Mohs skalasına göre 3, yoğunluğu ise 2,6-2,7 g/cm^3 civarında olan bir "endüstriyel mineral**"**dir. Doğal bir mineral oluşu ve ucuzluğu ile birlikte, kullanıldığı yerlerde sağladığı teknolojik üstünlükler kalsit mineralini gün geçtikçe daha da önemli kılmaktadır. Ülkemiz kalsit rezervleri, yüz milyonlarca tonla ifade edilebilen çok zengin cevherleşmelere sahiptir. Bunların dışında henüz rezervi tespit edilmemiş Anadolu'nun hemen her bölgesinde kalsit oluşumuna rastlamak mümkündür. Türkiye'deki kalsit rezervlerinde dikkat çeken en önemli özellikler; $CaCO_3$ yüzdesinin yüksek, silis ve demir safsızlıklarının çok düşük oranlarda ve öğütüldükten sonraki beyazlık derecesinin ise çok yüksek olmasıdır (DPT, 2001). Ayrıca; Türkiye'nin en beyaz kalsit oluşumlarını ise, Niğde bölgesi kalsit rezervleri teşkil etmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Niğde kalsit işletmelerinin uydu görünüşü (www.google.com/maps)

2. MALZEME VE YÖNTEM

Niğde bölgesinde faaliyette bulunan mikronize kalsit paketleme tesislerinde; gerek teorik gerekse uygulamalı saha çalışmalardan elde edilen bulgular, işçi sağlığı ve iş güvenliği yönünden incelenerek, sektöre uygulanabilir modern çalışma önlemleri ortaya konulmaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye, üzerinde bulunduğu jeolojik yapının sonucu olarak dünyada kendi endüstriyel hammadde gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayabilen, doğal kaynak çeşitliliğine sahip nadir ülkelerden biridir. Dünyada toplam maden üretimi itibarı ile 28'inci, maden çeşitliliği açısından da 10'uncu sırada yer almaktadır (ETKB, 2014). Dünyada ticareti yapılan 90 çeşit madenden bugüne kadar sadece 13'ünün varlığı ülkemizde belirlenememiştir. Ülkemiz, geri kalan 50 çeşit maden açısından zengin ya da çok zengin, 27 çeşit maden bakımından ise yetersiz kaynaklara sahiptir. Rezerv yönünden; başta bor, trona, mermer, feldspat, manyezit, pomza, perlit, stronsiyum ve kalsit olmak üzere, ülkemiz dünyanın sayılı zengin ülkelerinden birisi konumundadır.

3.1. Niğde Kalsit İşletmeleri ve Ekonomik Önemi

Niğde'de bulunan yeraltı kaynaklarını; *endüstriyel hammaddeler* (diyatomit, kalsit, mermer-traverten, jips, perlit ve pomza gibi yapı malzemeleri), *enerji hammaddeleri* (bitümlü şist, jeotermal) ve *metalik madenler* (altın-gümüş, bakır-kurşun-çinko, nikel, wolframit, demir gibi) olmak üzere, esas olarak üç grupta ele almak mümkündür (Delibalta ve Toraman, 2013).

Niğde'de madencilik ve yapı malzemeleri sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlar incelendiğinde, 18 farklı firma ile kalsit madenciliği (mikronize üretim dahil), doğaltaş ve kum ocaklarının ön plana çıktığı görülmektedir. Kalsit madenciliğindeki güncel gelişmeler ile birlikte, Niğde bu maden açısından önemli bir merkez olma yolundadır (Şekil 2).



Şekil 2. Niğde kalsit açık işletmelerinden bir görünüş (Delibalta, 2017)

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Niğde İl Müdürlüğü 2015 yılı kayıtlarına göre (Çizelge 1), endüstriyel hammaddeler ve inşaat yapı malzemeleri üretimi yapan özel sektöre ait toplam 33 farklı firma faaliyette bulunmaktadır. Söz konusu firmalarda 12.505.099,8 ton ihracat, toplam 1.664 kişi istihdam edilmiştir. Sektörün sahip olduğu potansiyel tam olarak kullanılması halinde, gerek ulusal ekonomiye yapacağı katkılar gerekse yaratacağı istihdam oranı önemli ölçüde artabilir (Delibalta, 2017).

Çizelge 1. Niğde'de endüstriyel hammadde üreten firma ve istihdam sayıları

FİRMA SAYISI	ÜRETİM KONUSU		İHRACAT (2015 yıl/ton)	İSTİHDAM (Kişi)
	Ürün Adı	Yıllık Kapasite (ton)		
4	Çimento, Hazır Beton	1.856.039	0	388
7	Mozaik, Kalsit Tozu, Granül Kalsit	1.314.183	2,8	343
6	İnşaat Kumu, Mıcır	750.300	0	150
6	Mikronize Kalsit, Talk	789.031	12.505.097	609
5	Alçı Taşı, Kalker Taşı	691.365	0	53
1	Kilitli Parke-Bordur Taşı	16.660	0	37
2	Seramik Yapıştırıcı, Derz	73.025,1	0	80
2	İşlenmiş Mermer	1734	0	4
33	**TOPLAM**		**12.505.099,8**	**1.664**

3.2. Mikronize Kalsit Paketleme Türleri ve Uygulamaları

Paketleme; endüstriyel ürünleri satış/pazarlamaya uygun boyutlarda kâğıt, karton, plastik, cam ya da metalden yapılmış kapların içine yerleştirerek pazara sürülebilir hale getirme işlemidir (Çamlı, 2013). Burada; Kâğıt (Kraft) torba, PP (Polipropilen) torba, Big-Bag, Sling-Bag ve Palet türlerinden bahsedilecektir.

Kraft Torba, yırtılmaya ve aşınmaya dayanıklı 2 katlı olarak imal edilmektedir. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) kriterleri kapsamında torba ağırlıkları 25 kg olarak belirlenmiştir. Torbaların dolumu %100 otomatik dolum sistemi ile gerçekleştirilmekte, hat üzerinde bulunan hassas terazide otomatik olarak ağırlık kontrolünden geçirildikten sonra 25 kg'ın ± %1 tolerans içerisinde olan torbalar, makine veya işçiler tarafından paletlere dizilmektedir.

PP (Polipropilen) Torba, standart gramajlar, dokunarak hazırlanmış PP kumaş yüzeylerine ileri teknoloji laminasyon hattında kahverengi ve beyaz renklerde olmak üzere kâğıt kaplama uygulanması ile hazırlanır. Dış görünüşü itibariyle kâğıt torba görünümlü olup, içyapısı itibariyle de dayanıklılığı ve sağlamlığı açısından PP kumaştan imal edilmektedir.

Big-Bag, ürünler müşterilerden gelen talep doğrultusunda 1000-1500 kg'lık çuvallara doldurularak paketlenir. Big-bag ambalaj polipropilen (PP) malzemeden ve uluslararası güvenlik normlarına göre üretilmekte olup, onaylı tedarikçilerden temin edilmekte ve İSG kapsamında, güvenlik testlerinden geçirildikten sonra kullanılmaktadır.

Sling (Şilink) Bag, ufak paketlerde (25-50 kg), ambalajlanmış malzemenin istif halinde taşınmasında kullanılır. Forklift, vinç ve iş makinesi ile kaldırmaya uygundur. Otomatik doldurma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ürünler 25 kg'lık Kraft/ PP torbalara doldurulup, 1000 kg'lık slingbagler içine dizilmektedir.

Palet, dış ambalajın en önemli parçası olup, paketlenmiş ürünlerin forklift ya da transpalet aracılığı ile kolaylıkla taşınabilmesi için ahşap, plastik, metal veya bunların bileşiminden hazırlanmış malzemelerdir. Genellikle ahşap

malzemeden üretilen paletler, daha dayanıklı olması için nervürlü özel çivilerle birleştirilir. Ürünler 25 kg'lık kraft torbalar halinde paletlerin üzerine dizildikten sonra streç film ile etrafı sarılarak paketlenir. Bir palet üzerine 1500 kg'lık ürün konulabilmektedir. Avrupa ülkelerinde EuroPallet (EUR standardında palet) olarak adlandırılan ve en yaygın şekilde kullanılan palet ayrıca, Avrupa Standartlar Komitesi (European Committee for Standardization) CEN palet olarak da bilinir. Ölçüleri 80x120x12 cm'dir.

Mikronize kalsit üreten bir tesiste paketleme makinesini teknolojik kurallara uygun olarak, istenen miktar ve özellikte ürün (Kraft torba, PP torba, Big-bag, Sling-bag) hazırlama işlemleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Mikronize kalsit paketlemede işlem aşamaları ve uygulamaları

İşlem Basamakları	Öneriler
İşe başlama formunu doldurunuz. 	➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ Çalışma ortamını temizleyiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Günlük vardiya ünite raporunu ve paketleme kontrol (takip) formunu kontrol ediniz. ➢ Paketleme makinesi ile ilgili sizin çalıştığınız tarih ve zaman parametrelerini çalışma formuna kaydediniz.
	➢ Paketleme makinesinin başına geçerek, alacağınız ürüne göre uygun ambalaj ünitesini seçiniz. ➢ Makine şalterini açmadan önce makine çevresini kontrol ederek, çalışmayı engelleyecek herhangi bir unsur olup olmadığını kontrol ediniz.
	➢ Kraft torba veya PP torbasının ürün giriş kısmını makinenin ağzına yerleştiriniz. ➢ Makine açma düzemesine basarak dolum işlemini başlatınız. ➢ Ürün sipariş miktarına göre paket dolum miktarını kontrol ediniz. ➢ Dolum yaptığınız torbayı sling-bage / palete yerleştiriniz.

	➢ Big-bag torbasının ürün giriş kısmını makinenin ağzına yerleştiriniz. ➢ Ürün sipariş miktarına göre dolum işlemini başlatınız.
	➢ Hazırlanan paketin forklifte yerleştirilmesini sağlayınız. ➢ Sevkiyat personeli yardımıyla hazırlanan ürünü kantarda tartım kontrolü yaparak, takip formuna yazınız ve stok sahasına iletiniz.
	➢ Palet / Sling-bag üzerinde ürün tanıtım kodunu işaretleyerek, etiket kontrolü yapınız.
	➢ Sevkiyata hazır paketleme ürünlerinin stok sahasındaki son kontrollerini yapınız.

3.3. İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) iş sağlığı ve güvenliğini; "Tüm mesleklerde işçilerin bedensel, ruhsal ve sosyal iyilik durumlarını en üst düzeye ulaştırmak, bu düzeyde sürdürmek, işçilerin çalışma koşulları yüzünden sağlıklarının bozulmasını önlemek, işçileri çalıştırılmaları sırasında sağlığa aykırı etmenlerden korumak, fizyolojik ve psikolojik durumlarına en uygun mesleksel ortamlara yerleştirmek ve bu durumları sürdürmek, özet olarak işin insana ve her insanın kendi işine uyumunu sağlamak" olarak tanımlamaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) denildiğinde; genel anlamda yalnızca çalışanların değil, tüm işletmenin ve üretimin güvenliğinin düşünülmesi gerekir. Bu üç ayrı alandaki çalışmaların birlikte mevcut olması halinde, çalışanların güvenliğini tam olarak sağlamak mümkün olacaktır. İSG'in genel amacı; gerek çalışana ve gerekse ailesine, işyerine ve diğer mercilere gelen yükümlülüklerin azaltılması ve buna bağlı olarak, ülke ekonomisine verdiği zararları önlemektir.

Maruziyet; Kalsite maruziyet teneffüs edilmesiyle, göz ve cilt teması ile oluşabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Kişisel koruyucu donanımlar (Acar, 2014)

Toksisite; Kalsit tozu göz, burun, mukoza zarları ve insan cildini fiziksel tahriş edicidir. Kalsit tozunun göz ile teması kızarıklık, sızı, göz kapaklarının

iltihaplanmasına sebep olur. Bu maddenin yüksek oranlarda tozuna maruz kalmak öksürme, hapşırma ve burun tahrişine yol açar. Kronik şekilde saf kalsiyum karbonata maruz kalma pnömokonyoza sebep olmaz, ancak %3-20 oranında silis içermesi durumunda silikoz riski oluşur.

3.3.1. Maruziyet işaretleri ve semptomları

Akut maruziyet; Kalsit tozuna aşırı maruziyet; göz kapaklarında tahriş, kızarıklık, gözlerde sızı, burun akıntısı, hapşırma ve öksürmeye sebep olur. Cilde temas kuruluk ve tahrişe sebep olur.

Kronik maruziyet; Kronik maruziyetin bir işareti olmasa bile, kalsitteki silis oranı %2 den fazla ise silikoz riskine karşı durum raporlanmalıdır.

3.3.2. Acil müdahale prosedürleri

1.Göze maruz kalma: Tahrişle sonuçlanır. Göz kapakları aşağı ve yukarı hareket ettirilerek ve bol su ile gözler derhal yıkanır.

2.Cilde maruz kalma: Tahrişle sonuçlanır. Temas etmiş cilt su ve sabunla derhal yıkanır.

3.Teneffüse maruz kalma: Maruz kalan çalışanı derhal açık havaya taşıyın. Yumuşak bir doku kullanarak burun deliklerinden partikülleri/kalıntıları uzaklaştırın.

4.Yutmaya maruz kalma: Kontamine olmuş ağız boşluğu su ile bir kaç defa yıkanmalı, maruz kalan kişi bir bardak su içmelidir.

5.Kurtarma: Güçsüz durumdaki çalışan kişi daha fazla maruziyete uğramadan, bütün çalışanlar acil durum prosedürlerini uygulamalı, acil servis ekipmanını doğru kullanmayı bilmeli ve yerlerine alışkın olmalıdır.

3.3.3. Çalışma Alanı Kontrolü

- Eğer cilde yüksek oranda temas söz konusu ise, çalışanlar sabun ve su ile etkilenmiş bölgeleri derhal yıkamalı,

- Kalsit taşıyan bir işçi, yemek öncesi, sigara kullanımı öncesi ve tuvaleti kullanmadan önce ellerini kollarını ve yüzünü iyice yıkamalı,
- Çalışanlar kalsitin taşındığı, işlendiği ve depolandığı alanlarda her hangi bir şey yememeli, içmemeli, tütün ürünleri kullanmamalıdır.

3.3.4. Depolama

Kalsit serin, kuru, iyi havalandırılmış bir alanda sıkıca mühürlü konteynerde, kalsit taşıyan konteynerler fiziksel tehlikelerden korunmalı, asit, amonyum tuzları, civa, hidrojen gibi maddelerden ayrı depolanmalıdır.

3.3.5. Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)

Kalsitle cilt temasını önlemek için koruyucu giysi giyilmelidir. Kalsitin toz partiküllerinin gözlere teması durumunda çalışma esnasında emniyet gözlüğü, gözlük veya gözlük kalkanı giyilmelidir. Çalışma alanında kalsitin göz ve cilt teması durumları için göz yıkama için çeşme ve acil duşlar tesis edilmelidir (OSHG, 1995). Kalsite maruz kalma potansiyel durumu için kontak lens kullanılmamalıdır.

4. SONUÇLAR

Niğde ili gerek miktar gerekse kalite açısından Türkiye'deki en iyi kalsit rezervlerine sahiptir. İlde bulunan kalsitlerin $CaCO_3$ oranı oldukça yüksek, silis ve demir safsızlıkları ise çok düşük miktardadır. Ayrıca; öğütüldükten sonraki beyazlık derecesi çok yüksektir. Bu özellikler, Niğde kalsitini gerek ülke içinde gerekse uluslararası sektörde aranan ürün konumuna getirmektedir. Ancak; ilin bu potansiyelden tam yararlanabilmesi için, kalsitin hammadde veya kaba işlenmiş olarak pazarlanması yerine, mikronize ve kaplanmış mamul ürün olarak satılması teşvik edilmelidir. Çünkü, cevher olarak ocaktaki değeri 3-5 $/ton olan kalsit, mikronize boyutlara öğütülüp paketlendikten sonra 40-200 $/ton değerlere ulaşmaktadır.

Mikronize kalsit üretimi yapan bir tesiste paketleme makinesini teknolojik ve İSG kurallara uygun olarak, istenen miktar ve özellikte ürün (Kraft torba, PP torba, Big-bag, Sling-bag) hazırlamak için gerekli işlem aşamaları detaylı olarak verilmiştir. Kalsite maruziyet teneffüs edilmesiyle, göz ve cilt teması ile oluşabilir. Çalışma alanında kalsit tozunun teneffüs, göz ve cilt temasını önlemek için kişisel koruyucu donanımlar kullanılmakta, ayrıca merkezi aspirasyon (vakum) sistemi ve çeşme/duşlar tesis edilmiştir.

Bir toplum; yüksek bir ekonomik gelire, iyi bir yaşam standardına sahip olmak istiyorsa, yeraltı zenginliklerini mutlaka kullanmak zorundadır. Ancak; yeraltı kaynaklarını değerlendirirken, İSG'deki hassasiyetini de kaybetmemeleri gerekmektedir. Madencilik ve iş güvenliği arasındaki bu ilişki, çok önemli ve hassas bir dengedir. Hangisini ihmal ederseniz, o toplumun mutlu olması veya kalkınması mümkün olmayacaktır.

KAYNAKLAR

Acar, A., 2014. *Kişisel Koruyucu Donanımlar*, RiskMed Akademi, İstanbul, 62 s.

Çamlı, S.B., 2013. *Doğal Yapı Taşları Endüstrisinde kullanılan Paketleme Sistemleri ve Standartları,* Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir,115 s.

Delibalta, M.S. ve Toraman, Ö.Y., 2013. *KOP Bölgesi Ekonomik Kalkınmasında Doğal Kaynaklar ve Enerji Sektörünün Rolü*, Ulusal KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Konya, 14-16 Kasım, 18-27.

Delibalta, M.S., 2017. *Niğde Kalsit İşletmelerinin Önemi ve Uygulanabilir Arazi Rehabilitasyon Modülleri,* Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Niğde, Cilt 6, Sayı 1, 158-165.

DPT, 2001. Devlet Planlama Teşkilatı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, *Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri I,* 8.Kalkınma Planı (2001-2005), Ankara, Yayın No: 2618, ISBN 975-19-2853-2.

Ernst & Young, 2010. Dünyada ve Türkiye'de Madencilik Sektörü, 33 s., İstanbul.

ETKB, 2014. *Mavi Kitap*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri, Ankara, www.enerji.gov.tr, 302 s.

Kılıç, Ö., 2015. *Çöktürülmüş Kalsiyum Karbonat Üretimi,* Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Haziran, 30 (1), 79-85.

OSHG, 1995. *Occupational Safety and Health Guideline for Calcium Carbonate,* USA Department of Health and Human Services, 7 p.

Şahin, N., 2008. *Kalsit Hakkında Bazı Bilgiler,* Madencilik Bülteni, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Sayı:86, Temmuz-Eylül, 48-51.

http://www.google.com/maps, erişim tarihi.15.04.2016

SİVAS İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN MERMER FABRİKASINDA RİSK ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

RISK ANALYSIS AND EVALUATION OF MARBLE FACTORY IN SIVAS CITY

Z. Sade
Maden Yüksek Mühendisi, Kars

Y. S. Durutürk
Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

ÖZ: Türkiye'de son yıllarda mermere olan talep artışına bağlı olarak sektöre yapılan yatırımlar, üretim artışı ile birlikte geniş istihdam alanları oluşturmuş ve dolayısıyla ülke ekonomisine büyük katkılar sağlamıştır. Sektördeki bu büyüme, çalışanların sağlığının korunması ve iş güvenliğinin sağlanması açısından karşılaşılan sorunların da artışına neden olmuştur. Özellikle son yıllarda tüm madencilik faaliyetlerinde meydana gelen kazalar ve bunun sonucunda ortaya çıkan sonuçlar, faaliyetlerin güvenli bir şekilde yürütülmesinin sağlanması açısından yasal düzenlemelerin getirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu çalışma kapsamında Sivas Fimar Mermer Fabrikasında tehlikelerin belirlenmesi için Kontrol Listesi oluşturulmuş ve daha sonra L-Tipi Matris (5x5) ve Fine-Kinney risk analizi yöntemleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, işletme sırasında ortaya çıkabilecek riskleri ortadan kaldırmak veya kabul edilebilir seviyelere indirmek için gerekli kontrol önlemleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Risk Değerlendirmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Çeklist, L Tipi Matris Yöntemi, Fine-Kinney Yöntemi, Mermer Fabrikaları.

ABSTRACT: *Due to the increasing demand for marble in Turkey in recent years, investments in the sector have created large employment areas with the increase in production, thus contributing greatly to the economy of the country. This growth in the sector has also led to an increase in problems in terms of protecting employees' health and ensuring job security. Especially, the accidents that have taken place in all mining activities in recent years and the resulting consequences have made it necessary to introduce legal regulations in order to ensure that the activities are carried out safely. Within the context of this study, Checklist for the determination of hazards in the Sivas Fimar Marble Plant was established and risk assessment was then carried out via the L-Type Matrix (5x5) and Fine-Kinney risk analysis methods. As a result of the evaluations*

made, necessary control measures have been determined to remove the risks that may arise in operation or reduce them to acceptable levels.

Keywords: *Risk Analysis, Occupational Health and Safety, Check List, L Type Matrix Technique, Fine-Kinney Methods, Marble Factories.*

1. GİRİŞ

Türkiye, Portekiz'den Çin'e kadar uzanan zengin doğal taşları ve maden yataklarını içeren jeolojik kuşak üzerinde önemli bir konuma sahiptir. Ayrıca dünya doğal taş rezervinin yaklaşık %40'ına sahip ve toplam doğal taş rezerv potansiyeli yaklaşık 5 milyar 161 milyon metreküptür. Ülkemizde üretilen doğal taşların önemli bir kısmını oluşturan mermer; sektörel olarak diğer pek çok sektörün hammadde ihtiyacını karşılamakta, iş ve işçi konusunda da geniş istihdam yaratmaktadır. Bu nedenlerden ötürü mermer sektörü ekonominin ve kalkınmanın temelini oluşturan öncü sektörlerdendir.

Mermer sektörü hem ocak hem de işleme süreçlerinde işgücü ve teknolojinin ortaklaşa kullanıldığı, çalışma koşullarının ağır ve riskli olduğu bir sektördür. Bu durum; "26.12.2012 tarihli ve 28509 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği ne göre; mermer ocakları ve mermer fabrikalarının faaliyetleri "Çok Tehlikeli" sınıfta yer almaktadır." şeklinde belirtilmiştir. "Çok Tehlikeli" sınıfında yer alan maden sektöründe kaza, ölüm ve yaralanma riski bazı sektörlere oranla daha fazladır. Son yıllarda yapılan istatistiki çalışmalara göre; ülkemizde madencilik, metal/makina, inşaat ve kara taşımacılığı sektörleri başta olmak üzere bütün sektörlerde iş kazalarında sürekli bir artışın olduğu ve bunu önlemek için iş sağlığı ve güvenliğinin son derece önemli olduğu vurgulanmaktadır. Konu ile ilgili olarak, iş kazalarını önlemek ve gerekli güvenlik önlemlerini almak amacıyla "6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu" çıkarılmıştır. Ayrıca 2012 yılında yürürlüğe giren "İş

Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği" ile bütün işletmelerde risk değerlendirmesinin yapılması yasal olarak zorunlu hale getirilmiştir.

İSG konusunda özel önem arz eden mermer sektörüne yönelik yürüttüğüm bu çalışmada Sivas Fimar Mermer Fabrikası'nın risk değerlendirmesini yapmak ve var olan riskleri ortadan kaldırmak amaçlanmıştır. Amaca yönelik olarak;

- Hammaddenin tesise girişinden nihai ürünün elde edilmesi aşamasına kadar tüm faaliyetler incelenmiş,
- Tehlike oluşturabilecek unsurlar ve ortaya çıkabilecek risklerin belirlenmesi amacıyla çeklistler oluşturulmuş,
- Belirlenen tehlike ve riskler L tipi matris ve Fine-Kinney yöntemleriyle değerlendirilerek işletmedeki risklerin kabul edilebilir seviyede olup olmadığı belirlenmiş,
- Tespit edilen uygunsuzluklar için kontrol önlemlerinin belirlenmesi suretiyle risklerin kabul edilebilir seviyelere indirgenmesi sağlanmıştır.

2. RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Risk değerlendirmesi çalışan, işyeri ve çevresinde oluşabilecek muhtemel zararları azaltmak, riskleri önlemek, çevredeki diğer kişi ve kuruluşları korumak amacıyla yürütülen bir süreçtir. Bu süreçte karşımıza çıkabilecek bazı terim ve tanımlar şöyledir;

Tehlike: Bir işyerinde var olan ya da dışarıdan gelen, çalışanı veya işyerini etkileyen, zarar veya hasar verme potansiyelidir (6331 İSGK).

Risk: Tehlikenin neden olduğu kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalidir (6331 İSGK).

Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal yükümlülüklere ve işyerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmayacak risk seviyesidir.

Önleme: İşyerinde yürütülen işlerin bütün safhalarında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için planlanan ve alınan tedbirlerin tümüdür.

Ramak kala olay: İşyerinde meydana gelen; çalışan, işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olaydır.

Risk değerlendirmesinin tanımlanmasında kullanılan bu terimlerden yola çıkılarak yapılan risk değerlendirmesi çalışmasının temel amacı; işyerlerindeki çalışma koşulları, makina ve tesisat, kullanılan hammaddeler, insan ve organizasyon hatalarından kaynaklanan tehlikelerin de dikkate alınarak meslek hastalığı ve iş kazası oluşumunu önlemektir. Bu amaca ulaşabilmek için risk değerlendirmesi bütün işyerleri için tasarım ya da kuruluş aşamasından başlayarak; "planlama, tehlikelerin belirlenmesi, risklerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, kontrol önlemlerinin belirlenmesi ve uygulanması, izleme ve gözden geçirme" olmak üzere beş temel aşamada gerçekleştirilmekte ve farklı risk değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır.

2.1. Risk Değerlendirme Yöntemleri

Günümüzde dünya genelinde 150'den fazla risk değerlendirme yöntemi olduğu bilinmektedir. Bu risk değerlendirme yöntemleri belirli özellikler dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır (Özkılıç, 2005, 2008; Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Bu çalışmada L Tipi Matris ve Fine-Kinney yöntemleri kullanılmıştır.

2.1.1. L tipi matris (5x5 matris diyagramı) yöntemi

L tipi matris yöntemiyle öncelikle bir olayın gerçekleşme olasılığı ve gerçekleşmesi durumunda sonucunun derecelendirilmesi ile risk değerlendirmesi yapılır (Özkılıç, 2005, 2008; Ceylan ve Başhelvacı, 2011). L tipi matris risk değerlendirmesi yönteminde risk skoru; "Risk Değeri = O x Ş" şeklinde hesaplanır.

O: Olasılık; Zararın zaman içinde gerçekleşme ihtimali

Ş: Şiddet; Tehlikenin insan veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarar

Çizelge 1. L tipi matris yöntemi Olasılık ve Şiddet Skalası

Olasılık Değeri	Olasılık (Zararın Gerçekleşme Sıklığı)	Şiddet Değeri	Şiddet (Tehlikenin Yaratacağı Tahmini Zarar)
1	Yılda Bir	1	İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
2	Üç Ayda Bir	2	İş günü kaybı yok, ilkyardım gerektiren
3	Ayda Bir	3	Hafif yaralanma, tedavi gerektiren
4	Haftada Bir	4	Ölüm, ciddi yaralanma, meslek hastalığı
5	Her Gün	5	Birden çok ölüm, sürekli iş göremezlik

Çizelge 2. L tipi matris yöntemi risk düzeyine göre karar ve eylem skalası

Risk Değeri	Değerlendirme	Faaliyet
15.16.20.25	Kabul Edilmez Risk	Bu risklerle ilgili hemen faaliyete geçilmeli
8.9.10.12	Dikkate Değer Risk	Bu risklere mümkün olduğu kadar çabuk müdahale edin
1.2.3.4.5.6	Kabul Edilebilir Risk	Daha uzun vadede müdahale edilebilir.

2.1.2. Fine–Kinney yöntemi

Fine–Kinney kullanım kolaylığından dolayı yaygın olarak kullanılan bir risk değerlendirme yöntemidir. L tipi matris yönteminden farkı, işi yaparken tehlikeye maruz kalma sıklığının risk derecelendirme hesaplanmasında kullanılmasıdır (Seber, 2012; Özgür, 2013). Fine-Kinney risk değerlendirmesi yönteminde risk skoru; "Risk Değeri = Frekans (F) x Olasılık (O) x Şiddet (Ş)" şeklinde hesaplanmaktadır.

F: Frekans; Tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarı

O: Olasılık; Zararın zaman içinde gerçekleşme ihtimali

Ş: Şiddet; Tehlikenin İnsan veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarar

Değerlendirme sonucunda; risk düzeyine göre, risk kontrol önlemleri ve önlemlerinin belirlenmesinde önceliğin ne olacağına karar verilir (Seber, 2012; Özgür, 2013). Yapılan düzeltici faaliyetler frekans veya şiddeti durum ve sonuca göre kısmi olarak etkilemekte iken olasılığı ise direk olarak etkilemektedir. Örnek olarak; yüksekte emniyet kemersiz çalışan bir işçinin kemer takması düşme olasılığını direk olarak etkiler, düşmesini daha az olası bir duruma getirir,

ancak düşmesi durumunda ölüm riskini veya tehlikeye maruz kalma sıklığını kısmi olarak etkiler.

Çizelge 3. Fine-Kinney yöntemi Frekans, Olasılık ve Şiddet Skalası

FREKANS DEĞERİ	FREKANS (Tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarı)	OLASILIK DEĞERİ	OLASILIK (Zararın gerçekleşmesi olasılığı)	ŞİDDET DEĞERİ	ŞİDDET (İnsan ve/veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarar)
10	Hemen hemen sürekli (bir saatte birkaç defa)	10	Beklenir, kesin	100	Birden fazla ölümlü kaza/ Çevresel felaket
6	Sık (günde bir veya birkaç defa)	6	Yüksek, oldukça mümkün	40	Öldürücü kaza/ Ciddi çevresel zarar
3	Ara sıra (haftada bir veya birkaç defa)	3	Olası	15	Kalıcı hasar/ Yaralanma, iş kaybı/ Çevresel engel oluşturma yakın çevreden şikayet
2	Sık değil (ayda bir veya birkaç defa)	1	Mümkün fakat düşük	7	Önemli hasar/ Yaralanma, dış ilkyardım ihtiyacı/arazi sınırları dışında çevresel zararlar
1	Seyrek (yılda birkaç defa)	0.5	Beklenmez fakat mümkün	3	Küçük hasar/ Yaralanma, dış ilk yardım / arazi içinde sınırlı çevresel zarar
0.5	Çok seyrek (yılda bir veya daha seyrek)	0.2	Beklenmez	1	Ucuz atlatma/ Çevresel zarar yok

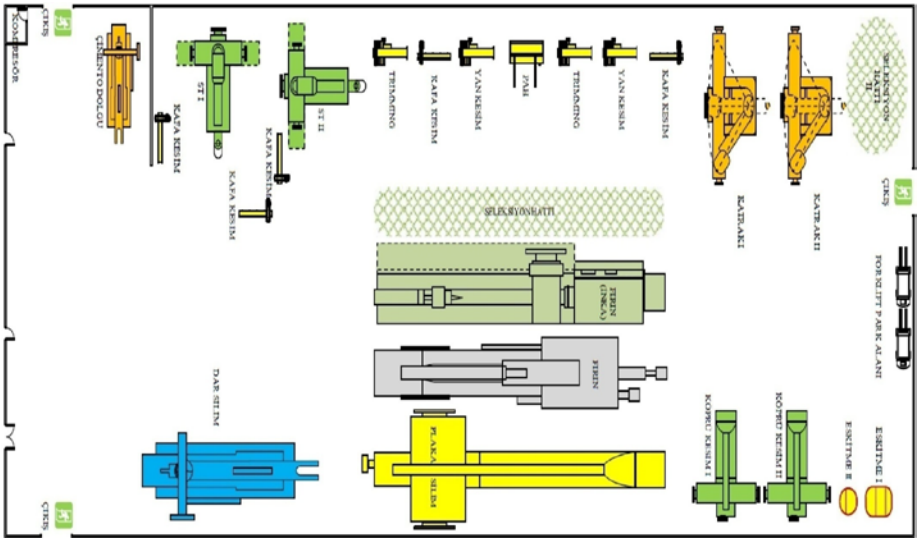
Çizelge 4. Fine-Kinney yöntemi risk düzeyine göre karar ve eylem skalası

RİSK DEĞERİ	DEĞERLENDİRME	FAALİYET
400<R	Tolerans Gösterilmez Risk	Derhal gerekli önlemler alınmalı veya işin durdurulması.
200≤R<400	Esaslı Risk	Kısa dönemde iyileştirilmelidir "birkaç ay içerisinde"
70≤R<200	Önemli Risk	Uzun dönemde iyileştirilmelidir "yıl içerisinde"
20≤R<70	Olası Risk	Gözetim altında uygulanmalıdır
R<20	Önemsiz Risk	Önlem öncelikli değildir

3. FİMAR MERMER FABRİKASININ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Fimar Holding A.Ş. bünyesinde bulunan 22000m^2 üretim alanlı Sivas Fimar mermer fabrikası tam otomasyon ile çalışan ve yıllık 400000m^2 üretim

kapasitesine sahip bir tesistir. Tesis genel olarak; blok ve mamul stok alanı, plaka üretim hattı ve strip üretim hattından oluşmaktadır. Üretim hatlarındaki çalışmalar 86 personel ile kesintisiz olarak 3 vardiya şeklinde yürütülmektedir. Üretim hattı yerleşim planı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Fimar mermer fabrikası üretim hattı yerleşim planı.

Risk değerlendirmesi çalışmaları kapsamında öncelikle Risk Değerlendirme Yönetmeliğinde belirtildiği üzere işyerinde faaliyetlerin yürütüldüğü bütün çalışma ortamları ve çalışan personel hakkındaki bilgiler toplanmış ve işletmenin mevzuata uygunluğu açısından bir değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra fabrikada tehlike kaynakları belirlenmiş ve bu kaynaklardan doğabilecek tehlikeler tespit edilmiş, belirlenen tehlikelere yönelik risklerin değerlendirilmesi için yöntem seçimi gerçekleşmiş ve son aşamada ise belirlenen yöntemler doğrultusunda risk değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlara yönelik uygulanması gereken kontrol önlemleri belirlenmiştir.

3.1. Temel Bilgi ve Veriler

İşyerinin içinde ve dışında yürütülen işler, üretim aşamaları, çalışanların görev tanımları, emniyet kuralları, hizmet içi eğitimler ile ilgili mevzuat incelenerek

işletmenin güvenli olarak çalıştırılabilmesi için gerekli bilgi ve veriler toplanmıştır. Toplanan temel bilgiler;

- İş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ataması,
- İş sağlığı ve güvenliği kurulu,
- Mesleki yeterlilik belgeleri,
- Çalışanların periyodik sağlık kontrolleri,
- Özlük dosyası,
- İş kazası kayıtları,
- Yıllık çalışma planı ve faaliyet raporu,
- Kişisel koruyucu donanım,
- Ergonomik ortam koşulları (Termal konfor, Aydınlatma),
- Ortam ölçümleri (gürültü, titreşim, toz),
- Periyodik kontroller (elektrik, mekanik),
- Araç ve makina takip/kontrol,
- Kimyasal malzeme güvenlik formları,
- Sosyal tesisler (ofisler, yemekhane, soyunma yeri, duş- tuvalet-lavabo)
- Uyarı ve güvenlik işaretleri,
- Acil çıkış kapıları,
- Yüksekte çalışma,
- Marangozhane, tamirhane,
- Blok ve mamul stok alanı, başlıkları altında toplanmıştır.

3.2. Tehlikelerin Belirlenmesi

Fimar Mermer Fabrikası'nda; iş ekipmanları, üretim sistemi ve binalar risk oluşturabilecek tehlike kaynakları olarak belirlenmiş, bu kaynaklardan oluşabilecek tehlikeler ise hazırlanan çeklistler (Çizelge 5) ve toplanan temel bilgi ve veriler aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Çizelge 5. Sivas Fimar Mermer Fabrikasının Çeklist (Kontrol Listeleri) Formu

ÜRETİM HATTI						
ÜNİTE	TEHLİKE	Evet Hayır		ÜNİTE	TEHLİKE	Evet Hayır
Katrak	Raylı taşıma aracında blok düşmesi oluyor mu?	Evet		Silim Makineleri	Plaka cila makinesinin kalkanları periyodik olarak kontrol ediliyor mu?	Evet
	Katrak makinesinin aşırı hızlı kesmesi sonucu blok dağılması oluyor mu?	Evet			Plaka cila koruyucu kalkanların açılması esnasında dışarıya parça fırlaması oluyor mu?	Evet
	Kesim esnasında etrafa parça sıçraması veya plaka fırlaması oluyor mu?	Evet			Dar cila makinesine stripler elle verilirken düşme kırılma oluyor mu?	Evet
	Mermer plakaları katrak tezgâhında alınması esnasında devrilme oluyor mu?	Evet			Dar cila koruyucu kalkanların açılması esnasında dışarıya parça fırlaması oluyor mu?	Evet
Ortam Ölçümleri	İşyerinde yapılan işlerden kaynaklanan yüksek düzeyde gürültü var mı?	Evet		GENEL	Makinelerin koruyucu sistemleri var mı?	Evet
	Elle tutulan iş aletleri ve ekipmanı kullanırken hissedilir derecede titreşim oluşuyor mu?	Evet			Çalışanların kullandıkları makinelerle ilgili eğitim aldılar mı?	Evet
	Toz ölçümleri yapılıyor mu?	Evet			İs ekipmanlarınızın kontrol ve testleri düzenli olarak yapılıyor mu?	Evet
	Zemin için kaydırmazlık ölçümleri yapılıyor mu?	Hayır			Makinelerin acil stop butonları var mı?	Evet
	Ortam sıcaklık ve nem ölçümleri yapılıyor mu?	Evet			Elektrikli makinelerinizin güvenlik topraklanması yapıldı mı?	Evet
	Ortam aydınlatma ölçümleri yapılıyor mu?	Evet			Elektrik sisteminde kaçak akım rölesi var mı?	Hayır
Katrak	Raylı taşıma aracında blok düşmesi oluyor mu?	Evet		Silim Makineleri	Plaka cila makinesinin kalkanları periyodik olarak kontrol ediliyor mu?	Evet
	Katrak makinesinin aşırı hızlı kesmesi sonucu blok dağılması oluyor mu?	Evet			Plaka cila koruyucu kalkanların açılması esnasında dışarıya parça fırlaması oluyor mu?	Evet
	Kesim esnasında etrafa parça sıçraması veya plaka fırlaması oluyor mu?	Evet			Dar cila makinesine stripler elle verilirken düşme kırılma oluyor mu?	Evet
	Mermer plakaları katrak tezgâhında alınması esnasında devrilme oluyor mu?	Evet			Dar cila koruyucu kalkanların açılması esnasında dışarıya parça fırlaması oluyor mu?	Evet
Ortam Ölçümleri	İşyerinde yapılan işlerden kaynaklanan yüksek düzeyde gürültü var mı?	Evet		GENEL	Makinelerin koruyucu sistemleri var mı?	Evet
	Elle tutulan iş aletleri ve ekipmanı kullanırken hissedilir derecede titreşim oluşuyor mu?	Evet			Çalışanların kullandıkları makinelerle ilgili eğitim aldılar mı?	Evet
	Toz ölçümleri yapılıyor mu?	Evet			İs ekipmanlarınızın kontrol ve testleri düzenli olarak yapılıyor mu?	Evet
	Zemin için kaydırmazlık ölçümleri yapılıyor mu?	Hayır			Makinelerin acil stop butonları var mı?	Evet
	Ortam sıcaklık ve nem ölçümleri yapılıyor mu?	Evet			Elektrikli makinelerinizin güvenlik topraklanması yapıldı mı?	Evet
	Ortam aydınlatma ölçümleri yapılıyor mu?	Evet			Elektrik sisteminde kaçak akım rölesi var mı?	Hayır

Fabrikada tespit edilen başlıca tehlikeler;

- Gürültü
- Titreşim
- Toz
- Aydınlatma
- Termal konfor koşulları
- Elektrik
- Kimyasallar

- Basınçlı kaplar
- Yüksekte çalışma
- Elle taşıma
- Seyyar el aletleri
- Makinalar (Sabit ve hareketli üretim makinaları, mekanik kaldırma araçları)
- Ekranlı araçlar
- İşyeri yerleşim planı
- Ürünler ve atıklar
- Yangın
- İstenmeyen insan davranışları
- Uygun olmayan duruş ve çalışma şekilleri

4. SONUÇ VE ÖNERİ

Sivas Fimar Mermer Fabrikası'nda risk analizi ve değerlendirilmesi çalışmaları kapsamında, öncelikli olarak çalışma ortamında yapılan gözlemler, çalışanlarla yapılan görüşmeler, işletme tarafından gerçekleştirilen ölçümlerden alınan veriler ve oluşturulan çeklistler aracılığıyla risk oluşturabilecek tehlikeler belirlenmiştir. Belirlenen riskler L tipi matris ve Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemleri aracılığıyla değerlendirilmiştir (Tablo 6). Bu değerlendirmeler kapsamında elde edilen sonuçlar ve kontrol önlemleri aşağıdaki gibidir;

- Hammaddenin tesise girişinden nihai ürünün elde edilmesine kadar gerçekleştirilen bütün faaliyetlerin incelenmesi sonucunda; gürültü, toz, aydınlatma, elektrik enerjisi, sabit ve hareketli üretim makineleri, yüksekte çalışma, ortam koşulları ve çalışma alanı içerisindeki ulaşım yolları ana tehlike kaynakları olmak üzere işletmede risk oluşturabilecek 25 unsur tespit edilmiştir.
- L tipi matris yöntemiyle yapılan risk derecelendirmesi sonucunda; risklerin 3'ünün kabul edilemez, 18'inin dikkate değer ve 4'ünün ise kabul edilebilir risk seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. Fine-Kinney yöntemiyle

yapılan risk derecelendirmesi sonucunda ise; risklerin 2'sinin tolerans gösterilmez, 1'inin esaslı risk, 15'inin olası risk ve 7'sinin ise önemsiz risk seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

- Çalışma alanının değişik noktalarında gerçekleştirilen gürültü ölçüm sonuçlarında; eşdeğer gürültü seviyeleri 84,9-95,9 dB aralığında değişmekte olup işletmeden alınan bu ölçümlerinin tamamı en yüksek maruziyet etkin değerin üzerindedir. İşletmede gürültü seviyesinin azaltılması için çalışanlara kulak tıkaçları temin edilmiş, ancak yapılan kişisel gürültü maruziyeti ölçümlerinin incelenmesin sonucunda gürültü seviyesinin bazı çalışma noktalarında düşürülemediği görülmüştür. Üretim hattı için gürültü düzeyleri, ST ve kafa kesme makinelerinin bulunduğu alanlarda en yüksek ve cilalama bölümünde ise en düşük seviyelerdedir.

Gürültü seviyesinin öncelikli olarak 85 dB'in altına düşürülmesi gerekmektedir. Gürültü probleminin çözümü için, mevzuat ve işletmenin mevcut koşulları göz önünde bulundurularak, risk kontrol adımlarından uygun adımların seçilmesi gerekmektedir. İzolasyon, mühendislik çalışmaları ve KKD (kişisel koruyucu donanım) kullanımını içeren kontrol önlemlerinin uygulanması suretiyle gürültünün yaratabileceği olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması mümkün olabilecektir.

- Üretim yerleşim planı yeniden düzenlenmeli ve en çok gürültüye neden olan makineler için ayrı bir alan oluşturulmalı,
- Gürültü kontrolü için duvarlar, tavanlar ve tabanlar ses sönümleyici özelliği olan malzemeler ile kaplanmalı,
- Gürültüye maruz kalma süresi azaltılmalı veya gürültünün yüksek olduğu bölümlerde personel rotasyonlu çalıştırılmalı,
- Gürültü seviyesini azaltan kişisel koruyucu kulaklık (manşon tipi kulaklık veya ısmarlama kulak tıkaçları) kullanılmalıdır.
- İşletmede değişik üretim noktaları ve marangozhanede yapılan toz ölçüm sonuçlarında; üretim noktalarındaki toz ölçüm değerleri 1,2-1,8 mg/m³ arasında

değişmekte olup marangozhanede bu değer 2,5 mg/m³'tür ve işletme içerisinde en yüksek seviyededir. Bu değerler mevzuatın belirlediği sınır değer olan 5 mg/m³ değerini aşmadığı için tozun işletme içerisinde risk teşkil edebilecek boyutta olmadığı söylenebilir. Ancak yine de, toz seviyesinin mevzuattaki sınır değerin altında olması risk teşkil etmez anlamı taşımamalı, çalışan personellerin düzenli olarak sağlık taramaları (solunum fonksiyon testi ve akciğer grafisi) yaptırılmalı ve takip edilmelidir.

- İşletmenin değişik çalışma bölgelerinde YK 82 Ht model sıcaklık-nem ölçer cihazı ile gerçekleştirilen sıcaklık ve nem ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklıklar 25,2-26,5°C ve nem %50,1-66,9 değerleri arasında değişmektedir. Sıcaklık ve nem değerleri, zikredildikleri sıra ile mevzuatın öngördüğü 15-30°C ve %30-70 aralıklarında muhafaza edildiği için, çalışanlarda dikkatsizlik veya psikolojik rahatsızlık yaratıp kazalara neden olabilecek büyüklüklerde değillerdir.

- İşletmede 17 farklı noktada yapılan aydınlatma düzeyi ölçüm sonuçları; aydınlatma düzeyinin, işletmenin çoğu bölümlerinde mevzuatın öngördüğü "Genel makine işleri" için olan 300 Lüx değerinin altında olduğunu göstermiştir. Ortalama değerlere göre aydınlatma düzeyi aralığı 161-275 aralığında değişen 13 farklı noktada risk oluşturabilecek unsurların ortaya çıkması söz konusu olabilir. Üretimin çalışanlar açısından daha güvenli bir ortamda daha sağlıklı ve etkin bir şekilde yürütülmesi için aydınlatma düzeyinin 300 Lüx değerinin üzerine çıkartılması gerekmektedir.

- Tesiste TNC-S topraklama sistemi uygulanmakta olup üç ayda bir yapılan yüksek gerilim enerji tesisleri genel kontrolü sonucunda, tesiste çalışan tüm makinelere ve işletme geneline ait ölçülen eş potansiyel topraklama değeri 0,31 Ohm olarak tespit edilmiştir. Bu değer mevzuatta verilen 6,11 Ohm değerinden küçüktür ve dolayısıyla risk teşkil etmemektedir. İşletmede makinelere nötrsüz üçlü faz gerilim verilmektedir. Elektrik iç tesisleri denetim ve muayene sonucu işletmenin elektrik tesisatında herhangi bir kusur ve noksanlığa rastlanmamıştır.

Ancak işletmede kaçak akım rölesi kullanılmamakta olup bundan kaynaklanabilecek risklerin ortaya çıkmasının önlenebilmesi için elektrik tesisatına kaçak akım rölesi bağlanmalıdır.

- Epoksi fırın hattında kullanılan kimyasallara ait malzeme güvenlik bilgi formları (MSDS) mevcuttur. Ancak, yapılan gözlemlerde kimyasallarla çalışan personelin kişisel koruyucu donanım kullanımına gereken özeni göstermediği görülmüştür. Kullanılan kimyasallardan kaynaklanabilecek zehirlenme riskinin ortadan kaldırılması için öncelikli olarak çalışan personele kişisel koruyucu maskelerin kullanımı konusunda eğitimler verilmeli ve kullanımda istismarın önlenmesi için yazılı ve sözlü uyarılar yapılmalıdır.
- Yüksekte çalışma alanı kapsamına giren dış saha vinci, işletme çatısı ve silolarda yapılan bakım-onarım çalışmaları sırasında personele kişisel koruyucu güvenlik kemeri temin edilmeli ve bu konuda gereken eğitimler verilmelidir.
- Fabrikada kesim makinalarında (ST, kafa, yan, pah) ve seleksiyon hattında stripler el ile taşınmaktadır. Bu taşıma işlemi sırasında düşme ve kırılmalardan kaynaklanabilecek risklerin önlenebilmesi için öncelikli olarak bu işe uygun mekanik sistemler kullanılmalıdır. Ayrıca, çalışan personellere uygun eğitimler verilmeli ve KKD kullanımına gerekli özen göstermesi sağlanmalıdır.
- Mermer kesme işlemi sırasında yoğun miktarda su tüketimi olduğundan dolayı zeminde kısmi ıslanmalar söz konusudur. İşletmede bu tür zeminlere yönelik zemin kaydırmazlık ölçümleri yapılmamıştır. Üretim alanında bulunan personel kişisel koruyucu önlük ve kaymaz tabanlı iş ayakkabısı kullanmakta ancak zemin kaydırmazlık ölçümü yapılmadığından kullanılan iş ayakkabılarının uygunluğu tespit edilememiştir. İşletmede zemin kaydırmazlık ölçümleri yapılmalı ve sonuca göre uygun kaydırmaz tabanlı ayakkabı kullandırılmalıdır.
- Üretim hattındaki makine ve ekipman kullanımından kaynaklanan tehlike ve riskleri bertaraf etmek için personellere makine kullanım eğitimleri verilmelidir. Makinelerde elektrik bağlantıları topraklama hattına bağlı olmalı,

uygun koruyucular takılı olmalı ve düzenli olarak kontrol ve bakımları yapılmalıdır.

- Dış sahada bulunan personelin ve gelen ziyaretçilerin kişisel koruyucu baret kullanmadığı tespit edilmiştir. Ziyaretçiler için uygun kişisel koruyucu donanımlar temin edilmeli ve kullanımları sağlanmalıdır.
- İşyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı tarafından her yıl düzenli olarak çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği eğitimi kapsamında kişisel koruyucu donanım kullanımının önemi özellikle vurgulanmalıdır. İşyerinde, çalışanların sürekli olarak KKD kullanmalarını sağlamak için yazılı ve sözlü uyarılar yapılmalı, KKD kullanmayan personellere cezai işlem uygulanmalıdır.
- Yapılan risk analizi çalışmasında uygulanan L tipi matris ve Fine-Kinney yöntemleri ile elde edilen risk değerlendirme sonuçları kıyaslandığında, Fine-Kinney yönteminin işletmede oluşabilecek tehlikelerin değerlendirilmesinde aşağıda ifade edilen parametrelerden dolayı daha uygun bir yöntem olduğu söylenebilir.

a. Risk skorları tanımlama aralık sayısının fazla olması
b. Riskin daha net bir şekilde ortaya konulabilmesi
c. Alınacak önlemlerin seçiminde daha etkin ve gerçekçi bir yaklaşım sunması

Sonuç olarak, risk değerlendirmesinin yapılması işletme için sorunların tamamen çözümlenmesi ya da ortadan kalkması anlamına gelmemektedir. Seçilen kontrol önlemlerinin planlandığı şekliyle uygulanıp uygulanmadığının, önlemlerin doğru önlemler olup olmadığının, bu önlemlerin riskleri ortadan kaldırıp kaldırmadığının ve yapılan değişikliklerin amacına ulaşıp ulaşmadığının tespiti için düzenli olarak izlenmeli, gerektiği şekilde denetlenmeli ve aksayan yönler yeniden değerlendirilmelidir. Sürekli gelişen ve değişen teknolojinin etkisiyle iş ortamında oluşan ya da oluşabilecek yeni risklerin tanımlanması ve alınacak önlemlerin belirlenmesi için mevzuatın öngördüğü süreler ve durumlar için risk değerlendirmesinin yenilenmesi ihmal edilmemelidir.

Çizelge 6. Sivas Fimar Mermer Fabrikasının L Tipi ve Fine-Kinney Risk Değerlendirme Formu

RİSK DEĞERLENDİRME FORMU								Sayfa No	1	
								Revizyon Tarihi		
No	Tehlike Kaynağı	Mevcut Durum		Kimler Etkilenebilir	L Tipi (O*Ş)	Fine-Kinney (F*O*Ş)	Alınacak Önlem	Sorumlu	L Tipi	Fine-Kinney
		Tehlike	Risk							
1	ÜRETİM HATTI	Elektrik	Kaçak Akım Rölesinin Bulunmaması (Elektrik çarpması)	Bölüm Personeli	25 5*5	1200 10*3*40	Elektrik tesisatında kaçak akım rölesi bulunmalı	Fabrika Müdürü	4	9
2	ÜRETİM HATTI	Gürültü	85 dB'in Üzerinde Olması (İşitme kaybı)	Bölüm Personeli	20 5*4	1500 10*10*15	Ortam gürültü ölçümleri yapılmalı elde edilen sonuçlara göre önleyici tedbirler alınmalı	Fabrika Müdürü	6	30
3	ÜRETİM HATTI	Aydınlatma	300 Lux'ün Altında Olması (İş kazası)	Bölüm Personeli	20 5*4	300 10*10*3	Aydınlatma standartlara uygun hale getirilmeli	Fabrika Müdürü	4	18
4	ÜRETİM HATTI	Epoksi Fırını	Kimyasal malzeme kullanımı (Zehirlenme)	Bölüm Personeli	12 3*4	30 2*1*15	Çalışan personele kişisel koruyucu maske zimmet tutanağı ile teslim edilmeli ve personele KKD eğitimi verilmeli	Fabrika Müdürü	4	15
5	ÜRETİM HATTI	Katrak Makinası	Plakaların tezgahtan alınması (Devrilme, kırılma)	Bölüm Personeli	12 4*3	42 2*3*7	Plaka bağlantıları kontrol edilmeli, plakaların alınması esnasında yetkili haricinde personel bulunmamalı	Fabrika Müdürü	6	7
6	ÜRETİM HATTI	Kesme Makinaları (ST, kafa, yan, pah)	Striplerin elle alınması-taşınması (Kırılma, düşme)	Bölüm Personeli	10 5*2	54 6*3*3	Uygun mekanik sistemler kullanılmalı, personele uygun KKD temin edilmeli ve KKD eğitimi verilmeli	Fabrika Müdürü	4	9
7	ÜRETİM HATTI	Selleksiyon Hattı	Striplerin elle alınması-taşınması (Kırılma, düşme)	Bölüm Personeli	10 5*2	54 6*3*3	Uygun mekanik sistemler kullanılmalı, personele uygun KKD temin edilmeli ve KKD eğitimi verilmeli	Fabrika Müdürü	4	9
8	ÜRETİM HATTI	Plaka Cila Makinası	Koruyucu kalkanların açık olması (Parça fırlaması)	Bölüm Personeli	10 5*2	27 3*3*3	Çalışan personele kişisel koruyucu gözlük temin edilmeli, personele KKD ve çalışma eğitimi verilmeli	Fabrika Müdürü	2	6
9	ÜRETİM HATTI	Dar Cila Makinası	Koruyucu kalkanların açık olması (Parça fırlaması)	Bölüm Personeli	10 5*2	27 3*3*3	Çalışan personele kişisel koruyucu gözlük temin edilmeli, personele KKD ve çalışma eğitimi verilmeli	Fabrika Müdürü	2	6
10	ÜRETİM HATTI	ST Makinası	Soket fırlaması	Bölüm Personeli	9 3*3	42 2*3*7	Kesim esnasında personel emniyetli alan içerisinde bulunmalı, Testere soketleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalı	Fabrika Müdürü	3	7
11	ÜRETİM HATTI	ST Makinası	Çapak atması	Bölüm Personeli	9 3*3	42 2*3*7	Makina üzerinde koruma fırçaları olmalı ve kişisel koruyucu gözlük kullanmalı	Fabrika Müdürü	3	7
12	ÜRETİM HATTI	Vakumlu Pergel Vinç	Kontrolsüz plaka taşınması (Bırakma, kırılma)	Bölüm Personeli	9 3*3	42 2*3*7	Vakumlu pergel vinç bakımları düzenli olarak yapılmalı ve çalışan personele KKD temin edilmeli	Fabrika Müdürü	3	14
13	ÜRETİM HATTI	Vakumlu Pergel Vinç	Elektrik kesilmesi (Bırakma, kırılma)	Bölüm Personeli	9 3*3	42 2*3*7	Elektrik kesilmesi durumunda vinç dik konuma getirilmeli, plakanın önüne ve altına takoz konulmalı	Fabrika Müdürü	3	6
14	ÜRETİM HATTI	Katrak Makinası	Aşırı hızlı kesim yapması (Dağılma, parça fırlaması)	Bölüm Personeli	8 2*4	21 1*3*7	Makina talimatları oluşturulmalı ve çalışanlara tebliğ edilmeli	Fabrika Müdürü	4	7
15	ÜRETİM HATTI	Katrak Makinası	Kontrolsüz çalışması (Dağılma, parça fırlaması)	Bölüm Personeli	8 2*4	21 1*3*7	Blok bağlama demirlerinin takılı olması ve blok altı takozları sabitlenmeli.	Fabrika Müdürü	4	7
16	ÜRETİM HATTI	ST Makinası platformu	Kaygan olması ve ya bakımsız olması (Düşme)	Bölüm Personeli	8 4*2	27 3*3*3	Kaymayı önleyen iş ayakkabıları kullanılmalı ve platform pürüzlü olmalı	Fabrika Müdürü	4	3
17	ÜRETİM HATTI	Blok taşıma vagonu	Bakımsız ekipman, Kontrolsüz çalışması (Devrilme, raydan çıkma)	Bölüm Personeli	8 2*4	15 1*1*15	Raylı taşıma araçlarının bakımları yapılmalı, çalışanlara eğitim verilmeli	Fabrika Müdürü	4	7,5
18	ÜRETİM HATTI	Epoksi Fırının Plaka Taşıma Platformu	Personelin platformun üzerine çıkması (Makinaya kapılma)	Bölüm Personeli	8 2*4	15 1*1*15	Makine durdurulup daha sonra platformun üzerine çıkılmalıdır	Fabrika Müdürü	2	1,5
19	ÜRETİM HATTI	Zemin	Islak olması (Kayma, düşme)	Bölüm Personeli	6 3*2	1 1*1*1	Zemin bakımlarının düzenli olarak yapılmalı ve çalışan personellerin kaydırmaz taban iş ayakkabısı kullanmalı	Fabrika Müdürü	2	1
20	ÜRETİM HATTI	Toz	5 mg/m^3 Sınır değer üzerinde olması	Bölüm Personeli	2 2*1	3 1*1*3	Ortam toz ölçümleri yapılmalı elde edilen sonuçlara göre önleyici tedbirler alınmalı	Fabrika Müdürü	2	3

KAYNAKLAR

Ceylan, H. ve Başhelvacı, V. S. (2011). *Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: bir uygulama*. International Journal of Engineering Researchand Development, 3(2), 25-33.

Özgür, M. (2013). *Metal sektöründe risk analizi uygulaması.*ÇSGB İŞ TEFTİŞ KURULU BAŞKANLIĞI, 116S, İzmir.

Özkılıç, Ö. (2005). *İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, Yayın No: 246, 244s, Ankara.

Özkılıç, Ö. (2008). *İş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirmesi*. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 40, 6-12.

Resmi Gazete, (2012). *6331 Sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu*, http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630.htm Erişim tarihi:10.07.2017.

Resmi Gazete, (2012). *İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmenliği*, http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229.htm Erişim tarihi:10.07.2017.

Resmi Gazete, (2012). *İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliği*, http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121226.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121226.htm Erişim tarihi:10.07.2017.

Seber, V. (2012). *İşçi sağlığı ve güvenliğinde risk analizleri nasıl yapılır*. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 445, 30-34.

BİR TAŞOCAĞI VE KIRMA-ELEME TESİSİ'NDE GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYIPLARININ BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE TAHMİN EDİLEBİLİRLİĞİ

PREDICTION OF NOISE-INDUCED HEARING LOSSES IN A QUARRY AND STONE CRUSHING-SCREENING PLANT BY FUZZY LOGIC METHOD

M. Mutlu, M. Sarı
Aksaray Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Aksaray

M. Önder, S. Önder
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZ: Taşocaklarında çalışma şartları zor ve tehlikelidir. Ağır ve tehlikeli çalışma koşulları iş kazalarını ve meslek hastalıklarını da beraberinde getirmektedir. Bu tesislerde iş sağlığı ve güvenliği açısından karşılaşılabilecek önemli risk etmenlerinden biri de gürültüdür. Gürültü, insanların işitme sağlığını ve duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş verimini azaltan, istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirliliğidir. Çeşitli endüstri dallarında maruz kalınan gürültü düzeyleriyle kıyaslandığında, madencilik endüstrisinde açığa çıkan gürültü seviyeleri kabul edilebilir sınır değerlerden her zaman yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle madencilikte rastlanan en önemli meslek hastalıklarından birisi de gürültüye bağlı işitme kayıplarıdır. İşitme kayıpları kişinin gürültünün etkisinde kaldığı süreye ve kişisel duyarlılığa bağlı olup, geçici ya da sürekli olabilmektedir. Bu çalışmada, Bilecik ilinde faaliyet gösteren bir taş ocağı ve kırma-eleme tesisinde gürültüye bağlı işitme kayıplarını tespit etmek amacıyla ölçümler yapılmıştır. İşçilerin çalıştığı ortamdaki gürültü seviyeleri ölçülmüş ve özel bir işitme merkezi tarafından işçilere işitme testi uygulanmıştır. Elde edilen tüm veriler bilgisayar ortamına aktarılıp, Matlab® paket programı vasıtasıyla işitme kayıplarını çalışanın yaşı, deneyimi, çalıştığı ortamdaki gürültü seviyesi ve mesleği gibi değişkenler vasıtasıyla tahmin edecek bir bulanık model oluşturulmuştur. Modelin doğruluk derecesini gösteren değer %91,3 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Taş Ocakçılığı, Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı, Bulanık Mantık, İşitme Kaybı Tahmin Modeli.

ABSTRACT: *Working conditions in quarries are difficult and dangerous. Severe and dangerous working conditions also bring along occupational*

accidents and occupational diseases. One of the major risks that may be encountered in terms of occupational health and safety is noise pollution. Noise is an important environmental pollution affecting people's hearing health and the sense of hearing in negative way, disrupting the physiological and psychological balance, reducing work efficiency and forming unwanted sounds. Compared to the exposed noise levels in various industries, noise levels in the mining industry are always higher considering acceptable limit values. For this reason, one of the most important occupational diseases encountered in mining is the noise induced hearing loss (NIHL). Hearing loss can be temporary or permanent, depending on the length of time that the person is affected by the noise and personal sensitivity. In this study, measurements were made to detect NIHL in a quarry and stone crushing-screening plant operating in Bilecik. The noise levels of the environment where workers are exposed to noise were measured and also a hearing test center applied hearing tests to the workers. All the data obtained from these measurements were transferred to the computer environment and using Matlab® software, a fuzzy hearing loss prediction model was developed by taking into account miners age, experience, noise level and occupation variables. The prediction performance of the model was found to be 91,3%.

Keywords: *Quarry Mining, Noise Induced Hearing Loss (NIHL), Fuzzy Logic, Hearing Loss Prediction Model.*

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknolojinin hayatımıza getirdiği birçok olumlu gelişmeye nazaran, olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bu olumsuzluklardan biride gürültüdür. Gürültü son yıllarda maden işletmelerinde mekanizasyonun artması ile birlikte ön plana çıkan bir sorun haline gelmiştir (Ediz vd., 2002).

Gürültü maruziyeti çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından birçok risklere neden olabilmektedir. Gürültüye bağlı işitme kayıpları en yaygın meslek hastalıklarından biri olup, madenciliğin tüm alanlarında (açık işletmelerde, cevher hazırlama tesislerinde ve yeraltı ocaklarında) etkilidir (Vipperman vd., 2007). Madencilik sektöründe ağır iş makinelerinin kullanılması nedeniyle çalışmalar sırasında aşırı seviyelerde gürültü kirliliği ile karşı karşıya kalınmakta ve gürültüsüz bir ortamda çalışmak ne yazık ki pek mümkün olmamaktadır. Bu

durum, insanlar üzerinde geçici veya kalıcı duyma kayıplarına neden olmaktadır (Şensöğüt ve Çınar, 2007). Gürültü kirliliği iş sağlığı ve verimini olumsuz yönde etkileyen önemli bir fiziksel çevre faktörü olup, devamlı ve etkin mücadele stratejileri ile önlenmelidir. Başlangıçta normal konuşma frekanslarında işitme kaybı görülmediği için fark edilmesi güç olup, ancak odyometrik inceleme ile anlaşılabilmektedir (Fişne ve Ökten, 2011).

İşitme kaybı ilk bakışta gürültüye bağlı ortaya çıkan bir meslek hastalığı gibi görünmesine rağmen, insan bedeni üzerindeki etkileri düşünüldüğünde iş kazalarının nedenleri içerisinde önemli bir yer oluşturmaktadır (Şensöğüt ve Çınar, 2006). Gürültü düzeyi arttıkça oluşan işitme kaybı ve buna bağlı olarak iyileşme süresi de artmaktadır. İşitme kaybının iyileşebilmesi için etkilenme süresinin en az 10 katı kadar bir iyileşme süresi gerekmektedir (Sabuncu, 2000).

Dünya'da farklı kurumlara göre günlük kişisel maruziyet değerleri çeşitlilik gösterebilmekte olup, yaygın kullanılan değerler bulunmaktadır. Amerikan Hükümet Endüstri Hijyenistleri Konferansı (ACGIH), Ulusal İş Sağlığı Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) ve İş Güvenliği ve Sağlığı Kurumu (OSHA)'nın belirlediği gürültü maruziyet değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. ACGIH, NIOSH ve OSHA'ya göre günlük gürültü maruziyet düzeyleri (McCammon ve Sorensen, 1996)

Maruziyet süresi (saat/gün)	Gürültü düzeyi (dB(A))		
	ACGIH	NIOSH	OSHA
16	82	82	85
8	85	85	90
4	88	88	95
2	91	91	100
1	94	94	105
1/2	97	97	110
1/4	100	100	115*
1/8	103	103	-

*Devamlı veya kesikli gürültü düzeyi 115 dB(A)'yı aşamaz.

Çizelge 1 incelenecek olunursa, söz konusu standartlara göre günlük 8 saatlik çalışma süresi için maruziyet sınır değerleri sırasıyla ACGIH, NIOSH ve OSHA için 85, 85 ve 90 dB(A)'dır. Ülkemizde ise 23 Aralık 2003 tarih ve 25325 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan Gürültü Yönetmeliği'ne göre 8 saatlik günlük çalışma süresi için maruziyet sınır değeri 87 dB(A)'dır. Etkilenim sınır değerlerinin aşıldığının tespit edildiği durumlarda, işveren gürültü düzeyini, etkilenim sınır değerinin altına indirmek için sınır değerinin aşılması nedenlerini belirlemek ve tekrarını önlemek amacıyla, koruma ve önlemeye yönelik tedbirleri almakla yükümlüdür (Resmi Gazete, 2013).

Literatürde konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelenecek olunursa; Çınar ve Şensögüt (2013), linyit, feldspat ve taş ocaklarının bulunduğu açık işletmeler ve taş ocağında gürültü ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Kömür madeninde buldozer yakınında, taş ocağında üçüncül kırıcının yakınında, feldspat madeninde ise konili kırıcının yakınında çalışan işçilerin yüksek gürültü seviyesine maruz kaldıklarını tespit etmişlerdir. Çalışmalarında işçiler tarafından koruyucu ekipmanların mutlaka kullanılması gerektiğini, çalışanların fizyolojik, psikolojik ve fiziksel olarak etkilendiklerine değinmişlerdir. Diğer bir çalışmada, GLİ Tunçbilek linyit açık işletmesinde 312 ölçüm istasyonu kurarak gürültü ölçümleri yapılmış ve atmosfer şartları kayıt edilmiştir. Her istasyon için etkili gürültü kaynağına uzaklığı, şeve uzaklığı, meteorolojik etkileri, gürültü kaynağı sayısı belirlenerek oluşturulan model ile gürültü seviyesi tahmini işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca oluşturdukları modele göre söz konusu işletmenin bir gürültü haritasını çıkarmışlardır (Şensöğüt ve Çınar, 2006; Şensöğüt ve Çınar, 2007). Bir başka çalışmada yine, Çınar ve Şensöğüt (2009), gürültünün işçi sağlığı üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerini ve onu ile ilgili yasal düzenlemeleri ve korunma yöntemlerini ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Diğer bir çalışmada Ediz vd. (2012), çalışmalarında Seyitömer Linyit İşletmeleri (SLİ), ETİ Gümüş A.Ş ve GLİ Tunçbilek Linyit işletmelerinde gerçekleştirilen

gürültü ölçümü test sonuçlarını değerlendirmişler, gürültü seviyesi yüksek olan yerlerde alınması gereken önlemlere değinmişlerdir. Çınar ve Şensöğüt (2015) çalışmalarında Konya ilindeki iki ayrı mermer fabrikasında gerçekleştirdikleri gürültü ölçümleri sonucunda en yüksek gürültü kaynaklarının ebatlama makinası ve yatay yarma makinası olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmalarında ayrıca kişisel gürültü dozimetresi ile gürültü kaynaklarına yakın çalışmak zorunda kalan işçiler için vardiyada maruz kaldıkları gürültü miktarlarını da belirlemişlerdir.

Bu çalışma kapsamında, Bilecik ilinde faaliyet gösteren bir taş ocağı ve kırma-eleme tesisinde gürültüye bağlı işitme kayıplarını tespit etmek amacıyla işçilerin çalıştığı ortamdaki gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Ayrıca özel bir işitme merkezi tarafından işçilere işitme testler (odyometrik testler) uygulanmıştır. Ardından elde edilen tüm veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve Matlab® paket programı vasıtasıyla işitme kayıplarını çalışanın yaşı, deneyimi, çalıştığı ortamdaki gürültü seviyesi ve mesleği gibi değişkenler vasıtasıyla tahminleyecek bir model oluşturulmuştur.

2. BULANIK MANTIK YÖNTEMİ

Bulanık kelimesi, "kesin (net) olmayan, karışık, belli belirsiz" şeklinde tanımlanabilir. Bulanıklık ise net olmama durumudur ve bir belirsizlik çeşididir. İlk olarak 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık küme, mantık ve sistem kavramları, bu araştırmacının uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışması ve istediği kontrolü elde edebilmesi için fazlaca doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi, yöntemin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşması sonucunda ortaya çıkmıştır (Şen, 2001). Bulanık mantık ilkelerinin klasik kümelerden temel farkı, bir elemanın herhangi bir kümeye ait olması konusunda verilecek kararın, klasik kümelerdeki gibi 'evet' veya 'hayır' gibi keskin olmayıp, bu elemanın ilgili kümeye ait olma olasılığının 0 ile 1 arasında değerler alabilen sürekli bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilmesidir. Burada

sözel ifadelerin bulanık modellere katılması bulanık mantığın diğer yöntemlerden en önemli farklılığını oluşturmaktadır (Sarı ve Arslan, 2007).

Bulanık mantık yöntemi ile model oluşturma işleminde dikkat edilmesi gereken ilk husus, her bir değişkenin tanımlı olduğu uzay boyunca en uygun sayıda alt bölümün ve bunlara ait üyelik fonksiyonunun belirlenmesidir. Bu çalışma kapsamında genelde modelde yer alan değişkenler, 'düşük-orta-yüksek' şeklinde üç adet alt bölgeye ayrılmış ve her bir bölge için en yaygın kullanıma sahip ve işlemlerde kolaylık sağlayan üçgen üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır (Sarı vd., 2015). Bulanık sistemler genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacıyla bulanık küme ilkelerini kullanan sistemlerdir. Bulanık model sistemleri, *'Eğer-İse'* kuralları adı verilen bulanık kurallara dayanan sistemlerdir. Bulanık modelin temeli, bulanık '*Eğer-İse'* kurallarından anlaşılacağı üzere öncül ve soncul kısımlardan oluşmaktadır. Öncül kısımda sonuca sebep olan giriş değişkenleri ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler, soncul kısımda ise bu giriş değişkenlerine bağlı olarak ortaya çıkan sonuç değişkenleri yer alır. Genel olarak bulanık kurallar aşağıdaki formdadır;

Kural 1: Eğer $X_1=A_1$ ve $X_2=A_2$ İse $Y= B_1$
Kural 2: Eğer $X_1=A_1$ ve $X_2=B_2$ İse $Y= B_2$

Burada X_1 ve X_2 öncül kısımdaki girdi değişkenlerince tanımlanan koşulları, Y ise soncul kısımdaki çıktı değişkenlerince tanımlanan sonuçları ifade eder. Bulanık mantık, anlaşılması kolay, esnek olup insanların sıradan günlük işlerinde kullandığı dili kullanıyor oluşu en büyük avantajıdır (Yılmaz ve Arslan, 2005). Bulanık mantık, akıl yürütme mantığı olup, belirsizlik ortamında değerlendirme yaparak yaklaşık sonuç elde etmeyi sağlamaktadır.

Bulanık mantık yönteminde yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır. Bunlar; Mamdani ve Sugeno yöntemleridir. Mamdani yöntemi, yaygın olarak

kullanım alanı olan, uzman bilgisi gerektiren ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen bir bulanık mantık yöntemidir. Sugeno yöntemi ise değişken sayısının çok fazla olmadığı ya da bu değişkenlerin fazla sayıda alt kümelere ayrılmadığı durumlardaki problemlerin çözümünde kullanılır (Yılmaz ve Arslan, 2005).

3. UYGULAMA ÇALIŞMASI VE BULGULAR

Gerçekleştirilen uygulama çalışması kapsamında işçilerin çalıştığı ortamdaki gürültü seviyeleri ölçülmüş ve çalışanlara uygulanan odyometrik testler ile gürültüye bağlı işitme kayıplarının belirlenebilmesi için oluşturulan bir tahmin modeli ile gerçek değerlerin doğru tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Taş Ocağı ve Kırma-Eleme Tesisi'nin Tanıtılması

Çalışma için Bilecik ili sınırlarında faaliyet gösteren bir taş ocağı ve kırma-eleme (konkasör) tesisi seçilmiştir. Kırma-eleme tesisi 2000 yılında kurulmuştur ve beton santralleri, karayolları, belediyeler, asfalt şantiyeleri, inşaat sektörü gibi kamu kuruluşlarına ve özel sektörlere kalkerden (kireç taşı) oluşan agrega temin etmektedir. Üretim, ocak ve kırma-eleme tesisi olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. Ocak sahasında genel iş akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ocak sahasında genel iş akım şeması

İşletmede üretimin ilk aşamasını basamaklarda deliklerin delinmesi ve patlatma oluşturmaktadır. Delik delme işlemi için 8,9 cm matkap çapına sahip wagondrill kullanılmakta olup, basamağın boyuna göre kaç tane tij kullanılacağı belirlenerek uygun eğim verilerek delik delme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Yeterli sayıda delik delme işleminden sonra, ateşleyici ehliyetine sahip uzman ateşleyiciler tarafından patlayıcının delik içine yerleştirilmesi işlemi yapılmaktadır. Dinamitler içine yerleştirilen kapsüller deliklere yerleştirildikten sonra üzeri belirli seviyeye kadar ANFO ile doldurulmakta, geri kalan kısım ise delikten çıkan malzeme ile doldurularak sıkılanmaktadır. Kapsüller birbirine seri bağlanarak manyeto ile ateşleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Endüstrinin taleplerine uygun tane boyutunu sağlayabilmek için, patlatma işlemi sonucu elde edilen tüvenan cevher kırma-eleme tesisindeki çeneli kırıcıya beslenecek boyuta getirilmek için bir kırıcı yardımıyla kırılarak kamyonlara yüklenmektedir. Kırma-eleme tesisinin kapasitesi 120 ton/saat olup 0,21 hektarlık bir alana kurulmuştur (Şekil 2). Birincil kırıcı olarak 110 cm ağız açıklığına sahip çeneli kırıcı, ikincil ve üçüncül kırıcı olarak da darbeli kırıcılar kullanılmaktadır. Sonuç olarak 0-5 mm, 5-12 mm, 12-25 mm, 25-38 mm fraksiyonlarında 4 farklı nihai ürün elde edilmektedir (Mutlu, 2010).



Şekil 2. Kırma-eleme tesisi (Mutlu, 2010

3.2. Ocakta Gürültü Ölçümleri ve İşitme Kaybı Testlerinin Yapılması

Ocaktaki gürültü kaynaklarının yakınında ve işçilerin çalıştığı yerlerde gürültü ölçümleri yapılmıştır. İşletmede şantiye şefi, 7 şoför, 6 kırıcı operatörü, 5 iş

makinası operatörü, 2 delici operatörü, 1 kantar işçisi, 1 aşçı ve 1 maden mühendisi olmak üzere 23 kişi çalışmaktadır. Ocaktaki gürültü kaynaklarının yakınında çalışanlar için yapılan gürültü ölçümlerinde 'Extech 407764' marka gürültü ölçüm aleti kullanılmıştır (Şekil 3). Gürültü ölçümleri ocak sahası ve tesis alanı olmak üzere iki farklı alanda yapılmıştır.



Şekli 3. Gürültü ölçüm aleti 'Extech 407764' (Mutlu, 2010)

Gürültüye bağlı işitme kayıplarının belirlenebilmesi amacıyla kurulacak model için değişkenler çalışanın yaşı, deneyimi, çalıştığı ortamdaki gürültü seviyesi ve mesleği olarak belirlenmiştir. Sürekli gürültüye maruz kalan işçilerde zamanla işitme kaybı görülmektedir. İşletmede işitme kayıplarının tespiti için çalışanlara ayrıca işitme testi yapılmıştır. Özel bir firma tarafından yapılan işitme testinde 'saf ses eşik odyometrisi' yöntemi kullanılmıştır. Testler sonucunda 13 işçide gürültüye bağlı işitme kaybı olduğu tespit edilmiştir. İşletmede çalışanlara ilişkin bilgiler, yapılan gürültü ölçümü ve işitme kaybı testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletmede taş ocağı ve kırma-eleme tesisinde çalışanlara ilişkin bilgiler (Mutlu, 2010)

İşçi	Yaş	Deneyim	Meslek	Çalıştığı Ortamın Gürültü Seviyesi dB(A)	İşitme Kaybı Test Sonucu
1	53	15	Şoför	70	Var
2	40	25	Kırıcı Operatörü	92	Var
3	37	18	İş Makinası Operatörü	79	Var
4	19	4	İş Makinası Operatörü	108	Var
5	31	15	Şoför	70	Var
6	53	31	Şoför	70	Var
7	51	31	Şoför	70	Var
8	29	10	Kırıcı Operatörü	92	Var
9	43	6	Şoför	70	Var
10	44	27	Delici Operatörü	95	Var
11	48	35	Kırıcı Operatörü	92	Var
12	24	5	Kırıcı Operatörü	92	Var
13	44	3	Aşçı	58	Var
14	18	1	Kantarcı	52	Yok
15	39	3	Şoför	70	Yok
16	18	1	Kırıcı Operatörü	92	Yok
17	25	2	Mühendis	54	Yok
18	29	6	İş Makinası Operatörü	88	Yok
19	23	1	Kırıcı Operatörü	92	Yok
20	22	1	İş Makinası Operatörü	88	Yok
21	25	4	Şoför	70	Yok
22	26	12	İş Makinası Operatörü	79	Yok
23	26	4	Delici Operatörü	83	Yok

3.3. Bulanık Tahmin Modelinin Oluşturulması

Bu verilere bulanık mantık uygulanabilmesi için gerekli ilk adım modelin giriş ve çıkış parametrelerini belirlemektir. Bu amaçla modelde, çalışanın yaşı, çalışanın deneyimi, çalışanın bulunduğu ortamdaki gürültü seviyesi, çalışanın mesleği parametreleri girdi olarak; bu parametrelere bağlı olarak işletmede gerçekleştirilen odyometrik test sonuçları da çıkış parametreleri olarak belirlenmiştir. Matlab® programında bulanık tahmin modeli oluşturma

aşamasında Sugeno yöntemi tercih edilmiştir. Modelin matematiksel fonksiyon yapısı kısaca şu şekilde özetlenebilir;

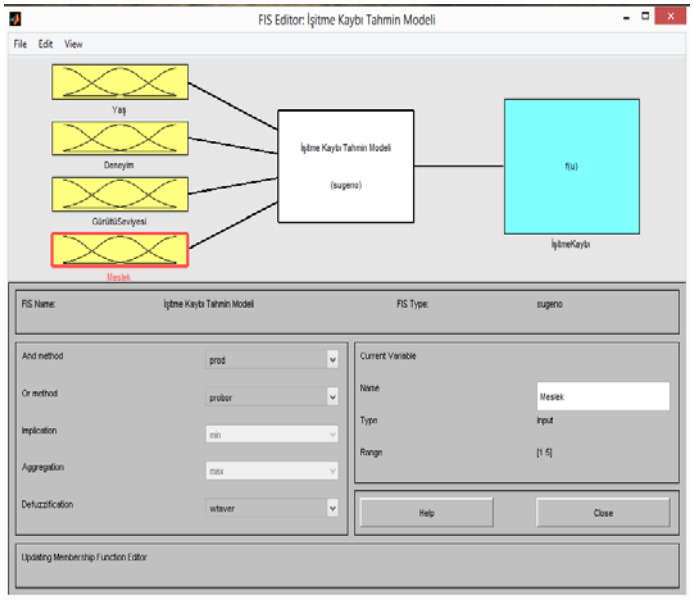
İşitme Kaybı (Var, Yok) = f (Çalışanın yaşı, Çalışanın deneyimi, Çalışanın bulunduğu ortamdaki gürültü seviyesi, Çalışanın mesleği).

Çizelge 2'de yer alan veriler, model için kategorik hale getirilerek yeniden düzenlenmiştir. Çizelge 3'te modelde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ve açıklamaları verilmiştir.

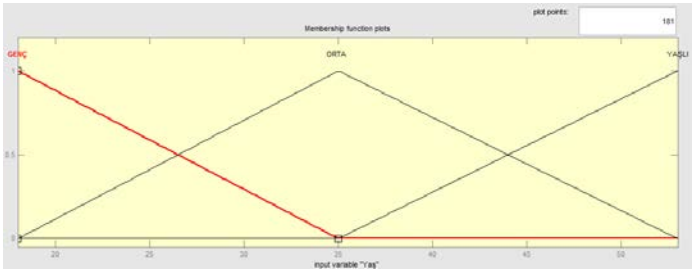
Çizelge 3. Modelde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ve değerleri

Dilsel Değişken Türü	Dilsel Değişkenler	Dilsel Değişkenlerin Açıklaması	Dilsel Değişkenlerin Değerleri	Bulanık Değer Aralıkları
Girdi	$X_{Yaş}$	Yaş	Genç	[18-18-35]
			Orta	[18-35-53]
			Yaşlı	[35-53-53]
	$X_{Deneyim}$	Deneyim	Az	[0-1-18]
			Orta	[1-18-35]
			Çok	[18-35-35]
	$X_{Gürültüseviyesi}$	Gürültü Seviyesi	Düşük	[52-52-80]
			Orta	[52-80-108]
			Yüksek	[80-108-108]
	X_{Meslek}	Meslek	Şöför	[1-1-2]
			İş Makinası Operatörü	[1-2-3]
			Kırıcı Operatörü	[2-3-4]
			Delici Operatörü	[3-4-5]
			Diğer	[4-5-5]
Çıktı	$Y_{İşitmekaybı}$	İşitme Kaybı	Var	1
			Yok	0

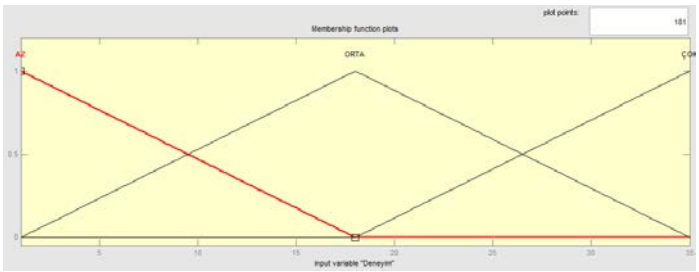
Şekil 4'te Matlab® ortamında giriş ve çıkış değişkenleri modele tanımlanmıştır. Programa değişkenleri girebilmek için bulanık çıkarım sistemi (FIS) editörü kullanılmıştır. Her girdi ve çıktı değişkeni araçlarda grafiksel olarak tasarlanmış üyelik fonksiyonuyla bulanıklaştırılmıştır. Şekil 5-8'de, Çizelge 3'de belirtilen değerlere göre oluşturulan bulanık modelin giriş parametreleri üyelik fonksiyonları verilmiştir.



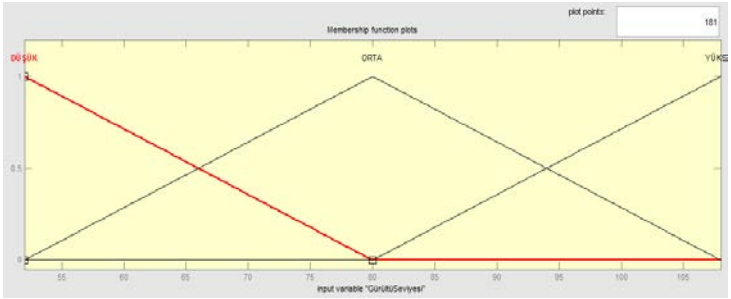
Şekil 4. Matlab® ortamında işitme kaybını tahminleyen bulanık mantık modelinin şematik gösterimi



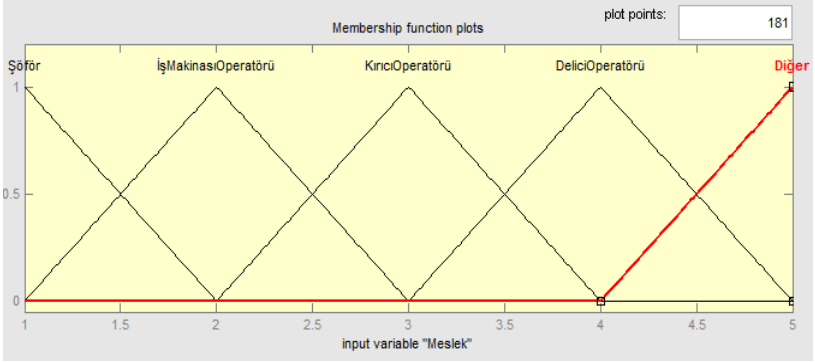
Şekil 5. Yaş değişkeninin üyelik fonksiyonu



Şekil 6. Deneyim değişkeninin üyelik fonksiyonu

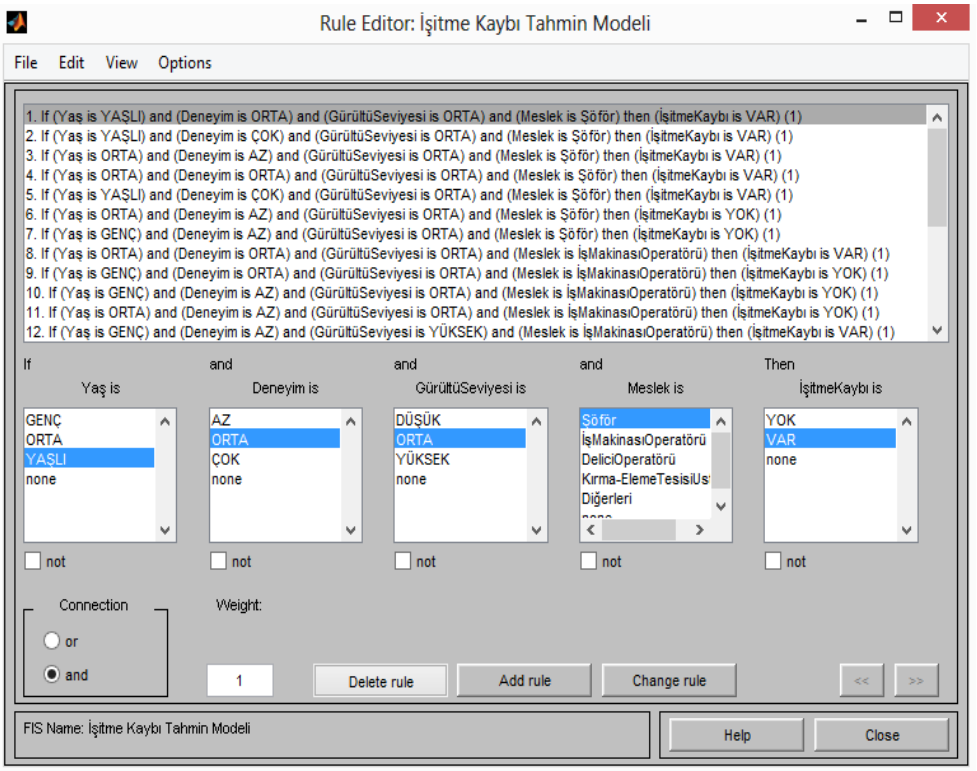


Şekil 7. Gürültü seviyesi değişkeninin üyelik fonksiyonu



Şekil 8. Meslek değişkeninin üyelik fonksiyonu

Kural temelli bulanık modelde tahmin yapmak için, bulanık önerme bir ima fonksiyonu ile temsil edilmelidir. İma fonksiyonu bulanık bir *'Eğer-İse'* kuralı veya bulanık koşullu deyim olarak adlandırılır (Acaroğlu vd., 2008). İşitme kaybı tahmin modeli için Çizelge 2'de ocaktan elde edilen ölçüm sonuçları verileri, Çizelge 3'teki parametrelere uygun olacak şekilde düzenlenerek kurallar tanımlanmıştır. Tanımlanan 23 kural, modelin ''Rule Editor'' kısmına ayrı ayrı girilerek model oluşturma aşaması tanımlanmıştır. (Şekil 9).



Şekil 9. ''Eğer-İse'' kurallarının modele tanımlanması

Oluşturulan model, ocaktan elde edilen değerler ile Şekil 10'daki tahmin ekranı kullanılarak test edilmiştir. Gerçekleştirilen test süreci sonucunda oluşturulan modelin girdi parametreleri kullanılarak, gürültüye bağlı işitme kayıplarını doğru tahmin edebilme oranının %91,3 olduğu, 23 veri arasından 21 veriyi doğru tahmin edebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Modelin doğruluk oranının artırılmasında üyelik fonksiyonları, yapıları, kural sayısı, durulaştırma (defuzzification) yöntemi gibi aşamalar belirleyici olmaktadır. Doğal olarak ta kural sayısının artırıldığı bir bulanık mantık modelinde tahmin performansının daha da artacağı ve daha temsili olacağı aşikârdır. (Sarı vd., 2015).



Şekil 10. Modelin sonuç tahmin ekranı

4. SONUÇLAR

Bulanık mantık yöntemi karmaşıklık ve belirsizlik içeren problemlerin tümünde uygulanmaya başlamıştır. Bulanık modeller ile karmaşıklıklar giderilebilir, pratik, esnek ve tutarlı bir şekilde ve daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilir. Bu çalışmada ise bulanık mantık yöntemi kullanılarak, Bilecik ilinde faaliyet

gösteren bir taş ocağı ve kırma-eleme tesisinde gürültüye bağlı işitme kayıplarını tahminleyebilmek amacıyla Matlab® paket programı kullanılarak bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık model giriş parametreleri için (ocakta çalışanların yaşı, deneyimi, çalıştığı ortamdaki gürültü seviyesi ve mesleği), çıkış parametresi olan gürültüye bağlı işitme kaybını öngörmektedir. Oluşturulan bu model yardımıyla işçiye ve ortama ait özellikler kullanılarak, işçilerde zaman içerisinde oluşabilecek muhtemel işitme kayıpları önceden tahmin edilebilmektedir.

Gürültüye maruz kalmanın en tehlikeli sonucu şüphesiz kalıcı işitme kayıplarıdır. Böyle bir durum söz konusu olduğunda tek tedavi yöntemi işitme cihazı kullanmak olacaktır. Bunu önlemenin en etkin yolu gürültülü ortamlardan mümkünse uzak durmak ve kulak koruyucuları kullanmak olacaktır. Maden işletmelerinde gürültüye bağlı işitme kayıplarını azaltabilmek ve önleyebilmek amacıyla gürültülü ortamlarda çalışan kişilere düzenli olarak en az her 6 ayda bir odyometrik testler yapılmalıdır. Ayrıca tüm gürültü kaynaklarının ölçümleri yapılmalı, ölçüm sonuçlarına göre gürültü haritaları çizilmelidir. Ölçümler belirli dönemlerde tekrarlanmalı, sonuçlara göre haritalar da güncellenmelidir. Çalışanlar, kulak koruyucu donanımların düzenli kullanımı konusunda eğitilmelidir. İşletme tarafından da, kulak koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanımının sağlanması için sıkı bir şekilde denetlenmesi gerekmektedir. Gerektiğinde cezai işlem de uygulanmalıdır. Gürültüye bağlı işitme kayıplarını görsel olarak hatırlatan posterler işçilerin çalıştığı ortamlarda görebileceği yerlere asılmalıdır.

İyi bir iş organizasyonu ile iş yerlerindeki gürültü düzeyine göre işçilerin çalışma süreleri ayarlanarak, uygun sürede mola verilerek işçilerin geçici veya kalıcı işitme kayıplarına yakalanmaları önlenebilir. Makinelerde ses yalıtım sistemlerinin bulundurulması ve mekanizasyon ünitelerinin periyodik bakımlarının yapılması alınabilecek diğer önlemlerdendir. Oluşturulan model zaman içinde elde edilecek yeni ölçüm sonuçlarının modele dâhil edilmesi ile

daha da geliştirilerek tahmin performansı ve temsil oranı daha da yükseltilebilir. İşletmeler benzer yöntemleri kullanarak, çalışanlarında meydana gelebilecek gürültüye bağlı işitme kayıplarını öngörme ve azaltma yönünde önemli adımlar atabilirler.

KAYNAKLAR

Acaroglu, O., Ozdemir, L. ve Asbury, B., 2008. *A Fuzzy Logic Model to Predict Specific Energy Requirement for TBM Performance Prediction*, Tunnelling and Underground Space Technology, *23*(5) 600-608.

Cinar, I., ve Sensogut, C., 2013. *Evaluation of Noise Measurements Performed in Mining Sites for Environmental Aspects*, International Journal of Environmental Research, *7*(2) 383-386.

Çınar, İ. ve Şensöğüt, C., 2009. *Maden İşletmelerinde Meydana Gelen Gürültünün İşçi Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi,* Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 93-99.

Çınar, İ ve Şensöğüt, C., 2015. *Mermer Hazırlama Tesislerinde Oluşan Gürültünün İşçiler Üzerindeki Maruziyet Değerlerinin Belirlenmesi,* Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2015 Bildiriler Kitabı, 335-343.

Ediz, İ. G., Beyhan, S., Akçakoca, H. ve Sarı, E., 2002. *Madencilikte Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi*, Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 13-22.

Fişne, A. ve Ökten, G., 2011. *Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Gürültü Etkilenim Düzeylerinin İstatistiksel Analizi*, İTÜ DERGİSİ/d, 9(3).

McCammon, C. ve Sorensen, B., 1996. *Health Hazard Evaluation Report HETA 95-0406-2609*, Matrix Auto Body, Englewood, Colorado.

Mutlu, A., 2010. *Madencilikte Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının Tespiti: Taş Kırma Eleme Tesisi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 68 s.

Resmi Gazete, 2013. *Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik,* http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130728-11.htm Erişim Tarihi: 10.07.2017.

Sabuncu, H. H., 2000. *İşyeri Hekimliği Ders Notları*, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Türk Tabipler Birliği Yayını, İstanbul.

Sarı, M., Ghasemi, E. ve Ataei, M., 2015. *Kaya Fırlamalarının Çoklu regresyon ve Bulanık Mantık Yöntemleriyle Tahmin Edilebilirliği*, 8. Delme-Patlatma Sempozyumu, 209-216.

Sarı, N. İ. ve Arslan, E., 2007. *Geoit Yüksekliğinin ANFIS ile Adım Adım Hesaplanması*, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 96, 31-38.

Sensogut, C. ve Cinar, I., 2007. *An empirical model for the noise propagation in open cast mines–A case study*. Applied Acoustics, *68*(9) 1026-1035.

Şen, Z., 2001. *Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri*, *Bilge Yayıncılık*, İstanbul, 176 s.

Şensöğüt, C. ve Çınar, İ., 2006. *Açık ocaklarda gürültü yayılımının geliştirilen bir model ile incelenmesi*, Madencilik, *45*(3) 27-33.

Vipperman, J. S., Bauer, E. R. ve Babich, D. R., 2007. *Survey of noise in coal preparation plants*, The Journal of the Acoustical Society of America, 121(1) 197-205.

Yılmaz, M. ve Arslan, E., 2005. *Bulanık Mantığın Jeodezik Problemlerin Çözümünde Kullanılması*, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu Bildirileri Kitabı, 512-522.

AKSARAY İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN TAŞ OCAKLARINDA ELMERİ® İSG GÖZLEM YÖNTEMİ UYGULAMALARI

APPLICATION OF ELMERI® OHS OBSERVATION METHOD FOR QUARRIES AROUND AKSARAY CITY

M. Sarı
Aksaray Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Aksaray

H. G. Kuzpınarı
Hami İş Sağlığı ve Güvenliği OSGB, Aksaray

ÖZ: Bu çalışmada, Aksaray ilinde faaliyet gösteren altı adet taşocağında kırmataş üretimi esnasında ortaya çıkabilecek tehlikelerin belirlenmesi ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından alınması gereken önlemlerin tespit edilmesi amacıyla proaktif bir yöntem olan ELMERİ® İSG gözlem yöntemi uygulanmıştır. İmalat sektörü için kullanılmakta olan mevcut formun üzerinde çeşitli değişiklikler ve düzenlemeler yapılarak taşocaklarındaki gözlem alanlarını ve faaliyetleri içerecek şekilde yeni bir gözlem formu oluşturulmuştur. Ocaklara belirli aralıklarla ziyaretler gerçekleştirilmiş, bu ziyaretler esnasında hazırlanmış olan formlar kullanılarak her bir ocak için üçer gözlem yapılmıştır. Bu ziyaretler sırasında İSG yönünden ocaklarda tespit edilen eksiklikler ve alınması gereken tedbirler firma yetkililerine bildirilerek riskin en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmalar neticesinde ocakların İSG yönünden içerisinde bulunduğu genel durum ortaya konmuştur. Çalışmanın sonunda elde edilen ELMERİ® İSG gözlem puanlarının ocaklara ait çeşitli işletme parametreleri ile karşılaştırılması yapılmış ve bunlar arasındaki muhtemel ilişkiler araştırılmıştır. İşletme büyüklüğünü gösteren çalışan sayısı, günlük üretim miktarı ve iş makinesi sayısı ile ELMERİ® İSG değerleri arasında yüksek düzeyde anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuştur. Şehir merkezine uzaklık ve faaliyet yılı değişkenleri ile ELMERİ® puanları arasında ise düşük düzeyde ilişkilere rastlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aksaray İli, Taş Ocakları, ELMERİ® Gözlem Yöntemi, İş Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT: *In this study, a proactive method ELMERI® OHS observation method was applied to six quarries around Aksaray city to identify hazards that*

may arise from the production and processing of aggregates and measures to be taken in terms of occupational health and safety (OHS). To cover the activities and operations in the quarries, a new observation form is created by making several changes and adjustments to the existing form used for the manufacturing industry. Visits were carried out at regular intervals for the quarries and three observations were undertaken during these visits for each quarry using the modified forms. Identified OHS deficiencies were shown to the company officials and they were informed about precautions to be taken for minimizing the risks arising during operations. As a result of these studies, the overall situation in terms of OHS was demonstrated for the quarries. At the end of the study the averages of ELMERI® scores were compared with the various operating parameters of the quarries and possible relationships between them were investigated. There were significant positive correlations between ELMERI® scores and the parameters showing the operation size of the quarries such as the number of employees, the amount of daily production and the number of operating machines. A weak relationship was observed between ELMERI® scores and the distance to the city center and the date of the establishment.

Keywords: *Aksaray City, Quarrying, ELMERI® Observational Method, Occupational Health and Safety.*

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği, sanayileşmenin gelişmesi ile tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir problem olarak karşımıza çıkmıştır. Ülkemizin sanayileşmesi ve teknolojik olarak ilerlemesi ile birlikte işyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenlikleri ile ilgili benzer sorunlar yaşanmaya başlamıştır. İlk zamanlar fazla önemsenmeyen bu sorunlar işletmelerin çalışanlarını ve iş verimini olumsuz etkilemesi sonucu, sağlık ve güvenlikle ilgili tedbirlerin alınması gerektiği gündeme getirilmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin AB'ye uyum sürecinin önemli başlıklarından birini de "İş Sağlığı ve Güvenliği" oluşturmaktadır.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği konusundaki temel yasa olan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, AB'nin 89/391 sayılı çerçeve direktifi ve ülkemizce kabul edilmiş olan 155 ve 161 sayılı ILO (Uluslararası Çalışma

Örgütü) sözleşmeleri de dikkate alınarak hazırlanmıştır. İşyerinde risk değerlendirmesi yapmak bu mevzuat gereğince zorunlu hale getirilmiştir. İşyerlerinde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda birçok maddi kayıp ve hasarlar meydana gelmektedir. Hâlbuki gerek iş kazaları gerekse meslek hastalıkları, nedenleri önceden belirlenerek alınacak gerekli tedbirlerle önlenebilecek nitelikte olaylardır. Risk değerlendirmesi ise işyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği olası zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli sistematik çalışmaları ifade etmektedir.

ELMERİ® yöntemi 1990'lı yıllarda Finlandiya'da geliştirilmiş ve imalât sanayiinin farklı sektörlerinde kullanılmış bir iş sağlığı ve güvenliği izleme yöntemidir. Sanayi sektöründeki, her büyüklükteki, her türlü işyeri için kullanması oldukça kolay ve güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntem atölyedeki çalışma koşullarının gözlemini esas almaktadır. Gözlemi yapılan belli başlı unsurlar, kişisel koruyucu donanımların kullanımı, temizlik ve düzen, makine güvenliği, endüstriyel hijyen ve ergonomi gibi iş sağlığı ve güvenliği konularının birçoğunu içermektedir (Laitinen vd., 2011). Bazı işletmelerde kullanılan ELMERİ® yöntemi risk değerlendirme yönteminin bir parçası olarak görülmekte ve var olan risk değerlendirme metoduna katkı sağlamaktadır. Böylece işletme, iş sağlığı ve güvenliği açısından konumunun ne olduğunu bilerek kendini sürekli iyileştirmektedir (Sarıkaya ve Altındağ, 2015).

Bu çalışmanın amacı Aksaray ili civarında faaliyet gösteren 6 adet taş ocağının risk değerlendirme metodu dışında ELMERİ® İSG izleme yöntemi uygulanarak işletmelerin genel güvenlik endeksinin hesaplanması, iş güvenliği yönünden işletmelerin genel durumunun belirlenmesidir. Ayrıca, bu ocaklara ait işletme parametreleri ile İSG seviyesini gösteren ELMERİ® puanları arasındaki muhtemel ilişkilerin araştırılması yapılacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

ELMERİ® işyerlerinde iş güvenliği seviyesinin değerlendirilmesinde kullanımı oldukça kolay ve güvenli bir yöntemdir. ELMERİ® yöntemi fiziksel çalışma ortamına ve güvenlik davranışlarına dair dikkate değer tüm iş sağlığı ve güvenliği unsurlarının yeterli bir şekilde gözlemlenmesine dayanmaktadır (URL_1, 2017). Bu gözlemler aşağıda belirlenmiş yedi konu başlığı altında gruplandırılmıştır;

- Güvenlik davranışları,
- Düzen ve temizlik,
- Makine güvenliği,
- Endüstriyel hijyen,
- Ergonomi,
- Zemin ve geçiş yolları,
- İlk yardım ve yangın güvenliği'dir.

Her bir atölyedeki ya da gözlem için seçilen alandaki tüm unsurlar gözleme dâhil edilir. İSG açısından gözlemlenen unsurlar doğru ya da yanlış şeklinde değerlendirilir. Bunu yaparken mevcut yasa ve yönetmeliklerdeki standartlar ve iyi uygulama örnekleri dikkate alınır. Eğer izleme esnasında gözlemlenemeyen bir unsur varsa ya da gözlemci herhangi bu unsuru nasıl puanlayacağı konusunda emin olamıyorsa, gözlem yapılmadı diye belirtilir. Endüstriyel hijyen ölçümleri gibi özel tetkiklere değerlendirme yapılmadan önce ihtiyaç duyulabilir. ELMERİ® güvenlik endeksi, seçilen tüm gözlem alanlarında gözlemlerin tamamlanmasından sonra hesaplanır. Güvenlik endeksi işyerinde doğru unsurların gözlemlenen tüm unsurlara yüzde olarak oranı şeklinde hesaplanır (Laitinen vd., 2011).

$$\text{ELMERİ® endeksi} = \frac{\text{doğru gözlemler}}{\text{doğru + yanlış gözlemler}} \times 100 = \ldots \ (\%) \qquad (1)$$

İlk olarak imalât sanayi için geliştirilen ELMERİ® gözlem formu üzerinde bu çalışma kapsamında çeşitli değişiklikler yapılarak taşocaklarına uyarlanmış yeni bir form hazırlanmıştır. Taşocakları için gerekli olan bazı gözlem alanlarının ve faaliyetlerin daha çok imalât sektörü için kullanılan mevcut gözlem formunda hiç yer almamış olması veya bu sektör için İSG bakımından önem arz eden pek çok hususun mevcut gözlem formlarında yeterince vurgulanmamış olmasından dolayı taşocakları için yeni bir formun hazırlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Hazırlanan ELMERİ^{taşocağı} gözlem formunun ön ve arka yüzleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu çalışma kapsamında özel olarak taşocakları için hazırlanan gözlem formunun imalât sektörü için kullanılan mevcut formdan belli başlı farkları ve üzerinde yapılan bütün değişiklikler sarı renkle aynı şekiller üzerinde gösterilmiştir. Daha çok imalât sektörü için geliştirilen ELMERİ® gözlem formu yedi konu başlığı içerirken, taşocakları için hazırlanan yeni gözlem formuna "8. Delme-Patlatma" ve "9. Ocak Sahası" şeklinde tamamen bu sektördeki faaliyetleri içerecek şekilde iki yeni konu başlığı ve ilgili alt konu başlıkları eklenmiştir. Mevcut form genelde kırma-eleme tesisinde gözlem yapılmasına olanak sağlarken, yeni eklenen bu iki konu başlığı sayesinde üretim alanı ve kırma-eleme tesisindeki bütün faaliyetleri kapsayacak şekilde ELMERİ® gözlem formu yeniden düzenlenmiştir.

Buna ilaveten mevcut formun bazı kısımlarında ise sınırlı birkaç değişikliğe gidilmiştir. Birinci konu başlığı olan "1. Güvenlik Davranışları" "1. İSG Davranışı ve Eğitim" şeklinde değiştirilerek mevcut alt konu başlığına ilave olarak "1.2. Mesleki eğitim ve İSG eğitimi" şeklinde ikinci bir alt konu başlığı eklenmiştir. "4. Endüstriyel Hijyen" konu başlığı "4. Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik Etmenler" şeklinde revize edilerek, mevcut alt konu başlıklarına ilaveten taşocaklarındaki olumsuz çalışma ortamından kaynaklanacak çevresel tehlikeleri daha iyi yansıtacağı düşünülen "4.4. Titreşim", "4.6. Biyolojik etmenler" ve "4.7. Toz" şeklinde üç yeni alt konu başlığı eklenmiştir. "3.

Makine Güvenliği" konu başlığının altında yer alan gözlem kuralları içerisine ocaklarda faaliyet gösteren ekskavatör, kırıcı, kamyon, yükleyici gibi ağır iş makinalarının çalışma durumlarını ve geri vites uyarı sinyalinin çalışıp çalışmadığını tespit edebilecek şekilde kapsamlı bir düzenleme yapılmıştır. Eski formda yer alan "6. Zeminler ve Geçiş Yolları" konu başlığı yeni formda "6. Geçiş ve Taşıma Yolları, Erişim Koşulları" olarak değiştirilmiş ve "6.2. Merdivenler" şeklinde ikinci bir alt konu başlığı forma eklenmiştir.

ELMERİ taşocağı Gözlem Formu 1.0				Tarih
İşletme:				
Gözlemci:				
Gözlem alanı:				
Konular	**Doğru**	**Yanlış**	**Gz.Y.**	**Açıklama**
1. İSG DAVRANIŞI, EĞİTİM				
1.1. KKD kullanımı ve riskli çalışma				
1.2. Mesleki eğitim ve İSG eğitimi				
2. TERTİP, DÜZEN ve TEMİZLİK				
2.1. Çalışma ortamı, makine ve ekipmanların durumu				
2.2. Atık sistemleri				
2.3. Zemin ve platformlar				
3. MAKİNE GÜVENLİĞİ				
3.1. Makine ve koruyucuları				
3.2. Kontrol cihazları ve acil durdurma butonları				
3.3.Geri vites uyarı sinyali				
4. FİZİKSEL, KİMYASAL ve BİYOLOJİK ETMENLER				
4.1.Gürültü				
4.2.Aydınlatma				
4.3.Hava kalitesi, sıcaklık				
4.4.Titreşim				
4.5.Kimyasallar				
4.6.Biyolojik etmenler				
4.7.Toz				
5. ERGONOMİ				
5.1.Kas-iskelet sistemine binen yükler				
5.2.Çalışma alanının tasarımı ve çalışma pozisyonu				
6. GEÇİŞ ve TAŞIMA YOLLARI, ERİŞİM KOŞULLARI				
6.1. Geçiş ve taşıma yollarının yapısı ve erişim koşulları				
6.2.Merdivenler				
7. İLK YARDIM ve YANGIN GÜVENLİĞİ				
7.1. Elektrik dağıtım kutusu ve elektrikli cihazlar				
7.2. İlk yardım kiti				
7.3. Yangın söndürücü				
7.4. Acil durum çıkışları				
8. DELME, PATLATMA				
8.1.Ateşleme				
8.2.Gürültü				
8.3.Taş fırlaması				
8.4.Toz ve gaz çıkışı				
8.5.Yer sarsıntısı				
9. OCAK SAHASI				
9.1.Basamaklar				
9.2.Stok ve döküm sahası				
9.3.Güvenlik ve uyarı levhaları				
9.4.Yeraltı suyu				
Toplam				
ELMERİ taşocağı endeksi = $\frac{doğru}{doğru + yanlış}$ **x 100 =**				

Şekil 1. Taşocakları için hazırlanmış ELMERİ taşocağı gözlem formu ön yüzü

ELMERİ[taşocağı] Gözlem Kuralları

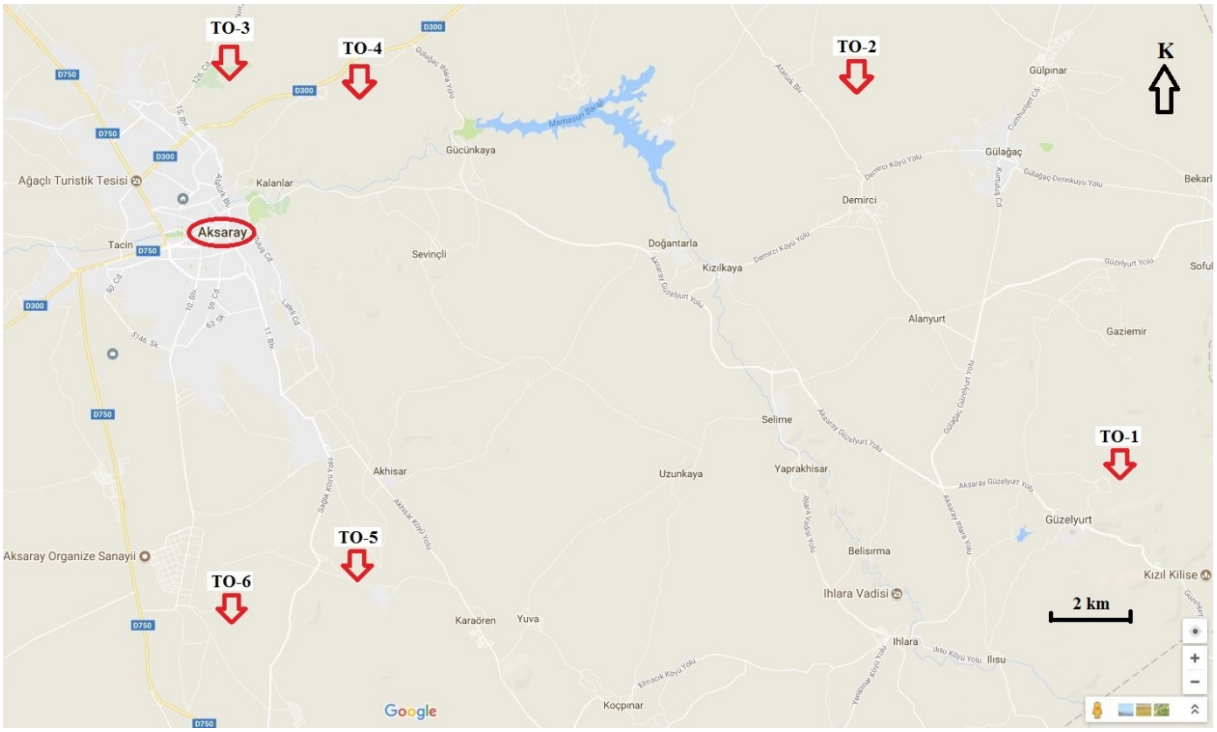
Konular	'Doğru' puanlamasında dikkate alınacak hususlar
1. İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ DAVRANIŞI ve EĞİTİM: Her çalışan için iki gözlem yapılır.	
1.1. Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı ve riskli çalışma	*İşçi gereken bütün KKD'leri kullanıyor ve gözle görünür bir risk almıyor.
1.2. Mesleki Eğitim ve İSG eğitimi	*Çalışanlar düzenli mesleki eğitim ve İSG eğitimi alıyorlar.
2. TERTİP, DÜZEN ve TEMİZLİK: Her çalışma alanı için üç gözlem yapılır.	
2.1. Çalışma ortamı, makine ve ekipmanların durumu	*Düzeni, gereksiz nesneler yok, takım ve tezgâhlar sağlam kurulu, gereksiz paletler ve kasalar yok.
2.2. Atık sistemleri	*Atık kutu ve konteynırları dolup taşmamış.
2.3. Zemin ve platformlar	*Temiz, düzenli, iyi durumda, dökülmüş yağ/su yok, vb.
3. MAKİNE GÜVENLİĞİ: Her bir iş makinesi (Ekskavatör, Loader, Kamyon, Kırıcı vb.) için üç gözlem yapılır.	
3.1. Makine ve koruyucuları	*Sabitlenmiş, sağlam, hasarsız, güvenlik işaret/ikazları, mevcut koruyucular güvenlik standartlarına uygun ve kusursuz, çalışır durumda.
3.2. Kontrol cihazları ve acil durdurma butonları	*Konumu, işaret ve ikazlar ağk okunabiliyor ve Türkçe, makinelerin durumu iyi, tavsiye edildiği gibi.
3.3. Geri vites uyarı sinyali	*Döküm ağzı araç seti tekerin 1/3 oranında var, üstü kapalı. *Geri vites uyarı sinyali çalışır durumda.
4. FİZİKSEL, KİMYASAL ve BİYOLOJİK ETMENLER: Her çalışma alanı için yedi gözlem yapılır.	
4.1. Gürültü	*Üretim alanında gürültü < 85 dB(A) ve darbe gürültüsü yok.
4.2. Aydınlatma	*Aydınlatma yeterli, göz kamaştıran ışık yok.
4.3. Hava kalitesi, sıcaklık	*Hava temiz ve sağlıklı, havalandırma yeterli, ihtiyaç duyulan yerde lokal havalandırma mevcut, sıcaklık, nem ve hava hızı uygun.
4.4. Titreşim	*Titreşime karşı tedbir alınmış.
4.5. Kimyasallar	*Paket ve kutular hasar görmemiş, isim ve güvenlik etiketleri var, kimyasallar güvenli ve temiz şekilde taşınıyor, MSDS formu var.
4.6. Biyolojik etmenler	*Yemekhane, WC ve soyunma odaları hijyeniktir.
4.7. Toz	*Bant-konveyörlerin üzeri kapalı, Kırıcının üzeri kapalı ve sulama sistemi mevcut.
5. ERGONOMİ: Her çalışma alanı için iki gözlem yapılır.	
5.1. Kas iskelet sistemine binen yükler	*Ağır yükler fiziksel güç kullanılarak kaldırılmıyor, itilmiyor veya çekilmiyor. *Tekrarlayan el hareketleri yok.
5.2. Çalışma alanının tasarımı ve çalışma pozisyonu	*Çalışma alanı yeterli, araç-gereç ve malzemeler uygun, oturak ve çalışma yüksekliği ayarlanabilir, araç-gereçler ergonomik tasarlanmış.
6. GEÇİŞ ve TAŞIMA YOLLARI, ERİŞİM KOŞULLARI: Gözlem alanında iki gözlem yapılır.	
6.1. Geçiş ve taşıma yollarının yapısı ve erişim koşulları	*Yürüyüş ve erişim yolları yeterli genişlik ve yükseklikte, işaretli, ayrıca yaya ve taşıt trafiği gerekli yerlerde ayrılmış. *Zemin bozuk veya kaygan değil.
6.2. Merdivenler	*0,5 metreden yüksekte çalışılıyorsa düşmeleri önlemek için uygun tedbirler alınmış. *Yüksekteki yerlere ulaşmak için uygun sabit merdivenler kullanılıyor.
7. İLK YARDIM ve YANGIN GÜVENLİĞİ: Gözlemi yapılan alana en yakın yerdekiler dikkate alınır.	
7.1. Elektrik dağıtım kutusu ve elektrikli cihazlar	*Kutunun üzeri işaretlenmiş, hemen önündeki 0,8 metrelik alan boş bırakılmış.
7.2. İlk yardım kiti	*Elektrik tesisatı ve elektrikli cihazlar düzgün ve iyi durumda. *Gerekli bütün ilk yardım malzemeleri mevcut, içindekiler listesi mevcut,
7.3. Yangın söndürücüler	malzemelerin son kullanma tarihleri geçmemiş.
7.4. Acil durum çıkışları	*Mevcut, erişimi ve kullanımı kolay, işaretlenmiş ve denetimi yapılmış. *Mevcut, serbest, elektrik kesintisi durumunda da işaretleri görünür durumdadır.
8. DELME, PATLATMA: En son yapılan delme-patlatma dikkate alınır.	
8.1. Ateşleme	*Yeterlilik belgesine sahip kişiler görevli ve çevre güvenlik tedbiri alınmış.
8.2. Gürültü	*Çevrede uygun mesafede güvenlik tedbiri alınmış, siren sesi duyulabiliyor.
8.3. Taş fırlaması	*Etrafa çok miktarda taş fırlamıyor.
8.4. Toz ve gaz çıkışı	*Delikler içerisindeki ANFO dengeli ayarlanmış, gaz-toz çıkışı sınırlandırılmış.
8.5. Yer sarsıntısı	*Yerleşim alanlarını etkilemeyecek şekilde (Binalara en az 70 metre mesafede) yapılmaktadır.
9. OCAK SAHASI: Ocak sahası içerisindeki en az iki farklı kısımdan gözlem yapılır.	
9.1. Basamaklar	*Kademeli çalışma mevcut, basamaklar yeterli genişlikte, askıda veya düşme/kayma tehlikesi olan taş yok.
9.2. Stok ve döküm sahası	*Düzgün istiflenmiş ve kayma riski yoktur.
9.3. Güvenlik ve uyarı levhaları	*Araç ve yayalar için gerekli uyarı levhaları konmuş, okunabilir durumda.
9.4. Yeraltı suyu	*Çalışma koşullarını olumsuz yönde etkileyecek miktarda su birikintisi yok.

Şekil 2. Taşocakları için hazırlanmış ELMERİ[taşocağı] gözlem formu arka yüzü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma ile Aksaray civarındaki taş ocaklarının iş sağlığı ve güvenliği açısından içinde bulunduğu mevcut durum ELMERİ® İSG gözlem yöntemi kullanılarak ortaya konmuştur. Altı farklı ocağa yılın değişik zamanlarında belli aralıklarla üçer gözlem yapılmıştır. Bu ziyaretler esnasında iş sağlığı ve

güvenliğine ait konular mevcut yasa ve yönetmelikte belirtilen standartlara uygunluğu gözlemlenerek ELMERİ® gözlem formlarının ilgili bölümlerine doğru veya yanlış olarak işaretlenmiştir. İşaretlemelerin sonunda doğru ve yanlış şıkları ayrı ayrı toplanmış, doğru toplamı, doğru ve yanlış toplamına oranlanarak yüz üzerinden güvenlik endeksi hesaplanmıştır. Çalışmaya konu olan ocakların Aksaray il merkezine göre coğrafik konumlarını gösterir Google harita görüntüsü Şekil 3'de verilmiştir.



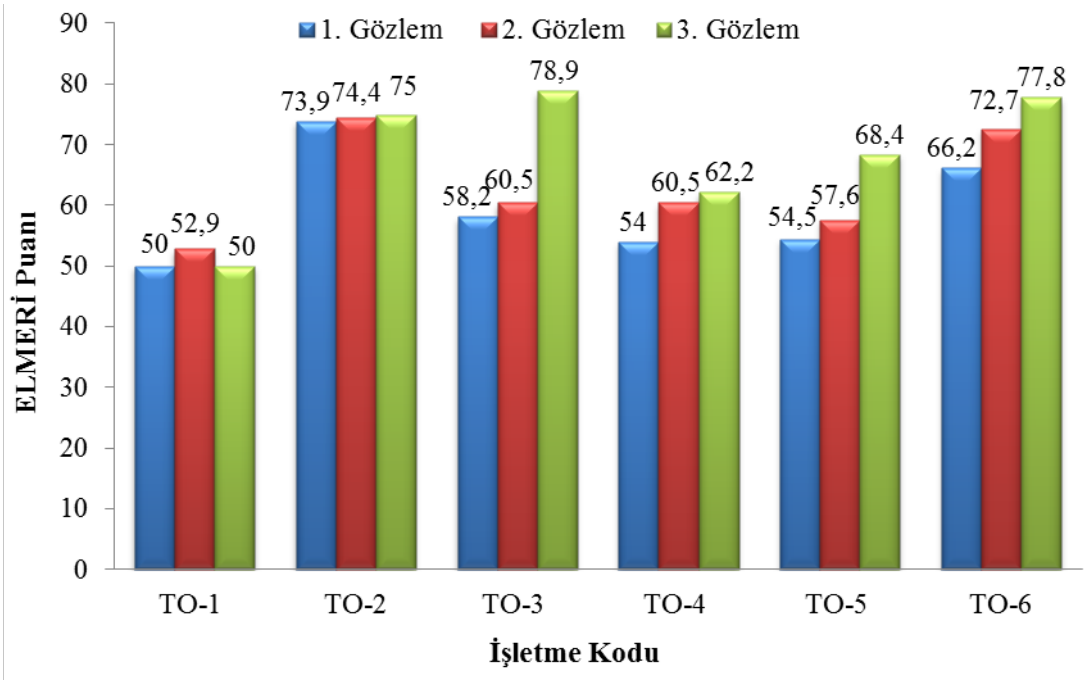
Şekil 3. Taşocaklarının Aksaray il merkezine göre konumlarını gösterir yerbulduru haritası

Altı işletmeye yapılan üçer ziyaret neticesinde her bir gözlem için elde edilen ELMERİ® iş güvenliği puanları toplu halde Şekil 4'te verilmiştir. Bu gözlemler sonucunda en düşük puanlar TO-1 kodlu işletmeye yapılan birinci ve üçüncü ziyaretlerde elde edilen gözlem puanları (%50) olmuştur. Farklı zamanlarda tekrarlanan gözlemler sonucunda işletmelerin genellikle bir önceki ziyaretten daha yüksek bir puan elde ettiği gözlemlenmektedir. Bunun altında yatan neden ise bir önceki ziyaret esnasında tespit edilen iş güvenliği

konusundaki eksikliklerin veya yanlış uygulamaların bu işletmelere bildirilmesidir. Bu uyarıları dikkate alan işletmelerin bir sonraki ziyarette belirtilen hususları genelde düzeltme yoluna gittiği görülmüştür. Bu duruma uygun düşmeyen ise sadece TO-1 kod numaralı işletme olmuştur. Bu gözlemeler sonucunda en yüksek puana ise TO-3 kodlu işletmeye yapılan üçüncü ziyarette elde edilen %78,9'luk gözlem puanı ile ulaşılmıştır. Bütün işletmelerin ortalama ELMERİ® değerleri dikkate alındığında iş sağlığı ve güvenliği açısından en yüksek puana sahip taşocağı olarak %74,43'lük gözlem puanı ile TO-2 kodlu işletme olduğu söylenebilir. %50,97'lik ortalama gözlem puanı ile TO-1 kodlu işletme ise en düşük iş güvenliği koşullarına sahip taşocağı olarak belirlenmiştir. Bu altı işletmeye yapılan mutat ziyaretler sonucunda ulaşılan bu değerler işletmelerin iş güvenliği performansı bakımından içinde bulunduğu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Daha kurumsallaşmış bir yapı gösteren, işletme büyüklüğü ölçeğinde daha yüksek üretim değerlerine sahip olan TO-2 kodlu taşocağı oldukça yüksek gözlem puanlarına ulaşırken, daha küçük ölçekte çalışan ve kurumsal oluşumunu tam olarak tamamlayamamış TO-1 kodlu taşocağı bunun sonucunda en düşük iş güvenliği değerlerine sahip olmuştur.

Çalışma kapsamında ayrıca söz konusu altı adet taş ocağına ait faaliyet başlangıç yılı, şehir merkezine olan uzaklık, günlük üretim miktarı, iş makinesi sayısı ve çalışan işçi sayıları gibi işletmede yapılan faaliyetlerin büyüklüğünü gösterir sayısal değerler ile bu taşocaklarının iş güvenliği puanlarını gösteren ortalama ELMERİ® puanları karşılaştırılmıştır. Bunu yaparken her bir taş ocağına ait işletmede yapılan faaliyetlerin büyüklüğünü gösterir gözlem değeri ile ELMERİ® İSG puanı arasındaki ilişkilerin varlığını gösteren bulgular doğrusal regresyon analizleri yardımıyla ortaya konmuştur. Excel ortamında hazırlanan grafiklerde bağımlı ve bağımsız değişkenler tanımlanmış ve bunlara ait verilere uygun düşen en iyi uyum doğruları ve doğruluk dereceleri yardımıyla bu analizler gerçekleştirilmiştir. İncelemeye konu olan altı adet taş

ocağına ait regresyon analizlerinde kullanılacak sayısal değerler Çizelge 1'de verilmiştir.



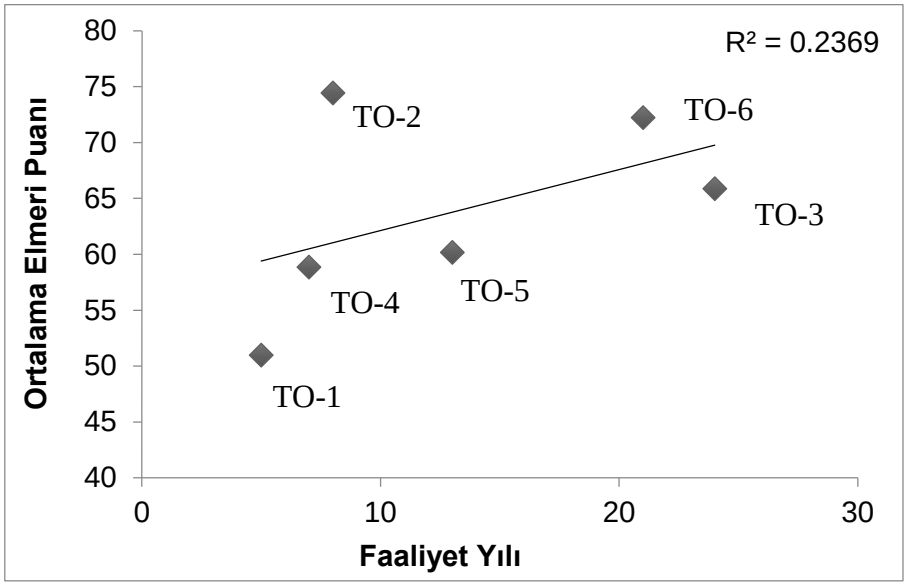
Şekil 4. Taşocaklarına farklı zamanlarda uygulanan çalışma ile elde edilen ELMERİ® gözlem değerlerinin toplu halde gösterimi

Çizelge 1. Taş ocaklarına ait işletme büyüklüğünü gösterir sayısal değerler ve ortalama ELMERİ® gözlem puanları

İşletme Kodu	Faaliyet Süresi (yıl)	Günlük Üretim Miktarı (ton)	İşçi Sayısı	İş Makinesi Sayısı	İl Merkezine Uzaklık (km)	Ortalama Elmeri Puanı
TO-1	5	300	7	5	55	50,97
TO-2	8	3600	30	17	38	74,43
TO-3	24	2500	25	22	5	65,87
TO-4	7	2100	15	16	8	58,86
TO-5	13	1200	12	14	25	60,17
TO-6	21	2500	30	24	30	72,23

İşletmelerin faaliyette bulunduğu yıllar ile ortalama ELMERİ® gözlem puanları karşılaştırıldığında, daha erken faaliyete başlayan işletmelerin daha yüksek İSG puanları elde ettiği görülmüştür (Şekil 5). Bu işletmelerin kurumsallaşma aşamalarını tamamlama yönünden daha fazla mesafe kat ettikleri

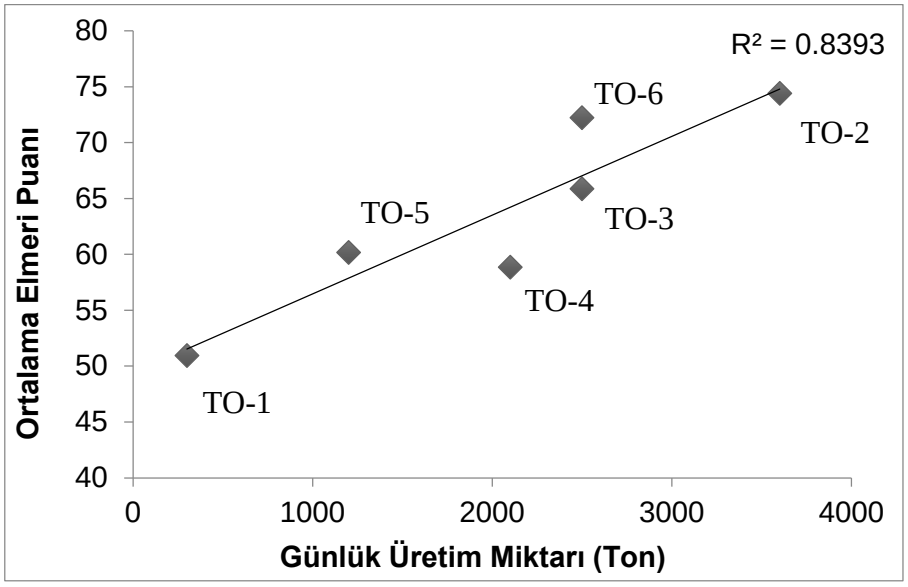
söylenebilir. Daha geç faaliyete geçen işletmelerin ise kurumsallaşma süreçlerini yeterince tamamlayamadığından daha düşük puanlarda kaldığı görülmüştür. Ancak, her iki değişken arasındaki bağıntının kuvvetini gösteren belirlilik katsayısı (R^2) değerinin yeterince yüksek olduğu söylenemez (R^2=0,237). Bunun nedeni olarak her ne kadar bazı işletmeler mevcut sahalarda yeni faaliyete başlamış olsalar da daha önceki sahalardan elde ettikleri tecrübe ve birikimlerini bu sahalara aktarma konusunda daha başarılı olmaları gösterilebilir. Bu duruma verilebilecek en bariz örnek ise TO-2 kodlu işletmedir. Bu işletme mevcut ocaktaki faaliyetlerine 2009 yılında başlamış olmasına rağmen incelenen ocaklar içerisinde en yüksek ELMERİ® puanına sahip olmuştur.



Şekil 5. Ortalama ELMERİ® puanı ve faaliyet yılı arasındaki ilişki grafiği

Ocakların ton cinsinden günlük üretim miktarı ile ortalama ELMERİ® gözlem puanları karşılaştırıldığında, daha fazla üretim yapan işletmelerin daha yüksek puana sahip oldukları, daha az üretim yapan işletmelerin ise daha düşük puanlara sahip olduğu görülmüştür (Şekil 6). Üretim kapasitesi yüksek olan ocakların daha çok maddi imkânlara sahip olduğu düşünüldüğünde iş sağlığı ve güvenliği için ihtiyaç duyulan yatırımlara daha çok kaynak aktarabildiği görülmektedir. Diğer yandan üretim kapasitesi düşük olan ocakların ise bu tür

yatırımlar için gerekli olan kaynaklara erişim konusunda sıkıntı yaşadıkları söylenebilir. Bu iki değişken arasında oldukça yüksek bir oranda doğrusal ilişkinin varlığından söz edilebilir (R^2=0,839).

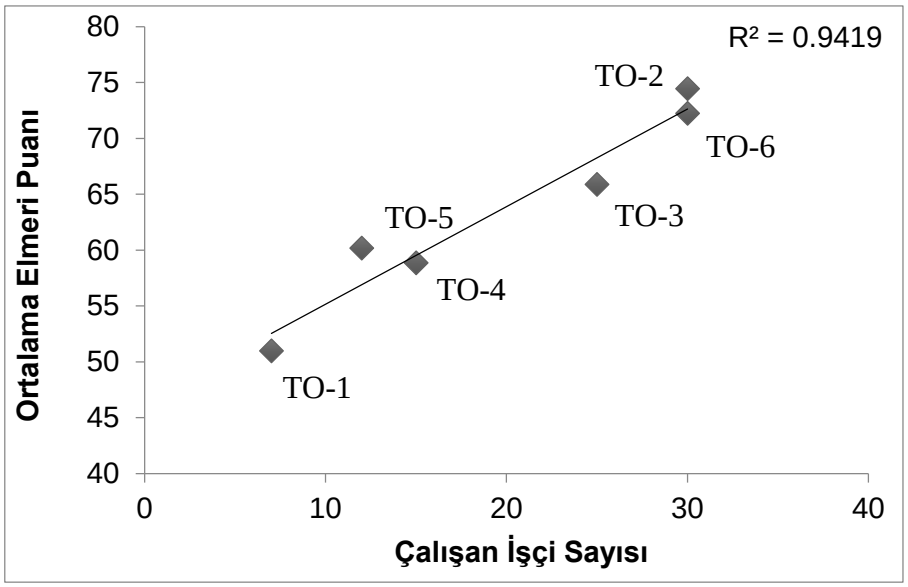


Şekil 6. Ortalama ELMERİ® puanı ve günlük üretim miktarı arasındaki ilişki grafiği

Ocaklarda çalışan işçi sayısı ile ortalama ELMERİ® gözlem puanları karşılaştırıldığında, daha çok işçi çalıştıran ocakların daha az işçi çalıştıran ocaklara nispeten daha yüksek puanlar aldıkları belirlenmiştir (Şekil 7). İşçi sayısı arttıkça işletmelerin büyüklüğü artmakta, bu işçilere iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli eğitimlerin verilmesi için bu hizmeti veren kurumlardan (OSGB, İSGB) destek alınması ve kişisel koruyucu donanımların temini konusunda daha duyarlı davrandıkları düşünülebilir. Diğer yandan işçi sayısı az olan işletmelerde ise İSG çalışmaları konusunda yeterli farkındalığın oluşmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu iki değişken arasında oldukça yüksek oranda bir ilişkinin varlığından söz edilebilir (R^2=0,942).

Ocaklarda faaliyet gösteren iş makinası sayısı ile ortalama ELMERİ® gözlem puanı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 8'de verilmiştir. Ocaklardaki iş makinesi sayısı artıkça İSG puanları da artmakta, çalışan iş

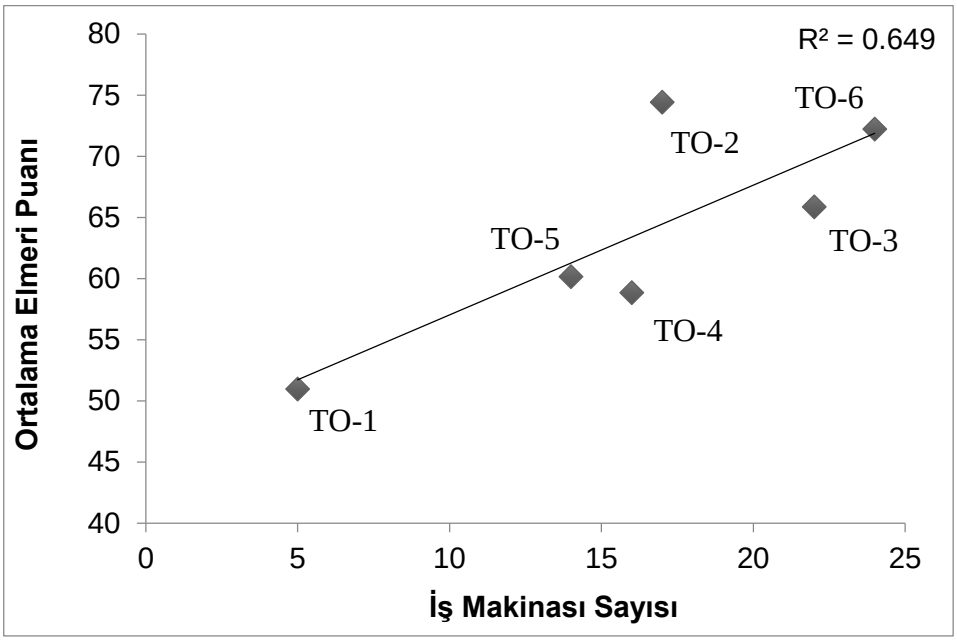
makinesi sayısı azaldıkça bu puanlar da düşmektedir. Büyük işletmelerin makine parkını oluşturan ekipmanların genelde yeni parçalardan oluşmuş olması, bunların periyodik bakım ve kontrolleri konusunda daha çok profesyonel yardım alınması suretiyle daha hassas davranmaları beklenilmektedir. Diğer yönden makine parkı küçük olan işletmelerin ise küçük ölçekli işletmeler olması, daha eski olduğu gözlemlenen iş makinalarının periyodik bakım ve kontrolleri için daha az kaynak aktaracağı muhakkaktır. Bu iki değişken arasında ise orta derecede bir ilişkinin varlığından söz edilebilir (R^2=0,649).



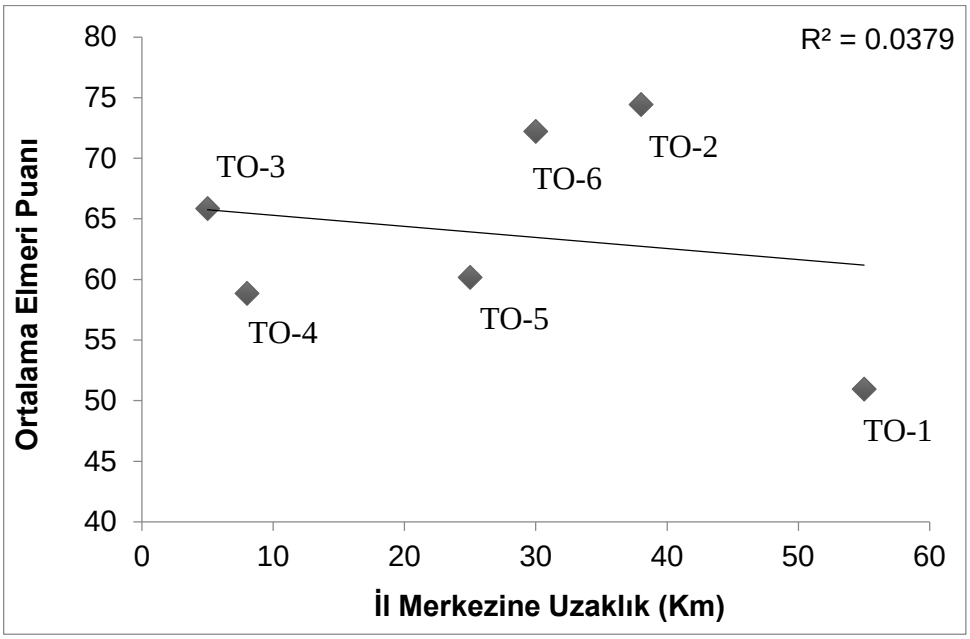
Şekil 7. Ortalama ELMERİ® puanı ve çalışan işçi sayısı arasındaki ilişki grafiği

Ocakların bulunduğu mevcut konumundan Aksaray şehir merkezine olan uzaklıkları ile ortalama ELMERİ® gözlem puanları arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 9'da verilmiştir. Şehirden uzak olan işletmeler ile şehre daha yakın olan işletmelerin ELMERİ® puanları arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır (R^2=0,038). Oysa şehre daha uzak mesafede yer alan işletmelerin daha düşük, şehir merkezine daha yakın olan işletmelerin ise daha yüksek İSG puanı alması beklenmekteydi. Denetim bakımından daha kolay ulaşılabilir olması ve patlatmalardan kaynaklanacak olumsuzlukların (yer sarsıntısı, titreşim, hava şoku, taş savrulması vb.) giderilmesi konusunda şehre

yakın işletmelerin daha hassas davranması bekleneceğinden, daha iyi bir İSG performansı göstermesi gerekirdi. Aksine şehir merkezine uzak olan işletmelerin ise denetimden uzak olması ve yerleşim birimlerine patlatma kaynaklı olumsuzlukların daha az yansıyacağı düşünüldüğünde daha düşük İSG puanları alması umulabilirdi.



Şekil 8. Ortalama ELMERİ® puanı ve iş makinası sayısı arasındaki ilişki grafiği



Şekil 9. Ortalama ELMERİ® puanı ve Aksaray il merkezine olan mesafe arasındaki ilişki grafiği

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışma sonucunda; Aksaray civarında faaliyet gösteren 6 adet taş ocağında ELMERİ® İSG gözlem yöntemi uygulanmış, işletmeler İSG değerleri açısından birbiriyle karşılaştırılmış ve bu bağlamda kurumsal işletmelerin iş sağlığı ve güvenliği konusunda daha duyarlı olduğu, gerekli eğitimlerin verildiği işletmelerde bu kurallara daha çok uyulduğu, kişisel koruyucu kullanımında farkındalık oluştuğu gözlemlenmiştir. Gözlem yapılan işletmelerde çalışma süresince herhangi bir yaralanmalı veya ölümlü iş kazası olayı gerçekleşmemiştir. İş kazalarının olabileceği bazı durumlar ve riskli çalışma koşulları işletme bazında aşağıda verilmiştir;

- Patlatma esnasında yapılan gözlemlerde, coğrafi etmenlerle birlikte patlatma basamaklarının binalara yakınlığı ve işletme binalarından olan kot farkı dikkate alındığında en büyük riskin TO-1 ve TO-4 kodlu ocaklarda olduğu gözlemlenmiştir. TO-2, 3, 5 ve 6 kodlu ocaklarda ise üretim basamaklarının şantiye alanına ve binalara uzak olmasından dolayı patlatma kaynaklı herhangi bir risk unsuruna rastlanmamıştır,
- İşletme içerisindeki uygun işaret ya da güvenlik levhalarının kurumsal olan işletmelerde daha düzenli ve yeterli sayıda olduğu, geçiş ve taşıma yollarının bakımlı ve geniş olduğu ancak kurumsal olmayan işletmelerde işaret ya da güvenlik levhalarının mevcut fakat yeterli olmadığı gözlemlenmiştir,
- İşletmenin üretimi ve satışıyla doğru orantılı olarak üretim kapasitesi yüksek olan işletmelerde ek hizmet binalarının bakımlı ve yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Fakat üretimin nispeten az olduğu TO-1 ve TO-5 kodlu işletmelerde hizmet binalarının bakımsız olduğu, elektrik odalarının tam düzenli olmadığı, kırıcı ünitenin üzerinin açık ve korumalığının yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Yine bu işletmelerde taşıyıcı lastik konveyörlerin üzerinin kapalı olmadığı gözlenmiştir,
- İyi uygulama örneği olarak, TO-2 numaralı işletmede konkasörün kırıcı çenesi, kamyon boşaltım haznesi ve eleme ünitelerinin boşaltım ağzı gibi

tehlikeli alanlar kamera ile takip edilmekte olup kamyonlardan kırıcılara malzeme boşaltımı esnasında bu alanda personel bulundurulmadığından, düşme, taş çarpması gibi tehlikelere karşı gerekli tedbirlerin alındığı gözlemlenmiştir. Yine bu alanlarda kamera ile kapalı bir ortamda işlemler takip edildiğinden toz, gürültü ve titreşime maruz kalan personel olmadığı gözlemlenmiştir,

- Bütün bu durumlar değerlendirildiğinde, TO-1 kodlu işletmenin kurumsal bir yapıya sahip olmadığı, denetimler esnasında yapılan uyarıları dikkate almadığı ve bildirilen eksiklikleri telafi etmediği gözlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı ELMERİ® puanı diğer ocaklara nispeten düşük çıkmıştır. Aynı şekilde gözlem yapılan dönemde TO-5 kodlu işletmenin üretim ve satış faaliyetleri nispeten az olduğundan gözlem yapılan alanların sınırlı olmasından ötürü ELMERİ® puanı düşük çıkmıştır. Diğer işletmelerin ise profesyonel anlamda kurumsallaşma sürecini tamamlamış olmaları ve kapasite olarak daha büyük işletmeler olduklarından, ziyaretler sırasında yapılan uyarıları dikkate alarak gerekli İSG tedbirlerini aldıkları gözlenmiştir,
- Çalışmanın sonucunda elde edilen ELMERİ® İSG gözlem puanlarının ocaklara ait çeşitli işletme parametreleri ile karşılaştırılması yapılmış ve bunlar arasındaki muhtemel ilişkiler araştırılmıştır. İşletme büyüklüğünü gösteren çalışan sayısı, günlük üretim miktarı ve iş makinesi sayısı ile ELMERİ® İSG gözlem puanları arasında yüksek düzeyde anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuştur. Şehir merkezine olan uzaklık ve faaliyet yılı değişkenleri ile ELMERİ® gözlem puanları arasında ise düşük düzeyde ilişkilere rastlanmıştır.

KAYNAKLAR

Laitinen, H., Ersan, E., Birgören, B., Özesen, M., 2011. Türkiye'de İşyerinde İş Sağlığı ve Güvenliğini İyileştirme Projesi İSGİP, EuropeAid/127926/D/SER/TR.

Sarıkaya, H., ve Altındağ, R. 2015. Elmeri Yönteminin Mermer Fabrikalarında Uygulanabilirliği. Türkiye 24. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, 14-17 Nisan, Antalya.

URL_1, 2017. http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/isgip/isgip_sunu_laitinen.pdf

MADEN TASARIM VE SİMÜLASYON PROGRAMI

MINING DESIGN AND SIMULATION PROGRAM

M. O. Kaya
TKİ Kurumu ELİ İşletmesi Tesisler Şube Müdürlüğü, Soma/Manisa

ÖZ: Ülkemizde ve dünyada madencilik sektörüne yönelik birçok yazılım geliştirilmektedir. Geliştirilen yazılımların her biri ayrı ayrı işlevsel olarak kullanılmaktadır. Ancak bir maden ocağının 6331 Sayılı Kanunun EK-3 ünde belirtilen planlarını tam anlamıyla yapabilen bir yazılım maalesef mevcut değildir. Bu nedenle bahsi geçen tüm planları üç boyutlu olarak yapabilecek bir yazılım geliştirilmiştir. Maden Tasarım ve Simülasyon (MATASİM) Programı adı verilen bu yazılım Visual C++ 2012 programlama dili ile geliştirilip derlenmiştir. Görselliği üçüncü boyuta taşımak için OpenGL kütüphanesi kullanılmıştır. Yazılım üç ayrı modül ile her ihtiyaca basit bir şekilde cevap verebilmektedir. Bu modüller sırası ile; 2 Boyutlu Tasarım Modülü, 3 Boyutlu Tasarım Modülü ve Simülasyon Modülüdür. Yazılım, kullanıcının gerekli verileri girmesiyle bir yeraltı maden ocağının iki boyutlu ve üç boyutlu modellerini birebir oluşturabilmekte ve havalandırma hesaplarını yapabilmektedir. Ayrıca üretim, nakliye, havalandırma ve acil durum eylem planlarını üç boyutlu hale getirebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı, Madencilik, Tasarım, Simülasyon, Yazılım.

ABSTRACT: *Many software for the mining sector are being developed in our country and in the world. Each of the developed software is functionally used separately. Unfortunately, there is no software that can do exactly the plans of a mine in accordance with Annex-3 of Law No. 6331. For this reason, a software has been developed that can do all three-dimensional plans. This program called Mine Design and Simulation (MATASİM) Program was developed and compiled with the Visual C ++ 2012 programming language. The OpenGL library is used to move the visual to the third dimension. The software is able to respond to every need in a simple way with three separate modules. These modules are in order; 2D Design Module, 3D Design Module and Simulation Module. The software allows users to create two-dimensional and three-dimensional models of an underground mine, create ventilation calculations by entering the necessary data. It can also make production, transportation, ventilation and emergency action plans three-dimensional.*

Keywords: *Underground, Mining, Design, Simulation, Software.*

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile bilgisayarların hızı artmıştır. Buna bağlı olarak yazılımların daha gerçekçi üç boyutlu modeller oluşturması mümkün olmuştur. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sağlamış olduğu bu avantajları kullanarak madencilik gibi risk düzeyi yüksek bir iş kolunun, tüm planlarının daha detaylı yapılması ve eğitimlerinin daha gerçekçi verilebilmesinin sektör açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Dünyada ve ülkemizde madencilik alanında kullanılan birçok yazılım vardır. Fakat bu programların bir çoğu tek başlarına kullanıldıklarında işlerini iyi yapan, ancak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu EK-3 1.1 de belirtilen *"Yeraltı çalışmalarını açıkça gösterecek şekilde üç boyutlu bir yeraltı çalışma planı hazırlanır. Yollar, üretim alanları ile çalışmayı ve güvenliği etkileyebileceği beklenen diğer özellikler bu planın üzerinde gösterilir ve bu planlar kolayca ulaşılabilir şekilde muhafaza edilir. Planlar sağlık ve güvenlik yönünden gerekli olduğu sürece saklanır. Ayrıca bu plan ölçekli olarak elektronik ortamda da üç boyutlu olarak hazırlanır."* ifadesini tek başlarına karşılayamayan programlardır.

Meydana gelebilecek kazalarda gerekli müdahalenin gecikmeden yapılabilmesi için her türlü planın (Acil durum eylem planları, üretim planları, nakliye planları, hayat yollarını gösterir planlar, havalandırma planları vb.) güncel olması şarttır. Ayrıca bu planların güncel olmalarının yanı sıra çok hızlı bir şekilde ulaşılabilir olmaları ve maden ocağını hiç tanımayan biri tarafından bile hızlı bir şekilde anlaşılabilir olmaları gerekmektedir. Bu yüzden yeraltı maden ocağı ile ilgili tüm planların üç boyutlu hale getirilmesi, bu planların güncel olarak tutulabilmesi, istenildiğinde rahatça ulaşılabilmesi ve oluşturulan tüm planların çok detaylı ve gerçekçi olması maksadıyla Maden Tasarım ve Simülasyon (MATASİM) Programı geliştirilmiştir. Ayrıca geliştirilen bu Program ile tüm planları detaylı bir şekilde üç boyutlu hale getirebilmek mümkündür. Üç boyutlu hale getirilen maden ocağı üzerinde her türlü acil

durum eylem planının senaryosunu oluşturulabilmektedir. Oluşturulan acil durum eylem planları senaryoları, hareket algılama teknolojisi ile gerektiğinde personel eğitimlerinde kullanılabilir. 360 derece ekran teknolojisi ile personelin çalıştığı ortam simülasyon odasında oluşturulur ve personel çalıştığı maden ocağının içindeymiş gibi eğitimleri uygulayabilir.

2. YERALTI MADENCİLİĞİNDE MADEN TASARIM VE SİMÜLASYON PROGRAMININ KULLANILMASI

Madencilik insan gücünün oldukça yaygın kullanıldığı iş kollarından biridir. Personel sayısının oldukça fazla olması nedeniyle meydana gelebilecek kazaların vahameti de o denli büyük olabilmektedir. Meydana gelebilecek kazalara karşı gerek personelin gerekse kurtarma ekiplerinin doğru ve hızlı bir şekilde reaksiyon göstermeleri gerekmektedir. Personelin meydana gelebilecek kazalara doğru ve hızlı bir şekilde reaksiyon gösterebilmeleri için, kendi çalıştıkları maden ocaklarının detaylı ve gerçekçi planları üzerinden uygulamalı olarak eğitim vermek yeterli olacaktır. Kurtarma ekiplerine maden ocağının tüm planlarının süratli ve çok detaylı bir şekilde gösterilmesi bu ekiplerin doğru ve hızlı reaksiyon göstermeleri için katkı sağlayacaktır. Maden Tasarım ve Simülasyon Programı bu amaçlara hizmet etmesi için geliştirilmiştir. Sahada uygulaması yapılan Maden Tasarım ve Simülasyon Programı, madencilik gibi riskli bir iş dalında birçok fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu faydalardan birkaçı şöyle sıralanabilir;

- 6331 sayılı kanunun da belirtilen tüm planların üç boyutlu hale getirilmesi,
- Tahlisiye, söndürme, kurtarma, koruma ve ilk yardım ekiplerine ocağa girmeden önce bilgi verilmesi,
- Maden Tasarım ve Simülasyon Programının eğitimlerde kullanılması.

2.1. 6331 Sayılı Kanun da Belirtilen Tüm Planların Üç Boyutlu Hale Getirilmesi

Soma'da meydana gelen elim kaza sonucu, Türkiye'deki yeraltı maden işletmelerinin bazı eksiklerini gidermek adına 6331 sayılı kanuna eklemeler yapılmıştır. Bu eklemeler Soma kazasında görülen sıkıntıların giderilmesine yönelik yapılmasına rağmen, mevcut planların tamamını üç boyutlu olarak hazırlayabilecek yazılım alt yapısının olmaması, 6331 Sayılı Kanunun bazı maddelerinin havada kalmasına sebep olmuştur. 6331 Sayılı Kanunda adı geçen maddelerden bazıları şunlardır;

EK-3 1.1 "Yeraltı çalışmalarını açıkça gösterecek şekilde üç boyutlu bir yeraltı çalışma planı hazırlanır. Yollar, üretim alanları ile **çalışmayı ve güvenliği etkileyebileceği beklenen diğer özellikler bu planın üzerinde gösterilir** ve bu planlar kolayca ulaşılabilir şekilde muhafaza edilir. Planlar sağlık ve güvenlik yönünden gerekli olduğu sürece saklanır. Ayrıca bu plan ölçekli olarak elektronik ortamda da üç boyutlu olarak hazırlanır." ifadesi geçmektedir. Ayrıca hazırlanması istenen diğer planlar da aşağıda ki maddelerde belirtilmiştir.

2.1.2. İşyerinde, elektrik şebekesini ve şebekedeki sabit aygıt ve tesislerin yerlerini gösteren, ölçekli, ayrıntılı ve güncel bir plan bulundurulur. Yetkisiz kimselerin elektrik aygıtlarını almasının ve kullanmasının yasak olduğunu, yangın anında yapılacak işleri, elektrik devresini kesmekle görevli kişilerle haberleşme biçimini ve gerekli diğer bilgileri kapsayan talimatlar hazırlanır ve uygun yerlere asılır.

5.2.2. Patlama riski bulunan yerlerde, patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek için gerekli tüm tedbirler alınır.

5.2.3. Alınması gerekli tedbir ve kullanılacak ekipmanı ayrıntılı olarak belirten patlamayı önleme planı hazırlanır.

5.3.4. Ortam havasında zehirli gazların bulunduğu veya bulunabileceği yerlerde, alınan tedbirler ve mevcut koruyucu donanımla ilgili detayları kapsayan bir koruma planı hazır bulundurulur.

5.4.4. Bu Yönetmeliğin 5, 6, 7 ve 8 inci maddelerinde belirtilen hükümler gereğince, yangından korunma, yangın başlangıcını ve yayılmasını tespit ve yangınla mücadele konusunda alınacak tedbirlerle ilgili detayları kapsayan yangından korunma planı çalışılan yerlerde bulundurulur.

8.3. Havalandırma ile ilgili değerler periyodik olarak ölçülür ve ölçüm sonuçları kaydedilir. Havalandırma sisteminin detaylarını kapsayan bir havalandırma planı hazırlanır, periyodik olarak güncellenir ve işyerinde hazır bulundurulur.

11.4. Zincirleme toz patlamalarına neden olabilecek yanıcı toz ve/veya grizu patlamalarının yayılması patlama barajları yapılarak önlenir. Patlamayı durdurucu bu barajların yerleri ocaktaki üretim ve faaliyetlerden kaynaklı değişikliklere göre güncellenir ve yerleri imalat haritaları ve havalandırma planında gösterilir.

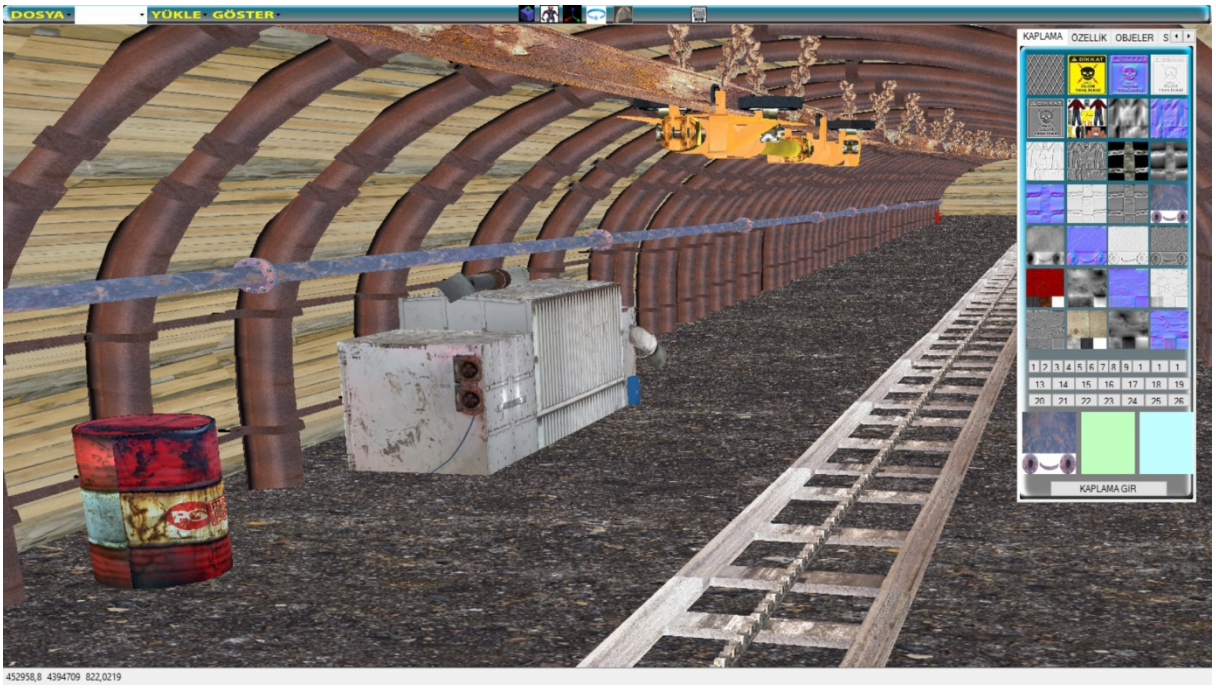
16.1 Her ocakta arama, kurtarma ve tahliye ile görevli destek elemanlarının yararlanması için belli başlı kapıları, barajları, hava köprülerini, hava akımını ayarlayan düzeni ve telefon istasyonları gibi ihtiyaç duyulacak hususların yerlerini gösteren bir plan bulundurulur.

18. Yeraltı madenlerinde, hazırlık faaliyetlerinin yapıldığı alanlar ve üretim panoları gibi yeraltı maden işletmesinin bütün bölümlerini kapsayacak şekilde ve çalışanların yerüstüne çıkmalarını kolaylaştıran; yanmaya, kopmaya ve aşınmaya karşı dayanıklı bir hayat hattı kurulur. Bu hatlar acil durum planlarına uygun olarak yerleştirilir.

2.4. Yangının algılanması, yangınla ve yangının yayılması ile mücadele konusunda alınacak önlemlerle ilgili detayları içeren yangın planı işyerinde bulundurulur.

6331 Sayılı Kanunun bu maddelerine göre, açıkça belirtilen planların hazırlanması istendiği gibi, **çalışmayı ve güvenliği etkileyebileceği beklenen diğer özellikler bu planın üzerinde gösterilir** ifadesi ile ucu açık bir plan hazırlanmasından bahsedilmektedir.

Maden Tasarım ve Simülasyon Programı, 6331 Sayılı Kanunda geçen bu ifadeleri tam olarak karşılayabilen bir yazılımdır. Çünkü kullanıcı, yeraltı maden ocağını üç boyutlu olarak birebir oluşturabilmekte ve her türlü detayı en ince ayrıntısına kadar üç boyutlu planlarda gösterebilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Üç Boyutlu Çizim Editörü Modülü

2.2. Tahlisiye, Söndürme, Kurtarma, Koruma ve İlk Yardım Ekiplerine Ocağa Girmeden Önce Bilgi Verilmesi

Meydana gelen kazalarda sadece çalışanlar değil kurtarma ekibinde bulunan insanlarında hayatları tehlikeye girebilmektedir. Zira yeterince tanımadıkları maden ocaklarında, faaliyet yürütmektedirler. Ayrıca bir kazaya ne kadar erken müdahale edilirse kazazedelerin hayatta kalma şansları o kadar yüksek olacaktır. Bu yüzden mümkün olan en kısa sürede kazazedelere ulaşmak elzemdir. Maden

Tasarım ve Simülasyon Programı ile bir maden ocağı en ince detaylarına kadar oluşturulup simüle edilelir. Çok detaylı üç boyutlu haritalar oluşturmasına rağmen, maden ocağının açılıp simüle edilmesi saniyeler içerisinde mümkün olmaktadır. Böylece kurtarma ekiplerine ocağa girmeden önce maden ocağı hakkında çok detaylı ve gerçekçi bilgiyi, çok kısa bir zamanda verebilmek mümkün olacaktır. Kazazedeleri kurtarmak için maden ocağına giren kurtarma ekipleri zamanında ve doğru müdahale ile hem kendi hayatlarını tehlikeye atmamış olacaklar, hem de daha fazla insanın hayatını kurtarmaları mümkün olacaktır.

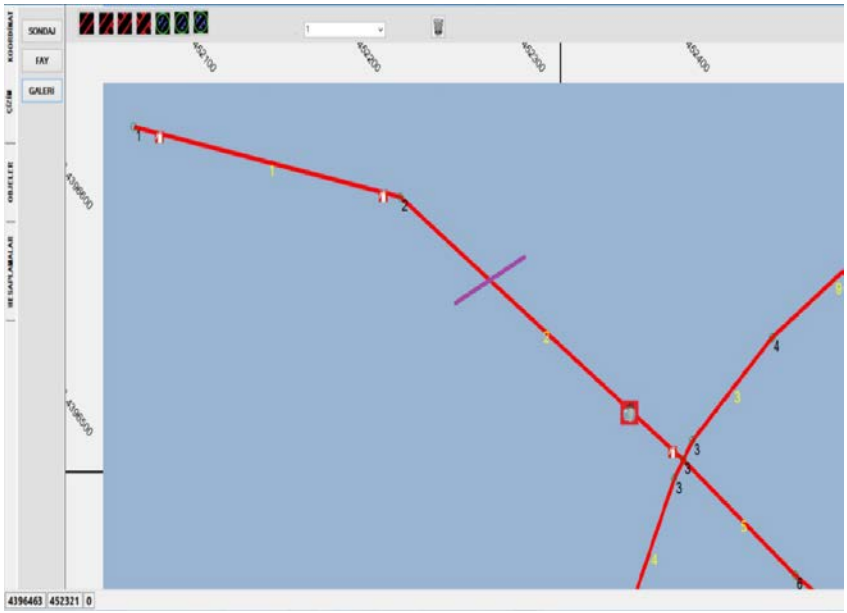
2.3. Maden Tasarım ve Simülasyon Programının Eğitimlerde Kullanılması

Maden Tasarım ve Simülasyon Programı ile 3 Boyutlu olarak oluşturulan sanal ocak, gerçekçi bir eğitim vermek için kullanılabilir. Oluşturulan maden ocağı içerisinde senaryolar uygulanabilir. Senaryolar video formatında kaydedilip eğitimlerde personele izletilebilir. Ayrıca hareket algılama teknolojisi ile bu senaryolar personele sanal gerçeklik ile uygulatılabilir. Yeraltı maden ocağına gelen ziyaretçiler bu yazılım sayesinde bilgilendirilebilir.

3. MADEN TASARIM VE SİMÜLASYON PROGRAMININ ÇALIŞMA ŞEKLİ

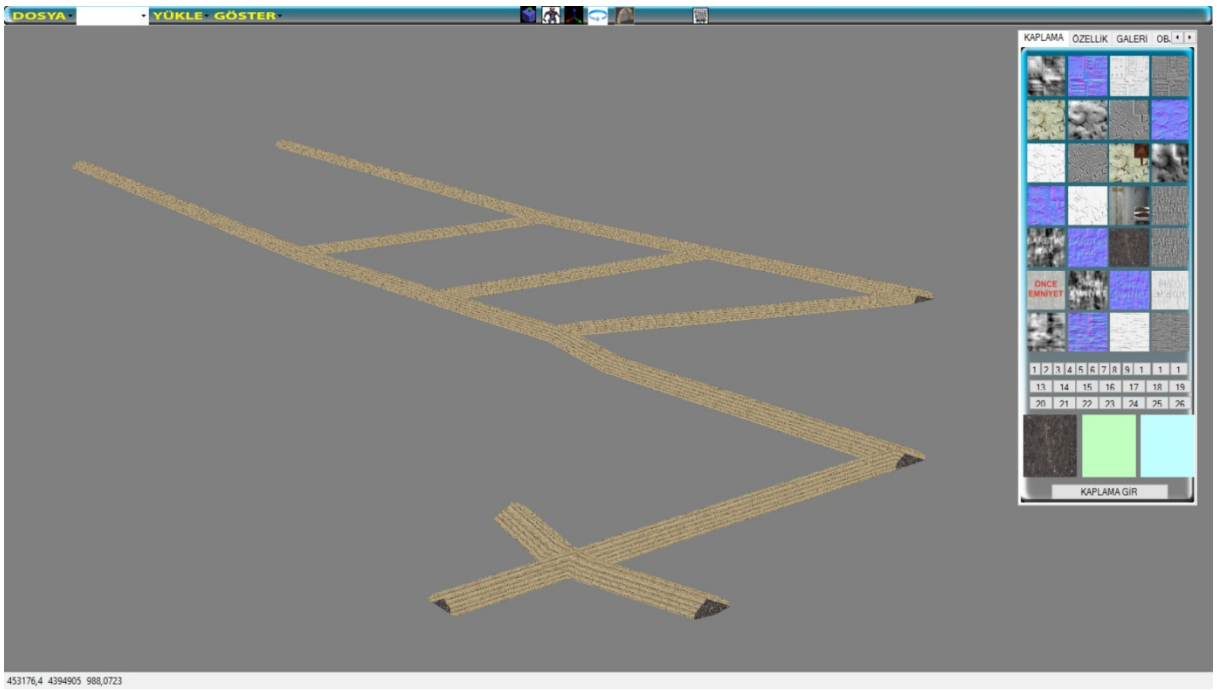
3.1. İki Boyutlu Tasarım Modülü

Maden Tasarım ve Simülasyon (MATASİM) Programının 2 Boyutlu Tasarım Modülüyle, koordinatları girilen arazide,faylar, sondajlar ve maden ocağının galerileri iki boyutlu olarak tasarlanır. İki boyutlu tasarım modülü ile ayrıca, galerilerde bulunan trafo yerleri, yangın panolarının yerleri, hava kapıları, barajlar vb. hususlar iki boyutlu olarak gösterilebilmektedir (Şekil 2). Ayrıca program havalandırma hesaplarını yapmak için her bir kol direncini ve toplam ocak direncini hesaplayabilmektedir.



Şekil 2. İki Boyutlu Çizim Editörü Modülü

İlgili maden ocağının iki boyutlu çizimini tamamladıktan sonra, sadece üç boyutlu dosya kaydet düğmesine basarak yapılmış olan iki boyutlu tasarım, program tarafından "OES" dosya uzantısıyla üç boyutlu hale getirilir. Oluşturulan "OES" uzantılı dosya üç boyutlu tasarım modülü ile açabilir ve galerilerin içerisinde dolaşıp tasarım yapılabilinir (Şekil 3).



Şekil 3. Üç Boyutlu Çizim Editörü Modülü ile Galerilerin Dıştan Görünüşü

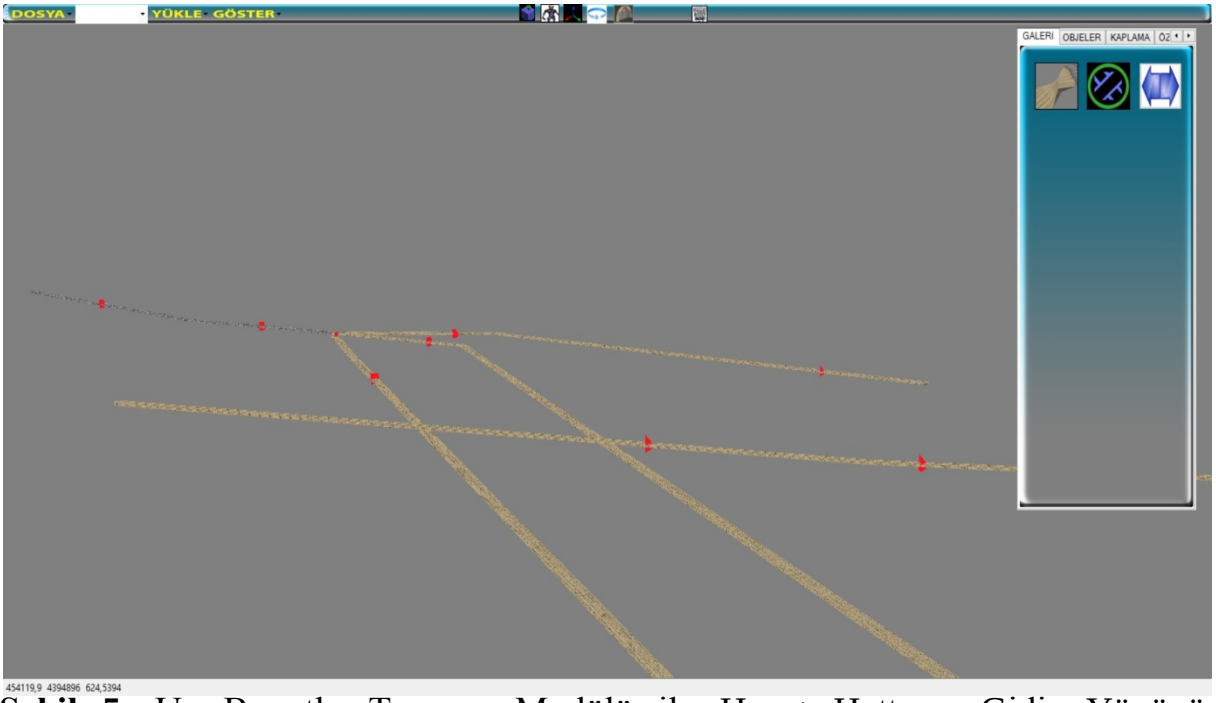
3.2. Üç Boyutlu Tasarım Modülü

Maden Tasarım ve Simülasyon (MATASİM) Programının 3 Boyutlu Tasarım Modülüyle, tasarlanmış olan galerilerin içerisinde dolaşabilir ve her türlü detay sadece sürüklenip bırakılarak galeri içerisine yerleştirmek suretiyle, maden ocağı üç boyutlu olarak tasarlanabilir (Şekil 4). Üç Boyutlu Tasarım Modülüyle galeri içerisine tahkimatlar, havalandırma ekipmanları, nakliye ekipmanları, emniyet ekipmanları vb. tüm hususlar sürükle bırak teknolojisi ile yerleştirebilir ve kullanıcı kendi maden ocağını, kendi ekipmanlarını üç boyutlu olarak tasarlayabilir. Böylece her türlü plan üç boyutlu hale getirilmiş olur.



Şekil 4. Üç Boyutlu Çizim Editörü Modülü ile Galerilerin İçten Görünüşü

Örneğin hayat hattı, galerilerin dışından hareketli kırmızı oklar ile görünüşü (Şekil 5) ve içeriden görünüşü (Şekil 6) planlarda üç boyutlu olarak gösterebilir.

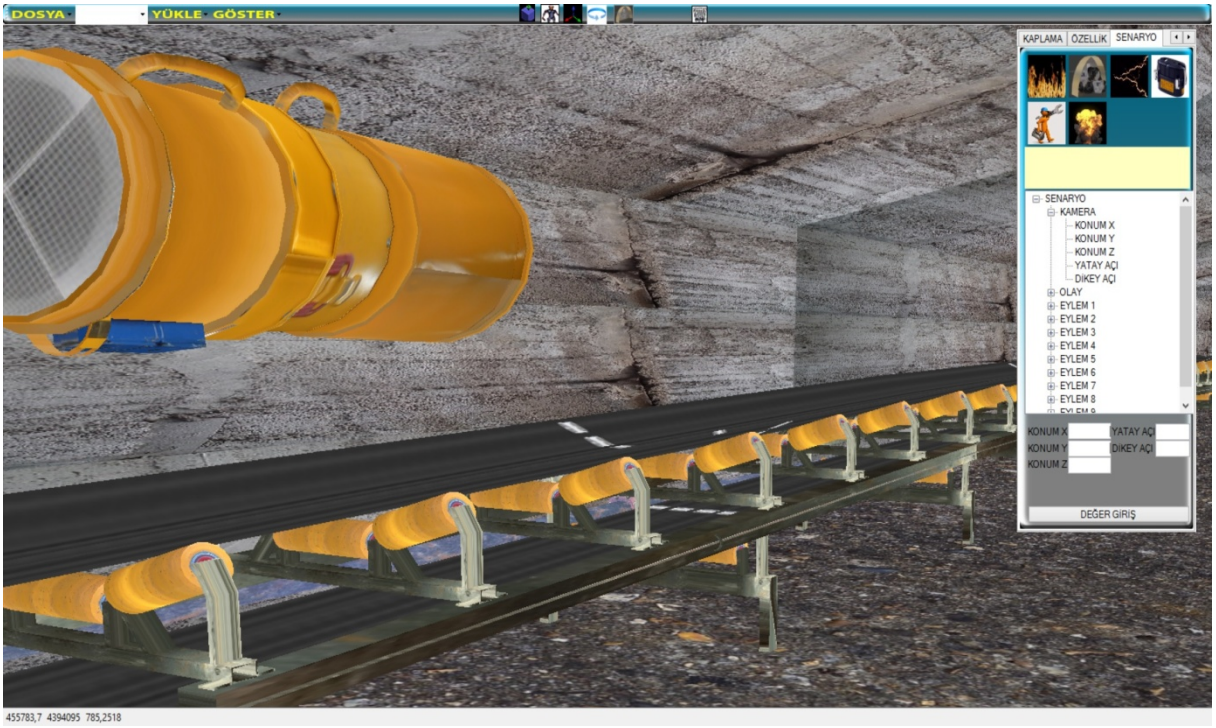


Şekil 5. Uç Boyutlu Tasarım Modülü ile Hayat Hattının Gidiş Yönünü Galerilerin Dışından Gösteren Hareketli Oklar



Şekil 6. Uç Boyutlu Tasarım Modülü ile Hayat Hattının Gidiş Yönünü Galerilerin İçinden Gösterilmesi

MATASİM Programının 3 Boyutlu Tasarım Modülüyle, tasarımı yapılmış maden ocağının içerisinde sürükle bırak ile kolayca senaryolar oluşturarak, acil durum eylem planları başta olmak üzere her türlü planı üç boyutlu hale getirebilmek mümkündür (Şekil 7).



Şekil 7. Üç Boyutlu Tasarım Editörü Modülü ile Senaryoların Oluşturulması

3 Boyutlu Tasarım Modülü ile üç boyutlu olarak tasarlamış olduğumuz maden ocağımız içerisinde yangın, göçük, elektrik çarpması, zehirli/boğucu gaz, patlama/patlatma ve tamir/bakım senaryoları oluşturulabilinir. Bu şekilde başta acil durum eylem planlarını üç boyutlu hale getirmenin yanı sıra, 6331 Sayılı kanunda istenen tüm planları da üç boyutlu hale getirilmiş olunur.

Bu aşamadan sonra 3 Boyutlu Tasarım Modülü ile oluşturulan çizim, tarih ve vardiya olarak kaydederek bilgisayarda saklanabilir. Dosya boyutu çok küçük olduğundan hızlı bir şekilde dosyayı açıp maden ocağı 3 boyutlu olarak görüntülenebilir.

3.3. Eğitim Simülasyon Modülü

Madencilik de dahil olmak üzere tüm iş kollarında iş kazalarının önlenmesinin en etkili yolu eğitimdir. MATASİM Programı ile 3 Boyutlu olarak hazırlanan maden ocağında her türlü eğitimi görselleştirmek ve personele uygulatmak için Simülasyon Modülü kullanılabilir. 3 Boyutlu Tasarım Modülü ile tasarlanan maden ocağı, Simülasyon Modülü ile açabilir ve hareket algılama teknolojisi ile,

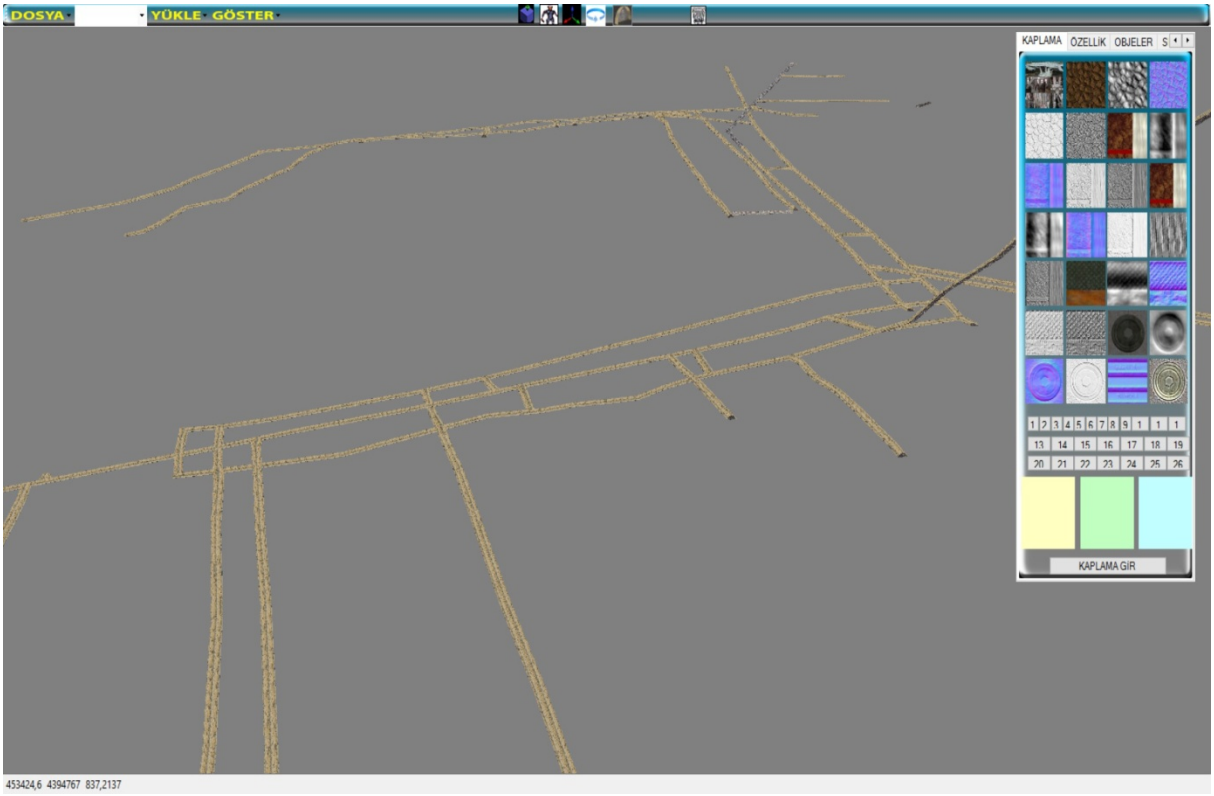
personelin çalıştığı ekipman ve maden ocağının birebir aynısını oluşturmak suretiyle, personel eğitimlerinde kullanabiliriz. Simülasyon modülü 360 derece ekran teknolojisini desteklemektedir. Böylece personel, eğitim esansında hangi yöne bakarsa baksın çalıştığı ortamı görecektir.

Simülasyon Modülü ile daha önce oluşturulan çizim ve senaryolar görselleştirilir. Hareket algılama teknolojisi ile eğitilen personelin senaryoyu uygulaması sağlanır. Ayrıca personel senaryoyu uygularken hareketleri doğru şekilde yapıp yapmadığı kontrol edilerek, programın sağ üst köşesinde mesaj olarak bildirilir (Örneğin kalp masajı esnasında dirsekleri bükmek veya uygun yere kalp masajını uygulamamak) (Şekil 8).



Şekil 8. Simülasyon Modülü ile Personel Eğitimi (Kalp Masajı Eğitimi Esnasında MATASİM Programı ile Hareketlerin Doğruluğunun Kontrolü)

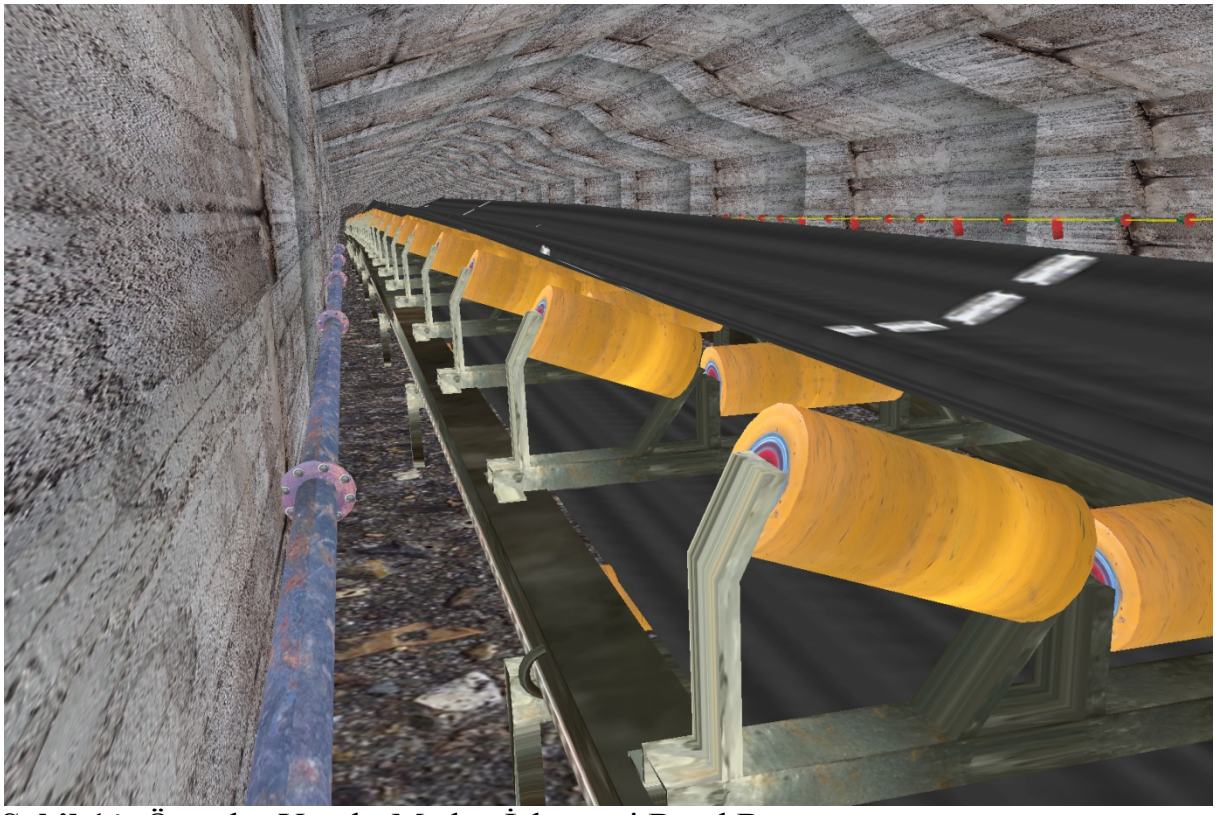
4. ÖRNEK EKRAN GÖRÜNTÜLERİ



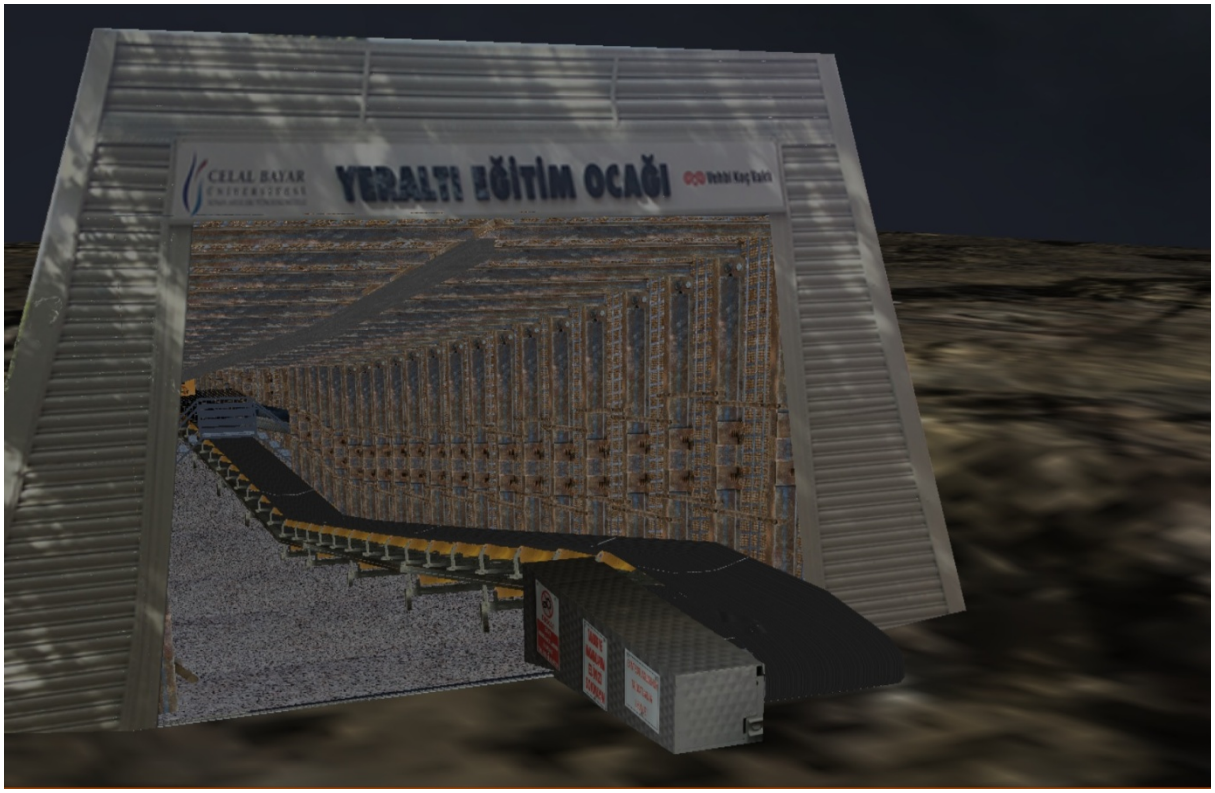
Şekil 9. Ömerler Yeraltı Maden İşletmesi Galerilerin Genel Görünüşü



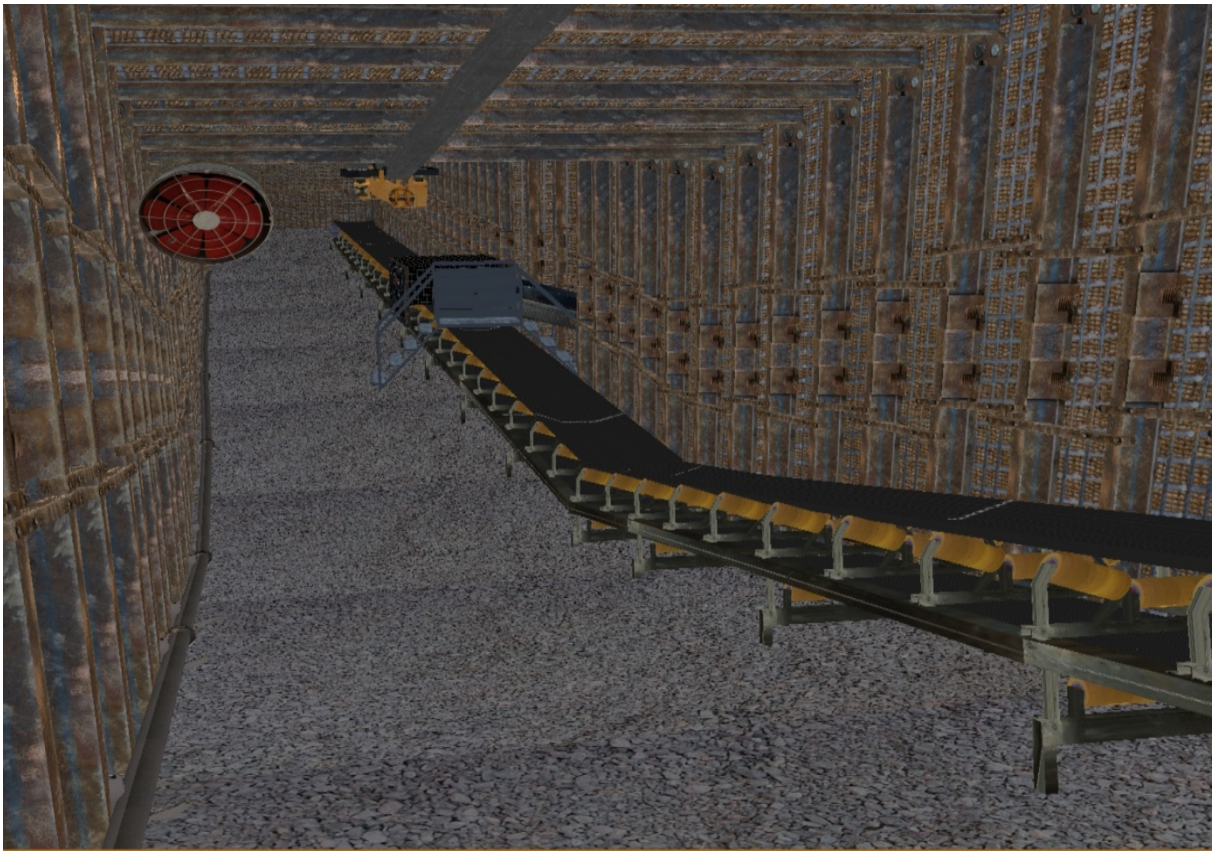
Şekil 10. Ömerler Yeraltı Maden İşletmesi Kulikar Yolu



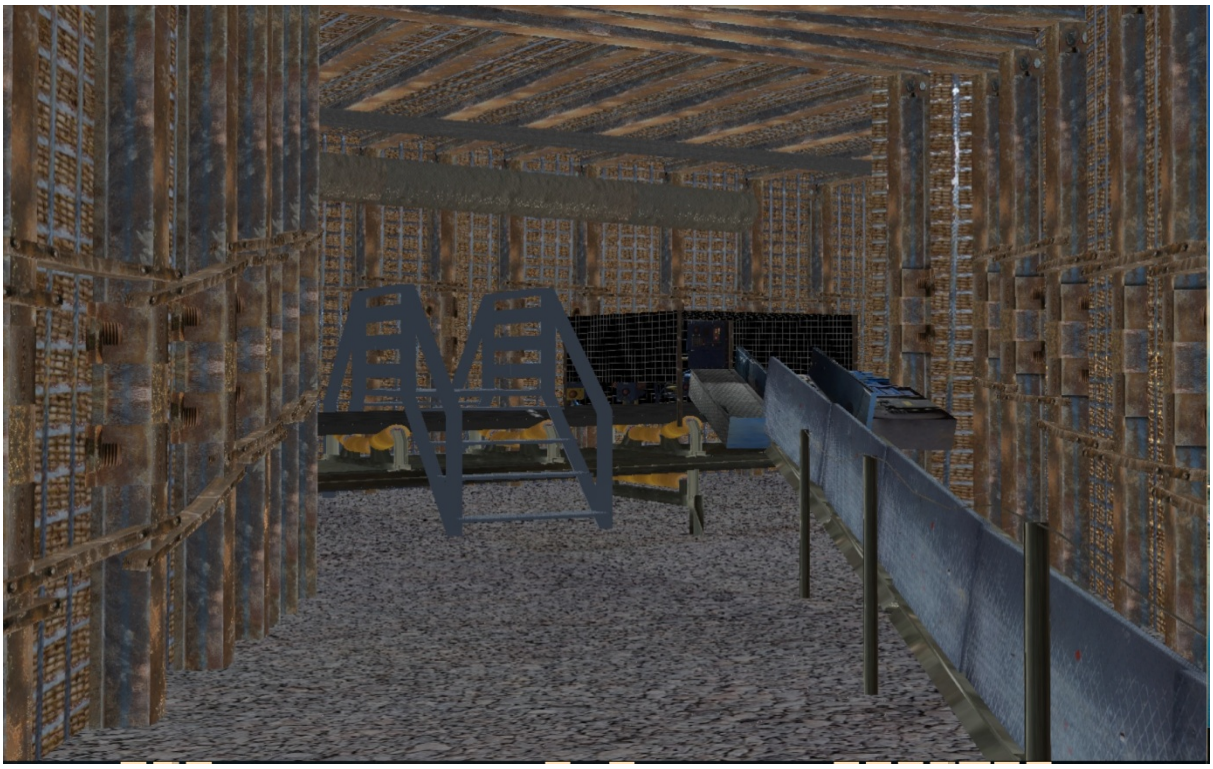
Şekil 11. Ömerler Yeraltı Maden İşletmesi Band Boyu



Şekil 12. Celal Bayar Soma Yüksek Okulu Eğitim Ocağı Girişi



Şekil 13. Celal Bayar Soma Yüksek Okulu Eğitim Ocağı Band Boyu



Şekil 14. Celal Bayar Soma Yüksek Okulu Eğitim Ocağı Konveyör Yolu



Şekil 15. Hareket Algılama Teknolojisi ile Yangın Söndürme Eğitimi - Yangının Tespit Edilmesi



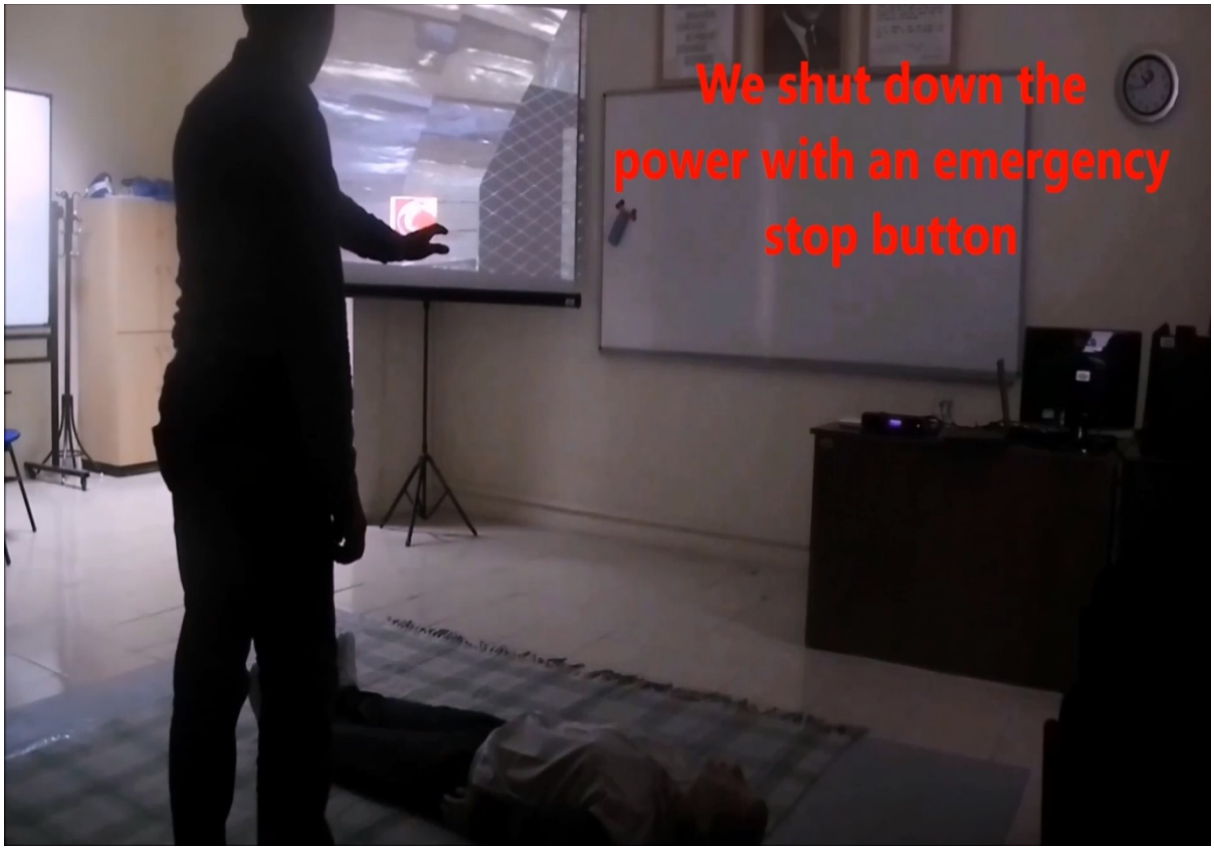
Şekil 16. Hareket Algılama Teknolojisi ile Yangın Söndürme Eğitimi - Yangın Söndürme Cihazının Alınması



Şekil 17. Hareket Algılama Teknolojisi ile Yangın Söndürme Eğitimi - Yangın Söndürme Cihazı ile Yangına Müdahale Edilmesi



Şekil 18. Hareket Algılama Teknolojisi ile Elektrik Çarpması Senaryosu - Olayın Tespit Edilmesi



Şekil 19. Hareket Algılama Teknolojisi ile Elektrik Çarpması Senaryosu - Elektriğin Kesilmesi



Şekil 20. Hareket Algılama Teknolojisi ile Elektrik Çarpması Senaryosu - Telefon ile Haber Verilmesi



Şekil 21. Hareket Algılama Teknolojisi ile Elektrik Çarpması Senaryosu - Telefon Numarasını Çevirme



Şekil 22. Hareket Algılama Teknolojisi ile Elektrik Çarpması Senaryosu - Kalp Masajının Yapılması

5. SONUÇ

Bu çalışmada, yeraltı madenciliğinde acil durum eylem planları başta olmak üzere her türlü planı üç boyutlu olarak oluşturabilecek ve personele eğitim

vermeye imkân sağlayacak bir yazılım tanıtılmıştır. "Maden Tasarım ve Simülasyon" (MATASİM) programı sahada uygulanmış ve faydalı olabileceği görülmüş bir çalışmadır. 6331 Sayılı Kanunda adı geçen planların tamamını üç boyutlu hale getirerek kanuni zorunluluğun yerine getirilmesini sağlayabilmektedir. Ayrıca personel eğitimlerinde, personelin acil durumlarda yapacaklarını daha iyi öğrenmesini sağlayabilecek bir yazılımdır. Sahada uygulanamayacak senaryoların sanal olarak uygulanmasını ve eğitim verilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle yeraltı işletmelerinde personelin bilinçlendirilmesi ve eğitilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Meydana gelebilecek olaylara çok hızlı bir şekilde müdahale edilebilmesi için tahlisiye ekiplerine, "Maden Tasarım ve Simülasyon" Programı ile olayın meydana geldiği maden ocağı hakkında hızlı ve etkili bir şekilde bilgi verilebilmesi mümkündür. Bir diğer husus ise maden mühendisi ve maden teknikeri yetiştiren üniversitelerde yeraltı madenciliği ile ilgili derslerde eğitim yardımcı malzemesi olarak kullanılabilir. Böylece sahaya daha aşina mühendis ve teknikerler yetiştirilebilmesine imkân sağlanabilir.

Bu programın kullanımı ile, daha bilinçli personelin yetiştirilmesiyle madencilik gibi ağır ve tehlikeli bir iş kolu başta olmak üzere bir çok iş kolunda, kazaların oluşturduğu maddi ve manevi kayıpların azaltılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Resmi Gazete, 2012. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KANUNU, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htmErişim tarihi: 01.01.2013
Microsoft Resmi Sitesi, Beginning Visual C++ 2010, https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh147275(v=vs.88).aspxErişim tarihi: 05.05.2011
OpenGL Resmi Sitesi, OpenGL, www.opengl.orgErişim tarihi: 31.05.2008
OpenAL Resmi Sitesi, OpenAL, www.openal.orgErişim tarihi: 02.07.2012
SDL Resmi Sitesi, SDL, www.libsdl.orgErişim tarihi: 14.05.2005

UZUNAYAK MADENCİLİĞİNDE KAZI İŞÇİSİNİN ÇALIŞMA ERGONOMİSİ

ERGONOMICS OF EXCAVATION WORKERS IN LONGWALL MINING

P. M. Özfırat
Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Manisa

M. E. Yetkin, M. K. Özfırat
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZ: Uzunayak yöntemi ülkemiz yeraltı linyit madenciliğinde çok sık kullanılan bir yöntemdir. Uzunayakta çalışan kazı işçilerinin çalışma ergonomisi birçok faktör ile değişmektedir. Yeraltı şartlarında sıcaklık, nem, gürültü gibi fiziksel risk etmenleri çalışma ortamını zor hale getirmektedir. Diğer taraftan ise uzun bir hat boyunca kazı yapılan bölge olan uzunayakta çalışma şartları zordur. Çalışmada, kazı işçisinin kazının yapıldığı sıradaki çalışma ergonomisi REBA (Rapid Entire Body Assessment) yöntemi ile değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ergonomik Risk Analizi, REBA Yöntemi, Yeraltı Madeni.

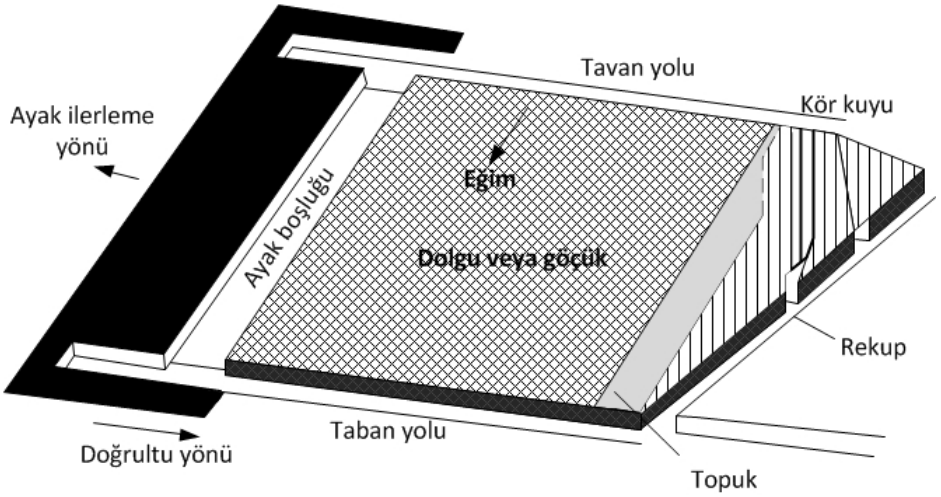
ABSTRACT: *Longwall mining is a method which is widely used in undergroundlignite mining. Ergonomics of workers in longwall is changed by a lot of factors. In undergroundconditions, physical risk factorssuch as temperature, humidity and noisemakeworking environment difficult.On the otherhand, longwallworkingconditions are difficultbecause of the excavatedline is too long. In the study, ergonomics of workers during excavation is evaluatedusing REBA method and preventivemeasuresare suggested according to obtained results.*

Keywords: *Ergonomic Risk Analysis, REBA Method, Underground Mine.*

1. GİRİŞ

Uzunayak madenciliği, yatay olarak yataklanmış olan kömür veya orta sertlikteki cevherlerin, iki damar içi galerisi arasında kalan, uzun, dar ve

doğrusal bir arın boyunca üretildiği bir yeraltı üretim yöntemidir (Şekil 1). Uzunayak panoları, kesitler ve çalışılan makineler düşünüldüğünde oldukça dar ve birçok tehlike kaynağının bir arada olduğu bölgelerdir. Yeterli önlemler alınmaz ve kurallar yeterli uygulanmaz ise yapılan çalışmalar sırasında kazalarla karşılaşmak kaçınılmazdır (Özfırat vd., 2016).



Şekil 1. Uzunayak üretim yöntemi (Şimşir, 2015)

Uzunayak madenciliği gürültü, titreşim, toz ve ağır işçiliğin olduğu bir iş dalıdır. Bu gibi konular ergonomik açıdan incelenmeyi gerektirir. Ergonominin başlıca amaçlarından biri, iş kazalarının önlenmesi ve çalışan güvenliği için, işin ve iş yerinin çalışma koşullarının bilimsel esaslara dayanarak tasarlanmasıdır (Uzun ve Müngen, 2011). Kazaların insan faktörüne bağlı nedenleri arasında, kazaya uğrayan işçinin eğitimsizliği, işe uygun olmayışı, bilgi eksikliği, tecrübesizliği, yorgunluğu, heyecanlı/üzüntülü oluşu, dikkatsizliği, hastalıkları vb. sayılabilir (Özkılıç, 2005).

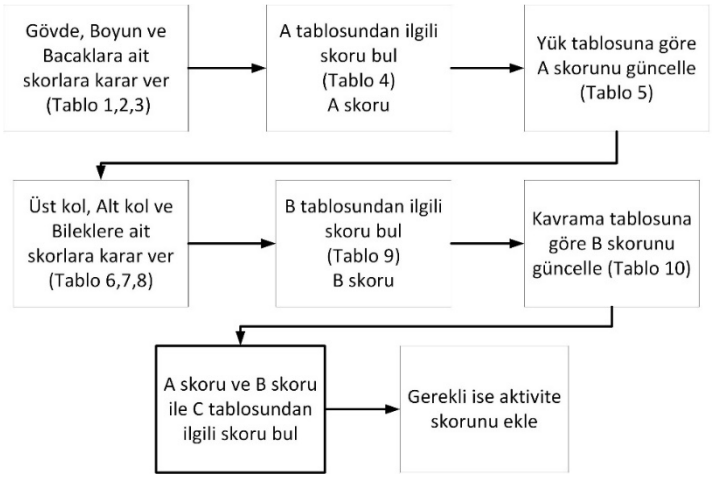
Son 20 yıldır, yapılan farklı araştırmalarda maden işçilerinin kas-iskelet sistemi hastalıklarına oldukça yüksek derecede maruz kaldığı ortaya konmuştur. Maden işletmeleri sürekli değişim gösteren dinamik sistemlerdir. Maden işçilerinin bu dinamik sistemde oluşan değişikliklere uyum sağlamasını gerekmektedir. Madenlerdeki kapalı ve barajlanmış alanlar, sıcak/soğuk ortamlar, çamurlu, ıslak, kaygan zeminler, yüksek titreşimli ortamlar, elle

çalışma işleri vb. iş alanlarının ergonomik açıdan dikkatli bir şekilde ele alınması gerekmektedir (ÇSGB).

Bu çalışmada yer altı kömür madeninde çalışan bir kazı işçisinin çalışma duruşunun ergonomik risk analizi REBA yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre iyileştirme önerileri getirilmiştir.

2. REBA YÖNTEMİ (RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT)

REBA yöntemi tüm vücudun çalışma duruşunu dikkate alarak ergonomik risk skoru hesaplayan hızlı bir yöntemdir. Şekil 2' de REBA yönteminin akış şeması görülmektedir.



Şekil 2. REBA yöntemi akış şeması

Şekil 3'te görüldüğü üzere vücudun bölümleri A grubu ve B grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Gövde, bacaklar ve boyun A grubu; üst kollar, alt kollar ve bilekler B grubu olarak adlandırılır.

Buna göre A grubu elemanlar olan gövde, boyun ve bacaklara ait skorlara karar vermek için sırasıyla Çizelge 1, 2 ve 3 kullanılır (Hignett ve McAtamney, 2000). Çizelge 4'te (Hignett ve McAtamney, 2000) verilen A Tablosundan bu üç skorun kesişimine bakılarak A skoru bulunur. Sonrasında yük tablosundan (Çizelge 5, Hignett ve McAtamney, 2000) gerekli değerlendirme yapılarak A skoru güncellenir.

Çizelge 1. Gövdeye ait skor tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Hareket	**Skor**	**Skor'u değiştir**
Dik duruş	1	
0-20°fleksiyon/ektensiyon	2	+1 eğer yana eğilme ya da dönme varsa
20°-60°fleksiyon ya da >20°ektensiyon	3	
>60°fleksiyon	4	

Çizelge 2. Boyuna ait skor tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Hareket	**Skor**	**Skor'u değiştir**
0-20°fleksiyon	**1**	+1 eğer yana eğilme ya da dönme varsa
>20°fleksiyon ya da ektensiyon	**2**	

Çizelge 3. Bacaklara ait skor tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Duruş	**Skor**	**Skor'u değiştir**
Çift taraflı ağırlık taşıma, oturma ya da yürüme	1	+1 eğer dizler 30° ile 60° arasında fleksiyonda ise
Tek taraflı ağırlık taşıma ya da dengesiz duruş	2	+2 eğer dizler 60° den fazla fleksiyonda ise (oturma hariç)

Çizelge 4. A Tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

		Boyun											
		1				2				3			
		Bacaklar											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Çizelge 5. Yük Tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Yük Miktarı	**Skor**	**Skor'u değiştir**
<5kg	0	+1 ani yük artışı
5kg-10kg	1	
>10kg	2	

Benzer şekilde, B grubu elamanlar olan üst kollar, alt kollar ve bileklere ait skorlara karar vermek için sırasıyla Çizelge 6, 7, 8 (Hignett ve McAtamney, 2000) kullanılır. Çizelge 9'da (Hignett ve McAtamney, 2000) verilen B Tablosundan bu üç skorun kesişimine bakılarak B skoru bulunur. Sonrasında kavrama tablosundan (Çizelge 10, Hignett ve McAtamney, 2000) gerekli değerlendirme yapılarak B skoru güncellenir.

Çizelge 6. Üst kollara ait skor tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Duruş	**Skor**	**Skor'u değiştir**
20°fleksiyon ile 20°ekstensiyon arası	1	+1 eğer kol dışarı doğru çekiliyorsa ya da dönüyorsa
>20°ektensiyon ya da 20°-45°fleksiyon	2	+1 eğer omuz yukarı kaldırılıyorsa
45°-90° fleksiyon	3	-1 eğer destek ya da yerçekimi yardımı varsa
>90° fleksiyon	4	

Çizelge 7. Alt kollara ait skor tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Hareket	**Skor**
60° - 100 ° fleksiyon	1
<60° ya da >100° fleksiyon	2

Çizelge 8. Bileklere ait skor tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Hareket	**Skor**	**Skor'u değiştir**
0°-15° fleksiyon/ektensiyon	1	+1 eğer bilek dönüyorsa
>15° fleksiyon/ekstensiyon	2	

Çizelge 9. B Tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

		Alt kol					
		1			2		
		Bilek					
		1	2	3	1	2	3
Üst kol	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Çizelge 10. Kavrama Tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

Kavrama	**Skor**
İyi tutma kolu, orta derecede kavrama gücü	0 - İyi
İdeal olmayan ama kabul edilebilir el tutuşu ya da vücudun başka bir bölümü ile kavrama yapılmalı	1 - Orta
El tutuşu mümkün ancak kabul edilebilir değil	2 - Kötü
Tutma kolu yok, güvensiz tutuş (vücudun diğer bölümleri ile de kavrama kabul edilebilir değil.)	3 - Kabul edilemez

A skoru ile B skoru kullanılarak C Tablosundan (Çizelge 11, Hignett ve McAtamney, 2000) ilgili skor bulunur. En son adımda, çalışma duruşunda aşağıdaki durumlardan biri varsa +1 puan aktivite skoru eklenir (Hignett ve McAtamney, 2000). Böylece REBA skoru hesaplanmış olur. REBA skorunun değerine riskin ne kadar yüksek olduğu ve önlem gerekiliği belirlenir. Değerlendirme tablosu Çizelge 12' de (Hignett ve McAtamney, 2000) verilmiştir.

Çizelge 11. C Tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

		B skoru											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A skoru	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Çizelge 12. Değerlendirme Tablosu (Hignett ve McAtamney, 2000)

REBA Skoru	Risk Seviyesi	Önlem
1	Göz ardı edilebilir	Gerekli değil
2-3	Düşük	Gerekli olabilir
4-7	Orta	Gerekli
8-10	Yüksek	**Kısa süre içinde** gerekli
11-15	Çok yüksek	**Hemen** gerekli

3. BİR KAZI İŞÇİSİNİN DURUŞUNUN REBA YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Şekil 3' te yer altı madenlerinde kazı işçilerinin çeşitli duruşları görülmektedir. Şekil 3' te görülen görülen 1 numaralı işçi için REBA skoru hesaplaması detaylı olarak aşağıda verilmiştir.

- Gövde 0-20° fleksiyon/ektensiyon (2) (Tablo 1)
- Boyun 0-20° fleksiyon (1) (Tablo 2)
- Bacaklar tek taraflı ağırlık taşıma ya da dengesiz duruş, dizler 30° ile 60° arasında fleksiyonda ise (2 +1) (Tablo 3)
- A Tablosundan, A skoru 4 olarak bulnur. (Tablo 4),
- Taşınan yük 5kg dan az olduğu için A skoru 4 olarak kalır (Tablo 5).
- Üst kollar 45°-90° fleksiyon (3) (Tablo 6)
- Alt kollar 60° - 100 ° fleksiyon (1) (Tablo 7)
- Bilekler 0°-15° fleksiyon/ektensiyon (1) (Tablo 8)
- B Tablosundan, B skoru 3 olarak bulunur. (Tablo 9),
- Kavrama tablosuna bakıldığında B skorunun 3 olarak kalmasına karar verilir. (Tablo 10)
- C tablosundan A skorunun ve B skorunun kesişimine bakıldığında REBA skoru 4 olarak bulunur. (Tablo 11)
- Değerlendirme tablosuna REBA skoru 4 olarak bakıldığında, önlem alınması gerektiğine karar verilir. (Tablo 12)



Şekil 3. Yeraltı madeninde kazı işçilerinin çalışma duruşları.

4.SONUÇ

Çalışmada yeraltı kömür madenciliğinde klasik kazı yapılan uzunayakta işçilerin çalışma ergonomisi REBA yöntemiyle değerlendirilmiştir. Madencilik çalışmaları çalışma koşulları bakımından insanı ergonomik açıdan zorlayan ağır çalışma koşullarına sahiptir. Çalışmada incelenen duruşun REBA skoru 4 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, bu ergonomik koşullar altında çalışanlarda bel, omurga, sırt ve boyun ile ilgili meslek hastalıkları gelişmesi yüksek olasılıklıdır. Bu nedenle işçilerin belli dönemlerde kurum doktoru kontrolünden geçmeleri gerekmektedir. Ayrıca belli dönemlerde yedek işçilerle kazı ustaların değiştirilmesi veya daha az zorlayıcı görevlere geçirilmeleri (rotasyon) gibi önlemler alınabilir. Ayrıca kazı-yükleme ve tahkimat işinin de mekanize olarak yapılması ileride oluşabilecek meslek hastalıklarını ve olumsuz durumları azaltabilir.

KAYNAKLAR

Hignett, S., and McAtamney, L., 2000. *Technical NoteRapidEntire Body Assessment (REBA).* Applied Ergonomics, 31, 201-205.

Özkılıç, Ö., 2005. *İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri,* TİSK Yayın No: 246, Mart 2005.

Uzun, M.,ve Müngen, U., 2011. *Çalışma Ortamında Ergonomik Koşulların İşçi Sağlığı ve İş Kazaları Açısından Önemi*. 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu 21-23 Ekim 2011, Çanakkale.

Özfırat, M. K., Yetkin, M. E., Şimşir, F.,ve Kahraman, B., 2016. *Uzunayak Üretimindeki Mevcut Tehlike Kaynaklarının İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi*. Madencilik, Cilt 55, Sayı 1, Sayfa 3-16.

Simsir, F., 2015. "*Yeraltı Madencilik Yöntemleri*". İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.

Çalışma Yaşamında Sağlık Gözetimi Rehberi. Türkiye'de İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının İyileştirilmesi Projesi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

ATEX DİREKTİFLERİNİN MADENCİLİK SEKTÖRÜNDEKİ UYGULAMALARI

THE IMPLEMENTATION OF ATEX DIRECTIVES IN MINING SECTOR

H. Özcan
İş Baş Müfettişi (E), SEVESO Mevzuat Komisyonu Başkanı ve Denetim Koordinatörü, Elektrik Elektronik Mühendisi, Ankara

ÖZ: İşyerlerinde patlamadan koruyucu önlemleri almak ve yüksek düzeyde sağlık ve güvenlik seviyesine ulaşabilmek için kanunlar, yönetmelikler ve standartlar geliştirilmiştir. Özellikle gelişen uluslararası ekonomik bağlantılardan dolayı, patlamadan korunma konusundaki mevzuatın ülkeler arasında uyumlaştırılması konusunda yoğun bir gelişme yaşanmıştır. Bu kapsamda maden işletmelerinin doğal üretim koşullarından kaynaklanan patlayıcı ortam tehlikelerine karşı gerekli koruma tedbirlerini düzenleyen 94/9/EC direktifine uyum süreci kapsamında bir dizi Yönetmelik yayımlanmış, aynı hususları düzenleyen 2014/34/AB direktifine uygun olarak 30 Haziran 2016 PERŞEMBE tarih ve 29758 sayılı Resmi Gazetede "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik (2014/34/AB)" mevzuatımızda yer almıştır. Ancak ulusal mevzuatımızın uygulamalarında, özellikle eski teçhizat ve kullanım koşullarından kaynaklanan sorunların devam ettiği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güvenlik Raporu, ATEX, Güvenlik Yönetim Sistemi, Madencilik Sektörü ATEX Uygulamaları.

ABSTRACT: *The regulations and standards have been developed to provide a high level of health and safety measures in the workplaces for the protection of explosion. Especially due to the evolving international economic links, there has been intense development among countries on the harmonization of legislation on protection from explosions. In this context, the mining of regulating the necessary protective measures against explosive hazards arising from the natural conditions of production 94/9 / EC, a number of EU directives in the process of adaptation published Regulation, the same considerations governing 2014/34 / accordance with the EU directive as June 30, 2016 THURSDAY date and 29 758 numbered Official Newspaper "Equipment and Protective Systems used in Potentially Explosive Atmospheres Directive (2014/34 / EU)" is included in our legislation. However, national legislation of our applications is*

considered that problems arising from the use of old equipment and conditions of using these equipments still a continuing problem.

Keywords: Safety Report, ATEX, Safety Management System, The Implementation of ATEX in Mining Sector.

1.GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Kimya, petrokimya, doğal gaz, petrol, kimyasal madde depolama tesisleri olmak üzere grizulu maden ocakları ve benzeri sektörlere ait işyerlerinde yanıcı maddelerin gaz, buhar veya sis sızıntıları olabilmektedir. Ayrıca gıda, plastik ve kimya sektörü başta olmak üzere birçok madencilik faaliyetinde de yanıcı tozlar oluşabilmektedir. Bu yanıcı gaz, buhar, sis ve tozlar havada patlayıcı ortama sebep olabilmekte ve tutuşturucu kaynaklar ile bir araya geldiğinde patlama ve yangına yol açabilmektedir.

İşyerlerinde patlamadan koruyucu önlemleri almak ve yüksek düzeyde sağlık ve güvenlik seviyesine ulaşabilmek için kanunlar, yönetmelikler ve standartlar geliştirilmiştir. Özellikle gelişen uluslararası ekonomik bağlantılar ve endüstriyel güvenlik teknolojisindeki gelişmelerden dolayı, patlamadan korunma konusundaki mevzuatın ülkeler arasında uyumlaştırılması konusunda yoğun bir gelişme yaşanmıştır.

Hâlihazırda yürürlükte olan 2014/34/AB direktifine uygun olarak 30 Haziran 2016 PERŞEMBE tarih ve 29758 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan *"Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik (2014/34/AB)"* maden işletmelerindeki teçhizat ve koruyucu sistemleri de kapsamaktadır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Patlama Riskinin Değerlendirilmesi

Madencilik sektörü için 6331 Sayılı Kanununun 5'inci maddesindeki;

a) Risklerden kaçınmak,

b) Kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek,

c) Risklerle kaynağında mücadele etmek,

d) Teknik gelişmelere uyum sağlamak,

f) Teknoloji, iş organizasyonu, çalışma şartları, sosyal ilişkiler ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan tutarlı ve genel bir önleme politikası geliştirmek,

Amacıyla işyerinde oluşabilecek muhtemel patlama risklerine de karşı uygun bir risk değerlendirmesi yapmak zaruridir.

2.2. Patlama Riskinin Değerlendirmesinde Gözetilecek Diğer Hususlar

Patlama Risklerinin değerlendirilmesinde gözetilmesi gereken diğer hususlar maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir;

- Kullanılan üretim/iş ekipmanları,
- İşletmenin konumu,
- Kullanılan malzemeler,
- Çalışma ve üretimin karşılıklı etkileşimleri,
- Bakımlar da dahil olmak üzere normal çalışma koşulları,
- Üretime başlanan ve durdurulan sahalar,
- Arıza ve önceden tahmin edilebilen arıza durumları,
- Kullanım hatası durumları.

Patlama riski değerlendirilirken dikkate alınması gereken tek şey tutuşturucu kaynağın ortamda bulunup bulunmadığı olmamalıdır. Tehlikeli sonuçlara yol açabilecek patlama olması için aşağıda maddeler halinde belirtilen koşulların da oluşması gereklidir;

- Yanıcı maddelerin ortama yüksek oranda karışması,
- Yanıcı maddenin havadaki konsantrasyonunun patlama limitlerine kadar yükselmesi,
- Patlayıcı ortamın zarar verecek bir miktara ulaşması,

- Ateşleyici kaynak ile patlayıcı ortamın etkileşme geçmesi.

Yapılan risk değerlendirmesi sonucu patlayıcı gaz ortamların mevcut olması muhtemel ve patlama risk kabul edilemeyeceği durumlarda tutuşturma kaynağı civarında patlayıcı gaz ortamının oluşma ihtimalinin ortadan kaldırılması ve tutuşturma kaynağının ortadan kaldırılmasına yönelik patlamadan korunma önlemlerine geçilmelidir.

2.3. Patlamaların Önlenmesi ve Patlamadan Korunma

İşyerlerinde, patlamaların önlenmesi ve olası patlamalardan korunmayı sağlamak amacıyla, yapılan işlemlerin doğasına uygun olan teknik ve organizasyona yönelik önlemlerde aşağıda belirtilen temel ilkelere ve verilen öncelik sırasına uyulmalıdır.

a) Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,

b)Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,

c) Çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak önlemleri almak.

2.4. Patlayıcı Ortam Oluşmasını Önlemek

Bilindiği üzere, patlayıcı ortam oluşturabilecek yanıcı gaz, buhar veya tozun yanması için gerekli diğer iki unsur, oksitleyici madde ve tutuşturucu kaynaktır. Eğer bu üç bileşen aynı anda mevcutsa bir yangın ya da patlama gerçekleşecek, biri uzaklaştırıldığında ise gerçekleşmesi mümkün olmayacaktır. Patlayıcı ortam oluşabilecek yerlerde oksitleyici veya tutuşturucu kaynakları uzaklaştırmanın zorlukları düşünüldüğünde, en etkili ve efektif yöntem patlayıcı ortam oluşmasını önlemektir.

"İşveren, patlama ve yangın çıkmasını ve bunların olumsuz etkilerini önlemek üzere, patlayıcı ve sağlığa zararlı ortam havasının oluşmasını önlemek, yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün

değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek, patlama ve yangın başlangıçlarını tespit etmek, yayılmasını önlemek ve mücadele etmek için yapılan işe uygun tedbirler alır."

"Ortam havasında sağlığa zararlı ve/veya patlayıcı maddelerin bulunup bulunmadığının tespit edilmesi ve bu maddelerin konsantrasyonunun ölçülmesi için gerekli tedbirler alınır. Sağlık ve güvenlik dokümanında gerekli görülmesi halinde, elektrikli tesisatlar ve içten patlamalı motorların gücünü otomatik olarak kesen aygıtlar, belirlenmiş yerlerdeki gaz birikimlerini otomatik ve devamlı olarak ölçen kontrol aygıtları ve otomatik alarm sistemleri sağlanır. Otomatik ve mekanik ölçüm sonuçları sağlık ve güvenlik dokümanında öngörüldüğü şekilde kayıt altına alınır ve saklanır."

Bu yöndeki mevzuat hükümlerinin spesifik olarak grizulu maden ocakları için değerlendirilmesinde, patlamaya neden olabilecek metanın havadaki konsantrasyonunu alt patlama limiti altında kalacak şekilde seyreltilmesini sağlayacak uygun havalandırma sistemi tesis etmek en önemli tedbirdir. Bununla birlikte oluşabilecek patlayıcı ortamda patlayıcı ortamı tutuşturabilecek ekipmanları ayrıntılı olarak belirten patlamayı önleme planı hazırlanması ve buna göre ATEX ekipmanların tespiti gereklidir.

2.5. Patlayıcı Ortamın Tutuşmasını Önlemek

Yapılan işin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının engellenemediği durumlarda, bu ortamı tutuşturacak olan aşağıdaki faktörler incelenir;

- Sıcak yüzeyler,
- Elektrik ark ve kıvılcımları,
- Statik elektrik deşarj kaynakları,
- Elektromanyetik radyasyon,
- Atmosferik deşarjlar,
- Mekanik sürtünme sonucu oluşan ısı veya çarpma kıvılcımları,
- Ultrasonik dalgalar,

- Adyabetik şok dalgaları,
- İyonize radyasyonlar,
- Işık radyasyonları,
- Egzotermik reaksiyonlar,
- Açık alevler.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. İş Ekipmanlarındaki Gereklilikler

3.1.1. Patlayıcı ortamlarda kullanılacak iş ekipmanları

Patlayıcı ortamlarda kullanılacak iş ekipmanlarını belirlemede iki ana kriter esas alınır;

1) Çalışma esnasında oluşan kıvılcımın maksimum enerjisi,
2) Çalışma esnasında oluşan maksimum yüzey sıcaklığı.

3.1.2. Uygun ekipman

Patlayıcı ortama sebep olan maddenin yukarıdaki bölümlerde sıralanan özellikleri, bulunduğu BÖLGE'nin sınıfı ve ortam şartları dikkate alınarak;

- Teçhizat grubu,
- Koruma tipi,
- Kategorisi,
- Patlama grubu,
- Yüzey sıcaklığı.

Ayrıca, yukarıdaki özellikleri içeren sertifikası ile etiketleri üzerinde "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmeliğe (2014/34/AB) uygun, altı köşeli  (ATEX 100a),  sertifikası ve veren kuruluşa ait, rakam ve sembollerin bulunması gereklidir.

3.1.3. Ekipmanlardaki gereklilikler

KULLANIM YERİ, BÖLGE	GRUP	KATEGORİ	KORUMA TİPİ
Madenler, sürekli patlayıcı ortamda çalışabilir.	I	M1	Ex I-ia
Madenler, patlayıcı gaz oluşumunda elektriği kesilir	I	M2 +M1	Ex I-ia, ib, d, e, o,p,q
Di ğ er sanayi BÖLGE 0	II	1G	Ex II G - ia
Di ğ er sanayi BÖLGE 1	II	2G+1G	Ex IIG - ia,ib, d,e,o,p,q
Di ğ er sanayi BÖLGE 2	II	3G+2G+1G	Ex IIG -ia, ib,ic, d,e,o,p,q
Di ğ er sanayi BÖLGE 20	II	1D	Ex IID - ia
Di ğ er sanayi BÖLGE 21	II	2D+1D	Ex IID- ia, ib, d,e,o,p,q
Di ğ er sanayi BÖLGE 22	II	3D+2D+1D	Ex IID- ia, ib, ic, d,e,o,p,q

Şekil 1. Ekipmanlardaki Gereklilikler

3.2. Madencilik Ekipmanları

3.2.1. Grup I teçhizat

Madenlerin yeraltı bölümlerinde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları ve bu tip madenlerin grizu gazı ve/veya yanıcı tozlar tarafından muhtemel tehlike oluşturabilecek yerüstü tesislerinde kullanılan, M1 ve M2 teçhizat kategorilerini içeren parçalardır.

3.2.2. M1 Kategorisi

M1 kategorisinde olan ekipmanların özellikleri aşağıda sıralanmıştır;

- Nadiren gerçekleşebilecek olaylarda bile ortamı ateşlemeyecek şekilde tasarlanmalı ve işletilmelidir,
- Bir koruma vasıtasının arızalanması durumunda en az ikinci bir vasıta ile gerekli koruma seviyesini sağlamalı veya birbirinden bağımsız iki arıza halinde gerekli korumayı sağlamalıdır,
- Gerektiğinde ilave koruma vasıtaları teçhiz edilmelidir,
- Mevcut patlayıcı ortamda çalışır durumda kalmalıdır,
- Gerektiğinde içine toz geçirmeyecek şekilde teçhiz edilmelidir,
- Ortamdaki hava/toz karışımlarının patlamasına sebep olmayacak sıcaklık altında tutulmalıdır,

- Ateşleme kaynağı olabilecek parçaların açılması emniyetli şekilde olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu mümkün değilse açılan parçaya uyarıcı etiket iliştirilmelidir. Gerekirse uygun ek kilit sistemi bulunmalıdır.

3.2.3. M2 Kategorisi

M2 kategorisinde olan ekipmanların özellikleri aşağıda sıralanmıştır;

- Ağır çalışma şartlarında dahi ateşleme kaynağının hava ile teması engellenecek şekilde olmalıdır,
- Patlayıcı ortam söz konusu olduğunda teçhizatın enerjisi kesilmelidir,
- Ateşleme kaynağı olabilecek parçaların açılması emniyetli şekilde olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu mümkün değilse açılan parçaya uyarıcı etiket iliştirilmelidir,
- Tozdan kaynaklanan patlama tehlikeleri konusunda M1 kategorisine uygulanan gerekler uygulanmalıdır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Denetim ve Bakım

Denetim ve bakım için, aşağıdaki güncel belgele ve bilgilerin bulunması gereklidir.

a) Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması (bkz. IEC 60079-10);

b) Cihaz grubu ve sıcaklık sınıfı;

c) Koruma tipine (bkz. IEC 60079-0) uygun olarak muhafaza edilmesini sağlamak için yeterli kayıtlar (örneğin, cihaz listesi ve yerleri, yedek parçalar, teknik bilgiler, imalatçının talimatları).

4.2. Personel Nitelikleri

Tesislerin denetimi ve bakımı, cihazların koruma tipleri, kurulum kuralları ve düzenlemeler ile bölge sınıflandırmasının genel prensipleri hakkında deneyimli

personel tarafından gerçekleştirilecektir. Bu konudaki bilgi, deneyim ve eğitimin kanıtları mevcut olacaktır.

4.3. Olabilecek Patlama Etkisinin Büyüklüğü

İşyerinde alınacak önlemler belirlenirken, bu önlemlere rağmen oluşabilecek patlamanın etkisi ile karakteristiği de değerlendirilmelidir. Bu yapı içinde ortamda bulunan yanıcı tozların neden olabileceği ikincil ve üçüncül patlamanın sonuçlarını incelemek için oluşan şok dalga basıncının patlama merkezinden uzaklığına göre değişimi ve çalışan personel ve çalışma alanlarının durumu incelenir. Patlama basıncından kaynaklanan hasar, basınç dalgasından oluşan tepe basıncın yüzeye bıraktığı etkinin hesaplanmasıyla belirlenir. Hasar yüksek basınç oranı ve basınç dalgasının devam ettiği zaman ile orantılıdır. Patlama etkilerinin hesaplanmasında ulusal veya uluslararası standartlar ile kabul görmüş ve ispatlanmış bilimsel metotlar ve modellemeler kullanılmalıdır.

5. SONUÇLAR

5.1. Patlamanın Zararlı Etkilerini Azaltacak Önlemler

Pek çok durumda, patlayıcı ortamlardan ve tutuşturucu kaynaklardan kaçınmak mümkün olmayabilir. Bu durumda önlemler patlamanın etkilerini kabul edilebilir bir ölçüde azaltmak için alınmalıdır.

5.1.1. Teknik önlemler

- Patlama basınç dirençli tasarım,
- Patlama basınç şok dirençli tasarım,
- Patlama tahliyesi,
- Patlama bastırma,
- Parlama önleyicileri,
- Sürekli yanma için alev tutucular,
- İnfilâk tutucuları,

- Geriye dönüş önleyicileri,
- Söndürme bariyerleri.

5.1.2. Organizasyonel önlemler

- Çalışma yönergeleri,
- Çalışanların eğitimi, ölçme ve değerlendirme,
- Çalışma izin sistemi,
- Düzenli bakım ve kontrol,
- Çalışanların ve çalışmaların sürekli denetimi,
- Tehlikeli alanların işaretlenmesi.

KAYNAKLAR

Resmi Gazete, 2016, *Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile ilgili Yönetmelik*, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/06/20160630-13.htm

Resmi Gazete, 2013, *Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik*, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/04/20130430-6.htm

EN 60079-10-0 Standardı

EN 66079-10-1 Standardı

SEVESO DİREKTİFİNİN MADENCİLİK SEKTÖRÜNDEKİ UYGULAMALARI

THE IMPLEMENTATION OF SEVESO DIRECTIVE IN MINING SECTOR

K. Tomas
Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırılması Anabilim Dalı, Ankara

Ö. Asal
Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırılması Anabilim Dalı, Ankara

ÖZ: Büyük endüstriyel kazaların önlenmesine yönelik Avrupa Birliği uyum süreci doğrultusunda 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30. Maddesi (ğ) bendine istinaden 96/82/AT direktifi uyumlaştırılarak 30 Aralık 2013 tarihinde "Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik" olarak yayımlanmıştır. Anılan Yönetmelik, şu an için ülkemiz ekonomisindeki en önemli 600 endüstriyel kuruluşu kapsamaktadır. Bunlardan 7 adet maden kuruluşu arıtma ve işleme faaliyetleri nedeniyle kapsamda bulunmaktadır. Bu faaliyetleri veya bulundurdukları kimyasalların cinsi ve miktarı itibarıyla BEKRA sistemine giriş yapması zorunlu olan tesislerin başka maden kuruluşlarının da bulunduğu değerlendirilmektedir. Yönetmelik kapsamına giren bu tür kuruluşlar için güvenlik yönetim sistemi kurulması, bu sistemin sahaya uygulamalarının yapılması ve yönetmeliğin tüm unsurlarını kapsaması esastır.

Anahtar Kelimeler: Güvenlik Raporu, SEVESO, Güvenlik Yönetim Sistemi, Madencilik Sektörü SEVESO Uygulamaları.

ABSTRACT: *In the process of European Union harmonization period for the prevention of major industrial accidents, Article 30 (ğ) of the Law No. 6331 on Occupational Health and Safety was harmonized with Directive 96/82 / EC and was published as "Regulation on the Prevention and Reduction of Major Industrial Accidents" on 30 December 2013. The Regulation currently encompasses the 600 most important industrial enterprises in our country's economy. Seven mining establishments are included because of their treatment and processing activities. It is considered that there are other mining establishments of the facilities which are obliged to the BEKRA system in terms*

of the nature and amount of these activities or the chemicals they hold. The implementation of the safety management system for such organizations falling within the scope of the Regulation are essential, and the scope of all elements of the regulation must match with the regulation.

Keywords: *Safety Report, SEVESO, Safety Management System, The Implementation of SEVESO in Mining Sector*.

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgi ve Kavramlar

Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler bir yandan insanların daha rahat yaşaması için olanaklar sağlarken, uygulanmaya başlanan yeni yöntemler yeni sağlık ve güvenlik sorunları yaratmıştır (Bilir, 2004). Hızlı ve kontrolsüz sanayileşme süreci ve üretimin giderek yoğunlaşması iş kazaları ve meslek hastalıkları bunun yanında çevre kirliliği gibi sorunların önemli boyutlara ulaşmasına neden olmuştur. Dünyada ve ülkemizde meydana gelen iş kazaları ve endüstriyel kazalar, binlerce ölüm ve yaralanmaya, çevre kirliliği ile büyük maddi ve manevi kayıplara neden olmaktadır.

Dünya'da teknolojik ve sosyal alanda yaşanan hızlı gelişmeler ve ilerlemeler inanılmaz derecede enerjiye, kimyasallara, hammaddeye ve yiyeceğe ihtiyacı artırmıştır. Bu ihtiyaç, fabrikaların ve tesislerin büyüklüğünde ve karmaşıklığında artışa neden olmuştur. Bu büyüme ekonomik yararlara neden olmasının yanı sıra yeni tehlikeleri beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla bu tehlikelerden mutlak suretle kaçınılması ve bu tehlikelere karşı önlem alınması gerekmektedir (Khan vd., 1999a). Bu gelişmeler sonucunda Dünyanın farklı bölgelerinde yaşanan endüstriyel kazaların ağır sosyal, ekonomik ve çevresel etkisi olmuştur. İtalya Seveso'da 1976 yılında yaşanan kaza, Hindistan Bhopal'da 1984 yılında yaşanan toksik sızıntı bu konuda alınması gereken düzenlemeler ile ilgili belirleyici olmuştur. Marsh Enerji'nin raporunda 1970 ve 2011 yılları arasında yaşanan en büyük 100 maddi hasara neden olan kazaların

hidrokarbon proses endüstrilerinde olduğunu belirtmiştir (Marsh, 2012). Proses güvenliği kavramı küresel anlamda tehlikelerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, risk değerlendirmesi, güvenlik önlemlerinin alınması ve güvenlik ile ilgili kritik kararların verilmesi sürecinde ortak bir dil oluşturmuştur (Gibson, 1999).

Proses güvenliği iş sağlığı ve güvenliğinden farklı bir alandır. Proses güvenliği yangın, patlama ve toksik yayılım gibi büyük endüstriyel kazalara odaklanırken iş sağlığı ve güvenliği kayma, takılma, düşme gibi konulara odaklanmaktadır (Bahr, 1997).

Büyük endüstriyel kazalardan kaynaklanabilecek kayıpların azaltılmasında ve önlenmesinde tehlike belirleme çok önemli bir yere sahiptir. Tehlikeler belirlendikten sonra savaş yarı yarıya kazanılmış gibidir (LEE'S Process Safety Essentials, 2014)

Sanayi kuruluşlarının çevreye olan etkisinin en önemli boyutu endüstriyel kazalardır. Bazı büyük kazaların etkileri yalnızca işyeri ile sınırlı kalmaz, çevre halkının sağlığı ve güvenliği bakımından da önem taşır. Tehlikeli maddelerin üretimi, depolanması ve kullanımı nedeniyle dünyada yaşanan büyük endüstriyel kazaların bazıları aşağıda tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 1. Dünya'da Belirgin Büyük Endüstriyel Kazalar

YIL	YER	OLAY	SONUÇ
1976	İtalya-Seveso	Tetraklorodibenzodioksin sızıntısı	30 kişi zehirlendi,600 tahliye.
1984	Hindistan-Bhopal	Metilsosiyanat sızıntısı	2000 ölü, 200.000 etkilendi.
1984	Meksika-M.City	Propan patlaması	650 ölü,4000 yaralı.
2000	Hollanda-Enschede	Havai fişek fabrikasında patlama	21 ölü,500 yaralı,5300 kişi etkilendi.
2000	İtalya-Roma	Siyanür sızıntısı	Tuna nehrindeki canlı hayatını etkilendi

Yaşanan maddi ve manevi çok büyük zararlara sebep olan bu tür kazaların sonucunda tehlikeli kimyasal maddelerden kaynaklı zararlardan işyerinin, çalışanların, halkın ve çevrenin korunması için klasik iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarından farklı olarak yeni, bilimsel ve sistematik yaklaşımların uygulanması zorunlu hale gelmiştir (ILO, 1991). Sonuç olarak, Avrupa Birliğinde 82/501/EEC SEVESO I, 96/82/EC SEVESO II 2012/18/EU Sayılı direktiflerin ardından 1 Haziran 2015 tarihinde SEVESO III Direktifi yürürlüğe girmiştir.

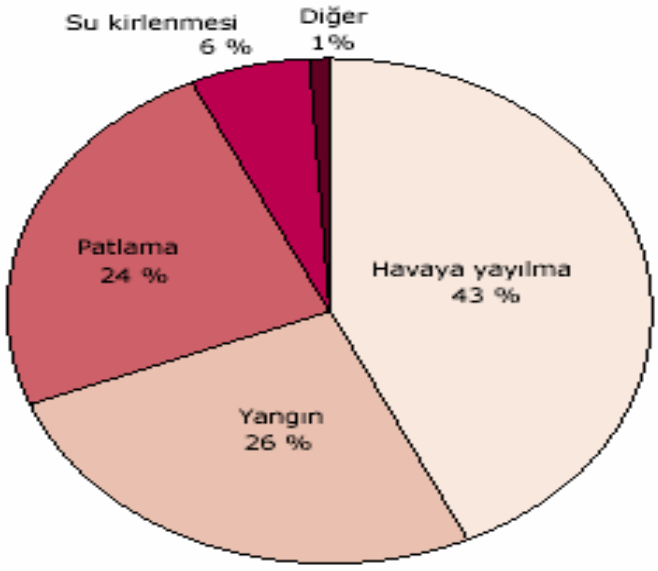
Ülkemizde ise Avrupa Birliğine tam üyelik sürecinde ülkemiz 96/82/EC SEVESO II Direktifini uyumlaştırmak ve kendi iç mevzuatına aktarmakla yükümlü olduğundan; Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik 30 Aralık 2013 tarihli Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

Çizelge 2. Ülkemizde Yaşanan Büyük Endüstriyel Kazalar

YIL	YER	OLAY	SONUÇ
1997	Kırıkkale – MKE	Mühimmat fabrikasında patlama	Şehrin tahliyesi, büyük maddi hasar
1999	İzmit - Tüpraş	Akaryakıt depolama tankları yangını	200 milyon dolar hasar
2002	Kocaeli - Akçagaz	LPG dolum tesisinde yangın ve patlama	3 yaralı 3 milyon lira zarar yaralı.
2004	Mersin - Ataş	Tank tam yüzey yangını	50 metre çapında tank kullanılamaz hale geldi
2007	İzmir - Aliağa	Boya ve vernik fabrikası yangını	Büyük maddi hasar
2011	Batman	LPG dolum tesisinde patlama	3 ölü, büyük maddi zarar

Endüstriyel kazalar oluş nedenleri ve bu kazalara karışan kimyasallar açısından farklı olmasına rağmen ortak noktalar içermektedirler. Endüstriyel kazaların ortak yanı yangın, patlama, toksik maddelerin yayılması ve sonuç olarak fabrikanın içinde ve dışında bulunan insanların zarar görmesi ve bu endüstriyel kazaların büyük ölçüde çevresel zararlara sebep olmasıdır. Yanıcı, patlayıcı veya toksik kimyasalların depolanması ve kullanılması endüstriyel kazaların olma olasılığını artırmaktadır ve bu maddelerin karıştığı kazalar genel olarak büyük tehlikeler (Major Hazards) olarak adlandırılmaktadır. Bu tehlike, kullanılan kimyasalın doğası ve maddenin miktarının bir fonksiyonudur (North, 1991).

Avrupa'da yaşanan büyük endüstriyel kazaların %50'sinin yangın ve patlamalarla ilgili olduğu görülmektedir. Havaya yayılan tehlikeli maddeler endüstriyel kazaların hemen hemen yarıya yakınını oluştururken, su kirlenmesi kazaların yalnızca %6'lık bölümünde görülmektedir. Endüstriyel kazaların oluşma nedeni incelendiğinde, ana nedenin mekanik arızalar olduğu, hemen ardından da özellikle organizasyonel bağlamda insan faktörünün geldiği görülmektedir (EAA, 2005). Avrupa'da yaşanan endüstriyel kazaların sebepleri aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 1. Avrupa'da yaşanan endüstriyel kazaların sebeplerine göre dağılımı

1.2. Altın Madenciliğinde SEVESO Uygulamaları

Maden, diğer adıyla cevher yer kabuğunda iç ve dış doğal etkenlerle oluşan, ekonomik yönden değer taşıyan minerallere verilen addır. Madencilik ise yer kabuğunda bulunan çinko, bakır, alüminyum, bor, altın vb. gibi madenlerin yer kabuğunda bulundukları yerden kazılıp çıkarılma, işlenme ve madencilik yapılan yerlerin doğaya yeniden kazandırma faaliyetlerini kapsayan bir alanıdır. Yeryüzünde bulunan araç ve gereçlerin asıl hammaddesi doğal kaynaklardan, özellikle madenden oluşmaktadır. Geçmişten günümüze tarihin, medeniyetlerin ve kültürün gelişmesi madencilik ile paralel seyir göstermiştir. İnsanoğlunun ilk madeni buluşu ve işleyişi çok eskilere dayanmaktadır.

1.2.1. Altın içeren kayaların çıkartılma yöntemleri

Maden arama çalışmaları sonrasında rezervi tespit edilen altın cevheri bulunduğu yerden açık ocak ve kapalı ocak (Yeraltı Madenciliği) şeklinde yapılmaktadır.



Şekil 2. Tüprag metal madencilik açık ocak



Şekil 3. Agnico Eagle Mines Ltd.

Cevherin bulunduğu yerden çıkarılış yöntemleri delme, patlatma ve/veya nakliye şeklinde olabilmektedir.

1.2.2. Altın zenginleştirme yöntemleri

Zenginleştirme yönteminin seçimi cevherin mineralojik, jeolojik, metalürjik özellikleri ile çevresel ve coğrafik faktörler değerlendirilerek yapılır. İçerisinde altın ihtiva eden cevher proses ünitesine gelir, aşağıdaki işlemlerden geçerek boyut küçültme işleri gerçekleştirilir;

- Kırma
- Eleme
- Öğütme (değirmende – bazı maden operasyonlarında cevherin yapısına göre altını çözündürmek için bu aşamada (öğütme aşamasında) sisteme kimyasal/siyanür verilebilir.)

Yukarıdaki işlemler sonucu boyutu küçültülmüş altın cevheri, cevherin yapısına göre aşağıdaki işlemlerinden birisi kullanılarak zenginleştirme yapılır.

Çizelge 3. Altın Zenginleştirme Yöntemleri

No	Altın Zenginleştirme Yöntemi	Dünya Altın Üretimindeki Uygulanması
1	Gravimetrik Yöntem	%3 - 5
2	Flotasyon Yöntemi	%10 - 14
3	Siyanür Liçi Yöntemi	%83 - 85

1.2.2.1.Siyanür liçi yöntemi

Siyanür, altını, seçimli olarak çözebilen ender kimyasallardan bir tanesidir. Gözle görülemeyecek kadar küçük taneli altınların elde edilmesinde seyreltik siyanür çözeltisi ile (on bin damla su içerisine 3 ya da 5 damla serbest siyanür) katı halde bulunan altın zerrecikleri çözünerek altının sıvı hale getirilmesi işlemine siyanür liçi yöntemi denmektedir. Dünya altın üretiminin yaklaşık %85 i siyanür liçi yöntemi ile gerçekleştirilmektedir.

Altını siyanürle çözüp sıvı hale getirme işlemi cevherin özelliğine göre genellikle yığın liçi ya da tank liçi yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir.

Altın Madenciliğinde, genel olarak yığın liçi veya tank liçi aşamasında değişik türde kimyasallar kullanılmakta olup (Siyanür vb.) bu tür kimyasallar nedeniyle mevzuatın öngörmüş olduğu miktar ve/veya tonajlarda SEVESO kapsamına girmektedir.

Yığın liçi veya tank liçinden sonra altın içerikli solüsyon ADR tesisine gönderilerek işleme girer. Burada sıvı faza geçmiş olan ceviz kabuğundan yapılan mercimek büyüklüğündeki aktif karbonla muameleye sokulur. Sıvı fazdaki altın ve gümüş aktif karbon tarafından soğrulur. Altın ve gümüşü bünyesinde toplayan aktif karbonlar özel elekler yardımıyla ortamdan uzaklaştırılır ve üzerindeki altın ve gümüşler sıyırma ünitesine gönderilerek belirli bir sıcaklık ve basınç altında gerekli koşullar sağlanıp sıyrıldıktan sonra altın ve gümüş yüklü solüsyon elektroliz ünitesine gönderilir. Elektroliz ünitesinde katotta toplanan altın ve gümüş basınçlı su ile yıkanmasının ardından filtrelenerek kurutma fırınında kurutulup ergitme fırınına gönderilir. Burada ergitilerek potalara dökülür. Potalardan çıkartılan altına dore külçe denilir.



Şekil 4. Dore Külçe Altın Dökümü

1.2.3. Altın zenginleştirmesinde kullanılan temel kimyasallar

Altın zenginleştirmesinde kullanılan temel kimyasallar aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4. Altın Zenginleştirmede Kullanılan Temel Kimyasallar

Kimyasal Formülü	**Kimyasal Adı**
NaCN	Sodyum Siyanür
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ca(OH)2	Kalsiyum Oksit (kireç)
Na2S2O5	Sodyum Metabisulfit
CuSO4	Bakır Sulfat
H2SO4	Sulfürik Asit
HCl	Hidroklorik Asit
C	Aktif Karbon
Flokulant	Polielektrolit
Antiskalant	-
Na2B4O7.5H2O	Boraks
Na2CO3	Ağır Soda Külü
SiO2	Silis
CaF2	Kalsiyum Florit
NaNO3	Sodyum Nitrat

Ticari ölçekte altın elde edilmesinde siyanür kullanımına ilk olarak 1889'da Yeni Zelanda'da Crown Altın Madeni'nde başlanmış olup halen dünyada 800 tane altın ve gümüş madeninde siyanür kullanılarak altın ve gümüş üretimi yapılmaktadır.

Siyanür; kayaların içinde gözle görülemeyecek kadar küçük altın zerreciklerini çözündürerek katı haldeki altının sıvı hale getirilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle altın üretiminde siyanür kullanımı teknik bir zorunluluktur.

Siyanürün yanısıra direktif ve ilgili mevzuat çerçevesinde aşağıda belirtilen kimyasalların da değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 5. Altın Zenginleştirmede SEVESO Kapsamına Giren Bazı Kimyasallar

Kimyasal Formülü	Kimyasal Adı	Tehlike İbaresi	Tehlike	Alt Seviye (Ton)	Üst Seviye (Ton)
NaCN	Sodyum Siyanür	R28, R27, R26, R48, R50, R50/53	Çok Toksik, Çevre İçin Tehlikeli	5	20
CuSO4	Bakır Sulfat	R22, R38, R36, R50, R50/53	Çevre İçin Tehlikeli	100	200
HCl	Hidroklorik Asit	R23, R34, R35	Toksik	50	200

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Güvenlik Yönetim Sistemi

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri İşyerlerinde sağlık faktörlerinin iyileştirilmesi, yetersiz çalışma koşulları, yetersiz bilgilendirme ve ilgi yetersizliği gibi nedenlerle oluşan iş kazaları sonucu verilen zararları azaltmayı hedefler (Fan vd., 2014). 2012 senesi için Amerika Birleşik Devletlerinde her gün yaklaşık 13 kişinin iş kazaları nedeniyle hayatını kaybetmesinden dolayı her yıl 170 milyar dolar para kaybı yaşanmaktadır. Bunun yanında ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) her gün yaklaşık 6300 kişinin iş kazaları ya da iş ile ilgili hastalıklar yüzünden hayatını kaybettiğini ve her yıl yaklaşık 317 milyon iş kazasının gerçekleştiğini raporlamıştır (ILO, 2016). Bu rakamlar işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili olarak işyerinde bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin uygulanmasının önemini açıkça ortaya koymaktadır (Zanko vd., 2012).

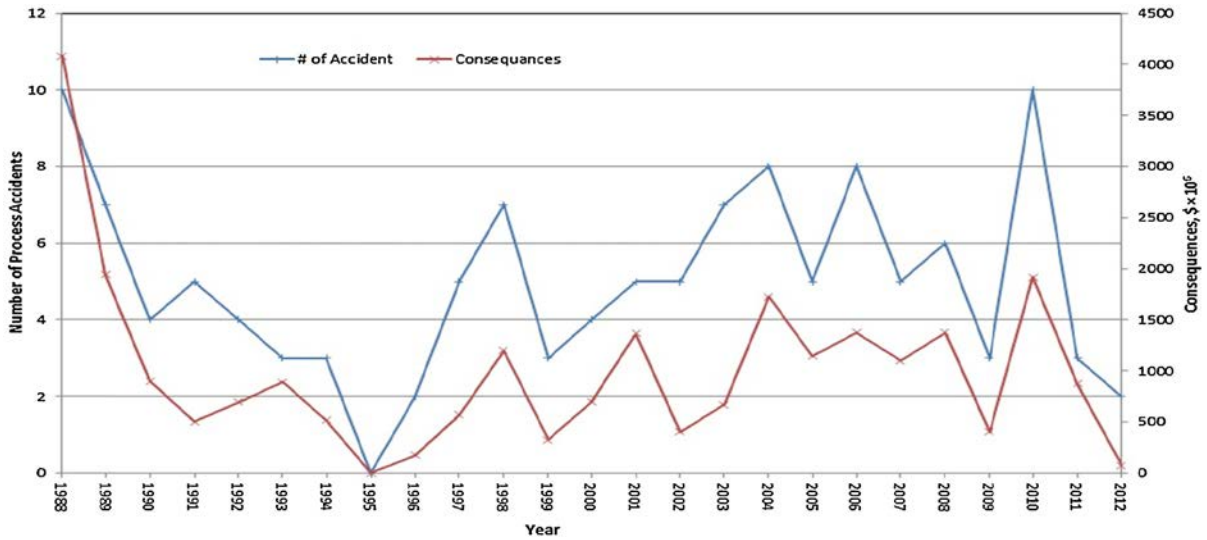
Granerud ve Rocha'ya göre (2011), İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ilgili yöneticilere zorluklara başa çıkabilmek ve işyerlerinde riskin gerçekleşme olasılığını azaltmaya yönelik sistematik bir yoldur.

Günümüzde mesleki riskleri proaktif olarak minimize etmeyi ve sağlık ve güvenlik yönetimini sürekli kılmayı amaçlayan ve İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimine yoğunlaşan birçok sistem vardır (Robson vd. 2007).

Abad vd. (2013) e göre birçok ulusal ve uluslararası kuruluş İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili prosedürler yayınlamıştır. Örn. ILO-OHS 2001, AS/NZS 4804:2001, BS 8800, BS OHSAS 18001:2007.

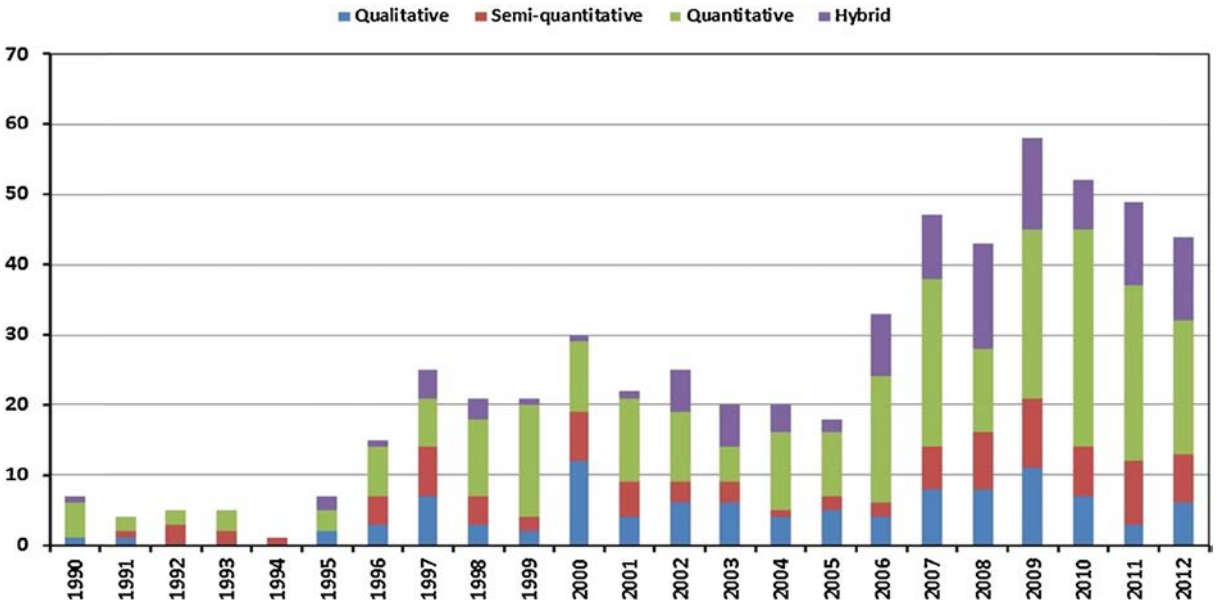
OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri arasından endüstri içerisinde çeşitli büyüklükte ve sektörlerde uygulanan en baskın yönetim sistemidir. Çalışanların sağlık ve güvenlik ile ilgili sürekliliğinin sağlanabilmesini sağlayan sistematik ve planlı bir yaklaşım ortaya koyar. (Muniz vd., 2012)

Keeney (1982) karar verme problemlerinin karmaşıklığı ile ilgili olarak 12 faktörün olduğunu ortaya koymuştur. Bu faktörler; Çoklu hedefler, iyi alternatiflerin tanımlanmasındaki zorluklar, belirsizlik, uzun zaman dilimleri, etkilenen çok sayıda grupların olması, risk ve belirsizlik, hayata karşı bir risk olması, disiplinler arası olması, birçok karar vericinin olması, değer değiş tokuşları, karar vericilerin risk algısı ve kararın birbirini etkileyen doğası olarak karşımıza çıkar. Karar verme süreci birbirinden farklı ve bağımsız birçok faktörden etkilenebilmekte veya farklı birçok hedefe sahip olabilmektedir.



Şekil 5. 1988-2012 Seneleri arasına kaza analiz trendleri

Proses Güvenliğinde tehlike belirleme ve risk değerlendirme kısmında dört türlü yaklaşım vardır.



Şekil 6. Yıllara göre risk değerlendirme kullanım metodları

1. Kalitatif Analiz: Kalitatif Analizler verilerin sayılar kullanılmadan grafiksel, akış diyagramları ve veri kaynağı olarak gösterildiği tekniklerdir.

2. Yarı Kantitatif Analiz: Bu yöntem neticeyi sayısal olarak net olarak vermez ancak yaklaşık sonuçlar verir. Bu yöntem risklerin doğrudan ölçülmesinin mümkün olmadığı ve yapılan çıkarımların kabul edilebilir olduğu durumlarda kullanılır.

3. Kantitatif Analiz: Yapılan literatür çalışmalarında araştırma makaleleri genel olarak kantitatif analiz yöntemlerine yoğunlaşmaktadır. Bunun sebebi ve bu yöntemin genel olarak sağladığı yarar, realistik sayısal veriler ile riskin anlaşılması ve karar verme sürecinde sağladığı yararlardır.

4. Hibrid Analiz: Bu yöntem genel itibari ile kalitatif ve kantitatif yöntemlerin bir kombinasyonudur. Yarı kantitatif analiz yöntemlerinden farkı daha kesin ve realistik sonuçlar vermesidir (Khan, 2015).

(BSI, 2007)'de karar verme modelleri için 6 ölçüt belirlenmiştir.

Genel Gereklilikler: Firma İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ile ilgili kapsamı tanımlamalı ve dokümante etmelidir.

1. İş Sağlığı ve Güvenliği Politikası: Üst yönetim, organizasyonun, iş sağlığı ve güvenliği politikasını tanımlamalı ve yetkilendirmelidir. Politika, kuruluşun

risklerinin doğası ve kapsamı ile uyumlu olmalı, yaralanmaların önlenmesi ile ilgili taahhütler, yasal gereklilikler ile ilgili uyumun sağlanacağı ile ilgili taahhütler, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili performans kriterlerinin belirleneceği ve gözden geçirileceği gibi kısımları içermelidir.

2. Planlama: 3 Kısımdan oluşmaktadır.

Tehlike Tanımlama, Risk değerlendirme ve karar verme: Firma tehlike belirleme, risk değerlendirme ve gerekli tedbirlere karar verilmesi ile ilgili olarak bir prosedür kurmalı, uygulamalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

Yasal ve Diğer Gereklilikler: Kuruluş yasal gerekliliklere ve diğer iş sağlığı ve güvenliği gerekliliklerini sağladığını göstermelidir.

Hedef ve Programlar: Kuruluş İş Sağlığı ve Güvenliği hedeflerini, ilgili fonksiyonlarını ve seviyelerini dokümante etmelidir.

4. Uygulama ve Operasyon: Bu kısımda 7 kriter bulunmaktadır.

- Görev, yetki, sorumluluk, kaynak ve yetkili kişinin tanımlanması,
- Yeterlilik, eğitim ve bilgilendirme,
- İletişim, katılım ve danışma,
- Dokümantasyon,
- Dokümanların kontrolü,
- Uygulamanın kontrolü,
- Acil Durum Hazırlık ve Planlama .

5. Kontrol: Bu kısım 5 ayrı kısımdan oluşmaktadır.

- Performans ölçümü ve izleme,
- Gerekliliklere uyumun değerlendirilmesi,
- Olay inceleme, uygunsuzluklar, düzeltici ve önleyici uygulamalar
- Kayıtların kontrolü
- İç Denetim

6. Yönetimin Gözden Geçirmesi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması amacıyla oluşturulan bir güvenlik yönetim sistemi içerisinde büyük kaza önleme politikasının belirlenmesi ve uygulanması için gerekli olan organizasyon yapısını, sorumlulukları, uygulamaları, prosedürleri, süreçleri ve kaynakları da içerisine alan genel yönetim sisteminin bir parçasını içerecektir. Büyük endüstriyel kazalara ilişkin Güvenlik Yönetim Sistemini aşağıda belirtilen konu başlıklarını içermelidir.

- Organizasyon ve Personel
- Büyük Kazaların Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi
- İşletim Kontrolü
- Değişim Yönetimi
- Acil Durumlar için Planlama
- Performansın İzlenmesi
- Denetleme ve İnceleme

Organizasyon ve personel: Organizasyonun bütün kademelerinde, büyük tehlikelerin önlenmesinde yer alan personelin görev ve sorumluluklarının tanımlanması ve bütün çalışanlar için eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi ile bu eğitimlerin sağlanması gereklidir. Çalışmalar alt işverenleri ve üçüncü şahısları da kapsamalıdır.

Büyük kazaların belirlenmesi ve değerlendirilmesi: Rutin ve rutin olmayan işlemlerden kaynaklanan büyük tehlikelerin, sistematik bir şekilde belirlenmesi için prosedürlerin benimsenmesi ve uygulanması ve bu tehlikelerin olasılığı ve şiddetinin değerlendirilmesi gerekmektedir. İşyerinde gerçekleştirilen faaliyetlerden ve bu faaliyetler esnasında işlenen veya üretilen maddelerden kaynaklanabilecek bütün tehlikeleri sistemli bir şekilde belirlemeli ve düzenli olarak bunların değerlendirmesini yapılmalıdır.

İşletim kontrolü: Tesisin bakımı, süreçleri, ekipman ve geçici kesintileri de içine alan, güvenli işletme için prosedür ve talimatların benimsenmesi ve uygulanması gereklidir.

Değişimin yönetimi: Yapılacak değişikliklerin planlanması ya da yeni tesislerin, süreçlerin ya da depolama faaliyetlerinin tasarımı için prosedürlerin benimsenmesi ve uygulanması gereklidir.

Acil durum planlaması: Sistematik analiz ile önceden tespit edilebilecek acil durumların belirlenmesi, acil durum planlarının hazırlanması, test edilmesi ve gözden geçirilmesi, bu tür acil durumlara cevap verilebilmesi ve ilgili personel için özel eğitim sağlanması amacıyla, prosedürlerin benimsenmesi ve uygulanması gereklidir. Bu tür eğitimler, kuruluşta çalışan bütün personele verilmelidir.

Performansın izlenmesi: Hazırlanan büyük kaza önleme politika belgesi ve güvenlik yönetim sistemi ile belirlenen hedeflerle uyum sağlanmasının değerlendirmesi için prosedürlerin benimsenmesi ve uygulanması, uyum sağlanmaması durumunda, düzeltici faaliyetlerin araştırılması ve bu önlemlerin alınması için mekanizmalar oluşturulması. Prosedürler, tam anlamıyla gerçekleşmemiş büyük kazaların raporlanması için gereken işletme sistemini ve özellikle de önleyici önlemlerin başarısızlığa uğraması ve bunlardan çıkarılan dersler ışığında araştırılıp izlenmesini de kapsamalıdır.

Denetleme(iç denetim) ve gözden geçirme: Büyük kaza önleme politikasının ve güvenlik yönetim sisteminin etkinliği ve uygunluğunun, periyodik ve sistematik bir şekilde değerlendirilmesi için prosedürler benimsenecek ve uygulanacak politika ve güvenlik yönetim sisteminin performansı, dokümante edilerek incelenecek ve üst yönetimce gözden geçirilerek güncellenmelidir.

4. SONUÇ

Büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması için mutlaka bilimsel ve sistematik şekilde bir güvenlik yönetim sistemi kurulmalı ve kurulan

bu sistemin etkinliği kontrol edilmelidir. Bu kontroller yapılırken kuruluşun hem ulusal hem de uluslararası standartları sağlamaması çok önemlidir.

KAYNAKLAR

LEE'S Process Safety Essentials, 2014, syf 81

Methods and Models in Process Safety and Risk Assessment: past, present and future, Khan, 2015,syf 9

Methods and Models in Process Safety and Risk Assessment: past, present and future, Khan, 2015,syf 12

Methods and Models in Process Safety and Risk Assessment: past, present and future, Khan, 2015,syf 16

Altın Madencileri Derneği, *http://altinmadencileri.org.tr/adan-zye-altin-madenciligi/*

Resmi Gazete, 2013, *Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.19193&MevzuatIliski=0&sou*

MADENCİLİKTE MESLEK HASTALIKLARI VE TARAFLAR

OCCUPATIONAL DISEASES IN MINING AND PARTIES

A. Kayınova
Halk Sağlığı Bilim Uzmanı, İşyeri Hekimleri Derneği Başkanı

ÖZ: Çalışanın hayatını olumsuza doğru değiştirmesi yönü ile meslek hastalıkları için ülkemizin henüz yeterli bir bilgi ve bilinç düzeyine ulaşamadığını söylemek mümkündür. Zaten meslek hastalıkları açısından SGK istatistiklerini irdelediğimizde henüz uygun yol ve yöntemlerle mücadele edilmediği açıkça görülmektedir. Hatırlanırsa 6331 Sayılı Kanun yürürlüğe girer girmez gerek Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın bürokratlarınca verilen yaygın eğitimlerle ülkede iş sağlığı ve güvenliği alanında "kültür değişimi" kavramı üstünden bir farkındalık yaratılmaya çalışılmışdı. Ne var ki sıklıkla iş kazaları tabanlı sürdürülen bu faaliyetlerin içinde meslek hastalıklarına yeterli düzeyde yer verilmemektedir. İşsizlik baskısı altında her şartta çalışmaya hazır olan işçide, anlık olay olan kazalara karşı bile duyarsızlık mevcut iken, on yıllar içinde oluşan meslek hastalıklarına karşı korunmacı bir tutum kazandırmak alanda çalışan profesyonellerin en büyük sorunudur. İşverenler zaten iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını bir yük olarak görmektedir. İşçiler ise özellikle meslek hastalıkları yönüden sağlığını kaybetmenin yanında sosyoekonomik ve hukuksal boyutlarda yeni ek sorunlar yaşamaktadır. Zaten beden gücüne dayalı ilkel yöntemlerle yapılan kömür madenciliğinin içindeki onca sorun varlığında işçi sağlığını kaybetmektedir. İşin sağlığı kavramı öncelenirken, "insan" kavramının adeta unutulduğu, işçinin ve ailesinin yaşamının dışlandığı, Sosyal Devlet kavramının yok hükmüne geldiği neoliberal süreçte işçi işini de kaybetmekte, kayıt dışı istihdama kaçmakta, ailesi ile birlikte yokluk ve yoksunluk yaşamakta, eşitsizlikler derinleşmekte, ulusal düzeyde ise sigortacılık sisteminin tedavi ve tazminat boyutları ile uzun erimli çıkarlarına gizli bir saldırı süreci yaşanmaktadır. İşçi sadece kendisi değil ailesi ile birlikte girdiği kısır döngü ile sistem adeta yeni kölelerini yaratmaktadır. Bugün için ülkemizde işçi sağlığı ve güvenliğinde kültür değişimi istiyorsak mücadele öncelikle sosyopolitik düzeyde olmalı, yönetsel kararlılık netleştirilmeli, söylemlerde kalmamalı uygulamaya dönüştürülmelidir. Teknik ve tıbbi boyutları ile İSG uygulamaları ile süreç desteklenmeli, bilimi kullanarak insan hayatına dokunulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Meslek Hastalığı, Kültür Değişimi, Neoliberal Süreç.

ABSTRACT: *It can be said that it is not reached to proficient level of knowledge and awareness about occupational diseases in our country yet. It might be clearly observed when statistics of Social Security Institution (SGK) about occupational diseases examined that we do not struggle in proper methods. After Act 6331 came into force, bureaucrats of Ministry of Labour and Social Security realized many trainings and tried to create awareness over the concept of "change of culture" in the field of occupational health and safety. But, in these trainings trainers mostly discussed about occupational injuries, not occupational diseases. Workers were ready to work in every condition under the pressure of unemployment and they were insensitive to even accidents which are instantaneous events. So, it is the biggest issue for OHS professionals to gain preventive attitude against occupational diseases those occur in decades. Employers got OHS precautions as a burden already. Workers have additional problems in socioeconomic and legal areas beside health issues. Coal mining depends on body strength and done with primitive methods in Turkey. Worker and his family is isolated, the concept of "human being" is forgotten. Social state is fall into disuse in Neoliberal policy. When a worker diagnosed any "occupational illness" he lost his job, tries to work uninsured, lives in poverty and deprivation, inequality increases, a secret attack to national insurance system occurs. The system creates new slaves in the vicious circle of that worker's life. If we want a cultural transformation of OHS, the struggle should be at sociopolitical area, administrative determination should come into practice. The process should be supported with best OHS practices, science should touch to human life.*

Keywords: *Occupational Disease, Cultural Exchange, Neoliberal Process.*

1. MADENIN ORTASINDA, YAŞAMIN KENARINDA…

Sabah 05.30… O sabahın Adil için diğer sabahlardan hiç bir farkı yoktu. Ya da kim bilir belki de o öyle olmasını umuyordu. Her sabah yaptığı gibi yerden kirli elbiselerini aldı, silkeledi ve giydi. Elbise dediği de doktorun eski kazağı ve pantolonuydu esasında. Köydeki ihtiyacı olan insanlara versin diye eskilerini puantöre vermişti işyeri doktoru. Puantör çok da eski olmayan o pantolon, kazak ve tişörtleri işçilere dağıtmış, alın giyin iş kıyafeti niyetine demişti. Zaten işçiler hep kendi kazaklarıyla, pantolonlarıyla çalışırdı madende. Hatta doktor kazağını bir gün Adil'in üstünde gördüğünde önce irkilmiş, sonra da yutkunup sesini

çıkarmadan arkasını dönmüştü. Ne yapabilirdi ki zaten, Adil'e çıkar onu mu diyecekti, iş kıyafetin nerede mi diyecekti? O da çok iyi biliyordu artık işverenin sadece ama sadece maaş verdiğini!

Adil kazağı giyerken üstünden yere dökülen kömür parçalarına aldırmadan evinin kapısına yöneldi. Alışkındı üstündeki kömür tozu ile birlikte yaşamaya. Hatta belki de içindeydi de o toz! Doktorların bile ilgilenmediği, hatta belki de bilmediği bir şeydi bu toz. O nasıl bilebilirdi ki ilkokul mezunu hali ile? Kaldı ki doktor olsa bu işi de yapmazdı. Bırakın doktorluğu okuryazar olması bile yeterli görülerek büyütülmüştü zaten. Ama babasının bu toz hastalığından ölmüş olması belki biraz da olsa bilgilenmesini sağlamış olabilir miydi? Kim bilir, belki de tam tersi "fıtratında var bu işin" demeyi de öğretmiş olabilirdi sistem Adil'e. Öğretenleri çoktu ne de olsa!

Kapıdan çıkarken küçük kızı Emine hemen arkasına geldi. Çoğu sabah uyurdu. Babası sessiz olmaya özen gösterir, çocuklarını uykularında öper, işe öyle giderdi. Ama bir odalı evin salonunda uyuyan çocuklar da sıklıkla uyanırdı. 5 kardeşten en küçüğü olan Emine o sabah herkesten önce ayaktaydı. Her sabah kazasız bir gün duaları ile kocasını salavatlayan annesinin eteklerinin arasından kafasını uzatıp babasını öptü, öptü, öptü… Henüz 6 yaşındaydı. Ama maden kazasının ölüm ve ayrılık demek olduğunu öğrenmişti bu yaşında. Oyun arkadaşı Elif'in babası geçen sene kaçak ocakta ölmüştü. Elif 1 yıldır babasızdı, o babasızlığı çekerken annesi yoksulluğun da ağırlığı içinde ezilmekteydi. Ne maaş bağlanmış, ne de bir tazminat ödenmişti. Ölen öldüğü ile kalmıştı işin özü. Geride kalanlarsa sadece acılara değil sefalete, yokluğa da sürükleniyordu. Elif babasının yokluğunun yanında yoksulluğun verdiği tüm acıları da Emine ile yaşıyordu. Emine Elif'ten öğrendikleri ile bölgedeki tüm çocuklar gibi o yaşta iş kazasına, ölüme alışmıştı. O bu kazaları ve ölümleri "kader" olarak öğrenecek ve sonra da öğretecekti. Tek yapılması gereken alıştırmaktı. Gerçekte olan da tam buydu: Ölüme alıştırmak!

Ölüsünü bir elektrik direğinin dibinde bulmuşlardı Elif'in babasının. Yıkanmıştı hatta. Hesapta elektrik çarpmıştı garibi. Kömür ocağında öldüğü anlaşılmasın istemişti onu öldüren. Ama bölgede yaşayan herkes gibi polisler, savcılar da bu duruma alışmıştı. Bu bir cinayetti, ama faili meçhuldü. Esasında meçhul olan sadece ocağın sahibinin adı idi. Bilinen bir sorumlu vardı elbet. Hatta adı da vardı, ama ortalarda kendi yoktu: "Devlet".

Kaza haberi hayatlarında en korktukları haberdi Adil'in ailesinin. Kazalara, hastalıklara, sakatlıklara ve hatta ölümün kara yüzüne bile alışmışlardı kısa ömürlerinde. Dünyada 100 yıl yaşayan insanların yanında madenci Adil 50'yi görse çok yaşadım demeye hazırdı dünden.

Adil kapının ağzında yere eğildi ve çizmelerini giydi. Bahçe içinde duran baltasını, baretini aldı. Baretini evde şarj ettiği lambasının yanına, çantasının içine attı. Çantasını eşi ondan önce kalkıp hazırlardı her sabah. Soma'dan sonra maaşlar iki katına çıkınca işyerinde dağıtılan 5 zeytin, bir parça peynir, bir domates ile bir somun ekmek de işverene yük gelmişti! Ya aç çalışacaklar ya da evden getireceklerdi. Çıkar çatışması Maslow'un en alt kademesinde tüm şiddeti ile yaşanırken onlar 2 maaşın mutluluğunda yaşamaya razıydılar. Belki isteyerek belki istemeden. Ama gerçek olan Soma'daki ölümler onları hem işsiz bırakmış hem de çalışma şartlarını kötüleştirmişti. Çoğu işten çıkarılmış, servis, yemek, yatakhane kalkmıştı. Banyo bile yaptırtmayan işverenler türemişti Zonguldak'ta. Soma'dan karlı çıkan yine sermaye olmuştu.

Servise doğru yürürken arkasındaki kapı kapandı. Artık baba Adil bitmiş, işçi Adil olmuştu. Alışılmış bir şey daha vardı madende. İşyerinde her yerde "uy, yap, yapma, dur, yürü, tak, çıkar" vb. emirlerle dolu yazılar vardı. O da yetmezdi. Emret, bağır, çağır, aşağıla, küfret… Vardiya şefi, ocak şefi, ustası, mühendisi… Hepsi patrondan önce patrondu ona. Talimat dili günlük hayattan çok farklı idi. Zaten üretimi arttırmak için her gün yeni emirler alırlardı. Buna bir de son zamanlarda iş sağlığı güvenliği emirleri eklenmişti. Onun hayatı için

yapıldığı iddia edilen şeyler ona kendisini aşağılayan bir dille emredilirken Adil buna da alışmıştı.

Adil evden çıkınca eşi Ayşe dualarını bitirdi. Ayşe'ye göre kazalar kaderin bir parçasıydı, Allah korursa kocası sağ salim akşama eve dönerdi. Öyle öğrenmişti annesinden. Ama o nasıl bir hayattı ki Ayşe'nin çevresinde hep elem, hep keder içinde sürüyordu kader. Ayşe evlendikten hemen sonra babası Osman amca madende göçükte kalmış ve beli kırılmıştı. Kız kardeşi Fatma'nın kocası da gaz patlamasında yanmıştı. Günlerce hastanede yatmış, elleri sakat kalmış, bir gözü de kör olmuştu adamın.

Yıllarca yatalak yaşayan Osman amca önceleri hastanede her sabah "bu gün patronlar gelecek" diye bekler, gelen olmadığında da umutlarını bir sonraki güne sarkıtırdı. Hastaneden çıktıktan sonra evinde kendisine yapılan yer yatağına sığdırdı hayatının geri kalanını. 15 yıl boyunca para kazandırdığı insanlar bir kere bile aramamışlardı onu kazadan sonra. Bir iki kere şirketin kadrolu genel müdürü, mühendisi ve doktoru yanına gelmiş, elini tutmuşlardı. Her dediklerini gözü kapalı yaptığı patronunu bu haldeyken yanında görmek istiyordu. Öyle ya onlar ne derse yapmış, kaza bela demeden her şartta çalışmıştı. Zaten çalışmasa işsiz de kalacaktı, ne iş biliyordu ki başka. Bugün işten çıksa hemen yerine işe başlayacak bir dolu köy çocuğu da vardı. O köy çocukları ki dünyada sanki sadece maden var gibi büyütülmüşlerdi. Okulları vardı, öğretmenleri yoktu. Baksan hepsinin diploması vardı, ama çoğu harfleri ancak tanıyordu gerçekte. Belki bu yüzden iş demek maden demekti köylerde!

Osman amca maaşını 5-6 ay alamamıştı, hatta şirket ayakta kalsın diye o da istememişti. Sonra eksik aksak vermişti şirket hakkını. Artanını isteyememişti bile patrondan. Neme lazım "ya işten atarlarsa" demişti o zamanlar. Şimdi ise hayattan atılmıştı. Yatağa bağlı kalmış, altı bezlenen bakıma muhtaç hale gelmişti. Dram böyle bitse yine iyiydi. Onun çalışamaması tüm ailesine yoksulluğu yaşatıyordu. Birilerinin daha çok para kazanabilmesi için yeter bir koşul olan bu ölüm-yoksulluk döngüsünde yeni madenciler, yeni

madenci eşleri oluşması için acaba iş kazalarının olması iyi bir şey olabilir miydi? Kim bilir kabul edilebilir risk dedikleri şeyin gizli bir yanı da buydu belki!

Esasında kazadan hemen sonra patronu ilgilenmişti! Bir kamyon odun ve kömür, biraz kuru gıda ile özel sigortadan gelen 20 bin lirayı ailesine vermişti. Söylememişlerdi ona. Üzülür diye saklamışlardı. Değerini patron biçmişti. Bir de bilselerdi sigortanın Osman amca için verdiği paranın 100 bin TL olduğunu… Biraz araştırsalar, sinekten yağ çıkaranların ötesinde, işçisinin sakatlığından, hatta ölüsünden bile para kazananlar olduğunu öğreneceklerdi…

Dışarıya baktığı penceresinden her gün gördüğü Zonguldak'ın isli, puslu havası bir süre sonra yüreğine de yerleşmişti Osman amcanın. Bir sabah "Her şartta çalıştım kızım" derken, gözünün önünden geçti birden eski günleri. 15 oksijende çalıştığı baca, 30 yıllık dizel lokomotifin gazından zehirlenişi, tulumba tamiri sırasında elektrik çarpınca ölen en yakın arkadaşı Şaban, tuvaletini yaparken gazdan zehirlenen yedeğini kapalı bacadan kurtardığında ağlayarak boynuna sarılan karısı… Daha neler vardı neler kömür karası yüreğinin içinde. İçi boş değildi o "her şart"ın. Ona sunulan her şartta, ölümün kıyısında çalışmıştı gerçekten de. Zaten geçmişi geleceğini çalmıştı Osman amcanın. O yürek fazla dayanamadı ve bir sabah Ayşe babasının cenazesini çıkardı evden, yine o alışıldık dualarla… Önce "kalp" dediler, sonra "Her nefis ölümü tadacaktır"…

Ayşe bunları hatırladıkça "kaderde ne varsa o olur ama ben yine duamı edeyim" derdi. Dualarla korumak isterdi kocasını. Her sabah Adil'ini salavatlarken okuduğu o dualar artık günlük programlı bir işi gibi olmuştu Ayşe'nin. Zaten okula da yollamamışlardı ki Ayşe'yi. Duadan başka ne okuyabilirdi…

Adil servise bindiğinde ekip tamam olmuştu. Servis de değildi esasında, kendi paraları ile tuttukları bir minibüstü servis dedikleri de. Soma kazası sonrası işverenler "iki maaş almaya başladınız" deyip yemeği de, servisi de

kesmişlerdi. Her şey paraya dönmüştü artık madende. İki maaşa her şey teslim edilmiş ya da teslim alınmıştı. Kaldı ki bir de işçi başına, üretim miktarına göre işverenlere sübvansiyon da sağlamıştı işverenin Devlet'i. İşçinin Devlet'i iki maaşta kalmış, gerisini işverene salmıştı… Oysa en temel ihtiyaçlarını karşılarken bile öldüklerini Devlet de biliyordu. Hatta bırakın Devlet'i ILO bile biliyordu ülkedeki durumu. Soma'dan sonra TEPAV'a (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı) araştırma yaptırmışlardı. Mevcut sözleşmesel düzenlemelerle kömür madenlerinde ölümlerin devam edeceğini hem yazıp hem de okumuşlardı. Ama ülkede maden vardı ve çıkarılacaktı, çıkarılmalıydı. Birileri de ölecekti, ölmeliydi. Siyasi otorite kazaları kabul eden bir tutumdaydı. Bu şartlarda yapılması gereken tek iş halka da kazaları kabul ettirebilmekti. Eh o da kolaydı! İş bilenin kılıç kuşananındı! Uygulamak zor, inandırmaksa çok kolaydı! "Durmak yok yola devam" demişti birisi çoktan…

Adil iki maaşın peşinde servisiyle madenine doğru giderken esasında kendisinin ve madenci arkadaşlarının hayatı üstünden oynanan bu pis oyunun zerre farkında değildi. Emeğin ve emekçinin yanında duran aydınların hapsedildiği bir ülkede madenci Adil kendi başına ne yapabilirdi ki zaten? Örgütlü olsa belki haberi olurdu, ama artık ülkede 10 işçiden 1'i sendikalı idi. Onlar da zaten kraldan çok kralcı yöneticilerle sapsarı olmuşlardı. İş kazaları sayıdan ibaretti, meslek hastalıklarının adı bile geçmiyordu. İnsanı merkezine koyan ne bir sendika kalmıştı ortada ne de onlara güvenen bir toplum. Ülkede her alanda yaşanan sosyokültürel yozlaşma en altta bambaşka bir şekilde sonuçlarını veriyordu: "Sizin fıtratınızda ölüm var!"

Adil'den ve arkadaşlarından çok önce uyanan birileri vardı zaten ülkede! Kazadan hemen sonra uyanıp, kazayı araştıran meclis araştırma komisyonunun başına çökmüşlerdi. "Sübvansiyon" istiyorlardı. Hazır bu Soma kazası varken birilerinin sübvanse edilmesi için mevzuat yapmak iyi olurdu. Fırsat bu fırsattı! Kim bilir, bir daha ne zaman 300 insan birden ölürdü ki?

Soma'dan sonra geçen zamanda oluşan ek masrafların karşılanması bahanesi ile işverenlerin istediği sübvansiyon sağlanırken teknik, idari, tıbbi hiçbir değişim getirilmedi madenlere. Yenilenen tek şey kaza sonrası acil kurtulma odaları, maske değişim odaları, solunum maskeleri vb. yeniliklerdi. Hepsi kaza sonrası işlerdi. Desendre açısına kadar hesaplamışlardı, kaç metrede kaç maske falan filan… Önemli hesaplardı, ama kurtulma ve kurtarma içindi hepsi. Amerika'dan kopyalamışlardı sanki! Ama orada kaza öncesi yapılan çok iş vardı, önlemek için çalışıyorlardı önce. Onları kopyalamayı unutmuşlardı! Neme lazım hatırlayan çıkarsa sorun olurdu, "işverene yük getirmeyeceğiz" diye sözleri vardı çünkü!

Diğer birçok ülkede olduğu gibi Adil'in ülkesinin de müstakil bir İSG kanunu vardı, hatta çok da yeni çıkmıştı. Çıkarırken ve şehir şehir gezip anlatırken "proaktif bir Kanun çıkardık, kazaları önleyeceğiz, ülkede kültür değişimi yaratacağız" demişlerdi bağıra bağıra. "Mis gibi kanun çıkardık" demişlerdi… "Miş gibi kanun" olduğu 2 yıl geçmeden çıktı meydana. Kaldı ki öteleyip durdular kanunun yürütmesini, her ötelemede de içini boşalttılar. Adil nereden bilebilirdi ki bunları? Adil değil de diğerleri ne yapıyordu? O diğerleri neredeydi? Gözleri para hırsı ile kararmış bu kadro ile mücadele edebilecek tek kadro da kendi derdine mi gömülmüştü yoksa? Piyasanın kölesi mi oluyorlardı? Gerçek soru şuydu: "Ülkede bunları bilenler, İSG profesyonelleri ne yapıyordu? Neyle mücadele ediyordu?".

İSG alanına Soma'da ölenlerin kanını bulaştırdıklarını bir sonraki toplu ölümde anlayana kadar, herkes ama herkes kafasını tekrar kuma gömmüştü sanki… Bunu başarmak pek zor da olmadı zaten. Madenleri açık tutuğu için Adil ve arkadaşlarının elleri titremeden oy verdikleri siyasi otoritenin çok iyi bir taktiği oldu. Yeni bir kazayı o süreçte siyasi ortam kaldıramazdı ve sonuçta "güneş çarığı sıktı, çarık da ayağı"! Madenlere getirdikleri tek yenilik kapatma idi. Sonuçta işçi de işveren de teslim oldu. Dünyanın başka bir ülkesinde 301 insan öldüğünde alınan derslerle her şey iyiye evrilirdi, oysa Adil'in ülkesinde

çarklar terse dönüyordu. Diğer her şeyde olduğu gibi İSG de geriye doğru yuvarlanıyordu…

Serviste herkes cigarasını yaktı, Adil de tabi ki. İçmese de içmiş gibi olurdu zaten. Doktor söylenirdi hep," sigara içmemesi gereken ilk ve en önemli meslek grubusunuz" derdi. Onlar ise dersten çıkınca daha servis yolundayken yakarlardı cigaralarını… Belki de inadına, belki de içten içe hüzünle çekerlerdi dumanını… Ölümün kıyısında çalışmaya alıştırılmış bu insanlar için sağlıklarını geliştirmek kavramının bir anlamı yoktu ki! Ya da nasıl geliştirilebilirdi? Belki doktor da bilmiyordu!

Sağ elinin sertleşmiş ve yarılmış iki parmağının arasında sigarasını tüttürürken bir an elindeki uyuşma, karıncalanma geldi aklına Adil'in. Doktor tabancadan demişti 2-3 ay önce. Tabanca titreştikçe elindeki tünelde sinir sıkışıyormuş, hatta giderek de ilerlermiş bu meret. Ameliyat olman bile gerekebilir demişti doktor Adil'e. İşini değiştirmek istemiş ama Adil kabul etmemişdi. Usta maaşı yedekten yüksekken nasıl kabul etsindi ki? Hem patron da bu tür hastalıklardan rahatsızdı. İşsiz bile kalabilirdi, çalışması şarttı. Tam bu sırada servisi kullanan Bayram seslendi arkaya, "bugün muayene var". Mırıldanma başladı arabanın içinde. Muayene olunca arada hastalar çıkar, sevkler olur, hatta işçilerin iş değişikliğini isterdi doktor. Bu yüzden işsiz kalan çok işçi olmuştu son dönemde, patron hemen işten çıkarıyordu hasta olanı. Yeni iş bulmak da zor oluyordu hastalık tanısı alınca. Adil hemen bir küfür sallayıp Bayram'a "yavaş git de geç kalınca muayene olmayız belki" dedi. Ama patronun ekonomik geleceği için hastaların ayıklanması gerektiğini çok önceden öğrenmiş olan Bayram, "herkes muayene olacak" dedi ve biraz daha fazla bastı gaza…

Bayram madende vardiya çavuşuydu. Kendi minibüsünü servis yapıp yakın köylerdeki işçileri de madene getiriyordu. Bir de madende işçi temsilcisiydi. Seçim olmuş gibi bir şeyler imzalamıştı işçiler, Bayram da bu sayede temsilci olmuştu. Kıvrak adamdı. Fırsatları iyi değerlendirmişti hep.

Patron çok severdi onu. Zaten çavuş olmasına herkes şaşırmış, daha yeni usta olmuşken pat diye çavuş yapılınca arkadaşları önceleri ona "zıpzıp" adını takmıştı. İşçiden duyduğunu patrona taşır, patronun sorun çözüm arkadaşı olurdu hep. Genellikle sorun olan işçi işten atılırdı yöntem olarak. Bayram'ın da madende forsu artardı hep. Artık işçiler ondan patron gibi çekinir olmuşlardı. Bir süre sonra "Zıpzıp Bayram"ın adı "Satılmış"a dönmüştü zaten…

Servisin içi tekrar sessizleşince Adil saatine baktı, saat henüz sabahın 6'sı idi. Güneş yeni yeni yüzünü gösteriyordu. Zaten kışları güneşi hiç görmezlerdi, Sabah 7'de madene girer, akşam 4'de çıkarlardı. Zonguldak'ın kasvetli, gri havasında dağların arasından evlerine dönerken güneş ucundan yüzünü gösterse de çoğu uyurdu arabada. Madenin karanlığı hayatlarına da çökmüştü sanki. Zonguldak'ın mavi yeşili onlar için yoktu. Çok ironik bir şekilde ülkeyi aydınlatanlar sanki onlar değilmişçesine hayatları siyahın derinliğinde yoklarmışcasına sürüyordu…

Mesai 7.30 da başlayacaktı ama önce giyinme soyunma, sonra ocak ağzında hazırlıklar yapılacaktı. Bunun için 7'de ocak ağzında olmaları gerekiyordu. Çalışma süreleri 6,5 saat olmuştu ama öncesi, sonrası ile mesai 10 saati geçiyordu. Zaten işveren "yeraltındaki süre 6,5 saat" deyip, madenden çıkanı banyoya yollamaz, yer üstünde ek işler verirdi. Onlar da seslerini çıkarmaz verilen her işi yaparlardı. İşleri olduğu için mutlu, gökyüzünü o gün de tekrar gördükleri için umutlu oldukları içindi her halde…

Servis madene geldiğinde Adil çantasını aldı. İçinde köyün bakkalı Salih'ten aldığı baret, çizme ve lamba vardı. Diğer arkadaşları gibi o da çizmesinin ucundaki demiri ayakkabıcı Metin'e çıkarttırmıştı. Ağırlık yapıyordu. Zaten ayakları hep pişiyordu, hatta doktor mantar tedavisi de vermişti. Köylüsü Şaban'ın çizmeleri çok güzeldi, aynısından defalarca istemiş, ama getirmemişti Şaban. Sadece çizme mi? Baret, gözlük, elbise, eldiven, maske, lambayı da devlet veriyordu Şaban'a. Onlar eve lamba getirmezdi mesela. Şirkette şarj olurdu lambaları. Zaten lambalarında yeraltında bulunma

sinyali de vardı. Salih Bakkal henüz o lambayı getirmemişti, ama bir umut bekliyordu Adil ve arkadaşları. Bu arada maaşı da yüksekti Şaban'ın. Tertemiz duşları, tuvaletleri vardı devlet ocağının. Hatta yemekhanede yemek verir, ocağa girerken de yiyecek dağıtırdı devlet oralarda. Aynı şehrin aynı köyünün komşu ocaklarında çalışan iki delikanlısı en altta bile sınıflaştırılmıştı. Esasında Adil'in ocağının sahibi de Şaban'ın çalıştığı Devlet'ti. Ama özelleşmişti. Maden özelleşirken insan unutulmuştu. Adil de Devletin unuttuğu o insanlardan sadece biriydi. Ama çoktular. Belki bu yüzden devlete göre yoktular! Neme lazım birleşirler ve güçlü olurlarsa birilerinin keyfi kaçar mıydı mesela? İlk sözleşme döneminde bu ülkede yeni bir büyük yürüyüş olsa… Ülkede sil baştan olurdu belki sermayenin kazanım süreci. Bu yüzden bölünmüş ocaklar, küçük işletmeler, hayatta kalabilme aşamasında yoksunlaştırılmış işçiler mi olmalıydı? Adil lambasını çantasından çıkartırken bunları düşünmedi tabi. Ama bir düşünebilseydi, bir görebilseydi… Tüm engelleyenlere inat bir diklenebilseydi, acaba tüm ülkesinin bahtı değişir miydi?

İşverenin ve devletin olmadığı köyde neyse ki bakkal Salih vardı. O unutmazdı hiçbir şeyi. Uyanıktı, Karadeniz kökenli idi. Zaten kaçak ocak da işletiyordu. Kendi işçilerine bile çizme, baret, lamba satıyordu. Kazma bile vardı dükkânında. Bunları sattığını bilmeyen de yoktu, ama alan da memnundu satan da. Bir memnun olan daha vardı, ona da patron diyorlardı. Sübvansiyondan yararlanıp hiçbir İSG önlemi almadan maden işleten, sıfır İSG gideri ile işçi çalıştıran adama da gerçekten "patron" denirdi hani… İlginç olan her köşe başında ne satıldığını bilen Devlet bakkalda iş güvenliği malzemesi satıldığını bilmiyordu… Muhtemelen devleti oluşturan tüm kurumlar Zonguldak'ta bu madencilik kültürüne alışmıştı. 150 yıllık madencilik kültürü bu olmasa gerekti. Ama tam ortasından bakınca görünen de buydu…

Adil ocağa giriş için hazırlıklarını yapıyordu. Gece vardiyasının çalışanları ocak ağzında birikmişti. Çıkış izni için sirenin ötmesini bekliyorlardı. Birazdan siren ötecek ve hepsi iplerinden boşanırcasına koşmaya

başlayacaklardı. Önce banyo yapıp servise binip eve dönmek ve bir an önce uyumak için birbirleri ile yarışacaklardı.

Kapkara bir yüzün içinden parlayan bir çift göz, terden ıslanmış ve kömür karası çizgilerle berenmiş bir alın, ıslak elbiseler, dize kadar kömüre-çamura bulanmış çizmeler, baretlerde ya da kemerlerindeki yanan lambaları ile bir güruh halinde koşan bu insanların görüntüsü başka hiçbir meslek kolunda yoktu herhalde. Her gün hayata yeniden dönüşün koşuşturmacası idi sanki bu. Gören bir insanın içinin burkulmaması da pek mümkün olamazdı açıkçası. Ama onlar buna da alışmıştı, madende anlaşılmaz bir ilkellik altında çalışmaya alıştırılmışlardı, buna da "150 yıllık kültür" diyorlardı yaşadıkları şehirde. Nereden bileceklerdi ki o kültürün mükellefiyetten kalan bir kölelik olduğunu!

Her zamanki emir kipleri ile dolu talimatlar altında biten hazırlıklardan sonra Adil ocağa girdi. O gün içinde anlaşılmaz bir sıkıntı vardı. Başına bir şey gelecekmiş gibi bir hisle yürümeye devam etti. Baretindeki lambanın ışığında ana yolda rayların arasında yürüyorlardı. Kenarlarda su dolu idi. Zaten olması gerekenden de dar olan kenarlardan yürümek zordu. Hele vagon geldiğinde kenarda iyice sıkışırlar, vagonların geçmesini beklerlerdi. Düz yol yoktu. Yerüstünde her hangi bir işte olan düşme tehlikesi, aydınlatma, havalandırma gibi kavramların madende pek bir karşılığı yoktu. Çoğunda menisküs yırtığı vardı ama hiçbiri meslek hastalığı tanısı almamıştı. Allahtan İngilizler fark etmişti de nistagmusu bulmuşlar da lambaların ışıklarını arttırıp karanlıkta çalışmayı yasaklamışlardı. Havalandırmaya gelince anayolda sorun pek yoktu. Sorun ayakta, bacada idi. Hele nefeslik de yoksa sıcak, nem, havasızlık içinde çalışıyorlardı.

Adil ufak tefek bir adamdı. 163 cm lik boyu ve 58 kiloluk ağırlığı ile tipik bir kömür madencisi işte. Daracık yerlerde çalışmak için yaratılmıştı sanki. Çelimsiz, ufak tefek kalan bu adamların zamanla vücut şekilleri de bozulur, kamburluklar, bel fıtıkları, omuz hastalıkları sarardı vücutlarını… Maden her

taraftan vücutlarını sararken onların bunu fark etmeleri de pek mümkün değildi, bir anlatan bir öğreten olmadıkça!

Adil yedeği ile birlikte ayağa çıktığında saat henüz 7.45 di. Özel ocaklar devlet gibi değildi, kazı yapacağın yere gitmek için yolda zaman geçmez, hızla gidilirdi. Devlet ocağında mesainin 1/3'i yolda 1/3'i yemek vb. molalarla geçerken onlar 6.5 saatin 6'sında durmadan çalışırlardı.

Adil martopikörü ilk vurduğunda kulağındaki ilk tepkiyi hissetti. Kolu da şöyle bir silkelendi aynı anda. Bundan gerisi kolaydı zaten. Ellerinin uyuşmasını unutur, gürültüye aldırış etmezdi çalışırken. Kazdıkça kazar, yedeği de oluktan aşağı iterdi kömürü. Ortalıkta tozlar uçuşurdu. İşyeri doktoru tozun zararlarını anlatmıştı. Korunmak için ıslak çalışmayı, havalandırmanın iyi olmasını isteyin demiş ve en son iş maske kullanımıdır diye eklemişti. Ama tozu görmeseniz de maskenizi takın, size zararlı olan toz görünmeyen tozdur diye bir de resim göstermişti. Ama tüm öğrenilenler gibi o bilgiler de o salonda kalmıştı Adil ve arkadaşları için. Davranış değişikliği yaratacak bir etki oluşturmamıştı. Doktor da biliyordu bunu da, bu sosyal belirleyiciler altında nasıl aşacağını bilemiyordu!

Adil o gün ocağa girerken maske almayı unuttuğunu fark etti. Gerçi hep unutuyordu zaten, maske ile çalışmaya alışamamıştı. Kaldı ki köydeki büyükleri ona "kömür tozu birikmez" diye öğrettiği için doktorun dediklerini pek de takmazdı. Ekip olarak yoğurt yiyip, ayran içiyorlardı bol bol. Tozun çok olduğunu görünce maske takın, akşama da bir şişe bira için derledi hep. O da bazen parası yettikçe ilaç niyetine bira içerdi. Evinde takılırdı. Bazı arkadaşları pavyonlara gider, iyi içerlerdi. Şarkı türkü, kadın vb. eğlencenin bol olduğu yerlere pek gitmezdi, korkardı, parası da yoktu zaten. Arkadaşları bazen pavyonda dozu kaçırır, olmayan paralarını harcarlardı. Sonra ver elini Topal Mehmet! En ünlüsüydü tefecilerin. Adil o dramların hepsini görmüştü. Çevresindeki birçok madenci alışmış ama o direnmişti bu toz-bira-tefe işine. Belki bilerek belki bilmeden..!

Öğlen olmak üzereydi, Bayram Çavuş aşağıdan bağırdı: "Adil doktor seni çağırıyor, erken çıkacaksın". Doktor sabah ocağa girmeden çağırmıştı esasında Adil'i. Ama Bayram işte, her zamanki uyanıklığını yapmıştı kendince; üretimden taviz yoktu. Bunu birazdan patrona da gururla anlatacaktı. Böyle çavuşlar oldukça patronların sırtı da yere gelmezdi zaten. Çünkü ne kadar kömür o kadar para idi çavuş için. Kesenecilik dedikleri iş esasında performansa dayalı ücretlendirmenin madendeki ilkel şekli idi. Devlet de Soma'da bunu yapmamış mıydı zaten? Ne kadar kömür o kadar para! Yukarıda devlet –patron yapar da aşağıda çavuş -işçi yapamaz mıydı?

Adil öğlen üzeri dışarı çıktığında güneşin parıltısı ile kamaşan gözlerini ovuşturup doktorun odasına doğru yola koyuldu. Patronun odasının altında idi. Çekinerek binadan içeri girdi. Ayrı bir yerde olsa bu çekincesi olmazdı, doktor kafa adamdı, her şeyi konuşur, şakalaşabilirlerdi ama her an patron da karşısına çıkabilirdi. Gergindi, neden çağrıldığını aşağı yukarı biliyordu. Doktorun odasına yaklaşırken kapıda Mustafa'yı gördü. Madenin olduğu mahallenin yerlisi idi. Onlar gibi köyden gelmezdi. Geçen hafta hastanede birlikte sıra beklemişlerdi. Sohbetlerinde biraz tanımışlardı birbirlerini. Mustafa 38 yaşındaydı. 3 yıldır ana şirketin taşeronunda kazmacılık yapıyordu. 6 işçiden biriydi. Koca devlet kurumu 5-10 işçilik şirketciklere bölünmüştü. Mustafa da onlardan birinin işçisiydi. 20 yıl kaçak ocaklarda çalıştığını anlatmıştı. 1 yıl da askerliği düştüğünde neredeyse 14 yaşında madene giren Mustafa'nın hikayesi çok da yabancı gelmedi Adil'e. Çünkü Zonguldak Mustafa'larla doluydu…

Adil ve Mustafa kapıda beklerken içeriden Mehmet çıktı. 2 yıl önce geçirdiği kazadan sonra bir türlü iyileşememişti Mehmet. Göçükte kaldıktan sonra iç kanamadan ameliyat olmuştu. Karnındaki yaraları tam iyileşmeden iş başı vermişti ameliyatı yapan doktor. Şaka gibiydi. Karnında dikişleri ile çalışabilirsin yazmışlardı Mehmet'in elindeki kağıda. Ülkenin resmi sosyal güvenlik kurumu zarardan kurtulmak için işçilere yapılan tüm ödemeleri her türlü yolu kullanarak kısma çabasındaydı. Kaza geçiren işçinin istirahatinde bile

gözü vardı birilerinin. Rapor yazan doktorlara soruşturma açılıyor, gereksiz tahkikatlarla zaten yoğun olan doktorların gözü korkutuluyordu. Patronların da canına minnetti zaten. Aylarca işçisine hak ettiği maaş ödemeyen patron, işçi bir gün işe gelmediğinde yaygarayı basıyordu. İşçi her yönü ile kuşatılmıştı sanki. Öyle ki devlet madeninin genel müdürü il sağlık müdürlüğüne yazı yolluyor, doktorların çok rapor verdiğinden şikayet ediyor, hatta "ben bu doktorlar yüzünden zarar ediyorum" diyordu. İşte madenci Mehmet kaza sonrası iyileşmek için bile içinde bulunduğu sınıfın şartlarında aşağılanıyor, en temel hakkından yoksun bırakılırken bunu devletin kendisi, "kar amaçlı" yapıyordu.

Mehmet'ten sonra odaya Mustafa girdi. Adil sırasını beklerken tedirginliği arttı. Doktoru tanıyordu. Madenci çocuğuydu, Amele Birliği bursu ile Tıp Fakültesini okumuş bu adamın kendileri için iyi bir şeyler yapma çabasını madende arkadaşları ile konuşurlardı. Şakacı adamdı. İşçilere takılır, işçiler de onun bu huyunu severlerdi. Muayenelerde kahkaha sesleri gelirdi içeriden hep. Hatta doktorun şakalarını birbirlerine anlatır tekrar tekrar gülerlerdi. Ama bu sefer başka bir şey vardı. İçeriden hiç kahkaha sesi gelmiyordu. O eski sıcak muayene sırasında tek başına buz gibi kesilmişti Adil! Kesin hastane raporu gelmişti… Ve kesin iyi bir şey gelmemişti… O da her insan gibi içinde bir buruklukla bekledi, bekledi, bekledi. Derin bir sessizliğin ardından Mustafa odadan çıktı, sadece selam verdi ve geçti, çıkışa doğru gitti. Mustafa'nın kafası öne eğik, düşünceli haline arkasından bakarken içeriden gelen "Adil gel bakalım" sesi ile irkildi. Odaya girmek istemez gibiydi ayakları, sanki bir şey onu dışarı itiyordu.

Adil madenci ürkekliği ile çekinerek doktorun odasına girdiğinde kalbi küt küt atıyordu. Bir sorun vardı elbet. Doktor hastaneye yollamadan önce bir şeyler anlatmıştı. Hatta evraklar vermiş, bir kısmını imzalayıp geri de vermişti. Diğer birçok imzaladıkları evrak gibi devletin zorunlu tuttuğu eğitim, malzeme vb. işler için sanmıştı. Bu imza işine de alışmışlardı zaten. Artık yeni kanunlarla her şey onlardan isteniyordu. Evraklar imzalatıyorlar, yarım okuma ile her şeyi

öğrendiğini, tüm malzemeleri aldıklarını kabul ediyorlardı. 2 günlük dersi 1 dk.da alıp, almadıkları maskenin, baretin, çizmenin aldım imzası idi bunlar. Ama bu sefer farklı bir şeyler vardı. Doktor sadece bir kağıttan yazıları okuyup anlatmış, hatta bir örneğini vermiş ondan sonra imzalatmıştı. Bir hastalıktan bahsediyordu yazı. Tozdan dolayı ciğerinin etkilendiğini, bu yüzden meslek hastalığına yakalanmış olabileceğini anlatıyordu. Hastaneye sevk edildiğini orada öğrenmişti. O yazı ile Amele Birliği hastanesine gitmişti. O hastane madencinin ciğerini incelerdi. Eskiden beri işi buydu. Madende çalışıp da gitmeyen yoktu belki de. Aradan geçen yıllarda değişen tek şey o hastaneye giden yüzlerdi. Aynı köylerin çocukları sırasını bekler gibi toz hastalığından buraya giderdi. Sonrası karışık. Devlette çalışanlar için iyi bir kurum olan bu hastane özel sektör işçisinin bittiği yerdi. Hastalık var dediğinde birisi yer üstüne çıkar, tazminat alırken, diğeri işsiz kalıyordu. Adil bunları bilerek gitmişti hastaneye ve şimdi sonuç gelmişti anlaşılan.

Doktor Adil'in odaya girişindeki halinden kafasının karışık ve gergin olduğunu anladı ama yapacak birşeyi yoktu. Kısa bir açıklama ile daha önce şüphelenilen durumun kesinleştiğini ve meslek hastalıkları hastanesinden tozlu işlerde çalışmamasını gerektiren bir rapor geldiğini aktardı Adil'e. Mevzuat gereği bunu önce işçiye sonra da işverene bildirmek zorundaydı zaten. Adil'e yerüstünde tozsuz işlerde çalışabileceğini işverene bildireceğini söylediğinde diğer soru cevaplarla 20 dk.dan fazla bir zaman geçirmişti içeride. O sırada Adil bulaşıcılıktan, tedaviye kadar birçok soru sormuştu. Kendince önlemlerini aldığını anlatmıştı. Bir bira içmediğini ama ayran, yoğurt, maden suyu, maydanoz, sirke… Hepsini düzenli kullanmıştı! Tozu görünce (!) maske de takmıştı. Anlayamıyordu neden bu hastalığın kendisinde çıktığını. O böyle konuştukça doktor geriliyordu, ama ona değil onu bu halde bırakanlaraydı gerginliğinin sebebi. Bu insanları koruması gerekenlerin piyasa şartlarında kendilerini koruma güdüsü ile evrilen bir süreç yaşanıyordu. Belki onlar da haklıydı ya da belki baş suçlu! Zaman içinde sistem kendini sürdürmek için

kayıplarını birilerine rücu etmeye başladığında herkes o sistemdeki yerini görecek miydi yoksa? Ama zaman çok geç mi olacaktı? Kim bilir?

Adil artık yeraltında madenci olamayacağını öğrendiği o andan itibaren içinde çok karmaşık duygular hissederek odadan çıkarken doktora sessizce teşekkür etti. Kaçak ocaklardaki çalışmalarına kadar uzanan bir sorumlular varlığından bahsetmişti doktor. Bundan sonrası için iki maaş artık hayaldi. Yeraltından vergisiz maaş, erken yaşta emeklilik hepsi uçup gitmişti. Bunları düşünürken sıra henüz en hayati organı akciğerine gelemiyordu bile. Onun aklına kendi sağlığı gelmiyordu daha doğrusu. Çocuklar, okul, hayat… Para gerekliydi… Tek sermayesi olan sağlığını kaybetmenin ne olduğunu şimdi anlamaya başlarken yutkundu… Tam ağlayacak gibi olduğunda birden karşısına patron çıktı tam kapıda. Zaten sesi soluğu kesilmişti. "Ne işin var burada, sallanma gir ocağa" sözlerini sıralarken patron, Adil adından gelen güçle bir anda irkildi, kafasını kaldırdı. Gözlerinin feri sönmüş, güçsüz de olsa kendine inanan duruşu ile patrona baktı. Patronun gözlerinden alev fışkırıyordu adeta. İkisinin gelecek kaygısı karşılaşmıştı o an sanki o kapıda. Biri hayatta kalmak için biri daha zengin olmak için çarpışıyorlardı. Patron her zamanki kibri ile yürüdü gitti. Adil'in ne diyeceğinin ya da ona ne olduğunun, neden orada olduğunun bir önemi yoktu onun için! Kazmacı demek 4 vagon kömür demekti onun için. Her vardiya sonunda sayardı vagonları patron. Eksik çıktı mı, mühendisinden başlar, işçiye kadar inerdi saya saya… Kapıda bekletir, banyoya yollamazdı ki bir sonraki mesaide bu olmasın. Ekonomik terbiye kavramının aşağıdaki yansıması buydu işte.

Adil yönetim binasından çıktı ve doğruca banyoya gitti. Banyo dediği yer de yan yana 10-15 tane perdesiz bölmelerin olduğu, yerin kömür karasına bulandığı, nem ve küften yeşermiş duvarlarla çevrili, duş yerine düz borulardan suların aktığı bir yerdi. Allahtan sıcak su vardı. Kömür olunca kazan da yanıyordu haliyle. Hemen yan tarafta soyunma dolapları vardı. Tek bir dolaba tüm eşyalarını sıkıştırdıkları için temiz de kirli de aynıydı esasında. Çalışırken

giydikleri kazak, pantolonları orada öylesine yıkar, dolapların üstüne, kalorifer peteklerine olmadı buldukları her yere asarlardı.

Hızla banyosunu yaptı Adil. Giyindi. Akşamı beklemeden köye döndü. Kafasındaki tek şey yeni bir işyeri bulup madenciliğe devam etmekti. Başka çaresi yoktu. Maaş, emeklilik, bildiği iş… Hepsi birden kafasına saldırıyordu. Kahveye geçti önce. Küçük ocaklarda çalışabilirdi. Artık kaçak ocaklarda çalışmak istemiyordu. Para vermiyorlardı kaçakçılar. Çalışma şartları da kötüydü zaten hepsinin. Sigortası için de kaçak ocak olmazdı zaten. Çocuklar da hastalanıyordu hep. Sigorta lazımdı. Kahveci İsmail ona bir ocak söyledi. Bir redevans sahasının taşeronu olan Ademoğlu Madencilik seni alır dedi. Aradılar sabah gel dediklerinde birden bütün günün ezikliği gitti üstünden. O hala akciğerine gelememişti düşünsel yapısında, şartlar onu karnını doyurma sürecinde duraklatmıştı…

Adil sabah 10 gibi Ademoğlu madencilikte iş başvurusunu yaptı. Madenin her işini yapan Tuncay ben seni ararım dedi ve yolladı Adil'i. Yeni iş bulmanın huzuru içinde arabasına binen Adil dağların arasında, toprak yolda, çukurlara gire çıka dönüyordu köyüne. Tasmandan oluşan bu çukurlara da herkes alışkındı. Bir de türkü tutturmuştu… Bazı yerlerde tek arabanın bile zor geçtiği virajlı yollardan gidiyordu. Telefonun bile çekmediği bu yerler onun ekmek parasını çıkarttığı toprakların yeryüzündeki görünen kısmı idi. Zaten madende olduklarından telefonla işleri de olmazdı. Çaldı birden o telefon. Alışık değildi gündüz telefon çalmasına. Karşısında Tuncay vardı.

Ana yola henüz çıkmıştı ki, Tuncay "ciğerinde toz varmış, çıktığın şirketi aradık, onlar dedi" dedi ve "çalışamazsın" diyerek kapattı telefonu. 30 saniye sürmeyen bir görüşme ile tüm hayalleri yine darmadağın olmuştu Adil'in. Arabayı durdurdu yolun kenarında. Aşağı indi. Eski bir Toros'u vardı. Ava gitmeyi severdi. Toros'uyla her yere gidebiliyordu. Bir sigara yaktı. Derin derin düşünürken gerildi, gerildi, gerildi. Bagajı açtı. Oradaydı. Eve koymazdı zaten. Çocukların eline geçer diye korkar arabada tutardı. Elini uzattı, kılıfından

çıkardı. Her zamanki gibi soğuktu. Av zamanı diye geçirdi içinden. Av olma avcı ol der takılırlardı hep birbirlerine. Tüfeğini kontrol etti, fişeklerini buldu. Yerleştirdi, artık o ağır ve ne yaptığını bilmeden hareket eden Adil gitmiş, nefes alış verişi değişmiş, yüzü kızarmış, gözleri fal taşı gibi açılmış, tüm vücudu titremekten öte sarsılan, elleri ter içinde titreyen, hızla karar veren bir Adil gelmişti. Hızla bagajı kapatıp tüfeği yanına alarak arabaya atladı. Arabayı delicesine sürüyordu. Sanki dünyada tekmişçesine sürdü o yollarda arabayı, gözü hiçbir şeyi görmez olmuştu. Madene nasıl geldiğini anlamadan dün patronla karşılaştığı o kapıdan hızla geçerek yönetim binasına daldı, puantör ve mühendis oradaydı. Her şey çok hızlı gelişiyordu. Tüfeği mühendisin göğsüne dayadığında hayat yeniden başlamıştı Adil için. Hiçbir şey eskisi gibi olamayacaktı belki de. Arkalarından iteleyerek arabaya bindirdi ikisini de. Arkaya kendisi oturdu, ikisini öne aldı. Arabayı puantöre sürdürüyordu. Eli tetikte dağlara çıktılar. Sağlığını madende kaybeden Adil ekmeğini de kaybetmişti. İlginç bir kısır döngü vardı. Kimsenin kırmaya niyet etmediği. Ve belki de artık özgürlüğünü de kaybedecekti Adil. Acı olan da buydu zaten. Ekmek için özgürlüğünü kaybedenlerin ülkesi değil miydi Türkiye! Nice doktor, öğretmen, gazeteci işlerini yaptığı için aç kalırken, özgürlüklerine kelepçe takılırken acaba Adil en alttan mı haykırmıştı? "Yeter…"

2 saate yakın dağlarda patikalarda dolaştıktan sonra daha önce çalıştığı bir kaçak ocağın ağzına getirdi Adil rehin aldığı iki kişiyi. Yol boyu hiç susmadan konuşmuşlardı. Bir anda sustu. Cemil'in cansız yanık bedenini o madenden çıkardığı anı hatırladı. Patron kaçmıştı onlar çıkana kadar. 3 işçi bir cesetle polisle baş başa kalmışlardı. Ocağın sahibi gibi gözaltına alınmıştı 3'ü de. Patronun ismini söyleseler de ortada belge yoktu, olamazdı da. Hayata isyan ettiği o anlar geldi aklına. Özgürlüğünün haksız yere kısıtlandığı o anlarda yaşadıkları ile bir anda irkildi. Yanındaki iki insanın onun yaşadıklarında suçu yoktu ona göre. "Hak verilmez alınır" dedi içinden. Sesini duyurana kadar eylemine devam etmek için silkelendi. Arabanın anahtarını alıp indi aşağı.

İkisini arabada oturtuyordu. Çıkanı vururum bile dedi, sesi titreyerek. Anadolu çocuğu Adil'in, ekmek kavgası veren Adil'in, 5 çocuk babası Adil'in, arkadaşı öldüğünde saatlerce ağlayan Adil'in kimseyi öldüremeyeceğinin farkındaydılar esasında. Yemyeşil Karadeniz ormanında, kuş cıvıltılarının arasında bu iki insan hem korkak, hem üzgün bir halde umutla birilerinin gelmesini bekliyordu artık.

Bu iki insan da işçiydi esasında. Mühendis de çok mutlu değildi şartlardan, ancak ekmekti işte. O da ömrünü bu işin eğitimi ile geçirmiş, genç bir insandı. Yeni evlenmişti, eşi hamileydi. Yol boyu konuşmuşlardı bunları. Madende ölen mühendisler vardı Zonguldak'ta. O da korkardı ölümden. Bir taraftan gelecekle ilgili planları gözünün önünden geçiyor, diğer yandan da bu yaşadıklarına inanamıyordu. Rehineydi. Meslek hastalığı tanısı aldığı için işsiz kalan ve iş bulamayan bir insan kendi gelecek kaygısı ile onun geleceğine saldırmıştı. Bazen tumbada vagon bile deviren bu genç insan yutkundu. O işçilerin nasıl çalıştığını en iyi bilenlerden biri olarak emek mücadelesinin en alttaki yansımalarını görememişti belki o ana kadar. Ama şimdi tam ortasındaydı. Acaba Adil "bana sahip çıkmazsanız bir gün siz de diyet ödersiniz" mi diyordu?

Ocağın ağzında bir tomruğun üstünde oturan Adil yorgun ve gergin bir halde kafasını öne eğdi. Neyi bekliyordu bilmiyordu. O ana kadar telefonla birkaç kere eşini, anasını aramıştı. Arkadaşları onu aramıştı. Sesini duyurmuş muydu acaba! En son karakol amiri aradığında artık sesi iyice titreyerek amire sordu "Amirim ben çocuklarıma ne derim. Ekmeksiz kaldım. Halimi herkese duyurun. Beni hasta ettiler, şimdi de kapı dışarı ediyorlar…"

Polisin madenlerdeki mesaisi bu sefer farklı yönde gelişmişti. Kazalardan hemen sonra ambulanstan önce polis gelirdi madene. Kaçak ocak işleri onları bu yöne itmişti. 112 mandala bastığında olayı duyan en yakın polis gelir, madende kim var kim yok toplar giderdi. Bazen yaralıyı bile önce karakola götürürlerdi ki, 112 gider karakoldan alırdı kazazede işçiyi. Eeee, Zonguldak'tı burası.

Akşam hava kararmadan önce teslim oldu Adil. Kimseyi öldürmek gibi bir planı da yoktu zaten. Ama isyanı vardı. Sesini duyuramıyordu. Ömrünü verdiği ocaklar belki canını almamıştı ama tüm ailesinin geleceğini çalmıştı. Polis durumun farkındaydı. Bu acı tabloda kimse ona suçlu gibi davranmamış, o cinnet anında daha da kötüsünü yapması engellenmişti. Ama bir gerçek vardı: Mahkemelik olan meslek hastalığı işleri, bu ülkede vicdanları da mahkemelere taşıyan yeni bir süreç başlatmıştı.

Tam da o günlerde Adil'in ülkesinde "kültür değişimi" vurgusu ile iş sağlığı güvenliğinin kanununu çıkartmazlar mı? Kültür dediğin şeyin değişimini bir kanunla sağlayacağını sanan düşünceye inat Zonguldak'ta da "150 yıllık madencilik kültürü" dedikleri bir başka, hatta bambaşka bir kültür egemendi. Dünyanın ileri ülkelerinde 100 yıl önce terkedilmiş, o ülkelere göre bugün "kölelik" olarak adlandırılan yöntemlerin kullanıldığı, iş kazasının, hastalığın "kader" kabul edildiği bir kültürdü bu. Zaten "mükellefiyet" adı altında 2 kere de bölge insanının hayatına çökmüştü o kültür. Acaba bugünkü politik düzende 3.bir mükellefiyet gizlice mi yürütülüyordu Zonguldak bölgesinde? Bunu kim soracak, kime soracaktı? İspatlamak zor muydu? Ya da "atı alan Üsküdar'ı geçmişken" sorsalar, ispatlasalar ne değişirdi?

Bölgenin madencilikle ilgili kültürel gerçekleri altında önce insan kavramının oluşması için bir hayli yol almak gerekiyordu da, bunun için bir lider lazımdı. Lider olması gereken belliydi Zonguldak'ta esasında. TTK (Türkiye Taşkömürü Kurumu) havzanın sahibi idi. Ama zaten bu işlerden sıyrılmak için parçalanmış, redevans sistemi ile küçültülmüştü. Zamanın en güçlü sendikası olan Genel Maden İşçileri Sendikası da TTK ile küçüldükçe küçüldü. Redevans sahalarındaki işçileri sendikasına üye yapamayan, yapmak için özel çaba göstermeyen bir sendika varlığında işçinin liderinin olması da mümkün değildi artık. Ortam her yönü ile işveren lehine şartlarla donatılmışken, denetim yetkisini iyileştirmeden değil de kapatmadan yöne kullanan devlet sayesinde işçi daha da köşeye sıkışmıştı kömür madenlerinde.

Neoliberal süreçle birlikte kamunun sermayeye paylaştırılması sonucu ortaya çıkan çıkar çatışmasında devlet kendini geri çekmişti. İşçi-işveren çatışması en sert halinde ilerlemeye devam ederken bu savaşta yalnız kalan işçinin hak arama yollarının böyle olmaması gerektiği açıktı. Ama Adil'in cinneti bir işaret olabilir miydi? İnsanların çalışırken sağlıklı kalma haklarının bile ellerinden alındığı, yetmedi hastalandıklarında oluşan haklarının tazminat kurgusu ile sindirildiği bir sistemde bu isyan acaba sadece İSG profesyonellerinin görmesi gereken bir olay mıydı? Ya da diğer olaylar gibi kendi içinde geçiştirilecek basit bir olay olarak mı kalacaktı?

Zonguldak mahkemeleri esasında meslek hastalıkları dosyalarına çok yabancı değildi. Ama bu sefer konu iş mahkemesinde değildi. Ceza mahkemesine taşınmıştı. Ülkede meslek hastası olmak kolay, ama tanıyı almak zordu. İşsiz kalmak kolay, iş bulmak zordu. İşten atılmak kolay, işe devam etmek zordu. Maaşsız çalışmak kolay, maaşını alabilmek zordu. Çünkü emek ucuzdu. Hatta ISPAT denen kuruma (Başbakanlık Strateji Geliştirme ve Tanıtım Ajansı) göre saati 4 Dolardan, yılda 3-5 gün hastalanan ve haftada 53.5 saat çalışan insanlar vardı bu ülkede. Yani ucuza çalışan, çok çalışan, hastayken bile çalışanların ülkesi idi Türkiye. Ve bunu en tepedeki sorumluya bağlı kamu kurumu söylüyor, insanını uluslararası sermayeye pazarlıyordu. Tüm kanunlara, düzenlemelere rağmen. Mahkemeler yıllar süren davalarda bu temel sorunları bile çözemezken, bırakın çözmeyi işçi para yatırmadan alacağına karşılık davayı bile açamazken meslek hastalığı tanı sürecinin adil yürümesi için kim umut taşıyabilirdi ki? Çalışma yaşamının baştan sona yanlış yürüdüğü bu sistemin neresinden başlansa geri kalanı eğreti kalıyordu… Şimdi yeni bir dava daha çıkmıştı bir de: Kişiyi hürriyetinden yoksun kılma!

Adil'in gerçeğine dönersek devlet eşitlikçi kurallarla madenleri yönetseydi, denetim mekanizmalarını iyi kurgulasaydı Adil kaçak ocaklarda çalışır mıydı? Ya da her şartta çalışmayı kabul eder miydi? Çalışıp da hastalanır mıydı? Hastalığına rağmen yeni işler arar mıydı? Hastalanan Adil'in yaşamını

devam ettirebilmesi için 300-500 TL lik utanç maaşları yerine insanca yaşam için yeterli olan bedelleri ödeseydi o devlet, Adil ve ailesi kurtulur muydu? Yeni köleler için bir gizli düzen mi vardı yoksa arkada? Vatandaşını köleleştiren devlet bu kadar ölüme, hastalığa rağmen sektörel düzenlemeden kaçıyorsa bunun sebebi neydi? Daha kaç insan zengin daha zengin olsun diye ölecekti? En önemlisi de tüm bunlar devletin gözü önünde nasıl olacaktı? Nasıl oluyordu? Neden oluyordu? Kim hem kör, hem sağır, hem de dilsizdi?

Esas soru şu olabilir mi acaba? Adil'in iki kişiyi hürriyetinden alıkoymasının yanında onun yaşama hakkının çalınmasını kim, nasıl yargılayacak?

Adil'in hayatını çalanlar, onu hürriyeti yoksun kılmaktan yargılanırken gördüklerinde, insanlıklarından utanmadıkça ne bu sorular biter, ne de yanıtları ortaya çıkar…

Son sözüm sosyopolitik bir gerçekler manzumesi olan işçi sağlığı ve iş güvenliği sorunlarını teknik yöntemlerle çözmeye çalışanlara:

"İşçinin önce insan olduğunu hatırladığımız gün, bu sorunların çözümü için ilk adımı atmış oluruz…"

Tüm maden şehitlerine saygıyla…

KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSLERİNDEKİ BAŞLICA FİZİKSEL RİSK ETMENLERİ

MAJOR PHYSICAL RISK FACTORS IN COAL PREPARATION PLANTS

Ö. Öney, S. Samanlı
Uşak Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Uşak

ÖZ: Kömür hazırlama tesisleri kömürün depolanması, çeşitli boyutlarda yıkanması, temiz kömürün sınıflandırılması ve stoklanması vb. birçok işlemi gerektiren kompleks tesislerdir. Günümüzde çok sayıda ekipmanın bir arada kullanılması zorunluluğu, kömür hazırlama tesislerinde çalışanlar için iş sağlığı ve güvenliği açısından çeşitli riskler oluşturmaktadır. Kömür hazırlama tesislerinde başlıca risk etmenleri gürültü, titreşim ve toz olarak adlandırılabilir. Bu etmenlere maruziyetin sürekli olması çalışanların sağlığı açısından olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmakta ve aynı zamanda çalışma verimini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenlerle bu riskleri önlemek için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmada, kömür hazırlama tesislerindeki gürültü, titreşim ve toza bağlı risk etmenleri incelenmiş, bazı kömür hazırlama tesislerinde yapılan ölçümler sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kömür Hazırlama Tesisi, Risk Faktörleri, Gürültü, Titreşim, Toz.

ABSTRACT: *Coal preparation plants are complex facilities that require many operations including storage of coal, washing in various sizes, classification and storage of clean coal, etc. The necessity of using a large number of equipment together today poses various risks in terms of occupational health and safety for workers working in coal preparation plants. The main risk factors in coal-processing plants are noise, vibration and dust. Continuous exposure to these factors leads to negative consequences for the health of employees and at the same time adversely affects working efficiency. For these reasons, necessary studies should be done to prevent these risks. In this study, risk factors related to noise, vibration and dust in the coal preparation plants were examined and measurements made in some coal preparation plants were presented and interpreted.*

Keywords: *Coal Preperation Plants, Risk Factors, Noise, Vibration, Dust.*

1. GİRİŞ

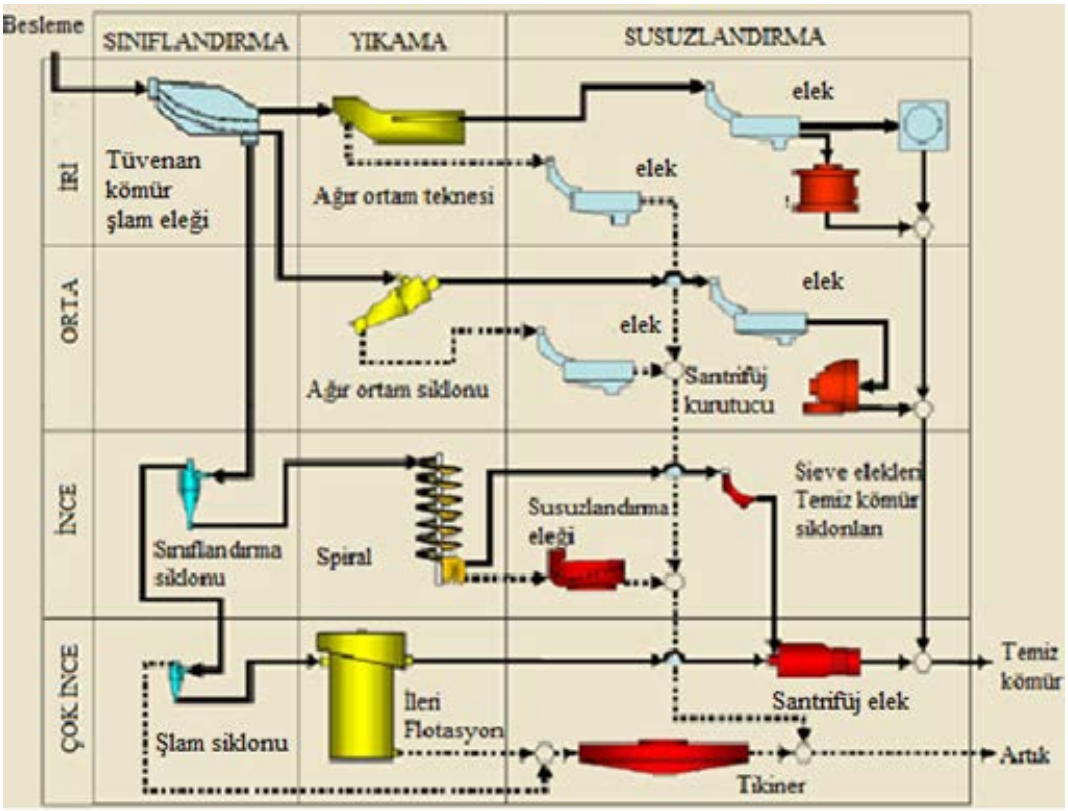
Kömür hazırlama, ocaktan çıkarılan tüvenan kömürü kullanım amacına göre temiz kömür yakıtı haline getirme ve farklı boyutlara ayırma sürecidir (Baisheng vd., 2011). Kömür ilk kullanılmaya başlandığında kömür içerisindeki yabancı maddeler elle seçilerek kömür hazırlamada ilk adım atılmıştır. Kömür üretiminde artan mekanizasyon, kömürün yabancı madde içeriğinin daha da artmasına kömürün daha ince boyutlu olmasına sebep olmuş ve böylece elle ayıklama yeteriz kalmış ve mekanik aygıtlar 19'uncu yüzyılın ilk çeyreğinde devreye girmiştir (Kemal ve Arslan, 2010). Çeşitli kapasitelerde kömür hazırlama tesislerin kurulması ile birlikte kullanılan mekanik cihazların sayısının artması, işyeri bina ve eklentilerinin kurulması, işçi çalıştırma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Günümüzde fazla sayıda ekipmanların kullanılması ile birlikte kömür hazırlama tesislerinde iş kazaları ve meslek hastalıkları meydana gelmekte, bu da işçilerin sağlık ve güvenliğini ciddi olarak etkilemektedir (Baisheng vd., 2011). Bu nedenle bu tesislerde tehlikelerin belirlenmesi ve tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek gerekli önlemlerin alınması gereklidir.

2. KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSLERİ

2.1. Kullanılan Ekipmanlar ve Yıkama İşlemi

Genel olarak iri boyutlu (+12 mm) ve orta boyutlu (-12+1 mm) fraksiyonlar için normal olarak sırasıyla ağır ortam banyosu, jigler ve ağır ortam siklonları kullanılır. -1+0.15 mm boyutlu kömürler ince kömür olarak tanımlanır. İnce kömürler yoğunluğa dayalı metotlar (spiral, multi-gravite ayırıcı vb.) ile zenginleştirilir (Zhang, 2008). 0.15 mm boyutu altındaki kömürler ise çok ince kömür olarak adlandırılır ve konvansiyonel flotasyon metotları ile zenginleştirilir, doğrudan susuzlandırılır (disk filtre, pres filtre, santrifüj vd.) veya artık havuzuna gönderilir. Yıkama işlemi sonucunda elde edilen temiz kömür ve atıklar ayrı bantlar vasıtasıyla temiz kömür siloları ve atık silosuna

nakledilir. Suyun geri dönüşümü için tikinerler ve pompalar kullanılır. Ağır ortamın geri kazanımı için manyetik seperatörler kullanılır (Vipperman vd., 2007). Şekil 1'de kömür hazırlama tesisinin genel akım şeması verilmektedir.



Şekil 1. Kömür hazırlama tesisi genel akım şeması (Bethell, 2017)

Tesislerin çoğunda bulunan özel ekipmanlar olarak kavisli elekler, titreşimli elekler, boşaltma ve durulama elekleri, vakum filtreler ve pompalar vardır. Buna ek olarak, temizleme işleminde hava kullanıldığından tesislerde kompresör odaları da mevcuttur (Vipperman vd., 2007). Kömür hazırlama tesislerinde tesis büyüklüğüne ve kullanılan ekipmanlara göre sabit ekipman operatörü, flotasyon ünitesi operatörü, tesis operatörü, tesis kontrolörleri, zemin işletmecisi, tesis bakım operatörü vb. çeşitli alanlarda işçiler çalışmaktadır.

2.2. Türkiye'deki Kömür Hazırlama Tesisleri

1990'lı yıllarda kömür yıkama tesisleri gündeme gelmeye başlamıştır. Bu amaçla ilk yapılan tesislerde jig esaslı yıkama yöntemleri seçilmiş, ağır ortam

uygulamaları 1993 yılından itibaren yaygınlaşmaya başlamıştır. Türkiye'de 20 ton/saatten 700 ton/saat e kadar değişen kapasitelerde kömür hazırlama tesisleri çalışmaktadır ve bu tesislerin çoğunda ağır ortam uygulaması vardır (Arslan ve Kemal, 2004).

2.3. Kömür Hazırlama Tesislerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği İle İlgili Mevzuat

27.02.2017 Tarihli ve 29992 Sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Sağlığı Ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ'inde kömür yıkama tesislerine ilişkin alt başlık yer almamaktadır. Ancak maden ve taş ocaklığı başlığı altında taşkömürü madenciliği 05.10.01 NACE koduyla ve linyit madenciliği 05.20.01 NACE koduyla işyeri tehlike sınıfları listesinde "Çok Tehlikeli" sınıfta yer almaktadır.

Madencilik çalışmaları ile 19.09.2013 tarihli ve 28770 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" nde cevher hazırlama tesisleri kapsam dışındadır. Halen kömür hazırlama tesislerindeki çalışmalar diğer mevzuatlarda belirtilen hükümler çerçevesinde sürdürülmektedir.

3. KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSLERİNDE RİSK ETMENLERİ

Bir kömür hazırlama tesisinde başlıca risk faktörleri olarak fiziksel risk etmenleri (gürültü, titreşim), kimyasal risk etmenleri (reaktif madde kullanımı), ergonomik risk etmenleri (elle yük taşıma), yüksekte çalışma, elektrikle çalışma, makine ekipmanlarla çalışma, tozlu ortamda çalışma sayılabilir.

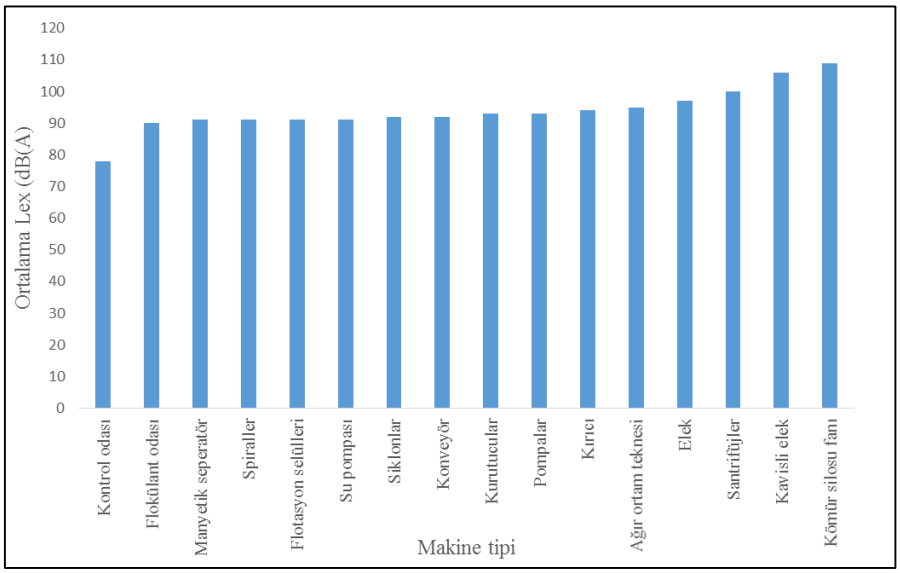
3.1. Gürültü

Gürültü; İnsanların işitme sağlığını ve duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş verimini azaltan, istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirliliğidir (Ediz vd., 2002). Gürültü

standartları ülkeden ülkeye değişim göstermektedir. Bir çok gelişmiş ülkede maksimum kabul edilebilir gürültü seviyesi 85 veya 90 dB(A)' dır (Haftada 5 gün, sekiz saat etkileşim söz konusu ise). Avrupa ülkelerinde 85 dB(A) değeri daha yaygındır. Ülkemizde ise Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik'te (28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı Resmi Gazete) 8 saatlik ortalama değerler üzerinden en düşük maruziyet eylem değeri 80 dB(A), en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A) ve maruziyet sınır değeri 87 dB(A) olarak belirtilmiştir. Yönetmelikte çalışanın gürültüye maruziyeti en düşük maruziyet eylem değerlerini aştığında, kulak koruyucu donanımları çalışanların kullanımına hazır halde bulundurulmasını, çalışanın gürültüye maruziyetinin en yüksek maruziyet eylem değerlerine ulaştığında ya da bu değerleri aştığında, kulak koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmasını sağlanmasını zorunlu kılmıştır.

Birçok madenci yalnızca yüksek sesle değil aynı zamanda sürekli gürültü seviyesine maruz kalmaktadır. Titreşimli elekler, döner kırıcılar ve ağır ortam ayırıcıları kömür hazırlama işleme tesislerinin önemli gürültü kaynaklarıdır. Tesiste işçilerin vardiya sürelerinin önemli bir bölümünü özellikle, çamur pompaları, kurutucular, santrifüjler ve titreşimli elekler çevresinde çalışırken geçirir (Vipperman vd., 2007). Yapılan çalışmalar, hazırlama tesisleri içindeki çalışanların %43,5'inin gürültüye maruz kaldıklarını göstermektedir (Vipperman vd., 2007; Lowe vd., 2013). Kömür hazırlama tesislerindeki gürültünün kaynaklarının karakterizasyonu birçok nedenden ötürü karmaşıktır. Çok sayıda cihazın kullanılması ve bunların her birine olan yakınlığı zamana bağlı olarak belirli gürültü kaynaklarını ayırma işlemini zorlaştırmaktadır. Katların birbiri ile bağlantılı ve açık olması da gürültünün katlar arasında yayılmasına izin vermektedir. Sonuçta; ölçülen gürültü, birden fazla hava yoluyla yayılan ve yapı elemanları yoluyla yayılan gürültüden meydana gelmektedir. Hava yoluyla yayılan gürültü, cihazlar tarafından, kömür hazırlama işlemlerinden ve motorlar tarafından üretilen ve ayrıca alandan, bina

duvarlarından, tabanlardan vb. yerlerden yankılanan doğrudan gürültüyü göstermektedir. Yapı yoluyla yayılan gürültü ise cihaz titreşimlerinden ve bu titreşimin binalarda yapı elemanlarına aktarılması nedeniyle çevredeki bölgeye yayılmasından kaynaklanan gürültüdür. Şekil 2'de belirli çalışma alanı içindeki bulunan cihazların gürültü seviyelerini göstermektedir (Vipperman vd., 2007).



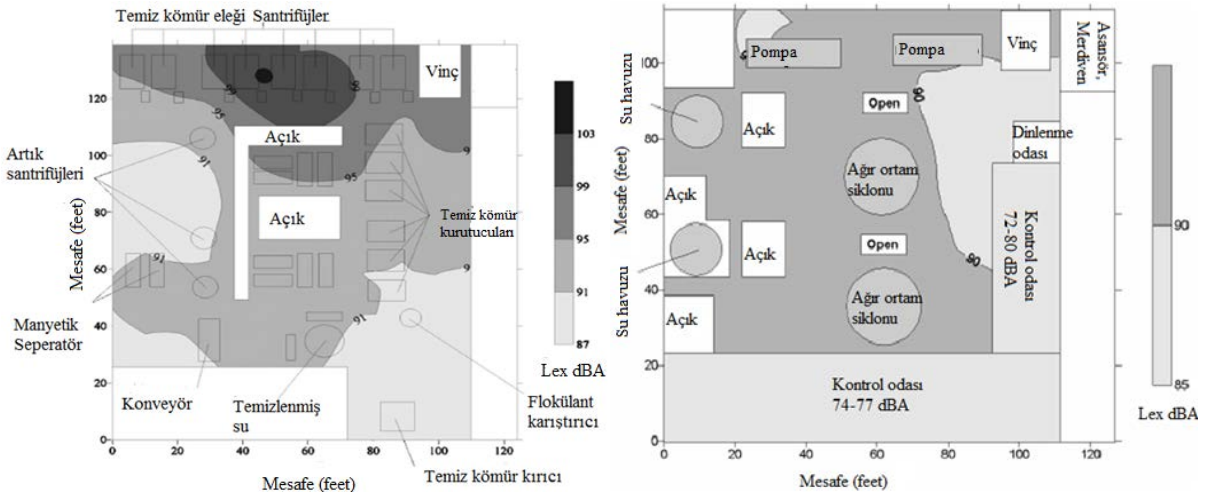
Şekil 2. Çeşitli cihazların ortalama eşdeğer ses seviyeleri (Vipperman vd., 2007).

Çizelge 1'de Türkiye Kömür İşletmeleri Ege Linyitleri İşletmesi Tunçbilek kömür hazırlama tesisinde yapılan gürültü ölçüm seviyeleri verilmektedir. Tablonun ayrıntılı incelenmesinden kontrol panel odası hariç, ölçüm yapılan tüm istasyonlarda ses basınç seviyeleri yönetmelikte tanımlanan değerlerin üzerindedir (Şensöğüt, 2007).

Şekil 3'de bir kömür hazırlama tesisinde gürültü seviyeleri kontur çizgileri verilmektedir. Şekilden de görüleceği üzere bir kömür hazırlama tesisinde çalışan işçilerin vardiya süresince yüksek gürültüye maruz kalmadan çalışabilecekleri alan oldukça azdır. Buna göre en yüksek gürültü seviyesi temiz kömür elekleri kısmında görülmektedir. Ayrıca, bir cihazdan yayılan gürültünün yakınında bulunan diğer cihaz çevresinde gürültüyü de etkilediği görülmektedir (Vipperman vd., 2007).

Çizelge 1. Kömür hazırlama tesisinde gürültü ölçümleri (Şensöğüt, 2007).

Ünite	**Gürültü Seviyesi dB(A)**
Döner kırıcı	91-92
-50+18 mm kömür elekler	94-95
-50+18 mm artık elekleri	97-98
-50+18 mm tüvenan elekler	95-96
-18 mm jig sistemi	92-93
Kontrol panel odası	73-74
Ağır ortam ünitesi	90-91
Elle ayıklama ünitesi	85-86



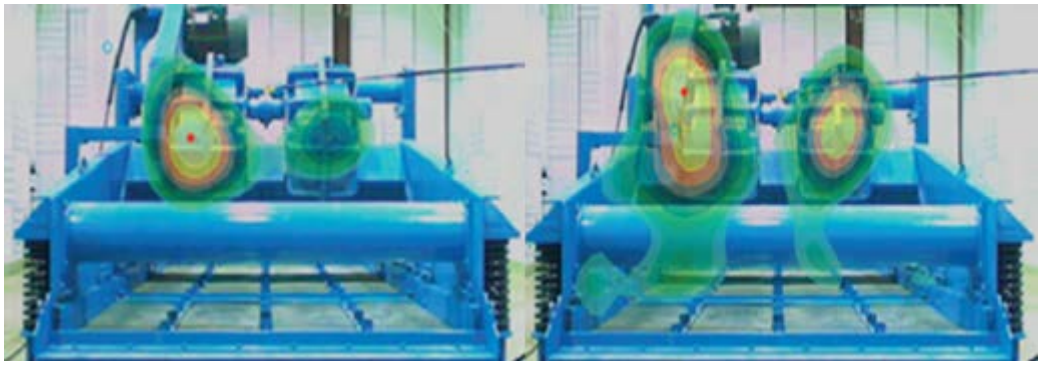
Şekil 3. Bir kattaki gürültü değişimi örnekleri (Vipperman vd., 2007).

Titreşimli elekler kömür hazırlama tesislerinde en önemli bir gürültü problemidir ve yüksek ses seviyeleri üretebilirler (Rubin vd., 1982; Yantek vd., 2005). Kömür hazırlama tesislerinde yatay titreşimli elekler daha sık kullanır. Elekler yataydan yaklaşık 45 derecelik bir açı ile titreşecek şekilde tasarlanmıştır (Lowe vd., 2013). Tesis çalışanları vardiya esnasında tesisin tüm katlarında eleklerden üretilen yüksek ses seviyelerine maruz kalabilirler. Genel olarak titreşimli bir elek üzerinde iki temel gürültü oluşturma mekanizması vardır;

1) Malzeme ile elek yüzeyi arasındaki veya malzemenin kendine has parçaları arasındaki darbelerden üretilen malzeme akış gürültüsü,

2) Çalışma esnasında eleğin titreşmesiyle oluşan gürültüdür (Lowe vd., 2013).

İri kömür kullanan eleklerde darbe gürültüsü baskın olurken, daha ince kömür kullanan eleklerde tahrik mekanizması gürültüye neden olmaktadır (Ungar vd., 1976; Yantek vd., 2005). Amerika'da yapılan bir çalışmada, temiz kömür elde etmek için kullanılan sekiz yatay titreşimli eleği çevreleyen alandaki ölçümlerdeki ses seviyelerinin, tesiste temiz kömür elde edilirken 94 ila 98 dB (A) ve elekler boşta çalışırken 89 ila 97 dB(A) arasında değiştiğini göstermiştir. Ses seviyeleri, eleklerden uzaklaştıkça belirgin bir şekilde azalmıştır (Yantek vd., 2005).



a **b**

Şekil 4. Titreşimli eleklerde gürültü radyasyon alanları (Yantek vd., 2005).

Şekil 4'de 1,6 kHz (a) ve (b) 2 kHz birer üçüncü oktav bantları için ekranın deşarj ucundan görülen ışık oluşturma sonuçları gösterilmektedir. Açık renkler, yüksek gürültülü radyasyon alanlarını göstermektedir (Yantek vd., 2005).

3.2 Titreşim

Titreşim, bir cismin iç veya dış kuvvetlerin etkisiyle yaptığı salınım hareketidir. (Şensöğüt, 2007; Groothoff, 2007). Titreşimin şiddeti titreşim nedeniyle oluşan enerjinin hareket yönüne dik birim alan ve birim zamandaki akım gücü olarak tanımlanır ve m/s^2 ile gösterilir. Titreşimin frekansı ise birim zamandaki titreşim

sayısı olup birimi Hz'dir. Titreşime maruziyet el-kol ve tüm vücut titreşimi olmak üzere iki başlıkta ele alınabilir. Tüm vücut titreşiminin insan üzerinde etkisi algı, rahatsızlık, görüş ile etkileşim, omurga incinmeleri, sindirim sistemi hasarları, üreme sistemi hasarları olabilir (South, 2004; Zeyrek, 2009). Titreşime maruz kalma sonucu zarar görme riski, titreşimin çeşidine, büyüklüğüne (dalga boyuna), frekansına, maruziyet süresine, etkilenen vücut parçasına bağlı olarak değişiklik gösterir (Zeyrek, 2009). South (2004) maruziyet etkin ve maruziyet sınır değerlerinin, 2002 Fiziksel Ajanlar (Titreşim) Direktifine göre değişimin araştırmıştır. Buna göre tüm vücut titreşimi için her nicelik eşdeğer sürekli "sekiz saatlik maruziyet" veya "titreşim doz değeri" (VDV) cinsinden ölçülebilir (South, 2004; Zeyrek, 2009). Söz konusu maruziyet değerleri aşağıda sunulmaktadır;

- Sekiz saatlik eşdeğer maruziyet için maruziyet etkin değeri 0,5 ms-2 veya titreşim doz değeri 9,1 ms-1,75'tir.
- Sekiz saatlik eşdeğer sürekli maruziyet için maruziyet sınır değeri 1,15 ms-2 veya titreşim doz değeri 21 ms-1,75'tir.

Üye ülkeler kendi yönetmeliklerini hazırlarken titreşim doz değerlerini veya eşdeğer sekiz saatlik değerleri kullanmayı seçmekte özgürdürler. Üye ülkelerin çoğunun seçimi sekiz saatlik eşdeğer yöntemi kullanmak yönünde olmuştur (South, 2004; Zeyrek, 2009).

Çalışanların Titreşim ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik'te (22 Ağustos 2013 tarihli ve 28743 sayılı Resmi Gazete) sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri el-kol titreşimi için 5 m/s^2 ve 2,5 m/s^2 olarak belirtilmiştir. Bütün vücut titreşimi için bu değerler sırasıyla 1,15 m/s^2 ve 0,5 m/s^2'dir. Söz konusu 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.

ISO 2631'e göre tüm vücut titreşiminde her eksen ayrı olarak değerlendirilir**.** İşyeri maruziyet değerlendirmeleri için olası sağlık etkileri üzerine odaklanıldığında, yatay eksenler olan x ve y-eksenleri boyunca ölçülen değerler 1,4 faktörü ile dikey eksen olan z-ekseni boyunca yapılan ölçüm değeri de 1 faktörü ile çarpılır (ISO, 1997; South, 2004; Zeyrek, 2009).

Titreşimi çevresindeki platformlara veya yapılara aktaran ekipmanların kendisi kömür hazırlama tesislerinde birincil titreşim kaynaklarıdır. Normal bir çalışma durumunda tesis personelinin hissettiği titreşim büyüklüğü ise ikincil titreşim kaynakları çerçevesinde değerlendirilir ve kontrol odalarındaki operatörlerin oturma koltuklarından veya çalışanın platformda/yapıda/yürüme bölmelerinde hareketi esnasında bacakları boyunca iletilen titreşimleri içerir. Çalışanlar çelik yapılardan veya betondan veya her ikisinin birleşiminden oluşmuş platformlar üzerinde hareket ederler (Mandal vd., 2014). Bir platformda bir makinenin yakınında ölçülen titreşim yoğunluğu sadece o makineye atfedilemez. Makineler birbirine yakın kurulduğundan dolayı titreşim dalgaları çeşitli makinelerin birlikte etkileşiminden oluşmakta bu da çok daha karmaşık bir durum oluşturmaktadır. Bu durum ayrıca titreşim dalga formlarının birbirine bağlı parçaların birleştiği noktalarda yeniden dağıtılmasına neden olur. (Mandal vd., 2014).

Kömür hazırlama tesislerinde özellikle gravite ayırımı yapan makinelerde titreşim ve hareketli makine parçaları önemli tehlike kaynağıdır (Top ve Vapur, 2015). Çizelge 2' de ağır ortam ile çalışan bir kömür hazırlama tesisindeki titreşim ölçüm sonuçları verilmektedir.

Bir zaman sinyali içerisindeki en büyük değerin karelerin ortalamasını kareköke oranı "Crest faktörü" olarak tanımlanmaktadır. Titreşim analizinde crest faktörünün incelenmesi zaman sinyali içerisinde ne kadar darbe içeriği olduğu hakkında bilgi verir. Zeminde yürüyen bir insanın zeminde belirli periyotlarda darbeler oluşturduğu göz önüne alındığında, crest faktörü değerinin belirli zaman aralıklarında incelenmesi hızlı ve basit bir çözümleme tekniği

olarak görülebilir (Ermiş vd., 2015). Crest faktörleri 9'dan büyük titreşimler için, titreşimin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini araştırmak için titreşim dozu değeri (VDV) değeri kullanılmıştır. 14 ölçüm noktasından 7 adedi 9'dan büyük crest faktörü hesaplanmıştır. Bunlardan konveyör ve ağır ortam alanı sağlık açısından yüksek risk, kırıcı ve titreşimli elek (susuzlandırma için) orta risk ve operatör kabini ile kontrol odası minimum risk olarak hesaplanmıştır (Mandal, 2014).

Çizelge 2. Kontrol odası/platformlardaki titreşim değerleri (Mandal vd., 2014)

Ölçüm yeri	İvme değerleri (m/sn^2)			Baskın eksen	Crest Faktörü	VDV değeri
	x	y	z			
Birincil kırıcı	0,41	0,44	0,18	y	5,96	1,64
Konveyör	0,44	0,43	0,83	z	20,65	10,80
İkincil kırıcı	0,33	0,35	0,14	y	17,78	3,60
Sz. eleği (metal yüzey)	0,37	0,53	0,36	y	12,45	3,45
Sz. eleği (beton yüzey)	0,26	0,31	0,39	z	6,17	2,45
Operatör kabini	0,11	0,05	0,13	z	13,96	1,36
Wemco santrifüj	0,47	0,11	0,19	x	6,61	2,24
Ağır ortam alanı	0,50	0,55	0,22	y	16,60	5,33

Mandal vd. (2014) ifade etmektedir ki; Ağır ortam siklonları titreşimli elekler, bant konveyörleri vb. ekipmanlar tüm vücut titreşimi açısından çalışanlar için sağlık riski oluşturur. Bu ekipmanların tehlike potansiyeli, ekipmanın yapımı, kurulumun niteliği, çalışma prensipleri, işletme uygulamaları, ekipman kapasitesi vb. ile ilişkilidir. Tam otomatik çalışan kömür hazırlama tesislerinde çalışanların %90'ı ayakları boyunca ve %10'u ise oturma pozisyonunda tüm vücut titreşimine maruz kalmaktadırlar.

3.3. Toz

Tozla Mücadele Yönetmeliğinde (5 Kasım 2013 tarihli ve 28812 sayılı Resmi Gazete); işyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklar toz olarak tanımlanmaktadır. Aerodinamik eşdeğer çapı 0,1–5,0 mikron büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı üç mikrondan küçük, uzunluğu çapının en az üç katı olan lifsi tozlar ise solunabilir toz olarak ifade edilmektedir. İnert toz ise, solunumla akciğerlere ulaşmasına rağmen akciğerlerde yapısal ve/veya fonksiyonel bozukluk yapmayan tozlar şeklinde tanımlanmıştır. Tozun özelliğine bağlı olarak toplam toz miktarı ve solunabilir toz miktarı için maruziyet sınır değerleri belirtilmiştir. Yönetmelikte, tozlar için mesleki maruziyet sınır değerlerinin belirtilen değerlerin üstünde olamayacağı, toz yoğunluğunun uyulması gereken değerde olduğu veya altına düştüğü tespit edildiğinde çalışma izni verileceği belirtilmiştir. Buna göre kömür tozunun içerdiği SiO_2 miktarına göre farklı Maruziyet Eşik Sınır Değerleri (TWA) belirtilmiştir. %5 ve daha az SiO_2 içeren solunabilir kömür tozu için TWA değeri 2,4 mg/m^3 iken %5'ten fazla SiO_2 içeren solunabilir kömür tozu için TWA değeri 10 mg/m^3/(%SiO_2+2) formülüne göre hesaplanması gerekmektedir. Diğer bir ifade ile kömür tozu içerisindeki SiO_2 miktarı arttıkça TWA değeri azalmaktadır.

Kömürlerin tozlanabilirliğine etki eden başlıca faktörler; karbon içeriği, uçucu madde içeriği, kül ve nem oranıdır. Kömürün uçucu madde oranının artması tozlanabilirliği arttırmaktadır. Karbon içeriği arttıkça da tozlanmanın da arttığı saptanmıştır. Kömür içinde var olan kül de değişik tozlanma karakteristiklerine sahip olabilir. Bu nedenle gang mineralleri de kömür içerisinde kömürün tozlanabilmelerini etkileyebilirler. Nem miktarı ise kömürün tozlanabilirliğinde aksi etki yapar. Kayaçlarda olduğu gibi kömürlerde de sertlik arttıkça tozlanabilirlik artmaktadır. Bu nedenle her kömür sahasında oluşacak toz miktarı da farklı olmaktadır (Güyagüler, 1982).Kömür hazırlama tesislerinde başlıca toz kaynakları; tüvenan kömürün kömür silosuna nakledilmesi,

sınıflandırma eleklerine gönderilmesi ve temiz kömür ürünlerinin nakledilmesi ve temiz kömür stok sahalarından kaynaklanmaktadır.

Kömürün bilhassa zor okside olan tipleri kolayca tozlanmaya elverişli olup, bu akciğerlerde sıvılarla çözülemez ve büyük miktarda toplanır, silikoza benzer tesirleri meydana getirir (Baysal, 2017). Türkiye'deki birçok madende, serbest kristal silika (kuvars) miktarı %10'un altında olup pnömokonyoz gelişiminde belirgin etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Zonguldak kömür madenlerinde kömür tozundaki kuvars miktarı ise %4,7-7,8 arasında ölçülmüştür (Didari, 1988; Tor, 2017).

4. SONUÇ

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda Madde 4'de işveren risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır, çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır, yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır denilmektedir.

Kömür hazırlama tesislerinde birçok ekipmanın bir arada çalıştırılması ile gürültü, titreşim vb. risk etmenleri ortaya çıkmaktadır. Kanun gereği bu tesislerde risk değerlendirmesi temelinde söz konusu risk etmenlerinin sürekli ölçümlerinin yapılarak denetlenmesi, risk etmenlerini ortadan kaldırmak veya azaltmak için önlemlerin alınması zorunlu olduğu açıktır. Ayrıca çalışanların söz konusu risk etmenlerine maruz kalma sürelerini de en aza indirmek için günlük çalışma süreleri düzenlenmelidir. Bu ortamlarda çalışan işçiler düzenli olarak sağlık kontrollerinden geçirilmelidir. Çalışanlara uygun kişisel koruyucu donanım sağlanmalı, kişisel koruyucu kullanmanın önemi anlatılmalı, gerekli eğitimler verilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği açısından gerekli kontroller özenle yapılmalı ve denetlenmelidir.

İş kazası sonucunda işverenler, hukuksal boyutu farklı üç türlü dava ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bunlar; kazaya uğrayan işçinin açabileceği maddi

ve manevi tazminat davaları ile Sosyal Güvenlik Kurumu'nun işçiye yaptığı yardımları işverenden geri alma davalarıdır. Dolayısı ile cevher hazırlama tesislerinde risk değerlendirme kapsamında gerekli tedbirlerin alınmadığı durumlarda, işveren söz konusu tazminatlarla da karşı karşıya kalabilmektedir.

KAYNAKLAR

Arslan, V**.** ve Kemal, M.., 2004. *Kömür Hazırlama ve Türkiye'deki Uygulamalar*, Türkiye 14 Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 02-04 Haziran Zonguldak, 217-227.

Baisheng, N., Longkanga, W., Chaoa,W., Feia, Z., Xinnaa,L., Qiana, L., 2011. *Design for Safety Management System of Coal preparation Plant*, Procedia Engineering, 26, 1502 – 1510.

Baysal, 2017. *Kömür Ocaklarında Toz Problemi ve Çeşitli Toz Tâyin Metodları*, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/df88ea64eaed0f3_ek.pdf Erişim tarihi:27.04.2017

Çobanoğlu, Z. ve Güler, Ç., 1994. *Gürültü*, Çevre Sağlığı Temel Kaynak dizisi, 19, Aydoğdu Offset, Ankara,43 s.

Didari V., 1988. *A Sudy Of The Respirable Dust Conditions of The Zonguldak Coal Mines*, Turkey Mining Science And Technology, 7, 167-172.

Ediz,İ.G., Beyhan, S., Akçakoca, H. ve Sarı,E., 2002. *Madencilikte Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi*, Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs , Zonguldak, Türkiye.

Ermiş,A., Yurttadur,A.A. ve Tuncay Karaçay,T. 2015. *Zemin Titreşimleri Ölçümü Ve Analizi İle İnsan Hedeflerin Tespiti,* Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 30,2, 207-215

Groothoff, B. (2007). *Human Vibration*, Brüel & Kjaer Australia Pty Ltd, Sydney.

Güyagüler T.,1982. *Toz Oluşumunu Etkileyen Faktörler,* Türkiye 3. Kömür Kongresi, s. 257-262.

http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/Meslek-Hastaliklari-Kitab%C4%B1 Erişim tarihi: 05.03.2017.

ISO 2631-1:. 1997. *Mechanical Vibration and Shock, Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration*,

Kemal, M. ve Arslan, V., 2010. *Kömür Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı)*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 394 s.

Lowe MJ, Yantek DS, Yang J, Schuster KC, Mechling JJ, 2013. *A noise control package for vibrating screens*. Noise Control Eng, 61(2):127-144.

Mandal, B B., Bhattacharya, S., Anupam, A., ve Jain, P.K. 2014.Vibration Exposure of Workmen Of Coal Preparation *Plants - An Exploratory Study*, Noise & Vibration Worldwide 45(7):21-31.

Rubin, M.N., Thompson, A.R., Cleworth, R.K., ve Olson, R.F., 1982. Noise Control Techniques for the Design of Coal Preparation Plants," Contract J0100018, Roberts & Schaefer Company and Bolt Beranek and Newman Inc., U.S. Bureau of Mines OFR 42-84, 125 s.

Sensogut, C., 2007. *Occupational Noise in Mines and ıts Control –A Case Study*, Polish J. of Environ. Study,*16, 6, 939-942.*

South, T., 2004. *Managing Noise and Vibration At Work*, Elsevier.

Resmi Gazete, 2013. *Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik.* http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130728-11.htm *Erişim Tarihi. 02.05.2017.*

Resmi Gazete, 2013. *Çalışanların Titreşim ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130822.htm Erişim Tarihi. 02.05.2017*

Resmi Gazete, 2013. *Tozla Mücadele Yönetmeliği*.
http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/11/20131105-9.htm *Erişim Tarihi. 02.05.2017.*

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2017. *İş Sağlığı Ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ.*
*http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/02/20170227M1-1-1.pdf***.** *Erişim Tarihi. 02.05.2017.*

Top, S., Vapur, H., 2015. *İSG Yönünden Cevher Hazırlama Proseslerindeki Problemler ve Çözüm Önerileri,* Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu,21-22 Aralık, Adana, 275-288.

Tor, M., 2017. *Kömür İşçisi Pnömokonyozu*, http://www.klinikgelisim.org.tr/kg_234/8.pdf Erişim tarihi: 05.03.2017.

Ungar, E.E., Dym C.L., Rubin, M.H., 1976. *Practical Reduction of Noise From Chutes And Screens in Coal Cleaning Plants*, BBN Report No. 3337.

Bethell, P.J., Coal Preparation, http://docplayer.net/39588084-Coal-preparation-current-status-and-the-way-ahead.html Erişim tarihi:27.04.2017.

Vipperman, J.S., Bauer, E.R., and Babich, D.R., 2007. Survey of Noise in Coal Preparation Plants, Journal Of The Acoustical Society Of America, 121, 197–205.

Yantek, D.S., P. JurovcikP., Bauer E.R., 2005. *Noise And Vibration Reduction of a Vibrating Screen,* Transactions of The Society For Mining, Metallurgy And Exploration, 318, 201-213.

Zeyrek, S., 2009. *Titreşim,* İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık T**ezi** T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 122s.

Zhang, B., 2008. *Performance Optimization of a Compound Spiral For Fine And Ultrafine Coal Cleaning*. Master Thesis.Southern Illinois University,

YERALTI KÖMÜR OCAKLARINDA TERMAL KONFOR ŞARTLARININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THERMAL COMFORT CONDITIONS IN UNDERGROUND COAL MINES

A. E. Arıtan, M. Tümer
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

C. Şensöğüt
Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZ: Yeraltı kömür madenciliğinde termal konfor, iş verimliliğini ve çalışanların sağlığını etkileyen önemli bir faktör olmasına rağmen daha az dikkat çekmektedir. Termal konfor, günümüzde yeraltı kömür ocaklarının daha derinlere inmesiyle, artan sıcaklığa bağlı olarak önemini artırmaktadır. Bu çalışmada, yeraltı kömür ocaklarında termal konfor şartlarına bağlı olarak ocak havası sıcaklığının çalışanlara zararlı etkileri araştırılmıştır. Ocaktaki ısı yükünü ve iklim koşullarını etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. Bu faktörlerin sebep olduğu iklim değişikliğinin çalışanları olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Termal konforun çalışanların sağlığına zarar vermeyecek düzeyde olması için alınacak tedbirlerden bahsedilmiştir. Termal konfor ölçümlerinin yapılması esnasında uyulması gereken kurallar ve standartlar hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı Kömür Madenciliği, İş Sağlığı ve Güvenliği, Termal Konfor.

ABSTRACT: *Thermal comfort in underground coal mining is less noticeable, although it is an important factor affecting work efficiency and employee health. Thermal comfort increases its importance with the deepening of underground coal mines today, depending on the temperature change. It is known that the climate change caused by this factor has a negative effect on the employees. In this study, the effects of temperature, radiant heat, humidity, air velocity, overalls thermal resistance and metabolic rate (thermal comfort conditions) on the mine workers were investigated in underground coal mines. The heat load in the mine and the factors affecting the climatic conditions are mentioned. The measures to be taken in order to ensure that the thermal comfort is not in a detrimental level to the health of the occupants is also discussed. On the other hand, an information on the rules and standards that must be observed during thermal comfort measurements is supplied.*

Keywords: *Underground Coal Mining, Occupational Health and Safety, Thermal Comfort.*

1. GİRİŞ

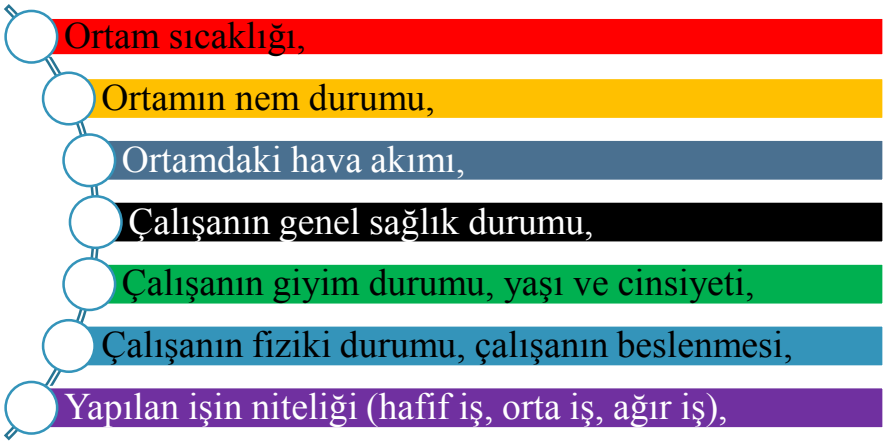
İnsanlığın hammadde ve enerji talebinin hızla artması, özellikle kömür madenciliğinde üretim miktarlarının artırılmasını gerektirmektedir. Yeryüzüne yakın olan, açık işletmecilikte veya sığ yeraltı işletmeciliği ile üretilebilecek cevherler günümüzde çok azalmıştır. Bu sebeple, talebi karşılamak için daha derinlere inilmekte ve derin ocak işletmeciliğine geçilmektedir (Önder ve Saraç, 2003; Şensöğüt ve Ören, 2017). Kömür madenciliğinde, metal madenciliğine kıyasla daha az derinliklerde daha yüksek sıcaklıklara maruz kalma olasılığı daha fazladır (Güyagüler, 1988).

Yeraltında derinlere inildikçe özellikle jeotermik gradyan nedeniyle kayaç sıcaklığı artmakta, buna paralel olarak çevre kayaçlarla sürekli olarak temas halinde hareket eden ocak havasının sıcaklığı da artmaktadır. Çalışılan pano sayısının ve üretim hızının yüksek tutulması, kazı yöntemi olarak mekanizasyonun kullanılması, diğer işlerde de mekanik donanımın yoğun olarak kullanılması, kızışma riskinin yüksek olması vb. faktörlerinde katkısıyla, derin ocaklarda daha fazla sıcaklık problemi oluşmaktadır. Bu tür ocaklarda, yeni yeryüzü bağlantılarının oluşturulmasının güç ve pahalı olması, ocak havasının izlediği yolun uzunluğu, oto kompresyon etkisi ile havanın sıcaklık ve basıncının daha da artması, etkili bir havalandırma için çok sayıda vantilatöre gereksinim duyulması, sıcaklık sorunu ile mücadelede havalandırma mühendisinin çözüm alternatiflerini maalesef kısıtlamaktadır (Önder ve Saraç, 2003).

Termal konfor deyimi, genel olarak bir işyerinde çalışanların büyük çoğunluğunun sıcaklık, nem, hava akımı gibi iklim koşulları açısından gerek

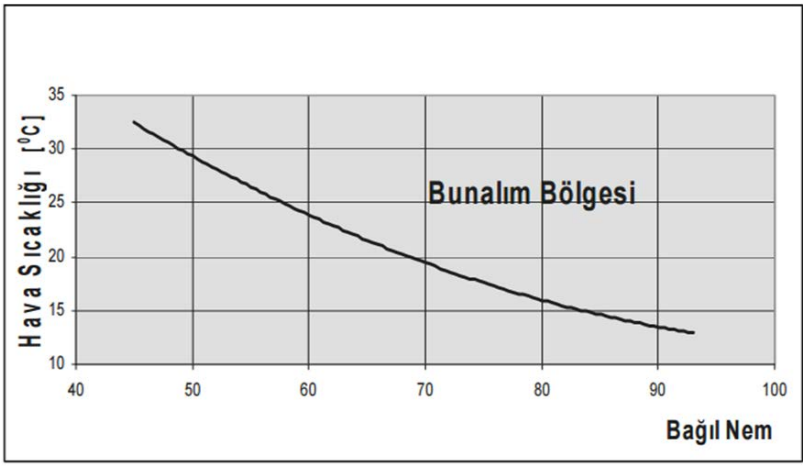
bedensel, gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken belirli bir rahatlık içinde bulunmalarını ifade eder (Arıtan vd., 2016).

Termal konfor bölgesi, iş yapma ve faaliyetini sürdürme açısından en rahat durumda olabilmek için gerekli termal konfor koşullarının üst ve alt sınırları arasındaki bölgedir. Bu bölgeye etki eden çok sayıda faktör vardır. Bu faktörlerin değişmesine bağlı olarak termal konfor bölgesi de az ya da çok derişiklikler gösterilir (Şekil 1).



Şekil 1. Termal konfor bölgesini etkileyen faktörler

Bunalım bölgesi, insanların vücutlarından ısı atmalarının güçleşmesi sebebiyle, hava akımı olmayan bir ortamda bunalma hissettikleri sıcaklık ve bağıl nem kombinasyonları bölgesidir (Şekil 2).

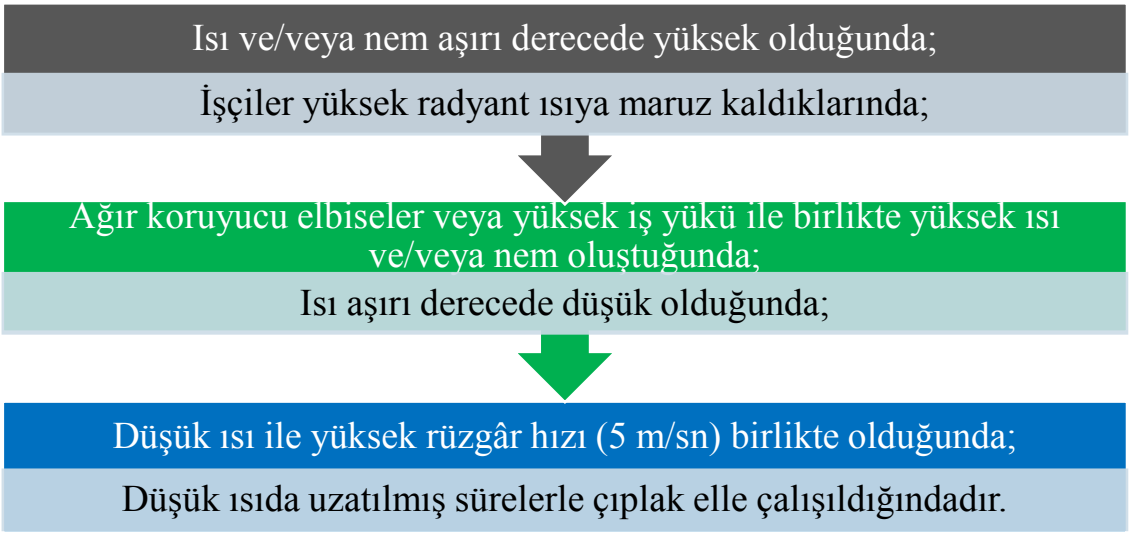


Şekil 2. Bunalım bölgesinin hava sıcaklığı ve bağıl neme bağlı değişimi

Isı, dış çevrede devamlı olarak bulunan bir enerji çeşididir. Normal koşullarda havanın kuru termometre ile ölçülen sıcaklık derecesi, hava ile ısı alışverişi hakkında fiziksel bir ölçüdür.

Çalışanlar, bulunduğu çevre ile sürekli olarak ısı alışverişi içindedir. Örneğin, çevre sıcaklığı vücut sıcaklığından düşük ise, kişi ısı kaybetmekte, çevre sıcaklığı vücut sıcaklığından fazla ise kişi ısı kazanmaktadır. Hem ısı kazancı, hem de ısı kaybı, çalışanı olumsuz etkilemektedir (Anonim 1).

Madenlerde sıcaklığın çalışan sağlığına etkisi, bağıl nem, hava akış hızı ve barometrik basınç ile beraber değerlendirilmelidir. Termal konfor, üretimde verimliliğin önemli etkenlerinden biridir. Termal konfordaki olumsuzluklar verimlilikte düşüşe, dikkatsizliğe veya konsantrasyon bozukluğuna neden olur ki; bu durumlar da iş kazaları, meslek hastalıkları ve sakatlanmalardaki artışlara yol açarlar (Ergun, 2007). Yeraltı kömür ocaklarında, termal konfor için tehlike oluşma sebepleri (Şekil 3) (ILO, 2011).

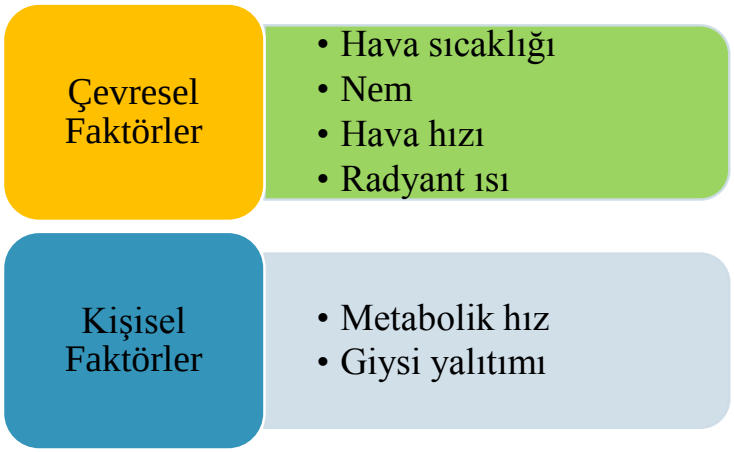


Şekil 3. Yeraltı kömür ocaklarında termal konfor için tehlike oluşma sebepleri

2. TERMAL KONFOR ŞARTLARI

Bir ortamın termal konfor şartlarının ifade edilmesinde 6 temel faktör kullanılır (Şekil 4). Temel faktörlerin tamamı, zamana bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğinden genellikle termal konforun ifade edilmesinde düzenli hale

gelmiş ortamlardan söz edilmektedir. Termal konfor şartlarının sağlandığı bir ortama henüz giren kişi, kendisi için termal konfor şartının sağlanmadığını algılayabilir. Daha etkili değerlendirme yapabilmek için ortama dışarıdan gelen kişinin ortamda belirli bir süre (en fazla 1 saat) geçirdikten sonraki algısı değerlendirilmelidir (İmancı, 2014).



Şekil 4. Termal konfor şartlarının ifade edilmesinde kullanılan faktörler

2.1. Hava Sıcaklığı

Termometre ile ölçülen fiziksel hava sıcaklığından farklı olarak, insan vücudunun algıladığı sıcaklığa hissedilen sıcaklık denir. Bu sıcaklık, iklimsel çevre, giysilerin ısı direnci, vücut yapısı ve kişisel durumdan olduğu kadar, termometre sıcaklığı, nispi nem, rüzgâr ve radyasyon gibi faktörlerden etkilendiği için sübjektif bir kavramdır. Dolayısıyla sıcaklığı algılama kişiden kişiye değişiklik gösterir (İmancı, 2014).

Hava sıcaklığı insan ile çevresi arasında taşınım (konveksiyon) ile yapılan ısı alışverişi miktarını belirleyen bir değişkendir. İnsan ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, vücut yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengeleninceye kadar devam eder. Dengelenmiş durumdaki vücut yüzey sıcaklığı insanın ısıl açıdan konforda olup olmadığının göstergesidir. Bu nedenle hava sıcaklığı insanın iklimsel konforunu etkileyen önemli çevresel değişkenlerden birisidir (Abdulkarem, 2008).

2.2. Nem

Havadaki nemin ifade edilmesinde genellikle iki farklı tanım kullanılır; mutlak nem; birim hava moleküllerin içerdiği su miktarını ifade ederken; bağıl nem ise mutlak nemin aynı sıcaklıkta aynı havanın taşıyabileceği maksimum su miktarına oranını ifade eder (İmancı, 2014).

Çalışanlar açısından bağıl nemin önemi büyüktür. Bir işyerinin bağıl nemi değerlendirilirken sıcaklık, hava akım hızı gibi diğer termal konfor şartlarının da göz önünde bulundurulması gerekir. Genel olarak bir işyerinde bağıl nem %30-80 sınırını aşmamalıdır. Yüksek bağıl nem (%80-100) ortam sıcaklığının yüksek olması halinde bunalmaya neden olur ve çalışanın çalışma gücünü düşürür. Yüksek bağıl nem, sıcaklığın düşük olması halinde ise üşüme ve ürperme hissi verir (Anonim 1).

2.3. Hava Akım Hızı

Sıcaklık ve nemin yanında hava akım hızının da termal konfora etkisi oldukça büyüktür. Farklı sıcaklık ve nem değerlerine sahip olan iki farklı ortamda hava akım hızlarının ayarlanması ile aynı termal konfor algısı sağlanabilmektedir. Örneğin; 37°C sıcaklık, %10 nem ve 3 m/sn hava akım hızı ile 27°C sıcaklık, %75 nem ve 0,1 m/sn hava akım hızı, sıcaklık duygusu bakımından eşdeğer olabilir. Yani bu iki farklı durumun kişi üzerindeki etkisi aynıdır. Hava sıcaklığı, nemi ve hava akım hızının beraberce oluşturduğu sıcaklık etkisine efektif sıcaklık denir (İmancı, 2014).

Hava hızı, herhangi bir yüzeyle hava arasındaki ısı taşınım katsayısını etkilediğinden, insanla çevresi arasında taşınım yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen, önemli bir çevresel değişkendir. Ortamdaki hava hızı ve hareketlerinin artması ısı taşınım katsayısını dolayısıyla vücuttan çevreye olan duyulur ısı geçişini artırır. Vücuttan çevreye olan ısı kayıplarının azaltılması için ortam sıcaklığının artırılması gerekir. Hava hızı arttıkça ortam sıcaklığının lineer

olarak artmamasının en büyük nedeni, taşınım katsayısının hava hızı ile lineer değişmemesinden kaynaklanmaktadır (Abdulkarem, 2008).

2.4. Radyant Isı

İletimi için maddesel bir ortama gerek olmayan ısı türüdür. Bu ısı türünü havalandırma ile kontrol etmek mümkün değildir. Radyant ısıdan korunmak için, koruyucu siperler kullanılabilir ya da sıcak cisimlerin yüzeyleri, ışıma özelliği zayıf maddelerle boyanabilir/kaplanabilir. Maden ergitme, cam vb. sektörlerde bu tip radyant ısı maruziyetine rastlanmaktadır (Anonim 2).

3. YERALTI MADEN OCAKLARINDA ISI KAYNAKLARI

Yeraltı maden ocağının 'ısı yükü', havalandırma sistemi içinde gelişen tüm ısı transferlerinin toplamı olarak tanımlanır. Isı yükü, bir ocağın tümü, bir bölümü veya tek bir hava yolu için hesaplanabilir. Isı yükünü ve bir ocaktaki iklim koşullarını doğrudan etkileyen ısı kaynakları Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Isı yükünü ve bir ocaktaki iklim koşullarını doğrudan etkileyen ısı kaynakları

4. SAĞLIK ETKİLERİ

İnsan vücudunun ısı üreten ana mekanizmaları; kas hareketleri, sindirim ve bazal metabolik hıza katkıda bulunan tüm yaşamsal faaliyetlerdir. Metabolik

faaliyetlerle üretilen enerjinin çok küçük bir kısmı ısı enerjisine dönüşmektedir. İnsanın yapmış olduğu bazı eylemlerde ne kadar metabolik ısı ürettiği Çizelge 1'de belirtilmiştir (Erdem ve Güyagüler, 2009).

Çizelge 1. Eylemlere bağlı metabolik ısı üretimleri (Erdem ve Güyagüler, 2009)

Eylem	Üretilen Metabolik Isı Değeri (W/m^2)
Uyuma	40
Oturma	58,5
Ayakta durma	70
1 m/s'lik hızla yürüme	130
1,4 m/s'lik hızla yürüme	175
1,8 m/s'lik hızla yürüme	220
Elle çok hafif iş yapma	95
Elle hafif iş yapma	145
Elle orta derecede iş yapma	245
Elle ağır iş yapma	340

Yapılan araştırmalar, artan sıcaklıkla beraber madenlerde yapılan çalışmaların daha uzun sürmeye başladığını, çalışanların dinlenmek için daha sık durduğunu ve en uygun sıcaklık olan 19–20,5^oC'den uzaklaşıldıkça kaza sayılarında artışlar olduğunu göstermektedir.

Yeraltı çalışmalarında havanın ılık ve nemli olması, yüksek nemin çalışanların terleme oranını düşürmesi nedeni ile çalışmayı zorlaştırmaktadır. İnsan vücudu ısı dengesini sağlayarak sabit bir vücut sıcaklığında kalmak ister; eğer atmosfere salınan ısı ile vücudun ürettiği metabolik ısı eşit ise ısı dengesi kurulmuş olur. Eğer denge sağlanamaz ise iki olasılık vardır;

1) Metabolik üretilen ısı atmosfere salınan ısıdan az ise:

- Kalp atışı hızlanır,
- Kılcal kan damarları daralır,
- İstemsiz kas hareketleri başlar (titreme).

Bunlar neticesinde fazla ısı kaybından dolayı vücut ısısı düşer ve bu şartların devamı halinde hipotermia gelişir.

2) Metabolik üretilen ısı atmosfere salınan ısıdan fazla ise;

- Düzenli dinlenme aralarına ihtiyaç artar,
- Terleyerek buharlaşma yoluyla soğuma ve yüksek cilt ısısı gibi vücudun ayarlama mekanizmaları devreye girer,
- Isı nedeniyle zorlanmalar başlar,
- Kalp atışı hızlanır,
- Terleme oranında artış başlar,
- Dolaşım düzensizlikleri, rahatsızlık hissi ve verimlilik kaybı başlar, vücut ısı almaya başlar (Ergun, 2007).

Çizelge 2. Yüksek sıcaklığın insan vücuduna etkileri (İmancı, 2014)

+27/+32 ºC	Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilenme süresine bağlı olarak oluşan termal stresten dolayı halsizlik, sinirlilik, dolaşım ve solunum sisteminde birçok rahatsızlık meydana gelebilir.
+33/+41 ºC	Çok Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilenme süresine bağlı olarak kuvvetli termal stres ile birlikte ısı çarpması ısı krampları ve ısı yorgunlukları oluşabilir.
+42/+54 ºC	Tehlikeli Sıcak	Güneş çarpması, ısı krampları veya ısı bitkinliği meydana gelebilir.
>+55 ºC	Tehlikeli Sıcak	Isı veya güneş çarpması tehlikesi oluşur. Termal şok an meselesidir.

Yapılan araştırmalar, çalışanların başlangıçta sıcaklığa karşı çok duyarlı ve dayanıksız olduklarını göstermekte ise de, zaman içinde, sıcaklığa alıştıkları görülmektedir. Bu uyum da yine vücudun savunma ve uyum mekanizmalarını çalıştırması sonucu meydana gelmektedir (Çizelge 2).

Yeraltı işletmeciliğinde, eğer ocak havası çok soğuk bölgeler için dış ortamdan temin edilen havaya iklimlendirme uygulanmaz ise düşük sıcaklıklara daha az rastlanmaktadır. Soğuk ortamda karşılaşılan riskler Çizelge 3'de belirtilmektedir.

Çizelge 3. Düşük sıcaklığın insan vücuduna etkileri (İmancı, 2014)

-2/-9 ºC	Soğuk	-
-10/-25 ºC	Çok soğuk	Kuru ciltte 5 saatten daha az sürede çatlama ve soğuk riski
-26/-45 ºC	Aşırı soğuk	Açıkta kalan vücut yüzeylerinde 1 dakika içinde donma riski
-46/-59 ºC	Tehlikeli soğuk	Açıkta kalan vücut yüzeylerinde 30 saniye içinde donma riski
<-60 ºC	Tehlikeli soğuk	Açıkta kalan vücut yüzeylerinde 30 saniyeden daha kısa sürede donma riski

5. TERMAL KONFOR ÖLÇÜMÜ VE STANDARTLAR

Termal konfor ölçümleri; özel problar (sıcaklık, nem, hava hızı vb. ölçebilen) ile donatılmış termal konfor ölçüm cihazlarıyla minimum bir saat olacak şekilde yapılır.

İş hijyeni kapsamında termal konfor ölçümü, TS EN ISO 7730 ve TS EN 27243 standartlarına göre yapılır. Öncelikle TS EN ISO 7730 standardı kapsamında, termal algı tahmini için PMV (predicted mean vote-beklenen ortalama karar) – PPD (predicted percentage of dissatisfied-beklenen memnuniyetsizlik yüzdesi) değerlerine bakılır. Burada PMV ısıl çevrenin bir grup tarafından fizyolojik değerlendirilmesinin sayısal ifadesidir. PPD ise PMV değerinden hesaplanarak bulunan ortamda bulunan kişilerin yüzde kaçının bulunduğu ortamdan rahatsız olduğunu gösteren bir indekstir (Çizelge 4).

Çizelge 4. PMV değerinin yorumlanması

PMV	Anlam	Yorum
+3	Aşırı sıcak	Bunaltıcı ve tolere edilemez
+2	Sıcak	Çok sıcak
+1	Hafif sıcak	Tolere edilebilir, sıcak
0	Nötr	Konforlu
1	Hafif serin	Tolere edilebilir, serin
2	Serin	Çok serin
3	Soğuk	Tolere edilemez, soğuk

Yapılan ölçüm sonunda PMV değeri +2'den küçük ise TS EN 27243 standartlarına göre (WBGT - wet buld globe temperature - yaş termometre sıcaklığı) ölçüm yapmaya gerek yoktur. PMV değeri +2'den büyük ise ölçümler TS EN 27243 standartlarına göre devam edilir.

TS EN 27243 standartlarına göre ölçüm yapılırken öncelikle ortamın homojen olup olmadığı değerlendirilir. Bunun için çalışanın ayak bileği, karın ve baş bölgesinden seri ölçümler alınır. Alınan ölçüm sonucunda fark %5'ten küçük ve eşit ise ortam homojen olarak değerlendirilir Ortam homojen ise ölçümler sadece karın seviyesinden yapılırken ortamın heterojen olması durumunda çalışanın baş, karın ve ayak bileği seviyesinden ölçümler alınır.

Homojen ortamda;

$WBGT_{karın}$ = WBGT'dir.

Heterojen ortamlarda yapılan ölçümlerde WBGT indeksinin ortalama değeri, Eşitlik 1'de 3 ağırlıklı indeksin yer aldığı formül kullanılarak elde edilir (Anonim 3).

$$WBGT = (WBGT_{baş} + (2xWBGT_{karın}) + WBGT_{ayak\ bileği}) / 4 \quad (1)$$

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada görülmüştür ki yeraltında birçok faktöre bağlı olarak sıcaklık artış görülmektedir. Ancak bilinmektedir ki havalandırmadan kaynaklı esinti, hızlı hava akımı vb. durumlarda soğuk hava ortamları ile de karşılaşılmaktadır. Sıcak ve soğuk hava çalışanların sağlıklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna bağlı olarak iş kazaları artmakta ve verimlilikte düşüş görülmektedir. Bu çalışma verileri sonucunda zararlı olduğu görülen sıcak ve soğuk havaya karşı alınacak önlemler şu şekilde sıralanabilir;

Soğuğa karşı alınacak önlemler;

- Uygun giysiler kullandırılmalıdır. Kullanılacak baretlerin içi kulakları, alnı ve hatta gerekirse ağzı da kapatabilecek türde kapüşonlu ve muflonlu

olmalıdır. Kullanılan iş eldivenleri soğuğa karşı uygun yalıtımı ve izolasyonu sağlamalıdır.

Sıcağa karşı alınacak önlemler;

- Çalışanlara hafif, bol ve sıkı dokunmuş kumaşlardan yapılan giysiler dağıtılmalıdır,
- Geniş kenarlı ve hava delikleri olan baretler takılmalıdır,
- Aşırı hareketlerden kaçınmaya, sık sık tuz içeren sulu gıdalar almaya dikkat etmelidirler,
- Her bir saatlik çalışma için en az 2-4 bardak sıvı alınmalıdır,
- Risk altındaki yetişkinler, yaşlı çalışanlar günde en az iki kez güneş veya sıcak çarpması yönünden izlenmelidir,
- Kapalı alanlar iyi havalandırılmalıdır,
- Vücut ısısının yükselmemesi için sık sık duş alınmalıdır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda; ayaklar, eller, yüz ve ense soğuk suyla ıslatılmalı veya silinmelidir (Anonim 4). Belirtilen önlemler alındıktan sonra çalışanlar termal konfor hakkında bilgilendirilmeli ve gerekli eğitimler verilmelidir.

KAYNAKLAR

Abdulkarem, A.H., 2008. *Ankara Şartlarında Güneş Enerjisi İle Bir Ortamın Döşemeden Isıtılması ve Sistemin Isıl Performansının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 88, Ankara.

Arıtan, A.E., Şensöğüt, C., Ören, Ö. ve Tümer, M., 2016. *Kırmataş Tesislerinde Çalışanların Maruz Kaldığı Fiziksel Risk Etmenleri*, 8. Uluslararası Kırmataş Sempozyumu, 13-14 Ekim 2016, Kütahya, s439-444.

Atmaca İ., Yiğit A. , 2011. *Isıl Konfor ile İlgili Mevcut Standartlar ve Konfor Parametrelerinin Çeşitli Modeller İle İncelenmesi*, Makine Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi, 122, 37-48,

Ergun, A.R., 2007. *Yeraltı Maden İşletmelerinde Gaz ve Toz Patlamaları ve Önlemler*, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 79, Ankara.

Erdem, Ö. ve Güyagüler, T., 2009. *Yüksek Isının Metabolizma ve Çalışma Performansı Üzerindeki Etkisi*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 237-247, Adana.

Güyagüler, T., 1988. *Yeraltı Kömür Ocaklarında Yüksek Sıcaklık ve Rutubet Sorunu,* Türkiye 6. Kömür Kongresi, 133-141, Zonguldak.

ILO, 2009. *Safety and Health in Underground Coal Mines*, ISBN 978-92-2-120162-5, Cenevre.

İmancı, C., 2014. *Döküm Atölyelerinde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi*, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 79, Ankara.

Önder, M. ve Saraç, S., 2003. *Yeraltı Ocaklarındaki İklimsel Koşulların Önceden Belirlenmesi*, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 5, 137-146, İzmir.

Safety and Health in Underground Coal Mines (ISBN 978-92-2-120162-5), Cenevre, 2009.

Şensöğüt, C. & Ören, Ö., 2017. *Underground Coal Mining in Turkey – Western Lignite Corporation case*, International Conference on Engineering and Natural Science (ICENS 2017), 3-7 May, Budapest

Yeraltı Kömür Madenlerinde Güvenlik ve Sağlık, 2011. *ILO Uygulama Kılavuzu*, Uluslararası Çalışma Ofisi, Ankara.

Anonim1.http://www.taksimdanismanlik.com/inc/uploads/katalog_images/katalogs-525-5_Termal%20Konfor.pdf Erişim tarihi: 21.02.2017.

Anonim 2.http://www.allianzrisk.com/wp-content/uploads/2009/05/termal-konfor.pdf Erişim tarihi: 21.02.2017.

Anonim 3.http://www.analitikcevre.com/termal-konfor-olcumu/ Erişim tarihi: 21.02.2017.

Anonim 4.http://www.karaelmasosgb.com/tr/icerik/termal-konfor-olcumleri.html Erişim tarihi: 21.02.2017.

YERALTI KÖMÜR OCAKLARINDA METAN (CH_4) GAZININ TESPİTİ İÇİN YENİ BİR ERKEN UYARI SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

DEVELOPING A NEW EARLY WARNING SYSTEM TO DETECT THE METHANE (CH_4)GAS IN UNDERGROUND COAL MINES

A. E. Dursun, H. Terzioğlu, G. Yalçın, M. Selek
Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Konya

M. Çalkaya
MTA Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Konya

ÖZ: Maden kazaları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de iş kazalarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Madencilik sektörü; doğası gereği özellik arz eden, tümü birbirine bağlı olan ve herhangi bir olumsuz durumun zincirleme olarak birbirini tetikleyebileceği riskleri içeren, bu riskleri en aza indirebilmek için bilgi, deneyim, uzmanlık ve sürekli denetimin gerektirdiği dünyanın en zor ve riskli iş koludur. Bu iş kolunda çalışanların sıklıkla karşı karşıya kaldığı iş kazalarının başında grizu (CH_4+hava karışımı) patlaması gelmektedir. CH_4 zehirli bir gaz değildir, oksijen azlığı nedeniyle boğucudur. CH_4'ün asıl tehlikesi yanıcı ve patlayıcı bir gaz olmasıdır. CH_4 ile ilgili sayılan bu riskli durumların önüne geçebilmek için teknolojik gelişmelerden faydalanılarak ortamdaki CH_4 gazı konsantrasyonunun belirlenen sınır değerlerin üzerine çıkmadan zamanında tespit edilmesidir. Bu çalışmada; yeraltı kömür ocaklarında CH_4 gazı konsantrasyonunun sürekli olarak izlenmesi için taşınabilir sürekli olarak gaz izlenmesi yapılabilen bir sensörün geliştirmesine çalışılacaktır. Bu sensör bir maden işçisinin üzerine yerleştirilerek ocak havasındaki CH_4 gazı konsantrasyonu belirlenip ocak içerisinde oluşabilecek patlayıcı veya yanıcı bir havanın oluşmaması çalışanların önceden tedbirlerini almaları ve bu gazın ocaktan atılması için havalandırma sistemini yeniden kurgulamaları sağlanacaktır. Bu sensör kişi üzerinde sürekli taşınabilir özellikte olacağı için özellikle ani gaz çıkışlarının olduğu lağım atımlarından sonra galerilerde oluşan patlayıcı ve zehirli özelliğe sahip zararlı gazların ve arın ile ayak bölgelerindeki ani CH_4 gazı çıkışını hızlı bir şekilde tespit edecek ve veriler wireless haberleşme sistemi ile ilgili yerlere hemen aktarılacaktır. Sonuç olarak bu çalışmamız amacı yeraltı kömür ocaklarında en tehlikeli gazların başında gelen CH_4 gazı oranını izlemek ve sürekli kontrol altında tutulabilmesini sağlamaktır. Bu sayede grizu patlamalarına karşı proaktif bir yaklaşım sergilenerek yeraltı kömür ocaklarında CH4 gazı kaynaklı iş kazalarının önüne geçilmiş olunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yer Altı Kömür Madenciliği, Erken Uyarı Sistemi, Taşınabilir Gaz İzleme Sistemi, İş Sağlığı Ve Güvenliği, Metan Gazı.

ABSTRACT: *Mine accidents in our country, as all over the world, constitutes a significant part of industrial accidents. The mining industry; is the most difficult and risky line of work due to its particular nature, and the fact that it contains e large number of interconnected risks which trigger each other as a chaining in case of any adverse events. So, in order to minimize these risks, a large knowledge, experience, expertise and continuous monitoring is required. Explosion of firedamp (CH_4+air mixture) takes place at the top of the occupational accidents from which suffer the employees of this line of work. CH_4 is not a poisnous that is a choking due to lack of oxygen. The main danger of CH_4 is a flammable and explosive gas. In this study, it will be tried to develop a portable sensor that can make gas monitoring constantly to check the concentrations of the CH_4 in the mine air. The concentrations of the CH_4 in the mine air will be detected by placing this sensor onto a mineworker and a new ventilator circuit will be set up to evacuate this gas from the mine and to make the workers take precautions in advance; not to allow the emergence of explosive and flammable air. This sensor will always be portable onto the worker and it will quickly detect the harmful, explosive and poisonous gases that occur in the galleries especially after well-blasting where there is sudden gas outlet and it will also detect sudden outlet of the CH_4 in face and longwall areas.* As a result of *this study is aim to keep under control constantly monitoring and checking the concentration of CH_4 which is one of the most dangerous gases in underground coal mines. In this way, a proactive approach will be taken against the explosion of firedamp for prevention of accidents depending on CH_4 in underground coal mining.*

Keywords: *Underground Coal Mining, Early Warning System, Portable Gas Monitoring System, Occupational Health and Safety, Methane Gas.*

1. GİRİŞ

İş kazalarının sıklıkla yaşandığı madencilik sektörü; doğası gereği özellik arz eden, tümü birbirine bağlı olan ve herhangi bir olumsuz durumun zincirleme olarak birbirini tetikleyebilecek riskleri içeren, bu riskleri en aza indirebilmek için bilgi, deneyim, uzmanlık ve sürekli denetimin gerektirdiği dünyanın en zor ve riskli iş koludur. Özellikle teknolojiden uzak emek yoğun olarak çalışılan

ülkemizde; bilgi, deneyim, uzmanlık ve denetim zincirinde var olan veya olası zayıflıklar, noksanlıklar ve zafiyetler bu zincirde kırılmalara yol açmakta, bu ise iş kazalarına özellikle yer altı kömür madenciliğinde şiddeti fazla olan kazalara neden olmaktadır. Bu iş kolunda çalışanların sıklıkla karşı karşıya kaldığı iş kazalarının başında grizu (CH_4+hava karışımı) patlamasına bağlı olarak yaşanan iş kazaları gelmektedir.

Madencilik faaliyetleri kaza ve ölüm risklerinin en yüksek olduğu faaliyet alanlarından biridir. Dünyada çalışanların sadece %1'i madenlerde iken meydana gelen ciddi kazaların %8'i madencilik sektöründe olmaktadır (Tanır, 2009). Ülkemiz iş kazası sayısı bakımından Avrupa'da birinci, dünyada üçüncü sıradadır. Bu iş kazası ve hastalıkların sosyal güvenlik sistemine maliyeti 4 milyar TL'dir (Yılmaz, 2013).

Sanayi ve madencilik alanındaki bütün teknolojik gelişmelere rağmen iş kazaları önlenememektedir. İş kazalarının değerlendirilmesinde kazalara neden olan sebepler olabildiğince net olarak ortaya konulmalıdır (Sarı vd., 2009). İş kazaları için önlem alınabilmesi, nedenlerin bilinmesine bağlıdır. İş kazalarının incelenmesi hem işyerinde benzer türden yeni kazaların önlenmesi, hem de hatalı ve kusurlu noktaların ortaya çıkarılması açısından önemli olmaktadır. İş kazalarını sıfıra indirmek mümkün değildir. Ancak iş kazalarını önlemek için kazaların öncelikle istatistiksel olarak değerlendirilmesi, kaza nedenlerinin belirlenmesi ve bu nedenleri giderecek önlemlerin alınması gerekmektedir. 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 (Güyagüler vd., 1993; Atılgan, 2007). Meydana gelen kazaların gerçekleştiği maden işletmeleri değerlendirildiğinde, kömür madenlerinde ölümlü iş kazalarının yüksek olduğu ve bu nedenle kömür ocaklarında risklerin azaltılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Gerek yeraltı üretim metotları yardımı ile kömür üretimi gerekse diğer metalik madenlerin üretiminde, eğer ortamda bir gaz geliri riski varsa, bu riski ortadan kaldırmak için gaz izleme ve erken uyarı sistemleri devreye alınmalıdır. Madencilik endüstrisi geliştikçe paralelinde gelişen teknolojik destekle, gaz sensörleri vasıtasıyla ocak içerisinde gazın sürekli kontrolü sağlanmıştır. Özellikle kömür madenciliğinde, grizu patlama riskinin tahmininde ve iş kazalarının azaltılmasında erken uyarı sistemlerinin çalışma koşullarına ve üretime, önemli katkılar sağladığı bilinmektedir (Liu vd., 2013).

Yeraltında, özellikle kömür madenciliğinde alınabilecek en akılcı tedbir ve çözüm, gazların oranlarını izlemek ve sürekli kontrol altında tutulabilmesini sağlamaktır. Yapılan çalışmalar da göstermektedir ki, insan faktörünün olabildiğince devre dışında bırakıldığı, otomasyonun sağlandığı merkezi izleme sistemlerinin aktif kullanımı ile, ocak içi kontrol altına alınarak daha verimli çalışma koşulları sağlanmaktadır (Mallı vd., 2014).

Dünyanın en zor iş kollarından biri olan yer altı kömür madenciliği içerisinde çeşitli riskleri ve bu risklerden kaynaklanan tehlikeleri kapsamaktadır. Yeraltı kömür ocaklarında en çok yaşanan kazalardan biri olan grizu sonucunda yaşanan felaketlerde çok büyük boyutlarda maddi ve manevi kayıplar yaşanmaktadır. Ayrıca göçüklerde yaşanan kazaların başında gelmektedir. Yine CH_4 gazı ve kömür tozu patlamaları da sıklıkla yaşanmaktadır. Gazlardan kaynaklı iş kazalarında da (yangınlar, zehirlenmeler, boğulmalar vb.) son yıllarda büyük artışlar görülmektedir.

SGK (2016), verilerine göre ülkemizde gerçekleşen son yedi yıldaki ölümlü maden kazaları değerlendirildiğinde; kazaların ortalama %49'unun gazlardan kaynaklı (grizu patlaması, zehirlenme, yangın, patlama vb.) meydana geldiği bilinmektedir. 2010 yılı verilerine göre %51, 2011 yılı verilerine göre %4, 2012 yılı verilerine göre %15, 2013 yılı verilerine göre %10, 2014 yılı verilerine göre %78 ve 2015 yılı verilerine göre %11 oranlarında iş kazalarının gazlar ile ilgili iş kazaları olduğu ve bu kazaların nedenleri de sırasıyla, grizu

patlaması, diğer gaz zehirlenmesi ve ocak içi yangınlardan kaynaklanmakta olduğu görülmektedir.

Günümüzde yukarıda sayılan riskli durumların önüne geçilebilmesi için özellikle yeraltı kömür işletmelerinde grizu patlamasının ortadan kaldırılmasına yönelik olarak, ocaklarda sürekli olarak gazların izlenebildiği, kontrol ve erken uyarı sistemlerinin olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, yeraltı madenciliğinde uzaktan izleme ve kontrol sistemlerinin kullanımı, elektronikteki gelişmelere bağlı olarak oldukça yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin kullanımı çoğu gelişmiş ülkelerde yasal bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada ülkemizdeki yeraltı kömür ocaklarındaki CH_4 gazı ile ilgili yaşanan sıkıntıların önüne geçmek için taşınabilir bir gaz izleme sensörü geliştirilerek ortamdaki gaz konsantrasyonlarının yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerini geçmemesi için bir erken uyarı sisteminin geliştirilmesinin önemine dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Bunun için yer altı kömür ocaklarında ocak havasındaki CH_4 gazı konsantrasyonları sürekli olarak izlenmesi için kolay taşınabilir çalışanların üzerine ergonomik olarak yerleştirilecek bir gaz sensörü ile ölçülmesinin gazlardan kaynaklanacak kazaları azaltacağı düşüncesiyle bu konuya dikkat çekmek hedeflenmiştir. Bu sensör bir maden işçisinin üzerine yerleştirilerek ocak havasındaki CH_4 gazı konsantrasyonu belirlenip ocak içerisinde oluşabilecek patlayıcı, zehirli veya boğucu bir havanın oluşmaması çalışanların önceden tedbirlerini almaları ve bu gazın ocaktan atılması için havalandırma sistemini yeniden kurgulamaları sağlanacaktır. Bu sensör kişi üzerinde sürekli taşınabilir özellikte olacağı için özellikle ani gaz çıkışlarının olduğu lağım atımlarından sonra galerilerde oluşan patlayıcı ve zehirli özelliğe sahip zararlı gazların ve arın ile ayak bölgelerindeki ani CH_4 gazı çıkışını hızlı bir şekilde tespit edecek ve veriler wireless haberleşme sistemi ile ilgili yerlere hemen aktarılacaktır. Çalışanlar taşınabilir gaz izleme sensörü sayesinde gaz konsantrasyonlarının wireless haberleşme sistemiyle çok kısa bir süre içerisinde

görerek o çalışma bölgesinden tehlikeli bir durum oluşmadan tedbirlerini alarak o bölgeyi terk etmeleri sağlanmış olacaktır. Ayrıca bu gaz izleme sistemi gazların konsantrasyonun yükseldiği bu bölgelerde elektrikli ekipmanların tümü bu uyarı sistemine bağlanarak yalnızca tehlikenin arttığı bu bölgede tüm makineler tam zamanında durdurularak bu bölgenin elektriği kesilecektir. Böylelikle oluşabilecek bir patlama, zehirlenme veya boğulma gibi tehlikeli bir durumdan kurtulmuş olunacaktır.

2. OCAK HAVASINDA BULUNAN GAZLAR

Ocak havası, atmosferik hava ile ocakta bulunan gazlar ve bunların karışımından oluşur. Yerüstünden ocağa girerek işyerlerine ulaşan havaya "giriş havası", çalışma yerlerinde kirlenerek ocağı terk eden havaya da "dönüş havası" denilmektedir. Bu nedenle ocak havası temiz ve kirli hava olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Ocaklarda henüz kirlenmemiş olan temiz havanın yerüstündeki atmosferik hava ile aynı bileşende olduğu kabul edilir. Temiz ocak havasını oluşturan gazlar hacimce;

%78,09 azot, N_2,

%20,95 oksijen, O_2,

%0,03 karbondioksit, CO_2,

%0,93 argon, neon, kripton, xenon, helyum, hidrojen ve ozondur (ÇSGB,2003). Ayrıca daima ve değişen miktarlarda da su buharı bulunur. Havadaki su buharı içeriği hacimce %1 civarındadır, fakat N_2/O_2 oranını etkilemez.

Pis hava: %20'den daha az oksijen içerir. Bu özelliğe sahip işyerlerinde çalışanlarda kısa süre içinde yorgunluk belirtileri görülür. Bu hava, boğucu özellik gösterdiğinden "boğucu hava" olarak da isimlendirilebilir.

Zehirli Hava: Organizmayı fiziksel etkileriyle bozan ve insan hayatı için son derece tehlikeli olan gazları içeren havadır. Bu zehirli gazlar:

karbonmonoksit (CO), hidrojen sülfür (H_2S), azot oksitleri (NO, NO_2, N_2O_3 ve diğerleri), kükürt dioksit (SO_2) ve radon (Ra) gazlarıdır.

Patlayıcı Hava: C_nH_{2n+2} genel formülü ile gösterilen Metan (CH_4), etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}) ile hidrojen (H_2), karbonmonoksit (CO) gibi bütün yanıcı gazları bünyesinde bulunduran havadır. Bunların en önemlisi hidrokarbonlar ve özellikle CH_4 olup, CH_4 ile havanın karışımı madencilikte "grizu" olarak isimlendirilir. Yüksek patlama şiddetine sahip olduğundan madencilerin korkulu rüyasıdır.

Tozlu Hava: İçeriğinde taş ve/veya kömür tozu bulunan havadır. Patlayıcı ve sağlığa zararlı özelliklere sahip olabilir. Kömür tozu her iki özelliği de taşır. Taş tozu ise daha çok sağlığa zararlıdır ve genel adı "pnömokonyoz" olan akciğer toz hastalıklarına neden olur.

Yeraltına gönderilen temiz hava, işyeri çevresindeki cevher, kömür ve kayaç ortamından gelen zararlı gazlar ile birlikte, cevher ile kömürün oksidasyonu sonucu ocak havasına karışan gazlar ve oluşan tozlar nedeniyle kirlenmekte, yeraltında çalışanların solunumu, delme-patlatma işlemleri ve kullanılan çeşitli makinaların çalıştırılması sonucu oksijen miktarı azalmaktadır. Bu şekilde oluşan kirli ocak havası, içerdiği kirleticilerle ve dolayısıyla taşıdığı özelliklere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (ÇSGB, 2003).

2.1. Metan Gazının Özellikleri

C_nH_{2n+2} genel formülüyle bilinen hidrokarbonların gaz elemanlarının (metan, etan, propan ve bütan) birlikte düşünülmesi gerekir. Ancak, çoğunlukla rastlanması ve diğerlerine yakın özellikler göstermesi, CH_4 gazından daha fazla söz edilmesine neden olmuştur. Bu gazların bir veya daha fazlasının hava ile karışımına "grizu" denmektedir (ÇSGB, 2003).

CH_4 renksiz, kokusuz bir gaz olup, yoğunluğu, 0,716 kg/m^3'tür. Havaya göre spesifik ağırlığı 0,554 olduğundan hafiftir ve tavanda toplanır. Hava içinde çok çabuk dağılır. Hava ile karıştığında tekrar ayrılma olanağı yoktur. Zehirli

değildir. Dokular üzerinde bir etkisi yoktur. Ancak fazla miktarda CH_4 bulunan havada oksijen oranı düşük kalacağından boğulma olayı görülür. Asıl tehlike CH_4'ün yanıcı ve patlayıcı olmasından ileri gelir. Tam yanma CH_4 hava oranının 1/11 olduğu durumda veya %9,5 konsantrasyonunda olur. Ancak yanmayı doğuran kaynağın cinsi, şiddeti ve süresi, karbondioksit ve su buharının varlığı, basınç ve galerinin şekli de etkili olduğundan tehlikeli patlama konsantrasyonu %5–15 olarak kabul edilir. Patlama için gerekli sıcaklık 650-750°C'dir (ÇSGB, 2003).

Metan veya yaygın olarak kullanılan adıyla grizu (CH_4+hava karışımı) ocak havasında bulunan en tehlikeli gazlardandır. CH_4 zehirli bir gaz değildir, oksijen azlığı nedeniyle boğucudur. CH_4'ün asıl tehlikesi yanıcı ve patlayıcı bir gaz olmasıdır. %4,5-14,5 arasında patlar (en şiddetli patlama %9,5 CH_4) ve %14,5'dan sonra boğucu olur. (O_2 azalmasından dolayı). Hava ile %9,5 oranında karışım oluşması durumunda CH_4, 650°C'de 10 saniyede, 1200°C'de 0,01-0,12 saniyede patlar.

CH_4 konsantrasyonu %5'in altında ise patlama olmaz, yanar. Fakat yüksek sıcaklıkta (100°C'de %5,5, 175°C'de %5, 250°C'de %4,5, 600°C'de %3 konsantrasyonda) patlama olabilir. %15'in üzerindeki konsantrasyonlarda, 0,53 olan yüksek özgül ısı ve oksijen azlığı (%12'nin altında) yüzünden patlama özelliği yok olur. Bu değerler CH_4+hava karışımına ait sınırlardır. Karışımda başka yanıcı ve patlayıcı gazlar (C_2H_6, H_2, CO vb.) varsa patlama sınır değerleri değişebilir (ÇSGB, 2003).

CH_4 patlamasında iki türlü etki görülür:

1) İleriye Şok (şiddetli dalga): Gazın genleşmesinden dolayı olan etkidir ve patlama merkezinden uzaklara doğru yayılır.

2) Ters Dalga (ikincil dalga): Oluşan vakumdan dolayı meydana gelir ve çevreden merkeze doğru yayılır.

CH_4 patlaması sonucunda sıcaklık, gaz konsantrasyonuna ve ortam basıncına bağlı olarak 1850-2650°C'ye ulaşabilir. Patlama sonucunda önce

ileriye doğru bir sıkışma olur, basınç yükselir. Dolayısıyla ters dalga olayındaki basınç daha yüksek olup hasar da daha büyüktür. Bu gelişmenin başka bir sonucu olarak patlama sonucu oluşan yüksek basınç büyük hacimdeki bir havayı küçük bir hacimde sıkıştırır ve dolayısıyla bu hava içindeki CH_4 konsantrasyonu artarak patlama sınırına ulaşır. Hem ortamın basıncı yüksek hem de ısı mevcut olduğundan ilk patlamanın ardından ikinci ve çok daha büyük bir patlamanın olması beklenebilir (ÇSGB, 2003).

CH_4 alevinin rengi, (konsantrasyona bağlı olarak) maviden açık mavi ve beyaza değişir. Alevin hızı ise yanma merkezinin konumuna bağlıdır. Örneğin sürülmekte olan bir galerinin arınında oluşan patlamanın alevi girişe doğru çok daha hızlı (>>100 m/s), fakat aynı galerinin girişindeki bir patlamanın alevi, arına doğu oldukça yavaş (0,6 m/s)hareket eder. İlk alev merkezden çevreye doğru gelişir ve bütün oksijeni yakar. Daha sonra ters dalga etkisiyle gelen oksijenle geri kalan gazlar yanar ve alev yönü merkeze doğrudur (ÇSGB, 2003).

2.1.1. Metan oluşumu

Bitki artıklarının durgun bir havada kömürleşmeye başlaması yani selülozun parçalanması sonucu bol miktarda CH_4 ve CO_2 oluşur ve kömür ile yantaşlar içinde saklı kalır. Selülozun ayrışmasına bakteriler ve mantarlar neden olur. Isı ve basıncında önemli rolü vardır. CH_4, kömürün yanı sıra kaya tuzu, potas, kükürt ve demir madenlerinde de görülebilir (ÇSGB, 2003).

Oluşan gaz ocaklarda iki şekilde bulunur.

1) Serbest Gaz: Kömür ve yantaş gözeneklerinde, çatlaklarında saklı kalan CH_4'dır. Basınca, gözenek yapısına bağlı olarak ve yeni yüzeylerin açılmasıyla açığa çıkar.

2) Bağlı Gaz: Katı-gaz fazında bünyede olan CH_4'dır. Basınca, sıcaklığa, geçirgenliğe bağlı olarak serbest kalır.

2.1.2. Metanın patlama nedenleri

1- Patlamalar: Uygun biçimde yapılmayan patlamalar (temizleme, doldurma, sıkılama, patlayıcı madde seçimi ve miktarının hesaplanmasındaki hatalar) sonucu oluşan ısı, CH_4'ü kolaylıkla patlatabilir. En önemli ve sık görülen bir kaynaktır.

2- Ocak yangınları ve açık alev: Ocak yangınları, kibrit, çakmak vb. kızarmış emniyet lambası kafesi CH_4 patlamalarındaki önemli nedenlerdendir.

3- Elektrik arkları: Dişli kutuları, arızalı ve bakımsız elektrik şebekeleri, kısa devre vb. yüksek ısı bakımından en tehlikeli kaynaklardır.

4- Egzoz gazları: Çok sıcak olan egzoz gazları CH_4'ü patlatabilir. Egzoz gazları soğutularak gerekeli önlem alınabilir.

5- Taşların sürtünmesi: Tavan kırılmaları sırasında, kuvars taneleri, sürtünme sonucu kıvılcım çıkartabilir ve dolayısıyla ayak arkasında tavan boşluklarında toplanmış olan CH_4'ü patlatabilir.

6- Metallerin taşa Sürtünmesi: Özellikle delici makine uçlarının sıkışarak ısınması önemli bir patlatma kaynağıdır.

7- Metalin Metale sürtünmesi: Metallerin birbirine sürtünmesi sonucu oluşan ısı önemli bir patlatma kaynağı olup sık rastlanır. Bu nedenle vantilatör kanatları alüminyumdan imal edilir ve %6'dan fazla magnezyum içermez. Madeni direk kırılmaları da kıvılcım üretebilir. Bu konuda makine donanımın hareketli metal parçalarına dikkat edilmelidir.

8- Statik elektrik: Basınçlı hava, pnömatik dolgu vb. sistemler statik elektrik ile yüklenebilirler. Bu sistemlerin uç kısımlarından veya kaçak nedeniyle deşarj olabilirler.

2.2. Ocak Havasındaki Gazların Sınır Değerleri

20 Haziran 2012 yılında çıkarılan İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde yeraltı kömür ocaklarında

çalışma şartlarında hangi önlemler alınacağı ve bazı gazların konsantrasyonlarının sınır değerleri belirlenmiştir. Buna göre;

1. Yönetmeliğin EK-3 8.5 inci bendinde "*Havasında %19'dan az oksijen, %2'den çok metan, %0,5'ten çok karbondioksit, 50 ppm (%0,005) den çok karbonmonoksit ve diğer tehlikeli gazlar bulunan yerlerde gerekli güvenlik önlemleri alınarak mevcut olan tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla önleyici faaliyetler ve kurtarma çalışmaları dışında çalışılmaz. 8 saatlik çalışma için müsaade edilen en yüksek hidrojen sülfür oranı 20 ppm (%0,002)'dir.*"

2. Yönetmeliğin EK-3 10.3 üncü bendinde "*Merkezi izleme sistemine bağlı sensörler; oksijen, metan, karbonmonoksit, hidrojensülfür, sıcaklık ve hava hızı değerlerini ölçecek şekilde, sayıları ve yerleri sağlık ve güvenlik dokümanında belirtilerek yerleştirilir. Ancak, bu sensörler, asgari olarak, ocağın ana hava giriş yolunda, üretim bölgelerinin her birinin temiz hava giriş ve hava dönüş yollarında, hazırlık çalışması yapılan bölgelerin hava dönüş yollarında ve ocağın kirli havasının ocak dışına çıktığı nefesliklerde bulunur. Sensör ölçümleri; farklı ölçüm metotlarıyla doğrulanır. Bu ölçümler sağlık ve güvenlik dokümanında belirtilen sıklıklara göre yapılır ve havalandırma defterine kaydedilir.*"

3. Yönetmeliğin EK-3 10.4 üncü bendinde "*Ocakta yeterli sayıda kalibre edilmiş seyyar gaz ölçüm cihazları bulundurulur, birbirinden ayrı noktalarda çalışan her ekipte en az bir adet cihaz bulunur. Bu cihazlar metan, karbonmonoksit, oksijen ve hidrojensülfür gazlarını ölçecek özellikte olur. Bu cihazlarla; sağlık ve güvenlik dokümanında belirtilen sıklıkta ocağın çalışan bulunan bölgelerinde, baraj önlerinde, hava istasyonlarında ve su ceplerinde ölçümler yapılarak, bu ölçümler havalandırma defterine kaydedilir.*"

Yine aynı yönetmelikte metan gazı konsantrasyonunun tehlikeli olacağı bazı sınır değerleri detaylı bir şekilde verilmiştir. Buna göre;

- Genel havasında metan oranı %1,5'u geçen yerlerdeki iletkenlerin ve elektrikli aygıtların gerilimi derhal kesilir,

- Grizulu ocaklarda havalandırma ile ilgili değerler her vardiyada ölçülür, metan gazı ölçümleri bu ölçümlerle beraber yapılır. Havada %1'den çok metan gazı tespitinde, bu oran %1'in altına düşünceye kadar ölçümler aralıksız sürdürülür. Üretim ünitelerinden dönüş havası içinde ve üretim yerlerindeki gazların birikebileceği yerlerde metan gazı seviyesi sürekli olarak izlenir,
- Havasında %2'den çok metan tespit edilen ocaklarda veya ocak kısımlarında, çalışanların kurtarılması ve grizunun temizlenmesi dışında çalışma yapılmaz. metan oranının çalışma ortamında sık sık değiştiği hallerde, metan oranına göre ayarlı, ses ve ışık uyarısı yapan metan dedektörü bulundurulur veya bir merkezden izlenebilecek otomatik kontrol sistemi kurulur,
- Ateşleyici grizulu ocaklarda lağım deliklerini doldurmadan önce 25 metre yarıçapındaki bir alan içinde ve özellikle tavandaki boşluklar, çatlaklar ve oyuklarda grizu ölçümü yapar. Bu ölçmede %1 veya daha yüksek oranda metan tespit edilirse lağımlar doldurulmaz. Ateşleyici, lağımların doldurulmasından sonra ve ateşlemeden önce ölçümü tekrarlar. Metan oranı %1'in altındaysa lağımlar ateşlenir, üstündeyse %1'in altına düşünceye kadar ateşleme yapılmaz,
- Aynı hava akımı üzerinde bulunan ve aynı anda çalışılan yerlerin sayısı, hava miktarına ve grizu çıkışına göre düzenlenir. Aynı hava akımından yararlanan ayaklarda ve damar içindeki düz ve eğimli yollarda metan oranı % 1,5'u, bunların bağlandığı hava dönüş yollarında %1'i geçmez (Resmi Gazete, 2013).

Günümüzde yukarıda sayılan riskli durumların önüne geçilebilmesi için özellikle yeraltı kömür işletmelerinde ocak yangını, grizu patlaması, zehirlenme veya boğulma vb. tehditlerin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak, işletmelerde sürekli olarak gazların izlenebildiği, kontrol ve erken uyarı sistemlerinin olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, yeraltı madenciliğinde uzaktan izleme ve kontrol sistemlerinin kullanımı, elektronikteki gelişmelere bağlı olarak oldukça yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin kullanımı çoğu gelişmiş ülkelerde yasal bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada ülkemizdeki yeraltı

kömür ocaklarındaki gazlar ile ilgili yaşanan sıkıntıların önüne geçmek için taşınabilir bir gaz izleme sensörü geliştirilerek ortamdaki gaz konsantrasyonlarının yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerini geçmemesi için bir erken uyarı sistemi geliştirilmeye çalışılacaktır. Bunun için yer altı kömür ocaklarında ocak havasındaki O_2, CO, CO_2, CH_4 ve H_2S gibi gazların konsantrasyonları taşınabilir bir gaz sensörü ile ölçülerek ocağın her yerinde sürekli olarak gazların tespitini yapılabilen yeni bir gaz izleme sisteminin geliştirmesi hedeflenmiştir.

3. ÜLKEMİZDE YERALTI KÖMÜR OCAKLARINDA METAN GAZI KAYNAKLI İŞ KAZALARI

Bilindiği gibi ülkemiz, iş kazalarında dünyada üst sıralarda yer almakta, maden kazaları son yıllarda belirgin olarak artmaktadır. SGK verilerine göre; 2008 yılında 43 maden çalışanı iş kazası sonucu yaşamını yitirmişken, 2009 yılında bu sayı 92'ye çıkmıştır. 2010 yılında 105 işçi, 2011 yılında 77 işçi, 2012 yılında 61 işçi maden kazalarında yaşamını yitirmiştir. 2013 yılında 92, 2014 yılında maden sektöründe iş kazaları sonucu 387 civarında insan hayatını kaybetmiştir. 2015 yılında ise 52 maden işçisi hayatını yitirmiştir. Madencilik sektöründe meydana gelen iş kazaları genellikle; grizu patlamaları, toz patlamaları, göçükler, toprak kaymaları, ocak yangınları, nakliyat sırasında meydana gelen kazalar, enerji ve mekanizasyona ilişkin kazalar, ocak gazlarının yol açtığı zehirlenmeler, su baskınları ve diğer riskler olarak sınıflandırılabilir.

Grizu, yer altı kömür ocaklarında görülen, büyük bir bölümü CH_4 gazından oluşan, havanın içerisinde bulunan oksijen ile karıştığı zaman en ufak kıvılcımla karşılaşması durumunda patlayan bir gaz karışımıdır. CH_4 gazı, bitkisel ve hayvansal fosiller gibi organik materyallerin yeraltındaki yüksek statik ve dinamik basınçla uzun süre baskı altında kalması sonucu karbon moleküllerinin bozulması ile oluşmaktadır. CH_4 temel olarak kömür ve yan kayaç içerisinde çatlak, kırık ve gözeneklerde serbest olarak, çatlaklarda veya

gözeneklerde yüzeye tutunmuş veya kömür içerisinde çözünmüş halde bulunmaktadır. Yer altı kömür ocakları üretim aşamasındayken, basınç altında bulunan bu gazlar serbest kalır ve üretimi tamamlanmış boşluklarda toplanır. Havalandırma yapılması amacıyla devamlı olarak ocağın içine hava gönderilmektedir. Böylece gönderilen taze havanın içerisinde bulunan oksijenle birleşen CH_4, grizu denen patlayıcı gazı meydana getirmiş olur. Ateşleme kaynağı olarak gereken patlama sebepleri çok çeşitlidir. Kıvılcım, yüksek sıcaklık, patlayıcı atılması, dizel lokomotiflerinin egzozundan çıkacak kıvılcım, sigara içilmesi, emniyet lambasına ait olan kızgın metal aksam, sert çakmak taşı parçalarına vurulan kazmanın kıvılcım çıkarması, ısınan matkap uçları, elektro statik deşarjlar, anti-grizu tertibatı olmayan motorlardan çıkabilecek kıvılcım belli başlı patlama sebepleri olarak tespit edilmiştir. Yer altı maden ocaklarında bulunan gazlar ve yarattığı tehlikeler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yeraltı kömür ocaklarında en sık rastlanan gazlar

Gazlar	**Tehlikeler**
Metan (CH_4)	Patlama, yanma ve boğulma
Karbonmonoksit (CO)	Boğulma
Karbondioksit (CO)	Boğucu
Hidrojen Sülfür (H_2S)	Göz ve solunum yollarında iritasyon
Oksijen kıtlığı	Anoksi (Canlı hücrelerin oksijensiz kalma durumu)
Dizel motor dumanı	Solunum yollarında iritasyon, akciğer kanseri

Ülkemizde büyük maden kazaları incelendiğinde genelde çok sayıda ölüme neden olan kazaların başında CH_4 gazının neden olduğu kazalar yer almaktadır. Özellikle CH_4 gazının neden olduğu grizu patlaması başta gelmektedir. Ülkemizde son 30 yıldaki kömür ocaklarında meydana gelen büyük maden kazalarını Çizelge 2'de verilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere grizu patlaması ve gaz zehirlenmeleri maden kazalarında ilk sıralarda yer almaktadır.

Çizelge 2. Ülkemizde yaşanan metan gazının neden olduğu büyük maden kazaları (TMMOB, 2010)

YER	YIL	**NEDENİ**	**ÖLÜ SAYISI**
Armutçuk	7 Mart 1983	Grizu Patlaması	103
Kozlu/	10 Nisan 1983	Grizu Patlaması	10
Yeni Çeltek	14 Temmuz 1983	Grizu Patlaması	5
Amasra	31 Ocak 1990	Grizu Patlaması	5
Yeni Çeltek	7 Şubat 1990	Grizu Patlaması	68
Kozlu	3 Mart 1992	Grizu Patlaması	263
Sorgun	26 Mart 1995	Grizu Patlaması	37
Aşkale	8 Ağustos 2003	Grizu Patlaması	8
Ermenek	22 Kasım 2003	Grizu Patlaması	10
Bayat	9 Ağustos 2004	Grizu Patlaması	3
Gediz	21 Nisan 2005	Grizu Patlaması	18
Dursunbey	2 Haziran 2006	Grizu Patlaması	17
Mustafakemalpaşa	10 Aralık 2009	Grizu Patlaması	19
Dursunbey	23 Şubat 2010	Grizu Patlaması	13
Karadon	17 Mayıs 2010	Grizu Patlaması	30
Kozlu	8 Ocak 2013	Grizu Patlaması	8
Soma	5 Mayıs 2014	Yangın-Gazdan Zehirlenme	301
		TOPLAM	918

4. YERALTI KÖMÜR OCAKLARINDA GAZ İZLEME SİSTEMLERİ

Gerek yeraltı kömür üretimi gerekse diğer metalik madenlerin üretiminde, eğer ortamda bir gaz geliri riski varsa, bu riski ortadan kaldırmak için gaz izleme ve erken uyarı sistemleri devreye alınmalıdır. Madencilik endüstrisi geliştikçe paralelinde gelişen teknolojik destekle, gaz sensörleri vasıtasıyla ocak içerisinde gazın sürekli kontrolü sağlanmıştır. Özellikle kömür madenciliğinde, grizu patlama riskinin tahmininde ve iş kazalarının azaltılmasında erken uyarı sistemlerinin çalışma koşullarına ve üretime, önemli katkılar sağladığı bilinmektedir (Liu vd., 2013).

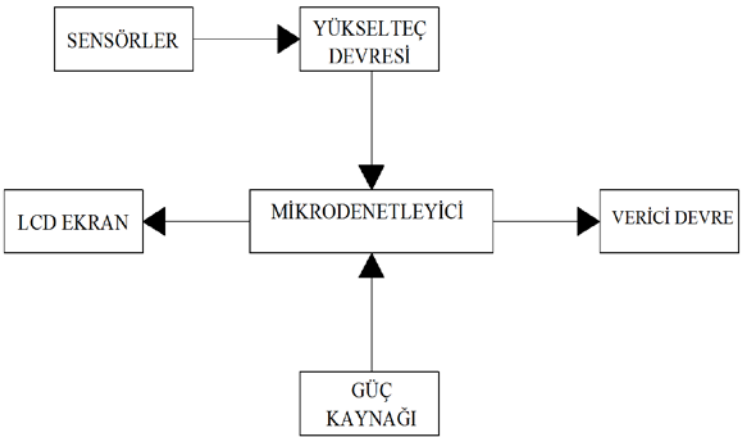
Başlangıçta uygulanan ölçüm yöntemlerinde, gazların ölçümünde kullanılan sensörler sabit ve el sensörleri olarak ikiye ayrılmaktadır. El sensörleri; CH_4, CO, CO_2 O_2, H_2S gibi farklı gazları ölçmekte ve gazlar limit

değerleri aştığında sesli ve ışıklı alarm vererek sensörü taşıyan kişiyi uyarmaktadır. Sabit sensörler; ise insanlar tarafından taşınması riskli olan kritik noktalara yerleştirilir. Gaz sensörleri belirli bir alanda mevcut çeşitli gazların varlığını saptamak için kullanılır. Sensörler algılanacak gazın konsantrasyonuna bağlı olarak orantılı bir elektriksel tepki verirler. İlk gelişimleri sırasında, gaz artışları başladığında sensör, dijital ekranında gaz seviyelerini göstermekteydi. Fakat daha sonraki yıllarda sensörlerin sadece değer göstermesinin yeterli olmayacağı düşünülerek, sensörler üzerinde sesli ve ışıklı ikaz sistemleri monte edilmiştir. Ayrıca günümüzde, tüm noktalarda bulunan sensörler, "ana izleme merkezi" adı verilen ve yerüstünde bulunan bir merkezde, bilgisayarlar vasıtasıyla izlenecek şekilde tasarlanmıştır.

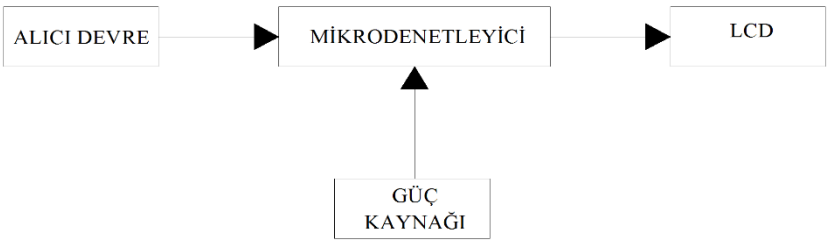
Genelde ülkemizdeki yeraltı kömür ocaklarında gazların tespiti ocağın belli bölgelerine yerleştirilen sabit sensörler ile veya portatif anlık gaz tespiti yapan ölçüm aletleriyle tespit edilmektedir. Ülkemizdeki mevcut mevzuatta merkezi gaz izleme sistemlerinde kullanılan sensörlerin ocak içerisindeki yerleri kabaca tarif edilmiş olsa da kesit içerisindeki konumla ilgili net bilgiler verilmemektedir. Oysa gelişmiş ülkelerde ölçümlerin yapılacağı yerler ve izleme enstrümanlarının ocak içerisindeki yerleri net olarak tarif edilmektedir. Hâlbuki yeraltı kömür ocaklarında gaz konsantrasyonlarının sürekli olarak izlenmesi hayati önem taşımaktadır. Kömür ocaklarının her bölgesinde sürekli olarak gazların izlenmesi ve konsantrasyonlarının belirlenmesi için taşınabilir sürekli bir gaz izleme ve erken uyarı sistemine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Yeraltı kömür ocaklarında gazların izlenmesinde esas olan, sensörlerin ocak içinde doğru noktalarda ve sensörlerin bulunduğu kesit alanı içinde doğru şekilde konumlandırılmalarıdır. Ayrıca, sensörlerin kalibrasyonu ve sensör ölçümlerinin doğruluklarının kontrolü de önem arz etmektedir. İzlenecek gazların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi bilinmesi kullanılacak sensörlerin seçimi ve doğru konumlandırma açısından oldukça önemlidir.

5. METAN GAZI ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Bu çalışmada CH_4 sensörlerinden alınan veriler mikrodenetleyici ile okunacaktır. Okunan bu değer kablosuz veri iletişim araçları yardımıyla uzak bölgede bulunan başka bir sisteme sensör verilerini iletecektir. Böylece herhangi bir yerdeki CH_4 miktarı belirlenen seviyenin üzerine çıkarsa uyarı noktasında ya da CH_4 miktarının belirli zaman aralıkları ile izlenmesi sağlanacaktır. Tasarlanması düşünülen projenin blok şemaları Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 1. Sensörden verilerin okunması ait blok şema



Şekil 2. Verici devreden yollanan değerlerin alınmasına ait blok

Çalışmada sensörden alınan verilerin doğru okunmasını sağlamak amacıyla, kalibrasyonu yapılmış standart düzeneklerle test ölçümleri yapılarak sistemin doğruluğu test edilecektir. Böylece hassasiyeti ve doğruluğu yüksek bir devre tasarımı gerçekleştirilerek CH_4 ve diğer gazlarının zararlı etkileri önceden belirlenerek insan sağlığını koruma adına bir adım atılmış olacaktır.

6. SONUÇLAR

Yeraltı kömür ocaklarında çoğunlukla ciddi can ve mal kayıplarına neden olabilecek patlayıcı, zehirli ya da boğucu özellikte gaz yayılımları mevcuttur. Bu nedenle yeraltı kömür ocaklarında özellikle CH_4 gazı konsantrasyonunun sürekli olarak izlenmesi kritik öneme sahiptir. Bunun yanı sıra, sıcaklık ve hava hızı gibi havalandırma açısından önem arz eden parametreler izlenebilmekte, ayrıca belirli ocaklarda tehlike yaratabilecek diğer spesifik gazların da sürekli izlenmesine ihtiyaç duyulabilmektedir.

Bu noktada "gaz izleme" ile "anlık gaz tespiti" arasındaki farkı ortaya koymak gerekmektedir. Bu iki terimin birbirini tamamlar nitelikte olmasına karşın; gaz izleme ocaktaki tehlikeli gaz yayılımlarının sürekli olarak izlenmesi anlamına gelmekte, anlık gaz tespiti ise ocakta taşınabilir ölçüm aletleriyle zaman zaman yapılan anlık gaz konsantrasyonu ölçümlerini kapsamaktadır.

Dünyada ve ülkemizde, özellikle kömür madenlerinde meydana gelen gaz patlamalarının asıl nedeni, ortamdaki gaz konsantrasyonlarının belirlenen sınır değerlerin üzerinde seyrettiğinin zamanında tespit edilememesidir. Bu nedenle az ya da çok miktarda gaz geliri olan yeraltı kömür işletmelerinde, gaz izleme ve erken uyarı sistemlerinin kurulup ocak havasının, madenin ömrü boyunca izlenmesi ve kayıt altına alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada yeraltı kömür ocaklarında özellikle CH_4 gazı konsantrasyonunun sürekli olarak izlenmesi için taşınabilir sürekli olarak gaz izlenmesi yapılabilen bir sensör geliştirilecektir. Bu sensör bir maden işçisinin üzerine yerleştirilerek ocak havasındaki CH_4 gazı konsantrasyonu belirlenip ocak içerisinde oluşabilecek patlayıcı, zehirli veya boğucu bir havanın oluşmaması çalışanların önceden tedbirlerini almaları ve bu gazın ocaktan atılması için havalandırma sistemini yeniden kurgulamaları sağlanacaktır. Çalışanlar taşınabilir gaz izleme sensörü sayesinde gaz konsantrasyonlarının wireless haberleşme sistemiyle çok kısa bir süre içerisinde görerek o çalışma bölgesinden tehlikeli bir durum oluşmadan tedbirlerini almaları sağlanmış

olacaktır. Ayrıca bu gaz izleme sistemi gazların konsantrasyonun yükseldiği bu bölgelerde elektrikli ekipmanların tümü bu uyarı sistemine bağlanarak yalnızca tehlikenin arttığı bu bölgede tüm makineler tam zamanında durdurularak bu bölgenin elektriği kesilecektir. Teknolojik gelişmeler sayesinde ise bu sistem ile veriler uygun bir haberleşme sistemi ile ilgili yerlere hemen aktarılacağından zararlı bir gazın varlığı sınır değerlere ulaşmadan tespit edilmiş olacaktır. Böylelikle oluşabilecek bir patlama, zehirlenme veya boğulma gibi tehlikeli bir durumdan kurtulmuş olunacaktır.

KAYNAKLAR

Atılgan, H., 2007. *İş kazalarının incelenmesi ve kaza analizi*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumuna Sunulmuş Bildiri. Adana, s:193-201.

ÇSGB, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 2003. *Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği rehberi,* Yayın no: 43.

Güyagüler, T., Bozkurt, R., Önder Ü.Y., 1993. *Kömür madenciliğinde iş kazalarının istatistiksel ve ekonomik analizi*, Türkiye 13. TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilik Kongresinde Sunulmuş Bildiri. İstanbul, s:102-113.

Liu, X., Zhao, X., Zhang, Q., 2013. *Study on early warning system of coal and gas outburst,* The Open Electrical and Electronic Engineering Journal, Cilt 7, s:116-122.

Mallı, T., Kun, M., Köse, H., 2014. *Yeraltı kömür işletmelerinde gaz izleme ve erken uyarı sistem teknolojisinin iş kazalarının önlenmesindeki önemi,* DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 46(16), s:59-67.

Resmi Gazete, 2013. *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği,* http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/09/20130919-3.htm, Erişim Tarihi: 10.05.2014

Sari, M., Selçuk, A. S., Karpuz, C., Düzgün, H.S.B., 2009. *Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey.* Safety Science, 47(1), pp:78-87.

SGK, Sosyal Güvenlik Kurumu., 2016. *SGK İstatistik Yıllıkları* http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari, Erişim Tarihi: 10.05.2017.

Tanır, F., 2009. *Madenlerde iş sağlığı ve güvenliğine bakış*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumunda Sunulmuş Bildiri, Adana, s:7-8.

TMMOB, Maden Mühendisleri Odası, 2010. *Madencilikte yaşanan iş kazaları raporu*. s.152.

Yılmaz, H., 2013. *Maden işyerlerinde meydana gelen iş kazalarından dolayı işverenin hukuki ve cezai sorumluluğu*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumunda Sunulmuş Bildiri, Adana, s:1-36.

EFFECTS OF COGNITIVE AND MOTIVATIONAL BIASES ON MINE SAFETY

S. Demir, M. Kumral
Department of Mining and Materials Engineering, McGill University, Montreal, Quebec H3A 0E8, Canada

D. Komljenovic
Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), 1800, boul. Lionel-Boulet Varennes (Quebec) J3X 1S1, Canada

ABSTRACT: *In this paper, effects of cognitive and motivational phycology on mine safety is investigated with regard to its impact on mine safety. Human cognition focuses on processes of judgment, memory, reasoning, problem-solving and decision-making of human-being. Deviations from rational in these processes are known as biases and can be one of the sources of accidents and safety issues in mining operations. In this scope, cognitive and motivational biases, and fallacies are reviewed, and human factors associated with the biases are discussed. The concept of de-biasing is introduced as a tool for reducing the effects of cognitive and motivational biases. Possible debasing techniques are proposed. Finally, two examples of mining accidents associated with biases are reviewed.*

Keywords: *Mine Safety, Cognitive Biases, Motivational Biases, Fallacies.*

1. INTRODUCTION

Acknowledging the complexity of human judgment processes, it is important to find applications of cognitive psychology in some technical areas where the level of efficiency and safety mainly depends on human and organizational factors (Komljenovic et al., 2017; Demir et al., 2017). As any other technical industries, mining consists of a wide range of interdependent complex tasks, in which human factor is always involved and end up affecting the result. Although it seems relevant to make sense of the whole by investigating each task separately, mining operations such as exploration, drilling, blasting, loading, hauling, dewatering and mineral processing, each of which requires human,

material and machine interaction, the problem is much more complex. It is very challenging to know exactly what level of interaction is formed between each human (operator, manager, worker, etc.) and the machine (technology in general) and more importantly, how safe it is. In this regard, the human decision-making processes should be discovered further in the mining safety management, as well.

2. **LITERATURE REVIEW OF RELATED CONCEPTS**

The classical model of rational choice suggests that the decision-making actor is completely rational and he/she is capable of making all statistical calculations correctly and eventually reaching the optimal decision (Gilovich et al., 2002). However, some empirical and theoretical contributions by some scientists in the early 1950's welcomed another approach in human decision behavior research. One of the most significant of these, giving roots to further research ideas, is the concept of *bounded rationality* introduced by Herbert Simon who suggests that the concept of an entirely rational being is not realistic, yet, human rationality is strictly bound by some mental and cognitive limitations (Gilovich et al., 2002). Furthermore, he discusses the framework of heuristics in depth, which refers to simplifying mental models that allow the human brain to deal with those certain limitations effectively.

Taking heuristics a step further, Kahneman and Tversky (1974) make a memorable contribution on the topic and define three general-purpose heuristics, each of which is initially related to a set of biases: representativeness, availability and adjustment and anchoring. Biases refer to the deviations from the true possible outcome, as a result of employing a relevant heuristic (Gilovich et al., 2002). Therefore, it is possible to suggest that modern theory of human decision-making points out to a set of shortcuts in human thinking, which might lead to being "untrue" or simply deviated from the true answer.

As there are different types of biases influencing the decision-making process of human beings, there has been a struggle to classify biases in terms of their underlying processes. Although it is difficult to rely on only one classification in the literature, it is generally accepted that cognitive bias is a general category of biases that are mainly deviations from normality as a result of certain heuristics. Expanding Kahneman and Tversky's classification of three general bias categories, Howard et al. (2003) as mentioned in Trappl (2005), makes another classification: comfort zone biases, motivational biases, perception biases, reasoning fallacies, and groupthink. This does not only introduce the concept of motivational biases, but they also became widely accepted in the area. This section will essentially focus on these two specific types of biases, cognitive and motivational, and their subcategories as they are well defined and classified in the existing literature, and they are critically relevant to safety management.

Within the concept of biases, cognitive bias refers to "a systematic discrepancy between the 'correct' answer in a judgmental task, initiated through a formal normative rule, and the decision maker's actual response to such a task" (Montibeller and Winterfeldt, 2015). Motivational biases, on the other hand, refer to a distortion in decision-making with respect to desirability level of events, outcomes, results or choices (Montibeller and Winterfeldt, 2015). Majority of the research in this area and safety management focuses on these two types of biases, which will construct the backbone of this section as well.

At this point, it is important to distinguish between cognitive biases and fallacies, another concept frequently mentioned by researchers in this context. Scholz (1983) defines the fallacy as "the result of a cognitive process, which, on the basis of information presented in the memory, has led to a wrong conclusion, or to a wrong decision". However, Kahneman and Tversky (1974), while introducing biases, did not necessarily mention that biases are untrue or irrational. In this regard, although some of the literature uses these two concepts

interchangeably, biases are distinct from fallacies in the sense that they are only tendencies to think in a certain way that might deviate one's judgment. On the other hand, fallacies refer to wrong and irrational outcomes of an inaccurate mental modeling.

3. **COGNITIVE AND MOTIVATIONAL BIASES IN MINE SAFETY**

Among more than 250 identified cognitive and motivational biases, a generally accepted classification has not been made in the existing literature. Each contribution made to the area provides a different taxonomy, only elaborating on the most general categories. A commonly accepted classification is made according to what kind of belief or behavior the cognitive and motivational biases affect: biases that affect decision-making and judgment, memory, motivation and social attributes.

On the other hand, different literature sources use different sets of cognitive and motivational biases, classified in a manner that is unique to the study area. For instance, Reiman and Rollenhagen (2011) provide a classification of human and organizational biases, although not cognitive or motivational, through four thematic areas: beliefs about human behavior, beliefs about the organization, beliefs about the information and uncertainty and beliefs about safety models. To provide a unique way of classifying existing cognitive and motivational biases with respect to mine safety, a table is given below, explaining the nature of these biases (Table 1).

The initial classification of the biases at hand is made according to whether they are cognitive, as in being a result of cognitive processes in the brain; or motivational, as in being driven by hopes and beliefs regarding a certain outcome. Then, among the cognitive biases, the biases related to mine safety are divided into two subcategories, depending on whether they are formed to explain one's own beliefs and behavior (behavioral) or to explain other agents' beliefs and behavior (social).

Table 1. Cognitive and Motivational Biases Relevant to Mine Safety

Type	Name	Description
Behavioral	Conservatism Bias	Maintaining initial judgments even with updated counter evidence (Edwards, 1968).
	Overconfidence Bias	Being overly confident about one's own judgment (Krause, 2005).
	Recency Bias	Focusing on more recent information and disregarding the previous (Krause, 2005).
	Gambler's Fallacy	Failure to recognize the independence of probabilities between past and future events (i.e. flipping a coin).
	Risk Compensation	Making riskier decisions when safety level seems to improve (Hedlund, 2000).
	Confirmation Bias	Selecting information or evidence that confirms one's belief and disregarding the counter evidence.
	Loss Aversion/Sunk-Cost Effect	Avoiding abandoning a project with high investment costs, even though it is no longer safe.
Social	Attribution Bias	Associating success with good personal traits but failure with bad luck (Krause, 2005).
Motivational	Groupthink	Voicing untrue opinions or keeping silent due to social pressure (Nikolaidis et al., 2004).
	Desirability of options/choice or wishful thinking	This bias causes over- or underestimating occurrences, probable results, values, or weights in favor of a desired alternative (Montibeller and Winterfeldt, 2015)
	Confirmation bias	The bias diagnoses when there is a desire to confirm one's belief or idea, which results in unconscious selection of the acquisition and utilization of evidence (Montibeller and Winterfeldt, 2015)
	Undesirability of a negative event or consequence	This bias occurs when there is no desire to be cautious, prudent, or conservative in estimates that may be related to harmful consequences (Montibeller and Winterfeldt, 2015)

After a careful examination of all the chosen biases, it is important to relate to incidents where mining professionals can or have already potentially encountered them.

4. APPLICATION OF SOME EXISTING DEBIASING TECHNIQUES TO RELATED BIASES

The concept of debiasing refers to all attempts that aim to eradicate or at least, reduce the effects of cognitive and motivational biases. The existing literature mainly covers debiasing techniques for cognitive biases; however, it is known that most techniques have been found inefficient (Montibeller and Winterfeldt, 2015).

Acknowledging that the existing literature has various taxonomies created to classify debiasing approaches, it is important to briefly mention the one that is most understandable for the specific purpose of this paper. A very commonly encountered definition by Stanovich and West (2000), mentioned in Soll et al. (2014), makes the distinction between System 1 and System 2 processes which refer to intuitive, fast and emotional reasoning; and slow, conscious and rational reasoning, respectively (Kahneman, 2012). The theory suggests that when human brain relies on System 1 processes, they disregard or misinterpret some of the available information and the idea is to shift the cognitive activity towards System 2 (Stanovich and West, 2000; Kahneman, 2012).

Some of the biases explained in the previous section will be discussed with respect to suggested debiasing techniques. It is important to note that a number of empirical studies have been conducted to test the efficacy of these techniques; however, only the most generally accepted ones with proven efficacy will be mentioned here.

While trying to eliminate the effects of cognitive and motivational biases in a mine environment, a large portion of techniques focus on changing the perception of the decision-maker by training and education or simply, explanation of neglected concepts. Montibeller and Winterfeldt (2015) mention a few useful examples to these. For instance, in overcoming the overconfidence bias, it is suggested that first and foremost, probability training should be provided to help them realize the accuracy of their judgment is irrelevant to their confidence in their ability. This is also valid when dealing with gambler's fallacy in the sense that independence of events should be reminded to safety decision-makers.

Loss aversion can also be dealt with some certain techniques. For instance, it is useful to demonstrate the symmetry of gains and losses to compensate for the tendency of making unsafe decisions rather than abandoning a project (Montibeller and Winterfeldt, 2015). Furthermore, as the basis of the

fallacy is to focus on the sunk cost of projects, individuals should be led to think that it is, in fact, a minor part of the analysis.

There are some debiasing techniques, whose focus is mostly on how the group members interact with each other and how they can process the information on an individual level. For example, overconfidence bias, as well as confirmation bias and wishful thinking, can be eliminated if some experts from different perspectives, who would help raise alternative questions and point out counterfactuals, are introduced to group-individual exchanges (Montibeller and Winterfeldt, 2015). Wishful thinking can also be challenged with the introduction of a scoring rule and hypotheses bets against the desired outcome (Montibeller and Winterfeldt, 2015).

Another method that can be employed, which would be useful to eradicate the effects of conservatism, is to focus on the initial elaboration of the task in the sense that prior probabilities and likelihoods of that specific event should be reminded. These suggested debiasing techniques are theoretically linked to mine safety management, and they might be beneficial in tackling the most common cognitive and motivational biases.

5. CASE ANALYSIS

The closed Sullivan Mine located in British Columbia is one of the examples associated with cognitive biases. During the production, the mining operation led acidic water generation due to pyrrhotite within the ore. The Sullivan Mine Accident occurred on May 15th and 17th, 2006 and 4 well-experienced and trained professionals lost their lives in seepage monitoring station is in the hazardous condition. The Dense accumulation of hazardous gas within a partially reclaimed waste rock dump is the reason behind these sad life losses. The investigations showed that the consecutive fatalities are associated with confirmation bias.

The accident in the Pike River coal mine in New Zealand killed 29 people in 2010 due to a methane explosion. This accident was associated with the blind spot bias because mine management thought that they spent a significant time for operation and the operation is perfect. This bias misled the mine management about a possible safety problem.

6. CONCLUSIONS

Ore production requires complex systems including technical, operational, legislative, organizational, market, and human structures. These systems are furthermore interconnected. Therefore, analysis of mining accidents and safety issues are a complicated task. Amongst the others, human factor significantly contributes to mine safety problems. In this context, cognitive and motivational biases, and fallacies may be a source of humanly related contributors to mine accidents. Therefore, mining companies should learn about biases and train their staffs on this aspect. The recent investigations showed that two mining accidents - the Sullivan Mine and the Pike River- emerged from cognitive biases.

REFERENCES

British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources: Sullivan Mine Accident Report, May 17, 2006.

Demir, S., Abou-Jaoude, E. and Kumral, M., 2017 *Application of cognitive task analysis in mining operations*, International Journal Mining Science and Technology. 27 (4): 605–609

Edwards, W., 1968. *Conservatism in Human Information Processing* (excerpted). In Daniel Kahneman, Paul Slovic and Amos Tversky (1982), Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Cambridge University Press, New York.

Gilovich, T., Griffin, D., Kahneman, D., 2002. *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Hedlund, J., 2000. *Risky business: safety regulations, risk compensation, and individual behavior*. Injury prevention, 6(2), 82-89.

Kahneman, D, Tversky, A., 1974. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Science, 185(4157), 1124-1131.

Kahneman, D., 2012. *Thinking, Fast and Slow*, Scientific American/Farrar, Strauss and Giroux, New York 10011

Komljenovic, D., Loiselle, G., and Kumral, M., 2017. O*rganization: a new focus on mine safety improvement in a complex operational and business environment*. International Journal Mining Science and Technology. 27(4): 617–625

Krause, T. R., 2005. *Leading with safety*. John Wiley & Sons.

Montibeller, G., Winterfeldt, D., (2015). *Cognitive and motivational biases in decision and risk analysis*. Risk Analysis, 35(7), 1230-1251.

Nikolaidis, E., Ghiocel, D. M., Singhal, S. (Eds.), 2004. *Engineering design reliability handbook*. CRC Press.

Reiman, T., Rollenhagen, C., 2011. *Human and organizational biases affecting the management of safety*. Reliability Engineering & System Safety, 96(10), 1263-1274.

Scholz, R. W. (Ed.), 1983. *Decision making under uncertainty: Cognitive decision research, social interaction, development and epistemology* (Vol. 16). Elsevier.

Stanovich, K. E., West, R. F., 2000. *Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate*. Behavioral & Brain Sciences, 23, 645-665.

Trappl, R., 2005. *Programming for peace: computer-aided methods for international conflict resolution and prevention* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

DOĞALTAŞ FABRİKALARINDA MARUZ KALINAN FİZİKSEL RİSK ETMENLERİ

PHYSICAL RISK FACTORS EXPOSED IN NATURAL STONE PLANTS

A. E. Arıtan, M. Tümer
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

C. Şensöğüt
Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZ: Doğaltaş sektörü, ülkemiz madencilik sektörünün önde gelen kollarından birisidir. Doğaltaş madenciliğinde üretim miktarı ve gelen talep her geçen yıl artmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015 yılı Doğaltaş Sektörü Raporuna göre, doğaltaş üretimi, ülkemizde yıllık 11,5 milyon ton civarındadır. İşleme tesislerinin toplam plaka üretim kapasitesi, 6,5 milyon m^2 civarındadır. İstanbul Maden ve Metal İhracatçılar Birliği (İMMİB)'nin yaptığı çalışmada 2003-2015 yılları arasında doğaltaş ihracatımız %333 artışla 1,5 milyon tondan 6,5 milyon tona yükseldiği görülmüştür. Rakamlardan da anlaşıldığı üzere sektörde daha çok üretim ve bunun sonucunda çalışanlar için daha fazla tehlike oluşmaktadır. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışmaların arttığı bu dönemde, iş sağlığı ve güvenliğinin önemli konularından olan fiziksel riskler, tüm sektörlerde olduğu gibi doğaltaş sektöründe de araştırılması gereken konu olarak önümüze çıkmaktadır. Doğaltaş fabrika ve atölyelerinde birçok tehlike ile karşılaşılmaktadır. Kullanılan makine ve ekipmanların çeşitliliği, kapalı ortam çalışma şartları ile birleşince tehlike boyutu artmaktadır. Bu çalışmada; doğaltaş kesme, boyutlandırma, yüzey işleme (parlatma, cilalama) vb. işlemlerin yapıldığı fabrikalarda çalışanların maruz kaldıkları/kalabilecekleri fiziksel risk etmenlerinden, gürültü, titreşim ve termal konfordan bahsedilmiştir. Ayrıca aydınlatma problemine de değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğaltaş, Fiziksel Risk Etmenleri, İş Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT: *The natural stone sector is one of the leading branches of Turkish mining industry. Production volume and incoming demand in natural stone mining is increasing every year. According to the Natural Stone Sector Report of the Ministry of Energy and Natural Resources in 2015, annual natural stone production is about 11,5 million tons in Turkey. The total plate production capacity of the processing plants is around 6,5 million m^2 in yearly base. Between the years 2003 and 2013, natural stone exports increased by 333%*

from 1,5 million tons to 6,5 million tons according to the reports of Istanbul Minerals and Metals Exporters Association (IMMEA). As it can be seen from the figures, there is more danger for the occupants in parallel with the increasing rates of production. In this period of increasing research work on occupational health and safety in Turkey, the physical risks in the light of occupational health and safety are emerged as a subject that should be investigated in the natural stone sector as it is in all sectors. There are many hazards in natural stone plants and workshops. Combined with the machine, the equipment used and the indoor working conditions, the danger dimension is even increasing more. In this study, in the plants where the works such as natural stone cutting, sizing, surface treatment (polishing, finishing) etc. are carried out, the physical risk factors (noise, vibration and thermal comfort) that workers may experience were mentioned together with the lighting problem.

Keywords: *Natural Stones, Physical Risk Factors, Occupational Health and Safety.*

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde madencilik faaliyetlerinde makine kullanımı artmıştır. Makine kullanımının artışına bağlı olarak ortaya çıkan fiziksel risk etmenlerinin önemi ise yeteri kadar bilinmemektedir. Fiziksel risk etmenleri; doğaltaş fabrikalarında verimsizliğe, iş gücü kaybına ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır.

Doğaltaş fabrikalarında çalışanlar, fiziksel risk etmenleri sebebiyle mesleki hastalıklara ve kazalara maruz kalmaktadırlar. Bu durum ise işletmelerin ve çalışanların aleyhinde olduğundan istenmeyen bir durumdur. Bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla fiziksel risk etmenlerine gerekli önem verilmeli ve fabrika tasarımı sırasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Doğaltaş fabrikalarında çalışanları etkileyen fiziksel risk etmenleri titreşim, gürültü, termal konfor ve aydınlatma olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada söz konusu fiziksel risk etmenleri incelenmiştir. Bu risklerin, sınır değerleri verilerek mesleki hastalıkların önüne geçmek ve iş gücünü artırmak amaçlanmıştır.

2. FİZİKSEL RİSK ETMENLERİNDEN KAYNAKLANAN PROBLEMLER

Doğaltaş fabrikalarında fiziksel faktörler; titreşim, aydınlatma, gürültü ve termal konfordan oluşur. Bunların insan sağlığı ve performansı üzerinde çok önemli etkisi bulunmaktadır (Dülger, 2015).

2.1. Titreşim

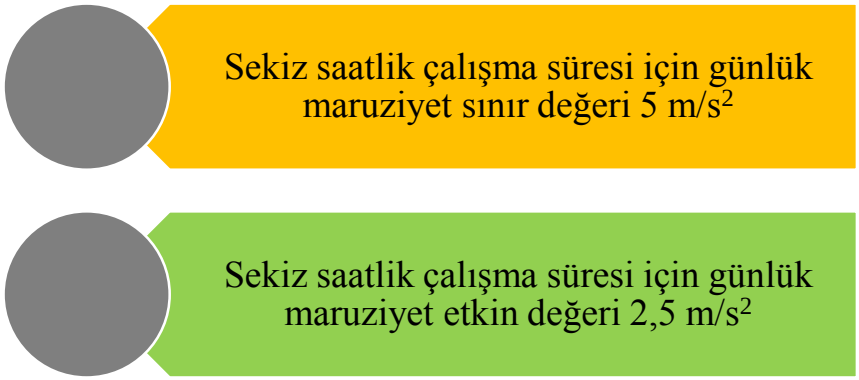
Titreşim, bir cismin durağan konumuna göre düzenli veya düzensiz olarak oluşturduğu periyodik hareketlerle meydana gelen mekanik salınımlar olarak tanımlanmaktadır (Cardinale ve Bosco, 2003). İnsan vücudunda titreşim vücutla temas eden bir araç ya da mekanizmanın periyodik hareketleriyle oluşmaktadır (Şekil 1) (Kroamer ve Grandjean, 1997; Arıtan vd., 2016a).



Şekil 1. Yüksek titreşime maruz kalan çalışanlar

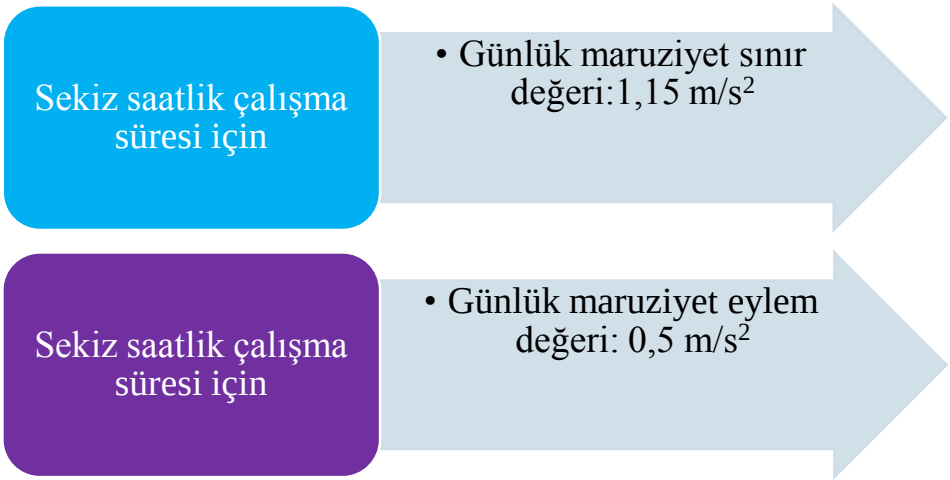
Titreşim genliği ve frekansı olan salınımlı bir hareket yapmaktadır. Bir cismin pozitif ve negatif yöndeki en büyük yer değiştirmesi olarak tanımlanan titreşimin genliği salınımın büyüklüğünü milimetre (mm) cinsinden belirlerken, birim zamanda tamamlanan titreşim sayısı olarak tanımlanan titreşim frekansı salınımın tekrarlama hızını Hertz (Hz) cinsinden belirlemektedir (Cardinale ve Bosco, 2003).

El-kol titreşimi, insanda 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 (Titreşim Yönetmeliği, 2013; Arıtan vd., 2016b). El–kol titreşimi için maruziyet sınır değerleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. El–kol titreşimi için maruziyet sınır değerleri

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 (Titreşim Yönetmeliği, 2013; Arıtan vd., 2016b). Bütün vücut titreşimi için maruziyet sınır değerleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Bütün vücut titreşimi için maruziyet sınır değerleri

2.2. Aydınlatma

Işık, gözün duyarlı olduğu elektro manyetik titreşimlerin bir parçasıdır. Diğer bir ifade ile ışık enerji parçacıklarının dalgalı yayılma olayıdır. Doğaltaş fabrikalarında aydınlatmalar, yapılan işin cinsine, çalışılan alanın büyüklüğüne, yerleşme düzenine ve tavan yüksekliğine göre farklılıklar gösterir. İstenilen aydınlatma ölçütünü sağlayan çözümlerden en ekonomik olanı tercih edilir. Ekonomiklik analizinde sadece tesis masrafı değil, işletme ve bakım masrafları da göz önüne alınmalıdır. Oluşturulan kaliteli aydınlatma ile üretimin maksimum, iş kazalarının ise minimum olması amaçlanır (Sönmezyuva, 2009).

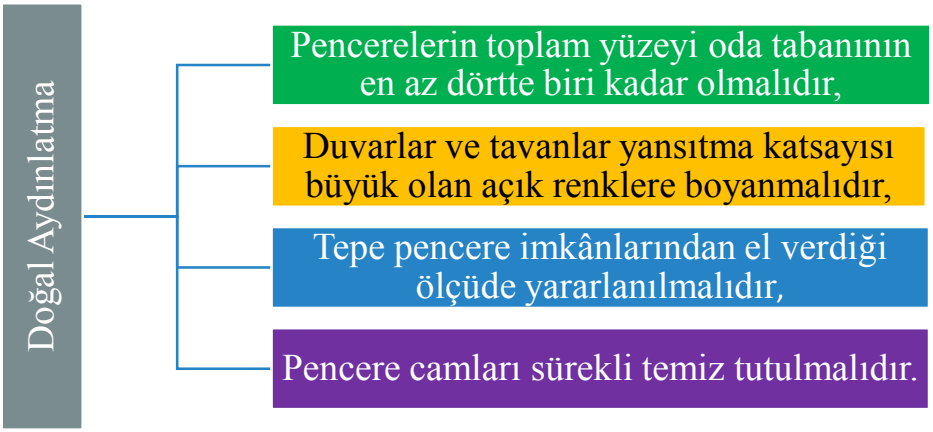
Göz zorlanması ve yorgunluk üzerine etkisi ile birlikte aydınlatma tekniğindeki bazı temel kavramlar: Birimi lüks (lx) olan aydınlatma şiddeti, birimi kandela (cd) olan ışık yeğinliği ve birimi lümen (LM) olan ışık akısıdır. Aydınlatma şiddeti birim alana düşen ışık akısıdır ve lüksmetre ile ölçülür (Dülger, 2015).

Doğaltaş fabrikalarının aydınlatma ihtiyacı, yapılan işlerin özelliklerine, o yerde çalışan insanların göz fonksiyonlarının normalliğine ve işin özelikleri nedeniyle detay algılama gibi ölçütlere bağlıdır. Özellikle yaşlı çalışanların bulunduğu fabrikalarda aydınlatma derecesinin optimal bir düzeyde bulunması gerekmektedir. Çünkü altmış yaşındaki yaşlı bir çalışan, yirmi yaşındaki genç bir çalışana nazaran 2-5 misli daha kuvvetli bir aydınlığa ihtiyaç duymaktadır (Albayrak, 2014).

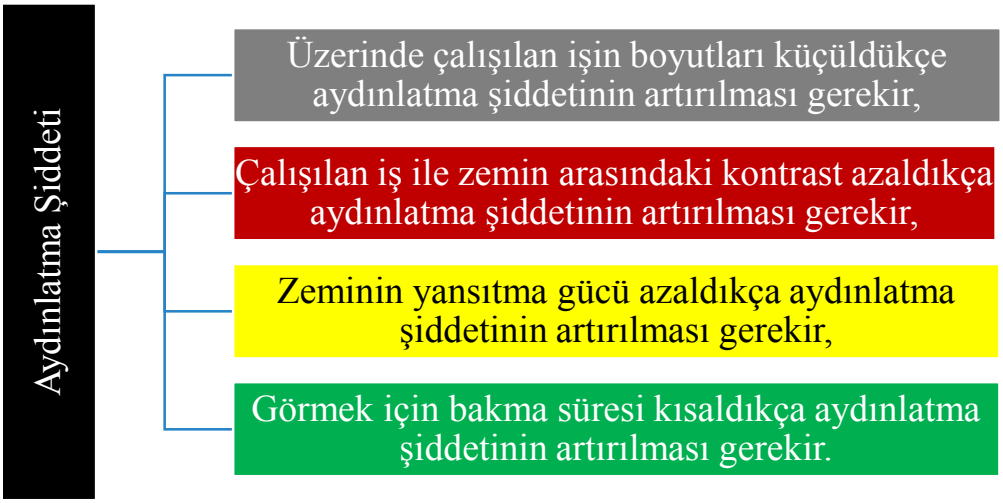
Doğal Aydınlatma: Güneş ışınlarından faydalanıldığı durumdur. Güneşin aydınlatma düzeyi 5000 lüksün üstündedir. Bu doğal aydınlatma kaynağından en iyi şekilde yararlanabilmek için bazı ilkeler Şekil 4'te verilmiştir (İncir, 1980).

Yapay Aydınlatma: Gün ışığının yeterli olmadığı durumlarda kullanılır. Bir iş ortamında ve çeşitli iş istasyonlarındaki aydınlatma düzeyleri önemli bir husustur. En yüksek düzeyde aydınlatma her zaman en iyi yaklaşım olmamakla birlikte, temel olan, amaca uygun aydınlatmadır. Aydınlatma şiddeti

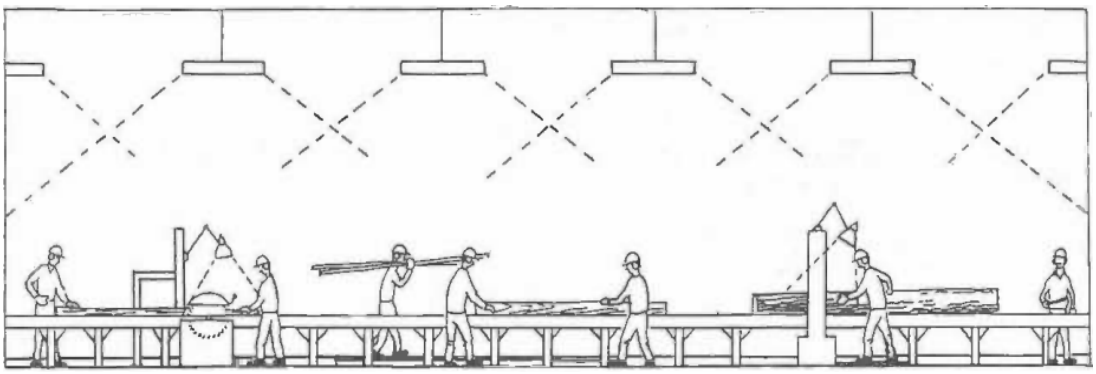
belirlenirken Şekil 5'te ki faktörlerin göz önünde tutulması gerekmektedir (Dülger, 2015).



Şekil 4. Çalışma alanının doğal aydınlatması



Şekil 5. Çalışma alanının yapay aydınlatması



Şekil 6. Çalışma alanının genel aydınlatması ve lokal aydınlatması

İyi bir aydınlatma hem üretimi hızlandırmakta hem de çalışanın sağlığı, güvenliği ve etkinliği için temel bir faktör oluşturmaktadır (Şekil 6). İyi aydınlatılmamış bir ortamda gerçekleştirilen bir çalışma neticesinde, göz bozuklukları, kazalar ve malzeme kayıpları meydana gelmekte ve üretim yavaşlamaktadır. Özellikle hassas iş yapılan yerlerde yetersiz aydınlatma, çalışanın verimliliğini azaltmaktadır (Ilıcak, 1988).

İyi bir aydınlatma ışığın miktarı ve kalitesi, görüşü önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle, ince, hassas, hızlı, devamlılık isteyen işlerde ışık verimli bir üretimin temel unsurudur. İşyerlerinde iyi bir aydınlatmanın işyeri ve çalışanlar üzerinde etkisi büyüktür. Aydınlatma sistemlerinde şu özelliklere dikkat etmek gerekir;

- Aydınlatma şiddeti yeterli olmalı,
- Aydınlatma bütün alana eşit yayılmalı,
- Işık yönü ve gölgelemeye dikkat edilmeli,
- Işık yansımalarından kaçınmalı (göz kamaşması),
- Kullanılan ışığın niteliği uygun olmalı,
- Aydınlatma sabit olmalı (titreşim ve parlaklık değişmeleri engellenmeli),
- İş yerlerinde uygun renkler seçilmeli (yansıma ve psikolojik etki),

Aydınlatma şiddetini belirleyen etmenler arasında çalışanın yaşı da önemlidir (Sönmezyuva, 2009; Arıtan vd., 2016b).

Çizelge 1. İşyerlerinde bazı alanlarda ve işlerde gerekli aydınlatma şiddeti değerleri (TS EN 12464)

	Aydınlatma Şiddeti (lüks)
Koridorlar ve depolama alanları	100
Ofis çalışmaları	500
Yüzey hazırlama ve boyama	750
Montaj, kalite kontrol ve renk kontrolü	1000

TS EN 12464 nolu "Işık ve Işıklandırma - İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri" standardında belirtilen işyerlerindeki bazı alanlarda ve işlerde gerekli aydınlatma şiddeti değerleri Çizelge 1'de verilmektedir.

2.3. Gürültü

Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization, ILO), gürültüyü, bir işitme kaybına yol açan, sağlığa zararlı olan ya da başka tehlikeleri ortaya çıkaran tüm sesler olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere, gürültü, daha çok kişi sağlığını tehlikeye sokması ve çalışanların dikkatini dağıtarak düşünsel ve fiziksel verimlerini düşürmesi açısından önem arz etmektedir (Çınar ve Şensöğüt, 2009; Dülger, 2015; Arıtan vd., 2016)).

Çizelge 2. İşitme sağlığı açısından en yüksek gürültü düzeyleri

Gürültüye Maruz Kalınan Süre (saat/gün)	Maksimum Gürültü Düzeyi* (dB)
7,5	80
4	90
2	95
1	100
0,5	105
0,25	110
0,125	115

*Darbe gürültüsünün üst düzeyi 140 dB'i açmamalıdır

Gelişmiş ülkelerin birçoğunda kullanılan gürültü sınır değerleri, genellikle, bir günde ya da bir haftada belli bir düzeydeki gürültünün etkisinde kalınabilecek en uzun süre olarak verilmiştir (Çizelge 2). Standartlar, ülkeden ülkeye, hatta aynı ülke içerisinde de farklılıklar göstermektedir. Birçok gelişmiş ülkede, hesaplanan en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyleri 85 veya 90 dB(A)'dır (Özkırım vd., 1999). Türkiye için, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğinde en düşük maruziyet eylem

değeri 80 dB(A), en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A), maruziyet sınır değeri ise 87 dB(A) olarak belirlenmiştir.

Doğaltaş fabrikalarında emek yoğun üretim yapısından makina yoğun üretim yapısına geçişe bağlı olarak gürültü, temel endüstride bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Devamlı gürültü, çalışanlarda işitme duyusuna etki etmekte, geçici ve kalıcı işitme kayıplarına neden olmaktadır. Etkinin şekli ve düzeyi gürültünün frekansına, spektruma, akustik basıncına, süresine, çalışma süresi içindeki dağılımına ve insanın seslere karşı gösterdiği duyarlılığa bağlı olarak değişir (Çizelge 3) (Çevre ve İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, 1997).

Çizelge 3. İşitme sağlığı açısından en yüksek gürültü düzeyleri

Etki	Sağlık Problemi
Psikolojik Etkiler	Davranış bozuklukları, öfkelenme, genel rahatsızlık duygusu, sıkılma.
Fiziksel Etkiler	Geçici veya kalıcı işitme hasarları
Fizyolojik Etkiler	Vücut faaliyetlerinde değişiklikler, kan basıncında artış, dolaşım bozukluğu, solunumda hızlanma, kalp atışlarında hızlanma, ani refleksler.
Performans Etkileri	İş veriminde azalma, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi

2.4. Termal Konfor

Rahat bir çalışma ortamının sağlanmasında en önemli faktörlerden biri de ortamdaki ısı ve nem miktarıdır. Normal seviyenin altında ya da üstündeki sıcaklık ve nem değerleri rahatsızlık, vücutta kalıcı veya geçici bozukluklar oluşturmakta, iş veriminin düşmesine ve kazalara neden olmaktadır (Mc Cormick, 1970, Arıtan vd., 2016b).

Doğaltaş fabrikalarının çalışma ortamlarındaki nem miktarının insan vücudu üzerindeki etkileri, işyerinin ısı durumuyla doğrudan ilgilidir. Çalışma ortamının sıcak, nem oranının düşük olduğu durumlarda, vücut ısısı terleme yoluyla dışarıya atmaya çalışır. Böyle bir ortamda çalışan kişi 40 derece sıcaklığa kadar dayanabilir. Ancak, çalışma ortamının fazla nemli olması

durumunda vücut fazla ısıyı terleme yoluyla dışarıya atamaz. Daha açık bir ifadeyle, aşırı nem terlemeyi engeller. Bu durum ise, çalışanların 30 derece sıcaklığa kadar dayanmalarını güçleştirir. Fazla sıcaklığın nemle birleşmesinin çalışanlarda yarattığı ilk etki uyku halidir. Bunu gözlerin az görmesi ve kulakların az işitmesi takip eder (Orhon, 1983). Doğaltaş fabrikalarındaki çalışma alanlarının standartların altında veya üstündeki ısı ve nemlilik koşulları, çalışanlar üzerinde; duyu organlarının yeteneklerinin azalması, uyku hali, yorgunluk, halsizlik, bitkinlik, işe karşı dikkat azalması, endişeli olma, konsantrasyon azalması ve moralsizlik gibi durumları beraberinde getirir. Uygun ısı ve nemlilik şartları oluşturulmadan, standartların üzerinde veya altında ısı ve nemlilik koşullarında işçilerin çalıştırılması veya çalıştırılmaya zorlanması ise iş kazalarına davetiye çıkarır (Camkurt, 2007).

3. SONUÇLAR

Yapılan literatür incelemesinde görüldüğü üzere, fiziksel risk etmenleri hem çalışanları hem de işyerini olumsuz etkilemektedir. Fiziksel risk etmenlerinin, iş gücünü azalttığı ve ekonomik kayıplara sebep olduğu bilinmektedir. Önlemler alınıp çalışma alanları yeniden uygun koşullara göre tasarımlandırıldığında bu kayıplar söz konusu olmayacaktır.

Çalışanların sağlığı açısından bakıldığında ise sakatlanmalar, mesleki hastalıklar ve ölümle sonuçlanan kazalara sebep olabilen fiziksel risk etmenlerine yeterli önem verilmelidir. Çalışanların bulunduğu her çalışma alanı maruziyet süreleri de göz önünde bulundurularak yeniden tasarlanmalıdır. Tasarım uygun hale getirildiğinde, çalışanların verimliliğinin de arttığı gözlemlenecektir.

Doğaltaş fabrikalarında çalışanlar birden fazla risk faktörüne maruz kalmaktadırlar. Bu sebeple iş stresleri artarak verimlilikleri daha da düşmektedir. Bu sebeple fabrika tasarımı yapılırken tüm risk faktörleri değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Albayrak, O., 2014. *Greton Mermer Tesisinde İş Güvenliği Ortam Ölçümlerinin Risk Değerlendirmesi,* Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Arıtan, A.E., Şensöğüt, C. ve Tümer, M., 2016a. *Kırmataş Sektöründe Titreşim Problemine Genel Bakış*, 8. Uluslararası Kırmataş Sempozyumu, 13-14 Ekim 2016, Kütahya, s453-459.

Arıtan, A.E., Şensöğüt, C., Ören, Ö. ve Tümer, M., 2016b. *Kırmataş Tesislerinde Çalışanların Maruz Kaldığı Fiziksel Risk Etmenleri,* 8. Uluslararası Kırmataş Sempozyumu, 13-14 Ekim 2016, Kütahya, s439-444.

Camkurt, M. Z., 2007. *İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi*, TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 20, 6.

Cardinale, M. ve Bosco, C., 2003. *The Use of Vibrations as an Exercise İntervention*, Exerc Sport Sci Rev, 31-1, 3.

Çevre ve İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, 1997. Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu, 190, 28, Ankara.

Çınar, İ. ve Şensöğüt, C., 2009. *Maden İşletmelerinde Meydana Gelen Gürültünün İşçi Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi*, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 19-20 Kasım, Adana, s93-99.

Dülger, S., 2015. *Bir Mermer İşletmesindeki Problemlerin TRIZ Yöntemi ile Değerlendirilmesi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Orhon, H., 1983. *İş Kazalarının İşyerindeki Fiziksel Etmenlere Bağlı Olarak İncelenmesi,* Çeşitli Boyutları ve Çözüm Önerileri İle İş Kazaları Seminer Bildirileri, M.P.M. Yayını, 284, 113, Ankara.

Ilıcak, Ş., 1988. *Çevre-İşyeri Koşulları ve Ergonomik Yaklaşımlar*, 1.Ulusal Ergonomi Kongresi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 372, Ankara.

İncir, G., 1980, *Ergonomi*, MPM Yayınları, Ankara, 50.

Kroamer, H.E. ve Grandjean, E., 1997. *Fitting the Task to the Human*, London: Taylor, Francis.

Mc Cormick, 1970. *Human Engineering*, Mc Graw Hill, 272.

Özkırım, S., Öztürk, A., Öğüt, B., Ayhan, M., Gürel, M., Vaizoğlu, S., Güler, Ç., 1999. *Önemli Bir Çevre Sorunu: Gürültü,* Hacettepe Toplum Hekimliği Bülteni, 20, 2.

Sönmezyuva, N., 2009. *İsyerinin Ergonomik İncelenmesi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

TS EN 12464-1, 2012, *Işık ve Işıklandırma - İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri*, Ankara.

Resmi Gazete, 2013. *Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*,http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130822.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130822.htm Erişim tarihi: 10.04.2017.

Resmi Gazete, 2013. *Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*,http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130728.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130728.htm Erişim tarihi: 10.04.2017.

UZAKTAN KONTROL SİSTEMİNİN İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN KULLANILABİLİRLİĞİ

USABILIY OF REMOTE CONTROL SYSTEM IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

A. Sakcalı, H. Yavuz
Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta

ÖZ: Maden ocaklarında madencilik faaliyetlerinin güvenli olarak sürdürülmesinin yanı sıra işi gerçekleştiren işçilerin sağlığı ve güvenliği de büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda maden ocaklarında yaşanan iş kazaları madencilik faaliyetlerinde işçi sağlığına ve iş güvenliğine yönelik yatırımların artmasına neden olmuştur. Hatta işin zorluğuna göre eğitimli iş güvenliği uzmanlarının maden ocakları için denetleyici olarak görev alması zorunlu hale getirilmiş, ocaklarda bulundurulmasıyla daha güvenli bir çalışma ortamı sağlanmıştır. Ocağın farklı bölgelerinde madencilik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi iş kontrolünü zorlaştırmaktadır. Bu zorluğun önüne geçmek için ocağın farklı bölgelerine kurulan kameralı kontrol sistemleri ile iş kontrolü gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada, mermer ocağı işletmelerinde uzaktan kontrol sistemlerinin kulla-nılmasının işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından faydaları değerlendirilmiştir. Sakcalı ve Yavuz (2017) tarafından geliştirilip kullanılabilirliği test edilmiş kamera kontrol sisteminin kamera görüntü ve kayıtları kullanılmıştır. Bu sistem ile daha büyük boyutta çalışılan mermer ocaklarında bile iş ve işçi güvenliğinin kontrolünün sağlanabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı, Mermer Ocağı, Uzaktan Kontrol Sistemleri.

ABSTRACT: *In addition to maintaining mining activities safely in mines, the health and safety of the workers who carry out the work are also of great importance. In recent years, job accidents in mining have led to increased investment in occupational health and safety in mining operations. The presence of trained occupational safety experts has made it possible for the work to be carried out more safely. The realization of mining activities at different areas of the quarry makes job control difficult. It is possible to carry out work control by camera control systems established in different areas of the quarry. In this study, the benefits of using remote control systems at marble quarry operations have been assessed in terms of occupational health and safety. The camera images and camera records of the camera control system created and tested by*

Sakcalı and Yavuz (2017) are used. With this system, it has been determined that work and worker safety can be controlled even in marble quarries working at larger sizes.

Keywords: *Occupational Health and Safety, Marble Quarry, Remote Control Systems.*

1. GİRİŞ

İşin işleyişi sürdürülürken karşılaşılan kazalar kaçınılmazdır. Önemli olan bu kazaları minimum seviyeye indirip iş verimliliğini maksimuma çıkarmaktır. Bunun için çeşitli önlemler alınsa da yaşanan iş kazalarında çok fazla azalma görülmemiştir. Türkiye'de sektör bazında karşılaşılan iş kazalarına bakıldığında, %10,44'ünü madencilik ve taş ocakçılığı faaliyetleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2013). Göz ardı edilemeyen bu oranla maden sektöründeki iş ve işçi kazalarında önlemlerin artırılması gerekmektedir.

Madencilik faaliyetlerinde karşılaşılan yüksek orandaki iş kazaları alınan önlemlerin yetersiz olduğunu göstermektedir. İşçi sağlığına ve iş güvenliğine yapılan yatırımların azlığı karşılaşılan kazalarda işletmeye artı maliyet oluşturacaktır. Yani, işçi sağlığı ve iş güvenliği yatırımları maden işletmelerinde maliyeti artıran önemli bir etkendir (Topal, 2005). Bu nedenle bu yatırımların iyi yapılması ve yüksek verim alınması gerekmektedir. Bu yatırım işverenin penceresinden her ne kadar kâr sağlayan bir yatırım olarak görülmese de hem işverenin hem de işçinin yararına yapılan uzun süreçte değerli bir yatırımdır.

Türkiye'de birçok yöntem kullanılarak iş güvenliği önlemleri alınmasına rağmen teknolojik eksiklerin fazla olduğu görülmektedir. Ocaklardaki iş güvenliği geleneksel yöntemlerle insan kontrolünde gerçekleşmektedir. İnsan gücü ile birlikte gelişmiş teknolojik yöntemlerin kullanılması çok daha sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamını hazırlayacağı açıktır.

Her alanda olduğu gibi yüksek yatırım maliyetlerinin olduğu madencilik sektöründe de teknolojik yenilikler sıklıkla kendine yer bulmuştur. Üretim

yapılan ocak sayılarının artması, yayılması ve derinleşmesi neticesinde çalışılan ortamların daha güvenilir ve sağlıklı hale getirilmesi için uzaktan izleme ve kontrol sistemlerinin kullanılarak tüm ocakların tek bir merkezden izlenmesi gerekli hale gelmiştir. Madenlerde çevresel parametreleri hızlı olarak algılayacak, ölçecek sensörlerin kullanılması; bilginin sürekli olarak depolandığı, hızlı olarak işleme konulduğu ve anlaşılır bir biçimde sunulduğu elektronik sistemlerin kullanımı madenlerde çevresel şartların durumu hakkında kolay ve doğru karar vermeyi sağlamaktadır (Kocal ve Özçelik, 2002).

Kontrol sistemlerinin yaygınlaştırılması maden ocaklarında işçiye ve işverene iş güvenliği açısından kolaylık sağlayacaktır. Karşılaşılan en ufak iş kazası bile iş güvenliği uzmanları tarafından kontrol edilebilecektir. Kazanın nereden kaynaklandığı hızlı olarak tespit edilip bunun üzerine önlemler alınabilecektir. Ayrıca, görüntü kayıtları sayesinde kazaya karışan işçilere hataları anlatılabilecektir. Böylelikle alınması gereken önlemler uygulamalı olarak gösterilecektir.

Sakcalı ve Yavuz (2017) tarafından iş kontrolünün gerçekleştirilmesi amacıyla kamera kontrol sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu kamera kontrol sistemi prototip olarak oluşturulan bir maden ocağında test edilmiş sistemin işleyişinin doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Daha sonra gerçek bir saha olarak hali hazırda çalışan bir mermer ocağın da bu sistemin işleyişi incelenmiştir. Bu ocakta yapılan incelemeler sonucunda bu sistemin iş kontrolünde kullanılabileceği belirlenmiştir. Prototip sistem ve büyük boyutta oluşturulan kamera kontrol sisteminin işleyişi aynı olup prototip sistemde küçük bütçeli kameralar, mermer ocağı için ise yüksek çözünürlüklü kameralar kullanılmıştır.

Bu çalışmada Sakcalı ve Yavuz (2017) tarafından geliştirilen kamera kontrol sistemindeki görüntü ve kayıtların mermer ocaklarında iş güvenliği açısından kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu sistem sayesinde işçilerin iş

güvenliği ekipmanlarına daha fazla önem verdiği ve daha dikkatli çalıştıkları tespit edilmiştir.

2. KAMERA KONTROL SİSTEMİ

2.1. Kamera Kontrol Sisteminin İşleyişi

Sistemin izlendiği ve denetlemenin gerçekleştirildiği kontrol ünitelerinde otomatik kontrol sistemleri, mikroişlemci teknolojileri gibi farklı kontrol yöntemleri de kullanılabilmektedir (Dexter ve Trewhella, 1990; Sharples vd., 1999). Bu kontrol yöntemlerinde hareketlerin algılatılmasında farklı algoritmalar kullanılabilir. Bu algoritmalarda hareket seviyesi tespiti ve anlık görüntü kareleri analizinde benzer işlemler gerçekleştirilmektedir. Bütün analizlerde hareket seviyesi [0, 1] aralığında gerçekleşmektedir (Çakır ve Babacan, 2011).

Kamera kayıtlarından belirli aralıklarda alınan iki görüntü arasındaki piksel değişimi kullanılarak hareket tespitinin gerçekleştirilmesi mümkündür. Sistemde belirli aralıklarla alınan anlık görüntü karelerinin toplam piksel değeri ve katsayıları hesaplanır. Eşitlik (1) ile t anındaki tahmini piksel değeri, Eşitlik (2) ile t anındaki eşik değer, Eşitlik (3) ile ise eşik değer belirlenmektedir.

$$H_t = -\sum_{k=0}^{p=255} Z_k H_{t-k} \quad (1)$$

$$E(e_t^2) = E(H_t^2) + \sum_{k=0}^{p=255} Z_k E(H_t H_{t-k}) \quad (2)$$

$$\tau = 4\sqrt{E(e_t^2)} \quad (3)$$

Burada: H_t; t zamanında pikselin tahmini değerini, Z_k; tahmin edilebilir katsayıyı, H_{t-k}; pikselin geçmiş değerini, $E(e_t^2)$; t zamanındaki eşik değerini, τ; eşik değeri vermektedir. Eşitlik (4) ile eşik değere göre hareket eden alan ($S_t(x)$) karşılaştırılıp ortamdaki hareket tespit edilmektedir. İki anlık görüntü arasında

fark eşit değerden (τ) büyükse ortamda hareket var demektir. Bu değerde sistem 0 (sıfır) değerini almakta ve hiçbir uyarı vermemektedir. Farkın eşik değerden küçük olması durumu ortamda hareketin olmadığı anlamına gelmekte, sistem 1 (bir) değerini alarak uyarı verdirmektedir (Rosin ve Ellis, 1995; Vass vd., 1998; Toyama vd, 1999; Ekinci vd., 2000; Haritaoglu ve Flickner, 2001; Ekinci ve Gedikli, 2005; Piccardi, 2005; Çakır ve Babacan, 2011).

$$S_t(x) = \begin{cases} 0, & H_t(x) - H_{t-1}(x) \geq \tau \\ 1, & Diğer\ durumda \end{cases} \quad (4)$$

2.2. Kamera Görüntülerinin İş ve İşçi Güvenliği Açısından Kullanılması

İş kontrolü tüm sektörlerde olduğu gibi maden ocağı işletmeleri için de büyük önem taşımaktadır. İşin iyi bir şekilde kontrol edilmesi yaşanacak iş kazalarının da bir nebze önüne geçilmesi anlamına gelmektedir. Kamera kontrol sistemleri iş kontrolünün yapılması amacıyla geliştirilmiş sistemler olup bu çalışmada işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından faydalarının olup olmayacağı araştırılmıştır.

Mermer ocak işletmeleri iş güvenliği denetimi için bir iş güvenliği uzmanı bulundurmak zorundadır. Son zamanlarda artan iş kazaları nedeniyle bu denetim daha da sıklaştırılmıştır. Maden ocak boyutlarının büyümesi durumunda iş güvenliği uzmanları denetimde zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu gibi sıkıntılarda uzaktan görüntüleme sistemlerinin kullanılması çözüm getirebilecektir.

Muğla'nın Kavaklıdere Mevkii'nde çalışan bir mermer ocağına kamera kontrol sistemi kurulmuştur. Değerlendirmelerin gerçekleştirildiği mermer ocağından bir görüntü Şekil 1'de verilmiştir. Kamera kontrol sistemindeki kamera görüntüleri ve kamera kayıt cihazından alınan kayıtlar iş güvenliği kontrolünde kullanılmıştır. İş güvenliğini gerçekleştiren kişi istediği zaman istediği yerde telefondan veya bilgisayardan işi kontrol edebilecektir. Herhangi bir sıkıntı yaşanması durumunda da kullanılan kayıt cihazı sayesinde sorun ayrıntılı olarak incelenebilecektir. Günlük hayatta da sıklıkla karşımıza çıkan

kameralı güvenlik sisteminin mermer ocaklarında kullanılmasının işçiye ve işverene faydaları gözlemlenmiştir.



Şekil 1. Değerlendirmelerin gerçekleştirildiği mermer ocağından bir görüntü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Prototip bir yerüstü maden ocağı oluşturularak kamera ile kontrol sistemi ile iş ve işçinin kontrolünün gerçekleştirilebileceği tespit edilmiştir. Bu prototipte çözünürlüğü düşük, küçük bütçeli kameralar kullanılarak hareket algılamasının yapılabileceği belirlenmiştir. Kamera kontrol sisteminin test aşamasından bir görüntü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Prototip bir maden ocağında kurulan kontrol sisteminin test edilmesi

Ayrıca, gerçek boyutta bir mermer ocağında kamera kontrol sistemi kullanılarak iş kontrolünün sağlanabileceği tespit edilmiştir (Sakcalı ve Yavuz, 2017). Bu sistem, iş akışının durduğu durumlarda telefona uyarı mesajı göndermektedir.

Bu çalışmada kamera kontrol sisteminin anlık kamera görüntüleri ve kamera kayıtları kullanılarak sistemin işçi ve iş güvenliği açısından ne gibi faydalar sağlayacağı değerlendirilmiştir. Kontrolcü telefondan ve kamera kayıt odasından istediği zaman ocaktaki işin güvenli olarak işleyip işlemediğini kontrol edebilmektedir. Kontrollerin gerçekleştirildiği kontrol panelinden bir görüntü Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Kamera kontrol sistemi kurulan ocağın kontrol panelinden bir görüntü

İşçi için daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturulması için güvenlik önlemlerinin en yüksek seviyede tutulması gerektiği aşikârdır. Özellikle ağır iş

olarak nitelendirilen maden işlerinde iş kazaları büyük yaralanmalara hatta ölümlere neden olmaktadır. Bu nedenle maden işletmelerinde teknolojik yeniliklerde göz önünde bulundurularak iş güvenliği ve işçi sağlığı ile ilgili alınabilecek bütün önlemler alınmalıdır.

Kamera kontrol sistemi sayesinde kontrolcü aynı anda ocağın farklı bölgelerindeki çalışma alanlarını kontrol edebilecek ve gerektiğinde hızlı bir şekilde müdahalede bulunabilecektir. Böylelikle iş ve işçi için güvenli bir çalışma ortamı sağlanacaktır.

Kayıt görüntüleri kullanılarak karşılaşılan iş kazalarının nedenleri incelenebilecektir. Bu sayede işçiye oluşabilecek kazalara karşı alınması gereken önlemler sunulacaktır.

İş güvenliği ekipmanlarının kullanımı zorunlu olsa da işçi bu ekipmanları yeterli seviyede kullanmamaktadır. İş güvenliği denetleyicisinin sürekli olarak bunu kontrol etmesi mümkün değildir. Denetleyici kamera görüntüleri sayesinde işçiyi sürekli olarak takip ederek ani müdahalelerde bulunabilecektir.

Ayrıca çalışan işçi kadar çalışma ortamının kontrolü de büyük önem taşımaktadır. Mermer ocaklarında toz oluşumu işçi sağlığını etkileyen önemli etkenlerdendir. Alınan görüntülerle çalışma ortamının durumu hakkında bilgi edinilecek ve gerekli önlemler alınacaktır.

4. SONUÇLAR

Prototip bir sistem ve çalışan bir mermer ocağında yapılan incelemeler sonucunda kamera kontrol sisteminin iş akışı kontrolünde kullanılabileceği Sakcalı ve Yavuz (2017) tarafından belirlenmiştir.

Bu çalışmada ise kameralı kontrol sistemlerinin işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kamera görüntüleme ve kayıt sisteminden takip yoluyla işçi ve iş güvenliğinin denetiminin sağlanabileceği tespit edilmiştir. Mermer ocağında gerçekleştirilen kısa süreli incelemeler

sonucunda kamera ile kontrol sisteminin iş güvenliği ve işçi sağlığı ile ilgili elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- İş güvenliği kontrolü dönemsel değil sürekli olarak gerçekleştirilecektir,
- İşçilerin zorunlu iş güvenliği ekipmanlarının kullanması takip edilecektir,
- İş kazası yaşanması durumunda acil müdahale yapılmasına olanak sağlanacaktır,
- İş kazası durumunda hatanın nereden kaynaklandığı tespit edilebilecektir,
- Kayıt altına alınan görüntüler sayesinde karşılaşılan problemler ve bu problemlerin çözümüne yönelik alınması gereken önlemler tartışılıp görüntülü olarak işçiye anlatılabilecektir,
- Bu sistem ile kontrolcü mermer ocağındaki çalışma ortamını (toz, gürültü gibi) daha rahat kontrol edebilecektir,
- İş güvenliği kontrolünün nasıl gerçekleştirildiğini öğrenmek isteyen bir denetleyiciye ocağın durumu hızlı olarak telefondan gösterilebilecektir.

KAYNAKLAR

Çakır, H., Babacan, H.K., 2011. *Hareketi Algılayan Kamera Destekli Güvenlik Programı*, G.Ü. Bilişim Teknolojileri Dergisi, Ankara, 4 (2), 19-24.

Dexter, A.L., Trewhella, D.W. 1990. *Building Control Systems: Fuzzy Rule-based Control and Performance Assesment*, Building Services Eng. Res. and Technology, 11 (4), 115-124.

Ekinci, M., Gedikli, E., 2005. *TUBITAK Silhouette Based Human Motion Detection and Analysis for Real-Time Automated Video Surveillance,* Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer, 13(2), 199-299.

Ekinci, M., Gibbs, F.W., Thomas, B.T., 2000. *Knowledge-Based Navigation for Autonomous Road Vehicles*, Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer, 8 (1), 1-29.

Haritaoglu, I., Flickner, M., 2001. *Detection and Tracking of Shopping Groups in Stores*, Proceeding of the 2001 IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, 1 (2), 8-14.

Kocal, F., Özçelik, Y, 2002*, Kömür Madenciliğinde Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri ve Kozlu (TTK-Zonguldak) Müessesesindeki Uygulamalar*, Türkiye 13. Kömür Kongresi, Zonguldak, 357-370.

Piccardi, M., 2005. *Background Subtraction Techniques: a Review*, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Netherland, 3099-3104.

Rosin, P.L., Ellis, T., 1995. *Image Difference Threshold Strategies and Shadow Detection,* Proceeding of British Machine Vision Conference, UK, 347-356.

Sakcalı, A., Yavuz, H., 2017. *Yerüstü Maden Ocaklarında Kontrol Sisteminin Önemi*, Türkiye 25. Uluslararası Madencilik Kongresi (IMCET'2017), Antalya, s. 500-505.

Sharples, S., Vic, C., Graham, C. 1999. *A Multiagent Architecture for Intelligent Building Sensing and Control*, Sensor Review, 19 (2), 135-140. Sharples, S., Vic, C., Graham, C. 1999. *A Multiagent Architecture for Intelligent Building Sensing and Control*, Sensor Review, 19 (2), 135-140.

Topal, E., 2005. *Yeraltı Sert Kaya Madenciliğinde Otomasyon ve Kiruna Madeni' ndeki Uygulaması*, Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongreni ve Fuarı, 185-190.

Toyama, K., Krumm, J., Brumitt, B., Meyers, B., 1999. *Wallower: Principles and practice of background maintenance*, 7th IEEE International Conference on Computer Vision, Greece, 255-261.

Vass, J., Palaniappan, K., Ahuang, X., 1998. *Automatic Spatio-Temporal Video Sequence Segmentation*, Proceeding of IEEE International Conference on Image Processing, Chicago, 4-7.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2013. *İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Araştırma Sonuçları*, 26.

MADENCİLİKTE TOZA BAĞLI MESLEK HASTALIKLARININ AŞAMALI LOGARİTMİK DOĞRUSAL ANALİZ İLE İNCELENMESİ: TKİ HİMMETOĞLU LİNYİT OCAĞI ÖRNEĞİ

INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL DISEASES RELATED TO DUST IN MINING WITH HIERARCHIAL LOGLINEAR ANALYSIS: TKİ HİMMETOĞLU LIGNITE MINE EXAMPLE

M. Önder, S. Önder
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

B. Demir İroz
TKİ Göynük Kontrol Müdürlüğü, Bolu

E. Adıgüzel
Eskişehir Osmangazi

ÖZ: Çeşitli endüstri dallarında maruz kalınan toz düzeylerine bakıldığında, madencilik endüstrisinde açığa çıkan toz seviyeleri kabul edilebilir sınır değerlerden yüksek kalmaktadır. Madencilikte rastlanan en önemli meslek hastalıklarından birisi de toza bağlı akciğer rahatsızlıklarıdır. Bu çalışmada, Bolu ili Göynük İlçesi Himmetoğlu Köyünde TKİ'nin rödovansçısı olarak faaliyet gösteren AKSA Enerji'ye ait linyit ocağında toza bağlı meslek hastalıklarını tespit etmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. İşçilerin çalıştığı ortamdaki toz ölçümleri için özel bir laboratuvar ile çalışılmıştır. Elde edilen tüm veriler, aşamalı logaritmik doğrusal analiz yöntemi ile SPSS® 11.5 paket programında değerlendirilmiş ve toza bağlı meslek hastalıklarında etkili olabilecek parametreler belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toz, Toza Bağlı Meslek Hastalıkları, Aşamalı Logaritmik Doğrusal Analiz.

ABSTRACT: *In terms of exposed in dust levels to various industries, dust levels that are evident in the mining industry are higher than acceptable limit values. One of the most important occupational diseases encountered in mining is pulmonary disorders due to dust. In this study, studies were carried out in order to determine occupational diseases related to dust in the lignite quarry belonging to AKSA Energy which is operating as a renter of TKİ in Göynük District of Bolu province, Göynük District. For the dust measurement in the*

working environment have been worked with a special laboratory. All of the obtained data were evaluated in the SPSS® 11.5 package program by the hierarchical loglinear analysis methods, the parameters that could be effective in occupational diseases related to dust were tried to be determined.

Key Words: *Dust, Occupational Diseases Related To Dust, Log-Linear Analysis.*

1. GİRİŞ

İşyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklar toz olarak tanımlanır (Resmi Gazete, 2013). Madencilik faaliyetleri sırasında oluşan tozlar iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Toz, hem yeraltı hem de yerüstü maden ve taş ocaklarında ve tünel yapımında delme, kazma, lağım atma, doldurma, boşaltma, taşıma gibi işlemlerde işyeri havasına yayılan ve havada asılı olarak kalan maden filizleri ve kayaç parçacıklarıdır (ÇSGB, 2009).

Açık ocak kömür madenciliği çevresel açıdan yeraltı madenciliğine göre daha önemli sorunlar oluşturabilir. Bu sorunların başında madencilik faaliyetleri sonucu oluşan tozluluk gelir. Hava kalitesinin bozulmasına neden olan tozluluk, hem madencilik çalışmalarının yapıldığı alanı hem de çevresel alanları etkiler (Ghose ve Majee, 2000; Ghose, 2007).

Tozun oluşmasında birincil ve ikincil toz kaynakları olmak üzere iki tip kaynak etkendir. Birincil toz kaynakları, taş veya mineralin parçalanması sonucu toz oluşumudur. Bu tozlar, delik delme, ateşleme, kazı ve nakliyat gibi işler sonucu oluşur. Ortaya çıkan toz, kazılan mineralin cinsine, parçalanma miktarına, yükleme ve nakliyat şekline, yatağın konumuna, üretim yöntemine bağlı olarak değişir. İkincil toz kaynakları ise çökmüş olan tozun yeniden girdaplaşarak havalanması ve askıda kalması şeklinde tanımlanabilir (Baysal, 1979).

Eski kömürler, genç kömürlere göre daha fazla kuvars tozu içermektedir. Kömürleşmeden önce kuvars tozu eşit miktarda bulunsa bile, kömürleşme

sürecinde organik maddeler azaldığından, kül oluşumuna sebep olan inorganik maddeler geriye kalmakta ve kömürde kuvars miktarı zenginleşmektedir. Bu nedenle, yeni kömürlerdeki kuvars miktarı eski kömürlerdekinden daha azdır (Saltoğlu, 1970).

Eşik sınır değer, en az 8 saat ve olağan çalışma koşullarında, sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturmayan günlük aşılmaması gereken değerdir. Özelliği olan kayaç veya minerallerin maruziyet eşik sınır değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Özelliği olan kayaç veya mineraller maruziyet eşik sınır değerleri (Resmi Gazete, 2013)

Kayaç-mineral	**TWA**
Asbest	0,1 lif / cm^3
Silika (Kristal Yapıda)	
Kuvars (Solunabilir)	$\frac{10\ mg/m^3}{\%SiO_2+2}$
Kuvars (Toplam)	$\frac{30\ mg/m^3}{\%SiO_2+2}$
Kristobalit :Formülle hesaplanan kuvars değerinin ½ si kullanılır. Tridimit: Formülle hesaplanan kuvars değerinin ½ si kullanılır.	
Mineral	**Sınır Değer (mg/m^3)**
Amorf yapıda (doğal diatomalı toprak içeren)	$\frac{80\ mg/m^3}{\%\ SiO_2+2}$
Silikatlar (%1'den az kristal silika içeren)	
Mika	
Talk (Asbest içermeyen)	
Talk (asbest içeren) (***)	
Sabuntaşı	
Portland Çimentosu	
Grafit (Doğal)	
Kömür Tozu:	
%5 ve daha az SiO_2 içeren solunabilir toz	2,4 mg/m^3
%5'ten fazla SiO_2 içeren solunabilir toz	$\frac{10mg/m^3}{\%\ SiO_2+2}$
İnert veya İstenmeyen Toz	
Solunabilir Kısım	5 mg/ m^3
Toplam Toz	15 mg/ m^3

1.1. Madencilikte Meslek Hastalıkları Tespiti

Yüksek risk grubunda bulunan maden çalışanları periyodik aralıklarla sağlık muayenesinden geçmektedir. Bu muayeneler sırasında solunum fonksiyon testi yapılmakta ve akciğer radyografileri çekilmektedir. Bu veriler kullanılarak, toza bağlı meslek hastalıklarının oluşup oluşmadığı belirlenmeye çalışılmaktadır. Solunum fonksiyon testleri, akciğerin hacmi ve solunumun etkinliği hakkında hekimlere bilgi vermektedir.

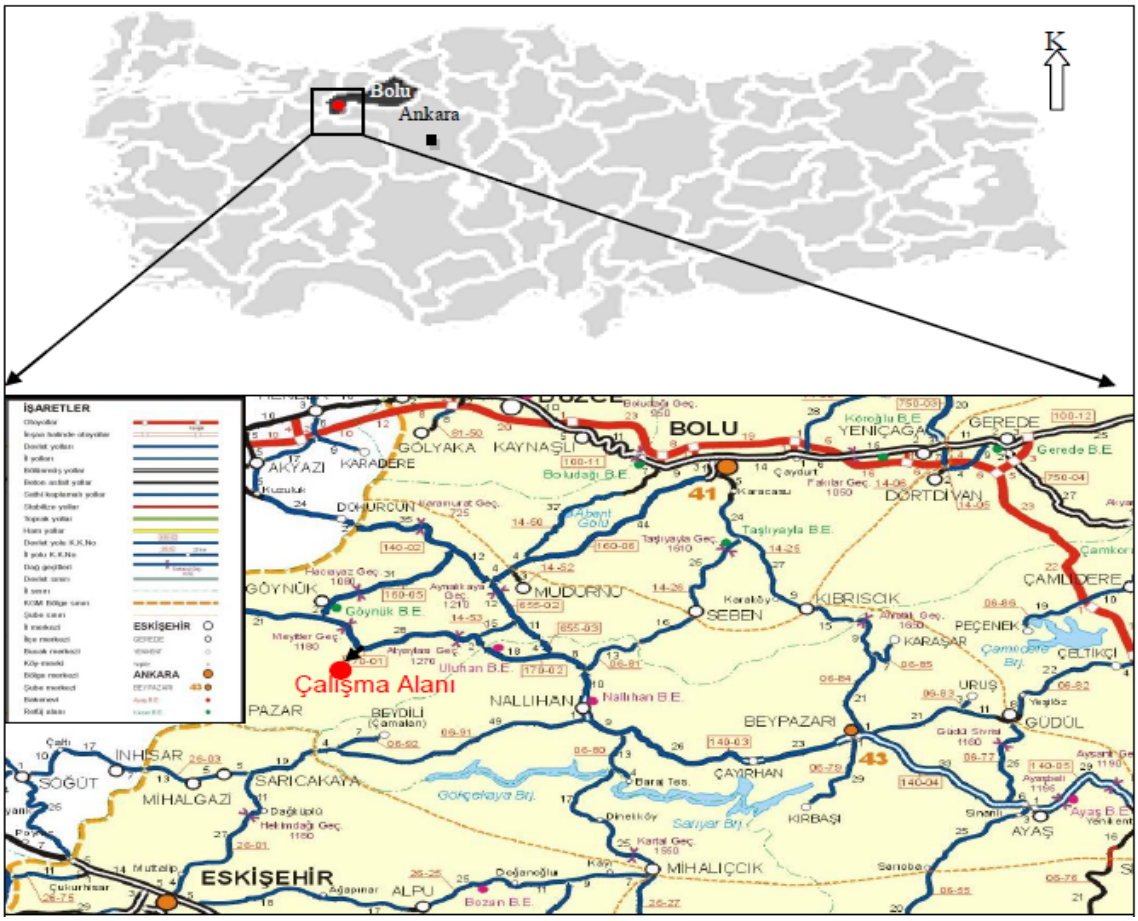
Genel olarak bir solunum fonksiyon testi değerlendirilirken iki değer esas alınır. Bunlar FVC ve FEV_1 olarak adlandırılırlar. FVC; derin bir nefes almadan sonra hızlı bir geri verme ile dışarı atılan hava hacmidir. FEV_1; zorlu bir nefes vermenin hemen ilk saniyesinde verilen hava hacmidir. FEV_1/FVC oranı en genel olarak solunum testi ile meslek hastalığı tanısı değerlendirme şeklidir. Solunumsal bozukluğun tipini belirtmektedir. Bu kavramların akabinde iki yeni hastalık kavramını bilmek gerekir.

Obstrüksiyon; solunum fonksiyon testi sonucu FEV_1/FVC oranı ve FEV_1 beklenen değeri % 80 den küçük ise obstrüksiyondur denilebilir. Obstrüksiyon tıkanma anlamına gelir ve genellikle sigara kullanımına bağlı olarak gelişir.

Restriksiyon; solunum fonksiyon testi sonucu FEV_1/FVC oranı beklenenden %80 fazla ise ve FEV_1 beklenen değeri %80 den küçük ise restriksiyon denilir. Restriksiyon daralma olarak tanımlanabilir ve genellikle toza bağlı meslek hastalığında teşhis edilir (TGHK, 2016).

2. MALZEME VE YÖNTEM

Göynük Himmetoğlu kömür havzası, Bolu ili Göynük ilçesinin 30 km güneyindeki Himmetoğlu, Kuyupınar, Çayköy ve Ahmetbeyler köyleri arasında kalan bir alanda yer almaktadır. Kömürlü alanın büyük bölümü Himmetoğlu köy sınırları içindedir. Sahaya Nallıhan-Göynük karayolunun 55. km'sinden sola ayrılan 15 km'lik karayolu ile ulaşılmaktadır. Sahanın yer bulduru haritası Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Himmetoğlu yer bulduru haritası

Açık ocak üretim planlama safhasında A, B ve K Panosu olmak üzere üç bölüme ayrılmış olup, A Panosunda dekapaj ve kömür üretimi faaliyetleri 2006 yılı itibariyle özel sektöre devredilmiş, B Panosu Mart 2016 yılında tekrar faaliyete geçmiş, K Panosunun ise 2017 yılı ortası itibariyle faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

AKSA Göynük Enerji Üretim A.Ş. Firması tarafından inşaatı gerçekleştirilen termik santralin 1. ünitesinde Temmuz 2015 tarihinde, 2. Ünitesinde Şubat 2016 tarihinde, rödovansa esas enerji üretimine başlanmıştır. Santral kapasitesi 130 x 2 adet üniteden toplam 260 kW'dir.

Üretimde kazı ve yükleme işlemi, ekskavatörler ile yapılırken, taşıma işlemi kamyonlar ile yapmaktadır. Yardımcı ekipman olarak, lastikli yükleyici, greyder ve dozer kullanılmaktadır.

2.1. Toza Bağlı Meslek Hastalıklarının İncelenmesi Ve Ölçüm Metodolojisi

Bolu Göynük Himmetoğlu Köyünde faaliyet gösteren açık linyit ocağında farklı görevlerde çalışan 100 işçinin çalıştığı farklı ortamların toz miktarını siklon ve filtre ile ilişkilendirilmiş olan bir hava pompası aracılığıyla ölçen bir cihaz ile yapılmıştır. Toz konsantrasyon ölçümü mg/m^3 olarak pompanın belirli süre içinde çektiği ortam hava miktarı (m^3) ile filtre üzerinde tutulan kirleticilerin ağırlığının (mg) belirlenmesi ile hesaplanmaktadır. Bu cihaz dozimetrik toz ölçümü yapmakta olup, BUCK firmasına air LP-5 modelidir. Ortamdaki tozun gravimetrik hesaplaması için kullanılır ve NIOSH 0500, NIOSH0600 VE MDHS 14/3 standartlarına uygundur. Pompanın amacı ortamdaki hava kirletici maddeleri 25 ve 37 mm'lik filtrelere, renk dedektör tüplerine ve kabarcık çarptırıcıya çekerek gaz, buhar, partikül ve aerosol gibi maddelerin kişiler üzerindeki maruziyetini ölçer. Normal şartlar altındaki zaman ağırlıklı ortalama değeri (TWA) hesaplayabilmek için ortamın nem, sıcaklık ve basıncı LUTRON firmasının PHB-318 modeli ile belirlenmiştir. Çalışanların toz maruziyetlerinin belirlenmesi esnasında alınan bir görünüm Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Toza bağlı maruziyet ölçümleri

Toza bağlı meslek hastalığı üzerinde etkisi olan görev, yaş, deneyim ve zaman ağırlıklı ortalama toz değerleri ve bu parametrelerin kategorizasyonu Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Toza bağlı meslek hastalığı analizi kategorizasyon kodları

Değişkenler	**Değişkenlerin Açıklaması**	**Kod Açıklaması**	**Frekanslar**
Y	Toza bağlı meslek hastalığı	**0** = yok **1** = var	65 35
$X_{görev}$	Görev	**1** = Mühendis, formen, topograf, tekniker (Teknik personel)	15
		2 = Operatör, yağcı	25
		3 = Kamyon şoförü	48
		4 = Fişçi, manevracı, mazotçu, beden işçisi, kantarcı, saha görevlisi (Saha personeli)	12
$X_{yaş}$	Yaş	**1** = 21-29 yaş	23
		2 = 30-38 yaş	17
		3 = 39-47 yaş	18
		4 = 48-56 yaş	21
		5 = 57-65 yaş	17
		6 = 66-74 yaş	4
$X_{deneyim}$	Deneyim	**1** = 1-8 yıl	66
		2 = 9-16 yıl	13
		3 = 17-24 yıl	3
		4 = 25-32 yıl	12
		5= 33-40 yıl	6
$X_{TWA(NŞA)*}$	Zaman ağırlıklı ortalama değer	**1** = 0,18-4,52	26
		2 = 4,60-8,87	74

* TWA(NŞA): Günlük 8 saatlik zaman dilimine göre ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama değer

Toza bağlı meslek hastalıkları üzerinde etkili parametreleri belirlemek için yapılacak çalışmada kullanılmak üzere her çalışan için kodlama işlemi yapılmış ve bu kodların bir bölümü örnek olarak Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Toza bağlı meslek hastalığı için çalışanların kod dağılımlarının bir bölümü

Çalışan	Görevi	Yaşı	Deneyim	NŞA TWA (mg/m^3)	Hastalık
Çalışan 1	4	1	1	2	0
Çalışan 2	4	3	2	2	0
Çalışan 3	2	3	2	2	1
Çalışan 4	1	1	1	1	0
Çalışan 5	1	2	1	1	0

2.2. Aşamalı Logaritmik Doğrusal Analiz

Kategorik veri analizinde önemli bir araç olan logaritmik doğrusal modeller 1900'lü yıllarda geliştirilmiştir. Tıp, mühendislik ve sosyal bilimlerde çok popüler olan log-doğrusal modeller değişkenlerin kategorik olduğu durumda değişkenler arası ilişkilerin araştırılması ve modelleme amaçlı kullanılır (Acar, 2011).

Loglineer analiz yöntemlerinde, elde edilmiş sözel veriler kategorik veri olarak nitelendirebilirken, sayısal olarak elde edilen veriler de sınıflandırılarak kategorik veri haline gelebilirler.

Log-doğrusal modeller iki yönlü olumsallık çizelgelerinde kategorik değişkenler arasındaki ilişki örüntüsünün araştırılması ve hücre frekanslarının modellenmesi amaçları ile kullanılır. Yanıt değişkeni ve açıklayıcı değişkenler arasında ayrım yapılamadığı durumlarda bu yöntemin kullanılması daha uygundur (McCulloch ve Searle, 2001). Log-doğrusal modelleme işlemi başlıca beş adımdan oluşur;

1. Veriyi açıklayan bir model önerilir,
2. Modelin uygunluğu varsayımı altında beklenen hücre değerleri hesaplanır,
3. Gözlenen hücre değerleri, uyum iyiliği ölçütleri olan ki-kare ya da olabilirlik oran istatistiği kullanılarak beklenen hücre değerleri ile karşılaştırılır,
4. Modelin kabul edilip edilmediği saptanılır,
5. Model kabul ediliyorsa sonuçlar yorumlanır; model reddediliyorsa başka bir modelin uygunluğu denenir; yani 1. adıma geri dönülür (Burnett, 1983).

Khi-kare analizi ile 3 ve daha fazla değişkenin içine çapraz tablolarının analizi yapılmamaktadır. Ancak ayrı ayrı R*C tablosu biçiminde düzenlenerek analizler yapılmakta, ikili, üçlü ve çoklu etkileşimler ve birlikte değişimler analiz edilememektedir. Loglineer analiz khi-karenin uygulanabildiği, ancak yetersiz kaldığı durumlarda çok yönlü tabloların analizini modeller aracılığı ile analiz eden bir yöntemdir.

Log-lineer analizde çözümlemeler yapılırken verilerin durumuna göre üç temel çözümleme yönteminden (prosedür) yararlanılır. Bu yöntemler (Özdamar, 2004);

- Genel log-lineer analiz (General log-linear analysis),
- Lojit loglineer analiz (Logit log-linear analysis),
- Aşamalı loglineer analiz (Hierarchical log-linear analysis) olarak adlandırılır.

Çalışmada kullanılan yöntem aşamalı log-lineer analiz yöntemidir. Üç veya daha fazla değişkenin iç içe gruplanarak çok yönlü çapraz tablolar biçiminde gösterildiği veri yapılarının analizinde kullanılan bir yöntemdir. 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. Aşamalı log-lineer analiz, ana etkilerden başlayarak sıra ile faktörler arasındaki ikili, üçlü ve çoklu etkileşimleri modele alarak optimal model oluşturmayı ve bu modele göre verilerin analizini yapmayı amaçlar. Özellikle üçlü, dörtlü ve çok katlı etkileşimlerin doğrudan modele alınmasının parametre tahmininde sıkıntılar yaratacağı durumlarda çok yönlü çapraz tabloların analizi aşamalı log-lineer yöntem ile yapılır.

Log-lineer analiz yöntemleri tablo tiplerinden ve tablolarda yer alan değişkenlerin tiplerinden etkilenir. Aşağıda tablo tipleri ve log-lineer modellerin

kurulması ile ilgili açıklamalar ve bu tabloların analizleri verilmiştir (Adıgüzel, 2008).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Açık işletmeden derlenen ve özeti Çizelge 3'de verilen veriler SPSS paket programına girilmiş, aşamalı logaritmik doğrusal analiz yöntemi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Aşamalı logaritmik doğrusal analiz sonuçları

Etkileşim Derecesi	Etkileşimler	df	χ^2	Olasılık(p)
3'lü etkileşimler	Görev*Yaş*Deneyim	120	10,301	1,000
	Görev*Yaş*TWA	48	1,585	1,000
	Görev*Deneyim*TWA	40	0,180	1,000
	Yaş*Deneyim*TWA	60	0,000	1,000
2'li etkileşimler	Görev*Yaş	24	17,325	0,834
	Görev*Deneyim	20	17,502	0,620
	Yaş*Deneyim	30	58,802	0,001
	Görev*TWA	8	74,842	0,000
	Yaş*TWA	12	1,502	1,000
	Deneyim*TWA	10	2,693	0,988
Ana etkiler	Görev	4	74,312	0,000
	Yaş	6	48,053	0,000
	Deneyim	5	144,772	0,000
	TWA	2	105,111	0,000

Çizelge 4 incelendiğinde, ikili etkileşimlerden "Görev*TWA" ve "Yaş*Deneyim" etkileşimlerinin ve tüm ana etkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p < 0,005$) belirlenmiştir. χ^2 değerleri incelendiğinde, en yüksek khi-kare değeriyle, en önemli ana etkinin deneyim olduğu bunu sırasıyla TWA, görev ve yaş parametrelerinin izlediği bulunmuştur. Ayrıca, ikili etkileşimlerde "Görev*TWA" ve "Yaş*Deneyim" etkileşimlerinin en önemli ikili etkileşimler

olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan ve en yüksek χ^2 değerine sahip olan ikili etkileşimler ayrıntılı olarak tekrar incelenmiştir. Parametrelerin önemliliği belirlenirken Z değerleri dikkate alınır. Bu istatistiğin mutlak değeri standart normal dağılımın kritik değeri olan ve % 95 güven düzeyine karşılık gelen 1,96 değeri ile karşılaştırılır (Özdamar, 2004). Z değeri arttıkça parametrelerin önemliliği de artar. Çizelgedeki veriler Z değerine bakılarak büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve sadece ilk üç değere yer verilmiştir. Aşamalı logaritmik doğrusal analize göre ikili etkileşim sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Toza bağlı meslek hastalıkları için aşamalı logaritmik doğrusal analize göre ikili etkileşimler

Etki	Parametre	Tahmin	Z	Olasılık	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Görev*TWA	Kamyon şöförü*4,60-8,87 mg/m^3	0,329	2,272	0,023	0,045	0,613
	Teknik personel*0,18-4,52 mg/m^3	0,189	1,234	0,217	-0,111	0,489
	Operatör*4,60-8,87 mg/m^3	0,109	0,731	0,465	-,184	,402
Yaş*Deneyim	21-29 yaş*1-8 yıl	0,392	1,476	0,140	-0,128	0,913
	57-65 yaş*33-40 yıl	0,191	0,661	0,509	-0,376	0,759
	30-38 yaş*1-8 yıl	0,180	0,657	0,511	-0,357	0,716

Kamyon şoförlerinin toza maruziyet değeri en yüksek olup, toza bağlı meslek hastalığı yaşaması ihtimali en yüksektir. Teknik personelin daha az TWA'ya maruz kalmalarına rağmen kamyon şöföründen sonra toza bağlı meslek hastalığı yaşaması ihtimali yüksektir. En genç ve en az deneyimli çalışanların toza bağlı meslek hastalığı yaşaması ihtimali en yüksektir. Bunu 57-65 yaş grubu 33-40 yıl deneyimli çalışanlar izlemektedir. Toza bağlı meslek

hastalıkları için aşamalı logaritmik doğrusal analize göre ana etkiler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Aşamalı logaritmik doğrusal analize göre ana etkiler

Etki	Parametre	Tahmin	Z	Olasılık	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Görev	Kamyon şoförü	0,115	1,072	0,284	-0,096	0,326
	Operatör	0,037	0,345	0,73	-0,175	0,25
	Teknik personel	-0,022	-0,196	0,845	-0,237	0,194
	Saha personeli	-0,021	-0,191	0,849	-0,236	0,194
Yaş	66-74 yaş	-0,068	-0,499	0,618	-0,334	0,199
	48-56 yaş	0,056	0,424	0,671	-0,203	0,316
	57-65 yaş	0,045	0,338	0,735	-0,215	0,305
	39-47 yaş	0,037	0,276	0,782	-0,224	0,297
	21-29 yaş	0,023	0,174	0,862	-0,24	0,286
	30-38 yaş	0,017	0,127	0,899	-0,245	0,279
Deneyim	1-8 yıl	0,275	2,377	0,017	0,048	0,503
	17-24 yıl	-0,079	-0,634	0,526	-0,322	0,165
	33-40 yıl	-0,059	-0,473	0,636	-0,301	0,184
	25-32 yıl	-0,024	-0,195	0,845	-0,265	0,217
	9-16 yıl	-0,004	-0,031	0,975	-0,224	0,236
TWA	0,18-4,52	0,122	1,595	0,111	-0,028	0,271
	4,60-8,87	-0,011	-0,148	0,882	-0,164	0,141

Kamyon şoförü en yüksek risk grubunda yer almaktadır bunu sırasıyla operatör, teknik personel ve saha personeli takip etmektedir. Yaş parametresi değerlendirildiğinde, 66-74 yaş aralığının en riskli grup olduğu söylenebilir.1-8 yıllık deneyimli çalışanların meslek hastalığına yakalanma ihtimalleri diğer çalışanlara göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. 4,52 mg/m^3 TWA değerinden daha düşük değerlerde çalışılması durumunda toza bağlı meslek hastalığına yakalanma ihtimalinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Meslek hastalıkları, çalışanları korumamız gereken en önemli risklerdendir. Erken önlemler alarak tüm bu sağlığa zararlı etkenleri önleyebilmek mümkündür. Önlemek için öncelikle kişisel maruziyet ölçümlerinin yasalarda belirtilen periyodik aralıklarla yapılması işveren, işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanlarının en önemli görevlerinin başında gelmektedir. Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Bolu İli Göynük İlçesinde faaliyet gösteren açık linyit ocağı çalışanlarına ait meslek hastalıklarının tespiti için elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerle incelenmiştir.

Toza bağlı meslek hastalıklarının aşamalı logaritmik doğrusal analiz ile incelenmesi sonucunda; kamyon şoförlerinin çoğunlukla 4,60-8,87 mg/m^3 toz konsantrasyonunda çalıştıkları ve toza bağlı meslek hastalığına yakalanma ihtimallerinin yüksek olduğu söylenebilir. Teknik personelin daha az toza maruz kalmalarına rağmen kamyon şoföründen sonra toza bağlı meslek hastalığı yaşaması ihtimali yüksektir. En genç ve en az deneyimli çalışanların toza bağlı meslek hastalığı yaşaması ihtimali en yüksektir. Tozluluk açısından en riskli meslek grupları sırasıyla kamyon şoförü, operatör, teknik personel ve saha personelidir. Toza bağlı meslek hastalıklarının oluşmasında deneyim ve toza maruziyet seviyesinin artması hastalık oluşumunu arttırmaktadır. Bunun dışında en genç çalışanların meslek hastalığı yaşama ihtimalleri daha yüksek bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Acar, N., 2011. Log-Doğrusal Modellerin Olumsallık Çizelgelerine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 85 s.

Adıgüzel, E., 2008. Yeraltı Ocaklarındaki İş Kazalarının Aşamalı Logaritmik Doğrusal Modeller ve Uyum Analizi İle İncelenmesi, ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 s.

Altınışık, G, 2016. "Fonksiyonel Değerlendirme", http://www.tghyk.org/kurs-slaytlari/fonksiyoneldegerlendirme-gokselaltinisik%20.pdf Erişim tarihi: 10.09.2016

Baysal, F., 1979. İş Yerlerinde Toz Sorunu, VI. Türkiye Madencilik, Bilimsel ve Teknik Kongresi, TMMOB Yayını, s.36.

Burnett, J.D., 1983. Loglinear Analysis: A New Tool For Educational Researchers, Canadian Journal of Education, 8, 139-154

ÇSGB, 2009. Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, Yayın No: 43

Ghose, M.K., Majee, S.R., 2000. Sources of Air Pollution Due To Coal Mining And Their İmpacts in Jharia Coalfield, Environment International, 26, 81-85.

Ghose, M.K., 2007. Opencast Coal Mining in India: Analyzing and Addressing the Air Environmental İmpacts, Environmental Quality Management, 71-87.

McCulloch C.E., Searle S.R., 2001. Generalized Linear and Mixed Models.

Özdamar, K., 2004. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1, Kaan Kitabevi, s.563-588-649.

Resmi Gazete, 2013. *Tozla Mücadele Yönetmeliği,* http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/11/20131105-9.htm Erişim tarihi: 09.06.2016.

Saltoğlu, S., 1970. Maden İşletmelerinde Toz ve Silikozla Mücadele, İstanbul Teknik Üniversitesi.Maden Fakültesi Yayını,

AEL/KIŞLAKÖY AÇIK MADEN İŞLETMESİ BATI NİHAİ ŞEVİNİN OLASILIĞA DAYALI DURAYLILIK VE RİSK ANALİZİ

STABILITY AND RISK ANALYSIS BASED ON THE PROBABILITY THEORY AT AEL/KIŞLAKÖY OPEN CAST MINE'S WESTERN FINAL SLOPE

O. B. Ural, S. Ural, A. M. Kılıç, Ö. Kılıç
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Bu çalışmada; Kışlaköy açık ocağındaki batı nihai şevinin duraylılık analizi olasılık teorisi kullanılarak hesaplanmış ve olası iş güvenliği riskleri değerlendirilmiştir. Çalışmada EÜAŞ Genel Müdürlüğü tarafından çeşitli tarihlerde yürütülen jeoteknik çalışmalardan üretilen veriler kullanılmıştır. Şev duraylılığı hem deterministik hem de olasılıklı yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Batı nihai şevi statik şartlarda güvenlidir. Bu çalışma kapsamında şev kaymasını tetikleyebilecek deprem, yeraltı su seviyesindeki değişiklikler gibi mekanizmaların şev duraylılığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak yeraltı su seviyesindeki değişikliklerin ve sismik yüklerin şev duraylılığı üzerinde risk yaratabileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Açık Ocak, Şev Duraylılığı, Risk Analizi, Afşin-Elbistan.

ABSTRACT: *In this study;the durability analysis of the western final pavement in Kışlaköy open-pit is calculated by using probability theory and probable occupational risk are evaluated. In the study, data produced from geotechnical studies carried out by EÜAŞ General Directorate on various dates were used. slope stability was determined by using both deterministic and probabilistic methods. The western ultimate slope is safe under static conditions. In this study, the effects of mechanisms such as earthquake, changes in groundwater level on the slope stability, which could trigger slip were investigated. As a result, it has been understood that changes in groundwater level and seismic loads may pose a risk to slope stability.*

Keywords: *Open Cast Mine, Slope Stability, Risk Analysis, Afşin-Elbistan.*

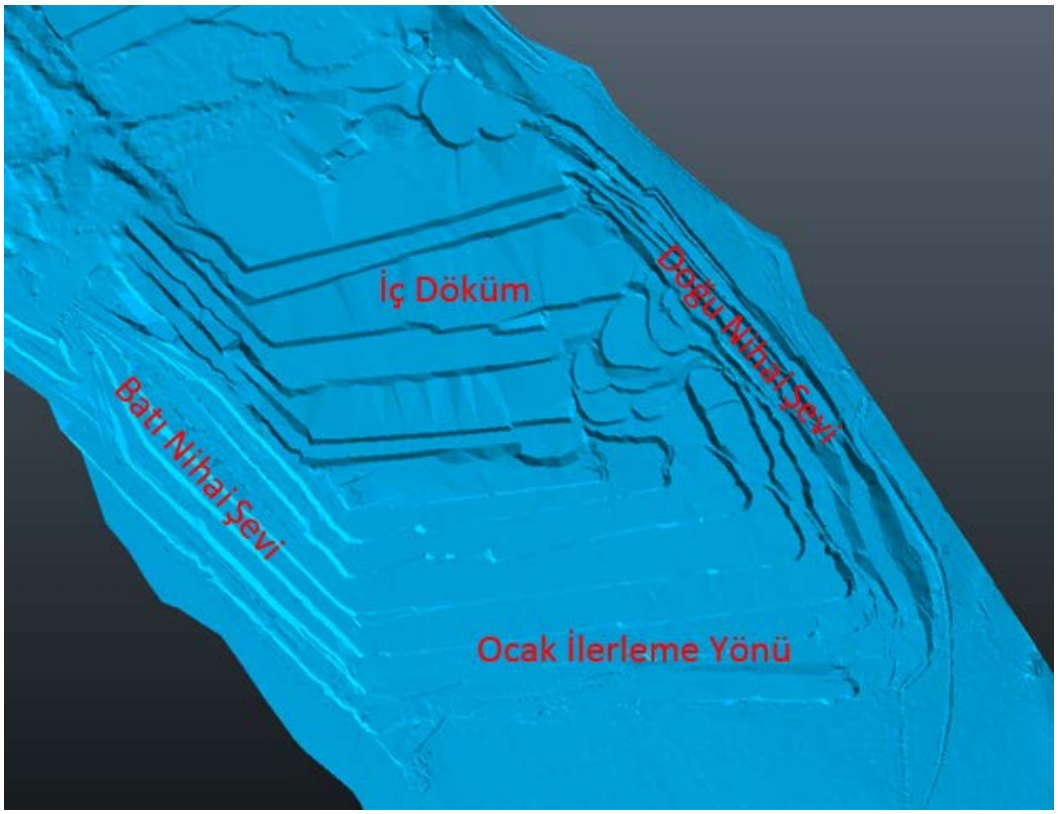
1. GİRİŞ

Elektrik Üretim A.Ş (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü'ne bağlı Afşin-Elbistan Linyitleri 1981 yılından itibaren fiili olarak kazı faaliyetlerine başlamıştır. Döner kepçeli ekskavatör + bant konveyör + dökücü tekniği ile madencilik faaliyetlerini sürdüren Afşin-Elbistan Linyitleri İşletme Müdürlüğü Kışlaköy Açık İşletmesi'nde Temmuz 2017 tarihi itibariyle 397,2 milyon ton linyit üretimi ve 1,022 milyon m^3 örtü ve ara kesme kazısı gerçekleştirilmiştir.

Açık maden işletmesi ortalama 2000 m genişliğinde, 3500 m uzunluğunda ve 135 m derinliğinde bir çukur görünümündedir (Şekil 1). Maddenin doğu şev sisteminin genel eğim açısı 10° civarında olup bu güne kadar üç defa heyelan geçirmiştir. Güney şev sisteminin genel eğim açısı, uygulanmakta olan Döner Kepçeli Ekskavatör tekniği gereği oldukça küçük olup 6° civarındadır. Batı nihai şevinin halen uygulanmakta olan genel eğim açısı 10° civarındadır. Batı nihai şevi maden işletmesi için son derece stratejik olup, burada bir heyelan gerçekleşmesi durumunda, maden üretimi en az bir yıl aksayabilecek ve bunun yanında şev sisteminin üzerinde bulunan yaklaşık 10 km uzunluğundaki bant konveyör sistemi tamamen hasar görebilecektir. Bu şev işletmenin üretim ve dekapaj kazı sistemi ve ocak içi ulaşımı için son derece önemli olup, üzerinde devamlı olarak en az 9 personel bulunmaktadır.

Güvenli şev tasarımı ya da güvenli şev açısının belirlenmesi mühendisliğin en karmaşık problemlerinden biridir. Problemi karmaşıklaştıran en önemli etken, şev duraylılığını belirlemekte kullanılan parametrelerin belirsizliğinden kaynaklanmaktadır. Analiz ya da tasarım parametrelerindeki belirsizliğin büyüklüğü, şevin kayma olasılığını belirleyen en önemli etken olduğundan, olasılık yöntemlerinin bu tip problemlere uygulanması ile belirsizliklerin analizlerde göz önüne alınması mümkün olabilmektedir (Düzgün vd., 2002). Doğal veya insanlar tarafından açılmış olan şevlerin duraylılık hesapları, geleneksel olarak, deterministik yaklaşımlarla belirlenmekte ve bir şev güvenlik faktörü ile sonuçlanmaktadır. Deterministik yaklaşımlarla yapılan

duraylılık hesaplamalarında belirsizlikleri sistemli olarak modelleme imkânı olmadığından, genellikle, tasarım parametreleri ölçümlerle mühendislik tecrübesinin birleştirilmesi sonucunda belirlenmektedir. Ancak şunu da vurgulamamız gerekir ki, olasılıklı yöntemler mühendislik tecrübesini göz ardı etmek için değil, aksine, problemin çözümünü desteklemek için kullanılmalıdır. Bu nedenle, şev tasarımında olasılık yöntemlerin kullanılması hem tasarımcı mühendisleri desteklemekte hem de tasarımdaki güvenirliğin olasılık olarak belirlenmesine imkan vermektedir. Tüm bu özelliklerinden dolayı olasılık yöntemlerin şev duraylılığı hesaplamalarında kullanılması son yıllarda giderek artmaktadır (Shuk, 1970; Mc Mahon, 1971; Muralha, 1991; Düzgün, 1995; Park ve West, 2001; Düzgün vd., 2003; Nadim vd., 2005).



Şekil 1. Kışlaköy ocağının ve nihai şevlerin genel görünümü

Olasılık yöntemlerin en önemli üstünlüğü, analizlerde kullanılan parametrelerde var olan belirsizliklerin, olasılık dağılımlar yolu ile hesaplamalara dahil edilebilmesidir.

Bu çalışmada; Kışlaköy açık ocağındaki batı nihai şevinin duraylılık analizi olasılık teorisi kullanılarak hesaplanmış ve olası iş güvenliği riskleri değerlendirilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Şev duraysızlığı ile ilgili bir risk analiz çalışması aşağıdaki aşamaları içermektedir;

- Şev duraysızlığına neden olabilecek tetikleyici mekanizmaların incelenmesi,
- Şevi oluşturan katmanların jeomekanik parametrelerindeki belirsizliklerin deprem yükü etkisinin incelenmesi,
- Deprem yüklerini hesaplamaya dahil etmeden olasılığa dayalı statik şev duraysızlığının hesaplanması,
- Şev duraysızlığını tetikleyebilecek büyüklükteki bir deprem yükünün ortaya çıkma olasılığının hesaplanması,
- Muhtemel deprem yüklerini de hesaplamaya dahil ederek olasılığa dayalı şev duraysızlığı olasılığının belirlenmesi (Nadim, 2005),
- Olası bir şev kayması durumunda maruz kalınabilecek risklerin hesaplanması.

Batı nihai şevi hali hazırda kazılarak ortaya çıkarılmış durumda olduğu için, öncelikle geometrik parametreleri sabit kabul ederek olasılığa bağlı bir şev modeli oluşturulmuştur. Limit denge teoremine göre şev duraylılığının modellemesinde kullanılan sabit ve değişken parametreler aşağıda belirtilmiştir:

Sabit değişkenler: şevin genel eğim açısı, basamak şev açısı, şev yüksekliği, dilim genişlikleri ve yükseklikleri.

Tesadüfi değişkenler: zeminlerin içsel sürtünme açıları ve kohezyonları, deprem yükü, yoğunluk, birim hacim ağırlık.

Duraylılık olasılığı hesaplanacak olan batı nihai şevindeki jeolojik birimler tamamen zemin özelliği göstermekte olup, dizilişleri topoğrafyadan

itibaren şu şekildedir: alüvyon-lehim-marn mavi kil- gidya-siyah kil-linyit kömürü-taban kili. Gidya dışındaki zemin birimleri yüksek plastisiteli CH zemin grubundandır. Her zemin grubu lokasyon farklılıklarına bağlı olarak bazı sapmalar göstermektedir. Gidya ise; inorganik, plastisitesi çok düşük, az killi ve genel olarak silt boyutunda olup, diğer zeminlerden çok farklı bir özelliğe sahiptir (Ural ve Yüksel, 2004). Şev duraylılık hesaplarında kullanılan sabit büyüklükler: Şev yüksekliği, basamak yükseklikleri ve şev açıları, genel eğim açısı, basamak genişlikleri, yeraltı suyu birim hacim ağırlığı Çizelge 1'de verilmiştir. Tesadüfî değişkenler ve bunlara ilişkin büyüklükler ise Çizelge 2'de verilmiştir. Zeminlerin kohezyonları, içsel sürtünme açıları, birim hacim ağılıkları, gözenek basıncı ve yeraltı su tablası ise tesadüfi değişkenlerdir. Şevin statik denge durumu ve güvenlik katsayısının hesaplanması için limit denge teorisi ve dilimler metodu ile Spencer yaklaşımı kullanılmıştır. Daha sonra hesaplamaya olası deprem yükleri de ilave edilerek şevin bir yıl içerisindeki kayma olasılığı bulunmuştur.

Çizelge 1. Şev duraylılık hesaplarında kullanılan sabit büyüklükler

Şev yüksekliği	130 metre
Ortalama Basamak yüksekliği	18 metre
Basamak Şev açısı	35 derece
Genel eğim açısı	10 derece
Ortalama Basamak genişlikleri	60 metre
Yeraltı suyu birim hacim ağırlığı	1 t/m^3

Çizelge 2. Şev duraylılık hesaplarında kullanılan tesadüfi büyüklükler (EÜAŞ, 2015)

	Zemin kohezyonu		İçsel sürtünme açısı (derece)		Malzeme birim hacim ağırlığı (t/m^3)	
	Ort.	Std.sapma	Ort.	Std.sapma	Ort.	Std.sapma
Lehim	33,40	2,24	18,92	3,85	18,35	0,81
Mavi kil	36,04	4,84	3,67	3,67	17,56	0,46
Gri gidya	40,31	6,89	27,16	5,32	15,05	1,17
Linyit	57,03	6,86	29,87	6,32	12,47	1,30
Siyah kil	30,96	6,81	12,22	2,67	15,76	0,70
Taban kili	36,43	4,41	23,32	3,51	17,01	1,21
Kireçtaşı	20,78	3,6	26,8	2,1	27	2,6

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. İnceleme Alanının Hidrojeolojisi, Jeolojisi ve Depremsellik

Hidrojeolojik koşullar: Batı şevinde yer alan basamaklar ile şev üstü ve şev gerisinde yerinde gözlemler yapılmış; bazı kuyularda YAS derinlikleri ölçülerek bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Batı şevi gerisinde yer alan gözlem kuyularında yeraltı su seviyesi (YASS) derinliği 22 m dolaylarında ölçülmüştür. Sahada yer alan YAS kuyuları, derinlik ölçümlerinin yapılmasına olanak verecek şekilde teçhiz edilmiştir (Şekil 2). Drenaj kuyularının uzun süre devre dışı kalması durumunda YASS topografyaya 5 m kalacak şekilde yükselebilmektedir. Bu nedenle YAS drenaj kuyularının sağlıklı bir şekilde çalıştırılması için büyük gayret gösterilmektedir.

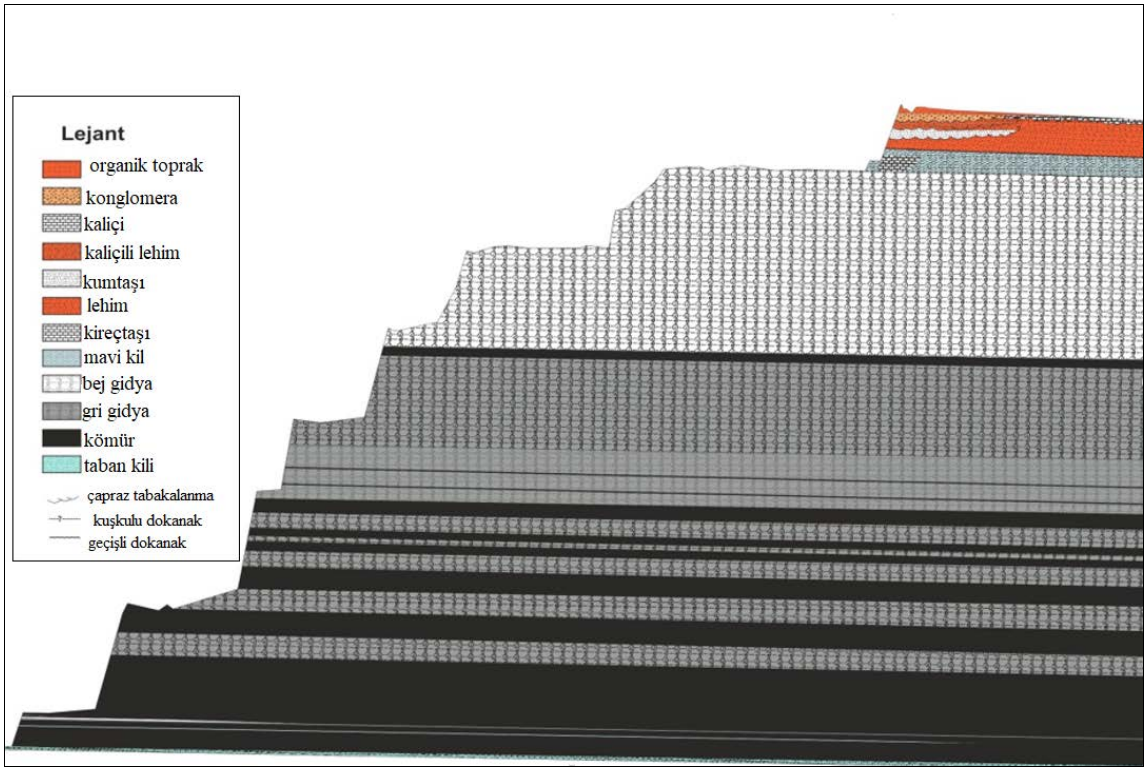


Şekil 2. Batı şevi gerisinde yer alan yer altı suyu kuyusu ve derinlik ölçmeye uygun olarak tasarlanmış kapağı

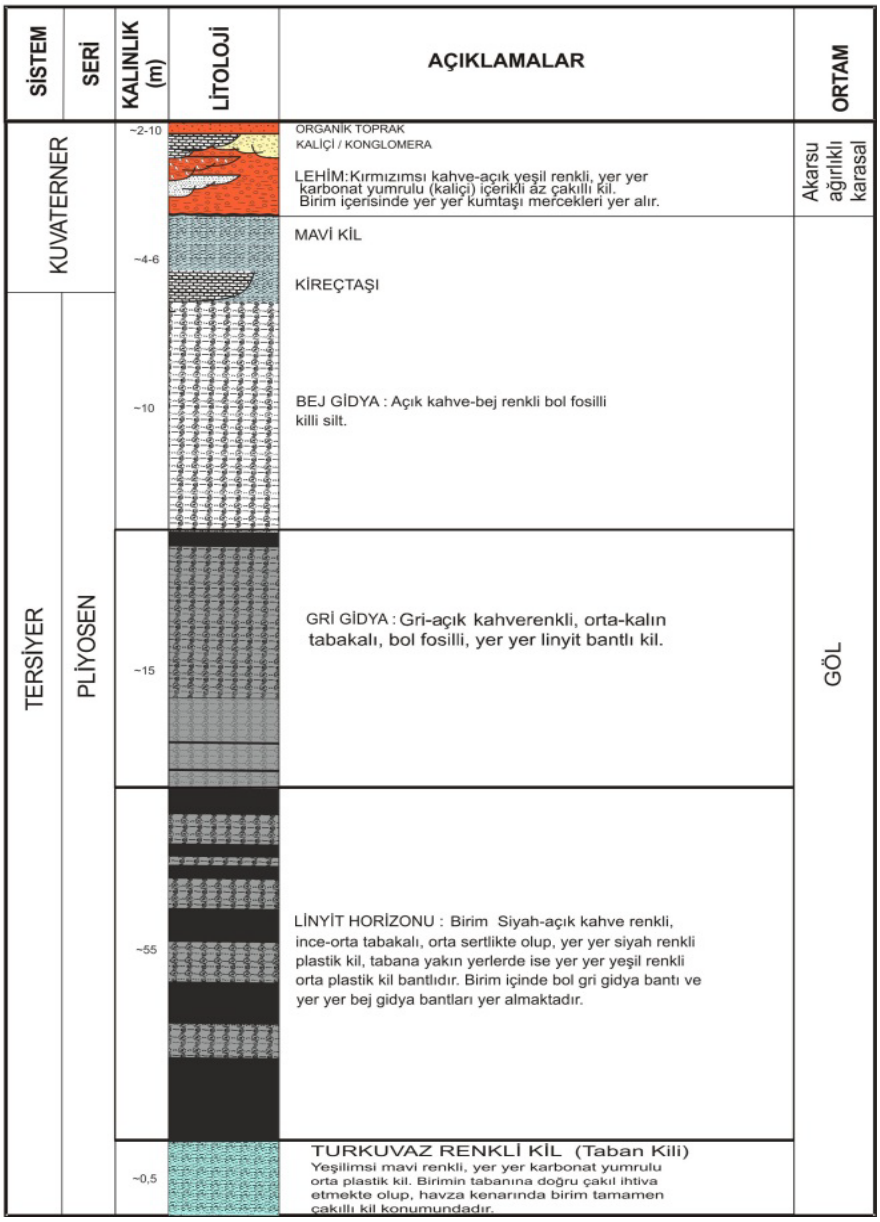
Üst alüvyon akifer tamamen yüksek geçirgen olan Lehim ağırlıklı materyalden oluşmuştur. Şev gerisindeki arazilerde işlemeli tarım yapılması, yüzey pürüzlülüğünü arttırmaktadır. Bu nedenle, gerek yağışlardan, gerekse işletme aşamasında YAS kuyularından çekilen suların araziye deşarj olması durumunda bu sular yüzeyde göllenerek tekrar üst alüvyon akifere deşarj olacaktır. YAS pompajında, YAS kuyularından pompajla çekilen suların açık drenaj hendeğine iletiminde kullanılan boruların bazı yerlerinde çatlakların oluşması ve bu çatlaklardan sızıntılar meydana gelmesi sıkça karşılaşılan sorunlardan biridir. Ancak, kalıcı batı şevinin duraylılığı önem arz ettiği için,

arazi ekibince rutin kontrollerin sıkça yapılması ve bu tür kısır döngüye neden olabilecek ve risk oluşturabilecek beslenmelerin mümkün olduğunca önlenme yoluna gidilmesi gerekmektedir.

Şev Jeolojisi: Batı şevinde yapılan saha çalışmalarında, ocağın en derin yerinden geçecek şekilde alınan bir kesit boyunca şev jeolojisi detay olarak çalışılmış ve şeve ait detay jeolojik enine ve sütun kesitler elde edilmiştir (Şekil 3 ve 4). Buna göre en altta turkuvaz renkli taban kili bulunmaktadır (Şekil 5). Bu kil üzerine kömür seviyelerine geçmeden önce 70 cm kalınlığında krem renkli, dokunulduğunda sabunumsu kayganlık hissi veren siltli kil seviyesi bulunmaktadır (Şekil 6). Daha sonra, 6. Basamağın şev aynasındaki kömürlü seviyeler gelmektedir. Kömür içerisinde alt seviyelerde 50-70 cm aralıklarla kalınlığı 3-10 cm arasında değişen killi seviyeler bulunmakta ve aynanın üst seviyelerinde bunların kalınlığı yer yer 30-40 cm'ye ulaşmaktadır.



Şekil 3. Batı şevine ait jeolojik enine kesit



Şekil 4. Batı şevine ait jeolojik dikme kesit



Şekil 5. Turkuvaz renkli taban kili



Şekil 6. Krem renkli siltli kil tabakasının görünümü

5. Basamakta bulunan "BC52" hattının A tarafındaki şevde kalınlıkları 30-60 cm arasında değişen kömür tabakaları ile ardalanmalı olarak kalınlıkları 40-70 cm arasında değişen ve üst seviyelere doğru kalınlaşan Gidya tabakaları bulunmaktadır (Şekil 7). Bu şevin en üst seviyesinde 70 cm kalınlıkta bol Gastropoda fosilli Gidya tabakası bulunmaktadır. Bu şevde ayrıca K20°D doğrultulu, 81°GD eğim yönlü ana çatlak sistemi ölçülmüştür.



Şekil 7. BC 52-A tarafındaki Gidya tabakalarının görünümü

4. Basamak "BC42-B" tarafında kalan şev aynası ağırlıklı olarak Gidya seviyelerinden oluşmakta olup çatlak sistemine uygun bloklu yenilmeler içermektedir. Alt kısımlar yer yer 10-15 cm kalınlığında ince kömürlü ve fosilli seviyeler içermektedir. Burada Gidya seviyelerinde yapılan ölçümlerde doğrultusu K30°D, eğimi ise 80°GD ana çatlak sistemi ile doğrultusu D-B, eğimi ise 66°K olan ikincil (tali) çatlak sistemi ölçülmüştür.

4. Basamak "BC42-A" tarafında kalan şev aynası alttaki şev ile hemen hemen aynı özellikte devam etmekte, ancak üst seviyelerde ardalanmalar incelmekte bir kaç cm kalınlığa düşmektedir. Şevin üst seviyelerinde gri renkli olan Gidya bej rengine dönüşmektedir. Bu şevde yapılan ölçümlerde ana çatlak sisteminin doğrultusu K30°D, eğimi ise 90° olarak belirlenmiştir. Tali çatlak sisteminin doğrultusu ise K70°B, eğimi, 84°KD olarak ölçülmüştür. Diğer bir ölçümde ise doğrultu D-B, eğim ise 83°G olmuştur.

"BC32-A" şevi'nde bej gidya içerisinde K30°D doğrultuya sahip ana çatlak sistemi ile bunlara dik K60°B doğrultulu ve eğimleri yaklaşık 90 derece olan süreksizlikler ölçülmüştür. BC42'nin tabanı Bej gidya-Gri gidya kontağı üzerinde yer almaktadır.

"BC22-A" şevi'nde şev tabanından itibaren 6 m yüksekliğe kadar Gidya birimi devam etmekte, bu seviyeden itibaren ise tabanı düzensiz dokanaklı olarak gölsel kireçtaşları başlamaktadır. Gidya biriminin ilk 1 m'sinde bir kaç cm kalınlıkta gri ve bej Gidya seviyeleri ile ardalanmalı olarak 1-2 cm kalınlıkta kömürlü seviyeler bulunmakta, daha sonra 2 m kalınlığında 50-60 cm kömürlü bir seviyenin ardından Gri ve Bej gidya ardalanmaları görülmektedir. Daha sonra gölsel kireçtaşlarına kadar önce Gri gidya, daha sonra ise bol fosilli çamurtaşı seviyesi bulunmaktadır.

En üstte bulunan "BC 12-A" şevinde önce kalınlığı 2-3 m arasında değişen Mavi kil seviyeleri, daha sonra Lehim, Çakıltaşı ve en üstte 50-60 cm kalınlıkta organik toprak tabakası (A-Horizonu) bulunmaktadır. Ancak, Batı şevinin "BC12-A" nolu bu en üst basamak şevinde Mavi kil'den sonraki

stratigrafi şev boyunca aynı kalmayıp değişiklik sunmaktadır. Örneğin, bazı yerlerde lehim birimi üzerine çapraz tabakalı kumtaşı, ince çakıltaşı seviyeleri gelirken, bazı yerlerde kaliçi nodül ve damarları içeren kaliçili lehim seviyeleri, diğer bazı yerlerde oluşumu tamamlanmış kaliçi veya orta-iyi çimentolu çakıltaşı seviyeleri gelmektedir.

Depremsellik: Türkiye aktif fay haritasına (Şaroğlu, 1996) göre Kışlaköy ocağına en yakın aktif fay Elbistan veya diğer ismi ile Sürgü fayıdır. Fay iki ana segmentten oluşmaktadır. Bunlar yaklaşık 40 km uzunluğundaki Göksun segmenti ile 60 km uzunluğundaki Ekinözü-Derbent segmentleridir (Perinçek vd., 1987, Koç ve Kaymakçı, 2012).

Kışlaköy Açık Ocak İşletmesi, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri haritasına göre 3. Derece deprem bölgesindedir.

Çizelge 3. Ambraseys ve Jackson ile Campbell'e göre Çöllolar ocak sahasını etkileyebilecek fayların üretebilecekleri maksimum olası deprem büyüklükleri ve bu depremlerin ocak sahasında yaratacağı Maksimum Yer İvme (PGA) değerleri (Ural vd., 2012).

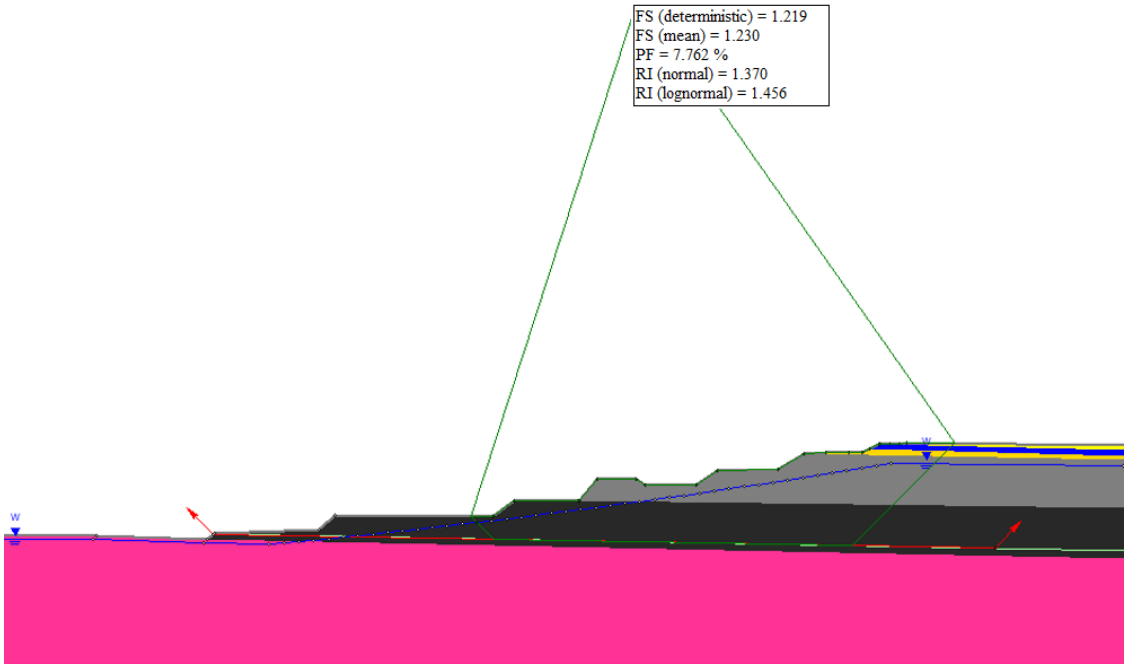
Fay Adı	Göksun Fayı	Ekinözü-Derbent Fayı	Göksun+Ekinözü+ Derbent Fayları
Fayın Uzunluğu, L (km)	40	60	100
Kışlaköy Sahasına Uzaklığı, (km)	38	38	38
Ms (Büyüklük)	7,2	7,3	7,4
PGA	0,12	0,13	0,15

Çizelge 3'de Ambraseys ve Jackson'un Doğu Akdeniz bölgesi için geliştirdiği bağıntı kullanılarak hesaplanan fayların üretebilecekleri maksimum olası deprem büyüklükleri, Campbell bağıntısı kullanılarak ise bu depremlerin Kışlaköy sahasında yaratacağı Maksimum Yer İvme (PGA) değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, Göksun ve Ekinözü-Derbent segmentlerinin 100 km

uzunluğunda tek bir fay veya fay zonu olarak birlikte hareket etme olasılığı da göz önüne alınmıştır. Buna göre, Elbistan fayı üzerinde olabilecek Maksimum olası deprem büyüklüğü, Ms=7,4, bu depremin Kışlaköy ocak sahasında yaratacağı en yüksek olası yer ivmesi ise 0,15 g olarak hesaplanmıştır. Bu fayların bağımsız hareket etmeleri durumunda ise en yüksek olası yer ivmesi 0,13 g olarak bulunmaktadır.

3.2. Statik Koşullar için Duraylılık Problemi

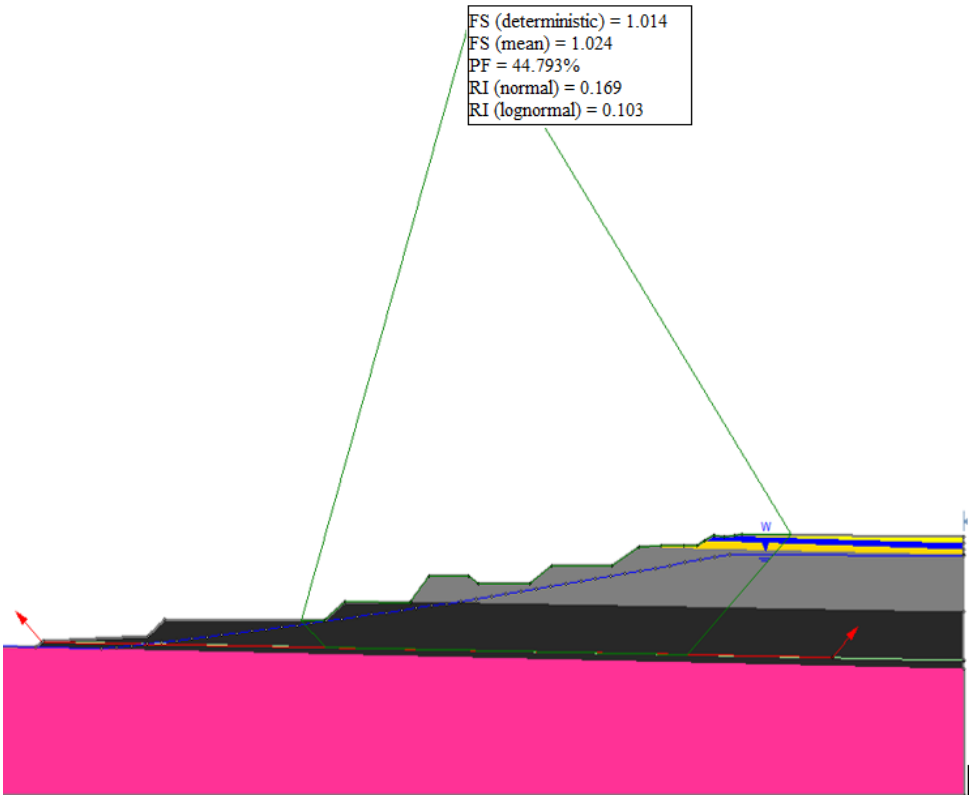
Afşin-Elbistan, Kışlaköy açık maden işletmesi batı nihai şevinin olasılığa dayalı yapılan duraylılık çalışmalarında Çizelge 3'de verilen bilgiler doğrultusunda, batı nihai şevinin duraylılığı statik olarak hesaplanmış ve güvenlik katsayısı (Fs) 1,21, şevin kayma olasılığı (PF) ise yüzde 7,76 olarak bulunmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Statik koşullar için şev duraylılığı

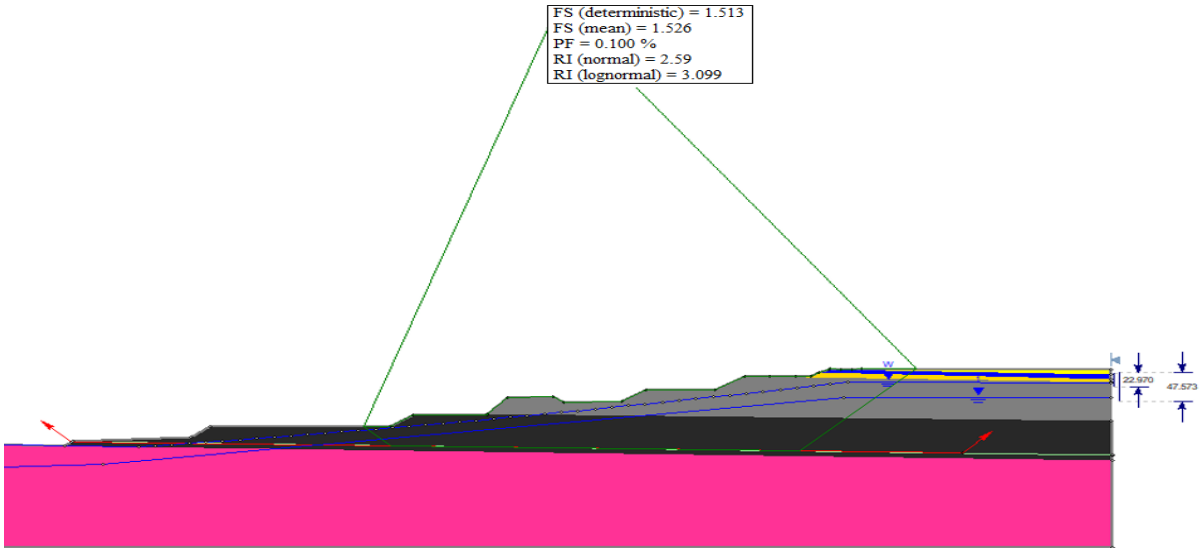
3.3. Dinamik Yük Altında Duraylılık Problemi

Dinamik yükler olarak; sismik yükler, yer altı su seviyesi ve kar yükünün etkisi hesaba alındığında, sismik yükler altında, güvenlik katsayısı (Fs)1,014 ve şevin kayma olasılığı ise yüzde 44,79 olarak hesaplanmıştır (Şekil 9).



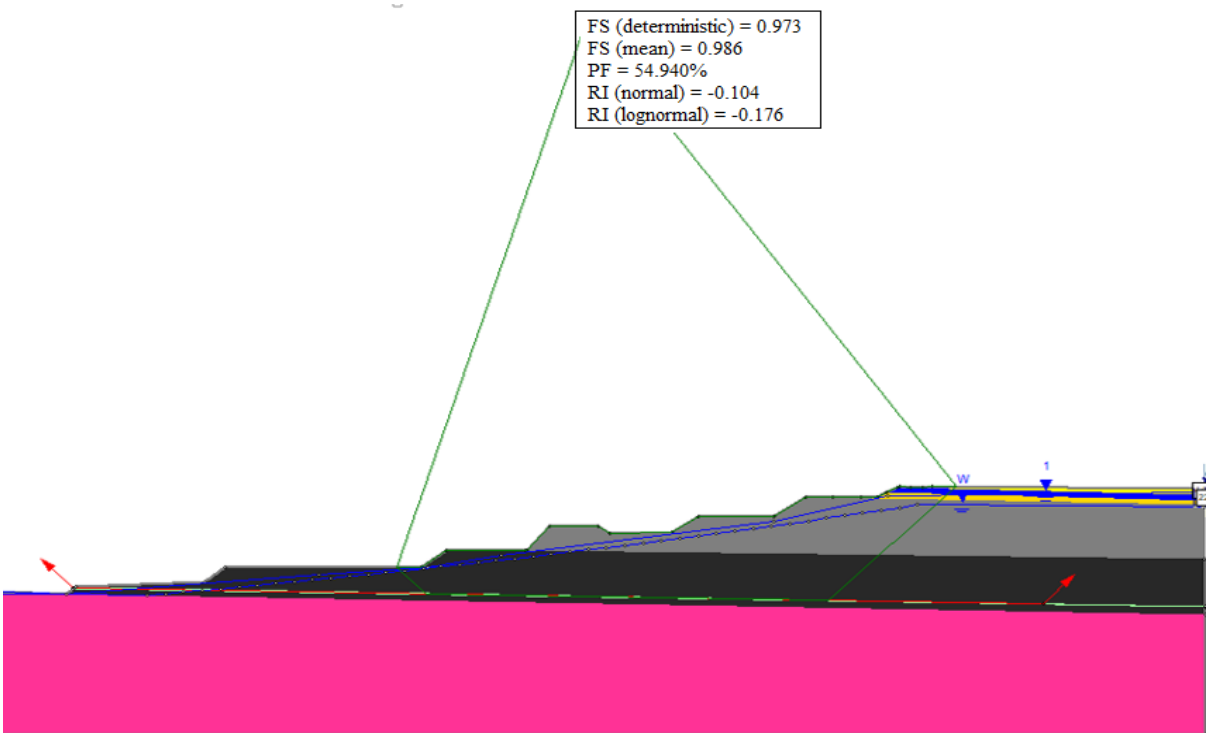
Şekil 9. Sismik yükler altında şev duraylılığı

Yer altı su seviyesi ele alındığında, topoğrafya yüzeyinden 22 metre derinlikte olduğu var sayılan su seviyesi drenaj pompaları yardımıyla 47 metre seviyelerine indirildiğinde güvenlik katsayısı (Fs) 1,5 ve şevin kayma ihtimali yüzde 0,1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. YASS'ın topoğrafyadan itibaren 47 metre'ye düşürülmesi durumunda şev duraylılığı sonuçları

Yer altı su seviyesinin topoğrafyadan 5 metre derinliğe yükseldiği bir durumda güvenlik katsayısı 0,9' a düşmüş ve şevin kayma olasılığı yüzde 54,94'e yükselmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. YASS'ın topoğrafyadan itibaren 5 metre'ye kadar yükselmesi durumunda şev duraylılığı sonuçları

Kar yükü ele alındığında ise; TS 498-1997'e göre kar yükü (P_k) aşağıdaki bağıntılardan hesaplanır.

$$P_k = m.P_{k0} \; , \; m = 1 - \frac{\alpha - 30^o}{40^0} \qquad (1)$$

Burada;

P_k :kar yükü hesap değeri (kN/m^2)

P_{ko}: zati kar yükü (kN/m^2)

m: kar yükü azaltma değeri (m değeri Çizelge 4'den alınır)

α: arazi eğimi

Çizelge 4. Eğime (α) bağlı olarak azaltma değeri (m) (TS 498-1997)

α	0	1°	2	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0-30°	1,0									
30°	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77
40°	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55	0,52
50°	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,27
60°	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10	0,07	0,05	0,02
70°-90°										

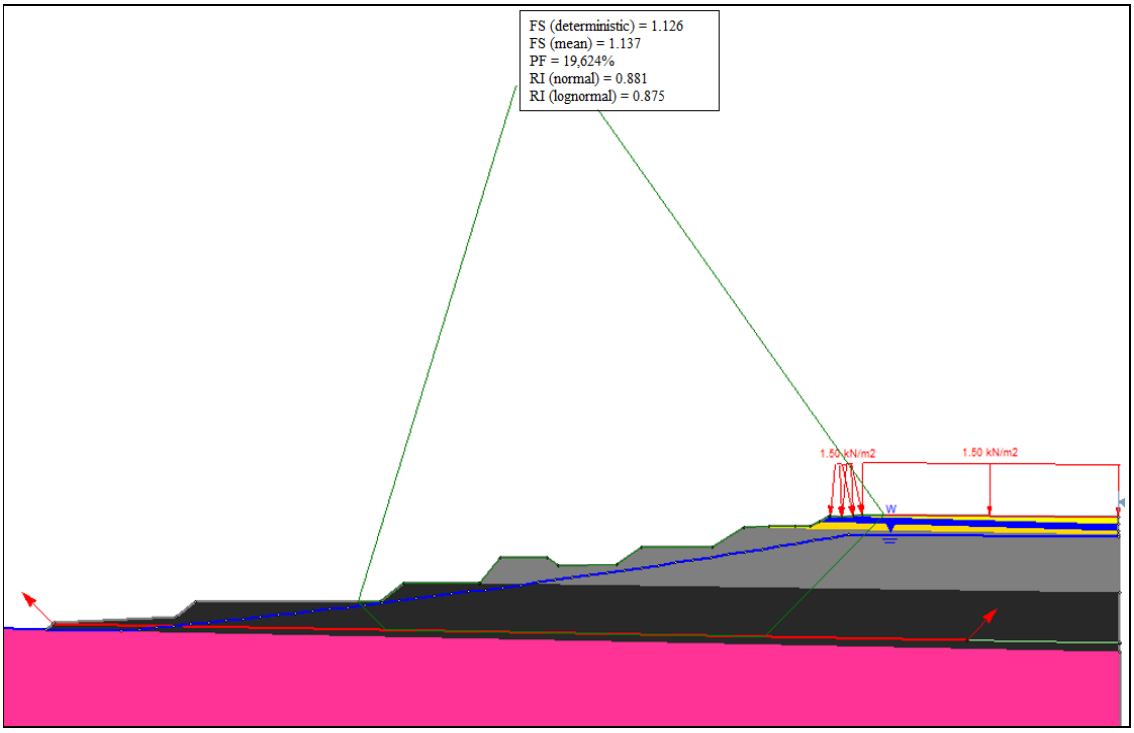
Kar yükü hesap değeri (P_k) için alınacak yük, kar yağışı artış şartlarına göre değişkenlik gösterir. Kar yükü (P_{ko}), hareketli yük sınıfına girer. Bunun bağlı olduğu etkenler coğrafi ve meteorolojik şartlardır. (Kar yağmayan yerlerde kar yükü hesap değeri sıfır alınır). 30°'ye kadar eğimli çatılarda kar yükü hesap değeri (P_k), kar yükü (P_{ko}) değerine eşit kabul edilir ve çatı alanının plandaki düzgün yayılı yükü olarak dikkate alınır.

Çizelge 5. Zati karyükü (P_{ko}) değerleri kN/m^2

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤200	0,75	0,75	0,75	0,75
2	300	0,75	0,75	0,75	0,80
	400	0,75	0,75	0,75	0,80
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,80	0,90
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,80	0,85	1,25	1,40
4	900	0,80	0,95	1,30	1,50
	1000	0,80	1,05	1,35	1,60
5	>1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

P_{ko} değeri, yapının deniz seviyesinden yüksekliğine ve kar bölgesi numarasına bağlı olarak Çizelge 5'den alınmaktadır (Kar bölgesi numaraları TS 498-1997, Ek-2'de verilmiştir). AEL/Kışlaköy Açık Maden İşletmesi 3. bölgede yer almaktadır ve yüksekliği 1000 metreden fazla olduğundan P_{ko} değeri Çizelge 5'den yararlanılarak 1,50 olarak hesaplanmıştır. Kar yükü, dağılı yük sınıfında

olduğundan şev duraylılığı hesaplamalarında güvenlik katsayısı (Fs) 1,12 ve şev kayma olasılığı %19,62 olarak bulunmuştur (Şekil 14). Normal şartlar altındaki bu durum şev için bir tehdit oluşturmamaktadır.



Şekil 14. Kar yükü etkisi altında şev duraylılığı hesabı

4. SONUÇLAR

Yapılan gözlemlere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Şev sismik yük altında değilken güvenlik katsayısı (Fs) 1,21 olarak bulunmuştur ve bir tehlike arz etmemektedir,
- Bu duruma ek olarak, kış ayları içerisinde yağan kar ve erimiş kar sularının şev üzerindeki etkisi hesaba katıldığında güvenlik katsayısını (Fs) 1,12'ye düşürdüğü gözlemlenmiş olsa da şev duraylılığı için olumsuz bir etki oluşturmayacağı düşünülmektedir,
- Şev duraylılığı için ciddi tehlike arz eden yer altı su seviyesinin drenaj kuyuları aracılığıyla topoğrafyadan itibaren 22 metre derinlikten 47 metre seviyelerine indirildiğinde güvenlik katsayısı (Fs) 1,5 olarak hesaplanmıştır. Tam tersi bir durum göz önüne alındığında, yeraltı su seviyesinin

topoğrafyadan itibaren 5 metre derinliğe ulaşması durumunda güvenlik katsayısı (Fs) 0,9'a düşmüş ve şev duraylılığı açısından büyük tehlike oluşturacağı gözlemlenmiştir,

- Şev duraylılığını tehdit eden bir diğer unsur ise deprem yüküdür. Bu bölgede bulunan Göksün Fayı üzerinde oluşabilecek 7,2 büyüklüğünde bir deprem 0,12 (g) büyüklüğünde bir yatay hareket ivmesi oluşturabilecektir. Yapılan hesaplamalara göre böyle bir durumda şevin güvenlik kat sayısı 1'in altına düşmektedir.

KAYNAKLAR

Ambraseys, N. N., 1989. Temporary seismic quiescence: SE Turkey. Geophysical Journal, 96:311-331.

Duzgun HSB, Yucemen MS, Karpuz C., 2003. A methodology for reliability-based design of rock slopes. Rock Mech Rock Eng 36(2):95–120.

Duzgun, H.S.B., Yucemen M.S. and Karpuz, C., 2002. A Probabilistic Model for the Assessment of Uncertainties in Shear Strength of Rock Discontinuities, International Journal of Rock Mechanics Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, 39, 743-754.

Düzgün, H.S.B., Yucemen M.S. and Pasamehmetoglu, A.G., 1995. Plane Failure Analysis of Rock Slopes: A Reliability Approach, International Journal of Surface Mining and Reclamation, Vol. 9, pp. 1-6.

Elektrik Üretim A.Ş., 2015. Kışlaköy Açık Ocağı Jeoteknik İnceleme Raporları, yayımlanmamış.

Koç, A., Kaymakçı, N., 2012. Kinematics of Sürgü fault zone (Malatya, Turkey). Journal of Geodynamics (in press).

McMahon BK., 1997. A statistical method for the design of rock slopes. In: Proceedings of first Australia–New Zealand Conf. on Geomechanics: 314–321.

Muralha J, Trunk U., 1993. Stability of rock slopes-evaluation of failure probabilities by the Monte Carlo and first order reliability methods. In: Proceedings of assessment and prevention of failure phenomena in rock engineering, pp 759–765.

Nadim F, Einstein H, Roberds W., 2005. Probabilistic stability analysis for individual slopes in soil and rock. In: Proceedings of international conference on landslide risk management, pp 63–98.

Park H, West TR., 2001. Development of a probabilistic approach for wedge failure. Eng Geol 59:233–251.

Shuk, T., 1970. Optimization Of Slopes Designed In Rocks, International Society of Rock Mechanics, Vol 3, No 7-2, pp. 275-280.

Ural, S., Çetin, H., Çetin, M., Çan, T., 2012. Kışlaköy Kömür Sahası Batı Şevini Inceleyen Teknik., Rapor s.116, yayımlanmamış.

POMZA OCAĞINDA İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ UYGULAMALARI

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY TECHNICS IN PUMICE MINE

Ö. Kılıç, R. E. Tezölmez
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Madencilik faaliyetleri, işin doğası gereği birçok tehlike barındırır. Sektördeki iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenebilmesi için reaktif yaklaşımlar, günümüzde yerini önleyici bakış açısına bırakmıştır. Bunun yerine getirilmesini sağlayan en önemli araç ise, uzmanlar tarafından işyerlerindeki problemlerin iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğindeki kurallara uygun olarak tespit edilmesi ve bu problemlerin ortadan kaldırılması için gerekli çalışmaların yapılmasıdır. Bu çalışmada, pomza üretimi yapan bir ocak iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmiş ve işletmede yapılan uygulamalar örneklerle gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pomza, İş Sağlığı ve Güvenliği, Tehlike.

ABSTRACT: *Mining activities hold many hazards due to the nature of the occupation. In order to prevent work-related accidents and occupational diseases in this sector, reactive approaches were replaced by the terms of preventive point of view today. The most significant medium to accomplish this aim is determing the problems in work places with the help of the specialists according to the rules of occupational health and safety regulations and conducting the necessary studies to solve these problems. In this study, a pumice processing mine is examined in terms of occupational health and safety, and the implementations in this enter prise are demonstrated with examples.*

Keywords: *Pumice, Occupational Health and Safety, Hazard.*

1. GİRİŞ

Ülkemizde günümüz yapı endüstrisi açısından pomza hafif ve gözenekliliği sebebiyle önemli bir malzeme haline gelmiştir. İnşaat sektöründe yapı elemanı olarak, inşaatlarda blok şeklinde dolgu elemanı olarak değerlendirilmesi gün

geçtikçe artmaktadır. İnşaat sektöründe olduğu kadar, maden mühendisliği disiplini açısından da pomza kayacı sektörel anlamda giderek büyük bir önem kazanmıştır. Pomza kayacı, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsı volkanik bir kayaçtır. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerebilmektedir (Gündüz, 1998). Bu olgu, pomza taşının karakteristik olarak birim ağırlık açısından oldukça hafif bir malzeme olmasını sağlamaktadır. Pomza oluşumlarında, genellikle mikro gözenekler arası bağlantısız boşluklu, makro gözenekler arasında ise kılcal kanalcıklar şeklinde bağlantı boşlukları gözlenebilmektedir. Malzeme bünyesinde içerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, her biri diğerinden camsı bir zarla ayrılmıştır.

Madencilik sektörü iş sağlığı ve güvenliğine her zaman ciddi risk ve tehlike içerdiği için mevzuat alanında da her zaman öncelik veren sektörlerden olmuştur. Kanunun önleyici yaklaşımı temel alan anlayışı sayesinde tüm çalışan firmalar için risk değerlendirmesi yapılmasını ve çalışma alanı ile ilgili tüm tehlike ve risklerin etkilerini kapsayan bir önleme politikası geliştirilmesi hedeflenmiştir. 6331 sayılı Kanun ile işyerlerinde alınması gereken tedbirlerin İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) profesyonelleri tarafından işverene yazılı olarak bildirmesi yükümlülüğü getirilmiştir. Kanunda, bir işte çalışacak kişinin o işin tehlike sınıfına uygun olup olmadığını ve o işte çalışması için aile hekimi veya işyeri hekimi tarafından sağlık raporu adı altında çalışmaya uygundur raporu alması gerekmektedir. Ayrıca, işe başlamadan önce işe giriş eğitimi alması gerekmektedir. Bu kanunla, çalışana iş başı eğitimi ve periyodik olarak eğitimler verilecek, çalışanların bu eğitime katılarak işyerindeki iş ile ilgili tehlike ve riskler hakkında bilgiler aktarılarak, çalışanlara tehlike anında yapması gerekenler anlatılmaya çalışılmaktadır ve eğitime katılmayanlar hakkında iş

akdinin feshedilmesi gibi bir takım cezalar verilebilmektedir (Maden İş Yerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği, 2017).

Bunlarla beraber, 6331 sayılı Kanun kapsamında işverenlerin tüm yükümlülüklerinin yanı sıra sürekli iyileştirmeyi temel alan bir kanun olmasından dolayı işverenlerin sürekli gözetim ve uygunsuzlukları denetleyip giderilmesini sağlama yükümlülükleri de bulunmaktadır.

Ayrıca "İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği" ne göre madencilik sektörü ve taş ocakları "Çok Tehlikeli" işyerleri sınıfına girmektedir. Bu bakımdan madencilik ve taş ocakları iş kazası ve sonucunda yaşanabilecek uzuv kaybı veya ölüm oranlarında maalesef ülkemizde 1 numaralı sektör durumundadır. Özel sektörlerin daha fazla para kazanma isteği ve daha önce yaptık bir şey olmaz klişesi yüzünden ortalama her gün 1 kişi yetersiz önlemler yüzünden hayatını kaybetmektedir.

Bu çalışmada, pomza üretimi yapan bir ocak iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmiş ve işletmede yapılan uygulamalar örneklerle gösterilmiştir.

2. POMZA ÜRETİMİ VE İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ UYGULAMALARI

Çalışma yapılan ocak; Osmaniye İli, Toprakkale İlçesi'ne 10 km uzaklıkta bulunan Pomza Ocağı ve Kırma-Eleme tesisi işletmesidir (Şekil 1).



Şekil 1. Pomza ocağı

2.1.Üretim ve Kırma Eleme Tesisi Çalışma Prensibi

Ocaktan malzemenin alınması sırasında açık işletme yöntemi kullanılmaktadır. Malzeme üzerinde bitkisel toprak tabakası bulunmamaktadır. Sahadan iş makineleri (ekskavatör) ile alınan malzeme, yükleyiciler yardımı ile kamyonların üzerine koyulan 20 cm açıklılığı olan seyyar elekten geçirilerek yüklenmekte ve tesis içindeki kırma-eleme tesisine götürülmektedir. Bu tesiste üst kısımdan verilen malzeme; kademeli ve titreşimli elek sisteminden geçirilerek, 15 mm ve altında değişik tane boyutlarında ürün grupları oluşturulmakta, 15 mm ve üstü tane boyutundaki malzeme ise tersiyer kırıcıya gönderilerek tekrar elekten geçirilmek üzere üst kısma gönderilmektedir. Yapılan işlemler sonucunda çıkan nihai ürün ise sevk edilmek üzere stok sahalarına taşınmaktadır. Üretim metodunu maddeler halinde aşağıda verilmektedir;

1. İş makineleri ile malzemenin zeminden sökülmesi,

2. Sökülen malzemenin yükleyici yardımı ile kamyonlara yüklenmesi,

3. Malzemenin kırma eleme tesisine taşınması ve burada kırılması,

4. Stok,

5. Sevkiyat.

2.2. İşletme

İşyerinde yapılacak çalışmalar sağlık ve güvenlik dokümanında belirtilen toprak kayması veya çökmesi riski ile ilgili hususlar dikkate alınarak planlanır. Kazı yüzeyleri, şevlerin eğimi, şevlerin yüksekliği zeminin yapısına, sağlamlığına ve uygulanan çalışma yöntemlerine uygun olmalıdır.

Her çalışma öncesinde, çalışma mahallinden ve nakliyat yollarından daha üst seviyelerdeki şevlerde ve kazı yüzeylerinde toprak ve kaya düşmelerine karşı gerekli kontroller yapılır. Gerekli yerlerde ölçümleme işleri de yapılır.

Düz ve meyilli yüzeylerdeki çalışmalar, zeminin sağlamlığını ve dengesini bozmayacak şekilde yapılır. Çalışma yapılan her kademeye ait en az bir adet çalışma yolu olur.

Kademe ve nakliyat yolları kullanılan araçlara uygun sağlamlıkta olur. Buralar araçların güvenli hareket edebileceği özellikte yapılır ve bakımları sağlanır.

Döküm sahası, kademe gibi iş makinelerinin düşme tehlikesi olan yerlerde yeterli yükseklikte güvenlik bariyerleri yapılır.

Açık işletmelere ilişkin yönergede belirtilen kazıcı ve doldurucu makinelerin çalıştırıldığı veya derin lağım deliklerinin uygulandığı işyerlerinde ilgili mevzuat hükümlerinin göz önünde tutulduğu ve aşağıdaki ayrıntıları kapsayan bir yönerge hazırlanır. Bu Yönergede;

- Kademelere verilecek en çok yükseklik (Şekil 2),
- Güvenle çalışmaya imkan verecek kademe düzlüğü, genişliği (Şekil 3),
- Çalışılan yerin özelliğine, jeolojik, tektonik yapısına ve fiziksel özelliğine göre kademelere verilmesi gereken şev derecesi,
- Makinelerin çalışma koşulları, manevra yerleri, yükleme, taşıma ve boşaltma işlerinde uygulanacak güvenlik tedbirleri (Şekil 4),
- Çalışma yerlerine görevlilerden başkalarının girmesine karşı tedbirler (Şekil 5-7) verilmiştir.



Şekil 2. Yüksekliği 10-12 metre arasında değişen basamaklar



Şekil 3. Genişliği 4-10 metre arasında değişen basamaklar



Şekil 4. Araçların manevra alanı müsait



Şekil 5. Uyulması, dikkat edilmesi ve/ veya önlem alınması gereken kurallar için levha



Şekil 6. Yabancılar için uyarı levhası



Şekil 7. İşletme alanı içerisinde uyulması gereken hız limiti şoförler için uyarı levhaları

3. AÇIK OCAK İŞLETMELERİ VE CEVHER ZENGİNLEŞTİRME TESİSLERİNDE İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIĞINA NEDEN OLAN RİSK ETMENLERİ

Dünya genelinde madencilik alanında ölüm, yaralanma ve meslek hastalıklarını önlemek ve sayılarını azaltmak adına birçok alanda iyileştirme ve düzenleme yapılmasına rağmen 30 milyonluk iş gücü ile madencilik sektörü hala en tehlikeli iş kolu olarak anılmaktadır. Madencilik faaliyetleri, dünyadaki iş gücünün %1'ini oluşturmasına rağmen ölümlü iş kazalarının %8'inden sorumludur. Yaralanmalar konusunda güvenilir veriler bulunmamasına rağmen pnömokonyoz gibi meslek hastalıkları, işitme kayıpları ve titreşimin etkilerinden

kaynaklanan rahatsızlıklar madenlerdeki tehlikelerin ciddiyeti konusunda sinyaller vermektedir.

Hasar, sakatlık, hastalık ve ölüme sebebiyet verebilme potansiyeline sahip her şey tehlike olarak adlandırılır. Cevher zenginleştirme tesislerinde görülen başlıca tehlikeler toz, gürültü, yüksekte çalışma, mekanik, elektrik, kimyasal tehlikeler olarak sıralanabilir. Kişisel korunmaya dikkat edilerek ve sürekli verilecek eğitimlerle işyerlerinde oluşabilecek olumsuzluklar en aza indirilebilecektir (Şekil 8).



Şekil 8. Kişisel koruyucu donanım kullanımı hakkında uyarı

3.1. Toz

5/11/2013 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği'nde toz "işyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklar" olarak tanımlanmıştır.

İşyerinde toz maruziyeti; mesleki solunum hastalıklarına, göz, kulak, burun, boğaz ve deride tahrişe, makine ve ekipmanda hasara, görüş mesafesinin zayıflamasına, istenmeyen kokulara sebep olur. Cevher zenginleştirme işleminde toz;

- Şekil 9'daki gibi cevherin darbe görmesi, aşınması, kırılması, ve öğütülmesi ile,
- Önceden oluşan tozun yükleme, boşaltım ve transferi sırasında ortama tekrar salınması ile,
- Rüzgar veya makine ve işçilerin hareketiyle var olan tozun devir daim etmesi ile yayılır.



Şekil 9. Kırma ünitesinde toz problemi

Kırıcılarda toz oluşumunu azaltmak için;

- Deşarj yüksekliğini azaltmak için kırıcı alt açıklığının uygun seviyelerde olmalı,
- Değirmen giriş açıklığını azaltmak için lastik kapaklar veya bölmeler konulmalı,
- Darbeli kırıcılarda, kırıcı içinde oluşan tozun dışarı üflenmesini engellemek için içeri giren hava miktarı azaltılmalıdır.
- Kırıcılarda oluşan tozun bastırılması için;

- Su spreyleri,
- Toz toplama sistemleri,
- Elektrostatik presipitatörler kullanılabilir.

Kırma tesisleri düzenli gözetim gerektirir. Bunun yanında; kırıcı kontrol odalarında ve operatör bölümündeki toz kirliliğinin azaltılması için bu bölümler tamamen kapalı olmalı ve pozitif hava basıncı oluşturmak için temiz hava ile havalandırılmalıdır.

Kırma ünitesinde bulunan, kuru eleme işleminin gerçekleştiği eleklerde de toz oluşumu gözlemlenmektedir. Elekten geçen taneciğin boyutu küçüldükçe oluşan toz miktarı artar. Elekte oluşan toz miktarı azaltılamaz ancak uygun önlemlerle tozun yayılımı engellenebilir.

Eleklerde toz yayılımını engellemek için;

- Tamamen kapalı elek sistemleri kullanımı,
- Elek yanlarının plastik perdelerle kapatılması sağlanabilir.

Tesis bölümünde ise kırıcılar ve elekler dışında diğer bir toz oluşumu ise silolara ve oluklara boşaltımda ve konveyörlerde gerçekleşmektedir (Şekil 10). Deşarj yüksekliğinin fazla olması türbülans oluşturur ve tozları havaya taşır. Konveyör bantlardaki toz oluşumunun azaltılabilmesi için bantlardan, bant çevresine yayılan toz kaçakları engellenmelidir. Bunun sağlanabilmesi için; cevher beslemesinin bandın orta bölümüne yapılmasına, beslenen cevherin yönünün bant hareketiyle aynı olmasına ve besleme hızının bant hızına uygun olmasına dikkat edilmelidir. Bunun yanında, cevherin konveyör bantlardan taşmasını önlemek için süpürgelikler konulabilir. Toz yayılımının engellenmesi için toz perdeleri kullanılabilir.

Tesisin dış bölümünde ve taşıma yollarında da rüzgar ve araçların etkisiyle toz yayılabilir. Alınabilecek önlemler ise;

- Geçiş yolların düzenli bakımı,
- Tozlu bölümlerin su ile bastırılması,
- Araçlar için hız limitlerinin düşürülmesidir.



Şekil 10. Tesisin dış bölümünde toz problemi

3.2. Gürültü

Gürültü; insanların işitme sağlığını ve duyusunu olumsuz yönde etkileyen, iş verimini azaltan, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, istenmeyen seslerden oluşan çevre kirliliğidir. Son yıllarda maden ocakları ve cevher zenginleştirme tesislerinde, mekanizasyonun artması ile gürültü işyerlerinde önemli bir sorun haline gelmiştir.

İşyeri gürültü maruziyeti;

- Koordinasyon, konsantrasyonun ve iş performansının azalmasına,
- Geçici işitme kaybına,
- Kalıcı işitme kaybına,
- Stres, kalp, mide ve sinir sistemi rahatsızlıklarına neden olur.

28/7/2013 tarihli Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik gereği işveren; çalışanların maruz kaldığı gürültü düzeyini, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde ele almak ve risk değerlendirmesi sonuçlarına göre gereken durumlarda gürültü ölçümleri yaptırarak maruziyeti belirlemelidir. Bunun yanında; risklerin kaynağında kontrol edilebilirliğini ve teknik gelişmeleri dikkate alarak, gürültüye maruziyetten kaynaklanan risklerin kaynağında yok edilmesini veya en aza

indirilmesini sağlamakla ve yönetmelik maddelerine göre alınması gereken tedbirleri belirleyip uygulamakla yükümlüdür.

Ocaklarda ve cevher zenginleştirme tesislerinde gürültü düzeyini azaltmak için;

- Makine periyodik bakım ve kontrollerinin yapılması,
- Makine döner parçalarının düzenli yağlanması,
- Gürültülü makine parçalarının birkaç katlı metal plakalarla kapatılması,
- Mümkün olan yerlerde metal parçalar yerine plastik parçalar seçilmesi,
- Titreşimi engellemek için makinelerin düzgün ve sert zeminlere monte edilmesi,
- Çalışanların çalışma bölümlerinin gürültü kaynağından mümkün olduğunda uzak yerlerde bulunması,
- Çalışanların gürültü maruziyeti konusunda bilinçlendirilmesi,
- Gürültü ölçüm sonuçları ve yapılan işe uygun kişisel koruyucu donanım temin edilmesi ve kullanımının takip edilmesi,
- Çalışanların düzenli odyo testlerinin yapılması ve bunların kayıtları saklanması önemlidir.

3.3. Yüksekte Çalışma

Seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma yüksekte çalışma olarak kabul edilir.

Bir kişinin yüksekten düşmesine sebep olan etmenler;

- Yükü kaldıran yüzeyin desteğinin yetersiz olması,
- Zeminlerin ıslak, yağlı veya kaygan olması,
- Merdivenlerin uygunsuz kullanımı,
- Çalışma yapılan alanda yerde bulunan malzeme veya aletlere takılma,
- Uygunsuz aydınlatma,
- Kötü hava koşulları,

- Düşmeyi önleyici sistemlerin bulunmaması ya da yanlış kullanımı olarak sıralanabilir.

Yüksekte çalışmalar için;

- Yüksekte çalışma talimatı, acil durum ve kurtarma planı hazırlanmalı,
- Buzlu, rüzgarlı ve nemli havalarda çalışmalar ertelenmeli,
- Korkuluk, trabzan gibi düşmeyi önleyici tedbirler alınmalı,
- Çalışanların ve işi yürütecek olanların yetkin ve eğitimli olmalı, çalışmaların bir gözetmen kontrolünde gerçekleşmesi sağlanmalı,
- Yüksekte çalışma donanımları kullanılmalı ve bunların düzenli olarak kontrol ve bakımları yapılmalıdır.

3.4. Elektrik

Tesislerde elektrik olmadan çalışma yapılması mümkün değildir. Elektrik kullanımı çalışanlar için tehdit unsurları içerir. Ekipmanlardaki elektrik arızaları; tesisteki üretimin tamamının durmasına, çalışma alanında yangınlara, makinelerde ve üretilen malzemede tahribata, çalışanlarda ciddi yaralanmalara ve ölüme yol açabilir.

Elektrikle yapılan çalışmalardaki uygunsuz durum ve davranışlar;

- Hasarlı elektrik kablolarına çalışanların veya araçların teması,
- Soket ve prizlerde kullanılan çıplak tellerin bulunması, uygun olmayan ya da arızalı, kırık prizlerin kullanımı,
- Hasarlı elektrik teçhizatı, makine ve alet kullanımı,
- Elektrikli alet ve makinelerin topraklanmasının yapılmaması veya yetersiz olması,
- Sabit hat çekimi bulunmadığından uzatma kablolarının kullanılması,
- Elektrik tesisatının ve ekipmanın düzenli kontrol ve bakımlarının yapılmaması,
- Elektrik kumanda odasının çalışanlar tarafından dinlenme bölümü olarak kullanılması,

- Yangın söndürücülerin ve yalıtım malzemelerinin bulunmaması veya bunları kullanabilecek eğitimli çalışanın bulunmamasıdır.
- İşyerinde alınabilecek önlemler ise:
- İşyerindeki tüm devrelerde toprak kaçağı devre kesici kullanılması,
- Ana şalter kutusunun hava olaylarından etkilenmemesi için ayrı ve kapalı bir odada, iyi koşullarda saklanması,
- Dağıtım panelleri ve ana şalterdeki çalışmalar için izole paspas konulması,
- Çalışmaya başlanılmadan önce bakım ve onarımı yapılan bütün ekipmana, başkası tarafından makinenin çalışmasının engellenmesi için gerekli etiketleme ve kilitleme işlemleri yapılması,
- Şekil 11'deki gibi elektrik tehlikesi bulunan yerlerde voltaj ve diğer bilgileri içeren uyarı işaretlendirilmesinin yapılması,
- Elektrik işlerinin sadece eğitimli ve yetkili personel tarafından gerçekleştirilmesi ve işlemler sırasında plastik eldiven ve uygun ayakkabının kullanılması olarak sıralanabilir.



Şekil 11. Ölüm tehlikesi uyarı işaretlendirmesi

3.5. Mekanik Tehlikeler

Makine parçaları bireysel veya kombinasyon halinde doğrusal, döner veya salınım hareketi yapabilir. Birçok durumda, hareketli parçalar makine ile işlem yapan çalışanlara yaralanmaya sebep olabilecek kuvvet uygular.

Çalışanların kırıcı veya konveyör bantlara kapılması sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Bunun yanında, bozulduğu halde tamir edilmeyen ve uygun koşullarda saklanmayan küçük el aletleri de birçok tehlike ihtiva eder.

Makine çalışmalarındaki tehlikeli durum ve davranışlar;

- Çalışanların makine çalışmaları konusunda güvensiz davranışlardan kaçınmak için uygun eğitim almamış olmaması,
- El aletlerinin kötü durumda olması ve bozulduğunda bakımlarının yapılmaması,
- Kırıcı ve bant konveyörün hareketli parçalarında kıyafetlerin takılmasını önleyecek muhafızların bulunmaması,
- Çalışma kıyafetlerinin çalışmaya uygun olmaması,
- Çalışanların makineye kapılmaları durumunda acil durdurma düğmesinin bulunmaması,
- Çalışanların, çalışma için gerekli kişisel koruyucu donanımı olmaması veya kullanmamasıdır.

Uygunsuz durum ve davranışlar sonucunda;

- Muhafazası bulunmayan makinelere takılma, kapılma veya makine parçaları arasında sıkışma,
- Kablo veya hortum bağlantılarına takılma, düşme
- Alet ve makine tahribatı gerçekleşebilir.

Mekanik tehlikeleri önlemek için;

- Çalışanların mekanik tehlikeler konusunda bilinçlendirilmesi ve güvenli çalışma konusunda eğitilmeli,
- Çalışan izin sistemi oluşturularak yetkisiz kişilerin makinelerle uygunsuz çalışmasının engellenmeli,

- Hareketli parçaları bulunan makinelerle yakın çalışma sırasında uygun kıyafetler giyilmeli,
- Hareketli makine aksamlarının tümünün çevresine makine muhafazaları yerleştirilmeli,
- Tüm elektrikli aletlerin ve el aletlerinin düzenli kontrol ve bakımlarının yapılmalı,
- Bakım ve onarım çalışmaları sırasında bir başkasının makineyi çalıştırmasını engellemek için uygun makine etiketlendirmesi yapılmalı,
- Tehlikeli durumlarda kullanılmak üzere makinelere acil durdurma düğmesi konulmalı ve kullanımı hakkında çalışanlara eğitim verilmelidir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada çalışmanın yapıldığı maden ocağından yola çıkılarak açık işletmelerde karşılaşılabilecek problemler, yaşanabilecek iş kazaları ve meslek hastalıkları incelenmiş ve iş sağlığı güvenliği yönetmeliği göz önüne alınarak çözüm önerileri sunulmuştur.

Ülkemizde ve dünyadaki en tehlikeli işkollarından biri belki de en tehlikelisi olarak kabul edilen madencilik sektöründe riskler değerlendirilerek derecelendirilmeli, ortaya çıkan sonuca uygun tedbirler alınmalı, işçi ve işveren düzenli olarak eğitimlerden geçirilerek bilinçlendirilmeli, işletmeler yetkili kişiler tarafından kısa zaman aralıklarıyla denetlenmeli ve teknolojik yenilikler takip edilerek sürekli iyileştirmeler sağlanmalıdır. İşletmelerde kazalar genellikle dikkatsizlik, bilgisizlik, eğitimsizlik, özgüven, şakalaşma, yorgunluk gibi kişisel kusurlardan kaynaklanmaktadır. İnsanların, daha doğrusu yaşamın olduğu yerlerde hatalar her zaman olmuştur ve gelecekte de olacaktır fakat, alınan önlemler sayesinde sistemler hata kaldırabilir seviyeye gelebilir, yaşanan kazalar ve meslek hastalıkları minimum seviyeye indirgenebilir hatta tamamen ortadan kaldırılabilir.

KAYNAKLAR

Gündüz, L. 1998. *Pomza Teknolojisi*, Cilt 1, Isparta.

Resmi Gazete, *Maden İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği*, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/1d313feb9787064_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 17.8.2017).

Resmi Gazete, 2013. *Tozla Mücadele Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 28812*, T.C. Resmi Gazete, Ankara, 2013.

Resmi Gazete, 2013. *Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı: 28721*, T.C. Resmi Gazete, Ankara, 2013.

RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN YÖNETİMİ

RISK MANAGEMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISKS WITH VALUE AT RISK METHOD

B. Karadayı
Çukurova Üniversitesi, İş Güvenliği Anabilim Dalı, Adana

S. Ural
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Risk yönetimi işletmelerin faaliyetlerini sürdürmesi esnasında meydana gelebilecek beklenmedik tehlikelerin önlenmesi için gerekli faaliyetlerin tümünü içermektedir. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından risk yönetimi ise iş kazalarının ve meslek hastalıklarının çalışma ortamından ve insan hatalarından kaynaklı olarak önlenmesini içermektedir. Bu çalışmada, risk yönetimi araçlarından Riske Maruz Değer yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem (RMD), son zamanlarda finansal risklerin ölçülmesinde ve risk yönetiminde karar vericiler açısından yoğun olarak kullanılan bir yöntemdir. Çalışmada, RMD hesaplama yöntemleri arasında doğrusal olmayan ilişkileri ve gelecekte meydana gelebilecek olası değişimlerin etkilerini de içermesi nedeniyle en kapsamlı ve güçlü RMD hesaplama yöntemi olarak kabul edilen Monte Carlo Simülasyon Yöntemi kullanılmıştır. RMD yöntemi kullanılarak yürütülen bu çalışmada, üretim miktarlarının ve kapasite kullanım miktarının iş kazalarına bağlı olarak nasıl bir değişim izlediği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: RMD, Monte Carlo Simülasyonu, Risk Yönetimi, İş Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT: *Risk management includes all required activities to protect unexpected insecurenesses that occur during the operations of the facilities. Risk management for occupational safety is interested about protecting work-related incidents that are originating from work places. In this study, Value at Risk (VaR) is used as risk management method. Recently, this method is intensively used to evaluate financial risks and to take correct decisions by decision makers. In this study, Monte Carlo Simulation Method that is admitted as most extensive and powerful method because of containing non-linear relations and variances effects that might be occurred in the future among VaR calculation methods. In this study, production amount and the capacity usage ratio*

performed by using VaR method that are affected according to work-related incidents was investigated.

Keywords: *VAR, Monte Carlo Simulation, Risk Management, Occupational Health and Safety.*

1. GİRİŞ

Günümüzün en önemli problemi ülkelerin güvenli ve sürdürülebilir enerji temini konusudur. Enerji kaynaklarına hâkim olmak, ülkelerin ihtiyaçları kadarını temin etmesi, ihtiyaç fazlasını da ticari anlamda değerlendirmek istemeleri son yüzyılın en önemli problemlerine yol açmıştır. Enerji kaynakları dünya üzerinde sınırlı olup gelişmekte olan ülkelerin enerjiye olan ihtiyaçlarının gün geçtikçe artması, gelişmiş ülkelerin de belirli bir düzeye ulaşmış enerji tüketimlerinin yüksekliği her geçen gün güvenilir enerji kaynağı ihtiyacını daha da artırmaktadır. Enerji için adı konmasa bile dünya üzerinde savaşlar yaşanmakta, ülkeler kendilerinin gelecekteki enerji temin kaynaklarını güvence altına almak istemektedirler.

Gelişen teknoloji ve modern dünyada insanlığın günlük hayatta enerji kullanım oranları ve yüksek talepler, enerji üretimi gerçekleştiren kurumların üretim sürekliliğinin sağlaması gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Üretim sürekliliğini tehdit eden durumlar, donanımsal ve insansal faktörler içermektedir. Üretim sürekliliğini tehdit eden insansal faktörlerden iş kazaları ve meslek hastalıklarının etkileri, incelenmesi gereken konulardan birisidir.

Bu çalışmada ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde önemli bir kuruluş olan Afşin Elbistan Termik Santrali'ne yakıt temini gerçekleştirilen Afşin Elbistan Linyit İşletmeleri'nde geçmiş dönemde yaşanılan iş kazaları ve meslek hastalıkları incelenmiştir. Yapılan incelemelerde istatistiki veriler ve simülasyon modelleme teknikleri kullanılarak ileriye yönelik tahminler yapılmış ve iş kazaları ve meslek hastalıklarının işin sürekliliğini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu doğrultuda RMD metodolojisinden yararlanılarak tesiste mevcut bulunan

personel sayısının tam kapasite çalışma için yeterli olup olmadığı saptanmıştır. Bu yöntem sayesinde doğrusal olmayan ilişkilerin ve gelecekte meydana gelebilecek olası değişimlerin etkilerinin İSG açısından analiz etme imkânı amaçlanmıştır.

RMD yöntemi; belirlenen bir zaman döneminde, belirli bir olasılıkla, finansal bir varlığın veya portföyün değerinde meydana gelebilecek en fazla kayıp olarak tanımlanmaktadır (Demirelli ve Taner, 2009). Bu yöntem; 1994 yılından itibaren finans sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. RMD yöntemi (Value at Risk – VaR) daha sonra menkul kıymet işlemleri ile uğraşanlar, bankalar, emeklilik fonları, diğer finansal kurumlar ve mali olmayan şirketler tarafından da yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir. Bu yöntem ilk defa bir maden işletmesinin risklerinin analizinde bu çalışma kapsamında kullanılmıştır. Bu yöntem sayesinde çalışmamızda olası işletmenin birimlerinin ayrı ayrı riskleri tek bir işletme riski olarak, tek bir rakam şeklinde ifade edilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Malzeme

Yürütülen bu çalışmada malzeme olarak 1997-2002 yılları arasında Afşin-Elbistan Linyitleri'nde (Kışlaköy Maden İşletmesi) meydana gelen iş kazası kayıtları kullanılmıştır. Yalnızca bu yıllar arasındaki veriler temin edilebilmiş olup tesisten elde edilen veriler, yıl-hafta, kazanın meydana geldiği birim ve iş kazası veya meslek hastalığı nedeniyle meydana gelen iş günü kayıpları şeklinde ayrıştırılmıştır. Ayrıca bu verilerin yanı sıra, tesisin mevcut personel sayısı ve üretim prosesi bilgileri de temin edilmiştir. Tesiste mevcut durumda bulunan personel sayısı Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Mevcut durumda tesiste bulunan personel sayısı

Birim	Personel Sayısı
Maden İşletmesi	345 kişi
Elektrik Bakım	234 kişi
Mekanik Bakım	126 kişi
Ambarlar	17 kişi
TOPLAM	**722 kişi**

2.2. Yöntem

Çalışmada yöntem olarak ise; RMD yöntemi, Monte Carlo Simülasyon Yöntemi, kesikli ve sürekli olasılık dağılımları, dağılım uygunluk testi olan maksimum olabilirlik yöntemi, rassal sayı üretme, Matlab yazılımı ve risk matrisi kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Matlab yazılımında incelenen verilerden yıllık iş kazası sayılarının kesikli dağılım olan Poisson dağılımına, iş kazası başına meydana gelen iş günü kayıplarının ise sürekli dağılım olan Lognormal dağılıma uyduğu görülmüştür. Bu uygunluğu araştırırken maksimum olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Dağılım parametrelerinin belirlenmesinin sonrasında yine Matlab yazılımında rastgele 10 000 adet sayı üretimi gerçekleştirilmiştir.

Riske Maruz Değer (RMD - Value at Risk – VaR), belirli varsayımlar altında bir portföy veya varlığın belirli bir güven aralığında ve belirli bir dönem içinde muhtemel maksimum kaybını veren bir yöntemdir (Bolgün ve Akçay, 2005).

RMD yöntemi ağırlıklı olarak finans piyasalarında risk yönetiminde etkin olarak kullanılan bir araçtır. Bu yöntem sayesinde finans piyasasında işlem yapan kurumlar esas olarak normal piyasa koşullarında, elde tutulan portföyün belirli bir zaman aralığında %x olasılık ile parasal olarak ne kadar zarar edeceği sorusuna cevap bulabilmektedir (Eser, 2010).

RMD yönteminin en büyük avantajı portföyü oluşturan kıymetlerin toplam riskini hesaplayıp riski tek bir değer ile ifade edebilmesidir. Bu sayede mevcut portföyü oluşturan kıymetlerin (pozisyonların) her birinin (faiz oranları,

döviz kurları, hisse senedi gibi kıymetlerdeki dalgalanmalar) riskleri toplanarak toplam portföy riskini oluşturmaktadır (Eser, 2010).

Yürütülen bu çalışmada, İSG alanında da benzer yaklaşım ile risk yönetimi çalışması sonucunda birimlerin ayrı ayrı risklerinin işletmenin toplam riskini hesaplamada kullanılabileceği düşünülmüştür. Bu doğrultuda tam mekanize bir maden işletmesi olan Afşin Elbistan Linyitlerinin her bir birimi için hesaplanan yıllık işgünü kayıpları toplanarak işletmenin toplam riski tek bir değerde elde edilmiştir. Tesisin birimlerinden birinde meydana gelebilecek olan iş günü kaybının diğer birimlerin işleyişini de etkileyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle birimlerin birbirinden etkileşimlerinin ifade edilebildiği yeni bir değer elde edilmesi gerekmektedir. Bu yöntem sayesinde %x olasılıkla yıl içinde işletmenin kaybedeceği iş günü miktarı ve üretim kaybı hesaplanabilmiştir.

Çalışmada Afşin-Elbistan Linyitleri İşletmeleri birim bazında ayrıştırılmış ve her bir birim için yıllık iş kazası sayısı ve iş günü kayıpları elde edilmiştir. Elde edilen bu iş günü kayıpları verileri Matlab yazılımında işlenerek verilere ait uygun dağılımların olasılık fonksiyonları elde edilmiştir.

İş günü kayıplarının olasılık dağılımı şeklinde hesaplanmasının akabinde her bir birim için bulunan olasılık dağılımları Monte Carlo Simülasyon Yöntemi kullanılarak toplanmış ve işletmenin toplam yıllık iş günü kaybı yine olasılık dağılımı şeklinde hesaplanmıştır.

Kışlaköy Maden İşletmesi'nin iş günü kayıpları nedeniyle oluşan üretim kayıpları riskinin değerlendirilmesinde, risk matrisinden yararlanılmıştır. Risk değerlendirmesinde yıllık üretim kayıpları esas alınmıştır. Bu yıllık üretim kayıpları, maden biriminde bulunan 6 adet üretim hattından 1 adet üretim hattının iş günü kayıpları nedeniyle çalışamayacağı süreler ve bu süreler sonucunda sebep olunan üretilemeyen miktarlardır. Üretim ve iş günü kayıplarına göre risk seviyeleri Çizelge 2'deki gibidir.

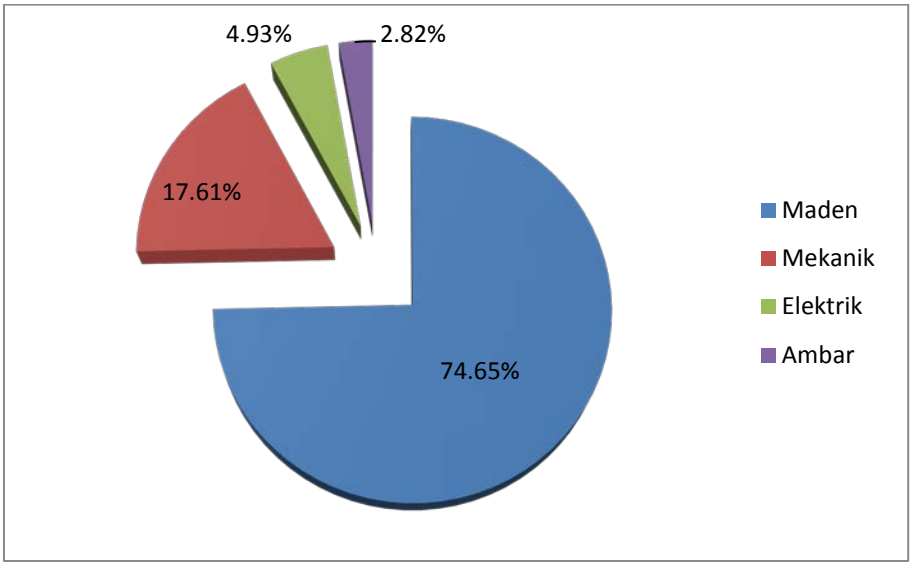
Çizelge 1. Üretim ve iş günü kayıplarına göre risk seviyeleri

Risk Seviyesi	İş Günü Kaybı (gün/yıl)	1 Hattın Çalışamadığı Süre (gün/yıl)	Üretim Kaybı (ton/yıl)
Kabul Edilemez	7.831 +	90 +	556.668 +
Çok Yüksek	5.221 – 7.830	60 – 90	371.113 - 556.667
Yüksek	2.611 – 5.220	30 – 60	185.557 – 371.112
Orta	1.219 – 2.610	14 – 30	86.593 – 185.556
Düşük	610 – 1.218	7 – 14	43.297 – 86.592
Çok Düşük	0 - 609	0 – 7	0 - 43.296

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

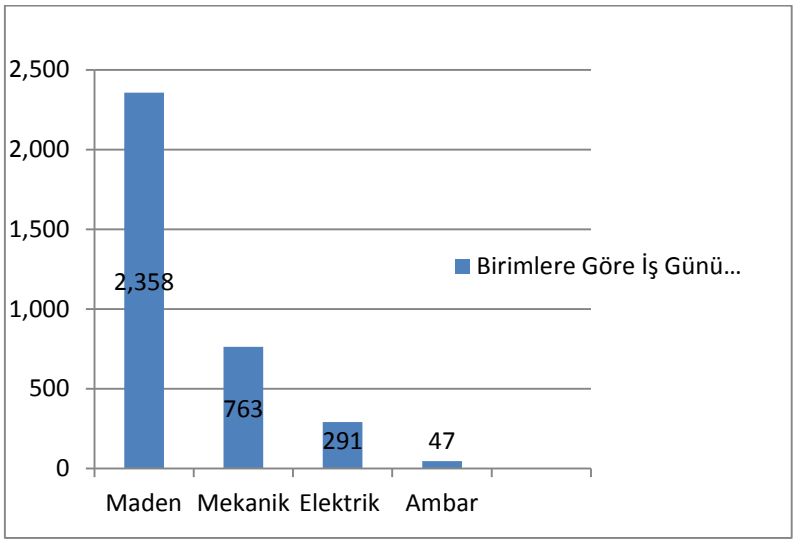
Kışlaköy Açık Ocakları'nda 1997-2002 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının yıllar bazında dağılımı incelendiğinde en çok iş kazasının 1997 yılında yaşandığı görülmüştür. 1997 yılında 27 iş kazası yaşanmış iken en az iş kazasının yaşandığı yıllar ise 21'er kez 1999 ve 2001 yıllarında yaşanmıştır. Yıllar bazında ortalama 24 iş kazası yaşandığı tespit edilmiş olup 6 yıllık periyotta toplam 142 iş kazası yaşanmıştır.

İşletmede en çok kazanın %74,65 oran ile maden işletmesinde meydana geldiği görülürken, en az kazanın ise %2,82 oran ile ambarlarda meydana geldiği görülmüştür. Meydana gelen kazaların birim bazında dağılımı Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Üretim ve iş günü kayıplarına göre risk seviyeleri

İş kazalarından kaynaklı iş günü kayıpları incelendiğinde ise en çok iş günü kaybının 2358 gün ile maden biriminde yaşandığı, en az iş günü kaybının ise 6 yıllık periyotta 47 gün ile ambarlar kısmında yaşandığı görülmüştür. 1997-2002 yılları arasında meydana gelen iş kazalarından kaynaklı iş günü kayıplarının birimler bazında dağılımı ise Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Birimlere göre 1997-2002 yılları arası meydana gelen iş günü kayıpları

Kışlaköy Açık Ocak Maden İşletmesi'nde yapılan çalışmada iş günü kayıpları, yaşanılan iş kazaları başına irdelenmiştir. Bu iş kazaları, tesiste yaşanılan haftalık iş kazası sayısına göre ayrıştırılmış ve meydana gelen her iş kazasının da sebep olduğu iş günü kayıpları elde edilmiştir. Elde edilen iş günü kayıpları ve iş kazaları verileri Matlab yazılımına aktarılmıştır. Bu yazılımdan her bir birimde yaşanılan iş kazalarının ve iş günü kayıplarının olasılık dağılımları elde edilmiştir.

Matlab yazılımında her bir birimin ayrı ayrı yıllık iş kazası olasılık dağılımları ile iş kazası başına yaşanılan iş günü kayıplarının olasılık dağılımları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu olasılık dağılımları kullanılarak birimlerin riski yıllık iş günü kaybı olarak elde edilmiştir. Elde edilen verilerin Matlab yazılımında analizi sonucunda hesaplanan birimlere ait "iş kazası / yıl" ve "iş günü kaybı / iş kazası" sayılarının olasılık dağılımları çarpılarak "iş günü kaybı /

yıl" verilerine ait olasılık dağılımları elde edilmiştir. Elde edilen bu olasılık dağılımı her bir birim için yaşanan yıllık iş günü kayıpları miktarını ifade etmektedir. Bu çalışmada, bu veriler her bir birimin riski olarak kabul edilerek toplam işletme riskinin hesaplamasında kullanılmıştır.

Kışlaköy Açık Ocak İşletmesi'nin toplam riski, yani işletmede meydana gelen toplam yıllık iş günü kaybı, Matlab yazılımında "ToplamRisk" olarak ifade edilmiş ve aşağıdaki formül kullanılmıştır.

ToplamRisk = X+Y +Z+W

X: Maden biriminde yaşanılan yıllık iş günü kaybının olasılık dağılımı

Y: Mekanik biriminde yaşanılan yıllık iş günü kaybının olasılık dağılımı

Z: Elektrik biriminde yaşanılan yıllık iş günü kaybının olasılık dağılımı

W: Ambarlar biriminde yaşanılan yıllık iş günü kaybının olasılık dağılımı

$$ToplamRisk = [lognrnd(5.09441,0.7944091,10000) + lognrnd(3.65076,0.9837,1,10000) + lognrnd(2.95832,1.16112,1,10000) + lognrnd(2.29745,0.774498,1,10000)]$$

ToplamRisk = lognrnd(5.64111,0.579937)

Tesisten elde edilen verilere göre tam mekanize çalışan Kışlaköy Maden Ocağı'nda minimum 492 yevmiye (personel) bulunması gerektiği tespit edilmiştir. Bu 492 yevmiye tesiste üretim olmasa bile bulunması gereken minimum personel sayısıdır. Bu personel sayısı üretim hattı dışında kalan; şalt sahası, kömür stok sahası, kontrol kısmı vb kısımlarda bulunması gereken personel sayısıdır. Tesiste yalnızca 492 personel bulunması durumunda üretim kapasitesinin %0 seviyesinde olması beklenmektedir.

Kışlaköy Maden Ocağı'nda üretime konu 6 adet döner kepçeli ekskavatörün mevcut olduğu üretim hattı bulunmakta olup bu üretim hattı, ekskavatörler dışında bant konveyör hattı ve stok sahalarına aktarım sağlayan hatlardan oluşmaktadır. Her bir üretim hattı kendi başına üretim kapasitesine

doğrudan etki etmekte olup bu üretim hattını oluşturan aşamalardan birinin aktif olmaması darboğaz yaratmakta ve o hattın üretim yapmasını engellemektedir. Elde edilen verilere göre her bir üretim hattında 87 yevmiye ile çalışma yapılması gerektiği tespit edilmiş olup 6 hattın tamamının çalışması için gereken personel sayısı 522 (87 yevmiye x 6 üretim hattı) olarak hesaplanmıştır. Toplamda tam mekanize olarak çalışan Kışlaköy Maden İşletmesi'nde çalışması gereken minimum personel sayısı 1014 (492 + 522) olarak hesaplanmıştır.

Kışlaköy Maden İşletmesi'nin tam kapasite ile çalışması için gereken 1014 personelden 492'sinin sabit bulunması gereken personel olduğu tespit edilmiş olup bu durum mevcut personel sayısı ile kıyaslanarak mevcut personelden ne kadarının üretime konu olmayan sabit personeller olduğu tespit edilmiştir. Bu hesaplamada aşağıda maksimum kapasite ile çalışma durumunda bulunacak olan sabit personel sayısının toplam personel sayısına oranını veren Eşitlik (1) kullanılmıştır.

$$\text{Sabit Personelin Toplam Personele Oranı} = \frac{492}{1014} = 0{,}49 \qquad (1)$$

Kışlaköy Maden İşletmesi'nde hâlihazırda toplamda 722 çalışan personel bulunmakta olup bu Eşitlik 1. kullanılarak bu personellerin 353 kişisinin sabit personel ($722 \times \%49$) olduğu geri kalan 369 personelin ise üretim hattında bulunan personeller olduğu tespit edilmiştir. Tesiste her bir hatta bulunması gereken minimum personel sayısının 87 olması nedeniyle 369 personelin 4 üretim hattını tam kapasite ile çalıştırdığı tespit edilmiştir. Tesisin mevcutta 4 üretim hattıyla çalışması nedeniyle kapasitesinin %66,8'lik kısmını kullandığı tespit edilmiştir.

Tesiste meydana gelen iş kazaları ve bu iş kazalarından kaynaklı meslek hastalıkları, mevcut üretim miktarını doğrudan etkilemektedir. Elde edilen bulgulara göre tesiste hâlihazırda %100 kapasitenin altında çalışma yapılmakta

olup yaşanacak olan iş günü kayıplarının da üretimi ve dolayısıyla kapasite kullanım oranını etkilemesi beklenmektedir. Tesisin geçmiş verilerine dayanılarak elde edilen ileriye yönelik iş günü kayıpları tahminine göre, bazı olasılık düzeylerinde yaşanması beklenen iş günü kayıpları Çizelge 3'teki gibidir. Bu çizelgede Matlab yazılımdan elde edilen Toplam İşletme Riski olarak hesaplanan lognormal dağılımdan elde edilen veriler istenilen olasılık düzeylerinde verilmiştir. Çizelge 3'ten de görüleceği üzere tesiste %90 olasılık seviyesinde 456 gün/yıl, %95 olasılık seviyesinde 610 gün/yıl ve %99 olasılık seviyesinde de 1059 gün/yıl iş günü kaybı yaşanması beklenmektedir. Yaşanılacak bu iş günü kayıpları nedeniyle üretim miktarlarının da etkilenmesi beklenmektedir.

İşletme için toplam iş günü kaybı hesaplanmış olup bu toplam iş günü kaybı geçmiş verilerden elde edilen birimlerde yaşanılan iş günü kayıplarının ağırlığı göz önünde bulundurularak birimler bazında ayrılmıştır. Çizelge 3'ten de görüleceği üzere Maden biriminde %90 olasılıkla yılda 311 gün, %95 olasılıkla yılda 416 gün ve %99 olasılıkla da yılda 722 gün iş kazalarına bağlı kayıp yaşanması beklenmektedir. Benzer şekilde diğer birimlerin de istenilen olasılık dağılımlarında yıllık yaşanması beklenen iş günü kayıpları bulunmaktadır. Elde edilen bu değerler istenilen güven aralıklarında hesaplanan RMD değerleri olup toplam yıllık iş günü portföyünün ne kadarlık kısmının yıl içinde kullanılamayacağını ifade etmektedir.

Çizelge 3. Gelecekte yaşanması beklenen yıllık iş günü kayıpları

Olasılık Düzeyi	**%90**	**%95**	**%99**
Toplam Beklenen İş Günü Kaybı/Yıl	456	610	1059
Maden Biriminde Beklenen İş Günü Kaybı/Yıl	311	416	722
Mekanik Biriminde Beklenen İş Günü Kaybı/Yıl	101	135	234
Elektrik Biriminde Beklenen İş Günü Kaybı/Yıl	38	51	89
Ambarlar Biriminde Beklenen İş Günü Kaybı/Yıl	6	8	14

Maden biriminde meydana gelecek olan iş kazalarına bağlı olarak iş günü kayıpları nedeniyle üretimin etkilenmesi beklenen seviyelerin değerlendirmesi Çizelge 4'deki gibidir.

Çizelge 4. Maden işletmesinde yaşanması beklenen yıllık iş günü kayıplarının üretime etkisi

Olasılık Düzeyi (%)	İş Günü Kaybı/Yıl	Bir Hattın Çalışamayacağı Gün/Yıl	Üretim Kaybı (Ton/Yıl)	Risk Seviyesi
90	311	4	29,692	Çok Düşük
95	416	5	37,115	Çok Düşük
99	722	9	66,807	Düşük

4. SONUÇLAR

- Yapılan çalışma sonucunda finansal risklerin yönetilmesinde yoğun olarak kullanılan RMD yönteminin iş güvenliği risklerinin yönetilmesinde de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır,
- RMD yönteminin iş günü planlamasında kullanılması sayesinde geleceğe yönelik projelerde, iş gücü miktarının garanti altına alınması sağlanabilecektir,
- Yürütülen bu çalışmada incelenen verilerden iş kazasının ve bu iş kazalarına bağlı olarak da iş günü kayıplarının en çok Maden Birimi'nde yaşandığı görülmüştür,
- Çalışmada incelenen verilerden iş kazasının ve bu iş kazalarına bağlı olarak da iş günü kayıplarının en az Ambarlar Birimi'nde yaşandığı görülmüştür,
- Tesisin en tehlikeli yeri olduğu görülen Maden Birimi'nde meydana gelen iş kazaları ve bu kazalardan kaynaklı iş günü kayıpları toplam işletme riskini de en çok etkileyen unsur olarak ön plana çıkmıştır,
- Maden Birimi'nde meydana gelen iş kazalarına bağlı iş günü kayıpları üretim miktarını ve tesisin kapasite kullanım oranını da doğrudan etkilediği görülmüştür,

– Yapılan bu çalışma sonucunda, diğer birimlerde meydana gelen iş kazalarından kaynaklı iş günü kayıplarının üretime olan etkisinin bilinmesi durumunda bu kısımlarda yaşanılan kazalar için de üretim kaybının hesaplanabileceği görülmüştür,

– Yapılan araştırma sonucunda elde edilen toplam işletme riski ile Kışlaköy Maden İşletmesi'nin üretim miktarlarının ve dekapaj miktarlarının iş kazalarından kaynaklı olarak ne oranda etkileneceği hesaplanmıştır,

– Tesiste meydana gelen iş kazasına bağlı iş günü kayıpları nedeniyle, 6 üretim hattından 1 tanesinin yıl içinde %90 olasılıkla 4 gün, %95 olasılıkla 5 gün ve %99 olasılıkla da 9 gün pasif hale gelmesi beklenmektedir. Bu durumun iş kazaları nedeniyle üretim kaybına neden olacağı sonucuna varılmıştır,

– Tesiste 1 hatta meydana gelebilecek 4 günlük bir iş günü kaybının 29,692 ton üretim kaybına, 5 günlük iş günü kaybının 37,115 tonluk üretim kaybına ve 9 günlük iş günü kaybının da 66,807 tonluk üretim kaybına neden olması beklenmektedir,

– Tesiste meydana gelen iş kazalarının önlenmemesi durumunda oluşacak olan pek çok maddi ve manevi kaybın yanı sıra üretim kaybının da yaşanacağı yorumuna ulaşılmıştır,

– İş kazalarının sosyal ve psikolojik etkilerinin yanı sıra üretime olan etkisi de iş güvenliği önlemlerinin maliyetlerinin, iş kazaları maliyetlerinden daha az olacağı yorumuna ulaşmakta kullanılacak bir veri niteliği taşımaktadır,

– Elde edilen sonuçlara göre iş kazalarından kaynaklı olarak tesiste üretimin etkilenme riskinin genel itibariyle çok düşük ve düşük seviyelerde olması beklenmektedir. İşletmede yürütülen operasyonel çalışmalar ağırlıklı olarak teknoloji kullanılarak yürütülmektedir. Yapılan araştırma sonucunda risk seviyesinin düşük ve çok düşük seviyelerde seyretmesinin sebebinin mekaniksel çalışmaların ağırlıkta olması olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Demirelli, E., and Taner, B., 2009. *Risk Yönetiminde Riske Maruz Değer Yöntemleri ve Bir Uygulama.* Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(3) 127-148.

Bolgün, K. and Akçay, M., 2005. *Risk Yönetimi: Gelişmekte Olan Türk Finans Piyasasında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları.* 2. Baskı, Scala Yayıncılık, İstanbul.

Eser, Ö., 2010. *Piyasa Riski Ölçümü Olarak Riske Maruz Değer ve Hisse Senedi Portföyleri İçin Bir Uygulama.* Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 84s.

PROSES GÜVENLİĞİ UYGULAMASI

PROCESS SAFETY APPLICATION

Ö. Kılıç
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

U. K. Şerifoğlu
İSDEMİR A.Ş., İş Güvenliği Mühendisi- İnşaat Mühendisi, İskenderun/Hatay

ÖZ: Büyük endüstriyel kazaya yol açabilecek kritik olayların belirlenmesi için kuruluşun ilgili yönetmeliğe göre alt/üst seviyeli kuruluş olup olmadığını belirlenmesi, bunun için tesis bünyesinde bulunan kimyasal miktarlarının değerlendirilmesi, akabinde en kötü senaryo oluşumu ihtimaline göre tehlikeli ekipmanların belirlenerek, risk değerlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada DOW FEI ve DOW CEI indekslerinin hesaplanarak, P&ID üzerinden HAZOP ve diğer risk analizi çalışmaları yapılması ve akabinde büyük endüstriyel kaza oluşumunun önlenmesi için aktif/pasif bariyerlerin belirlenerek hata ağacı ve olay ağacı metotları kullanılarak ve sonucun (jet yangını, buhar bulutu patlaması, toksik yayılım gibi) gerekli aksiyonların tespiti, böylece organizasyonların kendi durumunu öğrenmesi sağlanmış olacaktır. Bu çalışma ile, büyük endüstriyel kazalara yol açabilecek olayların önlenmesi kapsamında proses güvenliğinin sağlanması için uygulanabilecek yol haritası anlatılmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dow Fei, Dow Cei, Proses Güvenliği, Hata Ağacı Analizi.

ABSTRACT: *In order to determine the critical events that may lead to major industrial accidents, it is necessary to determine whether the organization is a lower / upper level organization according to the relevant legal regulation, to evaluate the chemical quantities in the facility, and then to determine the hazardous equipments according to the possibility of worst case scenario. In the study conducted, the DOW FEI and DOW CEI indices were calculated and HAZOP and other risk analysis studies were performed on the P & ID, and then the active / passive barriers were determined for the prevention of large industrial accidents, using error tree and event tree methods and the resultant (jet fire, vapor cloud explosion, toxic propagation), so that organizations can learn their own situation. With this work, we will try to explain the road map that can be applied to ensure process safety in the prevention of incidents that could be caused by major industrial accidents.*

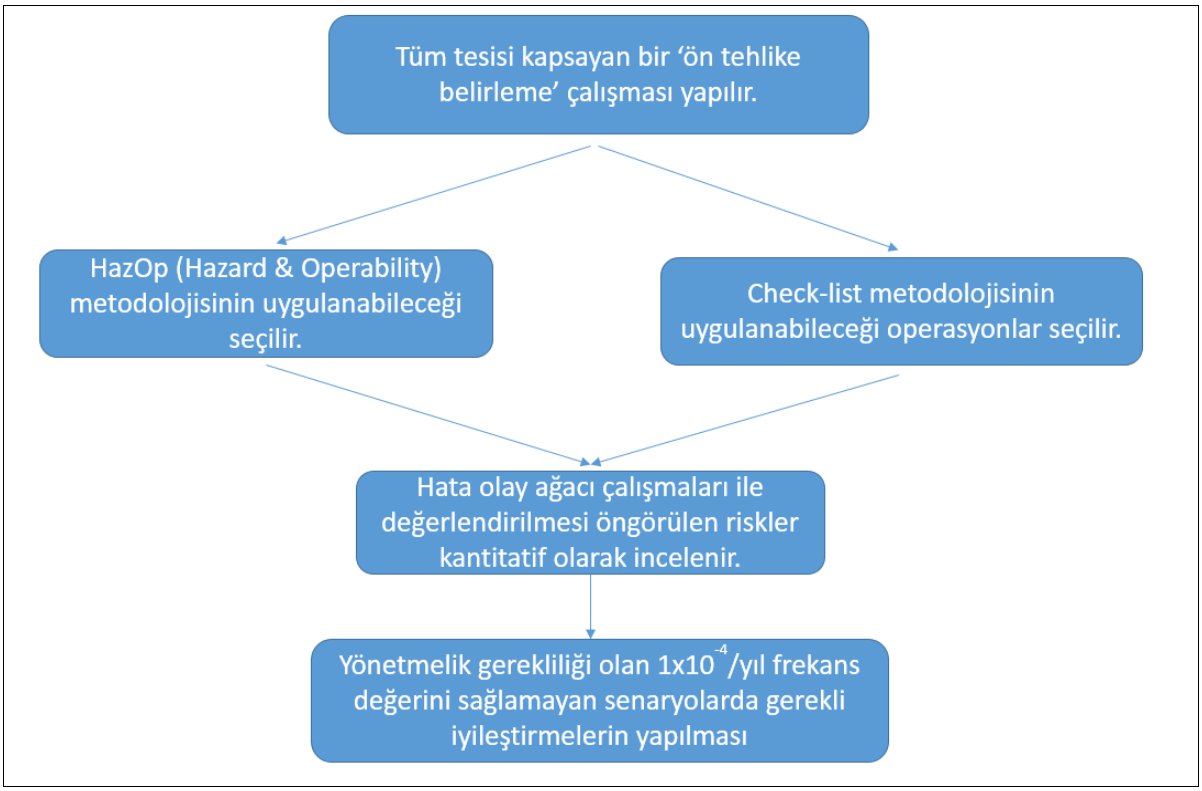
Keywords: *Dow Fei, Dow Cei Process Safety, Fault Tree Analysis.*

1. GİRİŞ

"Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik'in 8.Madde 1. Fıkrasında "Bu Yönetmelik kapsamındaki alt ve üst seviyeli kuruluşlarda büyük endüstriyel kaza tehlikelerinin belirlenmesi ve bu tehlikelerden kaynaklanacak risklerin değerlendirilmesi amacıyla kantitatif metotlarla risk değerlendirmesi yapılır." ifadesi yer almış; 2. Fıkrası ç bendinde ise, "proses içerisindeki tehlikeli ekipmanların belirlenmesi ve gruplandırılması"nın dikkate alınması gerekliliği belirtilmiştir. Bu kapsamda alt ve üst seviyeli kuruluşlarda yapılacak çalışmaların ilk aşaması, tesiste bulunan kimyasalların envanterinin oluşturulması ve sınıflandırılmasıdır. Çalışma kapsamına giren kimyasallar yönetmeliğin Ek-1'indeki "Bu Yönetmeliğin Uygulandığı Tehlikeli Maddeler" başlığındaki adlandırılmış maddeler ve adlandırılmamış madde ve müstahzar kategorilerine göre kapsama giren kimyasallar belirlenir. En kötü senaryonun belirlenebilmesi için proses ile ilgili en tehlikeli kimyasal/kimyasallar temsili olarak seçilir. Kimyasallar fiziksel, çevresel ve sağlık tehlikeleri bakımında üç kategoride değerlendirilir. Kategorilerin belirlenebilmesi için "Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik (SEA Yönetmeliği) veya NFPA 704 Acil Müdahale için Tehlikeli Madde Belirleme Sistemi Standardı kullanılır.

Öncelikli olarak prosesten kaynaklanan tehlikeler (Hazop, What-if, FMEA gibi) kalitatif metotlarla belirlenir.

Kalitatif risk değerlendirmesinde Büyük Endüstriyel Kaza'ya (BEK'e) giden tehlikeler, kantitatif risk değerlendirme ile sayısallaştırılarak yönetmelikteki 1x10-4/yıl frekans değerini sağlayıp sağlamadığının analizi yapılır. Tehlike belirleme çalışmalarının aşamaları Şekil 1'deki diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 1. Tehlike Belirleme Çalışmaları Akış Diyagramı

2. MALZEME VE YÖNTEM

Proseslerde büyük endüstriyel kazalara sebep olabilecek tehlikeli ekipman belirlenir. Bu kapsamda kimyasal ya da kimyasalların depolandığı, kullanıldığı ekipmanlar arasında çeşitli metodolojiler kullanılarak bir sınıflandırma yapılır. Olası bir proses sapmasının ilgili ekipman içerisinde bulunan kimyasalın miktarına, proses şartlarına, ekipman etrafında bulunan tehlike unsurlarına ve operasyonel müdahale imkanına göre büyük endüstriyel kaza oluşturma ihtimali bulunan ekipmanlar "tehlikeli ekipman" olarak seçilir. Tehlikeli ekipman belirleme metodu seçilirken aşağıdaki sıralama dikkate alınır:

- Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik Ek-1 Bölüm 1 ve Bölüm 2 kapsamına giren kimyasalları barındıran ekipmanların listelenmesi,
- Listelenen ekipmanların içerdiği kimyasalın türüne göre Çizelge 1'de belirtildiği şekilde metodoloji seçiminin yapılması.

Çizelge 1. Tehlikeli Kimyasal Kategorisine göre uygun metodolojiler

Tehlikeli Kimyasal Kategorisi	Kullanılan Metodoloji
Çok toksik	Dow kimyasal maruziyet indeksi-DOW CEI
Toksik	Dow kimyasal maruziyet indeksi-DOW CEI
Oksitleyici	İlgili ekipman tehlikeli ekipman olarak belirlenir.
Patlayıcı	İlgili ekipman tehlikeli ekipman olarak belirlenir.
Alevlenir	DOW Yangın ve Patlama İndeksi-DOW F&EI
Kolay alevlenir	DOW Yangın ve Patlama İndeksi-DOW F&EI
Çok kolay alevlenir	DOW Yangın ve Patlama İndeksi-DOW F&EI
Çevre için tehlikeli	İlgili ekipman tehlikeli ekipman olarak belirlenir.
Piroforik	İlgili ekipman tehlikeli ekipman olarak belirlenir.
Su ile temasında toksik gaz açığa çıkarır	İlgili ekipman tehlikeli ekipman olarak belirlenir.

2.1. DOW Yangın ve Patlama İndeksi–(DOW F&EI):

Dow Yangın ve Patlama İndeksi, proses birimlerini parçalara ayırarak yangın ve patlama tehlikelerinin varlığını ve önemini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılır.

Dow İndeksi = Ünite Tehlike Faktörü x Malzeme Faktörü ile hesaplanır. Malzeme Faktörü: Proseste yer alan en tehlikeli maddeden veya dikkate değer miktardaki maddelerin karışımından ortaya çıkan enerjinin yoğunluğunu gösteren bir sayıdır. Malzeme faktörü, maddelerin tutuşma derecesi veya reaktivitesinden elde edilir.

Dow İndeksi hesaplanırken proses, ünitelere bölünür ve malzeme faktörü her ünite için ayrı ayrı hesaplanır. Meydana gelebilecek en kötü senaryo dikkate alınarak, proses ünitesinde bulunan en tehlikeli maddenin malzeme faktörü dikkate alınır.

İndeks, hesaplama sonrasında belirlenen ekipmanda yangın ya da patlama yaşanması durumunda hangi ekipmanların etkilenebileceğini gösteren bir tehlike etki alanı tahmin edebildiği için tehlike büyüklüğü ölçüsü olarak da kullanılır.

Ayrıca indeks ile tehlike alanında bulunan ekipmanların değişimi için maksimum muhtemel maddi hasar da hesaplanır.

Dow Yangın ve Patlama İndeksi ile tesisin farklı bölgelerinde yer alan bir tank, boru hattı, reaktör gibi üniteler için yangın ve patlama tehlikesi değerlendirilir. Çalışma ile yangından korunma önlemlerinin belirlenmesine yarayan yangın ve patlama indeksi hesaplanır ve muhtemel azami temel yatırım hasarının hesaplanmasında kullanılan hasar faktörü belirlenir.

DOW FEI-Yangın ve Patlama İndeksi Amaçları: İndeks, hesaplama sonrasında belirlenen ekipmanda yangın ya da patlama yaşanması durumunda hangi ekipmanları etkilenebileceğini gösteren bir tehlike etki alanı tahmin edilebildiği için tehlike büyüklüğü ölçüsü olarak da kullanılır.

İndeks ile tehlike alanında bulunan ekipmanların değişimi için maksimum muhtemel maddi hasar da hesaplanır.

Yangından korunma önlemlerinin belirlenmesine yarayan yangın ve patlama indeksi hesaplanır ve muhtemel azami temel yatırım hasarının hesaplanmasında kullanılan hasar faktörü belirlenir (DOW, 1994).

2.2. DOW Kimyasal Maruziyet İndeksi – (DOW CEI)

Kimyasal maddelerin açığa çıktığı olası olaylardan ötürü komşu tesislerde veya topluluklardaki insanların maruz kaldığı bağıl akut sağlık tehlikesi potansiyelinin derecelendirilmesi için kullanılmaktadır.

Kimyasal maruziyet indeksi kimyasalın yayılım durumunu etkileyebilecek beş faktör ile dikkate alınarak hesaplanır. Bu faktörler şunlardır;

- Toksisite ölçüsü,
- Olası salınım durumunda mevcut uçucu madde miktarı,
- İlgili her alanın mesafesi,
- Değerlendirilen maddenin mol ağırlığı ile sıcaklık,
- Basınç ve reaktivite.

Kimyasal maruziyet indeksi;

- Ön Tehlike Analizi (PHA) gerçekleştirmek,
- Dağılım Derecelendirme Endeksi (DRI) hesaplamak,
- Tüm birimler tarafından, madde salınımlarının önlenmesi, azaltılması veya hafifletilmesine yönelik tavsiyelerde bulunulmasını sağlayan inceleme süreçleri,
- Acil durum tepki planlamasının yapılması amacıyla kullanılır.
- Toksik bir kimyasalın sızıntısı durumunda havadaki konsantrasyonu ölçmek ve buna göre aksiyon alacak zamanı bulmak neredeyse imkânsız gibidir. Bu gibi acil durumlarda mevcut kimyasalların sağlığı tehdit edecek limitleri önceden araştırılıp bilinirse kazanın insan sağlığına etkileri azaltılmış olacaktır.

ERPG; insanların bir saat boyunca havadaki kimyasala maruz kaldığında hangi konsantrasyonlarda insanların sağlığının tehlikeye gireceğinin tahminidir. Bu kapsamda üç seviye ERPG tanımlanmış olup aşağıda açıklanmıştır.

ERPG-1: Bu seviyedeki konsantrasyona maruz kalan insanlarda hafif geçici sağlık sorunları meydana gelir.

ERPG-2: Bu seviyedeki konsantrasyona maruz kalan insanlarda geri döndürülemez veya ciddi sağlık sorunları meydana gelir.

ERPG-3: Bu seviyedeki konsantrasyona maruz kalan insanlarda hayati tehlikeler meydana gelir.

ERPG değerleri Çizelge 1'de farklı kimyasallar için verilmektedir. Çizelgede olmayan kimyasallar için;

ERPG-3 değeri için (tercih edilen sırayla);

- LC-50 değerinin 30'a bölünmesi ile elde edilir,
- ERPG-2 değerinin 5 katı alınarak elde edilir,

ERPG-2 değeri için (tercih edilen sırayla);

- STEL değeri kullanılır,
- TWA değerinin 3 katı kullanılır,

ERPG-1 değeri için (tercih edilen sırayla);

- Koku Eşiği değeri alınır,
- ERPG-2 değerinin 10'a bölünmesi ile elde edilen değer kullanılır.

2.3. DOW Yangın-Patlama ve Kimyasal Maruziyet İndeksi İşlem Aşamaları

DOW yangın-patlama ve kimyasal maruziyet indeksi işlem aşamaları aşağıda adım adım verilmiştir. Toplam proses tehlike faktörü belirleme aşamaları Şekil 2'de verilmiştir.

Adım 1: Malzeme Faktörünün Belirlenmesi (MF)

DOW Yangın ve Patlama İndeksinin ilk parametresidir. Proseste yer alan en tehlikeli maddeden veya dikkate değer miktardaki maddelerin karışımından ortaya çıkan enerjinin yoğunluğunu gösteren bir sayıdır. Malzeme faktörü, maddelerin tutuşma derecesi veya reaktivitesinden elde edilir.

Adım 2: Genel Proses Tehlike Faktörü (F1) belirlenmesi

Genel Proses Tehlike Faktörü (F1)

Genel Proses Tehlikeleri kritik olayın hasarının büyüklüğünü belirlemede birincil rol oynayan faktördür. Genel Proses Tehlike Faktörleri;

A. Ekzotermik kimyasal reaksiyonlar

B. Endotermik kimyasal reaksiyonlar

C. Madde elleçlenmesi ve transferi

D. Çevrelenmiş veya kapalı alanda bulunan proses üniteleri

E. Erişim

F. Drenaj ve döküntü kontrolü için ceza puanları belirlenerek hesaplanır.

Özel Proses Tehlike Faktörü (F2)

Özel Proses Tehlikeleri kritik olay hasar olasılığını bulunmasını sağlayan birincil faktördür. Özel proses tehlike faktörleri;

A. Zehirli maddeler

B. Vakum basıncı

C. Alevlenebilirlik aralığında ya da yakınındaki operasyonlar

D. Toz patlaması

E. Basınç

F. Düşük Sıcaklık

G. Alevlenebilir/stabil olmayan maddelerin miktarı

H. Korozyon ve erozyon

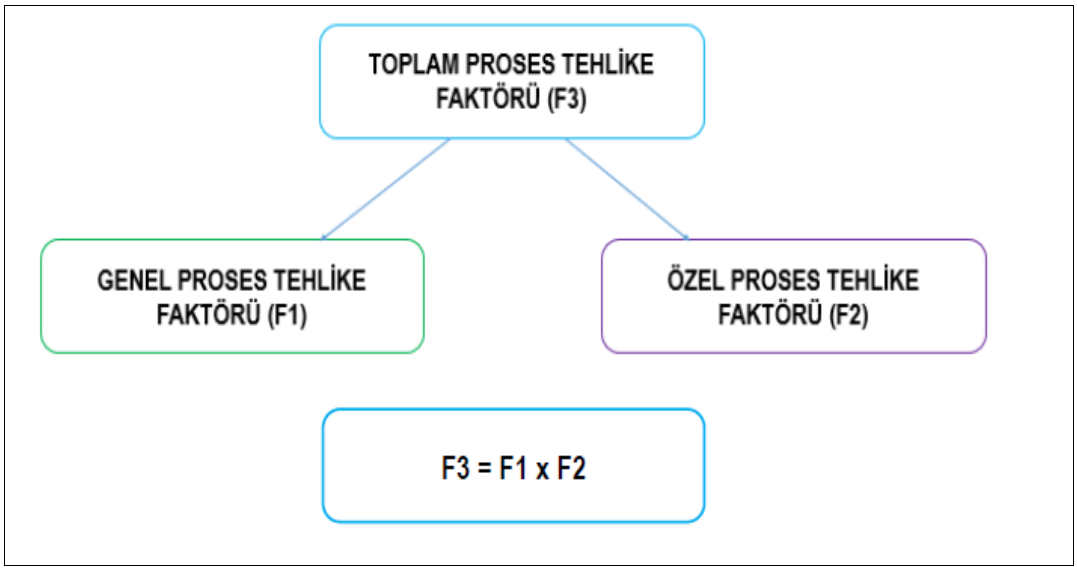
I. Sızıntı – bağlantılar ve paketleme

J. Isıtılmış ekipman kullanımı

K. Kızgın yağ ısı değişim sistemi

L. Hareketli dönene ekipman için ceza puanları belirlenerek hesaplanır

d. NH = 3 için Ceza Puanı 0,60



Şekil 2. Toplam proses tehlike faktörü belirleme aşamaları

Dow's F&EI çalışmalarında alınan sonuçların değerlendirilmesi için F&EI Tehlike Derecesi Çizelge 2'den yararlanılarak belirlenir (CEIG, 1994).

Çizelge 2. F&EI Tehlike Derecesi

F &EI için tehlike derecesi	
F & EI İndeks Aralığı	**Tehlike Derecesi**
1-60	Hafif
61-96	Ilımlı
97-127	Orta
128-158	Ağır
159+	Şiddetli

2.4. HAZOP (Hazard & Operability):

Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP), tehlikelerin ve işletme problemlerinin tesis genelinde belirlenebilmesi amacıyla uygulanan bir tekniktir. HAZOP, yeni tasarımı yapılan veya mevcut olan bir üretim sürecinde çeşitli parametrelerin tasarım limitlerinden sapmasından kaynaklanan kaza olaylarının ve sonuçlarının sistematik olarak tahmin edildiği bir çalışmadır. HAZOP'un amacı, tasarım şartlarından sapmanın nedenlerini tanımlamak, bu sapmalardan kaynaklanan tehlike ve işletim problemlerini belirlemek, bu tehlike ve işletim problemlerini kontrol etmek için alınacak önlemleri belirlemek, belirlenen önlemlerin uygulanmasını ve raporlanmasını sağlamaktır.

Hata Ağacı ve Olay Ağacı analizleri ile çalışmanın kantitatifleştirilmesi:

Tehlike belirleme çalışması doğrultusunda oluşturulan koruma katmanları çalışması tablolarında istenmeyen bir olayı başlatabilecek her bir durum için kaza senaryoları (papyon diyagramları) oluşturulur. Papyon diyagramları Hata Ağacı Analizi (FTA) ve Olay Ağacı Analizi (ETA) kısımlarından oluşmaktadır.

Hata ağacı analizi tek bir hataya ya da temel sistem hatasına odaklanan ve bu olayın nedenlerini belirleme yöntemi sunan bir tümdengelim yöntemidir. Hata ağacının oluşturulması kritik olayla başlar ve kritik olaya sebep olan temel sebepler ortaya konana kadar adım adım devam eder. Kritik olayın anlık nedenleri kritik olayla ilişkileri ile birlikte hata ağacında gösterilir. Anlık nedenlerden herhangi biri doğrudan kritik olayda sonuçlanıyorsa, bu neden kritik olaya bir VEYA mantık geçidi ile bağlanır. Eğer kritik olayın gerçekleşmesi için tüm anlık olayların meydana gelmesi gerekiyorsa kritik olaya VE mantık geçidi ile bağlanır. Her bir anlık olay, kritik olay gibi ele alınır. Her bir anlık olay için, nedenler belirlenir ve hata ağacında uygun mantık geçidi ile gösterilir.

Hata ağacı analizinin tamamlanması sonrasında kritik olayın insan ve çevreye olan etkilerinin değerlendirildiği olay ağacı analizi (ETA=Event Tree Analysis) çalışması yapılır. Olay ağacı, başlangıç olayından çıkıp, sistem

tepkilerinin kontrol ve güvenliğine doğru ilerleyerek olay zincirinin gelişimini gösterir.

Olay ağacı analizinde büyük endüstriyel kazaya sebep olabilecek alevlenir kimyasal döküntülerinin tutuşma olasılıkları CCPS'in Tutuşma Olasılıkları Yazılımı (Probability of Ignition Tool) kullanılarak belirlenir. Açığa çıkan yanıcı kütlelerin tutuşması için dikkate alınan mekanizmalar aşağıda verilmiştir:

- Elektrostatik Tutuşma,
- Ters Joule-Thompson Etkisi,
- Sıcak Yüzey Tutuşması,
- Difüzyon Tutuşması,
- Adyabatik Basınçlandırma/Türbülans,

Tutuşmanın ani olma ihtimalini etkileyen parametreler aşağıdaki gibidir:

- Kendiliğinden tutuşma sıcaklığına kıyasla açığa çıkma sıcaklığı,
- Minimum tutuşma enerjisi,
- Açığa çıkan kimyasalın piroforikliği,
- Basınç/Açığa çıkma hızı,
- Damlacık boyutu,
- Partikül varlığı,
- Sızıntı noktası etrafındaki kurulum ve yapılanma,
- Sızıntı sıcaklığı,
- Sızıntı fazı,
- Parlama noktası ve sızıntı hızı.

Tutuşmanın gecikmeli olma ihtimalini etkileyen parametreler ise aşağıdaki gibidir:

- Tutuşturucu kaynağın gücü ve tutuşturucu kaynak sayısı,
- Tutuşturucu kaynakların kontrolü,
- Maruziyet süresi,
- Sızıntı hızı/miktarı,
- Mevcut sızmış kimyasal kütlesi,

- Sızıntı fazı/Parlama noktası/Kaynama noktası,
- Tutuşturucu kaynaklarla sızıntı arasındaki mesafe,
- Meteorolojik bilgiler,
- Olayın açık/kapalı ortamda gerçekleşmesi,
- İnsan kaynaklı tutuşma ihtimali,
- Havalandırma hızı.

Çizelge 3. Tutuşma İhtimali Hesaplarında Kullanılan Analiz Seviyeleri

Analiz seviyesi	**Öngörülen kullanımlar**	**Hesaplama kapsamındaki parametreler**
Seviye 1 (temel analiz)	PHA (ön tehlike analizi) risk matrisi uygulamaları ve olası şekilde LOPA çalışmaları ve FMECA çalışmaları için uygundur.	Statik tutuşmanın payı, Kendiliğinden tutuşmanın payı,
Seviye 2 (orta analiz)	LOPA çalışmaları, FMECA çalışmaları ve eleme düzeyinde nicel risk değerlendirmeleri için uygundur.	Statik tutuşmanın payı, Kendiliğinden tutuşmanın payı, Tutuşturma kaynaklarının dayanımı ve bu kaynaklara maruziyet süresi, Açığa çıkan madde miktarı, Açığa çıkma/parlama
Seviye 3 (ileri analiz)	QRA (nicel risk değerlendirme) çalışmaları, maliyet-fayda analizleri ve sıklık parametresinin de tahmin edildiği ayrıntılı sonuç çalışmaları için uygundur.	Statik tutuşmanın payı, Kendiliğinden tutuşmanın payı, Tutuşturma kaynaklarının dayanımı ve bu kaynaklara maruziyet süresi, Açığa çıkan madde miktarı,Açığa çıkan/parlama

Tutuşma olasılıkları için Çizelge 3'de verilen algoritmalar kullanılır. Teknik rapor Çizelge 3'de verilen analiz seviyelerinden Seviye 3: İleri Analiz kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (CCPS, 2008). Kantitatif risk değerlendirme çalışmalarında sızıntıların tutuşma olasılıkları; kimyasalın özellikleri, proses şartları, sızıntı çapı ve süresi, tutuşturma kaynakları ve bu

kaynakların kontrol etkinliği parametreleri ile en detaylı hesaplama tekniği olan CCPS QRA Level 3 hassasiyetinde hesaplanabilir (CCPS, 2014).

Operasyonlarda istenmeyen durumlar gerçekleştiğinde operatörlerin müdahale esnasında yapacakları hatalar TESEO (TESEO-Tecnica Empirica Stima Errori Operatori) Metodu ile değerlendirilir. TESEO Metodunda aktivite tipi, aktivite tipine göre stres faktörü, operatör yetkinliği ve ergonomi faktörü değerlendirmeye katılarak Q (insan hatası olasılığı) = K1xK2xK3xK4xK5 formül ile hesaplama yapılır. Formülde kullanılan İnsan Hatası Olasılık Parametreleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Veri kaynakları kullanılarak kök nedenlerin gerçekleşme olasılıkları, önlemlerin (bariyer) hata yapma olasılıkları, tesiste gerçekleşen operasyon sayı ve süreleri ile değerlendirilen tehlikeli maddeye özgü sonuç olasılıkları kullanılarak çalışma sayısallaştırılır. Hata ağacı analizinde yer alan kök nedenlerin meydana gelme frekanslarının/olasılıklarının ve bariyerlerin hata yapma olasılıklarının hesaplanmasında çeşitli kaynaklar (OREDA, Faradip, Lees and Loss, CCPS, Purple Book, Red Book vb.) kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılan kaynak SINTEF tarafından 2015 yılında hazırlanmış olan OREDA (Offshore and Onshore Reliability Data) Handbook'tur. Bu kitapta çeşitli ekipmanların arıza modlarına göre hata yapma frekansları verilmektedir. Kök nedenlerin frekanslarının hesaplanmasında aşağıdaki Eşitlik (1) kullanılmaktadır:

$$\lambda 1 = \lambda * 8760 \qquad (1)$$

Formüldeki;

λ= Ekipmanın Hata Yapma Frekansı (/saat) (OREDA gibi çeşitli kaynaklardan alınmaktadır)

$\lambda 1$= Ekipmanın Hata Yapma Frekansı (/yıl)

Çizelge 4. TESEO Analizi

Aktivite tipi	**K1**
Basit, rutin	0,001
Dikkat gerektiren, rutin	0,01
Rutin olmayan	0,1
Rutin aktiviteler için geçici stres faktörü	**K2**
Gerekli zaman (s)	
2	10
10	1
20	0,5
Rutin olmayan aktiviteler için geçici stres faktörü	K2
Gerekli zaman (s)	
3	10
30	1
3	10
30	1
Operatör Yetkinliği	K3
İyi eğitilmiş, uzman	0,5
Ortalama bilgi ve eğitime sahip	1
Az bilgi ve eğitime sahip	3
Olayın stres faktörü	K4
Tehlikeli acil durum	3
Potansiyel acil durum	2
Normal durum	1
Olayın ergonomik faktörü	K5
Mükemmel mikroklima	0,7
İyi mikroklima, tesisle iyi bağlantı	1
Kesintili mikroklima, tesisle iyi bağlantı	3
Kesintili mikroklima, tesisle zayıf bağlantı	7
En kötü mikroklima, tesisle zayıf bağlantı	10

Önlemlerin (bariyerlerin) hata olasılıklarının hesaplanması arıza modunun karakteristiğine bağlıdır. Hesaplamalar arızanın gizli veya açık arıza olma durumuna göre değerlendirilir. Açık arıza modunda ekipmanın operasyon esnasında arıza yapması durumunda operatör tarafından arıza rahatlıkla tespit edilerek arızi bakım uygulanabilmektedir. Örneğin rutin operasyonlarda kullanılan pompa, vana gibi ekipmanlar "açık arıza" moduna girmektedir. Gizli arızada ise ekipman arızalarının ortaya çıkması ancak bu ekipmanın görevini

yerine getirilmesini gerektirecek bir olay ile gerçekleşebilmektedir. Örneğin, yedek olarak kullanılan bir pompa "gizli arıza" moduna giren bir ekipmandır ve bu yedek pompanın hata yapma olasılığı ilgili formül kullanılarak belirlenebilir. Açık arıza olması halinde Eşitlik (2) kullanılır:

$$P(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Formüldeki;

P = Ekipmanın Hata Yapma Olasılığı

λ = Ekipmanın Hata Yapma Frekansı (/saat) (OREDA gibi çeşitli kaynaklardan alınmaktadır)

t = Operasyon Süresi (ekipmana bakılmaksızın 8760 saat (sürekli sistem) olarak alınmaktadır)

Gizli arıza olması halinde Eşitlik (3) kullanılır:

$$P = 1 - \frac{}{} (1 - e^{-\lambda \cdot \tau}) \quad (3)$$

Formüldeki;

P= Ekipmanın Hata Yapma Olasılığı

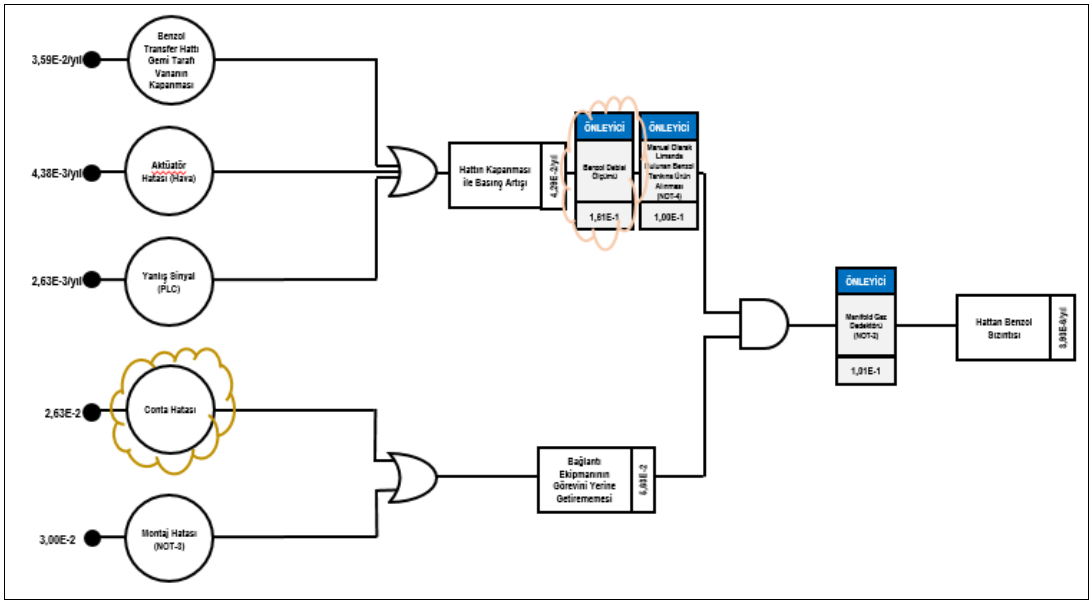
λ= Ekipmanın Hata Yapma Frekansı (/yıl) (OREDA gibi çeşitli kaynaklardan alınan değerin (saat) 8760 ile çarpılması ile elde edilir)

Ti= Bakım sıklığı (Örneğin bir ekipmana yılda 2 kez bakım yapılıyor ise Ti= ½; yılda 4 kez bakım yapılıyor ise Ti=¼ olarak alınmaktadır).

Yukarıdaki formüller kullanılarak kök nedenlerin hata yapma frekansı veya olasılıkları; bariyerlerin ise hata yapma olasılıkları hesaplanmaktadır. Bu hesaplamaların sonuçları papyon diyagramlarına eklenir ve son aşamada istenmeyen olayların (yangın, patlama, toksik yayılım vb.) meydana gelme frekansları elde edilmektedir.

3. ARAŞTIRMA BULGULAR

Örnek çalışmada; liman sahasında yapılan çalışmanın akım şeması Şekil 3'de ve başlangıç frekans tablosu Şekil 4'de verilmektedir.



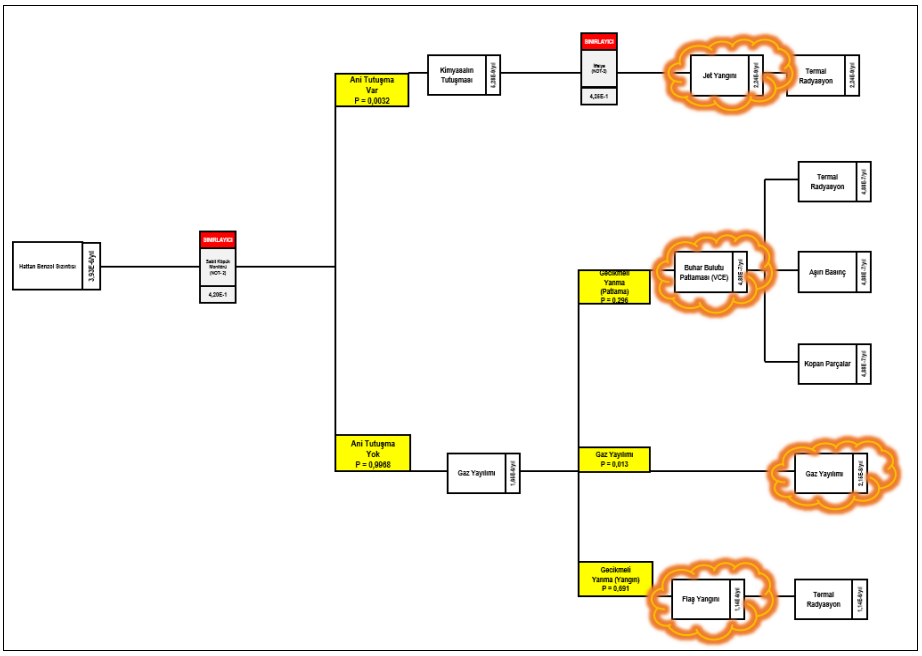
Şekil 3. Liman sahasında yapılan çalışmanın akım şeması

BAŞLANGIÇ FREKANSLARI TABLOSU

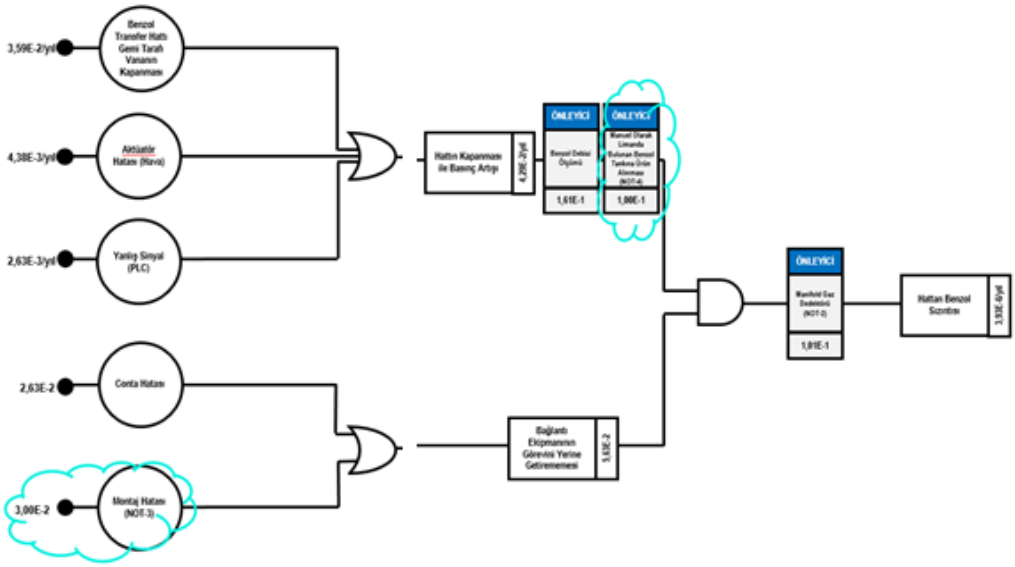
PAFTA KODU	PAFTA ADI	OPER. SÜRESİ (saat)	EKİPMAN ADI	FREKANS (/saat)	FREKANS (/yıl)	REFERANS
FTA 04	Benzol Hattından Sızıntı	8760	Vana Arızası	4,10E-06	3,59E-02	SINTEF Industrial Management, (2015).OREDA Offshore Reliability Data Handbook.Det Norske Veritas (DNV), Sf.594
		8760	Aktüatör	5,00E-07	4,38E-03	Reliability Engineering and Risk Analysis A Practical Guide , Sf.514
		8760	Sinyal Hatası	3,00E-07	2,63E-03	Reliability Maintainability and Risk, 2011, General Failure Rates.App. , Sf.388

Şekil 4. Liman sahasında yapılan çalışmanın başlangıç frekans tablosu

Kök nedenler belirlendikten sonra literatürden alınan frekans değerleri senaryodaki VE ya da VEYA kapılarına göre matematiksel olarak hesaplanarak büyük endüstriyel kaza frekansı bulunmaktadır. VEYA kapısına ait olayların frekans değerleri toplanırken, VE kapısına bağlı olasılıklar çarpılmaktadır. Hesaplama ile ilgili kurallar Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Hesaplar ile ilgili akış şeması



Şekil 6. Hesaplar ile ilgili akış şeması

Hattın Kapanması ile Basınç Artışı =3,59E-2+4,38E-3+2,63E-3=4,29E-2 /yıl

Bariyerler olasılık değerleridir ve frekans değerleri ile çarpılırlar.

Aşırı Basınç Artışı = (4,29E-2 / yıl) x 1,61E-1 x 1,00E-1=6,91E-4 / yıl

Bariyer hata olasılığı hesaplaması için açık arıza formülü olan P(t) =1-e-λt kullanıldığında;

P(t) = 1 – e-(2,00E-5)*(8760) = 1,61E-1 olarak bulunur.

4. SONUÇLAR

Örnek çalışmadan da görüleceği üzere, hattan benzol sızıntısı nedeniyle, oluşabilecek; jet yangını, buhar bulutu patlaması, flaş yangını olasılığının yönetmelikte belirtilen sınır değer "1x10-4"den küçük olduğunu tespit etmektedir. Büyük Endüstriyel Kazaya dönüşümü ihtimali istenilen olasılık değerinin altında olup proses güvenliğinin sağlanması anlamında uygun çalışmalar yapıldığını göstermektedir (CPSFA, 2001).

Geçmişte yaşanan Seveso, Bhopal, Piper Alpha, Sandoz, Deepwater Horizon, Fukushima vb. katastrofik endüstriyel kazalar ve sonuçları, işletmeler için proses güvenliği konusunun önemini açığa çıkarmıştır.

Yapılan çalışmalar ve veriler sayesinde, işletmelerde bulunan mevcut sistemlerin, önleyici/sınırlayıcı bariyerlerin ve uygulamaların yeterliliğinin tespit edilmesi ve yönetmelik gereği, Büyük Endüstriyel Kaza'lara yol açabilecek durumların olup olmadığının anlaşılması, tehlikeyi oluşturan kazaların etkileri, kaza durumunda müdahale teknikleri ve tesis tepkisi, tesisin müdahale ekipmanları, kaza durumunda gerekli harici acil durum planlarının yapılması, yerel ve resmi makamlarla iletişim ve koordinasyonun sağlanması ile çalışanlar ve organizasyonlar için hassasiyetle değerlendirilmesi sağlanabilecektir (http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170718-2.htm, ADFED, 2017).

KAYNAKLAR

Armada Danışmanlık firması eğitim dokümanları, 2017; Basılmamış

CEIG, 1994; DOW Chemical Exposure Index Guide (CEIG), First Edition.(The American Institute of Chemical Engineers

CPSA, 2011 Chemical Process Safety Fundamentals with Applications, Second Edition

DOW's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide, Seventh Edition. (The American Institute of Chemical Engineers,(1994)

Guidelines For Determining The Probability of Ignition of a Released Flammable Mass, Center for Chemical Process Safety CCPS, (2014)

Guidelines For Hazard Evaluation Procedures, Center for Chemical Process Safety (CCPS), Third Edition, (2008)

http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170718-2.htm, Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Yönetmeliği

VAGON İMALAT ATÖLYESİNDE RİSK DEĞERLENDİRME: İKİ YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI

RISK ASSESSMENT in WAGON MANUFACTURING WORKSHOP: COMPARISON of TWO METHODS

T. Doğan, B. Erdem
Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Sivas

E. Bolsu
Gökyapı Ltd. Şti., SİVAS

Z. Duran
Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas MYO, Sivas

ÖZ: 29 Aralık 2012 tarihli "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi" Yönetmeliği'nde, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamındaki işyerlerini için risk değerlendirilmesi yapılması hükmü yer almaktadır. Bu yönetmelikte tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali risk olarak tanımlanırken; İşyerinde 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 çalışmalar da risk değerlendirme olarak tanımlanmaktadır. Toplanan bilgi ve veriler ışığında belirlenen riskler; işletmenin faaliyetine ilişkin özellikleri, işyerindeki tehlike veya risklerin nitelikleri ve işyerinin kısıtları gibi faktörler ya da ulusal veya uluslararası standartlar esas alınarak seçilen yöntemlerden biri veya birkaçı bir arada kullanılarak analiz edilmelidir (Yönetmelik, Madde 9, 2). Bu çalışmada karma risk değerlendirme metotları arasında yer alan ve endüstride yaygın olarak kullanılan Fine-Kinney ve Bamber yöntemleri aynı işletmede uygulanmış ve yöntemler arasındaki farklılıklar araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Olasılık, Zarar, Maruziyet.

ABSTRACT: *Dated 29 December 2012 "risk assessment for occupational health and safety regulations", 6331 occupational health and safety law risk assessment for workplaces to be made within the scope of the provision. The danger of this Regulation arising from any loss, injury or any other damage-Li the result is likely to occur, is defined as the risk; Identify the hazards that may*

come from outside or present in the workplace, the risk of the hazards from the hazards and the risks analyzed with the factors that led to the transformation of degreed of control measures and risk assessment the studies also agreed that in order to be defined as necessary to be done. The risks determined in the light of the information and data collected; associated with the operation of business characteristics, the nature of the risk or hazard in the workplace and of the workplace factors or constraints, such as one or more methods selected on the basis of national or international standards should be analyzed using a combination of-dir (regulation, Article 9, 2). In this study, mixed method assessment of risk-and that is widely used in the industry s is located between the Fine-Kinney and Bamber methods applied in the same operation, and the differences between the methods were investigated.

Keywords: *Chance, Hazard, Exposure.*

1.GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği konusu tüm dünyada önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Her yıl azımsanmayacak sayıda insan uygun önlemlerin alınması ile engellenebilecek ve hukuken de engellenmesi zorunlu olan iş kazası ve meslek hastalığı sonucu yaşamını yitirmekte veya engelli hale gelmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) 2009 yılı açıklamalarına göre her yıl yaklaşık 2 milyon 300 bin insan iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Dünyada her yıl 270 milyon iş kazası gerçekleşmekte ve 160 milyon insanda çalışmadan kaynaklı hastalık meydana gelmektedir (TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2010).

29 Aralık 2012 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinde, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamındaki işyerlerini için risk değerlendirilmesi yapılması hükmü yer almaktadır. Bu yönetmelikte tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali risk olarak tanımlanırken; İşyerinde 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 çalışmalar da risk değerlendirmesi olarak tanımlanmaktadır. Toplanan bilgi ve veriler ışığında belirlenen riskler; işletmenin faaliyetine ilişkin özellikleri, işyerindeki tehlike veya risklerin nitelikleri ve işyerinin kısıtları gibi faktörler ya da ulusal veya uluslararası standartlar esas alınarak seçilen yöntemlerden biri veya birkaçı bir arada kullanılarak analiz edilmelidir (ÇSGB, 2012).

Bu çalışmada karma risk değerlendirme metotları arasında yer alan ve endüstride yaygın olarak kullanılan Fine-Kinney ve Bamber yöntemleri aynı işletmede uygulanmış ve yöntemler arasındaki farklılıklar araştırılmıştır.

2. FINE-KINNEY YÖNTEMİ

2.1. Giriş

Bu risk değerlendirme yöntemi başlangıçta "tehlikelerin kontrolü için matematiksel değerlendirme" adı altında 1971 yılında Kaliforniya Donanma Silah Merkezi için geliştirilmiştir (Fine, 1971; Kinney and Wiruth'dan, 1976). Yöntem ilk kez Kinney metodu adı ile 1976 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) G.F. Kinney ve A.D. Wiruth tarafından Kaliforniya Donanma Silah Merkezinde (NWC - Naval Weapons Center) hazırlanan teknik bir belgeyle ortaya çıkmıştır (Kinney and Wiruth, 1976). Kinney, yöntemin uygulamasını, o yıllarda hesap makinelerinin görece azlığından ve görsel algılamanın daha güçlü ve hızlı olmasından ötürü olsa gerek, matematiksel yaklaşım yanında nomogramların kullanıldığı grafiksel yaklaşıma da dönüştürmüştür. Yöntem "güvenlik yönetimi için pratik risk analizi" adı ile NWC-TP-5865 standardı olarak yayımlanmış olup literatürde Fine-Kinney metodu olarak geçmektedir (Kinney and Wiruth, 1976). Yazarlar, uygun güvenlik önlemlerinin üretimi artırmak ve faaliyet giderlerini azaltmak konusunda olumlu katkılarda bulunacağını ileri sürmektedir.

Yöntemde risklerin sayısal yönden karakterize edilerek tanımlanması ve önerilen risk azaltma işlemlerinin değerlendirmesinde kullanılabilecek pratik bir

analiz sistemi açıklanmaktadır. Yazarların temel sloganı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

a) Hayatta yaşanan birçok tehlikenin tamamen önüne geçilemez ve böylesi tehlikelerden kaynaklanan riskleri önlemek mümkün değildir (risk hiçbir zaman tamamen ortadan kaldırılamaz),

b) Dikkatli değerlendirme ve çaba ile sıradan risklerin oranı düşürülebilir (bakım ve mücadele çabaları riski azaltabilir),

c) Sınırlı zaman ve çaba seçilmiş riskleri tamamen ortadan kaldırmak yerine riski azaltmak ve maksimum fayda sağlamak için kullanılmalıdır (risk azaltma çabalarından mümkün olan en yüksek fayda elde edilmelidir).

Sistem, karşılaştırma amacıyla, sayısal değerleri kullanmakta ve analizler, matematiksel işlemler ya da nomogramlar üzerinden grafik yöntemle de yapılabilmektedir.

Kinney and Wiruth'a (1976) göre risk; tehlikeli bir olayın meydana gelmesi, bu tehlikeye maruziyet ve olayın olası sonuçları ile artmaktadır. Risk puanı bir faaliyete son verilmesine yetecek kadar yüksek bir puandan, dikkat gerektiren bir puana inebilir ya da riskin, mevcut sosyal standartlara göre kabul edilebilecek kadar düşük olacağı bir puana düşebilmektedir. Diğer yandan önerilen risk azaltma tedbiri, artan risk puanı ve önerinin etkinliği ile birlikte güçlenmelidir. Önerilen kontrol önlemlerine atanan gerekçelendirme faktörü "son derece değerli bir çaba" ile "faydası şüpheli çaba" arasında değişmektedir.

Kinney and Wiruth (1976) bir iş güvenliği programının öznellik ya da sezgi üzerine değil, belgelenmiş somut bilgi ve bilinçli muhakemeye dayalı olması, aynı şekilde, güvenlik önerilerinin; öneri seçeneklerinin kolayca değerlendirilmesine, aciliyetlerin tespit edilebilmesine ve güvenlik ile ilintili önceliklerin belirlenebilmesine olanak sağlayacak biçimde nicel yapıya sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, güvenlik önerilerinin etkili olması için analizlerde kullanılan güvenlik ilintili tüm ifadelerin, işletme ve yönetim düzeyindeki personel tarafından kolayca anlaşılabilecek biçimde, basitçe ifade

edilmesine de işaret etmektedirler. Çünkü iş güvenliği programları, arzu edildikleri kadar güçlükler de içermektedir. Güvenlik programının geliştirilmesi amacıyla gösterilmesi gereken çaba düşük düzeyde kalıp, yetersiz olabilir ve program amacına ulaşamayabilir.

Diğer yandan güvenlik programı, bütün bir operasyonda faydalı iş yapılmasına engel olacak ölçüde güçlü ve şiddetli olabilir. Bu nedenle yazarlar, tehlikeli her durumun kendisine özgü bir güvenlik programının olacağına atıf yapmaktadır.

Fine-Kinney metodu risklerin derecelendirilme sonuçlarına göre hangi işlere öncelik verilmesi ve kaynakların öncelikli olarak nereye aktarılması gerektiğini göstermeyi amaçlamaktadır. Riskler, ağırlık oranları hesaplanarak, derecelendirilmekte ve önlemlerin alınıp alınmamasına karar verilmektedir. Yöntem, işyerinde tutulan istatistikleri kullanma imkânı sağlaması doğrultusunda da gerçekçi sonuçlar verebilmektedir.

2.2. Risk Puanını Belirleyen Faktörler

Kinney and Wiruth (1976) tehlikeli bir olayın meydana gelme olasılığını beklentiler üzerinden ifade etmektedirler. İş güvenliği uygulamalarında karşılaşılan ihtimaller "tamamen beklenmedik ve umulmadık ancak uzak ihtimalle mümkün" bir durumdan "gelecek bir zamanda beklenebilecek" bir duruma kadar değişebilmektedir. "beklenmedik ancak uzak ihtimalle mümkün" bir olaya, testten geçirilmiş bir basınçlı gaz konteynerinde meydana gelen bir yenilme örnek verilmekte, risk hesaplamaları için böyle bir olayın olasılık faktörüne de 1 puan atanmaktadır. "gelecek bir zamanda beklenebilecek" türünde tehlikeli bir olaya da örnek olarak, yanıcı bir maddenin kurutma fırını içerisinde alev alması verilmekte ve böyle bir tehlikeli olayın olasılık faktörüne 10 atanmaktadır. Bu iki değer, sıradan tehlikedeki olayların ihtimal ölçeğine referans noktaları sağlamaktadır. Bu iki referans ihtimali arasındaki olaylar için

de ara değerler verilmekte ve "olabilir" tipindeki bir tehlikeli olaya 6 değeri atanırken, "sıra dışı ancak oldukça mümkün" bir olaya 3 değeri verilmektedir.

Güvenlik bakış açısı olası tüm durumlar için değil, aynı zamanda meydana gelmesi imkânsıza yaklaşanlar için de değer sağlamaktadır. Meydana gelmesi "kesinlikle imkânsız" olan bir olay esasen 0 puan hak etse de endüstriyel uygulamada hiçbir tehlikeli olayın meydana gelmesinin imkânsız olmayacağı görüşü ile 0 değeri verilmemektedir. Diğer yandan böylesi olayların meydana gelme olasılığının sıfıra çok yaklaşması nedeniyle bunlar için "neredeyse imkânsız" denebilir. Böyle olaylar için diğer bir referans değeri olan "0,1" atanmaktadır. Fine-Kinney yönteminde zararın oluşma olasılığının dereceleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Fine – Kinney yönteminde zararın oluşma olasılık dereceleri

Zararın gerçekleşme ihtimali	Değeri
Pekâlâ beklenebilir	10
Oldukça mümkün	6
Sıra dışı ancak mümkün	3
Beklenmedik ancak uzak ihtimalle mümkün	1
Akla yatkın ancak çok zor	0.5
Neredeyse imkânsız	0.2
Esasen imkânsız	0.1

Yöntemde, genel risk puanının belirlenmesinde kullanılan ikinci faktör, tehlikeli olaya maruziyettir. Potansiyel olarak tehlikeli bir duruma maruziyet arttıkça olayla ilintili risk de artmaktadır. Buna dönük olarak, yılda belki de sadece çok az kez karşılaşılabilecek olan "oldukça nadir" maruziyet durumunu temsil etmek üzere 1 puan, "sürekli maruziyet" durumuna ise 10 puan atanmakta, bu iki referans noktası arasındaki durumları temsil etmek için aradeğerleme yapılmaktadır. Sözgelimi, "haftada bir kez" yaşanan maruziyet için 3 puan, "çok nadir" maruziyet durumları için 1 puan ve maruziyetin olmadığı durumlarda 0 puan atanmaktadır. Fine-Kinney yönteminde zarara maruziyet derecelendirme değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Fine – Kinney yönteminde zarara maruziyet derecelendirme değerleri

Tehlikeli olaya maruziyet	Değeri
Sürekli	10
Sıklıkla (günde bir kez)	6
Ara sıra (haftada bir kez)	3
Ender (ayda bir kez)	2
Oldukça nadir (yılda birkaç kez)	1
Çok ender (yılda bir kez)	0.5

Kinney and Wiruth'a (1976) göre tehlikeli bir olaydan kaynaklanan zarar, "güçlükle fark edilebilen" küçük hasarlardan "felaket" düzeyine kadar değişebilmektedir. Bu geniş hasar aralığına uzun yıllar boyunca edinilen tecrübe ile erişilmiştir. "Ancak fark edilebilen" bir durum için 1 puan atanmaktadır. Böylesi bir durum, belki de 100 dolar maddi hasara neden olan ya da küçük bir ilk yardım gerektiren kaza olarak sınıflandırılmaktadır. Diğer yandan pek çok ölüm içeren ya da milyonlarca dolarlık maddi kayıp bulunan durumları temsil eden "felaket" düzeyi için 100 puan atanmaktadır. Ara faktörler de bu referans noktalarına bağlı olarak tespit edilmektedir; örneğin, bir kaç ölüm ya da 1,000,000 Dolar'dan büyük maddi hasara neden olabilen bir afet 40 puan taşımaktadır. Zararın sonucunu gösteren şiddet derecelendirme değerleri Çizelge 3'de yer almaktadır.

Çizelge 3. Fine – Kinney yönteminde zararlı sonuçların etkilerinin değerleri

	Tehlikeli olayın zararlı sonucu	Değeri
Felaket	Çok sayıda ölüm, 10 000 000 US$'dan büyük hasar	100
Afet	Birkaç ölüm, 1 000 000 US$'dan büyük hasar	40
Çok ciddi	Ölüm, 100 000 US$'dan büyük hasar	15
Ciddi	Ciddi yaralanma, 10 000 US$'dan büyük hasar	7
Önemli	Sakatlık, 1 000 US$'dan büyük hasar	3
Ancak fark edilebilen	Küçük ilk yardım müdahalesi, 100 US$'dan büyük hasar	1

Bu yaklaşımda olası maddi hasar ile değeri (sonuç faktörü) arasındaki ilişki görgül bir formül ile temsil edilmektedir. Buna göre Eşitlik (1) zararın sonucunun hesaplanmasında kullanılabilir.

$$Sonuç = \left(\frac{Hasar}{100} \right)^{0,4} \quad (1)$$

Kinney and Wiruth (1976) 20 kadar düşük bir risk puanının normalde günlük yaşantımızda kabul ettiğimiz risklerden daha düşük ve endüstriyel işlerde geçerli mevcut standartlar tarafından kabul edilebilen bir durumu temsil ettiğine işaret etmektedir. 70 ile 200 arasında risk puanı alan bir durum, mevcut sosyal standartlara göre düzeltilmesi gereken önemli bir risk göstermektedir. Diğer yandan acilen düzeltilmesi gereken durumları gösteren daha büyük riskler 200 ile 400 arasında yer almakta, 400'den yüksek risk puanları ise en azından geçici önlemler alınasıya kadar operasyonun durdurulmasını gerektirebilen çok riskli duruma işaret etmektedir. Ancak operasyonun güvenli olarak sürdürülmesinin sağlanamayacağı ortaya çıkarsa, Kinney and Wiruth (1976) işin kalıcı olarak kapatılması gereğini ifade etmektedir. Risk puanı sınıflandırmalarının uzun yıllar boyunca rafine edilen tecrübelere dayandığını söyleyen yazarlar, yerel deneyimler aksini gösterdiğinde puanlanmaların ayarlamaya tabi olabileceğine işaret etmektedir. Zararın gerçekleşme olasılığı, maruziyet ve zararın sonucunu gösteren puanların matematiksel bileşkesi risk puanını vermektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Fine – Kinney yönteminde risk değerleri ve önerilen işlemler

Puan	Kontrol önlemi önerileri
>400	Çok yüksek risk - İşin durdurulması gibi önlemler düşünülmelidir.
200-400	Yüksek risk - Acil iyileştirme gereklidir.
70-200	Ciddi risk - İyileştirme gereklidir.
20-70	Muhtemel risk - Dikkat gösterilmelidir.
<20	Risk - Belki kabul edilebilir.

Bu yöntemde tanımlanan tehlikeli bir olayın risk puanı büyüdükçe, önerilen düzeltici eylemin etkisi de güçlenmelidir. Diğer yandan önerilen kontrol eyleminin maliyeti azaldıkça gerekçesi artmaktadır.

2.3. Kontrol Önlemlerinin Maliyeti

Fine-Kinney yönteminde önerilen kontrol eylemine bir etkinlik değeri atanmaktadır. Bu değer, riskin ortadan tamamen kaldırılması durumunda 1, etkisinin olmayacağı durumda ise 0'dır. Ancak bu durum gözetilerek ara değerler de atanmaktadır. Sözgelimi riski %60 oranında azaltacağı öngörülen bir kontrol eyleminin etkinlik değeri 0,6'dır.

Kinney and Wiruth (1976) kontrol eylemlerinin maliyeti ile gerekçelendirme arasında negatif ilişki olduğunu, maliyet faktörünün, en iyi biçimde, sayısal değeri maliyet ile artan, böylece artan maliyetin daha az gerekçe sağlayacağı bir divizör (bölen) ile ifade edileceğini söylemektedir. Bölen, kontrol eyleminin gerektirdiği toplam harcama tutarının küp kökü ile yaklaşık olarak orantılıdır. Bu temelde, 100 US$'lık bir harcamayı temsil eden bölen için referans değeri olan 1, 1000 katlık bir maliyeti gösteren 100 000 US$ için de 10 değeri atanmaktadır.

$$Bölen = \sqrt[3]{\frac{ToplamMaliyet}{100}} \tag{2}$$

Önerilen risk-azaltıcı kontrol eyleminin gerekçe faktörü, matematiksel yoldan, tehlikeli olayın risk puanı ile önerilen kontrol eyleminin etkinlik puanının çarpımının, maliyet faktörüne bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu gerekçe faktörü, önerilen projenin maliyet etkinliği olarak alınmaktadır. 10'dan düşük gerekçe faktörleri, önerilen kontrol eyleminin getirisinin şüpheli olacağına işaret etmektedir. Riskteki önemsiz azaltmanın, bu amaç için harcanan zaman, çaba ve parasal harcamalara değmeyeceğine ve bu tür önleyici

çalışmaların diğer durumlarda daha etkili olabileceğine, 10 ve 20 arasındaki gerekçe faktörleri, önerilen kontrol eylemine ayrılan bütçenin karşılığını alacağına, 20'den büyük bir gerekçe faktörü ise önerilen kontrol eyleminin oldukça etkin bir risk azaltma sağlayacağına işaret etmektedir.

2.4. Örnek problem

Bir tesis içinde düşük yoğunluklu trafik için kullanılan geçiş yolunun bir yakasında büyük bir propan tankı yer almaktadır. Bu geçiş yolunu kullanan bir kamyonun, tank yakınlarında kazaen yoldan çıkarak tanka çarpma ihtimali vardır. Bu durumda tank büyük zarar görerek, havaya uçabilir. Tank, içindeki malzeme ve yakın çevreye verilen zararın 250 000 US$ kadar olabileceği hesaplanmaktadır. Bu durumun Fine-Kinney yöntemi ile değerlendirilip, risk puanı ve maliyet gerekçesinin etkinliğinin belirlenmesi istenmektedir. Buna göre;

- Anlatılan olaylar zinciri akla yatkın ancak meydana gelme ihtimali oldukça düşüktür. Zararın gerçekleşme olasılığına 0,5 verilmiştir,
- Böyle bir tehlikeli olaya maruziyet nadiren meydana gelebilir. Maruziyet puanı olarak 3 atanmıştır,
- Zarar meydana gelirse personelde ciddi yaralanma beklenmemekle birlikte 250 000 US$'lık hasara neden olacaktır. Dolayısıyla aradeğerleme ile sonuç puanı 25 olacaktır,
- Bu tehlikeli olaya ait risk puanı = $0{,}5 \times 3 \times 25 = 30$ olur,
- Tehlikeli olay muhtemel risk bölgesi içinde yer almaktadır. Dikkat gösterilmelidir.

Çözüm olarak propan tankının geçiş yolundan biraz uzaklaştırılması ve saha içine doğru 30 m kadar çekilmesi önerilmektedir. Böylece değerlendirilen tehlikeli olay ile ilgili riskin yaklaşık %75 oranında azaltılabileceği ve tankın, tüm donanımı ile 30 m kadar yer değiştirmesinin maliyetinin 30 000 US$

olacağı öngörülmektedir. Önerilen bu kontrol eyleminin gerekçelendirme faktörü ve maliyet etkinliği aşağıda hesaplanmıştır.

- Tehlikeli olayın risk puanı 30'dur,
- Risk %75 oranında azaltılacaktır. Böylece gerekçe faktörü 0,75 olur.

$$Bölen = \sqrt[3]{\frac{ToplamMaliyet}{100}} = \sqrt[3]{\frac{30000}{100}} \cong 6{,}7 \tag{3}$$

Maliyet etkinlik faktörü;

$$= \frac{Risk \times İndirim}{Bölen} = \frac{30 \times 0{,}75}{6{,}7} \cong 3{,}3 \tag{4}$$

3,3 puanlık mali etkinlik, sağlayacağı faydanın şüpheli düzeyde düşük olabileceğine işaret etmektedir. Ancak risk puanı da 30 olduğundan, risk ile mücadele etmek için diğer yolların da araştırılması gerekmektedir. Diğer bir mücadele seçeneğinde yolun tanka bakan yakası boyunca uygun biçimde yerleştirilecek dayanıklı bir bariyerin hasar riskini %50 kadar azaltabileceği de düşünülmektedir. Bariyer donanımının maliyeti 400 US$ olarak hesaplanmıştır. Bu kontrol eyleminin gerekçelendirme faktörü ve maliyet etkinliği de aşağıda hesaplanmıştır.

- Tehlikeli olayın risk puanı 30'dur,
- Risk %50 oranında azaltılabilecektir. Böylece gerekçe faktörü 0,5 olur.

$$Bölen = \sqrt[3]{\frac{ToplamMaliyet}{100}} = \sqrt[3]{\frac{400}{100}} \cong 1{,}6 \tag{5}$$

Maliyet etkinlik faktörü;

$$= \frac{Risk \times İndirim}{Bölen} = \frac{30 \times 0{,}5}{1{,}6} \cong 9{,}3 \quad (6)$$

9,3 puanlık mali etkinlik, çok güçlü biçimde olmasa da, önerilen kontrol eylemine gerekçe sağlamaktadır. Bununla birlikte, biraz daha etkili ancak çok daha pahalı olan tankın yer değiştirilmesi eylemine tercih edilmelidir. Ancak böyle ılımlı bir gerekçe karşısında, belki de diğer alternatif tekliflerin de araştırılması yerinde olurdu. Sözgelimi, sıkı biçimde uygulanan bir hız sınırlama uygulaması daha mı iyi olurdu? Ya da bu spesifik risk ile mücadele etmek yerine kaynaklar, mali etkinlik faktörü daha yüksek olan diğer bir eylemde mi kullanılmalı idi?

3. BAMBER YÖNTEMİ

Bamber yöntemi, pratik olarak uygulanabilen sayısal risk değerlendirme metotlarından biridir. Bu modelde de riskin büyüklüğü; tehlikeli bir olayın ortaya çıkma ihtimali (Çizelge 5), sıklığı (Çizelge 6) ve şiddetinden (Çizelge 7) yola çıkarak sayısal olarak belirlenmektedir.

Çizelge 5. Bamber yönteminde en büyük potansiyel kayıp değerleri (MPKD)

Çoklu ölüm	50
Tekli ölüm	45
Sürekli sakatlık	40
Gözün kaybı	35
Kol/Bacak kaybı	30
El/Ayak kaybı	25
Sağırlık	20
Kırık	15
Derin kesik	10
Hafif yaralanma	5
Çizik-Sıyrık	1

Çizelge 6. Bamber yönteminde istenmeyen durumun ortaya çıkma ihtimali değerleri (OÇİD)

Her an	50
Saatte bir kez	35
Günde bir kez	25
Haftada bir kez	15
Ayda bir kez	10
Yılda bir kez	5
5 yıl ve daha fazla sürede bir kez	1

Çizelge 7. Bamber yönteminde istenmeyen durumun tekrarlama ihtimali değerleri (SIKLIK)

Bir denetim boyunca aynı riskle karşılaşma adedi

Çizelge 8. Bamber yönteminde eylemlerin yerine getirilme müddetleri

Risk değeri	Eylem aciliyeti
>100	Derhal
80 – 100	Bugün
60 – 79	2 gün içerisinde
40 – 59	4 gün içerisinde
20 – 39	1 hafta içerisinde
10 – 19	1 ay içerisinde
0 – 9	3 ay içerisinde

Sözgelimi bir saha denetiminde bir kez karşılaşılan, en büyük potansiyel kayıp değeri ölüm ve ciddi yaralanma (50) olan ve ortaya çıkma ihtimal değeri de günde bir (25) olan bir işyerinde risk değeri, RİSK = SIKLIK × (MPKD + OÇİD) formülü uyarınca, RİSK = 1 × (50 + 25) = 75 olarak tespit edilmiştir. Buna göre 2 gün içerisinde önlem alınmalıdır.

4. YÖNTEMLER HAKKINDA ÖNCEL ÇALIŞMALAR

İSG yönetim sisteminin temel amacı işyerlerindeki çalışma koşullarından kaynaklanan her türlü tehlike ve sağlık riskini azaltarak insan sağlığını etkilemeyen seviyeye düşürmek, işletmenin zarar ve hasara uğramasına engel olmaktır.

Risk yönetim süreci, tehlikelerle, bu tehlikeler sonucu ortaya çıkan risklerin değerlendirilmesinde ve bu kontrol önlemlerinin etkili ve yeni tehlikelere yol açmamasını sağlamak için gerekli olan yapısal sistemi oluşturmaktadır.

Risk analizi, riske yönelik bir anlayış geliştirmeye yöneliktir. Risk değerlendirme süreci, risklere müdahale edilip edilmemesi ve en uygun müdahale strateji ve yöntemlerine bağlı kararlar hakkında çeşitli veriler sunmaktadır.

Risk değerlendirme yöntemlerinin uygulanması, sektörden sektöre farklılık göstermekte ve bazı teknikler tüm sektörlerde kullanılabilirken diğer teknikler sadece belirli sektörlerde geçerli olmaktadır. Risk değerlendirmesi amacı, işletmedeki tehlikelere cevap verebilecek hazırlıklar, izlekler ve kontrolleri teşhis etmek ve kasıtlı veya kasıtsız tehditlerin etkilerini en aza indirgemektir (Özkılıç, 2014).

Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemi yaygın endüstriyel kullanıma sahiptir. Özgür (2013), demir-çelik işletmesinde sektörünün temelini oluşturan çelikhane ve haddehane bölümleri için bu yöntemi kullanarak risk değerlendirmesi yapmıştır. Erzurumoğlu vd. (2015) inşaat sektöründe risk değerlendirmesi yaparken, Oturakçı vd. (2015) de Fine-Kinney metoduna yeni bir yaklaşım geliştirmiş ve orta ölçekli bir işletmeye uygulamışlardır. Bu yaklaşımda klasik metottaki ihtimal ve frekans ölçeklerine seçenekler oluşturulmuşlar ve daha yüksek ihtimale, daha sık frekansa sahip tehlikelerin ölçekteki puanları yükseltilerek hassasiyet ve önem dereceleri daha da arttırılmıştır. Yöntem, eleştirel bir yaklaşımla ele alınmakta ve bu yöntemin temelinden yola çıkılarak, artan hassasiyet seviyesine sahip yeni bir Fine-Kinney yöntemi getirilmeye çalışılmaktadır. Geliştirilen yaklaşım orta ölçekli bir işletmede uygulanmış ve farklı ara değerlemenin (interpolasyon) ölçekler üzerinde oluşturduğu olumlu ve olumsuz etkiler analiz edilmiştir. Ayrıca, yöntemin değerlendirilmesi yapılmış ve avantajları ile sınırlamaları belirtilmiştir.

5. RİSK DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMASI

5.1. Giriş

Fine-Kinney ile Bamber yöntemleri Sivas Organize Sanayi Bölgesinde bulunan ve vagon onarım ve imalat, vagon yedek parça ve aksesuar imalatı işi yapan işletmede uygulanmıştır. İşyeri yerleşkesi; malzeme hazırlık (talaşlı imalat, plazma kesim, şerit testere kesim ve abkant büküm - kesim), kesim, montaj, kaynak ve boyama yapılan üretim sahasından oluşmaktadır. Ayrıca yenilenecek vagonların ve imalatı yapılan vagon ve yedek parçalarının da TÜDEMSAŞ fabrikasına nakliyesi de gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada her iki analiz metodunun; belirlenen tehlikelerdeki risk değerleri karşılaştırılarak analiz metodu seçiminin önleyici yaklaşım oluşturmada işvereni yönlendirme şekli karşılaştırılması amaçlanmıştır.

5.2. Tartışma

Fine-Kinney ve Bamber yöntemleri ile risk değerlendirme sonuçları Şekil 1-4 arasında verilmiştir. Ayrıca, her iki yöntem için geliştirilen risk analiz formlarına ait örnekler de Şekil 5 ve 6'da sunulmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

a) Bamber yönteminde potansiyel kayıp, ortaya çıkma ihtimali, istenmeyen durumun ortaya çıkma ihtimali değerlerinin çarpımı sonucu belirlenen risk değeri için eylemin ne kadar sürede iyileştirme yapılması gerektiğine ait verilen değerler ile işletmeyi yönlendirmesi yöntemin avantajları arasındadır.

b) Bamber yönteminde bir denetim boyunca aynı riskle karşılaşılmasa da risk değerinin oluşması açısından sıklık değeri 1 olarak alınmıştır. Bu durum, yöntemin en büyük dezavantajını oluşturmaktadır. Çünkü sıklık değeri, karşılaşılmayan riskler için sıfır alındığında risk skoru da sıfır olmaktadır. Bu da yöntemin en büyük dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır.

c) Bamber yöntemin de MPKD değeri sadece oluşan fiziksel rahatsızlıklar dikkate alınarak belirlenmekte ancak işyeri ortamına gelebilecek hasar, çevresel zarar ya da psikolojik etkilenmeler göz önüne alınmamaktadır.

d) Bamber yöntemi OÇİD değerlendirmesinde bir kere karşılaşma ihtimali göz önüne alınmıştır. Örneğin günde günde 2 kere karşılaşılabilecek bir durum için puanlandırma yapılamamaktadır.

e) Bamber yönteminde, risk değeri sıfır dahi olsa 3 ay içerisinde kontrol sistemi, riskin unutulmasını ve göz ardı edilmesini engellemek adına avantajdır. Çünkü rutin riskler belirli bir süre sonra risk olgusunu kaybettirmekte ve herhangi bir olumsuz durumda tekrar değerlendirmeye alınmaktadırlar.

f) Fine-Kinney yöntemi olasılık, maruziyet ve şiddet değerinin çarpımı sonucu belirlenen risk değeri için gerçek durumlarda karşılaşılan riskler ile ilişki kurulabilir olması açısından avantajlıdır.

g) Fine-Kinney yöntemi, çoğunlukla risklerin derecelendirilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Risk değerlendirme yöntemi risklerin büyüklüklerinin tanımlamada ve derecelendirmede daha sübjektiftir. Önemsiz risklerde zamanla algıda düşme, dikkate almama meydana geldiği için önlem öncelikli olmamasına rağmen riskin şiddetine göre tedbirler sürekli kontrol edilmelidir.

h) Bamber yönteminde aksiyon aciliyeti olarak belirlenen bölümlerde zamanlamaların çok kısa sürelerde verilmesi riskin biran önce önlenmesi açısından avantaj iken, maalesef uygulamada zorluklar çıkmaktadır. Örneğin mevcut / oluşabilecek riski düzeltmek ya da önlemek için havalandırma sistemi yapılması gerekliliği derhal olarak belirlenmiş olabilir. Ancak havalandırma sisteminin yapılması mantıken en az 15 gün sürebilmektedir. Bu nedenle riski önlemek için faaliyetin durdurulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

i) Bamber yönteminde risk analiz yenileme süresi tehlike sınıflarına göre belirlense de tehlike sınıfı fark etmeksizin uygulayan bir firma için maksimum gözden geçirme süresi 3 aydır.

Tanımlanan risklerin derecelendirilmesi için istenilen yöntem kullanılabilir. Risk değerlendirmesinde odak nokta risklerin derecelendirilmesi değil, tanımlanmasıdır. Aynı tehlike tanımları için farklı risk değerlendirme yöntemlerinden elde edilen sonuçlar çoğu kez birbirleri ile aynı olamayabilir. Örnek olarak kaçak akım röleleri olmadığı için elektrikli donanımlarda elektrik kaçaklarının meydana gelmesi riski Fine-Kinney Metodu için' tolerans gösterilmez risk' iken Bamber metodunda 3 ay içerisinde düzenlenmesi gereken risk olarak değerlendirilmiştir. Yukarıya uzanmayı veya aşağıya eğilmeyi gerektiren işlerde çalışanların uzun süre hareketsiz aynı pozisyonda kalması riski Fine-Kinney metodu için 'tolerans gösterilmez risk' iken Bamber metodunda 3 ay içerisinde düzenlenmesi gereken risk olarak değerlendirilmiştir.

Yine, gaz altı kaynağı işlemi sırasında çalışanların zararlı ışınlara maruz kalma risk değeri Kinney yönteminde 'olası risk' düzeyinde çıkarken Bamber yönteminde derhal önlem alınması gereken risk sınıfında yer almıştır.

Bir başka örnek, boyama işlemi sırasında alev alma ve parlama sonucunda işçilerin zarar görmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kinney yönteminde 'olası risk' çıkarken Bamber yönteminde 'derhal' önlem alınması gereken risk skoru değerlendirme sonucu karşımıza çıkmaktadır.

Bamber analiz metodunda 'olasılık' denetim sırasında karşılaşma oranına göre belirlenmektedir. Ancak denetim sırasında karşılaşılmayan risk faktörlerinde 3 ay içerisinde iyileştirme istenmektedir. Kinney metodunda ise 'Esaslı Risk' bölümünde yer alan risklerin birkaç ay içerisinde iyileştirilmesi istenmekte ve risk algısı yüksek tutulmaktadır. Fine-Kinney yönteminde hazırlık bölümü için yapılan risk değerlendirmesinde 13 sıra numarası ile yer alan tehlikeli olayın (malzemenin takımla birlikte dönmesi) risk skoru önemsiz iken aynı tehlikeli durum Bamber yönteminde 'bugün önlem alınması gerek' durumunda çıkmıştır.

Benzer örnekler boyahane bölümü için de geçerlidir. Statik elektrik oluşması tehlikeli durumu Kinney yönteminde 'önemsiz risk' çıkarken Bamber

yönteminde 'bugün önlem alınması gereken' tehlikeli olay olarak değerlendirilmektedir. Bu durumlar arasındaki fark, şiddet ile istenmeyen durumun ortaya çıkma ihtimali değerlerinin farklı şekilde yorumlanması ve ilintili ölçeklerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Yöntemler karşılaştırıldığında Kinney yönteminde; tehlikeli olayın (zararın) gerçekleşme ihtimali, tehlikeli olaya maruziyet ve tehlikeli olayın zararlı sonucu değerlendirilmekte iken Bamber yönteminde tehlikeli olay sonucu en büyük potansiyel kaybı, tehlikeli olayın ortaya çıkma ihtimali ve tehlikeli durumun tekrarlanma ihtimali değerlendirilmektedir. Bamber yönteminde ölçekler daha detaylı verilmekte olup tekrarlanma ihtimali değeri iyi yorumlanması gereken bir parametre olup yöntemin en büyük dezavantajı potansiyel kayıp değerlerinde fiziksel sakatlıkları yorumlamış olması olup iş ya da işin maddi boyutu hakkında bir sınıflama yapmamaktadır. Bu yöntemin en iyi yanı ise risk skoru düşük çıkan durumları tekrar 3 ay içinde değerlendirme gerekliliğidir.

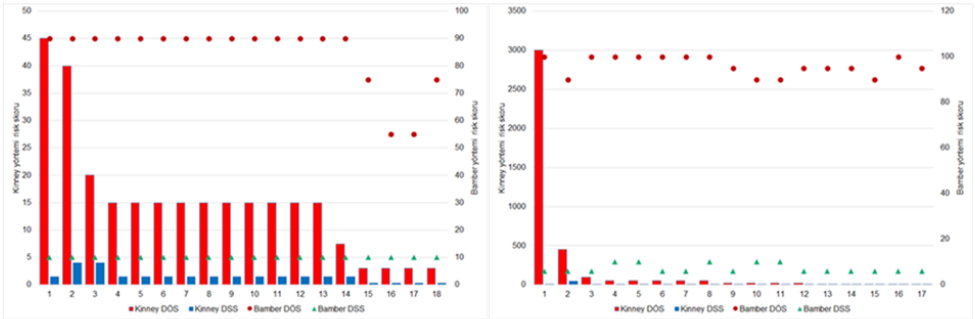
Kinney yöntemin de ise tehlikeli olaya maruziyet değeri dikkatli puanlanmalıdır. Aksi takdirde yukarıda verdiğimiz örneklerde olduğu gibi ciddi yaralanma ile sonuçlanabilecek olaylar önemsiz olarak yorumlanarak gözden kaçabilmektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada sanayiden sayılan bir işletmede BAMBER ve FINE-KINNEY Risk analiz yöntemleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Aynı faaliyete ait risk skorları, yöntemler arasında önemli değişiklikler gösterebilmektedir.

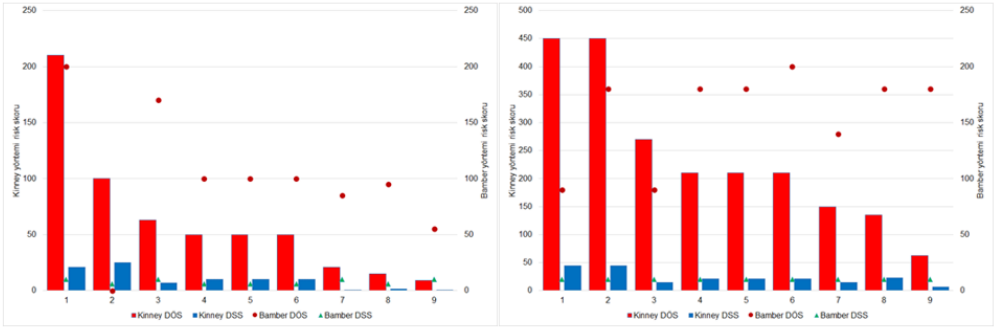
Yöntemlerde kullanılan zararın gerçekleşme ihtimali, tehlikeye maruz kalma sıklığı, tehlikenin oluşturduğu zararlar arasındaki sayısal farklılıklar durumlar karşısında oluşan risk skorlarını etkileyerek aynı tehlikeli durum için farklı müdahale yorumları getirmektedir.

Hangi durumlarda hangi ölçme yönteminin kullanılacağı ve risk değerlendirme yöntemlerinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu uyarınca, tüm işletmelerin bir risk değerlendirmesi yapmaları gerekmektedir ve bu nedenle, konuyla ilgili araştırmalarını hızlandırmaya ve doğru yöntemleri uygulayarak daha güvenilir ve geçerli sonuçlara ulaşmaya çalışılmalıdır.



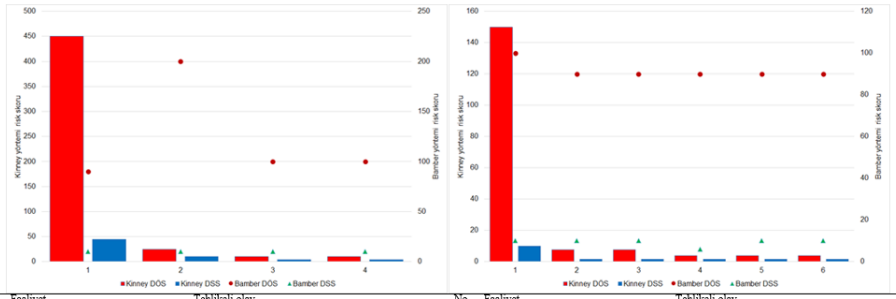
No	Faaliyet	Tehlikeli olay	No	Faaliyet	Tehlikeli olay
1	Hidrolik abkant pres kullanımı	Makinada kesilecek malzemenin sabit durmaması	1	Genel Makine Bakımı	Bakım için kullanılan kimyasallar
2	Genel makine kullanımı	Makinaların koruma aparatlarının bulunmaması veya yerinden sökülmesi	2	Genel Makine Bakımı	Makinelerin çalışır vaziyette bakımlarının yapılması
3	Hidrolik pres kullanımı	Çalışmaya başlamadan kontrollerin yapılmaması	3	Genel Makine Bakımı	Yüksekte çalışma
4	Hidrolik giyotin makas kullanımı	Çalışanların ellerini sıkıştırmaları	4	Elektrikli El Aletleri Bakımı	Fiş prize takılmış iken ayar veya bakım yapılması
5	Hidrolik giyotin makas kullanımı	Malzemenin fırlaması	5	Elektrikli El Aletleri Bakımı	El aletlerinin çalışır vaziyette bakımlarının yapılması
6	Hidrolik abkant pres kullanımı	Çalışanların, çalışma alanına ellerini sokmaları	6	Kompresör Bakımı ve Onarımı	Kompresörün basınç altında bakımının yapılması
7	Hidrolik pres kullanımı	Kalıp arasına sıkışma, ezilme	7	Vinç Bakımı	Vinç raylarında yürüme yolu ve korkulukların yetersiz olması
8	Hidrolik Pres Kullanımı	Malzeme alırken ellerin presin içine sokulması	8	Elektrik Bakım, Onarım	Elektrikli donanımların bakım onarımı
9	Hidrolik Pres Kullanımı	Gerekli önlemlerin alınmaması	9	Elektrik Bakım, Onarım	Yalıtımsız, yıpranmış kablolar, kırık, çatlak fiş ve prizler
10	Hidrolik Pres Kullanımı	Çift el kumanda tertibatı olmaması	10	Forklift Bakımı	Periyodik test ve kontrollerin yapılmaması
11	Şerit Testere Kullanımı	Testerenin çatlaması	11	Vinç Bakımı	Vinç elektrik donanımlarının periyodik bakımlarının yetersizliği
12	Freze tezgâhı kullanımı	Malzemenin takımla birlikte dönmesi	12	Vinç Bakımı	Vinçlerin periyodik kontrollerin yapılmaması
13	Matkap Tezgâh Kullanımı	Malzemenin takımla birlikte dönmesi	13	Elektrik Bakım, Onarım	Elektrikli donanımlarda kaçakların meydana gelmesi
14	Şerit Testere Kullanımı	Şerit testerenin kasnak kapaklarının olmaması	14	Kazan Dairesi Bakımı	Kazan ve brülörler ile tesisatın bakımlarının yapılmaması
15	Freze tezgâhı kullanımı	Talaşların elle temizlenmesi	15	Kazan Dairesi Bakımı	Periyodik bakımlarının yapılmaması
16	Freze tezgâhı kullanımı	Koruyucun olmaması ve talaşların temizlenmemesi	16	Kazan Dairesi Bakımı	Kayıtların tutulmaması, muhafaza edilmemesi
17	Matkap Tezgâhı Kullanımı	Koruyucun olmaması ve talaşların temizlenmemesi	17	Kompresör Bakımı ve Onarımı	Periyodik test ve kontrollerin yapılmaması
18	Matkap Tezgâhı Kullanımı	Talaşların elle temizlenmesi			

Şekil 1. Hazırlık ve Bakım-Onarım bölümü kontrol eylemi öncesi (DÖS) ve sonrası (DSS) risk puanları



No	Faaliyet	Tehlikeli olay	No	Faaliyet	Tehlikeli olay
1	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Çalışmalar esnasında ve sonrasında ortaya çıkan gaz ve dumanlar	1	Boyama işlemi	Kimyasal maddelere maruz kalma
2	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Kaynak işleminde kullanılan tüplerin uygunsuz depolanması	2	Titreşime sebep olan alet ve makine kullanımı	Titreşime maruz kalma
3	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Zararlı ışınlar	3	Temizlik işleri-yetersiz hijyen	Fare, haşarat ve böcekler
4	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Kaynak işleminde kullanılan tüplerin gres yağı ile teması	4	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Çalışmalar esnasında ve sonrasında ortaya çıkan gaz ve dumanlar
5	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Kaynak işleminde tüplerin uygunsuz kullanımı	5	Temizlik işleri-süpürme	Temizlik esnasında ortaya çıkan tozlar
6	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Kaynak işleminde kullanılan tüplerin emniyet donanımlarının yetersizliği	6	Temizlik işleri	Kimyasal madde kullanımı
7	Spiral avuç taşlayıcı kullanımı	Kullanım esnasında meydana gelen çapak	7	Genel makine kullanımı	Gürültülü ortam
8	Spiral avuç taşlayıcı kullanımı	Taş patlaması ve yataktan fırlaması	8	El ile yük taşıması	Bel, sırt, boyun diz ağrıları
9	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Kaynak işlemi esnasında meydana gelen kıvılcım, sıcak cüruf, kaynak lavı vb. gibi yakıcı maddeler	9	Gaz altı kaynağı makinası kullanımı	Kaynak ışınları

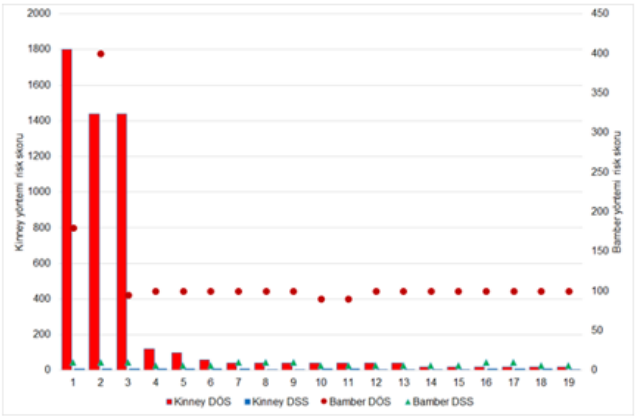
Şekil 2. Kaynaklı imalat montajı ve Sağlık bölümü kontrol eylemi öncesi (DÖS) ve sonrası (DSS) risk puanları



No	Faaliyet	Tehlikeli olay
1	Boyama işlemi	Kimyasal maddelere maruz kalma
2	Elektrik kullanımı	Kıvılcım oluşması
3	Boya pompası kullanımı	Statik elektrik oluşması
4	Su perdeli yaş boya kabini kullanımı	Su perdeli yaş boya kabininin elektrik ve topraklama işlerinin yapılmaması

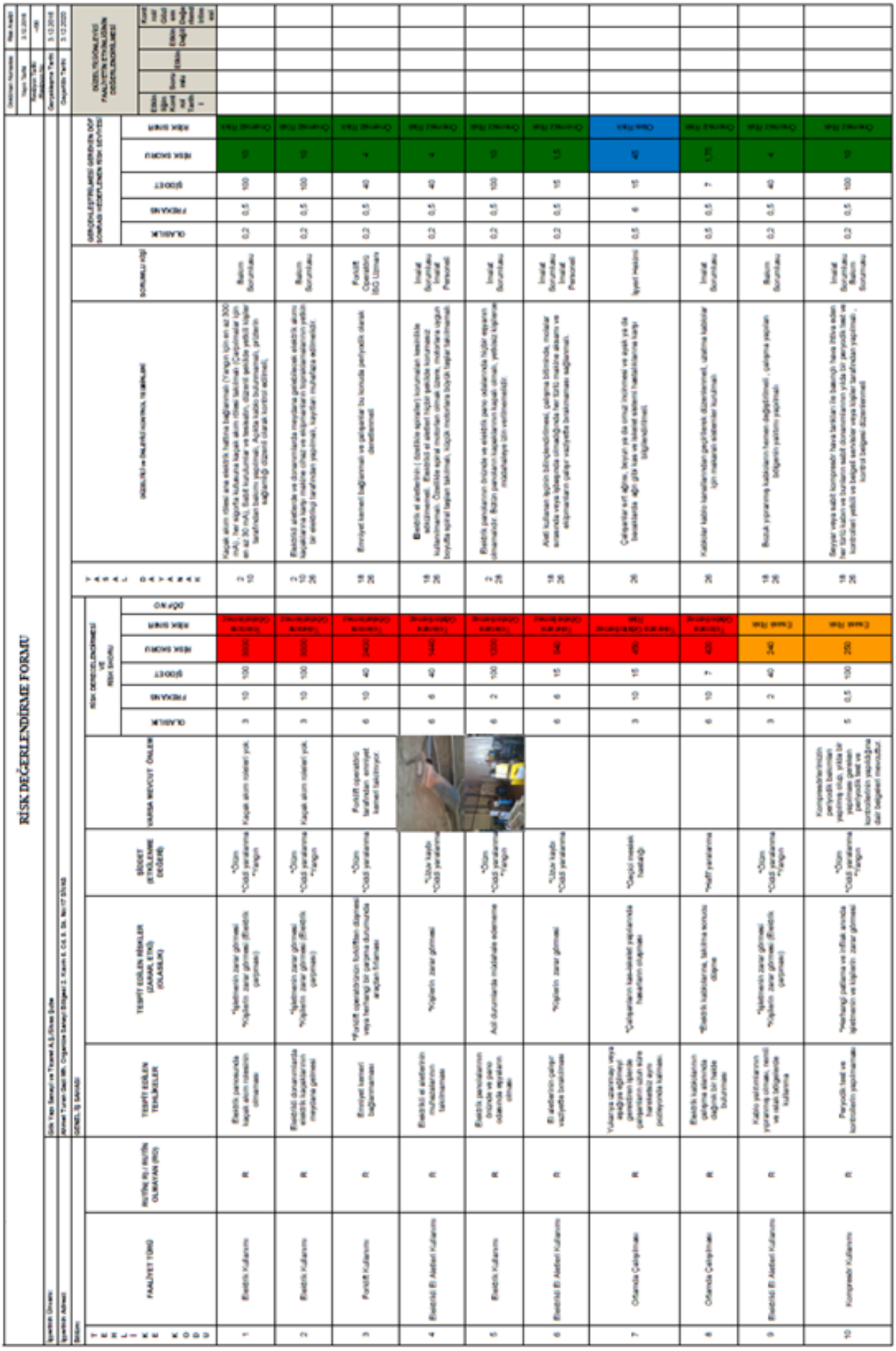
No	Faaliyet	Tehlikeli olay
1	Kimyasal maddelerin depolanması ve saklanması	Kimyasal maddelerin uygun koşullarda muhafaza edilmemesi
2	Tekerlekli seyyar merdivenler kullanılması	Hareketli seyyar merdivenlerin emniyetsiz olması
3	Depo merdiveninin kullanılması	Merdivenlerin basamakların bozuk olması ve kaygan olması
4	Depo rafları kullanımı	Depo raflarının sabitlenmemesi
5	Depo rafları kullanımı	Depo raflarına maksimum taşıyacağı miktarın üzerinde yük konulması
6	Depo rafları kullanımı	Raflara malzemenin düzgün istiflenmemesi

Şekil 3. Boyahane ve Depo bölümü kontrol eylemi öncesi (DÖS) ve sonrası (DSS) risk puanları



o	Faaliyet	Tehlikeli olay
	Motorlu taşıt kullanımı	Araçlarda emniyet kemerinin kullanılmaması
	Motorlu taşıt kullanımı	Araçlarda yangın söndürücü tüp bulundurulmaması
	Motorlu taşıt kullanımı	Araca ve yüke uygun hız limitlerine uyulmaması
	Motorlu taşıt kullanımı	Aracın taşıma kapasitesi üzerinde yüklenmesi
	Motorlu taşıt kullanımı	Dengesiz yüklenen yükler (Sevkiyat Yapılacak Malzemeler)
	Motorlu taşıt kullanımı	Şoförlerin, çalışma talimatlarına, trafik kurallarına ve levhalarına uymamaları
	Motorlu taşıt kullanımı	Araçların güvenlik donanımlarının sağlam ve çalışır durumda olmaması
	Motorlu taşıt kullanımı	Araçlarda mevsim koşullarına uygun lastik kullanılmaması
	Motorlu taşıt kullanımı	Motorlu taşıtların sürücüler tarafından kullanmaya başlamadan önce günlük kontrollerinin yapılmaması
0	Motorlu taşıt kullanımı	Geri manevralar sırasında, geriyi görememe
1	Motorlu taşıt kullanımı	Şoförün sürüş sırasında, sürekli aynı pozisyonda bulunması ve ergonomik olmayan şoför koltuğu nedeni ile kas-iskelet hastalığının ortaya çıkması
2	Motorlu taşıt kullanımı	Çalışanların, sürüş sırasında titreşime maruz kalmaları
3	Motorlu taşıt kullanımı	Araç içerisinde veya çevresinde içilen sigara sebebi ile yangın çıkması
4	Motorlu taşıt kullanımı	Motorlu taşıtların periyodik bakımlarının ve kontrollerinin yapılmaması
5	Motorlu taşıt kullanımı	Araç kullananların araca uygun ehliyeti olmaması ve ehil kişiler olmaması
6	Motorlu taşıt kullanımı	Geri vites sesli sinyallerin olmaması
7	Motorlu taşıt kullanımı	Olumsuz hava koşullarında araç kullanımı
8	Motorlu taşıt kullanımı	Şoförlerin üzerindeki iş ve trafik stresi
9	Motorlu taşıt kullanımı	Şoförlerin göz bozukluğu sebebi ile kaza yapılması

Şekil 4. Taşıma bölümü kontrol eylemi öncesi (DÖS) ve sonrası (DSS) risk puanları

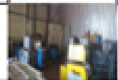
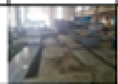


Şekil 5. Fine-Kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi örnek formu

RİSK DEĞERLENDİRME FORMU

Doküman Numarası	Risk Analizi
Yayın Tarihi	3.12.2018
Revizyon Tarihi /Revizyon No	r00
Gerçekleşme Tarihi	3.12.2018
Geçerlilik Tarihi	3.12.2020

İşyerinin Ünvanı:	Gök Yapı Sanayi ve Ticaret A.Ş./Sivas Şube
İşyerinin Adresi:	Ahmet Turan Gazi Mh. Organize Sanayi Bölgesi 2. Kısım 6. Cd. 9. Sk. No:17 SİVAS
Bölüm:	GENEL İŞ SAHASI

TEHLİKE KODU	FAALİYET TÜRÜ	RUTİN (R) / RUTİN OLMAYAN (RO)	TESPİT EDİLEN TEHLİKELER	TESPİT EDİLEN RİSKLER (ZARAR, ETKİ) (OLASILIK)	ŞİDDET (ETKİLENME DEĞERİ)	VARSA MEVCUT ÖNLEM	RİSK DERECELENDİRMESİ VE RİSK SKORU: SIKLIK	MKPD	ÇÇİ	RİSK SKORU	RİSK SINIFI	DÖF NO	YASAL DAYANAK	DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ KONTROL TEDBİRLERİ	SORUMLU KİŞİ	GERÇEKLEŞTİRİLMESİ GEREKEN DÖF SONRASI HEDEFLENEN RİSK SEVİYESİ: SIKLIK	MKPD	ÇÇİ	RİSK SKORU	RİSK SINIFI	DÜZELTİCİ/ÖNLEYİCİ FAALİYETİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: Etkinliğin Kontrol Tarihi	Sorumlu	Etkin	Etkin Değil	Kontrol Sıklığının Değerlendirilmesi
1	Forklift Kullanımı	R	Emniyet kemeri bağlanmaması	*Forklift operatörünün forkliften düşmesi veya herhangi bir çarpma durumunda araçtan fırlaması	*Ölüm *Ciddi yaralanma	Forklift operatörü tarafından emniyet kemeri takılmıyor.	3	50	50	300	Derhal		18 26	Emniyet kemeri bağlanması ve çalışanlar bu konuda periyodik olarak denetlenmeli	Forklift Operatörü İSG Uzmanı	0	5	5	0	3 Ay İçerisinde					
2	Ortamda Çalışılması	RO	Ziyaretçilerin işletme içerisine izinsiz girmeleri	*Kişilerin (ziyaretçilerin) zarar görmesi	*Yaralanma	Ziyaretçiler için ziyaretçi bilgilendirme formu mevcut olup kullanımı aktif olarak gerçekleştirilememektedir.	2	50	50	200	Derhal		28	Ziyaretçi bilgi formları ile ziyaretçiler bilgilendirilmeli	İnşaat Sorumlusu	0	5	1	0	3 Ay İçerisinde					
3	Elektrik Kullanımı	R	Elektrik panosunda kaçak akım rölesinin olmaması	*İşletmenin zarar görmesi *Kişilerin zarar görmesi (Elektrik çarpması)	*Ölüm *Ciddi yaralanma *Yangın	Kaçak akım röleleri yok.	2	50	50	200	Derhal		3 10	Kaçak akım rölesi ana elektrik hattına bağlanması (Yangın için en az 300 mA) , her sigorta kutusuna kaçak akım rölesi takılması (Çarpılmalar için en az 30 mA). Sabit kurulumlar ve tesisatın, düzenli şekilde yetkili kişiler tarafından bakımı yapılması. Açıkta kablo bulunmaması, prizlerin sağlamlığı düzenli olarak kontrol edilmeli.	Bakım Sorumlusu	0	5	5	0	3 Ay İçerisinde					
4	Elektrik Kullanımı	R	Elektrik panolarının önünde ve pano odasında eşyaların olması	Acil durumlarda müdahale edememe	*Ölüm *Ciddi yaralanma *Yangın		2	50	50	200	Derhal		3 28	Elektrik panolarının önünde ve elektrik pano odalarında hiçbir eşyanın olmamalıdır. Bütün panoların kapaklarının kapalı olması, yetkisiz kişilerce müdahaleye izin verilmemelidir.	İnşaat Sorumlusu	0	5	5	0	3 Ay İçerisinde					
5	Elektrikli El Aletleri Kullanımı	R	Kablo yalıtımlarının yıpranmış olması, nemli ve ıslak bölgelerde kullanma	*İşletmenin zarar görmesi *Kişilerin zarar görmesi (Elektrik çarpması)	*Ölüm *Ciddi yaralanma *Yangın		2	45	50	190	Derhal		18 26	Bozuk yıpranmış kabloların hemen değiştirilmeli , çalışma yapılan bölgenin yalıtımı yapılmalı	Bakım Sorumlusu	0	5	5	0	3 Ay İçerisinde					
6	Elektrikli El Aletleri Kullanımı	R	El aletlerinin çalışır vaziyette bırakılması	*Kişilerin zarar görmesi	*Uzuv kaybı *Ciddi yaralanma		2	45	50	190	Derhal		18 26	Aleti kullanan işçinin bilinçlendirilmesi, çalışma bitiminde, molalar sırasında veya işbaşında olmadığında her türlü makine aksamı ve ekipmanların çalışır vaziyette bırakılmaması sağlanmalı.	İnşaat Sorumlusu İnşaat Personeli	0	5	1	0	3 Ay İçerisinde					
7	Ortamda Çalışılması	R	Aşırı sıcakta,aşırı soğukta ve/veya nemli ortamda çalışma	*Kişinin zarar görmesi (Vücut direncinin azalması, kalp atışlarının artması, kramp oluşması)	*Konsantrasyon bozulmasına bağlı yaralanma	Ortamda çok fazla hava akımı mevcut.	2	50	45	190	Derhal		26	Çalışan sayısı dikkate alınarak ortam hava hacmi sağlanmalı,ortam ısısının ve veya neminin düşürülmesi konusunda gerekli önlemlerin alınması (Klima,vantilatör vs.), ortam ısısının düşük olması durumunda ısıtma sağlanmalı.	İşveren, İşveren vekili İSG Uzmanı İşyeri Hekimi	0	5	5	0	3 Ay İçerisinde					
8	Çalışanların Ortamda Yürümesi	R	Yürüme yollarında, çalışma yollarında, çıkış ve acil kaçış yollarında uygunsuz malzeme istiflenmesi	*Kişilerin takılarak düşmesi, *Acil durum tahliye sorunu	*Yaralanma		2	40	50	180	Derhal		26 28	İstiflemede yürüme yollarında, çalışma yollarında malzeme bulundurulmalı, çıkış yolları açık bulundurulmalı	İnşaat Sorumlusu	0	1	5	0	3 Ay İçerisinde					
9	Ortamda Çalışılması	R	Çalışma ortamında yeterli havanın olmaması	*Ortamda yer alan zararlı tozların, buğu, duman ve boğucu, zehirli veya tahriş edici gazların solunması	*Sürekli meslek hastalığı, *Solunum sistemi hastalıkları, *Konsantrasyon bozulmasına bağlı yaralanma	Çalışma ortamında havalandırma mevcut. Ancak çalışma ortamında yapılan kaynak işine bağlı olarak kaynak dumanı çok yoğun olduğundan havalandırma yetersiz, çalışanlara maske dağıtılmış	2	40	50	180	Derhal		26 30 37	Havalandırma periyodik olarak kontrol edilmeli, hava sirkülasyonu sağlanmalı, maske kullanımı sağlanmalı	Bakım Onarım Sorumlusu İnşaat Sorumlusu İSG Uzmanı İşyeri Hekimi	0	5	5	0	3 Ay İçerisinde					

Şekil 6. Bamber yöntemi ile risk değerlendirmesi örnek formu

KAYNAKLAR

TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2010

Özkılıç, Ö. (2014). Risk Değerlendirmesi Atex Direktifleri Patlayıcı Ortamlar Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Kantitatif Risk Değerlendirme, Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu

Oturakçı, M., Dağsuyu, C., Kokangül, A.(2015), A New Approach to Fine Kinney Method and an Implementation Study, Alphanumeric Journal, The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems, Volume 3, Issue 2, 83-92.

Erzurumoğlu, K., Köksal K. N., Gerek, H.İ. (2015) İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 137-146

Băbuţ, B., Moraru, R.I., Cioca, L.I. (2011), Kinney-Type Methods: Useful Or Harmful Tools In The Risk Assessment And Management Process, International Conference On Manufacturing Science And Education- Mse - Sibiu-Romania

Kinney, G.F., Wiruth, A.D., (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management, Naval Weapons Center an Activity of the Naval Material Command

Özgür, M.,(2013) Metal Sektöründe Risk Analizi Uygulaması

Ridley, J. & Channing, J.ed., Bamber.L. (2004) "Risk management: techniques and practices", Safety at Work. Oxford: Elsevier Ltd. 230-232.

MADENCİLİKTE NAKLİYE YOLU VE DÖKÜM DİZAYN PROSEDÜRÜ ARAŞTIRILMASI: ÖRNEK BİR UYGULAMA

INVESTIGATION OF TRANSPORTING ROAD AND DUMPING DESIGN PROCEDURE IN MINING: A SAMPLE APPLICATION

A. C. Özdemir
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

K. Turan, M. A. Dağ
Maden Mühendisi, B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Erzincan

ÖZ: İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından madencilik faaliyetleri bir bütün olarak düşünülmektedir ve bu faaliyetlerin birinde yapılan iyileştirme tüm faaliyetleri olumlu etkileyecektir. Maden kazaları incelendiği zaman birçok farklı neden olduğu görülmektedir. Ancak, nakliye ve döküm projelerinde yapılan hataların ön plana çıktığı görülmektedir. Bu nedenle, faaliyet gösteren maden sahaları için mutlaka bir nakliyat ve döküm prosedürü hazırlanmalıdır. Bu çalışmanın amacı; yol, kavşak, yol seti, döküm seti, kanal gibi yapılar için dizayn parametreleri önermek ve belirlenen standartlarda yapılmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Nakliye Yolu, Döküm Dizaynı, Prosedür.

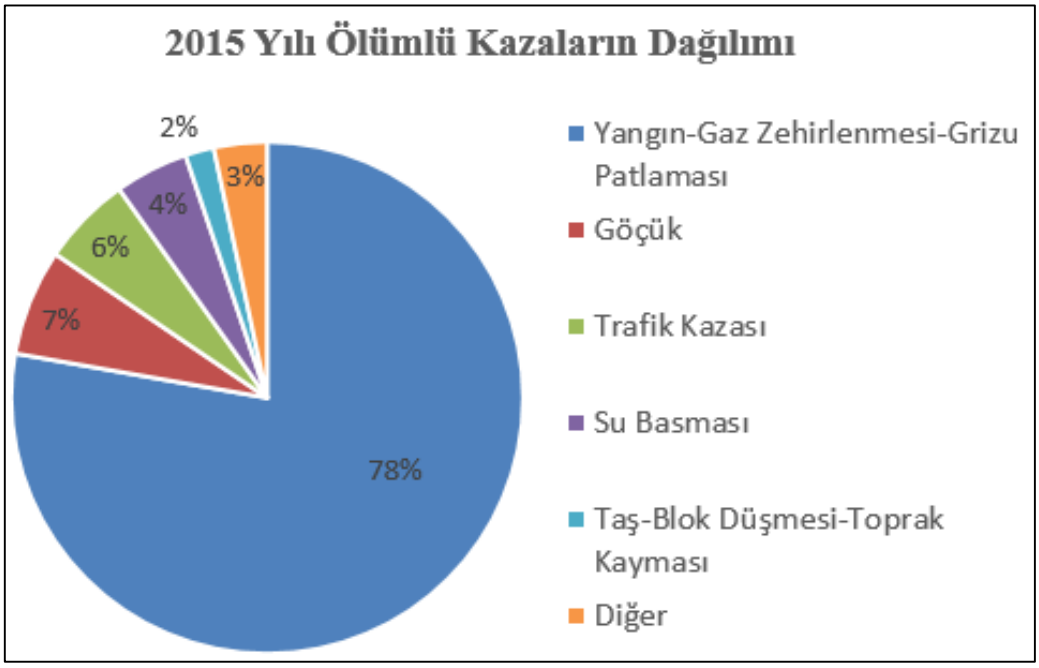
ABSTRACT: *Mining activities are considered as a whole in terms of occupational health and safety and improvement in one of these activities will positively affect all activities. There are many different reasons when mining accidents are investigated. But, it is seen that the mistakes made in the transportation and dumping projects have come to the forefront. For this reason, a transport and dump procedure must be prepared for mining sites in operation. The aim of this study is to present the design parameters for the structures such as road, intersection, road set, casting set, and canal and to make them to the specified standards.*

Keywords: *Transport Road, Dump Design, Procedure.*

1. GİRİŞ

Ülkemizde meydana gelen iş kazaları sayısının diğer ülkeler ile kıyaslandığı zaman oldukça fazla olduğu bilinen bir gerçektir. Bu iş kazaları endüstriyel

sektörler açısından değerlendirildiğinde ise madencilik sektörünün ilk sırada olduğu görülmektedir. Ülkemizde son 60 yıl içerisinde 3500'den fazla madencinin, maden kazaları sonucunda hayatını kaybettiği bilinmektedir. Öncelikli olarak maden kazalarının sebepleri ayrıntılı şekilde araştırılması, dünya genelinde benzer maden kazalarını önlemek için alınan modern önlemlerin uyarlanması ve mevcut şartların iyileştirilmesi gerekmektedir (Ünal vd., 2013).



Şekil 1. 2015 yılı ölümlü kazaların dağılımı

Madencilik faaliyetleri sırasında iş sağlığı, güvenliği, risk yönetimi prosedür ve standartlarının oluşturulması, iş sağlığı ve güvenliği merkezi oluşturulması, risk değerlendirilmesinin yapılması ve risk yönetimi kontrol sistemlerinin oluşturulması, teknolojik araç ve sistemlerinin temin edilmesi, personel ve yöneticilerin belirli periyotlarda eğitimlerinin ve sağlık kontrollerinin yapılması, maden planlamalarının hazırlanması ve kontrol edilmesi gibi önlemler kazaların büyük ölçüde azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca, kaza sonrası meydana gelecek olumsuz durumlara etkili şekilde müdahale ortamı oluşturulmalıdır (Ünal, 2014; TÜİK, 2014; Yaşar vd., 2015).

Ölümlü maden kazalarının genel sebepleri incelendiğinde ilk sırada yer altı kömür ocaklarında sıkça rastladığımız yaygın, grizu patlamaları ve gaz zehirlenmesi olduğu belirlenmiştir. Bunu maden ocaklarında meydana gelen göçükler takip etmektedir. Üçüncü sırada ise trafik kazaları (nakliye yolu, döküm) olduğu görülmektedir (Şekil 1). Bu çalışmada, nakliye yolu ve döküm işlemlerinde meydana gelebilecek olan kazaların önlenmesi ve daha güvenli bir çalışma ortamının oluşturulması için örnek bir prosedür hazırlanması araştırılmıştır.

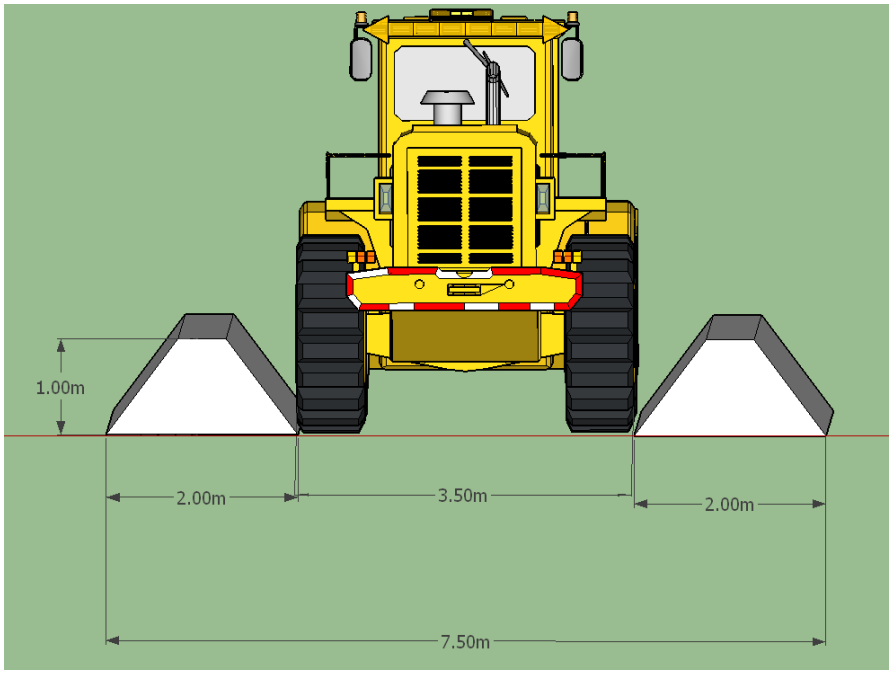
2. ÖRNEK UYGULAMA

2.1. Yol Genişlikleri

2.1.1. Tek Şeritli Yollar

Tek şeritli yolların yapılmasının gerektiği durumlarda "2 x Yolu kullanan en geniş aracın genişliği (CAT 980)" yol genişlik parametreleri uygulanmalıdır. Şekil 2'de örnek tek şeritli yol görünümü verilmiştir.

Örnek: 2 x 3,5 m = 7 m ~7,5 m (Set ve Kanal Genişlikleri Dahil)

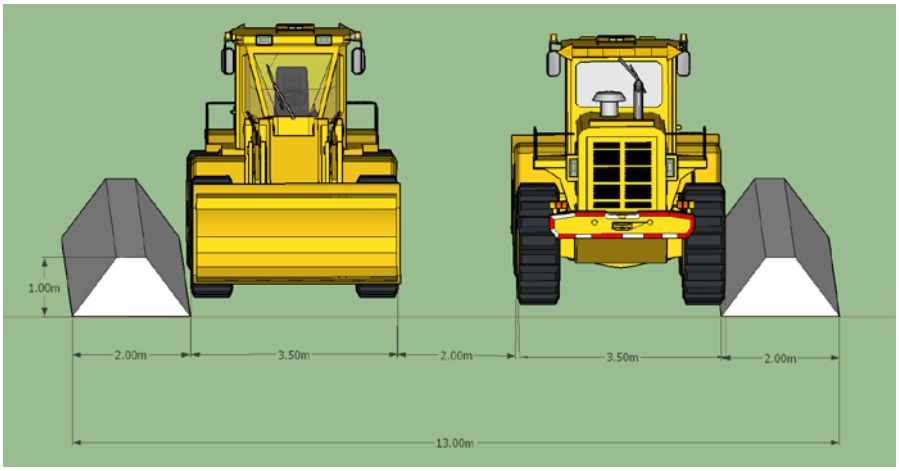


Şekil 2. Tek şeritli yol görünümü

2.1.2. Çift Şeritli Yollar (Bir Gidiş Bir Geliş)

Çift şeritli yolların yapılmasının gerektiği durumlarda "3,6 x Yolu kullanan en geniş aracın genişliği (CAT 980)" yol genişlik parametreleri uygulanmalıdır. Şekil 3'de örnek çift şeritli yol görünümü verilmiştir.

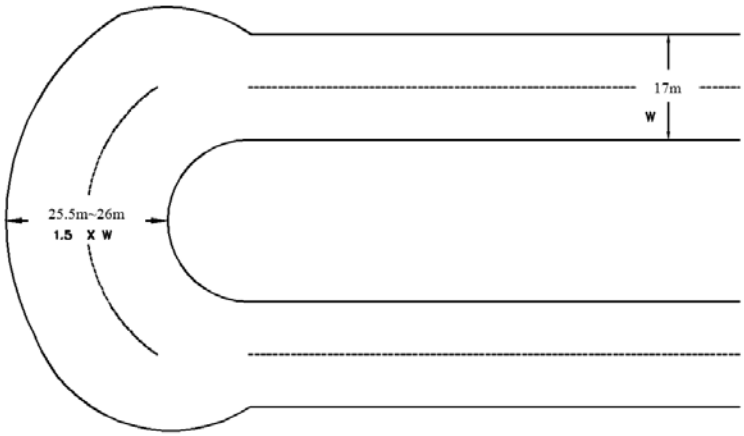
Örnek: 3,6 x 3,5 m = 12,6 m~13 m + Set ve Kanal Genişlikleri (4 m) = 17 m



Şekil 3. Çift şeritli yol görünümü

2.1.3. Virajlı Yol Genişlikleri

Tüm geçici ve kalıcı nakliye yollarında yol genişlikleri Şekil 4' de görüldüğü gibi olmalıdır. Virajlardaki yol genişliği normal yol genişliğinin 1,5 katı olacak şekilde yapılmalıdır.



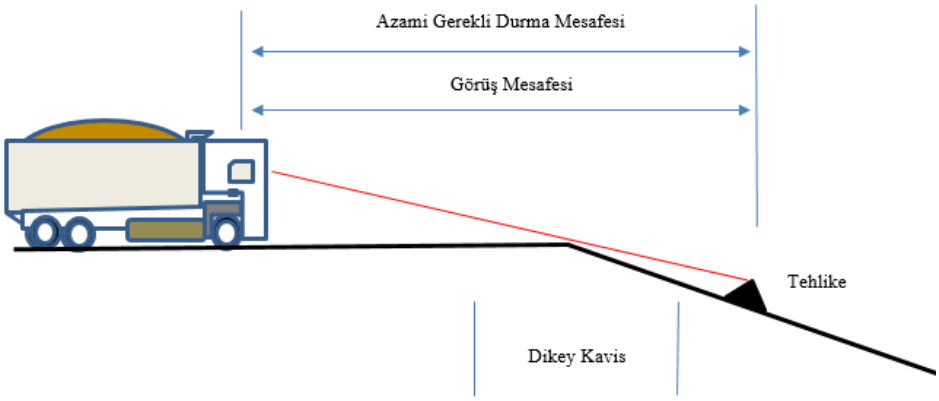
Şekil 4. Viraj görünümü

2.1.4. Görüş Mesafesi

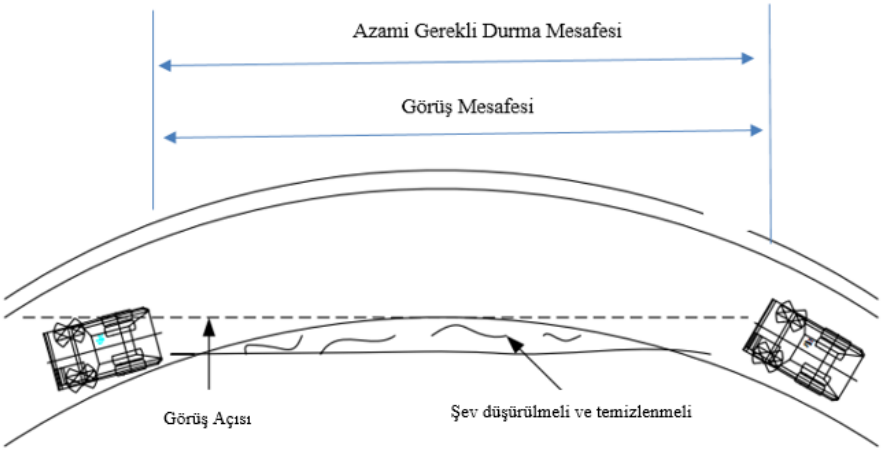
Görüş mesafesi araç şoförü tarafından görülebilen güvenli mesafedir ve şu etmenlere bağlıdır;

- Yolda kullanılan en küçük araç,
- Yolun hız sınırları,
- Durma mesafesi.

Görüş mesafesinin düşeyde veya yatayda etkilenebileceği durumlarda görüş mesafesini etkileyen engeller, setler, şevler vs. tamamen ortadan kaldırılmalı veya en aza indirilmelidir. Sahada uygulanan görüş mesafesi ve takip mesafesi 25 m olarak belirlenmiştir. Şekil 5-6'da düşey ve yatay görüş mesafelerine örnekler verilmiştir.



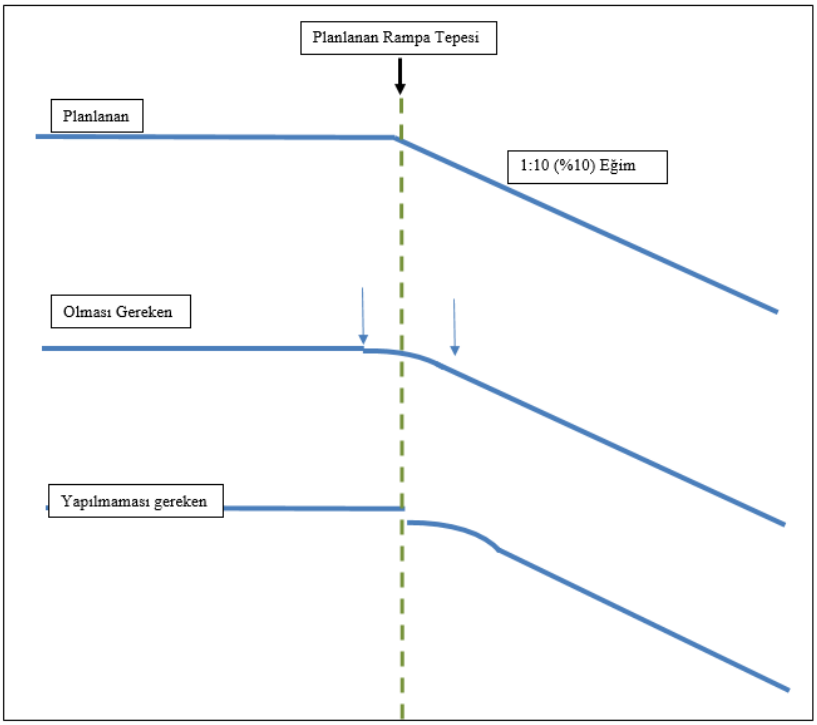
Şekil 5. Düşey görüş mesafesi görünümü



Şekil 6. Yatay görüş mesafesi görünümü

2.1.5. Rampa Tepeleri

Nakliye yollarındaki planlanan rampaların görüşü engellememesi için rampa tepelerinin Şekil 7'de görüldüğü gibi düzeltilmesi gerekmektedir.

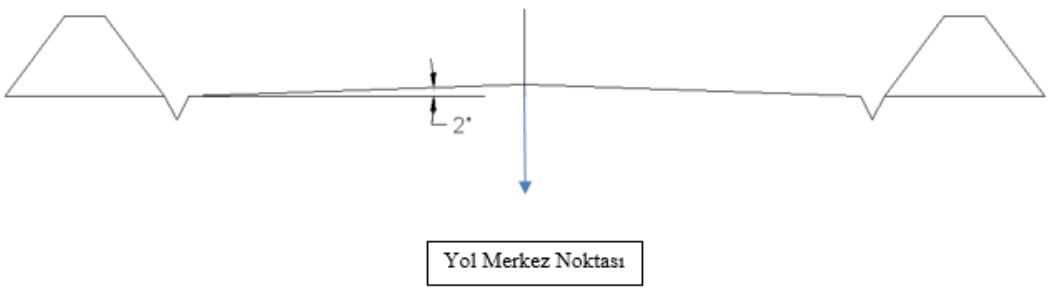


Şekil 7. Rampa tepeleri görünümü

2.2. Yol Eğimleri

2.2.1. Yatay Eğim

Tüm yol dizaynlarında ve yol yapımlarında yol yüzeyindeki suyun göllenme yapmadan yol kenarlarına akması için yatay eğimler kullanılmalıdır. Şekil 8'de yol eğimleri görülmektedir.



Şekil 8. Yol eğimleri görünümü

2.2.2. Rampa Eğimleri

Maden sahasında yapılan nakliye yolu rampalarında eğim maksimum %10 olmalıdır. Geçici üretim rampalarında eğim maksimum %15 olmalıdır.

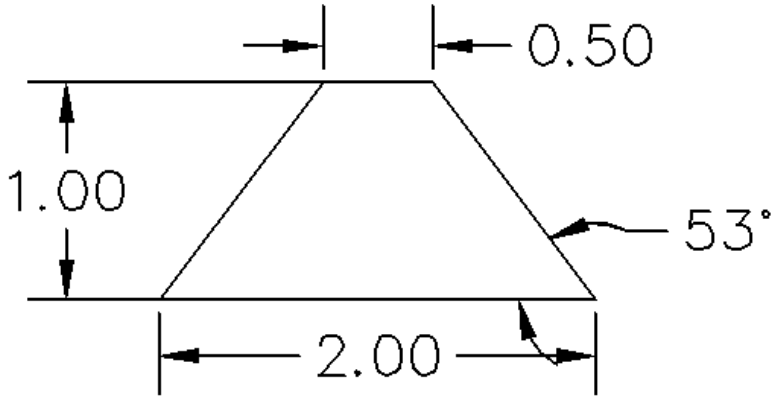
2.3. Emniyet Setleri ve Drenaj

2.3.1. Nakliye Yolu Setleri

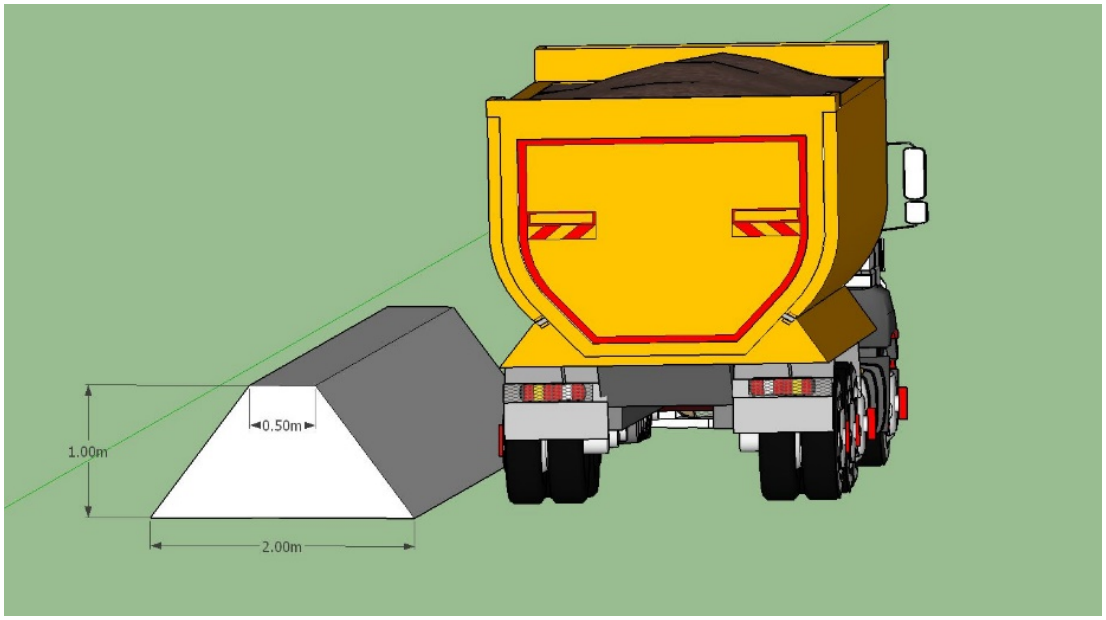
Maden nakliye yollarındaki setler standart emniyet kriteridir. Yığın şeklinde yapılan setler herhangi bir araç çarpmasında araca zarar vermekten ziyade aracı yönlendirecek veya darbe enerjisini absorbe edecek özellikte olmalıdır. Nakliye yolu setleri yapılırken şu maddelere dikkat edilmelidir;

- Setin yapıldığı malzemenin araç lastiklerine zarar vermeyecek türde olmasına dikkat edilmelidir,
- Setin yan yüzeyinin dik inşa edilmesi, araçları yönlendirmede daha etkilidir. Bu yüzden mümkün olduğunca dik olmalıdır,
- Set yüksekliği ocakta kullanılan en büyük lastikli aracın lastiğinin yarıçapı kadar olmalıdır. (Cat 380 Lastikli Yükleyici). Set yüksekliği 1 m olarak belirlenmiştir,
- Setin taban genişliği 2 m, üst kısmının genişliği 0,5 m olmalıdır.

Şekil 9'da örnek nakliye yolu seti kesit görünümü, Şekil 10'da ise nakliye seti görünümü verilmiştir.



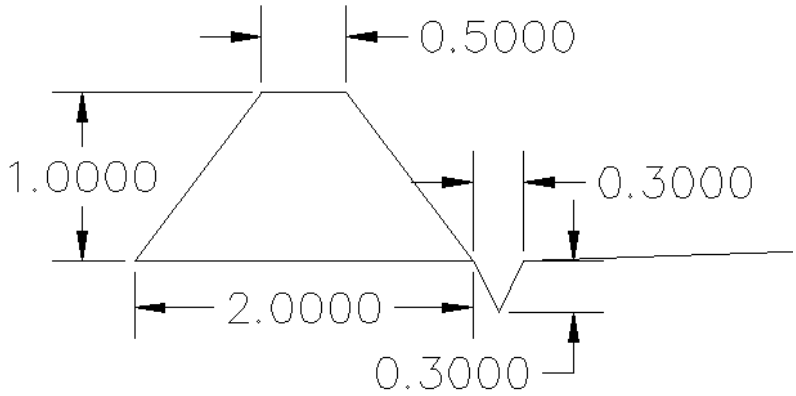
Şekil 9. Nakliye yolu seti kesit görünümü



Şekil 10. Nakliye yolu seti görünümü

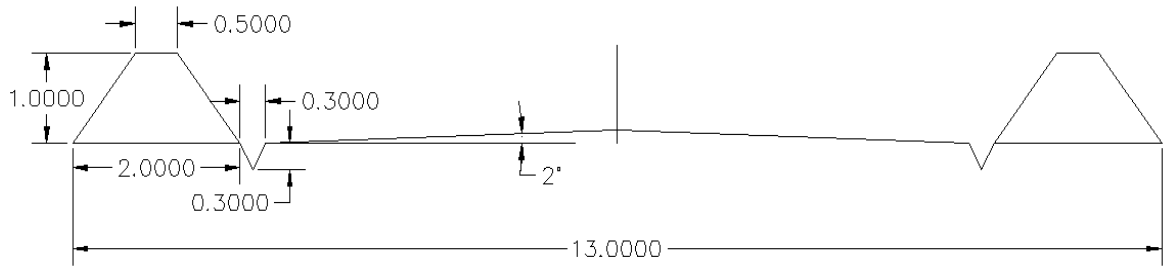
2.3.2. Nakliye Yolları Drenajı

Drenaj, suyun yol açtığı bozulmalardan dolayı emniyetsiz sürüş koşullarını ortadan kaldırmak için önemlidir. Nakliye yolundaki drenaj yolun her iki tarafında da bulunmalı ve suyun yol yüzeyinden hızla boşaltılabilmesine imkan sağlamalıdır. Yapım ve bakım kolaylığı nedeniyle V-drevaj kanalları önerilir. V drenaj kanalında önerilen dizayn parametreleri Şekil 11'de görülmektedir.



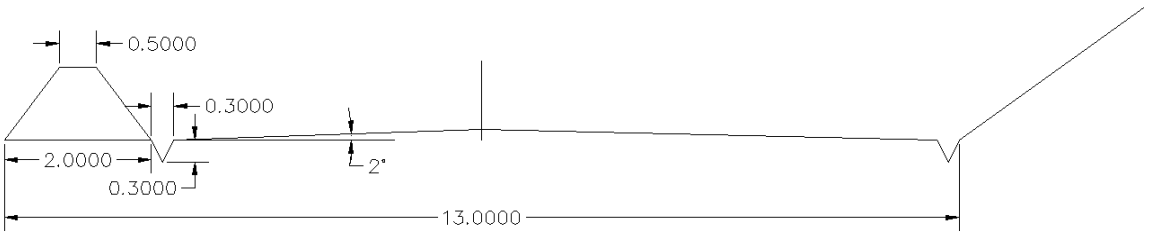
Şekil 11. v-Drenaj kanalı kesit görünümü

Yolun iki tarafına set yapılması gerekliği durumlarda farklı bir tasarım uygulanmalıdır (Şekil 12).



Şekil 12. İki taraflı set görünümü

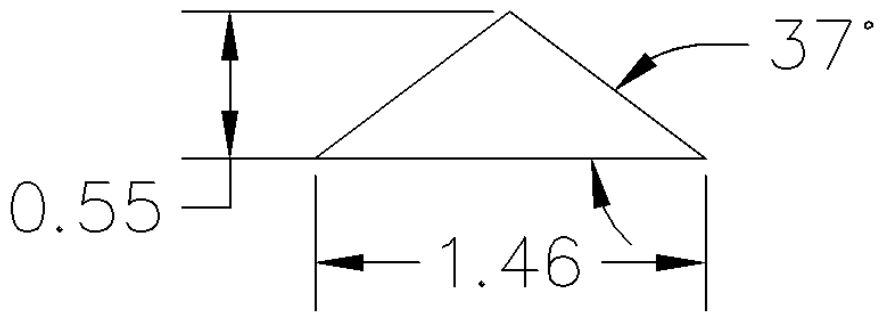
Yolun tek tarafına set yapılması gerekliği durumlarda ise Şekil 13'de görülmekte olan tasarım uygulanmalıdır.



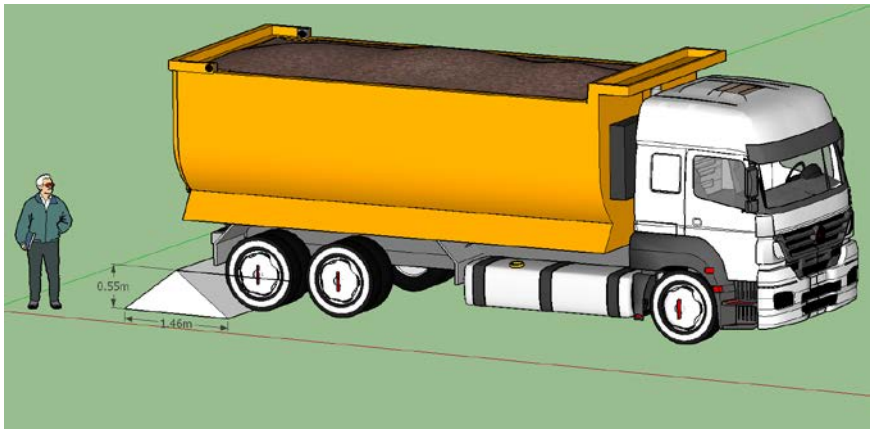
Şekil 13. Tek taraflı set görünümü

2.3.3. Döküm Sahası Emniyet Setleri

Pasa döküm sahaları ve stok sahalarında oluşturulacak setlerde Şekil 14'te verilmiş olan parametreler uygulanmalıdır. Ayrıca Şekil 15'de döküm sahası setleri görünümü verilmiştir.



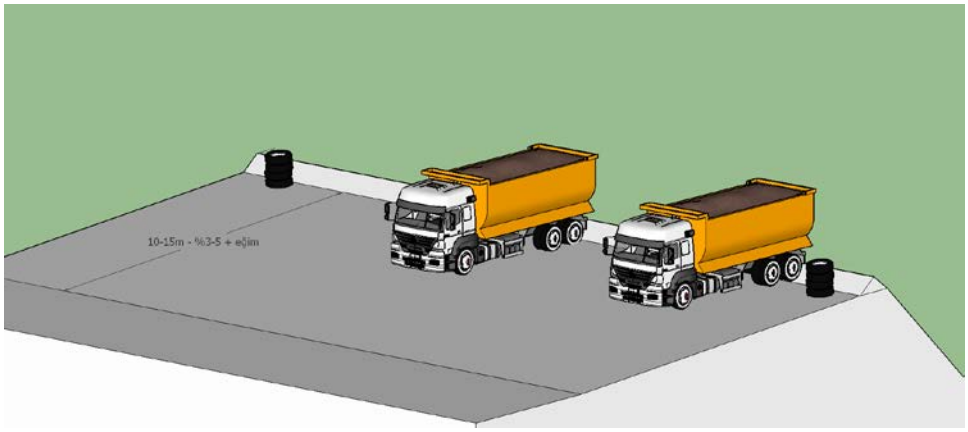
Şekil 14. Döküm sahası seti kesit görünümü



Şekil 15. Döküm sahaları setleri

2.3.4. Döküm Sahası Döküm Tepesi Eğimi ve Şekli

Döküm sahasında döküm setine 10-15 m arasında bir mesafe +%3-5 eğimli olacak şekilde yapılmalıdır. Ayrıca düz bir döküm yüzeyi elde etmek için döküm alanının her iki tarafına lastikler konularak sürekli takibi yapılmalıdır (Şekil 16).



Şekil 16. Döküm sahası döküm setleri

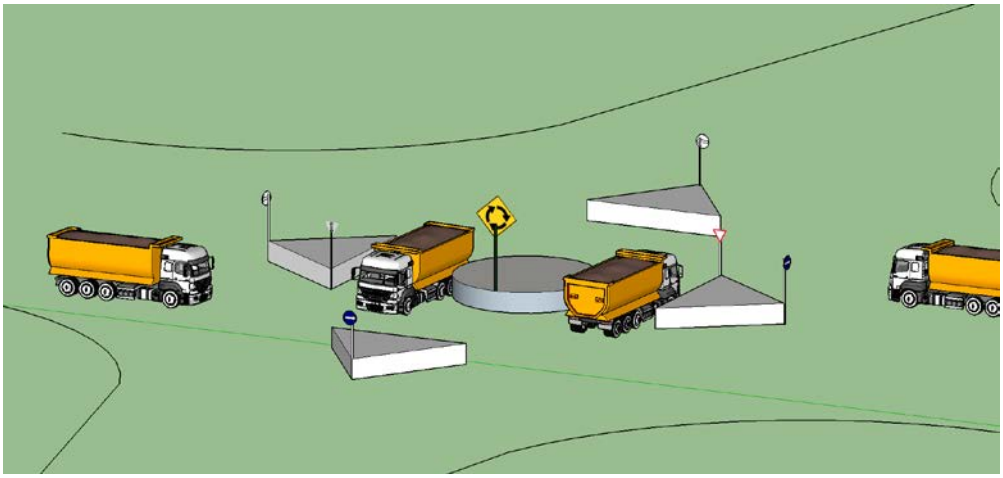
2.4. Kavşaklar

Maden sahasındaki kesişen yollarda kavşaklar inşa edilecektir. Dikkat edilmesi gereken şu şekildedir;

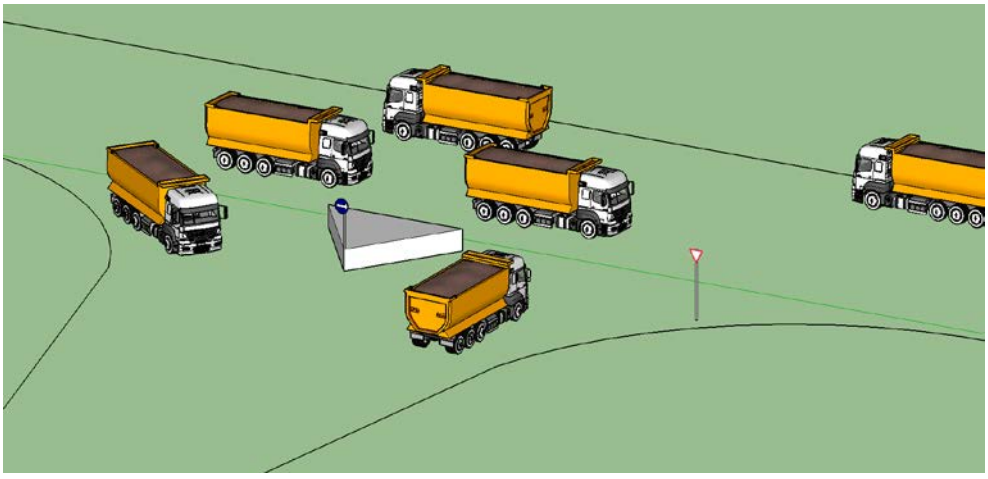
- Kavşakların yapımı için kullanılan malzemeler set yapımı için kullanılan malzeme tipi ile aynı olabilir,
- Şev yüzeyleri mümkün olduğunca dik yapılmalıdır,

- Kavşaklara yapılacak üçgenlerin alt taban uzunlukları minimum bir kamyon uzunluğu kadar olmalıdır,
- Kavşaklara yapılacak dönel kavşakların çapları minimum bir kamyon uzunluğu kadar olmalıdır,
- Trafiğin yoğun olduğu yol Ana Yol olarak belirlenecektir ve "Yol Ver" tabelası konulacaktır,
- Üçgen kavşaktan önce yönlendirme tabelası; dönel kavşakta ise "dönel kavşak" tabelası konulacaktır.

Örnek olarak Dörtyol kavşağı- dönel kavşak ve yol kavşağı Şekil 17 ve Şekil 18'de görülmektedir.



Şekil 17. Dört yol kavşağı – Dönel kavşak



Şekil 18. Yol kavşağı

3. SONUÇLAR

Ülkemizde faaliyet gösteren maden ocaklarında nakliye yolu ve döküm dizayn prosedürü detaylı olarak tarif edilmelidir. Hazırlanan prosedürlerin uygulanmasının ve kontrolünün nasıl yapılacağı belirtilmelidir. Önemli konular, prosedürün belirli adımları ve önemli davranışlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmalıdır. Ayrıca, neden sorusuna cevaplar vermek oldukça önemlidir. Bu sayede, prosedürden etkilenecek olan çalışanların prosedürün önemini anlamaları ve uygulamaları daha kolay olacaktır.

KAYNAKLAR

Ünal, F. G., Akçakoca, H., Uysal, Ö. ve Altunbulak, A., 2013. Türkiye'de Son Yıllarda Yaşanan Ölümlü Maden Kazaları ve Alınabilecek Önlemler, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 21-22 Kasım, Adana, s. 145-158.

Ünal, F. G., 2014. Türkiye'de Son 4 Yılda Yaşanan Ölümlü Maden Kazaları Genel Değerlendirilmesi, Madencilik Türkiye, s. 66-67.

TÜİK, 2014. http://www.tuik.gov.tr/basinOdasi/haberler/2014_19_20140327.pdf Erişim tarihi: 20.06.2017.

Yaşar, S., İnal, S., Yaşar, Ö. ve Kaya, S., 2015. Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 21-22 Aralık, Adana, s. 25-38

TOZ PATLAYABİLİRLİK ÖLÇME CİHAZLARININ GELİŞİMİ

PROGRESS OF DUST EXPLOSIBILITY MEASURE SYSTEMS

A. Ürünveren, S. Ural
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZ: Toz patlamaları insan hayatı ve tesisler için çok büyük risk oluşturmaktadır. Toz patlamaları tarihi oldukça eski olmasına rağmen gerekli önem verilmemiş ve yeterli araştırma yapılmamıştır. Günümüzde artık yanıcı olan her tozun patlayabilir olduğu kanaati oluşmuş ve bu konuda çalışmalar hızla artmıştır. Bu çalışmada toz patlayabilirliği ele alınmış ve patlayabilen tozların özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Toz patlamalarının tarihi süreç içerisinde gerek insan hayatı ve gerekse tesis açısından önemi vurgulanmıştır. Daha sonra toz patlayabilirliğini ölçen cihazların gelişimi irdelenmiştir. Söz konusu cihazlarla hangi ölçümlerin yapıldığı belirlenmiştir. Bu ölçümler neticesinde deneyde kullanılan tozların özellikleri ortaya çıkmaktadır. Kurulacak tesisin tasarımı ve kullanılacak malzemelerin boyutları ortamda patlama riski bulunan tozların özelliklerine göre belirlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toz Patlaması, Patlama Küresi, Basınç, Patlama Limiti.

ABSTRACT: *Dust explosion poses a huge risk to human life and facilities. Despite the fact that the dust explosions are very old, the importance of dust explosions has not been given and sufficient research has not been done. Today, there is now a feeling that any combustible dust can explode and work has been increasing rapidly in this regard. In this study, dust explosion was considered and tried to determine the characteristics of explosive dusts. During the historical process of dust explosions, emphasis was placed on human life and in terms of facilities. Then, the development of devices for measuring dust explosibility was examined. It has been determined which measurements were made with the said devices. As a result of these measurements, the properties of the dusts which used in the experiment are revealed. The design of the plant to be installed and the dimensions of the materials to be used can be determined according to the characteristics of the dusts that are at risk of explosion in the environment.*

Keywords: *Dust Explosion, Explosion Sphere, Pressure, Explosion Limit.*

1. GİRİŞ

Toz; üretim sırasında veya sonrasında oluşan, kendinden oluştuğu malzemenin kimyasal yapısına benzeyen, işyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıklardır. Tozlar, boyutuna ve yoğunluğuna göre havada kalabilir veya taşınabilirler. Önemi yeterince anlaşılmamasına rağmen toz patlamaları madencilik sektöründe oldukça büyük kayıplara sebebiyet vermektedir. Organik ve inorganik tozların bir kısmı gerekli şartlar oluştuğu anda patlayabilmekte ve oldukça büyük yıkıcı etki yaratmaktadırlar. Tozların patlaması için gerekli şartlar; (i) yakıt (yanıcı madde), (ii) kapalı alan, (iii) asılı halde toz, (iv)oksijen ve (v) tutuşma kaynağı (Ergin, 1978; Ediz vd., 1993; Eckhoff vd., 2009; Amyotte vd., 2010).

Yanma işleminin belli şartlar altında ve çok kısa bir zamanda meydana gelme işlemine patlama denmektedir. Toz patlaması, çok hızlı biçimde gerçekleşen yanma sonucu genleşen gazların oluşturduğu basıncın, içinde bulundukları kapalı hacmin mukavemetini aşması sonucu ortaya çıkan yıkıcı etki olarak da tanımlanabilmektedir. Yanabilen ve havada asılı olan her katı parçacık, aşağıdaki kimyasal reaksiyona göre toz patlamasının nedeni olabilir.

Yakıt + oksijen → oksidasyon + ısı

Normalde her katı madde ısıyı az veya çok emer. Ancak toz halinde oksijenle temas alanı çok fazla ve parçacıkların hacmi çok düşük olduğundan, çok kısa zamanda sıcaklık artışına neden olan egzotermik bir reaksiyon oluşur ve bu artış komşu parçacıkların yanmasıyla da desteklenir. Genel olarak, toz patlamaları, etrafını oksijenin çevrelemiş olduğu parçacıkların tutuşması ve bu alevlenmenin çabucak yayılımı sonucu o kadar hızlı oluşur ki, insanlar korunmaya zaman bulamazlar.

Patlamalar, doğaları gereği fiziksel veya kimyasal olabilirler. Kimyasal formda olan patlamalar, daha sonra parlama (deflagration) ve infilak (detonation) olarak ikiye ayrılırlar. Parlama endüstriyel tesislerde en sık

rastlanan patlama türü olup, yanıcı gaz ürünlerinin alev hızlarının ses hızından daha az olduğu durumlarda oluşur.

İnfilak ise, gazlarda ses hızına eşit bir alev hızıyla olur ve genelde bir şok dalgası eşlik eder. Bir endüstriyel tesisteki toz patlamasının, gerçek bir infilak olup olmadığını tesbit etmek mümkün değildir. Bu nedenle toz patlamalarına karşı korunmada, her zaman parlama olduğunu kabul etmek mantıklıdır.

Tarihte bilinen ilk toz patlaması İtalya'nın Torino kentinde bir un fırınında meydana gelmiştir. Gaz lambasından alev alan un tozlarının patlaması sonucu bina zarar görmüş şans eseri can kaybı olmamıştır. 1890 yılında Polonya'da bir linyit santralinin kurutma fırınında kömür tozu patlamış ve çok ciddi yaralanmalar ile maddi hasar oluşmuştur. 1979 yılında Almanya Bremen'de un fabrikasında meydana gelen toz patlamasında 14 işçi hayatını kaybetmiş ve bir o kadarı da yaralanmıştır. Aynı şekilde 1988'de Federal Almanya Stolzenbach Linyit İşletmesinde o zamana kadar patlamaz olarak kabul edilen linyit kömür tozu patlamasında 51 işçi hayatını kaybetmiş ve 8 işçi yaralanmıştır (Şekil 1). Bir diğer toz patlaması ise Amerika'da Imperial şeker fabrikasında (Şekil 2) nişasta tozunun patlaması sonucu 14 işçi hayatını kaybetmiş, 36 işçi yaralanmış ve tesis tamamen yıkılmıştır (Sarı, 2011).



Şekil 1. Stolzenbach İşletmesinde patlama sonrası yıkılan galeri (ISSA)



Şekil 2. Imperial Şeker fabrikasının patlamadan sonraki görüntüsü (U.S. CSHIB Report)

1.1. Amaç

Toz patlamalarının kapalı kaplarda incelenmesi üzerine uzun zamandan beri uğraşılmaktadır. Toz patlamalarının simülasyonu için çeşitli zamanlarda patlama küreleri tasarlanmıştır. Bu çalışmanın amacı; tozların patlayabilirlik özelliklerini belirleyen cihazların teknik özelliklerinin karılaştırılarak bilgi verilmesidir.

2. TOZ PATLAMALARINDA ÖLÇME

2.1. Toz Patlamalarında Ölçme Neden Önemli?

Toz patlamalarında ölçme deyince akla gelen ilk şey; ortamdaki tozun niteliğinin belirlenerek öncelikle tozun patlayabilir olup olmadığının belirlenmesidir. Tozun özelliği ortaya konduktan sonra patlayabilir sınıfta olması durumunda yine patlaması durumunda yaratacağı etkinin bilinip buna göre tedbirlerin alınması hususunda ölçme işi oldukça büyük önem arz etmektedir.

2.2. Tozun Patlayabilirliğini Ölçen Cihazlar

Toz patlayabilirliğini ölçen cihazlar çalışma esaslarına ve kullanım yerlerine göre üçe ayrılmaktadır. Bunlar; (i) kimyasal analiz, (ii) taşınabilir cihazlarla

analiz ve (iii) küre test cihazları. Bunlardan ilk ikisi genellikle kömür tozlarının patlayabilirliğini ölçmede kullanılan yöntemlerdir. Küre test cihazları ise her türlü tozun patlayabilirliğini ölçmede kullanılabilmektedir.

2.2.1.Kimyasal/Laboratuvar Analizleri

Kömür tozu patlayabilirliğini ölçmede en doğru sonuçları veren yöntemdir. Avrupa'nın birçok ülkesi ve Amerika'da kömür tozlarının yanmayan madde (inert malzeme) miktarının %65 ve üzerinde olması durumunda patlamanın olmayacağı kabul edilmektedir. Kömür içindeki yanmayan madde miktarının belirlenmesi bu sebeple oldukça önem arz etmektedir. Kimyasal analiz uzun zaman alıcı bir yöntem olduğundan buna alternatif çözümler üretilmeye çalışılmıştır.

2.2.2. Taşınabilir Cihazlarla Analiz

Özellikle kömür tozlarının patlayabilirliğinin belirlenmesi için iki farklı taşınabilir cihaz üretilmiştir. Bunlardan birincisi, radyoaktif gama ışını emme esasına dayanarak ölçüm yapan cihazlar ve optik yansıma esasına göre ölçüm yapan cihazlardır. Bunlardan optik yansıma esasına göre çalışan cihazlar laboratuvarda taş tozu belirlenmiş referans numunesiyle ocaktan alınan numunelerin renk olarak kıyaslanması esasına göre çalışmaktadır.

2.2.3. Küre Test Cihazları

Tozlarının patlayabilirliğinin ölçülmesi ve patlaması durumunda ortaya çıkacak enerjinin ölçülmesi işlemi için geliştirilen en önemli cihazlar 1 m^3'lük patlama küresi ve 20 litrelik patlama küresidir. Maksimum patlama basıncı, basınç artışının maksimum hızı ve alt patlama konsantrasyonu bu cihazlarda yapılan ölçümle bulunur. Bu cihazlar belli miktardaki tozun belli sıcaklık ve basınç altında tutuşturulması sonucunda sıcaklık ve basınç değerlerinin değişiminden patlayabilirliğinin ölçülmesi esasına dayanır (Şekil 3).



(a) (b)

Şekil 3. Küre Test Cihazları, (a)1 m^3 ve (b) 20-L

2.2.3.1. Maksimum Patlama Basıncı

Test küresinin içinde patlama anında ölçülen maksimum basınç değeridir. Bu değer patlayan tozun cinsi, miktarı ve nem miktarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Kapalı alanın hacmine bağlı olarak değişen Pmax değeri düzenek ve ekipmanların tasarımında oldukça önemli bir rol oynamaktadır.

2.2.3.2.Toz Patlama Sabiti

Kapalı bir kapta optimum koşullarda gerçekleştirilen toz patlamasının ölçülen maksimum basınç hızını ifade eder. Patlamanın şiddetinin bir göstergesi olup, patlamaya karşı alınabilecek önlemlerin zamanı hakkında da fikir vermeye yönelik olarak ölçülen bir karakteristiktir. Bu özellik, deneyin yapıldığı tankın hacmine bağlıdır. Maksimum basınç artış hızı hacim arttıkça azalır ve Eşitlik (1) ile hesaplanır.

$$K_{St} = (dp/dt)max * V^{1/3} \quad (1)$$

Toz Patlama Sabiti (K_{St}) Avrupa da uygulanan materyallerin toz patlama sınıflarının tayin edilmesinde kullanılır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Toz Patlama Sabiti Sınıfları (Üçüncü, 2011)

Toz Patlama Sınıfı	K_{st} bar m/s	Patlama Şiddeti	Tipik örnekler
St0	0	Yok	Kum
St1	>0-200	Zayıf ve orta	Süt tozu, kömür, şeker, çinko
St2	>200-300	Kuvvetli	Selüloz, ahşap tozu
St3	>300	Çok Kuvvetli	Alüminyum, magnezyum

3.2.3.3. Tozun Alt Patlama Limiti (LEL)

Havada asılı toz partikülleri birbirlerine ancak belirli bir yakınlıkta bulundukları zaman etkileşimde bulunabilirler, yani bir partikülde oluşan sıcaklık artışı çevresindeki diğerlerini de etkileyebilir. Bu partikül yoğunluğuna, yani bir patlamanın oluşabilmesi için gerekli olan havada asılı miktardaki minimum toz konsantrasyonuna LEL denir.

3.2.3.4. Üst Patlama Limiti (UEL)

Havada asılı toz partiküllerinin patlama oluşturmayacağı en büyük konsantrasyon sınırıdır. Yani bu sınırın üzerinde toz içeren ortamlarda teorik olarak yeterli oksijen bulunmadığı için patlama meydana gelmeyecektir. Bu parametrenin pratikte fazla kullanım alanı yoktur, bunun yerine LEL kullanılır.

3.2.3.5. Minimum Oksijen Konsantrasyonu (LOC)

Bir ortamda, patlama oluşturmayan en düşük oksijen konsantrasyonudur. Genelde toz ne kadar kuru ve inceyse bu değer o kadar düşüktür. Toz cinsine göre LOC değeri %2-%15 arasında değişmektedir. %8 Oksijen seviyesi, organik tozlarda, karbondioksit ve azot verilerek yapılan durgunlaştırma (inerting) operasyonu esnasında hedeflenen LOC değeridir.

3.2.3.6. Minimum Tutuşma Sıcaklığı (LIT)

Toz bulutunun tutuşması için gerekli minimum sıcaklığı ifade eder. Basınç yükseldikçe MIT değeri düşmektedir. Toz katmanları için kullanılan dumansız (içten içe) yanma sıcaklığı, MIT kavramıyla aynı şeyi ifade etmektedir. Toz katmanının kalınlığı azaldıkça MIT değeri azalır.

Söz konusu değerlerin tespiti için 1891 yılından beri çeşitli cihazlar üretilmiş ve eksiklikleri giderilerek daha uygun hale getirilmeye çalışılmıştır. Bunların gelişiminden aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

1891' de Meyer, kömür tozu patlamaları için ilk patlatma odasını yapmıştır. 50 cm3 büyüklüğündeki bir cam silindir içerisinde Linyit kömürü tozu ark şeraresi yardımıyla ateşlenmiştir. Alete bağlı bir U manometresi ile patlama şiddeti ölçülmüştür.

1911'de Frazer, 1,5 lt hacminde bir kap yaparak patlatmayı platin elektrotla sağlanmıştır. Tozun girdaplanması bir hava darbesiyle yapılmaktadır. Clement-Frazer'in bu aleti, diğer araştırmacıların daha sonradan başlangıç noktası alınmıştır.

1914'de Morgan, bir membran indikatörü yardımıyla, ilk olarak basınç/zaman eğrisini kaydedebilmiştir.

1918'de Bauer, tozu vantilatörle girdaplandırmıştır.

1925' de Steinbrecher, Hager ve Bouton, ölçülü bir hava darbesi ile toz/hava karışımının elde edilmesini geliştirmişlerdir. Patlama odasının havası boşaltılmış olup, bir vananın açılmasıyla içeri giren hava akımı, tozu girdaplandırmaktadır. Toz bir elekten geçirilmek suretiyle iyi bir dağılım sağlanmaktadır.

1931'de Griffin, ateşlemeyi kimyasal kapsül ile yapmıştır.

1936'da Gliwitzki, ilk olarak 43 lt hacminde, büyük bir patlatma odası imal etmiştir. Girdaplandırma, vantilatörle yapılmakta olup, ateşlemede zorluklar görülmüştür.

1943'te Dr. Hartmann ve arkadaşları tarafından 1,2 litrelik silindirik bir cihaz geliştirmişlerdir. Yanıcı tozların patlama özelliklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen bu cihaz ABD'inde uzun süre kullanılmıştır.

1953'te Brown ve Wordhead, bu donanımın saydam bir modelini yapmayı denemişlerdir. Yüksek sirkülasyon hızına rağmen, toz dağılımı iyi olmamıştır.

1954'de Wehner, 40 lt hacminde olan patlatma odasında, ateşlemeyi flaş ile yapmıştır. Tozun girdaplandırılması, serbest üflenen hava ile yapılmaktadır (Wehner, 1957).

1957'de Browning, Gliwitzki tarafından yapılan donanımı halka şekilli, kapalı bir, oda haline çevirmiştir. Fakat bunda da diğer donanımda olan ortadan kalkmamıştır.

1961'de Nagy ve Portman, ayarlı hava akımı olan ve devamlı ark şeraresi ile ateşlemesi sağlanan 7 lt hacminde bir oda yapmışlardır (Nagy ve portman, 1961).

1968'de Amerikan Maden Dairesi tarafından yapılan deneyler sonucunda Hartmann cihazı geliştirilmiştir.

1971'de Barknecht deneysel araştırmalar sonucu $1m^3$'lük bir küre geliştirmiştir. Bu cihazla büyük boyutlu patlamaların tahmini daha da kolaylaştı.

1980'de Siwek küresel aparatın hacmi ile Kst değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek için bir dizi deney yapmış ve minimum 16 litrelik bir test cihazıyla patlamaların yapılabileceği kanısına varmıştır. Bu amaçla 1988'de literatüre Siwek küresi olarak giren 20 litrelik test küresini tasarlamıştır (Wangsholm, 2012).

4. SONUÇLAR

Tozlu materyallerin çalışıldığı ortamlarda çalışılan malzemenin cinsi ve fiziksel özelliğine bağlı olarak her zaman patlama riski mevcuttur. Dolayısıyla tesis kurulurken çalışılacak malzemelerden ortaya çıkacak tozların özelliklerinin çok iyi analiz edilmesi ve tesisin ona göre dizayn edilmesi oldukça büyük önem arz

etmektedir. Bunun için dikkat de gerek kimyasal testler ve gerek ise patlama testlerinin yapılması gerekmektedir. Günümüzde özellikle 20 litrelik Siwek küresi ile yapılan ölçümler oldukça yaygın hale gelmiştir. 1m^3'lük patlama küresi ile 20 litrelik cihaz kıyaslandığında hacim arttıkça daha doğru sonuçların çıktığı gözlenmiştir. Ancak 1 m^3'lük cihazın çok yaygın olmamasından dolayı yapılan birçok araştırma ve deneylerle 20 litrelik cihazdan elde edilen sonuçların belli bir katsayı ile çarpıldığında aynı değerlere ulaşıldığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

Amyotte, P., R., Eckhoff, R., K., 2010. *Dust explosion causation, prevention and mitigation*: An overview, Journal of Chemical Health and Safety, vol., 17. P., 15-28.

Eckhoff, R., K., 2009. *Understanding dust explosions. The role of powder science and technology*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 22 (2009) 105–116.

Ediz, T., G., Görgülü, A., Dixon, W., D., 1993. *Kömür tozu patlamalarının ilerlemesinin durdurulması için yeni bir yaklaşım*. Türkiye 13. Maden Kongresi.

Ergin, Z., 1978. *Kömür Ocaklarındaki Patlamalar*. (Yayınlanmamış).

U.S. CSHIB., 2008. *Investigation Report Sugar Dust Explosion And Fire, Port Wentworth, Georgia.*

Nagy, J., Portman, W., 1961. Explosibility of coal dust in atmosphere containing a low·percentage of methane. R l 5815, Bureau of Mines U. S. A.

Üçüncü, K., 2011. *Toz Patlamaları, Versiyon: B*

Wangsholm, E. 2012.*An Experimental Study on the Influence of the Particle Size of Chemically Active Inhibitors in Turbulent Combustion*. Dissertation for the degree of Master of Science on the subject of Process Safety Technology Norway.

Wehner, E.: 1957. *Das Explosionsvermögen von Steinkohlenbrikettstaeuben.* VDI - Berichte 19/1957 s. 89.

DEMİRYOLU MAKİNELERİ SANAYİSİNDE ÇALIŞANLARIN GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF NOISE EXPOSURE OF WORKERS IN RAILWAY MACHINERY INDUSTRY

Z. Duran
Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas MYO, Sivas

T. Doğan, B. Erdem
Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Sivas

N. Yalnız
Türkiye Demiryolu Makinaları Sanayi AŞ, Sivas

ÖZ: Gürültü önemli bir çevre kirliliği kaynağıdır. Ağır sanayi sektöründe çalışanlar yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmaktadır. Bu çalışmada bir vagon fabrikasının çeşitli çalışma bölgelerinde gürültü ölçümleri alınmış ve frekans-gürültü ilişkileri ortaya çıkarılmıştır. Boji şubesi hava tabancası ile perçin kesme işlemi en yüksek gürültü düzeyini, çalışma ofisi ise en düşük gürültü düzeyini oluşturmaktadır. Ölçüm yapılan tüm şubelerdeki çalışanların maruz kaldığı maksimum gürültü düzeyleri orta ve yüksek frekans aralıklarına, minimum gürültü düzeyleri ise düşük frekans aralığına denk gelmektedir. Tüm şubelerde çalışanların maruz kaldığı maksimum gürültü düzeyi işitme sisteminin en çok duyarlı olduğu 1000 Hz ve 6000 Hz frekans aralığındadır. Makinelerin oluşturduğu gürültü düzeyleri geniş frekans aralığında olup, atölyedeki gürültü kaynaklarının çıkardığı maksimum sesler ince ses olarak tanımlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Gürültü Maruziyeti, ⅓ Oktav Bant Frekansı, Spektral Analiz, Frekans-Gürültü İlişkisi, Vagon Fabrikası.

***ABSTRACT**: Noise is a major source of environmental pollution. Workers in the heavy industry are exposed to high levels of noise. In this study, noise measurements were taken in various working areas of a railway car factory and frequency-noise relationships were revealed. Rivet cutting with air gun in Bogie branch produces the highest noise level and the work office has the lowest noise level. The maximum noise levels to which all employees were exposed in all branches that are measured correspond to the medium and high frequency ranges, while the minimum noise levels correspond to the low frequency range.*

In all branches, the maximum noise level that workers are exposed to is in the frequency range of 1000 Hz and 6000 Hz, where the hearing system is most sensitive. The noise levels generated by the machines are in the wide frequency range and the maximum sounds from the source of the noise in the workshop are defined as thin sound.

Keywords: *Noise Exposure, ⅓ Octave Band Frequency, Spectral Analysis, Frequency-Noise Relation, Railway Car Factory.*

1. GİRİŞ

İnsan kulağı 0 dB – 140 dB arasındaki sesleri duyabilmektedir. Normal ve sağlıklı genç bir insanın kulağı 20 Hz – 20000 Hz frekans aralığındaki sesleri duymakla birlikte farklı frekanstaki sesleri eş şiddetle algılamamaktadır. Literatürde 250 Hz'den düşük frekanslar düşük frekanslı ses, >250 Hz – 2000 Hz arası frekanslar orta frekanslı ses ve >2000 Hz frekans, yüksek frekanslı ses olarak adlandırılmaktadır (Bıçakcı, 2011; BRD, 2017; WEB1, 2017).

İnsan kulağı orta frekanslı seslere, düşük ve yüksek frekanslı seslerden daha duyarlı olduğu için bu frekans aralığındaki sesler insan kulağına daha çok zarar vermektedir. Diğer taraftan düşük frekanslı sesler, engellerden doğrudan geçebildiği ve görece kolaylıkla yönelebildiğinden bariyer ile engellenmeleri daha güçtür. Bu nedenle düşük frekanslı seslerin şiddetini azaltmak için yüksek frekanslı seslere göre daha kalın ses emici malzemeler gerekmektedir (NIOSH, 2010). Kişisel korumada etkin olan kulaklıkların, gürültü şiddetini; düşük frekanslarda 30 dBA, yüksek frekanslarda 50 dBA, dış kulak yoluna konulan poliüretan tıkaçların düşük frekanslarda 25 dBA, yüksek frekanslarda 40 dBA kadar azalttığı bilinmektedir. Ayrıca yüksek frekanslı sesler, düşük frekanslı seslere göre çalışanları daha fazla rahatsız ettiği için işlerini daha fazla aksatmasına neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 2001).

ABD'nde yetişkinler arasında en yaygın görülen üç fiziksel rahatsızlıktan birisi işitme kaybı olup çalışan nüfusun %11'inde işitme güçlüğü (bunun yaklaşık %24'ü meslek hastalığı kaynaklı), yaklaşık %8'inde kulak çınlaması ve

%4'ünde ise kulak çınlaması ve işitme güçlüğü yaşanmaktadır (WEB2, 2016). Pleban vd. (2013) Polonya'da 2011 yılında madencilik sektöründe çalışan yaklaşık 148.000 işçiden 26.000 işçinin gürültüye maruz kaldığını ve gürültünün madenciler arasında ciddi bir problem olduğunu, resmi kayıtlara göre Polonya'da 2006-2010 yılları arasında 354 madencinin, 2010 yılında 74 madencinin kalıcı işitme kaybına maruz kaldığını belirtmişlerdir. ÇSGB tarafından 28.07.2013 tarih ve 28721 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" çalışanların gürültüye maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için asgari gereklilikler belirtilmektedir. Bunlar;

a) En düşük maruziyet eylem değerleri: ($L_{EX,\ 8saat}$) = 80 dB(A) veya (P_{tepe}) = 112 Pa [135 dB(C) re. 20 µPa] (20 µPa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer),

b) En yüksek maruziyet eylem değerleri: ($L_{EX,\ 8saat}$) = 85 dB(A) veya (P_{tepe}) = 140 Pa [137 dB(C) re. 20 µPa],

c) Maruziyet sınır değerleri: ($L_{EX,\ 8saat}$) = 87 dB(A) veya (P_{tepe}) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20 µPa] olarak Yönetmelikte tespit edilmiştir (ÇSGB, 2013).

Gürültünün insan sağlığına vermiş olduğu zararların başında geçici ve kalıcı işitme kaybı gelmektedir. Yüksek gürültüye maruz kalan kişiler, gerekli önlemler alınmadığında geçici işitme kaybına uğrayabilmektedir. Gürültülü ortamda kalma süresi yıllar bazında uzadığında ise geçici işitme kaybı, kalıcı işitme kaybına dönüşebilmektedir. Kulağın sahip olduğu en hassas işitme frekansı bölgesi yaklaşık 4000 Hz'dir (Alberti, 2001; Heather, 2014). Dolayısıyla insanda işitme kaybının ilk belirtileri 4000 Hz' de görülmeye başladığı için, kişinin gürültülü ortamdan uzaklaşmasına rağmen işitmede düzelme meydana gelmediğinde durum, uzun süreli kalıcı işitme kaybı ile sonuçlanabilmektedir. Bu da kalıcı bir meslek hastalığına işaret edebilmektedir (Sharland, 1972). İşitme kaybının geçici ya da kalıcı olması ve kaybın derecesi;

etkisinde kalınan gürültünün düzeyine, frekans içeriğine ve etkilenim süresine bağlı olmakla birlikte kişisel duyarlılık da önem taşımaktadır. ABD'de yapılan araştırmalar özellikle 20–69 yaşları arasında erkeklerin, kadınlardan yaklaşık iki kat daha fazla işitme kaybına uğrayabildiklerini göstermiştir. Ayrıca kadınlar ve erkekler genel olarak 80 yaşından sonra eşit seviyelerde işitme kaybına uğramış olsalar bile aralarında belirgin farklılıklar vardır. Buna göre kadınların daha önce düşük frekanslarda, erkeklerin ise yüksek frekanslarda işitme kaybına maruz kaldıkları belirtilmektedir (WEB3, 2017).

2. SAHA ÇALIŞMASI

2.1 Materyal ve Metot

Bu çalışmada gürültü maruziyeti ölçümleri, TS EN ISO 9612-2009 "Akustik-Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu" ile TS 2607 ISO 1999 "Akustik-İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini Ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini" standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki standartta da gürültüye maruziyet düzeyinin değerlendirilmesi için sekiz saatlik bir referans döneme ($L_{EX\text{-}8h}$) normalize edilen günlük maruziyet değerinin hesaplanmasına dayalı olarak, frekans ağırlıklı ses basıncı değerlerinin karelerinin toplamının (RMS) karekökü tanımlanmış ve gürültü maruziyeti değerlendirmesine yönelik frekans-gürültü ilişkisi de çalışılmıştır.

Ölçümler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde yer alan tüm gürültü ölçümleri için uygun olan yüksek hassasiyete sahip Tip-1 gürültü seviyesi ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Svantek, 2013). Gürültü ölçüm cihazı IEC 61672-1: 2002 Standardında öngörülen gereklilikleri de karşılamakta olup frekans analizi için dâhili ⅓ oktav bant filtresi bulunmaktadır. Gürültü ölçümleri üç ayrı profil tanımlanarak A, C ve Z (doğrusal) frekans ağırlıklandırması ile gerçekleştirilmiştir.

2.2 Gürültü Ölçümü

Gürültü ölçümleri Sivas'ta kurulu bulunan bir vagon fabrikasının tamir-bakım atölyelerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, gürültü-titreşim analizlerini yapmada kullanılan bir paket program (Svantek, 2017) aracılığıyla analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Fabrika içinde ölçüm alınan şubeler ve işlemler aşağıda verilmiştir: Boji Yıkama Tezgâhı, Boji Kumlama Tezgâhı, CNC Tekerlek Torna Tezgâhı, Tekerlek Parçalarını Yıkama Tezgâhı, Fren Tamir İşlemi, Orta Transportla Malzeme Taşıma, Sehpalarda Yapılan Onarım İşlemleri, Ağır Hasar Şubesi, Boji Onarım Şubesi, Sarnıç Vagonlarının Tamir İşlemleri, Tekerlek Şubesi Tadilat İşlemleri ve Hazırlama Şubesi Yapılan İşlemler.

Çizelge 1. Vagon fabrikasında gürültü ölçümü ve sonuçları

Ölçüm yeri	Ortalama süre dd:nn	Filtre, detektör	L_{tepe} (dB)	L_{max} (dB)	L_{min} (dB)	SPL (dB)	L_{eq} (dB)	SEL (dB)	L_{10} (dBA)	L_{50} (dBA)	L_{90} (dBA)	L_{99} (dBA)	$L_{EX,8h}$ (dBA)	σ (dBA)
1	10:50	A, Hızlı	126,6	104,4	75,2	84,7	87,4	115,5	90,4	85,6	84,1	77,4	87,1	2,0
		C, Hızlı	126,6	112,5	79,9	88,8	90,7	118,7	92,6	89,1	88,6	81,8	90,4	2,0
		Z, Hızlı	126,4	115,3	80,7	89,2	92,0	120,1	92,9	89,5	89,1	82,7	91,8	2,0
2	07:45	A, Hızlı	112,6	97,5	81,1	84,5	86,9	113,5	88,3	86,3	84,7	82,9	86,6	2,0
		C, Hızlı	112,6	100,7	86,6	89,5	92,7	119,4	94,2	92,4	90,9	89,0	92,4	2,0
		Z, Hızlı	113,1	101,1	87,3	90,0	93,2	119,9	94,7	93,0	91,4	89,7	93,0	2,0
3	09:15	A, Hızlı	106,7	95,5	63,0	69,2	80,2	107,7	85,0	76,1	65,0	63,3	79,9	2,2
		C, Hızlı	106,7	94,1	68,2	74,1	82,0	109,4	86,1	79,4	71,4	69,0	81,7	2,1
		Z, Hızlı	106,6	94,4	69,0	75,0	82,5	109,9	86,5	80,2	72,5	69,8	82,2	2,1
4	08:33	A, Hızlı	111,9	94,9	70,7	79,1	83,0	110,0	86,0	81,5	74,9	72,2	82,7	2,1
		C, Hızlı	111,9	95,5	76,1	82,5	84,8	111,9	87,6	83,7	79,3	77,4	84,5	2,0
		Z, Hızlı	112,2	95,7	76,9	83,1	85,3	112,3	87,9	84,2	80,1	78,1	85,0	2,0
5	07:54	A, Hızlı	114,9	97,9	76,9	84,9	84,3	111,0	86,7	82,7	79,5	77,6	84,0	2,0
		C, Hızlı	114,9	100,2	82,2	88,5	87,7	114,4	89,8	86,9	84,4	82,9	87,4	2,0
		Z, Hızlı	114,9	100,3	82,6	89,0	88,2	114,9	90,2	87,4	85,0	83,3	87,9	2,0
6	06:07	A, Hızlı	120,7	104,4	65,5	84,2	87,8	112,1	91,0	84,5	71,5	67,3	87,6	4,2
		C, Hızlı	120,7	103,6	70,0	85,9	87,8	112,2	90,7	84,9	74,2	70,9	88,3	3,6
		Z, Hızlı	125,1	105,9	70,9	87,5	90,8	115,1	94,2	87,7	75,6	72,1	90,7	4,1
7	07:30	A, Hızlı	116,1	100,8	69,8	81,2	84,6	111,1	88,0	79,0	74,8	71,1	84,3	2,1
		C, Hızlı	116,1	100,1	73,2	84,7	84,6	111,1	87,7	81,2	77,5	74,3	84,3	2,0
		Z, Hızlı	119,5	102,1	74,0	85,2	86,4	112,9	89,6	82,1	78,4	75,4	86,1	2,1
8	06:31	A, Hızlı	119,6	102,1	69,2	71,9	95,0	121,0	97,7	95,2	75,0	70,6	94,8	2,3
		C, Hızlı	119,6	103,0	72,8	74,9	97,0	122,9	99,8	97,0	78,2	74,2	96,7	2,3
		Z, Hızlı	119,8	103,0	73,3	75,5	97,1	123,0	99,8	97,2	78,7	74,9	96,8	2,2
9	13:05	A, Hızlı	119,4	102,2	65,3	74,5	85,2	114,1	89,8	78,2	71,1	67,3	84,9	2,1
		C, Hızlı	119,4	104,8	71,5	83,2	87,9	116,8	91,1	82,8	76,4	73,4	87,6	2,1
		Z, Hızlı	120,0	105,7	72,2	85,9	89,4	118,3	92,3	83,7	77,3	74,1	89,1	2,1
10	08:30	A, Hızlı	119,1	101,9	67,7	77,2	82,3	109,4	84,1	78,8	73,8	70,4	82,0	2,1
		C, Hızlı	119,1	106,3	71,0	77,7	84,8	111,9	86,2	80,2	76,0	72,8	84,5	2,1
		Z, Hızlı	119,8	106,9	71,9	78,5	85,4	112,4	86,6	80,9	76,7	73,5	85,1	2,1
11	08:22	A, Hızlı	132,8	111,6	66,2	73,8	92,2	119,1	91,0	79,0	71,3	68,1	91,9	2,4
		C, Hızlı	132,8	115,8	71,3	77,2	92,7	119,7	92,0	81,4	75,0	72,5	92,4	2,3
		Z, Hızlı	133,1	118,1	72,0	77,5	93,6	120,6	92,4	81,9	75,8	73,2	93,3	2,3
12	06:38	A, Hızlı	117,8	100,4	54,1	64,5	80,0	106,0	80,7	72,3	61,0	56,5	79,7	2,3
		C, Hızlı	117,8	98,8	60,0	65,8	80,5	106,5	83,3	74,5	65,8	62,1	80,2	2,2
		Z, Hızlı	118,9	100,1	62,1	66,8	81,1	107,1	83,6	75,3	67,6	63,5	80,8	2,1

Çizelge 1. Vagon fabrikasında gürültü ölçümü ve sonuçları (Devamı)

Ölçüm yeri	Ortalama süre dd:nn	Filtre, detektör	L_{tepe} (dB)	L_{max} (dB)	L_{min} (dB)	SPL (dB)	L_{eq} (dB)	SEL (dB)	L_{10} (dBA)	L_{50} (dBA)	L_{90} (dBA)	L_{99} (dBA)	$L_{EX,8h}$ (dBA)	σ (dBA)
13	07:47	A, Hızlı	122,5	102,6	63,8	76,6	83,6	110,2	85,1	76,8	70,3	66,3	83,3	2,1
		C, Hızlı	122,5	102,2	67,5	79,2	84,2	110,8	85,8	79,5	74,2	70,4	83,9	2,1
		Z, Hızlı	124,8	103,3	68,5	80,1	85,4	112,1	87,3	80,6	75,1	71,3	85,1	2,1
14	08:13	A, Hızlı	118,0	102,2	76,4	82,6	86,7	113,6	89,4	84,1	80,0	78,0	86,4	2,0
		C, Hızlı	118,0	103,1	78,0	83,7	87,0	113,9	89,5	84,4	81,0	79,3	86,7	2,0
		Z, Hızlı	119,1	103,2	78,6	84,1	87,8	114,7	90,5	85,5	81,9	80,1	87,5	2,0
15	08:44	A, Hızlı	118,8	99,1	73,8	79,2	83,2	110,3	86,4	80,1	76,7	74,8	82,9	2,0
		C, Hızlı	118,8	103,0	78,1	81,4	85,0	112,2	86,7	82,4	80,3	79,1	84,7	2,0
		Z, Hızlı	122,0	103,4	78,9	82,1	85,9	113,1	88,3	83,5	81,1	79,8	85,7	2,0
16	06:27	A, Hızlı	117,0	104,0	73,4	75,4	89,6	116,0	94,2	83,4	75,4	73,9	89,3	2,3
		C, Hızlı	117,0	102,5	78,2	80,9	89,3	115,7	93,6	85,2	80,5	78,9	89,0	2,1
		Z, Hızlı	118,6	104,4	78,7	81,7	90,9	117,4	95,1	86,0	81,2	79,6	90,7	2,1
17	09:46	A, Hızlı	112,7	97,8	67,9	78,8	81,6	109,3	85,1	77,5	72,4	69,4	81,3	2,0
		C, Hızlı	112,7	100,0	72,1	80,9	83,5	111,2	86,2	81,0	76,5	73,7	83,2	2,0
		Z, Hızlı	113,3	100,2	73,0	82,8	84,2	111,9	86,9	82,0	77,6	74,5	83,9	2,0
18	08:04	A, Hızlı	127,1	107,3	67,4	84,7	88,2	115,0	89,8	80,9	73,9	69,3	87,9	2,1
		C, Hızlı	127,1	106,1	71,7	85,4	87,4	114,3	89,3	81,5	76,1	73,1	87,2	2,1
		Z, Hızlı	128,2	106,5	72,2	86,0	88,7	115,6	91,1	82,5	76,9	73,6	88,4	2,1
19	02:17	A, Hızlı	127,4	109,7	70,3	75,0	98,2	119,6	104,5	76,8	72,6	71,0	97,9	4,8
		C, Hızlı	127,4	108,9	73,9	79,9	98,0	119,4	104,3	79,9	75,7	74,1	97,8	4,1
		Z, Hızlı	128,3	110,2	74,6	82,5	98,7	120,1	104,9	81,1	76,5	75,0	98,5	4,1
20	09:24	A, Hızlı	125,6	109,9	70,4	79,6	88,4	115,9	90,3	85,7	75,8	72,5	88,2	2,1
		C, Hızlı	125,6	108,9	74,5	85,6	88,9	116,4	90,6	86,3	78,5	75,7	88,6	2,1
		Z, Hızlı	126,0	109,4	75,1	85,9	89,6	117,1	91,6	87,1	79,3	76,5	89,3	2,1
21	08:23	A, Hızlı	126,6	107,3	54,7	95,9	88,6	115,6	93,2	81,4	66,9	60,1	88,3	2,3
		C, Hızlı	126,6	107,1	59,0	94,5	87,7	114,7	91,9	81,7	68,7	63,2	87,4	2,2
		Z, Hızlı	126,7	107,2	60,6	95,4	88,8	115,8	93,3	82,4	70,5	64,5	88,5	2,2
22	08:10	A, Hızlı	111,1	96,5	70,8	74,6	80,2	107,0	82,1	77,8	73,8	71,9	79,9	2,0
		C, Hızlı	111,1	97,0	75,3	79,5	82,5	109,3	84,9	80,8	77,6	76,2	82,3	2,0
		Z, Hızlı	112,4	99,0	76,1	80,4	83,4	110,2	85,5	81,5	78,3	76,8	83,1	2,0
23	10:44	A, Hızlı	120,4	100,3	66,5	81,0	89,3	117,4	94,5	81,1	71,1	68,1	89,1	2,2
		C, Hızlı	120,4	104,3	72,3	82,2	88,5	116,6	93,4	81,8	75,8	73,5	88,3	2,1
		Z, Hızlı	123,4	110,0	73,1	82,7	90,2	118,2	94,7	82,8	76,7	74,4	89,9	2,1
24	07:06	A, Hızlı	114,1	94,0	66,4	69,2	82,0	108,3	86,1	79,4	73,0	67,8	81,7	2,1
		C, Hızlı	114,1	96,0	71,8	73,6	85,1	111,4	88,9	82,5	76,1	72,6	84,8	2,1
		Z, Hızlı	117,1	96,1	72,4	74,2	86,4	112,7	90,5	83,7	76,8	73,3	86,1	2,1
25	07:27	A, Hızlı	117,2	102,2	69,8	74,6	88,7	115,2	91,5	82,4	75,3	71,8	88,4	2,1
		C, Hızlı	117,2	103,4	73,6	78,5	90,8	117,3	93,7	84,3	78,4	75,3	90,5	2,1
		Z, Hızlı	116,9	103,5	74,2	79,1	90,9	117,4	93,8	84,7	79,1	76,2	90,6	2,1
26	09:46	A, Hızlı	116,2	97,9	70,6	80,1	83,9	111,6	87,3	80,1	75,8	73,5	83,7	2,1
		C, Hızlı	116,2	99,4	75,4	83,2	85,5	113,2	87,5	82,5	79,0	77,0	85,3	2,0
		Z, Hızlı	120,9	99,9	75,8	83,8	87,0	114,7	89,9	83,6	79,8	77,6	86,7	2,0
27	08:15	A, Hızlı	113,5	96,8	68,5	82,2	83,1	110,0	87,0	81,1	74,9	70,2	82,8	2,0
		C, Hızlı	113,5	98,0	72,6	82,4	83,6	110,5	86,2	81,9	77,1	74,0	83,3	2,0
		Z, Hızlı	115,1	98,1	73,6	83,7	84,5	111,4	87,4	82,9	78,0	74,8	84,2	2,0
28	07:36	A, Hızlı	121,8	102,4	71,2	73,8	84,6	111,2	86,8	78,3	74,2	72,3	84,3	2,1
		C, Hızlı	121,8	101,5	75,1	77,7	85,1	111,7	87,2	80,4	77,4	76,0	84,8	2,1
		Z, Hızlı	123,9	102,3	76,1	78,4	86,0	112,5	88,4	81,4	78,2	76,7	85,7	2,1
29	09:40	A, Hızlı	112,1	105,1	75,0	77,9	90,8	118,5	93,6	85,8	79,5	77,1	90,6	2,1
		C, Hızlı	112,1	104,8	78,3	84,9	91,2	118,8	93,9	87,2	82,6	80,6	90,9	2,1
		Z, Hızlı	112,2	104,8	78,9	85,8	91,3	118,9	94,0	87,5	83,2	81,2	91,0	2,0
30	08:13	A, Hızlı	111,7	100,3	47,8	54,0	78,6	105,5	81,6	67,1	53,4	48,9	78,3	2,5
		C, Hızlı	111,7	100,4	56,4	61,7	82,5	109,4	85,4	70,5	60,7	57,4	82,2	2,4
		Z, Hızlı	111,9	103,8	60,7	68,0	83,7	110,6	86,4	73,4	66,1	61,7	83,4	2,2

1 boji yıkama
2 boji kumlama
3 tekerlek torna (2)
4 tekerlek torna (1)
5 tekerlek şube teker malzemeleri yıkama
6 fren malzeme hazırlama
7 fren tamir birimi
8 fren ayar çubuğu hazırlama
9 orta transport vagon indirme
10 orta transport vagon taşıma
11 vagon onarım sehpaları
12 vagon cer paket onarım birimi
13 ağır hasar şubesi vagon şase tamiri
14 ağır hasar şubesi kayar kapak tamiri
15 ağır hasar hazırlama
16 ağır hasar kaynak
17 ağır hasar vagon indirme
18 boji onarım
19 boji şubesi hava tabancası perçin kesme
20 sarnıç vagon tamiri
21 vagon tekerlek söküm işlemi
22 tekerlek şubesi saha ölçümü
23 vagon tekerlekleri montaj
24 hazırlama şubesi
25 saha genelinde kullanılan vinç
26 hazırlama şubesi kaynak işlemi
27 hazırlama şubesi sac kesim işlemi
28 hazırlama şubesi vagon yan malzeme imalatı
29 hazırlama şubesi vagon yan malzemeler
30 ofis birimi

Vagon tamir fabrikasındaki tüm şubelerde yapılan ve aşağıda verilen işlemler sırasında belirli düzeyde gürültü oluşmaktadır. Bunlar; boji şubesi hava tabancası ile perçin kesme, fren ayar çubuğu hazırlama, vagon onarım sehpalar, hazırlama şubesi vagon yan malzemeler, boji tamiri, ağır hasar kaynak, vagon

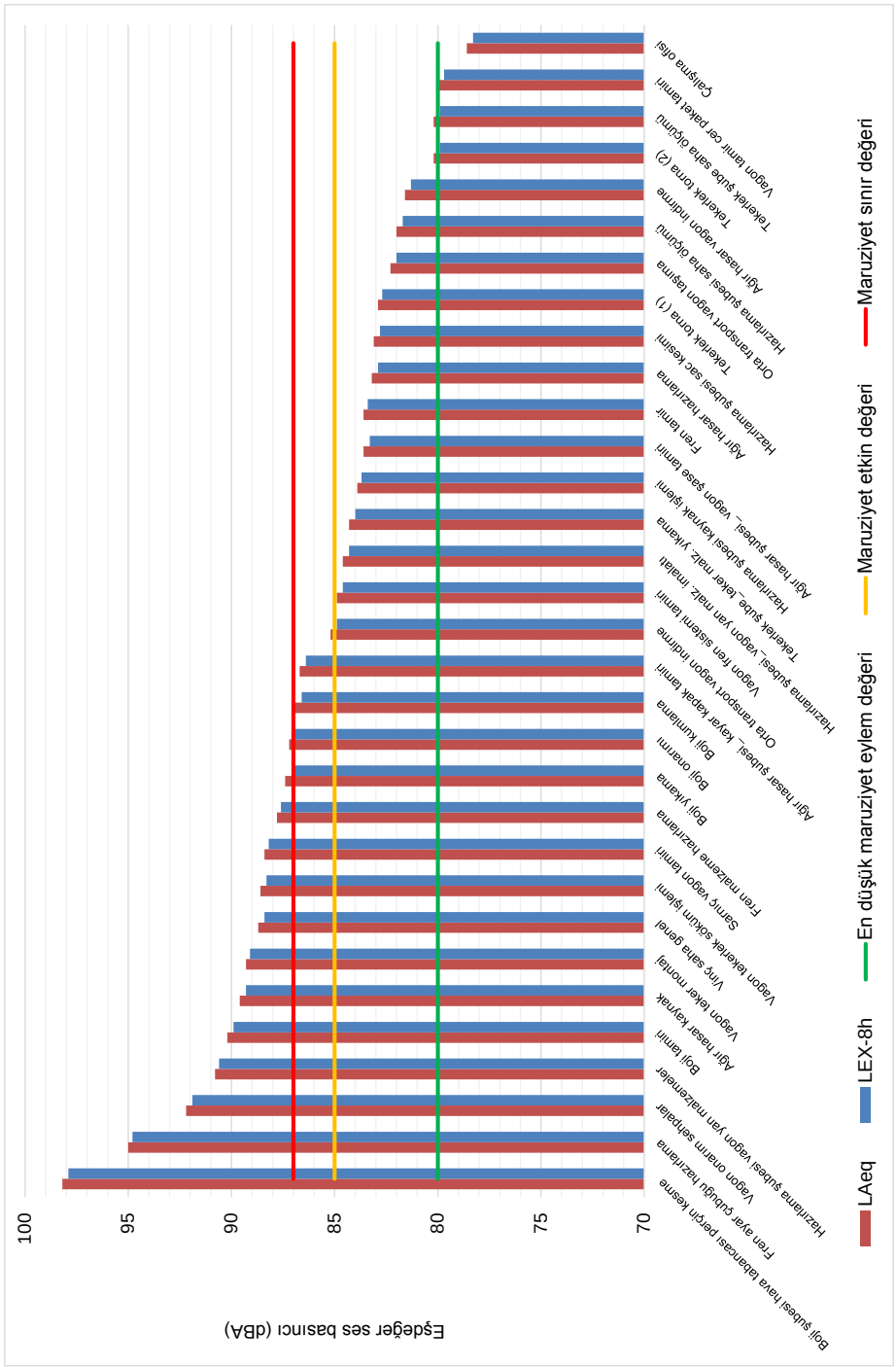
teker montaj, vinç saha genel, vagon tekerlek söküm işlemi, sarnıç vagon tamiri, fren malzeme hazırlama, boji yıkama, boji onarımı, boji kumlama, ağır hasar şubesi kayar kapak tamiri, orta transport vagon indirme, vagon fren sistemi tamiri, hazırlama şubesi vagon yan malzeme imalatı, tekerlek şube teker malzeme yıkama, hazırlama şubesi kaynak işlemi, ağır hasar şubesi vagon şase tamiri, fren tamir, ağır hasar hazırlama, hazırlama şubesi sac kesimi, tekerlek torna (1), orta transport vagon taşıma, hazırlama şubesi saha ölçümü, ağır hasar vagon indirme, tekerlek torna (2), tekerlek şube saha ölçümü, vagon tamir cer paket tamiri ve çalışma ofisidir. Tüm işlemlerde oluşan gürültü düzeyi toplu halde Şekil 1'de verilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

a) En yüksek gürültü boji şubesi hava tabancası ile perçin kesme işlemi sırasında meydana gelirken çalışma ofisleri personeli en düşük düzeyde gürültüye maruz kalmışlardır,

b) Çalışma ofisi hariç ölçüm yapılan diğer çalışma bölgelerindeki gürültü düzeyleri en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' den daha yüksek çıkmıştır,

c) Maruziyet etkin değerini aşan bölgeler; boji şubesi hava tabancası perçin kesme, fren ayar çubuğu hazırlama, vagon onarım sehpalar, hazırlama şubesi vagon yan malzemeler, boji tamiri, ağır hasar kaynak, vagon teker montaj, vinç saha genel, vagon tekerlek söküm işlemi, sarnıç vagon tamiri, fren malzeme hazırlama, boji yıkama, boji onarımı, boji kumlama ve ağır hasar şubesi kayar kapak tamiri şeklinde sıralanabilmektedir,

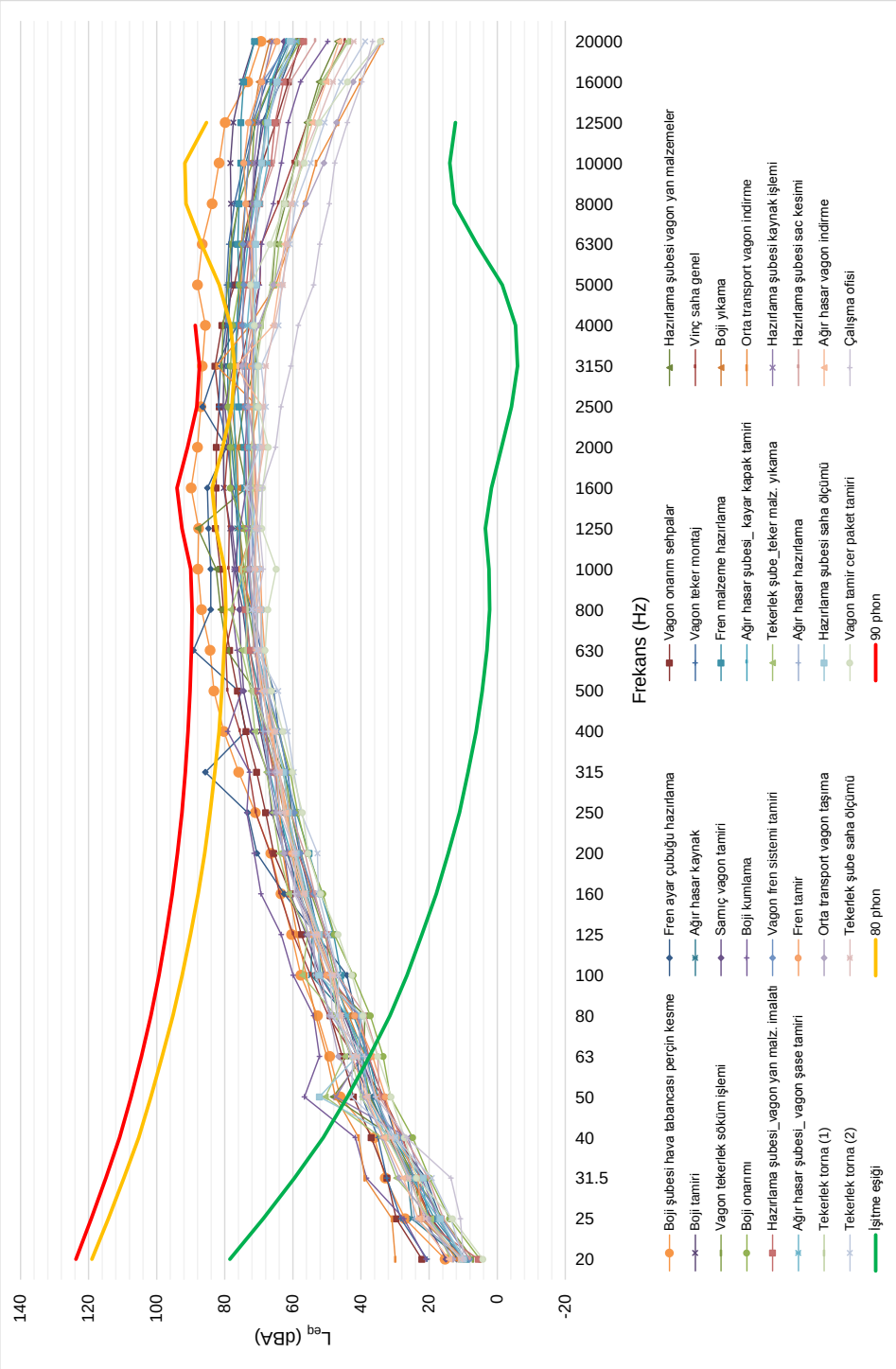
d) Maruziyet sınır değerini aşan bölgeler; boji şubesi hava tabancası perçin kesme, fren ayar çubuğu hazırlama, vagon onarım sehpalar, hazırlama şubesi vagon yan malzemeler, boji tamiri, ağır hasar kaynak, vagon teker montaj, vinç saha genel, vagon tekerlek söküm işlemi, sarnıç vagon tamiri, fren malzeme hazırlama ve boji yıkama olarak sıralanabilmektedir.



Şekil 1. Vagon tamir fabrikasındaki tüm şubelerde yapılan işlemler sırasında oluşan gürültü düzeyleri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında tüm şubelerde yapılan gürültü ölçümlerinin ⅓ oktav frekans-gürültü ilişkileri çıkarılmıştır. Tüm işlemlerdeki frekans-gürültü ilişkisi de Şekil 2'de verilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;



Şekil 2. Vagon tamir fabrikasındaki tüm şubelerde yapılan işlemler sırasında oluşan gürültü düzeyinin frekans dağılımı

a) Ölçüm yapılan tüm şubelerdeki çalışanların maruz kaldığı maksimum gürültü düzeyleri orta ve yüksek frekans aralıklarına, minimum gürültü düzeyleri ise düşük frekans aralığına denk gelmektedir,

b) Maksimum gürültü düzeyinin orta frekanslı aralıklarında olduğu ölçüm noktaları; boji şubesi hava tabancası perçin kesme, fren ayar çubuğu hazırlama, hazırlama şubesi vagon yan malzemeler, vinç saha genel, boji kumlama, tekerlek şube teker malzemelerini yıkama, ağır hasar hazırlama, tekerlek torna, tekerlek şube saha ve çalışma ofisi olup ölçüm noktaları yapılan diğer noktalardaki gürültü kaynaklarının maksimum gürültü düzeyleri yüksek frekans aralıklarına denk gelmektedir,

c) Genel olarak çalışanların maruz kaldığı maksimum gürültü düzeyi işitme sisteminin en duyarlı olduğu 1000 Hz ve 6000 Hz frekans aralıklarındadır,

d) Ölçüm yapılan tüm şubelerdeki gürültü değerleri geniş frekans aralığındadır,

e) Vagon tamir fabrikasındaki çalışanlar yaklaşık olarak 40 Hz'in altındaki gürültü değerlerini duyamamaktadırlar,

f) Ölçüm yapılan tüm şubelerdeki çalışanların maruz kaldığı etkin gürültü düzeyi aralıkları odyogram işitme testi analizleri frekans aralıklarına karşılık gelmektedir,

g) Vagon tamir fabrikasındaki gürültü kaynaklarının çıkardığı sesler ince ses olarak tanımlanabilir,

h) Vagon tamir fabrikasındaki gürültü kaynaklarının büyük bir kısmı yüksek frekanslı sesler oldukları için bu sesler temel olarak yüksek tansiyon, yorgunluk ve işitme kaybı gibi etkileri fazla olacaktır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında vagon fabrikasındaki tüm şubelerinde 32 farklı işlem için toplam 58 adet gürültü ölçümü yapılmıştır. Ölçümler, bir analiz paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Ölçümü yapılan şubeler sırasıyla; boji şubesi hava tabancası ile perçin kesme, fren ayar çubuğu hazırlama, vagon onarım sehpalar, hazırlama şubesi vagon yan malzemeler, boji tamiri, ağır hasar kaynak, vagon teker montaj, vinç saha genel, vagon tekerlek söküm işlemi,

sarnıç vagon tamiri, fren malzeme hazırlama, boji yıkama, boji onarımı, boji kumlama, ağır hasar şubesi kayar kapak tamiri, orta transport vagon indirme, vagon fren sistemi tamiri, hazırlama şubesi vagon yan malzeme imalatı, tekerlek şube teker malzeme yıkama, hazırlama şubesi kaynak işlemi, ağır hasar şubesi vagon şase tamiri, fren tamir, ağır hasar hazırlama, hazırlama şubesi sac kesimi, tekerlek torna (1), orta transport vagon taşıma, hazırlama şubesi saha ölçümü, ağır hasar vagon indirme, tekerlek torna (2), tekerlek şube saha ölçümü, vagon tamir cer paket tamiri ve çalışma ofisidir. Yapılan ölçümler sonucunda boji şubesi hava tabancası ile perçin kesme işlemi en yüksek gürültü düzeyini, çalışma ofisi ise en düşük gürültü düzeyini oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

Alberti, W., 2001. *The anatomy and physiology of the ear and hearing*, in Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control, pp. 53-63.

Bıçakcı, T., 2011. *Trafikten Kaynaklanan Çevresel Gürültü Haritaları Ve Çukurova Üniversitesi Kampüsü Örneği*, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

BRD, 2017. *Technical discussion*, BRD Noise and Vibration Control, Inc., (https://hushcore.net/wp-content/uploads/2016/09/General-Info.pdf).

ÇSGB, 2013. *Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, www,mevzuat,gov,tr, alındığı tarih: 21.08.2016.

Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 2001. *Gürültü*, Çevre sağlığı temel kaynak dizisi No: 19, 43.

Heather, S., 2014. *The science of hearing*, http://www.simonheather.co.uk/pages/articles/science_hearing.pdf.

NIOSH, 2010. *Noise Control in Underground Metal Mining*. Human services centers for disease control and prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.

Pleban D, Piechowicz J, Kosała K, 2013. *The inversion method in measuring noise emitted by machines in opencast mines of rock material*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 19(2), 321–331.

Sharland, I., 1972. *Woods Practical Guide to Noise Control*, Woods of Colchester Ltd., May, 22-24,

Svantek, 2013. *Svan 971 Pocket-size Sound Level Meter&Analyser User Manual*, SVANTEK SP. Z O.O., 57 pp, Warsaw, Poland.

Svantek, 2017. *SvanPC++ Software User Manual*, SVANTEK SP. Z O.O., 261 pp, Warsaw, Poland.

WEB1, 2017. https://www.teachmeaudio.com/mixing/techniques/audio-spectrum/, Erişim tarih: 02.07.2017.

WEB2, 2016. http://www,cdc,gov/niosh/topics/ohl/, Erişim tarihi: 02.06.2016.

WEB3, 2017. *Healthy Hearing, Studies Show Men are Affected by Hearing Loss more than Women*, http://www.healthyhearing.com/report/50553, Erişim tarihi: 31.05.2017.

BİR MERMER OCAĞINDA ENERJİ NAKİL HATTI PROJESİ VE ALINMASI GEREKEN İŞ GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

POWER TRANSMISSION LINE PROJECTS AND OCCUPATIONAL SAFETY PRECAUTIONS IN A MARBLE QUARRY

A. Sakcalı
Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta

ÖZ: Mermere olan talep artışları neticesinde mermer hammadde üretimi gerçekleştiren ocak sayılarında da büyük artış olmuştur. Mermer ocaklarında tarihsel süreçte farklı üretim yöntemleri kullanılmasına rağmen son yıllarda en çok elmas tel kesme yöntemi kullanılmaktadır. Elmas tel kesme makineleri genellikle elektrik enerjisi ile çalışan makineler olduğu için mermer ocaklarında elektrik ihtiyacı kaçınılmazdır. Mermer ocakları çoğunlukla şehir merkezlerinden uzak olduğu için elektrik, bölgedeki en yakın hattan orta gerilimde çekilmektedir. Enerji nakil hattı projeleri oluşturulurken iş güvenliği ile ilgili çeşitli önlemler alınmaktadır. Bunun yanı sıra, mermer ocaklarında enerji nakil hattının montajı ve kullanılması sırasında karşılaşılabilecek iş kazalarını önlemek için de iş güvenliği önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, bir mermer ocağının enerji nakil hattı projesi örnek olarak verilmiş ve kurulacak enerji nakil hattında alınması gereken iş güvenliği önlemleri anlatılmıştır. Elektrik enerjisinin bir mermer ocağında ne gibi önlemlerle ulaştığı ve bu enerjiyi kullanırken ne gibi önlemlerin alınması gerektiği hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik, Enerji Nakil Hattı, İş Güvenliği Önlemleri, Mermer Ocağı.

ABSTRACT: *As a result of the increase in demand for marble, there has also been a great increase in the numbers of the quarries performing marble raw material production. Despite the fact that different production methods are used historically in marble quarries, diamond wire cutting method is mostly used in recent years. Because diamond wire-cutting machines are usually electric-powered machines, electricity needs are inevitable in marble quarries. Due to the fact that marble quarries are often far from city centers, electricity is install as mid-voltage in the nearest line. While energy transmission line projects are being achieved, various measures are taken regarding occupational safety precautions. In addition, occupational safety precautions must be taken to avoid work accidents that may arise during installation and use of power transmission line in marble quarries. In this study, a power transmission line project of a*

marble quarry is given as an example and the safety precautions to be taken in the power transmission line are explained. The information about what kind of precautions electric energy reach and what kind of precautions should be taken when using this energy in a marble quarry are given.

Keywords: *Electric, Marble Quarry, Power Transmission Line, Safety Precautions.*

1. GİRİŞ

Mermer ocaklarının çoğu şehir merkezlerinden uzak olduğu için elektrik enerjisi temininde zorlanılmaktadır. İşletme ocak için gerekli elektrik tesisini en yakın elektrik hattından bir elektrik mühendisi kontrolünde bölgenin enerji dağıtıcı firmasının da izniyle kendisi oluşturmaktadır.

Elektrik tesisi oluşturulurken çekilecek enerji göz önünde bulundurularak optimum seviyede bir tesis tasarlanmalıdır. Gereğinden fazla enerji çekilen bir tesisin oluşturulması maliyeti artırırken, düşük enerji seviyelerinde de işletme için gerekli olan enerji ihtiyacı karşılanmayacaktır. Enerji tesisi oluşturulurken ileride ocağın büyümesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Böylelikle enerji hattının büyütülmesi için ortaya çıkacak ayrı maliyetlerle karşılaşılmayacaktır.

Mermer ocaklarında enerji nakil hattı oluşturulurken bölgenin enerji dağıtımından sorumlu firmaya proje ile başvurulur. Proje onaylandıktan sonra elektrik tesisi montajı gerçekleştirilir. Son olarak enerji dağıtıcı firmadaki yetkililer tarafından kontrol edilir ve enerji alımı yapılır.

Maden ocaklarında elektrikle ilgili işler ağır iş olarak değerlendirilmediği için gerekli önlemler yeterince alınmamaktadır. Bundan kaynaklı ocak işçilerinin çeşitli kazalarla karşılaşması kaçınılmaz olmaktadır. Kazaların önlenmesi için hem işletmenin hem de işçinin güvenliğini sağlayacak önlemlerin alınması gereklidir.

Bu çalışmada bir mermer ocağında enerji nakil hattı projesi üzerinden proje hazırlık süreci anlatılmıştır. Proje sürecinde alınan iş güvenliği önlemlerine değinilmiştir. Ayrıca; ocaktaki enerji nakil hattı çekilirken alınan iş

güvenliği önlemleri kısaca anlatılmış ve elektrik enerjisi ile çalışılırken dikkat edilmesi gereken noktalar vurgulanmıştır.

2. BİR MERMER OCAĞINDA ENERJİ NAKİL HATTI PROJESİ

Proje yürütülürken enerji nakil hattı (ENH) direklerinin iletken sehim şablonlarından komşu menziller arasındaki oranın kontrolüne kadar bir çok işlem gerçekleştirilmektedir (Eroğlu ve Aydın, 2015).

Bu çalışmada Isparta'nın Sütçüler İlçesi Çandır Köyü Yıldız Mah. sınırları içerisindeki bir mermer ocak işletmesinin 1200kVA var olan gücüne ilave edilecek 1200kVA'lık güçteki bir ENH projesi örnek olarak verilmiştir. Bu proje üzerinden ENH projesinde neler yapıldığı anlatılmıştır.

Proje TEDAŞ'ın TEDAŞ-MYD/95-002.B (2003); TEDAŞ-MYD/95-03.C (2006); TEDAŞ-MYD/95-007.D (2005); TEDAŞ-MY D/95-013.A (1999); TED AŞ-MYD/96-004 (1996); TEDAŞ-MYD-96-010.A (2003); TEDAŞ-MYD/ 96-015 (1996); TEDAŞ-MYD/96-016.A (1996); TEDAŞ-MYD-96-017 (1996); TE DAŞ-MYD-96-018.B (2006); TEDAŞ-MY D/96-19.A (2005); TEDAŞ-MYD/9 6-020 (1996); TEDAŞ-MYD-96-021 (1996); TEDAS-M YD-99-032.B (2005); TEDAŞ-MYD/99-033.A (2002); TEDAŞ-MYD/2002-039 (2002); TED AŞ-MY D/2002-040 (2002); TEDAŞ-MYD/ 2003-044 (2003); TEDAŞ-MYD/20 04-04B (2004); TEDAŞ-MYD/2004-046 (2004); TEDAŞ-MYD/2005-050 (200 5); TE DAS-MYD/ 2 006-03 (2006) teknik şartnamelerine göre yapılmıştır. Proje sunulurken dosyaya konulacaklar aşağıda verilmiştir.

Elektrik tesis işlerinin gerçekleştirilmesini isteyen işletme elektrik işleri ile uğraşan bir mühendislik firmasına bu işin yürütmesi için yetkilendirir. Yetkilendirilen mühendislik firması projeyi elektrik dağıtıcısına sunarken bir elektrik mühendisinin SMM (Serbest Müşavirlik Mühendislik Hizmeti) belgesi, bir elektrik ve bir harita mühendisinin oda BT (Büro Tescil) belgeleri, kimlik fotokopileri ve diplomalarını eklemesi gerekmektedir.

Proje sunulurken tesise ilişkin bilgilerin, mevcut tüketim tesisi ile ilgili bilgilerin, tüketim tesisi ile ilgili nihai bilgilerin ve açıklamaların olduğu tesis bilgi formu verilmektedir.

Mermer ocak işletmesi tarafından yetkilendirilen mühendislik firmasındaki elektrik mühendisi tarafından bölgenin bağlı bulunduğu elektrik dağıtıcısına enerji müsaade yazısı yazmaktadır.

Ayrıca; yapılacak işle ilgili genel bir özetin olduğu açıklama raporu hazırlanmalıdır. Bu raporda kısaca projenin hangi işleri kapsadığından enerjinin nereden ve nasıl karşılanacağına kadar projede yapılacak işler anlatılmalıdır.

İşletmede elektrikli makinelerin kullanacağı toplam güç kadar trafo gücü belirlenir. Toplam aktif güce (P) bağlı olarak toplam görünür güç (S) hesaplanır. Toplam görünür güç Eşitlik (1) kullanılarak belirlenir.

$$S = P/\cos \emptyset \quad (1)$$

Bu eşitlikte; S (kVA) görünür güç, P (kW) aktif güç, cos ø güç faktörü olup cos ø=0,8 alınır. 1. tesis panosunun gücü 140 kW, 2. tesis panosunun gücü 130 kW, yedek pano gücü 50 kW'dır. Toplam aktif güç (P) bu üç güç toplanarak belirlenir. Trafonun toplam aktif gücü 320 kW'dır. Eşitlik 1 kullanılarak toplam görünür güç (S) hesaplanmış ve 400 kVA bulunmuştur. Trafonun toplam görünür gücü 400 kVA seçilmiştir.

Endüktif ve kapasitif yük etkisi nedeniyle gerilim ve akım sinyali arasında faz farkı ortaya çıkmaktadır. Akım ile gerilim arasındaki bu faz farkını 0^{o}'ye indirmek için kompanzasyon yapılması gerekmektedir. Kompanzasyon hesabı gerçekleştirirken sırasıyla Eşitlik (2), (3) ve (4) kullanılmaktadır.

$$Q_m = S\ x\ \%5 \quad (2)$$

$$K = \tan \beta_1 - \tan \beta_2 \quad (3)$$

$$Q = S\ x\ \cos \emptyset\ x\ K \quad (4)$$

Bu eşitliklerde; Q_m (kVAR) sabit kondansatör gücü, K güç faktörünü, Q (kVAR) reaktif gücü vermektedir. Mühürlü bölmedeki sabit kondansatör gücü Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmış ve Q_m = 400 x %5, Q_m = 20 kVAR olarak bulunmuştur. Eşitlik (3) kullanarak güç faktörü hesaplanmış ve K= 1,27–0,59, K=0,68 olarak belirlenmiştir. Bu değerler göz önünde bulundurarak Eşitlik (4) ile kompanzasyon gücü hesaplanmıştır. Q= 400 x 0,8 x 0,68, Q= 217,6 kVAR olarak tespit edilmiştir. Bu değere en yakın standart kondansatörlerde göz önünde bulundurularak toplamı 220 kVAR'a tekabül eden kondansatör grupları oluşturulmuştur. AG panosunda kullanılan grup güçleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. AG panosunda kullanılan grup güçleri

Grup numarası	Grup gücü (kVAR)
Sabit	20
1	1
2	1,5
3	2,5
4	5
5	10
6	20
7	20
8	20
9	20
10	20
11	40
12	40
Toplam	220

İletken iç direncinden kaynaklı bir gerilim düşümü söz konusudur. Proje sunulurken bu gerilim düşümünün hesaplanması gerekmektedir. Gerilim düşümü alüminyum (Al) kablo için %3, bakır (Cu) kablo için %5'ten düşük olmalıdır. Gerilim düşümü (e) hesabı yapılırken Eşitlik (5) kullanılmaktadır.

$$e = 0.0124 \left[\left(\frac{P_{trp}\, x\, L_{trp}}{S_{trp}}\right) + \left(\frac{P_{alp}\, x\, L_{alp}}{S_{alp}}\right)\right] \quad (5)$$

Bu eşitlikte; P_{trp}; trafo ile pano arası güç (kW), L_{trp}; trafo ile pano arası mesafe (m), S_{trp}; trafo ile pano arası kablo kesiti (mm^2), P_{alp}; alıcı pano gücü (kW), L_{alp}; pano ile alıcı arası mesafe (m), S_{trp}; pano ile alıcı arası kablo kesitini (mm^2) vermektedir. Eşitlik (5) kullanılarak gerilim düşümü hesaplanmış ve e=0,0124[(310x15/(2x150))+(150x50/150)], e=% 0,8122 olarak bulunmuştur. Projede bakır kablo kullanılmış olup bu değer % 5'ten küçük olduğu için seçilen kablo kesiti uygundur.

Kablo kesitinin akım taşıması için yeterli olup olmadığını ise akım kontrolü hesabı yapılarak gerçekleştirilebilir. Akım kontrolü hesabı ise Eşitlik (6) kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

$$I = \frac{P}{U\ x\ 1.73\ x\ 0.8} \qquad (6)$$

Bu eşitlikte; I (A) akımı, P (kW) aktif gücü, U (kV) trafo çıkış gerilimi olup trafo çıkış gerilimi 0,4 kV'dir. 3x150+70 mm^2 NYY kablo kullanılmış olup bu kablo toprakta 706 A akım taşımaktadır. I=310/(0,4x1,73x0,8), I=560A olup bu değer 706 A'den küçüktür. Bu nedenle bu kablo kesiti bu akımı taşıya-bilir. Ayrıca, 4 adet 630 A Termik Magnetik Şalter kullanılmıştır.

İşletmede elektrik kaçağına karşı alınması gereken en büyük iş güvenliği önlemi topraklama direncinin hesaplanmasıdır. Topraklama hesabı projede su-nulması gereken bir hesaplama olup ani elektrik artışında hem makineleri hem de işçileri korumak için yapılmaktadır. Bu nedenle koruma veya işletme topraklaması iş güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. İşletme toprakla-masının 5 Ω'dan, koruma topraklamasının ise 10 Ω'dan küçük olması gerek-mektedir.

Toprağa gömülü bir iletkenin topraklama direnci ve toprağa çakılmış bir kazığın topraklama direnci sırasıyla Eşitlik (7) ve (8) kullanılarak belirlenir.

$$R_{ti} = 0.366\left(\frac{q}{L}\right) x(\log(\frac{3L}{2d}) + \log(\frac{3L}{8H})) \quad (7)$$

$$R_{tk} = 0.366\left(\frac{q}{L}\right) x \log(\frac{3L}{2d}) \quad (8)$$

Bu eşitliklerde; R_{ti} (Ω) toprağa gömülü bir iletkenin topraklama direncini, R_{tk} (Ω) toprağa çakılmış kazığın topraklama direncini, q (Ω.m) ortalama özgül toprak direncini, L (m) toprağa gömülü iletkenin uzunluğunu, d (m) iletken çapını (m), H (m) iletkenin gömülü derinliğini vermektedir. Eşitlik (7) ve (8) kullanılarak R_{ti}=0,366(50/20)x(log((3x20)/(2x0,008))+log((3x20)/(8x0,8)), R_{ti}= 4,16 Ω ve R_{tk}=0,366(50/2)x(log((3x2)/(2x0,002)), R_{tk}= 19,85 Ω olarak belirlenmiştir. 5 adet topraklama kazığı kullanılacağı için kazık topraklama direnci 5'e bölünmüş ve R_{tk}= 3,97 Ω olarak bulunmuştur. Toplam topraklama direnci ise Eşitlik (9) ile $1/R_t$=1/4,16+1/3,97, R_t =2,03 Ω olarak belirlenmiştir.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{ti}} + \frac{1}{R_{tk}} \quad (9)$$

Enerji nakil hatlarında direk seçimi yapılırken direkler arası mesafeye göre rüzgâr ve ağırlık menzilleri belirlenmektedir. Direk seçim ve direkler arası mesafenin belirlenmesi dolaylı olarak bir iş güvenliği önlemidir. Direkler arası mesafelerin iyi belirlenememesi direklerin hattı taşıyamaması anlamına gelmektedir. Bu da iş güvenliği açısından büyük problem taşıyacaktır. Bu nedenle mermer ocaklarındaki elektrik tesisi projesinde direk dağıtım listesi iyi belirlenmelidir. Bu projede DN:10 ile DN:14 direkleri arası direk dağıtım listesi Çizelge 2'de verilmiştir.

Projede ayrıca direklerin koordinatlarının olduğu bir koordinat listesi oluşturulur. Bu koordinat listesi bölgenin bağlı bulunduğu İl Orman Müdürlüğü'nün belirlediği koordinat derecesine göre verilmektedir. Toplam 44 direkli bu projenin DN: 10 ile DN: 14 arası koordinat listesi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. DN: 10 ile DN: 14 direkleri arası direk dağıtım listesi

Direk no	Direk baştan mes(m)	Direk ara mes(m)	Rüzgâr menzili (aw)	Ağırlık menzili (ag)	Hat açısı (^{0})	Nakil tesbiti	Fonksiyon	Direk tipi	Travers tipi	İzolatör tipi
Mev. DN: 10	0					G	Nihai	Z-18 (Mev.)	Mev.	3 S.I.
		65								
DN: 11	65		51,5	148		G-M-G	Brş. TR-2	N-14 (Yeni)	D-250	1VHD35
		20								6 S.İ
DN: 12	85					G-M	TR-2	Mev.	Mev.	3VHD35
										3 S.İ
DN: 11	85		51,5	148		G	Brş. TR-2	N-14 (Yeni)	D-250	1VHD35
		40								3 S.İ
DN: 13	85		77,5	90		G-M-G	Nihai	N-14 (Yeni)	Mev.	1VHD35
		86								6 S.İ
Brş. DN: 14	171		77,5	83		G-M-G	Brş. TR-2,3,4,5,6	N-14 (Yeni)	D-250	1VHD35
		70								6 S.İ

G: Gergi, M: Mesnet, VHD35: Bir mesnet türü, S.İ: Silikon İzolatör

Çizelge 3. DN:10 ile DN: 14 direkleri arası koordinat listesi

Direk no	Direk tipi	Direk cinsi	Hattın kesiti	Koordinat	
				Y	X
DN: 10	Mev.	Demir	3xSW	581519.01	4144726.04
DN: 11	N-14	Demir	3xSW	581535.78	4144789.06
DN: 12	T-50	Demir	3xSW	581519.06	4144800.25
DN: 13	Mev.	Demir	3xSW	581547.25	4144825.48
DN: 14	Mev.	Demir	3xSW	581561.41	4144910.40

Dosyada TEDAŞ'ın her yıl için belirlediği TEDAŞ BFK (2016)'ya göre kullanılacak malzemelerin birim fiyatlarını içeren keşif özeti eklenmektedir. Basit eğilme etkisi altında ki bir yapı elemanının eğilme göstermeden önce ki çubuk ekseni durumu ile elastik eğri durumu arasında ki deformasyon miktarına sehim denir (320Volt, 2017). Sehim cetveli kullanılan iletkenin özelliklerine göre oluşturulmaktadır. Isıl genleşmeden kaynaklanan sehimin iyi belirlenememesi durumunda iletkenler aşırı genleşmeye maruz kalır ve istenen yaklaşma mesafesinden aşağıya iner. Bu gibi durumlarla karşılaşmamak için daha proje safhasında sehim miktarları iyi belirlenmelidir. Sehim cetvelinin iyi belirlenmesi yine dolaylı yoldan alınabilecek bir iş güvenliği önlemidir. DN: 10 ile DN: 14 direkleri arası sehim cetveli Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. . DN: 10 ile DN: 14 direkleri arası sehim cetveli

				-5°C		0°C		+5°C		+10°C		+15°C		+20°C		+25°C		+30°C		+35°C		+40°C		+45°C	
DN	D. TIP	a	ar	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f	T_n	f
DN: 10	N																								
		65	65.00	92.71	0.61	83.17	0.68	75.35	0.76	68.93	0.83	63.63	0.89	59.21	0.96	55.48	1.03	52.30	1.09	49.56	1.15	47.18	1.21	45.08	1.26
DN: 11	N																								
		40	40.00	229.15	0.09	206.10	0.10	183.38	0.12	161.16	0.13	139.70	0.15	119.43	0.18	100.93	0.21	84.86	0.25	71.70	0.30	61.41	0.35	53.57	0.40
DN: 13	N																								
		86	86.00	58.87	1.69	56.54	1.76	54.45	1.83	52.56	1.90	50.85	1.96	49.28	2.02	47.83	2.08	46.51	2.14	45.28	2.20	44.14	2.26	43.08	2.31
DN: 14	N																								
		70	70.00	78.92	0.84	72.52	0.91	67.18	0.98	62.69	1.05	58.88	1.12	55.61	1.190	52.77	1.25	50.29	1.31	48.11	1.37	46.16	1.43	44.42	1.49
DN: 15	TR3																								

Projede sunulan ve yine dolaylı olarak alınan iş güvenliği önlemlerinden bir tanesi de iletken kopma hesabının yapılmasıdır. Enerji nakil hatlarında -5^0C'de normal bölge buzunun iki katı kadar buz olduğu varsayılarak hesaplama gerçekleştirilmektedir. İletken hesabı yapılırken Eşitlik (10) kullanılmaktadır.

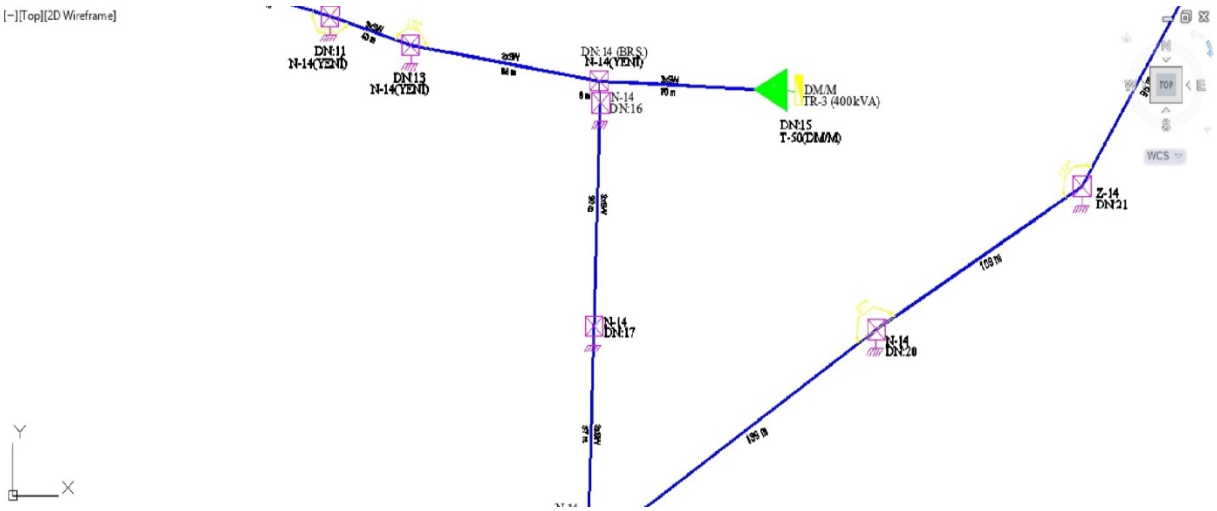
$$h < 0.7\ x\ \frac{(T_{kop} - T_{2b})}{P_{2b}} \qquad (10)$$

Bu eşitlikte; h (m) iki iletken nokta arası kot farkını, T_{kop} (kg) iletkenin kopma kuvvetini, T_{2b} (kg) iletkenin 2. buz yükü bölgesinde maruz kaldığı kuvvet, P_{2b} (kg) iletkenin 2. buz yükü bölgesinde buz yüklü ağırlığını vermektedir. Bu kontrol kot farkı olan bütün direkler için kontrol edilirken örnek olarak DN: 42 direği verilmiştir. Bu direk için; h < 0,7 x ((1023-539,37)/1,7112), h < 103,27 m. olması gerekmektedir. İletkenin mesnet noktası ile yatay teğetli nokta arasındaki kot farkı 103,27 m'den az olduğu için (71,02 m) , iki misli buz yüküne göre iletkenin maksimum gerilmesi kurtarmaktadır.

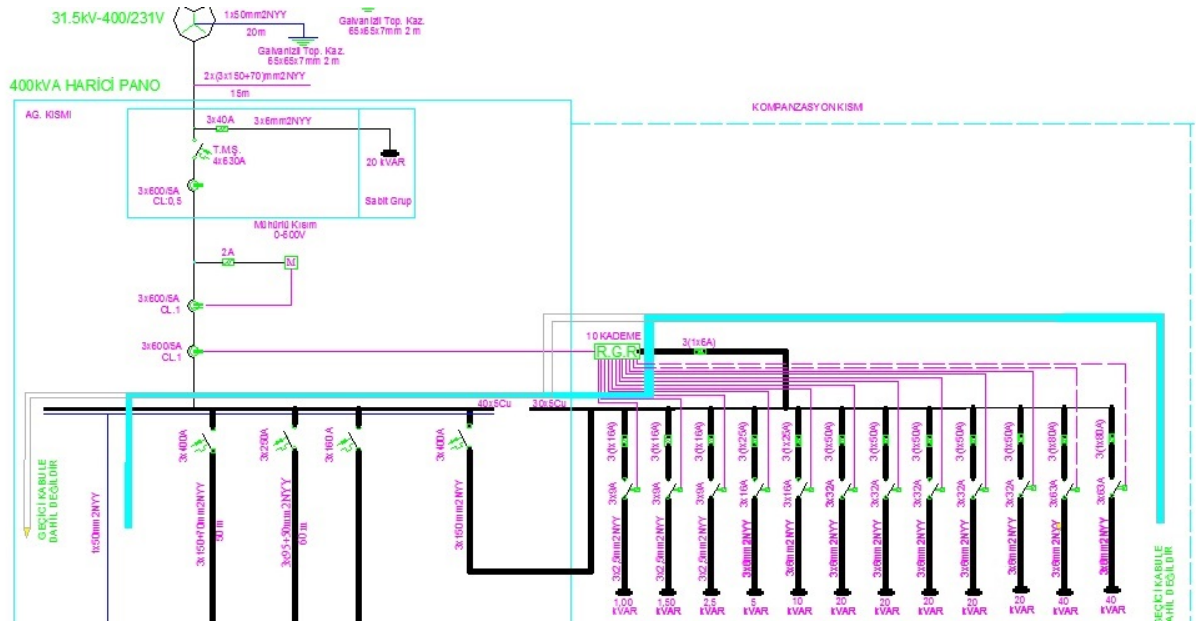
Projede sunulan bir diğer doküman da enerji nakil hattı profilidir. Ölçeği yatayda 1/2000, düşeyde 1/400 veya 1/500 olmalıdır. Burada şekil üzerinde

toplam hat uzunluğu, some ve poligon numarası, tabii zemin kotu, some ara mesafeler, baştan mesafeler, kırılma açıları, direk numarası, direk tipi, travers tipi ve direk arası mesafeler gösterilir.

Enerji vaziyet planı ise enerji nakil hattının durumunu gösteren bir plan olup farklı bir ölçekte istenmedikçe 1/2000 ölçekli gerçekleştirilir. Projesi gerçekleştirilen mermer ocağının enerji vaziyet planının bir kısmı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Enerji vaziyet planının bir kısmı



Şekil 2. Tek hat bağlantı şemasının bir bölümü

Tek hat şeması tesisatın elektrik özeti, yükleme cetveli ve fazların yüklenme değerlerinin açıklandığı Ölçü panosunu detaylı olarak gösterildiği şemadır. Bu mermer ocağı projesinin tek hat şemasının bir bölümü Şekil 2'de verilmiştir.

3. ENERJİ NAKİL HATTI İŞ GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

Mermer ocaklarında enerji nakil hattı projeleri oluşturulurken topraklamadan sehim cetveline kadar birçok iş güvenliği önlemi alınmaktadır. Bu alınan iş güvenliği önlemlerinin dışında enerji nakil hatlarının montajı ve kullanımı sırasında da iş güvenliği önlemlerinin alınması gerekmektedir.

3.1. Elektrik tesislerin yapım ve bakımında alınacak iş güvenliği önlemleri

Mermer ocaklarında projelerde alınan iş güvenliği önlemleri kadar montajı gerçekleştirilirken de iş güvenliği önlemlerinin en sıkı şekilde alınması gereklidir. Elektrik tesislerinin bakım ve onarım çalışmaları esnasında alınması gereken iş güvenliği önlemleri aşağıda maddelerle özetlenmiştir;

- Hat gerilimi kesilmelidir,
- Tekrar gerilim verilmesi önlenmelidir,
- Çalışılan bölüme yakın yerlerde, işletme esnasında gerilim altında bulunması gerekli başka bölümler varsa, bu bölümlerdeki gerilimli kısımlara dokunmayı önleyecek önlemler alınmalıdır,
- Kısa devre ve topraklama gerçekleştirilmelidir,
- Topraklama ve kısa devre işi çalışma yapılan yerin yakınında, hatta burası ile akım kaynakları arasında yapılmalıdır (EKATY, 2000; Incekara, 2008),
- Elektrik tesisatının, cihazlarının veya çıplak iletkenlerinin daima gerilim altında bulunduğu kabul edilmeli ve teknik bir zorunluluk olmadıkça gerilim altında elektrik onarımı yapılmamalıdır,
- Elektrik tesisleri gerek işletme, gerekse onarım ve bakım için kısa sürede yetkililerce kolayca ulaşılabilecek biçimde düzenlenmelidir,

- Sigortalar değiştirilmeden önce gerilim dışı bırakılmalı ve gerilim kontrol edilmelidir (EÇİSGT, 2017).

3.2. Elektrik tesisinin kullanımı için alınacak iş güvenliği önlemleri

Elektrik kullanımı kolay ama riski bir enerji kaynağıdır. Elektrik enerjisinin kullanımı ile ilgili projeden hattın oluşturulmasına kadar birçok aşamada iş güvenliği önlemleri alınmaktadır. Bu alınan iş güvenliği önlemleri tedbiri önlemler olup son kullanıcının da kendi açısından önlemler alması gerekmektedir.

Elektrikli kazalarının; %26'sı makine yakınındaki elektrik kaçağından kaynaklı kazalar, %23'ü izolasyon hatlarından oluşan kazalar, %20'si enerji iletim hatlarına teması ile oluşan kazalardır (EMOEKMG,2017). Bu oranlar enerji nakil hatlarının kullanılması sırasında alınması gereken iş güvenliği önlemlerinin önemini vurgulamaktadır.

İş kazalarının %2'si önlenemez, %98'i önlenebilir iş kazaları olup önlenebilen kazaların %50'si de kolaylıkla önlenebilir kazalardır (Üstünel, 2012). Elektrik işlerinde de diğer işlerde olduğu gibi kazanın önlenme oranı yüksektir. Bu nedenle özellikle maden ocakları gibi dikkatin yorgunluğa bağlı olarak azaldığı işletmelerde dikkati artırıcı önlemler alınmalıdır.

Mermer ocaklarında gerçekleştirilen enerji nakil hattı projelerinde iş güvenliği ile ilgili alınan önlemleri örnek proje anlatılırken değinilmiştir. Bu bölümde ise mermer ocaklarında elektrik enerjisinin kullanımı için alınması gereken iş güvenliği önlemlerinin neler olduğu üstünde durulacaktır.

Elektrikte güvenlik konusu ile ilgili Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ve Bakanlar Kurulu Kararı ile çıkarılan yönetmelikler vardır. Bu yönetmelikler elektrik tesisi kurulu veya kurulacak bütün yerler için geçerli olup mermer ocaklarındaki elektrik tesislerini de kapsamaktadır. Bu yönetmeliklerde göz önünde bulundurularak mermer ocaklarında elektrik kullanımı için alınması gereken iş güvenliği önlemleri aşağıda belirtilmiştir.

- Orta gerilim yaklaşma mesafesi 90 cm olup orta gerilim taşınan hatlarda bu mesafe korunmalıdır (Üstünel, 2012),
- Elektrik tesislerinin bütün bölümleri, kısa devre akımının kesilmesi ve en büyük kısa devre akımının etkisiyle insanlar için herhangi bir tehlike oluştur-masına engel olacak biçimde düzenlenmelidir,
- Arıza, bakım ve onarım sırasında hattın devre dışı olması durumunda, elek-triğin kesintisiz olarak alınabileceği şekilde elektrik tesisi düzenlenmelidir,
- Elektrik tesisindeki kesici ve ayırıcılar her türlü hava şartlarında güvenli olarak devreyi ayıracak şekilde ayarlanmalıdır,
- Elektrik tesisine ayrılan bölümlerin kapıları kilitlenerek küçük boyutlu elektrik gereçlerinden başka hiçbir şey kullanılmamalıdır. Ayrıca kapılara giriş yasağı yazısı asarak görevli olmayan kişilerin girmesi engellenmelidir. Mermer ocakları genellikle uzak bölgelerde olduğu ve herhangi bir durumda kişiyi görebilecek kimse olmadığı için alınacak bu önlem büyük önem taşımaktadır,
- Fiş ve prizlerdeki topraklama kontak elemanları akım kontak elemanlarından önce bağlantıyı sağlaması gerektiği için buna göre fiş ve prizler ayarlanmalıdır,
- Elektrikli makinelerin koruma tipi, yerleştirildikleri yerlerdeki şartlara uygun seçilmelidir. Özellikle tozlu ve sulu ortamda çalışılana mermer ocaklarında kullanılan elektrikli makineler için motor korumalarının iyi yapılması gerekmektedir,
- Elektrikli makinelerde durdurma ve acil durdurma düğmeleri olmalıdır. Mer-mer ocaklarında kesim sırasında kullanılan makinelerin bu butonlarının olup olmadığı dikkat edilmelidir,
- Elektrik kabloları gerilim değerine uygun ve dış etkilere karşı koruyacak şekil-de yalıtılmış olmalıdır. Mermer ocaklarında dış etkilere fazlaca maruz kalına-cağı için bu özellikle dikkat edilmelidir,
- Pano üzerindeki sigorta, şalter ve anahtarların üzerine bilgi verici etiketler yapıştırılmıştır,

- Sürekli olarak taşınabilir veya çekme iletkenler kullanılmamalıdır. Taşınabilir iletkenlerin kullanılması zorunlu yerlerde yeterli sayıda ve topraklaması uygun yapılmış elektrik prizleri kullanılmalıdır,
- Mermer ocakları açık çalışma sahası olduğu için buralarda kullanılacak elektrikli el aletleri küçük gerilim veya 1/1 oranlı, sargıları birbirinden ayrı güvenlik transformatöründen (ayırıcı transformatör) elde edilen gerilimle çalıştırıl-malıdır,
- Elektrik bağlama yerleri IP standartlarına uygun kapalı tipte ve dış etkenlere karşı yalıtılmış olmalıdır,
- Ekskavatör ve kepçe gibi makinelerin enerji hatlarına yaklaşma tehlikesine karşı gereken tedbirler alınmalıdır (EÇİSGT, 2017).

4. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ

Mermer ocakları ağır işler sınıfına giren bir çalışma sahası olup dikkat gerektiren bir iştir. Mermer ocaklarında verimli bir şekilde çalışabilmek için işçinin fiziki koşullarının yanı sıra dikkatini de üst seviyede tutması gerekmektedir.

Bu yoğun iş temposunda dikkatsizlikten kaynaklı iş kazalarının olması kaçınılmazdır. Bu nedenle iş yükünü işçilerin kaldırabileceği optimum seviyelerde tutmak en iyisi olacaktır. Mermer ocaklarında çalışırken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de elektrik işleridir.

Elektrik insanoğlunun hayatının her evresinde zorunlu olarak kullandığı bir enerji türü olup mermer ocaklarının da olmazsa olmazlarındandır. Mermer ocak işletmeleri her daim elektrikli makine ile çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu nedenle elektrikle çalışan bu makinelerde elektrikten kaynaklı iş kazalarını minimum seviyeye indirmek için birtakım iş güvenliği önlemleri almak gerekmektedir.

Bu önlemlerden bazıları proje safhasında alınırken elektrik tesisinin oluşturulması ve elektrik kullanımı sırasında da bazı önlemler alınmalıdır.

Elektrik kazaları hayati tehlikesi yüksek olan iş kazaları olduğu için özellikle dikkat edilmesi gereken önlemler sınıfındadır.

Bu çalışmada bir mermer ocağının elektrik hattı projesinin oluşturulması süreci anlatılarak proje aşamasında alınan iş güvenliği önlemlerine değinilmiştir. Ayrıca, mermer ocaklarına elektrik tesisisin oluşturulurken ve elektrik tesisinin kullanımı için alınması gereken önlemlere kısaca değinilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür;

- Elektrik tesislerinin oluşturulmasında proje aşmasında bir takım iş güvenliği önlemleri alınmalıdır,
- Elektrik tesisinin montaj, bakım ve onarımında alınması gereken iş güvenliği önlemleri göz önünde bulundurulmalıdır,
- Mermer ocaklarında elektik tesisinin ve elektrikli makinelerin kullanımında iş güvenliği önlemleri alınmalıdır,
- Elektrikle çalışma hayati tehlikesi yüksek bir iş grubunda olup özellikle mermer ocak işletmeleri gibi fiziki yoruculuğu fazla olan işlerde iş güvenliğine daha fazla önem verilmelidir,
- Dönemsel olarak ocaklardaki enerji hatlarının kontrolü gerçekleştirilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında yaptığı katkılardan dolayı Elektrik Müh. İsmail ÇAKIR ve Elektrik Tekn. Ahmet CANLI'ya teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

EÇİSGT, 2017. *Elektrikle çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri*, Erişim tarihi: 01.08.2017, Erişim adresi: http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/ipm/isg07.

EKATY, 2000. *Elektrik kuvvetli akim tesisleri yönetmeliği*. 24246 say. resmi gazete, Erişim tarihi: 25.07.2017, Erişim adresi: http://www.emo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=53.

EMOEKMG, 2017. *Elektrikli kazaların meydana gelmesi*, Erişim tarihi: 29.07.2017, Erişim adresi: htt p://www.emo.org.tr/ekler/8f0bf2899c59514_ek.doc?tipi=34.

Incekara, N.G., 2008. *Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunları ve Çözüm Önerileri*, T.C. İSGGM Genel Müdürlüğü Tezi, Ankara, 77 s.

TEDAŞ-MYD/95-002.B, 2003. *Orta gerilim SF6 gazı yalıtımlı mahfazalı hücreler teknik şartnamesi*, Revize: Şubat 2003, 43 s.

TEDAS-MYD/95-03.C, 2006. *Metal muhfazalı kompakt tip OG/AG transformatör merkezleri teknik şartnamesi (MMH-gaz'lı)*, Revize: Haziran 2006, 21 s.

TEDAS-MYD/95-007.D, 2005. *Hava yalıtımlı orta gerilim metal mahfazalı modüler hücreler teknik şartnamesi*, Revize: Ocak 2005, 32 s.

TEDAŞ-MYD/95-013.A, 1999. *Orta gerilim güç transformatörleri teknik şartnamesi*, Revize: Aralık 1999, 34 s.

TEDAŞ-MYD/96-004, 1996, *Alçak gerilim kesicileri teknik şartnamesi*, 15 s.

TEDAS-MYD-96-010.A, 2003. O.G. *Akım transformatörleri teknik şartnamesi*, Revize: Kasım 2003. 18 s.

TEDAŞ-MYD/96-015, 1996. *0.6/1 kV termoplastik ya da thermoset yalıtkanlı enerji kabloları teknik şartnamesi*, 15 s.

TEDAŞ-MYD/96-016.A, 1996. *Dağıtım hatları askı ve gergi zincir izolatör takımları hırdavatı teknik şartnamesi*, 89 s.

TEDAŞ-MYD-96-017, 1996. *Orta gerilim ayırıcıları teknik şartnamesi*, 28 s.

TEDAS-MYD-96-018.B, 2006.*Orta gerilim çapraz bağlı polietilen (XLPE) yalıtkanlı enerji kabloları teknik şartnamesi*, Revize: Şubat 2006, 21 s.

TEDAŞ-MYD/96-19.A, 2005, *OG sistemleri için metal oksit parafudrlar teknik şartnamesi*, Revize: Şubat 2005, 18 s.

TEDAŞ-MYD/96-020, 1996. *Orta gerilim mesnet izolatörleri teknik şartnamesi*, 18 s.

TEDAŞ-MYD-96-021, 1996. *Orta gerilim sistemleri için geçit izolatörleri teknik şartnamesi*, 13 s.

TEDAS-MYD-99-032.B, 2005. *Hermetik tip OG/AG dağıtım güç transformatörleri teknik şartnamesi*, Revize: Ocak 2005, 26 s.

TEDAŞ-MYD/99-033.A, 2002, *OG kablo başlık ve ekleri teknik şartnamesi*, Revize: Haziran 2002, 21 s.

TEDAŞ-MYD/2002-039, 2002. *Sargıları epoksi reçine ile örtülü kuru tip OG/OG güç transformatörleri teknik şartnamesi*, 23 s.

TEDAŞ-MYD/2002-040, 2002. *Bakır ve alüminyum baralar teknik şartnamesi*, 14 s.

TEDAŞ-MYD/2003-044, 2003. *Alçak gerilim bıçaklı sigorta ve değiştirme cihazı (ellik) teknik şartnamesi*, 23 s.

TEDAŞ-MYD/2004-04B, 2004, *Galvanizli topraklama malzemeleri teknik şartnamesi*, 15 s.

TEDAŞ-MYD/2004-046, 2004. *A.G. saha dağıtım kutuları teknik şartnamesi*, 21 s.

TEDAŞ-MYD/2005-050, 2005, *Yeraltına gömülen enerji kabloları için kablo muhafaza boru ve ek parçaları teknik şartnamesi*, 11 s.

TEDAS-MYD/2006-03, 2006. *Beton muhfazalı kompakt tip OG/AG transformatör merkezleri teknik şartnamesi (MMH-gaz'lı)*, Revize: Haziran 2006, 33 s.

Üstünel, M., 2012. *Elektrik tesisat bilgisi ders notu*, Erişim tarihi: 01.08.2017, Erişim adresi: https://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/2ElektrikTesisatBilgisi/unite1.pdf.

320Volt, 2017. Sehim tablosu. Erişim tarihi: 25.07.2017, Erişim adresi: http://320volt.com/sehim-tablosu-sehim-hesaplama-programi/.

ACİL DURUM HABERLEŞMESİ VE MADEN KAZALARINDA AMATÖR TELSİZ HABERLEŞMESİNDEN YARARLANILMASI

EMERGENCY COMMUNİCATİON AND AVAİLABİLİTY AMATEUR RADİO COMMUNİCATİON İN MİNİNG ACCİDENTS

B. Kartal, İ. Çakmak
Kafkas Üniversitesi, Kimya Bölümü, Kars

ÖZ: Çalışma hayatı, üretimi ve haberleşme sistemlerini etkileyebilen potansiyel afetler; uçak kazası, maden kazası, salgın hastalık, kuraklık, deprem, aşırı sıcaklık, sel-ani taşkınlar, tehlikeli kimyasallar, fırtınalar, terörizm, yağış ve yıldırım, tornado ve kış fırtınaları olarak sınıflandırılabilir. Genel haberleşme sistemleri(GSM, internet) çöktüğünde ortaya çıkan acil afet haberleşmesi halkı ve endüstriyi riske sokar. Bir iş yerinde görevli iş sağlığı ve güvenlği (İSG) uzmanı ve işveren 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanuna göre; çalışma ortamı ve bölgesel afet durumunu dikkate alarak bir acil durum eylem planı hazırlamak zorundadırlar. Bir acil durum meydana geldiğinde, acil durum ve tahliye yöntemlerine göre uyarı verme, arama, kurtarma, tahliye, haberleşme, ilk yardım ve yangınla mücadele gibi uygulanması gereken acil durum müdahale yöntemleri işveren ve ISG uzmanı tarafından belirlenir. Acil durumlarda en kolay ve ucuz haberleşme şekli amatör telsiz haberleşmesidir. Kriz ve afet hallerinde karasal haberleşme sistemleri çöker, GSM şebekeleri aşırı yüklenir veya arızalanır. Dünyada yardıma hazır pek çok amatör telsizci vardır. Ticari sistemlerin aksine, amatör telsiz sistemleri bozulabilen karasal sistemlerden bağımsızdır. Ayrıca amatör telsizciler hem kendi ülkelerinde hem de dünyada dernekler içinde örgütlenmişlerdir. Amatör telsizciler afet durumunda resmi makamlar ile işbirliği yaparak haberleşmeye yardımcı olurlar. Bir iş yerinde görevli İSG uzmanlarının amatör telsizcilik belgesi ve el telsizleri varsa acil durumlarda haberleşmeyi kolaylaştırabilirler. Amatör Telsizciler; Manisa'nın Soma ilçesinde 13 Mayıs 2014 yılında meydana gelen maden kazasında haberleşme desteği verdiler. Bu çalışmada maden kazası veya diğer acil durumlarda amatör telsiz haberleşmesinden nasıl yararlanılacağı incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Acil Durum Daberleşmesi, Amatör Telsiz Haberleşmesi, Maden Kazası.

ABSTRACT: *Potential disasters that may affect the work life, production and communication systems can be classified as airline crash, mining accident,*

disease, drought, earthquakes, extreme heat, floods and flash floods, hazardous materials, hurricanes, terrorism, thunderstorms and lightning, tornadoes and winter storms. A communication emergency exists when a common communication system (GSM, internet) failure puts the public and industry at risk. Occupational health and safety (OHS) expert officer in a workplace and employer is obliged to prepare an emergency action plan taking in to account the working environment and regional disaster situation according to Occupational Health and Safety Law No.6331. According to emergency response and evacuation methods, emergency response procedures to be applied in the event of an emergency occurring as alerting, search and rescue, evacuation, communications, first aid and for fire-fighting is determined by employer and OHS expert. The cheapest and easiest method of communication in case of emergency is amateur radio communication. In times of crisis and natural disaster, terrestrial communications go down and cellular networks are immediately overloaded or destroyed, there are a lot of amateur radio operators around the world ready to help. Unlike commercial systems, Amateur radio is usually independent of terrestrial facilities that can fail. In addition, amateur radio operators have also organized in associations, both in their own countries and the world. In the event of a disaster, amateur radio operators help communications in collaboration with government agencies. If a OHS specialist at a work place has an amateur radio license and hand-held radios, they can facilitate communication in emergency situations. Amateur radio operators provided communication support in the mine excavation in Soma district of Manisa Province on 13 May 2014. In this study, how to use amateur radio communications in a mine accident or other emergency situations will be examine.

Keywords: *Emergency communication, Amateur Radio Communication, Mine Accident.*

1. GİRİŞ

Amatör Telsizcilik; hiçbir ticari yayın amacı olmaksızın sadece kişisel amaçla yapılan bir hobidir. Amatör Telsizci olabilmek için Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (KEGM) tarafından her yıl iki kez düzenlenen sınavlardan birine katılmak ve başarılı olmak gerekir. Sınavlarda başarılı olanlar aldıkları puana göre A, B ve C sınıfı olmak üzere kendilerine on yıl süreli "Amatör Telsizcilik Belgesi "verilir. On yıldan sonra tekrar istenen belgeler ile başvuru yapılarak sınavsız olarak belge yenilenir (Çakma ve Şasa, 2016). Kamu kurumlarının

kullandıkları haberleşme sistemleri verdikleri hizmet gereği biribirinden bağımsız çalışmaktadır. Acil durumlarda haberleşme ve diğer koordinasyonda bazen sıkıntılar yaşanabilmektedir.

Acil durumlarda koordinasyonun sağlanması için ilk 72 saate haberleşme çok önemlidir (Çakmak ve Şasa, 2016). Genellikle acil durumlarda çeşitli nedenlerden dolayı haberleşme kesintisi yaşanmaktadır. Dünyada meydana gelen felaketler gün geçtikçe karmaşık hale geldiğinden mevcut iletişim teknikleri bazen yeterli olmayabilmektedir.

Çizelge 1. Türkiye'de amatör telsizciler tarafından haberleşme desteği verilen afetler (Çakmak ve Şasa, 2016).

Afet	**Afet**
Soma Maden Kazası 2014	Körfez Savaşı 1991
Van depremi 2011	Elazığ Kovancılar Depremi 2008
Afyon Çay Depremi 2000	Düzce Depremi 1999
Körfez(Marmara) Depremi 1999	Karadeniz Sel felaketi 1998
Adana-Ceyhan Depremi 1998	Dinar Depremi 1995
Erzincan Depremi 1992	Gürcistan Depremi 1991

Amatör Telsizciler kurdukları istasyonları sayesinde AFAD ve diğer resmi makamlar ile işbirliğine giderek afet haberleşmesinde alternatif yardım oluştururlar. Amatör telsizciler telefon, hücresel sistem ve diğer iletişim sistemleri çöktüğünde muhtemelen aktif olabileceklerinden acil durum haberleşmesine katkıda bulunabilirler (ttp://www.arrl.org/files/file/Media%20&%20PR/backgrounders/Backgrounder-EmComm.pdf).

Çizelge 2. Dünya'da amatör telsizcilerin haberleşme desteği verdiği afetler **(**http://www.arrl.org/files/file/Media%20&%20PR/backgrounders/BackgrounderEmComm.pdf**)**

Afet	**Afet**
İllonis Tornadosu 2015	Irene Kasırgası 2011
Texas/Oklahoma Su Baskını 2015	BWCAW Yangını 2011
Akron, Ohio 911 Kesintisi2 015	San Diego Elektrik Kesintisi 2011
Nepal Depremi 2015	Şubat Kasırgaları 2008
Arkansas Tornadosu 2014	Oregon Fırtınaları 2007
Moore, OK Tornadosu 2014	Katrina ve Rita kasırgaları 2005
Nevada Sel Baskını 2014	California Depremi 2003
Oso, Washington Toprak Kayması 2014	Kuzeydoğu Enerji Kesintisi 2003
Texas/New Mexico Orman Yangını 2013	Shuttle Columbia kurtarma çabası 2003
Haiyan Tayfunu 2013	Dünya Ticaret Merkezi ve Pentagon 11 Eylül Terör Saldırısı 2001
Colorado Sel Baskını 2013	Texas ve Louisiana Su Baskını(Allison Fırtınası)2001
Boston Marathon Bombalanması 2013	Los Alamos, New Mexico yangınları 2000
Moore, OK Tornadosu 2013	Floyd Kasırgası 1999
Isaac Kasırgası 2012	Western U.S. Subaskını 1997
Süper Kum Fırtınası 2012	Fran kasırgası 1996
Japonya Tsunamisi 2011	TWA Uçak Kazası 1996
Joplin Tornadosu 2011	Oklohama Şehrinin Bombalanması 1995
Güneydoğu Tornadosu 2011	
Virginia Depremi 2011	

2. SOMA MADEN KAZASINDA AMATÖR TELSIZCILERIN HABERLEŞME DESTEĞI

Manisa Soma ilçesinde 13 Mayıs 2014 tarihinde bir maden kazası meydana geldi ve haberleşme sorunu yaşandı. Türkiye Radyo Amatörleri Cemiyeti(TRAC) Manisa Şubesine haber verilir verilmez; Bahattin ÖZER, Mehmet KAYA, Muhammet ÇELİK, Mehmet ÇOBAN adlı amatör telsizciler haberleşme mobil aracı ile olay yerine hareket etmişlerdir. Bundan sonra destek ekibi olarak Serkan EREN, Rüstem ÖNEL, Yunus GERMEN ve Tolgahan DUYAR isimli amatör telsizciler ikinci destek ekibi olarak olay yerine gittiler. İntikal esnasında 112 Komuta Merkezinden kaza bölgesi ile iletişimin olmadığı, cep telefonlarının çekmediği bildirilmişti. Olay yerine yakın yüksek bir konumda TRAC Manisa Şubesi Acil Haberleşme Aracı konuşlandırılıp link

haberleşme sistemi kruldu ve Manisa ile haberleşme sağlandı. Olay yeri AFET komuta merkezine sabit telsiz sistemi kurulduktan sonra Manisa ile haberleşme kesintisiz devam ettirilmiştir (http://www.trac.org.tr/haberler/71-soma-maden-kazasi-haberlesme-yardimi.html).



Resim 1. Soma maden kazasında haberleşme desteği veren amatör telsizciler (http://www.trac.org.tr/haberler/71-soma-maden-kazasi-haberlesme-yardimi.html).



Resim 2. Soma Maden kazasında kurulan link haberleşme sistemi

3. SONUÇ

Her ne kadar hazırlık yapılsa da afetlerin getirebileceği zararları önceden tahmin etmek oldukça zordur. Japonya'da 2011 yılında meydana gelen deprem ve arkasında oluşan tsunami büyük felaketlere neden olmuştur. Teknolojik olarak çok gelişmiş olan Japonya bile haberleşme desteği için acil yardım çağrısı yapmıştır. Soma maden kazasında TRAC Manisa Şubesi üyeleri haberleşme desteği vererek yardım ve kurtarma işlemini kolaylaştırmışlardır.

KAYNAKLAR

İsmail Çakmak, Aziz Şasa, Taşkın Afetinde Amatör Telsiz Haberleşmesinin Kullanılması, IV. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Rize, 2016
http://www.arrl.org/files/file/Media%20&%20PR/backgrounders/BackgrounderEmComm.pdf
http://www.trac.org.tr/haberler/71-soma-maden-kazasi-haberlesme-yardimi.html

DOĞU AKDENİZ VE KKTC SAHİL KUMLARINDAKİ AĞIR METAL DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF HEAVY METAL DISTRIBUTION IN EAST MEDITERRANEAN AND TRNC (Turkish Republic of Northern Cyprus)

E. Demirel Top, S. Top, N. Yapıcı
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

O. Memiş
Çukurova Üniversitesi, İş Güvenliği Anabilim Dalı, Adana

ÖZ: Çevremizde doğal olarak bulunan veya kirlilikten kaynaklanan ağır metaller oldukça fazladır. Ağır metaller benzer kimyasal özelliklere sahip metallerin grubu için kullanılan bir terimdir. Bu metallerden demir, çinko ve bakır gibi bazıları vücudumuz için önemli katkılar sağlarken çoğunun vücudumuza sağladığı katkılar bilinmemektedir. Ağır metaller maruziyet oranları arttıkça ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz (Samandağı-Narlıkuyu arası) ve KKTC bölgelerinde seçilen noktalardan alınan numunelerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygun görülen lokasyonlardan 32 adet numune alınmıştır. Bu kumların elementel içerikleri iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönünden yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İSG, Sahil kumu, Ağır Metal.

ABSTRACT: *There are numerous heavy metals in our environment. These are derived from natural way or pollution. Heavy metals spread on to the metal group with related chemical properties. Some of these like iron, zinc and copper, have significant duties in our metabolisms. The others have no identified profit for our health. As the exposure rates of heavy metals increase, it can lead to serious health problems. In this study, determining the heavy metal distributions of coastal sands of selected locations of Turkish East Mediterranean (between Samandağı and Narlıkuyu) and TRNC (Turkish Republic of Northern Cyprus) was objected. 32 samples were taken from appropriate locations. The elemental content of these sands were interpreted in terms of occupational health and safety (OHS).*

Keywords: *OHS, Coastal sand, Heavy Metal.*

1. GİRİŞ

İnsanlar yüzyıllar boyunca ağır metallerin doğuracağı sonuçları düşünmeden bilinçsizce gerek günlük hayatta takı, aksesuar; gerek araç gereç olarak su borusundan silaha çeşitli alanlarda bu maddeleri kullanmışlardır. Sanayi devrimi ile fabrikalardan kaynaklı endüstriyel kirlilik ve yanma işlemi için kullanılan kömürler ile bu kirlilik yayılarak çevre ve insan sağlığını tehlike oluşturmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz (Samandağı-Narlıkuyu arası) ve KKTC bölgelerinde seçilen noktalardan alınan numunelerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygun görülen lokasyonlardan 32 adet numune alınmıştır. Bu kumların elementel içerikleri iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönünden yorumlanmıştır.

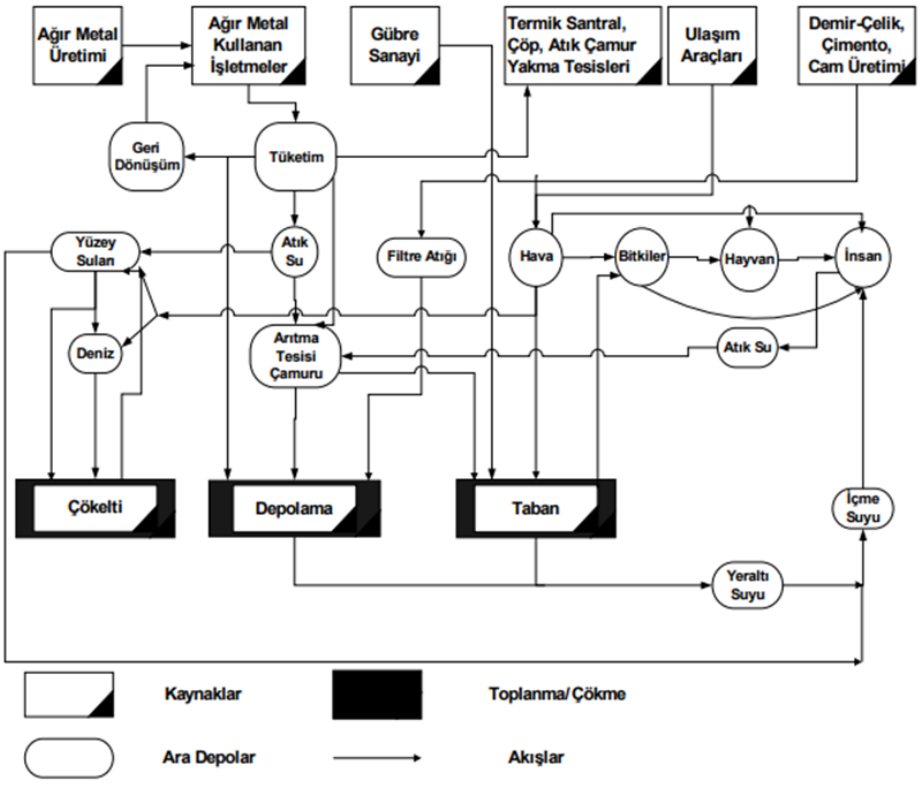
2. AĞIR METALLERİN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Son yıllarda kimyasal maddelerin verdiği zararlar umumileştirilerek ağır metal tanımı ile birlikte anılmaya başlamıştır. Buna yol açan durum ise ağır metal tanımının; yüksek yoğunlukta, düşük oranda bile toksik etki bırakan metaller olmasıdır. Bu durumu tetikleyen etken ise belli bir periyotta canlılarda diğer metallere nazaran birikimin yüksek olması ve olumsuz etkilerinin günden güne artmasıdır.

Aslında ağır metaller tanımlanırken özgül ağırlığı 5 g/cm^3'ten yukarıda olan değerlere sahip metalleri içine almaktadır. Cıva, alüminyum, kobalt, nikel, bakır, kadmiyum, demir, krom, kurşun, çinko, arsenik dâhil olmak üzere 60'ın üzerinde ağır metal bulunmaktadır. Bu elementler yeryüzünde yapıları gereği oksitli, karbonatlı, sülfürlü veya silikatlı olarak nabit ya da bunların içinde hapsolmuş olarak bulunur (Atabey, 2005).

Atmosferde ve yer kürede bulunan ağır metaller doğal yollarla taşınarak ve endüstriyel kirlenmenin etkisiyle yayılarak karada, denizde ve havada canlı organizmalar, bitkiler ve besin zinciri etkisiyle insanlar başta olmak üzere tüm

canlılara ulaşır ve tehlike oluştururlar (Alexander, 2002). Doğaya ağır metallerin yayılması göz önünde alındığında çok farklı sektör ve çeşitli uygulama aşamalarında biyosferde akümülasyonun arttığı gözlenmektedir. Aşağıda çeşitli sektörlerdeki ağır metal yayılımı şematik olarak verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ağır metallerin doğaya yayınımları (Alexander, 2002; John vd., 1996).

Ağır metalleri yaşamsal olan ve olmayan olarak iki kısımda inceleyebiliriz. Yaşamsal olanların muntazam olarak gıda aracılığıyla alınması ve biyolojik yapıda belirli bir oranda olması gerekmektedir. Örnek vermek gerekirse demir özellikle vücudumuzda oksijenin taşınmasını sağlayan ve bağışıklık sistemine takviyede bulunarak hastalıklara karşı direnci sağlamaya yarayan önemli bir mineraldir. Yaşamsal olmayan metaller ise az miktarlarda dahi sinir sistemini etkileyerek vücudu olumsuz olarak etkilemektedir. Örneğin alüminyum sinir sistemi ve akciğerlere zarar vermektedir. Beyinde hasara yol açarak Alzheimer hastalığına neden olabilmektedir. Bir metalin yaşamsal olduğu veya olmadığı belirlenirken dikkat edilmesi gereken nokta organizma üzerindeki

etkisidir. Kükürt bitkiler açısından protein sentezinde önemli rol oynarken biz insanlarda mide tahrişine sebep olmaktadır. Tabi ki, bu durum tesir yoğunluğuna paralel olarak değişmektedir (Pasteris vd., 1999).

Ağır metaller, öncelikle insan sağlığına ve çevreye etkileri göz önünde bulundurularak ele alınacaktır. Özellikle biyo-birikimi yüksek olan kadmiyum, solunması durumunda vücutta anormal reaksiyonlar gösteren nikel, toksik etki yaratan arsenik başta olmak üzere diğer metallerin etkileri aşağıda açıklanmaktadır.

2.1. Arsenik

Renksiz, kokusuz, yüksek zehirlilik gösteren ve doğada yaygın olarak bulunan bir maddedir. As çözeltiler içerisinde arsenit (As^{+3}) ve arsenat (As^{+5}) anyon kompleksleri şeklinde bulunmaktadır. As^{+3}'in As^{+5}'e göre sağlık açısından çok daha zehirli oluğu bilinmektedir. Ayrıca içme sularındaki inorganik As bileşiklerinin besinler içerisinde bulunan organik As bileşiklerine göre çok daha zehirli olduğu kabul edilmektedir.

As; 2400 yıldan beri tedavi edici ve zehir olarak kullanılmaktadır. As zehirlenmesi hastalığına arsenizm adı verilmektedir. Hipokratlar, As-sülfitlerini mide ülserlerinin tedavisinde kullanırken, daha sonraki dönemlerde Dioskorides saç dökücü olarak kullanmıştır (Fergusson, 1990).

As bileşikleri geçmiş yıllarda frengi, frengi benzeri ve amipli dizanteri gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Günümüzde de dünya ölçeğinde yılda 40000 ton dolayında arsenik trioksit üretilmekte ve bunun yaklaşık %80'i tarımsal mücadele, tomruk ve veteriner ilaçlarında kullanılmaktadır. Buna karşın As ve bileşiklerine maruz kalan bazı endemik yörelerde toplum sağlığının çok olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir. As bileşikleri solunduğunda akciğere zarar vermekte, ilaç, gıda ve özellikle içme suyu yoluyla alındığında ise As'in başta deri, solunum yolu, karaciğer ve idrar yollarına gelmesi sonucunda da kansere yol açtığı bilinmektedir. Bunların yanı sıra şeker hastalığı, kalp-

damar ve sinir sistemi hastalıklarına da yol açtığı ileri sürülmektedir. Napolyon Bonapart'ın As bulaştırılmış şarap ile zehirlendiği düşünülmektedir. 1816 yılında ölümünden 150 yıl sonra saçından alınan örnekte yüksek miktarda (3,8 ppm) As etkisinde kaldığı belirlenmiştir. Saçtaki normal As 0,5 ppm kabul edilmektedir. Ayrıca As, Bowen hastalığına sebep olmaktadır (Ernst, 2006).

2.2. Kadmiyum

Gümüş beyazı renginde, havada hızla CdO_2'e dönüşen bir elementtir. Havadaki Cd duman derişimi 1 mg/m^3'ün üzerinde olması durumunda teneffüs edildiğinde ileri etkileri görülmektedir. Ayrıca vücuttan atılmasının düşük olması ve biyobirikimi nedeniyle zaman içerisinde insan sağlığına olumsuz etkileri olmaktadır. Uzun vadede en fazla hasar görecek organ böbrekler olup, işlevlerini kaybetmesine neden olmaktadır. Ayrıca Cd'un akciğere ve prostat kanseri oluşumuna etkisi net olarak saptanmıştır. WHO, insan sağlığının korunması için havadaki Cd derişiminin; kırsal alanlarda 1-5 mg/m^3, zirai faaliyetlerin bulunmadığı kentsel ve endüstriyel bölgelerde 10-20 mg/m^3'ü aşmamasını tavsiye etmektedir(Fergusson, 1990).

Sigara dumanı, sanayileşme ve nüfus artışından kaynaklanan bir hava kirleticisi olan Cd'un deneysel olarak hipertansiyon, kanser ve bağışıklık sistemi arızalarına yol açtığı bilinmektedir. Cd, klasik bir stres etkeni gibi davranmakta ve öğrenme yetersizliğine de yol açtığı düşünülmektedir. İnsan dokusunda 30-100 gün arasında değişen kısa bir yarı ömre sahip Pb'un tersine, Cd'un yarı ömrü 10-30 yıl arasında olup, serbest Cd'un çok zehirli olduğu bilinmesine karşın, aynı zamanda diğer etkenlerin zehirleyiciliğini de büyük ölçüde arttırmaktadır. Yalnızca Cd, öldürücü etkisi bulunan klorür bileşikleriyle çok sıkı bir bağ oluşturma kapasitesine sahiptir. İkisi birleştiğinde karaciğer metabolizmasını değiştirerek lindanlı doku düzeyleri iki katına çıkmakta ve Cd hücrelerde birikebilmektedir (Pasteris vd., 1999).

2.3. Stronsiyum

Ca yerine geçen bir elementtir. Doğada derişimi yüksek ise Sr-apatit gibi ayrı bir mineral oluşur. İnsan sağlığı için gerekli bir element olmasına karşın, her zaman çok az miktarlarda bulunur. Kemikteki oranı birkaç ppm'dir. Biyoapatitte Ca'un bir kısmı içine Sr'un girebilmesi ihtimali 1950'de New Meksika'da nükleer bomba testi esnasında denenmiştir. Nükleer patlamadan düşen radyoaktif Sr-90 zerrelerinin, aynı şekilde Ca'un yerini alarak çocukların kemiklerine, süt içerek geçmesi sonucu kemik kanserine sebebiyet verme ihtimalinden endişe duyulmuştur (Finkelman vd., 2001).

2.4. Selenyum

1817 yılında İsveçli kimyacı Berzellius tarafından $CuFeS_2$'den (kalkopirit) H_2SO_4 üretimi esnasında Pb odalarında tortulaşmasıyla keşfedilmiştir (Pasteris vd., 1999). Se kirliliğinin başlıca nedeni Se içeren katı atık depo sahaları ve bu bölgelerde yetişen tarım ürünleridir. Se; düşük dozda vücut için önemli bir iz element olsa da, yüksek dozda zehirli niteliktedir. Se, birçok vitamin ve sülfür içeren aminoasitler ile etkileşim halinde olup, aynı zamanda Hg, Cd, Pb, Ag, Cu ve As gibi pek çok metalin zehirli tesirini azaltmaktadır. Kanda düşük Se derişimi kalp hastalıklarına neden olabilmektedir. Kandaki Se derişimi 60-100 µg/l olmalıdır. Bunun yanında Se tiroit hormonu olan triodothyronine (T3) üretiminde kullanılan enzimin bir parçası olup, Se noksanlığında tiroit hormonunun işlevinde düzensizlikler görülmektedir. Sürekli yüksek Se alınımı 5 mg/gün'den fazla olduğunda, saç kaybı, tırnak yapısında değişim, ishal, merkezi sinir siteminde tahribat yaratarak felç, parestezi ve hemiflegi gibi rahatsızlıklar, böbrek ve karaciğer hasarları, iştahsızlık gibi belirtiler gözlenmektedir (Ernst, 2006). Yüksek Se konsantrasyonunda çalışanlar üzerinde baş ağrısı, "Se nezlesine" yol açmaktadır. Sindirim sistemindeki mukus membranlarında ve karaciğerde tahribata ayrıca akciğerde zehirli ödemlere neden olduğu saptanmıştır.

2.5. Nikel

Gümüşümsü beyaz renkli bir elementtir. Ni bileşikleri pratik olarak suda çözünmez. Suda çözünebilir tuzları; klorür, sülfat ve nitrattır. Ni biyolojik sistemlerde adenosin, trifosfat, aminoasit, peptit, protein ve deoksiribonükleik asitle kompleks oluştururlar. Havadaki Ni bileşiklerinin teneffüs edilmesi sonucunda, solunum sisteminde; solunum borusu irritasyonu, tahribatı, immunolojik değişim, alveoler makrofaj hücre sayısında artış, silia aktivitesi ve immünite baskısında azalma gibi anormal fonksiyonlar meydana gelir. Ni işinde çalışanlarda astım gibi olumsuz sağlık etkilerinin yanında, burun ve gırtlak kanserlerine neden olduğu kesinleşmiştir. Kanserojen etkisi nedeni ile güvenilirlik limitinin belirtilmesi mümkün değildir (Pasteris vd., 1999).

2.6. Kurşun

Mavimsi veya gümüş grisi renginde yumuşak bir element olup, tetraetil veya tetrametil gibi organik bileşenlerinin yakıt katkı maddesi olarak kullanılmaları neticesinde kirletici olarak önem göstermektedirler (Pasteris vd., 1999). Pb vücutta önce alyuvarlar içerisine girer, hücrenin içindeki demiri dışarı atarak onun yerini alır ve vücutta Fe eksikliğine bağlı olan kansızlık ortaya çıkar. Pb fazla alındığı zaman dalak, karaciğer, böbrek gibi organlarda toplanmakla beraber en çok kemiklerde birikmektedir. Pb'un S'e karşı eğilimi olduğundan diş kenarlarında ve bağırsaklarda da bulunmaktadır. PbO_2 ve PbO_3 elde edildiği akümülatör fabrikaları, Pb'un kalıplandığı, Pb pastalarının imal edilip sıvandığı ve plaka uçlarının temizlendiği yerler en tehlikeli bölgelerdir. Daha çok kronik zehirlenme görülmekte olup, zehirlenme solunum ya da deri yoluyla temastan kaynaklanmaktadır. Erken dönemde iştahsızlık, zayıflama, yorgunluk, baş ağrısı, anemi, ağızda madeni tad, kansızlık, mide şikayetleri, diş etlerinde koyu mavimtırak çizgiler, daha ileri hallerde ise huzursuzluk, sinirlilik, tekrarlayan kusmalar, eklem ağrıları, ellerde felç, his bozuklukları görülmektedir (Varol vd., 2008). En ileri ağır şekillerinde ise; yüksek tansiyon, devamlı kusma, beyin

ödemi, beyin damarlarında spazm sonucu ortaya çıkan merkezi sinir sistemi bozuklukları kendini göstermektedir.

2.7. Kükürt

Antik çağlardan beri bilinen metalik olmayan bir elementtir. İnsan vücudunda vazgeçilmez bir parçası olarak tüm hücrelerinde vardır. Bazı bakteri ve mantarlar için çok zehirli olan S, nispeten zararsızdır. Sülfat bileşenleri zehirsiz olmasına karşın, karbon disülfit, hidrojen sülfit ve SO_2 oldukça zehirlidir. Atmosferdeki S bileşenleri insan ve bitkileri, doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkileyen hava kirliliğinin en tehlikeli bileşeni ve asit yağmurlarının sorumlu etkenlerinden birisidir (Fergusson, 1990).

S tarih çağları boyunca, çeşitli deri hastalıklarında, sivilce merhemi karışımında, kepeğe karşı şampuanlarda ve akut radyoaktif ışınımlarda panzehir olarak ve ayrıca yaraların keratin yoluyla iyileşmesinde ve cilt döküntülerine çare olarak kullanılmıştır. S'lü kaplıcalar, uzun yıllardan beri, sedef hastalığının tedavisinde, romatizmal ağrılar ve enfeksiyonlar ile astımın tedavisinde Fransa ve Türkiye'deki doktorlar tarafından önerilmektedir.

2.8. Krom

İnsan vücudunda günlük olarak ihtiyacı yaklaşık olarak 50-200 µg aralıklarında değişmektedir. Cr^{+6} bileşikleri ve tozlarının insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir. Cilt üzerinde ülserasyon ve allerjik tepkime, solunum, böbrek, karaciğer, mide ve bağırsak sistemi üzerinde tahribat ve akciğer kanserine neden olmaktadır (Fergusson, 1990). Cr eldesinde kullanılan kromitlerde Cr +3 değerlikli olup, suda hemen hemen çözünmemekte, bu nedenle Cr-madenciliği çevresindeki insan, hayvan ve bitkiler üzerinde olumsuz bir etkilenme söz konusu olmamaktadır. Ancak asit yağmurları gibi etkenlerle Cr +6 değerlikteki zararlı formuna dönüşebilmektedir.

2.9. Manganez

İnsan vücudu için günlük gereksinimi takribi 2-5 mg olup, kemik büyümesi ve gelişimine fayda sağlamaktadır. Tahıl ve meyve-sebzeler içinde bulunmaktadır. Mn'ın limit değerinin aşması durumunda bunama hastalığına yol açtığı belirtilmektedir.

2.10. Alüminyum

Toprağın asidik olması Al'un hareketliliğine ve taşınmasına yol açmaktadır. Asitlenmenin artmasıyla baz doygunluğu azalmaktadır. WHO'a göre içme suyunda %4'ünden daha az olmakla birlikte günde 88 mg Al alınmalıdır. Bu sağlanmadığında ise günde 5 mg kadar düşen günlük alımlar olabilir. Besinlerin sindiriminden önce Al'un parçalanması mide ve bağırsak sisteminde besinlerin vücuda girmesinde etkili olmaktadır (Ernst, 2006). Al'un tıbbi jeokimyasına olan ilgi; içme suyu gibi çeşitli kaynaklardan Al etki altında kalınması sonucunda bunama (alzheimer) hastalığına yakalanma olasılığından kaynaklanmaktadır. Beyindeki Al oranının alzheimer hastalarında arttığı belirtilmektedir.

2.11. Bakır

Vücutta %10'u beyin ve karaciğerde kalanı kanda olmak üzere toplamda 100-150 gr Cu elementi bulunmaktadır. İnsan vücudunun günlük Cu gereksinim miktarı 1,5-3 mg aralıklarında değişlik göstermektedir. Cu, vücutta güç emilebilen bir elementtir. Karaciğer, fındık, kuru üzüm, istiridye, midye ve mürekkep balığında bulunan Cu'nun sadece %5'i vücut tarafından absorbe edilmektedir. Cu eksikliği kansızlık ve kemik yapısında bozukluklara neden olabilmektedir. Zambia Cu-kuşağını aşan akarsularla beslenen topraklarda yaşayan Maputoland insanlarında cüceliğin ve eklem hastalıklarının artışı söz konusudur.

2.12. Klor

Dünyada, içme sularının temizlenmesinde kullanılır. Ayrıca, kağıt yan ürünleri, boya maddeleri, tekstil ve petrol ürünleri, çeşitli ilaçlar, antiseptikler, böcek öldürücüler (insektisitler), çözücüler, plastik ürünler ile çok farklı tüketim malzemelerinin elde edilmesinde kullanılır. Suda serbest, bağlı ve toplam Cl mevcuttur. Serbest Cl suda dezenfekte edilebilen; bağlı Cl ise NH_3'la bağlı olan, istenilmeyen ve sağlığı tehdit eden türüdür (Ernst, 2006). Kağıt fabrikaları, rafineriler, cam fabrikalarının HCl dumanları ve klorlu su ile uygulama görmüş bitkiler başlıca Cl kaynağıdır. Cl genelde yaprak ucu ve yaprak kenarı nekrozuna neden olur. Nekrotik yaprak ten rengi ya da kırmızımsı kahverengindedir (Fergusson, 1990).

2.13. Kobalt

Volkanik kayaçlar içinde bulunabilmektedir. Kalp ile karaciğerde tahribat ve fonksiyon bozuklukları, kan şekeri, kolesterol ve yağ oranında artışa ve kansere neden olmaktadır (Fergusson, 1990).

2.14. Çinko

İnsan vücudundaki Zn miktarı 2-3 g olup; kan, alyuvarlar, prostat, karaciğer, pankreas, bazı kas ve kemiklerde bulunmaktadır. Zn eksikliği sonucunda; akrodermatitis enteropatrika, penisilamin tedavisi sonrası, akut alkol alımı, toprak yeme olayı, anemi, kronik böbrek ve akciğer hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Zn miktarının yüksek olması da fazlasıyla tehlikeli olup, damar rahatsızlıkları ve iştah eksikliğine sebep verebilmektedir (Fergusson, 1990).

2.15. Cıva

Çok eski çağlardan beri insanlık tarafından bilinen bir metaldir. Hg sanayide hem metalik hem de organik ve inorganik Hg-bileşikleri olarak termometrelerde, kimi metallerin üretim süreçlerinde, ilaç sanayisinde, boya ve kağıt sanayinde

yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde gerek metalik formunun ve gerekse bileşiklerinin flora ve fauna için çok zehirli olmasından dolayı azaltılmakta ve bazı sanayi dallarında kullanımı kaldırılmaktadır. Hg yüksek buhar basıncı nedeni ile oda sıcaklığında bile kısmen buharlaşabilen bir metaldir. Fosil yakıtların yanması, madencilik sektöründe Hg-içeren kayaçların kırılması, Hg üretimi esnasında ve katı atık depo sahalarında sızma, atık pillerin rastgele atılması, diş hekimliğinde kullanılan amalgam dolgular, evde kullanılan Hg içeren aletlerin kırılması sonucunda ortalığa yayılması; hava ve sudaki oranlarının yükselmesine neden olmaktadır (Fergusson,1990). Sinir sisteminin Hg-bileşiklerine karşı çok yüksek hassasiyeti vardır. Bunun yanında vücuda alınan Hg'nın beyin, böbrekler üzerinde de ağır tahribatlar yarattığı yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir. Metalik ve metil-Hg vücuda alındığında kana karışarak beyine kadar gitmekte ve beyinde birikebilmektedir. Hg derişiminin vücutta artması, tansiyon yükselmesine, kalp krizine, derilerde kızarıklık, yaraların oluşması ile gözlerin zarar görmesine neden olabilmektedir (Ernst, 2006).

2.16. Demir

Demirin fazlalığı karaciğer (hepatik) yetmezliğine neden olabilmektedir. Bu durumda, vücudun dışarıya atamadığı Fe birikimi mide krampı, baş dönmesi, kusma, şok ve bazı durumlarda komaya kadar sebep olabilmektedir. Hemoglobindeki Fe kandaki O'i taşımaktadır. Fe eksikliği anemi (kansızlık) hastalığına yol açmaktadır (Fergusson,1990).

3. DOĞU AKDENİZ (SAMANDAĞI-NARLIKUYU ARASI) ve KKTC SAHİL KUMLARINDAKİ AĞIR METAL/MİNERAL KONSANTRASYONLARI

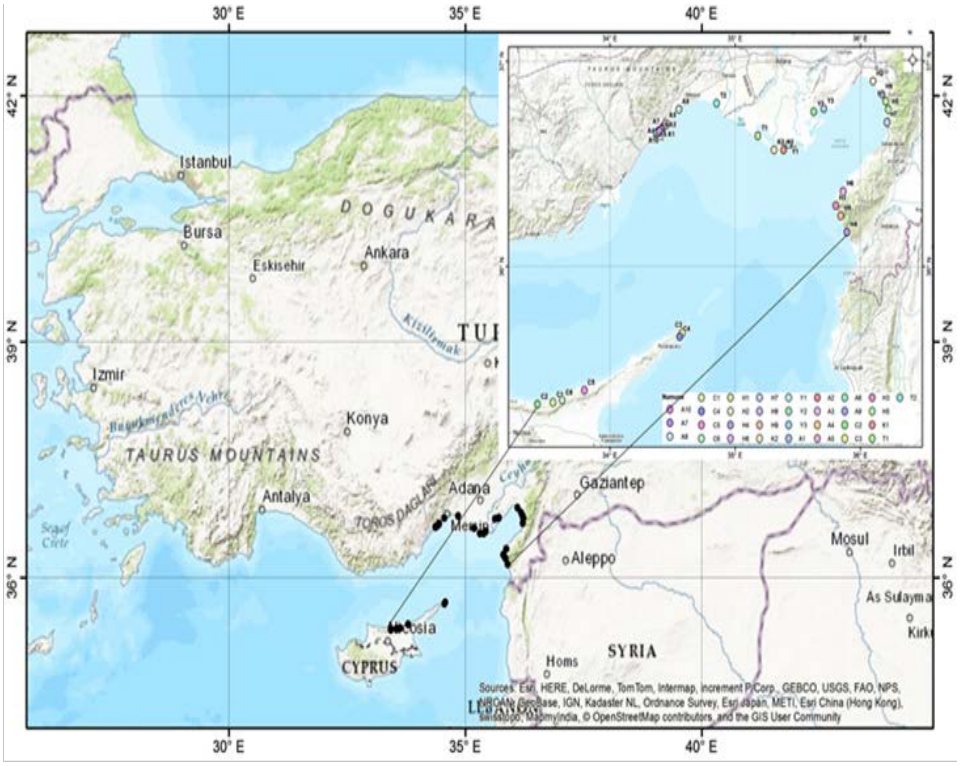
Bu çalışmada kullanılan sahil kumları Samandağ, Arsuz, İskenderun, Yumurtalık, Karataş, Tuzla, Tarsus, Mersin, Erdemli, Narlıkuyu ve KKTC kıyı

bölgelerinden alınmıştır. Koordinatlar GPS ile belirlenmiştir. Alınan numunelerin yerlerinin koordinatları GPS ile belirlenmiş olup Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Alınan numunelerin GPS koordinatları

YUMURTALIK	Enlem	Boylam
Bahçe Köyü	36° 35′ 30.44″	35° 26′ 12.19″
Dalyan/Deveciuşağı	36° 45′ 40.44″	35° 39′ 27.07″
Yumurtalık Plajı	36° 46′ 21.04″	35° 47′ 40.45″
TUZLA	Enlem	Boylam
Tuzla Sahil (İzcilik Kampı)	36° 40′ 35.25″	35° 04′ 36.44″
Aydınlar Köyü/İncekum	36° 43′ 09.99″	34° 58′ 22.80″
KARATAŞ	Enlem	Boylam
Karataş Sahili	36° 33′ 48.77″	35° 23′ 08.81″
Harbiş Mevkii	36° 33′ 01.01″	35° 21′ 33.94″
MERSİN 1	Enlem	Boylam
Toprak Su	36° 36′ 40.79″	34° 19′ 33.75″
Alata/Bahçe Kült. Araş. Ens.Müd.	36° 37′ 45.26″	34° 20′ 52.67″
Kaplumbağa Yuvalama Kumsalı	36° 37′ 55.58″	36° 21′ 09.64″
Arpaçbahşiş/Yenimahalle (Kanal)	36° 38′ 09.67″	34° 21′ 37.37″
Mezitli/Pompei Beach	36° 44′ 14.06″	34° 32′ 0.30″
MERSİN 2	Enlem	Boylam
Lamos	36° 32′ 27.29″	34° 14′ 08.58″
Limonlu	36° 33′ 13.71″	36° 14′ 38.91″
ODTÜ Deniz Bil. Ens.	36° 34′ 0.68″	34° 15′ 22.55″
Kocahasanlı	36° 34′ 46.02″	34° 16′ 12.35″
Erdemli	36° 35′ 20.24″	34° 17′ 22.30″
İSKENDERUN-HATAY	Enlem	Boylam
İs-Demir/Denizciler	36° 38′ 44.80″	36° 12′ 44.43″
Yeniköy Plajı/Botaş Yanı	36° 52′ 26.24″	36° 07′ 37.74″
Akıncı Burnu	36° 17′ 18.06″	35° 47′ 14.08″
Çevlik Plajı/Samandağ	36° 04′ 37.92″	35° 56′ 51.98″
Karaağaç Sahil/İskenderun	36° 34′ 43.67″	36° 07′ 59.44″
Arsuz Sahil	36° 24′ 55.30″	35° 53′ 41.95″
Arıtma Tesisi/İskenderun	36° 34′ 51.24″	36° 08′ 13.02″
Payas Sahil	36° 45′ 15.30″	36° 11′ 32.50″
Işıklı Köyü/Ölü Kaya Mez-Arsuz	36° 12′ 05.27″	35° 51′ 33.57″
KKTC	Enlem	Boylam
Diana Plajı/Çatalköy	35° 20' 07,33"	33° 22' 31,62"
Alsancak/Girne	35° 21' 23,33"	33° 11' 37,63"
Zafer Burnu mevkii/Dipkarpaz	35° 40' 02,28"	34° 34' 21,86"
Nude T. Beach-Altınkum/Dipkarpaz	35° 38' 27,38"	34° 32' 43,47"
Tatlı Su Halk Plajı/G.Magosa	35° 24' 41,33"	33° 49' 07,84"
Alayadi-Çatalköy/Girne	35° 20' 06,08"	33° 29' 22,32"

GPS (TomTom GO 950 marka) ile koordinatları belirlenen örnekler, 1/100000 ölçekli haritaya işaretlenmiştir (Şekil 2). Numune alımı sahilde 10 cm derinliğinde bir yarık açıldıktan sonra plastik eldivenlerle yapılmış ve alınan temsili numuneler kurutulup konileme dörtleme yöntemi ile numune miktarı azaltıldıktan sonra alınan numunelerin ağır metal ve mineral içerikleri belirlenmiştir. Kızdırma kaybı değerleri de kimyasal analizlerde gösterilmiştir. Mikroskobik analizleri yapılarak numunenin yapısı hakkında daha detaylı bilgi elde edilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının yer bulduru haritası

– A ile kodlandırılmış bölgeler Mersin il sınırları içerisinde olup 1-10 arasında bölgeler sayısallaştırılmıştır,

– T ile kodlandırılmış bölgeler Adana il sınırları içerisinde ve 1-2 olarak sayısallaştırılmıştır. Hat Tuzla bölgesi içerisindedir,

– K ile kodlandırılmış bölgeler Adana il sınırları içerinde olup 1-2 olarak sayısallaştırılmış ve Karataş bölgesindedir,

– Y ile kodlandırılmış bölgeler Adana il sınırları içerisindeki Yumurtalık bölgesinde olup 1-3 arasında bölgeler sayısallaştırılmıştır,

– H ile kodlandırılmış bölgeler Hatay iline bağlı Payas-Samandağ sınır hattında olup 1-9 arasında bölgeler sayısallaştırılmıştır,

– C ile kodlandırılmış bölgeler KKTC'ye ait olup Dipkarpaz-Girne hattında 1-6 arasında bölgeler sayısallaştırılmıştır.

Çizelge 2'de bu numunelere ait ICP/ICP MS kimyasal analiz sonuçları verilmiştir. Analizler ACME laboratuvarlarında tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, toplam 32 lokasyonda araştırma yapılmış olup formasyonların kontrolleri yapılarak kimyasal içerikleri ortaya konmuştur.

Numunelerin kimyasal içeriklerini belirlemek üzere ICP/ICP MS kimyasal analizleri ACME laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Her bir lokasyona ait 2 şer adet numune gönderilmiştir. Lokasyon noktalarına ait önemli sayılabilecek mineral konsantrasyonları aşağıda verilmiştir.

A: Kumlarda Fe_2O_3 (%6,48-8,66), MgO (%5,92-11,71), CaO (%14,36-21,94) oranları oldukça yüksektir. Bu oranlar bölgenin jeolojisine uygun olarak ofiyolitik kayaçlardan dolayıdır. CaO oranını aynı zamanda bölgedeki kireçtaşları artırmaktadır. Kobalt oranı yine bölgesel kayaçlardan dolayı yüksek bir oran sunmaktadır.

TiO_2 (%0,50-0,70), Ni (ppm 123-442), Cr (%yer yer 2) oranlarının fazlalığı yine ultrabazik kayaçlardan (Peridodit, serpantinit) dolayıdır.

T: Silisyum oranı yüksektir ve (%55-60), Fe_2O_3 (%2 ortalama), MgO (%4 ortalama), CaO (%12 ortalama) varlığı bölgede ciddi bir kumtaşı sedimantasyonunun olduğunu belirtmektedir. Ba, Sr oranlarında konsantrasyon artışı bulunmaktadır.

K: Kumlarda Fe_2O_3 (%4,5 ortalama), TiO_2 (%0,22 ortalama), Ba (409 ppm), diğer elementlerde farklılık görülmemektedir. K2 numunesinde Zr elementi konsantrasyonu yüksek görülmektedir.

Çizelge 2. Numunelerin kimyasal analiz sonuçları

Method	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200
Analyte	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	Ba	Ni	Sc	Lol	Sum	Be	Co	Cs	Ga
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
MDL	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.002	1	20	1	-5.1	0.01	1	0.2	0.1	0.5
A-1	43.05	7.08	8.66	10.71	15.72	1.16	0.3	0.58	0.05	0.15	1.565	343	362	27	10.7	99.73	<1	55.3	0.3	8.9
A-2	37.34	5.86	7.07	9.08	21.16	0.9	0.35	0.5	0.05	0.14	0.766	54	297	22	16.5	99.77	<1	42.2	0.4	6.6
A-3	49.15	7.34	7.07	9.09	14.36	1.41	0.35	0.53	0.06	0.13	0.246	35	301	25	10	99.79	<1	38.6	0.4	8.1
A-4	38.21	6.15	7.12	8.19	22.07	0.95	0.31	0.59	0.05	0.13	1.013	30	188	28	15	99.78	<1	39.5	0.3	6
A-5	43.2	6.17	6.97	11.71	16.34	1.12	0.27	0.46	0.05	0.12	0.657	38	442	23	12.6	99.74	<1	45.6	0.2	6.1
A-6	39.51	5.91	7.98	8.54	20.79	0.74	0.24	0.7	0.05	0.14	2.082	32	191	29	13	99.74	<1	50.9	0.3	5.9
A-7	46.24	7.11	6.62	7.41	16.85	1.3	0.42	0.51	0.06	0.13	0.455	46	220	22	12.7	99.81	<1	34.7	0.5	6.6
A-8	39.03	3.15	3.63	9.16	21.94	0.9	0.4	0.24	0.05	0.08	0.165	58	447	7	21	99.78	<1	26.2	0.6	2.1
A-9	45.64	6.18	6.48	5.92	19.37	1.06	0.29	0.54	0.05	0.11	1.199	31	123	23	12.9	99.81	<1	37.6	0.3	5.7
A-10	43.14	7.68	8.55	7.89	18.12	1.27	0.35	0.7	0.05	0.15	1.094	33	163	32	10.8	99.77	<1	44.6	0.3	7.3
Y-1	46.32	6.92	4.5	4.97	18.08	1.54	0.91	0.64	0.06	0.1	0.356	204	151	12	1504	99.81	<1	21.4	0.9	6.8
Y-2	31.1	4.03	2.84	4.04	30.07	0.94	0.45	0.34	0.04	0.13	0.331	129	107	9	25.5	99.83	<1	16.3	0.4	3.5
Y-3	37.52	5.08	2.39	3.38	26.49	1.28	0.66	0.32	0.05	0.11	0.112	144	80	7	22.4	99.84	<1	12.7	0.6	3.8
K-1	47.76	7.51	4.79	5.19	16.87	1.61	0.96	0.76	0.07	0.1	0.388	226	155	13	13.8	99.81	<1	22.8	0.9	6.7
K-2	45.06	6.62	4.23	5.07	18.52	1.62	1.04	0.61	0.06	0.1	0.406	298	159	10	16.4	99.79	1	21.4	0.9	5.8
T-1	60.09	6.33	2.49	4.24	11.86	1.36	1.07	0.19	0.06	0.05	0.025	431	182	5	11.4	99.89	<1	14.1	1.3	4.7
T-2	55.88	6.84	2.96	4.95	13.22	1.51	1.58	0.24	0.06	0.06	0.051	380	199	6	12.5	99.86	<1	16.5	1.3	5.1
H-1	34.18	4.63	6.94	13.72	20.16	0.71	0.18	0.27	0.04	0.13	0.665	40	592	16	18	99.67	1	51.9	0.2	4.8
H-2	42.04	2.62	11.07	21.77	6.92	0.23	0.23	0.17	0.02	0.18	1.011	31	940	12	13.2	99.58	<1	54.1	0.3	3.2
H-3	43.86	1.34	8.14	39.14	2.64	0.23	0.01	0.02	0.02	0.13	0.629	2	1833	17	3.5	99.51	1	98.6	<0,1	1.2
H-4	42.16	7.04	5.53	12.95	15.05	1.48	0.24	0.22	0.04	0.09	0.124	31	579	18	14.7	99.73	<1	40.2	<0,1	5.3
H-5	40.55	3.52	6.35	23.13	10.83	0.85	0.11	0.14	<0,01	0.11	0.322	20	1010	16	13.5	99.56	<1	57.8	<0,1	2.7
H-6	40.38	1.35	6.91	31.55	4.38	0.5	0.06	0.03	0.01	0.09	0.271	11	1761	8	13.7	99.47	<1	80.5	<0,1	1.1
H-7	41.25	3.59	6.62	22.04	11.69	0.81	0.1	0.15	0.02	0.12	0.396	17	984	18	12.7	99.58	<1	59.8	<0,1	3.1
H-8	24.54	2.6	3.44	16.32	20.92	0.26	0.48	0.18	0.03	0.07	0.119	59	443	5	30.7	99.68	<1	22.5	0.8	2.1
H-9	42.47	1.85	7.78	35.06	4.96	0.31	<0,01	0.03	0.02	0.12	0.65	2	1551	19	6.5	99.91	2	85.7	<0,1	1.3
C-1	21.8	2.3	1.52	5.24	34.43	0.87	0.46	0.14	0.02	0.07	0.209	114	39	5	32.8	99.84	<1	7	0.4	2.8
C-2	22.87	1.73	0.95	3.92	35.35	0.83	0.35	0.08	0.02	0.05	0.019	90	37	3	33.7	99.84	<1	3.5	0.2	1.8
C-3	13.45	1.14	0.44	2.98	42.18	0.91	0.37	0.4	0.01	0.04	0.011	85	<20	2	38.2	99.75	<1	1.4	0.3	1.1
C-4	27.95	3.29	1.09	1.56	34.45	0.8	1.14	0.08	0.02	0.06	0.017	276	27	2	29.1	99.59	2	3.8	1	2.1
C-5	12.7	1.76	1.63	8.07	36.73	0.64	0.26	0.13	0.02	0.07	0.671	599	48	3	37	99.78	<1	11.6	0.2	0.9
C-6	20.49	1.97	1.19	6.97	33.47	0.99	0.57	0.07	0.02	0.06	0.012	146	35	3	34	99.83	<1	4.7	0.4	1

Çizelge 2. Numunelerin kimyasal analiz sonuçları (Devamı).

Method	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200
Analyte	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MDL	0.1	0.1	0.1	1	0.5	0.1	0.2	0.1	8	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.3	0.05	0.02	0.05	0.01
A-1	1.1	3.2	8.3	<1	166.9	0.2	0.5	0.2	246	<0,5	38.5	14.2	4.3	8.4	1.19	5.2	1.52	0.51	2.03	0.37
A-2	0.9	3.7	10.9	<1	186.3	0.2	0.9	0.4	191	<0,5	33.9	12.6	5.4	10.6	1.37	6	1.41	0.41	1.89	0.31
A-3	1	2.8	9.6	<1	164.1	0.2	0.5	0.2	179	<0,5	35.8	14.9	4.1	8.4	1.21	5.6	1.57	0.51	2.15	0.37
A-4	1.1	4	9.5	<1	222.5	0.2	0.7	0.5	205	<0,5	41.8	13.5	5.5	11.1	1.42	5.6	1.5	0.46	1.9	0.33
A-5	0.9	2.5	7.5	<1	178.9	0.2	0.6	0.4	171	<0,5	31.6	13	4.2	7.6	1.09	4.9	1.31	0.42	1.93	0.31
A-6	2.3	4.7	8.9	<1	197.3	0.3	1.1	0.5	271	<0,5	93.4	12.4	6.4	13.4	1.65	6.8	1.49	0.47	1.86	0.31
A-7	1.1	3.5	12.5	<1	185.7	0.2	1	0.4	171	<0,5	40.3	14.7	5.9	11.9	1.5	6.5	1.66	0.53	2.22	0.38
A-8	1	3.9	12.7	<1	389	0.2	1.4	0.7	57	<0,5	38.4	9.7	7.8	14.9	1.86	7.4	1.62	0.44	1.76	0.25
A-9	1.5	3.2	9.2	<1	184.3	0.2	0.7	0.3	207	<0,5	57.4	12.9	4.7	8.8	1.21	5.6	1.43	0.43	2	0.32
A-10	1.1	3.3	10.1	<1	170.8	0.2	0.8	0.3	258	9.6	41.1	16.1	5	10	1.39	6.5	1.68	0.57	2.32	0.39
Y-1	5.3	6.8	28.7	1	396.4	0.5	3.9	1.1	113	0.5	216.8	16.9	17.3	32.8	3.89	15.3	3.01	0.83	3.12	0.44
Y-2	2	3.4	12.9	<1	599.3	0.3	1.6	0.6	66	<0,5	83.9	13.1	10.8	20.3	2.44	9.8	1.91	0.56	2.07	0.32
Y-3	1.6	3.6	19	<1	690.2	0.2	2.4	0.9	55	<0,5	66.5	14.9	12.3	23.2	2.67	10.5	2.13	0.64	2.38	0.38
K-1	4.1	7.4	28.4	3	356.5	0.5	5.7	1.2	123	0.9	164.7	18.8	18.4	35.3	4.08	15.3	2.99	0.85	3.31	0.47
K-2	7.6	7	31.7	<1	423.3	0.4	4.4	1.6	102	0.6	296.7	17.7	18.7	37.2	4.21	15.4	3.07	0.77	2.95	0.44
T-1	1.5	3.7	52.6	<1	244.2	0.2	4.1	1.2	39	0.6	63.4	8.7	13.7	24.9	2.81	9.9	1.72	0.53	1.76	0.24
T-2	1.8	4	49.3	<1	262.4	0.2	4.6	0.9	47	<0,5	69.7	10.4	15.1	28.6	3.14	11.7	2.02	0.58	2.06	0.27
H-1	0.1	3.4	5.2	<1	458.6	0.2	0.4	0.5	116	<0,5	20	7.1	4.3	7.7	0.97	3.9	0.95	0.29	1.09	0.18
H-2	0.8	2.8	7.6	<1	94.1	0.1	0.7	0.8	101	<0,5	28.4	3.8	3.3	6.3	0.81	2.7	0.69	0.15	0.63	0.1
H-3	<0,1	<0,1	0.3	<1	42.5	<0,1	<0,2	<0,1	64	<0,5	0.8	0.8	0.5	0.6	0.03	0.4	0.1	0.02	0.12	0.01
H-4	0.6	1.1	4.7	<1	267.1	<0,1	<0,2	0.4	102	<0,5	20.8	8.2	2.7	5.4	0.67	3	0.83	0.3	1.15	0.21
H-5	0.4	0.6	2.8	<1	264.3	<0,1	<0,2	0.4	88	<0,5	11.5	6.6	2.6	4.9	0.58	2.5	0.57	0.2	0.82	0.14
H-6	0.1	0.4	1.5	<1	141.7	<0,1	<0,2	<0,1	39	<0,5	3.6	2.1	1.3	1.9	0.26	1.2	0.2	0.06	0.3	0.03
H-7	0.7	0.3	2.5	<1	254	<0,1	<0,2	0.3	101	<0,5	22.9	6.9	2.6	4.5	0.57	2.5	0.58	0.24	0.91	0.16
H-8	1.1	3.1	15.3	<1	243.5	0.2	1.4	2	40	<0,5	42	5.6	6.4	12.8	1.42	4.9	1.07	0.23	1.05	0.15
H-9	<0,1	<0,1	0.4	<1	73.7	<0,1	<0,2	0.2	78	<0,5	1.1	2.1	0.4	0.7	0.1	0.6	0.09	0.03	0.19	0.03
C-1	0.6	2.4	13.6	<1	469.5	0.1	1.1	1.4	46	<0,5	22.3	11.2	8.3	13.5	1.8	7.4	1.47	0.42	1.66	0.26
C-2	0.5	1.4	9.6	<1	736.8	<0,1	0.8	1.1	25	<0,5	19.1	9.6	7.9	12.6	1.8	7.1	1.44	0.4	1.55	0.24
C-3	0.4	1.7	10.4	<1	1647.6	0.1	0.6	1.3	12	0.5	13.9	11.6	6.9	10.1	1.51	6.8	1.22	0.4	1.6	0.24
C-4	0.8	1.4	35.1	<1	3115.4	0.1	1.8	1.6	30	<0,5	32.1	8.1	10.2	14.4	1.57	5.6	1.14	0.35	1.15	0.2
C-5	1.4	0.8	7.2	13	459.8	<0,1	0.6	1.9	62	<0,5	62.1	7.1	5.4	8	1.09	4.4	0.87	0.27	1.15	0.17
C-6	0.6	0.9	15.6	<1	424.9	<0,1	1.1	1.6	28	<0,5	20.5	7.7	6.6	10.4	1.41	5.7	1.07	0.32	1.22	0.18

Çizelge 2. Numunelerin kimyasal analiz sonuçları (Devamı).

Method Analyte Unit MDL	LF200 Dy ppm 0.05	LF200 Ho ppm 0.02	LF200 Er ppm 0.03	LF200 Tm ppm 0.01	LF200 Yb ppm 0.05	LF200 Lu ppm 0.01	TC000 TOT/C % 0.02	TC000 TOT/C % 0.02	AQ200 Mo ppm 0.1	AQ200 Cu ppm 0.1	AQ200 Pb ppm 0.1	AQ200 Zn ppm 1	AQ200 Ni ppm 0.1	AQ200 As ppm 0.5	AQ200 Cd ppm 0.1	AQ200 Sb ppm 0.1	AQ200 Bi ppm 0.1	AQ200 Ag ppm 0.1	AQ200 Au ppb 0.5	AQ200 Hg ppm 0.01
A-1	2.44	0.51	1.46	0.23	1.38	0.22	<0,02	2.2	0.3	23.6	2.8	27	278.7	3.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.9	<0,01
A-2	2.03	0.43	1.25	0.18	1.24	0.18	<0,02	3.81	0.4	21.7	3.2	27	248.2	3.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.7	0.07
A-3	2.47	0.54	1.55	0.23	1.46	0.25	<0,02	1.98	0.3	26.9	2.2	30	243	3.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.9	<0,01
A-4	2.3	0.46	1.31	0.2	1.23	0.2	<0,02	3.72	0.4	17.6	3	25	135	3.8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.6	<0,01
A-5	2.14	0.43	1.28	0.2	1.23	0.19	<0,02	2.59	0.3	20.6	2	26	362	4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
A-6	2.1	0.42	1.27	0.18	1.23	0.19	<0,02	3.38	0.3	12.2	3.4	24	119.5	5.4	0.2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
A-7	2.41	0.53	1.59	0.21	1.47	0.23	<0,02	2.75	0.3	26	2.4	28	178.4	3.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
A-8	1.48	0.29	0.79	0.11	0.71	0.12	0.04	4.97	0.3	7.2	3.8	17	410.9	9	<0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
A-9	2.14	0.45	1.34	0.19	1.27	0.2	<0,02	3.22	0.3	17.6	2.2	25	81.8	4.4	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
A-10	2.71	0.55	0.66	0.24	1.53	0.25	<0,02	2.46	0.4	26.1	2.5	31	113.2	2.8	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	3.2	<0,01
Y-1	2.88	0.56	1.65	0.24	1.63	0.26	0.03	3.72	0.3	6.6	7.5	20	120.8	8	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
Y-2	2.06	0.41	1.21	0.16	1.11	0.17	0.03	6.96	0.3	5.4	3.8	11	74.9	7.5	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
Y-3	2.3	0.48	1.38	0.21	1.21	0.19	0.04	6.13	0.3	4.8	5.7	14	64.6	16.2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
K-1	2.85	0.6	1.61	0.26	1.6	0.28	0.04	3.35	0.3	8.4	8.1	24	134.9	13.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
K-2	2.83	0.57	1.67	0.25	1.57	0.28	0.05	4.07	0.3	5.7	6.9	20	138.1	15.1	0.1	0.1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
T-1	1.47	0.29	0.87	0.13	0.83	0.13	0.02	2.6	0.3	6.1	7.7	16	171.5	9.4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
T-2	1.64	0.31	0.95	0.14	0.9	0.14	0.03	2.87	0.3	6	9.2	20	185.7	8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
H-1	1.15	0.23	0.74	0.1	0.64	0.1	<0,02	3.94	0.4	15.6	9.5	44	533.2	4	0.2	0.2	<0,1	<0,1	2	0.02
H-2	0.66	0.13	0.36	0.05	0.4	0.05	<0,02	1.76	0.6	14.2	4.8	41	927.4	4.1	<0,1	0.2	<0,1	<0,1	1.7	<0,01
H-3	0.15	0.04	0.13	0.01	0.1	0.02	<0,02	0.28	<0,1	2.8	0.3	20	1507.6	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.1	<0,01
H-4	1.3	0.28	0.85	0.13	0.81	0.12	<0,02	2.74	0.2	11	2.8	17	569.8	8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.8	<0,01
H-5	0.91	0.22	0.58	0.09	0.56	0.1	<0,02	2.27	0.2	9.2	2.7	24	997.5	13.6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.8	<0,01
H-6	0.3	0.04	0.15	0.02	0.2	0.02	<0,02	1.03	0.2	9.9	1.7	27	1845.4	6.9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	<0,01
H-7	0.97	0.24	0.76	0.1	0.67	0.1	<0,02	2.26	0.2	9.6	2.3	23	960.3	10	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	1.1	<0,01
H-8	0.94	0.17	0.52	0.07	0.49	0.08	<0,02	7.84	2.1	13.1	6.6	37	444.1	2.9	0.1	0.2	<0,1	<0,1	<0,5	0.03
H-9	0.32	0.08	0.17	0.03	0.17	0.04	<0,02	0.67	<0,1	4.1	0.4	20	1213.1	8.9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
C-1	1.7	0.34	0.95	0.14	0.82	0.13	0.07	9.47	0.2	2.9	2.6	9	32.3	27	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	0.6	<0,01
C-2	1.35	0.28	0.84	0.11	0.72	0.1	0.1	9.46	0.3	3.5	3.5	9	34.7	14.6	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	0.9	<0,01
C-3	1.59	0.33	0.95	0.13	0.76	0.12	0.14	10.64	<0,1	1.7	2.7	4	10.6	9.3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.4	<0,01
C-4	1.21	0.26	0.74	0.1	0.7	0.1	0.06	8.1	0.2	2.1	2.1	6	26	30.9	<0,1	0.2	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
C-5	1.11	0.24	0.62	0.09	0.54	0.08	0.06	10.74	0.4	3.1	2.4	8	34.9	16.9	0.2	0.1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01
C-6	1.13	0.23	0.67	0.1	0.63	0.09	0.07	9.42	0.4	2.8	2.7	7	30.9	29.3	0.1	0.1	<0,1	<0,1	<0,5	0.01

Y: Ca oranı yüksektir (%27 ortalama). Sr oranı 600 ppm dolaylarındadır.

H: Fe_2O_3 (%3,44-11,04), MgO (%13,72-39,14), CaO (%2,64-20,92), TiO_2 (%0,03-0,17), Ni (ppm 444-1845), Cr (%0,119-1,011) oranları dikkat çekicidir. Ultrabazik kayaç birliklerine bağlı olan Ni oranının yüksek olduğu gözlenmiştir.

C: CaO (%33-42) aralığında ciddi bir artış bulunmaktadır. Bölgede bulunan kireçtaşları oranı artırmıştır.

Özellikle canlı sağlığına zararlı olan metalik içerikler yönünden incelendiğinde Hatay bölgesi ön plana çıkmaktadır. Kobalt ve nikel içerikleri yönünden bu bölgenin sahil kumları diğerlerine oranla daha yüksek değerlere sahiptir. Kurşun içeriği bakımından da kayda değer bir birikim söz konusudur. Hg miktarı yalnızca Hatay bölgesinde kayda değer miktarlarda gözlenmiştir. Bu içeriklerin özellikle Hatay'da gözlenmesi, Hatay'da bulunan İskenderun Demir Çelik Fabrikası ve diğer demir çelik fabrikalarının, bölgenin jeolojisine ve özellikle de sahil kumlarına etkisini gözler önüne sermektedir. Ayrıca İskenderun Körfezi'nde yer alan ve çoğunlukla metal sanayi için kullanılan limanın etkisinin bu oluşumlara neden olduğu söylenebilir.

Bakır birikimini en çok Adana ve Mersin bölgelerinde gözlenmiştir. Al_2O_3 birikimi bakımından da bu iki bölgenin sahil kumları ön plandadır. Hatay'dan sonra en çok Pb birikiminin gözlendiği sahil şeridi Tuzla ve Karataş sahilleriyle Adana olmuştur.

As oranları incelendiğinde Kıbrıs sahil kumları ön plana çıkmaktadır. Yumurtalık ve Karataş sahil şeridi ile Hatay'ın bazı bölümlerinde de As içeriğinin yoğun olduğu gözlemlenmiştir.

Radyoaktif içerikler bakımından sahil kumları incelendiğinde Yumurtalık, Tuzla ve Karataş sahilleri ile Adana ili Th ve U birikimiyle öne çıkmaktadır. U içerikleri Kıbrıs sahil kumlarında da kayda değer oranlarda görülmektedir. Türkiye'de Mersin ilinde kurulacak olan Akkuyu Nükleer Santrali'nin bölge jeolojisine etkileri; santralin kurulumu sonrası bölge jeolojisini inceleyen

çalışmalarla mevcut çalışmanın verilerinin kıyaslanması ile mümkün olabilecektir.

Bu çalışma ile Doğu Akdeniz ve KKTC sahil kumlarının elementel içerikleri gözler önüne serilmiştir. Çalışma kapsamında iş sağlığı ve güvenliği bakımından tehlike yaratabilecek potansiyele sahip konsantrasyonlar belirtilmiştir. Bölgede toksik, radyoaktif kaynakların ve ağır metallerin neden olabileceği hastalıklar ve uygunsuz durumların yorumlanmasında bu çalışmanın çıktılarının katkısının olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Alexander, R., 2002. Doktora Tezi, Münih Teknik Üniveristesi, *Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstofffunktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen*

Atabey, E., 2005. *Tıbbi Jeoloji.* TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 88, 194 s.

Dissanayake, C.B., Chandrajith, R., 1999. *Medical Geochemistry of Tropical Environments*. Earth-Science Reviews, 47, 219-258.

Ernst, W.G., 2006. *Earth Materials and Human Health*. International Geology Review., 48, 191-208.

Fergusson, J.E.,1990. *The Heavy Metals*: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. Pergamon Pres, 614 p.

Finkelman, R.B., Skinner, H.C.W., Plumlee, G.S., Bunnell, J.E., 2001. *Medical Geology*. Geotimes, Nowember 2001, 6 p.

John, H., Duffus, Howard, G.J., Worth, 1996. *Fundamental Toxicology for Chemists*, Cambridge, UK : Royal Society of Chemistry Information Services.

Pasteris, J.D., Wopenka, B., Freeman, J.J., Young,V.L., Brandon, H.J., 1999. *Medical Mineralogy as a New Challenge to the Geologist: Silicates in Human Mamary Tissue* American Mineralogist, 84, 997-1008.

Varol, S., Davraz, A., and Varol, E., 2008. *Yeraltı Suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi*, Türk Silahlı Kuvvetleri.

KONYA ÇİMENTO FABRİKASINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARI

APPLICATIONS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN KONYA CEMENT FACTORY

V. Arslan
MTA, Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Konya

ÖZ: Çimento fabrikaları iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının en düzenli ve en iyi kontrol edildiği iş alanlarının başında gelmektedir. Türkiye'deki bütün çimento fabrikaları OHSAS-18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemini kullanmaktadır. Bu çalışmada çimento fabrikalarındaki iş sağlığı ve iş güvenliği uygulamaları ile temel prensip ve sorumluluklar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca, Konya Çimento Fabrikasındaki iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları incelenmiştir. Fabrikada iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları kapsamında periyodik olarak davranış odaklı iş güvenliği eğitimleri verilmektedir. Ramakkala ve Olmazsa Olmaz gibi iş güvenliği broşürleri ile çalışanlar bilgilendirilmektedir. Fabrika içerisinde herkesin kişisel koruyucu donanım kullanımı sıkı bir şekilde takip edilmektedir. Son olarak kişisel farkındalığı arttırıcı uygulamalar düzenli olarak yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çimento Fabrikası, İş Sağlığı ve Güvenliği, OHSAS-18001.

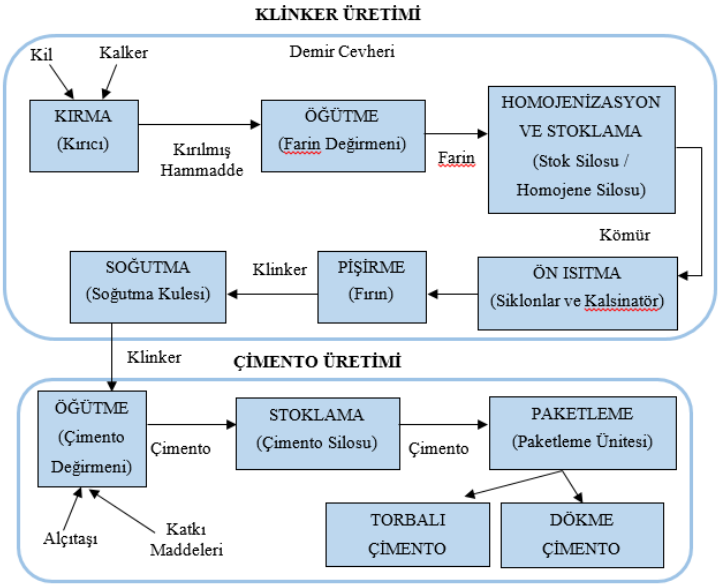
ABSTRACT: *Cement factories are at the top of the business areas where occupational health and safety practices are most regularly and best controlled. All cement factories in Turkey use the OHSAS-18001 occupational health and safety management system. In this study, General information on occupational health and safety practices and basic principles and responsibilities of cement factories were given. In addition, the health and safety practices of the Konya Cement Plant have been examined. Behavior-focused occupational safety trainings are given periodically within the scope of occupational health and safety practices at the plant. Employees are notified with occupational safety brochures such as Ramakkala and Olmazsa Olmaz. In the factory, everyone is strictly monitored for the use of personal protective equipment. Finally, personal awareness raising practices are held regularly.*

Keywords: *Cement Factory, Occupational Health and Safety, OHSAS-18001.*

1. GİRİŞ

1.1. Çimentonun Tanımı ve Çimento Üretimi

Çimento; Klinkerin bir veya daha fazla katkı maddesi ile öğütülmesi suretiyle elde edilen, su ile karıştırıldığında hidratasyon reaksiyonları ve prosesler yardımı ile priz alan ve sertleşen bir hamur (pasta) oluşturan ve sertleşme sonrası su altında bile dayanımını ve kararlılığını koruyan, inorganik ve ince öğütülmüş hidrolik bir bağlayıcıdır (Kökipek, 2010). Çimentonun ana bileşeni klinker olup klinker de başlıca kireçtaşı (kalker), kil ve marndan oluşmaktadır. Katkı maddeleri ise; puzzolonik maddeler, yüksek fırın cürufu, uçucu kül, alçı taşı ve demirdir. Bu maddeler klinkere katılarak 5 ana çimento türünde 27 çeşit tipte çimento imalatı yapılmaktadır. Çimento üretimi ana hatları ile 2 başlıkta toplanabilir. Bunlar; klinker (yarı mamul) üretimi ve çimento (mamul) üretimidir (Şekil 1) (ÇSGB, 2006).



Şekil 1. Çimento üretiminin aşamaları (ÇSGB, 2006)

1.2. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tanımı

İşçi sağlığı; bütün mesleklerde çalışanların sosyal, ruhi ve mesleki iyilik hallerini en yüksek seviyeye getirip sürdürmek, çalışma şartlarının sağlığa zararlı olanlarını önlemek, onları çalışırken ortaya çıkan zararlı etmenlerden

korumak, işçiyi fizyolojik ve psikolojik kabiliyetlerine uygun işlere yerleştirmek, kısaca işin insana ve insanın işe uyumunu amaçlayan bir tıp dalıdır. İş Güvenliği; işyerlerinde işin yapılması ve yürütümü ile ilgili olarak meydana gelebilecek tehlikelerden ve sağlığa zarar verebilecek şartlardan korunmak ve daha iyi bir çalışma ortamını sağlamak için yapılan metotlu çalışmalardır (Adıgüzel, 2000). Genel olarak işçi sağlığı ve iş güvenliği işçilerin iş yerlerinde iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı korunmalarının sağlanması şeklinde anlaşılabilir. Diğer bir tanıma göre ise, işçi sağlığı ve iş güvenliği işçilerin işin yapılması sırasında fiziki çevre şartları nedeniyle işçilerin karşılaştıkları sağlık sorunları ve mesleki tehditlerin ortadan kaldırılması ve azaltılmasıdır (Kahya, 2001; Yaman, 2004).

1.3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Amaçları

Dünya Sağlık ve Milletlerarası Çalışma Teşkilatlarına göre işçi sağlığı ve iş güvenliğinin amacı;

- Çalışanlara en yüksek sağlık kapasitesi sağlamak; işçilerin mümkün olan en yüksek düzeyde fiziki ve ruhsal iyilik durumlarını oluşturmak, devam ettirmek ve katkıda bulunmak,
- Çalışma şartlarının olumsuz etkilerinden onları korumak; işçilerin işyerlerinde ya da işin yapıldığı koşullarda, işin niteliğinden kaynaklanabilecek iş kazaları meslek hastalıkları ve her türlü zarardan korunmasını, en aza indirilmesini sağlayacak tedbirleri almak,
- İş ve işçi arasında mümkün olan en iyi uyumu sağlamak; özellikle işin işçiye uygun hale getirilmesi ve uygun oldukları işlerde çalıştırılmaları ile işçilerin fiziksel ve ruhsal uyumuna katkıda bulunmaktır (Esin, 2004).

1.4. OHSAS 18001- İş Sağlığı ve Güvenliği Sistemi

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin işleyişini denetleyen bir standart olan OHSAS 18001, Toplam Kalite Yönetiminin de bir parçasını

oluşturmaktadır. OHSAS 18001, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin doğru ve yanlış işleyen taraflarını ortaya koyabilecek, ifade edilebilir bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi standardı hakkındaki ivedi isteklere cevap veren ve kuruluşların kalite, çevre sistemleri ile beraberce ahenkli bir şekilde uygulanabilir hale getirilmesi için Nisan 1999'da İngiliz Standartları Enstitüsü (BSI) tarafından geliştirilmiştir.

OHSAS evrensel bir standart olmasından dolayı, dünyanın her yerinde herhangi bir sektör veya iş kolu ayrımı yapmaksızın her türlü işletmedeki İSG yönetim sistemini denetleyebilir. İşletmelerde karşılaşılabilecek her türlü iş kazası riskine karşı önceden tahmin edilebilen önleyici bir yaklaşım içerir. Özetle riskin ortaya çıkmasını beklemeden, o riski kaynağında giderici bir düşünce yapısında olmayı gerektirir (Şardan, 2005).

OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri standardının asıl amacı önleyici olmasıdır. Bununla beraber sistem her ne kadar önleyicilik üzerine kurulmuşsa da, gerekli kontrol mekanizmalarını, düzeltici faaliyetleri ve geri besleme mekanizmalarını da içermektedir. Önleyici sistem yaklaşımında hatalar ortaya çıkmadan önlemeye çalışıldığından iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminde gelişme ve iyileşme sağlanmakta ve böylece maruz kalınabilecek risklerde azaltılabilmektedir (Özkılıç, 2005).

1.4.1. *OHSAS 18001- İş Sağlığı ve Güvenliği Sisteminin Yararları*

- Bu yönetim sistemi ile zararla sonuçlanabilecek olası tehlikelerin önceden tespiti ve gerekli önlemlerin alınması sağlanır,
- Çalışanlar işyerinin olumsuz etkilerinden korunur, rahat ve güvenli bir ortamda çalışmaları sağlanır,
- İş kazaları ve meslek hastalıkları sebebiyle oluşabilecek iş gücü ve iş günü kayıplarının en aza indirgenmesi, dolayısıyla iş veriminde artışın sağlanmasıyla üretimin (ürün veya hizmet) korunması sağlanır,

- Çalışanların memnuniyeti, müşteri memnuniyeti ve üretim maliyetlerinde azalma sağlanır,
- İş kazası ve meslek hastalıklarının oldukça yüksek maliyetleri en aza indirilir (Özkılıç, 2005).

1.5. Kişisel Koruyucu Donanımlar

Kişisel Koruyucu Donanımların İş Yerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik uyarınca; "Kişisel koruyucu donanım (KKD), 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" ifade eder. Kişisel Koruyucu Donanım en basit tanımla çalışanları, yaptıkları iş nedeniyle maruz kalabilecekleri sağlık ve güvenlik risklerinden koruma amacıyla kullanılan her tür araçtır (Esin, 2004; Kaya ve Kılıç, 2007).

Kişisel koruyucuları işyerinin özelliğine göre, sürekli kullanılması gerekenler (baret, iş elbisesi, iş ayakkabısı, vb.) ve çalışma anında kullanılması gerekenler (maske, gözlük, eldiven, yağmurluk, emniyet kemeri vb.) şeklinde iki grupta değerlendirmek mümkündür (ÇMİS, 2001).

2. ÇİMENTO FABRİKALARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

2.1.Toz

Hammaddelerin, ara maddelerin ve son ürün olan çimentonun özelliği nedeniyle çimento üretiminde toz oluşmaktadır. Çimento üretiminde toz;

- Hammaddenin ocaklardan başlamak üzere kamyonlarla taşınmasında,
- Hammaddenin istenilen boyuta indirilmesi için kırıcılarda kırılmasında,
- Silolarda stoklanmasında,
- Farin değirmenlerindeki öğütme esnasında,
- Alçı, katkı maddeleri ve klinkerin çimento değirmeninde öğütülmesinde,

- Paketlenmesi veya satışa sunulması esnasında ortama yayılmaktadır.

Çimento üretiminden kaynaklanan ve çevreye yayılan en önemli emisyonlar sırasıyla hammadde tozu, farin tozu, kömür tozu, klinker tozu, alçı tozu, katkı maddesi tozu, çimento tozudur. Ülkemiz çimento sektöründe faaliyet gösteren tüm tesislerde yüksek toz tutma verimine sahip elektrostatik filtreler, torbalı filtreler veya hibrit filtreler (elektrostatik+torbalı filtre karışımı) bulunmaktadır (ÇSGB, 2006).

2.2. Gürültü

Çimento fabrikalarında, fanlar, jeneratörler, motorlar, öğütücü değirmenler gibi ekipmanlar bulunmaktadır. Buna ilave olarak çimento fabrikaları, hammadde kaynaklarına sahip ocaklara yakın kurulduğu zaman ağır taşıma araçları ile patlatma ve sondaj işlemleri ek gürültü oluşturmaktadır. Sonuç olarak çimento fabrikaları, yukarıda açıklanan nedenlerle gürültü ve vibrasyon riskleri ile karşılaşılan işyerleridir. Gürültünün ana kaynağı ve büyük kısmını oluşturan öğütme işlevini gerçekleştiren değirmenlerdir (ÇSGB, 2006; Akboğa ve Baradan, 2011).

2.3. Meslek Hastalığı ve İş Kazası

2.3.1. Meslek Hastalığı

Solunum yolu hastalıkları, imalat sürecinde her türlü tozun solunması ve tesis bölümleri arasındaki sıcaklık farklılıklarından dolayı çimento endüstrisinde en sık rastlanılan rahatsızlıklardır. Bu kapsamda, kronik bronşit en sık bildirilen hastalıktır.

Çimento tozu, başta sektör çalışanları olmak üzere çimento kullanıcıları tarafından yutulabilmektedir. Böyle bir durumda içeriğindeki toksik madde ve ağır metallerin çok sayıda hastalık ve zehirlenmeye neden olmasını beklemek yanlış olmaz. Yüksek düzeyde ve kısa sürede Cr (+6) yutulması sindirim ve sinir sistemini etkiler. Yüksek düzeyde yutulan Cr (+6); anemi, mide ve barsak

hasarı, karın ağrısı, kusma ve kanamaya yol açar. Uzun süreli maruziyette karaciğer olumsuz etkilenir. İnsan ve hayvanlarda su ile alınan Cr (+6)'nın mide tümörüne neden olduğu bildirilmiştir (EPA, 2000; ATSDR, 2008; EPA, 2014; ATSDR, 2014). Ağızdan alınan çimento tozu diş yüzeyindeki kayıplardan, diş eti hastalıklarına, doku hasarına, ağız boşluğu sorunlarına, karaciğer ve mide-barsak hastalıklarına kadar sindirim sisteminde çok sayıda hastalığa neden olabilmektedir. Çimento sanayi çalışanlarında uzamış çimento tozu maruziyetinin mide, barsak kanseri gelişimine neden olabileceği ve rektal kanser için de riskin artmış olduğu bildirilmiştir (KOH vd., 2011; Bachofen ve Prodan, 2011; KOH vd., 2013; Mehraj vd., 2013; Bhaskar ve Mahadevappa, 2014; Türkkan, 2015).

2.3.2. İş Kazası

2.3.2.1. Yüksekte Çalışmalar

Yüksekten düşmelere bağlı en çok görülen iş kazaları aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

Gezer Vinç Platformları: Gezer vincin çarpması sonucu veya gezer vinç büyük araba platformundan aşağı düşme,

Revizyon, Bakım ve Boya İşlerinde Yüksekte Çalışma: Silo temizliği, çatı temizliği, bakım ve revizyon sırasında yüksekten düşme,

Platformlar: Fırın ve siklon için kurulan iskelenin kırılması sonucu düşme.

Yüksekte çalışma veya belirli bölgelerde çalışmaya ilişkin önlemler, çalışanların tehlikeler konusunda bilgilendirilmesi, doğru çalışma metotlarının takip edilmesi ve uygun önlemlerin alınmasını kapsamaktadır. Yüksekte çalışmaların ve kapalı/belirli alanlarda çalışmaların özel izne tabi olması bu bölümlere ilişkin kaza oranlarının düşmesinde önemli rol oynamaktır. İşyerlerinin yüksek yerlerinde, özellikle siklon katlarında korkulukların olması yapılan çalışmalarda düşme riskine karşı en önemli tedbirdir. Korkulukların kırılarak koruyucu özelliğini kaybetmesi, korkuluklarda tehlikeli boşlukların

olması, korkulukların amacına uygun olmaması durumlarında korkulukların tekrar gözden geçirilmeleri gereklidir.

2.3.2.2. Sıcak Yüzeyler

Yanıkla sonuçlanan kazalar; sıcak farin ve klinker veya çimento tozu temasıyla oluşmaktadır.

Farin Değirmeni ve Ön Isıtıcı Kuleler: Farin değirmenlerinde farin tozu yaklaşık 120ºC civarında iken ön ısıtıcı kulelerde 900ºC sıcaklıklara kadar çıkmaktadır. Siklon açılması sırasında şişleme kapağından dışarı malzeme püskürmesi siklon şişleme işini yapan elemanın yanmasına ve şişleme kapağından püsküren malzemenin aşağı katlara yayılması durumunda da bu katlarda bulunan çalışanların yanmasına sebep olmaktadır.

Sıcak Klinker: Sıcak klinker ile temas, klinker numunesi almak için soğutucu çıkışı kovalı bantlarda numune alan çalışanın dengesinin yitirip sıcak klinker taşıyan kovalı banda düşerek yanmasına ve klinker soğutucusundaki klinker kırıcı içerisinde topaç kırma sırasında sıcak malzemenin çalışanın üzerine düşerek yanmasına sebep olmaktadır.

Sıcak Çimento: Sıcak çimento ile temas, çimentonun transfer bantlarından dökülmesiyle veya buralarda bir çalışma yapıldığında olmaktadır.

Siklon Tıkanmaları: Çimento fabrikalarında siklon tıkanmalarının sıklığı ve şiddeti; fırın işletme koşulları, farin bileşimi, yakıt türü (kömür, petrokok, değişik kaynaklı ve bileşimli atık yakıtlar vb.) ve belli başlı yanma özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Yanıkla sonuçlanan kazaların yanı sıra üretim kaybına, işletmenin durmasına ve enerji sarfiyatının artmasına neden olmaktadır. Siklon tıkanmalarına bağlı olarak rastlanılan kaza türlerinden biri de yaklaşık 400 bar basınçla çalışan su jeti ile siklon temizliği yaparken tabancanın kontrolden çıkıp çalışanların ölümüne sebep olmasıdır.

2.3.2.3. Dönen Aksamlar

Çimento sektöründe en sık görülen kazalardan bir başkası da dönen aksamlara uzuv kaptırmadır. Genelde bu tür kazalar bantlı konveyörlerde, rulo, tambur, şut vb. dönen aksamın bulunduğu tehlike bölgesinde koruyucu olmaması durumunda gerçekleşmektedir. Bu tür dönen ve hareketli parçaları bulunan iş ekipmanları üzerinde enerji kesilmeden ve gerekli güvenlik tedbirleri alınmadan bakım, onarım, temizlik vb. çalışmaların yapılması durumunda bu tür kazalar olmaktadır (ÇSGB, 2006).

3. KONYA ÇİMENTO FABRİKASI İSG UYGULAMALARI

3.1. Davranış Odaklı ODİT Eğitimleri

Kazalar ve sağlık sorunları, firmadaki emniyetsiz koşulların yanı sıra çalışanların emniyetsiz davranışlarından da kaynaklanabilmektedir. Davranış Odaklı ODİT Eğitimi, yöneticilere ve amirlere yönelik bir eğitim olarak başlamıştır. Çalışanların emniyetsiz davranışlarıyla karşılaşıldığında onlara sorular sorarak, çoğunlukla da dinleme yoluyla koçluk ederek ve birçok farklı yöntemle bu tip davranışlardan vazgeçirilmeleri, bunların raporlanması ve takip edilmeleri konusunda başarı sağlaması amaçlanmıştır. Konya Çimento Fabrikasındaki tüm kapsam dışı personele 10 farklı seans halinde verilen eğitimin hedefi emniyetsiz davranışları olabildiğince azaltabilmek için Davranış Odaklı İş Güvenliği yaklaşımını tüm şirket içerisinde yaygınlaştırmak olmuştur. Sistemin yakaladığı başarının akabinde eğitimler kapsam içi personele de yaygınlaştırılarak, çalışanları iş esnasında birbirlerine iş güvenliği konusunda destek olmaları sağlanmıştır.

3.2. Ramakkala, Tehlikeli Durum ve Davranış Bildirimleri

Ramakkala, Tehlikeli Durum ve Davranış Bildirim Formları sayesinde çalışanlar tespit ettikleri tüm tehlikeli durum ve davranışları, ayrıca yaşanan tüm ramakkala olayların bildirimlerini dağıtılan bu formlara not etmeleri ve geri

bildirimde bulunmaları sağlanmaktadır (Şekil 2). Bu bildirimler kurulan ekiplerce değerlendirilerek hızla Düzeltici/Önleyici Faaliyetlere ve İş Emirlerine aktarılarak olası kazaların önlenmesine yönelik hızla tedbirlerin alınması sağlanmıştır.

3.3. İş Sağlığı, Sağlığın Korunması ve Koruyucu Sağlık Hizmetleri

İşe giriş sağlık testleri, raporları ve muayeneleri yapılmakta ve kontrol edilmektedir. Çalışan sağlının korunması için eğitim faaliyetleri ve periyodik aşılama programları uygulanmaktadır. Periyodik sağlık taramaları yapılmaktadır. Kas-iskelet sistemi ve solunum yolları gibi sık rastlanan sağlık problemleri ile ilgili eğitim faaliyetleri düzenlenmektedir. Kronik rahatsızlığı bulunan çalışanlar ile ekip bazında tüm çalışanlar, işyeri hekimi tarafından izlenmekte ve sağlık arşivleri düzenli olarak takip edilmektedir.


TEHLİKE / RAMAK KALA BİLDİRİM FORMU

DÖF SIRA NO

DÖF KAYNAĞI		İLGİLİ YÖNETİM SİSTEMİ	
İç tetkik			
Dış tetkik			
Müşteri şikayeti			
Saha denetimi			
Uygulama			
FAALİYET SINIFI			
Revizyon		Düzeltici	
İyileştirme		Önleyici	

Faaliyet kabul edilebilir mi? Evet ( ) Hayır ( )

Takip tetkik gerekir mi? Evet ( ) Hayır ( )

TAKİP TETKİK

Tamamlandığı Tarih :

Takip Tetkik Tarihi :

TEHLİKE / RAMAK KALA BİLDİRİM FORMU NO:

TARİH	ADI SOYADI	İMZA
SAHA / ÜNİTE	EKİPMAN	FAALİYET

UYGUNSUZLUĞUN AÇIKLAMASI

YAPILMASI GEREKEN

Birim Sorumlusu (İmza)

Sistem Sorumlusu (İmza)

İSG.FR.09 Rev.No/Tarih:01/25.12.2006

Şekil 2. Tehlike ve ramakkala bildirim formu

3.4. Alan Sorumluluğu Uygulamaları

Fabrikadaki tüm alanlar bölünerek, alan sorumlusu atanmıştır. Alan sorumluluğu ilkesi Ekip Lideri seviyesinde uygulanmaktadır. Fabrikada alan sorumlusu yöneticiler, çalışma yaptırdıkları alanlardaki İş Sağlığı ve Güvenliği uygulamalarından sorumludurlar. Fabrika alanlara bölünmüştür ve girişlerine

alan bilgi tabelaları asılmıştır (Şekil 3). Tabelalarda alanın ismi, asıl ve yedek alan sorumlularının ad ve soyadları, telefon numaraları ve ilgili alanda en son iş kazası yaşanan tarih yazılmıştır.



Şekil 3. İSG alan sorumluluğu tabelası

3.5. Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı

Fabrikada çalışan tüm personelin kişisel koruyucu donanım kullanımı düzenli bir şekilde kişi bazlı takip edilmektedir. Yüklenici çalışmalarında da kişisel koruyucu donanım kullanımları sıkı bir şekilde takip edilmektedir. Ayrıca, saha içerisinde kişisel koruyucu donanımlar ile ilgili görseller kullanılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Kişisel koruyucu donanım kullanımı uyarı tabelası

3.6. Olmazsa Olmaz İş Güvenliği Kuralları

Şirketin faaliyetleri, geçmiş yıllarda yaşanan olaylar, risk analizleri ve değerlendirmeler sonucu belirlenen, İş Güvenliği Kültürünü ve yönetim anlayışını vurgulayan Olmazsa Olmaz Kuralları basılmış ve tüm çalışanlara dağıtılmıştır (Şekil 5). Bu broşürler yardımıyla tüm çalışanlar bilgilendirilmekte ve İSG farkındalıkları arttırılmaya çalışılmaktadır. Her çalışan, sahada işe başlamadan önce; İş Başı Risk Analizi yaparak olası riskleri belirlemek, belirlenen riskler için önlem almak ya da alınmasını sağlamakla yükümlüdür.



Şekil 5. Olmazsa Olmaz İSG broşürü

3.7. Kişisel Farkındalığı Arttırıcı Uygulamalar

Çimento fabrikası çalışanların iş kazalarına karşı kişisel farkındalığını arttırmak amacıyla işletmedeki her binanın girişine ve personelin soyunma odalarına ayna asarak iş güvenliğinde sorumluluğun öncelikle kişinin kendisinden başladığının hatırlatılması sağlanmıştır (Şekil 6). Ayrıca sabahları yapılan telsiz ve radyo anonsları ile personele iş güvenliği sorumluluğu hakkında gerekli hatırlatmalar yapılmaktadır.



Şekil 6. Örnek uygulama

3.8. Cihazların Çalışma Kurallarını Tanıtıcı Broşürler

Fabrikada kurulu bulunan ve kullanılmakta olan bütün cihazların kullanımı ile ilgili bilgilendirme seminerleri ve eğitici kurslar yıl içerisinde belirli periyodlarla kullanıcı personele verilmektedir. Bu eğitimler sayesinde hem cihazların daha verimli ve amacına uygun kullanımı sağlanmakta hem de iş güvenliği açısından oluşabilecek riskler minimize edilmektedir. Bu eğitimlerin haricinde tüm cihazların kullanım kurallarını tanıtıcı broşürler hazırlanmış ve ilgili çalışanlara dağıtılmıştır (Şekil 7). Ayrıca bu tanıtım broşürleri her cihazın yanına asılarak farkındalık yaratılması amaçlanmıştır.



Şekil 7. Örnek tanıtıcı broşür

4. SONUÇLAR

İşçi sağlığı ve İş güvenliği konusuna özellikle son yıllarda artan ilgi ve dikkat sonucunda, birçok sektörde olduğu gibi çimento sektöründe de iş kazası ve meslek hastalıkları istatistiklerinde olumlu değişimler gözlemlenmeye başlamıştır. Gerek devlet tarafından hazırlanan yönetmelik ve tebliğlerin uygulanması ve bu uygulamalar konusunda yapılan denetimler, gerekse ciddi ve kurumsal şirketlerin kendi içyapılarında yaptıkları düzenlemeler, prosedürler ve denetimler (Konya Çimento Fabrikası örneğinde olduğu gibi) ülkemizde işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda önemli mesafelerin alınmasını sağlamıştır.

Özellikle son yıllarda İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği hususuna verilen önem ve OHSAS 18001 standardına titizlikle uyularak yapılan uygulamalar sonucunda iş kazası ve meslek hastalıklarında azalma sağlanmıştır. OHSAS 18001 sistemine geçildikten sonra küçük kazaların dahi bildirilerek, tedbir alınması yönünde çalışmalar yapılması ile OHSAS 18001 sisteminin bu tür kazaların önlenmesi konusunda çalışanlarda sağladığı bilinçlenme konusunda çok iyi bir gösterge olmuştur.

Ülkemizdeki çimento fabrikalarında ve dünya genelinde çimento sektörüne özgü her iş kazasının tespit ve analizinin yapıldığı iş kazası veri bankasına sahip olmaları ve bu veri bankasından tüm sektör temsilcilerinin yararlanabilmeleri işyerlerinin sağlık ve güvenlik seviyelerinin belirli bir düzeyin üzerinde olmasında etkin rol oynamaktadır. Sektör bütün olarak değerlendirildiğinde genellikle iş sağlığı ve güvenliği kültürüne sahip, sağlık ve güvenlik düzeyi yüksek tesislerden oluşmaktadır. Ayrıca tüm bu iyileştirme çalışmalarına ek olarak;

- Çimento fabrikalarında yangın ve patlama yönünden risk teşkil eden kömür, akaryakıt ve benzeri maddelerin patlama riskleri değerlendirilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Patlayıcı ortamların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve alınacak önlemleri içeren patlamadan korunma dokümanı hazırlanmalıdır.

- Çimento sektöründe faaliyet gösteren tüm fabrikalarda başta farin değirmenleri, çimento değirmenleri, fırın manto soğutucu fanlar olmak üzere gürültü kaynağı olan noktalarda gürültü düzeyini kabul edilebilir düzeye indirmek için gürültüyle mücadele programı uygulanmalıdır. Gürültünün, kaynağında mühendislik çalışmaları ile önlenmesi veya azaltılması, iş ekipmanlarının düzenli olarak bakım ve onarımlarının yapılması, ses yalıtımlarının sağlanması, gürültünün yayılmasının önlenmesi ve bu önlemlerle gürültü düzeyinin yeterince düşürülememesi durumunda çalışanlar üzerindeki etkisini azaltmak için kişisel koruyucu donanımların kullanılması gibi önlemler gürültüyle mücadele programı kapsamında yerine getirilmesi gereken uygulamalardır.
- Çimento fabrikaları kurulması, kapasite artırılması aşamalarında ÇED raporlarına ek olarak Sağlık Etki Değerlendirilmesinin (SED) yapılması da gereklidir.

TEŞEKKÜR

Yazar, Konya Çimento A.Ş. yöneticilerine, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği birim çalışanlarına ilgi ve yardımlarından dolayı teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Adıgüzel, S., 2000. *İş Sağlığı ve İş Güvenliği Sorunları*, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

Akboğa, Ö., ve Baradan, S., 2011. *Hazır Beton Sektöründe İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği,* 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Çanakkale, 275-283.

ATSDR, 2008. *Chromium,* http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts7.pdf, Erişim tarihi: 30 Ocak 2015.

ATSDR, 2014. *Tox Guide for Chromium,* http://www.atsdr.cdc.gov/toxguides-7.pdf, Erişim tarihi: 02 Şubat 2015.

Bachofen, G., and Prodan, L., 2011. *Cement and Concrete,* Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labour Organization, Geneva.

Bhaskar, K.S., ve Mahadevappa, S., 2014. *Impacts of Cement Dust On Environment and Human Health: A Sociological Inquiries,* Golden Research Thoughts, 4(3), 1-5.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB), 2006., *Çimento Fabrikalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Denetim Projesi Genel Değerlendirme Raporu,* İş Teftiş Kurulu Yayınları, Yayın No: 12, 86 Sayfa.

Çimento Müstahsilleri ve İşverenleri Sendikası (ÇMİS), 2001. *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından İşçi-İşverenin Görev ve Sorumlulukları*, ÇMİS Yayınları, Ankara.

EPA, 2014. Health, http://www.epa.gov/airquality/particlepollution/health.html, Erişim tarihi: 03 Mart 2015.

EPA, 2000. *Chromium Compounds Hazard Summary,* http://www.epa.gov/airtoxics/hlthef/chromium.html, Erişim tarihi: 30 Ocak 2015.

Esin, A., 2004. *Yeni Mevzuatın Işığında İş Sağlığı ve Güvenliği,* TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.

Kahya, N., 2001. *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği,* Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

Kaya, A., ve Kılıç, Ö., 2007. *Kişisel Koruyucu Donanımlar,* Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Adana, 127-136.

Koh, D.H., Kim, T.W., Jang, S.H., ve Ryu, H.W., 2011. *Cancer Mortality and Incidence in Cement Industry Workers in Korea,* Safety Health Work, 2(3), 243-249.

Koh, D.H., Kim, T.W., Jang, S.H., ve Ryu, H.W., 2013. *Dust Exposure and The Risk of Cancer in Cement Industry Workers in Korea,* American Journal of Industrial Medicine, 56(3), 276-281.

Kökipek, B., 2010. *Suni Alçının Çimento Üretiminde Kullanılabilirliği,* Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 132 sayfa.

Mehraj, S.S., Bhat, G.A., ve Balkhi, H.M., 2013. *Cement Factories and Human Health,* International Journal of Current Research and Review, 5(18), 47-53.

Özkılıç, Ö., 2005. *İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri,* Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu Yayınları, Ankara.

Şardan, S., 2005. *İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yeni Oluşumlar; Risk Değerlendirmesi ve OHSAS 18001,* Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Türkkan, A., 2015. *Çimento Fabrikalarının Sağlık Etkileri,* Türk Tabipler Birliği, Bursa Tabip Odası, ISBN: 978-605-5867-90-4, 35 sayfa.

Yakar, M., 2007. *Çimento Sektöründe Çalışanların İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Açısından Yaşadıkları Risk Faktörleri (Yibitaş – Lafarge Sivas Çimento Fabrikası Örneği),* Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 121 sayfa.

Yaman, M., 2005. *İş Sağlığı ve Güvenliği mi? O da ne?,* İş Güvenliği ve İş Adamları Derneği (İSGİAD) Yayınları, Lüleburgaz.

ÇOK TEHLİKELİ İŞLER İÇİN UYGUN ÇALIŞMA ORTAMI GÖZETİM METODOLOJİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ

DEVELOPMENT OF APPROPRIATE SURVEILLANCE METHODOLOGY FOR THE WORKING ENVIRONMENT OF HAZARDOUS SECTORS

O. Beygo
Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

S. Şen
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZ: İş Güvenliği ve ortam gözetimi kavramları, Hammurabi kanunundan bu yana dünyanın gündeminde ve günümüz iş koşullarına uygun olarak gelişmekte ve değişmektedir. Risk analizlerinin olmazsa olmazı olan çalışma ortamı gözetimi sayesinde belirlenen tehlikeler ve riskler, iş kazalarının önüne geçilmesini kolaylaştırmaktadır. Var olan tehlikeleri ve riskleri gözlemlemek ve oluşmadan önce önüne geçebilmek, bir kaza meydana geldikten sonra harekete geçmekten daha önemlidir. Proaktif yaklaşımı benimseyen bir bakış açısıyla, çok tehlikeli işlerde meydana gelebilecek tehlikeleri, ramak kala olayları ve kazaları önceden tespit etmek, reaktif yaklaşıma göre daha az maliyetli ve hayat kurtarıcıdır. Yapılan çalışmada, çok tehlikeli sınıftaki işletmeler için tehlikeler, riskler ve kazalar gerçekleşmeden önce saptamak üzere kontrol listeleri hazırlanmıştır. Tehlikeler ve riskler gözlemlenerek, azaltılması için uygun çalışma ortamı gözetim metodolojisi geliştirilmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ortam Gözetimi, Tehlike, Risk.

ABSTRACT: *The terms of occupational safety and surveillance of workplace is in the world agenda since Hammurabi laws and evolving in accordance with today's work conditions. Hazards and risks identified through the workplace surveillance, which is a must for risk analysis, eases preventing work accidents. Predicting the hazards, near miss events and accidents with a perspective of proactive approach in the most hazardous jobs is less costly and life-saving rather than that occurs with a reactive approach. In this study, checklists were prepared for most hazardous sectors to predict hazards, risks and accidents before them occurred. It is planning that development of appropriate*

surveillance methodology for the occupational environment of the most hazardous sectors by observing hazards and risks.

Keywords: *Surveillance of Workplace, Hazard, Risk.*

1. GİRİŞ

Türkiye'de ve dünyada iş sağlığı ve güvenliği kavramı son zamanlarda daha da hız kazanarak gelişmekte ve önem kazanmaktadır. Son yıllarda yaşanan iş kazalarında, tehlikelerin önceden belirlenmemesi veya yetersiz iş güvenliği uygulamaları yüzünden her yıl binlerce işçi hayatını kaybetmektedir. Ölümlü iş kazalarının önüne geçebilmenin en önemli uygulamalarından biri ise çalışma ortamı gözetimi yapılarak tehlikelerin saptanması ve bu tehlikelere uygun önlem alınmasıdır.

1.1. Genel Tanımlar

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) sağlık ve iş kavramları için yaptığı tanımlara bakılırsa, bazı benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. ILO'nun 155 No'lu İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin Sözleşme Madde 3'te "Sağlık" terimini "işle bağlantısı açısından, sadece hastalık veya sakatlığın bulunmaması halini değil, aynı zamanda, çalışma sırasındaki hijyen ve güvenlik ile doğrudan ilişkili olarak sağlığı etkileyen fiziksel ve zihinsel unsurları da kapsar." şeklinde tanımlar. Dünya Sağlık Örgütü ise **"Sağlık"** kavramını "Sağlık; sadece hastalık ve sakatlığın olmayışı değil, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik halidir." şeklinde açıklamıştır.

ILO'ya göre **"İşyeri"** terimi "işçilerin, işleri nedeniyle gitmeleri veya bulunmaları gereken ve işverenin doğrudan veya dolaylı kontrolü altında bulunan bütün yerler" olarak tanımlanmıştır. ILO ve WHO'nun 1950 yılında gerçekleştirdiği İş Sağlığı Uzmanlar Ortak Komitesi'nde yaptıkları iş sağlığı tanımına göre; her türlü işte çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik durumlarının korunması ve geliştirilmesi, çalışma şartlarından ötürü

çalışanların sağlıklarının yitirilmesinin önlenmesi, çalışma sırasında sağlıklarını olumsuz yönde etkileyecek faktörlerden korunmaları, onların fizyolojik ve psikolojik yapılarına uygun bir işe yerleştirilmesi ve bunun sürdürülmesini, özetle işin çalışana, çalışanın da işe uygunluğunun sağlanmasını amaçlar. Ama bu durum işverenler tarafından neredeyse hiçbir zaman uygulanamamaktadır.

1.2. Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliği Tarihi

Yerleşik hayata geçildikten sonra, insanlar temel ihtiyaçlarını karşılayabilmek için çalışmaya, üretmeye başlamıştır. Yerleşik hayatta insanlar kendilerine özgü evler, mimariler inşa etmeye başladılar. Bunlar doğrultusunda da bazı sağlık problemleri ve iş kazaları da meydana gelmeye başladı. İş kazaları ve meslek hastalıkları ile ilgili ilk çalışmaları Antik Mısır zamanında mühendis, mimar, hekim ve ayrıca rahip olan ***İmhotep*** ortaya atmıştır. ***İmhotep,*** Mısır piramitlerinin yapımı sırasında meydana gelen kazalara, ölümlere ve yaşanan bel sorunlarına dikkat çekmiştir. (Öçal, 2016)

M.Ö. 2000 yıllarında Hammurabi kanunlarında iş kazalarına sebebiyet verenler hakkında düzenlemeler yer almıştır. Hammurabi kanunlarındaki iş kazası ile ilgili olan maddeler aşağıdaki gibidir;

- Bir inşaatçı, herhangi bir kişi için bir bina inşa eder ve bu binayı uygun bir şekilde yapmazsa ve onun inşa ettiği bina yıkılıp sahibini öldürürse, inşaatı yapan öldürülür,
- Eğer bina ev sahibinin oğlunu öldürürse, inşaatı yapanın da oğlu öldürülür,
- Bir kişi, başkası için bina yapıyorsa, bina henüz tamamlanmamış olsa bile, duvarı devrilmişse; inşaatı yapan kişi, kendi imkanlarıyla duvarı daha sağlam bir şekilde yapmalıdır,
- Binanın bir kısmı harap olursa, harap olan kısmın tümünü tazmin eder ve inşa ettiği binayı düzgün bir şekilde inşa edinceye dek kendi imkanlarıyla evi yeniden inşa eder.

Ünlü tarihçi ve fizikçi *Heredot* ise iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilk yazılı kaynakları yazmıştır. Çalışanların daha verimli çalışabilmesi güçlü besinlerle beslenmesi gerekildiği üzerine çalışmalar yapan *Heredot*'tan sonra, Hipokrat ise kurşun zehirlenmelerine dikkat çekmiştir. Meslek hastalıklarıyla ise *Nicander, Plini, Dioscorides Pedanius, Juvernal, Pergamonlu Dr. Galen* gibi düşünürler ve tıp uzmanları ilgilenmiş ve önemli çalışmalar yapmıştır. (Öçal, 2016)

Paracelsus, maden işçilerinde gördüğü kurşun ve civa zehirlenmelerini de bahsettiği kitabıyla ilk iş hekimliği kitabını yazmıştır. *Dr. Bernardino Ramazzini* ise ilk meslek hastalıkları kitabını 1713 yılında yayınladı. *Ramazzini,* çalışma ortamı üzerine önemli araştırmalar yaparak, kötü çalışma ortamlarının düzenlenerek ve iyileştirilerek daha verimli çalışmalar yapılabileceğini belirtmiştir. (Öçal, 2016)

Sanayi Devrimi'nden sonra İngiltere'de 1788 yılında Baca Temizleyicileri Kanunu çıkarılmış, 1802'de ilk Fabrikalar Kanunu çıkarıldı. 1802 yılında çıkartılan bu yasada çocuk işçiler günde 12 saat çalıştırılmaktaydı. 1833 yılında yürürlüğe Fabrikalar Kanunu ile çocuk işçilerin günde 12 saatten fazla çalıştırılmaları yasaklanmış, iş müfettişleri oluşturularak fabrikaların ve madenlerin denetlenmesi sağlanmıştır. 1842 yılında bu kanunda yapılan düzenleme ile 10 yaşından küçük çocukların madenlerde çalıştırılmalarına izin verilmemiştir. (Öçal, 2016)

İngilizlerin yaptığı bu yasalar ve düzenlemeler diğer ülkelere de örnek gösterilmiş, İsviçre 1840 yılında, Fransa 1842'de, Almanya ise 1849 yılında bu düzenlemeler yasalaştırılmıştır. 1919 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) kurulmuş ve 1946 yılında Birleşmiş Milletler tarafından onaylanarak günümüzdeki konumuna ulaşmıştır. 1981 yılında ILO tarafından, İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin 155 Sayılı ILO Sözleşmesi ve 1985 yılında yayınlanan İş Sağlığı Hizmetlerine İlişkin 161 Sayılı ILO Sözleşmesi, Birleşmiş Milletlere üye ülkeler tarafından kabul edilerek çalışma ortamına ve iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin ulusal politikalar oluşturulması sağlanmıştır. Şu an

kullanılan ve uygulanan kanunların temelini bu sözleşmeler hazırlamıştır. (Çakmak, 2014)

1.3. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği

Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilk yazılı düzenleme Osmanlı Devleti zamanında 1865 yılında Dilaver Paşa Nizamnamesi ile yapılmıştır. Bu düzenlemenin içeriğinde kömür madenlerindeki güvenlik ve sağlık konuları yer almaktadır. Bu kanun o zamanın padişahı tarafından onaylanmayınca, 1869 yılında yine aynı konuları içeren başka bir kanun daha yayınlanmış ve bu sefer uygulamaya konmuştur.

1920 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi kurulduktan birkaç yıl sonrasında çalışma ortamını, çalışma koşullarını ve kömür madenlerinde çalışan işçilerin haklarını düzenleyen iki yeni kanun daha çıkarılmıştır. (ILO, 2016)

Bu dönemden sonra iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kanunlar ve düzenlemeler geliştirilmiş, Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü ile sözleşmeler imzalanmış ve yürürlüğe girmesi sağlanmıştır. 2002 yılında yürürlüğe giren 4857 sayılı İş Kanunu'yla beraber iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili birçok yasal düzenleme yayınlandıktan sonra 2012 yılında İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe girerek iş sağlığı ve güvenliği üzerine hassasiyet ve önem giderek arttırılmaktadır.

1.4. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

30.06.2012 tarihli ve 28339 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre iş kazası, işyeri gibi tanımlar WHO ve ILO tanımlarına benzerlik göstermektedir. Bu kanuna göre **"işyeri"** kavramı "Mal veya hizmet üretmek amacıyla maddi olan ve olmayan unsurlar ile çalışanın birlikte örgütlendiği, işverenin işyerinde ürettiği mal veya hizmet ile nitelik yönünden bağlılığı bulunan ve aynı yönetim altında örgütlenen işyerine bağlı yerler ile dinlenme, çocuk emzirme, yemek, uyku, yıkanma, muayene ve

bakım, beden ve mesleki eğitim yerleri ve avlu gibi diğer eklentiler ve araçları da içeren organizasyon" olarak tanımlanmaktadır.

"İş kazası" ise "İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay" olarak bahsedilmektedir. (6331 SK)

Kanunda işverenin, çalışanların ayrı ayrı görev ve sorumlulukları belirtilmiş, işverenin çalışanını korumaya yönelik çalışmalar yapması zorunlu tutulmuştur. Bu zorunluluklara uymayan işverenlere Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından ağır yaptırımlar ve idari para cezaları uygulanmaktadır. Buna rağmen; işverenler bu kurallara uymadıkları için iş kazalarına sebebiyet vermektedirler.

Bu kanun kapsamında işverenler, aşağıda belirtilen yükümlülüklerle çalışanlarına karşı birtakım sorumlulukları bulunmaktadır;

- Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapmakla,
- İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlamakla,
- Risk değerlendirmesi yapmakla veya yaptırmakla,
- Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğuna dikkat etmekle,
- Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri almakla **sorumludur**. (6331 SK)

İşverenler bu yükümlülüklerini yerine getirirken öncelikle risklerden kaçınmak durumundadır. Eğer riskleri sıfıra indiremiyorsa, bu riskleri minimize etmek zorundadır. İşverenler, kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz ederek, bunlarla ilgili raporlar düzenlemekle ve bu riskleri çalışanlarına

anlatmakla sorumludurlar. İşverenler, işin çalışanlarına uygun hale getirilmesi için işyerlerinin tasarımlarından, iş ekipmanlarının çalışana uygun seçilmesinden, çalışma koşullarının günümüz koşullarına uygun hale getirilmesinden, çalışma ve üretim temposunun çalışanın sağlığını ve güvenliğine olumsuz etkisi varsa bunu düzenlemekten ve değiştirmekten sorumludur. Tehlikeli olanı tehlikesiz olanla değiştirmek ya da en az tehlikeli olanla değiştirmek, çalışanlara bu ekipmanlara uygun talimat vermekle sorumludurlar. (6331 SK)

2012 yılında yayınlanan bu kanun, zaman içerisinde birçok kez değişikliğe uğramış, günümüz koşullarına uyulması sağlanmıştır. 2012 yılından bu yana yaşanan bu değişimler sayesinde kanun, koruyucu ve proaktif bir yaklaşım benimsemeye başlamıştır. Bu kanuna bağlı olarak birçok yönetmelik çıkarılmıştır. Bu yönetmeliklerde iş güvenliği uzmanlarının görev, yetki ve sorumlulukları, işyeri hekimleri, tehlikeli sınıfları gibi kavramları irdelemektedir. (6331 SK)

1.4.1. İş güvenliği uzmanlarının görev, yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında yönetmelik

29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan bu yönetmelik kapsamında İş Güvenliği Uzmanlarının görev, yetki, sorumluluk ve eğitimleri hakkında ayrıntılı bilgiler verilmektedir. Bu yönetmelikteki bilgilere göre; C sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olabilmek için üniversitelerin mühendislik ve mimarlık fakülteleri mezunları ile teknik eleman olarak sınıflandırılan fizik, kimya, biyoloji bölümü mezunları ve üniversitelerin İş Sağlığı ve Güvenliği programlarını tamamlayan adaylar, iş güvenliği uzmanlığı eğitimlerine katılarak ve Bakanlığın yaptığı sınavdan başarılı olarak uzmanlık belgelerini almaktadırlar. Bu statüdeki adaylar dışında iş müfettişleri yardımcılığı süresi dahil en az 10 yıl görev yapan müfettişlerden iş güvenliği eğitimine katılanlara da C sınıfı İş Güvenliği Uzmanı belgesi verilir.

B sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olabilmek için ise C sınıfı İSG Uzmanı olup en az 3 yıl fiilen sözleşmeli olarak çalışan adaylar, İş Sağlığı ve Güvenliği programlarında yüksek lisans yapmış mühendislik veya mimarlık fakültesi adayları ve teknik elemanlar ile müfettiş yardımcılığı süresi dahil en az on yıl görev yapan müfettişlerden B sınıfı İSG uzmanlığı eğitimine katılarak yapılacak sınavdan başarılı olanlar B sınıfı İş Güvenliği Uzmanı belgesine sahip olurlar.

A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olabilmek için B sınıfı İSG Uzmanı olarak fiilen en az 4 yıl görev yapmış uzmanlardan İSG eğitimine katılıp sınavında başarılı olanlara, mühendislik veya mimarlık eğitimi veren fakülte mezunları ile teknik elemanlardan iş sağlığı ve güvenliği programında doktora yapmış olanlara, genel müdürlük veya bağlı birimlerinde en az on yıl görev yapmış mühendislik veya mimarlık eğitimi veren fakülte mezunları ile teknik elemanlara ve genel müdürlük ve bağlı birimlerinde uzman yardımcılığı süresi dâhil en az on yıl fiilen görev yapmış mühendislik veya mimarlık eğitimi veren fakülte mezunları ile teknik elemanı olan iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına bu yönetmelik kapsamında ve ekinde yer alan formatta A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı belgesi verilir.

Bu yönetmeliğe göre iş güvenliği uzmanları aldıkları uzmanlık belgeleri kapsamında belirli işlerde uzmanlık yapabilmektedir. Bu işler 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında çıkan İşyeri Tehlike Sınıfı Tebliği'ne göre belirlenen farklı tehlike sınıflarına giren işlerdir. 6331 sayılı kanuna göre işyeri tehlike sınıfları; 31/5/2006 tarihli ve 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 83'üncü maddesi dikkate alınarak, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürü'nün başkanlığında ilgili taraflarca oluşturulan komisyonun görüşleri doğrultusunda, Bakanlıkça çıkarılacak tebliğ ile tespit edilir. (6331 SK)Bu tebliğe göre; üç farklı tehlike sınıfı bulunmaktadır;

- Az Tehlikeli İşler,
- Tehlikeli İşler,
- Çok Tehlikeli İşler.

İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik'in 7. maddesine göre; C sınıfı İSG Uzmanlığı belgesine sahip olanlar az tehlikeli sınıfta, B sınıfı İSG Uzmanlığı belgesine sahip olanlar az tehlikeli ve tehlikeli sınıflarda, A sınıfı İSG Uzmanlığı belgesine sahip olanlar ise bütün tehlike sınıflarında yer alan işyerlerinde uzmanlık yapabilmektedirler.

2. ÇALIŞMA ORTAMI GÖZETİMİ

Çalışanların sağlık ve güvenlikleri için tehlike ve risk oluşturan çeşitli madde ve etkenlerin saptanarak kayıt altına alınması, en aza indirebilecek çalışmalar yapılmasına **çalışma ortamı gözetimi** denmektedir. İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik kapsamında; İSG uzmanları İSG mevzuatı gereği işyerinde bulunan ekipmanların periyodik bakım, kontrol ve ölçümlerinin yapılmasını planlamalı, kaza, yangın, patlama gibi olayların önlenmesi için yapılan çalışmalara katılmalı, doğal afet, kaza, yangın, patlama gibi olaylar için acil durum planı hazırlamalı, bu konularla ilgili tatbikatlar yapmalı, çalışanların acil durum planına uygun olarak hareket etmelerini kontrol etmeli, eksikleri tespit edip bunların düzeltilmesi için çalışma yapması gerekmektedir. İSG uzmanları çalışma ortamı gözetimi sonuçlarının kaydedildiği yıllık raporu hazırlayarak işyeri hekimlerinin işbirliği ile hazırlayarak işverene sunmaları gerekmektedir.

Çalışma ortamı gözetiminde, fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomi gibi risk etmenleri göz önünde bulundurulmasının yanında, kullanılan ekipmanların sebep olacağı kaza ve tehlikeler saptanır. Kaza veya risk olmadan önce çalışan bilinçlendirilir ve gerekli önlemlerin alınması sağlanır.

3. ÇOK TEHLİKELİ İŞLER

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında oluşturulan İşyerleri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre belirlenen çok tehlikeli işlerde A sınıfı İş

Güvenliği Uzmanı çalıştırılası gerekmektedir. Bu tebliğe göre çok tehlikeli olarak belirlenen sektörlerden bazıları aşağıdaki gibidir;

- Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık,
- Madencilik ve Taş Ocakçılığı,
- İmalat,
- Elektrik, Gaz, Buhar Ve İklimlendirme Üretimi ve Dağıtımı,
- Su Temini; Kanalizasyon, Atık Yönetimi ve İyileştirme Faaliyetleri,
- İnşaat,
- Toptan ve Perakende Ticaret; Motorlu Kara Taşıtlarının ve Motosikletlerin Onarımı,
- Ulaştırma ve Depolama,
- Mesleki, Bilimsel ve Teknik Faaliyetler,
- Diğer teknik test ve analiz faaliyetleri (makine parça ve yapıların kusurlarını belirlemek için radyografik, manyetik ve ultrasonik testleri, sanatsal çalışmaların doğruluğunun kanıtlanması, kaynakların radyolojik muayenesi ve diğerleri),
- İdari ve Destek Hizmet Faaliyetleri,
- Başka yerde sınıflandırılmamış yangın önleme/söndürme hizmetleri,
- Diğer bina ve endüstriyel temizlik faaliyetleri (binaların dışı, pencere, baca, fırın, kalorifer kazanı, havalandırma kanalı, egzoz ünitesi, sanayi makinesi temizliği vb. uzmanlaşmış temizlik faaliyetleri),
- Böceklerin, kemirgenlerin ve diğer zararlıların imhası ve haşere kontrol faaliyetleri (tarımsal zararlılarla mücadele hariç),
- Diğer temizlik faaliyetleri (yüzme havuzları, tren, otobüs, uçak, tanker, plaj ve şişelerin temizlenmesi ile dezenfekte faaliyetleri dahil, oto yıkama hariç),
- Kamu Yönetimi ve Savunma; Zorunlu Sosyal Güvenlik,
- İtfaiye hizmetleri (hava taşıtlarıyla yapılanlar ile orman yangınlarıyla mücadele ve koruma faaliyetleri hariç),
- Hava taşıtları yoluyla yapılan itfaiye hizmetleri (orman yangınlarıyla

mücadele ve koruma faaliyetleri hariç),

- İnsan Sağlığı Ve Sosyal Hizmet Faaliyetleri,
- Kamu kurumları tarafından verilen insan sağlığına yönelik özel ihtisas gerektiren yataklı hastane hizmetleri (kadın doğum, onkoloji, kemik, ruh ve sinir hastalıkları hastaneleri, vb.),
- Kamu kurumları tarafından verilen insan sağlığına yönelik yataklı hastane hizmetleri (devlet üniversite hastaneleri dahil, özel ihtisas hastaneleri ile dişçilik, ambulansla taşıma, tıbbi laboratuvar test faaliyetleri hariç),
- Özel sağlık kurumları tarafından verilen insan sağlığına yönelik özel ihtisas gerektiren yataklı hastane hizmetleri (kadın doğum, onkoloji, kemik, ruh ve sinir hastalıkları hastaneleri, vb.),
- Özel sağlık kurumları tarafından verilen insan sağlığına yönelik yataklı hastane hizmetleri (özel veya vakıf üniversite hastaneleri dahil, dişçilik, ambulansla taşıma, tıbbi laboratuvar testleri faaliyetleri hariç).

4. ÇOK TEHLİKELİ İŞLERDE ORTAM GÖZETİMİ

Çalışma ortam gözetiminin önemli basamaklarından biri de işyeri ortamında işin gerektirdiği riskler değerlendirilerek; gürültü, titreşim, toz ve gaz gibi fiziksel ve kimyasal faktörlerle, kişisel maruziyet açısından gürültü, toz, gaz, titreşim ölçümleri, işyeri aydınlatılması, termal konfor şartlarının (sıcaklık, nem oranı, hava akım hızı vb.) ölçülmesi gereklidir. Bu fiziksel ve kimyasal risk etmenleri, meslek hastalıklarının ve iş kazalarının temelini oluşturmaktadır.

Örneğin, madenlerle ilgili yapılan risk değerlendirmeleri ve yönetmelikler dikkate alındığında, yeraltı maden ocaklarında, yer üstü maden ocaklarına göre daha fazla etmen ve daha fazla risk bulunmaktadır. Yeraltı kazı işlerinde toz oluşumu, havalandırmanın uygun ve yeterli olmayışı, kazı makineleri çalışırken oluşan gürültü ve titreşim, gaz birikimi ve deşarjı (CH_4, CO, CO_2, H_2S), iklim koşulları gibi risk faktörleri bulunmaktadır. (Akkaya, 2001)

İş kazalarının en çok yaşandığı inşaat sektöründe ise yüksekten düşme,

malzeme düşmesi veya sıçraması, malzeme altında kalma, uzuv sıkışması, kazı kenarının göçmesi, yapı kısmının çökmesi, yapı makinelerinin kullanımından kaynaklanan kazalar, makine elemanlarına ve tezgahlara uzuv kaptırma, ezilme, ele vurma, kesilme, şantiye içi trafik kazaları, elektrik çarpması, patlayıcı madde kullanımından kaynaklanan kazalar, kimyasal kullanımından oluşabilecek meslek hastalıkları, fiziksel etkilerden kaynaklanan meslek hastalıkları inşaat sektöründe olan risk faktörleridir (Eleren, 2011).

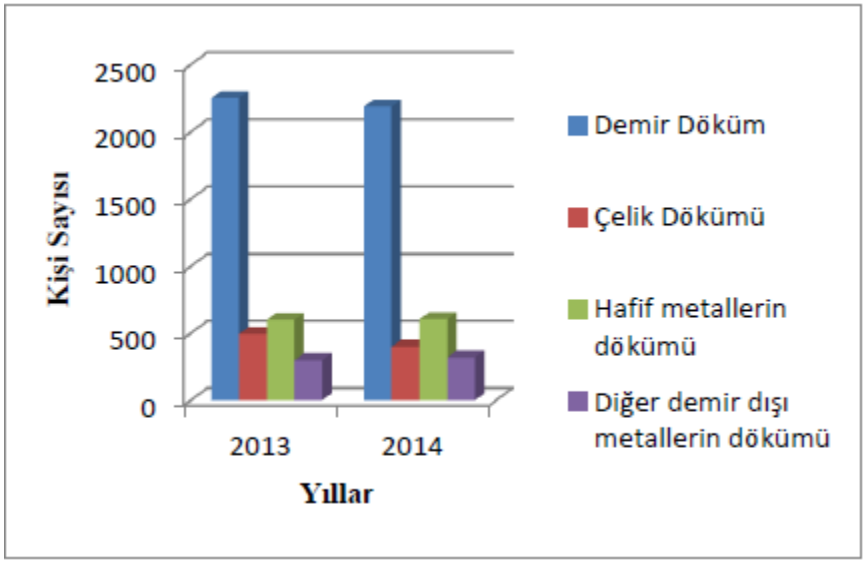
Çizelge 1. Türkiye'de meydana gelen büyük maden kazaları (1983-2014)

07.03.1983	Zonguldak- Armutçuk	KAMU	Kömür	Grizu patlaması	103
10.04.1983	Zonguldak- Kozlu	KAMU	Kömür	Grizu patlaması	10
14.07.1983	Amasya	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	5
31.01.1987	Zonguldak- Kozlu	KAMU	Kömür	Göçük	8
31.01.1990	Bartın- Amasra	KAMU	Kömür	Grizu patlaması	5
07.02.1990	Amasya	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	68
03.03.1992	Zonguldak- Kozlu	KAMU	Kömür	Grizu patlaması	263
26.03.1995	Yozgat - Sorgun	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	37
08.08.2003	Erzurum - Aşkale	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	8
22.11.2003	Karaman - Ermenek	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	10
08.09.2004	Kastamonu - Küre	ÖZEL	Bakır	Yangın	19
21.04.2005	Kütahya - Gediz	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	18
02.06.2006	Balıkesir- Dursunbey	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	17
10.12.2009	Bursa - Mustafakemalpaşa	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	19
23.02.2010	Balıkesir - Dursunbey	ÖZEL	Kömür	Grizu patlaması	13
17.05.2010	Zonguldak- Karadon	KAMU	Kömür	Grizu patlaması	30
6/14 .02.2011	K.Maraş Elbistan	KAMU	Kömür	Heyalan	11
08.01.2013	Zonguldak- Kozlu	KAMU	Kömür	Degaj	8
13.05.2014	Manisa- Soma	KAMU	Kömür	Yangın	301

Çizelge 2. Türkiye genelinde ve inşaat sektöründe meydana gelen iş kazaları (2005-2009)

Yıl	Toplam Sayı		Sürekli İş Göremezlik		Ölüm	
	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü	Türkiye Geneli	İnşaat Sektörü
2005	73923	6480	1374	322	1072	290
2006	79027	7143	1953	425	1592	397
2007	80602	7615	1550	359	1043	359
2008	72963	5574	1452	373	886	297
2009	64316	6891	1668	282	1171	156
Ort.	**74166**	**6441**	**1599**	**352**	**1153**	**300**

Döküm sektöründe ise gürültü, el-kol titreşim, tozlar, kimyasallar ve kaynak işleri iş kazaları ve meslek hastalıkları için risk oluşturmaktadır. Döküm sektöründe kullanılan toz ve kimyasallardan dolayı pnömokonyoz ve silikosiz hastalıkları en çok karşılaşılan hastalıklar olarak dikkat çekmektedir. Krom, nikel, asbest, silika gibi tozlar da maruz kalan insanlarda ölüme yol açabilmektedir bu sektörde. Dökümhanelerdeki kalıplama işlemi sırasında kullanılan birçok makine el-kol titreşimi yapmakta ve kasları zarara uğramaktadır. Döküm işlemi sırasında açığa çıkan aşırı radyan ısı ise gözlerde kuruluğa sebebiyet vermektedir. (Şentürk, 2016)



Şekil 1. 2013-2014 yıllarında meydana gelen iş kazalarının sektörlere göre dağılımı

5. SONUÇLAR

Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği kavramı gün geçtikçe daha fazla anlam kazanmaya başlamıştır. Artan iş kazaları yüzünden yüzlerce çalışan hayatını kaybetmektedir. Bunların önüne geçilmesinin temelinde de çalışana uygun iş ve güvenlik konuları bulunmaktadır. Bu güvenliğin sağlanması da elbette önce işverenlerin iş güvenliği hakkında ne kadar bilgi sahibi olduğuyla da doğru orantılıdır. İşveren iş güvenliğinde en sorumlu kişi konumundadır ve bu sorumluluklar ve yükümlülükler kanunlarca ve yönetmeliklerce belirlenmiştir.

İşverenler, çalışanlarından tam verim isterler ve bu verimi arttırmak için çalışma ortamını da düzenlemek, geliştirmek ve tehlikelerden arındırmak zorundadır. Bu nedenle çalışma ortamını sağlıklı tutmak zorundadır. Yapılacak bu çalışmada, belirlenen bazı çok tehlikeli sektörler için ortamı gözetimi yapılarak, tehlikeler ve riskler belirlenecek, yeni bir çalışma ortamı gözetim metodolojisi geliştirilecektir. Geliştirilecek yeni metodoloji doğrultusunda bazı sektörler için ortak form hazırlanarak ortam gözetimine katkısı araştırılacaktır.

KAYNAKLAR

155 No'lu İş Sağliği ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin Sözleşme, 2004 http://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-by-turkey/WCMS_377299/lang--tr/index.htm

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Resmi Gazete: 30.6.2012 ve 28339 sayılı.

Akkaya, C., (2001). "Maden sektöründe risk faktörleri", Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 38-41.

Çiçek, Ö., Öçal, M., (2016). "Dünyada ve Türkiye'de iş sağlığı ve iş güvenliğinin tarihsel gelişimi", Emek ve Toplum Dergisi, **5** (11), 107-129.

Çakmak, E., (2014). "Atölye tipi üretim yapan sanayi işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği" Eğitim Uzmanlığı Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.

Eleren, A., Zorluer, İ., "İnşaat sektöründe iş güvenliği ve sağlığı üzerine risklerin belirlenmesi ve örnek bir uygulama", *3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 21-23 Ekim 2011, Çanakkale,* 185-193.

İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete: 29.12.2012 tarih ve 28512 sayılı.

İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, Resmi Gazete: 26.12.2012 tarih ve 28509 sayılı.

Şentürk, A., (2016). "Döküm sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin değerlendirilmesi", Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.

EMPIRICAL APPLICATIONS OF FINE-KINNEY AND FAULT TREE RISK ANALYSIS METHODS FOCUSED ON THE RISKS IN ORE DRESSING PLANTS

FINE KINNEY VE HATA AĞACI RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN CEVHER ZENGİNLEŞTİRME TESİSLERİNDEKİ RİSKLERE YÖNELİK AMPİRİK UYGULAMALARI

S. Top, E. Demirel Top, H. Vapur
Cukurova University, Mining Engineering Department, Adana

ABSTRACT: All the inorganic equipment used for simplifying the life of human being was obtained from the mines. Ore processing is the most important step in the transformation of mines into products. The prevention of risks in these areas is vital because mining and ore preparation operations are in labour-intensive occupational groups. The measures to prevent problems related to occupational health and safety in the mineral processing processes in which physical and chemical methods are applied are emphasized. In this study, Fine-Kinney analysis, a quantitative method, and fault tree analysis (FTA), a qualitative technique, have created simple road maps to eliminate the risks posed by common hazards. It is believed that the work will contribute to the mining and mineral processing sectors.

Keywords: Fine, Kinney, Fault, Tree, Safety, Health.

ÖZ: *Doğada insan hayatını kolaylaştırma amaçlı kullanılan inorganik araç-gereçlerin hepsi madenlerden sağlanmaktadır. Cevher hazırlama işlemi madenlerin ürüne dönüştürülmesi aşamasındaki en önemli basamaktır. Madencilik ve cevher hazırlama işlemleri emek yoğun çalışılan meslek gruplarında olduğundan buralarda oluşan risklerin önlenmesi hayati derecede öneme sahiptir. Bu çalışmada, fiziksel ve kimyasal yöntemlerin uygulandığı cevher hazırlama proseslerinde iş sağlığı ve güvenliği ile alakalı meydana gelebilecek sorunları önlemeye yönelik tedbirler vurgulanmıştır. Kantitatif bir yöntem olan Fine-Kinney Analizi ve kalitatif bir teknik olan Hata Ağacı Analizi teknikleri kullanılarak yaygın tehlikelerin oluşturduğu riskleri ortadan kaldırmak için basit yol haritaları oluşturulmuştur. Çalışmanın madencilik ve cevher hazırlama alanındaki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.*

Anahtar Kelimeler: *Fine, Kinney, Hata, Ağaç, Güvenlik, Sağlık.*

1. INTRODUCTION

The mining industry has a position where work accidents are more likely to take place due to the workload and working environment. However, despite the difficulties arising from the nature of the business, almost all of the business accidents can be avoided when necessary measures are taken. Mining is the main industrial sector that has existed since the most primitive ages and has become the basic locomotive of the industry by developing at a dizzying pace in the last few decades.Despite the fact that the construction industry is the sector with the highest number of job losses in Turkey, the mining sector is in the first place when the frequency of employees' work accident is taken into consideration. Mineral processing has an important place in the mining industry. In this study, the measurements to prevent work accidents that may occur during ore preparation are emphasized using 2 different risk analysis methods.

2. RISK ANALYSIS METHODS

2.1. Fine-Kinney Risk Analysis Method

Fine-Kinney method, established by A.D. Wiruth and G.F. Kinney in 1976, is a user-friendly and popular method performed in order to arithmetically predict accident control. The technique is frequently used in building, constructing and cement industries. It is accepted that it is also one of the simple methods that can be applied to the small and medium-sized processes or enterprises (Oturakçı et al., 2015). In Kinney method, the risks are recognized as the appearance of dangers and hazards. The valuation of risk is the result of three measurements;

- The possibility of an accident/damage (Table 1),
- The severity of consequences for a worker when the dangers and hazards are occurred (Table 2),
- Rate of happening of dangers/hazards (Table 3).

Criterion - probability (P) is classified ranging from 0.1 - almost impossible, to 10 – foreseeable (Stankovic and Stankovic, 2013; Ersoy, 2013).

Table 1. The probability of an accident/damage (Kinney and Wiruth, 1976)

Probability (P)	Description of the criteria for assessing
0.1	Virtually impossible
0.2	Practically impossible
0.5	Plausible, but unlikely
1	Improbable, but possible at boundary conditions
3	Unusual, but possible
6	Possible
10	Predictable

Table 2. Severity scale of Fine-Kinney method (Kinney and Wiruth, 1976)

Severity (S)	Value
*Catastrophe (many fatalities, or >10^7 damage)	10
Disaster (few fatalities, or >10^6 damage)	6
Very serious (fatality, or >10^5 damage)	3
Serious (serious injury, or >10^4 damage)	2
Important (disability, or >10^3 damage)	1
*Noticeable (minor first aid accident, or >$100 damage)	0.5

Table 3. Frequency scale of Fine-Kinney method (Kinney and Wiruth, 1976)

Frequency (F)	Value
*Continuous	10
Frequent (daily)	6
Occasional (weekly)	3
Unusual (monthly)	2
Rare (a few per year)	1
Very rare (yearly)	0.5

Evaluation of risk R is executed by the following formula; R = P x S x F Then, the risk levels are observed and the precautions that can be applied are performed according to the Table 4.

2.2. Fault Tree Risk Analysis Method

FTA is a logical analysis technique concentrated on an unwanted event of a structure and describes its origins. FTA could be basically labelled as an investigative technique, with itemised undesired state of the process (and the most prevalent state vital for the security situation).

Table 4. Explanation of risk cataloguing (Stankovic and stankovic, 2013)

Total rating	Level of risk	The classification of the level of risk	Description of the classification level of risk
0,1 – 20	R I	Negligible risk	No action is required.
21 – 70	R II	Low risk	There is no need for additional activities in the management of the operation. More cost-effective solution or improvement without additional investment should be considered. It is necessary to monitor the situation in order to obtain information on the implementation of prescribed activities.
71 – 200	R III	Medium risk	Efforts are needed to reduce the risk or cost of prevention. Costs must be carefully planned and limited to a certain level. It is necessary to define a deadline for the implementation of improvement. For those events which may have extremely dangerous consequences, it is necessary to further examine the probability of occurrence of such an event so as to define the required level of activity and to mitigate risks.
201–400	R IV	High risk	An activity cannot start unless the level of risk is reduced. Additional resources may be required in order to reduce risks. Considerable resources may be required, in order to reduce the risk. If the risk applies to all started activities, it is necessary to take urgent action to reduce the level of risk.
Over 400	R V	Extreme risk	The operation cannot be started nor continued until the risk is reduced. It s not possible to reduce the risk by additional investments, and therefore the ativity should stay idle.

FTA is a deductive analysis focused on an undesired event of a system and defines its causes. The system is watched within the district and the processes so as to define all probable roads in which the undesired event can occur (Haimes, 2009; Top and Vapur, 2016). Used symbols for the FTA are described in Figure 1. OR gate refers an event occurs as long as at least one of the input events takes place while AND gate refers an event occurs only if all input conditions are met.

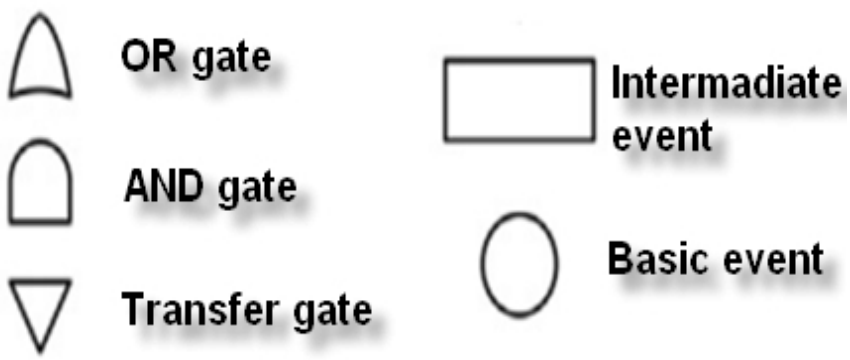


Figure 1. Used symbols for the FTA

Benefits of constructing the FTA are shown below:

– The FTA clearly demonstrates all the dissimilar interactions that are essential in order to result in the top event,

– In creating the FTA, a comprehensive understanding is obtained of the logical and simple causes resulting in the top event,

– The FTA is a physical record of the systematic analysis of the dialectic and primary causes guiding to the top event,

– The FTA delivers a structure for thorough qualitative and mostly quantitative assessment of the top event (Stamatelatos and Vesely, 2002).

3. RISKY SITUATIONS AND PRECAUTIONS

After emphasizing the risk analysis methods, the risk assessment chart for the Fine Kinney Method and the error tree figures for the FTA were applied. Some potential OHS risks in mineral processing plants are shown in Table 5. It was determined that "Working in plant using chemical process" and "working with radioactive device or radioactive material" are found to be activities with a high level of risk (R IV). Therefore, personal protective equipment (PPE) must be used or interaction of people with chemicals and radioactive materials must be removed especially in source. Automatic machines should be used for these type activities and the human effects must be vanished. PPEs must be used during repair and maintenance of the machines using hazardous materials. Risks associated with working in noisy and dusty environments with lower risk rates can also be reduced by the use of PPEs.

It should not be forgotten that work activities with low risk levels can lead to serious damages and loss of life. Therefore, solutions should be sought not only for high risk but also for less risk level activities. Applying wet processes to get rid of the dust and changing the routine working order over time to overcome psychological problems are some measures that can be taken in this direction.

Table 5. Table of risk assessment by Fine-Kinney method

Activities	Probability	Consequences	Frequency	Level of risk
Working in office	0.1	0.5	10	0.5
Working in uncomfortable situations (not ergonomic)	6	1	2	12
Using electrical devices	6	3	6	108
Working in plant using chemical process	6	10	6	360
Working with radioactive device or radioactive material	6	10	6	360
Working in dusty environment	10	2	10	200
Working in noisy environment	10	2	10	200
Working with the moving machine	6	3	6	108
Working without personal protective equipment	10	3	3	90
Working with inadequate education about process	10	6	2	120
Working with physiological problems	3	2	2	12

Figure 2 presents 4 scenarios related to OHS problems that could occur in ore preparation plants and possible results of these scenarios.

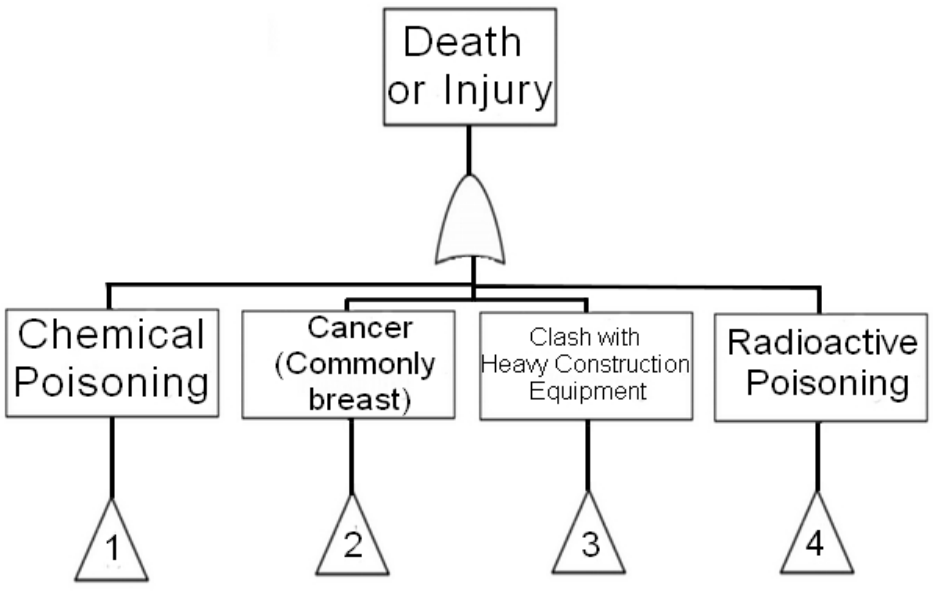


Figure 2. Main FTA analysis according to 4 common scenarios

In the FTA analysis, only employee health was taken into account and material losses and loss of working time were neglected. Four scenarios were examined in more detail in subtrees.

The OHS rules have a major precaution in mineral processing enterprises using chemicals. In advanced technology, mineral processing processes usually involve extraction or flotation. For this reason, the implementation of the processes in closed tanks will prevent the source of the problem. In processes where this is not possible, the chemicals are degraded before they are sent to waste dams, or they are brought to neutral (mostly harmless) from acidic or basic conditions by applying pH elevation procedures. In Figure 3, it appears that employees who do not use PPE will suffer as a result of the damage of a constituent detoxification system that applies chemical detoxification.

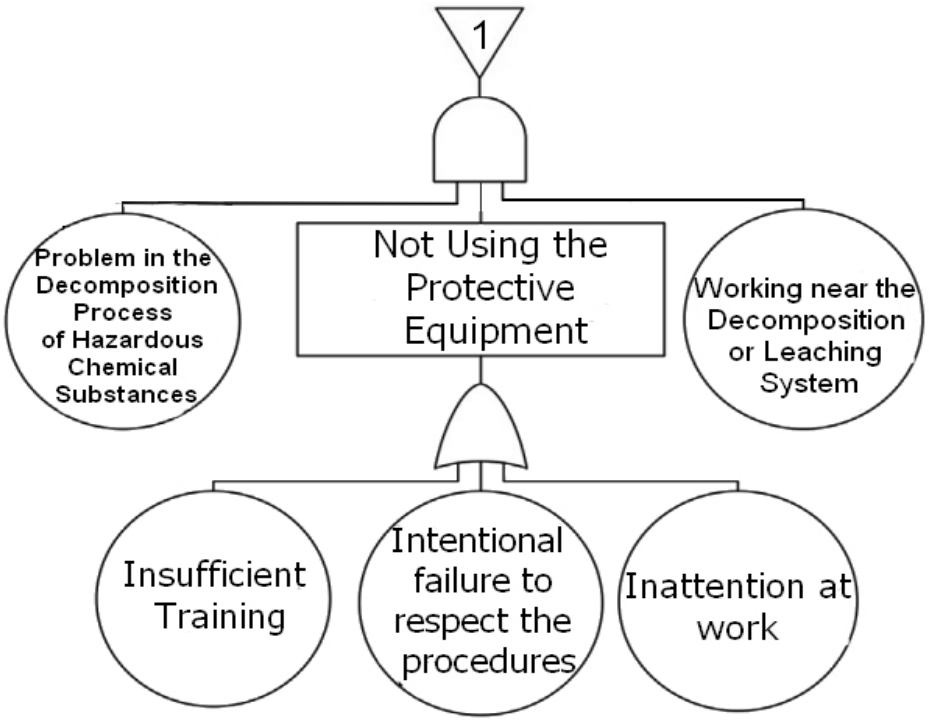


Figure 3. Subtree of the first scenario

Particularly, the dust generated during crushing and grinding of minerals and dry enrichment is an important problem. If there is not much difference economically, it can be eliminated in the source of problems by preference of

wet processes to dry ones. Alternatively, the use of dust masks as PPE can be widespread or the use of dust holders can be achieved. Otherwise, long-term exposure may lead to diseases such as quartz-derived silicosis, iron-based siderosis and coal-borne anthracosis (Top and Vapur, 2015).

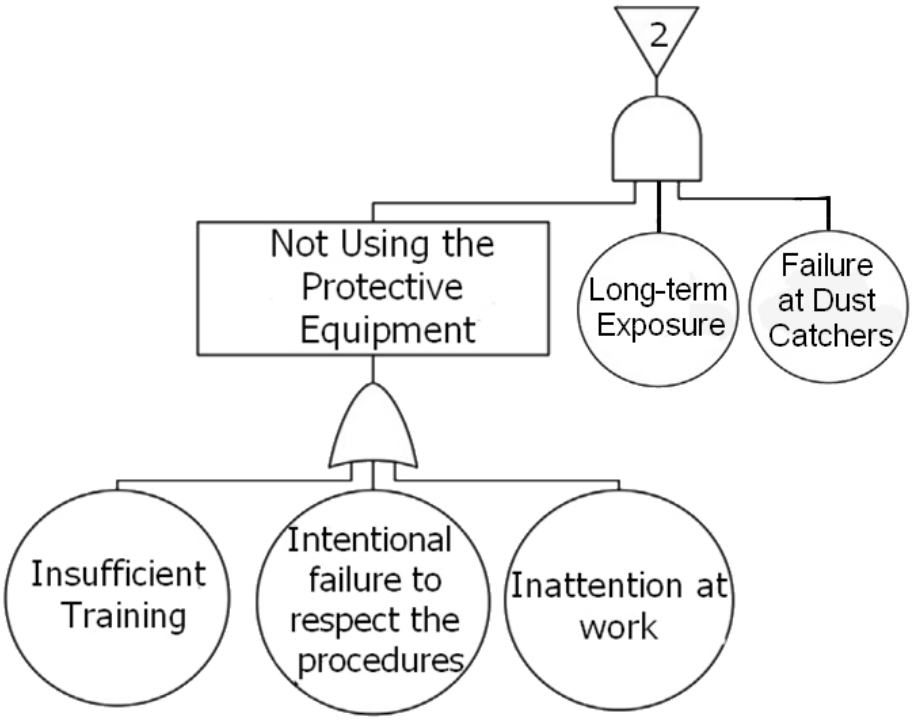


Figure 4. Subtree of the second scenario

Scenario 2 summarizes this situation. By using wet processes, dusts can be eliminated from the sources without the need for dust collectors (Figure 4).

The timely change of the mill rubber linings and the appropriate periodic control of the machines and equipment allow to reducing noise in mineral processing plants (Top and Vapur, 2015). It is also an effective and inexpensive method the providing headphones as personal protective equipment (PPE) for employees who are close to noise generating equipment. The vehicle and machine accidents resulting from the noise summarized in Figure 5 can be avoided by the measures described above. Another solution is to employ the hearing-impaired workers in noisy working conditions.

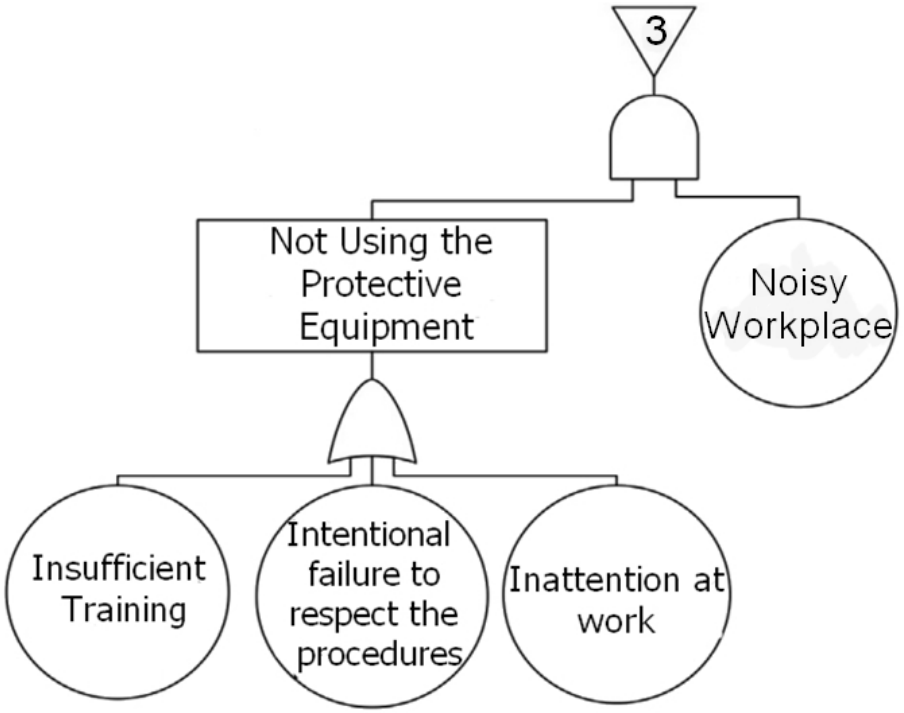


Figure 5. Subtree of the third scenario

Extreme care should be taken when processing the radioactive ores such as uranites and monazites. PPEs must be worn. Otherwise, death or injury is inevitable as a result of the fourth scenario (Figure 6).

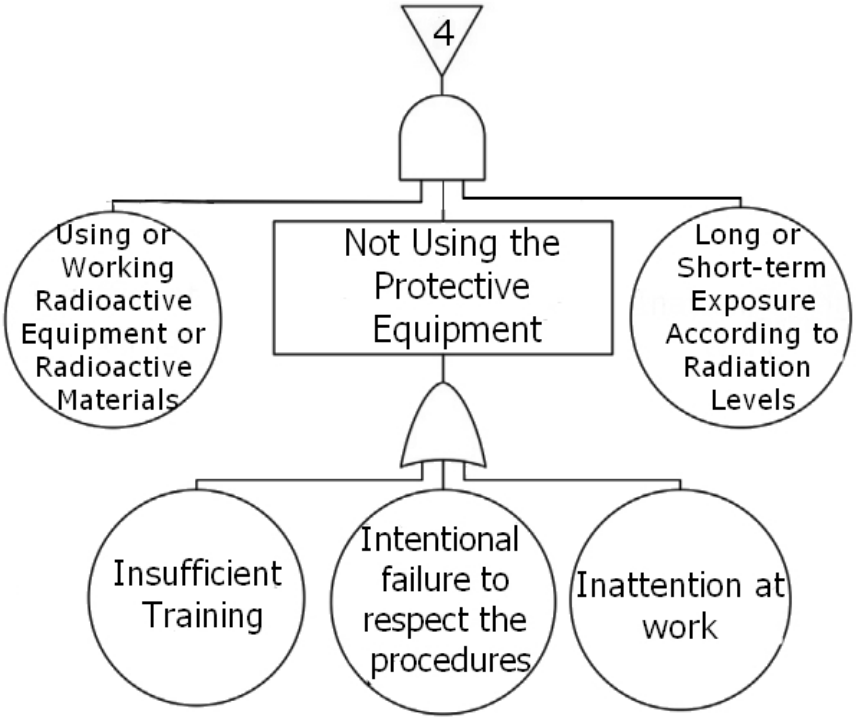


Figure 6. Subtree of the fourth scenario

4. CONCLUSIONS

Within the scope of the study, basic measures to be taken in respect of OHS in the mineral processing processes have been examined; empirical 2 risk analysis draft have been established. Fine-Kinney analysis, a quantitative method, and Fault tree analysis (FTA), a qualitative technique, have created simple road maps to eliminate the risks posed by common hazards.

REFERENCES

Ersoy, M., 2013. *The role of occupational Safety Measures on Reducing Accidents in Marble Quarries of Iscehisar Region*, Safety Science, 57 293-302.

Haimes, Y.Y., 2009. *Risk Modeling, Assessment and Management*, 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York, 864.

Kinney, G.F. and Wiruth, A.D., 1976. *Practical Risk Analysis for Safety Management*, Technical Report, Naval Weapons Center.

Oturakçı, M., Dağsuyu, C. and Kokangül, A., 2015. *A New Approach to Fine Kinney Method and an Implementation Study*, Alphanumeric Journal, 3(2) 83-92.

Stamatelatos, M. and Vesely, W., 2002. *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*, NASA Office of Safety and Mission Assurance, Volume 1.1 1-205.

Stankovic, M. and Stankovic, V., 2013. *Comparatıve Analysıs of Methods for Risk Assessment - "Kinney" and "Auva"*, Safety Engineering, 3(3) 129-136.

Top, S. and Vapur, H., 2015. *Problems and Proposed Solutions for Mineral Processing Plants from the point of OHS*, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 275-288.

Top, S. and Vapur, H., 2016. *OHS Problems in Basic Ore Beneficiation Plants of Adana Region and Investigation of Dangers in terms of Risk Analysis*, 8th International Conference on Occupational Safety & Health.

SAFETY AND STABILITY DATA STUDY OF WASTE MINING DUMPS IN THE NORTH OF SPAIN

Malagón, Beatriz
University of Cantabria, Polytechnic School of Engineers of Mining and Energy, Boulevard Rufino Peón,254, 39316 Torrelavega, Spain

Fernandez Maroto, Gema
University of Cantabria, Polytechnic School of Engineers of Mining and Energy, Boulevard Rufino Peón,254, 39316 Torrelavega, Spain

ABSTRACT: In the mining sector, waste dumps and tailings dams produced by mineral exploitation are elements with a very important impact, not only environmental but also related to significant adverse safety and health effects on the workers themselves, and the nearest population. From the point safety and health's view, a new waste dump should have a very strict design, which is established not only in the scientific literature, but also in the national and local mining regulations of many countries. Therefore, the problem arises those waste dumps and tailings dams that have been used for decades and which, due to the closure of mining operations, have been abandoned and without any measures to prevent environmental damage, or to avoid possible safety and health problems. Regarding this, the presence of old mining waste deposits, waste dumps and tailings in regions with deep mining tradition is frequent, leading currently to a neglect state, without anybody to take charge of its restoration, causing a major environmental, economic and social burden, and, what is more important, leading in some cases to health and safety problems. This is the case of the two regions located in the North of Spain where the contribution has been focused (Asturias and Cantabria, areas related to coal and zinc exploitation respectively). In this area, six mining waste deposits have been selected for a deep study, consisting in analyzing their safety and stability data and finally, this paper aims to propose solutions to improve theirs conditions, trying to avoid safety and health problems in their surroundings.

Keywords: Mining, Waste Dumps, Tailings Dams, Stability.

1. INTRODUCTION

In recent years, companies increasingly industrialized have become aware of the problem of economic and industrial development focused solely on economic

performance. For this reason, among others, The European Union has promoted the development of more sustainable and rational mining and industrial processes. Thus, many of these enterprises have acquired and integrated both previous assessments of projects (Díaz and González, 2008) and technological improvements aimed to optimize health and safety conditions, minimize the use of resources, and reduce waste associated (González et al, 2012).

This is specially applied to mining management including mining waste (from mining tails which usually are presented as solid waste, to residues from mineral treatment plants, generating sludge which is stored in dams) which is regulated by the EU mining waste directive; Directive 2006/21/EC (European Parliament and of the Council on the management of waste from the extractive industries); and to the Spanish Royal Decree 975/2009 related to waste management of extractive industries and protection and rehabilitation of affected areas by mining activities (Ministry for the Presidency, last revised 2012).

The present paper aims to improve the management and final disposal of mining wastes, starting by analyzing several mining deposits and, therefore, proposes solutions to increase the health and safety conditions nearby this tailings or dams from the mining sector.

2. METHODOLOGY

The presence of mining waste deposits, waste dumps and tailings in regions with deep mining tradition is frequent. This is the case of the three regions located in the North of Spain where the contribution has been focused.

The specific area of study includes Asturias, Cantabria and Palencia, as shown in Figure 1. The selection of these three regions is mainly due to its strong relationship with metalic and energetic mining sector, which has produced a great number of waste piles, many of which have remained abandoned or un-reclaimed for years. Specifically, six classes of deposits from

the mining sector are selected for further analysis. Figure 1 shows theirs geographic locations.

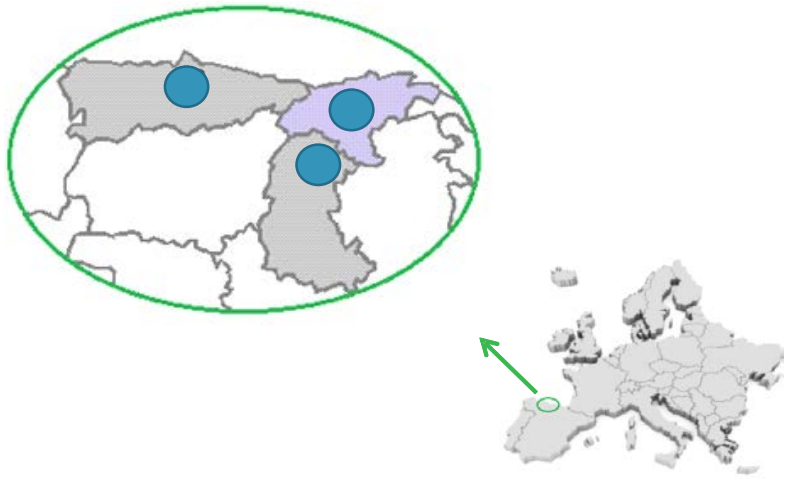


Figure 1. Geographical location of waste deposits analyzed in the North of Spain.

2.1. Clasification

For the purposes of clasification the ITC 08.02.01 is used. Regarding this standard the mining deposits will be classified according to the following criteria:

Depending on its dimensions:

- Class 1.
    - Large mud deposit: height greater than 15 meters, measured from the lowest part of the general foundation to the crowning surface.
    - Height between 10 and 15 meters, with additional subcriteria:
        - Crowning length greater than 500 meters.
        - Capacity greater than 1,000,000 cubic meters.
        - Drain capacity greater than 2,000 cubic meters per second.
- Class 2. Medium sludge dam: height between 5 and 15 meters, which is not included in class 1.
- Class 3. Small mud dam: Height less than 5 meters.

- Class 4. Sludge rafts of any size.

The second criteria depends on the potential risk that may arise from its possible breakage or malfunction:

- Category A: Sludge deposits in which its breakage or malfunction could affect urban centers or essential services seriously, as well as produce very important damages to the elements at risk.
- Category B: Sludge deposits in which its breakage or malfunction may cause significant damage to the elements at risk or affect a certain number of dwellings.
- Category C: Sludge deposits in which its breakage or malfunction may cause moderate damage to the elements at risk.
- Category D: Sludge deposits which incorrect operation can produce material damages of little importance to the elements at risk.

The classification of a particular mining deposit will be based on the above criteria, specifying together the class (1, 2, 3 or 4) and the category (A, B, C or D) of the deposit.

3. RESULTS

3.1. Coal mining wastes

The coal waste is defined as any residue from the separation between coals and sterile material. Depending on their origin it could be distinguished different types of material: the mine waste (originated in the exploitation of coal or anthracite mines) and sterile residual material (generated in the treatment of the mined material, mainly washing). In the study areas is usually stored in the same pile or dump both type of wastes.

In general, coal waste cause problems due to the large volumes to move and storage and its high cost, such as environmental impacts (altered landscape, security and stability issues, pollution), especially in areas with strong mining operations traditions in which are numerous old dumps, currently in a neglect

state, without anybody to take charge of its restoration, causing a major environmental, economic and social burden, which sometimes leads to safety problems (Rodríguez et al., 2011).

In order to solve problems related with coal waste management, since decades researches have tried to find applications for these materials (González et al., 1990; Fueyo et al., 1992; Loredo et al., 2006; Luque and Gutiérrez, 2010; García and González, 1985), among them the use as aggregate for backfilling of local roads, as fertilizer, for ceramic industry, etc.

In this study, a total of three coal tailings have been selected: The Camocha and Modesta in Asturias, and Barruelo in the North of Palencia (Castile and Leon), all of them generated by mining and treatment of coal in the past.

3.1.1. The Camocha

Coal wastes from the "La Camocha Mine" (at 6 km from Gijon), which was active from early last century until the end of 2008, were deposited throughout years, constituting a settling dump and a huge pile.

It occupies an area of about 56,200 m^2, on a flat ground, and the cumulative volume is 1,300,000 m^3 (see Figure 4). According to studies the northern dump was about 2.1 million tons and the southern was approaching 0.5 million tons (LNE, 2011).

The dump, with a form of truncated cone and an overall height of approximately 40 m, is divided into three banks, heights ranging between 7 and 20 m and two berms with a width varying between 5 and 15 m. The slopes have an inclination of about 35 or 40º, and in some places are cracks. It presents some slippage risk in the upper slope, where it shows signs of cracking. It is unrestored, causing a significant visual impact in the area. The land occupied is very close to the city of Gijon and to several urban roads.



Figure 2. General view of La Camocha.

3.1.2. Modesta

The dump called "Modesta" in Langreo, formed by coal wastes (see Figure 3), was in operation about 20 years, until 2007, to store tailings, particularly from Modesta coal washing and concentration plant. It is partially reforest, although coal waste in the upper part emerges along a large area. It consists of two slopes with an inclination close to 40° and a total height of 40 m. It contains an estimated volume of 1,500,000 m^3 coal tailings. Although the area affected has been extensively reforest, the visual impact of this dump remains medium and presents risk of landslides.



Figure 3. General view of Modesta.

3.1.3. Barruelo

Coal from Barruelo, located in the province of Palencia, has been mined from 1845 until 2005 when the company UMINSA decided to close its operations, having its highest peak in the early decades of the twentieth century. The dump called Barruelo occupies a volume of about 90,000 m^3 (Figure 4)



Figure 4. General view of Barruelo tailing.

3.2. Metal mining wastes

Metal mining in the area has been very important in the past, but today there is no active metal mine, except the current gold exploitations in Asturias. But in the past the area was especially important because a large Lead-Zinc exploitation was located in Reocín (Cantabria) whose activity began in 1857 and lasted until 2003, being one of the major zinc exploitation in EU. Nowadays, in that area there are still accumulations of metal mining wastes, in the way of dump or settling ponds, which were generated during the exploitation of the metal ore, specifically related to the extraction of the host rock (tailings) and mineralization treatment (settling ponds).

Therefore, the object of the present study is the mining wastes generated in those years, and which remain stored in dumps or settling ponds. All of them were studied by the Geological and Mining Institute in 2002 (IGME, 2002), gathering information in a general inventory.

3.2.1. Dam 27

This was the site that was used from 1927 until 1951 to store fines of flotation process. It sits on a river terrace formed by sands and boulders, 3-4 mm thick of limestone (IGME, 2002). It has a rectangular shape of dimensions 540 x 300 x 22 m, with a volume of 3,200,000 m^3. Currently, some areas of the dam have pronounced erosion, and there is a lack of revegetation in the area near the town. It has perimeter channels to collect water surface.

3.2.2. La Luciana

From 1951 to 1960 this was the site used to store of floating fines (Figure 5). In August 1960 the dam suffered a slippage in its front area as a result of a defective condition of the base, which had a severe impact (18 people died). Nowadays, except detached area, its base has excellent mechanical competence.



Figure 5. General view of the deposit of La Luciana

It has a rectangular shape (dimensions 550 x 295 x 24 m), and a volume of 1,250,000 m^3. Currently, ancient slippage is observed, in fact it has a large crack in which breakpoint exists clay material. There is a slipping risk of this

material, but there are perimeter channels in the dam through the accumulated water circulates.

3.2.3. Jaime I- II / La Garma / El Gamoneo

Currently, the settling ponds La Garma, Jaime I- II and El Gamoneo can be considered a single structure with varying degrees of integration (Figure 6). The first to be used were Jaime I and II and La Garma from 1961 until 1973, and Gamoneo was used from 1973 until 1986. This binding could be produced by material deposited on top and by approaching the ponds.

The environmental impact is considered low, being discordant with its nearer landscape in morphology mainly due to intermediate slopes. Inside it could be observed different areas and heights, with intermediate slopes.



Figure 6. General view of the deposit of Jaime I- II / La Garma / El Gamoneo

3.3. Analysis of deposits

In table 1 it is shown the general characteristics of all the mining deposits studied.

Table 1. General characteristics of all the mining deposits

Name:	Lacamocha	Modesta	Barruelo	Dique 27	La luciana	Jaime I, II, G,G.
Clasificación ITC (08-02.01):						
Class	1	1	2	1	1	1
Category	B	C	D	A	A	C
Type of deposit	Dam	Dam	Tailing	Tailing	Dam	Tailing
Current	Without use	Without use	Abandonned	Abandonned	Abandonned	Abandonned
Location						
Area	Gijón	Langreo	Barruelo de Santullán	Torrelavega	Torrelavega	Cartes
Region	Asturias	Asturias	Palencia	Cantabria	Cantabria	Cantabria
Address	Cª O-140 Gijón-Pola de Siero (La Camocha)	La Matona	Barruelo	Torres	La Luciana	Mijarojos
1:50.000 (IGN)	29 - Oviedo	53 - Mieres	107 - Barruelo de Santullan	34 - Torrelavega	34 - Torrelavega	34 - Torrelavega
UTM European Datum 1950 (Huso 30)						
X :	285020	282396	394850	413250	413450	412750
Y :	4818165	4796013	4751550	4801000	4800000	4799050
Z :	60	200	1040	40	100	80
Type of mining	Underground	Underground	Underground	Openpit	Openpit	Openpit
Mining :	Coal	Coal	Coal	Blender sphalerite	Blender sphalerite	Blender sphalerite
Permeability:	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Low
Water level :	Near surface	Near surface	Near surface	Superficial	Near surface	Superficial
Seismicity Grade (N.PDSI / 74):	4	4	4	6	6	6
Type of land:	Crops to farm	Mountain	Other			
Description of the structure						
Structures (m):	340 x240x13	400x40x50	300x30x10	540x300x22	550x295x24	325x510x24
Max. Capacity (m3)	1,300,000	1,500,000	90,000	3,200,000	1,250,000	~3,000,000
Location:	In a valley	In a natural hole	In a natural hole		In a slope	
Protections:	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Waterproofing of the vessel:	No	No	Yes	No	No	No
Type of drainage:	Pump	Infiltration	Level control	Infiltration	Infiltration	Foot collect
Pouring system:	Pipe (pump)	Other	Pipe (pump)	Channel	Chimney/Channel	Channel
Sludge removal:	Yes	No	Yes	No	No	No
Nature muds:	Flotation fines	Clean fines	Clean fines	Flotation fines	Flotation fines	Flotation fines

4. CONCLUSION

Vulnerability assessment in deposits is becoming more and more a crucial point to be tackled in the framework of risk management of mining deposits hazards. The assessment of the impact of these hazards on environment and health and safety is essential to all the enterprises and public authorities involved in risk mining management and land use planning.

The first parameter to take into account is the initial design, despite its cost, because most of the failures observed are related with the lack of adequate treatments in the slopes, generating the appearance of instabilities in the medium or long term, which not only suppose a higher cost than originally planned, but also create problems of greater gravity in slopes that could evolve unfavorably.

Sometimes, for the stabilization of the slopes, subtituting traditional concrete retaining walls, alternative systems less expensive could be used. Such as gabion walls, reticular coating systems, anchor reinforcements, avoiding to make large excavations or foundations and achieving a lower environmental impact and a quick recovery.

It is important to consider that in many interventions in highly anthropized areas (urban areas, areas close to infrastructures, roads, railways, areas of intensive agriculture, etc.), could used bioengineering solutions, which guarantee safety, maximize functionality and ecological value of the environment being, in addition cheaper. But in this type of solution is neccesary the use of artificial materials in a initial phase, for assuming a rapid response to stability, until the bioengineering solution can fully develop this main function, helping the vegetation in this initial phase.

Nowadays, in the mining sector, especially in restoring affected areas, the challenge is to combine the best of both solutions (bioengineering techniques + traditional "mechanical" stabilization techniques) and to be able to predict how the newly restored areas will evolve and how, over time, they will progressively improve the global stability of the slope, in order to avoid high cost of

maintenance, while at the same time provide the requirements necessary to ensure that the structures function is correct in safety and reliability.

The success of the applications with mechanical reticular support techniques and walls of gabions, combined with the vegetation of the techniques of bioengineering, to create a complex structured element "alive", which have demonstrated their suitability to restore the ecosystems

REFERENCES

Díaz-Aguado, M.B., Gonzalez, C., 2008. An empirical index to evaluate the sustainability of mining projects, International Journal of Environment and Pollution 33 (2/3), 336–359. DOI: 10.1504/IJEP.2008.019402

González, J., Díaz- Aguado, M.B., Rodríguez, R., 2012. Código de ejecución segura y sostenible de demolición y desmantelamiento, Materiales de construcción, 62 (305), 115-129. DOI: 10.3989/mc.2011.58210

Díaz-Aguado, M.B., Rodríguez,R., 2012. Índice empírico de sostenibilidad de proyectos mineros y su aplicación a las explotaciones de áridos, III Congreso Nacional de Áridos, In: Proceedings. Cáceres, España.

Bustillo, M., Calvo, J.P., Fueyo, L., 2001. Industrial Stones. Typology, construction applications and companies. Ed. Rocks

European Union, 2006. Directive 2006/21/EC of the European Parliament and the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries, DOUE nº L102, 15-33.

Ministry for the Presidency, 2012. Spanish Royal Decree 975/2009, on the management of waste from the extractive industries activities, and protection and reclamation of the land affected by mining. In BOE nº 143, 46 pp. Last revised: 18 May 2010.

Malagón, B., 2013. Exploitation of alternative resources for mining, environmental and economic optimization of the clinker production process. Ed.: University of Oviedo, Catedra Hunosa and Krk Editions, Oviedo, 393 p.

Malagón Picón, B., Díaz Aguado, M.B., Rodríguez Díez, R., 2013. Use and application of mining waste to optimize the process of clinker production, In: 13th International congress on energy and mineral resources (CIERM). Santander . ISBN: 978-84-936086-5-1.

González, J., Rodríguez, J.M., Hinojosa, J.A., Falcón, A. Ibarzábal, J.L., Fernández, J.A., 1990, Canteras, November 1990, 63-69.

Fueyo, M.A, García, G., Baranda, A., González J., Zabaleta I., García, M., 1992. Use of sterile carbon in agriculture. Ministry of Agriculture and Fisheries. OCICARBON-HUNOSA, 22 pp.

Loredo, J., Ordoñez, A., Álvarez, R., 2006. Environmental impact of toxic metals and metalloids from the Muñón Cimero mercury-mining area (Asturias, Spain), Journal of Hazardous Materials A136, 455–467.

Luque, C., Gutierrez, M., 2010. Riquezas geológicas de Asturias. University of Oviedo. 417 pp.

García, M, González, J., 1985. Using sterile fine coal in the ceramics industry. Revista Minera 1985-1, pp. 44-57.

Rodríguez, R.; Díaz-Aguado, M.B.; Vigil, H.; Rodríguez, A. (2011). Development of a user-friendly method to assess the present condition of old abandoned mining waste dumps in Asturias (Spain). In: International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 25, 1, p 6-31.

La Nueva España (LNE), 2011. News of 9 of January 2011. Web: http://www.lne.es/gijon/2011/01/09/eliminar-escombrera-camocha-musel-costara-4-millones/1017188.html

Fernández, A., 2001. phD Thesis. Vegetable oils such reuse binders for recovering coal waste. University of Oviedo. Faculty of Chemistry.

Fernández J., Fueyo M.A., García G., Zabaleta I., Arrieta A., Feito I., 1996. Use in intensive horticulture waste materials coal mining and reclamation for agriculture in marginal areas generated by mining. Applied Research Center and Food Technology (CIATA). Asturias, 6 pp.

Sánchez, J.B., 1990. History and Guide of geological and mining in Cantabria. Ed. 2ª. Estudio. Santander, 335 pp.

Geological and Mining Institute (IGME), 2002. National Inventory of sludge treatment deposits from extractive industries.

METAL DÖKÜM İŞLERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

INVESTIGATION ON OCCUPATIONAL SAFETY OF METAL CASTING PROCESSES

O. Memiş
Çukurova Üniversitesi, İş Güvenliği Anabilim Dalı, Adana

E. Demirel Top, S. Top, N. Yapıcı
Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

H. A. Çiçek
İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: Döküm yani sıvı fazda bulunan alaşım ya da metallerin kalıplara dökülerek katılaştırılma işlemi, süregelen bir nesne şekillendirme uygulamasıdır. Bu uygulama hem insan hem makine gücünün ortaklaşa çalışması olduğu için beraberinde tehlike arz edecek durumlar barındırır. Döküm işletmeleri, içinde bulunduğu sektörel gruplarla ve sahip olduğu risk etmenleriyle çok yüksek riskli bölgede görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, dökümhanelerde iş kazaları sonucu oluşabilecek sakatlanma, ölüm ve maddi hasar gibi unsurları meydana gelmesini önlemek için yapılması gerekli önlemler, iyileştirmeler ve diğer parametrelerin incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği, Risk, Döküm, Kaza, Dökümhane.

ABSTRACT: *Casting (ie solidification of metal or alloys in liquid form by casting) is an ongoing application for object shaping. This application is a joint work of both human and machine power. Therefore, there are situations that will cause danger. Foundry operations are seen as very high risk areas with the sectoral groups they are in and the risk factors they have. The aim of this paper is to examine the necessary precautions, improvements and the other parameters to remove the elements such as death, injury and material damage that may result in occupational accidents in castings.*

Keywords: Occupational Safety, Risk, Casting, Accident, Foundry.

1. GİRİŞ

1.1. Döküm Kumları ve Döküm Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

Genellikle kuvars esaslı granüler malzeme olan kumlar; kayaların, silisli ve kalkerli yapıların doğal nedenlerle parçalanarak ufalanmasıyla oluşur. Yanardağların püskürdüğü lavlardan oluşan volkanik kumlar gibi çöldeki kumlar da ufalanarak oluşur. Kumların çapı 0,06 mm ile 2 mm arasında değişir. Kum tanesinden daha küçük 0,0625 mm ile 0,004 mm arasında olan yapıya ise Mil denir. Kalıp kumları genelde SiO_2 halindedir. Silis kolay bulunduğu, ucuz olduğu ve yüksek refrakterli olduğu için dökümhanelerde çok tercih edilir. Kullanım alanı çok geniş olan kumlar en çok yol döşeme malzemesi olarak, çimento, tuğla gibi yapı malzemelerinde, beton ve patlayıcıların üretildiği endüstrilerde kullanılır.

MÖ 6000 yılından bu yana insanoğlunun döküm ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Kolay şekil alan metallerin bardak, tas, vazo, süs eşyası olarak. daha sert ve dayanıklı metallerin ise tarım ve savunma için kullanıldığı bilinmektedir. Mezopotamya'da Malahit'in ergitilerek bakırın kullanıldığına dair bulgular vardır. Yine MÖ 3000 yıllarında Sümer Uygarlığında, Anadolu ve Kıbrıs'tan getirtilen madenlerle Mum kalıba döküm yapılarak bronz alaşımları oluşturulmuştur. Demir uzun dönemler boyu meteoritlerden elde edilmiştir. Yüksek nitelikli demir işçiliğiyle uğraşan ve demirden silah kullanan ilk uygarlık Hititlerdir. Ayrıca bulgular MÖ 1600 tarihlerinden itibaren Hititlerin demir üretimini tekelleştirdiklerini, ticareti devletin gözetiminde ve ticari anlaşmalara dayalı şekilde yaptıklarını göstermektedir. MÖ 1400'lerde Hitit bölgesinde yaşayan Kafkas halkları katı halde redüksiyon ve yüksek sıcaklıklarda dövme prosesleri uygulamışlardır. MÖ 300 yıllarında ilk kez Çin'de 1400 °C üzerindeki sıcaklıklara dayanıklı büyük demir maden ocaklarında ve eriğin kalıplara dökülerek Demir dökümünün yapıldığı tahmin edilmektedir (Tüdoksad, 2014).

Avusturya'nın Noricum bölgesinde MÖ 800-500 yıllarına ait olduğu

anlaşılan bronz ve demir eşyaların Avrupa'ya Balkanlar üzerinden Anadolu'dan geldiği anlaşılmaktadır. Anadolu'da döküm teknolojisi ilk olarak 15. yy'da Tophane'deki ilk döküm tesisinde dev topların dökümüyle başlamış, Fatih Sultan Mehmet zamanında Mühendisûn Saruca Bey, Mimar Muslihiddin ve Orban beraberliğinde gerçekleşmiştir. II. Beyazıt zamanında Tophane genişletilmiş; kundakhane, tavhane, resimhane, numunehane, demirhane, muayenehane, tüfekhane, çarkhane (işleme atölyesi), nakkaşhane, baskıhane gibi önemli tesisler eklenmiştir (Tüdoksad, 2014).

Rönesans'tan etkilenen Avrupa'da David Ramsey yaptığı araştırmalar neticesinde sert demirin yumuşatılması noktasında önemli tespitlerde bulunmuştur. René Antoine Ferchault de Réaumur 1720'li senelerde kupola ocaklarını geliştirerek ergitilmiş demire filiz ya da oksit halinde demir ekleyerek daha hızlı ve daha ucuz çelik elde edilmesini sağlamıştır. James Watt tarafından geliştirilen Buhar Makinesi ise Sanayi Devrimini hızlandırmıştır. 1860'lı yıllarda Bessemer-Thomas konverterleri ve Siemens-Martin elektrik ark ocakları sayesinde ham demirden veya hurdadan çelik üretilmiştir (Tüdoksad, 2014).

Kanuni döneminde Tophane geliştirilmiş, Evliya Çelebi 1640'larda kaleme aldığı Seyahatnamesinde işletmeden ve bahsi geçen süreçlerden bahsetmiştir. Baron De Tott'un 1755 yıllarında ıslah için katkılarda bulunduğu, 1773 yılında Mühendishane-i Berri Hümayun'un açılmasına öncülük ettiği bilinir. 1862 senesine ait İngiliz kaynaklarında yılda ortalama 300 Top döküldüğü ve İshak Hoca'nın eserlerinde top dökümüne ait yakın çağın teknolojik çalışmalar belitilmiştir (Tüdoksad, 2014).

1868 yılında kurulan Dökümcüler Şirketi ülkede gerçekleştirilen döküm işlerini takip etmiş ve değerlendirmiştir. Demir madenleri yerel demirciler tarafından işlenmiş, dövme demir ve sertleştirilmiş çelik malzemeler üretilmiştir. Ergani'de Bakır madenleri çalıştırılmaya başlanmış demir üretimine geçilmiştir. Devlet ihtiyacı olan demiri madenlerde nazırlar bulundurarak satın almış ve yine nazır nezaretinde gülle dökümleri yaptırılmıştır (Tüdoksad, 2014).

Islahat hareketleri sonrasında kurulan Humbarhane ile Baruthane'de üretilen piklerle çalışmak üzere demir fabrikası kurulmuştur. Tanzimat Fermanı'ndan (1839) sonra fabrika geliştirilmiş, gövdesi çelikten dayanıklı gemiler inşa edilmiştir. 1900'lü yıllara gelindiğinde ise Camialtı Tersanesinde Demir Döküm tesisleri yapılmıştır. Mondros Antlaşması maddeleri gereğince tersane ve askeri amaçlı fabrikalar kapatılmıştır. Döküm sanayi ilkel şartlardaki Kalafatçılar bölgelerinde sürdürülmüştür (Tüdoksad, 2014).



Şekil 1. Günümüz teknolojisiyle yapılan silis kumu kalıbına döküm örneği.

2. DÖKÜM KUMLARI

Döküm işlerinin çoğu kum yardımıyla yapılır. Ortalama olarak istenen 1 tonluk döküm imalatı için 5-6 ton kum harcanmaktadır. Kum kalıba önce istenen döküm şekli verilir, oluşturulan boşluğa sıvı metal dökülür ve katılaşana kadar bekletilir. Kum kalıp; refrakter özellikli kum tanelerinden, içerisinde bulunan veya ilave edilen bağlayıcılardan ve kum tanelerinin birbirini tutmasına yardım eden su üçlüsünden meydana gelir.

2.1. Doğal Kalıp Kumları

Doğada bulundukları şekilde kullanılan doğal döküm kumlarına su eklenmesi dışında herhangi bir zenginleştirme yapılmaz. Doğal döküm kumlarının avantajı nemi uzun süre barındırabilmesiyken dezavantajıysa kararsız bir yapıya sahip olmalarıdır.

2.2. Sentetik Kalıp Kumları

Düşük oranda kil barındıran kuma ve yıkanmış kuma, bentonit gibi bağlayıcılar ve su eklenerek oluşturulan kumlardır. Sentetik kalıp kumlarının avantajları; üniform tane boyutu, yüksek refrakterlik, az miktarda su ve bağlayıcı ilavesi gerektirmesi ve yüksek geçirgenliğe sahip olmasıdır.

Doğal kumlardaki yaklaşık %6-%8, sentetik kumlarda ise yaklaşık %3 civarında nem bulunmasına rağmen dökümhanelerde sentetik kumlar tercih edilir. Sentetik kumların gaz geçirgenliği ve refrakterliği yüksektir. Kalıp kumlarında aranması gereken ilk parametre gaz geçirgenliği olmalıdır. Çünkü kum oluşabilecek gazları atamaz ise meydana gelebilecek gazlar kalıpta sıkışma yaratır ve malzemenin istenen özellikte olmasını engeller. Tane boyutunun düşmesi ve tane şeklinin küreselleşmesi gaz geçirgenliğini azaltacaktır. Mukavemeti uygun Köşeli taneli kumlar tercih edildiği taktirde gaz çıkış boşlukları daha rahat oluşur. Bununla ilgili Alman (DIN) ve Türk (TS) standartları mevcuttur. Aranması gereken diğer özellik ise mukavemet olmalıdır. Kalıp kumu iyi yaş ve kuru mukavemete sahip olmalıdır. Gerekli mukavemet bulundurmayan kumlar kullanıldığında kalıp parçalanır.

3. İÇERİKLERİNE GÖRE KALIP KUMU ÇEŞİTLERİ

Kromit Kumu: Doğal FeO, Cr_2O_3 mineral yataklarından elde edilir. Büyük oranda Finlandiya ve Güney Afrika'da bulunan Kromoksit yataklarından Kum Kazanım Tesislerinde %45'lik kum eldesi sağlanır. 4,5 gr/cm^3 yoğunluğundaki Kromit kumlarının ısı dayanımı 1800 °C-1900 °C arasında olup Sinterlenmesi 1350 °C-1500 °C aralığındadır.

Olivin Kumu: Bir aradaki Magnezyum, Demir ve Silikat karışımları olan Olivin, Magmatik kayaların ufalanması sonucu ortaya çıkar. Avusturya'daki yataklar en önemli Olivin yataklarıdır. 3,3 gr/cm^3 yoğunluğundaki Olivin 'in ısı dayanımı 1750 °C olup sinterlenmesi 1350 °C-1450 °C arasındadır.

Zirkon Kumu: Anavatanı Avustralya olan Zirkon, Zirkonsit'in işlenmesi

sonucu elde edilir. Genelde Çelik Dökümü için kullanılır. Doğal döküm kumu sayılan Zirkon'un yoğunluğu 4,3 gr/cm^3 ve sinterlenmesi 1200 °C'de gerçekleşir.

Şamot Kumu: Kırık tane şekilli Şamot aslında ufak tane boyutlu killlerin yanmış halidir. Yanma işlemi 1400 °C de gerçekleştirilir.

Staurolith kumu: Amerika'nın Florida eyaletinde imalatı gerçekleşen Staurolith kumu dökümhanelerde düşük ısıl genleşme katsayısı ve yüksek ısı iletkenliği döküm kusurlarını ve verimliliği düşürdüğü için döküm işleminde kullanılır. Alüminyum, magnezyum, pirinç, bronz ve belirli demirli metalleri içeren çoğu döküm kalıp uygulaması için uygundur.

4. DÖKÜM KUMU ÖZELLİKLERİ, EKLENEN BAĞLAYICILAR VE DİĞER EKLENTİLER

4.1. Döküm Kumu Özellikleri

4.1.1. Yaş Mukavemet

Kalıbın döküm işlemi boyunca sahip olduğu nemi ve şeklini korumaya karşı göstermiş olduğu dirençtir. Belirli etmenler Yaş mukavemeti etkiler;

- Kumun tane boyutu ve şekli: Tane boyutu azaldıkça taneler arası temas yüzeyi artacağından kumun mukavemeti yükselmiş olur. Bu ince taneli kumların, iri taneli kumlardan daha mukavemetli olduğu anlamına gelir. Taneler arası temas yüzeyi tane şekline de bağlıdır. Yuvarlak tanelerin, Köşeli tanelere göre yaş mukavemeti daha fazladır (Zeren, 2013),
- Bağlayıcı miktarı ve türü: Kuma ilave edilecek bağlayıcının miktarı ve türü yaş mukavemete yakından etki eder,
- Nem miktarı: Nem miktarı, yaş mukavemeti önce artırır sonra azaltır.

4.1.2. Gaz Geçirgenliği

Kumun buhar, hava veya gaz geçirebilme özelliğidir. Gaz geçirgenliğini etkileyen faktörler;

- Kumun tane boyutu ve şekli: Büyük taneli kumun, ince taneli kuma göre gaz geçirgenliği daha yüksektir. Geçirgenlik, tanelerin küçülmesiyle azalır. Köşeli taneli kumların geçirgenliğinin yuvarlak taneli kumlara göre daha fazla olmasının sebebi; köşeli taneli kumların, yuvarlak taneli kumlar kadar sık şekilde bir araya gelememesidir,

- Bağlayıcı miktarı ve türü: Kuma ilave edilen bağlayıcının miktarı ve türü, gaz geçirgenliğine doğrudan etki eder,

- Nem miktarı: Nem miktarı arttıkça gaz geçirgenliği önce artıp sonra azalır.

4.1.3. Kuru Mukavemet

Yaş mukavemet ile aynı etmenlerden benzer şekilde etkilenirler. Ancak bağlayıcılar, Yaş ve Kuru mukavemetleri farklı şekilde etkilerler. Örneğin Kalsiyum Bentonitler, Sodyum bentonitlere göre düşük kuru mukavemet, yüksek yaş mukavemete sahiptirler. Sodyum Bentonitler en yüksek Kuru ve Sıcak mukavemete sahiptir. Bentonitlere hububat ve dekstrin ilavesi yüksek kuru mukavemet sağlar (Zeren, 2013).

4.1.4. Tane İnceliği

Belli miktarda bağlayıcı ve nem için ince taneli kum, büyük taneli kuma göre mukavemetli ve az geçirgen bir ortam oluşturur. Tane boyutu inceldikçe, döküm yüzeyi daha düzgün olur. Tane incelik numarası (AFS) elek dizisinde tutulan kumun yüzde oranıyla belirlenir. Her elekte kalan kumun yüzdesi bir önceki elek numarasına tekabül eden katsayı çarpılır ve toplama ilave edilir. Daha sonra bu çarpımların toplamı eleklerde tutulan kumun toplamının yüzdesine bölünür (Zeren, 2013).

4.1.5. Sıcak Mukavemet

Kumun dökülen sıvı metalin sıcaklığına geldiği andaki Sıcak mukavemet, kalıp kumunun katılaşmaya başlayıncaya kadarki süre içerisinde kalıp şeklinin

bozulmaması için gereklidir. Kuru mukavemet ile aynı etmenlerden benzer şekilde etkilenirler.

4.1.6. Dağılabilme Özelliği

Döküm büzüşüp katılaşırken oluşan gerilimlerin etkisi ile kalıbın dağılması özelliğidir. Dağılabilme özelliği, sıcak mukavemet ile beraber düşünülmelidir. Sıcak mukavemet arttıkça dağılabilme özelliği zayıflar. İdeal dökümden istenen kumun yüksek sıcak mukavemet ve iyi dağılabilme özelliğidir. Bu ortam ancak sıcak yırtılma durumunun yaşanmaz ise yakalanabilir (Zeren, 2013).

4.2. Bağlayıcılar

İnorganik ve Organik olmak üzere iki tip bağlayıcı bulunur. Döküm kumlarında en fazla kullanılan inorganik bağlayıcı killerdir. Killer arasında çok tercih edilenler ise Bentonitlerdir. Bentonitler barındırdığı iyon miktarına göre; Sodyum bentoniti ve Kalsiyum bentoniti şeklinde incelenir. Sodyumlulara daha az rastlanır, su eklendiğinde hacmi 5-6 kat artar ve daha çok tercih edilirler. Organik bağlayıcılar ise buğday, mısır unu gibi hububatlardır. Mısır unu, yaş ve kuru mukavemeti yükseltirken Buğday unu ise dağılabilme özelliğini arttırır. Dekstrin bağlayıcıları ise daha fazla kuru mukavemet sağlar fakat yaş mukavemeti düşürür. Reçine bağlayıcılar ise döküm anında sert bir zemin yaratır ve ortamın neminde artışa sebebiyet verir. Bu nedenle reçine bağlayıcılar kalıp ve maçalar ısıtıldıktan sonra kullanılmalıdır (İzgiz, 2011).

4.3. İlave Edilen Diğer Malzemeler

Perlit: Karışıma %0,5-%1,5 oranında ilave edilecek Alüminyum silikat minerali olan perlit, dökümde istenilen ısıl dengenin yakalanmasına yardımcı olur.

Odun talaşı: Kum kalıba eklenecek talaşlar döküm anında yanar ve ısı dengesinin sağlanmasına yardımcı olur.

Silis Tozu: 200 mesh'ten daha ince pulverize silis, %35 oranı kadar 200

mesh'ten ince silisin döküm kumuna eklenmesi kumun sıcak mukavemetini arttırır.

Demir oksit: İnce öğütülmüş hematit cevheri (Fe_2O_3) eklenerek oluşturulan döküm karışımı yüksek sıcak mukavemet sağlar.

Kömür Tozu: Döküm esnasında kömür tozu kullanımı kum taneleri içerisinde gaz perdesi oluşturur. Buda kumlar arasında herhangi bir tepkimenin gerçekleşmesini önlemiş olur. Kalıp kumuna %2,7 oranında ve ince taneli kömür tozu eklenmelidir.

Grafit: Döküm ürününden istenen yüzey kalitesinin sağlanması için grafit kullanılmaktadır. Karışıma %0,2-%2 oranında eklenmektedir.

Fuel oil: Döküm kalıbının şeklini ve ortam neminin dengesini muhafaza etmek amacıyla kullanılır (Dökümtek, 2016).

5. DÖKÜM TEKNOLOJİSİNDEKİ FİZİKSEL RİSK ETMENLERİ

5.1. Titreşim

Kum kalıplarına şekil vermek ve maça yerleştirilmesi için kullanılan tokmaklar işletme çalışanlarında tüm vücutta titreşim maruziyetine sebep olur. Çalışanlar arası düzenli yer değişiklikleri yapıldığı ve diğer standart önlemler alındığı müddetçe yaşanabilecek koordinasyon bozukluklarının önüne geçilmiş olur (Kısa, 2014).

5.2. Gürültülü Ortam

Dökümhane çalışanlarını etkileyen çeşitli gürültü kaynakları bulunmaktadır. Taşlama atölyesi, ağaç model hazırlama bölümü gibi atölyelerde kullanılan makineler gürültünün kaynağını oluşturur. Sıkıntının kaynakta giderilememesi, farklı bölümlerdeki işçiler içerisinde gerekli yer değişikliklerinin yapılmaması ve kişisel koruyucu donanım kullanılmaması işitme kayıplarına sebep olmaktadır (Kısa, 2014).

5.3. Duruş Bozuklukları

Dökümhanelerde kullanılan pota, kalıp, maça gibi çeşitli ağır ekipmanların ve bazen de ürünün kendisinin taşınması ve kullanılması esnasında çalışanların dikkatsiz davranışları sonrasında ergonomik bozukluklar oluşabilmektedir. Bu vakaların önüne geçebilmek için öncelikle çalışma ortamının iyileştirilmesi ve çalışanlara zorunlu eğitimler verilmesi gerekmektedir (Kısa, 2014).



Şekil 2. Döküm kalıba ergimiş metal dökülürken oluşan postür bozukluğu.

5.4. Isıl Stres

Üretimhanedeki döküm ocakları çalışma ortamının ısıl konforunu negatif yönde etkiler. Çalışanların yüksek ısıya maruziyeti aşırı su kayıplarına neden olur. Çalışanlara gerekli molalar verilmesi doğabilecek sağlık sorunlarının önüne geçecektir. 30°C'lik WBGT ölçüm aralığını geçen iş yerlerinde çalışma süresinin ¼'ü kadar dinlenme tavsiye edilir (Kısa, 2014).

6. DÖKÜM TEKNOLOJİSİNDEKİ KİMYASAL RİSK ETMENLERİ

6.1. Ağır Metal Maruziyeti

Külçelerin fırın ve potalardan ergitilip kalıplara dökülmesi esnasında çalışanlar ağır metal gazlarına maruz kalır. Kurşun ve kurşunlu alaşımlara maruz kalan çalışanlarda; Mesleksel olarak kronik inorganik kurşun intoksikasyonları,

insomnia, konfüzyon, konsantrasyon ve hafıza sorunları, anemi, böbrek hasarı, kolik, kas güçsüzlüğü ve ölümle sonuçlanabilen beyin hasarı gibi hastalıklar ortaya çıkabilmektedir (Kısa, 2014).

6.2. Döküm Esnasında Oluşan Çeşitli Gazlara Maruziyet

Kaynak işlemi sırasında ortama azot oksit, karbon monoksit ve karbondioksit gazları, ark kaynakları kullanıldığı vakit ortaya çıkan nitrojen oksit gazları çalışanları olumsuz etkiler.

6.3. Toz Maruziyeti

Döküm işlemi esnasında imalathanede havada asılı toz partikülleri hava teneffüsünde zorluklar yaşatabilir. Gerekli havalandırmanın ve yaşlamanın yapılmaması toz maruziyetini artırır. Bu noktada fazla silis ihtiva eden döküm kumları yerine ikame ürünlerin tercih edilmesi daha doğru olacaktır. Toz maruziyetine sebep veren son etmen ise yanlış kişisel koruyucu ekipmanların kullanılmasıdır (Kısa, 2014).

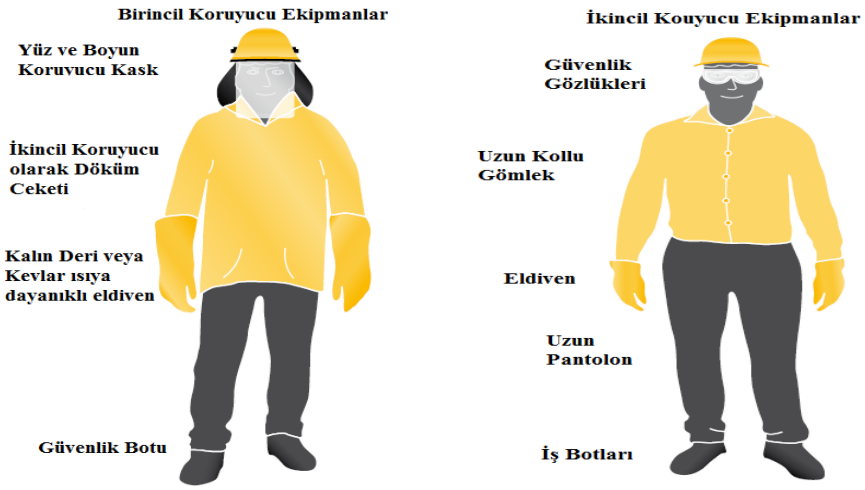
6.4. Maça ve Kalıp Kumlarında Kullanılan Uçucu Maddelere Maruziyet

Maça yapımı esnasında kumları bir arada tutmak amacıyla organik çözücüler döküm kumlarının kalıp parçasından daha kolay ayrılması için ise sprey solventlerden kullanılır. Kullanılan solvent ve uçucularda bulunan benzen vb. gazlar çalışanları olumsuz etkiler.

7. BİRİNCİL VE İKİNCİL KORUYUCU KIYAFETLER

Dökümhanelerde kullanılan başlıca kişisel koruyucu ekipmanlar, koruyucu kıyafetler, toz ve gaz maskeleri, koruyucu kulak tıkaçları şeklinde sıralanabilir. Ayrıca, bir dökümhanede kullanılan koruyucu kıyafetler de risk faktörüne göre birincil ve ikincil koruyucu kıyafetler olarak alt gruplara ayrılmaktadır (Victorian WorkCover Authority, 2008).

Dökümhanelerde kullanılan birincil ve ikincil koruyucu kıyafetlere ait şematik resim Şekil 3'de verilmektedir. Birincil koruyucu kıyafetler, ergimiş metal, curuf veya dros gibi yüksek risk içeren etmenlere direkt maruz kalınabilecek durumlarda kullanılmaktadır. Bu tip kıyafetlerin yanmayı geciktirici özellikte ve konforlu olmaları, ayrıca nefes alıp vermeyi etkilememeleri gerekir. İkincil koruyucu kıyafetler dökümhanelerde günlük giyim amaçlı kullanılır.



Şekil 3. Döküm işlerinde kullanılan birincil ve ikincil kişisel koruyucu kıyafetler (Victorian WorkCover Authority, 2008).

İkincil tipteki kıyafetlerin yanma geciktirici özellikte ve kullanım için konforlu olmaları beklenmektedir. Bu nedenle, kolay alev alabileceği için pamuklu kıyafetler yerine yün esaslı kıyafetler tercih edilmektedir. Kıyafetlerde iyi dizayn edilmemiş cepler, ısıtma sisteminde fırlayan ergimiş metal parçalarının tutulmasına ve bölgesel yanıklara sebep olabilmektedir. Ayrıca kıyafetlerin dikkat çeken renkler olması, çalışanların üretim sahasında daha rahat ayırt edilebilmesini sağlar (Victorian WorkCover Authority 2008).

8. KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMANLARIN SEÇİMİ

Döküm işlemine uygun koruyucu ekipman seçimi; risklerin minimize edilmesi ve çalışanın rahat hareket etmesine engel olabilecek fazla ekipman kullanımının

engellenmesi açılarından önemlidir. Çizelge 1'de döküm operasyonlarında kullanılabilecek kişisel koruyucu ekipmanlara örnekler verilmektedir.

Çizelge 1. Farklı metallerin dökümlerinde ve farklı uygulamalarda kullanılabilecek kişisel koruyucu ekipmanlar (AFS Safety and Health Committee, 2005)

Uygulama	Kişisel Koruyucu Ekipman Malzemesi	Kişisel Koruyucu Ekipman Tipi
Kıyafet	- Alüminyumlu Kevlar - Alüminyumlu pamuk - Deri - Ateşe dayanaklı pamuk (Sadece demir-çelik için) - Yün - Alüminyumlu deri - Alüminyumlu yün - Diğer (Vinex, PR-97, Oasis vb.)	- Mont - Ceket - Önlük - Tozluk - Pantolon - Alt diz koruması
Göz ve yüz koruma	Çeşitli	- Kaynak gözlüğü - Yüz koruyucu şeffaf panel - Renkli cam gözlükler ***Demir:*** *Karartılmış yeşil* ***Çelik:*** *Karartılmış yeşil, Karartılmış kobalt mavisi* ***Pirinç:*** *Karartılmış yeşil, Karartılmış yeşil ile beraber alüminyumlu yüz koruyucu, Karartılmış kobalt mavisi* ***Alüminyum:*** *Şeffaf* ***Magnezyum:*** *Şeffaf*
Baş koruma	Çeşitli	Baret
El koruma	-Deri - Pamuk - Yün - Kevlar - Diğer	- Eldiven - Parmaksız eldiven - Koruyucu bez
Ayak koruma	Çeşitli	- Yanmaya dayanıklı iş botu - Yanmaya dayanıklı ayakkabı tabanları
Kulak koruma	Çeşitli	Kulaklık ve tıkaç
Solunum sistemi koruması	Çeşitli	- Yarım maske - Tam maske - Filtreli maske - Güçlendirilmiş filtreli maske

9. SONUÇLAR

Bu çalışmada döküm işlerinin tarihte ilk nasıl, ne amaçlı kullanılmaya başladığı, gelişen teknolojiyle beraber değişimi ve özellikle günümüz zamanında döküm yapılırken oluşabilecek tehlikeler, bu tehlikelerin yol açacakları risklerden korunma yolları özetlenmiş ve çeşitli döküm kumları incelenmiş hangi tip metal dökümlerinde kullanılması gerektikleri açıklanmıştır. Ayrıca Türkiye'deki döküm işleri ile ilgili yasal mevzuatda irdelenmiştir. Çalışmanın, metal endüstrisinin önemli bir kolu olan döküm işlerindeki çalışma koşullarına pozitif katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Tüdoksad, 2014*"Döküm Sektörü Hakkında Bilgiler ve Türkiye Döküm Tarihi"* Türkiye Döküm Sanayicileri Derneği, İstanbul, http://www.tudoksad.org.tr

WorkSafe Victoria, 2008 *''Compliance Code – Foundries'', Victorian WorkCover Authority*, 1. Baskı, Victoria , Avustralya

AFS Safety and Health Committee (10Q), 2005 *''Guide for Selection and Use of Personal Protective Equipment and Special Clothing for Foundry Operations''*, AFS/OSHA Alliance, Schaumburg, İllinois, A.B.D

Zeren, M. 2013 *"Döküm Teknolojisi ve Prensipleri"* Prof. Dr. Muzaffer Zeren ders notları, Kocaeli Üniversitesi

Kısa, Y. *2014 "Döküm Atölyelerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi"*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırması, Ankara

İzgiz, S. 2011*"Yaş Kalıplama Kumu, Özellikleri, Matematiki İlişkiler ve Karıştırma Etki Derecesi"* Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası Yayın Organı 160. sayı TMMOB, Ankara

Dökümtek, 2016 *"Kalıp Kumu İlave Malzemeleri Nelerdir ?"* http://www.dokumtek.com

MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN THE MARBLE PROCESSING PLANT

E. Bilger, S. Demirci
Çukurova Üniversitesi, Aladağ MYO, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, Adana

ÖZ: Ülkemiz mermer rezervi bakımından dünyada önemli bir yere sahiptir. Sayıları gün geçtikçe artan büyük ve küçük ölçekli mermer ocaklarından çıkartılan bloklar; insan gücünün yoğun kullanıldığı kesim fabrikalarında piyasanın istemiş olduğu standartlarda levha haline getirilmektedir. Mermerin blok halinden kullanıma hazır hale getirilmesi için gerekli prosesler çok aşamalı olup buralarda görev alan işçilerin sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamında bulunmaları büyük önem taşımaktadır. Gerek blokların mermer işleme tesisinin stok sahasına vinç yardımıyla taşınmasında gerekse katrak, ST makineleri, köprü kesme, baş kesme gibi makinelerinde yapılan çalışmalar esnasında işçilerin maruz kalabileceği fizyolojik ve psikolojik olumsuzlukların yanında işçi yaralanma, uzuv kayıp ve hatta ölümle sonuçlanan kazalar meydana gelebilmektedir. Bu çalışmamızda; mermer işleme tesislerindeki çalışan işçilerin maruz kaldığı yüksek risk oluşturan tehlike unsurlarının belirlenerek ortadan kaldırılması veya kabul edilebilir sınırlara getirilebilmesi için çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Risk, İş Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT: *Our country occupies an important position in the world in terms of marble reserve. Extracted from the large and small scaled marble quarries increasing day by day in number, the blocks are slabbed in market-demanded standards at cutting factories where labor force is heavily used. The essential processes for making marble blocks ready-to-use are multi-staged and being in a healthy and safe workplace environment is of capital importance for the employees taking charge in these processes. In addition to the physiological and psychological predicaments employees might be exposed to, the accidents may also happen that ends up with physical injury, loss of limb and even death in the course of both blocks removal to the stockyard of marble processing plant by crane and working with gang saw, ST machines, bridge or head cutting machines. In this study, the solution recommendations are provided in order to*

have the hazards posing a high risk to the employees working in marble processing plants identified and removed or brought within an acceptable range.

Keywords: *Marble, Risk, Occupational Health and Safety.*

1. GİRİŞ

Mermer ve doğal taş sanayisi dünyada olduğu gibi ülkemizde madencilik sektörünün liderlerindendir. Dünyanın rezervinin %40 ının ülkemize ait olduğu bilinmektedir. Yenilemeyen doğal kaynaklardan olan mermer; yüksek dayanım, görsellik ve uzun ömürlü olması özelliklerinden dolayı yapı malzemesi, heykel, mutfak tezgahları vb., alanlarda kullanılmaktadırlar. Geniş kullanım alanı olması sebebiyle talebin artması mermer ocakları ve mermer işleme tesislerini de arttırmıştır. Ayrıca teknolojik gelişmelerin artması da mermer sektöründe olumlu yönde gelişim sağlamıştır (Fırat, 2007).

Mermer işletmeciliği gerek ocak gerekse işleme süreçlerinde işgücü ve teknolojinin ortaklaşa kullanıldığı, çalışma şartları olarak ağır ve riskli bir sektördür. Ülkemizde her köşede mermer işleme tesislerine rastlanmakta ve gün geçtikçe de sayıları artmaktadır. İşletmelerde çok çeşitli makineler kullanılmaktadır. Kullanılan makine ve ekipmanların artması ile alınacak güvenlik önlemleri de çeşitlenerek artmaktadır (Eleren ve Ersoy, 2011).

Mermer işleme tesislerinde işlemler bloklar üzerinde kesim, silim ve cilalama aşamalarında oluşmaktadır. Mermerler genel yapısı ve oluşum şekli itibari ile birbirlerinden farklı kayaç özellikleri gösterirler (Uğur ve Gündüz, 2003). Dünyada teknoloji ve sanayileşmenin artmasıyla iş yerlerinde çalışanların güvenliği ile ilgili ortak sorunlar meydana gelmeye başlamıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte işverenler ve çalışanlar yeni risk ve tehlikeler ile karşılaşmaktadırlar. Bu risk ve tehlikeler iş verimini olumsuz yönde etkileyerek hem maddi hem de manevi zararlara yol açmaktadırlar (Ağca, 2007).

Mermer ocaklarından gelen blokların taşınması, ebatlanması, cilalanması, ambalajlanması, makinalarda kesimi esnasında malzemenin hacminin büyük ve birim hacim ağırlığının fazla olmasından dolayı hatalar yapılarak iş kazalarına ve toz problemi sebebiyle meslek hastalıklarına yol açmaktadır. Kazalar sonucu küçük yaralanma, uzuv kaybı, iş görememezlik ya da ölümle sonuçlanabilmektedir. Sadece kazayı gören işçiler içinde psikolojik travmalar yaşayarak dikkatsizlik, verim düşüklüğüne sebep olmaktadır. İşveren içinde ağır maddi hasarlar, tazminatlar ve cezalar olarak etkilemektedir (Eleren ve Ersoy, 2011).

2. MERMER İŞLEME TESİSLERİ

2.1. Mermer Stok Sahaları

Mermer işleme tesislerinde mermer bloklarının stoklandığı alandır. Bu alanda mermer blokları dışında bir çok ekipman da bulunmaktadır. Maden sektörü ağır çalışma koşulları içerdiği için çalışan personelin mutlak suretle ağır işlerde çalışabilir raporu alması gerekmektedir. Çalışılan ortam normal bir çalışma ortamı olmayıp yüksek miktarda mermer tozu, gürültü, titreşim oluşturmakta ve soğutma amaçlı su kullanıldığı için işçilerin yürüdüğü ve çalıştığı yerler kaygan bir zemin yapısına sahip olması kaza olasılığını arttırmaktadır. Tesis içerisinde yangın ihtimaline karşın öncelikle gerekli tedbirler alınarak, işçilerin bu konuda eğitim alması sağlanmalıdır. Yangın tüplerinin miktarı ve kimyasal özellikleri iş yerine uygun seçilmeli bu söndürme cihazlarının bakımları yetkili kuruluşlara periyodik olarak yaptırılmalıdır. Ayrıca İşletme içerisinde yangın söndürücülerle yapılacak söndürme işlemine engel olabilecek malzemeler ortada bulundurulmamalıdır.

2.2. Elektrik İşleri

Tesisin aydınlatması işçilerin çalışmalarını sağlıklı ve güvenli yapabilmesi açısından çok önemlidir. Tesis içerisinde kullanılan ekipmanlar ve bina

aydınlatmaları için kullanılan elektrik enerjisi kaynaklı ciddi yaralanma ve ölümlü kazalara sebep olabilmektedir. Bunun önüne geçebilmek için öncelikle ekipmanların elektrik bağlantıları sürekli kontrol edilmeli çalışılan ortamda zarar görmüş kablo bağlantılarının olmamasına dikkat edilmelidir. Cihazların topraklamalarının uygun bir şekilde yapıldığından emin olunmalıdır. Bakım işleri kesinlikle işin uzmanları tarafından gerçekleştirilmeli ve kullanılan makinelerin sertifikalı yetkili kuruluşlarla periyodik bakımları yaptırılmalıdır. Tehlike arz eden cihazlarla kesinlikle çalışılmamalı, üretim prosesi bu risk ortadan kaldırılıncaya kadar durdurulmalıdır. İşçiler çalışma esnasında kişisel koruyucular kullanmalıdır. Bu konuda işçilere uzman kişi veya kuruluşlardan destek alınarak gerekli eğitimler verilmeli ve bu eğitimin ardından işçilerin bu kurallara uyup uymadığı sürekli denetlenmelidir. İşçilerin kurallara uyması için gerekli tüm uyarı levhaları tesis içerisine asılmalıdır.

2.3. Vinçler

Plaka işleme istasyonların tümünde taşıma ve ambalajlama işlemleri için tavan vinci kullanılarak yapılmaktadır. Mermer fabrikalarında stok sahasında bloklar üst üste istiflenmesi işletme içerisinde tehlikeli durumlar ortaya çıkarmaktadır. Blokların sahaya taşınması ve sahadan alınan malzemelerin kesim atölyelerine taşınması esnasında çeşitli kaza riskleri oluşmaktadır. Blokların hareketi fabrika içerisindeki vinçlerle sağlanmaktadır. Firmalar özellikle vinçlerin taşıma işlemi esnasında işçilerin tehlike bölgesinden uzaklaşmasını sağlamalıdır. Bu amaçla çalışma öncesinde ışıklı ve sesli uyarı işaretleri ile çalışan işçilerin uyarılması sağlanmalı, ortam güvenliği sağlanmadan çalışanların sahaya girmesine izin verilmemelidir.

Vinçlerle çalışma yapma tecrübe ve titizlik gerektirmektedir. Bu sebepten vinçleri kullanan kişilerin vinç operatörü belgesine sahip olması gerekmektedir. Vinç halatlarının bakımı yapılmalı ve yıpranmış halatlarla kesinlikle çalışılmamalıdır. Halatların taşıyabileceği yük kapasitesinden fazla olan bloklar

kaldırılmaya çalışılmamalı ve üst üste koyulacak bloklar arasına mutlak suretle takoz yerleştirilmelidir.

2.4. Forkliftler

Strip Üretim Hatlarında makineler arası istiflenmiş ve yüzey iş lemi görecek malzemelerin taşıma işlemi forkliftler tarafından yapılmaktadır. Ayrıca fabrika içerisindeki yüklemeler amacıyla da kullanılmaktadır. Tesis içerisinde taşıma işleri için kullanılan forkliftler yalnızca ehliyetli kişiler tarafından kullanılmalı ve bu aracın palet kısmı işçi nakli için kesinlikle kullanılmamalıdır. Forklift ile taşıma yaparken taşıma kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışılan ortam gürültülü olduğu için yalnızca ışıklı ve sesli uyarı sistemi kullanmak forkliftlerin yarattığı riski ortadan kaldırmayacaktır. Bu sebepten dolayı fortkliftlerin hareket hızı oldukça yavaş olmalı ve işletmenin koşullarının elverdiği şekilde bu araçların güzergahı mümkün olduğunca işaretlerle yola işlenmeli, uyarı levhaları ile işçilerin bu alanlara girmemeleri sağlanmalıdır.

2.5. Kimyasal Maddeler

Özellikle mermer içerisindeki boşlukların dolgu malzemesiyle kaplanması veya makine ekipmanların ihtiyacı durumunda kimyasal maddeler tesislerde kullanılabilmektedir. Bu durumda işçiler için bir risk oluşmaması adına işçiler bu kimyasallar hakkında malzeme bilgi formlarına dayalı olarak bilgilendirilmelidir. Dökülmesi ve sıçraması durumunda göz veya deri ile teması sonrasında neler yapılması gerektiği konusunda eğitilmelidir. Mevcut kimyasal maddeler uygun ortamlarda depolanmalı, kullanımı esnasında ise eldiven, gözlük, iş giysisi ve iş ayakkabılarının kullanılması sağlanmalıdır. Ayrıca kimyasal maddelerin kullanıldığı yerde göz duşu ve duş bulunması gerekmektedir.

2.6. Katrak Makineleri

Ocaklardan çıkarılan mermer bloklarının belirli kalınlıkta plakalar halinde kesilmesi amacıyla katrak makineleri kullanılır. Bir çerçeve üzerine birbirine simetrik olarak dizilmiş ve hidrolik sistem yardımıyla gerdirilmiş lamalar, üzerindeki elmas soketler ile çerçevenin ileri – geri (strok) hareketi ile çerçeve altında bulunan vagon içerisindeki bloğun yukarıya hareketi ile kesim işlemi gerçekleşir.

Katrak makinasına blok gelene kadar işletme içerisinde taşınma işlemi için tedbirler alınması gerekmektedir. Öncelikle vagon üzerindeki mermer bloğunun hareket etmesine engel olmak için ahşap kamalarla sabitleştirilmesi sağlanmalıdır. Bu sabitleme işlemi bloğun taşıma ve kesim esnasında titreşim ve baskı altında hareket ederek istenmeyen düzlemler doğrultusunda kesilmesine, parçalanmasına ve bu parçaların etraftaki insanlara zarar vermesine engel olacaktır. Mermer bloğu sabitlenmesi doğru yapılmadığı takdirde çeşitli kazalar yaşanabileceği ve blok kayıpları yüzünden maddi kayıplar meydana gelebilir.

Katrağın kesmeye başlama aşamasında ise düzgün bir kesim yapılması ve herhangi bir kayıp olmaması için katrağın lamalarının ilk hareketine çok dikkat etmek gerekmektedir. Yeterli gerginlik sağlandıktan sonra mermer bloğu üzerinde katrağın lamalarının ilk hareketi verilir. Bu harekete çok yavaş bir şekilde başlanmalıdır ki bu sayede lamaların tam olarak blok üzerine oturtulmalıdır. Aksi durumda ilk harekete çalışma hızına yakın bir hızda başlanırsa oluşacak baskı kuvveti sonucunda lamalar üzerindeki soketler aşırı bir yüke maruz kalacak ve elmas soketler koparak çalışanlara ve etrafa zarar verebilir.

Bir diğer husus ise katrakla kesimi düşünülen bloğun içerisinde bulunabilecek jeolojik kusurların önceden bilinmesidir. Örneğin blok içerisindeki kırık ve çatlak sistemleri, boşluklar ve bünyede tam olarak kayacın bünyesine geçmeyen organik materyaller kesim sırasında parçalanarak etrafa sıçramasına sebep olabilir.

Tıpkı elmas tel kesme makineleriyle ocakta yapılan çalışmalarda olduğu gibi işleme tesislerinde katraklarla yapılan kesimlerde soğutma işlemi de su ile yapılmaktadır. Su kesim esnasında hem soğutma işlemini sağlayarak aşınmayı engellemekte hem de kesilen küçük parçaların ortamdan uzaklaşmasını sağlayarak gereksiz yere güç ve zaman kaybı yaşanmasını önler. Gerekli su miktarı çalışılan malzeme özellikleri ve ilerleme hızı göz önünde bulundurularak optimum düzeyde ayarlanmalıdır. Fazla kullanılan su ekonomik olmayacak ve aşırı su tüketimine sebebiyet vermeyecek kadar az kullanılan su ise soketlerin yeterince soğumamasına neden olacaktır. Bunun sonucu ise elmas soketlerini dönüş esnasında koparak etraftaki çalışanlara çarpma riski oluşturur.

İş sağlığı ve güvenliği açısından katrakların koruyucu muhafazalarının kapalı olması gerekmektedir. Buraların açık olması ciddi yaralanma ve ölümlere neden olmaktadır. Katrağın üzerindeki bloklara çalışanların yaklaşmasına engel olunmalıdır. Vagonlar üzerinde bulunan blokların sabitlenmesi için takozla blok arasına alçı dökülmeli ve bu alçının homojen olarak dağıtılmalıdır. Kesme işlemi kesinlikle işinin ehli eğitimli insanlarla gerçekleştirilmeli ve diğer çalışanların emniyetli alanda bulunmalarına özen gösterilmelidir.

2.7. ST Makineleri

ST Makineleri dairesel bir disk üzerine ısıl işlemlerle yerleştirilen elmas soketler yardımıyla kesme işlemi gerçekleştiren bir sistemdir. Disk çapı 1,8 m ile 3 m arasında değişebilmektedir. İstenilen kesme derinliği göz önünde bulundurularak disk çapı belirlenebilir. Kayış kasnak sistemine bağlı olan bu diskleri çalıştırılacak motor kuvveti uygun güçte seçilmelidir. ST makineleri ile kesim esnasında soğutma sistemi olarak kesim tesislerindeki diğer sistemlerde olduğu gibi suya ihtiyaç duymaktadır.

Kesim işlemi işinin uzmanı çalışanlar tarafından gerçekleştirilmelidir. Zira yüksek hızda dönen dairesel testere çalışanlar için tehlike arz etmektedir. Çalışma esnasında hızla dönen testerenin işçinin dikkatsizliği durumunda el

veya parmaklarının kopmasına veya yüksek hızda dönen soketlerden fırlayacak elmas kesiciler tarafından yaralanmalarına sebep olacaktır.

Kesim tesislerinde Katraklar, ST Makineleri, Köprü Kesme, Baş Kesme, Dolgu Makineleri, Cila Makineleri vb. bir çok ekipman bulunmaktadır. Kullanılan kesim ve cilalama makinelerinin hemen hemen hepsi İş Sağlığı ve Güvenliği açısından yüksek risk taşımaktadır. Kesim işlemi için kullanılan ekipmanların tamamının enerji kaynağı olarak elektrik ile sağlanmaktadır. Bu sebepten dolayı makine ve ekipmanların elektrik donanımlarının iyi izole edilmiş olması gerekmektedir. Bunun dışında hızla dönen diskler ve kesici yüzeyler işçilerde uzuv kayıplarına neden olabilmektedir. Bu sebepten yapılacak işler için acemi kişiler kesinlikle kullanılmamalı prosesin tüm aşamalarında eğitimli insanlar kullanılmalıdır. Islak zeminler, yerlere dağılabilecek yağ veya kimyasallar buralardaki riski yükseltmektedir.

3. SONUÇ

Madencilik sektörünün bir parçası olan mermer işleme tekniklerinin kullanıldığı tesislerde iş sağlığı ve güvenliği hem işveren hem de çalışan açısında önem taşımaktadır. Çalışma ortamlarındaki risklerin ortadan kaldırılması ya da kaldırılamıyor ise kabul edilebilir sınırlara indirilmesi ana hedef olmalıdır. Özellikle bu hususta çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda bilinçli olabilmeleri için gerekli tüm eğitimler verilerek uygulamalarını sağlanmalıdır.

Mermer işleme tesislerinde gürültü, toz ve titreşim ölçümleri cihazlarda hammadde artışından, bakım işlemlerinden sonra kontrol edilmeli yasal sınırlar içerisinde tutularak meslek hastalıkları riski en aza indirilmelidir.

Madencilik sektörü ağı ve tehlikeli olduğu için çalışanların mutlaka ağır ve tehlikeli işlerde ve vardiya sisteminde çalışabilir raporu alması gerekmektedir.

Çalışanlarda işçi sağlığı ve iş güvenliği kültürünü benimsenmesi için yasal sınırlar dahilinde yetkili kişiler tarafından eğitimleri verilmeli ve kişisel

koruyucu donanımları verilerek kullanmaları sağlanmalıdır. Ayrıca çalışan işçilerin iş hekimi tarafından düzenli sağlık kontrolleri yapılarak oluşabilecek enfeksiyon yada bulaşıcı hastalık riskinin önüne geçilmelidir.

Kullanılacak kimyasallar var ise bununla ilgili çalışanlar bilgilendirilerek gerekli önlemle alınıp, ikaz levhaları kullanılmalıdır.

Firmalar işletmelerine risk değerlendirme analizi yaptırarak mevcut veya oluşabilecek riskleri belirlemelidir. Belirlenen sonuçlara göre de işin sağlıklı ve güvenli devam edebilmesi maddi ve manevi zararların önlenebilmesi için gerekli önlemleri almalıdır. Sonuç olarak; işletmelerdeki isg düzenlemeleri iş yerinin üretim kalitesini de arttırmaktadır.

KAYNAKLAR

Fırat B., 2007. *Çukurova Bölgesi mermer potansiyeli ve mermer ocaklarında planlama işleri madencilik projesi*, Çukurova üniversitesi , Müh.-Mim. Fak. Maden mühendisliği Bölümü.

Özçelik, Y., Polat, E., Bayram, F., Ay, A.M. 2004. *Investigation of the effects of textural Properties On Marble Cutting With Diamond Wire*, International Journal Of Rock Mechanics And Mining Sciences. V 41, N Suppl., P. 1b 06 1-7.

Uğur, İ. Ve Gündüz, L., 2003. *Mermer İşleme Fabrikalarında Dar Silim-Geniş Silim Ve Honlama İşlemlerinde Silim Karakteristiklerinin İrdelenmesi* .Türkiye Iv. Mermer Sempozyumu (Mersem'2003) Bildiriler Kitabı 18-19 Aralık.

Eleren, A., Ersoy, M., 2011. *Mermer Ocaklarinda Elmastelve Kollu Kesiciyle Kesme Teknolojilerinin İş Güvenliği Bakimindan Karşilaştirilmasinda Hata Türü Etki Analizi Yönteminin Uygulanmasi*. Türk Bİlim Araştırma Vakfı. Cilt:4, Sayı:11, Sayfa:9-19.

Ağca., E., 2007. *Mermer Fabrikalarında İş Güvenliği Rİsk Analizi.* Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İŞ KAZALARININ ANALİZİ – ÖRNEK ÇALIŞMA

ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS FROM THE POINT OF THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY – A CASE DTUDY

S. Düzyol, A. Dursun, H. O. Cihan
Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

ÖZ: Önceden planlanmamış, çoğu kez kişisel yaralanmalara ve üretimin bir süre durmasına yol açan iş kazaları, başta kazaya uğrayan çalışanlar olmak üzere işverenleri ve tüm toplumu ilgilendiren ve katlanılması gereken ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Günümüzde önleyici/proaktif iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımı ile iş kazaları ve meslek hastalıkları oluşmadan, olası tehlikelerin belirlenmesi ve gereken önlemlerin alınması hedeflenmektedir. Dolayısıyla işyerlerinde meydana gelen kazaların analizi ile eksik ve aksayan yönlerin tespit edilmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, bir yeraltı kömür ocağında son 6 yıl içinde meydana gelmiş olan iş kazalarının çözümlenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla iş yerinden elde edilen veriler ışığında; iş yeri organizasyonu, çalışanların eğitim durumları, deneyimi, görevleri ile birlikte meydana gelen kazaların nedenleri, oluşan zararın niteliğine ve olayın meydana geliş şekline göre yıllar bazında sınıflandırılarak detaylandırılmıştır. Ayrıca kaza sıklık oranı, kaza ağırlık oranı ve kaza olabilirlik oranı hesaplanarak istatistiksel olarak anlamlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş Kazası, Kaza Sıklık Oranı, Kaza Ağırlık Oranı, Kaza Olabilirlik Oranı.

ABSTRACT: *Accidents at work not planned in advance, mostly leading to personal injuries and ceasing of production for a while, have serious consequences for employers, especially occupants who had an accident and entire society to put up with. Nowadays, it is aimed to identify the possible hazards and take necessary precautions before the work accidents and the occupational diseases take place by means of preventive/proactive occupational health and safety approach. Therefore, it is very important to determine the incomplete and failing aspects by analysing the accidents in the workplaces. In the present study, the accidents that have occurred at work in the last 6 years in an underground colliery was tried to analyse. For this purpose, in the light of the data obtained from the work place; the organization of the work place in concern; the educational status of the labours, the experiences and duties of*

workers with the causes of the accidents, the nature of the damages that occurred and the way in which the event took place were classified and detailed in the annual bases. In addition, the accident frequency ratio, the accident weight ratio and the accident likelihood ratio were calculated and statistically determined.

Keywords: *Work Accident, Accident Frequency Ratio, Accident Weight Ratio, Accident Likelihood Ratio.*

1. GİRİŞ

Gelişen dünyada endüstriyel ve teknolojik gelişmeler, iş yerinde çalışanların güvenliği ile ilgili birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir. Özellikle madencilik sektörü bilgi, deneyim, uzmanlık gibi birtakım özellikler arz etmekte ve sürekli denetim gerektirmektedir. Bu sektörde oluşan kazalar, neden oldukları maddi kayıpların yanında, ölüm, yaralanma, sakat kalma gibi pek çok ciddi sorunları da beraberinde getirmektedir (Güyagüler vd., 1993; Arıtan ve Ataman, 2017).

İş Sağlığı ve Güvenliği kavramı ile tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de proaktif bir yaklaşım yani işletmede oluşabilecek tehlikelerin ve risklerin öngörülmesi ve risk değerlendirmesi ile bunların kabul edilebilir olup olmadığına karar verilmesi benimsenmiştir (Dağ, 2011). Böylece iş yerlerinin sağlıklı, güvenli, çalışan personellerin yaşamlarını tehdit etmeyecek şekilde düzenlenmiş bir ortam haline getirmek mümkün olabilecektir.

İşyerlerinde eksik ve aksayan yönlerin tespit edilerek gerekli önlemlerin alınmasının diğer bir yolu da o işyerinde meydana gelmiş kazaların incelenerek değerlendirilmesidir. Bu değerlendirmelerin sonuçlarının başarılı olması, kayıtların detaylı ve düzenli tutulmasına bağlıdır.

Her işletmenin kendine özgü bir yapısı olması nedeniyle iş kazası istatistiklerinin oluşturulmasında kullanılan sayısal değerler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Kaza sıklık oranı, kaza ağırlık oranı ve kaza olabilirlik oranı

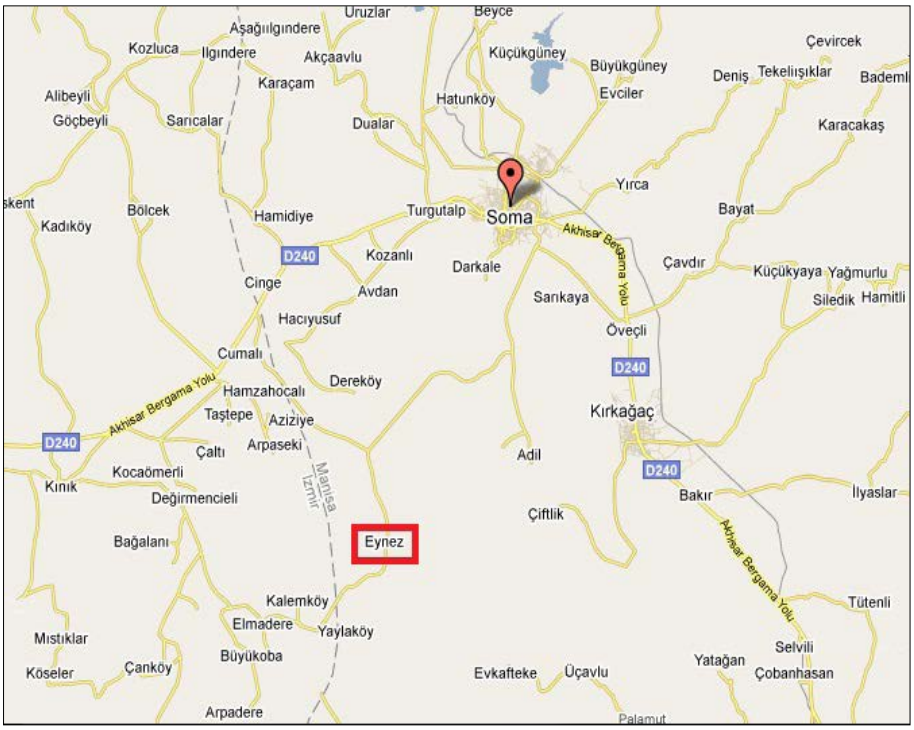
olarak bilinen iş kazası oranlarının dikkate alınmasıyla bu karşılaştırmalar anlamlı hale getirilmektedir.

Bu çalışmada Soma İmbat Madencilik kömür işletmesindeki iş kazaları işletmeden elde edilen veriler dikkate alınarak değerlendirilmiş, kaza sıklık oranı, kaza ağırlık oranı ve kaza olabilirlik oranı hesaplanmıştır.

2. İŞ KAZALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ – ÖRNEK İŞLETME

2.1. İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Bu çalışmaya konu olan "İmbat Madencilik Enerji Turizm Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi" 2002 tarihinde kurulmuş olup ilk yıllarda kömür pazarlama faaliyetlerinde bulunmuştur. 2004 yılında TKİ Genel Müdürlüğü ile rödovans sözleşmesi imzaladıktan sonra "yeraltından linyit kömürünün çıkarılması, zenginleştirilmesi ve torbalanması" faaliyetlerine başlamış ve halen bu faaliyetlerini sürdürmektedir. İşletmenin faaliyette bulunduğu Eynez Havzası; Manisa ili, Soma ilçesinin yaklaşık 25-30 km güneybatısındaki Eynez Mahallesi civarında bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İmbat madencilik yerbulduru haritası

İşletilebilir kömür rezervinin yaklaşık 33 milyon ton olduğu ve bu rezervin 4 milyon tonunun ana nakliye desandreleri, pano sınırları ve fay zonlarında topuk olarak bırakılacağı geriye kalan 29 milyon ton rezervin ise üretim panolarından üretileceği işletme tarafından belirtilmiştir (İMBAT kişisel görüşme). İMBAT Madencilik Soma kömür işletmesinde 2016 yılı içinde, 5619'u yeraltında ve 585'i yerüstünde olmak üzere toplam 6204 kişi istihdam edilmektedir. Yeraltı ve yerüstünde çalışan teknik personelin görev dağılımı ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İMBAT madencilik teknik personel durumu

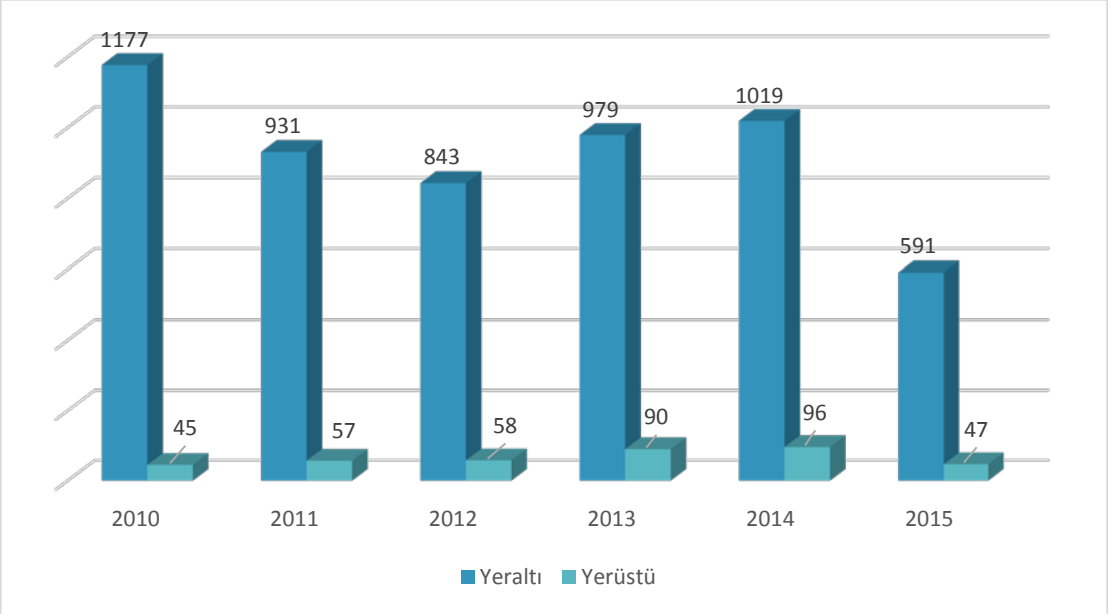
YERALTI		YERÜSTÜ	
Görevi	Sayı	Görevi	Sayı
Baş Mühendis	2	Cevher Hazırlama Mühendisi	1
Maden Mühendisi	20	Elektrik Mühendisi	1
Demir Yolu Nakliye Baş Müh.	1	Jeofizik Mühendisi	1
Elektrik-Elektronik Mühendisi	9	Jeoloji Mühendisi	1
Havalandırma ve Tozla Mücadele Baş Mühendisi	1	Kömür Hazırlamadan Sorumlu Baş Mühendis	1
Hazırlık Nakliye Baş Mühendisi	1	Maden Mühendisi	2
Mekanik Tahkimat Baş Mühendisi	1	Metalurji ve Malzeme Mühendisi	1
İSG Mühendisi	1	*TOPLAM*	*8*
İSG Baş Mühendisi	1	Bilgisayar Teknikeri	1
Jeoloji Mühendisi	5	Elektrik Teknikeri	1
Makine Mühendisi	11	Vardiya Teknikeri	1
Metalurji ve Malzeme Mühendisi	1	Makine Teknikeri	4
İSG Vardiya Mühendisi	33	*TOPLAM*	*7*
Ocak Mühendisi	2		
Patlatma Mühendisi	1		
Vardiya Mühendisi	26		
TOPLAM	*116*		
Elektrik Teknikeri.	34		
Elektronik Teknikeri	5		
Maden Teknikeri	10		
Makine Teknikeri	16		
İSG Vardiya Sorumlusu Teknikeri	2		
Eğitim Teknikeri	1		
Endüstriyel Otomasyon Teknikeri	1		
İSG Vardiya Teknikeri	16		
Metal İşleri Teknikeri	2		
TOPLAM	*87*		

2.2. 2010-2015 Yılları Arası Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi

İşletmede 2010-2015 yılları arasında gerçekleşen kaza sayıları çalışan sayısı, yıllık kömür üretimi ve yıllar bazında Çizelge 2'de verilmiştir. 2010 yılından itibaren çalışan sayısının artmasına bağlı olarak kömür üretiminin de arttığı görülmektedir. 2010-2015 yılları arasında işletmede toplam 5933 adet iş kazası meydana gelmiştir. Gerçekleşen bu kazaların 5,540 adedi (%93,4) yeraltında ve 393 (%6,6) adedi yerüstünde meydana gelmiştir (Şekil 2). Şekil 2'deki veriler incelendiğinde, yeraltında gerçekleşen kazalar sayıca en fazla 2010 yılında en az ise 2015 yılında gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. İşletmenin 2010-2015 yılları arasındaki çalışan sayısı, kömür üretimi ve gerçekleşen kaza sayısı

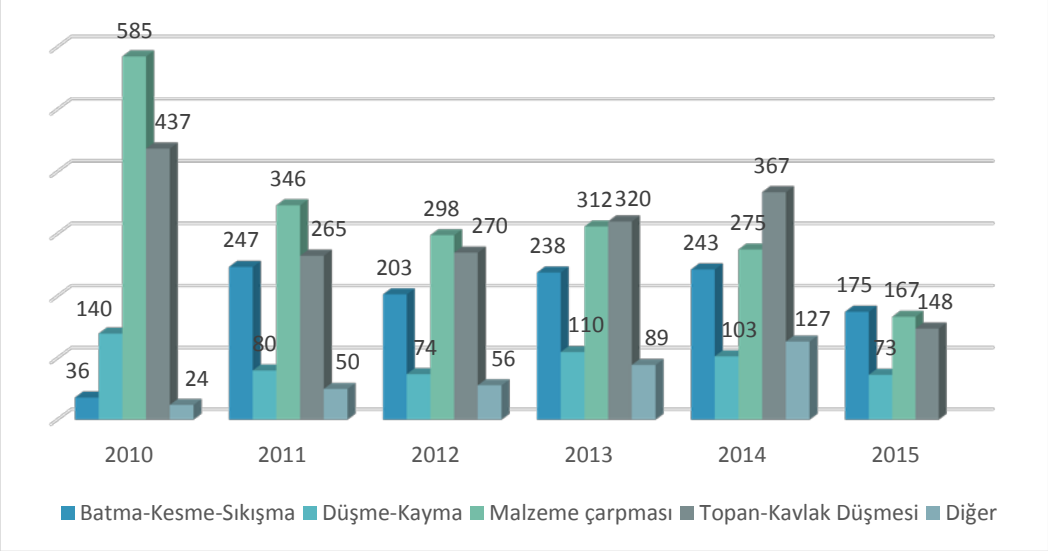
Yıl	Çalışan Sayısı	Üretim (milyon ton)	Gerçekleşen Kaza Sayısı
2010	3,160	3,4	1,222
2011	3,339	4,3	988
2012	3,294	4,2	901
2013	3,887	5,5	1,069
2014	4,490	5,7	1,115
2015	5,637	5,5	638



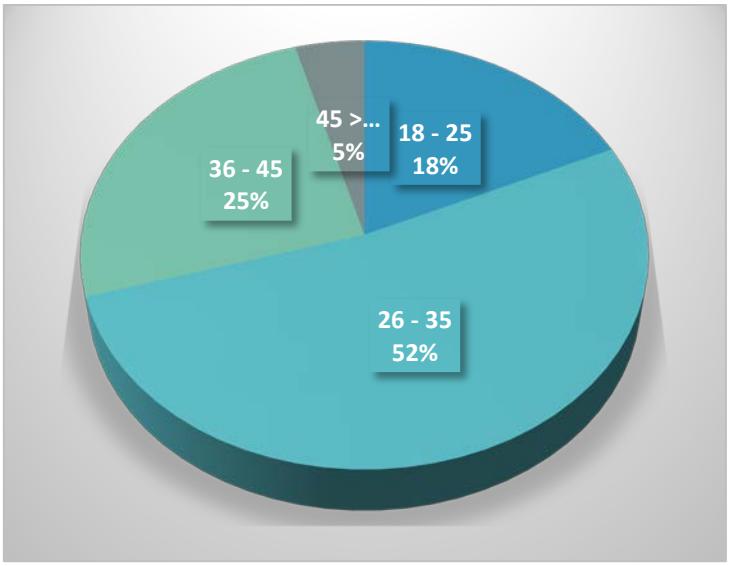
Şekil 2. 2010-2015 yılları arası meydana gelen kazaların yıllara ve kazaların gerçekleştiği yere göre dağılımı

2010-2015 yılları arası gerçekleşen kazalar oluş nedenlerine göre, batma-kesme-sıkışma, düşme-kayma, malzeme çarpması, topan-kavlak düşmesi ve diğer olarak gruplandırılmış ve yıllara bağlı olarak Şekil 3'te verilmiştir. Kaza oluş nedenleri incelendiğinde; batma-kesme-sıkışma, malzeme çarpması ve topan-kavlak düşmesinin en çok kazaya sebebiyet veren durumlar oldukları görülmektedir. Malzeme çarpması sonucu oluşan kaza sayılarında 2010 yılından sonraki yıllarda azama gözlenirken, batma-kesme-sıkışma nedeniyle oluşan kazalarda ise belirgin bir artış gözlenmiştir. 2010 yılında bu nedenle 36 adet kaza kayda geçmişken 2011 yılında bu rakam 247'ye yükselmiş ve sonraki yıllarda da yaklaşık seviyelerde kalmıştır.

Genel olarak işletmelerde çalışan genç işçilerin kazalara daha fazla uğradıkları bilindiğinden dolayı bu çalışmaya konu olan işletmede kazaya uğrayan çalışanların yaşları da incelenen parametrelerden biri olmuştur. 2010-2015 yıllarına ait kaza kayıtlarından kazazedelerin yaşları gruplandırılmış ve yaş grupları ile kazaya uğrama yüzdeleri Şekil 4'te verilmiştir. 26-35 yaş arası kazazedeler toplam gerçekleşen kazaların %52'sini oluşturmaktadır. 18-35 yaş aralığındaki işçilerin kazalanma yüzdesinin ise %70 olduğu dolayısı ile genç yaştaki işçilerin işletmede en fazla kazaya uğradıkları tespit edilmiştir.

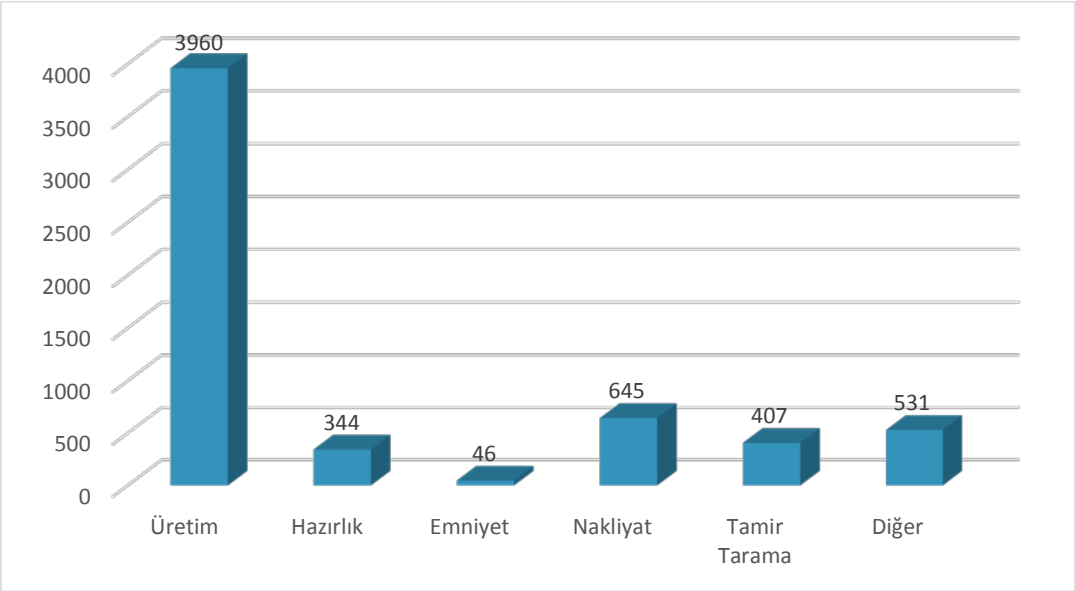


Şekil 3. 2010-2015 yılları arası meydana gelen kazaların oluş nedenlerine göre dağılımı

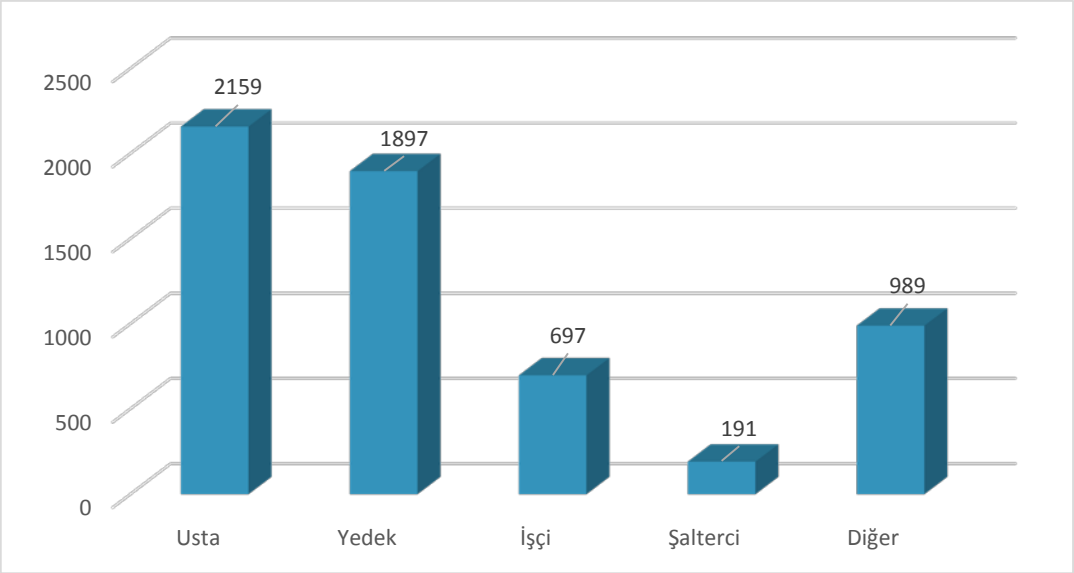


Şekil 4. Kazazedelerin yaş grupları ve kazalanma yüzdeleri.

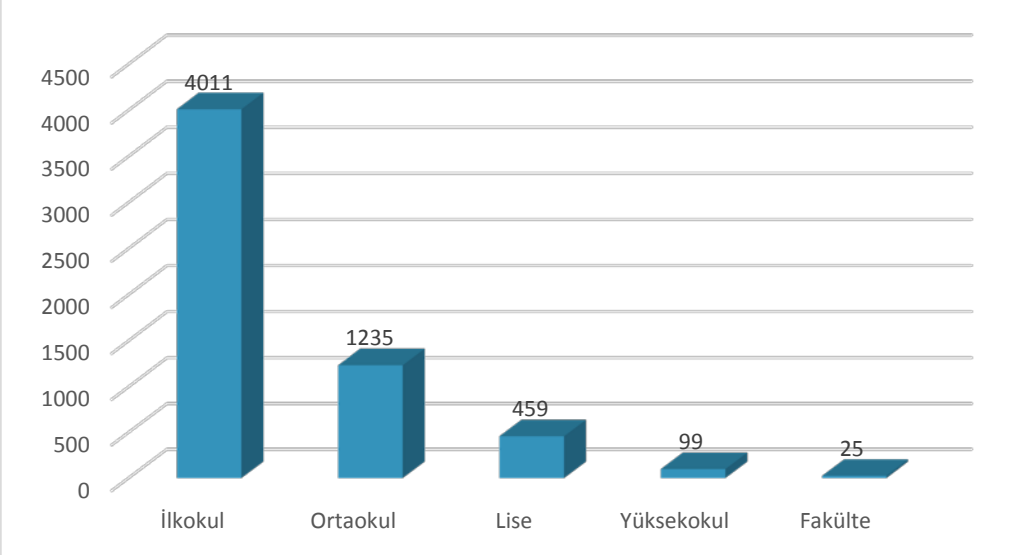
2010-2015 yılları arası 5933 adet gerçekleşmiş olan kazaya uğrayan kazazedelerin çalıştıkları bölümler, görevleri ve eğitim durumları Şekil 5, 6 ve 7'de sırası ile verilmiştir. En fazla kazanın üretim bölümünde meydana geldiği (%66,7) ve kazazedelerin büyük oranda (%68,4) usta ve yedek işçilerden oluştuğu görülmektedir. Yine gerçekleşen kazaların 4,011 adedine (%67,6) ilkokul, 1,235 adedine ise (%20,8) ortaokul mezunu olan işçiler maruz kalmıştır. Fakülte mezunu olan kazazedelerin oranı ise %0,4'tür.



Şekil 5. Kazazedelerin çalıştıkları bölümler



Şekil 6. Kazazedelerin görevleri



Şekil 7. Kazazedelerin eğitim durumları

2010-2015 yılları arasında meydana gelen kazalar, oluşan zararın niteliğine göre 4 kategoriye ayrılarak gruplandırılmış ve Çizelge 3'te verilmiştir. Burada; kategori 1 ölümle sonuçlanan kazayı, kategori 2 uzuv kayıplı kazayı, kategori 3 ağır yaralanma ile sonuçlanan kazayı ve kategori 4 hafif yaralanma ile sonuçlanan kazayı ifade etmektedir.

İşletmede 2010 ve 2012 yıllarında ölümlü kaza meydana gelmemiştir. Ancak 2013 yılında iki adet ölümle sonuçlanan kazanın olduğu görülmektedir.

2012 ve 2014 yılında sırasıyla 6 ve 7 adet uzuv kayıplı kaza meydana gelmiş olup 2011 yılında uzuv kayıplı kaza meydana gelmemiştir. 2010 yılı içinde kaza sayısının fazla olmasına rağmen bu kazaların büyük çoğunluğu hafif yaralanma ile sonuçlanmıştır. 2015 yılında ise 1 adet ölümlü kaza 4 adet uzuv kayıplı kaza meydana gelmiş olup diğer yıllarla kıyaslandığında en az kazanın meydana geldiği yıl olarak ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 3. Oluşan zararın niteliğine göre 2010-2015 yılları arası gerçekleşen kaza sayıları

Yıl	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
2010	-	4	210	1,008
2011	1	-	135	852
2012	-	6	79	816
2013	2	4	126	937
2014	1	7	150	457
2015	1	4	165	468

2.3. İş Kazası Oranları

Bu çalışmada, kaza sıklık oranı, kaza ağırlık oranı ve kaza olabilirlik oranı yıllar bazında aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Balcı vd., 1998). Hesaplamalarda kullanılan veriler işletmeden alınmış ve elde edilen sonuçlar ile birlikte Çizelge 4'te verilmiştir. Kaza ağırlık oranı hesaplanırken bir takvim yılında gerçekleşen her ölümlü kaza için, kazadan dolayı iş günü kaybına 7500 gün eklenmiştir. 24 sayısı, işletmede üretimin kesintisiz devam ettiği anlamına gelmektedir.

$$\text{Kaza Sıklık Oranı} = \text{Toplam kaza sayısı} * 10^6 / (\text{Çalışılan gün sayısı} * \text{İşçi sayısı} * 24) \quad (1)$$

$$\text{Kaza Ağırlık Oranı} = \text{Kazadan dolayı iş günü kaybı} * 10^3 / (\text{Çalışılan gün sayısı} * \text{İşçi sayısı} * 24) \quad (2)$$

$$\text{Kaza Olabilirlik Oranı} = \text{Toplam kaza sayısı} * 10^5 / \text{İşçi sayısı} \quad (3)$$

Çizelge 4. 2010-2015 yıllarındaki iş kazası oranları.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Toplam kaza sayısı	1,222	988	901	1069	1,115	638
Çalışılan Gün Sayısı	343	343	342	343	347	342
İşçi Sayısı	3,160	3,339	3,294	3,887	4,490	5637
Kazadan Dolayı İş Günü Kaybı	21,585	26,611	17,109	35,776	34,259	21,435
Kaza Sıklık Oranı	46,9	35,9	33,3	33,4	29,8	13,8
Kaza Ağırlık Oranı	0,83	1,24	0,63	1,58	1,1	0,63
Kaza Olabilirlik Oranı	38,7	29,6	27,4	27,5	24,8	11,3

Kaza sıklık oranı, her milyon saat çalışma süresi başına gerçekleşen kaza sayısını ifade etmekte olup 2010 yılında en yüksek 2015 yılında ise en az olduğu görülmektedir.

Kaza ağırlık oranı, her 1000 saat çalışma süresinde yaşanan iş günü kaybını gösteren bir oran olup 2013 yılında en büyük değeri aldığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ise 2013 yılında 2 adet ölümlü kazanın gerçekleşmiş olmasıdır.

Kaza olabilirlik oranı ise bir işletmede 100,000 işçi başına düşen kaza sayısını belirtmektedir. 2010-2015 yılları arasında bu oranın en fazla 2010 yılında, en az ise 2015 yılında elde edildiği görülmektedir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, İMBAT Madencilik kömür işletmesine ait 2010-2015 yılı iş kazası verileri değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

İşletmede belirtilen yıllar arasında 5933 adet iş kazası gerçekleşmiş ve bunların 5 adedi ölüm ile sonuçlanmıştır. İşletmede yeraltı üretimi yapılması dolayısıyla, kazaların %93,4'ü yeraltında ve %66,7'si üretim bölümünde meydana gelmiştir. İncelenen 6 yıllık periyotta sayıca en fazla kaza 2010 yılında en az ise 2015 yılında gerçekleşmiş olup bu kazaların nedenleri çoğunlukla batma-kesme-sıkışma, malzeme çarpması ve topan-kavlak düşmesi olduğu

belirlenmiştir. Genç yaştaki işçilerin %70 gibi yüksek bir oranla kazaya maruz kalmakta ve yine kazazedelerin %68,4'ü usta ve yedek işçilerden oluşmaktadır. Bu işçilerin büyük bir çoğunluğu ilk ve ortaokul mezunudur. İşletmede son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği alanında konuya verilen önem, yapılan yatırımlar ve eğitim çalışmalarının atmış olması neticesinde kaza oranlarında 2015 yılında ciddi bir azalma dikkati çekmektedir.

KAYNAKLAR

Arıtan, A. E., ve Ataman, 2017. *Kaza Oranları Hesaplamalarıyla İş Kazası Analizi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 239-246.

Balcı, B., Balcı, Ö., Taçkın, E. ve Yerden, E. A., 2013. *İş Kazalarında Mali Kayıplar*, İstanbul Sosyal Bilimler Dergisi, 72-74.

Dağ, 2011, *Park Elektrik Siirt Madenköy Bakır İşletmesindeki İş Güvenliği Uygulamaları ve Risk Değerlendirmesi*, Çukurova Üniversitesi, F.B.E.,Yüksek Lisans Tezi, s.90.

Güyagüler, T., Bozkurt, R., ve Önder, Ü. Y., 1993. *Kömür Madenciliğinde İş Kazalarının İstatistiksel ve Ekonomik Analizi*, 13. Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, 102-113.

İMBAT kişisel görüşme

PROMISING TOOLS FOR RISK ASSESSMENT WITH RISK MANAGEMENT IN MINING INDUSTRY

H. Vapur, S. Bendouma
Cukurova University, Mining Engineering Department, Adana

ABSTRACT: Occupational health and safety (OHS) is a very important component of mining industry because of its direct contribution to the economic development, efficiency and success of any project. The coupling between the ontology and the knowledge base allow to automate and facilitate several tasks (control and prevention of risks) and also to make a link between the conceptual model and the technical means in order to make a successful prevention plan. This article describes risk assessment and risk management in mining and some promising tools that can help mining companies improve their social, environmental and economic performance through its various activities to analyze, assess risks and conduct accident-cause investigations to define action and prevention plans.

Keywords: Risk Management, Assessment, Mining, Software.

ÖZ: *İş sağlığı ve güvenliği, herhangi bir projenin ekonomik kalkınmasına, verimliliğine ve başarısına doğrudan katkısı nedeniyle madencilik endüstrisinin çok önemli bir bileşenidir. Ontoloji ile bilgi tabanı arasındaki bağ, birkaç görevin (risklerin kontrolü ve önlenmesi) otomatikleştirilmesini ve kolaylaştırılmasını ve başarılı bir önleme planının oluşturulması için kavramsal model ile teknik araç arasında bir bağ oluşturmayı sağlar. Bu makale madencilikte risk değerlendirmesi ve risk yönetimi ve madencilik şirketlerinin sosyal, çevresel ve ekonomik performanslarını, çeşitli faaliyetleri ile analiz etmeleri, riskleri değerlendirmeleri ve kazaya neden olan soruşturmalarla eylem ve önleme planlarını tanımlamaları için yardımcı olabilecek bazı umut verici araçları açıklamaktadır.*

Anahtar Kelimeler: *Risk Yönetimi, Değerlendirme, Madencilik, Paket Program.*

1. INTRODUCTION

There are a significant number of hazards in the mining sector that can pose a potential risk to the environment and humans. Each mining or industrial company

must evaluate the unavoidable risks by drawing up an inventory and implementing a policy of prevention in order to attend a better level of protection. Due to the appearance of advancing technologies, managing and preventing risk can be established effectively and much faster compared to the old times. In this paper, some softwares (*GoldSim Technology Group, @Risk* etc.) made for managing and preventing risks were discussed as popular risk prevention and management methods. Besides, some practical applications and recommends were pointed out for underground mining activities to prevent incidents or accidents in Turkey.

2. METHODS AND MATERIALS USED FOR RISK ASSESSMENT AND RISK MANAGEMENT

Risk is inherited need to manage in all sectors. This should be recognized as of fundamental importance to all managers. The prevention of occupational risks includes collective or individual actions that avoid or reduce the impact of a hazard arising from work or its environment (Figure 1).



Figure 1. Risk assessment process in details (HB 436, 2004)

Effective method must therefore be necessarily take into account the human factor and not limit itself to the analysis of technical and organizational prevention and the implementation of the resulting measures. An accident is the result of

causes related to technical, human, organizational factors or the joint impact of them. Prevention must address all these factors that can be called into question in the genesis of an occupational accident or disease to analyze them in order to detect the importance of their isolated or combined effects, and find ways and means to eradicate them if possible (ACMI, 2007). Identify risks involves screening the workplace to identify potential sources and determination of exposures with in proper observations or audits. This analyze is done by the probability of an event, the potential consequences and their magnitude in order to estimate the level of risk. It is a semi-quantitative method where probabilities and consequences (severity) are categorized (Ringdahl, 2013). By using OHS management systems organisations will be able to demonstrate legislative compliance, their commitment to health and safety and improved standards in the management and control of risk (Figure 2). As a direct outcome there should be a reduction in accidents, ill-health, insurance claims, downtime and overall cost savings (RSC, 2014).

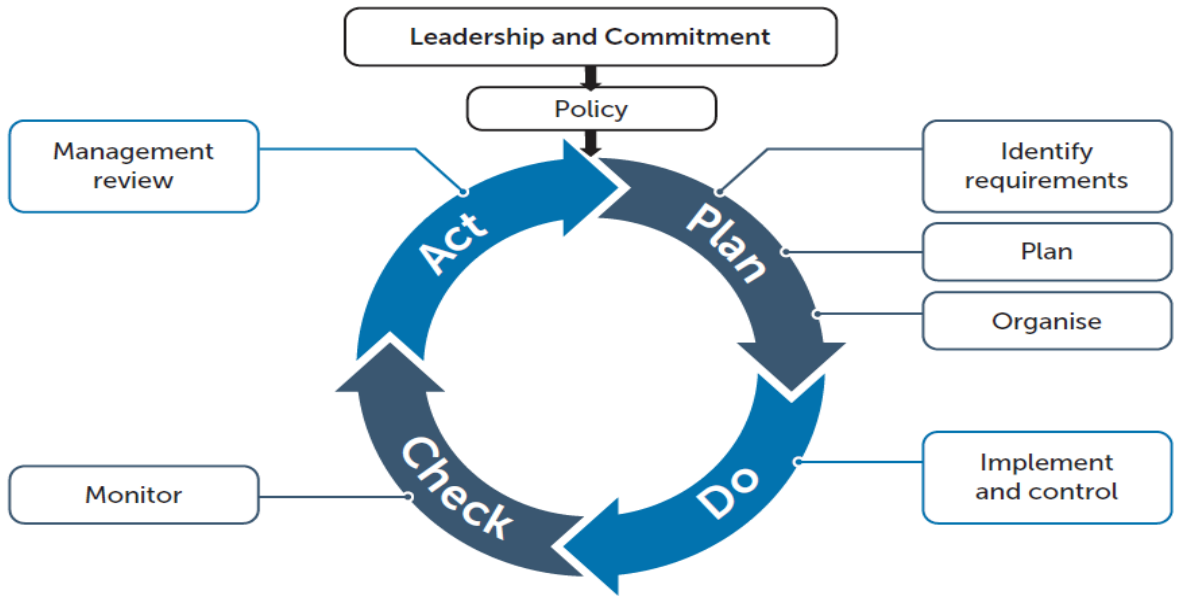


Figure 2. Plan-Do-Check-Act (PUKÖ Döngüsü) Management Model (Alli, 2008; RSC, 2014)

The simplest matrices interpret risk as the combination of consequence (severity) and Likelihood (frequency) (Arezes et al, 2006). Risk rating can be calculated by using the following formulas (Thapa, 2015): Where R_h= Risk from an undesirable event (h); ***Consequence*** $_i$ of undesirable event (h); ***Frequency of consequence*** $_i$ resulting from event h **(Eqn.1)**. If more than one type of receptor can be impacted by an event, then the total risk from an undesirable event can be calculated as **(Eqn.2)**: Where **k** is each receptor (people; equipment, environment…). General risk can also be defined as the product of probability of unsatisfactory performance and the cost of consequence or severity, as given in the following formula **(Eqn. 3)**: Where **Pf** = the probability; **CC**= consequence.

$$Risk_h = \sum_{i=1}^{N} Consequence_{i,h} * Frequency_{i,h} \quad (1)$$

$$Risk_h = \sim_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{N} Consequence_{i,h,k} * Frequency_{i,h,k} \quad (2)$$

$$Risk = P_f * CC \quad (3)$$

The estimated probability of unsatisfactory performance is then rated and categorized according to Table 1. The result allows us to classify the risk from negligible through low, medium/moderate, and high to very high/critical given in Table 2 with The Decision Matrix Risk-Assessment Technique (**DMRA**).

Table 1. Probability of unsatisfactory performances (Abdellah et al, 2012)

Rating	Ranking	P_f	
1	Rare	<5%	May occur in exceptional circumstances
2	Unlikely	5%-20%	Could occur at some time
3	Possible	20-60%	Might occur at some time
4	Likely	60-85%	Will probably occur in most circumstances
5	Certain	>85%	Expected to occur in most circumstances

Table 2. Risk Matrix (5x5)

Rank	L1 certain	L2 likely	L3 Possible	L4 Unlikely	L5 Rare
C1 Catastrophic	1	2	4	7	11
C2 Major	3	5	8	12	16
C3 Moderate	6	9	13	17	20
C4 Minor	10	14	18	21	23
C5 Insignificant	15	19	22	24	25

High Risk 1-6 Medium Risk 7-15 Low Risk 16-25

2.1. Advanced Risk Assessment Techniques

There are many methods and techniques for identifying hazards and risks. There is no single correct method for a particular situation, so the nature of the mine and the selected extraction and processing methods should be considered. A combination of appropriate techniques can ensure perfect identification of hazards and incidents. (ACMI, 2007) These methods can be divided into three categories:

A) Quantitative methods: PRAT Technique, The Decision Matrix Risk-Assessment Technique (**DMRA**), Quantitative Risk Assessments Technique (**QRA**), CREA Clinical Risk and Error Analysis Method.

B) Qualitative methods: Check list, What if analysis, Safety audits, Task analysis, Hazard and operability studies (**HAZOP**), Preliminary Endangerment Assessment Method (**PEA**) etc.

C) Hybrid methods: Fault tree analysis (**FTA**), Event tree analysis (**ETA**), **Risk**-based monitoring (**RBM**) etc.

2.2. E-tools for effective risk assessment

From the decision to open a new mine to the decision to close it, the resulting risks must be assessed. Here are a few different risk assessment e-tools where data are used to analyze and calculate the frequency and severity of hazards to assess risks and establish appropriate prevention plans (Table 3). New technologies and the use of e-tool for mining risk analysis can improve reporting on OSH and facilitate

access to timely information in order resolve and prevent any kind of problem at a very short time, for this purpose, the integration of e-tools specific to each mining activity is strongly recommended to the department of health and safety.

Table 3 Some of promising softwares for risk assessment or management

Software	Description
FTA-Pro	The fault tree is an analytical technique (Vesely et al, 1981). This enables you to incorporate risk (random events & the chain of consequences) into your project scheduling. FTA-Pro allows companies to reduce design flaws, product recalls and downtime production. The result is reliable and high-quality production capacity (Infomine, 2017).
Preventeo	It is an integrated software suite designed to perform a risk assessment by identifying, evaluating all potential risks and proposes risk sheets local projects. • **Evaluteo** allows analyzing risks (frequency, severity, and risk control coefficients) to establish preventive measures of risks control. • **Expositeo** This is software for specific risk assessment for OHS. • **Chimiteo** Specific Software for Health and safety at work, used to evaluate chemical risks. • **Rexteo** Allows declaring failures and incidences; developing preliminary or in-depth investigations and select corrective and preventive measures following the analysis of the causes of the failure, incident or accident.
GoldSim ***Technology Group Code***	That supports risk analysis by simulating future performance while quantitatively representing the uncertainty and risks inherent in all complex systems. This software can be used in these aspects of mining risk assessment: Mine Water Balance and Waste Management ; Radioactive and Hazardous Waste Management; Human Health Risk Assessment. In addition to **Vose** Software which provides three excel based products with varying degrees of expense and complexity. These include: Model Risk Standard (STD); Model Risk Professional (PRO) and Model Risk Industrial (IND): Is the high end risk analysis product (Infomine).

3. CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Strategies for the prevention of occupational risks consist in finding the optimal solutions for allocating resources dedicated to safety and improving working conditions, with a view to minimizing the overall criticality level or determining the optimum investment in prevention and protection measures necessary to achieve an acceptable level of risk (Figure 3).

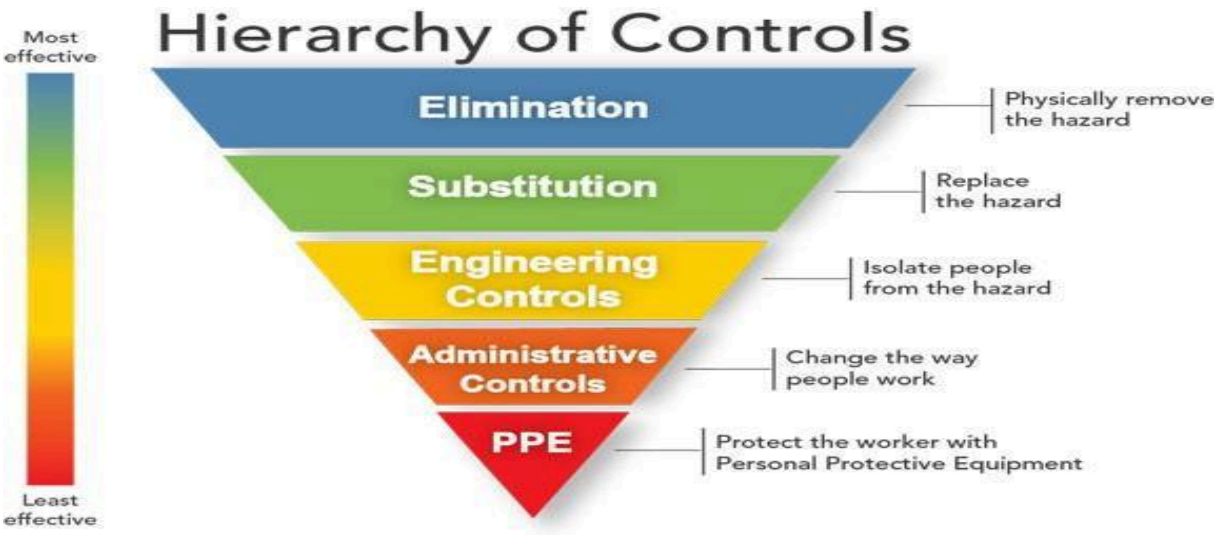


Figure 3. Risk control or prevention methods (ACMI, 2007*;* Alli, 2008)

Importunate recommendations for underground mining activities in Turkey as brain storm are below;

– Feasibility projects must be prepared complete and proper format. The main projects should be sufficient for OHS management system. In this respect, General Directorate of Mining Affairs (MIGEM) should be reorganized for project acceptance or checking to protect employees,

– Old mining activities revised and preplanned for deep mining works with private companies (construction of a proper shaft instead of sloping gallery or tunnels, sufficient ventilation or electricity, drainage systems for OHS and etc.),

– Coal dust explosions or fires in underground coal mines can be prevented by generous application of pulverized lime dust or rock dust (usually $CaCO_3$). If a lime dust disperses and mixes with the coal dust, lime dust prevents flame propagation by acting as a thermal inhibitor or heat sink (Man and Teacoach, 2009),

– Private Companies in mining sector must not run away from initial investment costs to prevent risks for OHS and must comply with laws and regulations (steel and concrete support system instead of wood, proper PPEs, safe mining machines and etc.) with professional thinking for invertors or employers.

REFERENCES

Abdellah, W., Mitri, H.S., Thibodeau, D., and Moreau-Verlaan, L. 2012. Stochastic evaluations of haulage drift unsatisfactory performance using random Monte-Carlo simulation. International Journal of Mining and Mineral Engineering, vol. 4, no. 1 pp. 55.

Alli B. O, 2008, Principles of OHS (2. Edition), ILO, Geneva.

C.K. Man, K.A. Teacoach, 2009, How does limestone rock dust prevent coal dust explosions in coal mines,Min Eng 2009 Sep; 61(9):69-73

IGA019, 2009, Risk assessment workbook for mines Metalliferous, extractive and opal mines, and quarries; pp. 18.

Thapa P., 2015. Quantitative Risk Assessment Chemical Process, pp. 7-8

ACMI, 2007, Health and Safety Risk Management Manual for the Australian Coal Mining Industry, pp-5

HB 436, 2004, Handbook Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004, pp. 15

RSC, 2014, OHS Management Systems, Royal society of Chemistry (Environment, Health and Safety Committee).

W. E. Vesely et al.; 1981, Fault Tree Handbook; U.S. Nuclear Regulatory Commission; pp.35

Infomine, 2017 (http://technology.infomine.com/reviews/riskassessment/) Date of access 31/05/2017

www.preventeo.com/fr/evaluation-des-risques-evaluteo/ Date of access 02.06.2017

KÖMÜR YAKAN TERMİK SANTRALLERDE TEHLİKELERİN BELİRLENMESİ

HAZARDS IDENTIFICATION IN COAL FIRED THERMAL POWER PLANTS

M. Kurul
Kimya Mühendisi, iş sağlığı ve güvenliği uzmanı (c), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Bölümü, İzmir

S. Şen
Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği, İzmir

ÖZ: Nüfus arttıkça ve teknoloji geliştikçe elektriğe olan ihtiyacımız da artmaktadır, bu elektrik ihtiyacı hidroelektrik, termik, güneş enerjisi ya da rüzgar enerjisi santrallerinden elde edilir. İncelediğimiz kömür ile çalışan termik santrallerde ülkemiz gibi elektrik ihtiyacının yüzde otuzunu kömür yakan santrallerden elde edildiği durumlarda risk ve tehlikeler yalnızca kurumu değil ülke çapında enerji ağımızı da etkilemektedir. Termik santraller çok tehlikeli sınıfa dahil olmakta ve birden çok alanın birleşimiyle oluştuğu için özel önlem çalışmalarına da ihtiyaç duymaktadır. Bu yapılan çalışmada termik santrallerin genel sorunları incelenmekte olup, var olan riskler incelenmiş, tehlikeler belirlenmiş, sınıflandırılmış, daha verimli çalışabilmek ve gerçekleşebilecek kazaları, maliyet kayıplarını ortadan kaldırmak üzere risk değerlendirmesi, tehlikelerin tanımlanması yapılmış ve işletmeler ortak şema çıkarılacak şekilde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Risk Analizi, Kömür, Termik Santral.

ABSTRACT: *As the population grows and the technology develops, our need for electricity also increases. In the situation where thirty percent of our electricity needs, such as our country, are derived from coal-fired power plants, the risks and threats affect not only the institution but also our country's energy network. Thermal power plants are very dangerous and involve special precautions. In this study, general problems of thermal power plants are examined, the existing hazards are identified, classified, risk assessment and operation are examined to work more efficiently and to eliminate accidents and cost losses.*

Keywords: *Risk Assessment, Coal, Power Plant.*

1.GİRİŞ

İnsanlar yerleşik hayata geçildiğinden beri iş kavramı vardır. Dünya üzerinde iş sağlığı ve güvenliği kavramını incelediğimizde ilk defa antik Yunan ve Roma uygarlıklarında üzerinde durulduğunu görürüz. Yerleşik hayata geçildiğinden beri iş kavramı vardır, dünyada bilinen en eski yazılı yasası olan hammurabi kanunlarında bile inşaat işlerinde düzgün hizmet verilmemesi karşılığında ceza yaptırımı belirlendiğini belirten maddeler vardır.

Antik Mısır'da piramit yapımında kullanılacak kölelerden yüksek performans almak üzere diyetleri düzenlenmiştir. M.Ö. 460'da Hipokrat kurşun koliğine dikkat çekmiş, platon çalışma koşullarından kaynaklanan sorunları incelemiş, Aristo ise gladyatörlerin beslenmesi ile performansları arasında ilişkiye dikkat çekmiş, pliny maske kullanımının önemine vurgu yapmıştır.

Rönesans'a girilmesi ile birlikte madenlerde çalışanların sorunlarına daha çok değinilmiş, bu devirde Agricola madenlerde çalışan işçiler için kişisel koruyucu önlemler önermiş, Paracelcus metal madenlerinde çalışan kişilerle ilgili araştırma yapmış, doz ve zehir arasındaki ilişkiyi açıklamıştır. İlerleyen devirlerde Bernardo Ramazzini meslek hastalıkları konusunda çalışmış, de morbis artificum isimli kitabı ile iş sağlığı ve endüstri sağlığı konusunda ilgiyi üzerine çekmiştir.

Çağ değiştikçe iş sağlığı ve güvenliğine bakış açışı da değişmiş, daha çok madenlere odaklı incelemeler sanayi devrimi ve buharlı makinelerin icadı ile birlikte boyut atlamış ve iş sağlığı ve güvenliğinin ana merkezi İtalya'dan İngiltere'ye kaymıştır. Percival Pott baca çalışanları ve skrotum kanseri arasındaki ilişkiyi açıklamış, ilk meslek hastalıkları kitabını charle turner tacrach yazmıştır. Fabrikalarda çalışacak işçi bulunamaması, çok küçük çocukların köle gibi uzun saatler ve uyumaksızın çalışmaları sebebiyle endüstri sağlığı devlet tarafından ele alınmaya başlanmış, 19. yüzyılın başlarında sağlık ve ahlakın korunması kanunu ve fabrikalar kanunu çıkarılmıştır. Bu kanun sayesinde tarihte

ilk defa iş müfettişliği kavramı ortaya çıkmıştır. İngiltere'nin ardından Fransa ve Almanya da kanunlar çıkarmaya başlamıştır.

Aynı devirlerde Osmanlı imparatorluğunda da adımlar atmış, İngiltere'de fabrikalar kanununun yayınlanmasından otuz iki sonra Dilaverpaşa nizamnamesi yayınlanmış, dinlenme ve tatil zamanları düzenlenmiş, barınma yerleri, çalışma saatleri çalışan sağlığı konularının üzerinde durulmuştur. 1869'daki Maadin nizamnamesi ile Zonguldak maden havzasında zorunlu çalışmayı ortadan kaldırmış, madenleri birer ekonomik faaliyet olarak değil aynı zamanda insani olarak incelenmesi gereken yerler olarak görmüştür. Birinci dünya savaşının bitmesinin ardından iş gücü zorluğu, vasıflı insan bulunmasının zorluğu ile yüzleşilmiş ve 1919 yılında ILO kurulmuştur.

Türkiye cumhuriyeti henüz kurtuluş savaşının Sakarya meydan muharebesinde mücadele etmekte iken kurucu meclis, dönemin çok ötesinde olan Ereğli havzasındaki maden işçilerine ilişkin kanununu çıkarmıştır. İş gücü kaybı ve işverenin maddi zararının minimuma indirilmesi düşüncesiyle başlatılan hareket insan hakları boyutuna geçmiş ve kişilerin sosyal hakları öncelik haline gelmiştir. Cumhuriyetin ilanından sonra kalkınma planları ile birlikte şahlanan gıda, dokuma, dericilik gibi hafif sanayi kollarına uyum sağlamak için hafta tatili yasası, meslek hastalıkları ve iş kazalarıyla ilgili ilk hükümleri içeren borçlar yasası gibi pek çok tüzük, yasa, yönetmelik çıkmıştır.

Avrupa birliği üyeliği için temasa geçtikten sonra uyum yasaları çerçevesinde 2003 senesinde 4857 sayılı iş kanunu çıkarılmış, 2012 yılında ise şu an kullanımda olan ve en geniş, modern hükümlerle donatılmış 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu kabul edilmiştir.

2. TEHLİKELER VE RİSK ETMENLERİ

2.1. İş Sağlığı Ve Güvenliği

İş sağlığı ve iş güvenliği kavramlarını daha iyi anlayabilmek için iş kazası, risk, risk etmenleri, tehlike gibi terimleri ilk önce açıklamak gerekir. ILO'nun 115

numaralı sözleşmesine göre iş sağlığı, hasta ve sakat olmama halini değil çalışma esnasında sağlık ve emniyet ile ilişkili olarak bedensel ve mental unsurları da kapsar. Dünya sağlık örgütüne göre sağlık terimi ise kişinin sadece hastalıktan ve mikroptan değil aynı zamanda bedenen, zihinsel ve ilişkiler yönünden de iyi olma hali olarak tanımlar. ILO'nun 161 sayılı sözleşmesinde iş sağlığı ve güvenliği açısından yapılması gereken önlem ve adımları şu şekilde açıklamaktadır;

- Sağlık, verimlilik, bireysel ve ortak koruyucu donanım konularında öneride bulunma,
- Çalışma ile çalışma ilişkisi bakımından, işçilerin sıhhatinin gözetimi,
- Çalışan kişinin işe olan uyumunun geliştirilmesi,
- Mesleki iyileştirme açısından katkıda bulunma,
- İş hijyeni, sıhhat ve işlevsellik alanlarında eğitim, bilgi ve öğrenim sağlamada iş birliği,
- Acil durum ve ilkyardım hizmetlerini planlama,
- Gerçekleşen meslek hastalıkları ve iş kazalarının analizini yapmak.

Kişilerin sağlığını tehdit eden durumlardan sonra iki olasılık ortaya çıkmaktadır. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun 3. maddesinin g fıkrasında açıklandığı haliyle işyerinde işin sürdüğü esnada meydana gelen kişinin vefatına sebep olan veya vücut bütünlüğünü zihinsel ya da fiziksel olarak engelli hale getiren olayı iş kazası olarak tanımlarken bir diğer ihtimal olan meslek hastalığı ise 5510 sayılı SGK kanununa göre; sigortalı işçinin işyerinde olduğu sırada, işveren tarafından sürdürülen iş nedeniyle sigortalı için bağımsız çalışıyorsa yaptığı iş nedeniyle, işi yürütmek üzere başka bir yere gönderildiği esnada, annenin kanuni süt verme hakkını kullandığı zaman diliminde, çalışılan yerin sağladığı servis aracıyla işyeri yolunda meydana gelen ve sigortalıyı o an veya daha sonra fiziksel ya da zihinsel olarak engelli hale getiren olaydır.

2.2. Risk Etmenleri

Risk, tehlikeden kaynaklanan yaralanma, hasar ya da başka kötü olay meydana gelme ihtimalidir. Risk değerlendirmesi ise çalışılan yerde var olan ya da dışarıdan oluşabilecek tehlikelerin tanımlanması, bu risklerin tehlikeye dönüşmesine sebep olan faktörler ile tehlikelerden kaynaklı risklerin incelenerek sınıflandırılması ve kontrol tedbirlerinin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli işlemleri tanımlar. Tehlike de işten bağımsız ya da işin yapıldığı alanda oluşabilecek, çalışanı ya da mekânı etkileyerek kötü bir netice oluşma potansiyelidir. Risk etmenleri; fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik olarak beşe ayrılır (6331 SK).

2.2.1. Fiziksel risk etmenleri

Fiziksel risk etmenlerini oluşturan öğeler havalandırma, titreşim, gürültü, aydınlatma, termal konfor durumu, radyasyon, ve basınç değişimleridir (6331 SK).

2.2.2. Kimyasal risk etmenleri

İçinde bulunduğumuz çevrenin kimyasal durumunu değiştiren elementlere kimyasal risk etmenleri denir. Bunlar solventler, asit, metaller, zehirli gazlar ve alkaliler, plastikler, pestisitler, kanserojen maddeler olarak alt başlıklarda incelenebilir (6331 SK).

2.2.3. Biyolojik risk etmenleri

Çalıştığımız yerde bulunan tehlikeli canlı organizmalar çeşitli hastalıklara sebep olabilir. Mikroorganizmalar, çeşitli fungi, virüsler, bakteriler, parazitler; gıda, su, hava olan bütün ortamlarda üreyip tehlikeli hale gelebilir (6331 SK).

2.2.4. Ergonomik risk etmenleri

Ergonomi çalışma ortamında, çalışma koşullarının insanın yaratılış özelliklerine uygun hale gelmesi olarak değerlendirilebilir. İşlevsellik açısından olarak uygun

şartların sağlanması yalnız işçisinin sağlığını etkilemez aynı zamanda üretimi ve verimliliği de etkiler. Çalışma esnasında ağır yük taşıma, duruş bozuklukları, çok sık yer değiştirme, monoton ve sıradan işler, sık eğilip kalkmak, zorlayıcı iş düzeni ve hızı, bedensel ve mental yüklenme, görsel olarak zorlanma ergonomik etmenlerden bazılarıdır (6331 SK).

2.2.5. Psikososyal risk etmenleri

Mental ya da bedensel nedenlere bağlı olarak gelişebilen ve tepkiye sebep olan öğeden bağımsız olarak şartlara uyum güçlüklerine karşı oluşan vücut reaksiyonuna stres denir, iş verenle geçinememek, işini kaybetme korkusu, maaş azlığı, işinde yükselememe, vardiyalı çalışma saatleri, eşitlikten uzak ücret dağılımı, iş değiştirme gibi nedenleri olabilir (6331 SK).

2.3 Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirilmesi yapılırken izlenecek metodoloji;
Sistem tanımlama,
Tehlike tanımlama,
Risk analizi,
Risk skalası (matris kurma),
Risk tanımlaması aşamalarıdır (yönetmelik, 2012).

2.4. Sistem Tanımlama

İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin belirlenebilmesi için çalışma çerçevesine dair koşulların ve faktörlerin bilinmesi gerekir. Bu şekilde kişilerin işlere en iyi şekilde uyum sağlaması, var olan kazaların gerçekleşmeden önce önlem alınması, maddi ve manevi kayıplar olmadan önüne geçilmesi sağlanır. Risk değerlendirmesi yapılırken çeşitli aşamalar halinde oluşturulur (yönetmelik, 2012).

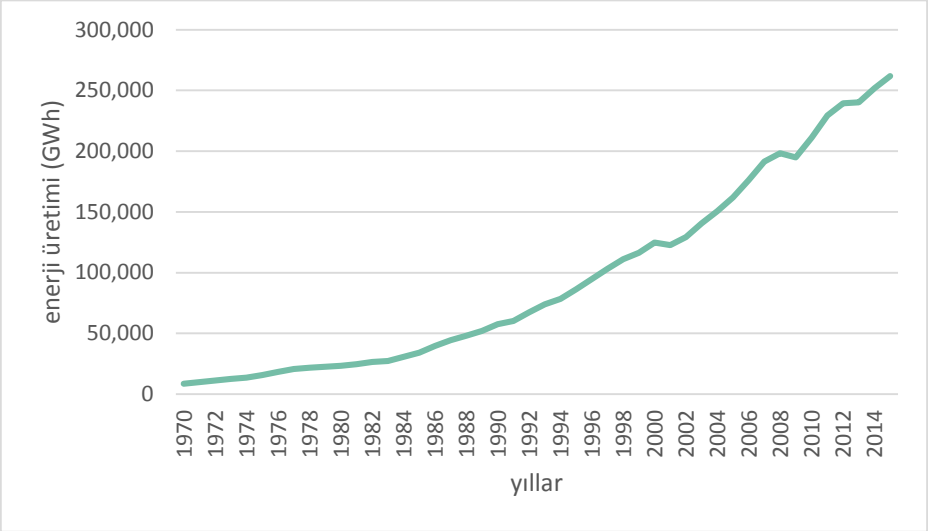
Planlama; mevzuat göz önünde bulundurularak ortam koşulları neticesinde risk değerlendirme çalışmaları yapılır (yönetmelik, 2012).

İşyerindeki çalışmaların sınıflandırılması; geçmişte yapılan ya da gelecekte yapılması planlanan faaliyetlerin özellikleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılır. Günlük rutin işler gibi bakım ve onarım işleri, işyerinin içinde ya da dışında yapılacak, üretim ya da hizmet sürelerinin aşamaları, planlanmış ya da aniden gelişebilecek faaliyetler, işçilerin görev sınırları gibi unsurları içerir (yönetmelik, 2012).

Bilgi ve veri toplama; işin kapsamını oluşturan işler, bu işlerin gerçekleştiği sıklık ve müddeti, işin yapıldığı yer, iştirak edenler, verilen eğitimler, işin yapıldığı esnada lazım olan gereçler, makineler, kimyasallar ve bunların kullanım kılavuzları, mevcut koruma önlemleri, geçmişte yaşanan kaza ve meslek hastalıkları dikkate alınır (yönetmelik, 2012).

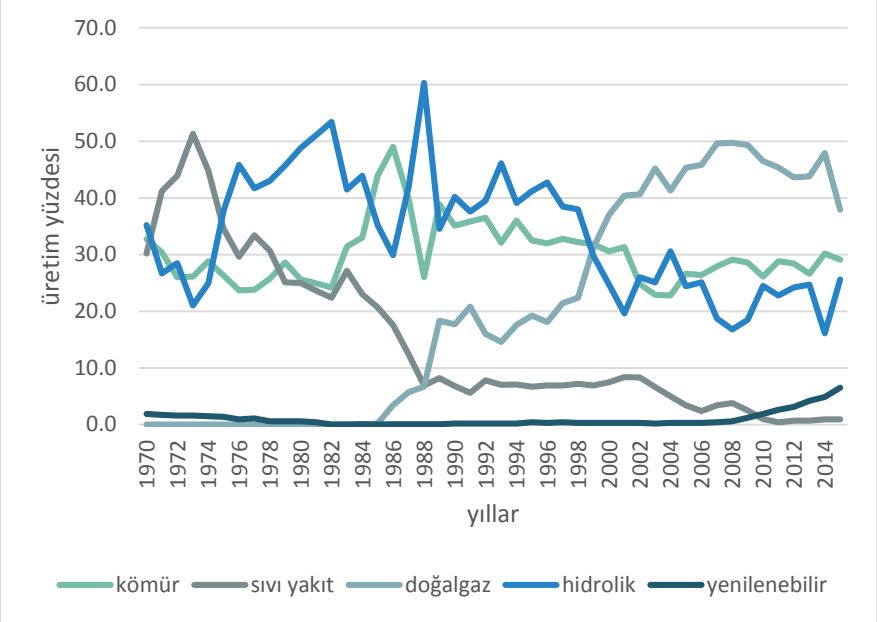
3. KÖMÜR YAKAN TERMİK SANTRALLER

Teknolojinin artması ve nüfusun artışı ile birlikte elektriğe dayalı talep artması sebebiyle üretilen enerji de artmıştır. 1970 senesinde 8623 GWh elektrik üretimi otuz altı milyon nüfusun talebini karşılamaya yeterken, nüfus iki katına çıkmasına rağmen elektrik ihtiyacımız otuz iki katına çıkmıştır (TÜİK, 2015).



Şekil 1. Yıllara göre enerji üretimi değişimi (TÜİK 2015)

Yıllar içerisinde elektrik üretim metotları değişmiş, sıvı yakıtla çalışan termik santraller kalkmış yerini doğal gaz ile çalışan termik santraller almış, yenilenebilir elektrik kaynakları devreye girmiş fakat kömürle çalışan ve hidrolik enerji üreten termik santrallerin piyasadaki payı dalgalanmalar yaşamasına rağmen belirli aralıklarda kalmıştır (TÜİK,2015).



Şekil 2. Elektrik üretim kaynaklarının yıllara göre değişim yüzdeleri (TUİK, 2015)

Şekil 2'de görüldüğü gibi piyasa payı benzer aralıkta kalmasına rağmen üretimdeki artış sebebiyle kömür yakılan termik santral sayısı ve enerji üretim miktarı artmıştır (TÜİK,2015).

Kömür yakan termik santrallerde santral stok sahasına konveyörlerle taşınan kömür burada özelliklerine göre farklı noktalara dökülerek harmanlanmak üzere bekletilir. Özel harmanlama sistemleri kullanılarak santralde yakılmak üzere uygun özelliklerde homojen bir yakıt haline getirilen kömür tane boyutunun küçültülmesi için boyut küçültme ünitelerine gönderilir. Tane boyutu uygun hale getirilmiş kömür kazanlarda yakılarak ısı enerjisi üretilir ve bu enerji yardımıyla kazan içerisindeki borularda dolaşan su ısıtılarak buhar üretilir. Su buharının taşıdığı enerji buhar türbinlerine verilerek ısı enerjisi

kinetik enerjiye dönüştürülür. Üretilen kinetik enerji vasıtasıyla elektrik jenaratörlerinde elektrik enerjisinin üretimi sağlanır. Bir kömüre dayalı termik santral bir çok farklı ünite ve bu ünitelerde bulunan ekipmanlardan oluşmaktadır. Bunların başlıcaları; nakliye ve harmanlama üniteleri, boyut küçültme üniteleri, yakma üniteleri (Kazanlar), su buharı türbinleri, elektrik jenaratörleri, soğutma kuleleri ve yardımcı ekipmanlar olarak özetlenebilir (Başaran, 2017).

4. KÖMÜRE DAYALI TERMİK SANTRALLERDE KARŞILAŞILAN TEHLİKELERİN TANIMLANMASI

Tehlikelerin tanımlanması, meydana gelebilecek kazaların önceden tanımlanarak büyük felaketlerin engellenmesinde önemli bir yer kaplar. Bir liste halinde tehlike maddeleri kontrol edilerek tehlikenin varlığı, varsa bundan kimlerin etkileneceği dikkate alınarak incelemeler yapılır, listenin hali aşağıdaki gibidir (Shrivastava, 2014);

- Islak zeminde kayma, tökezleme ve benzer sebeplerle düşme,
- Aydınlatma,
- Basınçlı kaplar,
- Yüksekten düşme,
- Atıklar, gaz salınımı ve elde edilen ürünler,
- Malzeme düşmesi,
- Titreşim ve aşırı ses,
- Anatomik olarak hatalı duruş,
- Radyasyon ve ultraviyole ışınlar,
- Seyyar el aleti kullanımı,
- Platform, merdiven gibi hareket ettirilebilir ekipmanlar,
- Mekanik kaldıraçlar,
- Patlama, yangın ve kendiliğinden alev alma,
- İnsan gücü ile yük taşıma,

- Elektrikli aletler,
- Ekranlı araçlar vasıtasıyla çalışma,
- Nem, sıcaklık, havalandırma gibi termal koşullar,
- Kimyasal etmenler,
- Mikroorganizmalar, virüsler, bakteriler gibi biyolojik etmenler,
- Monoton çalışma koşulları,
- Çalışma ortamı,
- İşten kaynaklı stres,
- Kapalı alanlar,
- Yalnız kalmak,
- Motorlu vasıtalar ve onun sebep olduğu etmenler,
- Nemli ortamda çalışma,
- Mobbing,
- İnsani durumlar,
- Diğer etmenler.

4.1. Depolama sahasında karşılaşılan tehlikeler

- Kömürün taşınması ve harmanlanması esnasında karşılaşılabilinen yaralanmalar,
- Kömürün stok sahasında harmanlanması esnasında oluşan tozun ve kızışma/yanma sonucu oluşan gazın solunması,
- Kömürün oksitlenmesi ve kızışma kaynaklı yangın çıkma ihtimali,
- Gürültü.

4.2. Konveyör bandında karşılaşılan tehlikeler

- Bantta meydana gelebilecek hasarlar sonucu yaralanma,
- Yüksekten düşme,
- Konveyör bandın hasarı,
- Makine arızaları,

- Boyut küçültme ve taşıma işlemleri esnasında oluşan toz,
- Daimi temizliği yapılmayan bandın biriktirdiği malzemeler sonucu çalışmanın durması ya da banda zarar gelmesi,
- Eğitimsiz ya da yetersiz çalışanların bandın çalışma alanına girmesi,
- Hava koşullarından etkilenen bandın hasara uğraması,
- Gürültü.

4.3. Kazanda karşılaşılabilecek tehlikeler

- Ani basınç değişimleri sonucu patlama,
- Yangın,
- Kazanda meydana gelebilecek kaçaklar,
- Boruların yaydığı yüksek ısı,
- Risk içeren bir alanda çalışmak sebepli depresyonlar.

4.4. Elektrik türbini ve jeneratörde karşılaşılabilecek tehlikeler

- Türbinde yangın,
- Jeneratör hasarı,
- Aşırı gerilim ve yıldırım çarpması,
- Aşırı gürültü,
- Solunmaması gereken gazlar,
- Yüksek ısı,
- Gürültü ve titreşim,
- Elektrik çarpması.

4.5. Yüksek gerilim şalt sahasında karşılaşılabilecek tehlikeler

- Elektrik çarpması,
- Yangın,
- Elektromanyetik alan kaynaklı sağlık sorunları,
- Yüksek ısı.

4.6. Diğer ünitelerde karşılaşılabilecek tehlikeler

- Solunum hastalıkları,
- Yangın,
- Elektrik çarpması,
- El aletlerinin kullanımı,
- Kullanılan kimyasallar kaynaklı tehlikeler,
- İş stresi,
- Yüksekten düşme,
- Titreşim ve gürültü.

5. SONUÇLAR

Kömür ile çalışan termik santraller incelenmiş, ilk önce çalışma alanı sınıflara ayrılmış, ardından her bir alan için tehlike ve risk faktörleri incelenmiş ve sınıflandırılmıştır.

Depolama alanında meydana gelecek tehlikeler; saklama esnasında yangın, harmanlama esnasında kömür tozu yangını, kömür taşınırken yaralanma, solunum problemi, konveyör bandın hasarı, ulaşım kazaları, ufalama işlemi sırasında makine arızası, düşen parça sıçraması, yüksekten düşmedir. Suyun safsızlaştırılması ve kostik ile yıkanması halinde; yangın, kostik ve sülfürik asit zararları, yüksek gürültü risk olarak gözlemlenir. Kazanda yüksek basınç ve sıcaklıktan kaynaklanan patlama, yakıt sıkıştırılmasından kaynaklı patlama, sıcak buhar yangını, boruların yaydığı radyal ısı, su seviyesi düşmesi kaynaklı, dizel akışında alevlenme, uçuşan sıcak küllerin yakması, fan gibi hareketli motorlara kapılma, yüksekte çalışma tehlike faktörlerini oluşturur. Elektrik türbini ve jeneratörde ise soğutma hatası kaynaklı türbin patlaması, şaft bağlantılarında aşınma sebepli jeneratör hasarı, soğutma yağı yangını, hidrojen tankında yanma ve patlama görülebilir. Yüksek gerilim şalt sahasında yüksek gürültü, dönüştürücü yangını, elektrik çarpması ve yanıklar olabilir. Diğer mekanlarda ise kontrol odası yangını, solunum ya da deri hasarları yakıt

tankında yangın gibi tehlikeler gözlenebilir. Termik santral gibi çoklu çalışma alanı olan alanlarda bütün yönetmeliklerin gözden geçirilmesi ve uygun alanlardaki kuralların dikkat edilerek kontrol edilmesi gerektiğinin önemi bu çalışma ile vurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu, 2006.
Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1029 Erişim tarihi: 03.05.2017.
6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2013
4857 Sayılı İş Kanunu, 2003
Dünya Sağlık Örgütü Anayasası, 1978
Resmi Gazete, 1981, 155 No'lu İş Sağliği ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin Sözleşme
Resmi Gazete, 1953, 161 No'lu Sağlık Hizmetlerine İlişkin Sözleşme
Shrivastava R. ve Praveen p., 2014, Hazards Identification and Risk Assessment in Thermal Power Plant
Başaran M., 2017, Kömür Yakıtlı Santraller
Resmî Gazete, 22.01.2007, Basınçlı ekipmanlar yönetmeliği
Resmi Gazete, 2007, binaların yangından korunması hakkında yönetmelik
Resmi Gazete, 2013, büyük endüstriyel kazalarin önlenmesi ve etkilerinin azaltilmasi hakkinda yönetmelik
Resmi Gazete, 2013, çalişanlarin gürültü ile ilgili risklerden korunmalarina dair yönetmelik
Resmi Gazete, 2013, çalişanlarin patlayici ortamlarin tehlikelerinden korunmasi hakkinda yönetmelik
Resmi Gazete, 2013, ekranli araçlarla çalişmalarda sağlik ve güvenlik önlemleri hakkinda yönetmelik
Resmi Gazete, 1984, elektrik iç tesisleri yönetmeliği
Resmi Gazete, 2000, elektrik kuvvetli akim tesisleri yönetmeliği
Resmi Gazete, 2001, elektrik tesislerinde topraklamalar yönetmeliği
Resmi Gazete, 2012, iş sağliği ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği
Resmi Gazete, 2016, muhtemel patlayici ortamda kullanilan teçhizat ve koruyucu sistemler ile ilgili yönetmelik
Resmi Gazete, 2013, tozla mücadele yönetmeliği

MAN RIDING SYSTEMS (TRANSPORTATION OF MINERS) IN UG MINES AND ITS REVIEW IN INDIA

K. Srihari
HOD-mining eng.

ABSTRACT: Mining is a hazardous industry as the working places are always moving ahead, strata conditions and environments are always changing from day to day. Mining industry growth is linked with occupational health, safety and environments in mines. In Indians mines transportation of miners into UG mines are taking movement as it will reduce fatigue of miners, which is one of the leading causes of accidents in underground mine. Transport of men and materials into the farthest and deepest seams is one of the major challenges in underground mines. Proper and effective transport system saves lot of time and improves efficiency of mine/miners. "Chair lift/chair car man riding systems in underground mines has brought down the travelling time and fatigue of miners working in underground, thereby increasing productivity, production and improved safety. Chair lift man riding system is the rapid, safe and comfortable solution when it comes to transporting persons, over long distances. It could be applied in steep gradients and can negotiate horizontal and vertical curves in underground mines. This paper aims to identify the various factors affecting the occupational health, safety of employees due to long walking distances from pit mouth to face in UG mines and proposed suitable measures for improving them. If the every mine is provided with man riding system in travelling road ways in mines, workmen efficiency, occupational health improved, absenteeism, strikes in mines reduced, production/productivity improved. Present productivity of OC/UG mines could be improved up to 20%.

Keywords: Chairlift Man Riding Systems, Occupational Health, Travelling Road Ways, Underground Mines.

1. INTRODUCTION

The country is endowed with huge resources of many fuel, metallic and non-metallic minerals. Mining sector is an important segment of the Indian economy. Mining and quarrying sector accounted for about 2.10% GDP of country. 575 coal/lignite Mines, 626 metallic Mines and 2262 non metallic Mines are

operated in India. India produces as many as 87 minerals, which includes 4 fuels, 10 metallic, 47 non-metallic, 3 atomic and 23 minor minerals.

India has emerged as the third largest coal producer in the world after China and USA with a 9% share of the total global coal production. India produces only about 10% of coal from underground mines. The Indian coal mining industry has witnessed a persistent decline in under-ground coal production over the years with more emphasis on opencast mining. Since the shallow depth coal deposits are becoming exhausted at an alarming rate, augmenting production from underground coal mines has now become the priority of the coal industry for sustainable development.

Coal deposits near to surface is being exploited by OC mines. UG mines being operated below 400 m and future mining will be UG only. Distances from surface to working faces are increased from 3-7kms. about 40% of energy will be used for to and fro travelling from pit mouth to working face. Time taking to reach faces will be 2-3 hrs on foot. Solution to this problem is to introduce man riding systems in UG mines.

The Committee on Safety in Mines recommended that "Man Riding facilities should be introduced by 1985 wherever feasible in UG mines". After introducing man riding systems in UG mines productivity/production is improved 20% in similar conditions. It is proved in Singareni collieries company ltd.

2. OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN MINES

Occupational health and safety (OHS), workplace **health** is a multidisciplinary field concerned with the **safety**, **health**, and welfare of people at work. Recommendations of 11th conference on Safety in Mines held on 4th & 5th July, 2013 at New Delhi, recommend that

a. to provide the man riding systems in UG mines to improve occupational health of miners.

b. To replace the manual filling operations by mechanization in UG mines.

In most of UG mines miners has to walk up to working places of about 3-7 kms on gradient having 1in 3 to 1 in 6. In mines From detailed analysis, it was found that nearly 30% of the Human Energy was being wasted in the travelling of the miners to the work places. Hence, to reduce this arduous and un willing job, the installation of the Chair lift/mine car Man Riding system are required. The Overall Human Effiency of the miners can be improved from 44% to 74% (Ade E.M., 2012). A 68 kg person walking at 4 km/h requires approximately 210 kilocalories (880 kJ) of food energy per hour.

3. MAN RIDING SYSTEMS IN INDIA

The introduction of the man riding system, increases the effective utilization of man power and eliminate the drudgery of walking in uphill gradient of 1 in 4.
In India 1st such system (Chair lift system) is introduced in CHINIACURI mine of SECL, Coal India.

Man Riding Systems (MRS) were reportedly being installed in all underground mines having long haul/arduous travel. Man riding arrangement has already been commissioned in 25 mines of CIL, while man riding arrangement has been planned to be commissioned at 44 mines within a period of 3 years and at remaining mines within a period of 10 years. At SCCL, 36 underground mines, have been provided with various Man Riding Systems.

3.1. Man Riding Chair Car System.

Man Riding Chair Car System is similar to Rail Locomotive except the Engine being stationary in this system and Anchor car and Man rider similar to Bogies (Figure 1). The Man Riding Chair Car System mainly comprises of the following;

1) Direct Haulage built up / suitably modified for Man Riding application.

2) Man Rider Train comprising of one Rope Anchor and two Chair Cars. (as per requirement)

3) Signaling and Communication System.

4) Newly built 150 HP/87 HP Hauler or the existing 150 HP/87 HP haulers are suitably modified to incorporate the following features for man riding purpose.

3.2. Salient Features

- The prime mover of the system is Direct Hauler and the cars are moving on tracks,
- Generally one Rope anchor car and one / two man riding cars are assembled together by means of safety capel and couplings,
- The system is approved by DGMS and having many safety features like,
- Over speed Trip,
- Emergency Brake,
- Service Brake,
- Signaling and Telephone communication System and
- Emergency



Figure 1. Chair car manriding system

3.3. Chair Lift Man Riding System

- The Chair lift system for men transport is an endless haulage system driven by Electro- Hydraulic power pack incorporating complete safety devices as necessary for transporting men in Under Ground mines,

- The system shall consist of a drive unit arrangement, a return station, rope guiding pulleys with fittings and Electricals,
- The drive unit arrangement comprises of an Electro- Hydraulic power pack and a hydrostatic high torque hydraulic motor directly connected with the driving pulley,
- The device is equipped with built in servo controlled automatic brake system,
- The speed of the rope can be adjusted from 0 to approximately 3 M/sec. at maximum,
- Directional control valve device is provided to maintain the set speed by regulating the flow,
- The return end installation comprises of a roof suspended mono rail fitted with return pulley and counter weight,
- Detachable chairs shall be provided which can be easily engaged with and disengaged from the wire rope at the embarking and disembarking station. Arrangement of the chairs is capable of negotiating up to 18 deg. Inclination,
- The embarking station is specially designed taking in to consideration all safety precautions. At the starting point the chair shall be engaged on an inclined rail and when a lever mechanism is operated the chair along with person will slowly glide to catch the running rope. At the time of disembarking the chair carrying the person will smoothly leave the rope and glide over inclined rail slowly and thereby comes to stand still position. Provision is made to prevent running back of the chair to the rope and guard is provided from over running,
- The rope is properly guided and its tension correctly controlled with the help of different types and sizes of pulleys and installed at intervals over the entire length of the system and counter weight at the end,
- The Man- Riding Chair lift system is monitored by an operator at the driving station. The system is such that it can be switched off by an emergency stop switch situated in the push button station at the driving station. Further,

there are No. of pull cord switches along the entire length of 36 installation and by using any one of these switches the system can be stopped. For additional safety measure 2 switches are also provided in the guide path of the counter weight in order to stop the system whenever the counter weight crosses the top or bottom limits. A telephone system is also provided for better communication and co-ordination control between the drive station and return station,

- The operating brake for the drive unit is built from complete hydraulic system consisting of the high torque radial piston motor and swash plate type pump. When the pump is in zero position, unbalanced system loads actuated by chair lift create a hydraulic pressure; even then, the drive sheave movement is locked because of hydrostatic condition of hydraulic circuit. The park and emergency brake is built from a spring loaded disc brake which is hydraulically released (fail safe type). In case of hydraulic failure the springs will actuate the brake and stop the drive sheave. The disc brake is modifiable for clock wise or anti clock wise revolution of the drive sheave. The changeable brake pads are adjustable (Figure 2).

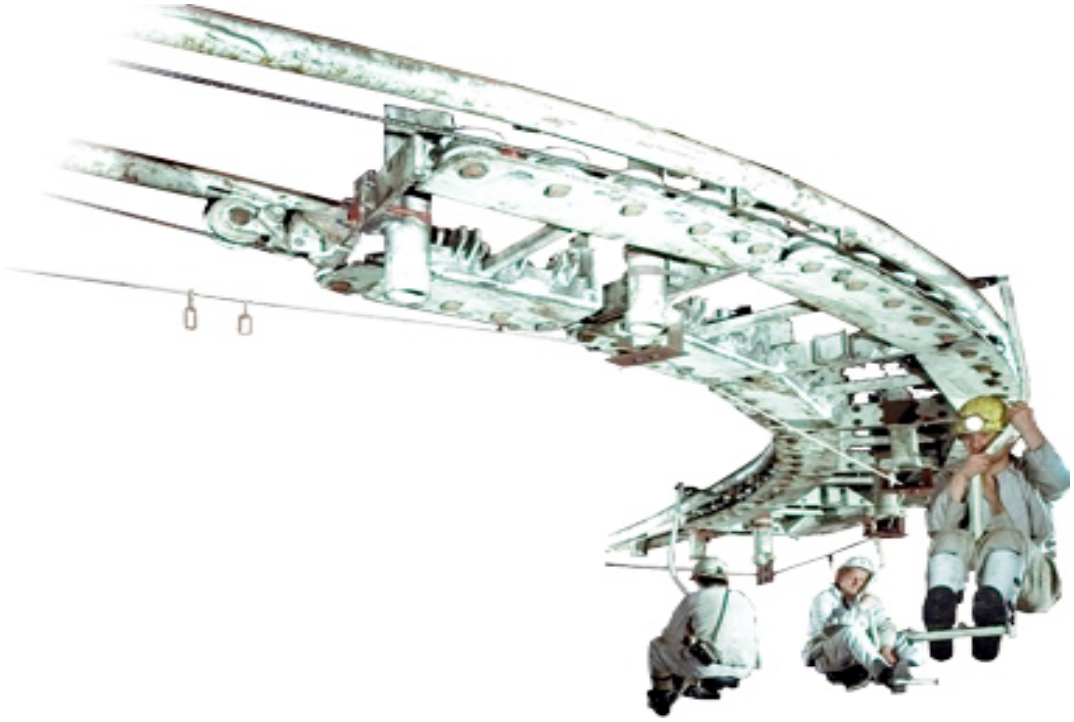


Figure 2. Curve negotiation

4. SAFETY FEATURES OF MANRIDING SYSTEM

Safety Devices: - The following safety devices shall be provided

a. Overload (thermal) protection

b. Single phasing protection

c. Phase sequence protection

d. Short circuit protection

e. Earth leakage with time delay protection

f. Over voltage & low voltage protection g. An over speed protection device.

h. Device to prevent backward movement of the system.

i. Over travel limit switches at the ends of the run so as to stop the system if any chair passes such limits.

j. Over stretch device shall be incorporated to stop the system in the event of rope stretch beyond the preset limit or on snapping of the rope.

k. Rope speed indicator in the chair lift haulage room.

l. Pull cord switches installed in the roadway so that the system can be stopped from any point.

m. Any other additional device required by DGMS.

5. SURVEY CONDUCTED ON MAN RIDING SYSTEMS

Survey was conducted at mine level in 3 shifts at RK-7 of SCCL.

Every shift 100 miners are taken. Feed back is very positive on following topics Occupational health, Safety, Time saving, Energy saving and Comfort level

- Comfort level: It involves seating arrangement, back rest, foot rest, oscillations, jerk, seat comfort, holding arrangement, etc,.
- Safety: over-speeding, backward travelling, over travelling, emergency braking arrangements for the traveler, alarms in case of emergency, emergency signaling, sufficiency of warning signals (Audio-Visual Alarms) during start and stop.etc.

- Time Saving: Sufficient time availability for working, time savings before and after man riding system.etc.
- Energy saving: Sufficiency of energy level at the work place, saving of energy consumed in travelling, zeal of working, cohesiveness at work, willingness,etc,.
- Miners Health: Reduction in Fatigue, reduction in health problem e.g., travelling on foot under arduous conditions leading to knee joint pain, back pain, reduction in absenteeism, etc,.

6. CONCLUSIONS

After introduction of man riding systems in UG mines production and productivity improved upto 20%. Industrial relations improved a lot in mining industry. Absentism reduced. 30% of shift time saved. Manual filling of tubes inUG mines is also one factor affecting occupation health of miners. it was also replaced by mechanization in mines with SDL/LHD etc.

REFERENCES

Ade M., "Productivity Improvement through LEAN Manufacturing in Underground Coal Mines", pp 37-56.

Bharat Westfalia Division, "Company Manual of Chair Lift Man Riding system".

Committee on Safety in Mines, Dept. of Coal , "Report on Introduction of Man Riding facilities" , August 1979.

Pande D., Rao A.M., "Men Transportation in Underground Mines" in

Proceedings National Seminar on Underground Coal Mining, Hyderabad, India, August 28 2010, pp. 29-36.

GMS circulars.

8th Conference on Safety, May' 1993.[7] Deshmukh D.J., "Elements of Mining Technology" Recommendations of 11th conference on Safety in Mines held on 4th & 5th July, 2013 at New Delhi.

MEN TRANSPORTATION IN UNDERGROUND MINES Dinesh Pande Director of Mines Safety (Mech.) & A. Madhava Rao, CGM (E&M) M/S SCCL

National Seminar on Underground Coal Mining "2010.

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
THE CHAMBER OF MINING ENGINEERS OF TURKEY



TMMOB Maden Mühendisleri Odası

ISBN: 978-605-01-1087-6